

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Koncepce metodického přístupu k využitelnosti bezpilotních letadel
v bezpečnostní praxi a v dopravě

Bc. Ing. Zdeněk Sadecký

Disertační práce

2015

Studijní program:

P3710 Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor:

3708V024 Technologie a management v dopravě a telekomunikacích

Školitel: doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.

Disertační práce vznikla na školícím pracovišti:

Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 1. 2015

Ing. Bc. Zdeněk Sadecký

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří mi pomohli při zpracování disertační práce. Poděkování patří zejména školiteli panu děkanovi doc. ing. Ivo Drahotskému, Ph.D. Speciální dík patří společnostem a organizacím: Výzkumný letecký ústav technický, Vysoké učení technické Brno, Letecká služba Policie ČR, Vojenská policie, Armáda ČR, Policie ČR, Ministerstvo vnitra, Techniserv, s. r. o., a Pramacom, s. r. o.

ANOTACE

Disertační práce se zabývá vytvořením koncepce metodického přístupu k využitelnosti bezpilotních letadel. Metodický nástroj umožní rozhodnout, zda je využití bezpilotního letounu pro zamýšlený účel vhodné a možné a umožní vybrat konkrétní typ. Metodika výběru byla ověřena experimentálně v oblastech vnitřní bezpečnosti - prosazování práva a dopravy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpilotní letouny, drony, taktika nasazení, využitelnost bezpilotních letounů v dopravě, krizové stavy, prosazování práva, bezpilotní letecká logistika.

TITTLE

The concept of a methodical approach to unmanned aircraft applicability in safety practice and transport.

ABSTRACT

The dissertation deals with the creation of the concept of a methodical approach to the use of unmanned aircraft. The methodological tool allows to decide whether the use of unmanned aircraft for the intended purpose is appropriate and possible and helps to select the specific type. The methodology for selecting has been verified experimentally in the areas of internal security - law enforcement and transport.

KEYWORDS

Unmanned aerial vehicles, drons tactics of the actions, approach unmanned aircraft in transportation, crisis conditions, law enforcement, unmanned aerial logistics.

OBSAH

ÚVOD.....	18
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE	22
1.1 Analýza současného stavu v ČR	43
1.1.1 Analýza současného stavu nasazení a přístupů k výběru RPAS v ČR	43
1.1.2 Závěry z analýzy v ČR.....	50
1.2 Analýza současného stavu v zahraničí.....	52
1.2.1 Analýza současného přístupu k RPAS v zahraničí	52
1.2.2 Závěry z analýzy současného stavu přístupu k RPAS v zahraničí.....	59
1.3 Kritické zhodnocení analýzy současného stavu.....	62
1.3.1 Shrnutí	64
2 DEFINICE CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE.....	66
2.1 Cíle práce	66
2.1.1 Ověření správnosti cílů pomocí manažerské metody SMART	68
2.1.2 Formulace výsledků	69
2.2 Stanovení podpůrných nástrojů.....	69
2.3 Zdůvodnění formulace cílů	70
3 PŘEHLED ZVOLENÝCH METOD ZPRACOVÁNÍ.....	73
3.1 Srovnání možností využití kvalitativních a kvantitativních metod.....	73
3.2 Výběr a zdůvodnění vybraných metod	74
3.3 Expertní šetření, interview s odborníky	76
3.4 Explanace	77
3.5 Experimenty a modelování	77
3.6 Podpůrné metodické nástroje	78
4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....	79
4.1 Omezující podmínky.....	80
4.2 Kritická místa - omezení nasazení RPAS	80
4.2.1 Specifika pilotáže RPAS, letové situace	81
4.2.2 Zvláštní situace - ztráta signálu.....	84
4.2.3 Ochrana před zjištěním polohy letounu, hrozícím útokem, rušením signálů.....	84
4.2.4 Vnější omezení.....	85
4.2.5 Ekonomická omezení	86

4.2.6	Omezení RPAS jako výrobku spotřební elektroniky	86
4.2.7	Omezení bezpečnosti vyplývající z provozu letounu a pojištění	89
4.2.8	Nejdůležitější legislativní omezení	89
4.2.9	Občansko-právní omezení.....	91
4.2.10	Bezpečnostní, průmyslově-technologické a rozvědčné riziko	91
4.2.11	Některá další omezující kritéria	91
4.3	Omezení daná specializacemi odborníků na RPAS	92
4.4	Omezení využití vědeckých metod, získávání dat a platnost závěrů.....	94
4.5	Koncepce metodického přístupu - hlavní výstup disertační práce.....	96
4.5.1	Potřeba řešení úkolu, stanovení cíle (I. bod metodického postupu).....	97
4.5.2	Rozhodnutí zvážit využití RPAS (II. bod metodického postupu)	99
4.5.3	Stanovení řízení projektu, odpovědnosti, termínů (III. bod metodického postupu)	100
4.5.4	Sběr dat, dokumentování dat (IV. bod metodického postupu).....	101
4.5.5	Přesné definování použití a cílů (V. bod metodického postupu)	105
4.5.6	Určení role (VI. bod metodického postupu).....	119
4.5.7	Vyhodnocení alternativ (VII. bod metodického postupu).....	124
4.5.8	Rámcové stanovení kategorie RPAS (VIII. bod metodického postupu).....	126
4.5.9	Ekonomický aspekt (IX. bod metodického postupu)	128
4.5.10	Taktický aspekt (X. bod metodického postupu).....	128
4.5.11	Právní aspekt (XI. bod metodického postupu)	130
4.5.12	Technický aspekt (XII. bod metodického postupu)	131
4.5.13	Bezpečnostní aspekt (XIII. bod metodického postupu)	132
4.5.14	Výběr typu (XIV. bod metodického postupu).....	133
4.5.15	Výběr senzorů (XV. bod metodického postupu).....	141
4.5.16	Testování, zkušenosti, zpětná vazba (XVI. bod metodického postupu)	143
4.5.17	Rozhodnutí, uzavření smlouvy (XVII. bod metodického postupu)	143
4.5.18	Praktické nasazení (XVIII. bod metodického postupu)	144
4.5.19	Vyhodnocení efektivnosti a dalších ukazatelů (XIX. bod metodického postupu) .	144
4.5.20	Zkušenosti, zpětná vazba, inovace, nová řešení (XX. bod metodického postupu)	144
5	VYHODNOCENÍ A DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ.....	146
5.1	Širší pohled na nasazení RPAS	146
5.2	Využitelnost - použitelnost	152
5.3	Konkrétní výstupy a verifikace výsledků.....	155

5.4	Experimenty	157
5.4.1	Situace 1 - pátrání po pohřešované osobě - dítěti ztraceném v lese	158
5.4.2	Situace 2 - VIP ochrana, vyhledání pozice teroristy-odstřelovače.....	160
5.4.3	Situace 3 - sledování a zadržení nebezpečného pachatele ve volném terénu.....	163
5.4.4	Situace 4 - zákrok na místě velké dopravní nehody.....	166
5.4.5	Situace 5 - dokumentace místa dopravní nehody.....	169
5.5	Případové studie.....	172
5.5.1	Případová studie A - Sokol.....	172
5.5.2	Případová studie B - Euro Hawk.....	176
6	VLASTNÍ PŘÍNOSY DISERTANTA.....	178
7	ZÁVĚR.....	182
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	185
9	PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDA SOUVISEJÍCÍ S TÉMATEM DISERTAČNÍ PRÁCE	195

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení kategorií RPAS	33
Tabulka 2 Fáze vlastního metodického postupu	96
Tabulka 3 Zobrazení postupu výběru pomocí Ganttova diagramu.....	97
Tabulka 4 Hlavní otázky pro zajištění projektu	100
Tabulka 5 Kódy typových činností ve vojenské oblasti - armáda	107
Tabulka 6 Kódy typových činností v oblasti - vnitřní bezpečnost	109
Tabulka 7 Kódy typových činností v oblasti - doprava	111
Tabulka 8 Kódy typových činností v oblasti - věda a výzkum.....	112
Tabulka 9 Kódy typových činností v oblasti - katastrofy a havárie	114
Tabulka 10 Kódy typových činností v oblasti - telekomunikace a hobby.....	115
Tabulka 11 Kódy typových činností v oblasti - ochrana kritické infrastruktury	116
Tabulka 12 Kódy typových činností v oblasti - ochrana životního prostředí.....	117
Tabulka 13 Kódy typových činností v oblasti - hospodářství (ekonomika).....	118
Tabulka 14 RPAS "TYP A"	138
Tabulka 15 RPAS "TYP B"	139
Tabulka 16 RPAS "TYP C"	139
Tabulka 17 Výsledky	140
Tabulka 18 Finanční zdroje AUVIS	175

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 V1 (autor)	28
Obrázek 2 VR-3 Rejs (autor)	30
Obrázek 3 Nejdůležitější typ UAV využívaný v ČR Sojka III (autor)	30
Obrázek 4 UAV Hermes na SIAF 2013 (autor)	34
Obrázek 5 UAV Avigle (autor)	34
Obrázek 6 UAV Aladin (autor)	35
Obrázek 7 Rozdělení kategorií RPAS (EU, 2007)	36
Obrázek 8 Způsob identifikace osoby na základě pohybu (Grohmann, 2011).....	40
Obrázek 9 Komerční trh RPAS v Evropě 2008-2020 (EU, 2007).....	41
Obrázek 10 Raven (autor).....	45
Obrázek 11 Md4-1000 v policejním provedení (autor)	45
Obrázek 12 RPAS Qube nabízený policejním a vojenským složkám (autor)	46
Obrázek 13 Prototyp UAV z VTUL a PVO Praha (autor)	46
Obrázek 14 RPAS Mad Y04 včetně přepravního obalu a ovládání (autor).....	47
Obrázek 15 UAV Saab Skeldar (autor)	48
Obrázek 16 Sokol - AUVIS (archiv autora/VTUL a PVO).....	49
Obrázek 17 UAV Schiebel S-100 (autor)	54
Obrázek 18 Scan Eagle (Decknick, 2007)	60
Obrázek 19 UAV Falco (America's Codebook, 2014)	61
Obrázek 20 TAROS 6x6 s detailem vlastního UAV (autor)	65
Obrázek 21 Princip koncepce metodického přístupu (autor).....	67
Obrázek 22 Komplexní pohled na hlavní aspekty nasazení RPAS (autor)	78
Obrázek 23 UAV TU-150 (autor).....	82
Obrázek 24 UAV Sentinel (Jennings, 2014)	85
Obrázek 25 Zástupce malých UAV F-300 PHANTOM (autor).....	88
Obrázek 26 Záznam z UAV (autor).....	94
Obrázek 27 Obraz nákladních vozidel ze zařízení FLIR v infračerveném spektru (autor)	95
Obrázek 28 Radar se syntetickou aperturou (autor)	95
Obrázek 29 UAV Skylark slovenské armády (autor)	99
Obrázek 30 Upoutaná sonda Hovermast (Sky Sapience, 2012)	125
Obrázek 31 Letoun Diamond se stabilizovanou senzorovou hlavicí (autor).....	125
Obrázek 32 Black Hornet PD-100 PRS (SCOOP.IT!, 2011)	127

Obrázek 33 Upoutaná vzducholod' s kamerovým systémem (autor).....	127
Obrázek 34 Stabilizované hlavičky společnosti FLIR (autor).....	142
Obrázek 35 Radar se syntetickou aperturou (autor)	142
Obrázek 36 Perspektivní český Robodrone Kingfisher (autor).....	145
Obrázek 37 Schéma vývoje v oblasti nasazení RPAS (autor)	147
Obrázek 38 Technologie RPAS Google (FG Flightglobal Aviation Connected, 2014).....	148
Obrázek 39 RPAS pro dopravu balíčků (McNeal, 2014)	148
Obrázek 40 Prostředek individuální dopravy Puffin (Barnstorff, 2010)	149
Obrázek 41 Martin Jetpack (Keating, 2012).....	149
Obrázek 42 Technická data Md4-200 (Techniserv 2012)	157
Obrázek 43 UAV Md4-200 (autor)	159
Obrázek 44 Simulace pohřešované osoby pro pátrání (autor).....	159
Obrázek 45 Grafické zobrazení trajektorie letu UAV (archív autora/Google Earth).....	161
Obrázek 46 Fotografie z UAV (archív autora)	161
Obrázek 47 Fotografie z UAV (archív autora)	161
Obrázek 48 Zákrok policejní jednotky (archív autora).....	162
Obrázek 49 Zajištění místa události (archív autora).....	162
Obrázek 50 Ohledání místa události (autor).....	162
Obrázek 51 Grafické zobrazení trajektorie UAV (archív autora/Google Earth).....	164
Obrázek 52 Fotografie z UAV (archív autora)	164
Obrázek 53 Fotografie z UAV - podezřelý (archív autora)	164
Obrázek 54 Fotografie z UAV - detail podezřelého (archív autora)	165
Obrázek 55 Fotografie z UAV - zákrok (archív autora).....	165
Obrázek 56 Fotografie z UAV - ukončení zákroku (archív autora)	165
Obrázek 57 Fotografie z UAV - celkový pohled na dopravní nehodu (archív autora)	167
Obrázek 58 Fotografie z UAV - vozidlo ADR (archív autora)	167
Obrázek 59 Grafické zobrazení trajektorie UAV (archív autora/Google Earth).....	167
Obrázek 60 Zaklíněná osoba nalezená UAV (archív autora)	168
Obrázek 61 Start UAV Optoelektron (autor).....	168
Obrázek 62 Přehledový snímek z UAV - dopravní nehoda (archív autora).....	170
Obrázek 63 Dokumentační foto dopravní nehody (archív autora)	170
Obrázek 64 Náčrtek místa dopravní nehody (archív autora/ DO PČR Velký Beranov)	171
Obrázek 65 Plánek místa dopravní nehody (archív autora/DO PČR Velký Beranov).....	171
Obrázek 66 Maketa v měřítku 1:2 UAV Sokol (autor)	173

Obrázek 67 Euro Hawk (autor).....	176
Obrázek 68 Maketa RQ-9 Reaper (autor).....	177
Obrázek 69 Reklamní spot firmy Robodrone (autor)	180
Obrázek 70 UAV Strix z ČR (autor)	180
Obrázek 71 Strix má nosnost 15 kg a nastavitelný rám (autor).....	181
Obrázek 72 ARES - konstrukce (Lockheed Martin, 2014)	181
Obrázek 73 ARES - příklad Unmanned Aerial Logistics (Lockheed Martin, 2014)	181

SEZNAM ZKRATEK

AA	Autonomous Aircraft autonomní letadlo
AČR	Armáda České republiky
ADR	Accord Dangereuses Route Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast systémy automatického přehledového vysílání
ARES	Aerial Reconfigurable Embedded System vzdušný měnitelný transportní systém
ATM	Armádní technický magazín
AUVIS	Automatizovaný vzdušný informační systém
AUVSI	Unmanned Vehicles Systems International Mezinárodní asociace pro bezpilotní letouny
BLDI	Bundesverband der Deutschen Luft-und Raumfahrtindustrie e.V. Německá agentura pro letectví a kosmonautiku
BP	bezpilotní prostředek
CBA	Cost Benefit Analysis analýza nákladů a zisků
CIA	Central Intelligence Agency Americká výzvědná agentura
CL	Control Link systém řízení a dálkového ovládání
CR	Close Range blízký dolet
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČTK	Česká tisková kancelář
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
DEA	Drug Enforcement Administration Národní úřad pro kontrolu obchodu s drogami
DIN	Deutsche Industrie-Norm německé průmyslové normy
DO PČR	Dálniční oddělení Policie ČR
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company Evropská kosmická obranná agentura
EDS	Engeneering Design Science systémový vědecký přístup k inženýrské činnosti
EU	European Union Evropská unie
EVU	Europäische Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse, e.V., Evropská asociace pro výzkum a analýzu nehod

FBI	Federal Bureau of Investigation Federální vyšetřovací úřad
GCS	Ground Control Station technické pozemní zařízení
GNSS	Global Navigation Satellite System globální navigační satelitní systém
GPS	Global Positioning System globální poziční systém
GWOT	Global War on Terrorism globální válka proti terorismu
HALE	High Altitude Long Endurance velká výška, dlouhá vytrvalost
HZS	Hasičský záchranný sbor
ICAO	International Civil Aviation Organization Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IDEB	International Defence Exhibition Bratislava Mezinárodní obranný veletrh Bratislava
ILA	Internationale Luft-und Raumfahrttausstellung Mezinárodní výstava letectví a kosmonautiky
INMINT	Imagery Intelligence obrazová analýza
IRNSS	Indian Regional Navigational Satellite System navigační satelitní systém Indie
ISO	International Organization for Standardization Mezinárodní organizace pro standardizaci
ISUAS	Integrated State Unmanned Aerial System Integrovaný systém státní sítě bezpilotních letounů a jejich řídicích středisek
IZS	Integrovaný záchranný systém
LADP	Low Altitude Deep Penetration nízká hladina, hluboký průnik
LALE	Low Altitude Long Endurance nízká hladina, dlouhý dolet
LS PČR	Letecká služba Policie České republiky
LWIR	Long Wave Infra Red dlouhovlnné infračervené záření
LZS	Letecká záchranná služba
MALE	Medium Altitude Long Endurance střední hladina, dlouhý dolet
MBO	Managing by Objectives řízení dle cílů
MO	Ministerstvo obrany

MONUSCO	United Nations Organization Stabilization Mission in the Democratic Republic Of the Congo Mise Organizace spojených národů pro stabilizaci Demokratické republiky Kongo
MR	Medium Range střední dolet
MRE	Medium Range Endurance střední dolet, vytrvalost
MV	Ministerstvo vnitra
MZ	Ministerstvo zahraničí
NASA	National Aeronautics and Space Administration, Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
NATO	North Atlantic Treaty Organization Severoatlantická aliance
OPV	Optionally Piloted Vehicles volitelně pilotované letouny
OSN	Organizace spojených národů
OS PČR	Ochranná služba Policie České republiky
PBZP	průzkumný bezpilotní prostředek
PČR	Policie ČR
PRS	Practical Review System praktický recenzní systém
RC	Radio Controlled rádiem řízené (modely)
RCC	Rescue Coordination Centre Záchrané koordinační středisko
RPA	Remotely Piloted Aircraft vzdáleně řízený letoun
RPAS	Remotely Piloted Aerial System vzdáleně řízený bezpilotní systém
RPS	Remotely Piloted System vzdáleně řízený systém
RWR	Radar Warning Reciever radarový varovný přijímač
ŘLP	Řízení letového provozu
SAR	Search and Rescue Záchraná letecká služba
SBP	státní bezpilotní prostředek
SDL	Specialized Data Link systém datového spojení
SMART	Specific - specifický, Measurable - měřitelný, Achievable - dosažitelný, Realistic - reálný, Time Framed - časově přizpůsobený
SMSS	Squad Mission Support System systém pro podporu týmů na misích

SOCA	Serious Organised Crime Agency Agentura pro organizovaný zločin, Velká Británie
SR	Short Range krátký dolet
STANAG	Standardization NATO Agreement Standardizační dohoda NATO
SWIR	Short Wave Infrared krátkovlnné infrazářeni
TACAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System antikolizní a výstražný systém pro pilotované stroje
TAR	Traffic Accident Reconstruction rekonstrukce dopravních nehod
TCAS	Traffic Collision Avoidance System or System antikolizní systém pro pilotované stroje
TQM	Total Quality Management metoda řízení podle kvality
TV	televize
UA	Unmanned Aircraft bezpilotní letoun
UAL	Unmanned Aerial Logistics bezpilotní letecká logistika
UAS	Unmanned Aerial System systém bezpilotního letounu a pozemního zařízení
UAV	Unmanned Aerial Vehicle bezpilotní letoun
UCAS	Unmanned Combat Aerial Vehicle bojový bezpilotní systém
UCAS-D	Unmanned Combat Aerial Vehicle - Demonstration bojový bezpilotní systém - demonstrátor
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle bojový bezpilotní letoun
UCD	User Centered Design návrh zaměřený na uživatele
UCL	Úřad pro civilní letectví
UCLASS	the Unmanned Carrier-Launched Airborne Surveillance and Strike bezpilotní průzkumný a útočný prostředek
UGV	Unmanned Ground Vehicle bezposádkové pozemní vozidlo
UL	Ultra Light ultralehký letoun
US	United States Spojené státy
UV	Unmanned Vehicles bezpilotní vozidla

VIP	Very Important Person velmi důležitá osoba
VTOL	Vertical Take-Off and Landing vertikální vzlet a přistání
VTUL PVO	Vojenský technický ústav letectva a protivzdušné obrany
VUT	Vysoké učení technické v Brně
VZUL	Výzkumný a zkušební ústav letecký, a.s., v Praze Letňanech

ÚVOD

Letadla létající bez pilota - bezpilotní letadla v anglickém jazyce Unmanned Aircraft (dále UA) se dělí na autonomní letadla - Autonomous Aircraft (dále AA) a na dálkově řízená letadla - Remotely Piloted Aircraft (dále RPA). AA jsou letadla, která neumožňují zásah pilota do řízení během letu a RPA jsou letadla, která může pilot řídit dálkově. V odborné literatuře se objevuje i jiné vysvětlení pojmu „Unmanned“ ve zkratce UA jako „Uninhabited“ - bezposádkový.

Pokud máme na mysli nejen vlastní letadla, ale celý systém, potom hovoříme o dálkově řízených bezpilotních systémech - Remotely Piloted Aerial Systems (dále RPAS). Bepilotní (bezobslužná) jsou ale i jiná zařízení: lodě, ponorky, pozemní vozidla. Pro ně se používá univerzální označení bezpilotní (někdy označovaný jako bezobslužný, bezposádkový) prostředek (dále BP), anglicky Unmanned Vehicle (dále UV).

V oblasti bezpilotních prostředků se užívají také názvy Unmanned Aerial Vehicle (dále UAV) a bezpilotní letecké systémy - Unmanned Air Systems (dále UAS). Hovoříme-li o UAV máme na mysli vlastní letoun. UAS pak značí celý systém. Potřebné pozemní vybavení se potom označuje jako stanice dálkově řídicího pilota - Remote Pilot Station (dále RPS) jak popisují materiály Úřadu pro civilní letectví (dále ÚCL) a Ministerstva dopravy, například Předpis L2 - Doplněk X (Česká republika - Ministerstvo dopravy, 2011). V laické, a nyní i odborné literatuře, se stále častěji objevuje další označení pro UAV - termín dron. Český doslovný překlad, respektive ekvivalent slova dron se hledá těžko. Kromě synonyma pro UAV je zřejmě nejbližší termín trubec, bzučák, ale též parazit či lenoch. Ve významu UAV tento termín brzy zdomácní v řadě jazyků a stane se odborným výrazem.

Normy standardu NATO STANAG (NATO, 2009) hovoří o UAV jako o letadle letícím podle zákonů aerodynamiky, které je vybavené pohonem a nemá osádku na palubě. Letoun je řízen buď autonomně, nebo dálkově. Z hlediska použití může být sestrojeno pro jednorázové nebo opakované plnění jednoho nebo více vojenských úkolů.

Armáda České republiky (dále AČR) používá pro tuto techniku označení průzkumné bezpilotní prostředky (dále PBZP).

Hlavním charakteristickým rysem UAV je, že na jeho palubě není člověk - pilot. Není přitom podstatné to, jakou má UAV velikost či hmotnost. UAV mohou být malé - velikosti drobného hmyzu i velké - velikosti dopravního proudového letounu. Celková vzletová hmotnost se pohybuje od několika gramů po desítky tun.

Ač jsou tyto letouny známy jako „bezpilotní“, role člověka je přesto nezastupitelná. Někdy se v této souvislosti hovoří o čtyřech stupních autonomie UAV - Human Operated (člověkem ovládaný), Human Delegated (plní člověkem přidělené úkoly), Human Supervised (člověkem kontrolovaný), Fully Autonomous (plně autonomní).

Pro účely popisu v disertační práci lépe vyhovuje popis tří režimů pilotáže. Pilot (někdy označovaný jako operátor) totiž buď přímo řídí letoun v reálném čase, nebo předem vytvořil letový plán, podle kterého letoun dále sám letí, nebo vytvořil systém s autonomním chováním a vlastní inteligencí a schopností reakce na podněty z okolí.

Skutečností ale je, že bezpilotní letouny mohou být právě díky absenci pilota na palubě menší, lehčí, velikostí přesně odpovídající účelu. Mohou tak mít optimální velikost, charakteristiky a parametry. Jsou tedy většinou ekonomicky efektivnější. Nehrozí také ohrožení života pilota během mise.

Významnou výhodou nasazení RPAS oproti pilotovaným letounům je to, že je lze využít v případech, kdy je pilotáž nebezpečná. Třeba monitorování průmyslových, jaderných a chemických havárií, jako byla havárie v japonské elektrárně ve Fukušimě v roce 2011 (Totally Unmanned, 2014), nebo výbuchy munice ve zbrojních skladech v ČR v roce 2014. Dalším případem vhodného a efektivního využití mohou být situace s vysokým rizikem pádu letounu při špatných klimatických podmínkách. Ve válečných podmínkách je obdobou riziko sestřelu. RPAS se uplatní u misí nad fyzické schopnosti člověka dané třeba dlouhou dobou letu apod.

Pro letouny, jejichž velikost a vybavení umožňuje jak pilotovaný, tak nepilotovaný provoz se užívá označení volitelně pilotované letouny - Optionally Piloted Vehicles (dále OPV). Může se jednat o letouny s pevným křídlem, o vrtulníkovou techniku apod.

RPAS zde již existují desítky let, překonaly mnohé technické obtíže, neustále se rozšiřují jejich potenciální možnosti, ale vlastní využití nedosahuje očekávání. Disertační práce se zabývá vyhledáváním překážek v civilním nasazení RPAS a řeší otázky spojené se systematickým a metodickým výběrem vhodného bezpilotního prostředku pro daný úkol. Tato oblast není v české ani ve světové letecké odborné literatuře dostatečně detailně vyřešena a řada problémů stále čeká na vyřešení. To komplikuje a brzdí nasazení této techniky.

Disertační práce se dále zabývá disproporcí mezi velkými technickými možnostmi RPAS a dosud malou systémovou podporou pro nasazení této perspektivní techniky. Disertační práce analyzuje většinu potenciálních možností nasazení RPAS v různých oborech lidské činnosti. S tím je spojeno i hledání omezujících podmínek a přípustných řešení. Disertační práce řeší detailněji otázky vhodnosti - využitelnosti RPAS pro nasazení

v bezpečnostní praxi a v dopravě. Vytváří metodické nástroje se širším užitím pro hodnocení použitelnosti RPAS v praxi a navrhuje řešení některých problémů.

RPAS představují doplněk a stále častěji i alternativu pilotovaných strojů. Možnosti jejich uplatnění jsou skutečně velice široké. Postupně budou díky zlepšování systémové podpory, díky nižším pořizovacím a provozním nákladům a lepší informovanosti potenciálních uživatelů nahrazovat pilotované letouny ve stále rostoucím množství aplikací. Aby mohly být efektivně využívány, je nutné nasadit pro konkrétní zamýšlený úkol vhodně vybraný typ RPAS. Jednou z možností jak optimalizovat výběr vhodného typu, je použít metodický postup výběru. Například ten, který je vytvořen v rámci této disertační práce.

V současné době díky pokroku elektroniky i díky postupnému pozitivnímu vývoji v legislativní oblasti začínají výrobci této techniky připravovat nové, perspektivní civilní aplikace RPAS. Přesto možnosti této moderní techniky nejsou stále všeobecně známé. Pro řadu potenciálních uživatelů je těžké se v problematice UAV/UAS/RPAS orientovat. Je to dáno nejen prudkým rozvojem v posledních letech či dokonce měsících, ale také ohromným množstvím až nepřehledností informací. Svou roli zde hraje rovněž nadstandardně vysoká míra utajení (dosud se RPAS využívaly především pro vojenské účely) a snaha ochránit výsledky vlastního výzkumu a své duševní vlastnictví před konkurencí (vědecké ústavy, výrobci apod.).

I přes neoddiskutovatelný technický, technologický i vědecký pokrok stále existuje řada problémů, které praktické nasazení RPAS brzdí.

Ukazuje se potřeba velmi přesně popsat problematiku RPAS v její celé šíři a pracovat tak na systémové úrovni. Nová řešení a nové přístupy vyžaduje i standardizace na mezinárodní úrovni. K tomu je nutno přiřadit, zejména u rozsáhlejších projektů, ještě otázku posouzení efektivity financování. K tomuto účelu lze využít i stávajících nástrojů pro hodnocení investičních projektů například Cost-Benefit Analysis (dále CBA).

Jednou z velmi perspektivních oblastí pro nasazení RPAS je doprava, jako jedna ze strategických oblastí státu, což uvádí Ministerstvo dopravy (Česká republika - Ministerstvo dopravy, 2005). Doprava je jedna z nejvýznamnějších oblastí hospodářství a poskytuje celou řadu příležitostí a možností uplatnění této moderní techniky.

Problematika dopravy do značné míry zasahuje do oblasti činnosti Integrovaného záchranného systému (dále IZS). To vyplývá ze znění zákona o IZS (Česko, 2005b) o Hasičském záchranném sboru (dále HZS), viz zákon o HZS (Česko, 2000a) a o Policii České republiky (dále PČR), viz zákon o PČR (Česko, 2008). Doprava zasahuje do odpovědnosti HZS a PČR na jim svěřených úsecích vnitřní bezpečnosti státu. Proto je

disertační práce zaměřena na bezpečnostní složky, které zřejmě budou pověřeny, aby tuto oblast zajišťovaly a koordinovaly. Nasazení RPAS v oblasti sledování dopravy, ať již provozovaných vlastními silami IZS, HZS či PČR, nebo případně outsourcovaných soukromými subjekty, je velmi perspektivní. Nasazení RPAS může přinést značné ekonomické úspory, pozitivní ekologické efekty a významně zvýšit plynulost a bezpečnost dopravy. Perspektivní je nasazení při řešení situací, kdy je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav či stav ohrožení. V delším časovém horizontu se pomocí RPAS začnou dopravovat také menší zásilky, jejichž hmotnost bude stále růst a posléze se objeví i UAV transportující osoby. To odlehčí pozemní dopravě (zásilková služba organizovaná pomocí UAV nikoli rozvozem automobily).

Nasazení této moderní techniky je v souladu s Bezpečnostní strategií České republiky 2011 (Česká republika - Ministerstvo zahraničních věcí, 2011) a se zákonem o civilním letectví (Česko, 2007). V současné době probíhají vývojové práce na státním bezpilotním prostředku. Garantem jeho vývoje je Ministerstvo vnitra. Projekt je zařazený do Programu bezpečnostního výzkumu České republiky 2010 - 2015 (BVII/2 - VS). Má název Automatizovaný vzdušný informační systém (dále AUVIS). Současně také probíhá příprava na experimentální ověření využitelnosti RPAS při šetření dopravních nehod a při dokumentování místa činu s využitím fotogrammetrie, případně laserového měření.

U RPAS různých kategorií a s různým doletem je také nutno řešit, jakým způsobem se uskuteční uvažované pokrytí území celého státu touto technikou. Tedy, zda se vytvoří celulární síť pokrývající území celého státu z jednotlivých stanovišť (jako u letecké záchranné služby), nebo zda se bude RPAS na místo dopravovat z centrály po silnici a startovat až v okolí místa nasazení.

Je důležité, aby se managementy organizací, které by mohly mít z nasazení RPAS prospěch, i managementy orgánů státní správy, v této oblasti orientovaly. Součástí této orientace je také schopnost vybrat a nasadit vhodnou techniku. Tato disertační práce řeší nedostatek systémových nástrojů pro nasazení této techniky a inovativně tak vyplňuje dosud ne zcela zmapovaný prostor.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE

Současný stav v oblasti vývoje, výroby a nasazení RPAS je charakteristický „moderností“, vysokou dynamikou, relativně malými zkušenostmi z praktického nasazení a značnou šíří celé problematiky. Proto je důležité zjišťovat v jakých technických, ale i ekonomických, legislativních a jiných podmínkách se oblast RPAS rozvíjí.

Na současný stav nasazení RPAS je třeba pohlížet ze dvou pohledů:

- první pohled je technický; jde o hodnocení technické úrovně a výsledek technického pokroku,
- druhý pohled je systémový; jde o pohled na RPAS jako na novou entitu (množinu prvků se společnými vlastnostmi); tedy o řešení otázky, za jakých podmínek ekonomických, právních, taktických a bezpečnostních) se toto technické zařízení vyvíjí, jak a s dodržением jakých norem a podmínek se vyrábí, jak se zavádí do praxe, jaké koordinační, provozní a systémové přístupy a nástroje se používají.

Ve světě i v ČR se v oblasti letectví před několika lety začaly ve větší míře vydávat nové normy, jako jsou například materiály Úřadu pro civilní letectví (dále ÚCL) pro vydávání povolení k létání letadla bez pilota (Česká republika - Ministerstvo dopravy, ÚCL, 2013a) a pro zpracování provozních příruček pro letecké práce s bezpilotními systémy (Česká republika - Ministerstvo dopravy, ÚCL, 2013b).

Složitost problematiky vyplývá mimo jiné i z toho, že jde o novou oblast, o nový, vrcholně dynamický fenomén, který se rychle rozvíjí a prosazuje v již dlouhodobě existujících systémech, které ovlivňuje a omezuje. Příkladem je letecká doprava - užití vzdušného prostoru pro pohyb bezpilotních letounů společně s pilotovanými stroji, radiokomunikace s řízením letového provozu apod. Při zavedení tohoto nového systému je třeba nejen stanovit závazné normy a pravidla, ale také nalézt přijatelné vztahy s již zavedenými a fungujícími systémy. To proto, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti, a k dalším právním, ekonomickým, technickým a jiným konfliktům. Jako příklad ohrožení lze uvést situace, kdy došlo téměř ke kolizi mezi UAV televizních společností a vrtulníky záchranářů jak uvádí Shepard (2014) a mezi UAV a letadlem (Novinky, 2014).

Oblast bezpilotních letadel je vysoce sofistikovanou oblastí. Uplatňuje se v ní moderní špičková technika. Zkušeností z praktického provozu ale není mnoho. Tím spíše je důležité tuto oblast systémově ukotvit.

Je důležité upozornit na skutečnost, že rozvoj RPAS, nahlíženo z velmi širokého filozofického pohledu, je logickým a očekávatelným vyústěním informačních potřeb společnosti. RPAS jsou relativně novou entitou, která bude čím dál tím více zasahovat do života společnosti. Nejdříve v oblasti sběru informací a vojenství, posléze v oblasti dopravy nákladů a osob.

Rozsáhlejší úvod do problematiky je nutný také z toho důvodu, že je třeba tuto zatím nepřiliš známou techniku uvést do systému letecké techniky. Pochopení vývoje celé letecké techniky umožní vysvětlit potenciály bezpilotních letounů, jako jedné z nejmodernějších a nejoslovanějších oblastí letecké techniky. Letectví vždy bylo a vždy bude multidisciplinárním oborem. Těží z výsledků celé řady vědních i průmyslových oborů, ať již strojírenských nebo elektrotechnických. Bepilotní letouny brzy budou alternativou pilotovaných strojů v mnoha oblastech. Umožní ještě větší průnik letectví s informačními technologiemi, průmyslem, zemědělstvím, dopravou a hospodářstvím všeobecně, než jaký mělo letectví doposud.

Disertační práce popisuje vlastnosti a principy RPAS důležité pro jejich nasazení. Přínos disertační práce je v oblasti uvedení RPAS do systému z pohledů techniky, ekonomiky, práva, vlastního nasazení, bezpečnosti a sociálního prostředí. Je nezbytné provést systémové zařazení bezpilotních letounů do oblasti letectví, ale současně je nezbytné zabývat se také dalšími souvislostmi a dopady na společnost a hospodářství.

Nejde totiž pouze o samotné letouny - UAV. Ty už dnes nemohou libovolně volně létat a plnit předepsané úkoly pouze podle požadavku zákazníka. Je nutné brát v úvahu konkrétní podmínky a pravidla. Žijeme v přetechnizovaném světě, ve světě, kde je místy vysoká hustota obyvatelstva a kde je celý život společnosti upraven (až svázán) spoustou navzájem propojených norem, pravidel, zákonů a dalších principů. V oblasti RPAS naopak stále některé důležité normy scházejí. Nepochopení nutnosti systémového přístupu k této problematice by mohlo vést k selhání, haváriím, škodám i ke značnému ohrožení bezpečnosti. Je nutné chápat a respektovat i souvislosti a dopady nasazení RPAS v ekonomické, právní, bezpečnostní i společenské rovině. Pokud by nebyl pochopen a akceptován široký dopad nasazení této techniky, nebylo by možné vytvořit fungující metodické přístupy a návody.

Složitost celé problematiky je dána také vysokou specifíčností i rozdílností kategorií a typů těchto prostředků. Při opomenutí některých důležitých vlastností a souvislostí může dojít k ekonomicky neefektivnímu vynakládání vložených prostředků a k nesplnění požadovaných specifických cílů. Během studia problematiky se ukázalo, že je nutné i správně pochopit hlediska, podmínky a očekávání vzhledem k RPAS, která mohou být odlišná

u výrobce, u vojenských a bezpečnostních složek, nebo u objednatele jednorázové služby provedené právě bezpilotními letouny. Potřeba takového širšího přístupu je objektivně vyvolána i stále větší specializací jednotlivých odborníků, kteří se v této oblasti letectví pohybují. Pokud tito specialisté budou úzce zaměřeni a současně nebudou mít určitou nezbytnou úroveň komplexního systémového vhledu do problematiky, od techniky, přes ekonomii, právo, management, až po psychologicko-sociální aspekty, projeví se to negativně na využívání a na výsledcích nasazení této perspektivní techniky. Totéž platí pro potřebnou schopnost týmové práce, která se ukazuje jako jedna z důležitých kompetencí odborníků v oblasti letectví.

Informace jsou pro dnešní společnost velice důležité. Snaha získávat informace o svém okolí nebo o určité zájmové oblasti není pouhým výmyslem či rysem současné doby. Z dlouhodobého pohledu jde dokonce o biologickou potřebu důležitou pro přežití jedince i druhu. Tento princip je tedy starší než samo lidstvo. Tento princip lze zobecnit a říci, že nejen pro člověka, ale pro většinu živých tvorů je důležité mít co nejlepší přehled o svém okolí. Zejména jde o zajišťování potravy a včasné rozpoznání hrozícího nebezpečí. V době, kdy prapředci lidí přesouvali svůj životní prostor ze stromů na zem do stepního porostu, hrála schopnost mít přehled o tom, co se děje v blízkém i vzdálenějším okolí velice významnou roli. To vše také podpořilo následný vývoj člověka jako tvora pohybujícího se vzpřímeně.

S vývojem lidské civilizace si lidé stále více uvědomovali výhodu a potřebu dobrého přehledu o svém okolí. Typickým příkladem bylo válečnictví. Řada vojenských velitelů často viděla výhody dravých ptáků plynoucí z jejich rozhledu při kroužení vysoko nad kořistí. Dobře si uvědomovali význam dobré znalosti okolí a uvědomovali si význam aktuálního přehledu o tom, co se kde děje pro výsledek bitvy. Dlouhou dobu ale válečníci mohli jen využívat možností, které jim poskytovala krajina a příroda sama. Vysílali hlídky na vyvýšená místa a kopce, posílali je slézat skalní stěny nebo koruny stromů. Obdobné postupy se konečně využívaly již od starověku pro pozorování potenciální potravy, zejména migrující zvěře.

V civilizovanější době začali lidé posléze stavět pozorovatelný. Tvrze a hrady se stavěly na vyvýšených místech nejen z důvodů lepší obrany, ale také pro možnost pozorování širokého okolí. I námořníci dobře věděli, že z pozorovacího koše na nejvyšším stěžni budou mít nejlepší přehled o okolí lodě. To ale lidem nestačilo, chtěli „výše“. Pokusy „dostat“ člověka do vzduchu pak provázely celé lidské dějiny. Od „Ikara“, přes pokusy v Číně a Leonarda da Vinciho, až k moderní době. Ale až od 18. století, kdy bratři Montgolfierové

prakticky představili veřejnosti svůj vynález aerostat - horkovzdušný balón (první letoun lehčí než vzduch), můžeme hovořit o specializovaných technických prostředcích (lidských výrobcích) určených mimo jiné také k pozorování země ze vzduchu.

Prvními skutečně vojensky využitelnými létajícími (či spíše vznášejícími se) prostředky byly upoutané horkovzdušné pozorovací balóny. Ty sloužily ke sledování pohybů nepřátelských i vlastních vojsk. Také umožňovaly přesně řídit dělostřelbu. Často se pak stávaly oblíbeným terčem ostřelování a tak role balónového pozorovatele nebyla příliš oblíbená. Již v úplných prvopočátcích se začalo využívat těchto balónů jako zbraní. V roce 1849 se pokusila neúspěšně Rakousko-Uherská armáda bombardovat s pomocí asi 200 volných balónů italské město Benátky.

Většího rozšíření se dočkaly balóny dělostřeleckých pozorovatelů na počátku 1. světové války. V průběhu války se díky zvyšujícímu se počtu vojenských letadel stávaly balóny téměř bezbrannou obětí letadel nepřítele a jejich význam začal klesat.

Abychom mohli hovořit o pilotovaném vzdušném průzkumu, musíme se od upoutaných balónů a balónů volně unášených větrem (byly říditelné pouze vertikálně) posunout k říditelným vzducholodím a letadlům těžším než vzduch. Říditelné vzducholodě začaly brázdit oblohu ještě v 18. století, největšího rozmachu dosáhly v prvních třech desetiletích století dvacátého. Role vzducholodí v průběhu 1. světové války nebyla z vojenského pohledu významná. Vzducholodě díky motorovému pohonu přinesly možnost říditelného letu. Sloužily pro pozorování, případně nesly bomby, ale byly hodně zranitelné.

První úspěšný let letounu bratří Wrightů se uskutečnil v roce 1904. První letadla uletěla maximálně stovky metrů. Postupně se však podařilo vyrobit letouny, které byly schopny uletět desítky či stovky kilometrů. Experimentovalo se s různými konstrukcemi, pohony, materiály, způsoby ovládání. Přemýšlelo se o novém uplatnění letadel.

Významný pokrok zaznamenala letecká technika až v letech 1. světové války. První vojenská letadla se v 1. světové válce zprvu používala především pro průzkum, teprve později začali piloti brát s sebou na palubu střelné zbraně. Nejprve používaly osádky pro střelbu po nepříteli ruční zbraně, poté se zbraně začaly lafetovat (upevňovat na trup). Letouny rovněž začaly nosit fotografické přístroje. Ty byly zprvu ruční a obvykle byly ovládány druhým členem posádky. S rozvojem kvality optiky i fotografických materiálů rostla kvalita snímků a jejich využití jako významného průzkumného prostředku.

Bylo to období, v němž se člověk naučil poprvé v historii lidských dějin využívat vzdušný prostor a kdy byl poprvé schopen postavit stroje umožňující říditelný let. Tyto první létající stroje však vyžadovaly přítomnost pilota na palubě. Již v době první světové války se

ale začalo experimentovat s letouny, na jejichž palubě člověk být nemusel. Již v těchto prvopočátcích se rozdělily UAV na dva hlavní proudy. První skupinu tvořily letouny řízené na dálku a druhou skupinu letouny vybavené jednoduchými naprogramovanými autopiloty, které byly schopné řídit letoun po předem dané trajektorii. Toto rozdělení se používá až dodnes. Obě skupiny měly být původně využívány jako létající bomby nebo jako létající terče. Bylo vytvořeno několik prototypů. Jejich reálné uplatnění však bylo zanedbatelné.

Pro stavbu bezpilotních prostředků bylo nutné disponovat ale i jinou, složitější technikou, než byly pouze letecké motory, vrtule nebo jednotlivé konstrukční prvky letounů. Zejména významné byly dva objevy.

Prvním objevem byl gyroskop, který ve spolupráci s autopilotem dokázal vést letadlo podle předem nastavených parametrů. Princip gyroskopu (gyroskop je přístroj, ve kterém se setrvačnická točící se v stále stejné poloze bez ohledu na to, jakou polohu zaujme rám, respektive kostra přístroje) byl znám již na počátku 18. století. Již kolem roku 1852 gyroskop proslavil Jean Bernard Léon Foucault. V letectví se našlo pro tento princip praktické využití.

Údaje z gyroskopu samy o sobě k vedení letounu ale nestačí. Pokud je ale známa rychlost, doba letu a kurz (k tomu slouží další přístroje), tak jsou k dispozici údaje, které mohou sloužit ke spolehlivému vedení letadla po předem stanovené trajektorii.

Druhým významným objevem byly systémy umožňující dálkové řízení. Začalo se experimentovat s řízením pomocí rádiových vln. Na přelomu 19. a 20. století si Nikola Tesla nechal patentovat systém dálkového radiového ovládní - Radio Controlled (dále RC). Prováděl praktické pokusy s řízením člunu a modelu vzducholodě, o kterých dnes píše například internetové magazíny (Osobnosti, 2014).

A odsud už byl jen krůček k prvnímu praktickému nasazení těchto strojů.

Za první světové války byly také zajímavé (i když nebyly dotaženy do konce) projekty francouzského dělostřeleckého inženýra Reného Lorina. Ten přišel s ideou létajícího torpéda (Torpille Aérienne). Obdobných pokusů bylo více, ale v tomto případě šlo o letoun s převratnými reaktivními náporovými motory. Start byl prováděn z katapultu, který nejen dostal letoun do vzduchu, ale rovněž udělil potřebnou rychlost pro rozběhnutí náporového motoru. Projekt byl prováděn snahami využít k řízení gyroskopického autopilota. Pro plánovaný letecký bombardovací útok měly být nastaveny základní parametry letu. Kromě toho zde byly pokusy vyvinout zařízení, které mělo s pomocí rádiových signálů vysílaných ze země korigovat případné odchylky od předem naplánované trati letu k cíli. Celý projekt však nebylo možné s tehdejší technikou dovést do použitelné podoby. Přesto můžeme i dnes cíle, které před sebe kladli výzkumníci pracující na tomto projektu, označit za ambiciózní.

Rychlost byla projektovaná na 500 km/hod a celková vzletová hmotnost letounu na 500 kg (z toho mělo být 200 kg trhavin).

Podobný projekt - bezpilotní letoun schopný nést náklad bomb chtěli realizovat také ve Spojených státech. Kolem roku 1914 Elmer Ambrose Sperry zkonstruoval funkční typ gyroskopického autopilota, který společně s leteckým konstruktérem Glennem Curtissem zabudovali do letounu "Flying Bomb" (létající bomba). Při prvních zkouškách byl na palubě i pilot. Další testování ale pokračovalo již bez pilota.

Mezi dvěma světovými válkami konaly pokusy s bezpilotními letouny Spojené Státy, Německo, Francie, Velká Británie i některé další státy. S rostoucím rizikem světové války investovaly letecké velmoci do rozvoje letectví velké prostředky. Ovšem úroveň techniky a zejména její spolehlivost však stále nebyly na potřebné výši. Proto se využití bezpilotních letounů omezilo spíše na experimenty bez valného vojenského významu. Tyto experimenty se zaměřovaly na vývoj různých typů létajících terčů a řízených bomb a okrajově na letouny a zařízení využitelné pro průzkum a sledování. Němeček (1961) uvádí, že druhá světová válka byla obdobím, ve kterém si bezpilotní letouny sice odbývaly své dětské roky, vytvořily si však základnu pro následující rozvoj.

Zajímavým experimentem v oblasti bezpilotních letounů na straně spojenců byla úprava letounu Tiger Month. Tento britský cvičný letoun se stal základnou pro jedny z prvních skutečných pokusů s dálkově řízenými letouny. Byl označen jako Queen Bee a měl dostup 17 000 stop, dolet 300 mil a mohl se pohybovat rychlostí kolem 100 mil za hodinu.

Nacistické Německo zase hledalo intenzivně nové zbraně a novou techniku, kterou by mohlo využít pro obrat ve válce. Jedním z prvních bezpilotních letounů byl nacistický letoun V1 - Vergeltungswaffe 1, odvetná zbraň 1, známá jako V1.

V1 byla na tehdejší dobu moderní létající puma, v dnešní terminologii spíše střela s plochou dráhou letu (země-země, případně vzduch-země pokud byly startovány z letadel). Šlo o bezpilotní létající bombu, která se po startu z rampy řídila podle předem naplánovaného programu. Ten určoval výšku letu, směr, dobu letu. Tyto stroje terorizovaly Londýn a jeho okolí dlouhou řadu měsíců. Způsobily ztráty tisíců lidských životů. Za druhé světové války se experimentovalo s řadou dalších létajících pum, protilodními a protizemními bezpilotními letouny. Za války byla zkoušena celá řada dálkově (například pomocí drátů) nebo autonomně řízených střel a bomb a to na obou stranách konfliktu. Jejich význam však nebyl velký.



Obrázek 1 V1 (autor)

Zde je nutné připomenout, že činnosti v oblasti průzkumu, které dnes mezi vojenskými úkoly pro bezpilotní letouny převažují, plnila za druhé světové války pozorovací letadla. Tehdy se upravovaly stíhací letouny tak, aby mohly provádět vzdušný průzkum. Mezi tyto úpravy patřilo například maximální odlehčení, často za cenu demontáže zbraní. Letouny se měly vyhnout leteckému souboji a jejich hlavní předností byly rychlost a dostup. Upravovaly se motory, upravovala se křídla. Hlavní požadovanou vlastností těchto letounů byla rychlost. Do letadel se montovaly speciální pokročilé fotografické přístroje. Šlo však stále o letouny pilotované člověkem.

Další fáze experimentů s RPAS nastala až několik let poté. Zejména když se rozhořely konflikty v Korei a Vietnamu. Potom nastalo období „studené války“. Na obou stranách tehdy bipolárně utvářeného světa se začaly využívat různé průzkumné prostředky. Cílem bylo zjistit, co se děje na území nepřítele. První průzkumné letouny byly pilotovány. Po sestřelu amerického špionážního letounu U-2 se ale zdálo, že jde o konec průzkumných letounů. Potom se na nějaký čas předpokládalo, že hlavním prostředkem průzkumu a špionáže budou špionážní družice. Ty mají řadu nesporných výhod, ale také značné nevýhody. Zejména jsou drahé a dráhu jejich letu na orbitální dráze nelze jednoduše přesměrovat. Proto se opět začala vyvíjet další špionážní letadla. Tentokrát je měla ochránit jejich vysoká rychlost umožňující uniknout raketám a nová konstrukce a materiály snižující radarový odraz. Pro tato letadla se později vžil název neviditelná letadla - Stealth. Příkladem byl americký SR-71 Black Bird.

Technologie pro radar neviditelných letounů se dnes uplatňuje u vojenských RPAS vyšších kategorií, jmenujme X-47B, Neuron apod.

Ani po skončení studené války bohužel nenastala doba celosvětového míru. Další prudký rozvoj bezpilotních letounů a různých typů průzkumných prostředků nastal během válek na Balkáně, v Iráku, Afganistanu a na Ukrajině. Tím se již dostáváme s přehledem bezpilotní letecké techniky postupně až do současnosti. Dnes se stále více hovoří o tom, že příští generace vojenských letadel budou buď přímo bezpilotní, nebo budou volitelně pilotované - Optionally Piloted Vehicles (OPV).

Mezi nejdůležitější zástupce bezpilotních letadel posledních 50 let patří Fire Bee z poválečného období a dvojice bezpilotních letadel z doby nedávné - z válek na Blízkém východě - Predator A a B a Global Hawk.

V ČR, respektive tehdejším Československu (70. a 80. léta 20. století), stojí za uvedení některé používané typy. Byl to zejména bezpilotní letoun ze Sovětského svazu s označením VR-3 Rejs. Šlo o bezpilotní průzkumný prostředek určený k fotografickému nebo televiznímu průzkumu plošných a malých cílů jak stacionárních, tak pohyblivých. Průzkumný let probíhal podle předem naprogramované trajektorie v malých výškách. Po splnění úkolu se letoun vrátil do určeného prostoru a přistával pomocí padáku. Tento bezpilotní letoun z Tupolevovy konstrukční kanceláře byl vyroben ve více než tisíci exemplářích. V ČSSR se používalo dvou odlišných variant. První pro fotografický průzkum a druhá pro televizní průzkum. Výroba probíhala pod označením TU - 123 ve Voroněži. Byl používán v SSSR, ČSSR, Sýrii, Iráku a Bulharsku. V poslední době bylo jeho nasazení zaregistrováno při konfliktu na Ukrajině.

Druhým typem letounu „bez pilota“ používaným v ČR, respektive ČSSR, byl vlečný terč Letov KT-04. Šlo o český výrobek tehdejšího národního podniku Rudý Letov. Terč byl tažen za letounem L-39 Albatros na ocelovém laně dlouhém až 150 m na startu a až 1 500 m za letu. Byl vybaven elektronickým vyhodnocováním zásahů. Výsledky střelby (zásahy) předával terč elektronicky do pozemního vyhodnocovacího zařízení. Přistával po odpojení od vlečného letounu samostatně na padáku. Vývoj byl zahájen v roce 1969. První let se uskutečnil v roce 1971. V roce 1974 byla po vojenských zkouškách zahájena sériová výroba.

Pokusy o vývoj bezpilotních letadel probíhaly i u jiných výrobců, ale většinou nepřekročily stádium úvah či prvotních návrhů. V civilní amatérské sféře se v 70. a 80. letech 20. století začaly rozmáhat radiem řízené - RC modely letadel. Nejprve se stavěly přijímače napojené na servomechanismy (serva) i vysílače amatérsky, stále častěji se začaly objevovat výrobky renomovaných zahraničních firem zaměřených na modeláře. Příkladem může být

firma Graupner. Postupně se začaly objevovat i stavebnice, které byly již téměř dokončeny a umožnily létat s RC modely i méně zdatným modelářům.



Obrázek 2 VR-3 Rejs (autor)



Obrázek 3 Nejdůležitější typ UAV využívaný v ČR Sojka III (autor)

Tento širší historický úvod byl zařazen kvůli lepšímu pochopení dále uváděných faktů a souvislostí. RPAS je technika, které má za sebou desetiletí rozvoje, experimentů, úspěšných cest vývoje i slepých uliček. Toto období má jednoho společného jmenovatele. Tím je skutečnost, že hlavním objednavatelem, projektantem, investorem i uživatelem byly vojenské složky. Jedním z výstupů bádání v historických a technických pramenech je zjištění, že stejně jako u řady dalších lidských technických oborů stálo i zde za rozvojem v této oblasti vojenství a snaha mít lepší zbraně než nepřítel. Bohužel, ani do budoucna nelze další válečné konflikty zcela vyloučit. Většinou zřejmě nepůjde o velké válečné konflikty mezi státy, spíše půjde o tak zvané asymetrické konflikty, ale ani celosvětový konflikt v daleké budoucnosti nelze zcela vyloučit. V podmínkách globální války proti terorismu - Global War on Terrorism (dále GWT) se počítá s masivním nasazením vojenských RPAS a vzniká tak velké množství různých typů RPAS. Současné armády směřují spíše k budování schopnosti reagovat v menších asymetrických, omezených konfliktech nebo ve speciálních operacích (terorismus, drogy, únosy, pašování, pytláctví, obchod se zbraněmi, štěpnými materiály a lidskými orgány apod.), ale i to se může změnit.

Začínají se vyvíjet i nové UAV vybavené vlastní „inteligencí“. Ty nemusí mít předem pevně stanovenou trajektorii - trať letu ani nejsou řízeny zásahy obsluhy, ale autonomně reagují na okolí, polohu vůči zemi, objevení neočekávaných či očekávaných situací, objektů apod. Míra autonomie a inteligence je samozřejmě závislá na úrovni elektroniky, použitém programovém vybavení, výpočetním výkonu a celkové míře pokročilosti vlastní „inteligence“ řídicí jednotky UAV.

V praxi se setkáme s tím, že se způsoby řízení letu mezi sebou často kombinují. Bezpilotní letoun je například při startu řízen pozemní obsluhou, poté se pohybuje po předem zadané dráze letu a v případě ztráty signálu, poruše, či jiném zásahu zvenčí reaguje na nastalou situaci autonomně.

V současné době nebylo zatím dosaženo jednoznačné shody názorů o tom, zda řadit jednorázové bojové prostředky do UAV, či nikoli. Sporné je to například u nové generace jednorázových vojenských UAV - autodestrukčních letounů s trhavou hlavicí, vystřelovaných z ručního přenosného kompletu a sloužícího k ničení živé síly či techniky nepřítele. V odborné literatuře se většinou jednoúčelové létající zbraně (řízené bomby nebo rakety) nepovažují za bezpilotní letouny. Z některých pohledů, ale některé tyto zbraně do kategorie bezpilotních letounů patří, a to i přes jejich jednoúčelovost a nemožnost opakovaného použití.

Nejpřesnější je tvrzení, že ostrá hranice mezi UAV a létajícími bombami či raketovými střelami není. Rozhoduje možnost řízení. Střely pohybující se po balistické trajektorii bez aktivních prvků řízení do této kategorie rozhodně nepatří.

Z technického pohledu je RPAS soubor velkého množství velice různorodých strojů. Samozřejmě existují snahy o systemizaci a o třídění do jednotlivých skupin. RPAS jsou děleny podle různých vlastností, kritérií a parametrů (rozměrů, hmotností, výkonů).

Kategorizování jednotlivých typů je velmi důležité, neboť v odborné literatuře se podle třídění dají vyhledávat požadované informace podstatně rychleji, než pouze podle hesla RPAS, apod. V odborných publikacích (RPAS, 2012) je viditelný prudký rozvoj této oblasti techniky.

Oblast RPAS je specifická. Je to velice rychle se rozvíjející oblast letectví. Rychlost rozvoje lze vysledovat strmým nárůstem počtu článků v odborném tisku, počtu specializovaných internetových stránek a knih. Rovněž přibývá mezinárodních odborných konferencí zabývajících se touto oblastí. Důležité poznatky v oblasti bezpilotních letounů přinesly konference, jako byly například francouzská „UVS International's RPAS 2012 Conference in Paris on June 5 - 7“; konference „Mosatt - International Scientific Conference 2013, Kosice, Slovakia“, nebo „RPAS Civil Operations 2013 9 & 10 & 11 December 2013, Royal Military Academy 8 Hobbema Straat BE-1000 Brussels, Belgium“. Výhodou konferencí je, že poznatky z nich jsou aktuální, což o řadě publikací vydávaných tiskem neplatí. To proto, že publikace v této oblasti velice rychle zastarávají. Mezi velice přínosné patří zejména sborníky firmy Racurs (Racurs Software Solutions, 2011) z konferencí pořádaných touto společností.

Na armádních přehlídkách, leteckých dnech jako je Slovak International Air Fest (SIAF, 2014) a mezinárodních zbrojních veletrzích, například slovenský IDEB (Incheba, 2014) jsou představovány bezpilotní letouny. Dříve byly ojedinělým zpestřením, nyní jsou jim věnovány celé pavilony.

Na internetových stránkách specializovaných na RPAS i na stránkách Evropské komise jsou uváděny nejnovější informace o RPAS (European Commission - Enterprise and Industry, 2014). Pro další upřesňování využití UAV je třeba stanovit si jejich kategorie.

Tabulka 1 Rozdělení kategorií RPAS

	Název	Akronym	Dolet (km)	Dostup (m)	Vytrvalost (hod)	Hmotnost (kg)	Ve službě (2012)
TAKTICKÉ							
Nano	Nano	η	< 1	100	< 1	< 0,025	ANO
Micro	Mikro	μ	< 10	250	1	< 5	ANO
Mini	Mini	Mini	< 10	150 ^b - 300 ^a	< 2	< 30 (150 ^b)	ANO
Close Range	Blízký dolet	CR	10 - 30	3.000	2 - 4	150	ANO
Short Range	Krátký dolet	SR	30 - 70	3.000	3 - 6	200	ANO
Medium Range	Střední dolet	MR	70 - 200	5.000	6 - 10	1.250	ANO
Medium Range Endurance	Střední dolet, vytrvalost	MRE	> 500	8.000	10 - 18	1.250	ANO
Low altitude Deep Penetration	Nízká hladina, hluboký průnik	LADP	> 250	50 - 9.000	0,5 - 1	350	ANO
Low Altitude Long Endurance	Nízká hladina, dlouhý dolet	LALE	> 500	3.000	> 24	< 30	ANO
Medium Altitude Long Endurance	Střední hladina, dlouhý dolet	MALE	> 500	14.000	24 - 48	1.500	ANO
STRATEGICKÉ							
High Altitude Long Endurance	Velká výška, dlouhá vytrvalost	HALE	> 2.000	20.000	24 - 48	(4.500 ^c) 12.000	ANO
SPECIÁLNÍ ÚČELY							
Unmanned Combat Aerial Vehicle	Bezpilotní bojový vzdušný prostředek	UCAV	přibližně 1.500	10.000	přibližně 2	10.000	ANO
Offensive	Útočný	OFF	300	4.000	3 - 4	250	ANO
Decoy	?	DEC	0 - 500	5.000	< 4	250	NE
Stratospheric	Stratosféra	STRATO	> 2.000	>20.000 <30.000	> 48	BD	NE
Exo-Stratospheric	Exo-stratosféra	EXO	BD	>30.000	BD	BD	NE
Space	Vesmír	SPACE	BD	BD	BD	BD	NE

Poznámka: BD - bude definováno, a - podle národní legislativy, b - v Japonsku, c - Predator B
Zdroj: AUVSI, 2012



Obrázek 4 UAV Hermes na SIAF 2013 (autor)



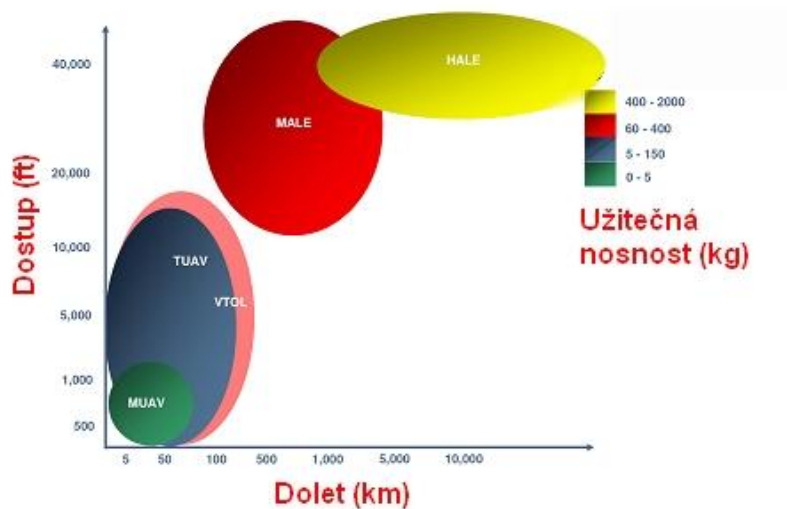
Obrázek 5 UAV Avigle (autor)



Obrázek 6 UAV Aladin (autor)

Konstrukční řešení RPAS vychází ze současné technické úrovně letecké výroby a technologie. Z pohledu používaných materiálů lze konstatovat, že zde nacházejí uplatnění hliníkové, duralové a další kovové materiály, zejména lehké slitiny a vysokopevnostní oceli. Také se hojně využívají uhlíkové kompozity. Tvarově a koncepčně jde o velké množství různých konstrukcí daných tím, že se jedná jak o stroje s vertikálním vzletem a přistáním Vertical Take-Off and Landing (dále VTOL), tak letouny s pevnými křídly Fixed Wings, s mávajícími křídly Flapping Wings, a o vzducholodě. Zabývat se detailně konstrukční stránkou RPAS je nad rámec rozsahu této disertační práce.

Detailní popis charakteristik RPAS není cílem této práce. Lze ale konstatovat, že pro podmínky v České republice se této oblasti dostatečně věnuje ÚCL. V některých oblastech lze se autory této normy polemizovat o vhodnosti některých třídění a popisů, nicméně z důvodu, že jde o závazný legislativní akt na území ČR je nutné jej respektovat a převzít tak, jak je napsán. Je vydán pouze na přechodné období do doby, než bude centrálně vydána jednotná evropská legislativa upravující oblast RPAS.



Obrázek 7 Rozdělení kategorií RPAS (EU, 2007)

Detailní rozbor elektronických prvků a systémů v oblasti RPAS je mimo hlavní zaměření disertační práce. Přesto je potřeba alespoň zmínit skutečnost, že bez rozvoje elektroniky by dnes nebyl možný tak rychlý rozvoj RPAS. Zejména miniaturizace prvků, vývoj lehkých akumulátorů a baterií s velkou kapacitou, vývoj servomechanismů, miniaturizace řídicí elektroniky a další technická vylepšení se podílejí na rozvoji RPAS. Elektronické systémy přenosu řídicího signálu a přenosu dat ze senzorů mezi letounem a pozemním stanovištěm se neustále zdokonalují. Zvyšují se kapacitní možnosti elektronických pamětí, zvyšuje se rychlost zpracování operací - výpočetní rychlost procesorů a celkově množství přenesené informace za jednotku času. Jsou zde ale i některé problémy a omezení, například nedostatek volných frekvencí, omezená odolnost proti rušení, ochrana proti zneužití apod.

Za jeden z nejvýznamnějších počínů využitých pro oblast RPAS je zajisté zavedení globálních družicových navigačních systémů - Global Navigation Satellite Systems (dále GNSS), tedy systémů umožňujících přesnou navigaci. Jedná se o americký NAVSTAR Global Positioning System (dále GPS), ruský Glonass, čínský Beidou/Compass, japonský Quasi-Zenith, indický IRNSS, nebo evropský GALILEO s vazbou na ČR. Tyto systémy umožňují přesné určení polohy, výšky, rychlosti, směru a tedy popis úplné trajektorie letu. Nahradily tak předtím používané systémy postavené na gyroskopech a systémy využívající

k určování polohy trigonometrickou metodu vyhodnocování příjmu několika různých vysílaných signálů.

Pokročilá elektronika je jednou z nejvíce utajovaných součástí RPAS. Proto není dost věrohodných informací například o okolnostech, za jakých došlo ke zřícení jednoho z nejmodernějších průzkumných UAV Sentinel na Středním východě, ani není dost veřejně dostupných informací o haváriích vojenských UAV. Tyto havárie jsou detailně vyhodnocovány (Weibel, 2005), ale nejsou poskytovány pro civilní účely. Toto vyhodnocování je těžké získat, ale je zajímavé zejména z hlediska vlivu lidského faktoru na havárie RPAS.

RPAS mohou být poháněny v zásadě čtyřmi různými systémy:

- elektromotory,
- spalovacími pístovými motory (včetně Wankelova motoru),
- spalovacími proudovými motory (včetně turbovrtulových),
- raketovými motory (platí pro nejvyšší kategorie).

Platí pravidlo, že malé UAV jsou poháněny nejčastěji elektricky, větší UAV pístovými motory a velké UAV létající ve stratosféře proudovými motory. Palivem u spalovacích motorů UAV bývá letecký petrolej nebo letecký, případně automobilový benzín. U některých UAV (například švédský Skeldar) používaných pro námořní síly se experimentuje s pohonem těžkými topnými oleji. Je to z toho důvodu, aby na palubě lodě nemusely být speciální nádrže na jiný druh paliva. Palivo pro UAV se potom může snadno čerpat z hlavních nádrží pohonných hmot plavidla.

Elektrická a elektronická zařízení musí splňovat celou řadu požadavků a technických norem. U elektrických pohonů je stále velkým problémem hmotnost baterií. Předpokládá se, že s rozvojem vodíkových článků se vyřeší i tento problém. Základními parametry baterií jsou zejména: kapacita, napětí, proudové charakteristiky, hmotnost, životnost daná počtem cyklů a cena. Další důležitá hlediska jsou recyklovatelnost, odolnost proti vlivu okolní teploty, velikost (objem).

Neopominutelnou část bezpilotního letounu tvoří senzory. Bez sensorů je bezpilotní letoun prakticky nevyužitelný (kromě několika specifických činností jako je například výcvik obsluh, pilotů, letovodů a operátorů). Škála možných sensorů, které mohou bezpilotní letouny nést je velice široká. Široké jsou tedy i možnosti využití bezpilotního letounu, respektive celého systému RPAS. Sensory mohou být umístěny na letounu samostatně, nebo mnohou být společně namontovány v gyroskopicky stabilizované otočné hlavici. Toto společné umístění

je jedním z nejčastějších způsobů umístění senzorů na UAV. Sensory dělíme podle mnoha různých parametrů a kritérií. Jsou to zařízení velice různorodého zaměření a využívají různá technická řešení.

Pro praktickou použitelnost senzorové techniky je nutné stanovit podmiňující kritéria:

- existence senzorů a související techniky (otázka, zda tato technika již byla vyvinuta a je připravena k použití, nebo zda je nutné provádět v této oblasti výzkum),
- kompatibilita vlastního bezpilotního letounu a senzorů mezi sebou a s jinými zařízeními (hmotnost, napájení, přenosové kanály),
- dostupnost technologie (míra utajení, návaznost na odpovídající úroveň dalších informačních technologií, dostupnost servisu, upgrade apod.),
- nároky na vycvičenost obsluh (praktické dovednosti a kompetence) a znalosti obsluh (porozumění datům, nastavení, dílčí opravy a údržba),
- požadavky uživatele (zejména znalost možných druhů senzorů a jejich technických možností a parametrů),
- ekonomické podmínky (ekonomická dostupnost a přijatelná finanční hladina).

Rozlišujeme senzory spolupracující nebo přímo spřažené s jinými systémy:

- s laserovými dálkoměry či značkovači cíle,
- s počítači obrazové zpětné vazby - schopnými sledovat určený předmět.

Podle umístění senzorů na letounu je dělíme na konstrukce:

- umístěné v pevném pouzdru (ve stabilizované otočné hlavici, např. systém FLIR),
- umístěné v zasouvacím pouzdru - zasouvací otočné hlavici,
- zasouvací zařízení vystupující z obrysu na trupu letounu nebo křídla,
- zařízení umístěné na povrchu letounu či křídla,
- zařízení umístěné uvnitř letounu,
- zavěšené na lanovém nebo obdobjném závěsu,
- externí - dopravený nad cíl pomocí UAV a poté pracující autonomně (může jít i o celé další UAV).

Podle druhu zjišťovaných dat dělíme senzory na:

- optické senzory, noktovizory, infrakamery (denní a noční),
- elektromagnetické senzory (aktivní či pasivní radary, radary se syntetickou aperturou schopné pozorovat objekty i na pozadí země),
- rádiové systémy (odposlechy radioprovozu apod.),

- magnetické detektory (detektor magnetických anomálií),
- radioaktivní senzory (čidla zjišťující radioaktivní záření, případně zamoření),
- chemické senzory (čidla chemických látek, případně zamoření),
- akustické (zvukové) senzory.

Podle pracovní oblasti elektromagnetického spektra dělíme senzory určené pro:

- denní světlo (např. televizní systémy - All Light Level Television),
- infračervené spektrum (systémy nočního vidění),
- jiné vlnové délky (milivlny - schopné znázornit třeba zbraně skrytě nošené pod oděvem apod.).

Podle způsobu stabilizace dělíme zařízení (hlavice):

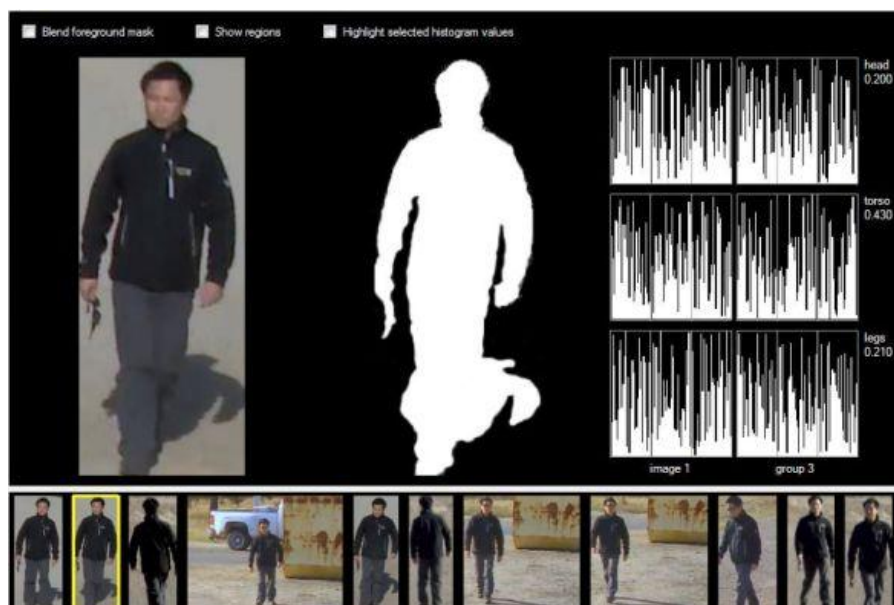
- bez stabilizace (pevně spojené s letounem),
- s elektronickou stabilizací (elektronická stabilizace obrazu),
- s mechanickou stabilizací (mechanická - gyroskopická stabilizace).

Některé další perspektivní druhy senzorů:

- LWIR - Long Wave Infra Red, termovize (systémy lze použít i ve dne),
- SWIR - Short Wave Infra Red, jeden z nejperspektivnějších systémů (umožňuje například přechíst registrační značky vozidel i proti silnému světlu),
- UWB - Ultra Wide Band - milivize (zobrazující pohybující se objekty za překážkou, využívá detekovatelný širokospektrální signál prostupující například přes zeď, zobrazí tedy i dýchající hrudník osoby, tlukot srdce apod.),
- hyperspektrální systémy - využívá se principu, kdy v každém pixelu zobrazení je informace navíc, skládá se současně víc informací z více oblastí elektromagnetického spektra.

Existují i další systémy postavené na různých jiných frekvencích elektromagnetického vlnění, detekci akustických vln a kmitání, jejich používání je však dosud na počátku.

Systémy uvedené ve výčtu mohou být dále doplněny počítačovými systémy zpracování informací. Ty mohou tato zařízení v reálném čase řídit (například vychylovat paprsky u radarů požadovaným směrem), dále mohou zpracovávat libovolné získané signály a převádět je do pro člověka srozumitelných informací. Do této skupiny patří například senzory ze skupiny obrazové analýzy Imagery Intelligence (dále INMINT). Perspektivní jsou systémy provádějící identifikaci věcí a osob z více zdrojů a podle více charakteristik: způsobu pohybu, chůze, držení těla, gest, mimiky apod. Z obrazu vyhodnotí tvary hlavy, těla, nohou, rukou, charakter pohybů apod. Popíší je matematicky a porovnají se vzorkem, viz obrázek 8.

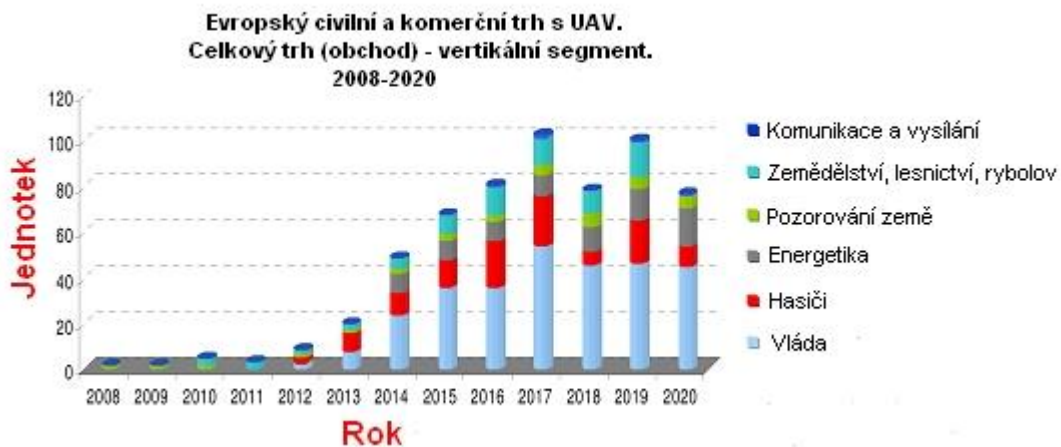


Obrázek 8 Způsob identifikace osoby na základě pohybu (Grohmann, 2011)

Senzory nesené na UAV mohou být v principu shodné se senzory nesenými například policejními vrtulníky. Výhoda UAV spočívá obvykle v nižší finanční náročnosti UAV oproti vrtulníkům, přičemž výstupy mohou mít srovnatelné. Obvyklá cena nájmu letové hodiny lehkého a středního vrtulníku se v ČR v současné době pohybuje většinou mezi 1 000 - 2 000 €. RPAS nižších kategorií může mít náklady na letovou hodinu až o řád nižší.

V civilních aplikacích jsou pro letecké práce, leteckou záchrannou službu, letecký průzkum a letecké sledování mnohem častěji využívány pilotované letouny než letouny nepilotované. Většinou se jedná o vrtulníky lehké a střední kategorie. V oblasti pilotovaných strojů totiž existuje dostatek zkušeností a je zde i dostatečná legislativní a metodická podpora. Využití bezpilotních letounů RPAS v civilní oblasti je oproti tomu stále na počátku. Přitom se právě v civilní sféře nabízí řada možností, kde lze využít jak pilotované, tak nově i nepilotované stroje.

Bezpilotní letouny si postupně nacházejí svoji cestu k různým uživatelům. Současně roste počet druhů a výrobní linky produkují stále větší počty letounů. Armády již nejsou výhradními uživateli. Lze říci, že některé vojenské úspěšné typy UAV se uplatňují i v civilní sféře. Příkladem takového typu je například Scan Eagle od americké firmy Insitu (Insitu, 2013). Nejčastější armádní aplikace jsou popisované například v amerických oficiálních dokumentech, které vydal UAS Department of Defence (2011), dále jsou uvedené v materiálu Armada International (Compendium by Armada International, 2011) a na specializovaných webových stránkách (UAV/UAS/RPAS, 2012).



Obrázek 9 Komerční trh RPAS v Evropě 2008-2020 (EU, 2007)

RPAS se mohou prosadit zejména tím, že mají obvykle nižší pořizovací náklady a nižší provozní náklady než jejich pilotované protějšky. Ekonomické hledisko porovnávající pilotovanou a bezpilotní techniku však není zcela jednoznačné. Záleží na konkrétních požadavcích, na technických parametrech a na technických řešeních. U aplikací, kde není zcela nutné mít skutečně špičkovou malosériovou techniku, je ekonomická náročnost obvykle nižší než u pilotovaných strojů. U UAV s elektrickým pohonem je dále zřejmá výhoda i v nízké hlučnosti. To je důležité především při použití v městských aglomeracích, případně při utajených policejních akcích. RPAS jsou součástí celé velké skupiny technických zařízení, kam patří bezposádkové čluny a ponorky, pozemní či podzemní roboti, mikroautonomní systémy vyvinuté na principech pohybu hmyzu (zejména s vojenským potenciálem), zařízení pro vyhledávání zasypaných osob v lavínách, při sesuvech půdy, v rozbořených stavbách a při závalech v dolech. Částečně sem patří i kosmické sondy a mobilní robotická vozítka pro průzkum planet. Řadu prvků mohou mít tato na první pohled velice rozdílná zařízení společných. Jde o nastupující technologii s velkým potenciálem.

Za uvedení stojí například bezobslužné bezposádkové pozemní systémy (vozidla) Unmanned Ground Vehicle (dále UGV), jako je například typ Cobra MK2 UGV (Army Technology, 2014) a další. Ty si hledají stále úspěšněji cestu zejména k pozemním průzkumným jednotkám, případně k jednotkám operujícím v rámci tzv. asymetrických konfliktů (Irák, Afganistan apod.).

Protože RPAS jsou stroje řady kategorií, je nutno je třídit podle snadno uchopitelného kritéria. Za nejdůležitější dělení RPAS pro potřeby testování v praktických případech

řešených v disertační práci lze považovat kategorizaci do tříd podle hmotností. Toto základní třídění bezpilotních letadel je podle vzletové hmotnosti letounu. Třídy jsou do 7 kg, do 20 kg, do 150 kg a nad 150 kg. Toto dělení zohledňuje v potřebné míře jak technickou stránku, tak legislativní pravidla.

RPAS připravený na misi (vojenskou i civilní) zahrnuje:

- vlastní bezpilotní letoun Unmanned Aircraft (UA) zahrnující základní konstrukci (drak, pohonnou jednotku, křídla apod.),
- technické pozemní zařízení označované jako Ground Control Station (dále GCS), většinou je tvoří mobilní stanoviště - dodávkový či nákladní automobil (někdy kombinovaný například se startovací rampou), může se jednat i o stacionární zařízení (hangár se startovací a přistávací dráhou),
- systém datového spojení - Specialized Data Link (dále SDL) je zařízení pro přenos signálu, pro přenos dat ze senzorů apod.,
- systém řízení a dálkového ovládání - Control Link (dále CL), který tvoří navigace, ovládání letounu, zařízení pro pilotáž,
- další technické prostředky - například servisní a opravárenské zajištění, zajištění pohonných hmot či elektrické energie (zásoby leteckého benzínu nebo elektrické baterie).

Obvyklé dělení RPAS v odborné literatuře bývá podle velikosti, hmotnosti, rychlosti, pohonu, doletu, výdrže, dostupů, účelu apod. Některá dělení jsou uvedena v materiálu *Classes de Drones (Imagery-Intelligence, 2011)*. Ta uvádí mimo jiné i další perspektivní kategorii UAV - bezpilotní bojový letoun - Unmanned Combat Aerial Vehicle (dáleUCAV).

UAV podle konstrukce dělíme na letouny:

a) bezpilotní letouny těžší než vzduch

- letouny s pevnými křídly (motorové, bezmotorové),
- letouny s rotujícími nosnými plochami (vrtulníky, vírníky, n-coptery),
- letouny s mávajícím křídly,
- padákové systémy, paraglidery, říditelné padáky,
- upoutané vrtulníkové sondy (upoutané letouny s rotujícími nosnými plochami),

b) bezpilotní letouny lehčí než vzduch

- volně říditelné (s pohonem) - vzducholodě,
- neříditelné (bez pohonu) - balóny,
- upoutané - heliostaty.

1.1 Analýza současného stavu v ČR

V ČR jsou díky průmyslovému zázemí dobré podmínky pro rozvoj RPAS.

1.1.1 Analýza současného stavu nasazení a přístupů k výběru RPAS v ČR

Potenciál českého výzkumu a českého leteckého průmyslu byl značný. Je na co navazovat. V oblasti pilotovaných strojů je zde již dlouhá tradice. Český, respektive československý letecký průmysl vyráběl kromě letounů i několik typů vrtulníků a také bezpilotní letoun Sojka. Přípravoval se ale třeba i pokročilý projekt dálkově řízeného vzdušného terče KT-04. Na základě „rozdělení úkolů“ v rámci tehdejšího socialistického bloku došlo ke ztrátě kontinuity vývoje. Tehdejší socialistický tábor neměl přístup k nejmodernějším technologiím, zejména v oblasti elektroniky a výpočetní techniky. Byly požadovány spíše jednodušší, snadněji opravitelné technické výrobky. Rozvoj vědy a výzkumu primárně sledoval vojenské cíle a byl připravován na další celosvětový konflikt. K němu naštěstí nedošlo. Technologický vývoj v socialistickém táboru byl ale velmi zpomalen. V tehdejší Československu zůstalo několik málo výrobců disponujících kvalifikovanými pracovníky a potřebnou technologií. Ti se dnes, kromě oživení výroby dopravního letounu L-410, věnují převážně výrobě ultralehkých letounů. Rozvíjí se také výroba dílčích komponentů pro zahraniční výrobce (Boeing, Sikorski apod.). Slibně se rozvíjí také česko-ruská spolupráce na projektu společnosti Rumas Group (2012). Otázkou je, jak do česko-ruské spolupráce v oblasti letecké techniky zasáhne situace kolem ukrajinského konfliktu.

Výroba pokročilé techniky RPAS v ČR zřejmě nebude snadná. Mohla by ale umožnit návrat ČR mezi státy schopné vyrobit špičkovou leteckou techniku. To by bylo výhodné nejen z hlediska obchodu, ale i transferu technologií a zvýšení konkurenceschopnosti.

Pro záchranné práce se v ČR z letecké techniky využívají zejména pilotované vrtulníky, především u policejních a záchranných složek. V poslední době se objevily dva projekty výroby nových lehkých vrtulníků. Jako perspektivní se v počáteční fázi jeví české projekty pilotovaného vrtulníku Bongo (Unis, 2011) a menšího bezpilotního vrtulníku Heros (Tůma, 2011). Podle dostupných zpráv byly oba projekty ukončeny.

Pro lepší přiblížení potenciálních ekonomických přínosů a efektivity RPAS je nutno využít metodické nástroje z oblasti ekonomie. Jednou z účelných metod je porovnat bezpilotní prostředky s již zavedenou leteckou technikou, například s vrtulníkovou technikou.

Oblast dosavadní pilotované (vrtulníkové) letecké techniky v ČR zahrnuje 4 základní specializované služby provozované státními institucemi, viz dále:

- Letectvo Armády České republiky - provozuje Ministerstvo obrany (dále MO),
- Letecká služba Policie ČR (dále LS PČR) - provozuje ji Ministerstvo vnitra (dále MV),
- Letecká záchranná služba (dále LZS) - provozuje ji Ministerstvo zdravotnictví (dále MZ),
- Záchranná služba Search and Rescue (dále SAR) - operuje bez vlastních strojů.

SAR nedisponuje vlastní vrtulníkovou technikou a využívá armádní a policejní stroje. Jedná se o službu pátrání a záchrany na území České republiky. Za tuto službu odpovídá Ministerstvo dopravy. Aktivaci strojů zařazených do hotovosti SAR provádí Záchrané koordinační středisko Praha - Rescue Coordination Centre (dále RCC). Má přidělen volací znak „RESCUE“. Jejich stroje mají povinnost startovat do 10 minut od vyhlášení poplachu a operují na celém území ČR. Na základě dohody jsou do SAR stavěny stroje Eurocopter EC-135 a Bell-412 z Letecké služby Policie ČR a stroje vzdušných sil AČR W-3A Sokol a Mi-24/35. I když hlavním posláním SAR jsou zásahy při záchranných akcích v případech leteckých nehod, jejich činnost je širší (Lang, 2012). Činnost SAR by bylo možné částečně nahradit a doplnit právě nasazením RPAS. V ČR byla dlouhou dobu jediným oficiálním uživatelem techniky v oblasti bezpilotních letounů AČR. Ta má svou vlastní legislativu, metodiku a pravidla. Komunikace mezi institucemi s cílem sjednotit provoz armádní a civilní techniky teprve začíná.

AČR je jediným státním uživatelem s praktickými zkušenostmi, které získala zejména s letounem Sojka III. Letoun uskutečnil 465 letů a dosáhl 566 letových hodin. Provoz byl již ukončen, ale zkušenosti z provozu lze nalézt v některých materiálech hodnotících využití UAV u AČR (102. Průzkumný prapor generála Karla Palečka Prostějov „SPEM RETINE“, 2010). Druhým letounem používaným v armádě je bezpilotní letoun Raven (Infrared, 2008) využívaný převážně v zahraničních misích AČR, třetím strojem je letoun Skylark. Čtvrtým typem je malý vrtulník SR-20. Nyní (rok 2014) se uvažuje o nasazení asi 10 kusů typu Scan Eagle, které by měly být dodány ČR pro použití v misích v rámci americké vojenské pomoci. Proto lze doporučit, aby bezpečnostní sbory a IZS mohly na počátku období nasazení bezpilotních prostředků úzce kooperovat s Armádou České republiky, neboť právě ta má

s využitím bezpilotních prostředků již velké zkušenosti. Úzká spolupráce by mohla být efektivní zejména při školení obsluhy a tvorbě metodiky.



Obrázek 10 Raven (autor)

Státní instituce a IZS již nyní mají nabídku několika malých vrtulových quadcopterů výrobce Microdrone, zejména typy Md4-200 a Md4-1000. Tyto stroje nabízí v ČR firma Techniserv, s. r. o., (Techniserv, 2012) a obdobný typ s 2x3 rotory, který pod názvem Mad Y04 nabízí slovenská firma Thebengroup, s. r. o., (Thebengroup, 2012).



Obrázek 11 Md4-1000 v policejním provedení (autor)



Obrázek 12 RPAS Qube nabízený policejním a vojenským složkám (autor)



Obrázek 13 Prototyp UAV z VTUL a PVO Praha (autor)



Obrázek 14 RPAS Mad Y04 včetně přepravního obalu a ovládání (autor)

Vysoké školy a vědecká pracoviště připravují výzkum v této oblasti. Lze konstatovat, že na technice využitelné pro RPAS pracuje celá řada skupin. Vysoké učení technické v Brně například vyvíjelo volitelně pilotovaný letoun Marabu. Měl rozpětí 9,9 m, délku 8,1 m a výšku 2,4 m. Letoun dosahoval maximální rychlosti 260 km/hod. Výdrž byla 7 hodin, vzletová hmotnost 600 kg. Byl vybaven motorem Rotax 912A2 s maximálním výkonem 58 kW a proudovým motorem české výroby z První brněnské strojírně Velká Bíteš, a. s. Byl zalétán v Letu Kunovice a cílem bylo vyvinout letoun, který by mohl být potenciálně provozován jako pilotovaný i bezpilotní. Z důvodů obtíží při certifikaci a s některými letovými režimy byl projekt ukončen. Technická základna na bázi Marabu se nyní využívá v oblasti výzkumu elektrických pohonů letadel.

Výzkumný a zkušební ústav letecký, a. s., v Praze Letňanech (dále VZUL) a společnost LOM PRAHA, s. p., odštěpný závod VTUL a PVO, vyvíjejí i další techniku, například UAV Manta - Mamok (VTUL, 2012). Letoun má hmotnost 62 kg. VZUL experimentuje také s výrobou startovacích ramp na pohon stlačeným plynem nebo pomocí gumového svazku.

Švédská firma SAAB zabývající se mimo jiné i RPAS (SAAB, 2010), představila například na Dnech NATO 2011 perspektivní bezpilotní lehký vrtulník Skeldar, který detailně popisuje Mikas (2011, s. 12-13) a nabídla jej českým armádním uživatelům. Tento letoun je ve švédských ozbrojených silách nyní testován (zejména pro potřeby námořnictva).



Obrázek 15 UAV Saab Skeldar (autor)

Některé další významné světové firmy mají v ČR pobočky či zastoupení, např. Honeywell. Vědecká pracoviště českých vysokých škol vyvíjejí i další podpůrné prostředky pro využití v oblasti RPAS, jako jsou sensorové hlavice a počítače obrazové zpětné vazby. Významné u RPAS jsou systémy vyhýbání za letu - antikolizní systémy (Batelka, 2011). Jde o období antikolizních systémů - Traffic Collision Avoidance Systems (dále TCAS) a Traffic Alert and Collision Avoidance Systems (dále TACAS) nebo systémy Fail-Safe ve velkých letounech. U UAV se stejně jako u nových vrtulníků zavádí tlačítko Panic-Button pro pokus o záchranu, pokud pilot již nedokáže letoun uřídit. Dalšími elektronickými zařízeními sloužícími ke zvyšování bezpečnosti za letu slouží také odpovídače a další perspektivní systémy automatického přehledového vysílání Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (dále ADS-B). Ve vývoji jsou také přehledové radary, laserové, elektrooptické, infračervené a akustické senzory.

Vyvíjí se také sensorový systém Gimbal, což je připravovaná stabilizovaná optoelektronická hlavice. Na Českém vysokém učení technickém v Praze (dále ČVUT) probíhá vývoj technických prostředků a programového vybavení s cílem zajistit, aby se bezpilotní nebo autonomní systémy (pozemní, vodní, podvodní) dokázaly pohybovat v prostoru bez GPS signálu. Jednou z možností je využití sensorických informací z laserových dálkoměrů (laserového skenování). Kombinace laserového skenování a 3-D fotogrammetrie nabízí velké možnosti pro dokumentaci a rekonstrukci dopravních nehod tzv.- Traffic Accident Reconstruction (dále TAR), pro dokumentaci místa činu a dokumentaci

požářiště. Druhou možností je využít předem natočený optický videozáznam pro řízení pohybu RPAS v trojrozměrném prostoru podle takto získaných dat.

Hlavní a nejdůležitější projekt v ČR v současné době je projekt UAV Sokol, nazvaný státní bezpilotní prostředek (dále SBP). Bude součástí automatizovaného vzdušného informačního systému (dále AUVIS). Vzlétá pomocí startovací rampy s využitím gumového svazku. Má vzletovou hmotnost 21 kg, rozpětí křídel 3,3 metru, nosnou plochu 1,25 m², rychlost od 55 do 130 km/hod, vytrvalost letu 4,5 hod při rychlosti 90 km/hod, maximální stoupavost 7 m/s a dostup 2 000 m. Přistává svisle pomocí padáku. V současné době byl ukončen vývoj, byl dokončen prototyp a zahajují se testovací lety. AUVIS je vyvíjen právě pro aplikace v AČR, IZS a pro PČR (VZLÚ, 2013). Bude také využitelný v oblasti sledování dopravy.



Obrázek 16 Sokol - AUVIS (archiv autora/VTUL a PVO)

Pro vojenské účely v ČR vyvíjí firma E.S.C. Prague (E.S.C., 2012) létající terče. V ČR pracovalo a pracuje také několik úřadů a platforem, které chtějí pomoci vytvořit podmínky pro praktické nasazení RPAS v ČR. Patří sem ÚCL, parlamentní komise pro letectví, sdružení výrobců UAV, pracovní skupina Policejního prezidia ČR k projektu AUVIS a pracovní skupina pro výběr RPAS pro PČR. Vzniká také projekt integrovaného systému státní sítě bezpilotních letounů a jejich řídicích středisek (dále ISUAS) a projekt Ultra zabývající se implementací RPAS do praxe. Tato problematika se velice dynamicky vyvíjí

a objevuje se zde zájem jak státních orgánů a organizací, tak soukromých subjektů. Zdrojem odborných informací jsou rovněž konference organizované státními institucemi a školami (Sadecký, 2012a). Řada článků se rovněž objevuje v odborném leteckém, vojenském a policejním tisku (Sadecký, 2012b, s. 22-23).

1.1.2 Závěry z analýzy v ČR

Jaké závěry plynou z analýzy současných vědeckých přístupů k zavádění RPAS v ČR? Systémově se nasazením RPAS v ČR zabývá více subjektů, zatím bez použitelného výstupu. V oblasti legislativy a norem je aktivní Úřad pro civilní letectví, který ale pouze definuje povinnosti uživatelů a neřeší systémově oblast nasazení.

V ČR má relativně největší praktické zkušenosti s nasazením RPAS Armáda České republiky. Soukromý sektor se začíná o tuto oblast stále více zajímat. Aktivní jsou také vysoké školy a výrobci. Zabývají se vývojem aplikací, technických detailů případně programovým vybavením pro RPAS. Některé firmy již nyní poskytují letecké služby, při nichž využívají RPAS. Pokud z různých příčin „obcházejí“ platnou legislativu vydanou ÚCL, mohou se dostat na hranu zákona, či dokonce zákon porušovat.

I v ČR vzniká stejně jako jinde ve světě teprve v posledních letech respektovaný jednotný pohled na nasazení RPAS (Fojtík, 2010, s. 4-7). Jejich provoz se musí stát nedílnou součástí leteckého provozu v nesegregovaných prostorech. I přes relativně čilou činnost v této oblasti je nutné zdůraznit, že stále není dořešena celá řada základních problémů. Velký pokrok nastal v letech 2012-2014 a díky tomuto pokroku již jsou stanovena základní pravidla a normy, například pro školení obsluh.

Po projektu AUVIS byl vyhlášen na Ministerstvu vnitřní projekt - veřejná zakázka s názvem „Zpracování legislativních podkladů pro provoz státních bezpilotních prostředků“.

Rovněž svoji činnost zahájila Technologická platforma - Energetická bezpečnost ČR, jejíž strategická výzkumná agenda se věnuje kybernetické bezpečnosti a bezpečnosti s využitím nových technologií (Technologická platforma - Energetická bezpečnost ČR, 2012).

Pro soukromý sektor v ČR i vysoké školy je oblast RPAS perspektivní ze dvou důvodů. Jednak v oblasti teorie letecké techniky a konstrukce stále patříme ke špičce ve světě a jsou zde stále ještě průmyslové podniky zabývající se leteckou technikou, jednak jde techniku s nízkými požadavky na suroviny a materiál.

V oblasti státní správy je nutné definovat podmínky spolupráce, protože zejména z ekonomických důvodů nebude prostor, aby různé složky státní správy vlastnily různé nekompatibilní systémy. Zejména bude nutné zajistit, aby na jednom území byl RPAS

využitelný více složkami státní správy, IZS apod. Dochází proto k počátkům spolupráce mezi jednotlivými složkami, organizují se konference, konají se předváděcí akce a realizují se experimenty. To vše je zárukou, že si tato technika svoji cestu k budoucím uživatelům najde. Probíhá i postupné vydávání českých předpisů pro UAV. To je v souladu s doporučením EU řešit tuto problematiku vydáním dočasných národních standardů (až do vydání jednotné celoevropské legislativy).

V ČR zatím neexistuje dostupná jednotná a komplexní metodika pro výběr vhodného RPAS. Nejsou známy ani případy, kdy by se firmy nebo státní orgány systematicky zabývaly otázkou výběru vhodného letounu pro konkrétní účely (kromě AUVIS) ani výběrem situací, v nichž hodlají RPAS případně využívat. Zkušenosti s financováním, vývojem, výrobou a případným využitím systému AUVIS budou velice zajímavé a již nyní je zřejmé, že je snazší letoun vyvinout a vyrobit, než pro něj nalézt uplatnění. Pokud se tento stroj nedostane alespoň do malosériové výroby, bude to ztracená příležitost pro náš letecký průmysl, pro letecké výrobce, ztráta i pro další vývojové programy. Další podrobnosti jsou uvedeny v případové studii.

Důležitou skutečností je, že české vysoké školy (zejména ČVUT v Praze, VUT v Brně a Univerzita obrany v Brně) se zabývají i bezposádkovými pozemními vozidly (ATM, 2013a, s. 26-27). Pracuje se například na projektu bezposádkových vozidel typ UGV TAROS 6x6 Furbo a typ UGV Orpheus. Tato oblast je velice zajímavá pro budoucí sériovou výrobu a s RPAS sdílí řadu společných či podobných systémů. TAROS (Armádní noviny, 2012) je velice novátorský pozoruhodný až průkopnický stroj, který je srovnatelný s americkým Squad Mission Support System (dále SMSS) od korporace Lockheed Martin. SMSS slouží zejména pro zásobovací účely, kdežto pro českým TAROS se plánuje širší vojenské využití.

Hodnotíme-li situaci v ČR, lze ji shrnout, že již nyní se v ČR dílčí komponenty pro RPAS vyvíjejí, RPAS se začínají používat a jejich význam roste. Je ale třeba nad technickou základnou vybudovat i metodickou nadstavbu, aby se RPAS mohly začít rozšiřovat. Vytvoření metodiky pro výběr a nasazení RPAS s využitím vědeckých postupů a metod může usnadnit případné nasazení této techniky v ČR.

1.2 Analýza současného stavu v zahraničí

Analýza zahraničí byla rozdělena pro lepší přehlednost na jednotlivé země.

1.2.1 Analýza současného přístupu k RPAS v zahraničí

Lídry ve světě v oblasti RPAS jsou zejména USA, Francie, Velká Británie, Německo a Izrael, začínají se prosazovat asijské státy Korea, Čína a Indie.

Evropská unie jako celek zatím nemá jednotný přístup k nasazení RPAS. Národní legislativy pro civilní využití v jednotlivých státech EU teprve vznikají. Vznikají mezirezortní a mezioborové pracovní skupiny a týmy, které se zabývají problematikou RPAS. Na bázi EU a Evropské komise vznikají koncepční materiály, které prozatím ponechávají odpovědnost na národních státech.

Ve světě stále platí, že vojenské projekty jsou ambicióznější, dražší a výrazně větší než civilní aplikace. Britská společnost BAE Systems vyvíjí pokročilý RPAS TARANIS. Francouzská společnost Dassault Aviation pak obdobný RPAS Neuron. Nové typy RPAS vyvíjí také švédský SAAB.

Prostřednictvím Europolu byly v rámci předvýzkumu (Europol, 2012) k disertační práci dotázány jeho členské státy na současné a na plánované nasazení RPAS.

Spojené království Velké Británie a Severního Irska odpovědělo písemně cestou Europolu (Europol, 2012), že agentura pro závažný a organizovaný zločin SOCA má zájem o používání RPAS technologií. 3 policejní útvary již zařízení zakoupily a testují je. Dalších asi 6-7 útvarů o zařízení uvažuje. První informace již pronikly i do sdělovacích prostředků a jsou dohledatelné ve veřejných zdrojích. Výsledky jsou veskrze pozitivní. Tyto technologie vedly již k prvnímu zadržení pachatele, ale v britském tisku se odehrává diskuze o oprávněnosti použití této technologie u policejních složek „proti vlastním občanům“. Velká Británie je známa velkým rozšířením městských policejních kamerových systémů, které jsou veřejností akceptovány. UAV jsou ale stále chápány spíše jako vojenská technologie a veřejností jsou odmítán. Proto se tato oblast politizuje a část veřejnosti se bouří. Pod vlivem mezinárodního terorismu ale zřejmě dojde k větší společenské toleranci vůči těmto systémům. Dále se zde zkoušel letoun třídy Medium Altitude Long Endurance (dále MALE) pro monitorování lodní dopravy a pro pozorování pobřeží. Zkušenosti se vyhodnocují. Britská zpráva v rámci odpovědi na mimomandátní dotaz (Europol, 2012) upozorňuje na některá omezení vyplývající ze zkušebního nasazení - potíže se stabilizací obrazu, krátký dolet, nedostatečná legislativa, značný vliv povětrnostních podmínek a další. Podmínky pro

nasazení se postupně zlepšují i prací britského národního úřadu pro civilní letectví - United Kingdom Civil Aviation Authority, který stanoví podmínky, za nichž lze zařízení využívat. Dále existuje národní pracovní skupina pro RPAS působící pod tamní asociací policejních důstojníků - The Association of Chief Police Officers. Je tedy oprávněný předpoklad, že Spojené království Velké Británie a Severního Irska pracuje usilovně na nasazení této techniky a brzy dojde k prakticky využitelným aplikacím.

Informace ze Spolkové republiky Německa jsou dále pro přehlednost a přesnost rozděleny po spolkových zemích. Badensko-Würtembersko: nepoužívá RPAS, uvažuje o jejich použití, pokud se vylepší technické parametry a vyjasní ochrana dat. Berlín: policejní složky používaly quadcopter/rotorcraft od AirRobot. Obecně mají pozitivní zkušenosti s RPAS v operativních situacích. Dolní Sasko: policejní složky testovaly Md4-200 od firmy Microdrone (6x zásahová jednotka, 14x jiné nejrůznější situace). Největší omezení představuje počasí (vítr) vzhledem k malé hmotnosti a výkonu motoru. Porýní-Falc: policejní složky uvažují o nasazení bezpilotních systémů. Sasko: policejní složky testovaly v letech 2009-2010, rozhodly se koupit a po dobu dalších dvou let testovat SencoCopter Md4-1000 firmy Microdrone, zkoušejí je a pak chtějí výsledky analyzovat. Další spolkové země Bavorsko, Braniborsko, Meklenbursko-Přední Pomořany, Sasko-Anhaltsko zatím RPAS nepoužívají.

V Nizozemí se zařízení RPAS používá u nizozemské policie - The Netherlands National Police Agency - od roku 2007. Jejich technická divize - Technical Division má mnohaleté zkušenosti s využíváním bezposádkových systémů na zemi i ve vzduchu. Rovněž se zabývají výběrem a metodikou pro nasazení RPAS v policejních složkách. Kompetentním útvarem pro další komunikaci je tamní úřad státního žalobce - Dutch National Prosecution Service. Jednotlivé policejní útvary využívají celkem 5 typů UAV - Delft Dynamics RH2a, AscTec Falcon B, Airrobot AR-100 HighEye, CannaChopter Suave 7, Aeroenvironment Raven B. Vzhledem k podobnosti státu s ČR (rozloha, počet obyvatelstva) jsou zkušenosti z Nizozemí velice podnětné.

Finské policejní síly testovaly několik RPAS, které byly rovněž užity v rámci několika operativních případů. Testovanými UAV byly např. Gatewing X100 a Bramor FS. K výsledkům těchto testů však nemohou poskytnout žádné publikovatelné informace. Samotné testování bylo prováděno ve spolupráci s Národním úřadem vyšetřování (National Bureau of Investigation) a agenturou pro informační a komunikační technologie. Rovněž zde existuje vzdělávací instituce Rescue Service College - East Lapland zabývající se školením obsluh této techniky.

Slovensko používá několik RPAS. Policejní složky také v případě potřeby spolupracují s armádou. Na Slovensku sídlí výrobce, který nabízí perspektivní quadcopter (GYÚRÖSI, 2012b, s. 38-39).

Rakousko RPAS testovalo. Působí zde výrobce perspektivního bezpilotního vrtulníku Schiebel S-100 VTOL UAV. Ten byl testován mimo jiné při ostraze hranic se Slovenskem (EU nyní uvažuje o jeho nasazení při konfliktu na Ukrajině). Lze předpokládat, že v budoucnu bude využíván dvoutrupý RPAS Tracker s rozpětím 3,6 m od společnosti Cassidian, respektive její dceřiné společnosti Survey Copter, který zakoupilo v rámci testování této techniky Ministerstvo obrany Rakouska.



Obrázek 17 UAV Schiebel S-100 (autor)

Velmi aktivní je na poli moderních leteckých systémů také rakouská firma Airborne Technologies. Ta v únoru 2014 představila novou verzi průzkumného kontejneru určeného pro UAV, vrtulníky, případně průzkumná letadla. Kontejner nese název S.C.A.R. a charakterizuje jej zejména minimální závislost na palubních systémech letounu, na němž je nainstalován.

Polsko má v současné době ambiciózní program zejména u vojenských strojů na bázi vrtulníků. Polské podniky vyvíjí ale i značné množství menších RPAS. Polsko také uvažovalo o nákupu RPAS Aerostar firmy Aeronautics. Obchod však provázely potíže, a tak se od kontraktu odstoupilo.

Žádný z dotázaných států ale nevyužívá pokročilou metodiku k výběru RPAS, ale experimentují s výběrem i s nasazením a očekávají, že k výsledkům dospějí empirickou cestou.

Řada dalších evropských států podle dostupných informací dosud RPAS v civilně-bezpečnostní oblasti nepoužívá, ale není vyloučeno, že je brzy používat nebo alespoň testovat začnou. Situace se ale aktuálně rychle mění zejména v souvislosti s emigrační vlnou do EU. Pořízení konkrétního ty většinou přizpůsobí konkrétní nabídce. Nemají žádný metodický nástroj pro výběr této techniky. **Mezi tyto státy patří například následující (platí pro policejní a bezpečnostní složky):**

- v Norsku, Irsku, Belgii RPAS v praxi podle dostupných materiálů mimo armádu nepoužívají,
- Rumunsko je rovněž nevyužívá, ale uvažuje o možném nákupu v budoucnosti,
- Lotyšsko a Lucembursko bezpilotní letouny nevyužívá a neplánuje ani v budoucnu,
- Estonsko RPAS v praxi nepoužívá, a to zejména z důvodu vysokých nákladů,
- chorvatská policie RPAS nepoužívá, v případě potřeby je lze zapůjčit u ministerstva obrany,
- Dánsko iniciovalo projekt Jarus - výsledky zatím nejsou dostupné,
- Maďarsko - maďarské policejní síly v současnosti nevlastní žádný RPAS. Přesto se domnívají, že tato zařízení by byla pro policejní práci užitečná, zejména pro podpůrné účely (kontrola přepravy, zajištění určitých míst, kontrola hranic). Preferují nasazení v oblastech mimo městskou zástavbu. Přesto se v Maďarsku vyvíjejí zajímavé stroje, převážně pro ozbrojené síly Maďarské republiky. Jedná se zejména o typy IKRAN a BORA. Maďarsko se jako ČR snaží o výrobu z domácí součástkové základny (GYŰRŐSI, 2013a),
- Švýcarsko odpovědělo, že žádná z 26 kantonálních policejních složek švýcarské policie nepoužívá zařízení RPAS. V případě potřeby žádá policie o podporu armádu, což je ve Švýcarsku docela běžná praxe (žádná složka policie nemá vlastní vrtulník). Větší celostátní policejní složky toto zařízení používají (malé modely se čtyřmi rotory - quadrocoptery).

Pokud jde o výrobce v Evropě, zejména v Evropské unii (dále EU), tak lze konstatovat, že výrobců menších RPAS je skutečně velké množství. Z ekonomického pohledu je v Evropě nejvýznamnějším výrobcem RPAS Francie. Technicky a ekonomicky náročné

projekty RPAS jako je Sagitta a Neuron, se vyvíjejí v úzké mezinárodní spolupráci. Je ale otázkou, kolik z těchto komplikovaných projektů bude dotaženo do sériové výroby.

V EU rovněž probíhají programy a projekty, které se zabývají otázkou implementace RPAS do leteckého provozu. Mezi nejvýznamnější patří snahy European Defence Agency v rámci programu Mid Air Collision Avoidance System. Na něm pracuje řada zemí. K testování využívají například pokročilý RPAS Alenia Aeronautica Sky-Y (Kolín, 2010).

V Evropě je tedy zřetelná snaha finančně náročné programy realizovat v mezinárodní spolupráci.

Ve Spojených státech je nejvíce výrobců RPAS (Draganfly Innovations Inc, 2012). Také zde sídlí někteří velcí výrobci vrtulníkové techniky. Proto je převážná většina strojů používaných pro vojenské účely v Severoatlantické alianci (dále NATO) a v armádě, námořnictvu, námořní pěchotě i letectvu Spojených států vyrobena v USA. Po generaci typů, které znamenaly úspěch zejména v operacích v Iráku a Afganistanu, se nyní pracuje na další generaci těchto strojů. Za velice ambiciózní a také nákladný projekt lze označit Unmanned Carrier-Launched Airborne Surveillance and Strike (dále UCLASS). Výstupem má být RPAS, který bude kombinovat přehledové a průzkumné účely se schopností nést různé zbraňové systémy. Tento vojenský program má navázat na jiný, již běžící program Unmanned Combat Air System - Demonstration (dále UCAS-D). V jeho rámci vznikají vysoce pokročilé UAV X-47B, X-45C a další.

I když jsou v USA stále vojenské účely tím hlavním hybatelem pokroku ve vývoji RPAS, ukazuje se, že nejúspěšnější armádní typy si posléze nalézají cestu i do civilních aplikací. Většinou jde o stroje, které prokázaly nadprůměrné letové nebo jiné vlastnosti a vysokou užitnou hodnotu. Jmenujme třeba stroje Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk, které byly uvolněny pro kosmickou agenturu NASA (Soušek, 2013, s 42-45) nebo General Atomics Aeronautical Systems Predator B - civilní verze MQ-9 Reaper jak uvádí Odehnal (2012a) uvolněný pro bezpečnostní účely a ochranu hranic v rámci ochrany hranic - Custom and Border Protection spadající pod americké ministerstvo vnitra. Lze uvést i velice úspěšný Scan Eagle uvolněný pro rybolov a řadu dalších misí včetně bezpečnostních účelů. O RPAS má zájem také americká pobřežní stráž US Coast Guard, která na pobřeží Mexického zálivu sleduje v celkem 8 střediscích pobřeží a blízkou vodní plochu. Zde se využívají aerostaty Lockheed Martin 420K ve stacionárním provedení. Pro bezpečnostní účely se již používá velké množství RPAS a toto množství stále roste. Příkladem dobrých zkušeností je malý vrtulník klasické konstrukce s nosným rotorem a vyrovnávací vrtulkou Vanguard Defence ShadowHawk (Vanguard Defence Industries, 2014).

Na internetových stránkách jeho výrobní firmy je zajímavé rozdělení informací o RPAS na „military“, „public safety“ a „commercial“. To je dobrým příkladem rozšiřování původně vojenské techniky do dalších oblastí.

Policejní oddíl Miami-Dade využívá původně vojenský Honeywell RQ-16 T-Hawk. Jedná se UAV využívající princip centrálního dmychadla. O RPAS ve využívání DEA, FBI, CIA a dalších bezpečnostních a zpravodajských služeb nejsou žádné detailní a ověřené zprávy. Lze ale předpokládat, že stejně jako policejní složky (Odehnal, 2012b) používají zejména osvědčené armádní typy. Poměrně rychle se rozvíjející segment RPAS v USA je v oblasti záchranných a požárních týmů.

Zajímavé je, že ne všichni představitelé bezpečnostní sféry jsou zastánci této techniky, ale zamýšlejí se i nad jinými možnostmi. Někteří představitelé, například vysoký představitel pohraniční stráže USA T. J. Bonner se domnívají, že existují i jiné technologie, které dokáží přinést větší užitek za nižší cenu (Odehnal, 2012b, s. 44-47).

Izrael je významným výrobcem RPAS. Řada typů se i úspěšně vyváží. Mezi nejznámější a nejuspěšnější izraelské typy patří RPAS Heron od firmy Israel Aerospace Industries a UAV Eitan, které popisuje Visinger (2010, s. 46-47). O tento typ projevil zájem například Řecko k ostraze svých hranic.

Ruská federace jako nástupnický stát Svazu sovětských socialistických republik je jedním z nejvýznamnějších výrobců zbraňových systémů na světě. Její výzkumné laboratoře a vojenský průmysl vyvíjí desítky typů RPAS. Z menších strojů jsou zajímavé například typy T-3 (rozpětí křídel 1,8 m), T-4 (rozpětí křídel 0,8 m) nebo malý vrtulník TN-4, vše od korporace Mežgosudarstvennaja Korporacia Razvitija.

Mezi významné organizace, která se věnují RPAS patří zejména společnost GORIZONT, AFM - Servers, LLC, IRKUT Engineering, NELK Scientific and Production Centre Closed Corporation a společnost Transgas Group.

Perspektivním typem je také výrobek Veřejné akciové společnosti Konstrukční kancelář Luč z Rybinsky v Jaroslavské oblasti. Nese označení Vzduchoplavec. Má tvar létajícího křídla s tlačnou vrtulí (GYŮRŮSI, 2012a, s. 12 - 14).

Otázkou, k jejímuž zodpovězení, ale není mnoho dostupných informací, je vývoj RPAS v erudovaných ruských leteckých továrnách vyrábějících vojenská letadla, jako jsou například výrobci stíhacích letounů Mig (s RPAS Scat) a Sukhoi (s RPAS Zond 1, Zond 2, Zond 3) viz Sukhoi Company - JSC (2014). V oblasti RPAS se etabluje i Jakovlev s RPAS Proryv. Vývojem RPAS se v Rusku zabývají i další zbrojní korporace. I v této oblasti se snaží Rusko, respektive Ruská federace udržet krok s USA. Zajímavé jsou UAV předváděné na

mezinárodních veletrzích, jako je UAV Pčela. S ohledem na komplikující se mezinárodní vztahy mezi Ruskem a NATO lze předpokládat, že se spolupráce na RPAS nebude v krátkém časovém horizontu rozvíjet příliš rychle a transfer těchto technologií se zpomalí.

Na Ukrajině v Kyjevě se konají výstavy pod názvem Aviasvit. Kromě letecké techniky jsou zde představovány i RPAS. Do čela ukrajinských výzkumných ústavů a konstrukčních kanceláří patří Konstrukční kancelář KB Avia spadající pod Charkovskou letecko-kosmickou univerzitu ChAI. Z jejich výrobků lze uvést například UAV Vorobej-M.

Turecko je na poli RPAS velice aktivní. Vyvíjí RPAS zejména pro vojenské účely. Turecký letecký průmysl Turkish Aerospace Industries vyvinul vlastní průzkumný UAV Anka, který dokonce exportuje do Egypta. Současně se vyvíjí jeho zdokonalená verze Anka A plus. To bude typ kategorie UCAS, je tedy určený pro vojenské bojové nasazení (Odehnal, 2013). Může nést rozličnou výstroj a výzbroj, například 70 mm řízené střely Cirit. Koncept připomíná americký MQ-9 Reaper. Export do Egypta je důkazem, že i v případě embarga ze strany USA si arabské země mohou z nabídky špičkové techniky RPAS vybírat.

Severní Korea se v této oblasti také angažuje. Výsledky jejího výzkumu a výroby nejsou veřejně publikovány a tak je lze odvozovat pouze z techniky předváděné na vojenských přehlídkách. Podle nich lze usuzovat i na různé úpravy starších RPAS západní i východní provenience.

Pákistán a Indie jsou země, které vydávají poměrně značné náklady na zbrojení. Proto se RPAS systémy začínají používat i v těchto zemích, zejména v armádní oblasti. Z pákistánských projektů se jeví jako perspektivní například výrobky jedné z největších pákistánských společností - Global Industrial a Defence Solutions, která sídlí v Rawalpindi. Jedná se o tyto typy RPAS: Shahpar, Uqab, Huma, Sentry a Scout (GYŮRŐSI, 2013b).

Čína se stejně jako v řadě dalších odvětví z licenční výroby dostává postupně k vývoji vlastních strojů. Kromě vojenských letadel kategorie Stealth vyvíjí také UAV. Z celé řady vyvíjených typů lze uvést UAV Wing Long třídy MALE a vysoce perspektivní průzkumně-bojový RPAS CH-3, který vyvíjí společnost Aerospace Long-March International Trade, Co. Ltd., z Pekingu. Je to odpověď na americký MQ-9 Reaper. Ozbrojené síly Číny plánují zavedení velkého počtu malých UAV pro vojenské jednotky na úrovni četa a rota. Čína je tradičně také jedním z nejčastějších výrobců levné spotřební elektroniky a levných součástek použitelných v amatérských RPAS, využívaných zejména leteckými modeláři.

RPAS se objevují i v dalších oblastech světa, v Jižní Americe, například v Kolumbii se využívají v boji proti výrobcům a distributorům drog. Je známa též dodávka izraelských

RPAS SkyLite od firmy BlueBird Aero Systems pro armádu Chile. V Africe jsou používány při humanitárních operacích a v posledních letech též v boji s novodobými námořními teroristy - piráty. Tak jako v jiných oblastech světa stále převládají armádní aplikace.

1.2.2 Závěry z analýzy současného stavu přístupu k RPAS v zahraničí

Z analýzy dostupných informací a z odborné literatury vyplývá, že technologie v celé řadě zemí světa dospěla k bodu, kdy lze vyvinout a vyrobit technicky kvalitní a cenově dostupné RPAS pro vysoký počet rozdílných aplikací. Rovněž se potvrzuje, že existuje skutečně celá řada oblastí možných aplikací, kde bude možné tyto systémy využít. Současné ale v žádné zemi nejsou aplikovány speciální metodické nástroje a přístupy pro systémově řešené nasazení RPAS. Ve většině zdrojů, v nichž je řešena otázka absence systémových nástrojů (skutečnost, že RPAS jsou nasazovány nahodile a na základě empirie či metody pokus-omyl) je jako hlavní příčina nízkého rozvoje RPAS v civilním sektoru označována zatím nejednotná a nedokonalá legislativa.

Největší potenciál ve výrobě a nasazení RPAS mají USA. Z dalších zemí lze uvést Francii, Velkou Británii, Německo a Izrael, protože navazují na zkušenosti s vojenskými RPAS. Evropská unie začíná v této oblasti představovat významný prvek, což je také v řadě materiálů detailně popsáno. EU ale nemá zcela dořešenou legislativu a je zde i řada objektivních překážek brzdících nasazení RPAS. Patří sem specifika evropského kontinentu: roztržitost výrobců a dublování snah o zavedení národních RPAS, nedostatečná koordinovanost národních legislativ norem a často sporná efektivita regulačních opatření, ale také intenzivní letecký provoz, různorodé klimatické podmínky, hustá zástavba, rozsáhlá síť elektrického vedení, vysoké požadavky na počet kmitočtových pásem a řada dalších.

Evropská komise předpokládá (EU, 2007), že si nákladově atraktivní aplikace postupně svou cestu k uživatelům najdou. Tento předpoklad potvrzuje také neustále rostoucí počet odborných článků, konferencí, výstav a dalších akcí zaměřených na problematiku RPAS. Pro Evropskou unii jako celek lze konstatovat (Bundesrepublik Deutschland - Bundesverband der Deutschen Luft-und Raumfahrtindustrie, e. V., 2012), že oblasti vnitřní bezpečnosti, záchranných systémů a různých aplikací při řešení krizových stavů a situací v dopravě budou patřit mezi perspektivní oblasti nasazení RPAS.

Přes všechny překážky dochází v zahraničí v posledních 3-5 letech k testování a postupnému zavádění RPAS v soukromé sféře i ve státních bezpečnostních sborech. Většinou jde o obchodní aktivity výrobců techniky RPAS. Ti se obracejí na potenciální zájemce s nabídkou využít tuto techniku. V odborné literatuře ani na internetových stránkách

nebyla objevena metodika, která by sloužila k výběru vhodného RPAS. Každý výrobce volí jiný způsob, jakým oslovuje potenciální zákazníky a jakým podporuje rozšíření jeho výrobku na trhu.

Bezpečnostní sbory zajišťují vnitřní bezpečnost států a krizové řízení. V anglické literatuře je zajišťování bezpečnosti označováno jako prosazování práva - Law Enforcement. Vnitřní bezpečnost státu je velice důležitou oblastí pro zajištění klidného a spokojeného života občanů. Státy zde plní mnoho funkcí. Na kvalitě zajištění bezpečnosti závisí lidské životy i lidské zdraví. RPAS se zatím zkoušejí a bezpečnostní složky s nasazením a výběrem této techniky nemají dosud velké zkušenosti. Systémový či vědecký přístup k nasazení RPAS je teprve na počátku. Spíše se zkouší určitý typ, jak bude pro dané aplikace vhodný, než aby se otázka řešila pomocí nějakého jednotného vědeckého přístupu, respektive metodického postupu. Uživatelé jsou tak nuceni důvěřovat výrobcům, že znají jejich potřeby a že nabízené RPAS jsou tím správným řešením. Na druhé straně se RPAS, které se rozšířily například díky vojenským aplikacím, v nichž mají výborné výsledky, obvykle uplatňují velice dobře i v civilní sféře. Ovšem pouze tehdy, pokud jsou pro toto využití uvolněny.



Obrázek 18 Scan Eagle (Decknick, 2007)



Obrázek 19 UAV Falco (America's Codebook, 2014)

RPAS využívá i Organizace Spojených národů (dále OSN). Jako příklad může sloužit mise OSN MONUSCO (United Nations Organization Stabilization Mission in the Democratic Republic of the Congo). S ohledem na skutečnost, že Kongo je 11. nejrozlehlejší země světa scházela této organizaci možnost jak prozkoumávat tak rozsáhlé území. Kontrakt získala, jak píše Rovenský (2014, s. 49), společnost Selex ES z finanční skupiny Finmeccanica SpA pro nasazení UAV Falco. Tento 420 kg stroj s rozpětím křídel 7,2 m a vytrvalostí až 14 hodin ve vzduchu má sledovat zejména pohyb ozbrojených skupin a pohyb uprchlíků. OSN tak získala technický prostředek, který má perspektivu pro užití i v jiných problémových oblastech světa (Binnie, 2014).

Aplikace RPAS v silniční železniční i lodní dopravě jsou dle ČTK (2010), zatím spíše ve stavu testování. Doprava představuje ekonomicky a hospodářsky významnou oblast, ale představuje značné riziko jak ekonomických a ekologických ztrát, tak také bohužel ztrát na životech a zdraví občanů. Je tedy perspektivní oblastí pro účelné moderní technologie.

Z analýzy také vyplývá, že ne vždy jsou RPAS levnější a ekonomicky výhodnější oproti jiným prostředkům. Jejich největší devizou tak zůstává zejména delší životnost, množství výrobců a typů umožňujících nalézt vhodný typ pro daný úkol, vytrvalost letu a bezpečnost v případě havárie. V několika případech, třeba po katastrofě na Haiti se využily vojenské RPAS (Global Hawk) pro monitorování postižených území. To samozřejmě představuje významnou pomoc záchranným složkám.

1.3 Kritické zhodnocení analýzy současného stavu

Vojenské využití je stále nejčastější aplikací bezpilotních prostředků. Současně je velmi často diskutováno, jak humánní je využití RPAS v lokálních konfliktech a v boji proti terorismu. Vrhá to nedobré světlo na RPAS jako entitu, ač platí, že technikou vždy „vládnou lidé“.

Úspěšnost nasazení RPAS v lokálních konfliktech je vysoká, ale vysoké jsou zřejmě i civilní ztráty na životech. Pro objektivní stanovení vojenské účinnosti RPAS jako nosiče zbraní není zveřejňováno dost údajů.

Mimo vojenské použití v současnosti vzniká velké množství návrhů, nápadů a idejí na civilní využití RPAS, viz například materiál Brandenburg Institute for Society and Security (Bigs: Policy Paper, 2012). Rovněž se začínají přesněji vymezovat konkrétní oblasti, kde mohou RPAS doplnit, případně nahradit jiné druhy současné letecké techniky. Také lze vysledovat trend, kdy se nejúspěšnější armádní UAV začínají posléze používat pro civilní účely (provádějí střežení státních hranic, využívá je NASA, pomáhají při přírodních a humanitárních katastrofách). Lze zřetelně vysledovat, že rozvoj praktických aplikací RPAS je brzděn celou řadou problémů.

RPAS si postupně nalézají cestu i do oblastí, které byly dříve doménou pilotovaných strojů. Lze uvést například UAV Bat společnosti Northrop Grumman, který nese systém vlastní ochrany a elektronického boje nazvaný Pandora. Jedná se o levnější a menší ekvivalent výstražného radiolokačního přijímače Radar Warning Receiver (dále RWR) AN/APR-39, který je používán například na vrtulnících.

Pokud hodnotíme stav metodických nástrojů, tak lze konstatovat, že probíhají určité činnosti směřující k systémovému přístupu - například jsou definovány kategorie RPAS, jsou definovány oblasti nasazení, ale skutečně funkční metodický nástroj specializovaný na nasazení RPAS a výběr konkrétního typu pro požadované nasazení zatím není definován ani využíván. Zájemci řeší potřebu RPAS individuálně a s využitím různých postupů.

Základní dělení RPAS podle uživatele je na:

- vojenské,
- civilní - komerční,
- civilní - vnitřní bezpečnost (prosazování práva).

Ochrana vnitřní bezpečnosti, někdy označovaná jako prosazování práva je specifickou oblastí s vysokým potenciálem dalšího rozvoje, jak tvrdí Procházková (2006). Zahrnuje ochranu práva, vládní úkoly, řešení krizových situací a širokou škálu dalších možných

ohrožení státu. Nejdůležitější oblastí je schopnost zajištění vnitřní svrchovanosti státu a ochrana obyvatelstva při vyhlášených krizových situacích, uvádí Rektořík (2004). Krizová situace je mimořádná událost, při níž je vyhlášen stav nebezpečí nebo nouzový stav (liší se rozsahem nebezpečí a dalšími parametry). Krizová situace je také stav ohrožení státu, viz zákon o krizovém řízení (Česko, 2000c). Může se jednat o ohrožení vnitřního pořádku a bezpečnosti ve značném rozsahu, ohrožení demokratických zásad státu, ohrožení zákonnosti nebo ohrožení života, zdraví, majetkových hodnot nebo životního prostředí ve značném rozsahu (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007). Může se jednat i o stavy vyvolané rozsáhlým narušením veřejného pořádku, masovým narušením státních hranic nezvládnutelnou migrací, ohrožujícím šířením nakažlivých chorob, teroristickou akcí, rozsáhlými požáry, větrnou smrští, sněhovou kalamitou, technologickou havárií velikého rozsahu nebo jadernou havárií apod. Tyto stavy popisuje Valášek (2008). Dále se může jednat o zhroucení zásobování a strategických infrastruktur. Také sem řadíme situace při napadení státu vojenskou silou. V tomto případě je potřebné také zajištění civilní ochrany.

Německý úřad pro letectví a kosmonautiku BLDI dělí různá civilní využití RPAS na 7 základních oblastí:

- vědecký výzkum,
- ochrana před katastrofami,
- ochrana životního prostředí,
- ochrana státu,
- komunikace (elektronické),
- ochrana kritických infrastruktur,
- hospodářství.

Používají se ale i jiná třídění. Například ÚCL užívá následující dělení podle činností:

- pozorování,
- shazování materiálu,
- náhradu družic a vysílání,
- nákladní dopravu,
- jiné.

Vytvoření soupisu možných aplikací RPAS a jeho systemizování - tedy systematika praktických aplikací RPAS v různých oblastech (nazvaných typové činnosti) je jednou z hlavních částí disertační práce. Systemizování problematiky nasazení RPAS je důležité pro

pochopení podobnosti požadavků, pochopení vzájemných souvislostí a pro případnou přenositelnost zkušeností z jedné oblasti využití do jiné. Synergický efekt nasazení RPAS může přinést pozitivní ekonomické efekty.

Rozdělení letecké techniky a leteckých prací dané předpisy Mezinárodní asociace civilního letectví (dále ICAO), dané zákony vycházejícími z Chicagské úmluvy (Česko, 1947), v ČR například předpisy L1, L2 apod. (Česká republika - Ministerstvo dopravy, 2014) se pro RPAS nejeví vhodné, pro některé činnosti je příliš obecné.

Potenciál RPAS je značný a oblastí možného použití je velmi mnoho. Protože stojíme teprve na počátku zavádění této moderní techniky do civilní oblasti, je jen velice málo zkušeností s jejím praktickým využitím. Rovněž v naší i v zahraniční odborné literatuře je mnohem více informací o jednotlivých vojenských a technických oblastech RPAS a mnohem méně popisů praktických aplikací a rozborů praktických zkušeností. Globální legislativní rámec ani celoevropský rámec dosud neexistuje. Bylo pouze doporučeno, aby si státy dočasně tuto problematiku upravily samy. Tak došlo například v ČR k přijetí poměrně přísných legislativních podmínek. Jsme teprve na počátku vytvoření obdobně propracovaného legislativního rámce, který existuje například v oblasti civilního letectví. Prudký rozvoj na jedné straně a nejednoznačná pravidla na straně druhé mohou vytvářet třecí plochy a brzdit rozvoj. Protože se jedná o techniku relativně novou, je zde i určitá nedůvěra k RPAS. Aby bylo možné uvést RPAS do praxe, je nutno postupovat přesně, systematicky, cílevědomě a s využitím vhodných metod.

1.3.1 Shrnutí

RPAS se postupně začínají prosazovat v různých oblastech. Zatím ale neexistuje ani dostupná a metodicky a metodologicky správně pojatá koncepce využitelnosti. Oblast výběru ani nasazení RPAS není zatím komplexně zmapována. To zpomaluje masovější nasazení této techniky a je brzdou efektů a úspor. Pokud není plánovaná aplikace řádně promyšlena a připravena, může dojít ke zbytečnému vynakládání času a finančních prostředků. Může dojít až k selhání projektu a značným ekonomickým ztrátám. Otázka, který typ bezpilotního letounu je pro danou aplikaci vhodný, je v zahraniční literatuře řešena převážně dvěma základními přístupy.

U vojenských aplikací je tato otázka v podstatě vyřešena předem. Převážná většina bezpilotních letounů je vyvíjena a vyráběna právě podle vojenských specifikací. RPAS vznikají za konkrétním účelem, který byl předem definován. V civilní sféře je obvyklý postup

většinou obrácený. Pro již existující RPAS se hledá uplatnění v oblasti, o níž případný konkrétní zákazník projeví zájem.

Na základě studia odborné literatury, elektronických zdrojů, expertních šetření a interview s odborníky lze uvést tyto závěry:

- jde o perspektivní a stále se rozvíjející obor,
- dnes je značné množství výrobců a vědeckých pracovišť (včetně vysokých škol) zabývajících se touto problematikou,
- existuje značné množství potenciálních aplikací a užití RPAS v mnoha oblastech života společnosti,
- doprava je z pohledu RPAS perspektivní oblast. Jedná se multidisciplinární oblast na průsečíku mnoha technických oblastí a mnoha oblastí života společnosti. Perspektiva je v pořizování dat o dopravě (například o hustotě provozu) i v rozvoji vlastní nákladní i osobní dopravy,
- zajišťování vnitřní bezpečnosti má veliký potenciál pro využití RPAS a může svým rozsahem začít dohánět armádní aplikace, které konečně rovněž využívá,
- systémový přístup k nasazení RPAS není dosud zpracován na úrovni odpovídající potřebám a možnostem RPAS,
- existují i různá jiná alternativní řešení pro splnění požadovaných činností (bez využití RPAS).



Obrázek 20 TAROS 6x6 s detailem vlastního UAV (autor)

V posledních několika letech se objevují i kombinace silničních vozidel a UGV s UAV. Instalací UAV se výrazně zvýší pozorovací schopnosti vozidla za cenově přijatelných podmínek.

2 DEFINICE CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE

Jedním z hlavních předpokladů pro zpracování disertační práce je nutnost stanovení cíle, jehož se má dosáhnout. Formulování cíle a uvědomování si cíle umožňuje nejen závěrečnou verifikaci výsledků, ale umožňuje také průběžné ověřování správného postupu během činností spojených s přípravou disertační práce. Cíl disertační práce musí být správně stanoven a správně definován (musí být použito správných pojmů). Z formulace cíle musí být patrné, co autor zkoumá, co navrhuje a jaký je konkrétní přínos disertační práce.

2.1 Cíle práce

Pro disertační práci byl stanoven jeden hlavní cíl a 5 dílčích cílů. Oblast RPAS není zdaleka jen oblastí technickou. Kromě techniky a oblasti přírodních věd má přesah do ekonomie, práva a dalších společenských věd. Jedná se celý komplex vztahů a procesů, jedná se o systém s mnoha prvky a vzájemnými vazbami mezi nimi. Oblast RPAS má své vstupy, výstupy, pravidla a parametry a samozřejmě svá rizika a omezení.

Kromě technických a technicko-vědních hledisek má oblast vývoje, výroby a nasazení RPAS také významné manažerské, právní a ekonomické hledisko. Není tedy důležité pouze vyvinout a vyrobit nový RPAS, ale pro jeho další racionální, efektivní a ekonomicky přijatelné využití je třeba pracovat také s nástroji, které se jinak běžně využívají v managementu, vědě, výzkumu a výrobě. Technika se zde potkává s právem, ekonomika s bezpečností.

Pořízení RPAS je pro zákazníka často investičním projektem. Ty jsou v ekonomické vědě dostatečně metodicky propracovány. Investiční projekty mají svá pravidla a metody. Kromě standardního srovnávání cost/benefit analýz (nákladů, výnosů) mají také často nezanedbatelné nepeněžní dopady do různých oblastí života společnosti. V některých případech se jedná o synergické dopady s těžko vyčíslitelnými ekonomickými ukazateli. Typickým příkladem je oblast vnitřní bezpečnosti nebo dopravního zpravodajství. Bylo by vhodné, kdyby na tuto disertační práci navazovaly další, které by rozpracovaly jednotlivé body výběru také po stránce ekonomické efektivity. Mohly by aplikovat vybranou metodu pro posuzování investičních projektů na výběr RPAS.

Při zjišťování současné úrovně vědeckých přístupů v oblasti RPAS bylo ověřeno, že ani v ČR, ani ve světě nejsou při výběru vhodného typu používány metodické materiály, které by umožnily potenciálnímu zákazníkovi postupovat systematicky při zjišťování, zda pro jeho účel je vhodné použití RPAS, a pokud ano, tak jakého typu. Pokud dnes uživatel hledá vhodný RPAS obvykle utvoří výběrovou komisi, která poté vybírá na základě nabídky

z několika typů. Může se ale stát, že komise na některou důležitou oblast zapomene nebo podcení či přecení některé hledisko a provedený výběr pak není optimální. Takový způsob výběru může vést k selhání projektu a k ekonomickým ztrátám.

Cíle této disertační práce mají shrnout prvky systému a vztahy mezi nimi tak, aby případný uživatel dokázal definovat veškeré požadavky a prováděl výběr s využitím dostupných racionalizačních a vědeckých metod. RPAS tvoří entitu, již lze přes její různorodost popsat a vytvořit systémové nástroje k práci s touto entitou.

Ekonomické přínosy této disertační práce spočívají v tom, že při výběru konkrétního uplatnění a výběru konkrétního RPAS podle navržené metodiky se „nevymýšlí již vymyšlené“. Zkrátí se tedy a zlevní proces výběru a současně se neopomene žádný podstatný rys a omezující podmínka či parametr. Nemělo by tedy dojít například k situaci, kdy zakoupený RPAS je částečně nebo zcela nepoužitelný a uživateli vzniknou nemalé finanční ztráty.

Správnost definování cílů disertační práce je ověřena s pomocí manažerské metody SMART, kterou popisuje například Bělohávek (2000). Dosažení cílů je pak verifikováno za pomoci případových studií a experimentálních ověření.

Hlavním cílem disertační práce je tvorba metodického nástroje - dosud nepublikované koncepce využitelnosti bezpilotních letounů. Koncepce využitelnosti spočívá v tom, že současně řeší dvě základní otázky nasazení RPAS:

zprvé - zda je pro zamýšlený úkol možné a vhodné využít RPAS,

zadruhé - jaký typ RPAS je vhodné pro zamýšlený úkol využít.



Obrázek 21 Princip koncepce metodického přístupu (autor)

Přínos pro praxi tkví v tom, že uživateli poskytuje metodický nástroj, který jej ve dvaceti krocích instruuje, jak postupovat pokud chce pro zamýšlený účel využít RPAS.

Jde o oblast, s níž je zatím málo praktických zkušeností, ale která se současně prudce vyvíjí. Proto se kromě důsledného studia naší i zahraniční odborné literatury, zkoumání u výrobců a uživatelů, prováděly rozhovory s experty, expertní šetření a realizovaly se praktické experimenty.

V neposlední řadě bylo nutné hledat řešení celé řady dosud neřešených obtíží a překonávat překážky vyplývající například z utajování této techniky.

K naplnění hlavních cílů disertační práce napomohly dílčí cíle:

- dílčí cíl I - zjištění, jaké jsou potřeby a požadavky pro nasazení RPAS, jaká je situace u potenciálních zákazníků a u výrobců, jaká je nabídka a jaké jsou celkové podmínky,
- dílčí cíl II - stanovení vhodných sledovaných a hodnocených parametrů (výběr vhodných kritérií, kvantitativních i kvalitativních dat), u dosud nepublikovaných a neřešených prvků systému vytvoření vlastních nástrojů a charakteristik,
- dílčí cíl III - vytvoření metodiky výběru konkrétního typu bezpilotního letadla dle stanovených kritérií pro jeho užití včetně návrhu postupu pro potenciálního uživatele (efektivní manažerský nástroj pro podporu rozhodovacích procesů), nalezení odpovídajících metod řešení použitelnosti RPAS,
- dílčí cíl IV - stanovení ekonomických efektů, které nasazení této metodiky přináší,
- dílčí cíl V - ověření metodiky na vybraných scénářích činnosti bezpečnostních složek a IZS se zaměřením na dopravu.

2.1.1 Ověření správnosti cílů pomocí manažerské metody SMART

Pro disertační práci je správné stanovení cílů velmi důležité. Proto je vhodné ověření správnosti stanovených cílů za pomoci manažerského nástroje - metody SMART. Tato metoda vychází z toho, že každý cíl má mít určité vlastnosti a že tyto vlastnosti musí být splněny současně.

Vlastnosti:

- S - Specific (konkrétní): cíl je zřejmý, vytvoření použitelné koncepce a metodiky. Jedná se o dostatečně konkrétní zadání a je zřejmé, že navržená koncepce a metodika bude verifikována,
- M - Measurable (měřitelný): výstupy disertační práce zavedou metodologické nástroje, s jejichž pomocí lze provést nejen kvalitativní analýzu, ale rovněž kvantitativní analýzu,
- A - Achievable (dosažitelný): cíle jsou reálně dosažitelné a přes řadu překážek, omezení a problémů není zřejmý žádný nepřekonatelný problém, který by znemožnil

dosáhnout předpokládaných cílů. Hlavní komplikací zvyšující obtížnost je, že jde o problematiku novou, dostatečně dosud neřešenou a skutečnost, že část dat není uveřejňována zejména z důvodu utajení,

- R - Realistic (reálný): cíl je reálný, neboť s RPAS jako entitou se již pracuje. Přitom je zřejmé, že jde o oblast velmi složitou, a že potřebné systémové nástroje nejsou vyvinuty či dostatečně využívány. Výsledky práce reálně přinesou prospěch pro práci s RPAS,
- T - Time Framed (časově přizpůsobený): disertační práce vzniká na základě analýz odborné literatury, návštěv zbrojních veletrhů, s využitím diskuzí s odborníky. Je reálné a potřebné práci vztáhnout k určitému stupni vývoje v dané problematice a respektovat prudkou dynamiku a vývoj v oblasti RPAS.

Z výše uvedených faktů vyplývá, že cíle disertační práce byly stanoveny vhodně, a práce je tudíž realizovatelná.

2.1.2 Formulace výsledků

Hlavního i všech pěti vedlejších cílů bylo dosaženo. Hlavní cíl je detailně rozpracován v části 4.

2.2 Stanovení podpůrných nástrojů

Roli podpůrného nástroje pro ujasnění a konkretizaci cíle a celého zpracování disertační práce plní stanovení takového předpokladu, který umožní věcné uchopení problému a jeho pokud možno jednoznačnou a nepřiliš komplikovanou formulaci. V disertační práci jsou uvedeny některé předpoklady, které de facto podmiňují užitečnost a smysluplnost této práce. Prvním předpokladem je tvrzení, že dosud nebyla publikována či použita metodika, která by potencionálnímu uživateli RPAS poskytla pomoc při hledání odpovědi na dvě základní otázky (uvedené u cíle práce). Tedy zda je pro zamýšlený účel vhodné použití RPAS a pokud ano, tak jakého. Přitom orientace v problematice je jedním z důležitých předpokladů pro rozvoj RPAS. Dalším předpokladem je to, že pokud by byl k dispozici metodický nástroj, tedy například tato vytvořená koncepce metodického přístupu, vedlo by to k nezanedbatelným časovým a finančním úsporám a k racionalizaci nasazení RPAS. Tedy, že by z ní měli prospěch jak výrobci, tak uživatelé a v určité míře i celá společnost.

Disertační práce a stanovení jejího cíle tedy vycházela z předpokladu, že v současné době existuje disproporce mezi technickými možnostmi RPAS a mezi podmínkami pro

nasazení, což brzdí další využití RPAS. Z toho lze odvodit, že s využitím vhodných metodických nástrojů lze optimalizovat výběr vhodného RPAS i za současných podmínek.

Šíře využitelnosti vytvořeného metodického přístupu je značná a překračuje potřeby jednoho konkrétně definovaného uživatele například PČR. Výstupy mají univerzální a široce použitelnou platnost. Konkrétně zaměřené jsou pouze verifikace konkrétními experimenty a případové studie.

2.3 Zdůvodnění formulace cílů

Formulace cílů práce úzce souvisí s pochopením role RPAS a jednotlivých komponentů letounu (UAV), Ground Control Station (GCS) i obsluhy a mnoha dalších prvků systému. Rozhodnutí, zda nasadit na požadovaný úkol RPAS není rozhodně snadné a ani jednoduché. Rovněž výběr vhodného typu je složitý úkol. V dnešní době sofistikovaných metodických postupů při řešení investičních projektů apod. je použití intuitivních metod přinejmenším zastaralé. Navíc při vývoji nového RPAS nebo výběru vhodného RPAS nejde pouze o samotný bezpilotní prostředek, tedy o vlastní letoun. Aby mohla být nabídnuta potenciálním uživatelům použitelná metodika výběru RPAS, je nutné si uvědomit, že vlastní bezpilotní letoun je pouze „nosič“ senzorů. Sensory pak jsou pouhým prostředkem k dosažení účelu, pro který je RPAS nasazen.

Letoun s potřebnými senzory potřebuje pozemní základnu a následně musí být užit vhodným způsobem. Je zde tady několik dílčích oblastí, které se musí řešit ve vnitřním souladu a s ohledem na zamýšlený záměr. Kromě vyřešení konkrétní technické stránky letounu, sensorové techniky i celého systému je tedy nutno nalézt a definovat konkrétní účel, tedy popsat situace, kde je vhodné, ekonomicky výhodné a technicky proveditelné nasazení této techniky. Mělo by být dopředu známo, k jakému účelu chce potenciální uživatel RPAS použít, a teprve potom by se měla řešit konkrétní technická stránka. Z důvodu nedostatku systémových nástrojů pro práci s entitou RPAS je tomu ale často naopak.

Podle požadovaného účelu je nezbytné navrhnout či požadovat nejen letoun s určitými parametry, ale i potřebnou sensorovou techniku. Využitelnost jednotlivých UAV je dána tedy parametry letounu a parametry senzorů, které může letoun nést. Rozhodující je také poměr výkon/cena a samozřejmě také absolutní náklady.

Je důležité poukázat na skutečnost, že ne vždy je použití bezpilotního letounu tím optimálním řešením. Je vhodné zaobírat se i otázkou, zda daný úkol nelze efektivněji řešit jiným technickým prostředkem. Jako příklad lze uvést stacionární kameru či podobný

technický prostředek. Musí také dojít k porovnání s oblastí pilotovaných letounů a s jinými alternativními řešeními.

Disertační práce se zaměřuje na vytvoření metodiky využitelnosti RPAS. Ověření správnosti je provedeno formou experimentů. Námětem je několik konkrétních situací v dopravě a bezpečnosti. Doprava je pro nasazení RPAS velmi specifická oblast. To proto, že ji lze zařadit do mnoha oblastí hospodářství a života společnosti.

Posouzení nasazení RPAS v dopravě se liší pouze úhlem pohledu, případně očekávaným výsledkem. Doprava totiž zcela jistě patří do kategorie vědeckého zkoumání, doprava je součástí záchranných prací při katastrofách. Doprava zcela jistě ovlivňuje životní prostředí, souvisí s novinářskou prací a se zpravodajstvím, souvisí významně s ochranou kritických infrastruktur a zajisté jde také o významnou hospodářskou oblast. Doprava souvisí s průmyslovým a zemědělským rozvojem. Dopravní infrastruktura je důležitá i při řešení krizových situací. Velký ekonomický přínos, o kterém se nyní hovoří stále častěji, je zejména finančně nenáročné sledování produktovodů a stavebně-technického stavu dopravních staveb, jako jsou mosty apod. V budoucnu se UAV uplatní v nákladní i osobní dopravě.

Získávání aktuálních přehledných informací a dat z bezpilotního letadla může znamenat významnou pomoc při prevenci a řešení krizových situací, krizových stavů, případně při záchranných pracích, doprava komodit jako jsou léky a pitná voda. Krizové situace tvoří zcela specifickou oblast pro využití RPAS. Je zde předpoklad, že jejich nasazení v této oblasti může přinést největší ekonomické efekty. Proto je vhodné se touto oblastí podrobně zabývat.

Výhody letecké techniky a její možnosti v řadě odvětví života společnosti jsou dostatečně známé. Proto vyspělé státy využívají leteckou (nejčastěji vrtulníkovou) techniku k zajišťování vnitřní bezpečnosti státu, uvádí Veselý (2007). V případě zdravotního ohrožení zajišťují dopravu do zdravotnického zařízení. Přestože nejde o techniku levnou, využívá se relativně často. Doprava je jednou z nejdůležitějších oblastí hospodářství. Na zajištění rychlé a bezpečné dopravy participují kromě hospodářských subjektů také IZS, Policie ČR a další složky státní, případně veřejné správy. Informace, které tyto složky potřebují ke své práci, musí být objektivní a bezprostřední. RPAS může eliminovat, případně snížit hrozící velké škody na životech, zdraví, majetku, případně škody na životním prostředí. A pokud již k nějaké živelné katastrofě, velké dopravní nehodě, ekologické nebo průmyslové havárii dojde, je třeba, aby RPAS pomohly minimalizovat škodlivé následky.

Oblast sledování silniční dopravy zahrnuje množství případů a situací, v nichž by nasazení RPAS přineslo ekonomický, bezpečnostní a ekologický prospěch. Navíc jde o zařízení, která jsou většinou tichá (zejména pokud využívají elektrický pohon), a nezatěžují tak své okolí hlukem. Lze předpokládat, že provozovatelem RPAS bude právě IZS a PČR, nebo že právě pro tyto složky bude v rámci outsourcingu pracovat jiný subjekt. Disertační práce pokrývá systémově problematiku vytvoření metodiky pro výběr vhodného RPAS. Propojuje tak možnosti výrobců s požadavky potenciálních uživatelů. V podmínkách ČR zatím tato oblast není v aplikační rovině dostatečně podepřena odbornými pracemi nebo výzkumem. Proto je práce založena nejen na teoretických metodách, ale vychází z řady experimentů a ověření. Aktuálnost potřeby řešení tématu výběru a nasazení RPAS je potvrzena například Evropskou komisí. Disertační práce vychází z odborné a metodologické opory výzkumu, vývoje a výroby jednotlivých systémů a komponent RPAS uvedené zejména v zahraniční odborné literatuře věnující se této oblasti. Důležité jsou specializované publikace, které píše Laumanns (2012). Většina literatury se ale stále věnuje spíše vojenskému využití, například Neubeck (2010). Některé zdroje popisují vývoj technologií v celé oblasti RPAS, například Valavanis (2007) a lze z nich čerpat řadu technických poznatků. Vychází specializované RPAS časopisy (Unmanned Vehicles, 2012). Publikační činnosti se věnují rovněž některá profesní sdružení jako například Association for Unmanned Vehicle Systems International (dále AUVSI). AUVSI (2012) se zabývá i vydáváním specializovaného časopisu Mission Critical (2012). Pro oblast dopravy lze nalézt cenné informace i u některých organizací zabývajících se dopravními nehodami, jako je Europäische Vereinigung Für Unfallforschung Und Unfallanalyse, e. V., (2012). Z důvodu připravovaného sjednocení evropské legislativy v oblasti RPAS je rovněž důležité sledovat materiály vydávané Evropskou komisí (European Commission - Enterprise and Industry, 2012). Budoucí strategii potom upravují další materiály EU (2011).

3 PŘEHLED ZVOLENÝCH METOD ZPRACOVÁNÍ

Prvními kroky pro přípravu odborné práce ke státní doktorské zkoušce i k vlastní disertační práci bylo kromě dlouhodobého zájmu o RPAS také studium naší i zahraniční odborné literatury zabývající se oblastí RPAS. Při zpracování tématu RPAS je důležité časové hledisko. V oblasti RPAS jde pokrok tak rychle kupředu, že je naprosto nezbytné vyhledávat informace, které jsou aktuální. Příkladem může být nově vydaný předpis ÚCL. Ten zcela změnil podmínky pro nasazení RPAS v ČR. Z termínu vydání - rok 2013 je zřejmé, že se řada materiálů, a tím i situace v oblasti RPAS významně měnila i během doby zpracování disertační práce.

Mezi zdroje informací patří jak odborné technické publikace, tak česká i evropská letecká legislativa i legislativa ICAO. Za velice přínosné lze označit osobní zkušenosti a poznatky nabyté během mezinárodních leteckých výstav a veletrhů například ILA 2012, ILA 2014, European Helicopter Show 2013 a 2014 apod.

Dalším krokem při přípravě materiálů a podkladů pro disertační práci bylo stanovení cílů. Výběr vhodných vědeckých metod byl následně proveden tak, aby stanovených cílů bylo dosaženo co nejefektivněji. Podmínkou pro dodržení vědeckosti, ale i dosažení praktického významu disertační práce pro praxi je také upřesnění - stanovení podstatných oblastí, na něž je důležité se zaměřit. Oblast RPAS je natolik široká a prochází nyní natolik dynamickým vývojem, že je nereálné, aby jedna práce obsáhla celou problematiku. Přesto byl při zpracování podkladů brán zřetel na to, aby se na disertační práci mohlo v budoucnu navazovat, a aby zjištění v ní uvedená byla objektivní a odpovídající současnému stavu vědeckého poznání. Proto byly některé oblasti řešeny z širokého pohledu, některé pak byly zúženy - oblast dopravy a vnitřní bezpečnosti.

3.1 Srovnání možností využití kvalitativních a kvantitativních metod

Oblast RPAS je často považována veřejností pouze za oblast technickou. Disertační práce vychází z předpokladu, že nikoli pouze v technické stránce, ale zejména v ostatních aspektech jsou obsaženy jevy a okolnosti, které v současnosti brzdí rozvoj RPAS. Protože se jedná o oblasti a disciplíny na rozhraní technických (přírodních) věd a věd společenských, jsou i zvolené metody použité k řešení relativně široké. Kromě kvantitativních metod (oblast posuzování technických parametrů RPAS, jejich počtů apod.) je zde široký prostor i pro metody kvalitativní (posuzování otázek nasazení, vhodnosti, účelnosti). Tomu odpovídá i zvolený postup.

3.2 Výběr a zdůvodnění vybraných metod

V disertační práci jsou využity jak teoretické, tak praktické výzkumné a vědecké metody.

Důležité je stanovení odpovídajících výzkumných a vědeckých metod (Punch, 2008), pomocí nichž jsou získaná data zpracována a na jejichž základě je dosaženo uvedených výsledků a závěrů. Nedílnou součástí výzkumu je příprava, provedení a vyhodnocení řízených interview - expertních šetření. Expertní šetření byla prováděna formou řízených rozhovorů. Pro tyto rozhovory s odborníky v dané problematice, prováděné jak při osobním jednání, tak formou elektronické komunikace, byly stanoveny specifické oblasti a otázky související s tématem práce.

Experimenty jsou nezbytné proto, že řešené aplikace ještě nebyly testovány takovým způsobem, aby měly použitelné výsledky, případně tyto výsledky nebyly doposud publikovány. Komunikace s experty v oboru byla využita zejména pro následující otázky: popis a vyhodnocení již realizovaných a publikovaných projektů výzkumných ústavů a vysokých škol, zjištění dostupných technických dat RPAS a jejich porovnání s pilotovanými stroji, výběr situací vhodných pro nasazení RPAS, metody výběru vhodných typů RPAS, technicko-taktická data používaných UAV, definování hlavních překážek včetně návrhů na jejich řešení a ověření využitelnosti pomocí praktických experimentů.

Statistické údaje a statistické metody lze použít pro porovnání technických a ekonomických parametrů jednotlivých pilotovaných a nepilotovaných prostředků.

Údaje získané metodami sběru dat a pozorováním jsou v disertační práci prezentovány na řadě míst, zejména v části 1, 2, 4 a 5. U některých ukazatelů bylo pro zpracování využito analýzy a syntézy. U některých ukazatelů byla provedena komparativní analýza a byly hledány případné vzájemné závislosti. Rovněž byly využity metody indukce a dedukce.

Technické parametry RPAS mohou obsahovat až stovky jednotlivých hodnot, pomocí nichž lze mezi sebou RPAS porovnávat. Proto je důležité vybrat nejen správné a podstatné parametry, ale stanovit i jejich odpovídající počet. To je důležité proto, aby následná komparace byla objektivní a měla potřebnou vypovídací hodnotu. Bylo využito rovněž metody analogie.

Základní parametry RPAS (kvantitativní oblast):

- vytrvalost letu (s, min, hod),
- dolet (m, km),
- dostup (m, km),
- užitečná hmotnost, nosnost (kg),
- rozměry (m),
- vzletová hmotnost (kg),
- hluk (dB),
- rozlišení a další optické parametry kamer,
- gyroskopická stabilizace senzorů,
- palubní napájení a baterie,
- dosah rádiového řízení (m, km),
- servisní intervaly (s, hod),
- střední doba mezi poruchami (s, hod),
- pořizovací a provozní náklady (Kč, €, \$).

Základní parametry RPAS (kvalitativní oblast):

- snadnost postupu při výběru vhodného RPAS,
- snadnost obsluhy,
- snadnost montáže,
- fyzická náročnost obsluhy,
- snadnost výměny baterií, tankování,
- snadnost převozu,
- dostupnost oprav a údržby,
- bezpečnost provozu a obsluhy,
- snadnost pilotáže.

Kromě těchto údajů bylo nutno vzít v úvahu rovněž vliv omezujících a limitních faktorů. Mezi nejdůležitější patří maximální pořizovací a provozní náklady, dostupnost technologie, potřeby utajení, počet osob - operátorů, letovodů a dalšího technického personálu, potřebná úroveň jejich vyškolení a s tím spojené náklady.

Odborným zdrojem informací pro přípravu disertační práce byly mimo jiné specializované publikace autorů Punche (2008), Hendla (2008) a Lorenze (2013).

Jako vhodné metody pro řešení cílů disertační práce byly vybrány:

- metoda analogie - srovnání rozvoje RPAS s jinými technickými entitami (civilní letectví, spotřební elektronika),
- heuristická analýza - hledání a zjišťování příčin současného stavu,
- explanace - třetí z fází hledání příčin, souvislostí a následků (první fáze explorace a druhá deskripce),
- analýza a syntéza. Jedná se o základní vědecké metody. V disertační práci byly použity zejména při sběru a třídění materiálů,
- indukce a dedukce,
- metody multikriteriálního hodnocení variant, použito při hodnocení vlastností vybraných typů UAV,
- metody použitelnosti - stanovení vhodného/nevhodného nasazení a příslušných efektů,
- metody stanovení vah kritérií - podpora objektivitu hodnocení jednotlivých typů (v bodu XIV. Výběr typu) u metod multikriteriálního hodnocení. Váhy jednotlivých kritérií v tomto bodě byly stanoveny na základě expertního odhadu.

Statistické porovnání slouží k popisu vzájemných závislostí jednotlivých parametrů a závislostí jednotlivých vlastností. Informace můžeme je nalézt u řady autorů, například u Hendla (2009). Umožňují porovnávat mezi sebou technické prostředky z pohledu odolnosti proti vlivu povětrnostních podmínek, denní a noční doby, hlučnosti, podmínek startu a přistání, vytrvalosti letu, letových obálek, ekonomiky provozu, údržby a oprav a celé řady dalších parametrů.

3.3 Expertní šetření, interview s odborníky

Metodami expertního šetření a interview s odborníky byly získány odborné názory a potřebná data od osob z oboru. Odborným zdrojem pro tyto metody byla publikace autora Hendla (2008).

Expertní šetření probíhalo zejména korespondenčním (email) způsobem. Prvním kontaktem s expertem byla žádost o spolupráci a definování cílů tohoto šetření, včetně potenciálních přínosů pro konkrétního experta. Ve druhé fázi potom byla realizována distribuce dotazů. Následovalo osobní setkání a diskuze - interview s expertem nad dotazníkem. Při komunikaci s odborníky se ukázalo jako vhodné využít vhodně aplikovatelné metody tvořivého myšlení jako brainstorming a benchmarking. Po následném zpracování proběhla autorizace - zpětná vazba a souhlas experta s formulací závěrů diskuze.

3.4 Explanace

Při řešení úkolů spojených s tématem disertační práce bylo nutné reagovat na specifika oblasti RPAS.

Při studiu vědeckých přístupů k problematice nasazení RPAS bylo zjištěno následující:

- specifické pro oblast RPAS jsou velice rychlé změny, aktuálně dané zejména vydáním nové české legislativy,
- specifikum je v tom, že řada důležitých údajů a informací není volně (ani v odborné literatuře) dostupná,
- specifikum je v tom, že systémový přístup k nasazení RPAS není v ČR, ani ve světě zatím využíván, nebo není o tomto systémovém přístupu dostupná odborná literatura,
- výborným zdrojem informací jsou mezinárodní organizace sdružující uživatele a zájemce o RPAS a mezinárodní odborné konference,
- aktuální data lze získat osobní účastí na veletrzích, výstavách, konferencích a při osobních setkáních s odborníky,
- problematika RPAS je nová a velmi široká. V odborné literatuře prakticky neexistují využitelné postupy, názory a tvrzení jiných autorů, kteří by se zabývali podobným systémovým přístupem.

Z výše uvedených důvodů byla ze základních vědeckých metod nejčastěji využita explanace. Explanace navazuje na pozorování (exploraci) a popis (deskripci). Pozorováním byla zjištěna fakta, která byla dále zpracovávána a dávána do souvislostí. Bylo hledáno logické vysvětlení konkrétních jevů, byly hledány jejich příčiny a následky těchto jevů byly zdůvodňovány.

Z výše uvedené definice tedy vyplývá, že s využitím této vědecké metody lze hledat příčiny nových jevů a hledat jejich vysvětlení. S využitím logiky a systémového přístupu k řešení problému lze touto metodou dojít k řešení zadaného úkolu.

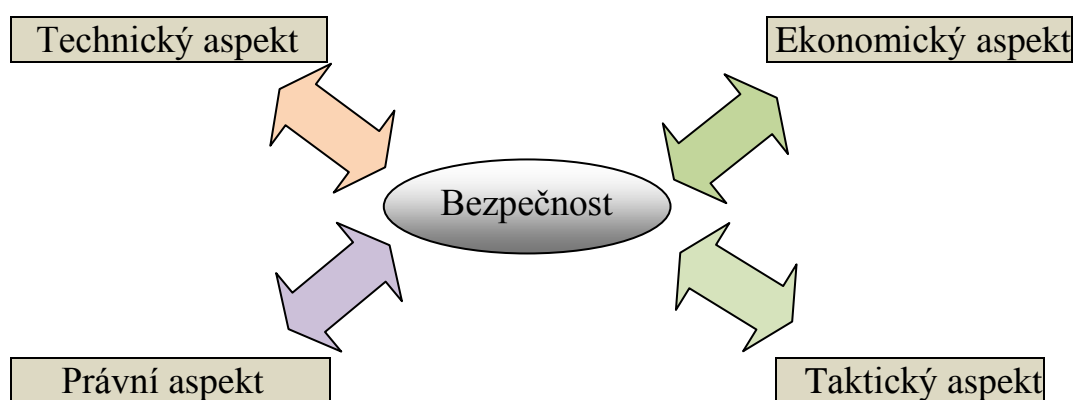
3.5 Experimenty a modelování

Experimentální ověření vybraných situací bylo provedeno jako důkaz a ověření teoretických výstupů. Byla provedena baterie experimentů, v nichž došlo k praktickému vyzkoušení různých druhů RPAS.

Protože se při praktických experimentech zanedbávají některé nepodstatné jevy a procesy, realita se zjednodušuje, můžeme hovořit i o využití modelování - aplikujeme tedy různé druhy modelů na řešení dané problematiky.

3.6 Podpůrné metodické nástroje

Pro lepší názornost a podpoření systémového přístupu k řešení výběru a aplikací bezpilotních letadel v oblasti bezpečnosti a dopravy bylo využito schéma vzniklé v rámci přípravy disertační práce a zveřejněné na internetových stránkách věnovaných RPAS (UAV/UAS/RPAS, 2012). Aspekty jsou vlastním systémovým nástrojem zpracovatele disertační práce. Vznikly proto, aby umožnily logické uchopení problematiky RPAS jako samostatné entity, a aby se při deskripci jednotlivých navrhovaných nástrojů nezapomnělo na některý důležitý charakteristický znak RPAS. Inspirací byly manažerské nástroje jako například PEST analýza a podobně, které mimo jiné také mají za úkol vést uživatele k širokému pohledu na danou entitu. Technický aspekt je přítom v interakci s ostatními aspekty. Předpokladem smysluplnosti a užitečnosti disertační práce je existence nejen interakce, ale přímo existence disproporce (European Commission - Enterprise and Industry, 2012) mezi vysokou úrovní techniky (konstrukční postupy, technologie výroby, elektroniky, využívání nejmodernějších materiálů včetně lehkých slitin a kompozitů) na jedné straně a na straně druhé řadou různých překážek v dalších oblastech.



Obrázek 22 Komplexní pohled na hlavní aspekty nasazení RPAS (autor)

4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Pro formulování metodiky využitelnosti RPAS a dosažení cílů této disertační práce bylo nutno podle Janíčka (2013) postupovat systematicky, rozšiřovat portfolio znalostí a vědomostí z oboru RPAS i z příbuzných oborů (Tikanmäki, 2012) a kriticky tvořit vlastní metodiku.

V souladu s principy vědecké práce byl zjištěn problém, byl popsán, byl analyzován a byl řešen s využitím řady vědeckých metod. Výstupem je navržené řešení (koncepte metodického přístupu). Výsledky byly experimentálně ověřeny.

V oblasti RPAS byly zjištěny tři hlavní problémové oblasti:

- oblast technicko-provozní: není vyvinut dostatečně účinný systém vyhýbání za letu,
- oblast legislativní: není celosvětově platná a jednotná právní úprava provozu RPAS,
- oblast metodická: nejsou vyvinuty manažerské nástroje, jako v jiných oborech.

Pro disertační práci byla vybrána oblast metodická s cílem pomoci s řešením problémů a nedostatků, které se v ní vyskytují.

Během analýzy vědeckých přístupů, studií odborné literatury a přípravou řešerší bylo zjištěno, že zájemci o využití RPAS jak z oblasti bezpečnostních sborů, tak ze soukromé sféry často při výběru RPAS postupují samostatně, hledají vlastní cesty a vlastní řešení. Mnohdy využívají pouze částečně již dnes existující nástroje a jejich výběr tak nemusí být optimální. Riskují, že opomenou nějaký základní parametr nebo okolnost, která může znamenat v konečném důsledku neefektivnost, ohrožení projektu nebo následné nasazení RPAS nepřináší očekávané výsledky. Zakládají se různé komise, které pokud nemají odborné zázemí a metodické nástroje, nepřináší mnoho užitku a jejich výstupy nemusí vést k cíli.

Pro úspěšný návrh metodiky výběru RPAS je vhodné využít též nástroje, které využívá manažerská teorie v oblasti řízení projektů, jak doporučuje například Fišer (2014). Využití teorií metod projektového řízení a dalších plánovacích manažerských a ekonomických nástrojů se jeví jako velice vhodný postup i při výběru RPAS. Výběr a nasazení RPAS lze z určitého pohledu považovat právě za projekt. Z teorie projektového řízení byly vybrány základní prvky a pravidla pro kontrolu správnosti navrhovaného postupu. Řešení projektu, stejně jako hodnocení ekonomické efektivity, představuje rozsáhlé téma pro další disertační práce. Proto je zmíněno pouze v rozsahu, který odpovídá tématu této disertační práce.

Rozbor využitelnosti (dále bude vysvětlen vztah využitelnost - použitelnost) je jedním ze způsobů, jak postupovat při vytváření metodiky. Využitelnost tedy není v této disertační

práci chápána pouze jako vyjádření užitečných vlastností, ale jako metoda mající zásadní vliv na výběr a nasazení RPAS. Aplikujeme-li principy vědecké práce, je možné odvodit postup pro řešení vhodnosti nasazení RPAS v různých oblastech včetně armády, bezpečnosti státu, národního hospodářství, dopravy, případně jako produktu spotřební elektroniky. Zde je nutno zdůraznit, že následující postupy nemají vést k objevování, vědeckému zkoumání a navrhování nových technických řešení a technologií, ale k vědeckému řešení vhodnosti nasazení již existujících systémů a prvků a k upozornění na ty okolnosti, které jsou při výběru nebo zavádění RPAS podstatné.

Využitelnost tedy znamená, že základním rozhodujícím kritériem musí být vlastnost, která umožní nasazení RPAS tak, jak zákazník či uživatel potřebuje. Využitelnost představuje záruku toho, že RPAS bude pro zájemce užitečný, že splní úkoly, které zájemce potřebuje a dosáhne cílů, které předpokládá. Technicky jsou již dnes RPAS schopny plnit mnoho různých úkolů a jsou schopny plnit požadavky různých potenciálních zákazníků. To, že nejsou RPAS ještě více rozšířeny, je způsobeno mnoha dalšími vlivy. Tyto vlivy jsou podřazeny do problematiky výběru jako technický, ekonomický, právní, taktický a bezpečnostní aspekt.

Přesto lze již dnes postupovat systematicky a s důkladnou znalostí problematiky lze nalézt oblasti a úkoly, v nichž lze RPAS úspěšně nasadit.

4.1 Omezující podmínky

Formulaci omezujících podmínek je v disertační práci věnována velká pozornost. Je to nejen z důvodu, že tato omezení současně vycházejí z konkrétních hodnot, konkrétních činností, vlastností a jiných parametrů, ale mají přímý dopad na ekonomickou efektivitu nasazení RPAS i na bezpečnost provozu. V ČR se rizikům v leteckém provozu důsledně věnuje například ÚCL.

Omezující podmínky při civilním nasazení RPAS jsou zejména tyto:

- kritická místa výběru vhodného RPAS,
- kritická místa omezení nasazení, vyplývající z aspektů (technického, ekonomického, právního, taktického),
- kritická místa bezpečnosti.

4.2 Kritická místa - omezení nasazení RPAS

V nově vydané legislativě UCL se věnuje rizikům nasazení RPAS, a tedy i kritickým místům značná pozornost. Je to pochopitelné, neboť při pohybu ve vzdušném prostoru,

případně při pádu na povrch země může dojít k ohrožení majetku, zdraví, ale i životů osob. Při pohybu ve vzdušném prostoru se jedná zejména o riziko srážky s jiným letounem. Proto se rozlišuje mezi řízeným letem bezpilotního prostředku v dohledu, tedy v přímé viditelnosti, a při letu za touto hranicí.

4.2.1 Specifika pilotáže RPAS, letové situace

Jak již z vlastního názvu této kategorie letadel - bezpilotní letouny, respektive dálkově řízené vzdušné systémy - vyplývá, na palubách těchto letounů nebývají piloti. Výjimku tvoří OPV, kde může a také nemusí být pilot. Případně může být na palubě a nemusí zasahovat do řízení. Oproti pilotovaným letounům, kde rozlišujeme dva režimy letu - vlastní pilotáž a režim autopilota (pokud je autopilotem letoun vybaven), je pilotáž UAV odlišná.

Rozlišujeme následující způsoby řízení UAV:

- manuální režim - přímo řízen obsluhou, letoun reaguje přímo na pokyny letového operátora (má dva odlišné způsoby - řízení může probíhat podle přímé viditelnosti letounu, nebo podle obrazu snímaného kamerou na letounu a promítanou na počítači, nebo pomocí speciálních brýlí s obrazovkami).
- poloautomatický režim - obsluha zadává v reálném čase prostřednictvím povelů (rádiem, hlasem, paprskem) otočné body - waypointy a určuje tedy trajektorii letu, letoun již sám realizuje vlastní řízení,
- automatický režim - podle předem naprogramované trajektorie do paměti letoun plně sám provádí řízení,
- řízení s využitím prvků umělé inteligence - letoun sám provádí rozhodnutí podle okamžité situace a informací, které získává pomocí senzorů z okolí.

Specifické manévry (obvykle nepoužívané u pilotovaných letadel):

- start z katapultu (parní katapult, raketový katapult, elektromagnetický katapult, plynový katapult, katapult svazkem gumových lan, vypouštění z volné ruky, vypouštění z lafetovaného nebo nelafetovaného vypouštěcího zařízení),
- přistání s padákovým systémem, zachycením do sítě nebo na lano,
- schopnost předcházet, případně řešit situace, kdy se letoun dostane do zvláštní polohy.

Bezpilotní letoun musí být, bez ohledu na způsob řízení, schopen reagovat na zvláštní polohy, do kterých se může dostat. Je to dáno nejen požadavky na zachování letounu, ale také s ohledem na požadavky zajištění bezpečnosti na zemi. Bezpilotní letoun, který ztratil schopnost řízeného letu, by se totiž mohl snadno stát nebezpečím nejen pro další letouny pohybující se ve vzdušném prostoru (segregovaném i nesegregovaném) i pro osoby a stavby

na povrchu země. Samozřejmě, čím je letoun větší a těžší, tím je riziko případných škod po havárii vyšší.



Obrázek 23 UAV TU-150 (autor)

U některých UAV je kombinováno několik konstrukčních a koncepčních přístupů současně. Základní letové manévry RPAS jsou uvedeny níže.

Start:

- standardní,
- zkrácený,
- kolmý.

Přistání:

- standardní,
- zkrácené (strmé),
- kolmé (svislé).

Let:

- letouny s křídlem (rozlišujeme pádovou rychlost, cestovní rychlost, maximální rychlost),
- letouny s rotujícím křídlem, vzducholodě apod., tedy se schopností vznášet se na místě, respektive letět pozpátku.

Rozlišujeme následující charakteristické hodnoty rychlostí:

- maximální rychlost zpětného letu,
- schopnost visu na místě, kdy dopředná rychlost $v = 0$ km/hod,

- cestovní rychlost,
- maximální rychlost dopředního letu (u současných RPAS asi 1 000 km/hod).

Základní letové a akrobatické prvky:

- zatáčky,
- stoupání,
- klesání,
- výkrut,
- zvrát,
- souvrat,
- překrut,
- vis (vznášení na místě),
- couvání (let pozpátku),
- kopírování terénu.

Rychlost se u letadel vyjadřuje v m/s, km/hod, m/hod, v knotech, s pomocí Machova čísla.

Pro bezpilotní letoun je důležité zajistit, aby se během pohybu ve vzdušném prostoru pohyboval v režimu tzv. letové obálky, tedy v režimu, kdy je schopen řízeného letu a kdy je let bezpečný. Letová obálka je definována výrobcem a lze ji většinou nalézt i v grafické podobě, z níž se dají vyčíst jednotlivé hodnoty předepsané pro daný typ a jejich vzájemné závislosti.

Za rizikový manévr lze u bezpilotních letounů stejně jako u pilotovaných skutečných považovat tzv. vývrtku. Jde o manévr, kdy letoun ztrácí výšku a rotuje kolem jedné, dvou nebo všech tří os. Potřebná bude tedy zejména prevence. Je nutno zajistit, aby se letoun do tohoto režimu ztráty kontroly nad řízením pokud možno vůbec nedostal. Toho lze dosáhnout kontrolováním vzdušné rychlosti, úhlu náběhu, režimu pohonu, dodržením omezení při zatáčení apod. Nicméně lze nalézt řadu situací, kdy ke ztrátě kontroly nad řízením, respektive trajektorií letu letounu může dojít. Zejména u malých UAV pohybujících se v blízkosti zemského povrchu může dojít k pádu do vývrtky po prudkém poryvu větru nebo po náhlé změně proudění vzduchu třeba v blízkosti velkých staveb, lesa apod. Systém řízení letu by měl umět UAV z tohoto režimu vyvést a letoun dostat opět do plně ovladatelného letu. Pokud ale nelze vývrtku vybrat, je možné ještě využít u některých typů UAV protivývrtkového padáku nebo záchranného padákového systému. Ten zajistí vystřelení záchranného padáku a letoun se snese definovanou rychlostí na zem. U některých RPAS je

dokonce přistání s pomocí padáku hlavním plánovaným způsobem přistání. U některých UAV ale záchranný padákový systém nelze využít, a pak je na zvážení, zda letoun vybavit autodestrukčním systémem, který zajistí zničení letounu ještě ve vzduchu. Na zemi tak dopadnou pouze menší trosky, u kterých již není vysoký předpoklad vzniku škod na majetku nebo na zdraví, či dokonce životech. Každá práce s náloží je ale potenciálně nebezpečná. Proto takové řešení nalezne využití zejména u špionážních UAV.

4.2.2 Zvláštní situace - ztráta signálu

U větších UAV letounů je to samozřejmost, u malých je to otázka úrovně použité techniky, aby letoun při ztrátě řídicího signálu (ze země nebo z jiného řídicího systému i umístěného například na palubě letounu) nebo ztráty signálu GPS dokázal na tuto situaci zareagovat. Možnosti jsou různé: udržovat polohu až do obnovení signálu či spotřebování energie, přistání v místě ztráty signálu, kroužení nad místem ztráty signálu, pokračování letu do předem definovaného místa, návrat na základnu apod. V případě úmyslného rušení řídicího signálu, či dokonce pokusu o převzetí kontroly nad UAV nepřítel při vojenské nebo bezpečnostní akci je důležité též technické, případně šifrové zabezpečení, aby k takové situaci nedošlo. V této souvislosti se často ve sdělovacích prostředcích zmiňují pokusy některých „protizápadních států“ převzít kontrolu nad UAV létajícími nad jejich územím. Tyto zprávy však nelze potvrdit z důvěryhodných zdrojů. Je znám pouze jeden případ amerického letounu Sentinel, který havaroval nad Iránem. Nicméně není přesně známo, zda se jednalo o poruchu, zda šlo o oběť hackerů, nebo zda byl sestřelen.

4.2.3 Ochrana před zjištěním polohy letounu, hrozícím útokem, rušením signálů

UAV podle způsobu využití by měl mít alespoň základní schopnost odolat útoku, tedy pokusu o jeho zničení nebo únos. Již relativně malá velikost, použití kompozitních materiálů, a tím nízký radarový odraz, do jisté míry zabezpečují, aby UAV nebylo snadné objevit a následně zničit. U velkých strojů lze uvažovat i o vlastní obraně využitím výmetnice klamných cílů, radiovým rušením naváděné rakety, nebo obranou vlastní raketou vzduch-vzduch, laserem apod. Tato oblast ale již leží mimo rozsah této práce.



Obrázek 24 UAV Sentinel (Jennings, 2014)

Kromě toho je zejména u malých vojenských UAV vhodné využít krycí nátěr, kamufláž, aby nebyl snadno rozpoznatelný. Případně lze použít takové materiály a chránit jeho důležité systémy natolik, aby se zvýšila jeho odolnost, například při odstřelování z ručních palných zbraní. To lze ale jen velice obtížně.

U ostatních - nevojenských typů je naopak snahou, aby byly UAV co nejzřetelněji vidět. Případají tedy do úvahy zábleskové majáky, poziční světla, reflexní barvy a výstražné nápisy. Problematika bezpečnosti UAV při závažném ohrožení se nazývá Fail-Safe.

4.2.4 Vnější omezení

Znamé překážky byly na základě studia dalších zdrojů a odborných pramenů v disertační práci doplněny dalšími konkrétními příklady a poznatky. Následně byla navržena i řešení těchto překážek.

Již nyní zřejmé a odborné veřejnosti známé překážky rozšíření RPAS:

- v rámci EU stále není přijat jednotný právní rámec v oblasti civilního letectví,
- nejsou definovány technické standardy osvědčení letové způsobilosti, nejsou vyvinuty dostatečně spolehlivé a účinné systémy zejména pro vyhýbání za letu - antikolizní systémy, standardy školení obsluh, parametry ovládacích prvků,
- není dostatek volných kmitočtů pro komunikaci s Řízením letového provozu (dále ŘLP), pro řízení - pilotování stroje a pro přenos dat,
- v rámci EU dosud neexistuje jednotná metodika nasazení,

- zákazníci často nevědí, co vše mohou po RPAS požadovat,
- není běžně dostupná metodika pro výběr vhodného typu RPAS.

4.2.5 Ekonomická omezení

Ekonomický pohled na RPAS je samozřejmě velice důležitý. Potenciální uživatel očekává právem, že mu vynaložené finanční prostředky přinesou očekávaný efekt. Pro oblast RPAS samozřejmě platí ekonomické zákonitosti jako pro jakékoli jiné výrobky. Zavedení do výroby, zavedení do provozu i vlastní provozování jsou specifické podnikatelské činnosti, které mají své náklady a své potenciální výnosy či zisky. Pro oblast profesionálního i soukromého využití RPAS platí pravidla poptávky, nabídky a uplatňuje se vliv trhu. Pro finančně náročnější projekty platí samozřejmě stejné zákonitosti jako pro jakýkoli jiný investiční projekt. Pro státní zakázky (HZZ, PČR, IZS) platí, že nasazení RPAS pro nekomerční účely nebude samo o sobě ziskové, ale přinese zprostředkovaně významné úspory na majetku, bude chránit zdraví a životy. Cílem by mělo být, aby nasazení RPAS z celospolečenského hlediska bylo také ziskové. To ale předpokládá racionální a efektivní postup při zavádění této techniky. Pro zjištění ekonomické efektivity v komerční sféře lze využít různé metody, jako jsou například vnitřní výnosové procento, metoda čisté současné hodnoty apod. Pro použití ve státní správě či armádě pak může ekonomická otázka ustupovat do pozadí, protože mohou být zohledněny různé další synergické nepeněžní efekty a dopady, obrana státu, ochrana obyvatelstva a jiné efekty. Samozřejmě, ale i v takovém případě musí být projekt někým financován (státní rozpočet, armádní rozpočet, rozpočet konkrétního ministerstva apod.). Omezení tedy v tomto případě vyplývá ze schopnosti přesvědčit odpovědnou instituci, ze schopnosti prokázat potřebnost RPAS a v neposlední řadě z existence či neexistence volných finančních zdrojů, které je třeba uvolnit.

Detailní zkoumání ekonomické efektivity (Jirava, 2012) nebylo v rámci disertační práce provedeno, protože je mimo hlavní cíl, kterým je vytvoření vhodného metodického přístupu k řešení použitelnosti. Nebylo to možné zejména z důvodu rozsahu. Tato disertační práce by se mohla stát východiskem pro další práce zabývající se ekonomickou efektivitou, bezpilotní logistikou, případně hodnocením investičních projektů v oblasti nasazení RPAS.

4.2.6 Omezení RPAS jako výrobku spotřební elektroniky

Z ekonomického pohledu lze na neprofesionální RPAS nahlížet také jako na specifický druh spotřební elektroniky, tedy spotřebního zboží. Disertační práce se zabývá profesionálním využitím a profesionálním nasazením, ale krátkou charakteristiku RPAS jako

zboží pro veřejné užití je vhodné také provést. Už proto, že počet UAV vyráběných (zejména asijskými továrnami) tvoří, alespoň podle počtu vyrobených kusů, významnou část všech používaných RPAS.

RPAS lze samozřejmě v širším významu považovat za zboží, a tedy lze předpokládat, že se s ním jako se zbožím dá pracovat. Přesto jde o natolik specifický druh zboží, že je vhodné se u tohoto pohledu zastavit. Důležité je to zejména proto, že v období rozvoje liberálního kapitalismu, růstu projevů globalizace, ale současně z hlediska zájmu udržet bezpečnost státu je na tuto oblast třeba nahlížet jako na vysoce specifickou a potenciálně nebezpečnou oblast.

RPAS je také zboží. Nejsou žádné důvody, aby tomu tak nebylo. Za spotřební zboží, u kterého můžeme hovořit o vlivu trhu, lze považovat zejména UAV využívaná jako předmět zájmu ve specifickém druhu volnočasových (hobby) aktivit - leteckém modelářství. Tyto výrobky až do určité vzletové hmotnosti nepodléhají ve většině zemí ani v České republice náročné certifikaci. Pro obsluhy neplatí žádná zásadní omezení a jejich výroba a provoz je tedy jen rámcově upraven právními normami. Těchto výrobků stále přibývá.

Lze předpokládat, že zejména u typů, které obsahují pokročilý systém podpory pilotáže, jako jsou polohové senzory, se jejich využívání bude stále rozšiřovat. Dříve byla pilotáž RC modelů letounů s pevným křídlem i modelů helikoptér vysoce náročná, a tak byl okruh uživatelů omezen. Nyní stačí volit směr, kterým se má UAV pohybovat (doleva, doprava, nahoru, dolů, dopředu, dozadu, případně otáčet se kolem osy). Moderní systémy umožňují dokonce pouze navolit navigační body, kterými má UAV proletět a letoun autonomně tuto dráhu proletí. Pokročilá elektronika pak již zabezpečí, aby při těchto manévrech nebylo dosaženo takové letové polohy, která by vedla ke ztrátě říditelnosti, či dokonce havárii. Roste počet finančně dostupných letounů, převážně na bázi quadcopterů. Zatímco se před několika lety výrobou malých modelů quadcopterů zabývali zejména zkušení letečtí modeláři, dnes není složité ani nákladné si takový hotový továrně vyráběný model koupit.

Na výstavě Model Hobby 2013 bylo prezentováno více než deset typů, které si mohli návštěvníci zakoupit. Ceny se pohybovaly od 1 500,- Kč až do úrovně 30 000,- Kč. Oblast propagace se zaměřuje zejména na reklamu v leteckých a modelářských časopisech a na internetu.



Obrázek 25 Zástupce malých UAV F-300 PHANTOM (autor)

Volně prodávané modely UAV se využívají nejen k volnočasovým aktivitám a účelům, ale mnohdy se s nimi experimentuje jako s nosiči výkonné fotografické techniky a videotechniky. V tomto případě hrozí překročení některých právních norem, zejména souvisejících s osobnostními právy. Ani malé a volně prodejné modely UAV nelze bez splnění dalších podmínek (certifikace, povolení, přezkoušená odbornost operátora, dodržování pravidel ÚCL) používat pro komerční účely. Kdo bez respektování výše uvedených pravidel využívá UAV ke komerčním účelům, porušuje zákon. Rizika narušení osobnostních práv jsou vysoká, ale nejsou jediná. Může dojít i ke zneužití RPAS pro účely získávání choulostivých nebo utajovaných dat i k průmyslové špionáži. Největším rizikem je zneužití těchto volně prodejných strojů pro trestnou činnost z oblasti terorismu. Tuto oblast nelze z důvodu veřejné dostupnosti této disertační práce blíže specifikovat, neboť by mohla být použita jako návod. Lze jen velice obecně uvést, že zde hrozí využití RPAS jako informačního prostředku nebo jako nosiče výbušného systému. Proto si armádní a bezpečnostní složky musí být těchto rizik vědomy a nespoléhat se, že pouze ony mají tyto systémy k dispozici.

Malé modely RPAS lze považovat spíše za druh spotřební elektroniky než za leteckou techniku. S rostoucí dokonalostí této techniky je ale na místě zabývat se nějakým druhem regulace nebo alespoň osvětou. Uplatňuje se zde reklama a konkurence roste, ceny zařízení klesají. V reklamě však dochází k excesům. Pro neznalé osoby například nabízejí: „možnost

sledovat sousedy“ nebo se pohybovat kolem cizích staveb a zakázaných prostorů. Taková reklama by měla být postihována a sankcionována.

Do budoucna lze předpokládat výrazně větší rozšíření RPAS i v amatérské oblasti.

Naopak RPAS s profesionálními charakteristikami nemají ambice stát se masovým prostředkem lidské zábavy či masového využití. Jejich pořízení i provoz jsou prozatím složité a nákladné. Proto například reklama v této oblasti nebude uváděná v masových médiích, ale spíše specifická. Bude se soustředit do odborných periodik, do odborných reklamních sdělení a na odborné konference, veletrhy a výstavy. V horizontu několika desítek let ale RPAS zasáhne podle některých zdrojů výrazně do života společnosti. Z oblasti informačních technologií se přesune centrum zájmu na dopravu osob a nákladů.

Provoz RPAS je regulován množstvím pravidel, která profesionální uživatelé ať již z armádní, bezpečnostní či soukromé sféry, dodržují. Jejich rozšíření tak není otázkou trhu, ale otázkou politickou, závislou na bezpečnostních prioritách. Prodej levných masivně rozšířených modelů UAV může znamenat určité riziko. Tato otázka by proto měla být v budoucnu řešena omezením prodeje osobám starším 18 let, případně evidencí prodeju (někteří odborníci již nyní takovou evidenci obhajují). Mohl by ale nastat velký administrativní, finančně náročný proces evidování, komplikovaný zejména případným dalším prodejem modelu a dokladováním, zda je stále používán. Přílišná regulace je nákladná a může přinášet neracionální postupy, omezovat polytechnickou výuku apod. Na druhé straně mohou vzrůst rizika v případě masivního rozšíření na neúnosnou míru. Zřejmě by tedy měly být evidovány stroje minimálně nad 2 kg vzletové hmotnosti.

4.2.7 Omezení bezpečnosti vyplývající z provozu letounu a pojištění

Specifickým rizikem při létání s UAV, ať již za profesionálním či amatérským volnočasovým účelem, je zejména srážka s jiným letounem (včetně pilotovaných), ale také pád UAV letounu a vzniklá následná škoda na majetku a na zdraví. Je to prostor pro pojišťovny, které většinou zatím tuto oblast systémově neřeší. Specifickou oblastí je také bezpečnost dat získaných při provozu RPAS. Tato oblast je ale zařazena do oblasti právní, zejména do oblasti chráněných lidských práv a ochrany osobních údajů.

4.2.8 Nejdůležitější legislativní omezení

Z celé řady odborných článků, mezinárodních smluv vyplývá, že legislativní a právní aspekty provozu RPAS jsou velice důležité. Provoz zasahuje do mnoha oblastí a může omezovat mnoho jiných subjektů. Je zřejmé, že právní hledisko je významným omezujícím faktorem.

Mezi legislativně upravené procedury patří například:

- certifikace výrobce,
- certifikace letounu,
- certifikace obsluhy,
- pravidla využití (létání).

Certifikace výrobce zatím nemá jednotnou podobu. Ve většině zemí platí podobné požadavky při konstrukci a výrobě jako u výrobců pilotovaných letadel, tedy požadavky na odbornost, na provozní bezpečnost, na sledování historie veškerých použitých součástí a systémů, na vedení výrobní a provozní dokumentace apod.

Není dořešená otázka jednotné evropské certifikace letounu (tedy úředně stanovená a provedená kontrola, zda letoun splňuje všechny předepsané parametry a podmínky) a jeho následné zaevidování (včetně vydání mezinárodně platné registrační značky). To se ukazuje jako jedna ze zásadních brzd rozvoje této techniky. Nejde ani tak o kapacitní možnosti určených úředních orgánů, jako spíš o mezinárodně (globálně) platnou dohodu, jaké technické parametry má UAV, respektive RPAS splňovat. Zatímco pro menší RPAS se daří legislativně jejich nasazení upravovat, u nejvyšších kategorií je to stále problém. S rostoucí velikostí RPAS a s rostoucími letovými parametry (dolet, dostup, vytrvalost, rychlost, vzletová hmotnost) jsou podmínky pro certifikaci náročnější. Je zřejmé, proč tomu tak je. Například u RPAS nejvyšších kategorií by pád takového letounu nebo srážka ve vzdušném prostoru s jiným letounem, mohly mít tragické následky. Národní úřady pro letectví evropských zemí spolupracují a v řádu několika let by měla vzniknout jednotná evropská legislativa pro tuto oblast.

Hlavní technická omezení, která se stávají překážkou pro certifikaci - schválení RPAS do provozu:

- schopnost předcházení kolize s jiným letounem - systémy TCAS,
- spolehlivost systémů letounu (návrh, konstrukce, pevnostní zkoušky, pohon apod.),
- spolehlivost řídicích systémů (bezpečnost přenosového kanálu, dosah signálu apod.),
- odolnost proti rušení řídicího kanálu,
- schopnost reakce letounu při ztrátě spojení (návrat na základnu, nouzové přistání apod.),
- letová obálka (výkony a parametry) umožňující bezpečné manévrování,
- schopnost předcházení poruchám a neletovým stavům, případně jejich účinné řešení.

Z těchto omezujících podmínek je nejdůležitější a současně pro řešení nejsložitější první bod, problematika zjištění kolem letících letounů, schopnost předvídat trajektorie jejich letů a následně schopnost vyhnout se kolizi. Přesto lze zmínit, že složitost těchto systémů se zvyšuje s rostoucím počtem letounů v kolizním kurzu a s kombinací přiblížení pilotovaných a bezpilotních letounů.

4.2.9 Občansko-právní omezení

Ve většině demokratických států platí nějaká forma ústavy a v ní bývají obvykle uvedena základní práva občanů. Chráněno bývá právo na soukromí, na ochranu osobních údajů, je chráněno duševní vlastnictví. To vše může být činností RPAS ohroženo. Proto je zde na místě ochrana, která bude muset být do právních systémů jednotlivých zemí signujících mezinárodní dokumenty upravující RPAS zahrnuta detailněji.

4.2.10 Bezpečnostní, průmyslově-technologické a rozvědné riziko

Do této kategorie patří zejména případy ztráty letounu, tedy ztráta technického či technologického tajemství (letoun, elektronika, tajné materiály, apod.) a dalších dat a technologií na palubě letounu. Kromě ztráty pilotovaného letounu nad cizím nepřátelským územím připadá do úvahy i ztráta UAV nebo celého RPAS, dále například možnost zločinného spolčení, průmyslové špionáže, terorismu, krádež techniky nebo dokumentace.

Ochrana osobních dat, duševního vlastnictví, průmyslových vzorů a patentů v souvislosti s RPAS představuje zejména bdělost, ostražitost a prevenci. Společnost si musí být vědoma rizik, které tato technika přináší a být na ně připravena. Je důležité si uvědomit, že pro RPAS není překážkou ani sebevyšší plot, že RPAS může operovat nad poměrně rozlehlou plochou a že má i jiné vlastnosti, které mu mohou pomoci překonat mnohé dosud vyhovující formy ochrany objektů a jiných prostor. RPAS může být zneužit mnoha různými způsoby a je tedy nutné s riziky počítat předem.

4.2.11 Některá další omezující kritéria

RPAS mají i řadu specifických omezujících kritérií a parametrů, s nimiž se musí při nasazení počítat. Patří mezi ně:

- vojenské hledisko a souhlas úřadů ministerstva obrany a podobných dalších institucí z důvodu utajování informací, know-how, zbraňová embarga či naopak podporovaný vývoz vojenské techniky,
- psychologické a sociálně-politické aspekty, zasahování do svobody jednotlivce je sociálně citlivě vnímaná oblast, pro kterou se vžil název „velký bratr“ jak o tom píše

elektronická média například EFF - Electronic Frontier Foundation (2014). Tento aspekt nasazení RPAS je v současnosti velice důležitý. Můžeme nalézt řadu příkladů, kdy je sice technika schopná daný úkol splnit, ale není ji možné nasadit, protože tomu brání sociální či politická situace. Jako příklad lze uvést odpor některých médií a části veřejnosti v SRN při kontrole železniční přepravy štěpných materiálů s pomocí RPAS,

- potencionální konflikt s právními normami. V některých případech může jít o zákonem zakázaný nebo omezený průlom do lidských práv a svobod (sledování), v některých případech může jít o souběh právních a morálních aspektů - použití techniky umožňující narušení intimity člověka (technika umožňující například na principu milivize sledovat intimní partie člověka). Patří sem samozřejmě i celá problematika archivování a bezpečnosti těchto dat. Je také nutno stanovit okruh osob, jež mají k těmto datům přístup. Je to preventivní opatření před zneužitím dat, například k vydírání nebo před předáním sdělovacím prostředkům.

4.3 Omezení daná specializacemi odborníků na RPAS

I oblast RPAS se začíná dělit podle specializace odborníků na oblast letectví a na řadu dalších oblastí. Není již prakticky možné, aby jeden odborník obsáhl celou problematiku RPAS.

Podle odborné ročenky RPAS (2013) vzniká relativně samostatná oblast managementu - „management RPAS“.

Současná doba je charakterizována rychlým vývojem vědy a techniky. Objevují se požadavky na řešení velkého počtu problémů, a to ve všech sférách života společnosti. Pokud má docházet k rozvoji společnosti, ekonomickému růstu, zvyšování bezpečnosti občanů, ochraně životního prostředí a dalším všeobecně a celospolečensky přijímaným požadavkům, je nutné efektivně využívat současné zdroje. U každé složité techniky je potřebné zajistit, aby mezi skupinami osob, které mohou potenciálně rozhodovat o jejím využití, byli zastoupeni kvalifikovaní odborníci. Odborníci nebo alespoň osoby orientované v problematice RPAS jsou potřební proto, aby byla zpracována jasná charakteristika požadovaného úkolu. Problém může nastat, pokud při použití RPAS pro sledování pohybu osob a vozidel při velké sportovní akci nedovedou instituce (policejní složky) definovat co vlastně, a s jakými parametry chtějí sledovat. Potom mohou zase osoby zajišťující technickou stránku věci, ale přitom neznalé policejní taktiky stěží zajistit požadované údaje a informace. Bezpilotních letounů a jejich způsobů využití je takové množství, že bez orientace v základních pojmech si tyto dvě skupiny osob těžko porozumí.

Protože situace v hospodářské oblasti i v oblasti letectví včetně RPAS je v České republice v některých oblastech odlišná od zahraničí, jsou velice důležitým zdrojem informací pro disertační práci expertní šetření u odborníků v České republice. Tyto subjekty představují vysoký odborný potenciál, který ale není postaven pouze na národní bázi. Tito odborníci se účastní mnoha zahraničních konferencí a velice úzce spolupracují se zahraničními firmami. Jsou proto zárukou relevantnosti poznatků a dat.

Dělení skupin leteckých specialistů uvedených v AUVSI podle RPAS (2013):

- Aerospace Medicine - letecká medicína,
- Air Law - letecké právo,
- Air Transport - letecká doprava,
- Avionics & Systems - přístrojová a systémová technika,
- Flight Simulation - simulace,
- General Aviation - všeobecné letectví,
- Historical - historie,
- Human Powered - pohon lidskou silou,
- Propulsion - pohon,
- Space - vesmír,
- UAS - bezpilotní (bezobslužné) letecké systémy,
- Woman in Aviation - ženy v letectví,
- Aircraft Maintenance Engineers - údržba letadel,
- Air Power - vzdušné síly, vojenské letectvo,
- Airworthiness a Maintenance - letová způsobilost a údržba,
- Flight Operations - letecké operace,
- Flight Test - testování,
- Greener by Design - návrhy vedoucí k šetrnějšímu přístupu k přírodě,
- Human Factors - lidský faktor,
- Management Studies - management,
- Rotorcraft - vrtulníky a vírníky,
- Structures & Materials - struktura a materiál,
- Weapon Systems & Technology - zbraňové systémy a technologie.

Pro výběr vhodného RPAS je jedním z determinujících faktorů u odborníků provádějících výběr znalost problematiky prakticky všech výše uvedených specializací. To je zejména u menších společností obtížně zajistitelné. Proto může využití standardizovaného

metodického postupu, představovat nástroj pro výběr vhodného RPAS, který může minimalizovat náklady na výběr, snížit riziko chyb a urychlit celý proces.

4.4 Omezení využití vědeckých metod, získávání dat a platnost závěrů

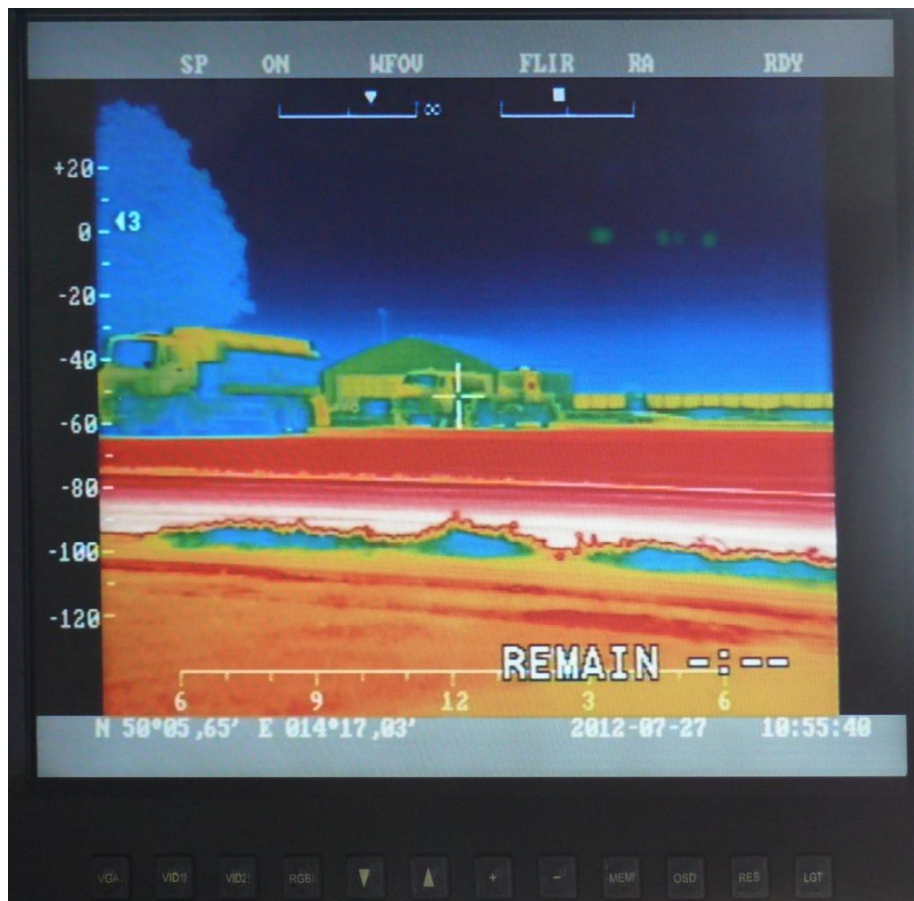
Je nutno připomenout, že i při shromažďování dat a tvorbě metodiky v této disertační práci se objevují limitující faktory. Asi nejdůležitějším omezením je skutečnost, že velká část informací podléhá utajení. Dalším omezujícím faktorem je skutečnost, že tato technika se teprve zavádí, a tak není ani dostatek praktických zkušeností, ani dostatek odborné literatury zabývající se praktickými aplikacemi, zejména z civilní oblasti.



Obrázek 26 Záznam z UAV (autor)

Hlavními způsoby získávání dat z UAV jsou v současnosti stále obrazový záznam ve člověku viditelném spektru (světlo) a obrazový záznam z infrakamer (v infračerveném spektru). Tato situace potrvá až do doby, než obrazový záznam nahradí multispektrální systémy. Tato zařízení existují již dnes, ale z důvodu vysoké ceny nejsou příliš rozšířena.

Mezi další perspektivní zařízení patří také radary se syntetickou aperturou schopné sledovat předměty na pozadí země.



Obrázek 27 Obraz nákladních vozidel ze zařízení FLIR v infračerveném spektru (autor)



Obrázek 28 Radar se syntetickou aperturou (autor)

4.5 Koncepce metodického přístupu - hlavní výstup disertační práce

Návrh metodiky výběru vhodného RPAS - hlavní výstup disertační práce sestává ze dvou strukturovaných částí:

- pořadí předepsaných bodů (činností I. - XX.) rozdělených do 5 fází,
- ke každé předepsané činnosti byly zpracovány pomocné metodické nástroje (tabulky a charakteristiky).

Koncepce využitelnosti - cíl a hlavní výstup disertační práce

Tabulka 2 Fáze vlastního metodického postupu

Hlavní fáze	Body koncepce	Charakteristika činnosti
Manažerské rozhodnutí	I.	Potřeba řešení úkolu, stanovení cíle
	II.	Rozhodnutí zvážit využití RPAS
	III.	Stanovení řízení projektu (odpovědnosti, termínů apod.)
Přípravná fáze	IV.	Sběr dat, dokumentování dat
	V.	Přesné definování použití a cílů
	VI.	Určení role
	VII.	Vyhodnocení alternativ
	VIII.	Rámcové stanovení kategorie RPAS
Fáze hodnocení aspektů	IX.	Ekonomický aspekt
	X.	Taktický aspekt
	XI.	Právní aspekt (pravidla, UAV, pilot, data)
	XII.	Technický aspekt
	XIII.	Bezpečnostní aspekt
Fáze vlastního výběru	XIV.	Výběr typu
	XV.	Výběr senzorů
	XVI.	Testování, zkušenosti, zpětná vazba
	XVII.	Rozhodnutí, uzavření smlouvy (dáno závaznými pravidly, zákony apod.)
Fáze nasazení	XVIII.	Praktické nasazení
	XIX.	Vyhodnocení efektivity a dalších ukazatelů (doporučena je úzká spolupráce s výrobcem a detailní stanovení ukazatelů)
	XX.	Zkušenosti, zpětná vazba, inovace, nová řešení

Zdroj: autor

Tabulka 3 Zobrazení postupu výběru pomocí Ganttova diagramu

Hlavní fáze	Body postupu	Doba trvání ve dnech	Doba od počátku ve dnech	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do	od-do
Manažerské rozhodnutí	Krok 1.	10	10													
	Krok 2.	10	20													
	Krok 3.	10	30													
Přípravná fáze	Krok 4.	60	90													
	Krok 5.	30	120													
	Krok 6.	10	130													
	Krok 7.	10	140													
	Krok 8.	10	150													
Fáze hodnocení aspektů	Krok 9.	30	180													
	Krok 10.	30	210													
	Krok 11.	30	240													
	Krok 12.	30	270													
	Krok 13.	30	300													
Fáze vlastního výběru	Krok 14.	60	360													
	Krok 15.	30	390													
	Krok 16.	30	420													
	Krok 17.	10	430													
Fáze nasazení	Krok 18.	60	490													
	Krok 19.	90	580													
	Krok 20.	30	610													

Zdroj: autor

Popis tabulky: jedná se o jednu z možných podob tabulky vycházející z Ganttových diagramů. Z takové tabulky vytvořené v Microsoft Excel nebo třeba ve specializovaném Microsoft Project apod., lze vyčíst závislosti zahájení a ukončení jednotlivých fází a jejich délky. Umožňuje sledování průběhu projektu. Je ale nutné dát pozor na rozdílnou náročnost jednotlivých fází. Jde o názornou pomůcku. V tomto konkrétním příkladě je celá „Fáze hodnocení aspektů“ například prováděna současně. To má za následek zkrácení lhůt.

4.5.1 Potřeba řešení úkolu, stanovení cíle (I. bod metodického postupu)

Prvotním a základním předpokladem úvah o využití - nasazení RPAS je objektivní existence úkolu (cíle), který potenciální uživatel RPAS potřebuje řešit. Tedy je nutno mít zakázku na nějakou užitečnou činnost. Není přitom podstatné, zda jde například o tvorbu ortomap, o spektrální analýzu s cílem zjistit anomálie v porostu zemědělské plodiny, dokumentace dopravní nehody, fotografování nemovitostí nebo ochranu důležitých osob Very Important Person (dále VIP). Pokud existuje nějaká činnost nebo úkol, pro jehož řešení by bylo možné využít RPAS, je důležité tuto činnost nebo úkol řádně promyslet a co nejpřesněji formulovat. To umožní v dalších krocích upřesnění stanoveného cíle (cílů), ke kterému má nasazení RPAS vést. V tomto I. bodě nemusí být stanovení cíle ještě zcela přesné, neboť je obvykle ještě málo informací. Metodou zpětného projektování - řízení dle cílů pak dále dojdeme k identifikaci kroků, jež musíme pro přesné určení cíle i vlastní dosažení cíle provést. Řízení dle cílů je účinná a moderní manažerská technika, v odborné literatuře je označována jako Managing by Objectives (dále MBO).

Při stanovení cílů dle MBO je možné jako metodickou pomůcku využít kontrolní otázky:

- co je potřeba řešit: co nejpřesnější definování úkolu, například sledování silničního provozu u výstaviště v době veletrhů; nástroj pro pátrací akce, který by částečně nahradil policejní vrtulník apod.,
- kdo je řešitel: subjekt, požadující splnění úkolu,
- kdy se řeší: jednorázově, co nejdříve, nebo třeba opakovaně každý rok v daném období,
- kde je potřeba řešit: místo (intravilán, extravilán), plocha území, rozsah, dislokace, operační vzdálenosti,
- jak se požadavek řeší: předpokládaný vhodný způsob řešení vzniklé situace, na základě objednávky,
- čím se řeší: vlastní činností, vlastními silami a prostředky, ve spolupráci s jinými subjekty; je zájem, možnost a snaha řešit situaci prostřednictvím RPAS,
- proč se řeší: je vůbec potřeba tuto věc řešit, existuje společenská poptávka, případně byl proveden průzkum trhu, ekonomické hledisko, jaká je racionalita úkolu, není úkol nevýznamný až bagatelní, perspektivnost.

Rizika: plynou zejména z malého rozhledu a malé informovanosti příslušných kompetentních orgánů a institucí.

Výstup: definice zadání úkolu, definice cílů, v čem spočívá potřeba řešit daný úkol, požadavek.



Obrázek 29 UAV Skylark slovenské armády (autor)

4.5.2 Rozhodnutí zvážit využití RPAS (II. bod metodického postupu)

Navazuje přímo na otázku z prvního bodu „čím“. V této fázi by bylo předčasné ihned definitivně rozhodnout o tom, zda se využije RPAS, či nikoli. Předčasné je to proto, že existuje poměrně vysoké riziko, že nebudou objektivně zváženy veškeré okolnosti - pro a proti takovému řešení. Správnost rozhodnutí determinuje budoucí úspěšnost celého projektu.

Toto rozhodnutí musí provést odborně kompetentní orgán s potřebnou rozhodovací pravomocí. Tedy informované a manažersky zdatné vedení instituce, útvaru, firmy apod.

Není vhodné v tomto bodě ihned definitivně rozhodnout, nebo dokonce vybrat konkrétní typ RPAS. Je zde velká pravděpodobnost chybného rozhodnutí, neboť neproběhly další kroky. Přesto takový postup nelze vyloučit. Takto se může rozhodovat za silného časového tlaku, za tlaku lobby nějakého výrobce či dodavatele (lobbistického či klientelistického ovlivnění výběru) nebo za podmínek silně autoritativního řízení. Oboje je samozřejmě špatně.

Kontrolní otázka: je racionální, efektivní a přínosné zabývat se řešením úkolu s využitím RPAS?

Rizika: v tomto bodu jsou rizika dvě. První je, že se z důvodu, neznalosti, módnosti či lobbingu rozhodne příliš rychle o výběru konkrétního typu, což ale nemusí být vhodným řešením. Druhé riziko je, že se příliš dlouho zvažuje, zda se zabývat možností využití RPAS

nebo nikoli. Zejména velké organizace v tomto směru nebývají dostatečně pružné. Příkladem dlouhých časových prostožů je zavádění RPAS do bezpečnostních sborů v ČR.

Výstup: rozhodnutí řešit úkol s využitím RPAS, mít promyšleny související otázky a mít k tomu podporu a prostředky.

4.5.3 Stanovení řízení projektu, odpovědnosti, termínů (III. bod metodického postupu)

Každý projekt nebo i složitější úkol, který má být úspěšně realizován, s sebou přináší nutnost stanovení základních parametrů. Tím se myslí časový plán, způsob a zdroje financování, otázku nákladů, personální složení týmu, stanovení pravomocí, kompetencí a odpovědností. Tedy předpokládá se, že kompetentní orgán, který ať již na základě vlastního názoru nebo na základě iniciativy někoho jiného rozhodl, že pro řešení stanoveného úkolu bude zváženo i nasazení RPAS, přijme i další rozhodnutí, v němž stanoví údaje potřebné k vyplnění následující tabulky.

V případě potřeby může jít o vytvoření pracovní skupiny, která bude provádět výběr i případnou realizaci nasazení RPAS.

Tabulka 4 Hlavní otázky pro zajištění projektu

Kdo řídí projekt, hlavní manager (osoba, pracovní skupina, pracoviště, útvar apod.)?
Osoby podílející se na projektu, kdo zodpovídá za jednotlivé oblasti projektu, do jaké míry, rozdělení úkolů (stanovení kompetencí)?
Jaké jsou předběžné předpokládané náklady a možnosti výběru (ekonomika projektu)?
Jaké jsou termíny (pro průběžné úkoly a pro finální hodnocení)?
Výběr vhodných nástrojů řízení a sledování projektu - Ganttovy diagramy apod.

Zdroj: autor

Splnění spočívá v určení uvedených odpovědností a termínů a v určení těch správných osob pro plnění dalších úkolů. Tedy osob, které jsou dostatečně odborně erudovány, dostatečně motivovány a mají schopnost systémového přístupu. Ideální je použít nějaký softwarový nástroj pro řízení projektů (Excel, Microsoft Project apod.).

Rizika: tkví v nezadání uvedených odpovědností a termínů a ve zvolení nevhodně disponovaných osob.

Výstup: co nejúplnější projektová dokumentace.

4.5.4 Sběr dat, dokumentování dat (IV. bod metodického postupu)

Osoby, které si vybral management firmy či útvaru (které byly uvedeny v předchozím bodě) si mohou přibrat k řešení úkolů experty, případně poradenskou firmu. V každém případě platí, že osoby podílející se na projektu RPAS musí mít dostatečnou odbornou erudici. Musí se orientovat v řadě oblastí. Je nutné, aby provedly co možná nejširší sběr dat, a získaly tak aktuální relevantní informace potřebné pro další zdárný a úspěšný proces výběru vhodného řešení a nasazení RPAS. Součástí sběru dat by mělo být i získání informací o procesech a postupech návrhu, výroby a užívání výrobku. Tedy o moderních normách, trendech a postupech.

V této fázi je nutné nejprve zjistit (abychom se vyhnuli redundantním činnostem, případně mohli zvýšit ekonomickou efektivitu využitím již existujícího know-how):

- zda vznáší obdobný požadavek (mají podobnou potřebu, úkol) i jiné instituce, orgány státní správy, podnikatelské subjekty,
- pokud je odpověď na minulý bod kladná, tak je nutno zjistit, jestli mají řešení a zda jej poskytnou,
- zda lze spolupracovat s jinými subjekty, je možný joint-venture, zda je možný transfer know-how, je možná jakákoliv forma spolupráce se subjekty, které jsou v řešení problematiky (možná) již dále.

V postupu následuje sběr dalších dat a údajů. Kromě znalostí technické a legislativní stránky leteckého provozu a provozu letadel se jedná o znalosti z oboru řízení kvality, jakosti, systémového přístupu k řešení úkolů a životních cyklů výrobku.

Získávané informace (a odbornost odpovědných pracovníků) mají zahrnovat zejména následující oblasti:

- specifika a technické parametry RPAS (rozdělení, vlastnosti, výkony),
- konstrukce letadel, technologie, nauka o materiálech,
- provozní spolehlivost,
- technické normy,
- elektronika,
- fyzika letu,
- letecká legislativa, dokumenty ICAO, dokumenty ÚCL, Chicagská úmluva,
- obecně platné i speciální letecké technické normy a ukazatele kvality a jakosti (ISO, TQM apod.).

Pokud nedisponuje subjekt plánující nasazení RPAS odborníky ve výše uvedených oblastech, měl by zajistit, aby do projektu byli tito odborníci přizváni zvenku. Protože disertační práce řeší především manažerskou stránku nasazení RPAS, jsou v dalším textu uvedeny zejména znalosti a oblasti, které mají souvislost s manažerskou stránkou zavádění RPAS.

Kontrolní otázky: jaký je podíl pracovníků s dostatečnou odbornou způsobilostí, byly získány veškeré potřebné materiály a informace nutné pro pokračování v projektu, jak řádně jsou získané údaje a zkušenosti zadokumentovány?

Složité systémy, kam RPAS patří, jsou z hlediska výroby uchopitelné stejně jako jakékoli jiná výroba. Aby byla letecká výroba kvalitní, aby se dostal zákazníkovi do rukou kvalitní, spolehlivý a bezpečný výrobek za odpovídající cenu, je nutné dodržení přísných pravidel. Tato pravidla v konstrukci, technologii, výrobě, prodeji, servisu jsou definována celou řadou norem a existuje celá řada metodických i manažerských nástrojů. Tyto nástroje pomáhají dosahovat vysokou kvalitu, jakost a slouží k efektivní výrobě.

Jakost včetně principů jejího hodnocení je upravena normami ISO. Konkrétně se jedná o ISO/IEC 9126-1 až 4. Doplnuje je řada norem ISO/IEC 250xx . Protože některé principy původních norem jsou již překonány, pracuje se na jejich zdokonalení. Další informace jsou uvedeny i v disertačních pracích, věnujících se například projektu *SQuaRE* (Příbrský, 2012).

Velký význam pro výrobce RPAS má mezinárodní norma ISO 9001 (Info-ISO, 2014), upravující systém managementu kvality.

Další charakteristiky a podcharakteristiky jakosti uvádí norma ISO/IEC 9126, která se objevuje mimo jiné i v diplomových pracích (Jaroměřská, 2010).

Tato norma má zásadní vliv na použitelnost nových technických řešení včetně RPAS, neboť řeší následující vlastnosti:

- funkčnost (Functionality),
- funkční přiměřenost (Suitability),
- přesnost (Accuracy),
- schopnost spolupráce (Interoperability),
- bezpečnost (Security),
- shoda ve funkčnosti (Functionality Compliance),
- bezporuchovost (Reliability),
- zralost (Maturity),
- odolnost vůči vadám (Fault Tolerance),

- schopnost zotavení (Recoverability),
- shoda v bezporuchovosti (Reliability Compliance),
- použitelnost (Usability),
- srozumitelnost (Understandability),
- naučitelnost (Learnability),
- provozovatelnost (Operability),
- atraktivnost (Attractiveness),
- shoda v použitelnosti (Usability Compliance),
- účinnost (Efficiency),
- časové chování (Time Behaviour),
- využití zdrojů (Resource Utilisation),
- shoda v účinnosti (Efficiency Compliance),
- udržovatelnost (Maintainability),
- analyzovatelnost (Analysability),
- měnitelnost (Changeability),
- stabilita (Stability),
- testovatelnost (Testability),
- shoda v udržovatelnosti (Maintainability Compliance),
- přenositelnost (Portability),
- přizpůsobitelnost (Adaptability),
- instalovatelnost (Installability),
- slučitelnost (Co-existence),
- nahraditelnost (Replaceability),
- shoda v přenositelnosti (Portability Compliance).

Sledování jakosti lze chápat jako projev snahy splnit požadavky zákazníka. Zákazník ale má kvantitativně i kvalitativně definovatelné požadavky. Ty můžeme chápat jako:

- souhrn požadovaných vlastností - výčet,
- význam, který přiřkládá jednotlivým vlastnostem - váhu.

Systémový přístup je nutností a trendem soudobé techniky. Podle některých autorů zabývajících se systémovým přístupem k inženýrským činnostem (Janiček, 2013), je třeba systémové pojetí chápat skutečně velice široce. Podle současného progresivního pohledu na inženýrství tvoří inženýrství společně s vědou a uměním triádu základních oblastí lidské činnosti. Moderní technika dnes umožňuje vytvořit různé technické výrobky. Nejde však pouze o to vyrobit nějaký výrobek, ale vyrobit jej tak, aby byl pokud možno vyráběn racionálně (to je bohužel někdy složité zajistit, neboť je zde celá řada protichůdných vlivů a požadavků), a aby byl v souladu s potřebami zákazníka. Systémový přístup k inženýrským činnostem je předpokladem racionálního postupu při jakékoliv technické činnosti a jeho opomíjení se může negativně projevit v dalších fázích projektu včetně vlastního užití produktu.

Sledování kvality je jedním ze způsobů zefektivnění výroby a zvýšení zisku. Systému sledování kvality procesu návrhu, výroby, prodeje nebo kvality vlastního technického výrobku je skutečně celá řada. Oblastí managementu, řízení procesů a sledování kvality, případně managementu kvality se zabývá již zmíněná řada norem ISO.

Institucionalizované ukazatele dnes existují v mezinárodním měřítku i v národních mutacích. Zabývají se kromě norem technických (přímo měřitelných) i rámci pro neměřitelné (nepřímo měřitelné) parametry jako je právě jakost, kvalita apod. Tyto normy je nutno dodržovat nejen z důvodu jejich obecné platnosti, ale také z důvodů kompatibility systémů mezi sebou.

Podnikové normy a standardy obvykle (Managementmania, 2013a) dělíme na:

- de-facto standardy,
- oborové standardy,
- národní standardy a normy (DIN, ČSN),
- mezinárodní standardy a normy (ISO).

Každý výrobek či služba prochází během svého života - od úmyslu výroby až po ukončení životnosti - určitým životním cyklem.

Nejčastěji užívaný model vymezuje pět fází života produktu (Managementmania, 2013b):

- vývojová fáze - produkt je vyvíjen, dosud není na trhu, existují pouze náklady (tj. zisk je záporný),
- zaváděcí fáze - produkt je uveden na trh, prodeje pomalu rostou, zisk je stále záporný,
- růstová fáze - zisk se dostává do kladných hodnot,
- fáze zralosti - prodeje nadále rostou, ale zisk začíná klesat (klesá cena),
- fáze úpadku - prodeje i zisk postupně klesají.

Rizika: nesystémovost, neefektivost, systémové chyby.

Výstup: relevantní informace pro rozhodování.

4.5.5 Přesné definování použití a cílů (V. bod metodického postupu)

Rozsáhlou metodickou podporu (nejširší ze všech bodů) si vyžaduje pátý bod přípravné fáze - definování použití. Tedy oblasti, u kterých je zájem je s RPAS technikou řešit. V tomto bodě by si již měl potenciaální zájemce o RPAS vybrat konkrétní cíle, konkrétní úkoly, které chce řešit. V odborné literatuře je mnoho různých tabulek s výčty činností, ve kterých lze RPAS využít. Žádná ale nepokrývá oblasti případného nasazení RPAS dostatečně detailně. Proto je v disertační práci navržen jako součást metodického přístupu nový vlastní systém kódů typových činností z 9 očekávaných hlavních oblastí nasazení RPAS.

Chicagská úmluva definující druhy leteckých prací pro pilotované letouny a obsahující rozsáhlý výčet leteckých prací se ukázala být nevhodnou pro RPAS právě pro její zaměření na pilotované letouny. Jiné dostatečně detailní třídění v odborné literatuře není k dispozici. Proto byly sestaveny jako podstatná část této disertační práce následující tabulky využití bezpilotních letounů a byly systemizovány kódy typových činností.

Kódy typových činností jsou obdobou části Chicagské úmluvy, která systemizuje pro oblast letectví druhy nasazení (využití) letounů. Dělí je do několika oblastí a přiděluje jim kódy.

Kódy typových činností byly v disertační práci rozděleny do 9 oblastí:

- armáda, navrženo celkem 35 typových činností,
- vnitřní bezpečnost, navrženo celkem 50 typových činností,
- doprava, navrženo celkem 30 typových činností,
- věda a výzkum, navrženo celkem 35 typových činností,
- katastrofy a havárie, navrženo celkem 30 typových činností,

- telekomunikace a hobby, navrženo celkem 20 typových činností,
- ochrana kritické infrastruktury, navrženo celkem 30 typových činností,
- ochrana životního prostředí, navrženo celkem 30 typových činností,
- hospodářství, navrženo celkem 30 typových činností.

Tento inovativní systém kódů (celkem 290 kódů) má pomoci nalézt přesnou identifikaci a formulaci požadovaného úkolu. Rovněž má pomoci ověřit, zda se podobnými činnostmi již někdo zabýval a v neposlední řadě má za cíl upozornit na další podobné úkoly, které lze za pomoci RPAS řešit.

Do tabulek nebyly zahrnuty všechny činnosti, o kterých se sice v souvislosti s RPAS hovoří či píše na internetových stránkách, ale reálnost a užitečnost se zdá být nízká či sporná. Je tedy nutné řešit i otázku reálnosti a užítku z takového použití. Patří sem například:

- záchrana osob pomocí promítání značek k opuštění nebezpečného místa,
- promítání reklamy na stěny budov apod.,
- nosiče reklam,
- nouzová náhrada osvětlení,
- promítání - náhrada projektoru v sále,
- čištění budov,
- rozvoz potravin,
- náhrada slunečníků,
- náhrada policejních psů - pachové sledování.

Při rozhodování o reálnosti dalších aplikací je nutné nejen prozkoumat co nejvíce písemných a internetových zdrojů, ale také se poradit s odborníky z daného oboru.

Při studiu odborné literatury je nutné kriticky posuzovat články, které se zabývají otázkami nasazení RPAS v daleké budoucnosti a pro které ještě není technika a technologie na potřebné výši.

Tabulka 5 Kódy typových činností ve vojenské oblasti - armáda

Kód	Typová činnost
A1	rozsáhlé sledování vlastního území
A2	rozsáhlé sledování nepřátelského území
A3	rozsáhlé sledování v podmínkách válečného konfliktu
A4	průzkum bojiště - taktický
A5	průzkum bojiště - strategický
A6	průzkumný podpůrný prostředek jednotlivce
A7	průzkumný podpůrný prostředek vozidla
A8	monitorování přiděleného sektoru
A9	vyhledávání jednotek, techniky, vozidel, zodolněných, nezodolněných cílů
A10	vyhledávání teroristických skupin, sledování pohybu a činnosti
A11	průzkum budov
A12	prostředek obrany jednotlivce a malých jednotek
A13	přenašeč bezdrátového spojení
A14	substituce biologické ochrany letišť
A15	kontrola vojenských objektů, letišť, ranvejí
A16	psychologický boj, vysílání, letáky
A17	mapování území, aktuální změny, údaje pro pohyb vojsk
A18	nosič bomb a náloží (výbušnin)
A19	nosič speciálních nákladů
A20	nosič raket střel vzduch-vzduch
A21	nosič raket (řízených i neřízených) vzduch-země
A22	měření radiace a chemický průzkum
A23	nosič zbraní využívajících usměrněné elektromagnetické energie
A24	sběr dat - záznamové zařízení při vojenských cvičeních
A25	stíhání a napadání vzdušných cílů
A26	rozvědná činnost
A27	kontrarozvědná činnost
A28	elektronický průzkum a boj, rušení, monitorování provozu
A29	doprava speciálního zařízení na místo určení
A30	nosič min a zařízení pro jejich umístování

Kód	Typová činnost
A31	vyhledávání min na souši a na vodě
A32	podpora dělostřelectva
A33	cvičný terč
A34	ostraha průzkumných a jiných (předsunutých) jednotek v noci
A35	zásobování předsunutých jednotek

Zdroj: autor

Tabulka 6 Kódy typových činností v oblasti - vnitřní bezpečnost

Kód	Typová činnost
B1	ochrana obyvatelstva při vyhlášení krizových stavů
B2	dohled nad veřejným pořádkem
B3	dohled nad státními hranicemi, migrační vlny
B4	dohled nad strategickými objekty, atomovými elektrárnami
B5	pozorování s cílem ochrany před teroristickými útoky
B6	zajištění bezpečnosti zasahujících policistů
B7	zajištění bezpečnosti zasahujících hasičů a záchranářů
B8	vyhledávání a sledování zájmových osob
B9	vyhledávání a sledování zájmových objektů
B10	nosič operativně pátrací techniky
B11	zařízení pro umístění stacionární operativně pátrací techniky
B12	vyhledávání pohřešovaných osob
B13	ochrana VIP
B14	dokumentace místa činu
B15	vyhledávání místa činu
B16	zajištění bezpečnosti velkých sportovních akcí
B17	zajištění bezpečnosti velkých kulturních a veřejných akcí
B18	prevence trestné činnosti
B19	dokumentace trestné činnosti
B20	průzkum a pátrání před policejními akcemi
B21	zákroky proti nebezpečným pachatelům
B22	rychlá reakce na tísňová volání
B23	rychlá reakce na signál z pultu centralizované ochrany
B24	ostraha věznic
B25	sledování věznic při nepokojích a mimořádných událostech
B26	výcvik policistů a pracovníků ostrah
B27	ochrana před rabováním na postižených územích
B28	násilné zastavení vozidla
B29	paralyzace nebezpečných osob
B30	nosič neletálních zbraní

Kód	Typová činnost
B31	nosič optického, laserového nebo chemického značkovače
B32	vyhledávání nelegálních pěstíren drog
B33	vyhledávání nelegálních výroben alkoholu
B34	dokumentace obchodu s drogami, zbraněmi, štěpnými materiály
B35	nosič mikrofonu, záznamového či jiného zvukového zařízení
B36	dokumentace akcí pod jednotným velením
B37	nosič zásahových výbušek, slzného plynu apod.
B38	podpora civilních zpravodajských služeb
B39	přenos signálu
B40	podpora pyrotechnických činností
B41	vyhledávání osob ohrožujících leteckou dopravu lasery
B42	odhalování odstřelovačů
B43	technický prostředek využitelný odstřelovači
B44	boj s piráty
B45	odhalování cizích RPAS
B46	likvidace nepřátelských RPAS
B47	zdroj světla při zásahu
B48	varování pomocí světelných signálů při dopravní nehodě
B49	mapování situace při zákroku SAR
B50	prostředek kontroly výkonu služby

Zdroj: autor

Tabulka 7 Kódy typových činností v oblasti - doprava

Kód	Typová činnost
D1	sledování hustoty provozu
D2	řízení dopravy a dopravní zpravodajství
D3	sledování stavu a sjízdnosti komunikací
D4	sledování stavu železničních tratí a vodních cest
D5	získávání dopravních informací a napojení na telematické aplikace
D6	organizace práce vozidel zimní údržby
D7	monitorování stavebně technického stavu dopravních staveb
D8	narušení komunikační sítě při záplavách a povodních
D9	zeměměřické práce pro výstavbu nových komunikací
D10	řízení dopravy při velkých kulturních, veřejných a sportovních akcích
D11	podpora při manévrování lodí v omezených prostorech
D12	obsazení parkovišť a napojení na telematické aplikace
D13	podpora při organizaci záchranných prací IZS
D14	dohled nad komunikacemi u státních hranic
D15	uvolňování provozu pro záchranná a zásahová vozidla, adaptace semaforů
D16	detekce znečištění ovzduší a smogových situací způsobených dopravou
D17	zásah v tunelu
D18	dohled celní správy nad dopravou zboží
D19	dodržování pravidel silničního provozu
D20	dokumentace dopravní nehody
D21	zásah při velké dopravní nehodě
D22	zásah při dopravní nehodě vozidla přepravujícího nebezpečné věci
D23	sledování pohybu vozidla přepravujícího nebezpečné věci
D24	monitoring dopravy nadrozměrných nákladů
D25	pátrání po vozidlech
D26	pronásledování vozidla
D27	monitorování pohybu a ochrana VIP
D28	spolupráce s horskou službou
D29	doprava nákladů - balíčků, pošty
D30	doprava osob

Zdroj: autor

Tabulka 8 Kódy typových činností v oblasti - věda a výzkum

Kód	Typová činnost
V1	meteorologický výzkum
V2	výzkum atmosféry
V3	klimatologický výzkum
V4	sledování globálních změn
V5	zkoumání smrští a tornád
V6	zkoumání bouří a bouřkových jevů v atmosféře
V7	sledování srážek
V8	sledování jiných hydrologických ukazatelů
V9	geologický průzkum
V10	tvorba map, ortografie
V11	aplikované zeměměřičství
V12	zemědělský výzkum - půda
V13	zemědělský výzkum - plodiny
V14	zemědělský výzkum - hnojení a pesticidy
V15	zemědělský výzkum - závlaha
V16	lesnictví - stav porostů
V17	archeologie - stav naleziště
V18	vulkanická a seismická činnost
V19	oceánografie
V20	zkoumání přílivových vln tsunami
V21	zkoumání sesuvů půdy
V22	zkoumání ledovců
V23	zkoumání arktických a antarktických oblastí
V24	zkoumání lavin
V25	zkoumání pouští
V26	zkoumání pralesů
V27	zkoumání dalších specifických biotopů
V28	sledování pohybů a počtů zvířat a ptáků
V29	sledování a ochrana zvěře v monokulturách
V30	sledování pohybů a počtů ryb a mořských živočichů

Kód	Typová činnost
V31	sledování hnízdišť
V32	sledování eroze povrchu
V33	měření světelného smogu
V34	měření přirozené radiace
V35	testování moderních technologií

Zdroj: autor

Tabulka 9 Kódy typových činností v oblasti - katastrofy a havárie

Kód	Typová činnost
H1	monitorování škod po zemětřesení
H2	monitorování škod po záplavách
H3	monitorování škod po přílivových vlnách tsunami
H4	větrné smrště a tornáda, písečné bouře
H5	poškození staveb a ohrožení osob sněhem a kroupami
H6	sesuvy půdy
H7	protržení hrází
H8	dlouhodobý monitoring zasaženého území
H9	vyhledávání postižených osob
H10	záchrana postižených osob
H11	rozsáhlé požáry
H12	katastrofy způsobené biologickými vlivy
H13	úniky chemických látek
H14	jaderná bezpečnost, prevence - monitoring - zásah
H15	poškození ropných plošin, tankerů, únik ropy
H16	poškození těžebních zařízení v mořích
H17	havárie v dolech a závalech
H18	havárie v čističkách odpadních vod, napadení vodních zdrojů
H19	poškození výškových staveb
H20	zemětřesení a jeho následky
H21	nadměrné sucho, nedostatek vodních zdrojů
H22	nedostatky v distribuci humanitární pomoci
H23	poškození budovy výbuchem
H24	šíření nákazy mezi obyvatelstvem
H25	dopad meteoritu
H26	havárie letadla
H27	havárie vlaku a rychlovlaku
H28	námořní katastrofy a havárie
H29	nasazení chemických zbraní proti civilním osobám
H30	nasazení biologických zbraní proti civilním osobám

Zdroj: autor

Tabulka 10 Kódy typových činností v oblasti - telekomunikace a hobby

Kód	Typová činnost
T1	přenášení telekomunikačních signálů
T2	přenášení radiových signálů
T3	přenášení televizních signálů
T4	měření síly signálu vysílačů
T5	dočasné krizové pokrytí území signálem
T6	substituce satelitní techniky
T7	využití pro přenášení širokopásmové komunikace
T8	pořizování záznamů pro zpravodajství
T9	pořizování záznamů pro sportovní přenosy
T10	pořizování záznamů pro dokumentární účely
T11	pořizování záznamů pro filmové a umělecké účely
T12	měření v oblasti telekomunikací
T13	umíst'ování stožárů a přenašečů
T14	rušení určených kmitočtů
T15	testování přenosových signálů UAV
T16	testování řídicích signálů UAV
T17	polytechnická zájmová příprava mládeže
T18	hobby fotografování
T19	hobby filmování
T20	modelářství, soutěže

Zdroj: autor

Tabulka 11 Kódy typových činností v oblasti - ochrana kritické infrastruktury

Kód	Typová činnost
K1	ochrana veřejné správy, státních institucí a fungování státu
K2	ochrana atomových elektráren
K3	ochrana elektráren
K4	kontrola stavu dálkových elektrických sítí
K5	kontrola stavu místních elektrických sítí
K6	kontrola stavu komunikačních a počítačových sítí
K7	kontrola stavu rozvodných stanic
K8	kontrola stavu plynovodů
K9	kontrola stavu ropovodů
K10	kontrola stavu produktovodů, lanovek, dopravníků
K11	přečerpávací stanice
K12	dispečinky
K13	potravinářské a zemědělské provozy
K14	zdravotnická pomoc
K15	doprava jaderného paliva
K16	nouzové služby
K17	kontrola teplovodů
K18	kontrola vodního hospodářství a vodovodů
K19	kontrola kanalizačních tras
K20	kontrola odpadních tras
K21	kontrola zásobáren strategických surovin
K22	kontrola zásobáren potravin
K23	sledování ztrát na elektrickém vedení
K24	stav komunikací s ohledem na zásobování obyvatelstva
K25	podpora krizového řízení v oblasti kritické infrastruktury
K26	podpora obnovy v případě výpadku elektrické energie (blackout)
K27	podpora obnovy v případě softwarového útoku
K28	kontrola stavu odpadového hospodářství, skládek a spaloven
K29	jiná ochrana ekonomických zájmů státu, finanční trh a měna
K30	ochrana evropské kritické infrastruktury

Zdroj: autor

Tabulka 12 Kódy typových činností v oblasti - ochrana životního prostředí

Kód	Typová činnost
P1	monitorování ovzduší
P2	monitorování smogové situace
P3	monitorování exhalací a emisí z průmyslových podniků
P4	monitorování a měření čistoty a kvality ovzduší
P5	monitorování vodních zdrojů, řek, rybníků, přehrad
P6	monitorování čistoty moří
P7	monitorování zdrojů pitné vody
P8	monitorování úniku chemických látek do vody
P9	monitorování úniku chemických látek do půdy
P10	monitorování skládek
P11	monitorování zakázaných skládek
P12	vyhledávání ropných polí a skvrn
P13	monitorování prašnosti a přítomnosti pevných látek v ovzduší
P14	sledování dodržování technologických postupů u staveb
P15	vyhledávání průmyslových znečišťovatelů
P16	vyhledávání zemědělských znečišťovatelů
P17	monitorování ekosystémů
P18	monitorování chráněných oblastí
P19	monitorování oblastí napadených biologickými škůdci
P20	technický prostředek pro ekologické aktivisty a organizace
P21	monitorování vlivu odpadů v mořích a oceánech
P22	monitorování čističek vod
P23	monitorování spalování neekologických paliv soukromými osobami
P24	monitorování vlivu elektráren na životní prostředí
P25	monitorování stavu oblastí s ekologickými zátěžemi
P26	odebírání vzorků z emisí z komínů
P27	monitorování změn v lesních porostech
P28	monitorování změn v tropických pralesích
P29	monitorování arktických oblastí, stav ledovců, vzestup hladiny moří
P30	monitorování vlivů rozšiřování pouští a vysychání vodních zdrojů

Zdroj: autor

Tabulka 13 Kódy typových činností v oblasti - hospodářství (ekonomika)

Kód	Typová činnost
E1	podpora projekční činnosti, projektování staveb
E2	stavebnictví a stavitelství
E3	3D mapování a modelování
E4	těžba nerostných surovin
E5	geodézie
E6	podpůrné informace pro zásobování
E7	trh s nemovitostmi
E8	monitoring těžby dřeva
E9	monitoring rybolovu
E10	monitoring stavu výškových staveb
E11	monitoring stavby výškových budov
E12	monitoring stavu komínů
E13	monitoring stavu chladírenských věží
E14	monitoring stavu větrných elektráren
E15	monitoring stavu slunečních elektráren
E16	vyhodnocování růstu průmyslových plodin
E17	vyhodnocování zralosti průmyslových plodin
E18	monitoring rychlosti sběru plodin
E19	monitoring pro potřeby stanovení závlah
E20	monitoring pro potřeby použití pesticidů, insekticidů, fungicidů apod.
E21	vyhodnocování stavu lesních porostů
E22	vyhodnocování těžby lesních porostů
E23	vyhodnocování dozrání a růstu lesních porostů
E24	vyhodnocování stavu plantáží a jiných monokultur
E25	podpora logistiky na překladištích
E26	podpora logistiky v přístavech
E27	hledání tras liniových staveb
E28	monitorování stavu památek
E29	podpora turismu - reklamní fotografování a filmování
E30	filmový průmysl

Zdroj: autor

System typových činností lze dále rozšiřovat a precizovat. Při další charakteristice je vhodné použití aktivních sloves a přesný detailní popis (včetně fyzikálních jednotek) požadované činnosti. Například: UAV sleduje ze vzdálenosti 2 000 m a výšky 500 až 1 000 m kolonu osobních vozidel VIP za každého počasí a v každé denní době do délky trasy 500 km a pozemní rychlosti do 250 km/hod. UAV sleduje VIP při pěším pohybu v intravilánu i extravilánu i v interiérech budov. V tomto případě je zřejmé, že pro potřeby zákazníka, který zajišťuje ochranu osob, budou nutné tři rozdílné RPAS. Jeden, který bude schopen sledovat kolonu vozidel - tedy bude mít odpovídající dolet (akční rádius a rychlost), druhý, který bude sledovat osobu při pěším pohybu na náměstí a v ulicích a bude schopen letu ve visu, a třetí, který prozkoumá interiér budovy.

Rizika: uživatel nesprávně definuje účel, pro který zvažuje nasazení RPAS, případně nevyužije nabízející se synergické vlivy z jiných oblastí.

Výstup: přesné stanovení kódů typových činností dle požadavků uživatele.

4.5.6 Určení role (VI. bod metodického postupu)

Při systematickém rozboru situací, kdy potenciální uživatel zvažuje, že využije RPAS byly zjištěny celkem 3 možné různé přístupy dané odlišnou charakteristikou uživatele.

Jedná se o tyto tři rozdílné skupiny potenciálních uživatelů:

- výrobce (letecké techniky), který plánuje vývoj, výrobu a prodej nového typu RPAS,
- uživatel z vojenské nebo bezpečnostní oblasti, tedy z oblastí financovaných většinou z veřejných zdrojů (rozpočtů ministerstev apod.),
- subjekt poptávající službu (plánuje nakoupit pouze službu např. fotografie nemovitosti a kterému nezáleží na tom, jakým způsobem a s využitím jaké techniky bude tato služba poskytnuta).

V případě, že výrobce letecké techniky plánuje vývoj, výrobu a prodej nového typu RPAS a uvažuje o uplatnění v této oblasti, měl by respektovat určitá pravidla. V první řadě přichází v úvahu provedení průzkumu trhu. Na základě kladného výsledku analýzy příležitosti uplatnění na trhu s RPAS se následně rozhoduje o upřednostnění, jaký typ a s jakými parametry začít vyrábět.

Z hlediska snížení případných rizik je nejlepším způsobem zajištění financování takového projektu nikoli úvěrem nebo z vlastních finančních zdrojů, ale získání financování budoucím zákazníkem. Dnes se takovýto postup realizuje u nákladných druhů techniky a technologických celků, letectví nevyjímaje. Například velcí výrobci dopravních letadel,

jako je americký Boeing nebo evropský Airbus, z důvodu značně vysokých nákladů nutných pro vývoj nového typu letounu, začnou tento letoun nabízet a prodávat ještě dřív, než je vyroben.

Za možného výrobce RPAS považujeme společnosti, firmy, podniky, které mají dostatečné know-how. Předpokládají se dostatečné zkušenosti s leteckou a elektrotechnickou výrobou, splnění odborných certifikátů, disponování dostatečnými lidskými a finančními zdroji. Výrobcem se může stát v podstatě jakýkoliv podnik zabývající se výrobou pilotované letecké techniky. Může ale jít i o nový subjekt, založený právě za účelem dodávek RPAS, nebo o podnik diversifikující výrobní program. Při záměru vyvinout, vyrábět a prodávat bezpilotní letoun je rovněž, jako u jakéhokoli jiného výrobku, důležité provést průzkum trhu. Tedy hledat potenciální zájemce o nabízený výrobek.

Pro zavádění nové techniky RPAS a uplatnění na trhu platí stejné zákonitosti, jako pro jiné výrobky. Výrobce by tedy měl respektovat při výrobě i prodeji marketingové teorie a strategie známé jako: Ansoffova matice, Bostonská matice, segmentace, targeting, positioning a další.

Shrneme-li tedy pravidla a vlivy pro vývoj, výrobu a prodej RPAS z pohledu principů zajišťování kvality, jakosti, marketingu a podobných ukazatelů, je pro úspěšnost na trhu nutné, aby výrobek mimo jiné:

- splňoval představy a požadavky zákazníka,
- splňoval závazné normy, pravidla, předpisy,
- řešil konkrétní úkol, prováděl konkrétní požadovanou činnost,
- byl společensky prospěšný,
- byl energeticky nenáročný,
- byl ekologický při výrobě, při používání, při likvidaci,
- byl v co největší míře recyklovatelný,
- měl vysokou jakost,
- byl přijatelně nákladný při pořízení i při provozu,
- při jeho zavádění byly respektovány zákonitosti trhu.

Průzkum trhu obecně je u techniky RPAS komplikován zejména tím, že:

- není všeobecná znalost této techniky,
- podstatná část této techniky stále podléhá utajení (vojenské aplikace),
- tato technika se překotně vyvíjí a poznatky tak velice rychle zastarávají.

Výrobce má především v úmyslu vytvářet výrobou a prodejem nové techniky zisk. Kromě průzkumu trhu by měl výrobce provést objektivní zhodnocení svých možností. Musí také zhodnotit, zda disponuje finančními prostředky a moderními vědeckými poznatky, které mu umožní získat výhodu na trhu. Musí splnit podmínky výroby (letecké předpisy, požadavky na bezpečnost, certifikace). Pokud chce být úspěšný, musí vyrobit po všech stránkách konkurenceschopný RPAS. Musí nalézt zákazníky, případně pro zákazníky doporučit využití této techniky. Ve většině případů, zejména u vyšších kategorií (HALE), bude zřejmě muset kooperovat nebo využít joint-venture na národní či globální bázi. Za ideální případ by šlo označit situaci, kdy se podaří nalézt zájemce ještě dříve, než se začne RPAS vyvíjet a sériově vyrábět a využít nějakou formu opce. Složité systémy vyšších kategorií RPAS vyžadují velké finanční zdroje. Nalezení zákazníka, který část platby provede ještě před zahájením výroby, výrazně zjednoduší výrobcům hledání finančních zdrojů. Při rozsáhlých mezinárodních obchodech připadají v úvahu i různé formy offsetových programů.

Nasazení této techniky v ozbrojených sborech obvykle začíná rozhodnutím, zda bude využit (zakoupen) nějaký existující typ, nebo zda bude podpořen vývoj a výroba speciálního typu. Měl by být především znám požadavek (potřeba), co by měl RPAS splňovat a pro jaký účel bude používán. Následně by mělo být realizováno zhodnocení této potřeby a porovnán případný užitek se ztrátami, pokud by tento prostředek nebyl využit.

Situaci zde komplikuje skutečnost, že u bezpečnostní či armádní složky se rozhoduje pouze v intencích - pořídit/nepořídit, ale otázka má přitom více aspektů. Zejména finanční aspekt může limitovat nasazení.

Je vhodné ve vojenských a bezpečnostních aplikacích zjistit přínos nasazení RPAS porovnáním tří situací:

- zamýšlený RPAS ani jiný alternativní způsob by nebyl vůbec využit (při zásahu nebude RPAS použit, tzn. nulová varianta),
- zamýšlený RPAS by byl využit (výhody a přínosy, případně negativa),
- požadovaný úkol by byl plněn jiným způsobem, jinou technikou; stejného či porovnatelného efektu by se dosáhlo využitím alternativních postupů (viz bod VII. - vyhodnocení alternativ).

Zejména u bezpečnostních složek lze jen velmi obtížně stanovit konkrétní finanční přínos nasazení této techniky. Proto takzvaná nulová varianta, tedy stav, kdy se RPAS vůbec nevyužije (nezakoupí) je řešení, které vždy bude podstatná část osob (pravděpodobně „rozpočtářů“, kteří nedokáží posoudit všechny souvislosti a synergické efekty) preferovat.

Na jedné straně tak budou stát úspory, které lze jednoznačně a snadno definovat. Odpovídají předpokládané ceně zařízení RPAS (zařízení se nezakoupí a neprovozuje). Na druhé straně bude ne vždy a ne všem jasný (finančně obtížně vyjádřitelný) užitek z nasazení RPAS. Proto je nutné vybavit osoby dostatečnými informacemi nejen o finančních otázkách nákupu a provozu, ale také o dalších možnostech této techniky. Přínosy často mohou být těžko kvantifikovatelné. Přesto lze i některé přímo těžko vyjádřitelné přínosy vyjádřit v peněžní hodnotě. Lze například vyjádřit hodnotu zachráněného života, doby léčení, úspor na jiných složkách IZS, zkrácení doby trvání zásahu a tedy mzdové náklady, dopravní náklady a režie.

Zde jsou uvedeny možné bonusy v nekomerčních případech - vnitřní bezpečnost:

- předcházení trestné činnosti, předcházení ztrátám spojeným s trestnou činností a následnou činností orgánů činných v trestním řízení, omezení nákladů spojených se znaleckými posudky apod.,
- prevence trestné činnosti,
- efektivní odhalování trestné činnosti,
- efektivní dokumentace trestné činnosti,
- záchrana života, zdraví a majetku,
- vyšší bezpečnost občanů,
- transfery technologií mezi civilními a ozbrojenými složkami,
- podpora vědy, výzkumu, vysokých škol,
- podpora výrobců,
- nižší počty nasazených policistů (členů ozbrojených sborů),
- efektivní boj s dobře organizovaným a technicky výborně vybaveným zločinem,
- náhrada investičně i provozně nákladné vrtulníkové techniky,
- rychlost zásahu,
- vysoká rychlost získávání informací pro velení bezpečnostním akcím.

Při rozhodování o zakoupení RPAS pro bezpečnostní složky je třeba:

- vyvarovat se vlivu neodborníků,
- ekonomické hledisko porovnat s nefinančními efekty,
- nerozhodovat pod tlakem dodavatele,
- řádně definovat budoucí nasazení.

Možnosti a přínosy využití RPAS pro armádní složky, vojenská oblast:

- náhrada jiné letecké techniky,
- zabránění ohrožení leteckých posádek,
- nižší ztráty na životech a na technice,
- možnost synergického efektu pro jiné oblasti (boj proti pirátství, terorismu apod.),
- transfery technologií,
- podpora vědy, výzkumu, vysokých škol,
- podpora výrobců,
- relativně nízké pořizovací a provozní náklady,
- možnost synergie s jinými průzkumnými a bojovými jednotkami,
- značná vytrvalost (doba pobytu ve vzduchu),
- možnost rozšíření z pozorovacích, průzkumných a špionážních misí na bojové,
- možnosti neobvykle široké palety možných UAV (mikro až HALE),
- vysoká rychlost získávání informací pro velení a štáby operací.

Zájemcem o služby RPAS může být i soukromá firma. Příkladem může být správce (vlastník), který má zájem na sledování stavu energetických sítí či produktovodů.

Jiným příkladem může být správce železniční tratě, atomová elektrárna provádějící měření či kontroly stavu technologie a technologických zařízení apod.

V těchto případech je na místě řešit otázku, zda je výhodnější:

- službu jednorázově objednat,
- pronajmout RPAS na určité období (operativní leasing apod.),
- zakoupit vlastní RPAS.

Odpověď na tuto otázku není ani snadná, ani jednoznačná. Při rozhodování budou hrát roli zejména tyto představy budoucího uživatele:

- rozsah činností,
- počet potřebných RPAS (UAV),
- možnost najmout si dodavatelskou firmu,
- možnosti spolupracovat či podílet se na činnosti s jinou firmou,
- kalkulace - porovnání ekonomiky provozu s vlastním zařízením a s najatou firmou,
- předpokládaná doba nasazení,
- účel, pro který budou data získávána,
- možnosti dalšího využití v případě pořízení této techniky.

Rizika: nedostatečná reflexe rozdílných podmínek u tří skupin zájemců o RPAS.

Výstup: formulování konkrétních podmínek, vlastností, možností zájemce, závislých na tom, do které skupiny subjekt zvažující využití RPAS technologie patří.

4.5.7 Vyhodnocení alternativ (VII. bod metodického postupu)

O tom, zda bude pro požadovaný úkol využito UAV rozhodují řídící pracovníci soukromých společností, bezpečnosti, armády, vědeckých ústavů apod. Obvykle tak činí na základě informací a zkušeností získaných v minulosti. Ač je oblast RPAS velice perspektivní, je nutné si uvědomit, že obvykle existují i jiné alternativní možnosti, jak požadovaný úkol splnit. Po provedených šesti bodech lze konstatovat, že by již měl být k dispozici dostatek informací o zamýšleném cíli a o souvisejících problémech. Technika se rozvíjí velice rychle a obvykle nabízí i celou řadu jiných způsobů, jak cíl splnit. Může se ukázat, že není vhodné řešit požadovaný úkol s využitím RPAS. V předchozích šesti bodech se také mohly objevit zásadní neřešitelné problémy a překážky. Ale i pokud se ani do této fáze neukáže žádný zásadní problém, je vhodné prozkoumat, zda k požadovanému cíli nevede také jiná cesta. Zda neexistuje jiné technické řešení. Pokud se opomene možnost zhodnotit alternativní postupy, respektive pokud se alternativní postupy nebudou akceptovat, může dojít k neefektivnímu vynaložení finančních prostředků.

Proto je vhodné, aby se při návrhu využití RPAS zvažovaly i jiné alternativní způsoby řešení požadovaného úkolu. V disertační práci bylo vybráno 14 typických alternativních způsobů řešení. Jsou to různorodá řešení, která mohou být jak snazší, tak obtížnější než využití RPAS, ekonomicky více nebo méně nákladné.

Alternativní způsoby řešení, která mají řadu rozdílných charakteristik, omezení, ale i synergických efektů:

- stacionární čidlo (pohybu, otřesů, teploty),
- stacionární kamerový systém,
- přenosný kamerový systém,
- mobilní, automobilní a výsuvné kamerové systémy,
- upoutaná sonda,
- heliostat,
- letoun kategorie UL,
- sportovní letoun lehké kategorie,
- specializovaný letoun,
- vojenský průzkumný letoun,
- volitelně pilotovaný letoun,

- vrtulník,
- vírník,
- satelitní technika.

Celá řada činností, potenciálně vhodných pro nasazení RPAS, ale může být řešena s pomocí jiných technických prostředků.

Rizika: neprovedené nebo nepřesně provedené vyhodnocení alternativních řešení požadovaného úkolu, nenalezení vhodnější alternativy.

Výstup: potvrzení vhodnosti (správnosti) pokračovat v řešení s využitím RPAS nebo přijetí rozhodnutí pokračovat v řešení úkolu, ale s využitím jiného způsobu. Možné je i rozdělení a následné simultánní řešení. Jedno řešení může být s využitím RPAS a druhé s využitím jiného alternativního technického prostředku s tím, že se v dalších krocích rozhodne, které řešení je vhodnější.



Obrázek 30 Upoutaná sonda Hovermast (Sky Sapience, 2012)



Obrázek 31 Letoun Diamond se stabilizovanou senzorovou hlaví (autor)

4.5.8 Rámcové stanovení kategorie RPAS (VIII. bod metodického postupu)

Pro výběr vhodného RPAS je třeba v první řadě určit kategorii UAV a následně vybírat konkrétní typ. To potom s využitím tabulky typových činností a jejich dalším upřesňováním umožní provést metodický a systematický výběr. Hlavním a základním dělením jsou kategorie hmotnostní a kategorie všeobecně uznávané (MALE, HALE apod.). Skutečností je, že pro řadu osob, které mohou spolupracovat na projektu, je složité rozlišit mezi jednotlivými kategoriemi RPAS. Pro osoby neznalé detailně problematiky v rámci bodu VIII. jsou uvedeny příklady charakteristických typů RPAS. Jsou zastoupeny typy od nejmenších až po největší. Jsou zastoupeny jak letouny s pevným křídlem, tak s křídlem rotujícím i letoun lehčí než vzduch.

Pro lepší orientaci osob podílejících se na rozhodování o nasazení RPAS je vhodné rámcové představení typických UAV. Následuje 10 různých typických představitelů RPAS:

- Black Hornet je zařazen v armádě Velké Británie, možnosti pro operativní práci; obrázek 32,
- Qube je užíván v USA v policejních oddílech; má potenciál být využíván i u PČR, obrázek 12,
- Md4-1000 je užíván ve Spolkové republice Německo, je nabízen pro složky IZS ČR; obrázek 11,
- Raven je úspěšně užíván dlouhodobě v AČR, zejména v zahraničních misích; obrázek 10,
- Scan Eagle je jeden z nejrozšířenějších typů na světě, existují vojenské i civilní aplikace, je perspektivní z hlediska užití AČR a jiných státních institucí ČR; obrázek 18,
- Sokol je plně český perspektivní typ - viz případová studie; obrázek 16,
- Schiebel je rakouský víceúčelový UAV vrtulník klasické koncepce, testovaný mimo jiné pro ochranu hranic; obrázek 17,
- upoutaný balón (vzducholod') - v ČR je nabízena řada služeb, zejména v komerční sféře; obrázek 33,

- Hermes je úspěšný typ armádní konstrukce; obrázek 4,
- Euro Hawk je zástupce nejvyšší kategorie HALE, odvozené od UAV Global Hawk, viz zařazená případová studie; obrázek 67.

Zejména pro osoby, které se mají na projektu zavádění RPAS podílet a přitom se v problematice RPAS příliš neorientují je důležité, seznámit se s co nejširším spektrem typů. Potom získají představu o možném využití této techniky. Pro příklad je v disertační práci uveden typ mini UAV Black Hornet (Fiddian, 2013) a upoutaný balon - heliostat.



Obrázek 32 Black Hornet PD-100 PRS (SCOOP.IT!, 2011)



Obrázek 33 Upoutaná vzducholod' s kamerovým systémem (autor)

Rizika: nevhodně zvolená kategorie RPAS.

Výstup: výběr vhodné kategorie RPAS a etalonu kategorie, která vyhovuje zadání.

4.5.9 Ekonomický aspekt (IX. bod metodického postupu)

Prvním z hodnocených aspektů nasazení RPAS je ekonomický aspekt. Ekonomika a finanční zdroje jsou jedním z hlavních determinantů rozvoje technicky náročných a nákladných projektů, mezi které patří i zavádění RPAS.

Správně vyřešit ekonomický aspekt znamená objektivně zhodnotit ekonomické možnosti uživatele a stanovit předpokládanou efektivitu a rentabilitu nasazení RPAS. Lze provést porovnání s vrtulníkovou technikou, porovnání různých RPAS mezi sebou, porovnání s jinými technickými prostředky, například městskými kamerovými systémy, přenosnými kamerovými systémy. Lze porovnat efektivitu prováděných činností při nasazení RPAS a bez něj, tedy s nulovou variantou. V této fázi je možné využít některý z nástrojů pro hodnocení ekonomické rentability investičních projektů. Lze využít některou ze simulačních metod, zvážit ale také případné využití opcí apod.

V oblasti stanovení nákladů je nutno vzít v úvahu, o jakou formu alokace zdrojů se jedná. Tedy zda jde o nákup, leasing, úvěr, nebo jinou formu financování (Samuelson, 1995). Je vždy na zvážení, kterou formu financování zvolit.

Základní ekonomické ukazatele, kontrolní otázky:

- výše zdrojů, jaké lze na předpokládaný projekt - účel vynaložit,
- rentabilitu projektu - porovnání nákladů a zisků,
- možnosti spolupráce, joint-venture, spojení různých zdrojů financování,
- předpokládané náklady na následné pořízení a provoz této techniky,
- z jakého zdroje budou náklady kryty,
- udržitelnost projektu - porovnání plánovaných zdrojů a očekávaných nákladů na provoz RPAS, včetně údržby a oprav v delším časovém horizontu.

Rizika: chybně stanovené finanční zdroje pro nákup a užívání RPAS.

Výstup: detailní a kompletní vyřešení otázky financování (finanční možnosti, výše nákladů, plátce - investor, způsob plateb, případné opce, případné úvěry a další ekonomické souvislosti).

4.5.10 Taktický aspekt (X. bod metodického postupu)

Vlastní nasazení RPAS vyžaduje, aby byly plněny požadavky, které si daný úkol či činnost vyžadují. Je to například schopnost vzlétnout či přistát v omezeném prostoru,

schopnost dosáhnout požadované letové vytrvalosti, požadavky na kvalitu záznamu a celá dlouhá řada dalších možných požadavků.

V případě úkolů v oblasti vnitřní bezpečnosti i armády má nasazení RPAS také rozměr taktický-operační. Pilot UAV musí být schopen s letounem nejen létat, ale zejména plnit další požadované úkoly, například sledovat určenou osobu a pořídit použitelný záznam. Taktická (praktická, aplikační) stránka je velice důležitá, současně je v odborné literatuře málo propracována, a je tedy opomíjena.

Taktický aspekt musí obsahovat definici konkrétního cíle, jehož má nasazení RPAS dosáhnout (sledování, hlídkování, získání prokazatelného materiálu) a všech podmínek, které je pro dosažení předpokládaného cíle nutné splnit.

Dále musí obsahovat minimálně tyto parametry nasazení:

- způsob přiblížení k místu plnění úkolu, místu zájmu,
- letové parametry, rychlost a výšku letu,
- dobu letu na místo,
- nároky na letovou vytrvalost nad místem zájmu,
- způsoby vyhýbání s jinými prostředky a pozemními překážkami,
- návrat na místo startu,
- způsob a nároky na přistání.

Musí také řešit konkrétní spolupráci s velitelem zásahu či velením, případně stanovit centrum, kam, jak a kdy je nutné požadované a získané informace směřovat.

Při praktickém nasazení RPAS se musí zohlednit odborná způsobilost a úroveň připravenosti pilotů, operátorů, letovodů a obsluh, letová omezení, antikolizní opatření a řada dalších konkrétních parametrů a omezení (denní doba, aktuální počasí aj.). Připravenost pilotů, operátorů má dvě části - vlastní řízení letu a taktický aspekt. Ne vždy se tyto dvě části překrývají, a tedy obě vyžadují výcvik pro připravenost obsluhy. Jeden úkol je například navedení UAV do zájmové oblasti, druhý je získání požadovaných dat při policejní operaci.

Mezi důležité vlastnosti, které je třeba mít na zřeteli při plánování nasazení určitého RPAS, je skutečnost, že je nutný nejen vlastní technický prostředek, ale rovněž i obsluha - personál schopný provést vlastní požadovanou činnost. Potřebná schopnost zajištění nasazení UAV může sestávat z dopravy RPAS na potřebné místo (po zemi, vodě nebo vlastním letem UAV), z montáže, procesu startu i vlastního letu. Důležitá je schopnost nalézt požadované místo či objekt, schopnost pilotáže i v nepříznivých podmínkách, schopnost operace provádění sběru dat - s využitím senzorové techniky, bezpečný návrat

a přistání, případně příprava na další let. Jednoduchá nebývá ani údržba, opravy apod. Schopnost takticky správně provedené požadované operace je nutnou podmínkou použitelnosti. Nasazení sebevýkonnějšího a technicky pokročilého letounu bez kvalitní obsluhy a bez kvalitní metodiky (pátrací akce, vojenské akce, pronásledování, skrytého sledování apod.) může vést nejen k nesplnění úkolu, ale k selhání, k havárii i k ohrožení bezpečnosti.

Rizika: podcenění významu taktického aspektu. Nezpracování taktické metodiky, návodu - příručky.

Výstup: obsluhy budou zvládat nejen vlastní ovládání letounu a úkony spojené s provozem, ale také správné taktické a operační postupy.

4.5.11 Právní aspekt (XI. bod metodického postupu)

Legislativní (tvorba předpisů) - právní (určuje vztahy, odpovědnosti, realizuje legislativu) aspekty jsou velice důležité a je současně velice široké a složité. V dalším textu jsou tyto aspekty považovány za jednu oblast - aspekt.

Právní aspekt má úzkou souvislost s technickým i dalšími aspekty. Tato oblast nyní zažívá velmi vysokou dynamiku - jsou vydávány závazné legislativní akty. Evropská komise podporuje zavádění RPAS do civilní praxe.

První legislativní oblastí jsou právní předpisy a pravidla pohybu ve vzdušném prostoru. Dále pravidla pro pohyb po zemi - letišti, například zahřívání motorů, pojíždění apod. Je nutno stanovit, jak mají UAV startovat a přistávat, jak se mají pohybovat v segregovaném či nesegregovaném vzdušném prostoru, v letových koridorech, jak mají komunikovat s ostatními letouny, respektive s řízením letového provozu apod.

Vzdušný prostor je rozdělen na třídy a typy. Pro běžné použití RPAS jsou důležité zejména třídy: D, E a G. Toto rozdělení je odvozeno od výšky nad zemským povrchem a má své přesné definované vlastnosti. Typy obsahují následující oblasti: zakázaný prostor, nebezpečný prostor, omezený prostor, dočasně rezervovaný prostor, dočasně vyhrazený prostor, řízený okresek letiště a letištní provozní zóna.

Druhá oblast řeší právní zakotvení odborné přípravy pilotů, operátorů, letovodů a obsluh včetně jejich licencí.

Třetí velkou oblastí v legislativním rámci je legislativní úprava technických parametrů RPAS. Tedy jaké prostředky se smějí využívat a jakou mohou mít hmotnost. Jaké je jejich rozdělení do kategorií, podmínky jejich stavby, podmínky certifikace, podmínky provozu.

Čtvrtou legislativní oblastí je vymezení oprávnění k používání získaných dat. Patří sem ochrana záznamů a osobních údajů před zneužitím, pravidla archivace záznamů, využitelnost v trestním či přestupkovém řízení, odpovědnost za škody. Základní princip je, že technika má sloužit k demokratickým a právně definovaným cílům, jako je ochrana života, zdraví, majetku a zákonnosti.

Kontrolní otázky:

- odpovídá zamýšlený RPAS legislativě pro nasazení a pro pohyb ve vzdušném prostoru,
- splňuje veškeré ostatní parametry, normy, standardy, certifikáty,
- je řešeno riziko kolize TCAS (srážka, pád, ztráta),
- je v souladu s právním řádem dané země,
- je řešena odpovědnost (pojištění),
- jedná se o nějaký stupeň utajení.

Rizika: navrhovaný RPAS bude v kolizi s nějakými stávajícími (připravovanými) normami a nebude v silách uživatele tuto kolizi řešit.

Výstup: soulad mezi legislativními podmínkami a charakteristikami navrhovaného RPAS.

4.5.12 Technický aspekt (XII. bod metodického postupu)

Lze konstatovat, že v technickém aspektu je oblast RPAS nejdále, a kdyby nebyly problémy a překážky v dalších oblastech, již v současnosti by mohlo být využívání RPAS výrazně četnější. Již nyní mají RPAS takovou technickou úroveň, že by jejich využití mohlo být podstatně širší, než jaké ve skutečnosti je. Mohlo by přinášet efekty a užitek v mnoha oblastech. Technický aspekt zahrnuje architekturu celého systému a veškeré použité technické prostředky, konstrukci letounu a prvky řízení letu, pohonný systém, řídicí jednotku, antikolizní vybavení, radiokomunikační systémy, přijímač, vysílač, antény apod.

Do technického aspektu patří také přenosové systémy pro čtveřici signálů:

- radiokomunikace (hlasová, datová - případně odpovídač, informace pro řízení letového provozu),
- komunikace s operátorem - vlastní řízení a povely týkající se letu, případně ovládání senzorů - otočné hlavice apod.,
- kanál pro přenos dat,
- příjem GPS signálu.

Technický aspekt zahrnuje také čidla a přístroje (nejčastější příklady):

- rychloměr (Pittotova trubice),
- akcelerometr,
- magnetometr,
- tlakoměr,
- výškoměr.

Technický aspekt zahrnuje také problematiku systému řízení a ovládání. Dále zahrnuje parametry pozemního vybavení, typ startovacího a přistávacího zařízení.

Elektronická a výpočetní část může obsahovat i perspektivní systémy umělé inteligence, kooperativní systémovou robotiku pro řízení letu včetně spolupráce jednotlivých systémů bezpilotního letounu a počítačové systémy obrazové zpětné vazby využitelné zejména při autonomním režimu sledování konkrétního cíle, například jedoucího automobilu.

Kontrolní otázka: jsou přesně definovány technické parametry a jsou v souladu s požadavky na RPAS?

Rizika: jako kritický bod technického aspektu lze označit zejména úroveň (spolehlivost, kompatibilitu) systému pro vyhýbání za letu. Nejde však pouze o to jak navrhnout, vyrobit a certifikovat široce použitelný a univerzálně kompatibilní TCAS. Pro řešení tohoto problému je nutné přijmout na mezinárodní úrovni takovou legislativní úpravu a takové technické normy, na jejichž základě se začne používat odpovídající technika, která umožní bezpečný provoz.

Výstup: RPAS splňuje po technické stránce veškeré požadavky.

4.5.13 Bezpečnostní aspekt (XIII. bod metodického postupu)

Bezpečnost musí tvořit základní princip jakéhokoliv profesionálního nasazení RPAS při jeho pohybu ve vzdušném prostoru. Principem bezpečnosti je vyhnout se kolizi ve vzdušném prostupu a zabránění neřízenému pádu na zem, zejména do obydlených oblastí. Při nezvládnutí bezpečnostního hlediska může dojít k ohrožení bezpečnosti kolizí s jiným letounem, při pádu prostředku na zem, stavby apod.

Druhým principem bezpečnostního aspektu je ochrana před protiprávními činy a zneužitím dat, případně zneužitím samotného RPAS. Příkladem nutnosti dodržet bezpečnost může být ztráta amerického špionážního RPAS Sentinel. V tomto případě bylo jedním problémem ohrožení osob na zemi pádem UAV. Druhým nečekaným problémem bylo pro americkou stranu (protože nefungoval autodestrukční systém) získání moderní technologie a dat z paluby letounu, cizím státem.

Rizika:

- riziko vzniklé provozem,
- riziko vzniklé srážkou, havárií a obdobným stavem,
- riziko ztráty či zneužití technologie a dat,
- rizika z pádu.

Výstup: RPAS splňuje bezpečnostní požadavky a standardy.

4.5.14 Výběr typu (XIV. bod metodického postupu)

Odhad počtu dnes vyráběných typů RPAS se pohybuje kolem dvou tisíc (stav v roce 2014). Ročenka AUVSI uvádí 1 708 různých typů RPAS, z toho 566 typů vyrobených v Evropě, které byly vyrobeny 471 výrobci, z toho 176 jich je situovaných v Evropě (RPAS, 2013). Proto není možné při výběru porovnávat všechny stroje. Orientovat se v obrovském množství všech RPAS, od kategorie mikro a mini až po HALE a LALE, je pro běžného potencionálního uživatele příliš složité a zdlouhavé. Při výběru konkrétního typu se obvykle vychází z dosažitelnosti typu, zajištění servisu, národních zájmů apod.

Nasazení RPAS jako nového moderního technického prostředku samozřejmě předpokládá v první řadě reálnou existenci tohoto technického systému. Nejdříve tedy musí vzniknout jeho technický návrh, proběhnout konstrukční práce a stanovení technologických postupů a následně dojde na výrobu a kontrolu. To ostatně platí pro jakýkoliv technický prostředek. RPAS tedy nijak nevybočují svými vlastnostmi z jiných produktů strojírenství či elektrotechniky. A právě v těchto inovativních oborech je nejzřetelnější snaha o návrhy univerzálně použitelných postupů pro vývoj a výrobu nových výrobků.

Obtížné je to ale pro pracovníky podílející se na výrobě nových technologií. Kromě úzké specializace je stále potřebnější i určitý mezioborový přesah a širší orientace. Na jedné straně je tedy pozorovatelný trend rozvoje vysoce specializovaných oborů a oblastí, ať již technického nebo softwarového zaměření, na straně druhé se objevují snahy zavádět obecně využitelné postupy a pravidla, které by umožnily zracionalizovat a zefektivnit vývoj nových výrobků. V případě RPAS je možné jako příklad zmínit konstruktéry optických systémů nebo programátory pro UAV. Ti by se měli orientovat kromě svých úzkých specializací alespoň částečně v celé problematice RPAS a měli by znát požadavky zákazníků.

Rovněž je snahou co nejvíce zohlednit nároky a představy budoucího zákazníka. Tedy jeho zájem na vysoké užitné hodnotě a kvalitě (životnosti) a na plnění specifických požadavků, které se mohou lišit. Jeden zákazník bude preferovat dolet, druhý pořizovací náklady, třetí možnost letu ve visu nebo charakteristiku VTOL.

V návrhu a ve výrobě se stanoví budoucí hodnoty výkonnosti, kvality, jakosti, použitelnosti a provozní spolehlivosti (životnosti).

Mělo by být cílem dosáhnout co největší spokojenosti budoucího zákazníka a co nejlépe splnit jeho zadání. Je to další požadavek na konstruktéry, technology, dělníky a mistry ve výrobě a samozřejmě i managementy podniků a firem.

Proti trendu zvyšování technických parametrů, doprovázeného většinou růstem ceny, se však zejména v posledních letech objevuje u některého zboží, jako jsou ledničky, pračky apod., zcela nový fenomén. Tím je plánované zastarávání zboží. Tedy skrytá snaha některých výrobců dosáhnout co nejnižší ceny konkrétního výrobku nebo komodity nízkou kvalitou některých součástí. Nízká kvalita následně vede ke kratší době životnosti součástek, podstev, soustav, celých zařízení. Tuto oblast je v letectví, UAV nevyjímaje, potřeba vnímat jako vážné ohrožení. Zejména z důvodu bezpečnosti, kdy i jedna technicky neodpovídající součástka může způsobit havárii celého UAV. Ideální je najít soulad mezi jakostí a cenou, což je velmi obtížné, protože většinou jde o protichůdné požadavky.

V současnosti není bohužel neobvyklé ani obcházení předepsaných standardů a certifikačních podmínek s cílem maximalizovat zisk. Dopady v oblasti letecké techniky RPAS nevyjímaje, mohou být hroživé.

Aby se předešlo maximalizování zisku na úkor letové bezpečnosti, je potřebné při výrobě UAV postupovat striktně podle norem platných v letecké výrobě a v provozu podle platné legislativy. Mezi základní principy ve výrobě patří sledování historie jednotlivých komponent od výrobců, jejich testování, certifikování, sledování životnosti apod. V provozu potom k základním principům prevence nehod patří dodržování postupů předepsaných výrobcem a leteckou legislativou.

V rozvinutých ekonomikách se hledají nové metody, které by umožnily zjednodušit vývoj a výrobu, zlevnit je, ale přitom dosáhnout vyšší spokojenosti budoucího zákazníka. Metody by měly zajistit, aby se při celém procesu vývoje, výroby a prodeje nezapomnělo na žádný důležitý krok, aby jednotlivé kroky následovaly ve správném pořadí, aby se využívaly osvědčené a efektivní postupy. Důležité je také připomenout, že s více než dvoustetou zkušeností v oblasti nových technických vynálezů a prostředků se nastřádalo mnoho zkušeností. Jde o oblast, která se dynamicky mění, ale kterou lze systémově popsat.

Charakteristiky UAV:

- kategorie,
- zařídění UAV podle leteckých předpisů,
- rozdělení podle vlastností (pevné křídlo, rotující křídlo, lehčí než vzduch, jiné),
- status (bezpilotní, volitelně pilotovatelné),
- konstrukce (kov, kompozit, jiná),
- druh pohonu,
- počet pohonných jednotek,
- počet vrtulí, dmychadel či výstupů proudu vzduchu,
- typ (v případě více typů shodnost či odlišnost).

Dále jsou uvedeny hlavní hodnocené parametry, ze kterých si zájemce může vybrat podle relevantnosti.

Parametr A - náklady, ceny a nákladové charakteristiky:

pA1 pořizovací cena letounu,

pA2 pořizovací cena pozemního systému,

pA3 pořizovací cena senzorů,

pA4 cena náhradních dílů, údržby a servisu,

pA5 možnosti údržby a servisu (vlastními silami, zasíláním výrobcí apod.),

pA6 cena školení obsluhy,

pA7 cena letové hodiny,

pA8 zůstatková cena - hodnota dalšího případného prodeje,

pA9 cena likvidace po ukončení životnosti.

Parametr B - základní technicko-taktická data:

pB1 spotřeba paliva,

pB2 charakteristiky vrtule (počet listů, profil, stoupání, stavitelný rozsah úhlů),

pB3 prázdná hmotnost,

pB4 hmotnost nákladu - užitečná nosnost,

pB5 velikost (délka, rozpětí, šířka, výška),

pB6 speciální požadavky.

Parametr C - pozemní řídicí zařízení:

- pC1 ovládací prvky, snadnost pilotáže,
- pC2 zobrazovací zařízení,
- pC3 ergonomie,
- pC4 výpočetní výkony a parametry,
- pC5 archivace dat,
- pC6 možnosti simulačního módu,
- pC7 přenositelnost, hmotnost,
- pC8 odolnost při použití v terénu,
- pC9 parametry vysílací a přijímací soustavy.

Parametr D - výkony, letová obálka a letová omezení:

- pD1 rychlost,
- pD2 dostup,
- pD3 dolet,
- pD4 omezení denní doby - letu bez vidu,
- pD5 omezení dané silou větru,
- pD6 omezení vyvolané deštěm, sněhem, mlhou a námrazou,
- pD7 délka a způsob startu (startovací zařízení),
- pD8 délka přistání, požadavky na přistávací dráhu (přistávací zařízení),
- pD9 násobky G.

Parametr E - senzorová technika:

- pE1 druh,
- pE2 množství,
- pE3 parametry,
- pE4 laserový značkováč a dálkoměr,
- pE5 kompatibilita prvků.

Parametr F - GPS a mapové podklady:

- pF1 parametry GPS,
- pF2 pohyblivé mapy,
- pF3 možnosti ovládání - automatický, poloautomatický mód.

Parametr G - údržba - personál a lhůty:

- pG1 míra vlastní údržby (modularita systému),
- pG2 úroveň a nároky na personál provádějící údržbu,
- pG3 místo servisu (v místě dislokace, ve státě, v cizině),

pG4 program údržby (lhůty a intervaly mezi údržbou, doba trvání operací údržby, činnosti),

pG5 termíny a lhůty oprav.

Parametr H - údržba - technická stránka:

pH1 životnost vybraných celků a konstrukčních skupin,

pH2 palubní a pozemní diagnostika,

pH3 potřebná servisní technika, přípravky a speciální nářadí,

pH4 parametry provozní spolehlivosti u vybraných částí,

pH5 střední doba poruch - provozní spolehlivost letounu a pohonné jednotky,

pH6 součástky s omezenou životností,

pH7 seznam náhradních dílů a jejich ceny,

pH8 nároky na specializovaný servis a poskytovatelé servisu,

pH9 dodávky náhradních dílů a jejich systém, objednávání, hrazení, dodací lhůty.

Parametr I - dokumentace:

pI1 rozsah základní dokumentace,

pI2 rozšiřující dokumentace,

pI3 aktualizace dokumentace,

pI4 nosiče.

Parametr J - záruční podmínky:

pJ1 záruční lhůty a další podmínky záruky u vybraných komponentů RPAS,

pJ2 podmínky odstoupení od smlouvy.

Parametr K - ekologické podmínky:

pK1 hlučnost, hluková zátěž a způsobilost,

pK2 emise, pohonné hmoty, plynové a hydraulické náplně,

pK3 podmínky likvidace.

Parametr L - kompletnost smluvní dokumentace:

pL1 nabídkové - zadávací,

pL2 předávací,

pL3 provozní,

pL4 ukončovací.

V disertační práci je uveden zjednodušený příklad zpracování tabulek hodnocení pro výběr mezi podobnými typy RPAS s tímto zadáním: hodnocení pro porovnávání 3 RPAS, 5 hodnotitelů, 3 skupiny vybraných relevantních kritérií (vlastností/parametrů) s využitím multikritériálního hodnocení s využitím vah jednotlivých kritérií (váhy kritérií si stanoví

každý zájemce o nasazení RPAS individuálně podle relevantnosti a svých preferencí, v tomto případě byly stanoveny váhy pomocí expertního odhadu).

Tabulka 14 RPAS "TYP A"

Vlastnost/parametr	hodnotitel 1	hodnotitel 2	hodnotitel 3	hodnotitel 4	hodnotitel 5	průměr kritéria	váha	průměr	průměr za skupinu
pA1 pořizovací cena	28	26	30	19	22	25	0,28	7	11
pA2 cena náhradních dílů	50	45	38	55	61	50	0,26	13	
pA3 cena školení osob	33	38	42	36	35	37	0,20	7	
pA4 cena letové hodiny	70	66	72	55	56	64	0,26	17	
pB1 užitečná nosnost	27	44	50	44	39	41	0,23	9	18
pB2 velikost	56	67	66	60	62	62	0,50	31	
pB3 speciální požadavky	45	46	60	49	52	50	0,27	14	
pC1 zobrazovací zařízení	56	52	66	60	59	59	0,60	35	25
pC2 přenositelnost	36	40	32	38	28	35	0,40	14	

Zdroj: autor

LEGENDA:

Parametry pA1 až pC2 jsou vybrané hodnocené vlastnosti RPAS relevantní pro zákazníka, škály mají hodnotu od 0 do 100.

Hodnotitelé - jsou odborníci v problematice RPAS, nebo odborníci v jednotlivých oblastech.

Váha - platí obecná poučka, že vždy v každém konkrétním vybraném kritériu má součet 1, škála má hodnotu od 0 do 1.

Tato legenda platí pro všechny tabulky hodnocení.

Z tabulek lze vyčíst řadu dalších informací.

Tabulka 15 RPAS "TYP B"

Vlastnost/parametr	hodnotitel 1	hodnotitel 2	hodnotitel 3	hodnotitel 4	hodnotitel 5	průměr kritéria	váha	průměr	průměr za skupinu
pA1 pořizovací cena	15	20	28	20	35	24	0,28	7	8
pA2 cena náhradních dílů	33	44	33	50	57	43	0,26	11	
pA3 cena školení osob	28	36	43	32	38	35	0,20	7	
pA4 cena letové hodiny	67	70	45	45	62	58	0,26	15	
pB1 užitečná nosnost	20	32	36	46	40	35	0,23	8	18
pB2 velikost	55	67	88	62	65	67	0,50	34	
pB3 speciální požadavky	44	43	55	43	49	47	0,27	13	
pC1 zobrazovací zařízení	53	43	61	58	52	53	0,60	32	24
pC2 přenositelnost	37	50	40	37	25	38	0,40	15	

Zdroj: autor

Tabulka 16 RPAS "TYP C"

Vlastnost/parametr	hodnotitel 1	hodnotitel 2	hodnotitel 3	hodnotitel 4	hodnotitel 5	průměr kritéria	váha	Průměr	průměr za skupinu
pA1 pořizovací cena	37	66	40	26	38	41	0,28	12	13
pA2 cena náhradních dílů	60	55	62	66	78	64	0,26	17	
pA3 cena školení osob	36	35	49	33	40	39	0,20	8	
pA4 cena letové hodiny	65	60	60	56	40	56	0,26	15	
pB1 užitečná nosnost	39	56	69	50	36	50	0,23	12	22
pB2 velikost	67	70	80	80	75	74	0,50	37	
pB3 speciální požadavky	45	38	73	66	80	60	0,27	16	
pC1 zobrazovací zařízení	54	58	62	69	70	63	0,60	38	27
pC2 přenositelnost	36	42	32	52	44	41	0,40	16	

Zdroj: autor

Tabulka 17 Výsledky

	Váha kritéria	Typ A	Typ B	Typ C	Výstup Typ A	Výstup Typ B	Výstup Typ C
Kritérium A	0,70	11	8	13	7,7	5,5	9,1
Kritérium B	0,25	18	18	22	4,5	4,5	5,5
Kritérium C	0,05	25	24	27	1,25	1,2	1,35
CELKOVÉ BODOVÉ HODNOCENÍ					13,45	12,5	15,95
POŘADÍ					2	3	1

Zdroj: autor

V tomto modelovém příkladě, byl na základě výpočtu simulovaným týmem 5 hodnotitelů vybrán „Typ C“ protože dosáhl nejlepšího výsledku, pro potřeby dalších experimentů byl „vybrán“ typ Md4-200. Výpočet byl pouze namodelován, nebyl reálně proveden, neboť nešlo o konkrétní výběr pro konkrétní organizaci. Výpočet sloužil pouze pro ověření použitelnosti tohoto navrženého postupu. Obdobný postup výpočtu byl použit v minulosti například u Policie ČR při výběru vrtulníků pro Leteckou službu Policie ČR. Ověřením bylo zjištěno, že výpočet je zcela funkční a použitelný.

Certifikace obsluhy pro činnosti spojené s RPAS jsou dalším důležitým aspektem pro možnost nasazení v konkrétní operaci. Obecně je přijímána teze, že pilot - operátor RPAS vyšších kategorií RPAS by měl mít výcvik velice podobný výcviku dopravního nebo vojenského pilota. Existují ale určité „úlevy“, pilot RPAS například nemusí splňovat velice náročné zdravotní podmínky. Odpadají některé části výcviku, jako je například akrobacie apod., výcvik tak může být kratší a levnější. Přesto se oblasti, v nichž musí být v rámci certifikace obsluha přezkušována, velice podobají výcviku jakéhokoli jiného pilota.

Některé doporučené oblasti školení a přezkušování obsluh - pilotů UAV:

- pilotáž (start, přistání, let, krizové situace apod.),
- konstrukce,
- aerodynamika,
- navigace,
- meteorologie,
- obecně platné letecké právní předpisy,
- předpisy pro UAV (RPAS),

- radiokomunikace,
- údržba.

Hlavní oblasti školení a přezkušování obsluh - pozemní obsluhy:

- údržba v předepsaných intervalech,
- drak letounu (konstrukce),
- ovládání,
- podvozek, startovací (vypouštěcí) a přistávací zařízení,
- hydraulika,
- elektronika,
- spojení, komunikace, řízení,
- senzorová technika.

V případě pracovníků obsluh speciální techniky je na místě jejich další vzdělávání případně testování, které nejčastěji představuje obsluhu systémů FLIR, radarů SAR, případně zbraňových systémů.

U většiny typů lze předpokládat, že kvalifikované odbornosti budou minimálně dvě, pilot-operátor a pozemní obsluha. Dále lze předpokládat určitý počet pomocných pracovníků, obsluh startovacího zařízení, pro doplňování paliva a pro jednoduché servisní a opravárenské úkony, u kterých bude stačit necertifikované zaučení a zaškolení.

Rizika: chybné zpracování výběru, chyby v hodnocení, systémové chyby vzniklé z neznalosti nebo chyby z nedostatku přesných dat.

Výstup: objektivní porovnání jednotlivých typů RPAS dané kategorie mez sebou.

4.5.15 Výběr senzorů (XV. bod metodického postupu)

Senzory a jejich technické parametry určují účelnost RPAS. Důležitým znakem je kompatibilita. Ta je dána oblastí elektrickou, elektronickou, softwarovou, přenosovou. Senzory musí být schopny osazení na UAV a hmotnost senzorů nesmí převýšit užitečnou nosnost UAV. Parametry senzorů musí odpovídat požadavkům uživatele.

Kontrolní otázky:

- jsou všechny senzory kompatibilní elektronicky i mechanicky,
- jsou senzory schopny osazení na UAV - z hlediska hmotnosti a konstrukce,
- splňují senzory požadavky uživatele na získávání informací.



Obrázek 34 Stabilizované hlavice společnosti FLIR (autor)



Obrázek 35 Radar se syntetickou aperturou (autor)

Rizika: plynou z toho, že senzory nesplňují některý z uvedených požadavků.

Výstup: senzory vyhovující požadovanému účelu.

4.5.16 Testování, zkušenosti, zpětná vazba (XVI. bod metodického postupu)

V této fázi výběru by již měl být vybrán technický prostředek i senzory. Optimálním řešením je, kdy vedle výběru podle zaslané dokumentace, je provedeno také praktické odzkoušení.

Jde o měření, zda jsou dané parametry z předložené dokumentace přesné, zda nejsou nějak zmanipulovány a splňuje-li celý RPAS požadavky budoucího uživatele. Rozsah testování může být úzký, v podstatě se omezí na demonstraci RPAS, nebo může být rozsáhlý a časově náročný, kdy se skutečně třeba i s použitím vědeckých metod prověřují jednotlivé systémy a zjišťují jednotlivé vlastnosti RPAS.

Tento bod může mít dvě vyústění - RPAS splní požadavky a výběr pokračuje, nebo RPAS požadavky nesplní a potom je nutno se vrátit v tabulce řešení zpět, minimálně na bod XIV. a v některých případech až k bodu IV. nebo V.

Rizika: praktické testování se neuskuteční, nebo není úplné. Je-li výrobek používán u jiných uživatelů, je vhodné u nich zjistit, jaké mají praktické zkušenosti s provozem tohoto typu. Je-li výsledek výrazně odlišný od očekávání, je nutno na tento stav zareagovat. Je na zvážení, zda se jedná o systémovou chybu nebo jen o drobný nedostatek, jenž lze třeba ve spolupráci s dodavatelem odstranit. Je též možné na některé požadované vlastnosti rezignovat. Případně lze oslovit jiného dodavatele nebo řešit situaci opakováním výběru.

Výstup: zjištění do jaké míry splnil RPAS při testování požadované úkoly a reakce na situaci, kdy požadavky nebyly splněny.

4.5.17 Rozhodnutí, uzavření smlouvy (XVII. bod metodického postupu)

Pokud proběhnou činnosti dané předcházejícími body úspěšně, lze přistoupit k uzavření smlouvy na dodávku techniky (v případě koupě), dodávku služby (uživatele jednorázové služby), nebo zahájení výroby nového RPAS (u výrobce).

Parametry a podoby smlouvy jsou dané právními zvyklostmi uživatele, mezinárodními i národními standardy. Návrh nebo hodnocení jejich podoby je nad rámec disertační práce.

Smlouva o dodávce RPAS má kromě obvyklých náležitostí řešit minimálně tyto konkrétní oblasti:

- dodávku techniky, parametry, množství,
- dodávku dokumentace,
- servis a náhradní díly,
- školení obsluh,
- reklamace,

- termíny a lhůty,
- cenu,
- sankce,
- další ujednání.

Rizika: chybně uzavřená nevyvážená smlouva preferující jednu ze smluvních stran, právní či věcné nedostatky ve smlouvách.

Výstup: dokumentace smlouvy oboustranně výhodné, přesně a dle práva sjednané podmínky užívání, korektní vztahy mezi dodavatelem a odběratelem, případně mezi kooperujícími subjekty.

4.5.18 Praktické nasazení (XVIII. bod metodického postupu)

Zakoupením RPAS, provedením služby nebo zahájením výroby se samozřejmě nezastavuje proces seznamování s technikou a jejími možnostmi. Zdokonaluje se obsluha, objevují se provozní vlastnosti a problémy, které nebyly dříve známé. Důležité je vést podrobnou dokumentaci (nejen předepsanou novými normami), ale zjišťovat i další údaje relevantní pro další provoz a pro případné provádění následných korekcí a změn.

Rizika: nedostatečně využití informace z praktického nasazení, nevyužití potenciálů a prostoru pro zlepšování.

Výstup: přesné vedení dokumentace v rozsahu umožňujícím získávat a ukládat informace a data použitelná pro další nasazení, případně vylepšení stávajícího stavu.

4.5.19 Vyhodnocení efektivnosti a dalších ukazatelů (XIX. bod metodického postupu)

Při sledování činnosti systému RPAS je důležité provádět u techniky (potažmo letecké techniky) obvyklé vyhodnocování efektivnosti, provozní spolehlivosti, nákladů, údržby, oprav. Získané podklady mohou pomoci při další optimalizaci systému.

Rizika: nedostatečně využití informace z vyhodnocování provozní spolehlivosti, nákladů, údržby, oprav.

Výstup: přesné zjišťování provozních údajů a nákladů a vedení odpovídající dokumentace.

4.5.20 Zkušenosti, zpětná vazba, inovace, nová řešení (XX. bod metodického postupu)

Synergickým efektem praktického nasazení techniky kategorie RPAS je rozšiřování znalostí a zkušeností s provozem. I tyto znalosti a zkušenosti mají svoji hodnotu.

Lze předpokládat, že s rozšiřujícím se portfoliem znalostí a rozšiřujícím se okruhem osob seznámených s RPAS se bude objevovat stále více dalších nápadů a námětů na jejich využití. Může dojít i k ohrožení bezpečnosti letecké dopravy, a to zejména nekázní, nedbalostí či neznalostí obsluhy. To potom může znamenat další riziko zpomalení rozvoje RPAS a nežádoucí posun v oblasti norem, zpřísnění podmínek či vznik nových sankcí. Inovace jsou v této oblasti významným fenoménem, doba zdvojnásobení informací o této oblasti se počítá pouze na roky. S novými řešeními se budeme setkávat stále častěji.

Rizika: nedostatečné využití zkušeností z provozu.

Výstup: využití informací z provozu ke zlepšení techniky i postupů.

V této části bylo uvedeno dvacet bodů metodického postupu. Společně s podpůrnými postupy je to hlavní výstup disertační práce. Tyto body s použitím principů zpětného projektování a řízení podle cílů (MBO) umožňují provést výběr RPAS vhodného pro zamýšlený účel. Uživatel může některé body upravit (přizpůsobit) konkrétním podmínkám, ale neměl by se zásadně od filosofie výběru i celého metodického přístupu k výběru příliš vzdálit. Neměl by žádné body vyřadit. Zejména je nevhodné začít třeba až od bodů XIV. - XV.

To ale samozřejmě neznamená, že uvedenou metodiku nelze dále rozpracovávat a zlepšovat. Proto je disertační práce koncipována tak, že se může stát východiskem dalších disertačních, výzkumných či vědeckých prací.



Obrázek 36 Perspektivní český Robodrone Kingfisher (autor)

5 VYHODNOCENÍ A DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

V této části budou shrnuty výsledky a poznatky z činností souvisejících s disertační prací.

5.1 Širší pohled na nasazení RPAS

Při zpracování podkladů pro disertační práci byly zjištěny i další souvislosti a přesahy oboru RPAS. Zejména je nutno zdůraznit, že význam této nastupující techniky bude stále růst. Bude stále více ovlivňovat životy lidí, stejně jako před tím automobily, televize, počítače či mobilní telefony. To, do jaké míry bude její používání přínosné a nikoli rušivé, nebo dokonce nebezpečné a ohrožující, je třeba posuzovat v širokých souvislostech. Proto je v disertační práci zařazena část věnující se hlubšímu - globálnímu vlivu techniky na společnost.

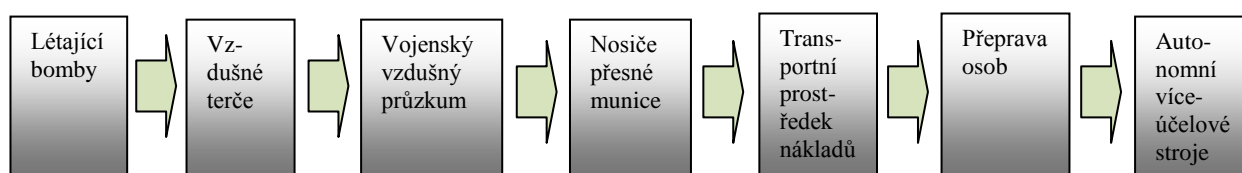
Dále bylo zjištěno, že zavádění natolik složité a sofistikované techniky je nutné provádět systematicky, jinak dochází k chaotickým projevům. Příkladem jsou situace, kdy se zakoupí technika RPAS za miliony korun (euro) a tuto techniku nelze vůbec používat, viz případové studie. Kdyby se přitom od počátku úvah o využití RPAS používal nějaký systematický nástroj (například metodika, která je předmětem této disertační práce) nemohlo by k žádným zásadním problémům dojít. Z případových situací je zřejmé, že stále a opakovaně dochází ke krokům, které nejsou racionální, případně nejsou realizovány efektivně. Tato oblast systémového přístupu k zavádění RPAS jako nového významného fenoménu techniky je důležitá, a z toho důvodu je v disertační práci posuzována i z pohledu řešení koncepčně strukturních problémů.

Při navrhování metodického přístupu k využitelnosti takto významného druhu letecké techniky by bylo chybou nehledat co nejširší hranice vymezení jednotlivých vlastností uvažované techniky a nesnažit se o co nejpresnější popis její interakce s okolím. Sebelépe navržený technický prostředek, při jehož přípravě se staly systémové a koncepční chyby, může být při svém užití problémovým. RPAS, na jehož provoz nejsou prostředky nebo který má systémový nedostatek či jinou zásadní vadu, potom může být prakticky nepoužitelný a může znamenat značnou ekonomickou, případně morální škodu.

O systémovém přístupu k řešení technických problémů vychází řada publikací. Je potěšitelné, že se zde uplatňují i čeští autoři.

Publikace věnující se systémovému inženýrství v praxi, jaké píše například Janíček (2013) uvádí pojem filosofie techniky. V současné odborné literatuře jde o ojedinělý a jedinečný pohled na svět techniky. Dokonce je použit termín druhá příroda, tedy svět

techniky vytvářené lidmi, přičemž za první přírodu se považuje vše, co má přírodní původ. Autor v této publikaci totiž s využitím systémového přístupu vytváří skutečně komplexní pohled na to, jak technika a inženýrství ovlivňují téměř vše, co se nachází na planetě Zemi. Proto lze tento přístup využít pro vymezení nejširší hranice, jak lze chápat svět techniky. S využitím této filosofie potom každý nový výrobek, každé nové odvětví nebo nový obor nějakým způsobem zapadá do celku a vytváří nové interakce. Současně více či méně ovlivňuje stávající svět. Takto by se mělo k novým oborům přistupovat. Nejde tedy pouze o schopnost vyrobit nějaký výrobek, ale i o to, zda a jak tento výrobek zapadá do stávajících systémů a jak může ovlivnit další vývoj. Oblast RPAS je natolik zásadní a významná, že je třeba zabývat se jejím zařazením mezi další technické oblasti. V odborné literatuře se objevují prognózy, že RPAS v civilní oblasti začne brzy pokrývat dopravu malých nákladů v řádu 2-3 kilogramů. Hmotnosti a výkony začnou narůstat a až budou RPAS schopné přepravit užitečný náklad kolem 100 kilogramů, začne se uvažovat o dopravě osob. Technologie RPAS se již k takové schopnosti blíží. Vývoj směřuje ke sblížení pilotované a nepilotované techniky. Pro individuální osobní přepravu bude zásadní schopnost takového prostředku operovat automaticky. Nelze totiž očekávat, že všichni uživatelé tohoto dopravního prostředku zvládnou pilotáž na potřebné úrovni. Zásadní podmínkou, výše uvedených způsobů dopravy je ale objev lehkého a přitom kapacitně odpovídajícího akumulátoru (vodíkový palivový článek apod.).



Obrázek 37 Schéma vývoje v oblasti nasazení RPAS (autor)

Na obrázku 37 je schéma nasazení RPAS pro vojenské účely. Lze předpokládat, že oblast průzkumu se postupně rozšíří v civilní oblasti a stane se východiskem pro celou řadu aplikací v zemědělství, průmyslu, ostraze apod., a že se zřejmě v budoucnu rozšíří i přeprava (doprava) materiálu a osob.



Obrázek 38 Technologie RPAS Google (FG Flightglobal Aviation Connected, 2014)

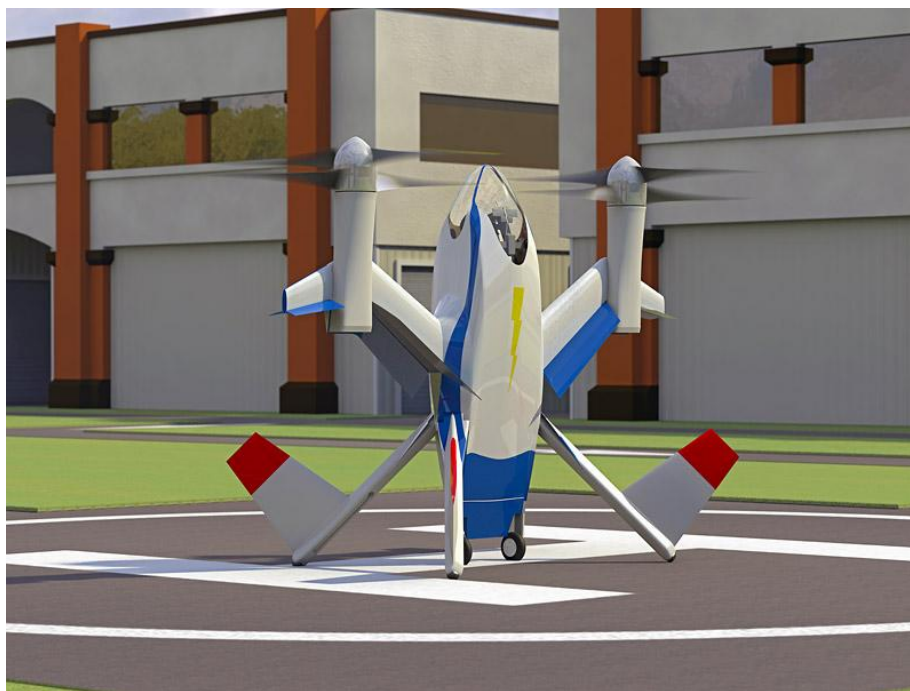


Obrázek 39 RPAS pro dopravu balíčků (McNeal, 2014)

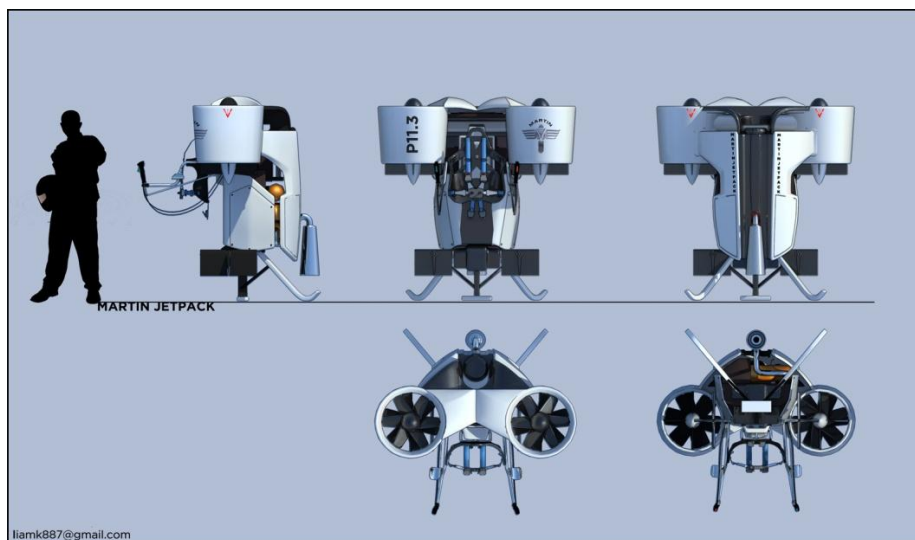
Amazon i Google testují UAV pro dopravu balíčků.

Postupně dochází ke sblížení techniky (elektrické zdroje, elektromotory, dmychadla, řídicí elektronika) užívané v pilotovaných i bezpilotních letounech.

Jedněmi z nejpokročilejších projektů prostředků osobní dopravy jsou Martin Jetpack a projekt NASA pod názvem Puffin. Je ale nutno zdůraznit, že současný stav technologie zatím neumožňuje jejich praktické využití, i když se k němu blíží.



Obrázek 40 Prostředek individuální dopravy Puffin (Barnstorff, 2010)



Obrázek 41 Martin Jetpack (Keating, 2012)

Je nutné se již nyní zabývat možným vlivem RPAS na lidskou společnost. Proto je vhodné připomenout odpovědnost osob, které provádějí její normování, ať již v oblasti techniky nebo v oblasti práva. Je nutné přebírat odpovědnost za skutečnosti, které z nasazení nové techniky vyplynou.

RPAS má nyní vliv lokální - je známo jejich nasazení jako bojových prostředků proti „lokálním cílům“ a jako technických prostředků prosazujících se v oblastech vnitřní bezpečnosti, zemědělství apod.

RPAS bude mít globální dopad, za hlavní globální problémy světa techniky jsou považovány (Janíček, 2013):

- stresové situace pro naši planetu v důsledku hromadného využívání některých technických objektů a technologií,
- fatální a vážné havárie technických komplexů,
- neschopnost techniky a vědy řešit základní problémy světa,
- zabránit zneužívání výsledků výzkumů vědy a techniky.

Příkladem toho, jak určitý nový druh techniky může globálně ovlivňovat svět techniky, svět přírody, svět lidí může být:

- dopravní technika - schopná přemísťovat rychle určité komodity a urychlovat tak technický i ekonomický rozvoj, ale na druhé straně ohrožovat životní prostředí a bezpečnost osob a spotřebovávat částečně nevratně (nerecyklovatelné) značné množství nerostných surovin a fosilních paliv,
- objev jaderných zbraní - mohou způsobit zánik celé civilizace,
- objevy v oblasti jaderné energetiky - využití jaderné energie a předpokládané zvládnutí jaderné fúze může vyřešit energetické problémy lidstva na téměř neomezenou dobu.

Svět techniky je tedy nutno chápat jako vzájemně propojenou soustavu. Proto například oblast RPAS nemůže být chápána jako odtržená a samostatná oblast, která může existovat odděleně od ostatní techniky.

Pro RPAS platí také, že je nutné řešit problémy v životě technických objektů (Janíček, 2013):

- konstruktivní,
- poznávací,
- rekonstruktivní,
- havarijní,
- likvidační,
- přípustnosti odchylek.

Dílčí problémy konstruktivního problému jsou podle Janíčka (2013) zejména tyto:

- koncepčně strukturní,
- procesně funkční,
- jakostně bezpečnostní,
- ekonomicko-ekologické,
- personálně- organizační,
- psychologicko-právní.

Jedním ze zásadních poznatků disertační práce je, že v dnešní době by nemělo být využíváno na vývoj nebo výrobu nové techniky přístupů, které neodpovídají současnému stupni poznání. V publikacích zaměřených na systémové inženýrství (Janíček, 2013) je uvedena a detailně rozebrána analýza přístupů k řešení koncepčně strukturního problému.

Někteří autoři (Janíček, 2013) využívají racionální dělení inovátorské a výzkumné činnosti na tyto kategorie:

- pokus-omyl,
- intuitivní přístup,
- metodické přístupy (např. směrnice VDI 2221 - Systémový přístup ke konstrukci technických systémů a produktů),
- systémové přístupy (například EDS).

Přístup pokus-omyl a intuitivní přístup již nejsou v dnešní době ve většině případů dostačující. Tyto přístupy k řešení koncepčně strukturního problému dnes neodpovídají úrovni doby, úrovni vědeckého poznání a jsou v podstatě neracionální a rizikové. Pokud se například výrobce rozhodne vyrábět dnes RPAS na základě intuice, je velká pravděpodobnost, že nebude úspěšný.

Metodický přístup je vhodnější. Prvním používaným druhem je využití metodického přístupu - vytvoření metodiky pro postup konstrukčních prací. Příkladem mohou být: německý metodický postup označovaný jako „V model“ nebo metodický postup označovaný jako „Design for X“. Metodiky řešení koncepčně strukturních postupů (konstrukcí) stanovují racionální postup kroků, které jsou obecně využitelné u jakékoliv nové konstrukce a jsou tedy do značné míry univerzální.

Systémové přístupy se uplatňují ve světě od čtyřicátých let a v ČR od let šedesátých. Tato oblast je nazývána Engineering Design Science (dále EDS). Proto je třeba pro racionální a efektivní postup zavádění RPAS doporučit pouze metodické nebo systémové přístupy.

U RPAS lze předpokládat, že budou determinovány zejména vývojem v následujících oblastech:

- financování projektů a nasazení,
- rozvoj strojírenského průmyslu a leteckých technologií,
- rozvoj elektroniky a informačních technologií,
- legislativa.

5.2 Využitelnost - použitelnost

Při zpracovávání podkladů a při formulaci výstupu této práce se objevil zajímavý a neočekávaný problém. Tím bylo správné jazykové uchopení pojmů využitelnost a použitelnost. Ukázalo se, že nejde o synonyma. Ukázalo se, že běžná mluva nemusí ve všech případech, speciálně u nové, velmi sofistikované techniky dostačovat pro jednoznačné a vědecky správné popsání problému. Ukazuje to mimo jiné na potřebu dalšího vývoje jazyka, ale také na nutnost jazykového vzdělávání i v technických oborech.

Není snadné formulovat některé výsledky zkoumání, pokud není zcela jednoznačně chápán význam některých zásadních pojmů.

Použitelnost jako metoda je charakteristická tím, že její uplatnění se neomezuje na pouhé výrobní procesy, ale přesahuje i do uplatnění technického prostředku v praxi. Oproti systémům EDS má použitelnost větší potenciál právě proto, že neřeší pouze „výrobní“, tedy koncepčně strukturní procesy, ale má přesah do předvýrobního období. Tedy od řešení zákaznických potřeb a požadavků přes výrobu až ke konečnému produktu.

Použitelnost lze chápat jako dosažení maximální funkčnosti při zachování ostatních parametrů, jako je cena ve stanovených mezích. Právě použitelnost umožní věcné, průkazné a objektivní posouzení vhodnosti typu RPAS pro požadované úkoly. Použitelnost je dnes nejvíce rozšířena v softwarové oblasti. Některé výstupy (fotografie, videozáznamy, naměřené hodnoty) a samotné ovládání RPAS můžeme považovat také za softwarový produkt. Příkladem mohou být elektronické snímky zájmového území pořízené RPAS, které budou uživateli předány jako grafické soubory. Ty budou následně v nějakém počítačovém programu zpracovány. Jiným příkladem může být software pro pilotování UAV zobrazený na displeji ovládacího zařízení.

Proto má použitelnost dnes spojovaná převážně se softwarovými aplikacemi velice blízko k RPAS, a proto je zohledněna v této disertační práci jako prostředek pro objektivizaci dat a postupů.

Použitelný je přídavné jméno. Znamená takový, jehož může být použito. Podstatné jméno je ve tvaru použitelnost, jak uvádí například Havránek (1989).

Využitelnost není natolik přesně definována. V názvu disertační práce je uvedeno slovo využitelnost jako slovo, jehož význam je obecnější. Za využitelnost se považuje výčet možných aplikací. Stejný zdroj (Havránek, 1989) - Slovník spisovného jazyka českého uvádí, že využitelný je přídavné jméno. Značí takový objekt, jehož může být využito.

Pojem použitelnost se objevuje i v normách ISO. Není to tedy pouhé podstatné jméno obecné, ale jedná se o odborný termín. ISO definuje použitelnost jako míru, do které může být produkt používán konkrétními uživateli, aby efektivně, účinně a uspokojivě dosáhli stanovených cílů v daném kontextu užití. Konkrétně se jedná o normu ISO/TR 16982:2002 "Ergonomics of Human-System Interaction - Usability Methods Supporting Human-Centered Design". Ta se zabývá výběrem vhodné metody použitelnosti ze stanovených metod použitelnosti v konkrétním případě. Jde tedy spíše o manažerskou než technickou normu.

Dále lze uvést standard ISO 9241. Ergonomie systémových interakcí člověka obsahuje celou řadu aspektů vztahů mezi člověkem a počítačem.

Otázky testování rozhraní, způsoby ovládání a další metody vyhodnocení závěrů apod. lze nalézt například na internetových stránkách, věnujících se rozhraní člověk-počítač (Webnode, 2013).

Použitelnost má v současné době i svoji vlastní propracovanou metodiku. Zejména definuje řadu metod a zabývá se i okolnostmi určujícími vhodnost té které metody v konkrétním případě. Použitelnost se může (a měla by se) uplatnit v celé řadě oborů, nejen při navrhování softwarového nebo hardwarového rozhraní mezi uživatelem (člověkem) a počítačem. Další příklady, kdy by bylo vhodné použitelnost zařadit do celého procesu návrhu, projektování, konstrukce a výroby je v podstatě jakékoliv uživatelské rozhraní mezi člověkem a strojem.

Existují i další metody, které mají řízeně zajišťovat, aby byly reflektovány zájmy budoucího uživatele (zákazníka). Jedna z metod je označena - UCD (User Centered Design). Ta doporučuje, aby byl na uživatele brán zřetel v každé vývojové fázi produktu. Bohužel jsme svědky, že tomu tak mnohdy není.

Příklady možných řešení použitelnosti:

- člověk-počítač,
- člověk-motorové vozidlo, letoun, jakýkoliv dopravní prostředek,
- člověk-pracovní nástroj (stroj, zemědělský stroj, nářadí apod.).

V oboru použitelnosti se rozlišují následující vlastnosti mající vliv na snadnost ovládání (Wikipedie, 2013):

- uživatelská přívětivost (User Friendly),
- uživatelská spokojenost (User Experience),
- přístupnost (Accessibility),
- princip minimálního překvapení (Principle of Least Astonishment),
- princip jednoduchosti - „nenut' mě přemýšlet“ (Don't Make Me Think),
- KISS (Keep It Simple, Stupid!).

Interakcí mezi člověkem a počítačem, či obdobným zařízením se zabývá disciplína Human-Computer Interaction a i v ČR vyšla na toto téma odborná publikace autorky Červenkové (2009).

Dva důležití představitelé oboru použitelnosti Jakob Nielsen a Ben Shneiderman se zabývali nezávisle na sobě hodnocením počítačových systémů, kdy chápou použitelnost jako podmnožinu "užitečnosti" (Wikipedie, 2013), mající tyto vlastnosti:

- naučitelnost (jak moc je složité zvládnutí základních úkolů při prvním setkání uživatele s rozhraním),
- efektivita (rychlost, s jakou je uživatel schopen plnit zadání),
- zapamatovatelnost (jak složité bude po nějaké době nepoužívání rozhraní s ním opět efektivně pracovat),
- chybovost (počet, závažnost chyb a složitost následného řešení chyb),
- spokojenost (jak příjemné je s programem pracovat).

Tyto vlastnosti bez ohledu na otázku vztahu mezi použitelností a využitelností lze aplikovat u řídicího zařízení RPAS podobně jako u jiných softwarových produktů, třeba tedy i u rozhraní člověk - RPAS.

Z výše uvedeného textu vyplývá, že použitelnost je definována dokonce standardem ISO a jde o jeden z přístupů (i když zatím ne vždy doceněného) k vývoji a výrobě jakéhokoliv technického zařízení, speciálně zařízení na bázi počítačů. Je důležité zaměřit se ale nejen na vztah mezi pojmy využitelnost a použitelnost, ale i mezi dalšími slovy s podobným významem. Použitelnost nelze měřit přímo, ale jen nepřímo. Můžeme vyhodnocovat dobu zácvičku, chybovost, časovou náročnost určené operace apod.

Použitelnosti a oblasti „Practical Review System“ (dále PRS) se také věnuje řada zahraničních autorů (Rhodes, 2003).

Závěrem k tématu použitelnost a využitelnost lze konstatovat, že oba tyto pojmy nejsou jen obecné pojmy, ale představují metodické přístupy k řešení funkčnosti rozhraní mezi člověkem a strojem. Znalost jejich principů je užitečná nejen při řešení otázky nasazení a využití techniky RPAS.

V anglickém jazyce se také objevují pro využitelnost termíny Utilization, Exploitation a pro použitelnost Usability, Serviceability, Applicability apod.

5.3 Konkrétní výstupy a verifikace výsledků

Postup činností při zpracování disertační práce vycházel z obecně uznávaných a doporučených postupů pro výzkumnou činnost. Po sběru dat a studiu pramenů bylo přistoupeno k definování cílů. Poté byly navrženy odpovídající vědecké metody. Rovněž byla navržena metodika výběru vhodného RPAS. Pro jednotlivé body metodiky byly následně zpracovány podpůrné metodické nástroje.

Ověření bylo provedeno dvěma způsoby:

- teoretickým řešením dvou případových studií (použita metoda verbálního modelování),
- simulací výběru vytvořenou s použitím metod modelování a ověřenou pomocí pěti modelových situací - praktických experimentů.

Byly vybrány 3 situace, které mají přímou souvislost s problematikou vnitřní bezpečnosti (Law-Enforcement) a 2 situace z oblasti silniční dopravy.

Tyto situace byly experimentálně prakticky provedeny v simulovaných, ale reálných podmínkách:

- situace 1 pátrání po pohřešované osobě - dítěti ztraceném v lese,
- situace 2 ochrana VIP - vyhledání pozice teroristy-odstřelovače a jeho zneškodnění,
- situace 3 sledování a zadržení nebezpečného pachatele ve volném terénu,
- situace 4 zákrok na místě velké dopravní nehody,
- situace 5 dokumentace místa dopravní nehody.

Cílem ověření bylo zjistit, zda lze podle metodiky výběru vybrat pro daný účel vhodný RPAS a s jeho pomocí vyřešit daný úkol, nebo zda existuje nějaký rozpor, nebo zásadní překážka. Na základě praktických experimentů byly některé body metodiky přepracovány a doplněny.

Všechny uvedené příklady mají mnoho společného. Je to především potřeba jasné formulace požadavku, tedy charakteristika - vymezení požadovaného úkolu. Zadavatel musí mít jasno, co chce (potřebuje) řešit. Musí co možná nejpřesněji definovat zadání úkolu,

službu. U soukromého subjektu jde většinou o zvýšení či udržení zisků z podnikatelské činnosti (příklad 3-D fotografie pro obchodníka s realitami), u státních či polostátních organizací je to pak většinou celospolečenský zájem či společenská potřeba (ochrana obyvatelstva).

Dále bylo na základě studia literatury a provedených experimentů zjištěno, že nejdůležitější vlastnosti RPAS mající zásadní vliv na spokojenost uživatele jsou následující:

- pořizovací náklady,
- hodinové náklady,
- náklady na další obsluhu,
- nároky na specializaci obsluhy,
- kvalita signálu a dat,
- operativnost nasazení,
- vhodnost v intravilánu,
- vhodnost v extravilánu,
- omezení vlivem počasí,
- omezení vlivem denní doby,
- spolehlivost, odolnost proti poruchovosti,
- využitelnost v libovolném místě,
- ochrana před poškozením při provozu,
- zkušenosti s provozem v současnosti,
- rozšíření, počet instalovaných prostředků v současnosti.

Při analýze současné úrovně poznání, vědeckých přístupů i nasazení RPAS je důležité uvést, že snahy o racionalizaci a zefektivnění návrhu, konstrukce, technologie nebo zohledňování užitečných vlastností výrobku již před fází přípravy výroby a ve výrobě se objevují u stále většího počtu výrobců. Tyto pokročilé manažerské, marketingové, ekonomické postupy zavádí ve stále větším měřítku výrobci automobilů, spotřební elektroniky, například mobilních telefonů, ale i mnoha jiných druhů výrobků. Instituce i firmy hledají vhodnou systémovou, do jisté míry univerzálně použitelnou metodiku. Tedy řízený přístup k jednotlivým výrobním procesům. Není to již jen využívání teorie managementu případně pravidel efektivní výroby obecným způsobem. Postupně se zavádějí již zmiňované normované, metodicky a strukturálně definované a certifikované postupy. Jedná se například o celou řadu norem ISO, metod Total Quality Managementu a další. To vše klade stále větší

nároky na všechny zúčastněné pracovníky. Tyto postupy mají dopad na procesy plánování, realizace i ověřování zvolené alternativy.

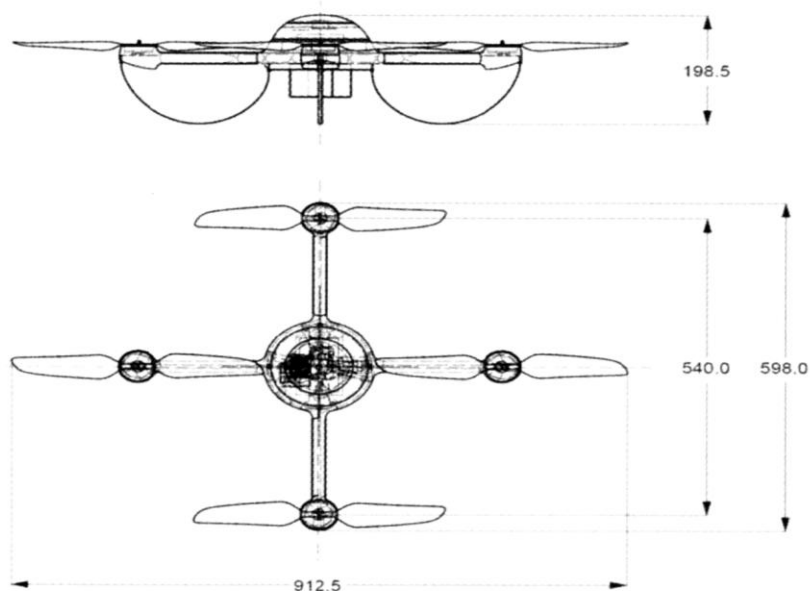
5.4 Experimenty

Experimenty probíhaly v areálech Vyšší policejní školy MV v Jihlavě, konkrétně ve výcvikovém středisku Pouště a na výcvikové ploše letiště v Komárovicích. Experimenty probíhaly v měsíci květnu 2012, teplota vzduchu 15-20 °C, vítr do 5 m/s, v denní době. Bylo použito UAV typu Md4-200 od společnosti Techniserv, s. r. o.

microdrone md4-200

technická data md4-200	
Hmotnost prázdné kvadroptéry	585 g
Užitný náklad	až 200g
Rozměry	700 mm od osy rotoru k ose rotoru
Doba letu	cca 20 minut (v závislosti na zatížení/větru)
Poloměr letu	max. 500 m
Akumulátor	4S LiPol, 2,3 Ah

podmínky pro použití	
Teplota	0 – 40°C
Ovlivnění větrem	stabilní snímky do 4 m/s
Startovací výška	do 1500 m nad mořem
Výška letu	do 150 m



Obrázek 42 Technická data Md4-200 (Techniserv, 2012)

Pozn.: rozměry v obrázku 42 jsou uvedeny v milimetrech.

S UAV Md4-200 probíhala většina experimentů, použit byl nainstalovaný fotoaparát s rozlišením 12 megapixelů a 2 GB paměťová karta.

5.4.1 Situace 1 - pátrání po pohřešované osobě - dítěti ztraceném v lese

Popis vstupní situace:

Policejní složka v posledních letech několikrát řešila situace, kdy rodinní příslušníci oznamovali na tísňovou linku, že pohřešují nezletilé děti. Případů přibývalo a ukazovalo se, že současné postupy - vyhlášení pátrací akce a přivolání vrtulníku Letecké služby PČR je třeba doplnit nějakým novým účinným postupem. Zejména se ukazovala potřeba rychlého a kvalitního informování o průběhu pátrací akce, o propátrávaném území a o přesném pohybu rojnice. Přivolaný policejní vrtulník jen obtížně mohl plnit svůj primární úkol, propátrávání širokého perimetru pomocí termovize a současně být k dispozici veliteli zásahu.

Realizace metodického přístupu:

Policejní složka se rozhodla ve spolupráci s Policejním prezidiem ČR zabývat se možnostmi využití RPAS. Postupně byly realizovány jednotlivé body metodiky I. - XVII. Na základě výsledků metodického postupu byla zakoupena potřebná technika, v tomto případě UAV Md4-200.

Nyní policejní složka disponuje 2 kusy bezpilotní quadrokoptéry Md4-200. Při vyhlášení pátrání po šestiletém dítěti bylo rozhodnuto o vhodnosti nasazení UAV. Dítě se ztratilo ze zahrady rodinného domu, která sousedí s hustým lesním porostem v kopcovitém terénu s řadou terénních překážek, mezí a roklí. Proto operační středisko rozhodlo o vyslání UAV.

Praktické nasazení:

Po příjezdu na místo velitel pátrací akce rozhodl o realizaci pěšího propátrávání terénu a o nasazení UAV. Byla vytvořena rojnice, která ale při pohybu lesem musela obcházet nepřístupná místa, zejména rokle, neboť policisté v rojnici nebyli vybaveni slaňovacími prostředky. Byly proto vytipovány tři prostory, které byly pro nepřístupnost rojnicí vynechány a tyto rokle byly postupně propátrávány UAV s využitím optického i termovizního senzoru. Ve druhé rokli našel UAV dítě, které leželo na zemi a nehýbalo se, zřejmě následkem pádu. Na místo byli vysláni záchranáři, kteří konstatovali lehká zranění a bezvědomí. Základní životní funkce dítěte nebyly ohroženy. Proto bylo dítě transportováno na lékařské ošetření.

Modelová situace byla realizována ve výcvikovém prostoru Vyšší policejní školy MV v Jihlavě. Akce se zúčastnili policisté i civilní osoby. Byla ověřena pozitiva nasazení UAV - rychlost, časová úspora apod.

Závěr:

Nebyly nalezeny žádné systémové nedostatky a překážky pro řešení této situace.

Ilustrační foto z praktického experimentu:



Obrázek 43 UAV Md4-200 (autor)



Obrázek 44 Simulace pohřešované osoby pro pátrání (autor)

5.4.2 Situace 2 - VIP ochrana, vyhledání pozice teroristy-odstřelovače

Popis vstupní situace:

Ředitelství ochranné služby PČR (dále OS PČR) po zhoršení bezpečnostní situace ve státě vyvolaném mezinárodním napětím a hrozbou teroristických útoků získalo operativní informaci, že se v horizontu několika měsíců chystá útok střelnou zbraní na osobu, kterou ze zákona chrání. S ohledem na skutečnost, že v tomto časovém horizontu má probíhat celá řada různých setkání chráněné osoby s veřejností na mnoha místech, je nutno zdokonalit způsoby ochrany VIP.

Realizace metodického přístupu:

Vedení OS PČR se rozhodlo zabývat se možností využití RPAS. Postupně byly realizovány jednotlivé body metodiky I. - XVII. Na základě výsledků metodického postupu byla zakoupena potřebná technika.

Nyní OS PČR disponuje 2 kusy bezpilotní quadrokoptéry Md4-200. Před každým mítinkem na veřejnosti je okolní prostor několikrát za sebou s různým časovým předstihem monitorován UAV Md4-200.

Praktické nasazení:

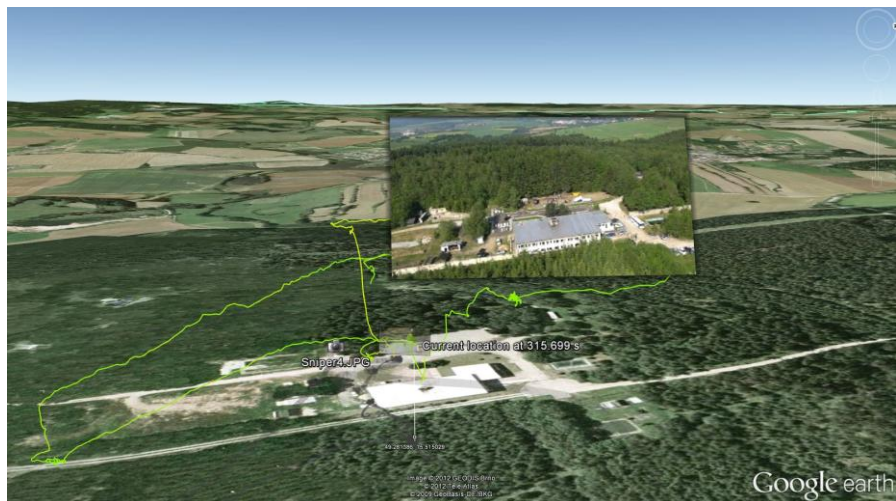
Na místě jednoho plánovaného brífinku chráněné osoby s veřejností bylo při propátrávání okolí pomocí RPAS nalezeno na ploché střeše jednoho domu připravené hnízdo odstřelovače. Neprodleně byla na místo vyslána zásahová jednotka, která místo zajistila. Pachatel byl následně zadržen.

Modelová situace byla realizována ve výcvikovém prostoru Vyšší policejní školy MV v Jihlavě. Akce se zúčastnili policisté i civilní osoby. Byla ověřena pozitiva nasazení UAV - rychlost, časová úspora apod.

Závěr:

Nebyly nalezeny žádné systémové nedostatky a překážky pro řešení této situace.

Ilustrační foto z praktického experimentu:



Obrázek 45 Grafické zobrazení trajektorie letu UAV (archív autora/Google Earth)



Obrázek 46 Fotografie z UAV (archív autora)



Obrázek 47 Fotografie z UAV (archív autora)



Obrázek 48 Zákrok policejní jednotky (archív autora)



Obrázek 49 Zajištění místa události (archív autora)



Obrázek 50 Ohledání místa události (autor)

5.4.3 Situace 3 - sledování a zadržení nebezpečného pachatele ve volném terénu

Popis vstupní situace:

Policejní složka byla v posledních letech několikrát nucena reagovat na situace, kdy bylo vyhlášeno pátrání po nebezpečném pachateli. Po několika opakovaných případech bylo rozhodnuto řešit situaci pomocí RPAS, neboť přivolání vrtulníku Letecké služby PČR by znamenalo asi půlhodinové zpoždění. Potřeba přitom bylo situaci řešit ihned, tedy provést pátrání po horké stopě.

Realizace metodického přístupu:

Policejní složka se rozhodla zabývat se ve spolupráci s Policejním prezídiem ČR s možností využití RPAS. Postupně byly realizovány jednotlivé body metodiky I. - XVII. Na základě výsledků metodického postupu byla zakoupena potřebná technika. Nyní disponuje 2 kusy bezpilotní quadrokoptéry Md4-200.

Praktické nasazení:

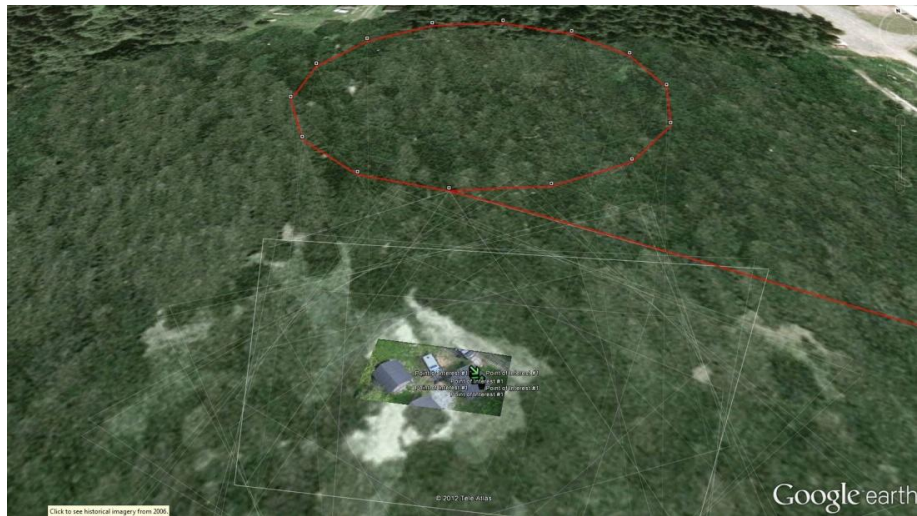
Při vyhlášení pátrání po nebezpečném pachateli bylo na základě operativních informací zjištěno, že se pohybuje ve stříbrném osobním vozidle značky Mercedes. Vozidlo bylo opakovaně viděno v prostoru opuštěné chatové oblasti. Na místo byla vyslána zásahová jednotka včetně UAV Md4-200. Ihned jej bylo využito k propátrání uvedeného prostoru. Pachatel byl nalezen, identifikován a následně zajištěn. Prakticky po celou dobu měl velitel zásahu detailní přehled o akci díky přenosu videosignálu z UAV na základnu zařízení - Base Station.

Modelová situace byla realizována ve výcvikovém prostoru Vyšší policejní školy MV v Jihlavě v roce 2012. Akce se zúčastnili policisté i civilní osoby. Byla ověřena pozitiva nasazení UAV - rychlost, časová úspora apod.

Závěr:

Nebyly nalezeny žádné systémové nedostatky a překážky pro řešení této situace.

Ilustrační foto z praktického experimentu:



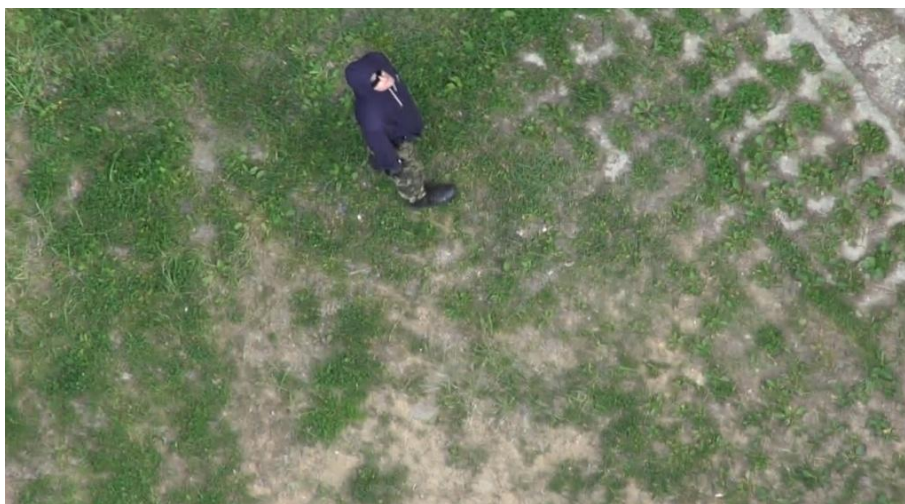
Obrázek 51 Grafické zobrazení trajektorie UAV (archív autora/Google Earth)



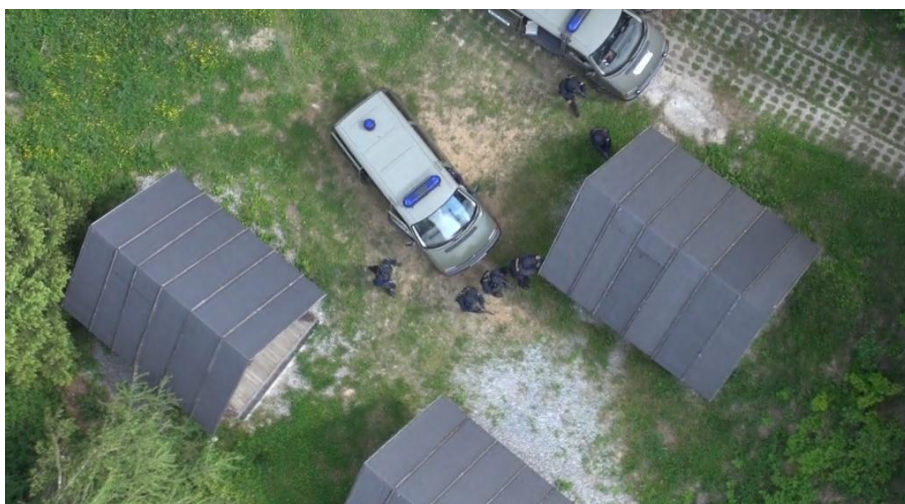
Obrázek 52 Fotografie z UAV (archív autora)



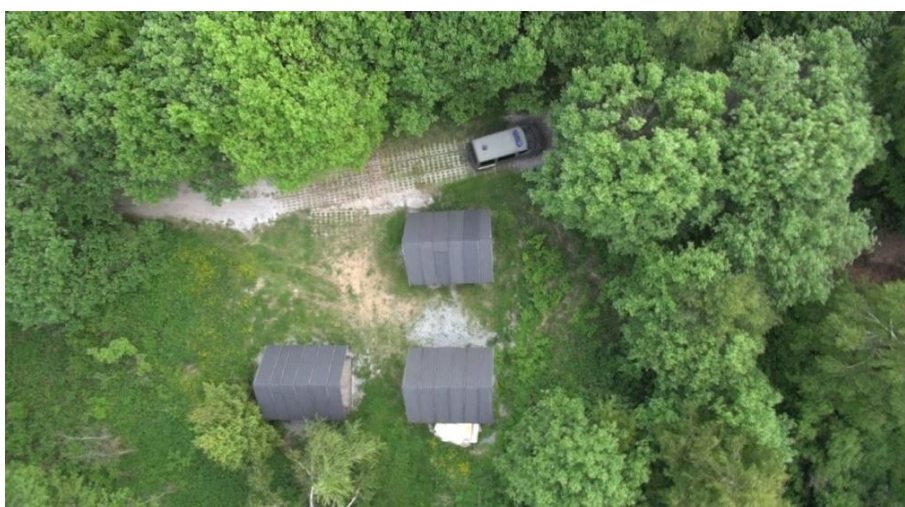
Obrázek 53 Fotografie z UAV - podezřelý (archív autora)



Obrázek 54 Fotografie z UAV - detail podezřelého (archív autora)



Obrázek 55 Fotografie z UAV - zákrok (archív autora)



Obrázek 56 Fotografie z UAV - ukončení zákroku (archív autora)

5.4.4 Situace 4 - zákrok na místě velké dopravní nehody

Popis vstupní situace:

Dálniční oddělení PČR (dále DO PČR) řeší na dálnici opakovaně nutnost rychlého zásahu na místech velkých dopravních nehod ve spolupráci s Krajským ředitelstvím HZS a ostatními složkami IZS.

Realizace metodického přístupu:

Vedení Krajského ředitelství HZS se rozhodlo zabývat se možností využití RPAS při sledování provozu a při dopravních nehodách na dálnicích. Postupně byly realizovány jednotlivé body metodiky I. - XVII. Na základě výsledků metodického postupu byla zakoupena potřebná technika.

Nyní Krajské ředitelství HZS disponuje 2 kusy bezpilotní quadrokoptéry Md4-200 a UAV Optoelektron. Při zásahu při velké dopravní nehodě bylo rozhodnuto o nasazení UAV.

Praktické nasazení:

Po příjezdu na místo dopravní nehody velitel zásahu rozhodl o vyslání UAV k monitorování místa dopravní nehody. UAV Md4-200 zajišťoval po celou dobu zásahu informace pro policejní složku i pro velitele zásahu IZS. UAV Optoelektron sledoval situaci na dálnici ve větší vzdálenosti v oblastech možné tvorby kolon. Při dopravní nehodě byly zjištěny dvě zásadní informace. Mezi vozidly leží zaklíněná zraněná osoba, kterou není z jiných míst na zemi vidět a mezi havarovanými vozidly je i vozidlo přepravující nebezpečné věci. Zaklíněnou osobu se podařilo pomocí videopřenosu z UAV záchranářům nalézt, vyprostit, stabilizovat životní funkce a odeslat na lékařské ošetření do nemocnice. U vozidla ADR bylo po detailním zjištění tabulky s označením nákladu telefonicky zjištěno u dopravce, že se vozidlo vrací prázdné bez nebezpečného nákladu a žádné nebezpečí životnímu prostředí ani osobám nehrozí.

Modelová situace byla realizována ve výcvikovém prostoru Vyšší policejní školy MV v Jihlavě v roce 2012. Akce se zúčastnili policisté i civilní osoby. Byla ověřena pozitiva nasazení UAV - rychlost, časová úspora apod.

Závěr:

Nebyly nalezeny žádné systémové nedostatky a překážky pro řešení této situace.

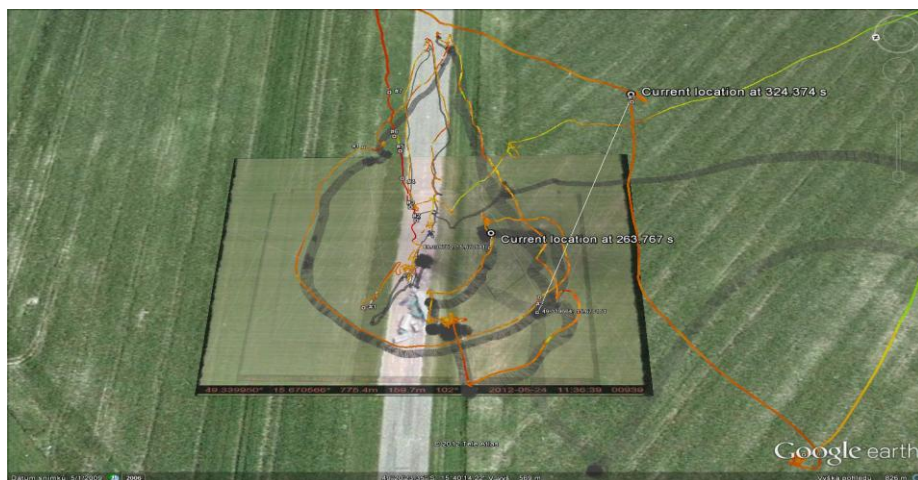
Ilustrační foto z praktického experimentu:



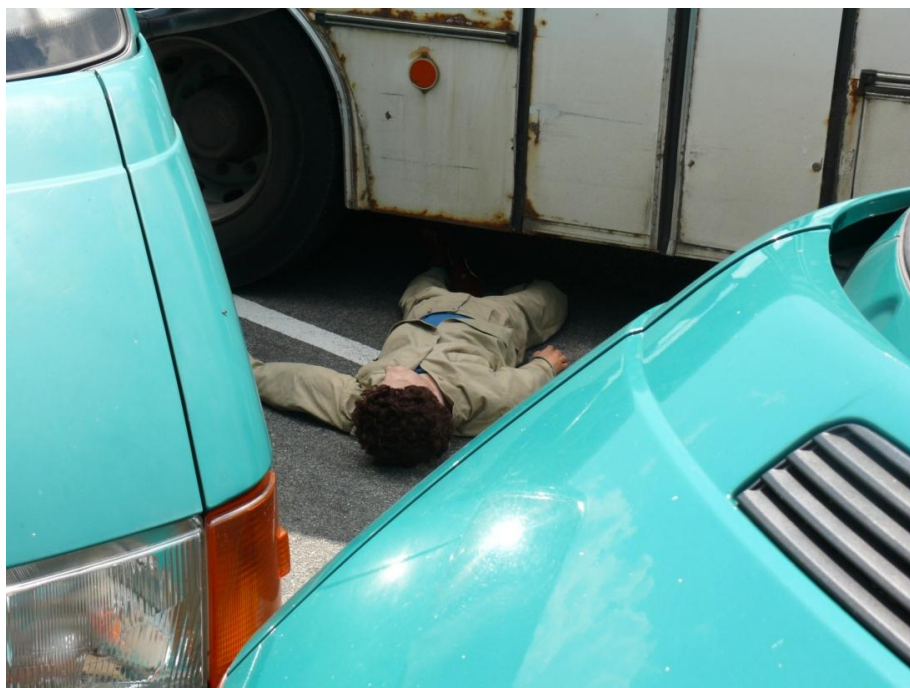
Obrázek 57 Fotografie z UAV - celkový pohled na dopravní nehodu (archív autora)



Obrázek 58 Fotografie z UAV - vozidlo ADR (archív autora)



Obrázek 59 Grafické zobrazení trajektorie UAV (archív autora/Google Earth)



Obrázek 60 Zaklíněná osoba nalezená UAV (archív autora)



Obrázek 61 Start UAV Optoelektron (autor)

5.4.5 Situace 5 - dokumentace místa dopravní nehody

Popis vstupní situace:

Dálniční oddělení PČR řeší na dálnici opakovaně nutnost složitě dokumentovat místa velkých dopravních nehod, kde se na nehodě zúčastní někdy i několik desítek vozidel. Dokumentace je zdlouhavá a uzavření dálničního tělesa tak trvá dlouho.

Realizace metodického přístupu:

Vedení ředitelství služby dopravní policie se rozhodlo zabývat se možností využití RPAS při dokumentaci dopravních nehod, zejména na dálnicích. Postupně byly realizovány jednotlivé body metodiky I. - XVII. Na základě výsledků metodického postupu byla zakoupena potřebná technika.

Nyní DO PČR disponuje 2 kusy bezpilotní quadrokoptéry Md4-200. Při zásahu při velké dopravní nehodě bylo rozhodnuto o vhodnosti nasazení UAV.

Praktické nasazení:

Po příjezdu na místo se velitel zásahu rozhodl vyslat UAV k dokumentování místa dopravní nehody. Modelová situace byla realizována ve výcvikovém prostoru Vyšší policejní školy MV v Jihlavě v roce 2012. Akce se zúčastnili policisté i civilní osoby. Byla ověřena pozitiva nasazení UAV - rychlost, časová úspora apod.

Závěr:

Nebyly nalezeny žádné systémové nedostatky a překážky pro řešení této situace.

Jako další perspektivní oblast rozvoje využití RPAS při dokumentaci místa události se jeví využití fotogrammetrie a laserového skenování - laserového měření vzdáleností.

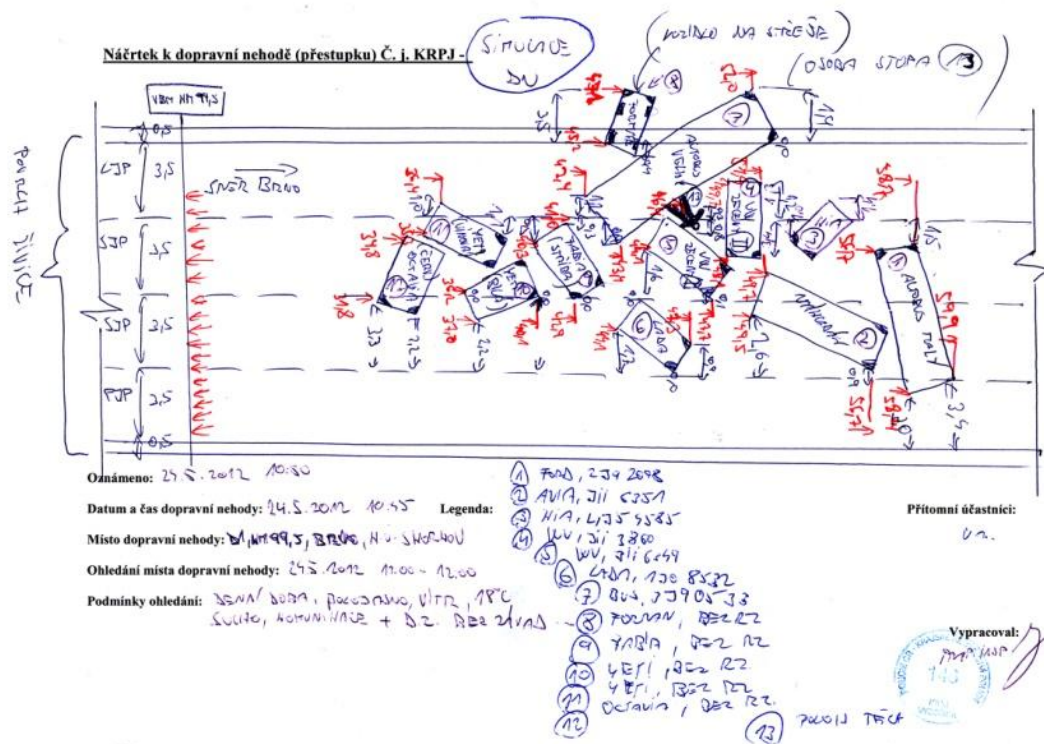
Ilustrační foto a vzorové dokumenty z praktického experimentu:



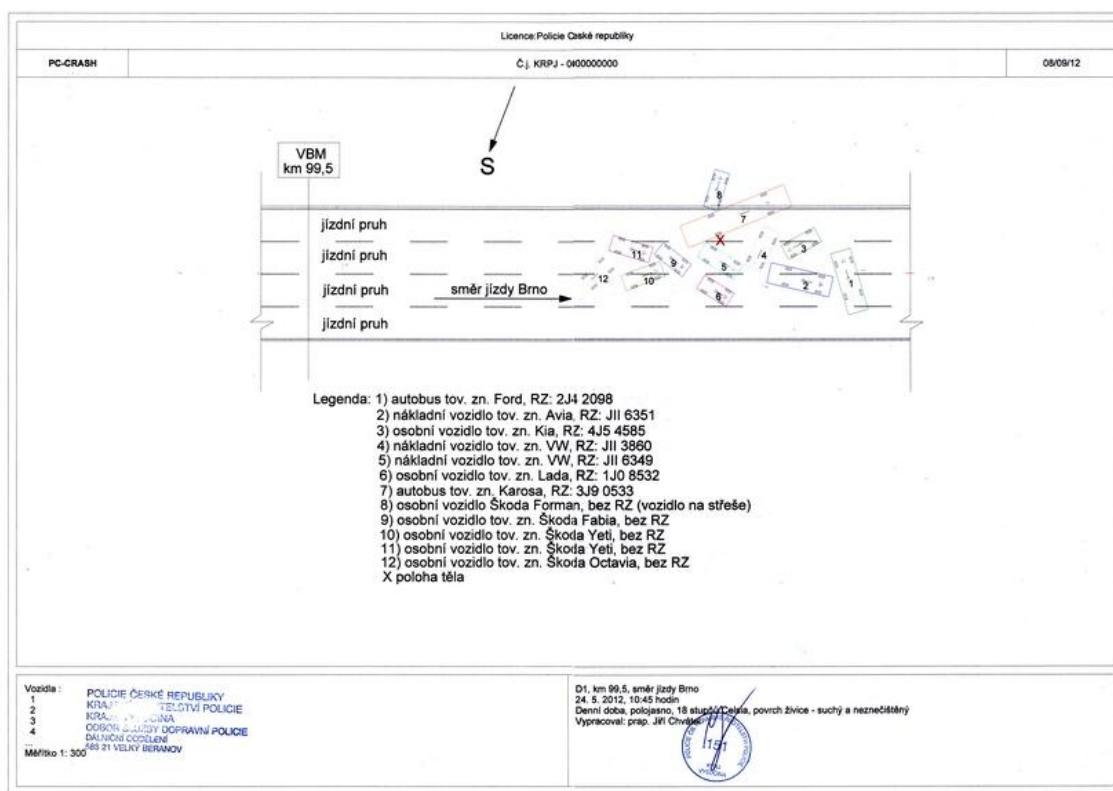
Obrázek 62 Přehledový snímek z UAV - dopravní nehoda (archív autora)



Obrázek 63 Dokumentační foto dopravní nehody (archív autora)



Obrázek 64 Náčrtek místa dopravní nehody (archív autora/ DO PČR Velký Beranov)



Obrázek 65 Plánek místa dopravní nehody (archív autora/DO PČR Velký Beranov)

5.5 Případové studie

Pro verifikaci funkčnosti navržené metodiky byly použity i dvě následující případové situace. Z obou vyplývá potvrzení předpokladu, že technická stránka je na vyšší úrovni, než jiné aspekty nasazení RPAS, a že nedomyšlený výběr UAV může znamenat ekonomické i jiné ztráty.

Při studiu materiálů pro disertační práci byly vyhledávány situace, které by podpořily předpoklad, že zabývat se uvedenou problematikou všestranně má smysl. Závěry ze dvou vybraných případů - případových studií potvrzují předpoklad, že pokud jsou alokovány prostředky na RPAS techniku a současně není projekt promyšlen a naplánován ve všech aspektech, může dojít ke zbytečným finančním ztrátám a k selhání projektu.

Byly vybrány dvě případové studie. První (situace A) z podmínek ČR a druhá ze Spolkové republiky Německo (situace B).

5.5.1 Případová studie A - Sokol

V podmínkách ČR byla dlouhodobě jediným uživatelem RPAS AČR se systémem Sojka. Po vstupu ČR do EU a zahájení čerpání finančních prostředků z evropských strukturálních fondů se objevila možnost financovat vývoj nového českého RPAS touto cestou. MV vyhlásilo projekt na státní bezpilotní prostředek (dále SBP). Je součástí automatizovaného vzdušného informačního systému (dále AUVIS). Ze zveřejněných dat vyplývá, že po technické stránce se má jednat o plně srovnatelný RPAS se zahraniční konkurencí.

Pro stavbu byl vybrán Vojenský technický ústav, jako podnik, který má strategický význam pro obranu státu a byl založen 1. 9. 2012 Ministerstvem obrany ČR. Má se zaměřovat na vývoj a výrobu malosériové unikátní techniky. Vojenský technický ústav má tři odštěpné závody. Komunikační technikou a bezpilotními letouny se zabývá Vojenský technický ústav letectví a protivzdušné obrany v Praze-Kbelích. Celý několikaletý projekt výzkumu, rozdělený na několik etap je hrazen z prostředků Ministerstva vnitra na bezpečnostní výzkum, jak uvádí Lang (2013).



Obrázek 66 Maketa v měřítku 1:2 UAV Sokol (autor)

Technické, organizační a finanční údaje jsou uvedeny ve veřejných informačních systémech (Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, 2013a). Internetové stránky jsou nazvány Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací podporovaných z veřejných prostředků ČR. Informace o bezpečnostním výzkumu v rezortu Ministerstva vnitra jsou uvedeny na stejných internetových stránkách (Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, 2013b).

Je jistě potěšitelné, že veřejné finanční zdroje jsou alokovány na podporu českého výzkumu, českého státního podniku, uplatnění české technologie (Sokol používá pouze tuzemské součástky). Na druhé straně je otázkou, do jaké míry byly tyto prostředky alokovány racionálně a zejména jaký budou mít další přínos.

Cílem vývoje nestandardního technického řešení automatizovaného vzdušného informačního systému bylo podle zadání dálkové pozorování zemského povrchu, dále identifikace zájmových objektů nebo osob a retranslace radiových signálů. Počítá se s optimalizací řešení zkouškami a s realizací funkčního vzoru UAV a pozemního stanoviště (včetně speciálních vozidel a startovací rampy).

Lze tedy konstatovat, že zadání neobsahovalo přesnou formulaci technických parametrů, není zde uvedena kategorie RPAS, hmotnosti, rozměry ani další technické údaje, jako výkony a druh pohonu. Z veřejně dostupných informací nelze zjistit, zda tato data byla součástí nějakého širšího zadání. Ale pokud by byly tyto parametry „nějak“ stanoveny před vyhlášením projektu nebo v prvních fázích projektu, lze s vysokou mírou pravděpodobnosti

předpokládat spíše zadání na bázi empirie než parametrů potvrzených například v rámci předvýzkumu. Tedy s využitím nějaké optimalizační a objektivizační metody. Ze systémového pohledu jde tedy o realizaci UAV intuitivní metodou, neboť nebylo předem stanoveno jeho plánované použití. Proto navržené parametry mohou být značně nepřesné a neodpovídající budoucím požadavkům. Tato kritická analýza není zaměřena na konkrétního výrobce ani nezpochybňuje špičkové parametry vyvíjeného RPAS, ale má za cíl poukázat na možný nesystémový způsob zadávání výzkumných úkolů. Příliš volné zadání na počátku projektu může přinést obtíže při následném praktickém využití.

V tomto konkrétním případě měla být nejprve provedena fáze sběru dat u bezpečnostních složek, zejména měl být stanoven okruh úkolů a činností, pro který bude tento RPAS určen. Měl být proveden předvýzkum (nebo přímo výzkumný úkol), který by se zabýval potřebami policie, armády, IZS, případně i jiných složek. Měly být zmapovány konkrétní potřeby, možnosti, omezení. Měly být zhodnoceny různé přístupy k tomuto úkolu, včetně srovnání efektů vývoje vlastního stroje, pravděpodobnosti jeho výroby a nasazení. V tomto konkrétním případě tedy byl požadován vývoj UAV s tím, že možnosti využití se budou zřejmě hledat až následně. Vzniká vysoké riziko, že některý parametr, zejména z oblasti výkonů nebo ekonomické efektivity nebude odpovídat skutečným potřebám. Není sice vyloučena možnost, že výrobce svým prototypem pokryje potřeby a očekávání budoucích uživatelů, ale nemusí tomu tak skutečně být. Pokud by tedy v budoucnu tento RPAS nebyl vyráběn sériově a nebyl nasazen v praxi, byla by to minimálně ztracená příležitost pro náš průmysl i naše hospodářství.

Na základě poznatků z odborné literatury a zkušeností uživatelů z jiných zemí (Europol) je navíc velmi pravděpodobné, že potřeby bezpečnostních složek a IZS nebude možno pokrýt jedním typem, ale že půjde minimálně o dva různé typy rozdílné kategorie RPAS. Potom bude nutno řešit i otázku pokrytí území ČR, kompatibility v ovládání, používání a sdílení dat více typů RPAS. Zejména v oblasti přenosu signálu bude nutné zabezpečit jejich vzájemnou kompatibilitu.

Někteří odborníci v této oblasti se kloní k ještě většímu počtu potřebných typů RPAS pro bezpečnostní složky a IZS, nejčastěji uvádějí 3-5 různých typů. Objevují se názory, že vhodný by byl taktický (zásahový, útvárový) RPAS s doletem kolem 1 km, resortní RPAS s doletem kolem 20 km, mezirezortní IZS na státní úrovni pro krizové stavy (záplavy apod.) s výdrží v řádu desítek hodin a samozřejmě také RPAS na mezinárodní úrovni, tedy RPAS srovnatelný výkonově s typem Euro Hawk a pohybujícím se nad letovým provozem (Pramacom-HT, 2014).

Tabulka 18 Finanční zdroje AUVIS

Období	2010	2011	2012	2013	2014	Celkem
Výše podpory ze státního rozpočtu	3 290 tis. Kč	12 282 tis. Kč	8 609 tis. Kč	3 198 tis. Kč	620 tis. Kč	27 999 tis. Kč
Celkové uznané náklady	3 920 tis. Kč	14 558 tis. Kč	10 849 tis. Kč	4 773 tis. Kč	900 tis. Kč	35 000 tis. Kč
Typ (rok 2014)	skutečně čerpané	skutečně čerpané	skutečně čerpané	přidělené	plánované	

Zdroj: Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, 2013a, 2013b

Závěry z případové studie A:

Pro stavbu RPAS s názvem AUVIS - Sokol nebyly požadovány a tedy ani použity metodické nástroje, které by garantovaly jeho následnou sériovou výrobu a další konkrétní využití. Při stavbě byly dodrženy veškeré podmínky pro stavbu letadel a technické normy. Jde o pokročilý systém se značnou perspektivou. Došlo zde ale k několika opomenutím. Nebyly předem stanoveny úkoly a činnosti, které by měl plnit a nebyl definován uživatel. Je zde riziko, že pokud nebude tento perspektivní systém vyráběn a využíván, vložené finanční, lidské a materiálové zdroje byly vynaloženy neúčelně. Je třeba udělat maximum, aby chyby byly napraveny a aby se tento pokročilý a perspektivní typ dočkal praktického nasazení.

Doporučené řešení vůči zadavateli: zadání zveřejňovat konkrétní a ne příliš obecné.

Doporučené řešení vůči výrobc: provést seznámení široké funkciónářů z oblasti bezpečnostních sborů, HZS, IZS, AČR s parametry a předpokládaným využitím systému AUVIS. Provést praktické modelové ukázky, testování v různých podmínkách. Intenzivně hledat využití v různých oblastech státní správy. Vydávat publikace a materiály popularizující systém AUVIS. Tímto způsobem bude možné seznámit příslušné pracovníky s touto

technikou a pokračovat v započaté cestě, vybavit bezpečnostní a vojenské složky v ČR (a nejen v ČR) použitelným českým RPAS.

5.5.2 Případová studie B - Euro Hawk

Ve Spojených státech má vojenské využití RPAS již dlouhou tradici. Někteří výrobci se tedy snaží využít své dlouholeté zkušenosti s výrobou technicky nejnáročnějších a nejdokonalejších typů RPAS a nabídnout je i svým spojencům mimo území USA. Zejména partnerům v NATO. Z tohoto důvodu byl mezi USA a Spolkovou republikou Německo dohodnut obchod, jehož předmětem byla technologie postavená na bázi RPAS Global Hawk.

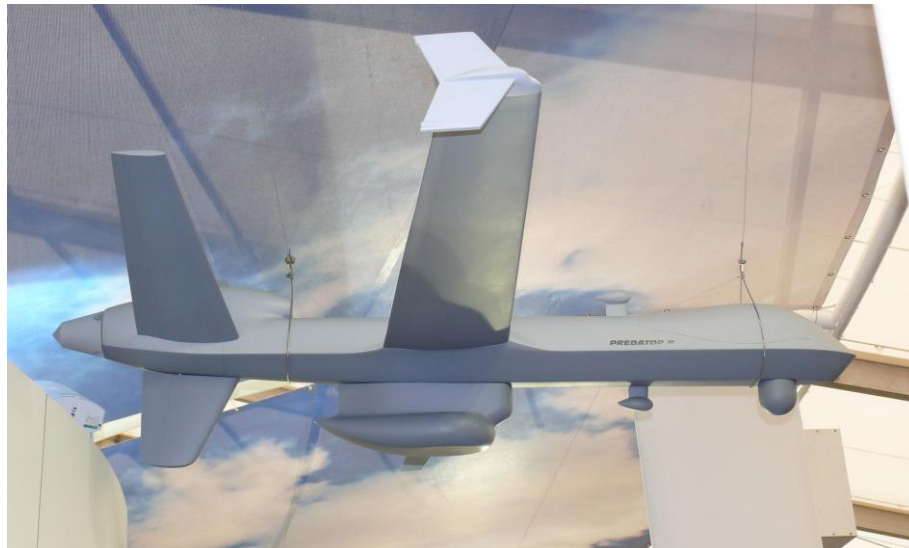


Obrázek 67 Euro Hawk (autor)

Tento systém byl postupně v posledních letech dodán a nyní se řeší problém, který má rozsáhlé důsledky pro další využívání RPAS ve vzdušném prostoru EU. Německo, které chtělo mít systém Global Hawk k dispozici, a přitom jej nechtělo samo vyvíjet, si v USA objednalo jeho „evropskou“ verzi pod názvem Euro Hawk. Tento projekt, díky kterému měla Armáda Spolkové republiky Německa získat několik strojů RQ-4E (odvozených od typu RQ-4B Block 20), v současné době nepokračuje. Byl zastaven německou vládou podle prohlášení z 15. května 2013 zejména proto, že RPAS neobdržel certifikaci od ICAO pro lety ve vzdušném prostoru EU. Hlavním důvodem byla skutečnost, že UAV Euro Hawk podle ICAO nemá technicky pokročilý, bezchybně fungující a bezpečný systém TCAS. Podle

odpovědných úřadů hrozí srážka s civilním či vojenským letounem, a tak tyto UAV nemohou létat. Je to důkazem nedokonale zvládnutého výběru vhodného RPAS. Nebyl zde uplatněn systémově správný a koncepční přístup k pořízení této techniky. Pro tuto nákladnou techniku (již bylo vynaloženo 562 milionů € a dalších asi 600 milionů € mělo být vynaloženo na certifikaci a zkoušky) se po zastavení projektu bude jen těžko hledat uplatnění, pokud výrobce a uživatel urychleně nevyřeší problém zdokonalení antikolizního systému. Ani v současnosti (v letech 2014-2015) není v projektu pokračováno, i když určité zkoušky a pokusy probíhají.

V současné době je technická stránka RPAS na vysoké úrovni. Přesto je na výše uvedeném příkladu zrušení projektu RPAS Euro Hawk (ATM, 2013b, s. 68) vidět, že stále existuje celá řada nedokonalostí této pokročilé letecké techniky. Na pořad jednání se stále dostávají otázky bezpečnosti - zejména pokud jde o případný pád do obydlených oblastí nebo o kolizi s jiným letounem. Obojí je, v hustě zalidněné a leteckým provozem protkané Evropě, natolik silnou hrozbou, že až do úplného vyřešení tohoto problému nebudou RPAS na evropském kontinentu v běžném provozu. Vojenská technika například ozbrojená verze RQ-9 Reaper má jiné postavení a určení než civilní. Proto zřejmě dosud nebyla antikolizním systémům a systémům Fail-Safe věnována potřebná pozornost.



Obrázek 68 Maketa RQ-9 Reaper (autor)

Doporučené řešení vůči zadavateli: při výběru a koupi RPAS využít metodické nástroje a zejména neopomenout žádný důležitý aspekt.

Doporučení vůči výrobc: urychleně řešit vývoj odpovídajícího protikolizního systému, i v mezinárodní kooperaci.

6 VLASTNÍ PŘÍNOSY DISERTANTA

Přínosy lze spatřovat zejména v oblastech metodické, ekonomické a oborové. Význam disertační práce spočívá v tom, že upozorňuje na důležité vlastnosti a potenciál nové entity RPAS a na nutnost systémového uchopení celé problematiky. Současně nabízí metodické nástroje, jak tuto situaci řešit.

Disertační práce upozorňuje na problémy, které nasazení RPAS provázejí. Oblast RPAS má přesto obrovský potenciál a její význam bude stále růst.

U RPAS se předpokládá, že z původní, převážně pozorovací a dokumentační role, se bude nasazení posouvat do oblasti logistiky - dopravy nákladů a osob. Doprava bezpilotními (automaticky řízenými) prostředky se stane jedním z hlavních druhů dopravy.

V disertační práci je navržen nový, systémově řešený a univerzálně použitelný metodický postup pro výběr vhodného RPAS pro požadovanou činnost. Ve dvaceti krocích, bodech I. - XX. je rozpracováno, jak postupovat při rozhodování, zda je pro určitou požadovanou činnost (úkol, cíl) vhodné využít techniku RPAS. Současně jsou aplikovány principy programového řízení, managementu a řízení projektů.

Pomocí uvedené metodiky lze vybrat i konkrétní typ.

Jednotlivé kroky jsou detailněji rozpracovány a poskytují (pomocí kontrolních otázek, tabulek a upřesnění výstupů) metodickou pomoc při praktickém provádění kroků I. - XX. Přitom se berou na zřetel úkoly plynoucí z formulace i účelu cílů práce. Z důvodu předepsaného rozsahu disertační práce nebylo možné řešit jednotlivé kroky dále, než navrhnout uvedený strukturovaný metodický přístup.

Jeden z hlavních přínosů je vytvoření celkem 290 kódů typových činností, což je o řád více, než uvádějí různé specializované internetové zdroje a odborná literatura. Dosud nepublikovanou podporou pro systémový přístup k entitě RPAS je schéma uvedené na obrázku 22 - aspekty nasazení RPAS. Toto schéma vyjadřuje nutnost chápání celé problematiky RPAS jako multidisciplinárního oboru s jednotlivými neopominutelnými aspekty - technickým, ekonomickým, taktickým, legislativním a s bezpečností provozu.

Shrnutí významu a přínosu disertační práce:

- řeší dosud dostatečně neřešenou oblast systémového a metodického přístupu k nasazení RPAS,
- používá inovativní přístup a nejmodernější nástroje (systémové inženýrství, systémový přístup k řešení problémů, systémy podpory jakosti, kvality, nástroje projektového řízení, metody zpětného projektování apod.),
- řeší problematiku na široké oborové bázi, ale přitom dostatečně přesně a konkrétně vymezuje jednotlivé problémy,
- zavádí nové dosud nepublikované inovativní metodické nástroje - zejména kódy typových činností (celkem 290 možných způsobů nasazení RPAS),
- upozorňuje na význam ekonomického aspektu nasazení RPAS a na ekonomická rizika při nedodržování systémového přístupu k řešení této problematiky,
- na disertační práci mohou navázat další bakalářské, diplomové, disertační nebo habilitační práce detailněji rozebírající jednotlivé aspekty, financování, jakost, interakci mezi člověkem a ovládacím zařízením RPAS apod.,
- přináší nové téma v činnosti fakulty v oboru, který se začíná prosazovat,
- zavádí nový odborný termín bezpilotní logistika, Unmanned Aerial Logistics (UAL),
- finálním výstupem je návrh metodiky, který lze využít v praxi, kde může přinést úsporu času a finančních prostředků a omezit případné chyby projektů nasazení RPAS.

Navržená metodika byla ověřena na 5 konkrétních situacích z oblasti dopravy a vnitřní bezpečnosti.

Doprava a transport nákladů a v budoucnu i osob, budou hrát velkou roli v oblasti využívání bezpilotních letadel. Jsme teprve na počátku praktického využití této techniky. O takovém postupu uvažuje řada firem i v ČR.



Obrázek 69 Reklamní spot firmy Robodrone (autor)

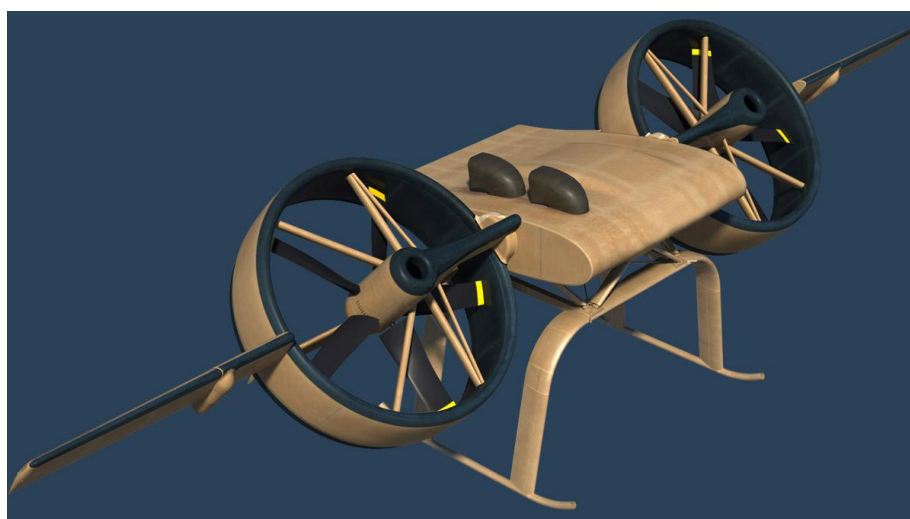
Americký koncern Lockheed Martin vyvíjí systém ARES - Aerial Reconfigurable Embedded System - vzdušný měnitelný nákladový systém. Primárně bude využit americkou armádou, ale v budoucnu se může stát etalonem a vzorem pro využití v civilní dopravě.



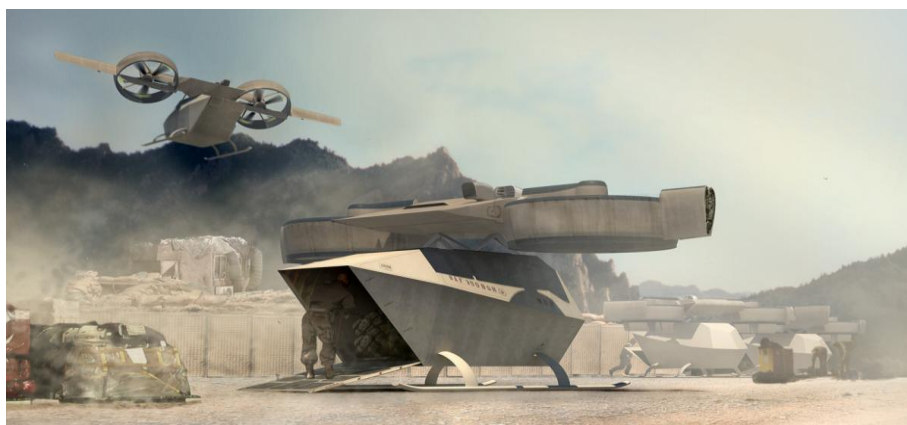
Obrázek 70 UAV Strix z ČR (autor)



Obrázek 71 Strix má nosnost 15 kg a nastavitelný rám (autor)



Obrázek 72 ARES - konstrukce (Lockheed Martin, 2014)



Obrázek 73 ARES - příklad Unmanned Aerial Logistics (Lockheed Martin, 2014)

7 ZÁVĚR

Závěrečným shrnutím disertační práce je kontrola dosažených cílů, zhodnocení činností a postupů uplatněných při disertační práci. Hlavní cíl i dílčí cíle byly splněny a to jak během přípravných činností, tak během vlastního zpracování disertační práce. Hlavní cíl, vytvoření koncepce využitelnosti bezpilotních letounů v civilních aplikacích byl splněn a je v disertační práci uveden v části 4. Splnění dílčího cíle I je popsáno v části 1, dílčích cílů II, III, IV v části 4 a dílčího cíle V pak v části 5 a 6. Při plnění cílů se neobjevily žádné zásadní překážky a problémy.

S využitím systémového přístupu a použitím metodických a koncepčních nástrojů lze již dnes, tedy v podmínkách stále existující disproporce mezi technickými možnostmi RPAS a podmínkami pro jejich nasazení, nalézt odpovídající řešení. Je to sice složitý proces předpokládající hluboké znalosti problematiky a vynaložení značného úsilí, ale je to možné. Toto tvrzení bylo prokázáno zejména provedenými experimenty a rozбором případových studií.

Složitost práce vyplývala zejména z obrovského rozsahu roztržštěných informací souvisejících s RPAS, což kladlo vysoké nároky na čas a na studium naší i zahraniční odborné literatury. Zpracování komplikovala dynamika změn v této oblasti. Během studia byly vydány nové závazné právní normy, které zásadně změnily podmínky pro nasazení RPAS zejména v podmínkách ČR. Nezanedbatelný problém byl s utajováním značné části problematiky RPAS, a tedy nemožností získat v některých oblastech přesná a prokazatelná data. Také lze konstatovat, že problematika koncepcí, metodických postupů a obdobných systémových nástrojů je dosud v oblasti civilního využití RPAS v odborné literatuře řešena nedostatečně a chybějí publikované praktické zkušenosti. Přístup ke zpracování disertační práce vyžadoval nejen znalosti z příbuzných oborů, zejména z letectví a elektroniky, ale vyžadoval rovněž kreativní hledání zcela nových, zatím nerealizovaných postupů.

Při vědeckém přístupu k řešení jakéhokoli úkolu nelze obejít zajištění potřebné úrovně vědomostí řešitele ani znalost současného stavu poznání. V tak prudce se rozvíjející oblasti, jako je oblast RPAS, je sledování nových poznatků velice důležité. Je tedy nezbytné vyhledávat a zapracovávat nové poznatky z této oblasti a v neposlední řadě sledovat nově vyvíjené (vyráběné) typy RPAS.

Z analýzy stavu využívání RPAS v současnosti vyplývá, že jde o aktuální téma. Celý obor RPAS překonal počáteční problémy a je připraven k velkému rozvoji. Jde o slibně a rychle se rozvíjející obor, počet typů RPAS roste, ceny klesají, rozšiřují se možnosti využití,

výrobci intenzivně hledají další odbytiště i mimo dosud převládající armádní zakázky. Rozvoji stojí v cestě nízká informovanost výrobců o potřebách případných uživatelů a nízká informovanost případných uživatelů o možnostech výrobců.

Lze předpokládat, že na rozvoj, případně stagnaci těchto prostředků bude mít velice významný vliv hledání nových zdrojů energie, a to jak globálních (elektřina z atomových elektráren, z obnovitelných zdrojů, zvládnutí jaderné fúze), tak prostředků na dočasné uložení energie, jako jsou akumulátory, vodíkové články apod. Cíle disertační práce byly determinovány rozvojem a mírou zvládnutí problémů spojených s nasazením RPAS v praxi. Pro skutečně prakticky použitelné, nákladově přijatelné a efektivní nasazení RPAS bude potřeba provést ještě celou řadu nutných kroků. Bude nutné (v souladu s teprve připravovanou jednotnou celoevropskou legislativou) dokončit započatý legislativní proces a definovat normy, pravidla a parametry v řadě oblastí. Například definovat podmínky funkce - požadavky na antikolizní systémy (TCAS) a vyvinout pro ně cenově a technicky přijatelné řešení. Najít a stanovit kmitočtová pásma, zvážit normalizované ovládání RPAS, hledat podporu pro soukromé investory. Jak uvádí Evropská komise (European Commission - Enterprise and Industry, 2014) ve svých materiálech, bude nutno vytvářet v rámci státní podpory podmínky pro aplikace v oblastech prosazování práva, vnitřní bezpečnosti a ochrany obyvatelstva.

Hlavními překážkami rozšíření RPAS je kromě již uvedených problémových oblastí v EU nedokonalá a nejednotná legislativa, nedostatek frekvencí pro komunikaci s ŘLP, pro vlastní pilotování a pro přenos dat, nedokončený vývoj spolehlivých antikolizních systémů, nejednotnost v kategorizaci a evidenci UAV a nejednotnost ve výcviku obsluh. Jednotlivé státy EU se ale již snaží o koordinovaný postup v oblasti úpravy legislativy, aby nasazení RPAS nebrzdily byrokratické a právní překážky. Tyto překážky komplikují příliv investorů a potřebných investičních prostředků. Pokud by si managementy ozbrojených složek, podniků, firem a dalších institucí uvědomily možné přínosy nasazení této techniky a naučily se tuto techniku využívat, znamenalo by to velký posun v možnostech ekonomického a bezpečnostního rozvoje v mnoha oblastech hospodářství i státní správy.

Jde o oblast, která může přinést nejen velké ekonomické úspory, ale i zvýšit bezpečnost občanů a přinést zvýšení kvality života. Tyto technologie mohou chránit a zachraňovat lidské životy a zabraňovat velkým škodám, jejichž eliminací se zabývá oblast krizového řízení. Bezpilotní letouny mohou přinést významný zisk i v oblasti ekologie. Obvykle mají nižší spotřebu energie a paliva než pilotované stroje. V oblasti životního

prostředí je jejich nasazení přijatelnější než u pilotovaných strojů také díky jejich nízké hlučnosti.

Pokud se podaří vyřešit všechny aspekty potřebné pro nasazení této techniky, bude nutno vzít také v úvahu jednu obtížně předvídatelnou a těžko uchopitelnou oblast rizika zneužití této techniky. V některých státech je nasazení RPAS vnímáno nejen jako technická otázka, ale je do jisté míry chápáno jako celospolečenský problém. Zvyšování bezpečnosti občanů při současném snižování nákladů na zajištění bezpečnosti je vítáno. Méně příznivě občané, politici a sdělovací prostředky vnímají skutečnost, že zvýšení bezpečnosti může znamenat omezení občanských svobod. Při činnosti RPAS se získává množství dat, která s plněním konkrétního zadání nemusí ani souviset, ale která zasahují do osobnostních práv. Tato data se musí zabezpečit proti zneužití. Bude tedy nutné nalézt v této oblasti vhodný kompromis mezi osobními svobodami jednotlivce a zajištěním kolektivní ochrany a bezpečnosti. A to je důležité a společensky kontroverzní téma. Nemůže být proto při využívání této techniky opomenuto. Vojenských i civilních aplikací RPAS postupně přibývá. Oblast se stává zajímavou pro bezpečnostní složky i pro soukromý sektor. Na vysokých školách začíná přibývat studentů a projektů, kteří se věnují právě RPAS. Sledovat aktuální vývoj v oblasti je velmi důležité, neboť vývoj postupuje rychle kupředu. RPAS bude stále více zasahovat do života občanů.

Cílem této disertační práce bylo vytvoření koncepce využitelnosti bezpilotních letounů zejména v civilní praxi. Cíle bylo dosaženo - byl vytvořen zcela nový manažerský a ekonomicko-technický nástroj a výsledky byly ověřeny praktickými experimenty.

Je zřejmé, že vývoj využitelnosti bezpilotních letounů bude pokračovat po ose:

- létající bomby (Flying Bombs),
- vzdušné terče (Aerial Targets),
- vzdušný průzkum (vojenský - Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance, bezpečnostní - Law Enforcement a civilní užití),
- nosič přesné munice (Precision Munitions Carrier) a prostředek vzdušného boje (Air to Air Combat),
- transportní prostředek nákladů (Transport Vehicle),
- doprava osob (Transport of Persons),
- autonomní víceúčelové stroje (Autonomous Multi-Purpose Machine).

Oblast RPAS je vysoce perspektivní a je zde rozsáhlý prostor pro další zkoumání.

8 POUŽITÁ LITERATURA

SADECKÝ, Zdeněk, 2012a. Nasazení UAV/UAS v bezpečnostní praxi a v dalších armádních a civilních aplikacích. In: *1. ročník mezinárodní konference Využití bezpilotních letounů v bezpečnostní praxi 2012*. Jihlava: Vyšší policejní škola MV v Jihlavě, 2012, s. 156-164. ISBN 978-80-260-2311-1.

SADECKÝ, Zdeněk, 2012b. Bepilotní prostředky. *Policista*. 2012, č. 5, s. 22 - 23. ISSN 1211-7943.

AMERICA'S CODEBOOK, 2014. UN Drone Crashes in DRC. In: *Africa - Untangling US Defense and Security Involvement in Africa* [online]. Jan 15, 2014, [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <https://codebookafrica.wordpress.com/tag/monusco/>

ARMÁDNÍ NOVINY, 2012. Pozemní technika. *Armadninoviny.cz* [online]. © 2012 [2013-06-04]. Dostupné z: <http://www.armadninoviny.cz/cesky-bojovy-robot-taros-6x6-furbo.html>

ARMY TECHNOLOGY, 2014. Products & Services - Eca Robotics UGV. *Army-technology.com* [online]. ©2014 Kable [cit. 2013-01-18]. Dostupné z: <http://www.army-technology.com/contractors/mines/eca>

ATM, 2013a. Unmanned Ground Vehicles developed in the Czech Republic. *ATM*. 2013, č. 9, s. 26 - 27. ISSN 1802-4823.

ATM, 2013b. Německo neplánuje obnovit Euro Hawk. *ATM*. 2013, č. 9, s. 68. ISSN 1802-4823.

AUVSI - ASSOCIATION FOR UNMANNED VEHICLE SYSTEMS INTERNATIONAL, 2012. *Association News*. [online]. 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.auvsi.org/AUVSI/AUVSINews/AssociationNews>

BARNSTORFF, Kathy, 2010. The Puffin: A Passion for Personal Flight. In: *Nasa.gov* [online]. February 08, 2010 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/topics/technology/features/puffin.html>

BATELKA, Marek, 2011. *Využitelnost civilních antikolizních systémů bezpilotními prostředky*. Brno, 2011. 69 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Slavomír Vesecký.

BĚLOHLÁVEK, František, 2000. *Jak řídit a vést lidi*. 1. vyd. Praha: Computer Press©. ISBN 80-7226-308-0.

BIGS: Policy Paper, 2012. Potsdam: Brandenburg Institute for Society and Security, 2012, No. 1.

BINNIE, Jeremy, 2014. UN Falco crashes in DRC. In: *IHS Jane's 360* [online]. 14 January 2014 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: <http://www.janes.com/article/32404/un-falco-crashes-in-drc>

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND - BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN LUFT- UND RAUMFAHRTINDUSTRIE E. V., 2012. *Unbemannten Flugsystemen gehört die Zukunft - Ziviles Potential UAS ausschöpfen*. Berlin: BDLI, 2012.

COMPENDIUM BY ARMADA: DRONES, 2011. Zurich: Armada International, 2011, No. 3. ISSN 0252-9793.

ČERVENKOVÁ Alena a Michal HOŘAVA, 2009. *Uživatelsky přívětivá rozhraní*. 1. vyd. Praha: Horava & Associates. ISBN 978-80-254-5295-0.

ČESKÁ REPUBLIKA - Ministerstvo dopravy, 2005. *Dopravní politika České republiky pro léta 2005-2013* [online]. 2005 [cit. 2012-05-15].

Dostupné z: http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/652F57DA-5359-4AC6-AC42-95388FED4032/0/MDCR_DPCR20052013_UZweb.pdf

ČESKÁ REPUBLIKA - MINISTERSTVO DOPRAVY, 2011. *Předpis L 2. Doplněk X - bezpilotní systémy* [online]. 2011 [cit. 2011-11-15]. Dostupné z:

http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_letecka/N%c3%a1rodni_a_mezinardni_dohody_umluvy_a_predpisy/predpisy_rady_1.htm

ČESKÁ REPUBLIKA - Ministerstvo zahraničních věcí, 2011. *Bezpečnostní strategie České republiky 2011* [online]. 2011 [cit. 2012-06-06].

Dostupné z: http://www.mzv.cz/file/699914/Bezpecnostni_strategie_CR_2011.pdf

ČESKÁ REPUBLIKA - MINISTERSTVO DOPRAVY - ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ, 2013a. *Směrnice SLS - Postupy pro vydání povolení k létání letadla bez pilota CAA/S-SLS-010-n/2012* [online]. 2013 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/file/5965>

ČESKÁ REPUBLIKA - MINISTERSTVO DOPRAVY - ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ, 2013b. *Pokyny pro zpracování provozní příručky pro letecké práce s bezpilotními systémy provozovanými podle Doplněku X leteckého předpisu L 2* [online]. 2013 [cit. 2013-07-31].

Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla-bez-pilota-na-palube/letecke-prace>

ČESKÁ REPUBLIKA - MINISTERSTVO DOPRAVY, 2014. *Letecký předpis o způsobilosti leteckého personálu civilního letectví L1* [online]. 2014 [cit. 2014-01-21].

Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>

ČESKO, 1947. Zákon č. 147/1947 ze dne 7. prosince 1944 Úmluva o mezinárodním civilním letectví. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1947, částka 68.

Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1947-147/print>

ČESKO, 1997. Zákon č. 49 ze dne 6. března 1997 o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 17, s. 1266 - 1286.

ČESKO, 2000a. Zákon č. 238 ze dne 28. června 2000 o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73, s. 3454 - 3460.

- ČESKO, 2000b. Zákon č. 239 ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73, s. 3461-3474.
- ČESKO, 2000c. Zákon č. 240 ze dne 28. června 2000 o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73, s. 3475 - 3487.
- ČESKO, 2008. Zákon č. 273 ze dne 17. července 2008 o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2008, částka 91, s. 4086 - 4116.
- ČTK, 2010. Britská policie nasadí proti řidičům i bezpilotní letouny. *Letectvi.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-06-06]. Dostupné z: <http://www.letectvi.cz/letectvi/Article68721.html>
- DECKNICK, John, Col., 2007. GSAT System Expands Air Force's Combat Capability. In: *Outlook series* [online]. Jan 25, 2007 [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://www.outlookseries.com/news/Security/3163.htm>
- DRAGANFLY INNOVATIONS INC, 2012. [online]. *Draganflyer X6*. 2012 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.draganfly.com/uav-helicopter/draganflyer-x6>
- EFF - ELECTRONIC FRONTIER FOUNDATION, 2014. About EFF. *Eff.org* [online]. Copyright Policy, 2014 [cit. 2013-10-24]. Dostupné z: <https://www.eff.org/about>
- E.S.C - Evolving Systems Consulting, 2012. Defence. *Evolvsys.cz* [online]. ©1999-2012 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.evolvsys.cz/defence/index.html>
- EU, 2007. ENTR/2007/065. *Frost and Sullivan - Study analysing the current activities in the field of UAV*. Brusel: European Commission - Enterprise and industry directorate-general, 2007. Dostupné z: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/security/files/uav_study_element_2_en.pdf
- EU, 2011. *Strategy for unmanned aircraft systems in the European Union*. Brusel: European Commission, 2011. Dostupné z: http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/_getdocument.cfm?doc_id=6634
- EUROPEAN COMMISSION - ENTERPRISE AND INDUSTRY, 2012. *Aeronautic industries Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)* [online]. 2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/index_en.htm
- EUROPEAN COMMISSION - ENTERPRISE AND INDUSTRY, 2014. *Aeronautic industries Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS). Communication: A new era for aviation - Opening the aviation market to the civil use of RPAS in a safe and sustainable manner* [online]. 2014 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES-DE-CS/TXT/?uri=CELEX:52014DC0207&from=EN>
- EUROPOL, 2012. *Využití bezpilotních letounů v praxi*. Technická zpráva-dílčí odpovědi na mimomandátní dotaz Europolu. Praha, PP ČR ÚSKPV, 2012. Č.j. PPR-49003/MPS-2012-EUR-480743.

EVU - EUROPÄISCHE VEREINIGUNG FÜR UNFALLFORSCHUNG UND UNFALLANALYSE, E. V., 2012. *Publikationen*. [online]. 2012 [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <http://www.evuonline.org/de/publikationen>

FIDDIAN, Paul, 2013. Afghan Deployment For Army's Black Hornet UAV. In: *Armed Forces International* [online]. 4.2.2013, 09:50 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.armedforces-int.com/news/afghan-deployment-for-armys-black-hornet-uav.html>

FÍŠER, Roman, 2014. *Procesní řízení pro manažery. Jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-5038-5.

FG FLIGHTGLOBAL AVIATION CONNECTED, 2014. News - Aircraft - UAVs. In: *Flightglobal* [online]. Copyright © 2014 [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: <http://www.flightglobal.com/news/articles/google-unveils-uav-parcel-delivery-concept-403160/>

FOJTÍK, Jakub, 2010. Bezpilotní letouny u policie. *Rescue report*. 2010, č. 4, s. 4 - 7. ISSN 1212-0456.

GROHMANN, Jan, 2011. Není úniku - bezpilotní letadla samy rozpoznají sledované osoby. In: *Armadninoviny.cz* [online]. 28.09.2011 [cit. 2013-10-31]. Dostupné z: <http://www.armadninoviny.cz/neni-uniku-bezpilotni-letadla-samy-rozpoznaji-sledovane-osoby.html>

GYŮRŐSI, Miroslav, 2012a. TVM 2012. *ATM*. 2012, č. 8, s. 12 - 14. ISSN 1802 - 4823.

GYŮRŐSI, Miroslav, 2012b. Bezposádkové letectvo na výstavě Aviasvit XXI 2012. *ATM*. 2012, č. 12, s. 38 - 39. ISSN 1802-4823.

GYŮRŐSI, Miroslav, 2013a. Nové bezposádkové lietadlá z Maďarska. *ATM*. 2013, č. 1, s. 44 - 45. ISSN 1802-4823.

GYŮRŐSI, Miroslav, 2013b. Pakistanské bezposádkové lietadlá. *ATM*. 2013, č. 6, s. 46 - 48. ISSN 1802-4823.

HAVRÁNEK, Bohuslav aj., 1989. *Slovník spisovného jazyka českého*. 2. nezm. vyd. Praha: Academia. 8 sv., 4592 s.

HENDL, Jan, 2008. *Kvalitativní výzkum: Základní teorie, metody a aplikace*. 2. akt. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-485-4.

HENDL, Jan, 2009. *Přehled statistických metod: Analýza a metaanalýza dat*. 3. přep. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-482-3.

IMAGERY-INTELLIGENCE, 2011. *Classes de drones/world UAS 2011* [online]. 2011 [cit. 2011-11-15]. Dostupné z: http://www.imagery-intelligence.com/index.php?p=4_1

INFO-ISO, 2014. ISO 9001. *Info-iso.cz* [online]. Info-ISO.cz 2006 - 2014 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://www.info-iso.cz/iso_9001/

Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, 2013a. Projekty VaVaI - VG20102014052 - Automatizovaný vzdušný informační systém. *Isvav.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.isvav.cz/projectDetail.do?rowId=VG20102014052>

Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, 2013b. Programy VaVaI - VG - Program bezpečnostního výzkumu České republiky 2010 - 2015. *Isvav.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.isvav.cz/programmeDetail.do;jsessionid=EB4FB359D3F0D27F9B309628AF9DC1DD?rowId=VG>

INFRARED, 2008. Produkty - Raven RQ-11B. *Infrared.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://www.infrared.cz/Produkty/Akvizicni/Ravenrq11b/prospekt.pdf>

INCHEBA EXPO BRATISLAVA - IDEB, 2014. Aktuálne informácie. *Ideb.sk* [online]. © 2009 Incheba a.s. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.ideb.sk/bratislava/medzinarodny-veltrh-obrannej-techniky/aktualne-informacie>

INSITU, 2013. Systems - ScanEagle. *Insitu.com* [online]. ©2013 INSITU [cit. 2013-12-12]. Dostupné z: <http://www.insitu.com/systems/scaneagle>

JANÍČEK, Přemysl, Jiří MAREK aj., 2013. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-4127-7.

JAROMĚŘSKÁ, Monika, 2010. *Hodnocení kvality CAFM systému ve zvolené firmě na základě vybraných ukazatelů*. Pardubice, 2010. 63 s. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní. Vedoucí práce Jitka Komárková.

JENNINGS, Gareth, 2014. Iran claims to have flown reverse-engineered US stealth UAV. In: IHS Jane's 360 [online]. 09 November 2014 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://www.janes.com/article/45539/iran-claims-to-have-flown-reverse-engineered-us-stealth-uav>

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, 2007. *Integrovaný záchranný systém II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 35 s.

JIRAVA Pavel a Milan TOMEŠ, 2012. *Projektový management I*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012, 98 s. ISBN 978-80-7395-472-7.

KEATING, Liam, 2012. Martin Jetpack 3D Print. In: *Liam887.wordpress.com* [online]. Sep 9, 2012 [cit. 2014-09-23]. Dostupné z: <https://liam887.wordpress.com/tag/martin-jetpack/>

KOLÍN, Vilém, 2010. Evropská obranná agentura v šesti letech. *Obrana a strategie - Defence & strategy* [online časopis]. 2010, č. 1 [cit. 2011-04-14]. ISSN 1802-7199 (on-line). Dostupné z: <http://www.defenceandstrategy.eu/cs/aktualni-cislo-1-2010/clanky/evropska-obranna-agentura-v-sesti-letech.html#.Uz1xGaLPstE>

LANG, Pavel, 2012. Rescue, vzlet povolen! *Areport*. 2012, č. 3, s. 16 - 17. ISSN 1211-801X.

- LANG, Pavel, 2013. Poprvé se Sokolem. *ATM*. 2013, č. 6, s. 84 - 85. ISSN 1802-4823.
- LAUMANN, Horst W., 2012. *Drohnen*. 1. Auflage. Stuttgart: Motorbuch Verlag. 128 s. ISBN 978-3-613-03423-5.
- LOCKHEED MARTIN, 2014. Home - Products - ARES. In: *Lockheedmartin.com* [online]. © 2014 Lockheed Martin Corporation [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.lockheedmartin.com/us/products/ares.html>
- LORENC.INFO, 2013. Závěrečné práce. *Lorenc.info* [online]. © 2007-2013 Miroslav Lorenc [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>
- MANAGEMENTMANIA, 2013a. Znalosti - Standardy a normy v managementu. *Managementmania.com* [online]. © 2011-2013 [cit. 2013-11-10]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/standardy-a-normy-v-managementu>
- MANAGEMENTMANIA, 2013b. Znalosti - Životní cyklus výrobku (služby). *Managementmania.com* [online]. © 2011-2013 [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/zivotni-cyklus-vyrobku-služby>
- McNEAL, Gregory S., 2014. Six Things You Should Know About Amazon's Drones. In: *Forbes.com* [online]. Washington 7/11/2014 @ 6:57dop. [cit. 2014-12-19]. Dostupné z: <http://www.forbes.com/sites/gregorymcneal/2014/07/11/six-things-you-need-to-know-about-amazons-drones/>
- MIKAS, Filip, 2011. Skeldar UAS: Novinka Saabu v oblasti bezpilotních systémů. *ATM+*. 2011, speciální vydání, s. 12 - 13. ISSN 1802-4823.
- Mission Critical*, 2012. Arlington: AUVSI, 2012, n. 1st. Dostupné z: http://issuu.com/auvsi/docs/mission_critical_spring2012/1
- NATO, 2009. *Vojenské normy STANAG* [online]. 2009 [cit. 2011-11-15]. Dostupné z: <http://www.nsa.nato.int/nsa/zPublic/stanags/4671Eed01.pdf>
- NEUBECK, Ken, 2010. *U.S. Navy UAVs*. 1st edition. Carrollton: Squadron/Signal Publications. 64 s. ISBN 978-0-89747-608-9.
- NĚMEČEK, Václav, 1961. *Vojenská letadla*. 1. vyd. Praha: Naše vojsko - Svaz pro spolupráci s armádou. 300 s.
- NOVINKY, 2014. Americké dopravní letadlo se málem srazilo s nepilotovaným dronem. In: *Novinky* [online deník]. 10. května 2014, 13:50 SEČ [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zahranicni/amerika/335832-americke-dopravni-letadlo-se-malem-srazilo-s-nepilotovany-m-dronem.html>
- ODEHNAL, Zdeněk, 2012a. Reaper slaví pět let v boji. *ATM*. 2012, č. 5, s. 76 - 79. ISSN 1802-4823.

- ODEHNAL, Zdeněk, 2012b. Bezpilotní vzdušné systémy pro bezpečnostní účely. *ATM*. 2012, č. 6, s. 44 - 47. ISSN 1802-4823.
- ODEHNAL, Zdeněk, 2013. Anka: Turecký úspěch v bezpilotních systémech. *ATM*. 2013, č. 3, s. 42 - 43. ISSN 1802-4823.
- OSOBNOSTI, 2014. Nikola Tesla. *Osobnosti.cz* [online magazín]. © 1996-2014 Tiscali Media, a.s. ISSN 1801-5131 [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <http://zivotopis.osobnosti.cz/nikola-tesla.php>
- PRAMACOM-HT, 2014. *Bezpilotní systémy v prostředí ČR: Systémové řešení otázky UAS a digitálního přenosu obrazu v rezortech MV a MO*. © Pramacom, spol. s r. o., 2/2014.
- PROCHÁZKOVÁ, Dana, 2006. *Bezpečnost a krizové řízení*. Praha: Police history. ISBN 80-86477-35-5.
- PŘÍBRSKÝ, Michal, 2012. *Kvantifikovaný přístup k jakosti informačního zabezpečení pro podporu evaluace informačních technologií*. Praha, 2012. 138 s. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra informačního inženýrství. Vedoucí práce Prokop Toman.
- PUNCH, Keith, 2008. *Úspěšný návrh výzkumu*. [z anglického originálu *Developing effective research proposals* přeložil Jan Hendl]. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-468-7.
- RACURS - SOFTWARE SOLUTIONS, 2011. *From Imagery to Map: Digital Photogrammetric Technologies: An 11th International Scientific and Technical Conference, September 19 - 22, 2011, Tossa de Mar, Spain* [online]. Moskva: RACURS, 2011 [cit. 2013-01-10]. Dostupné z: http://www.racurs.ru/download/conf/Spain2011/Abstracts_en.pdf
- REKTOŘÍK, Jaroslav aj., 2004. *Krizový management ve veřejné správě: Teorie a praxe*. Praha: Ekopress. ISBN 80-86119-83-1.
- RHODES, John. S., 2003. A Proposal for Evaluating Usability Testing Methods: The Practical Review System (PRS). In: *Webword.com* [online]. 30.4.2003, 26.5.2003 [cit.2012-11-05]. Dostupné z: <http://interval.cz/clanky/navrh-hodnoceni-metod-testovani-pouzitelnosti/>
- ROVENSKÝ Dušan, 2014. Falco ve službách „modrých přileb“. *ATM*. 2014, č. 2, s. 49. ISSN 1802-4823.
- RPAS, 2012. *RPAS Remotely Piloted Aircraft Systems - The Global Perspective 2012/2013*. 10th edition. Paris: Blyenburgh & Co, 2012. 224 s.
- RPAS, 2013. *RPAS Remotely Piloted Aircraft Systems - The Global Perspective 2013/2014*. 11th edition. Paris: Blyenburgh & Co, 2013. 228 s.
- RUMAS GROUP, 2012. O firmě. *Rumasgroup.cz* [online]. RUMAS GROUP © 2012 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <http://rumasgroup.cz/flash.html>
- SAAB, 2010. *Skeldar UAS: Land Operations*. Harley: SAAB, 2010.

SAMUELSON Paul A. a William D. NORDHAUS, 1995. *Ekonomie*. [z anglického originálu Economics přeložil kolektiv překladatelů pod vedením Michala Mejstříka, Milana Sojky a Antonína Kotulána]. 2. vyd. Praha: Nakladatelství Svoboda. ISBN 80-205-0494-X.

SCOOP. IT!, 2011. Resources - Rise of the drones. In: *Scoop. It!* [online]. 2011 [cit. 2013-11-16]. Dostupné z: <http://www.scoop.it/t/rise-of-the-drones/p/4013314897/2013/12/28/prox-dynamics-pd-100-black-hornet>

SKY SAPIENCE, 2012. Products - HoverMast-100. In: *Skysapience.com* [online]. Copyright - 2012 SkySapience [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://skysapience.com/products/the-hovermast-100>

SHEPARD Willard, 2014. Near-Collision Between Drone and Helicopter Rattles Pilots. In: *News: Local*. News, NBC 6's, 17 July 2014, 11:52 AM EDT [online]. 2014 [cit. 2014-07-25]. Dostupné z: <http://www.nbcmiami.com/news/local/Near-Collision-Between-Drone-And-Helicopter-Rattles-Pilots-267400371.html>

SLOVENSKÁ LETECKÁ AGENTÚRA - SIAF, 2014. O nás. *Siaf.sk* [online]. SIAF © 2006 - 2014 [cit. 2014-06-30]. Dostupné z: <http://www.siaf.sk/o-nas/>

SOUŠEK, Tomáš, 2013. Global Hawk není pro každého. *ATM*. 2013, č. 12, s. 42 - 45. ISSN 1802-4823.

SUKHOI COMPANY - JSC, 2014. Společnost. *Sukhoi.org* [online]. © Sukhoi Company (JSC) 2004-2014 [cit. 201-03-04]. Dostupné z: <http://sukhoi.org/eng/company/>

TECHNISERV, 2012. *Bezpilotní vrtulník md4-200 a md4 -1000*. Praha: Techniserv spol. s r. o., 2012.

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA - ENERGETICKÁ BEZPEČNOST ČR, 2012. *Strategická výzkumná agenda Technologické platformy „Energetická bezpečnost ČR“ (TPEB)* [online]. 2012 [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: http://www.tpeb.cz/wp-content/uploads/2014/01/SVA_final.pdf

THEBENGROUP, 2012. *Bezpilotní vrtulník MAD Y04*. Banská Bystrica: Thebengroup, spol. s r. o., 2012.

TIKANMÄKI, Ilkka and Jyri RAJAMÄKI, 2012. Exploiting security, safety and situational related services by using Remotely Piloted Aircrafts. In: *3rd International Conference on Energy, Environment, Devices, Systems, Communications, Computers - Mathematical Modelling and Simulation in Applied Sciences 2012* [online]. Rovaniemi: WSEAS, 2012 [cit. 2012-06-06].

Dostupné z: <http://www.wseas.org/multimedia/books/2012/Rovaniemi/INEEE.pdf>, ISBN: 978-1-61804-086-2.

TOTALLY UNMANNED, 2014. Infrastructure. *Totallyunmanned.com* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.totallyunmanned.com/2014/03/28/116/>

- TŮMA, M, 2011. Heros - první český bezpilotní vrtulník. *VTM* [online]. 2011 [cit. 2011-10-04]. Dostupné z: <http://vtm.zive.cz/clanek/heros-prvni-cesky-bezpilotni-vrtulnik>. ISSN: 1214-47
- UAV/UAS/RPAS, 2012. Bepilotní letouny v bezpečnostní praxi. *Uav.estranky.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: <http://www.uav.estranky.cz>
- UNIS, 2011. *NA 40-BONGO: Making a Visible Difference*. Brno: UNIS, 2011.
- Unmanned Vehicles, 2012*. Slough: The Shephard Press Ltd., 2012, n. 4th. ISSN 1351-3478.
- USA - DEPARTMENT OF DEFENCE, 2011. *Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036* [online]. 2011 [cit. 2012-07-16]. Dostupné z: http://wapainc.org/default/assets/File/doc_2011_DOD_Unmanned-Sys-Integrated-Roadmap_2011-2036_Final.pdf
- VALAVANIS, Kimon P, 2007. *Advances in Unmanned Aerial Vehicles - State of the Art and the Road to Autonomy*. 1st edition. Dordrecht: Springer. 544 s. ISBN 978-1-4020-6113-4 (HB), ISBN 978-1-4020-6114-1 (e-book).
- VALÁŠEK, Jarmil, František KOVÁŘÍK aj., 2008. *Krizové řízení při nevojenských krizových situacích: modul C*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86640-93-8.
- VANGUARD - DEFENCE INDUSTRIES, 2014. Commercial Use - ShadowHawk[®] UAS. *Vanguarddefense.com* [online]. 2014 [cit. 2014-01-30]. Dostupné z: <http://vanguarddefense.com/commercial-use/>
- VESELÝ, Pavel, 2007. *Studie z oblasti provozu vrtulníků v České republice*. Praha, 2007. 122 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní. Vedoucí práce Rudolf Pohl.
- VISINGR, Lukáš, 2010. Eitan: Největší izraelský bezpilotní letoun. *ATM*. 2010, č. 3, s. 46 - 47. ISSN 1802-4823.
- VTUL, 2012. Úvodní strana. *Vtul.cz* [online]. © 2012 [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: <http://www.vtul.cz>
- VZLÚ, 2013. Výzkumné projekty - projekt AUVIS. *Vzlu.cz* [online] © 2009, VZLÚ [cit.2013-12-06]. Dostupné z: <http://www.vzlu.cz/new/cz/vyzkumne-projekty/vyzkumne-projekty-s-ucelovou-podporou-mv/projekt-auvis>
- WEBNODE, 2013. Testování a hodnocení rozhraní - metody testování. *Webnode.cz* [online]. © 2009 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://human-computer-interaction.webnode.cz/testovani-a-hodnoceni-rozhrani/metody-testovani/cognitive-walkthrough/>
- WEIBEL Roland E. and R. John HANSMANN, 2005. *Safety Considerations for Operation of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System* [online studie]. 2005 [cit. 2014-

02-17]. Dostupné z: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/34912/Weibel%20-%20ICAT%20Report%20-%20UAV%20Safety.pdf>

WIKIPEDIE, 2013. Použitelnost. *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2013-10-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pou%C5%BEitelnost>

102. PRŮZKUMNÝ PRAPOR GENERÁLA KARLA PALEČKA PROSTĚJOV „SPEM RETINE“, 2010. *Poslední let UAV SOJKA III* [online]. 2010 [cit. 2011-11-14]. Dostupné z: http://www.102pzpr.army.cz/posledni_let_uav_sojka_iii.html

9 PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDA SOUVISEJÍCÍ S TÉMATEM DISERTAČNÍ PRÁCE

SADECKÝ, Zdeněk. Bezpilotní prostředky. *Policista*. 2012, č. 5, s. 22 - 23. ISSN 1211-7943.

SADECKÝ Zdeněk a Ivo DRAHOTSKÝ. Možnosti využití bezpilotních letounů ve státní správě. In: *Konference Veřejná správa jako významný faktor rozvoje regionu 2012*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2012, s. 339 - 344. ISBN 978-80-87035-60-3.

SADECKÝ, Zdeněk. Nasazení UAV/UAS v bezpečnostní praxi a v dalších armádních a civilních aplikacích. In: *1. ročník mezinárodní konference Využití bezpilotních letounů v bezpečnostní praxi 2012*. Jihlava: Vyšší policejní škola MV v Jihlavě, 2012, s. 156-164. ISBN 978-80-260-2311-1.

SADECKÝ, Zdeněk. Aspekty nasazení UAV/UAS. In: *1. ročník mezinárodní konference Využití bezpilotních letounů v bezpečnostní praxi 2012*. Jihlava: Vyšší policejní škola MV v Jihlavě, 2012, s. 178-181. ISBN 978-80-260-2311-1.

SADECKÝ Zdeněk a Jaroslav KONEČNÝ. Moderní metody dokumentace místa dopravní nehody [CD]. In: *Mezinárodní konference Místo činu - teorie a praxe 2012*. Praha: Kriminologický ústav Praha, 2012.

SADECKÝ Zdeněk a Jaroslav KONEČNÝ. Moderní technické prostředky pro dokumentaci dopravních situací. In: *Sborník příspěvků z mezinárodní konference - Dopravní nehodovost a návrh opatření na její eliminaci 2012*. Jihlava: Vyšší policejní škola MV v Jihlavě, 2012. s. 209 - 215. ISBN 978-80-260-3621-0.

SADECKÝ, Zdeněk. Uplatnění bezpilotních prostředků v bezpečnostní praxi. In: *4. mezinárodní konference Zvládání extrémních situací 2011*. Praha: CASRI, 2011. ISBN 978-80-905084-0-8.