

Mobilní zastřežení prostor letiště pomocí speciálních technologií

Bc. Dominik Němec

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Dominik Němec**
Osobní číslo: **A22486**
Studijní program: **N1032A020003 Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Specializace: **Bezpečnostní management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Mobilní zastřežení prostor letiště pomocí speciálních technologií**
Téma práce anglicky: **Mobile Surveillance of an Airport Area Using Special Technologies**

Zásady pro vypracování

1. Popište vhodné mobilní technologie, které by se daly použít na mezinárodních letištích k zastřežení prostoru a perimetru.
2. Zpracujte legislativu týkající se letišť na národní a mezinárodní úrovni.
3. Porovnejte popsané mobilní technologie a vyberte nevhodnější.
4. Vymyslete testovací scénáře a otestujte konkrétní technologií.
5. Charakterizujte výhody a nevýhody testované technologie.
6. Prezentujte výsledky a vyhodnoťte, zdali je technologie vhodná pro využití na mezinárodním letišti.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. KOVERDYNSKÝ, Bohdan. *Letecká security: historie, organizace, standardy a postupy*. Svět křídel. Cheb: Svět křídel, 2014. ISBN 978-80-87567-51-7.
2. LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBUm, 2015. ISBN 978-80-87500-57-6.
3. LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBUm, 2015. ISBN 978-80-87500-19-4.
4. BARTHOLOMEW, Elias. *AIRPORT AND AVIATION SECURITY U.S. Policy and Strategy in the Age of Global Terrorism*. 1. Taylor and Francis Group, 2010. ISBN 978-1-4200-7029-3.
5. POLÁČEK, Bohumil. *Kapitoly z mezinárodního dopravního práva I. Právní monografie (Wolters Kluwer ČR)*. Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-133-0.
6. LOVEČEK, Tomáš, Andrej VELAS a Martin ĎUROVEC. *Bezpečnostné systémy – Poplachové systémy*. 1. Edis, 2015. ISBN 978-80-5541-144-6.
7. BENNY, Daniel J. *General Aviation Security Aircraft, Hangars, Fixed-Base Operations, Flight Schools, and Airports*. 1. CRC Press, 2012. ISBN 9781466510876.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Rudolf Drga, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **20. listopadu 2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2024**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 1. prosince 2023

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

Dominik Němec v. r.
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá výběrem a popisem vhodné mobilní technologie, která se dá využít pro specifické podmínky a standardy mezinárodních letišť pro zastřežení osob, prostorů, letadel a perimetru. Teoretická část se věnuje specifikaci vhodných mobilních technologií a jejich porovnávání mezi sebou. Dále pojednává o letecké legislativě na mezinárodní a národní úrovni, včetně popisu možných hrozeb v civilním letectví a jejich eliminací. Konkrétní technologie pak bude fyzicky otestována na mezinárodním letišti v aktuálních povětrnostních podmínkách, a to podle testovacích scénářů se zaměřením na narušení chráněného prostoru nebo objektu osobou a vozidlem, odložení zavazadla, vhozením předmětu nebo průletem bezpilotního prostředku pro ověření, zdali se dá technologie použít pro detekci bezpilotních prostředků (dronů). Závěrem diplomové práce bude vyhodnocení testované technologie s posouzením, zdali je technologie vhodná pro střežení na mezinárodním letišti včetně vyhodnocení naměřených údajů.

Klíčová slova: Mobilní bezpečnostní technologie, LiDAR, mezinárodní letiště, letiště Václava Havla v Praze, perimetrické střežení, Accur8vision MIND, bezpilotní prostředky, střežení prostoru.

ABSTRACT

The thesis deals with the selection and description of a suitable mobile technology that can be used for specific conditions and standards of international airports for surveillance of people, premises, aircraft and perimeter. The theoretical part deals with the specification of suitable mobile technologies and their comparison with each other. It also discusses aviation legislation at international and national level, including a description of possible threats to civil aviation and their elimination. The specific technology will then be physically tested at an international airport in current weather conditions, following test scenarios focusing on the intrusion of a protected area or object by a person and vehicle, dropping luggage, throwing an object or flying an unmanned aerial vehicle to verify whether the technology can be used for the detection of unmanned aerial vehicles (drones). The thesis will conclude with an evaluation of the tested technology.

Keywords: Mobile security technology, LiDAR, International Airport, Václav Havel Airport Prague, PIDS, Accur8vision MIND, Unmanned Aerial Vehicles, Surveillance of premises.

Zde bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, kterým je pan Ing. Rudolf Drga, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Letiště Praha, a. s., zato, že mi bylo umožněno provést praktickou část této diplomové práce v areálu letiště Václava Havla v Praze a společnosti Hexagon za zapůjčení bezpečnostní technologie Accur8vision MIND. Nakonec bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu a trpělivost.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 BEZPEČNOST CIVILNÍHO LETECTVÍ	11
1.1 HISTORIE PROTIPRÁVNÍCH ČINŮ V CIVILNÍM LETECTVÍ.....	11
1.1.1 První únos letadla.....	11
1.1.2 Únosy letadel jako politický nástroj.....	11
1.1.3 Útoky na mezinárodní letiště	14
1.1.4 Jak vznikala opatření na ochranu civilního letectví v průběhu protiprávních činů	19
1.2 ROZDĚLENÍ MEZINÁRODNÍHO LETIŠTĚ A JEHO PROSTORY	20
1.3 DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	22
2 LEGISLATIVA	23
2.1 MEZINÁRODNÍ LEGISLATIVA	23
2.1.1 Ženevská úmluva o volném moři	23
2.1.2 Tokijská úmluva o trestných a některých jiných činech spáchaných na palubě letadla	23
2.1.3 Haagská úmluva o potlačení protiprávního zmocnění se letadel	24
2.1.4 Montrealská úmluva o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví	25
2.1.5 Úmluva o značkování plastických tržavin pro účely detekce	26
2.1.6 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008 o společných pravidlech v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy a o zrušení nařízení (ES) č. 2320/2002	26
2.1.7 Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel	27
2.2 NÁRODNÍ LEGISLATIVA	28
2.2.1 Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví	28
2.2.2 Letecký předpis L 17 – Bezpečnost – Ochrana mezinárodního letectví před protiprávními činy	29
2.2.3 Vyhláška č. 410/2006 Sb., o ochraně civilního letectví před protiprávními činy	30
2.2.4 Vyhláška ministra zahraničních věcí č. 16/1974 Sb., o Úmluvě o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví	31
2.2.5 Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník - § 311 Teroristický útok.....	31
2.3 DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	32
3 VHODNÉ MOBILNÍ TECHNOLOGIE K ZASTŘEŽENÍ PROSTOR A PERIMETRU NA MEZINÁRODNÍM LETIŠTI	33

3.1	KAMEROVÝ DOHLED ZA VYUŽITÍ AXIS T98-VE CABINET SERIES OD SPOLEČNOSTI AXIS COMMUNICATIONS	33
3.2	STŘEŽENÍ PROSTORU POMOCÍ OPTICKÝCH KABELŮ ULOŽENÝCH POD TERÉNEM NEBO V OPLOCENÍ OD SPOLEČNOSTI SOLIFOS FIBER OPTIC SYSTEM.....	37
3.3	UPOUTANÝ DRON OD SPOLEČNOSTI ELISTAIR	43
3.3.1	Dron Khronos.....	43
3.3.2	Dron Orion 2.2 TE	45
3.4	KAMEROVÁ VĚŽ OD SPOLEČNOSTI EYETOWERS.....	47
3.5	LIDAROVÝ DETEKČNÍ SYSTÉM ACCUR8VISION MIND OD SPOLEČNOSTI HEXAGON.....	49
3.5.1	Lidary Ouster	51
3.6	DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	54
II	PRAKTICKÁ ČÁST	55
4	POROVNÁNÍ VÝŠE POPSANÝCH TECHNOLOGIÍ ZA POMOCI MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZY (FULLEROVA METODA).....	56
4.1	VÝBĚR KRITÉRIÍ	56
4.2	PÁROVÉ POROVNÁVÁNÍ ZVOLENÝCH KRITÉRIÍ	57
4.3	POROVNÁNÍ KONKRÉTNÍCH TECHNOLOGIÍ ZA VYUŽITÍ VÝPOČTU VAH.....	58
4.3.1	Bodování kritérií	59
4.4	POROVNÁNÍ KONKRÉTNÍCH TECHNOLOGIÍ ZA VYUŽITÍ SOFTWARE MC&S2 ANALYZER.....	62
4.5	DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	65
5	TESTOVÁNÍ LIDAROVÉHO SYSTÉMU ACCUR8VISION MIND OD SPOLEČNOSTI HEXAGON V PROSTORECH LETIŠTĚ.....	66
5.1	NÁVRH TESTOVACÍCH SCÉNÁŘŮ PRO VYUŽITÍ NA MEZINÁRODNÍM LETIŠTI	67
5.1.1	Scénář č. 1 – Střežení letadla a jeho přilehlého prostoru před neoprávněným vniknutím a vhozením předmětu	67
5.1.2	Scénář č. 2 – Střežení prostoru za perimetrickým oplocením při výpadku perimetrického střežení před neoprávněným vniknutím a vhozením předmětu	68
5.1.3	Scénář č. 3 – Střežení volného prostoru bez mechanického zabezpečení před vniknutím nebo jeho narušením neoprávněnou osobou	69
5.2	VLASTNÍ TESTOVÁNÍ TECHNOLOGIE ACCUR8VISION MIND.....	70
5.2.1	Převoz technologie na místo testování	70
5.2.2	Zapnutí a zprovoznění technologie	71
5.2.3	Scénář č. 1	73
5.2.4	Scénář č. 2	79
5.2.5	Scénář č. 3	85
5.3	VÝHODY A NEVÝHODY ACCUR8VISION MIND V PRŮBĚHU TESTOVÁNÍ.....	93
5.3.1	Výhody.....	93
5.3.2	Nevýhody	95
5.4	DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	96
6	VYHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ TECHNOLOGIE ACCUR8VISION	

MIND	97
6.1.1 Zapojení technologie a její zprovoznění	97
6.1.2 Výdrž baterie	97
6.1.3 Poplachová událost.....	97
6.1.4 Informování operátora.....	98
6.1.5 Falešné poplachy nebo detekční stín v místě detekce.....	98
6.2 VHODNOST VYUŽITÍ TECHNOLOGIE NA MEZINÁRODNÍM LETIŠTI	99
6.2.1 Typové situace, pro které se technologie jeví jako vhodná (1 detekční systém)	100
6.2.2 Typové situace, pro které se technologie jeví jako vhodná (alespoň 2 detekční systémy).....	101
6.3 DÍLČÍ ZÁVĚR KAPITOLY	102
ZÁVĚR	103
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	104
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	111
SEZNAM OBRÁZKŮ	113
SEZNAM TABULEK	117
SEZNAM PŘÍLOH	118

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá bezpečnostní civilního letectví z pohledu „security“ neboli z pohledu zajištění bezpečnosti před protiprávními činy, a to tak, že v teoretické části popisuje historii protiprávních činů proti civilnímu letectví, národní a mezinárodní legislativu týkající se mezinárodního letectví a výběr vhodných bezpečnostních technologií k zajištění ochrany objektů a perimetru mezinárodního letiště. V praktické části jsou pak tyto technologie dle dostupných informací subjektivně (autorem) vyhodnoceny pro možné využití na mezinárodním letišti.

Hlavním cílem diplomové práce, je jednu z popsaných a vybraných technologií otestovat v reálném prostředí mezinárodního letiště, dle předem připravených scénářů, které mohou v běžném provozu v civilním letectví nastat, technologii vyhodnotit zdali je skutečně vhodná pro využití na mezinárodním letišti a popsat její výhody a nevýhody.

Testování proběhlo v únoru 2024 na mezinárodním letišti Václava Havla v Praze. Testovanou technologií pak byl detekční lidarový systém „Accur8vision MIND“ od společnosti Hexagon.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BEZPEČNOST CIVILNÍHO LETECTVÍ

V českém jazyce je pojem „Bezpečnost civilního letectví“ chápán dvojnásobem. Může se jednat jak o bezpečnost provozní, která zajišťuje ochranu před nehodami a dalšími podobnými nebezpečnými událostmi, nebo se jedná o ochranu civilního letectví před protiprávními činy, tedy před činy, způsobené úmyslným jednáním člověka. V angličtině pro tyto výrazy existují dva odlišné pojmy „saftey“, který vyjadřuje provozní bezpečnost a „security“, který vyjadřuje bezpečnost chránící před protiprávními činy. V této diplomové práci je bezpečností myšlen vždy pojem „security“, tedy bezpečnost, která se snaží zamezit protiprávním činům proti civilnímu letectví [1].

První závazné standardy, které upravují, vymezují nebo chrání civilní letectví před protiprávními činy, byly nastaveny v roce 1974 a byly vloženy do Chicagské úmluvy s pořadovým číslem sedmnáct. O té době se standardy neustále vyvíjí a zpřísnují, a to na základě nových hrozeb [2].

1.1 Historie protiprávních činů v civilním letectví

V této kapitole se pokusím popsat zásadní protiprávní činy v civilním letectví, a to jak proti letadlům jako dopravnímu prostředku a politickému symbolu, tak i proti letištím, kde se shromažďuje široká veřejnost. Dále se snažím popsat jaké protiprávní činy ovlivnili bezpečnost civilního letectví, a to především přijatými nápravnými opatřeními a novými bezpečnostními postupy, které do té doby nebyly aplikovány.

1.1.1 První únos letadla

První únos letadla je datován na 21. února 1931, kdy se jednalo o letoun Fokker F7, letecké společnosti Pan American Airways. Únos proběhl po přistání v Peru, kde letoun obklíčili ozbrojení revolucionáři, kteří se snažili přemluvit pilota letadla, aby jim umožnil vyházet letáky. Pilot Byron Rickards odmítl a proto byl držen jako rukojmí 10 dnů. Nakonec byl únosci propuštěn až poté, co prohlásili, že revoluce zvítězila. Cestou zpátky musel dopravit jednoho únosce do Limy jako pasažéra [2], [3].

1.1.2 Únosy letadel jako politický nástroj

V 50. letech 20 století docházelo nejvíce k únosům letadel mezi Spojenými státy Americkými a Kubou, které byly politicky motivované nebo měly za cíl konkrétní propagandu. Po roce 1961 (Invaze v Zátocě svini), výrazně přibýlo únosů letadel z USA na Kubu. V těchto

dobách docházelo k únosům letadel, do kterých byli zavlečeni původně nezúčastnění cestující na palubě uneseného letadla, ale bez ztrátách na životech. Příčinou těchto únosů byla politická situace, kdy se vlády na Kubě zmocnil Fidel Castro s jeho revolučními silami. V té době začal na Kubě zavádět komunistické reformy, kdy docházelo například k omezení vlastnictví půdy nebo k celkovému znárodnění majetku USA. Díky tomu docházelo k únosům letadel, kdy někteří z pasažérů donutili piloty letadla přistát na území USA, kde odsoudili politický režim a zažádali o poskytnutí azylu. USA zároveň tyto letadla nevracela a zabavila je ve prospěch podnikatelů, kteří přišli na Kubě o svůj majetek. Stejně praktiky začaly po roce 1961, kdy zase naopak byla unášena letadla z USA a piloti byli donuceni přistávat na Kubě na takzvaném „ostrově svobody“. Kuba tak zabírala americká letadla ve prospěch režimu. Protože ani jedna strana v té době nezavedla přísné restrikce tak se únosy tohoto typu rozrostly do nebývalých rozměrů, kdy během této doby došlo mezinárodní právní úpravě, která měla zajistit přísný postih. Jednalo se jak o Ženevskou úmluvu o volném moři (1958), tak i Tokijskou úmluvu o trestních a některých jiných činech spáchaných na palubě letadla (1963). Protože situace eskalovala i po zavedení těchto úmluv, došlo v roce 1970 k zasedání Rady bezpečnosti a Valnému shromáždění OSN. Dále následovala Haagská a Montrealská úmluva, aby došlo k definování a trestání těchto činů a hlavně k jejich omezení nebo úplnému přerušení [2], [4].

Mezi další únosy patří například let číslo 495 letecké společnosti Cubana (1. listopad 1958), který se považuje za první únos, kde díky ovlivňování letu došlo ke zničení letadla a k úmrtí většiny cestujících. Dalším zajímavým únosem byla snaha zmocnění se letadla Boeingu 707, letecké společnosti Continental Airlines, kdy únosci doufali, že je Fidel Castro odmění za to, že donutí přistát letadlo v hodnotě 3,3 milionu dolarů na Kubě. Tentokrát ale byl letoun pronásledován a byly mu prostřeleny pneumatiky při pokusu o vzlet [2].

Bezpečnostní situaci civilního letectví dále ovlivňovalo dění na středním východě, kdy docházelo k únosům letadel. Mezi zásadní milníky patří únos letadla izraelské letecké společnosti El Al (22. července 1968) z Říma do Tel Avivu, přičemž únosci byli palestínští bojovníci, kteří se hlásili k uskupení Lidová fronta za osvobození Palestiny. Díky tomuto únosu byla naplánována izraelská odvěta na civilní letiště v Bejrútu, kdy došlo ke zničení několika letadel společností Middel East Airlines a Air Lybia [2].

Dále pak následovalo množství únosů letadel, které zapříčinilo změnu jak v letecké legislativě, tak i v provádění bezpečnostních opatření v civilním letectví, a to zejména po 11. září 2001. Mezi jen malou část z nejznámějších únosů (mimo lety AA11, AA77, UA93 a UA175) patří například [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]:

- Letadlo společnosti **El Al číslo 219**, 6. září 1970, které bylo uneseno první ženou, a to Palestinkou Leilou Khaled, celá akce se týkala 5-ti letadel [2], [10], [11],
- letadlo společnosti **Air France číslo 139**, 27. června 1976 z Tel Avivu do Paříže, které bylo uneseno 4 únosci z uskupení Lidové fronty za osvobození Palestiny [5],
- letadlo společnosti **Air India číslo 182**, 23. června 1985, kdy se na letu nacházelo zavazadlo bez cestujícího, které obsahovalo nástražný výbušný systém [6],
- letadlo společnosti **Pan Am číslo 103**, 21. prosince 1988, kde došlo k výbuchu nad Skotskem, kde mezi oběti patřili i obyvatelé města Lockerbie, kam dopadaly trosky letounu [7], [8],
- letadlo společnosti **American Airlines číslo 63**, 22. prosince 2001, kde byl použit nástražný výbušný systém v botě útočnicka Richarda Reidse, který si vysloužil přezdívku „Shoe Bomber“ a který se podílel na začátcích kontroly podrážek obuvi u cestujících [7], [9],
- 10 letadel leteckých společností **United Airlines** a **Air Canada** z Londýna do USA mělo být terčem útoku za použití nástražných výbušných systémů, které měly být kamuflvány jako nealkoholické nápoje. Britským úřadům se podařilo 9. srpna 2006 celou akci zastavit ve fázi plánování a k útokům tak nedošlo [7],
- letadlo společnosti **Northwest Airlines číslo 253**, 25. prosince 2009, kdy Umar Farouk Abdulmutallab použil po domácku vyrobený nástražný výbušný systém, který se skládal z injekční stříkačky, chemického iniciátoru a práškové výbušniny Pentaerythritol tetranitrate (PETN). Útok se nezdařil a cestující útočnicka na palubě letadla zpacifikovali. Nástražný výbušný systém byl ukrytý ve spodním prádle [7].

1.1.3 Útoky na mezinárodní letiště

Domodědovo, Moskva 2011

Letiště Domodědovo zažilo 24.01.2011 bombový útok, který byl dle vyjádření ruských úřadů způsobený sebevražedným útočником, který měl patřit k bojovníkům z Kavkazu. Během útoku bylo usmrceno 35 osob a dalších 100 zraněno. Útok byl proveden nástražným výbušným systémem o ekvivalentu 7 kg TNT, ve veřejné přiletové hale, kam mají přístup i osoby, kteří nejsou cestující [13].



Obrázek 1 Letiště Domodědovo [13]

Zaventem, Brusel 2016

Letiště Zaventem v Bruselu mělo v roce 2015 nejlepší výsledky své historie. Letiště otevřelo nové komerční prostory a implementovalo nové technologie, které zefektivňovaly provoz a připravovaly letiště na budoucí očekávaný nárůst cestujících s ekonomickými výsledky. Společnost DHL dokončila investice v cargo terminálu v hodnotě cca 150 miliónů eur a letiště se tak obecně vyskytovalo jak geograficky, tak i ekonomicky ve skvělé pozici [14], [15].

22. března 2016 ale proběhl v Belgii teroristický útok, který byl mířený na bruselské metro, a hlavně na bruselské letiště Zaventem, přičemž bylo 31 osob usmrceno a dalších 260 zraněno. Celkem došlo k 3 explozím (odpálenými útočnými) a 1 řízenou explozí odpálenou bezpečnostními složkami Belgie. Celý svět pak obletěla fotografie útočníků, kteří přišli do prostor letiště Zaventem s přepravními vozíky na zavazadla, ve kterých měli kufry s nástražným výbušným systémem (NVS). Dva útočníci měli na levé ruce nasazenou rukavici kvůli spínači NVS, takže se začalo ihned diskutovat, zdali by útočníky dokázali odhalit bezpečnostní

pracovníci, kteří by prováděli detekci podezřelého chování, kdyby si všimli u obou osob jedné nasazené zimní rukavice [14], [15].



Obrázek 2 Útočníci na bruselském letišti Zaventem [15]

Časová osa útoku

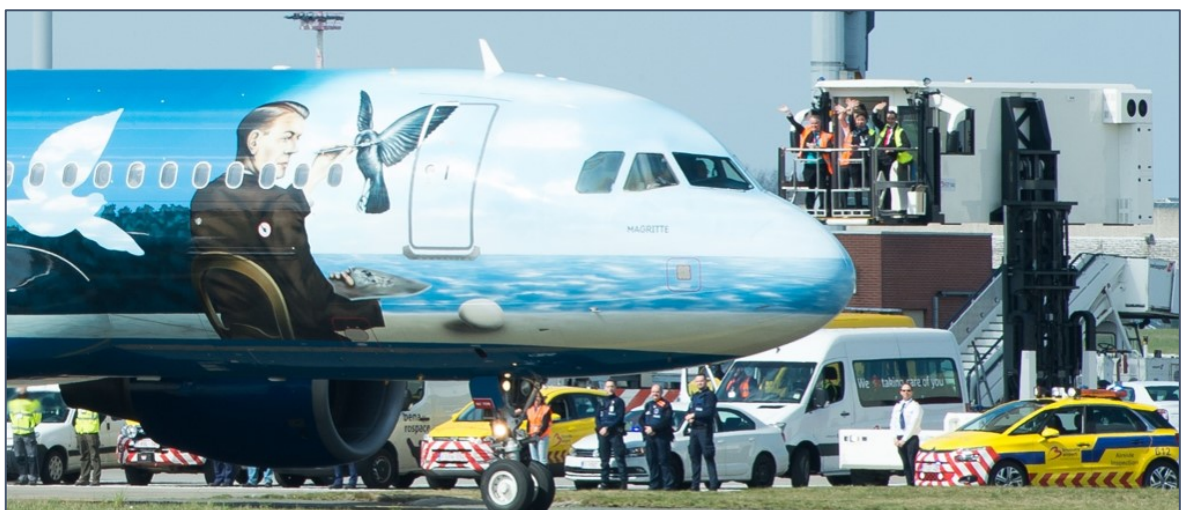
- 07:32 útočníci přijeli na letiště Zaventem,
- 07:58 první exploze v odletové hale Terminálu 2,
druhá exploze v odletové hale Terminálu 1 (výpadek telefonní sítě, nemožná komunikace na letišti),
- 08:09 uzavření letiště Zaventem,
- 09:11 třetí exploze v bruselském metru,
- 14:00 čtvrtá exploze, která byla řízeně odpálena bezpečnostními složkami z důvodu nežádoucí manipulace (NVS byl odhalen díky bezpečnostním kamerám a bezpečnostním pracovníkům) [14], [15].



Obrázek 3 Letiště Zaventem – místa útoku v odletové hale [14]

Letiště Zaventem bylo po útoku první 4 dny uzavřeno z důvodu vyšetřování. Teprve poté mohlo postupně docházet k výstavbě provizorních stanů pro dočasný stav, kde probíhaly bezpečnostní kontroly, kontrola palubních vstupenek a odbavování cestujících [14], [15], [16].

29. března byl provoz letiště připraven na částečné spuštění, 2. dubna dostalo letiště oficiální povolení k zahájení činnosti a 3. dubna došlo k zahájení odbavení po útocích za specifických podmínek (přítomnost cvičených psů na odhalování výbušnin, kontrola vstupu do objektu) [14], [15], [16].



Obrázek 4 Znovu otevření letiště Zaventem [17]

1. května došlo k otevření odletové haly Terminálu 1, přičemž plná kapacita byla naplněna až na začátku června, kdy došlo k návratu provozních výsledků v počtu odbavení cestujících v odletové hale Terminálu 1 na úroveň před útokem [14], [15], [16].

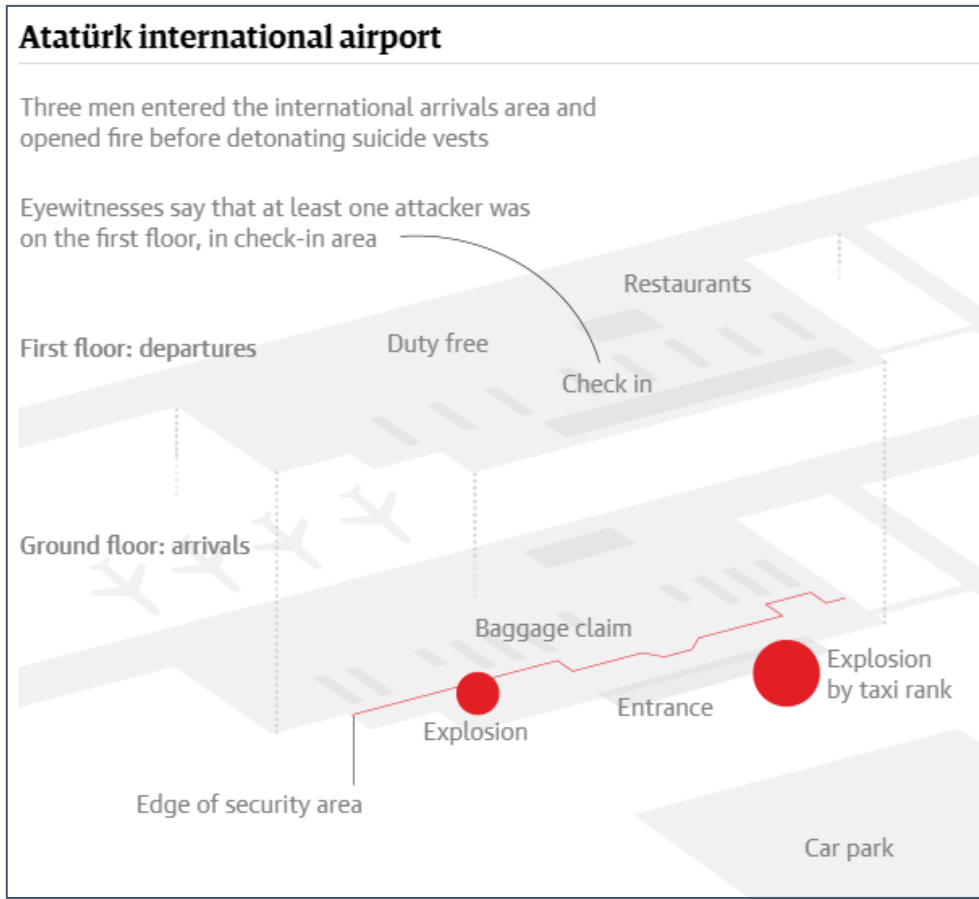
Atatürk, Istanbul 2016

Rok 2016 byl pro Turecko jeden z nejnebezpečnějších, a to hlavně díky několika koordinovaným útokům, z nichž jeden byl proveden 28. června na hlavním istanbulském mezinárodním letišti Atatürk. Během útoku bylo usmrceno 41 osob (z toho 10 zaměstnanců) a dalších 239 osob bylo zraněno [18], [19].

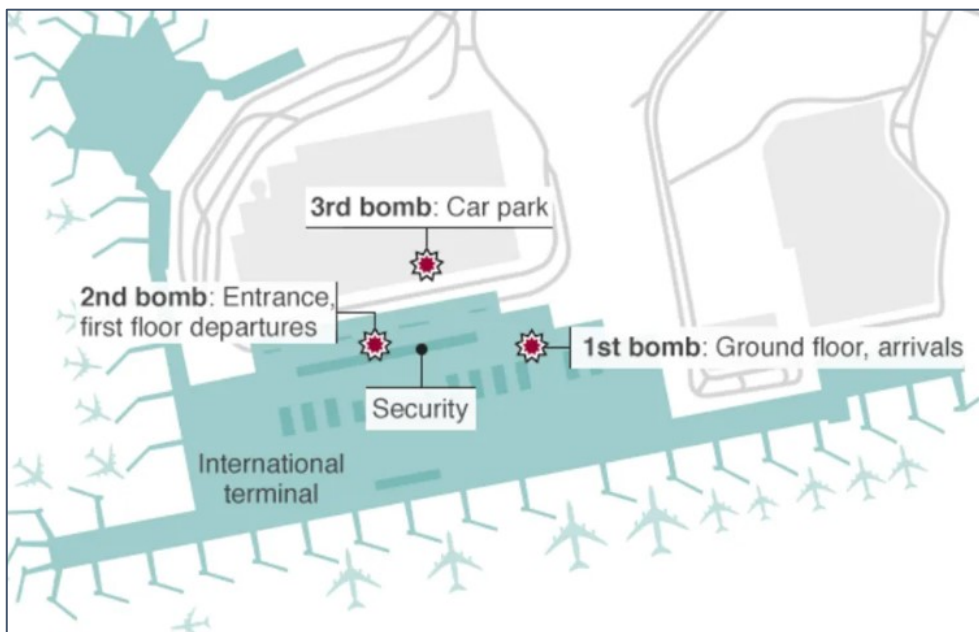


Obrázek 5 Vyšetřování na letišti Atatürk [18]

Při útoku byly použity výbušniny v kombinaci s palnými zbraněmi. Turecké úřady pak z útoku obvinily uskupení „Islámský stát“, který měl útok koordinovat a provést. Na místě zemřeli 3 útočníci, přičemž dva pravděpodobně provedli sebevražedný útok, a to odpálením výbušniny po prvotní přestřelce s bezpečnostními pracovníky a tureckou policií u stanoviště bezpečnostní kontroly před vstupem do budovy letiště. Po krátké přestřelce měli útočníci proběhnout dovnitř a provést sebevražedný výbuch. Následující den ve 2:22 ráno byl dle tureckých úřadů obnoven letecký provoz. Cestovní ruch ale během následujících dnů klesl orientačně na 30% úroveň před útoky [18], [19].



Obrázek 6 Místa útoku na letišti Atatürk před příletovou halou [19]



Obrázek 7 Místa útoku na letišti Atatürk [20]

1.1.4 Jak vznikala opatření na ochranu civilního letectví v průběhu protiprávních činů

Bezpečnostní opatření na letištích se postupně vyvíjela a vyvíjí do dnes. S každou hrozbou přijde opatření, které by mělo hrozbu eliminovat. Na každé opatření zase vznikají nové hrozby, které se je snaží prolomit. Stejně tak tomu bylo a pravděpodobně bude i v civilním letectví. Všechna nejzásadnější opatření, která změnila způsob cestování dopravními letadly, vznikala po předchozích úspěšných nebo neúspěšných pokusech o útok na letiště nebo na letadla [6], [8], [9], [10], [11], [12], [22]:

- **Zavedení kontroly cestujících a kabinových zavazadel**

Jako první zavedlo bezpečnostní kontrolu 17. července 1970 letiště New Orleans International Airport v Louisianě, a to po sérii únosů letadel, které nejvíce gradovaly mezi lety 1968 (let El Al do Říma) a 1970 (hromadný únos 4 letadel v Jordánsku) [10], [11], [21].

- **Kontroly zapsaných zavazadel a jejich spojení s cestujícími na palubě**

Po útocích na letadla Air India 182 a Pan Am 103, došlo k zavedení bezpečnostní kontroly zapsaných zavazadel (taková zavazadla, která jsou v podpalubí letadla) a k jejich spojování s majitelem, který se musí při vzletu a přistání nacházet na palubě letadla [6], [8], [22].

- **Prohlídky letadel a vozidel, včetně 100% kontroly zaměstnanců**

Asi nejznámější teroristický útok v dějinách civilního letectví proběhl 11. září 2001, které bývá často označeno jen jako 9/11. Celkem došlo k úmrtí skoro 3000 osob a více než dvojnásobek zraněných. Po tomto útoku došlo k zavedení 100% kontroly zaměstnanců vstupujících do bezpečnostního vyhrazeného prostoru. Dále probíhaly prohlídky vozidel [12], [22].

- **Začátek provádění bezpečnostních kontrol obuvi**

Na letu American Airlines číslo 63, 22. prosince 2001 pronesl Richard Reids nástražný výbušný systém v obuvi. Díky deštivému počasí došlo v letadle k selhání NVS a letadlo bezpečně divertovalo do Bostonu. Od této doby dochází ke kontrole obuvi dle stanovených pravidel [9], [12], [22].

- **Omezení kapalin, aerosolů a gelů, zvané jako LAGs**

V srpnu 2006 britské úřady překazily teroristické spiknutí, které mělo za cíl zaútočit na 10 letadel na trase z Londýna do velkých měst v USA přímo za letu. Do letadla

měly být údajně proneseny nástražné výbušné systémy ve formě tekutin, které měly vypadat jako nealkoholické nápoje [12], [22].

- **Zavedení bezpečnostních scannerů a detekce stopových prvků výbušnin**

Na letu Northwest Airlines číslo 253, 25. prosince 2009 došlo k pronesení nástražného výbušného systému, ukrytého ve spodním prádle. Útok se nepodařil dle představ útočnicka a k výbuchu na palubě letadla nedošlo v takové síle, aby bylo letadlo poškozeno. Cestující pak společně útočnicka zpacifikovali. Od té doby došlo k postupnému zavádění bezpečnostních scannerů, které dokáží provést bezpečnostní kontrolu osoby, která se pokouší ukrýt zakázané předměty, jež nejsou detekovatelné detektorem kovů. Nejedná se však o rentgenové záření a proto jsou scannery bezpečné [2], [12], [22].

- **Soustředění se na nový typ hrozeb takzvaných „měkkých cílů“ ve veřejných prostorech letišť**

Po útocích na letištích Zaventem a Atatürk došlo k programům ochrany veřejných prostorů, kdy byly zaváděny systém automatické detekce biometrických údajů a takzvané „profilování nebo vyhodnocování a následné dotazování“ cestujících, kteří vykazovali nestandardní chování [12], [22].

- **Programy na ochranu civilního letectví před protiprávními činy způsobené bezpilotním prostředkem**

V prosinci 2018 došlo na letišti Gatwick k omezení provozu na 2 dny v souvislosti s výskytem bezpilotního prostředku v ochranných pásmech vzletové a přistávací dráhy. Od té doby se začaly objevovat bezpilotní prostředky na dalších evropských letištích. Prozatím není účinně definovaná legislativa na to, jak postupovat v případě výskytu bezpilotního prostředku v blízkosti letiště, ale vznikají „No Drone Zone“ které zakazují létání s bezpilotními prostředky bez patřičného povolení v určené vzdálenosti od vztažného bodu letiště [23].

1.2 Rozdělení mezinárodního letiště a jeho prostory

Mezinárodní letiště jsou rozděleny do několika základních prostorů, které jsou předem určeny legislativními dokumenty a do kterých jsou tak přesně určené podmínky vstupu a vjezdu. Mezi tyto prostory patří:

- Vyhrazený bezpečnostní prostor (kritická část),
- Vyhrazený bezpečnostní prostor,

- Neveřejný prostor,
- Veřejný prostor [24], [25].

Tabulka 1. Rozdělení prostor letiště [24], [25]

Prostor	100% bezpečnostní kontrola	Namátková bezpečnostní kontrola	Kontrola vstupu/vjezdu
Vyhrazený bezpečnostní prostor (kritická část)	ANO	NE	ANO
Vyhrazený bezpečnostní prostor	NE	ANO	ANO
Neveřejný prostor	NE	NE	ANO
Veřejný prostor	NE	NE	NE

Vyhrazený bezpečnostní prostor (kritická část)

Prostor, který se nachází za bezpečnostní kontrolou a který musí být vymezen na každém letišti, kde se vyskytuje více než 60 držitelů platných letištních identifikačních průkazů. Vyskytují se v něm osoby jiné než cestující nebo cestující, kteří se úspěšně podrobili bezpečnostní kontrole, a to včetně pronášených předmětů, kabinových a zapsaných zavazadel a u kterých byla provedena kontrola oprávněnosti vstupu. Dále se zde vyskytují odletové čekárny, části odbavovací plochy, letadla, autobusy a jiné dopravní prostředky k zajištění bezpečného odbavení letu [24], [25].

Vyhrazený bezpečnostní prostor

Část neveřejného prostoru, kde je prováděna namátková bezpečnostní kontrola a kontrola vstupu včetně dalších norem zajišťující ochrany civilního letectví před protiprávními činy [24], [25].

Neveřejný prostor

Prostor, kde je prováděna kontrola oprávněnosti vstupu/vjezdu [24], [25].

Veřejný prostor

Všechny části letiště, které nejsou neveřejným prostorem [24], [25].

Z popisu druhů jednotlivých prostorů lze vyčíst, že nejcitlivější částí letiště jsou veřejné prostory, stejně jako v kterémkoliv jiném objektu, kde není žádná kontrola vstupu. Veřejné prostory tak jsou zabezpečeny odpovídajícími bezpečnostními opatřeními, které tyto hrozby minimalizují nebo úplně znemožňují, a to za použití fyzické ostraha nebo technického zabezpečení.

V neveřejných prostorech už probíhá kontrola vstupu/vjezdu nebo bezpečnostní kontrola či jiná opatření k zajištění bezpečnosti civilního letectví. Fyzická ostraha nebo technické zabezpečení se tak využívá k primárně k zajištění ochrany prostoru před vnesením zakázaného předmětu nebo neoprávněným vniknutím a k zajištění jeho monitorování.

1.3 Dílčí závěr kapitoly

Tato kapitola se věnovala některým historickým protiprávním činům, namířeným proti civilnímu letectví. Tyto činy zároveň ovlivnily vývoj bezpečnostních opatřeních, včetně postupně vznikající legislativy zajišťující ochranu civilního letectví před protiprávními činy.

2 LEGISLATIVA

Se vznikem civilního letectví se začaly ihned objevovat protiprávní činy, které omezovaly cestující, poškozovaly letadla a letecké společnosti a které byly používány jako politický akt nebo akt teroristického činu. Situace se vyvíjela takovým způsobem, že se jí v roce 1970 zabývalo valné shromáždění a Rada bezpečnosti OSN. Protože mají letadla státní příslušnost daného státu, ve kterém jsou registrována, je takový akt namířen nejen proti leteckému dopravci ale i proti konkrétnímu státu. Aby se těmto aktům a činům zamezilo, začala postupně vznikat legislativa upravující ochranu civilního letectví před protiprávními činy. Prvním takovýmto právním aktem byla Ženevská úmluva o volném moři z roku 1958 [4], [26].

2.1 Mezinárodní legislativa

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, se vznikem a rozvojem civilního letectví, se začaly objevovat případy únosů letadel nebo teroristických útoků na letadla či letiště. Aby bylo zamezeno těmto protiprávním činům, začala postupně vznikat soustava mezinárodních právních norem, která na tyto hrozby reaguje a která se je snaží eliminovat (například již zmíněný Richard Reid „Shoe Bomber“ nebo série útoků na letadla směřujících z letiště London Heathrow do Spojených států Amerických, po kterých začala platit opatření na kontrolu obuvi nebo restrikce povoleného množství vnášených tekutin na palubu letadel). Neznámějšími mezinárodními úmluvami jsou Ženevská, Tokijská, Haagská a Montrealská [4], [7], [9], [27].

2.1.1 Ženevská úmluva o volném moři

Dne 29. dubna 1958 byla v Ženevě sjednána Úmluva o volném moři, která definuje pirátství jako protiprávní čin násilí, zadržení nebo jakýkoliv loupežný čin, spáchaný k soukromým účelům cestujícími nebo posádkou soukromé lodi nebo soukromého letadla, který je namířen proti jiné lodi nebo letounu nebo majetku, a to na jejich palubě nebo v místě, které nepodléhá jurisdikci žádného státu [4], [26].

2.1.2 Tokijská úmluva o trestných a některých jiných činech spáchaných na palubě letadla

Dne 14. září 1963 byla v Tokiu sjednána Úmluva o trestných a některých jiných činech spáchaných na palubě letadla, která definuje protiprávní zmocnění se letadla. Pokud kdokoliv užije na palubě letadla za letu protiprávně násilí nebo jiné hrozby násilí k zasahování do

provozu letadla, zmocnění se letadla nebo jiného protiprávního výkonu kontroly nad letadlem za letu, nebo hrozí-li spácháním takového činu, tak smluvní státy učiní všechna potřebná opatření, aby oprávněná kontrola nad letadlem byla navrácena oprávněnému veliteli letadla, nebo aby mu zůstala zachována. Zároveň pokud letadlo přistane na území smluvního státu, tak tento stát umožní cestujícím a posádce co nejrychleji pokračovat v jejich cestě a letadlo včetně jeho nákladu vrátí oprávněným držitelům letadla. Jak uvádí pan doc. JUDr. Ing. Bohumil Poláček, Ph.D., MBA, LL.M. v knize „*Kapitoly z mezinárodního dopravního práva I*“, má tokijská úmluva zásadní nedostatek a to, že se omezuje pouze na činy spáchané na palubě letadla za letu [4], [28].

Zde je letadlo za letu definováno jako letadlo, kdy je použito síly za účelem vzletu až do doby její ukončení při přistání. Úmluva se nevztahuje na případy, kdy se letadlo nachází na území (případně ve vzdušném prostoru) vlastního státu, tedy státu, ve kterém je registrováno. V tomto případě může stát postupovat dle svých vlastních zákonů a předpisů [28].

2.1.3 Haagská úmluva o potlačení protiprávního zmocnění se letadel

Dne 16. prosince 1970 byla v Haagu podepsána Úmluva o potlačení protiprávního zmocnění se letadel, která vymezuje trestný čin protiprávního zmocnění se letadla během letu:

„a) protiprávně, za použití násilí nebo hrozby násilím nebo jakékoliv jiné formy zastrašování, se zmocní tohoto letadla nebo vykonává nad ním kontrolu nebo se pokusí o jakýkoliv takový čin, nebo

b) je spolupachatelem osoby, která páchá nebo se pokusí spáchat takový čin, spáchá trestný čin.“ [4], [29]. Každá smluvní strana se zavazuje, že pro tento trestný čin stanoví přísné tresty [4], [29].

Letadlo za letu je v této úmluvě definováno jako takové letadlo, které má po nástupu cestujících na palubu uzavřeny všechny své vnější dveře až do okamžiku, kdy jsou kterékoliv z těchto dveří otevřeny pro výstup cestujících. Zde tedy může dojít k protiprávnímu činu i na letišti, kdy ještě letadlo není rozpořehováno vlastní nebo jinou silou, ale přesto už může být definované jako letadlo za letu. Úmluva se nevztahuje na případy, kdy je letadlo na území (případně ve vzdušném prostoru) vlastního státu, tedy státu, ve kterém je registrováno. V tomto případě může stát postupovat dle svých vlastních zákonů a předpisů [4], [29].

2.1.4 Montrealská úmluva o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví

Dne 23. září 1971 byla v Montrealu sjednána Úmluva o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví, která vymezuje pojem protiprávní čin ohrožující bezpečnost civilního letectví [4], [30]. Trestného činu se tedy dopustí jakákoliv osoba, která „nezákonně a úmyslně

- i) *spáchá násilný čin proti osobě na palubě letadla za letu, jestliže tento čin může ohrozit bezpečnost tohoto letadla; nebo*
- ii) *zničí letadlo v provozu nebo způsobí škodu takovému letadlu (která ho učiní neschopným letu nebo která může ohrozit jeho bezpečnost za letu); nebo*
- iii) *umístí nebo dá umístit v letadle v provozu, jakýmkoliv způsobem zařízení nebo předmět; (plastické nebo časované bomby, granáty a jiná zařízení sloužící k explozi), který může zničit toto letadlo nebo způsobit na něm škodu, která je učiní neschopným letu nebo způsobí na něm škodu, jež může způsobit jeho bezpečnost za letu; nebo*
- iv) *zničí nebo poškodí zařízení sloužící řízení letového provozu nebo zasahuje do jejich provozu, jestliže kterýkoliv takový čin může ohrozit bezpečnost letadel za letu; nebo*
- v) *sdělí informaci, o které ví, že není pravdivá, čímž ohrozí bezpečnost letadla za letu.“ [4].*

Montrealská úmluva byla rozšířena v roce 1988 o „Protokol o boji s protiprávními činy násilí na letištích sloužících mezinárodnímu civilnímu letectví“ [4]. „Tento protokol rozšířil působnost Montrealské úmluvy i na teroristické činy spáchané na letištích, který spáchá osoba, která při použití jakéhokoliv prostředku, látky nebo zbraně, nezákonně a úmyslně:

- i) *spáchá násilný čin proti osobě, nacházející se na letišti sloužícím mezinárodnímu civilnímu letectví, nebo*
- ii) *zničí nebo vážně poškodí zařízení a budovy letiště sloužícího mezinárodnímu civilnímu letectví, nebo letadla mimo provoz nacházející se na něm nebo naruší provoz letiště, jestliže takovýto čin ohrozí nebo může ohrozit bezpečnost na takovém letišti“ [4].*

Úmluva se nevztahuje na případy, kdy je letadlo na území (případně ve vzdušném prostoru) vlastního státu, tedy státu, ve kterém je registrováno. V tomto případě může stát postupovat dle svých vlastních zákonů a předpisů [4], [30].

2.1.5 Úmluva o značkování plastických trhavin pro účely detekce

Dne 25. března 1993 Česká republika oznámila generálnímu tajemníkovi Mezinárodní organizace pro civilní letectví, deponitáři Úmluvy, že se považuje s účinností od 1. ledna 1993 za smluvní stát Úmluvy o značkování plastických trhavin pro účely detekce, kde každá smluvní strana přijme nezbytná a účinná opatření [4], [31]:

- i) k zamezení výroby neznačkovacích trhavin na svém území,
- ii) k provádění přísné a účinné kontroly vlastnictví a převodu vlastnictví neznačkovacích trhavin, které byly vyrobeny nebo dopraveny na vlastním území před přijetím Úmluvy,
- iii) k účinné a přísné kontrole držby a převodem držby trhavin tak, aby se zabránilo jejich nežádoucím přesunům nebo použití pro účely neslučitelné s cíli Úmluvy,
- iv) k zabezpečení, jakmile to bude možné a zničení na svém území neznačkovacích trhavin na svém území, vyrobených po vstupu této Úmluvy v platnost pro příslušnou smluvní stranu, které nejsou součástí vojenských zařízení [4], [31].

Níže popsané detekční látky se dle Úmluvy přidávají do trhavin, aby byla umožněna její detekce:

Název detekční látky	molekulární vzorec	relativní molekulová hmotnost	minimální koncentrace ve hmotě trhaviny
Ethylen glykol dinitrát (EGDN)	$C_2H_4(NO_3)_2$	152	0,2 %
2,3-Dimethyl-2,3-dinitrobutan (DMNB)	$C_6H_{12}(NO_2)_2$	176	0,1 %
para-Mono-nitrotoluen (p-MNT)	$C_7H_7NO_2$	137	0,5 %
ortho-Mono-nitrotoluen (o-MNT)	$C_7H_7NO_2$	137	0,5 %

Obrázek 8 Detekční látky pro účely lepší detekce trhavin pomocí prostředků zjišťování páry [31]

2.1.6 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008 o společných pravidlech v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy a o zrušení nařízení (ES) č. 2320/2002

Nařízení stanoví společná pravidla k zabezpečení ochrany civilního letectví před protiprávními činy, které ohrožují bezpečnost civilního letectví, přičemž poskytuje výklad přílohy 17 Chicágské úmluvy o mezinárodním civilním letectví. Dále stanoví společná pravidla a

normy ochrany civilního letectví před protiprávními činy a určuje mechanismy pro jejich dodržování [4], [24].

Narižení se vztahuje na:

- a) *„všechna letiště nebo jejich části umístěné na území členského státu, které nejsou využívány výhradně pro vojenské účely,*
- b) *všechny provozovatele, včetně leteckých dopravců, kteří poskytují služby na letištích podle písmene a),*
- c) *na všechny subjekty uplatňující normy ochrany letectví před protiprávními činy, které provozují činnost z prostorů nacházejících se uvnitř či vně letiště a které poskytují zboží nebo služby pro letiště podle písmene a) nebo jejich prostřednictvím.“* [4], [24].

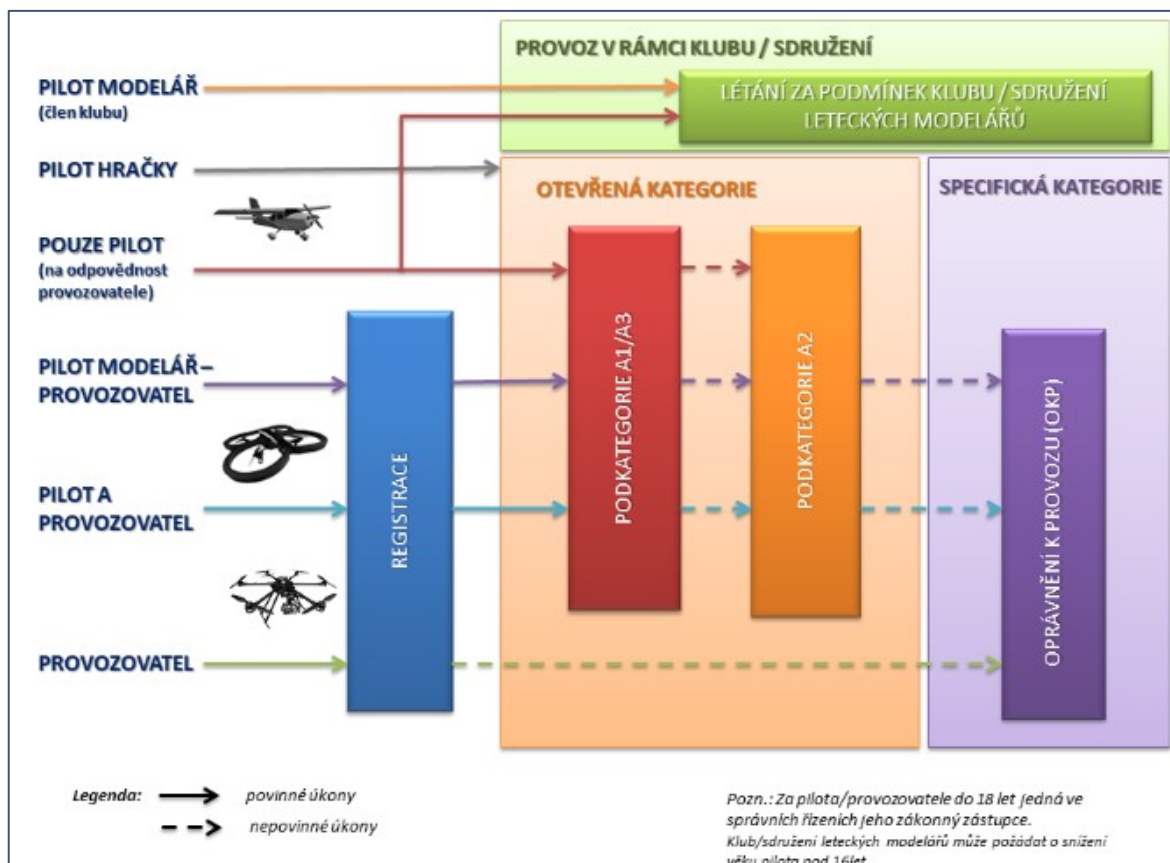
2.1.7 Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel

Jedná se o nařízení, která stanoví *„podrobná ustanovení pro provoz bezpilotních systémů, jakož i pro personál, včetně dálkově řídicích pilotů a organizací zapojených do tohoto provozu.“* [32].

Nařízení tak definuje například tři kategorie bezpilotních prostředků („otevřené“, „specifické“ a „certifikované“), dále stanovuje pravidla a postupy pro provoz bezpilotních systémů, pro způsobilost dálkově řídicích pilotů a jejich minimální věk, nebo pravidla a postupy pro letovou způsobilost bezpilotních systémů [32].

Nařízení dále popisuje, za jakých podmínek a okolností je možné s bezpilotními prostředky létat, zabývá se certifikací bezpilotních prostředků a určuje provozní podmínky v zeměpisných zónách pro bezpilotní systémy [32].

Úřad pro civilní letectví ČR pak dále graficky znázorňuje schéma povinných úkonů nezbytných pro provoz dronů [33]:



Obrázek 9 Základní informace k regulačnímu rámci EU pro bezpilotní systémy [33]

2.2 Národní legislativa

2.2.1 Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví

Zákon upravuje ochranu civilního letectví před protiprávními činy, přičemž Úřad pro civilní letectví vydává a aktualizuje Národní programy podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího ochranu civilního letectví před protiprávními činy [34].

Zákon stanoví podle **ustanovení § 85b**, že každý, kdo vstupuje do míst sloužících k ochraně civilního letectví před protiprávními činy, má obecnou povinnost k ochraně civilního letectví a je povinen chovat se v nich tak, aby svým jednáním nevystavil civilní letectví nebezpečí protiprávního činu nebo to ostatním neumožnil [34].

Podle **ustanovení § 85c** mají fyzické a právnické osoby zajišťující ochranu civilního letectví před protiprávními činy oprávnění vydávat příkazy k zajištění ochrany civilního letectví před protiprávními činy, a to všem vstupujícím osobám do prostorů, které slouží k ochraně civilního letectví před protiprávními činy [34].

Podle **ustanovení § 85e, § 85f, § 85g, § 85h, § 85i, § 85j**, zákon stanoví, že vstupující osoba do bezpečnostního vyhrazeného prostoru bez doprovodu musí být spolehlivá. Spolehlivostí je myšleno, že osoba je bezúhonná a důvěryhodná, přičemž taková osoba obdrží od Úřadu pro civilní letectví „doklad o spolehlivosti“, platný jeden rok [34].

Bezúhonností se pro ověření spolehlivosti rozumí taková fyzická osoba, která nebyla pravomocně odsouzena pro úmyslný trestný čin, pro čin spáchaný z nedbalosti v souvislosti s výkonem služeb nebo provozováním leteckých činností [34].

Důvěryhodností se pro ověření spolehlivosti rozumí taková fyzická osoba, u které nelze v souvislosti s jejím vstupem do bezpečnostního vyhrazeného prostoru spatřovat specifické riziko [34].

Podle **ustanovení § 85m** musí provozovatel letiště vyhotovit Bezpečnostní program letiště, upravujícího bezpečnost civilního letectví před protiprávními činy, který musí schválit Úřad pro civilní letectví [34].

Ustanovení § 85n pak provozovateli letiště nařizuje rozdělení prostor letiště podle druhu uplatňovaných bezpečnostních opatření na jednotlivé oblasti, přičemž musejí být viditelně označeny. Dále musí provozovatel letiště zajistit [34]:

- a) *„provádění kontroly osob a vozidel vstupujících a vjíždějících do prostoru letiště,*
- b) *vydávání letištních identifikačních průkazů a povolení k vjezdu,*
- c) *provádění detekční kontroly osob jiných než cestujících a jimi vnášených věcí,*
- d) *ostrahu prostoru letiště.“* [4].

2.2.2 Letecký předpis L 17 – Bezpečnost – Ochrana mezinárodního letectví před protiprávními činy

Ministerstvo dopravy ve spolupráci s Ministerstvem vnitra vytvářejí systém ochrany mezinárodního letectví před protiprávními činy. Jejich cílem je zavádění předpisů, opatření a postupů k ochraně civilního letectví před protiprávními činy. Předpis L17 tak přímo vychází z Přílohy 17 Chicagské úmluvy. Ministerstvo tak systematicky seřadilo text z dokumentu „Annex 17 – SECURITY - Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference“ tak, aby na sebe jednotlivé části navazovaly. Dokument se tak zabývá obecnými a prováděcími ustanoveními, včetně opatřeními preventivní bezpečnosti, které se týká [4], [25]:

- kontroly vstupů a vjezdů,
- letadel, cestujících a jejich kabinových zavazadel,
- nákladu, pošty a jiných druhů zboží,
- zvláštních skupin cestujících,
- veřejného prostoru letiště a
- kyberhrozeb [4], [25].

Nakonec jsou ještě zmíněny činnosti při protiprávních činech:

- prevence,
- reakce na protiprávní čin,
- výměna informací a hlášení [4], [25].

Jedná se tak o souhrn povinností, které musí nebo které by měli zajistit členský stát Mezinárodní organizace pro civilní letectví, Úřad pro civilní letectví, provozovatel letiště, letecký dopravce, Ministerstvo vnitra a Policie České republiky. Dokument se dále v některých bodech vztahuje i na každou fyzickou a právnickou osobu nebo všechny dotčené subjekty České republiky [4], [25].

2.2.3 Vyhláška č. 410/2006 Sb., o ochraně civilního letectví před protiprávními činy

Tato vyhláška byla vydána v roce 2006 a navazuje na předpis Evropské unie (300/2008), přičemž stanovuje a předepisuje následující pravidla pro [4], [35]:

- náležitosti a strukturu Bezpečnostního programu letiště,
- náležitosti a strukturu Bezpečnostního programu poskytovatele letových a provozních služeb,
- formu zkoušky, včetně prokázání odborných znalostí a praktických dovedností o vydání povolení k uskutečňování odborné přípravy,
- formu praktické zkoušky a testu pro prokázání odborných znalostí a dovedností garanta výcviku,
- prostředky zajišťující dosažení dostatečné odhalující schopnosti psů a
- upravuje vzory dokladu o spolehlivosti a absolvování odborné přípravy [4], [35].

2.2.4 Vyhláška ministra zahraničních věcí č. 16/1974 Sb., o Úmluvě o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví

Jedná se o český překlad úmluvy o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví, která byla sjednána v Montrealu, 23.09.1971. Úmluva popisuje například [30], [36]:

- druhy trestných činů, které souvisejí s civilním letectvím,
- stanoví pojmy „let“, „letadlo za letu“, a „letadlo v provozu“,
- stanovuje rozsah úmluvy na civilní letadla, nikoliv celní, vojenská či policejní,
- stanovuje případy, kdy má smluvní stát přijmout nezbytná bezpečnostní opatření a
- předkládání případu příslušným orgánům za účelem trestního stíhání [30], [36].

2.2.5 Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník - § 311 Teroristický útok

Teroristický útok v ustanovení § 311 zákona č. 40/2009 Sb., trestního zákoníku, je popsán jako úmysl poškození ústavního zřízení České republiky, či její obranyschopnosti, nebo její politické, či hospodářské struktury nebo úmysl poškození mezinárodní organizace závažným způsobem. Za teroristický útok je dále považováno, ve stejném úmyslu, zastrasování obyvatelstva nebo protiprávního přinucení vlády, aby něco konala či opomněla. Již samotná příprava na tento čin je trestná. Pachateli hrozí až dvanáct či patnáct let trestu odnětí svobody, popřípadě vedle toho i trest propadnutí majetku. Dvacet let odnětí svobody, nebo výjimečný trest hrozí pachatelům organizovaným ve skupině, nebo těm, kdo uvedenou činností zapříčiní zvláště závažný následek, nebo jí provedou za válečného stavu [37].

Ustanovení § 311 trestního zákoníku se vztahuje přímo k civilnímu letectví v odst. 1, písm. a) a v odst. 1, písm. c) a navíc i v odst. 2, písm. b), v odst. 2, písm. c), odst. 2 písm. e), odst. 2 písm. f), kde se uvádějí i vyšší tresty za závažnější jednání s těžším následkem. Trestnou činnost, připadající v úvahu ohledně letiště, zde trestní zákoník popisuje tak, že potrestán bude každý, kdo ve výše uvedeném úmyslu zejména zničí nebo poškodí veřejné prostranství, poškodí počítačový nebo dopravní telekomunikační systém, zmocní se letadla, poškodí navigační zařízení, sdělí nepravdivou informaci s cílem ohrozit zdraví lidí nebo bezpečnost dopravního prostředku, zmocní se rukojmí nebo provede únos, přepravuje výbušninu, jadernou, chemickou či biologickou zbraň [37].

2.3 Dílčí závěr kapitoly

V této kapitole byla popsána legislativa na mezinárodní a národní úrovni, včetně dalších norem zajišťujících ochranu civilního letectví před protiprávními činy. Prvním velkým milníkem v letecké legislativě byl rok 1958, kdy vznikla Ženevská úmluva o volném moři. Od té doby se letecká legislativa i jiné normy, zajišťující ochranu civilního letectví před protiprávními činy neustále vyvíjejí, aby dokázaly efektivně reagovat na stále vznikající nové hrozby.

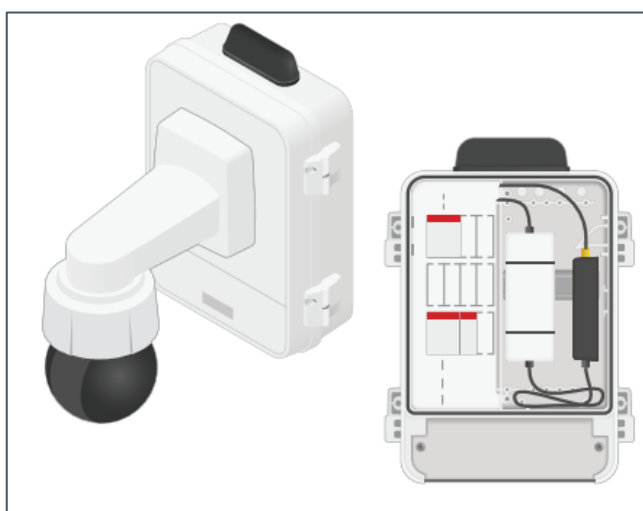
3 VHODNÉ MOBILNÍ TECHNOLOGIE K ZASTŘEŽENÍ PROSTOR A PERIMETRU NA MEZINÁRODNÍM LETIŠTI

V této kapitole se snažím popsat vybrané technologie a prostředky, které jsou dle mého názoru vhodné pro využití na mezinárodních letištích a které zároveň dle popisu výrobce slouží k zajištění ochrany prostorů nebo perimetru objektu.

3.1 Kamerový dohled za využití Axis T98-VE Cabinet Series od společnosti AXIS Communications

AXIS Communications nabízí mobilní dohledové řešení za použití T98-VE Cabinet Series, které obsahuje [38]:

- Síťovou kameru AXIS Q6315-LE Network Camera,
- montážní skříň AXIS T98A18-VE Surveillance Cabinet, k upevnění na většinu typů konstrukcí,
- stěnovou konzoli AXIS T91L61 Wall Mount,
- bezpečnostní sadu AXIS Electrical Safety Kit A 120V AC,
- napájecí zdroj DIN CP-D 12/2.1 25 W,
- plug-and-play konvertor s podporou PoE AXIS T8154 60 W SFP Midspan a
- montážní svorku AXIS T91A03 DIN Rail Clip A [38].



Obrázek 10 T98-VE Cabinet Series [39]

Součástí T98-VE je AirLink® LX40 Ultra Compact 4G Router, který zajišťuje bezpečné připojení přes Wifi a 4G/LTE [39].



Obrázek 11 AirLink® LX40 Ultra Compact 4G Router [39]

AXIS T98 podporuje montáž vlastních kamer, a proto je nejdůležitějším prvkem k efektivnímu zastřežení správný výběr kamery. Pro kombinaci mobilního dohledu a střežení prostoru na letišti se jeví venkovní vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE jako vhodná, a to hlavně díky jejím funkcím [38] [39]:

- 1/2" senzor s 31x násobným optickým přiblížením,
- laserové zaostření a měření vzdálenosti,
- software „Autotracking 2“ a „AXIS Object Analytic“,
- podpora AXIS Perimeter Defender [38], [39].



Obrázek 12 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE [38]

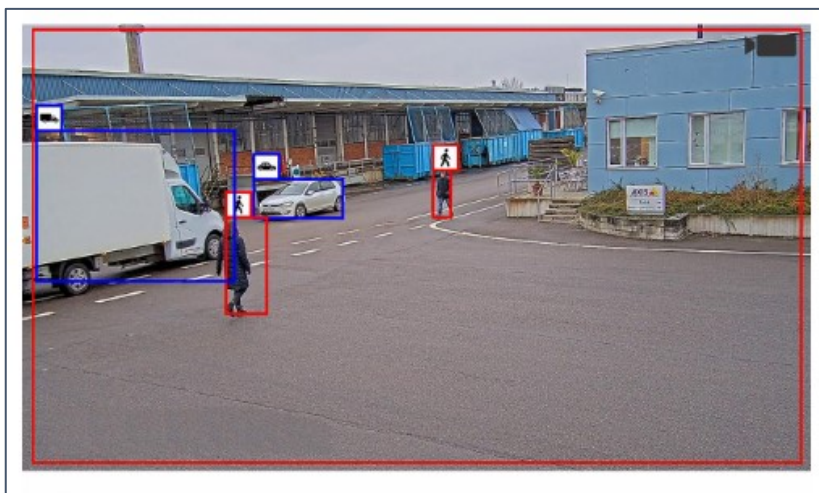


Obrázek 13 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE (31násobné optické přiblížení) [40]

Při úplné tmě je obraz viditelný díky infračerveným diodám a obraz je stále detailní [40].

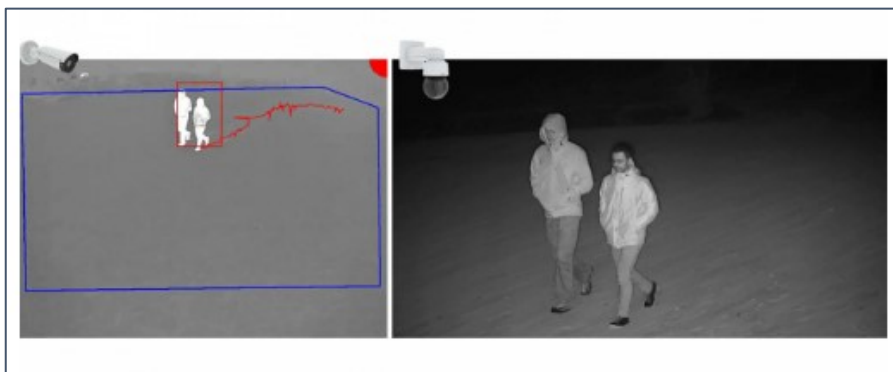


Obrázek 14 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE – obraz v noční době za využití infračervených diod [40]



Obrázek 15 Funkce AXIS Object Analytics [41]

AXIS Object Analytics dokáže rozpoznávat osoby a vozidla. Díky algoritmům na bázi umělé inteligence pak kamera ví, co má detekovat a dokáže ignorovat běžné (definované) události ve střežené zóně. Díky tomu zefektivňuje dohled a pomáhá operátorům v dohledovém centru při pozorování více obrazů a zón během jednoho okamžiku [41].



Obrázek 16 AXIS Perimeter Defender [42]

AXIS Perimeter Defender funguje pouze ve spolupráci s další termokamerou nebo pevnou vizuální kamerou. Kamera odesílá údaje o poloze detekovaných poplachových objektů do PTZ kamery Q6315-LE a začne ji ovládat. Díky tomu jsou nežádoucí objekty automaticky PTZ kamerou pozorovány všemi jejími funkcemi. Kamera objekty zaostřuje a přibližuje, aby byl obraz stále detailní po celou dobu jejich výskytu ve střežené zóně [42].

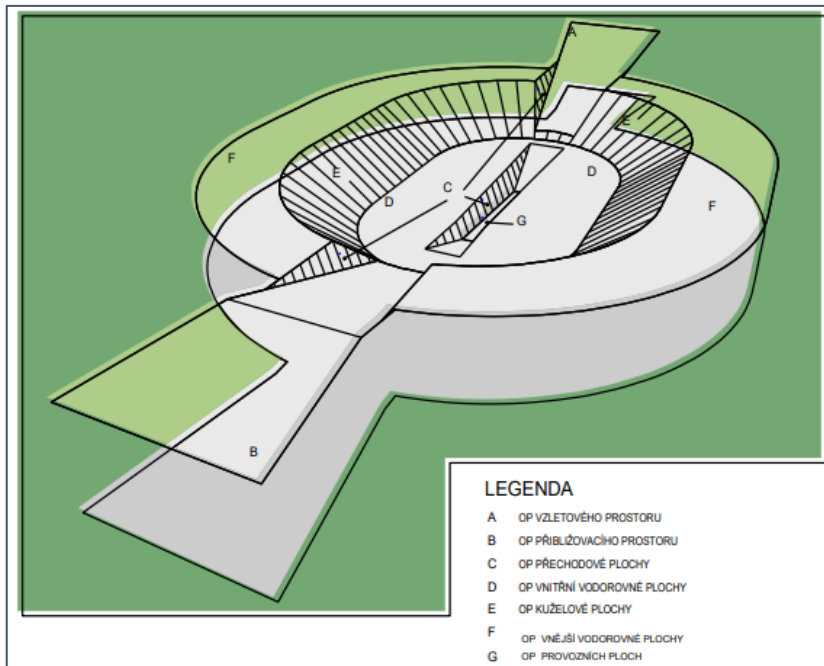
3.2 Střežení prostoru pomocí optických kabelů uložených pod terénem nebo v oplocení od společnosti SOLIFOS Fiber Optic System

Tento systém PIDS (Perimeter Intrusion Detection System) zajišťuje střežení definovaného prostoru díky uložení optických kabelů pod terén. Díky tomuto způsobu zastřežení se hodí pro druhy objektů [43]:

- kde není žádoucí, aby narušitel věděl, že byl detekován nebo
- kde to okolní situace neumožňuje a není možné postavit fyzickou bariéru [43].

Právě díky druhému zmíněnému bodu se tak systém optických vláken hodí pro letiště, respektive pro letištní prostory, kde není možné realizovat oplocení nebo fyzickou bariéru, jako jsou například ochranná pásma vzletové a přistávací dráhy (RWY) nebo pojezdových drah (TWY), kde nesmí být v určité vzdálenosti od osy RWY a TWY žádná překážka nad úrovní terénu [43], [44], [45].

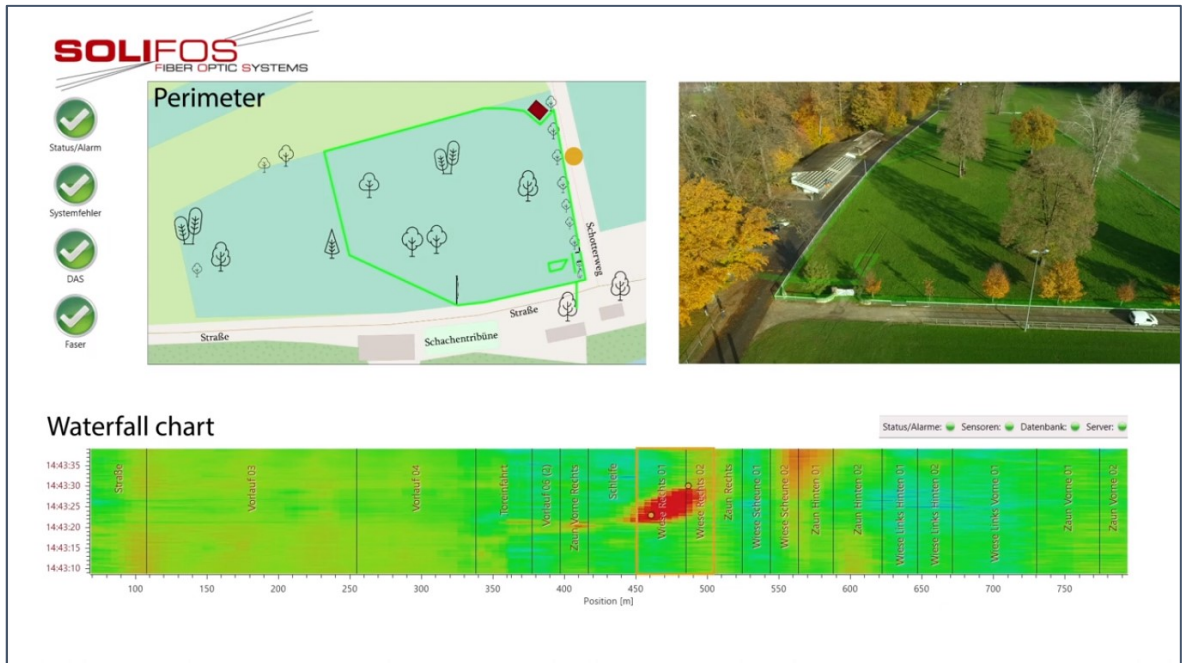
Systém optických kabelů se tak dá vyžívat dlouhodobě, přičemž v zemině kopíruje ochranná pásma RWY a TWY nebo se dá použít dočasně pro stavební nebo mimo-stavební činnosti v jejich blízkosti a v prostorech kde to situace vyžaduje (například před areálem perimetru letiště nebo jako dočasné doplnění jiné bezpečnostní technologie). Systém nepotřebuje zdroj napájení ve střeženém prostoru a díky kabelovým (motorovým/bezmotorovým) navijákům s délkou přípojného kabelu 2 300m/10 000m, lze systém připojit prakticky kdekoliv, a to jak ve venkovních podmínkách tak i ve stanu, v budově nebo třeba v automobilu [43], [44], [45].



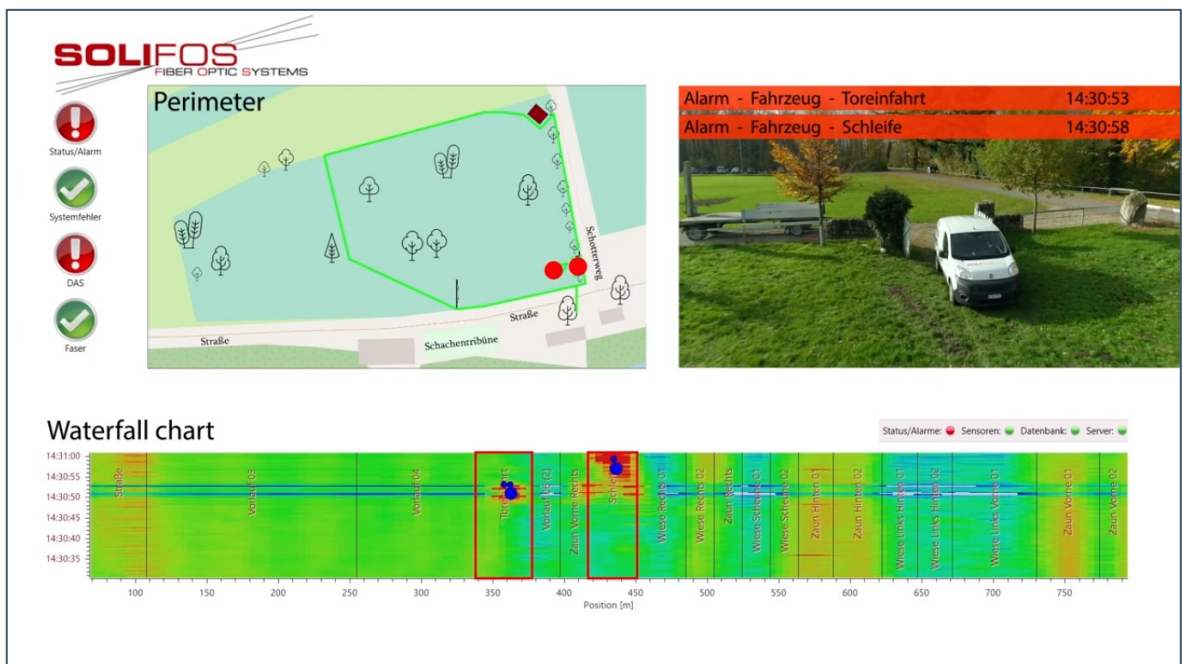
Obrázek 17 Ochranná pásma s výškovým omezením staveb pro přístrojovou RWY [44]

Systém optických kabelů SOLIFOS využívá akustické a vibračně citlivé kabely k zajištění spolehlivé detekce přibližujícího objektu na vzdálenost 5 metrů od kabelu. Při natažení dvou paralelních kabelů, lze zjistit pohyb narušitele. Software dokáže potlačit běžné zvukové a vibrační vzory, takže lze omezit falešné poplachy. V případě potřeby pak lze kabel natáhnout podél trvalého nebo dočasného oplocení, čímž dojde k detekci při pokusu o překonání oplocení. Systém jedním způsob detekuje přiblížení objektu na vzdálenost 5 metrů od hrany střeženého prostoru a dalším způsobem pak upozorní na vniknutí objektu do střeženého prostoru [43].

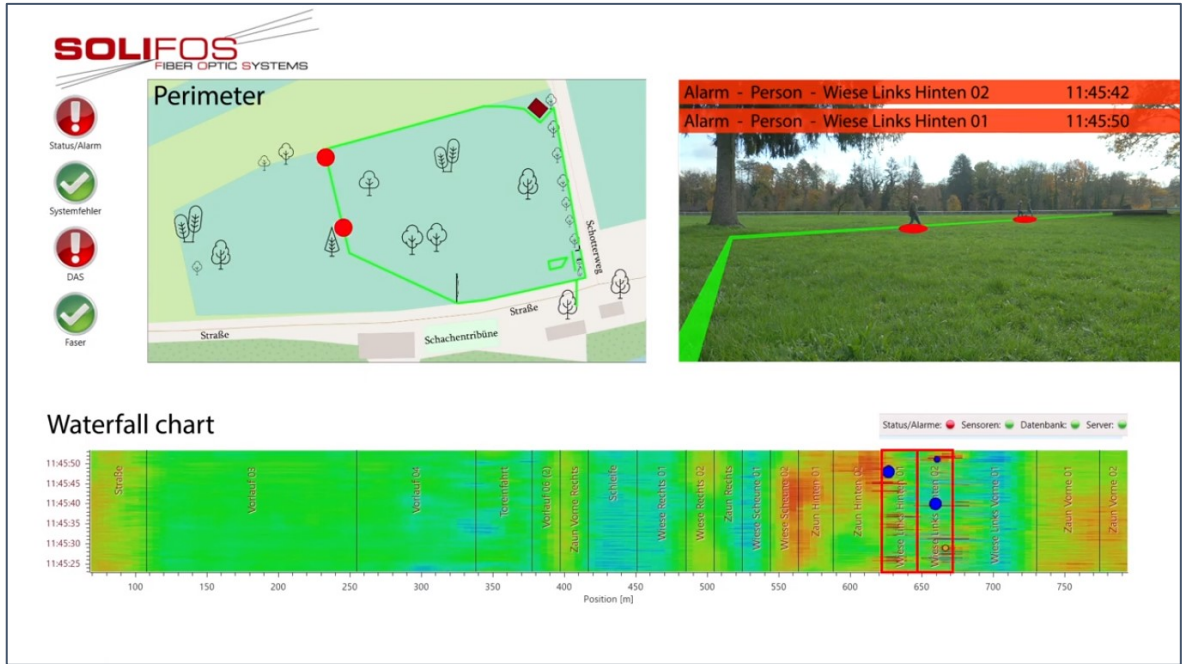
- Pro využití v zemině lze natáhnout kabel o délce střežení až 50 km při hloubce uložení 30 cm,
- výrobce garantuje bezúdržbový provoz po „desetiletí“,
- jedná se o vysoce odolný systém,
- samotný systém nepotřebuje napájení v místě detekce (střeženém prostoru),
- odlišná detekce při přiblížení a vniknutí do střeženého prostoru, včetně sabotáže [43].



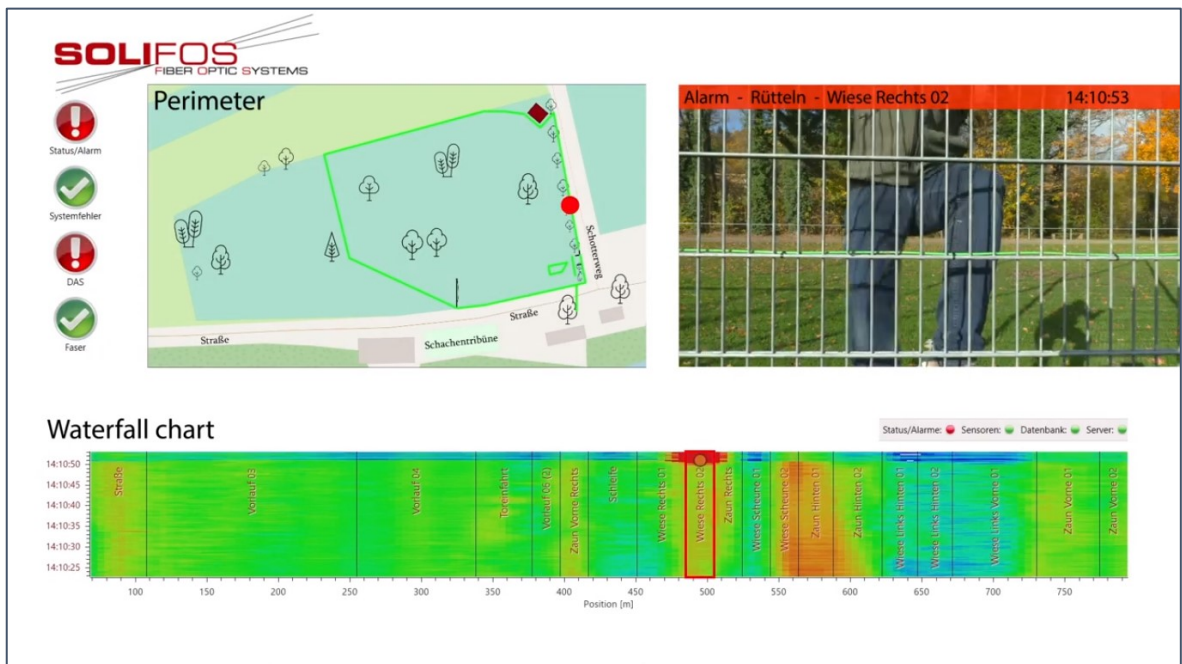
Obrázek 18 Detekce přiblížení objektu ke střeznému prostoru optickými kabely [43]



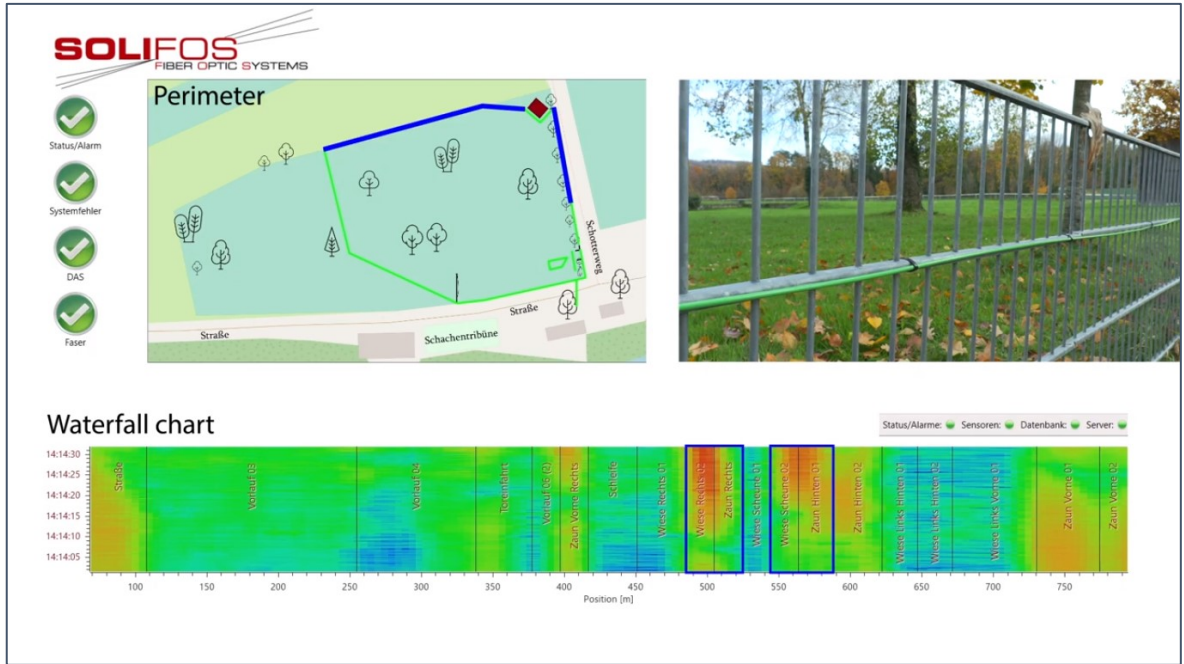
Obrázek 19 Detekce vniknutí vozidla do střezného prostoru [43]



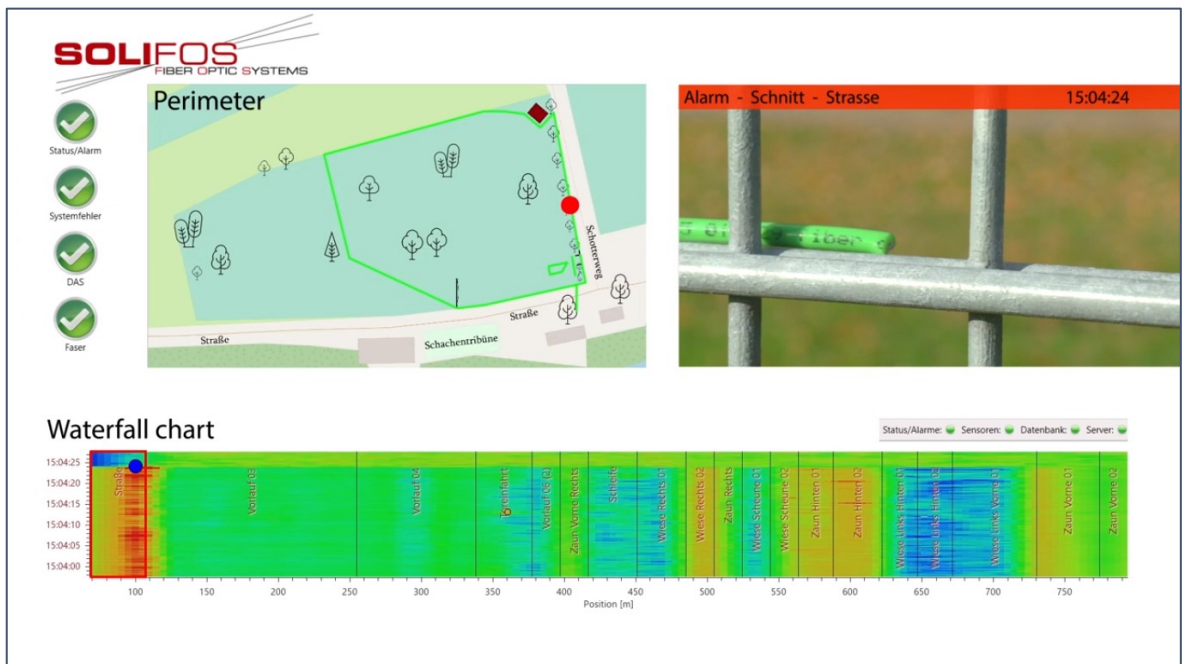
Obrázek 20 Detekce vniknutí osob do střeženého objektu [43]



Obrázek 21 Detekce nedestruktivního překonání oplocení [43]



Obrázek 22 Detekce v případě nepříznivých povětrnostních podmínek [43]



Obrázek 23 Detekce destruktivního narušení systému (přestřihnutí kabelu) [43]



Obrázek 24 Mobilní dohledový systém [43]



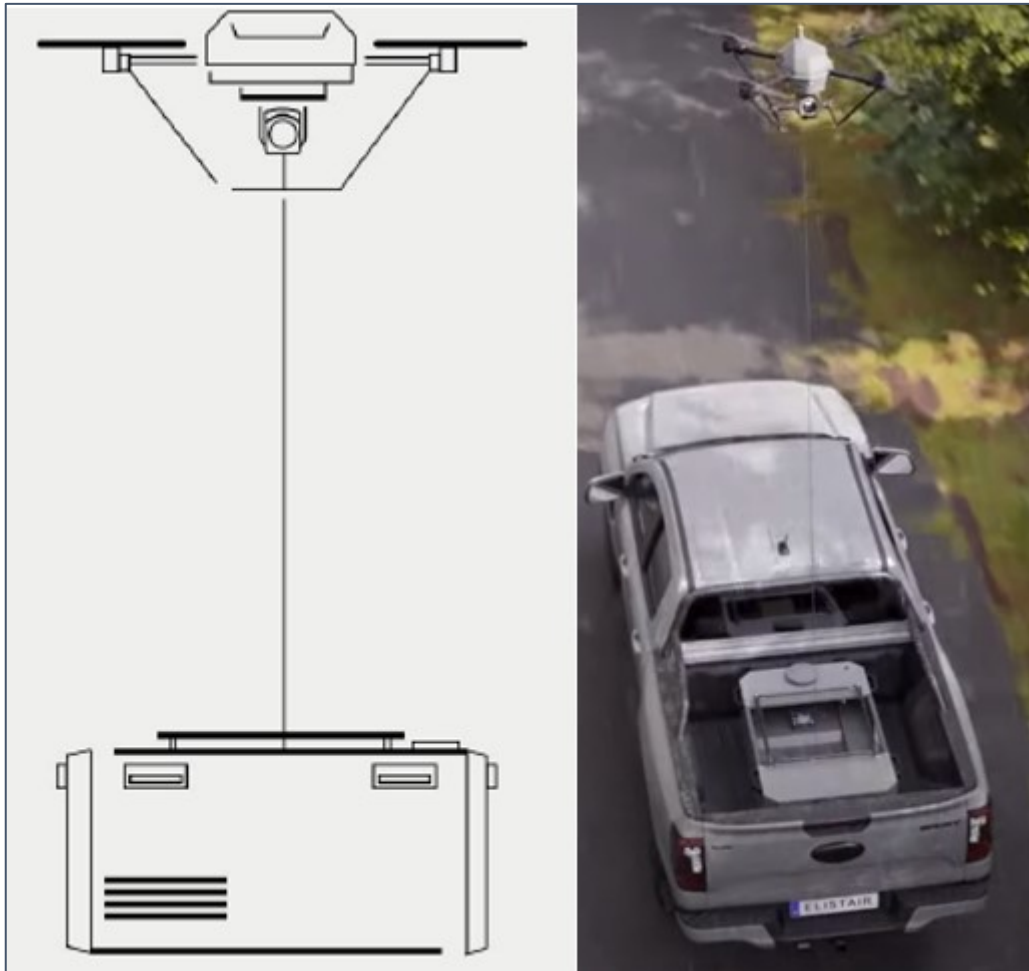
Obrázek 25 Elektrické napájení na externím místě (budova, dohledové centrum) [43]

3.3 Upoutaný dron od společnosti ELISTAIR

Upoutaný dron je prostředek, který je připojen napájecím kabelem ke svojí přiřazené přistávací stanici a díky tomu vydrží létat nadstandardně dlouhou dobu oproti běžným dronům. Zároveň je předem jasně definovaný maximální rádius letu od přiřazené přistávací stanice. Zatímco typ ORION 2.2 TE se může pohybovat od statické přistávací stanice, typ KHROS disponuje „Follow me“ funkcí a pokud je přistávací stanice například na pohyblivém vozidle, dron se drží automaticky nad aktuální pozicí přistávací stanice, takže létá přesně nad pohyblivým vozidlem [46], [47], [48].

3.3.1 Dron Khronos

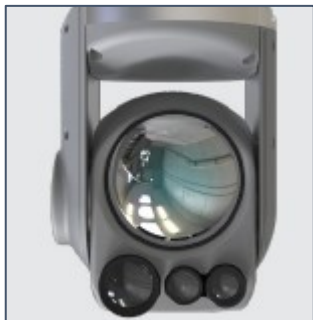
Jedná se 30,8 kg vážící dron od společnosti ELISTAIR. Díky napájecímu kabelu vydrží létat ve vzduchu 24 hodin na jedno nabití přistávací stanice. Maximální hloubka je 70 metrů a data přenáší rychlostí 100Mb/s do tabletu, kterým disponuje operátor dronu. Dron následuje díky „Follow me“ efektu svojí přistávací stanici, ke které je upoutaný a létá tak plně automaticky například za pohyblivým vozidlem, které má přistávací stanici na korbě vozidla. V případě dohledávání osob, zásahu nebo jen kontroly perimetru letiště, poskytuje dron pohled z ptáčích perspektivy a hlídka ve vozidle má detailní přehled ve svém širokém okolí. Dron dokáže automaticky vzlétnout a přistát bez asistence operátora [46], [48].



Obrázek 26 Dron KHRONOS [46]

Dron lze doplnit dvěma druhy kamer „Raptor“ a „Dragon Eye“, které pomáhají operátorovi zaměřit osoby a vozidla, a které je zároveň dokáží plně automaticky sledovat v dosahu viditelnosti, aniž by musel operátor dron ovládat. Tyto kamer dokážou detekovat osoby na vzdálenost 10 km (*4,5 km), rozpoznat na vzdálenost 6 km (*1,3 km) a identifikovat na vzdálenost 3 km (*0,6 km) od dronu. Vozidla detekují na vzdálenost 40 km (*6 km), rozpoznávají na vzdálenost 10 km (*1,6 km) a identifikují na vzdálenost 6 km (*0,8 km) od dronu (údaje s * jsou vypočítány výrobcem pro použití v nočních podmínkách) [46], [48].

Raptor disponuje 40násobným optickým a 2násobným digitálním přiblížením při denním rozlišení 1280x720 pixelů, 25 Hz a 4násobným digitálním přiblížením při nočním rozlišení 1280x720 pixelů, 9 Hz [46], [48].



Obrázek 27 Kamera Raptor [46]

Dragon Eye disponuje 20násobným optickým a 2násobným digitálním přiblížením při denním rozlišení 1280x720 pixelů, 9 Hz a 4násobným přiblížením při nočním rozlišení 640x480 pixelů, 9 Hz [48].



Obrázek 28 Kamera Dragon Eye [46]

3.3.2 Dron Orion 2.2 TE

Jedná se o dron vhodný k dohledové činnosti statického objektu. Na rozdíl od typu KHROS nedisponuje „Follow me“ funkcí, takže se nedokáže automaticky pohybovat za pohyblivou přistávací stanicí, ale dokáže ho ovládat operátor v rádiu 100 metrů od přistávací stanice díky napájecímu kabelu o délce 100 metrů. Zároveň typ ORION 2.2 TE dokáže nést náklad o hmotnosti 4 kg při maximální výšce 70 metrů a 5 kg při maximální výšce 50 metrů po dobu letu 50 hodin na jedno nabití přistávací stanice. Data přenáší rychlostí 100Mb/s [47], [48].



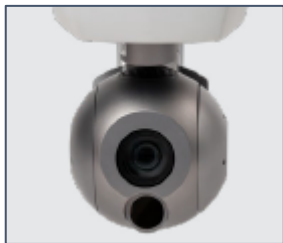
Obrázek 29 Dron Orion 2.2 TE [47]



Obrázek 30 Dron Orion 2.2 TE v terénu [49]

Dron lze doplnit jak plochu pro zatížení (náklad), tak kamerami „RAPTOR“ (kterou používá i KHRONOS), „XQT-AI CAMERA“ a „XQT-LRF CAMERA“ [47], [48].

XQT-AI CAMERA disponuje 40násobným přiblížením s ohniskovou vzdáleností 4,25-170 mm při denním rozlišení 1920x1080 pixelů, 30 Hz a 8násobným přiblížením s rozlišením 640x512 pixelů, 9 Hz pro noční režim [47], [48].



Obrázek 31 XQT-AI CAMERA [47]

XQT-LRF CAMERA disponuje 30násobným přiblížením s ohniskovou vzdáleností 4,3-129 mm při denním rozlišení 1920x1080 pixelů 30 Hz. Rozlišení v nočním režimu je 640x480 pixelů, 9 Hz. Tato kamera dále disponuje laserovým dálkoměrem s EO/IR senzory a zaměřením objektu do 3 km, včetně zobrazení GPS polohy [47], [48].



Obrázek 32 XQT-LRF CAMERA [47]

3.4 Kamerová věž od společnosti EyeTowers

Česká společnost EyeTowers vyrábí, montuje, pronajímá a prodává kamerové věže na míru pro konkrétního uživatele a prostředí. Jedná se o mobilní dohledovou věž s kamerami, detektory a napájením dle stanoveného požadavku. Data se přenáší na zabezpečený cloudový portál a díky vlastní aplikaci může mít operátor náhled kdekoliv, kde je přístup k internetu, a to jak z telefonu, tak z tabletu, počítače nebo přímo dohledového centra [50].

Pro komunikaci a přenos dat je využívána otevřená platforma API pro integraci s jinými informačními systémy. Kamerovou věž je možné osadit bezpečnostními prvky třetích stran dle požadavku zákazníka, aby byla využita pro specifickou činnost a mohla být plně využita. Kamerová věž je i teleskopická, takže se dá nastavit její výška. V případě potřeby lze mít kamerovou věž pohotovostně připravenou na přívěsu vozidla a díky dostupné síti mobilních operátorů nebo satelitního internetu, či optického a metalického připojení, lze věž využít prakticky kdekoliv [50].



Obrázek 33 Kamerová věž EyeTowers [51]

Vlastnosti

- napájení je řešeno vlastní elektrocentrálou a solárními panely dle poptávky,
- osazení několika kamerami třetích stran dle typu střežení,
- automatické navádění otočných kamer na zabezpečený objekt, který je uveden do pohybu (vozidlo, technika, dveře, vstup) nebo na objekt u kterého dojde k narušení u integrovaných drátových a bezdrátových detektorů,
- dosah detektorů minimálně 300 metrů s možností určení GPS polohy detektorů a samotné věže,
- možnost přidání osvětlení, reproduktorů, akustického hlášení a přímé komunikace s operátorem, díky čemuž lze minimalizovat plané nebo falešné poplachy,
- kontrola vjezdu/vstupu díky RFID identifikátoru s napojením na vlastní závoru, rozpoznání RZ vozidla,
- sbírání meteorologických dat,
- možnost připojení k elektrické síti nebo využití solárních panelů a vlastního záložního generátoru po dobu několika dnů,
- možnost nastavení automatických rutinních událostí (spínání světel, začátek/konec střežení, ovládání detektorů a připojených prvků) [50].

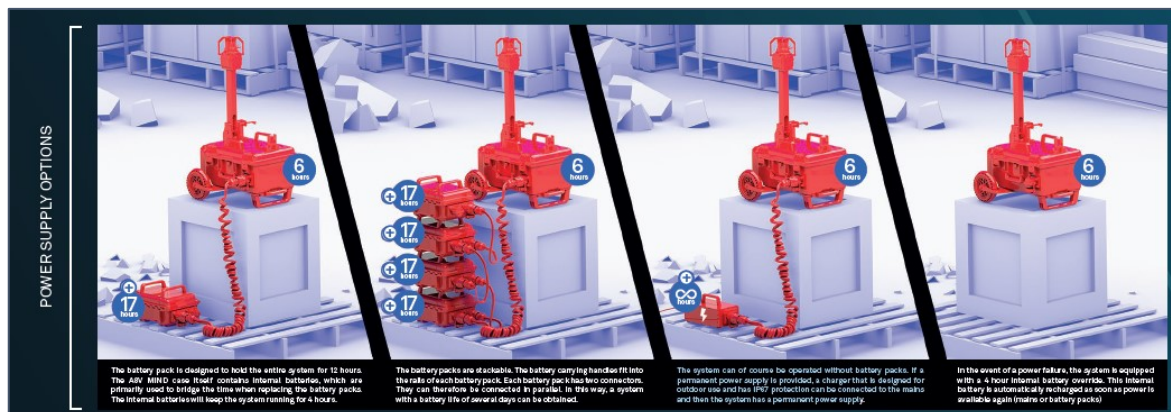


Obrázek 34 Kontrola vjezdu od společnosti EyeTowers [51]

3.5 Lidarový detekční systém Accur8vision MIND od společnosti Hexagon

Lidarový detekční systém Accur8vision je komplexní volumetrický systém, který využívá objemové detektory LiDAR (Light Detection and Ranging). Díky této lidarové technologii pak dokáže systém střežit vymezenou oblast prostorově, nikoliv jen po obvodu. Systém má vlastní napájení (6 hodin) a je možné ho propojit se 4 akumulátory (výdrž 1 akumulátoru = 17 hodin). Dále je dodáván s odolným počítačem pro zobrazování detekce v trojrozměrném prostoru a nabíječkami baterií. V aplikaci lze nastavit jednotlivé detekční zóny, přičemž lze označit osoby, které se v prostorech mohou volně pohybovat, aniž by byli detekováni jako narušitelé. Jednotlivé LiDAR detektory disponují až 128 laserovými paprsky, které se odrážejí od pevné překážky a tím provádějí měření. Takových měření může být až několik milionů za sekundu. Technologie monitoruje prostor v dosahu 120 metrů kolem detektoru s přesností na 2 cm [52], [53].

Detekční systém Accur8vision MIND tak upozorní operátora na narušení prostoru v reálném čase. Pokud do vymezené oblasti (střeženého prostoru) vstoupí narušitel, tak je operátor ihned informován, kde se narušitel nachází, získá trajektorii narušitele, jeho rychlost a počet narušitelů. Veškeré informace jsou operátorovi zobrazeny do trojrozměrné mapy [52], [53].



Obrázek 35 Napájení detekčního systému Accur8vision MIND [54].

Trojrozměrná mapa dělá Accur8vision jedinečným oproti konkurenci, protože dokáže vytvořit přesnou repliku skutečného prostředí, které je vytvořeno fotogrammetrií, lidarovým skenováním nebo nahráním dwg výkresu z CAD systémů. Díky tomu získá operátor 3Dmapu reálného prostředí, ve kterém si může nastavit detekční zóny a umístit detekční prvky do správných míst před reálným spuštěním systému. Může si tak vyzkoušet narušení prostoru nebo vytvořených zón „virtuálním narušitelem“, aby se ujistil, že uvedení do provozu bude systém správně nastavený dle potřeb operátora [52], [53], [55].

Pokud je systém propojený s otočnými kamerami, tak dokáže kamery natočit na narušitele v případě jeho vstupu do detekční zóny, přičemž bude zachycovat jeho trajektorii pohybu a systém uchová veškeré informace všech detekovaných objektů v podobě laserových bodů, včetně kamerových záznamů [52], [53], [55].

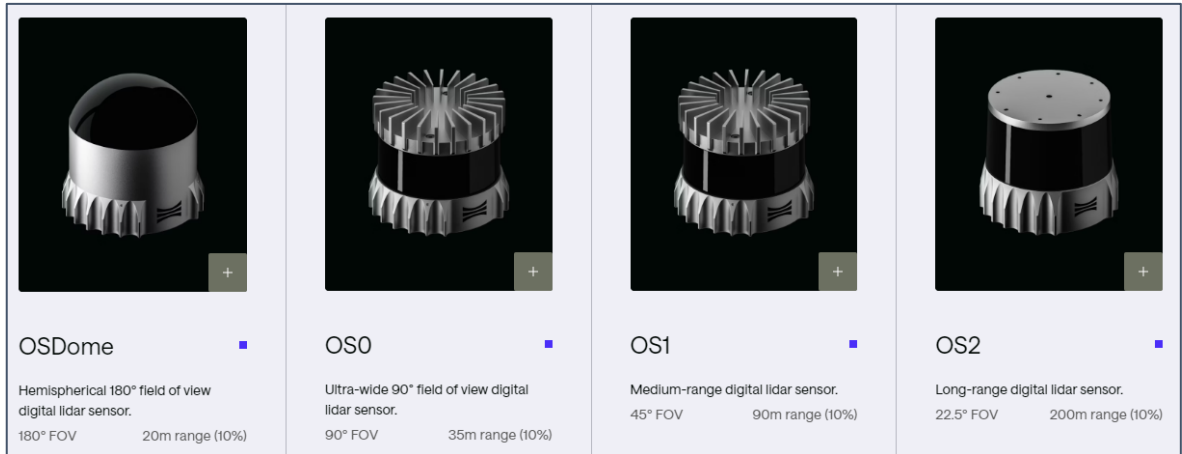


Obrázek 36 Náhled na narušitele, detekované LiDAR senzorem A8V MIND [56].

3.5.1 Lidary Ouster

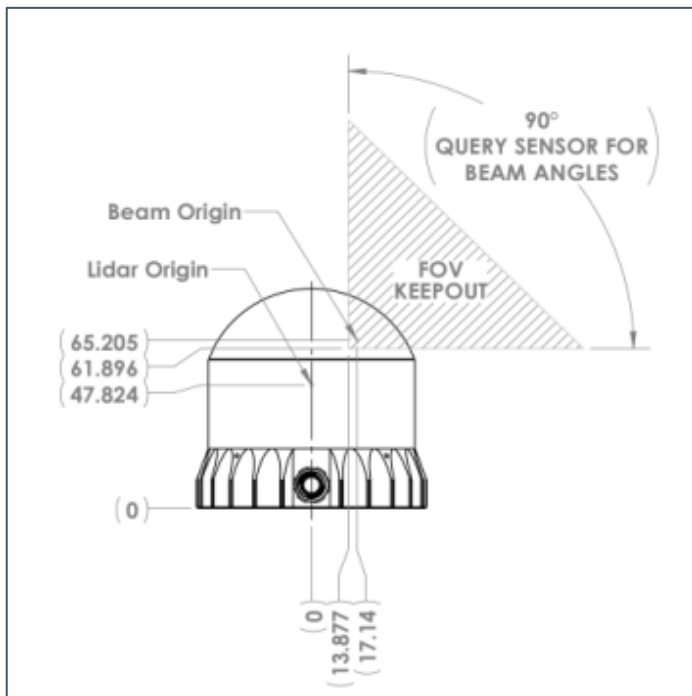
Ouster Inc. je americká společnost, která vyrábí produkty LiDAR, které využívá v bezpečnosti, dopravě, analýzách davu, průmyslu, automobilovém průmyslu, robotice a dronech [57].

Mezi hlavní LiDAR senzory patří OSDome, OS0, OS1 a OS2, které využívá například k zabezpečení jedoucích vozidel, skenování prostředí pomocí dronů, hlídání zájmových vojenských a civilních objektů, hlídání dopravy, monitorování davu osob nebo řízení autonomních vozidel [57].



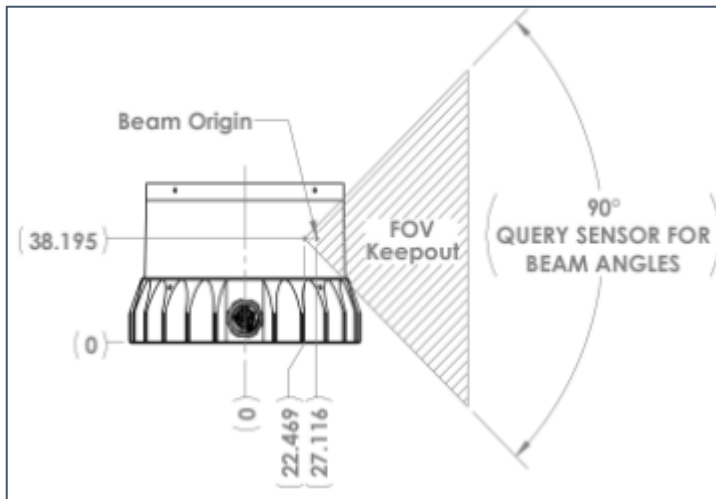
Obrázek 37 LiDAR senzory Ouster [57]

OSDome je lidar s vysokým rozlišením s polo-sférickým pohledem, který disponuje 180° pokrytím s dosahem 20 metrů a odrazivostí 10 %. Používá se pro sledování osob v interiéru a detekci na blízkou vzdálenost pro mobilní roboty a vozidla. Disponuje kalibrovanou odrazivostí, pevným rozlišením a blízkými infračervenými a signálními daty na úrovni fotoaparátu [58].



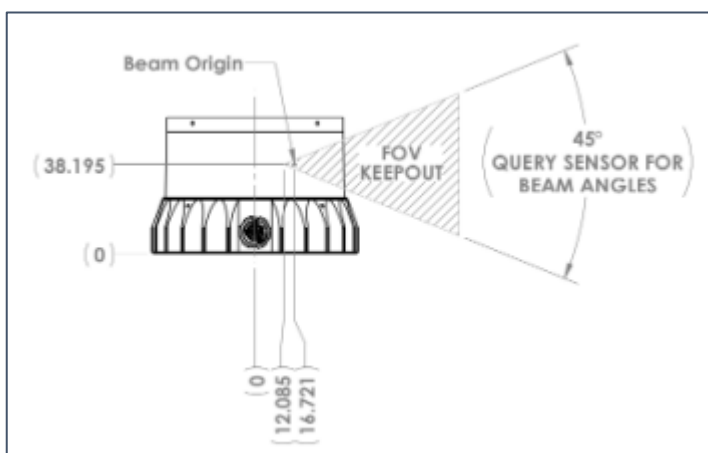
Obrázek 38 LiDAR OSDome [58]

OS0 je LiDAR s lidar s ultra-širokým 90° záběrem a vysokým rozlišením a krátkým dosahem 35 metrů, díky čemuž má vysoký výkon, je spolehlivý, a disponuje nízkou hmotností a velikostí a je vhodný do každého počasí. Proto ho lze integrovat do autonomních vozidel, strojírenské techniky, robotů a mapovacích systémů [59].



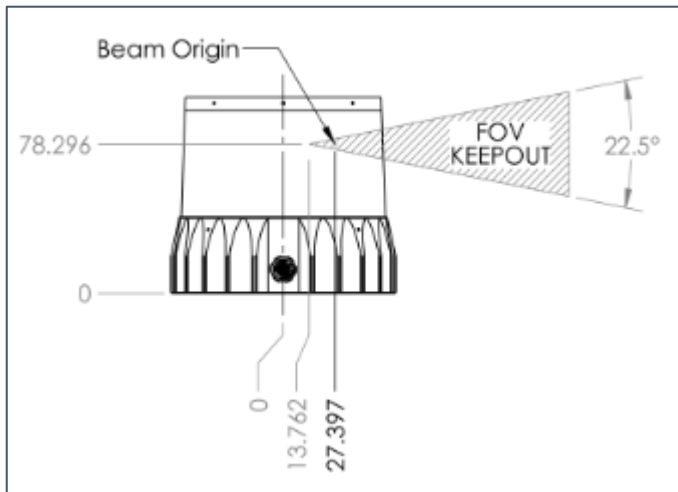
Obrázek 39 LiDAR OS0 [59].

OS1 je lidar středního rozsahu s vysokým rozlišením a 45° pokrytím. Jeho dosah činní 90 metrů a disponuje vysokou spolehlivostí do nejnáročnějších podmínek. Díky tomu se používá v průmyslové automatizaci, autonomních vozidlech, mapovacích systémech, chytré infrastrukturu a robotice [60].



Obrázek 40 LiDAR OS1 [60]

OS2 je lidar s vysokým rozlišením a dlouhým efektivním dosahem 200 metrů a maximálním dosahem 400 metrů. Dlouhý dosah s vysokým rozlišením zajišťuje vynikající schopnosti detekce objektů pro autonomní vozidla a průmyslové aplikace. Zároveň disponuje stupněm krytí IP68/69K [61].



Obrázek 41 LiDAR OS2 [61]

3.6 Dílčí závěr kapitoly

V této kapitole jsou popsány vybrané bezpečnostní technologie, které jsou vhodné k využití na mezinárodním letišti. Výše popsané technologie byly vybrány na základě jejich odlišných detekčních vlastností, díky kterým se dají využít pro střežení objektů a prostorů, zejména pak ke střežení perimetru letiště. Všechny popsané technologie jsou přenosné (mobilní) a dají se tak využít v případě aktuální potřeby náhlého zvýšeného bezpečnostního opatření, doplnění při činnostech ostrahy letiště nebo jako dočasná náhrada při výpadku jiné (pevné) bezpečnostní technologie. Protože všechny popsané technologie fungují na odlišném principu, hodí se na jiný druh střežení dle aktuálních potřeb letiště.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 POROVNÁNÍ VÝŠE POPSANÝCH TECHNOLOGIÍ ZA POMOCI MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZY (FULLEROVA METODA)

V této kapitole se snažím vyhodnotit výše popsané technologie. Protože se jedná o první kapitolu praktické části, tak vyhodnocení provádím za pomoci multikriteriální analýzy, Fullerovi metody. Tato analýza je velmi subjektivní, a to především kvůli párovému srovnávání kritérií neboli výběru, které kritérium má vyšší prioritu. Dle mého názoru je i bezpečnost velmi subjektivní, některý bezpečnostní manažer dokáže vyhodnotit situaci jako hrozbu, zatímco jiný tak neučiní, a to hlavně díky jeho vlastnostem, zkušenostem, dostatkem informací, intuicí a dalšími kritérii. Proto i párové srovnání je subjektivní činností, protože pro osobu provádějící srovnání mohou být kritéria posuzována jinak, než by srovnávala jiná osoba. V každém případě jsem se snažil kritéria vybrat a porovnat dle podmínek pro využití na letišti, kde se nachází mnoho jiných doplňujících technologií včetně fyzické ostrahy a příslušníků ozbrojených sborů.

4.1 Výběr kritérií

Nejdříve bych rád vysvětlil, na jakém základě jsem kritéria vybíral. U všech výše popsaných technologií nebo systému není uvedena cena, a to z toho důvodu, že všechny systémy mají svoje rozdílné varianty pro typ využití. Například u kamerové věže EyeTowers je podstatné, jaké technologie včetně typu napájení zákazník zvolí. Od toho se odvíjí cena, která ještě může být upravena na základě počtu objednaných kusů, servisu nebo jiných aspektů. Cena by tak byla určitě důležitým kritériem stejně jako mnoho jiných kritérií, které bych rád pro srovnání použil, ale nepodařilo se mi je dohledat nebo nejsou vůbec uveřejněny. Pro porovnání vybraných technologií jsem tak vybral následující kritéria, která se mi podařilo dohledat u všech posuzovaných technologií:

- Rychlost uvedení do provozu (k1),
- Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru (k2),
- Vlastní napájení (k3),
- Výdrž po zapojení (k4),
- Způsob přenosu dat operátorovi (k5),
- Vlastní kamera (k6),
- Trasování narušitele (k7) a Možnost nastavení detekčních zón (k8).

4.2 Párové porovnávání zvolených kritérií

Výše uvedená kritéria jsem se snažil porovnat za pomoci párového porovnávání, kde dochází k upřednostnění jednoho kritéria před druhým. Pokud porovnávám kritérium k_1 a k_2 , tak do tabulky, kde st tato kritéria protínají vyplním číslo 1 nebo 2, které značí „vítězná“ kritérium. Pokud například porovnávám kritéria k_1 „Rychlost uvedení do provozu“ a k_6 „Vlastní kamera“, vyplnil jsem v tabulce, kde se kritéria protínají číslo 1 a to proto, že porovnávám technologie s využitím na letišti, kde se nachází nespočet kamer. Proto má pro mne větší prioritu rychlost uvedení do provozu před využitím vlastní kamery.

Kritéria	Rychlost uvedení do provozu k_1	Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k_2	Vlastní napájení k_3	Výdrž po zapojení k napájení (bez trvalého)	Způsob přenosu dat operátorovi k_5	Vlastní kamera k_6	Trasování narušitele k_7	Možnost nastavení detekčních zón	Počet preferencí	Pořadí kritérií	Nenormované váhy k_i	Normované váhy v_i
Rychlost uvedení do provozu k_1		2	3	1	5	1	7	8	2	7	2	0,06
Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k_2			3	2	2	2	2	8	5	3	6	0,17
Vlastní napájení k_3				3	3	3	3	3	7	1	8	0,22
Výdrž po zapojení k_4					4	4	4	8	3	4	5	0,14
Způsob přenosu dat operátorovi k_5						6	5	5	3	5	4	0,11
Vlastní kamera k_6							7	8	1	8	1	0,03
Trasování narušitele k_7								8	2	6	3	0,08
Možnost nastavení detekčních zón k_8									5	2	7	0,19
									SUMA		36	1,00

Obrázek 42 Párové porovnání kritérií – Fullerova metoda (foto autora)

Počet preferencí značí, kolikrát se kritérium ve „Fullerově trojúhelníku“ vyskytuje [62], [63].

Pořadí kritérií se určuje podle počtu výskytu kritéria ve „Fullerově trojúhelníku“. Pokud byl počet u některých kritérií stejný, bylo upřednostněno kritérium dle vzájemného porovnání a tím jim bylo přiřazeno odpovídající pořadí. (Konkrétně se jedná o kritéria $k_1;k_7$, kritéria $k_2;k_8$ a kritéria $k_4;k_5$) [62].

Nenormované váhy k_i je převrácená hodnota pořadí kritérií. Nakonec jsou tyto váhy sečteny, aby se daly využít pro následující výpočet [62].

Nenormované váhy v_i je hodnota, která značí „Nenormované váhy k_i “, které jsou děleny celkovým součtem „Nenormované váhy k_i “. Výsledek všech Nenormovaných vah „ v_i “ musí být roven 1. Nenormované váhy se pak využijí pro následující výpočet [62], [63].

4.3 Porovnání konkrétních technologií za využití výpočtu vah

Díky předchozím výpočtům byla vyhodnocena kritéria a jejich pořadí, kterými bych se v tomto případě řídil při pořizování konkrétní technologie dle dostupných informací. Nyní se výpočet vah a tím i priorit kritérií přiřadí ke každé porovnávané technologii a bude určeno pořadí vhodnosti technologie, kde číslo 1 značí nejvhodnější výsledek dle porovnávání, a číslo 5 značí nejméně vhodný výsledek dle porovnávání [62].

Při porovnání technologií a kritérií jsem se řídil pouze dostupnými informacemi z literárních zdrojů, a proto je srovnání orientační. Protože jsem neměl možnost otestovat všechny technologie fyzicky za stejných podmínek, je toto pořadí čistě teoretické na základě dostupných informací a subjektivního posouzení.

Určující pořadí ve sloupci kritéria bylo určeno dle dostupných literárních zdrojů a subjektivního posouzení, kde číslo 10 značí nejlepší výsledek posuzovaného kritéria oproti ostatním systémům, zatímco číslo 0 značí nejméně vhodný oproti ostatním systémům při posuzování u konkrétního kritéria.

Váhy (V) jsou vypočtené hodnoty z předchozích výpočtů při výběru kritérií pomocí párového porovnávání (bod 4.2).

V Váhy MIN je výpočet už konkrétního pořadí oproti ostatním systémům, kde nejnižší číslo značí nejvhodnější výsledek a nejvyšší číslo nejméně vhodný výsledek v celkovém srovnání.

Hodnota „V Váhy MIN“ je vypočítána násobkem pořadového čísla konkrétního kritéria a „Váhou V“, přičemž se tento výpočet provede u všech kritérií a dojde k hromadnému součtu. Například u prvního posuzovaného systému „AXIS T98-VE CABINET SERIES“ se jedná o výpočet: $(k1 * V(k1)) + (k2 * V(k2)) + (k3 * V(k3)) + (k4 * V(k4)) + (k5 * V(k5)) + (k6 * V(k6)) + (k7 * V(k7)) + (k8 * V(k8)) = V \text{ Váhy MIN}$ [63].

Dle této metody pak bylo stanoveno konečné pořadí, kdy nejlépe vyšel systém Accur8vision MIND od společnosti Hexagon:

- 1) Accur8vision MIND,
- 2) Kamerová věž EyeTowers,
- 3) Upoutaný dron ELISTAIR,
- 4) Optické kabely SOLIFOS,
- 5) Kamera AXIS T98-VE CABINET SERIES.

4.3.1 Bodování kritérií

- Rychlost uvedení do provozu k1
 - 10 bodů** - méně jak 2minuty
 - 8 bodů** - 2-10minuty
 - 6 bodů** - 10minut-20 minut
 - 4 body** - 20minut-1hodina
 - 2 body** - hodina-2 hodiny
 - 0 bodů** -více jak 2 hodiny
- Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k2
 - 10 bodů** - přemístění ručně bez vozidla (1 osoba)
 - 8 bodů** - přemístění ručně bez vozidla (více osob)
 - 6 bodů** - převoz osobním vozidlem (1 osoba)
 - 4 body** - převoz osobním vozidlem (více osob)
 - 2 body** - speciální vozidlo/nákladní vozidlo (1osoba)
 - 0 bodů** - speciální vozidlo/nákladní vozidlo (více osob)
- Vlastní napájení k3
 - 10 bodů** – akumulátor + solární panely + diesel agregát
 - 8 bodů** - akumulátor + solární panely
 - 6 bodů** - akumulátor nebo solární panely
 - 4 body** – diesel agregát
 - 2 body** - baterie
 - 0 bodů** - bez vlastního napájení
- Výdrž po zapojení k napájení (bez trvalého napájení) k4
 - 10 bodů** - více jak 168 hodin
 - 8 bodů** - 72-168 hodin
 - 6 bodů** - 48- 72 hodin

4 body - 24-48 hodin

2 body - 12-24 hodin

0 bodů - méně jak 12 hodin

- Způsob přenosu dat operátorovi k5

10 bodů - bezdrátově (LTE/4G/WiFi/satelitní internet)

8 bodů - bezdrátově (LTE/4G/WiFi)

6 bodů - bezdrátově (LTE nebo 4G nebo WiFi)

4 body - optické vedení/metalické vedení

2 body - optické vedení

0 bodů - metalické vedení

- Vlastní kamera k6

10 bodů - panoramatická 360° PTZ kamera

8 bodů - otočná 360° PTZ kamera

6 bodů - 1PTZ kamera

4 body - 4 statické přehledové kamery

2 body - 1 statická přehledová kamera

0 bodů - nutnost externí kamery

- Trasování narušitele k7

10 bodů - je vidět trasa + označení objektu + identifikace objektu + rychlost

8 bodů - je vidět trasa + označení objektu + identifikace objektu

6 bodů - není vidět trasa, ale probíhá automatické sledování + identifikace objektu

4 body - není vidět trasa, ale objekt je automaticky sledován

2 body - není vidět trasa, objekt není automaticky sledován, ale je označeno místo narušení

0 bodů - není vidět trasa, objekt není sledován ani identifikován

- Možnost nastavení detekčních zón k8
 - 10 bodů** - více jak 10 zón ve 3D v aplikaci
 - 8 bodů** - méně jak 10 zón ve 3D v aplikaci
 - 6 bodů** - více jak 10 zón ve 2D v aplikaci
 - 4 body** - méně jak 10 zón ve 2D v aplikaci
 - 2 body** - méně jak 10 zón ve 2D bez aplikace (nutná manipulace s technologií pro nastavení zóny)
 - 0 bod** - nelze nastavit zóny

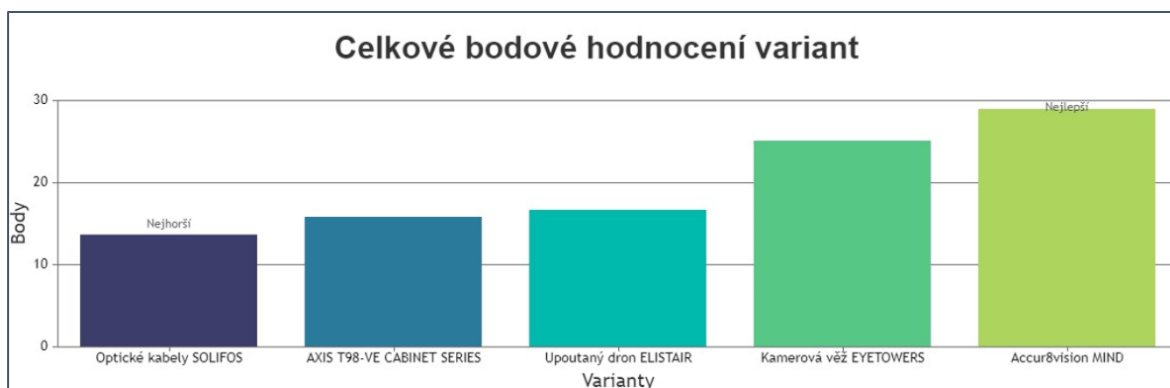
Kritéria	Rychlost uvedení do provozu k ₁	Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k ₂	Vlastní napájení k ₃	Výdrž po zapojení k napájení (bez trvalého napájení) k ₄	Způsob přenosu dat operátorovi k ₅	Vlastní kamera k ₆	Trasování narušitele k ₇	Možnost nastavení detekčních zón k ₈	V Váhy MAX	Pořadí
AXIS T98-VE CABINET SERIES	4	10	0	0	8	6	8	6	4,777777778	4
Optické kabely SOLIFOS	0	6	6	8	4	0	2	2	4,444444444	5
Upoutaný dron ELISTAIR	10	6	6	6	8	8	6	0	5,333333333	3
Kamerová věž EYETOWERS	6	4	10	8	10	10	10	6	7,722222222	2
A8V MIND	10	10	8	8	8	4	10	10	8,888888889	1
Váhy (V)	0,06	0,17	0,22	0,14	0,11	0,03	0,08	0,19		

Obrázek 43 Porovnání konkrétních technologií za využití výpočtu vah (foto autora)

4.4 Porovnání konkrétních technologií za využití software MC&S2 analyzer

Díky přístupu přes Univerzitu Tomáše Bati ve Zlíně jsem pro ověření předchozího výpočtu využil software „MC&S2 analyzer“ [64], kde jsem ve stejném pořadí se stejnými kritérii zadal porovnávané technologie a jejich bodové ohodnocení u jednotlivých kritérií. U bodového hodnocení platí, že 10 bodů je nejlepší výsledek a 0 nejhorší dle porovnání s ostatními. Protože MC&S2 analyzer [64] nedokáže do vyplňování bodového hodnocení zapsat pouze 0, tak jsem 0 nahradil 0,1. Mezi oběma porovnáními je rozdíl ve výsledném zobrazení, kdy předchozí způsob zobrazuje výsledek ve váhách (Váhy V MAX) a podle toho je určeno pořadí od 1 do 5, tak MC&S2 analyzer [64] zobrazuje výsledek v bodovém hodnocení, v tomto případě konkrétně od 0 do 30, přičemž platí, že vyšší číslo je lepší výsledek než číslo nižší.

Výsledek porovnání technologií byl totožný s předchozím výsledkem a je následující:

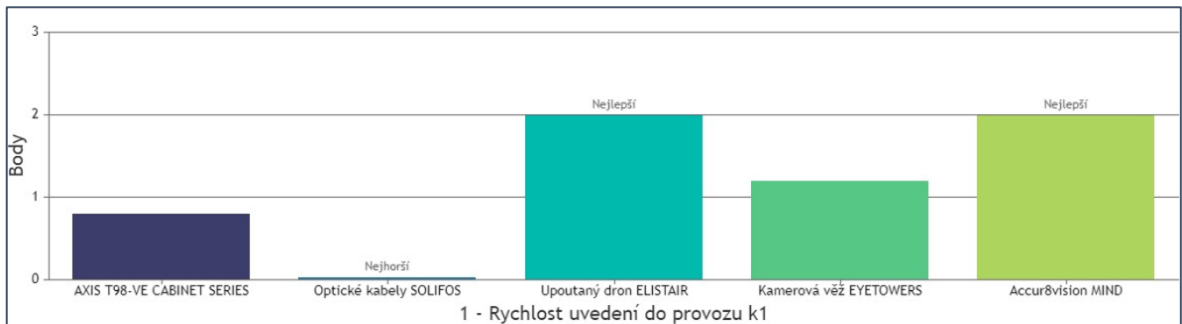


Obrázek 44 Celkové bodové hodnocení variant dle MC&S2 [64]

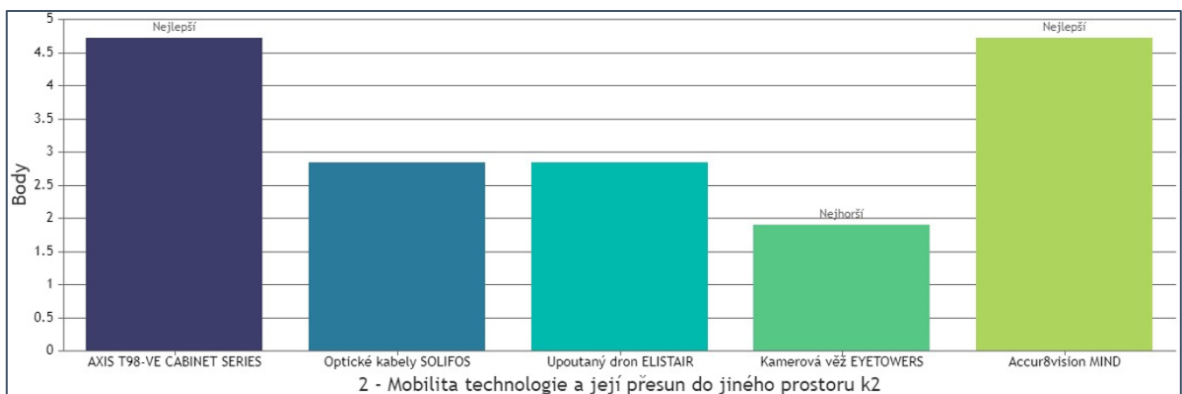
Pořadové č.	Varianta	Body
1	Accur8vision MIND	28,97
2	Kamerová věž EYETOWERS	25,02
3	Upoutaný dron ELISTAIR	16,62
4	AXIS T98-VE CABINET SERIES	15,73
5	Optické kabely SOLIFOS	13,67

Obrázek 45 Výsledné pořadí a celkové bodové hodnocení dle MC&S2 [64]

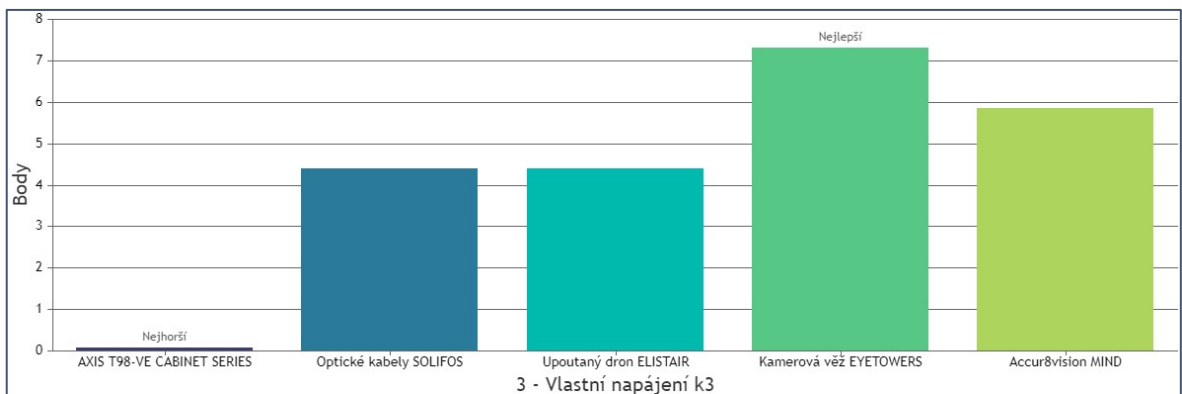
MC&S2 analyzer dále dokáže porovnávat i výsledky dle konkrétních kritérií:



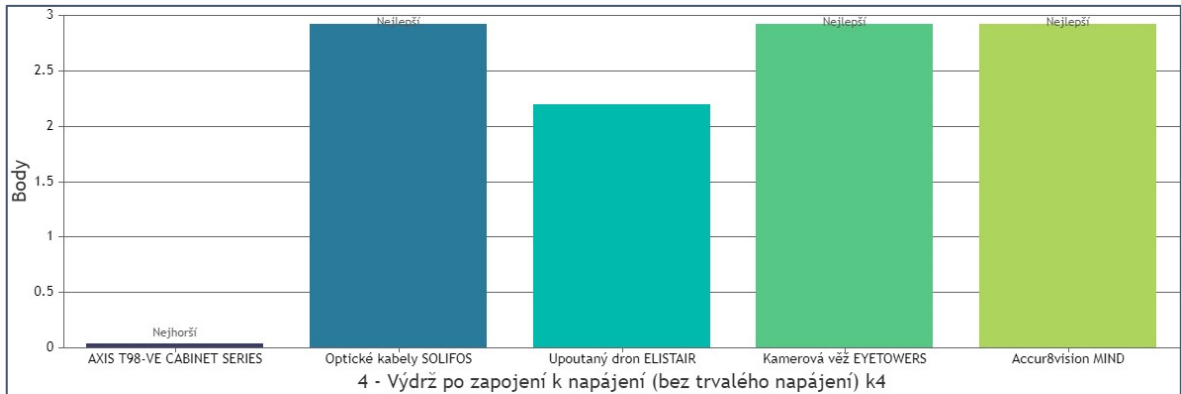
Obrázek 46 Uvedení do provozu k1 dle MC&S2 [64]



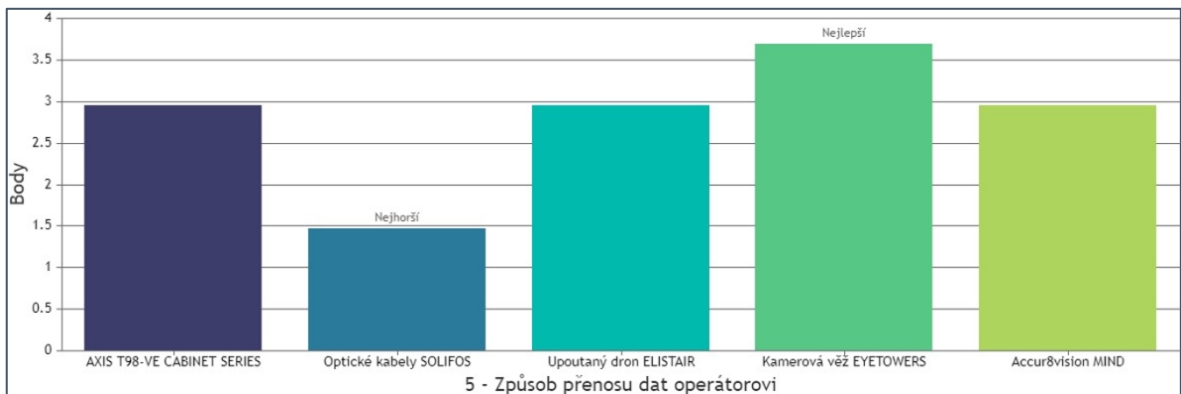
Obrázek 47 Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k2 dle MC&S2 [64]



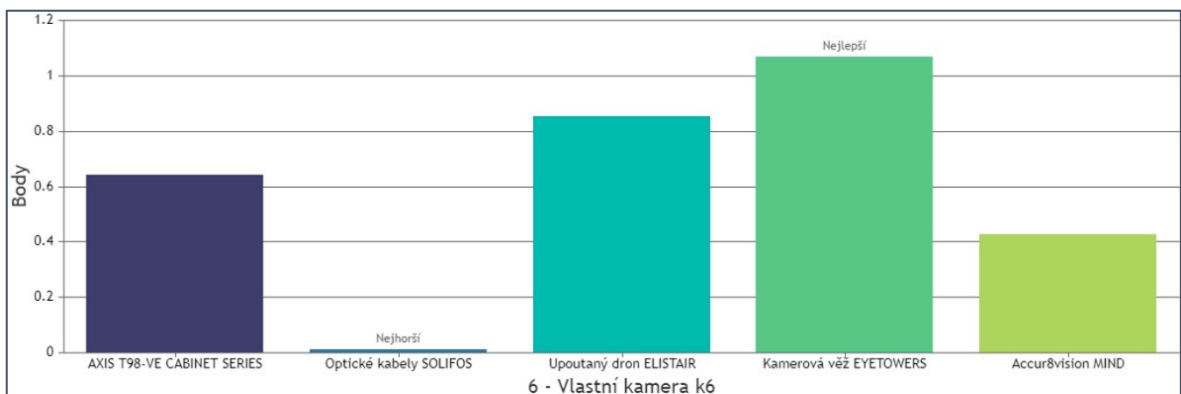
Obrázek 48 Vlastní napájení k3 dle MC&S2 [64]



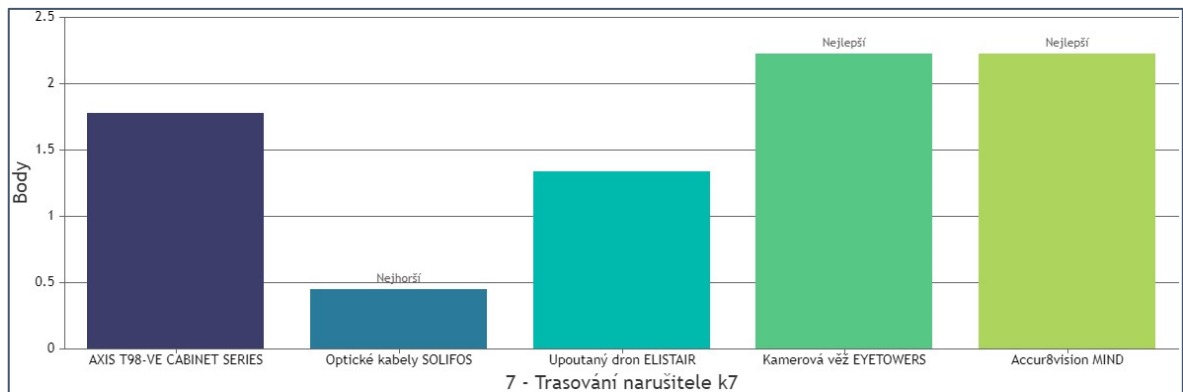
Obrázek 49 Výdrž po zapojení k napájení (bez trvalého napájení) k4 dle MC&S2 [64]



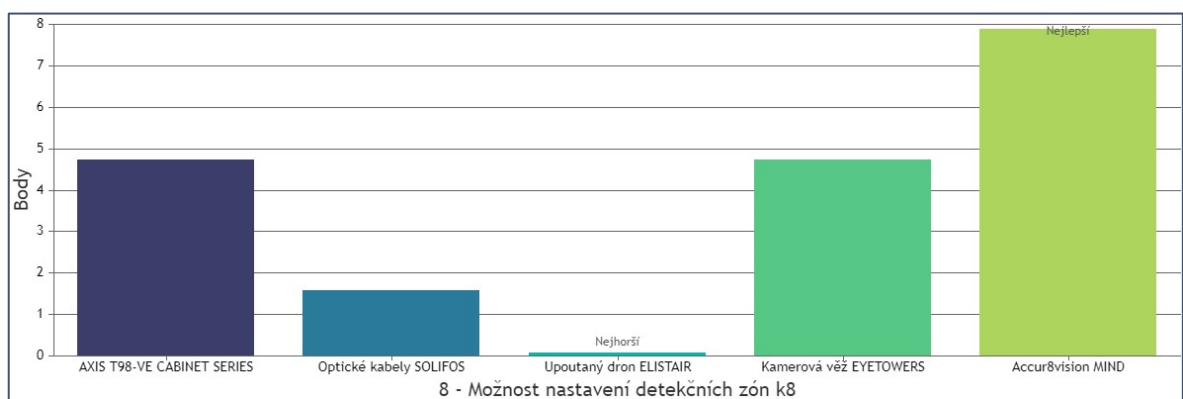
Obrázek 50 Způsob přenosu dat operátorovi k5 dle MC&S2 [64]



Obrázek 51 Vlastní kamera k6 dle MC&S2 [64]



Obrázek 52 Trasování narušitele k7 dle MC&S2 [64]



Obrázek 53 Možnost nastavení detekčních zón k 8 dle MC&S2 [64]

4.5 Dílčí závěr kapitoly

V této kapitole jsou porovnány již zmíněné bezpečnostní technologie z kapitoly č. 3. K porovnání došlo na základě subjektivního vyhodnocení autora a to pomocí 2 multikriteriálních analýz, aby mohl být výsledný výpočet ověřen i pomocí softwarového programu. Nejdříve byly technologie porovnány Fullerovou metodou, tedy určením kritérií a následně jejich párovým porovnáním, kdy docházelo k upřednostnění jednoho kritéria před druhým, a to právě na subjektivním rozhodnutí autora. Některá kritéria, která by měla při výběru technologie větší prioritu nebyla použita, protože nebyla autorem dohledána v literárních zdrojích u všech výše popsaných technologií. Následně byla provedena multikriteriální analýza se stejnými daty v software MC&S2 a to kvůli ověření správnosti výpočtu u Fullerovy metody.

Výsledek byl u obou multikriteriálních analýz prakticky totožný, čímž došlo k ověření výpočtu. Dle stanovených kritérií a jejich párovému porovnání pak byl stanoven výsledek, že jako nejvhodnější technologií oproti ostatním je LiDAR systém Accur8vision od společnosti Hexagon.

5 TESTOVÁNÍ LIDAROVÉHO SYSTÉMU ACCUR8VISION MIND OD SPOLEČNOSTI HEXAGON V PROSTORECH LETIŠTĚ

Tato část diplomové práce se věnuje samotnému testování technologie Accur8vision MIND od společnosti Hexagon, a to přímo v prostorech pražského letiště Václava Havla. Aby bylo testování vypovídající, je třeba nahlížet na testování z pohledu letištního prostředí, a proto je důležité stanovit vhodné scénáře, díky kterým lze ověřit, zdali je technologie vhodná pro využití v provozu na mezinárodních letištích.



Obrázek 54 Systém Accur8vision MIND od společnosti Hexagon, který byl použit pro testování na mezinárodním letišti [Foto autor]

5.1 Návrh testovacích scénářů pro využití na mezinárodním letišti

Pro využití A8V MIND jsem stanovil 3 základní prostory, ve kterých je vhodné technologii otestovat a zhodnotit, zdali je vhodná pro využití na letištích. Prostory jsem stanovil následující:

- pod letadlem k zastřežení letadla a jeho přilehlého prostoru,
- před oplocením k zastřežení perimetru objektu při výpadku perimetrického zabezpečení a detekcí vhozeného předmětu a
- ve volném prostoru, kde nelze realizovat oplocení z důvodu leteckých pásem nebo jiných důvodů při absenci oplocení.

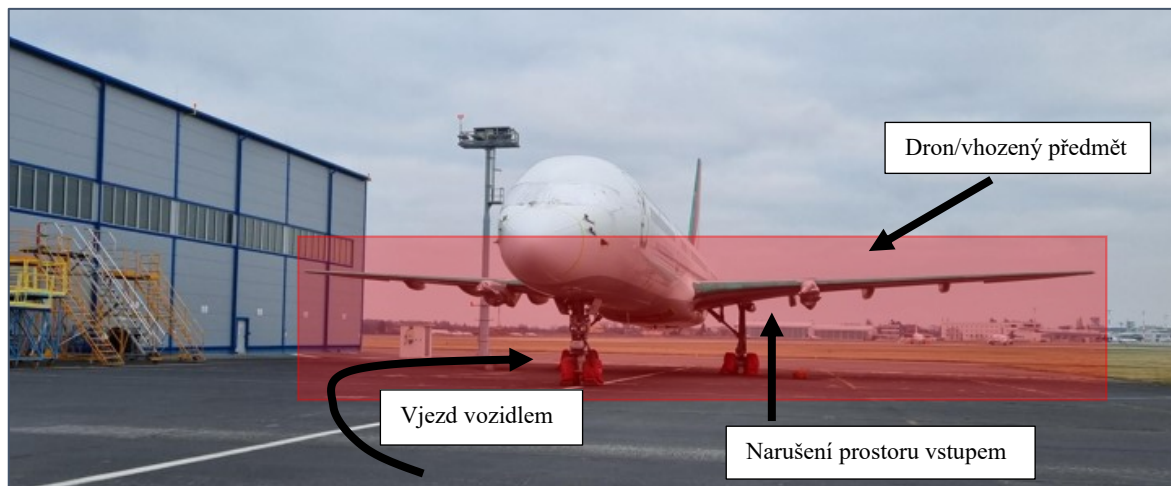
Cíle testování:

- ověřit funkčnost detekce pro jednotlivé typy scénářů,
- ověřit komunikaci systému a operátora při detekci
- ověřit schopnost vytváření detekčních zón,
- ověřit slabá místa technologie,
- ověřit výdrž technologie,
- ověřit manipulaci technologie včetně jejího rychlého nasazení,
- zhodnotit její využití pro prostory letiště.

5.1.1 Scénář č. 1 – Střežení letadla a jeho přilehlého prostoru před neoprávněným vniknutím a vhozením předmětu

Postup testování:

- zapnutí a zprovoznění technologie pod letadlem,
- narušení prostoru vstupem 1 osoby,
- narušení prostoru vstupem více osob a jejich následné rozdělení,
- narušení prostoru vhozeným předmětem různých velikostí,
- narušení prostoru vozidlem a
- narušení prostoru bezpilotním prostředkem (dronem).

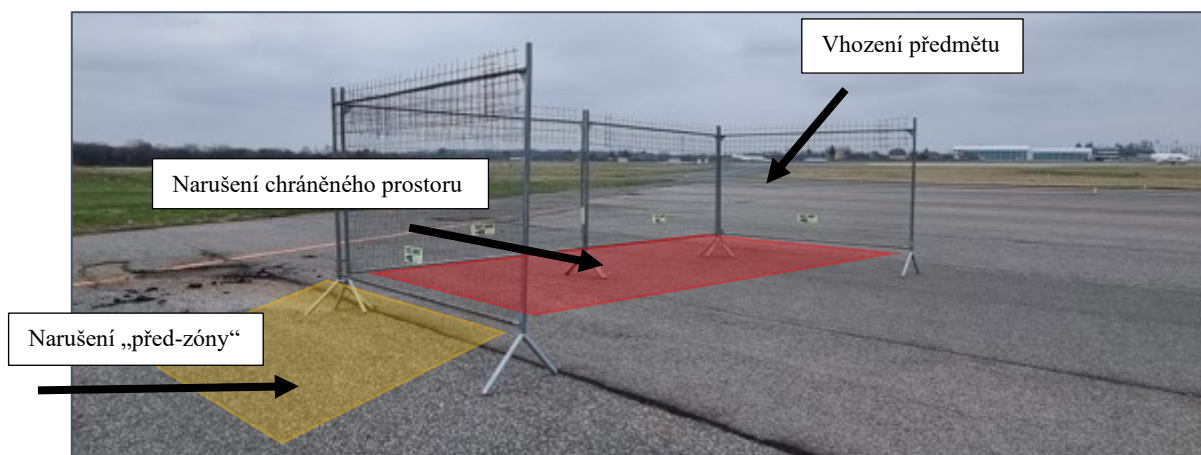


Obrázek 55 Scénář č. 1 – testování pod letadlem Boeing 757 [Foto autor]

5.1.2 Scénář č. 2 – Střežení prostoru za perimetrickým oplocením při výpadku perimetrického střežení před neoprávněným vniknutím a vhozením předmětu

Postup testování:

- zapnutí technologie a její zprovoznění s přilehlým oplocením k zastřežení prostoru,
- narušení prostoru vstupem osoby skrz oplocení,
- narušení prostoru vstupem osoby pod oplocením,
- narušení prostoru před chráněným prostorem pro upozornění operátora s následným narušením chráněného prostoru,
- narušení prostoru vhozeným předmětem.

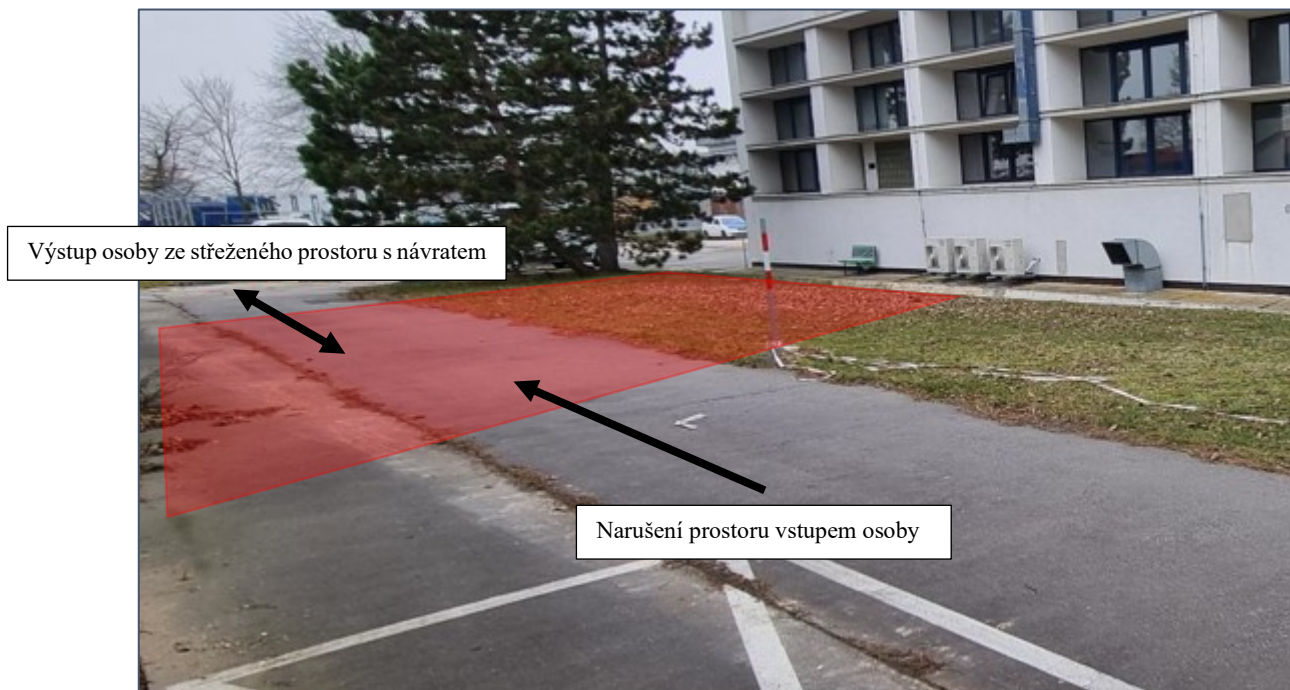


Obrázek 56 Scénář č. 2 – Testování u oplocení [Foto autor]

5.1.3 Scénář č. 3 – Střežení volného prostoru bez mechanického zabezpečení před vniknutím nebo jeho narušením neoprávněnou osobou

Postup testování:

- zapnutí technologie a její zprovoznění,
- narušení prostoru vstupem osoby,
- narušení prostoru vstupu více osob,
- opuštění střeženého prostoru s následným návratem bez detekce.



Obrázek 57 Scénář č. 3 – Testování ve volném prostoru [Foto autor]

5.2 Vlastní testování technologie Accur8vision MIND

Dne 27.02, 28.02 a 29.02.2024 jsem prováděl na letišti Václava Havla v Praze testování lidarové bezpečnostní technologie Accur8vision MIND. Cílem testování bylo ověřit funkčnost a praktičnost bezpečnostní technologie k jejímu využití na mezinárodním letišti, a to dle předem připravených scénářů u letadla Boeing 757, u oplocení a ve volném prostoru. Výše zmíněné scénáře byly otestovány s jedinou změnou, a to s využitím bezpilotního prostředku (dronu), který byl v plánu na pondělí 27.02 u zaparkovaného letadla Boeing 757, ale který nemohl vzlétnout (dron), protože nebylo od věže Ruzyně uděleno povolení z důvodu LVP, tedy z důvodu nízké viditelnosti a tím i patřičných omezeních. S dronem se nakonec podařilo vzlétnout následující den za příznivějšího počasí a byl využit v rámci testování scénáře s oplocením.

Testování proběhlo úspěšně a došlo tak k otestování bezpečnostní technologie dle předem připravených scénářů v úseku 3 dnů, a to za příznivého počasí i za zhoršených podmínek mlhy s mírným deštěm.

5.2.1 Převoz technologie na místo testování

Technologie se skládá ze samotného detekčního LiDAR systému MIND, akumulátoru, propojovacího kabelu (mezi systémem MIND a akumulátorem), nabíječkou akumulátoru, díky které lze systém zároveň zapojit do elektrické sítě k trvalému napájení a tabletem, kde operátor vidí data v reálném čase. Veškeré vybavení, včetně testovacích předmětů se vešlo do kufru osobního vozidla. MIND dále disponuje vlastními robustními koly, takže ho lze po letištních plochách a nezpevněném terénu pohodlně přemísťovat.



Obrázek 58 Systém Accur8vision s příslušenstvím v kufru osobního vozidla [Foto autor]

5.2.2 Zapnutí a zprovoznění technologie

Vozidlem jsem se přesunul do testovacího místa, kde jsem vyložil ze zadního kufru osobního vozidla celkem těžký systém MIND. Postup pro zprovoznění byl následující:

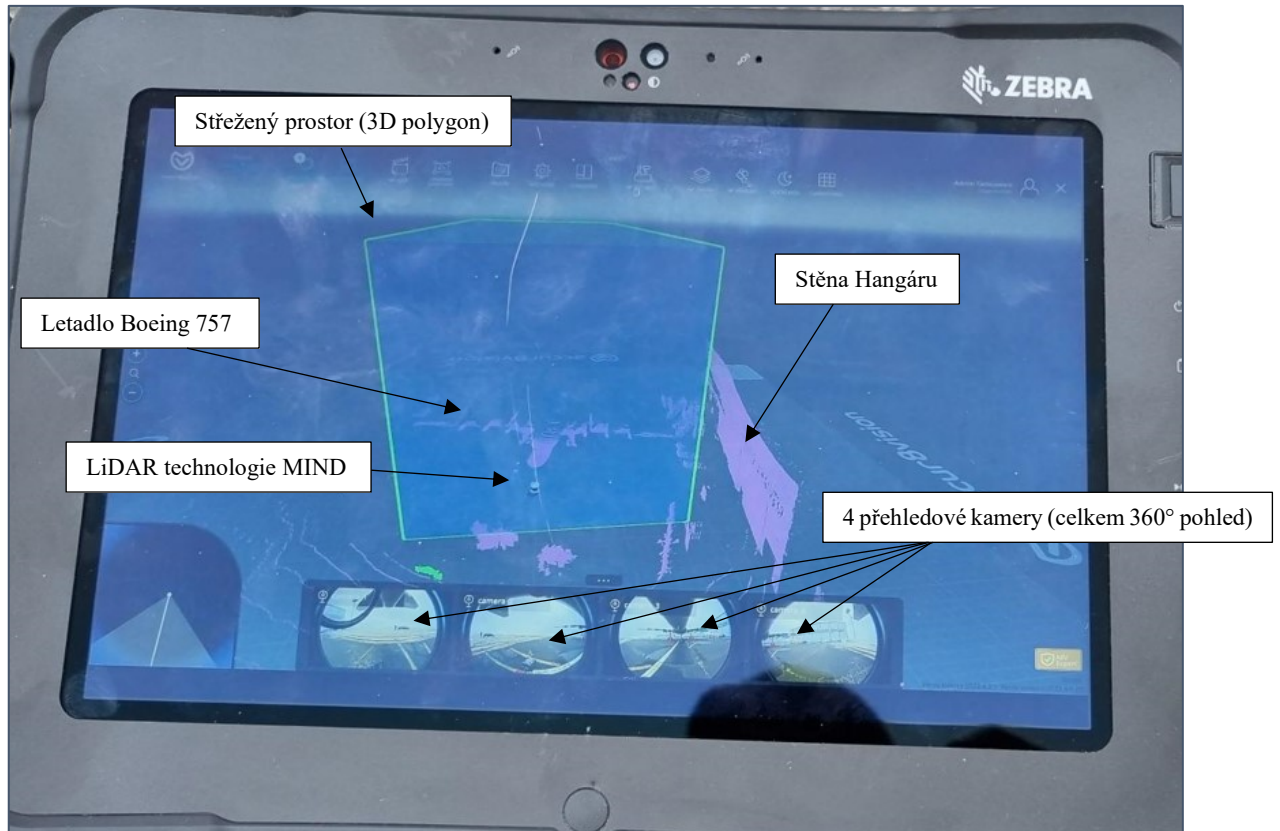
- 1) propojení akumulátoru a systému MIND propojovacím kabelem,
- 2) zvednutí LiDAR detektoru do vzpřímené polohy, včetně zajištění jistícím šroubem,
- 3) zapnutí tabletu a jeho připojení k hotspotu, který vytváří MIND pomocí LTE/4G (lze využít i jinou dostupnou WiFi),
- 4) zapnutí aplikace Accur8vision a přihlášení do aplikace,
- 5) vytvoření dlouhodobého snapshotu, který vytvoří „sken“ okolí LiDAR senzoru v rozsahu 360° při poloměru 60 m (snapshot se pořizoval orientačně 15 sekund),
- 6) vytvoření konkrétních detekčních zón a úprava nastavení detekce dle potřeby,
- 7) po vytvoření detekčních zón se automaticky pořídí krátkodobý snapshot, který porovná okolí oproti dlouhodobému snapshotu a všechno, co v té chvíli bylo ve střezované zóně, se automaticky stává součástí detekční zóny (krátkodobý snapshot se pořizoval cca 2 sekundy),
- 8) zapnutí střežení.



Obrázek 59 Zprovoznění technologie před začátkem testování [Foto autor]



Obrázek 60 Zprovozněná technologie Accur8vision MIND u letadla Boeing 757 [Foto autor]



Obrázek 61 Zobrazení zastřeženého prostoru, který vidí operátor [Foto autor]

5.2.3 Scénář č. 1

27.02.2024 proběhlo první testování technologie Accur8vision MIND na manipulační ploše letiště před hangárem. Technologie MIND byla umístěna a zprovozněna pod zadní částí trupu letadla Boeing 757.

Detekční zóna: okolo letadla Boeing 757;

Čas: 09:00-13:00;

Teplota: cca 10 C°;

Počasí: Zataženo s mírným občasným deštěm, mlha;

Počet opakování každého testovacího scénáře: 3x

Narušení prostoru vstupem 1 osoby

Vstup figuranta do detekční zóny byl ihned vyhodnocen jako narušení detekční zóny. Operátor byl upozorněn vizuálně na tabletu, kde se detekční zóna zbarvila do červena a ve stejnou dobu i akusticky, přičemž se zvuk opakoval po celou dobu, dokud nebyl poplach operátorem odbaven.



Obrázek 62 Figurant před detekční zónou [Foto autor]



Obrázek 63 Figurant probíhá detekční zónou [Foto autor]

Narušení prostoru vstupem více osob a jejich následné rozdělení

Vstup 2 figurantů do detekční zóny byl ihned vyhodnocen jako narušení detekční zóny s vizuální a akustickou signalizací operátora. Figurant 1 a figurant 2 vstoupili do zóny stejným směrem. Po chvíli se figuranti rozdělili a mezitím co figurant 2 změnil směr, figurant 1 se schoval za koly podvozku letadla. V tu chvíli zmizel z tabletu a s ním i jeho trasa. Pokud by se operátor včas nestihl podívat na obrazovku nebo si nepustil zpětně celý záznam, mohl by nabýt dojmu, že ve střežené zóně je pouze 1 narušitel nikoliv dva. Každopádně, jakmile figurant 1 opustil prostor kola podvozku letadla (stín), objevil se znovu v detekční zóně a opětovně spustil poplach. Pokud by se teoreticky figurant 1 dokázal dostat do letadla a operátor by kvalitně neprozkoumal poplachový záznam, mohl by nabýt dojmu, že se jednalo pouze o 1 narušitele, zatímco by se uvnitř letadla pohyboval druhý narušitel.



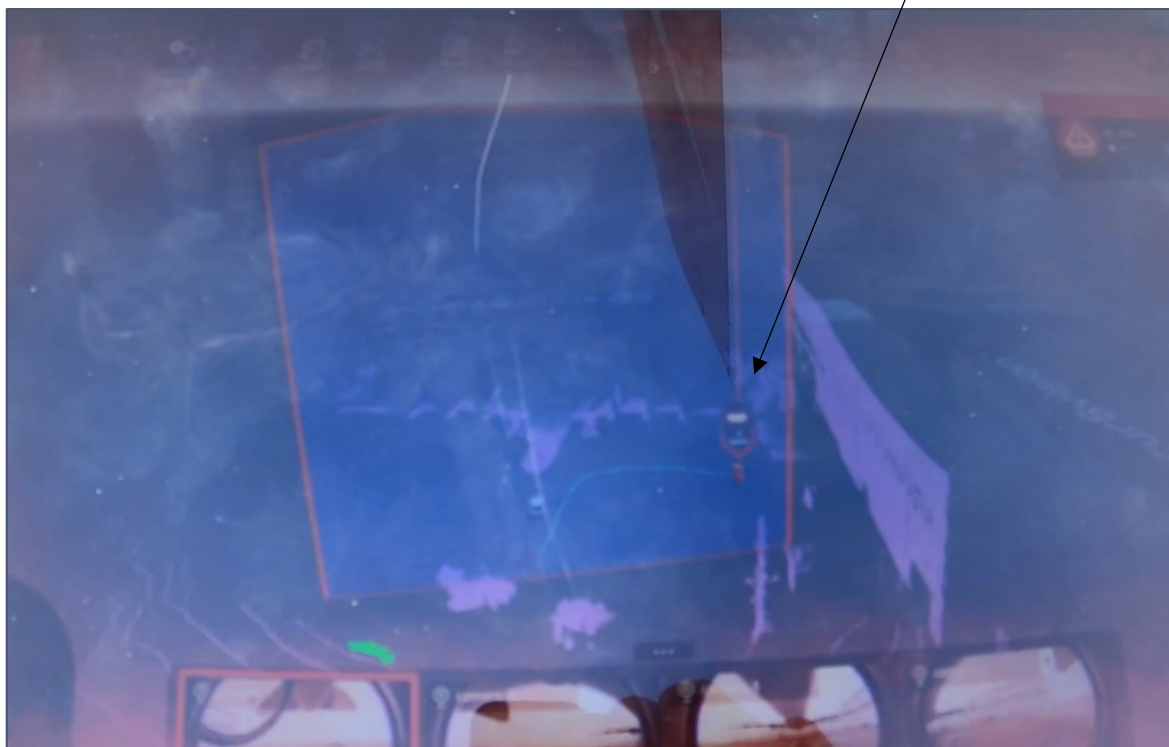
Obrázek 64 Figuranti v detekční zóně pod letadlem Boeing 757 [Foto autor]



Obrázek 65 Figuranti v detekční zóně pod letadlem Boeing 757 – tablet operátora [Foto autor]



Obrázek 66 Průchod figuranta detekční zónou [Foto autor]



Obrázek 67 Průchod figuranta detekční zónou – tablet operátora [Foto autor]

Narušení prostoru vozidlem

Střežený prostor byl vyhodnocen jako narušení ihned po vjetí vozidla do detekční zóny. Vozidlo bylo vidět na tabletu po celou dobu výskytu v detekční zóně. Pouze 2x (cca vždy na 1 sekundu) zmizelo ve stínu, a to vždy za koly podvozku letadla.



Obrázek 68 Vjezd vozidlem do střeženého prostoru 1/2 [Foto autor]



Obrázek 69 Vjezd vozidlem do střeženého prostoru 2/2 [Foto autor]

5.2.4 Scénář č. 2

28.02.2024 proběhlo druhé testování technologie Accur8vision MIND na manipulační ploše letiště před hangárem. Technologie MIND byla umístěna a zprovozněna ve volném prostoru za využití oplocení, aby technologie mohla být vyhodnocena k perimetrickému zastřežení.

Detekční zóna: okolo vystaveného oplocení;

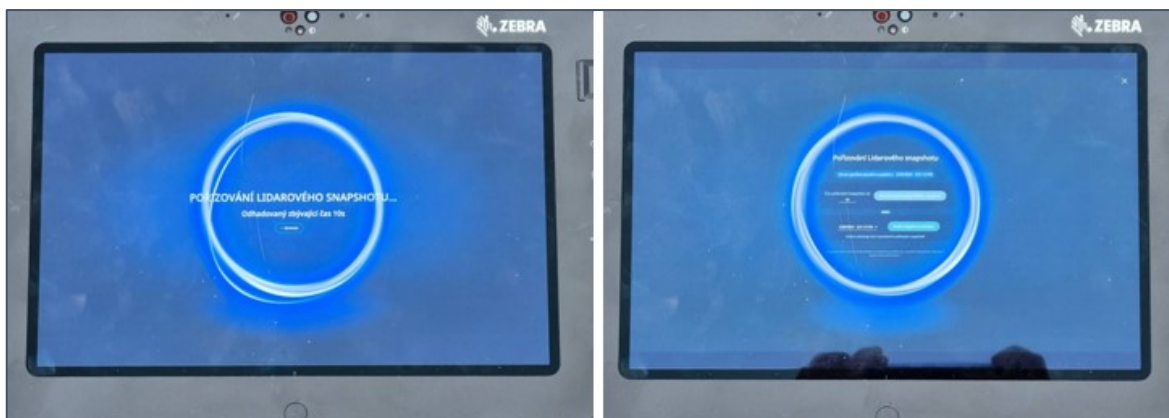
Čas: 14:00-16:00;

Teplota: cca 13 C°;

Počasí: zataženo, bezvětří;

Testovací předmět: batoh o objemu 36 litrů (51x21x28 cm);

Počet opakování každého testovacího scénáře: 3x

Pořízení Snapshotu a nastavení detekční zóny v prostoru testování

Obrázek 70 Pořizování Snapshotu po dobu cca 15 sekund [Foto autor]



Obrázek 71 Vložení detekční zóny [Foto autor]



Obrázek 72 Upravení detekční zóny dle požadavku operátora [Foto autor]

Narušení prostoru bezpilotním prostředkem (dronem)

Protože 28.02 bylo o poznání lepší počasí, dron dostal povolení ke vzletu od řídicího letového provozu a jako první testovací situace tak mohlo být narušení prostoru bezpilotním prostředkem (dronem). Konkrétní přístroj MIND, který disponuje 128 paprskovým LiDAR senzorem s úhlem 45° měl s detekcí dronu problémy a to především kvůli jeho kalibraci, která byla nastavena pro větší objekty (zvířata, osoby, vozidla). Během testování docházelo ke kalibraci na menší objekt, ale protože má tento LiDAR senzor úhel paprsků 45° detekce by proběhla v těsné blízkosti senzoru, ale nízké výšce. Čím dále byl dron od senzoru (aby se udržel pod úhlem 45° , tím složitější byla detekce, protože mezi „pláty“ 128 paprsků se zase s větší vzdáleností vyskytují větší mezery a malý objekt tak není detekován, protože se nachází v těchto mezerách [65]. Z toho důvodu se jeví jako ideální způsob využití minimálně 2 LiDAR senzory (vertikálně a horizontálně zaměřené) nebo 1 senzor typu OS Dome, který je popsán v teoretické části, nebo ideálně použít pokročilejší funkce nastavení systému [66].



Obrázek 73 Dron ve 2 rozdílných výškách v detekční zóně – pohled z venku [Foto autor]

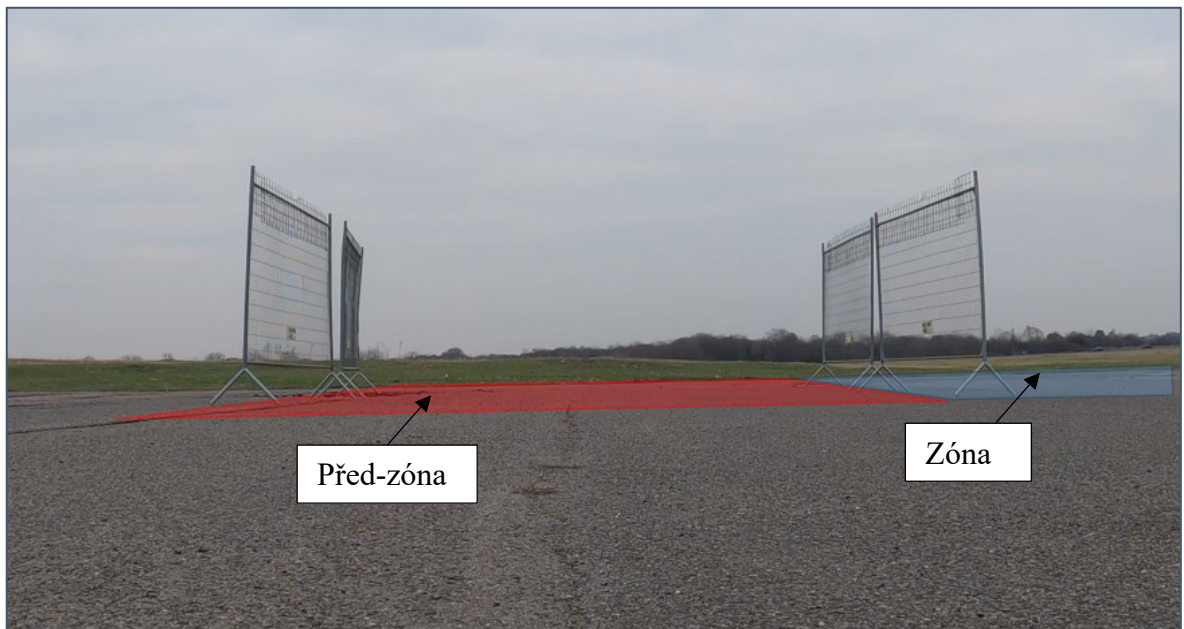


Obrázek 74 Dron ve 2 rozdílných výškách v detekční zóně – pohled operátora [Foto autor]

Narušení prostoru před-zóny vstupem a zóny vhozeným předmětem (batohem)

Další ze scénářů jsem spojil dohromady, aby se situace co nejvíce podobala reálné možné hrozbě, a to příchod narušitele do prostoru, který je veřejný, ale který je blízko perimetrického oplocení a měl by tak upozornit operátora, že se blíží k zastřeženému prostoru. Následně narušitel vhodí předmět (batoh) do střeženého prostoru, o kterém by měl být v ideálním případě operátor také upozorněn.

Narušitel byl vždy detekován ihned po vstupu do detekční zóny, přičemž došlo i k detekci vhozeného batohu, a to s označenou trajektorií výskytu batohu ve střežené zóně.



Obrázek 75 Testování funkce „před-zóny“ a zóny narušení [Foto autor]



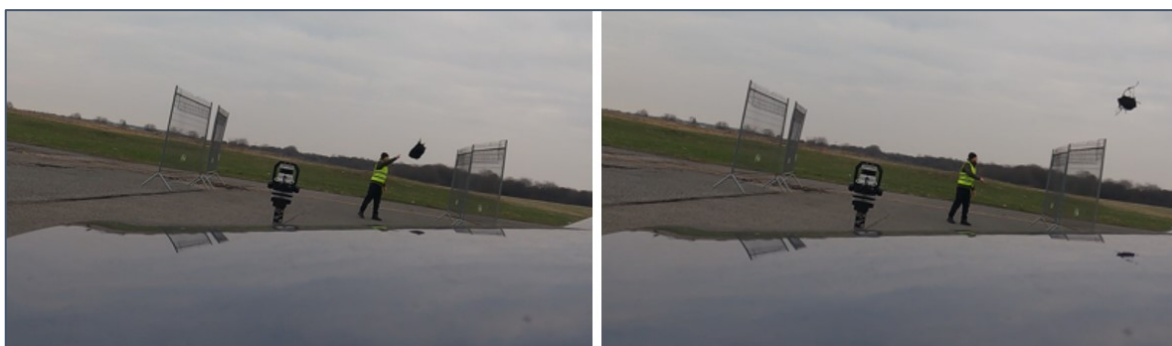
Obrázek 76 Příchod narušitele ke střeženému prostoru – pohled z venku [Foto autor]



Obrázek 77 Vstup narušitele do „před-zóny“ – pohled z venku [Foto autor]



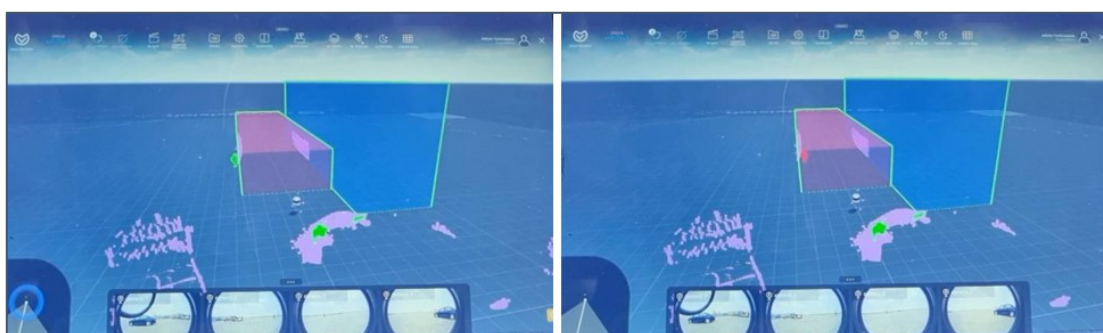
Obrázek 78 Příprava na přehození oplocení batohem – pohled z venku [Foto autor]



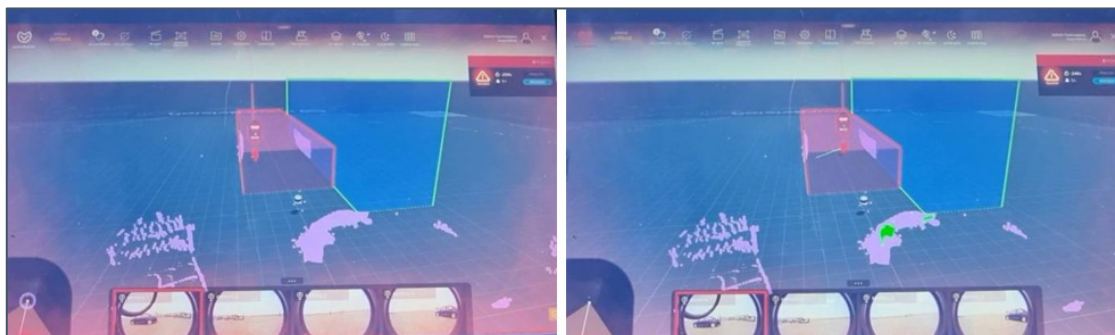
Obrázek 79 Přehození oplocení batohem – pohled z venku [Foto autor]



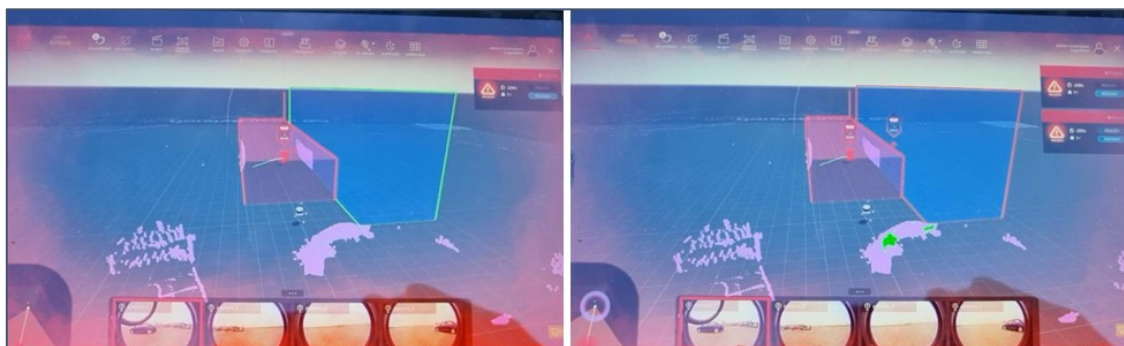
Obrázek 80 Příklad narušitele ke střeženému prostoru – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 81 Vstup narušitele do „před-zóny“ – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 82 Příprava na přehození oplocení batohem – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 83 Přehození oplocení batohem – pohled operátora [Foto autor]

5.2.5 Scénář č. 3

29.02.2024 proběhlo třetí testování technologie Accur8vision MIND ve veřejném prostoru letiště. Technologie MIND byla umístěna a zprovozněna ve volném prostoru bez oplocení a ohraničení, aby technologie mohla být vyhodnocena k použití v prostorech, kde se nedá využít oplocení nebo jiné mechanické zábranné systémy. Může se jednat například o prostor v blízkosti ochranných pásem dráhy.

Detekční zóna: na volném prostoru;

Čas: 16:00-17:00;

Teplota: cca 13 C°;

Počasí: mírně zataženo, bezvětří;

Testovací předmět: bez předmětů, pouze narušení zóny vstupem osoby;

Počet opakování každého testovacího scénáře: 3x

Pořízení Snapshotu a nastavení detekční zóny v prostoru testování



Obrázek 84 Scénář č. 3 – pořízení Snapshotu [Foto autor]

Narušení prostoru vstupem více osob

Testování tohoto scénáře probíhalo několikrát, přičemž se postupně upravovaly detekční zóny, aby bylo otestováno, kdy dojde k detekci narušitele. Zóny byly vytvořeny tak, aby uprostřed zón byl volný prostor, kde se mohou volně pohybovat osoby. V případě, že opustí stanovený prostor a projdou přes detekční zóny, měly by spustit poplach. Během testování bylo zjištěno, že při vytváření zón byl systém nastavený tak, aby minimalizoval plané poplacha, tedy tak, že poplach se spustí, pokud se narušitel v zóně pohne minimálně o 1 metr. Zóny ale byly tak úzké, že v reálném prostoru neměly šířku 1 metr, a proto narušitel na 3 stranách (zónách) ze 4, prošel bez detekce. Testování bylo opakováno s 2 narušiteli současně se stejným výsledkem. V případě, že by operátor využil Accur8vision MIND k tomuto účelu, tedy k zastřežení prostoru, který má přesně definované hranice, mohl by detekční vlastnosti nastavit funkcí „Fence detection“ [65], kdy jakékoliv narušení spustí poplach. V tuto chvíli ale operátor musí počítat s planými poplacha, jako je například zvěř.

Pokus č. 1



Obrázek 85 Průchod do detekční zóny 1/4 – pohled z venku [Foto autor]



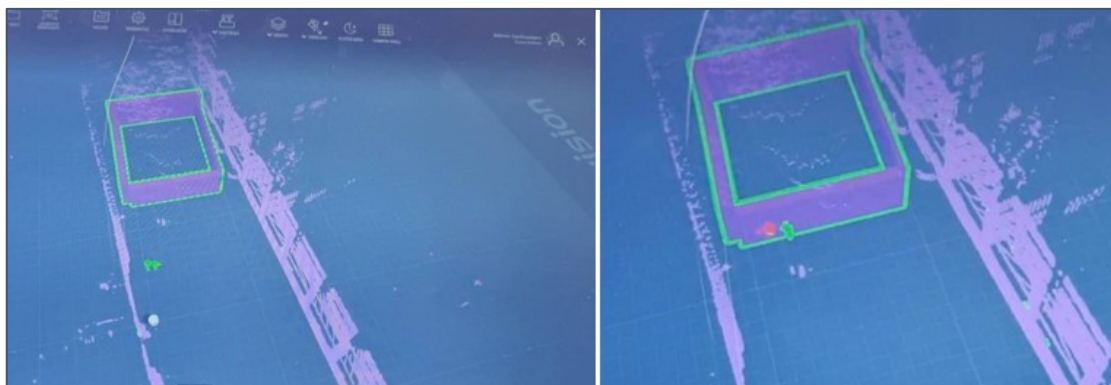
Obrázek 86 Průchod do detekční zóny 2/4 – pohled z venku [Foto autor]



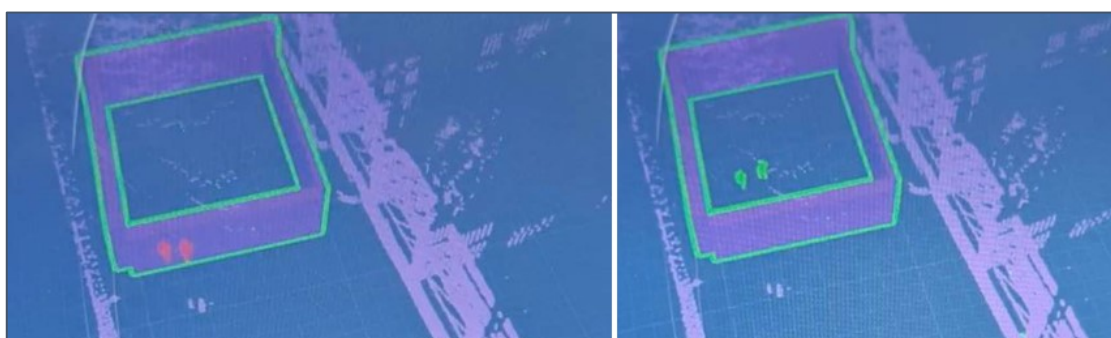
Obrázek 87 Průchod do detekční zóny 3/4 – pohled z venku [Foto autor]



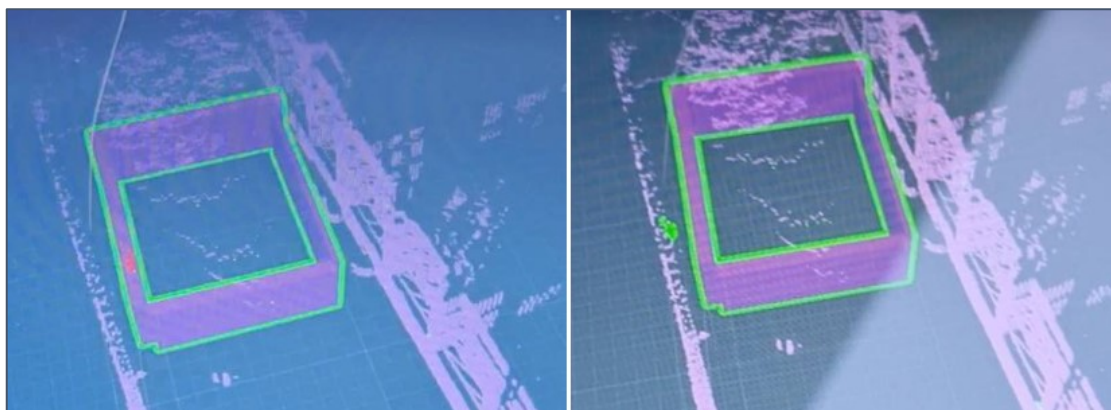
Obrázek 88 Průchod do detekční zóny 4/4 – pohled z venku [Foto autor]



Obrázek 89 Průchod do detekční zóny 1/4 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 90 Průchod do detekční zóny 2/4 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 91 Průchod do detekční zóny 3/4 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 92 Průchod do detekční zóny 4/4 – pohled operátora [Foto autor]

Pokus č. 2



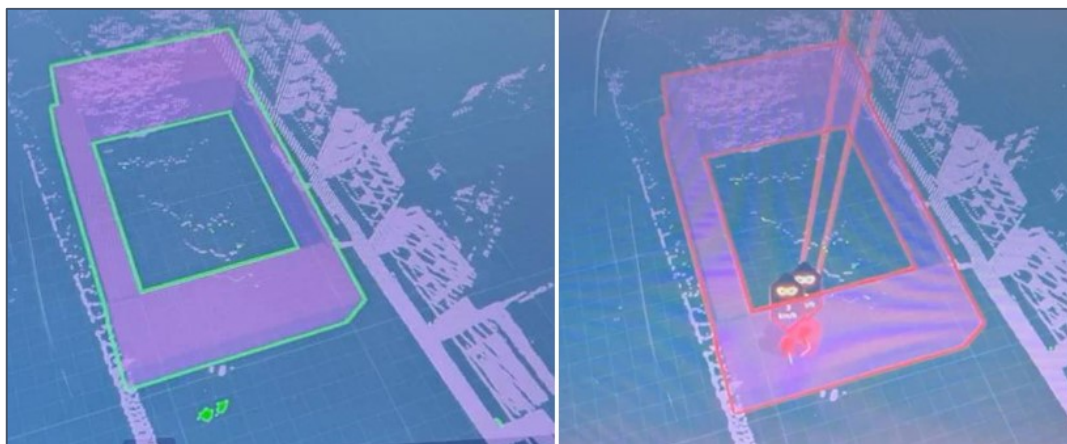
Obrázek 93 Průchod do detekční zóny 1/3 – pohled z venku [Foto autor]



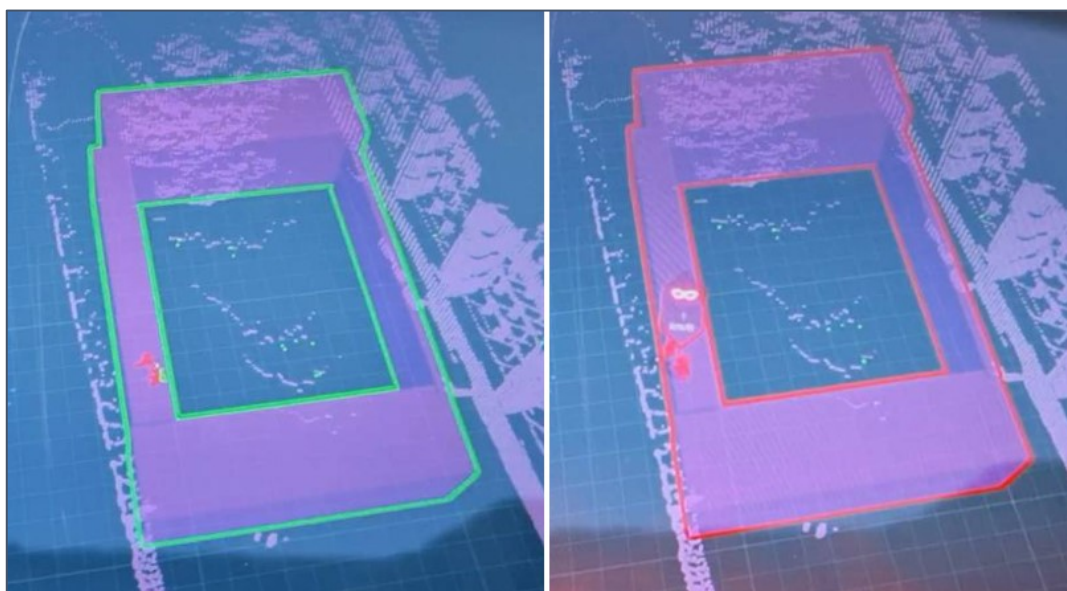
Obrázek 94 Průchod do detekční zóny 2/3 – pohled z venku [Foto autor]



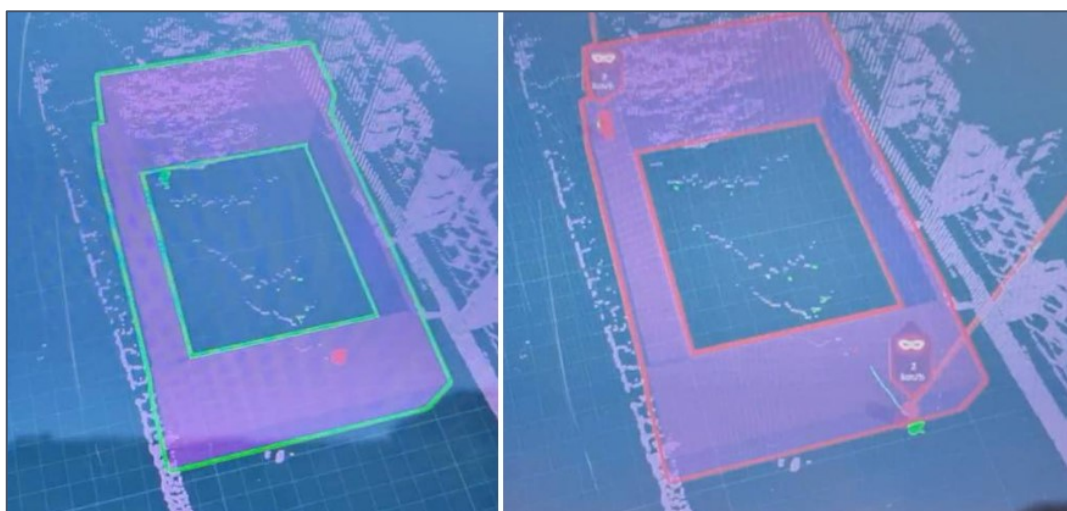
Obrázek 95 Průchod do detekční zóny 3/3 – pohled z venku [Foto autor]



Obrázek 96 Průchod do detekční zóny 1/3 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 97 Průchod do detekční zóny 2/3 – pohled operátora [Foto autor]



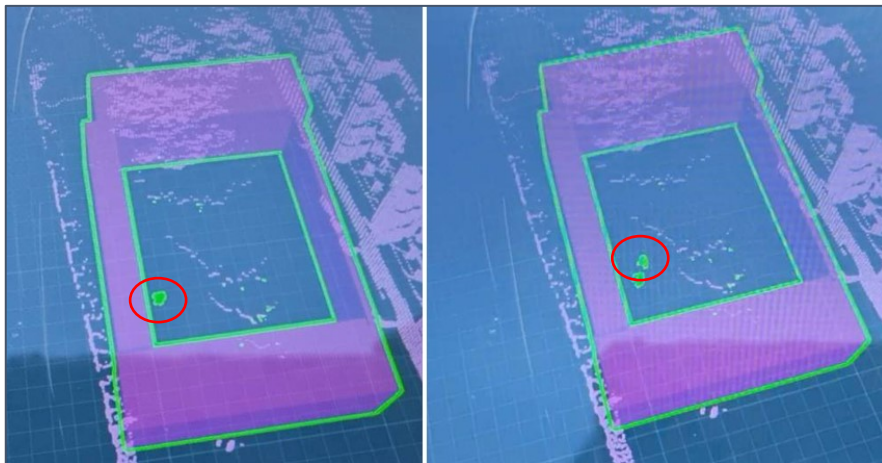
Obrázek 98 Průchod do detekční zóny 3/3 – pohled operátora [Foto autor]

Pokus č. 3 – průchod bez vyvolání detekce pomocí stínu v detekci jinou osobou

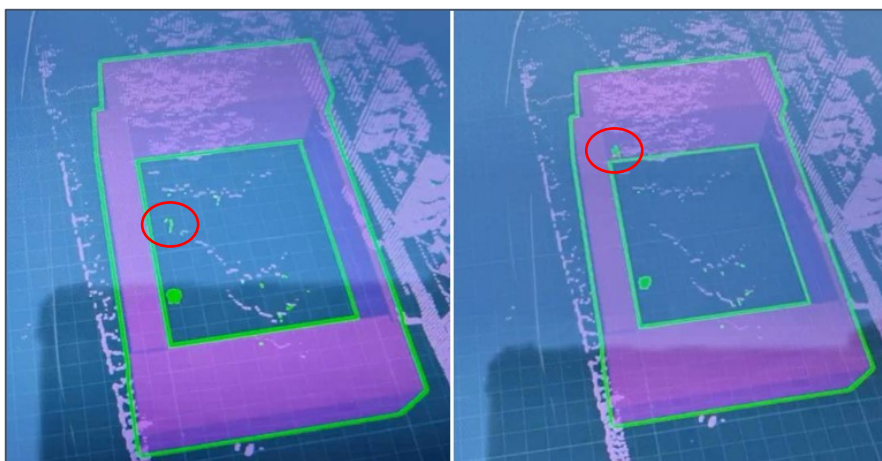
Obrázek 99 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 1/2 – pohled z venku [Foto autor]



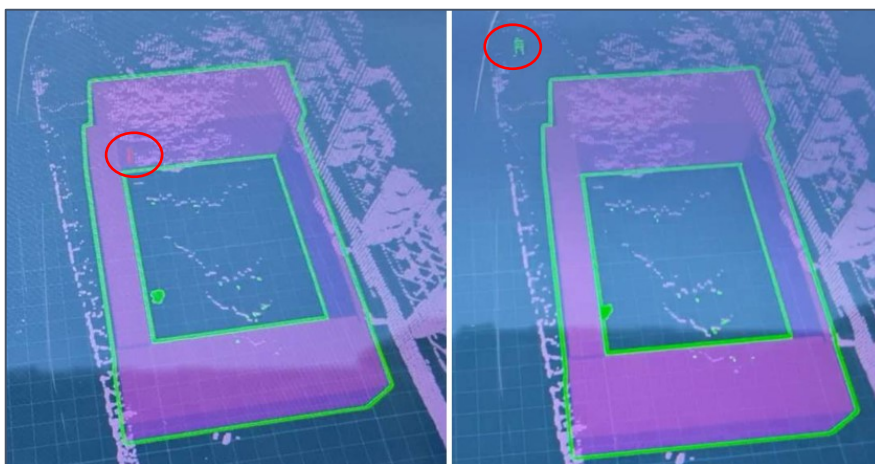
Obrázek 100 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 2/2 – pohled z venku [Foto autor]



Obrázek 101 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 1/3 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 102 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 2/3 – pohled operátora [Foto autor]



Obrázek 103 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 3/3 – pohled operátora [Foto autor]

5.3 Výhody a nevýhody Accur8vision MIND v průběhu testování

5.3.1 Výhody

Mobilita technologie a její a možnost přesunu vozidlem nebo bez vozidla

Technologie se vejde do kufru osobního automobilu (testováno ve Škoda Octavia) a to včetně kabelů, tabletu a baterie. Zapojení technologie zabere orientačně čas do 1 minuty a po zapnutí se pořizoval Snapshot cca 15 sekund. Zóny se pak vytvářejí velmi rychle a intuitivně, takže zprovoznění technologie zabere 2-3 minuty dle náročnosti vytváření zón.

Výdrž baterie a možnost trvalého připojení do sítě

Během testování nebylo zapotřebí technologii nabíjet, celkově tak vydržela bez jediného nabití více než 10 hodin během 3 dnů. Technologie se dá propojovat s dalšími akumulátory a lze tak dosáhnout výdrže přes 70 hodin. Dále lze technologii připojit k trvalému napájení z elektrické sítě.

Přenos dat mezi technologií a tabletem

Technologie disponuje vlastním hotspotem, a proto je připojení k tabletu možné prakticky kdekoliv kde je signál. Dále lze použít LTE a dostupnou WiFi síť.

Vizualizace prostoru a narušení v reálném čase

Díky pořízenému Snapshotu a lidarovému skenování, získá operátor přehled nejen o střeženém prostoru, ale i o jakémkoliv narušiteli, který se ve skenovaném prostoru objeví. Pokud se objeví přímo v detekční zóně, tak bude operátor upozorněn na narušitele vizuálním a akustickým signálem. Dále je vidět trajektorie narušitele.

Automatické ukládání poplachových situací na zabezpečené úložiště

Pokud dojde k poplachu, je každý záznam automaticky ukládán na zabezpečené úložiště, a to dle nastavení několik sekund před spuštěním poplachu až do té doby, dokud operátor poplach nepotvrdí.

Vytváření detekčních zón (zóny/před-zóny)

Velkou výhodou je nespočetné množství zón, které může operátor kdykoliv během střežení vytvořit. Zóny lze dále od sebe barevně oddělit a lze tak vytvořit detekční zóny a před-zóny, které poplachem upozorní operátora, že se v blízkosti vyskytuje narušitel.

4 kamery jako součást technologie

Technologie disponuje 4 statickými přehledovými kamerami, které mají celkový rozsah 360°. Operátor tak nepotřebuje v místě detekce externí kameru a vystačí si s pevnými přehledovými kamerami, které se nacházejí přímo pod LiDAR senzorem.

Možnost zapnutí funkce „friendly object“

Díky funkci „friendly-object“ lze určit osoby, které jsou ve střeženém prostoru a které nevyvolají poplach (pokud prostor neopustí s opětovným návratem nebo pokud nevstoupí do detekčního stínu a znovu z něj nevystoupí).

Možnost zapnutí funkce „fence detection“

Díky funkci „fence detection“ lze nastavit citlivost zón takovým způsobem, že jakýkoliv vstup narušitele bude ihned detekován. V případě použití zóny jako perimetrické detekce je to výhoda, ale operátor musí počítat s planými poplarchy.

Detekce vhozeného předmětu

Během testování bylo zjištěno, že MIND dokáže detekovat vhozené předměty o velikosti batohu. Dokonce byla v některých případech zaznamenána i trajektorie letu.

5.3.2 Nevýhody

Použitý LiDAR senzor pro využití na detekci dronů

Při testování byl použit LiDAR 128 paprskový senzor s rozsahem 45°. Tento senzor detekoval narušení osobou, ale v případě narušení dronem k detekci nedocházelo, a to díky kombinaci rozpětí paprsků, mezi kterými roste „mezera“ úměrně se vzdáleností [65]. Aby byl dron detekován, musel by být tak daleko, aby se vešel do zorného pole senzoru 45°, ale aby zároveň nebyl v mezeře mezi LiDAR paprsky, což při malé velikosti dronu (šířka dronu cca 1 metr) nebylo možné. Z toho důvodu nedocházelo k detekci dronu při klasickém nastavení detekce na předpokládané narušení osobou.

Při využití jednoho systému MIND hrozí cílené zastínění detekce

Ve scénáři č. 3 došlo k testování, jak si technologie poradí s případem, kdy si osoba úmyslně stoupne do zorného detekčního pole technologie a další mezitím v jeho stínu opustí střežený prostor s opětovným návratem. Při testování se podařilo tímto způsobem vystoupit 1 osobou z detekční zóny, zatím co osoba č. 2 stála v detekčním poli senzoru. Tento scénář by nevyšel, pokud by byl prostor střežen 2 technologiemi Accur8vision MIND, které by byly umístěny diagonálně naproti sobě na hraně střeženého prostoru.

Při využití jednoho systému MIND možnost detekčního stínu při střežení objektu

Podobná situace nastala i při střežení letadla (Boeing 757), kdy zejména v oblastech podvozku byl detekční stín a pokud se narušitel schoval za kolo podvozku, tak ho operátor nespatriřil, pokud by si neprohlédl celý záznam. Při schování narušitele za kolo podvozku došlo i ke zmizení trajektorie narušitele. Tuto situaci lze opět vyřešit použitím více systémů A8V MIND.

V případě přenosu dat přes hotspot A8V MIND, musí být operátor v blízkosti technologie

Pokud má být technologie zcela samostatná a není ve venkovních prostorech letiště vlastní pokrytí, tak operátor s tabletem musí být v blízkosti technologie, a to cca do vzdálenosti 15 metrů. Pokud lze využít vlastní Wifi síť nebo 5G, může být operátor v takové vzdálenosti, v jaké mu to signál umožní.

5.4 Dílčí závěr kapitoly

Tato kapitola se věnovala samotnému testování autorem nejlépe vyhodnocené technologie z kapitoly č. 4, kterou je LiDAR systém Accur8vision od společnosti Hexagon. Testování proběhlo na mezinárodním letišti Václava Havla v Praze během 3 dnů v odlišných přírodních venkovních podmínkách. Technologie Accur8vision detekuje díky LiDAR senzoru, který byl během testování přesný a vždy došlo k detekci osoby nebo vozidla. U vhozených předmětů docházelo vždy k detekci o předmětech velkých jako je batoh o objemu 36 litrů. Naopak u bezpilotního prostředku (dronu) k detekci docházelo výjimečně, a to hlavně díky nastavení technologie a LiDAR senzoru, který je naopak vhodný pro detekci osob a vozidel. Součástí testovacích scénářů bylo střežení letadla Boeing 757, střežení oplocení a střežení volného prostoru, aby bylo zjištěno, zdali je technologie vhodná pro letištní prostředí a pro konkrétní typy situací, které mohou na mezinárodním letišti nastat, jako je například střežení objektu, prostoru nebo perimetru a to jak dočasně tak i mimořádně při výpadku jiné obdobné technologie.

6 VYHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ TECHNOLOGIE ACCUR8VISION MIND

6.1.1 Zapojení technologie a její zprovoznění

Technologie Accur8vision MIND je plně mobilní, a to díky 2 robustním kolům, díky kterým lze technologii lehce převážet po zpevněné i nezpevněné ploše letiště. Technologie se vejde do kufru osobního automobilu a lze jí dopravit prakticky kamkoliv na odbavovací nebo manipulační ploše letiště. Zapojení probíhá orientačně do 2-3 minut. Dále je potřeba nechat vyrobit Snapshot (15 s) a nastavit detekční zóny (dle náročnosti operátora). Od pořízení Snapshotu se nesmí s technologií manipulovat, jinak dojde k narušení obrazu, který je přenášen operátorovi a zároveň k chybám v detekci. Celkové zapojení a zprovoznění technologie je velmi intuitivní, rychlé a jednoduché.

6.1.2 Výdrž baterie

Technologie disponuje vlastní baterií a externími akumulátory, které se dají vzájemně propojit tak, aby celková doba provozu mohla být cca 3 dny. Dále lze technologii zapojit do elektrické sítě, aby mohla být v provozu trvale. To ale není v případě rychlého nasazení v terénu všude možné, takže důležitým prvkem jsou zmíněné akumulátory. Délka výdrže je tak velmi dobrá a technologii lze dočasně využít jako adekvátní náhradu na různé typy střežení s dobou provozu minimálně 3 dnů bez zásahu pracovníka.

6.1.3 Poplachová událost

Během testování se technologie jevila jako velice spolehlivá. Díky LiDAR senzoru, kterým technologie Accur8vision MIND disponuje, docházelo ke 100 % detekci osob a vozidel. Pokud byly nastaveny správně detekční zóny a parametry detekce pro konkrétní typ hrozby, pak byl pokaždé spuštěn poplach při vstupu/vjezdu narušitele do konkrétní detekční zóny.

Technologie také byla schopná detekovat vhozené předměty o velikosti batohu (objem 36 litrů), přičemž v některých situacích byla zaznamenána i trajektorie letu samotného batohu. Technologie byla testována během denní doby za dobrého počasí, mlhy, mírného deště a větru. Vždy detekovala spolehlivě.

6.1.4 Informování operátora

Operátor byl vždy na poplachovou událost upozorněn akusticky a vizuálně přes tablet, který se musel připojit k vlastnímu hotspotu technologie Accur8vision MIND. Z těchto důvodů by musel být operátor stále nablízku (dle testování cca do vzdálenosti 15 m). V tuto chvíli se technologie jeví jako kvalitní podpůrný prostředek pro ochranu objektu, vstupu nebo předmětu, přičemž operátor (bezpečnostní pracovník) by musel být nablízku. V nočních hodinách, kdy je snížená viditelnost, zvyšuje technologie kvalitu střežení. V případě, že by byla technologie připojena přes 5G nebo místní WiFi, mohl by být tablet nebo PC, kde jsou zobrazovány a vyhodnocovány poplachové události přímo v dohledovém a operačním centru. V tuto chvíli by střežení bylo ještě efektivnější a došlo by tak ke značné úspoře bezpečnostních pracovníků, kteří by museli jinak být přímo u střeženého prostoru, objektu nebo předmětu.

6.1.5 Falešné poplachy nebo detekční stín v místě detekce

V případě střežení objektu letadla Boeing 757, který disponuje délkou mezi 45-50 m a rozpětím kolem 40 m, docházelo k několika radarovým stínům, a to hlavně v prostorech podvozku kol. Letadlo bylo odstavené a nedisponovalo motory, přesto lze předpokládat, že by v místech kde jsou běžně motory byl také vytvořen detekční stín. Pokud do prostoru detekční zóny vstoupili 2 narušitelé a jeden se schoval za koly podvozku (nebo by se nějakým způsobem dostal na palubu letadla), zmizel z detekční zóny a sním i trajektorie narušitele. Pokud by tedy operátor neprohlédl celý záznam poplachové události, mohl by nabýt dojmu, že se jednalo pouze o jednoho narušitele. Zde by teoreticky mohlo dojít k chybě na straně operátora a je potřeba s touto variantou počítat nebo použít minimálně 2 technologie Accur8vision MIND a postavit je na místech tak, aby navzájem překrývaly detekční stíny a doplnily je funkční detekcí. V případě, kdy byly zóny vytvořeny tak, že plnily funkci ohraničení prostoru (scénář. č. 3), pak se podařilo vytvořit detekční stín 1 osobou, která byla v oprávněném místě pohybu a osoba č. 2 pak díky jeho detekčnímu stínu prostor opustila a vrátila se zpátky, aniž by technologie spustila poplach. I v tomto případě se jeví jako ideální varianta použít minimálně 2 technologie Accur8vision MIND, které by byly diagonálně naproti sobě na hranách detekčních zón.

6.2 Vhodnost využití technologie na mezinárodním letišti

Podle provedeného testování technologie Accur8vision MIND, které proběhlo na letišti Václava Havla v Praze, se technologie jeví jako velmi vhodná pro střežení prostor na mezinárodních letištích. Velkou předností je její mobilita, rychlost uvedení do provozu, přesnost detekce a možnost nastavení detekčních zón dle potřeb operátora. Technologie nebyla testována v noci, ale dle způsobu detekce za využití LiDAR senzoru, lze předpokládat, že je technologie vhodná pro denní i noční dobu bez rozdílu kvality detekce. Díky zhoršeným povětrnostním podmínkám a mírné mlze, došlo k testování technologie v autentických podmínkách, které se na letištích běžně vyskytují a je důležité, aby technologie nebyla těmito změnami počasí více ovlivněna. Ve větru, mírném dešti a mírné mlze, technologie fungovala bez problému a nebylo poznat rozdílu oproti slunečnému dnu.

Technologie Accur8vision MIND se jevila jako vhodná hlavně pro detekci osob a vozidel, která vždy proběhla se 100 % úspěšností, a to tak, že operátor vždy viděl na displeji tabletu narušitele. Jediný problém nastal při detekci narušitelů v detekční zóně, která byla vytvořena příliš tenká (v reálném prostředí užší než 1 metr na šířku detekční zóny), přičemž technologie byla nastavena na detekci, kdy se narušitel pohne minimálně o 1 metr, a to z důvodu falešných poplachů. Další výhodou je nastavení „bodů shlukování“ [66], kdy lze nastavit velikost detekovaného objektu a zároveň minimální počet bodů určených k detekci, čímž dojde k filtrování falešných poplachů od zvířete. Vhozené předměty o velikosti batohu byly také detekovány a technologii tak lze využít i jako perimetrickou ochranu pro detekci vhozených předmětů o velikosti batohu a větší.

Další výhodou při detekci narušitele je zobrazení trajektorie narušitele. Operátor tak vidí, kde se narušitel pohyboval a dle toho může situaci vyhodnocovat. Pokud by například došlo k neúmyslnému vstupu nebo vjezdu do detekční zóny, operátor dokáže rychle vyhodnotit, zdali se jednalo o omyl nebo úmysl, aniž by hned při poplachové události vysílal hlídku ostrahy, která může být zrovna zapotřebí na jiném místě. Přesto je však pokaždé vhodné zkontrolovat poplachový záznam, který je k dispozici k náhledu jak z přehledových kamer, kterými technologie disponuje, tak i v zobrazení, které vidí operátor na tabletu, tedy se zmíněnou trajektorií pohybu narušitele. Při testování pod letadlem došlo k situaci, kdy do detekční zóny vstoupili dva narušitelé, přičemž jeden se schoval v detekčním stínu a s tím zmizel z vizuálního přehledu operátora i s jeho trajektorií. Operátor by tak mohl nabýt dojmu, že se v místě vyskytoval pouze jeden narušitel, nikoliv dva, pokud by si zpětně neprohlédl

poplachovou událost, která se automaticky zálohuje až do doby, dokud operátor poplach nepotvrdí.

Jediný problém nastal s detekcí dronu, kde se technologii Accur8vision MIND při testování nepodařilo drony detekovat, a to především kvůli typu LiDAR senzoru a nastavení technologie. Pro přesné zjištění, zdali se dá technologie využít pro detekci dronu by bylo zapotřebí technologii testovat déle, přičemž by určitě operátor musel být odborněji zaškolen pro nastavení technologie [66] a vždy by muselo být vyhodnoceno, pro jaký typ hrozby je potřeba technologii nastavit.

6.2.1 Typové situace, pro které se technologie jeví jako vhodná (1 detekční systém)

Během testování nastalo několik typových situací, pro které se jevila technologie jako velmi vhodná při použití jednoho systému Accur8vision MIND. Dále lze předpokládat, že v případě využití více systémů, které by byly rozmístěny kolem střeženého prostoru nebo objektu, dojde ke zvýšení efektivního střežení. Během testování byl využit pouze jeden systém, takže níže popsané typy situací jsou vhodné při použití alespoň jednoho systému, a to na základu proběhlého testování.

Doplnění perimetrického oplocení o detekční zónou

- Systém lze využít pro vytvoření detekční zóny za perimetrickým oplocením ze strany bezpečnostního vyhrazeného prostoru, a to zejména pro detekci vhozeného předmětu nebo detekci vstupu narušitele, při destruktivním překonání perimetrického oplocení.

Vytvoření „před-zón“ pro detekci před narušením prostoru

- V případě využití zón pro detekci pohybu osob v blízkosti střeženého prostoru, dojde k upozornění operátora, že se blíží potenciální narušitel. Protože detekční zóna může být maximálního rozsahu 60 metrů na šířku, získá operátor dostatek času, aby vyhodnotil, zdali se jedná o narušitele a vyslal na místo hlídku ostrahy, než dojde k reálnému narušení chráněného prostoru.

Využití systému jako virtuální části oplocení (evakuace osob z oploceného prostoru)

Pokud dojde k narušení pevného oplocení, nebo je naopak žádoucí nechat v oplocení otevřený prostor pro případnou bezpečnou evakuaci osob uvnitř oplocení (např požár), lze systém využít jako virtuální oplocení, které bude navazovat na pevné oplocení chráněného prostoru. V tomto případě je ideální, aby byla technologie kolmo k chybějící části oplocení, aby unikající osoba vstoupila do detekční zóny kolmo k LiDAR senzoru. Poté dojde ke 100 % detekci při vstupu osob do detekční zóny. Technologii tak lze využít jako detekci při mimořádné události, kterou může být například požár v oploceném prostoru a operátor tak může rychle vyslat na místo ostrahu, hasičský a záchranný tým.

Střežení výstupu z podzemního objektu

Protože se na letištích vyskytují i podzemní objekty, jako jsou například poklopy kanalizací, lze vytvořit detekční zónu přímo na otevíratelném poklopu. V případě, že by osoba omylem nebo úmyslně využila poklop k výstupu na odbavovací plochu, může operátor rychle reagovat a po dohodě s řídicím letového provozu, zastavit provoz pojíždějících letadel, aby nedošlo ke srážce letadla s osobou nebo s otevřeným poklopem.

6.2.2 Typové situace, pro které se technologie jeví jako vhodná (alespoň 2 detekční systémy)

Dle zjištěných informací ohledně funkčnosti systému během testování, by při využití alespoň dvou správně rozmístěných systému, šlo technologii využít ještě na další typy situací:

Střežení objektu nebo jeho části

Díky testování bylo zjištěno, že technologie je vhodná pro střežení objektů, kterým je například letadlo. Protože se jedná o objekty, je nutné počítat s detekčními stínami, které se skrývají za objektem na druhé straně, než se nachází detekční systém. Z toho důvodu je potřeba, aby objekt byl chráněn více detekčními systémy, čímž hromadně dokáží pokrýt detekční stíny sobě navzájem. Obecně lze říct, čím více detekčních systémů, tím méně detekčních stínů v okolí střeženého objektu.

Sřežení prostoru virtuálním oplocením v rozsahu 360°

Ve scénáři č. 3 došlo k testování, zdali může jedna osoba vytvořit detekční stín pro další osobu, která by v zákrytu opustila sřežený prostor. Test proběhl úspěšně a došlo tak k opuštění sřeženého prostoru a návratu zpátky, aniž by systém dokázal detekovat průchod detekční zónou. Tento případ může nastat, pokud je prostor sřežen tak, že jsou nastaveny zóny jako virtuální oplocení kolem prostoru, kde neprobíhá žádná detekce a kde se vyskytují osoby. Může se jednat například o stavební práce poblíž ochranných pásem vzletové a přistávací dráhy, kde nemůže být realizované oplocení. Pracovníci nebo zaměstnanci se tak mohou pohybovat pouze ve vymezeném prostoru, který nesmí opustit. V tomto případě, aby nedošlo k úmyslnému opuštění prostoru je nutné, aby byly využity minimálně 2 detekční systémy, které by byly diagonálně naproti sobě na hranách sřeženého prostoru.

6.3 Dílčí závěr kapitoly

Poslední kapitola se věnuje samotnému vyhodnocení technologie Accur8vision od společnosti Hexagon, a to na základě provedeného testování na mezinárodním letišti Václava Havla v Praze. Technologie byla vyhodnocena jako vhodná pro konkrétní typy situací, které mohou na mezinárodním letišti nastat a kde je k zapotřebí pro plnohodnotnou detekci pouze jeden systém Accur8vision. Dále jsou popsány jednotlivé typy situací, kde detekce nebyla spolehlivá, a to hlavně díky detekčnímu stínu, který by mohl být úmyslně nebo neúmyslně vytvořen osobou, předmětem nebo samotným sřeženým objektem. U těchto typů situací se na základě provedeného testování lze domnívat, že by ke spolehlivé detekci (eliminování detekčního stínu) došlo, pokud by byly použity alespoň dva systémy Accur8vision, které by byly vhodně rozmístěny.

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo otestovat jednu z popsaných technologií a vyhodnotit, zdali je vhodná ke střežení perimetru, objektů a prostorů mezinárodního letiště. Testování proběhlo na pražském letišti Václava Havla v Praze a pro testování byla vybrána LiDAR technologie Accur8vision MIND od společnosti Hexagon.

Technologie byla otestována v aktuálních podmínkách dle předem připravených scénářů, které mohou na letišti běžně nastat. Pokud byly správně nastaveny detekční zóny, tak detekce probíhala se 100% úspěšností, pokud nebyl v detekční zóně „detekční stín“, který by se dal eliminovat použitím alespoň dvou neb více detekčních systémů. Pro využití systému na detekci dronů je zapotřebí technologii adekvátně nastavit, a proto by měl být operátor odborně zaškolen pro použití systému na konkrétní hrozby. Aby mohl být LiDAR systém plnohodnotně využitý, je důležité, aby operátor znal vlastnosti systému a aby dokázal vyhodnocovat jednotlivé poplachy, především aby zhlédl každou poplachovou událost, která se automaticky uložila. Díky tomu lze předejít špatnému vyhodnocení, kdy technologie může detekovat narušení prostoru jedním narušitelem, přestože na začátku poplachu byli narušitelé dva nebo více.

Technologie předčila původní očekávání autora diplomové práce a byla vyhodnocena jako vhodná k využití na mezinárodním letišti, a to hlavně díky kvalitě detekce, době provozu, možnosti převozu vozidlem nebo bez vozidla do místa střežení, jejímu rychlému zprovoznění a širokému způsobu využití za běžných nebo mimořádných podmínek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOVERDYNSKÝ, Bohdan. *Bezpečnost civilního letectví historie, organizace, standardy, postupy*. 1. Praha: Odbor bezpečnostní politiky Ministerstva vnitra, 2007.
- [2] KOVERDYNSKÝ, Bohdan. *Letecká security: historie, organizace, standardy a postupy*. Svět křídel. Cheb: Svět křídel, 2014. ISBN 978-80-87567-51-7.
- [3] *Airline hijackings were once common but are very rare today*. Online. RITCHIE, Hannah. Our World in Data. 2021. Dostupné z: www.ourworldindata.org/airline-hijackings-were-once-common-but-are-very-rare-today. [cit. 2023-11-18].
- [4] POLÁČEK, Bohumil. *Kapitoly z mezinárodního dopravního práva I*. Právní monografie (Wolters Kluwer ČR). Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-133-0.
- [5] *The world's most infamous aeroplane hijackings*. Online. MACOLA, Ilaria Grasso. Airport Technology. 2021. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/features/world-most-infamous-aeroplane-hijackings/?cf-view&cf-closed>. [cit. 2023-11-18].
- [6] *Remembering Air India Flight 182*. Online. GOVERNMENT OF CANADA. Public Safety Canada. 2023. Dostupné z: <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/ntnl-scrt/cntr-trrrsm/r-nd-flight-182/index-en.aspx>. [cit. 2023-11-18].
- [7] *Remembering the Past, Informing the Future*. Online. FLORES SNYDE, Nancy. TSA. Transportation Security Administration. 2020. Dostupné z: https://www.tsa.gov/sites/default/files/mission_hall_exhibit_final_508.pdf. [cit. 2023-11-19].
- [8] *About the Terrorist Bombing of Pan Am Flight 103*. Online. CIA. We are the Nation's first line of defense. 2023. Dostupné z: <https://www.cia.gov/legacy/museum/exhibit/terrorist-bombing-of-pan-am-flight-103/>. [cit. 2023-11-18].
- [9] *Richard Reid's Shoes*. Online. FBI. 2020. Dostupné z: <https://www.fbi.gov/history/artifacts/richard-reids-shoes>. [cit. 2023-11-19].
- [10] *1970 Hijackings*. Online. PBS. 2024. Dostupné z: <https://www.pbs.org/wgbh/americanexperience/features/hijacked-1970-hijackings/>. [cit. 2024-02-10].

- [11] *Trauma revisited: Historian reconstructs her week aboard a hijacked jet in Jordan*. Online. THE TIMES OF ISRAEL. 2023. Dostupné z: <https://www.timesofisrael.com/trauma-revisited-historian-reconstructs-her-week-aboard-a-hijacked-jet-in-jordan/>. [cit. 2024-02-10].
- [12] *It Was Shoes On, No Boarding Pass Or ID. But Airport Security Forever Changed On 9/11*. Online. NPR. 2021. Dostupné z: <https://www.npr.org/2021/09/10/1035131619/911-travel-timeline-tsa>. [cit. 2024-02-10].
- [13] *Moscow bombing: Carnage at Russia's Domodedovo airport*. Online. BBC NEWS. 2011. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-europe-12268662>. [cit. 2024-02-16].
- [14] *Spotlight on Aviation Security Following Brussels Attacks*. Online. Voanews. 2016. Dostupné z: <https://www.voanews.com/a/spotlight-on-aviation-security-following-brussels-attacks/3250771.html>. [cit. 2024-02-09].
- [15] *Six men guilty of murder over Brussels terrorist attacks in 2016*. Online. The Guardian. 2016. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2023/jul/25/eight-men-found-guilty-of-brussels-terrorist-attacks-in-2016>. [cit. 2024-02-10].
- [16] *Brussels explosions: What we know about airport and metro attacks*. Online. BBC NEWS. 2016. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-europe-35869985>. [cit. 2024-02-09].
- [17] *Google Images*. Online. 2024. Dostupné z: images.google.com. [cit. 2024-02-10].
- [18] *Recent Terrorist Attacks in Turkey*. Online. The New York Times. 2024. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/interactive/2016/12/31/world/europe/turkey-recent-attacks.html>. [cit. 2024-02-10].
- [19] *Turkey airport attack: 41 killed in explosions at Istanbul Atatürk*. Online. THE GUARDIAN. 2024. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/28/turkey-airport-explosions-aturak-istanbul>. [cit. 2024-02-10].
- [20] *Istanbul Ataturk airport attack: 41 dead and more than 230 hurt*. Online. BBC NEWS. 2024. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-europe-36658187>. [cit. 2024-02-10].

- [21] *A brief history of airline security, hijackings and metal detectors*. Online. IBM. 2019. Dostupné z: <https://www.ibm.com/blog/a-brief-history-of-airline-security-hijackings-and-metal-detectors/>. [cit. 2024-02-10].
- [22] *U.S. aviation security timeline*. Online. Los Angeles Times. 2011. Dostupné z: <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2011-jun-12-la-tr-airline-safety-timeline-20110612-story.html>. [cit. 2024-02-10].
- [23] *The mystery of the Gatwick drone*. Online. The Guardian. 2020. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/uk-news/2020/dec/01/the-mystery-of-the-gatwick-drone>. [cit. 2024-02-10].
- [24] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 300/2008 ze dne 11. března 2008 o společných pravidlech v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy a o zrušení nařízení (ES) č. 2320/2002. Online. EVROPSKÝ PARLAMENT, RADA EVROPSKÉ UNIE. EUR-Lex Access to European Union Law. 2010. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:02008R0300-20100201>. [cit. 2024-02-11].
- [25] *L 17 BEZPEČNOST OCHRANA MEZINÁRODNÍHO CIVILNÍHO LETECTVÍ PŘED PROTIPRÁVNÍMI ČINY*. Online. ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU České republiky. 2022. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-17/index.htm>. [cit. 2024-02-16].
- [26] *Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o volném moři*. Online. Zákony pro lidi. 1964. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1964-92>. [cit. 2023-11-19].
- [27] *Liquids, aerosols and gels*. Online. EUC. European Commission. 2023. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/aviation-security/aviation-security-policy/liquids-aerosols-and-gels_en. [cit. 2023-11-19].
- [28] *Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o trestných a některých jiných činech spáchaných na palubě letadla*. Online. Zákony pro lidi. 1984. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1984-102>. [cit. 2023-11-19].

- [29] *Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o potlačení protiprávního zmocnění se letadel*. Online. Zákony pro lidi. 1974. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1974-96?text=Vyh1%C3%A1%C5%A1ka+ministra+za-hrani%C4%8Dn%C3%ADch+v%C4%9Bc%C3%AD+o+%C3%Amluv%C4%9B+o+potla%C4%8Den%C3%AD+protipr%C3%A1vn%C3%ADho>. [cit. 2023-11-19].
- [30] *Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví*. Online. Zákony pro lidi. 1974. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1974-16?text=Vyh1%C3%A1%C5%A1ka+ministra+za-hrani%C4%8Dn%C3%ADch+v%C4%9Bc%C3%AD+o+%C3%Amluv%C4%9B+o+potla%C4%8Dov%C3%A1n%C3%AD+protipr%C3%A1vn%C3%ADch+%C4%8Din%C5%AF>. [cit. 2023-11-19].
- [31] *Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Úmluvy o značkování plastických trhavin pro účely detekce*. Online. Zákony pro lidi. 2003. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/ms/2003-6>. [cit. 2023-11-19].
- [32] PROVÁDEČÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. In: . 2019.
- [33] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Základní informace k regulačnímu rámci EU pro bezpilotní systémy*. Online. Úřad pro civilní letectví. 2024. Dostupné z: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/zakladni-informace-k-regulacnimu-ramci-eu-pro-bezpilotni-systemy/>. [cit. 2024-04-27].
- [34] *Zákon č. 49/1997 Sb. Zákon o civilním letectví*. Online. Zákony pro lidi. 1997. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49. [cit. 2023-12-22].
- [35] *Vyhláška č. 410/2006 Sb. Vyhláška o ochraně civilního letectví před protiprávními činy a o změně vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, ve znění pozdějších předpisů*. Online. Zákony pro lidi. 2006. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-410/zneni-20150201>. [cit. 2024-02-16].

- [36] Vyhláška č. 16/1974 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o potlačování protiprávních činů ohrožujících bezpečnost civilního letectví. Online. Zákony pro lidi. 1974. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1974-16/zneni-19900418>. [cit. 2024-02-16].
- [37] *Zákon č. 40/2009 Sb. Zákon trestní zákoník*. Online. Zákony pro lidi. 2024. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40. [cit. 2024-03-21].
- [38] *AXIS Q6315-LE PTZ Network Camera*. Online. AXIS Communications. 2024. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-q6315-le>. [cit. 2024-02-18].
- [39] *Deployable surveillance over LTE with Axis and Sierra Wireless*. Online. AXIS Communications. 2024. Dostupné z: <https://www.axis.com/dam/public/a4/39/f0/flyer--deployable-surveillance-over-lte-with-axis-and-sierra-wireless-us-en-US-342338.pdf>. [cit. 2024-02-18].
- [40] *Špičková "otočka" AXIS Q6315-LE | Pro forenzní kvalitu videodohledu*. Online. YouTube. 2024. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=ncsJdIU-spk>. [cit. 2024-02-17].
- [41] *AXIS Object Analytics*. Online. AXIS Communications. 2024. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-object-analytics>. [cit. 2024-02-18].
- [42] *AXIS Perimeter Defender PTZ Autotracking*. Online. AXIS Communications. 2024. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-perimeter-defender-ptz-autotracking#compatible-products>. [cit. 2024-02-18].
- [43] *Perimeter Control*. Online. SOLIFOS Fiber Optic System. 2024. Dostupné z: <https://solifos.com/en/sensing/perimeter-control/>. [cit. 2024-02-18].
- [44] *Předpisy*. Online. Řízení letového provozu České republiky. 2024. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. [cit. 2024-02-18].
- [45] ČESKÁ REPUBLIKA. LETECKÝ PŘEDPIS LETIŠTĚ L14. In: . 2009.
- [46] *Khronos Tethered DroneBox*. Online. ELISTAIR. 2024. Dostupné z: <https://elistair.com/solutions/tethered-dronebox-khronos/>. [cit. 2024-02-23].
- [47] *ORION 2.2 TE Tactical Tethered Drone*. Online. ELISTAIR. 2024. Dostupné z: <https://elistair.com/solutions/tethered-drone-orion/>. [cit. 2024-02-23].
- [48] ELISTAIR, EUROPE. *ELISTAIR*. Online. 2024. Dostupné z: www.elistair.com. [cit. 2024-02-23].

- [49] *Lithuanian Police Deploys the Orion 2 Tethered Drone at Russian Border*. Online. YouTube. 2024. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=0_S1hSN0zrE. [cit. 2024-02-23].
- [50] *EyeTowers - Mobilní dohledové technologie*. Online. EyeTowers. 2023. Dostupné z: https://www.eyetowers.cz/?gclid=Cj0KCQiAxOauBhCaARIsAE-bUSQQMViiAsU9sBh7lJ9C6S-eG-pRSBOM00iAVA8S9nQ3zA0QITP1V0R5YaAtUEEALw_wcB. [cit. 2024-02-24].
- [51] *EyeTowers - technologie pro autonomní monitoring staveb*. Online. FotkyGoogle. 2024. Dostupné z: https://photos.google.com/share/AF1QipNoLV1PM4s7OJ-DBB4jCKbvsieQFA0-SQLCBBVwOoKq5gJZhU0WDVZrZc-KeX_ODog?key=SnBIMkRPN2FsN1A4MFBxR3M0RnVOLVJWdWNxQmlB. [cit. 2024-02-24].
- [52] VOJTEK, Martin. Volumetrický detekční systém Accur8vision. Online. *BEZPEČNOST A VĚDA Odborný recenzovaný časopis Českého klubu bezpečnostních služeb a Akademie bezpečnosti*. 2022, roč. 1, s. 72. ISSN 2787-9372. Dostupné z: <https://ckbs.cz/wp-content/uploads/2022/10/bezpecnost-a-veda-082022.pdf>. [cit. 2024-02-25].
- [53] *A8V MIND - Mobile INtrusion Detection*. Online. HEXAGON. 2024. Dostupné z: <https://connect.hexagongeosystems.com/l/665443/2023-06-02/7scgyq>. [cit. 2024-02-25].
- [54] *A8V MIND MANUAL: 3DS - 3D Surveillance*. PDF. 2. © Hexagon AB 2024, 2023.
- [55] *A8V MIND - Mobile INtrusion Detection*. *HEXAGON* [online]. 2024 [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: https://connect.hexagongeosystems.com/l/665443/2023-06-05/7scnrj/665443/1685975762gnlG929U/Application_Profile_Mind_Civil_2022_05_12_EN.pdf?__cr_user=ae6b9e1af077c2592a2cf4fdacb1ffa5&__cr_session=3527e5f9565947afac84378f6801123d
- [56] *Explore 3D Surveillance*. Online. HEXAGON. 2024. Dostupné z: <https://hexagon.com/products/product-groups/3d-surveillance>. [cit. 2024-02-25].
- [57] *Security*. Online. OUSTER - Redefining Autonomy. Reimagining Society. 2024. Dostupné z: <https://ouster.com/industries/security>. [cit. 2024-02-25].

- [58] *OSDome Hemispherical View High-Resolution Imaging Lidar*. Online. OUSTER - Redefining Autonomy. Reimagining Society. 2024. Dostupné z: <https://data.ouster.io/downloads/datasheets/datasheet-rev7-v3p0-osdome.pdf>. [cit. 2024-02-25].
- [59] *OS0 Ultra-Wide View High-Resolution Imaging Lidar*. Online. OUSTER - Redefining Autonomy. Reimagining Society. 2024. Dostupné z: <https://data.ouster.io/downloads/datasheets/datasheet-rev7-v3p0-os0.pdf>. [cit. 2024-02-25].
- [60] *OS1 Mid-Range High-Resolution Imaging Lidar*. Online. OUSTER - Redefining Autonomy. Reimagining Society. 2024. Dostupné z: <https://data.ouster.io/downloads/datasheets/datasheet-rev7-v3p0-os1.pdf>. [cit. 2024-02-25].
- [61] *OS2 Long-Range High-Resolution Imaging Lidar*. Online. OUSTER - Redefining Autonomy. Reimagining Society. 2024. Dostupné z: <https://data.ouster.io/downloads/datasheets/datasheet-rev7-v2p5-os2.pdf>. [cit. 2024-02-25].
- [62] *Vyhodnocení variant Příloha Vzdělávacího manuálu pro hodnocení dopadů regulace (RIA)*. Online. VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY. 2024. Dostupné z: https://vlada.gov.cz/assets/ppov/lrv/ria/Vzdelavaci-manual-pro-RIA-UV-2017-priloha-Vyhodnoceni-variant_1.pdf. [cit. 2024-05-04].
- [63] VAŠEK, Lubomír a ŠAUR, David. *Informační podpora bezpečnostních systémů Výukové materiály k přednáškám do předmětu Informační podpora bezpečnostních systémů*. Online. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2024. Dostupné z: https://moodle.utb.cz/pluginfile.php/1032986/mod_resource/content/1/03_Anal%C3%BDza_rizik_MCA_mety_p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky_AP8IP_%C5%A0aur.pdf. [cit. 2024-05-04].
- [64] SAZEČEK, Petr a BATURKO, Jurij. *MC&S2 analyzer*. Online. 2018. Dostupné z: www.cals.cz/mcs2/login.asp. [cit. 2024-03-29].
- [65] *Accur8vision User Manual*. 2022.3.0.X. Praha, 2023.
- [66] *Accur8vision Handbook: part of HEXAGON*. 1. Praha, 2020.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	Dvourozměrný
3D	Trojrozměrný
4G	Čtvrtá generace
5G	Pátá generace
A8V MIND	Accur8vision Mobile INtrusion Detection
AA	American Airlines
CAD	Computer-Aided Design
CD	Compact Disc
ČR	Česká republika
Doc	Docent
DWG	Drawing
ES	Evropská společenství
EU	Evropská unie
GPS	Global Positioning Systém
Inc.	Incorporated
Ing.	Inženýr
JUDr.	Doktor práv
LAGs	Liquids, Gels, and Aerosols
LiDAR	Light Detection And Ranging
LTE	Long Term Evolution
LVP	Low Visibility Procedures
MBA	Master of Business Administration
NVS	Nástražný výbušný systém
OSN	Organizace spojených národů

PETN	Pentaerythritol tetranitrát
Ph.D.	Philosophiae Doctor
PIDS	Perimeter Intrusion Detection Systém
PoE	Power over Ethernet
PTZ	Pan-tilt-zoom
RFID	Radio Frequency Identification
RWY	Runway
RZ	Registrační značka
TNT	Trinitrotoluen
TWY	Taxiway
UA	United Airlines
USA	United States of America
WIFI	Wireless Fidelity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Letiště Domodědovo [13].....	14
Obrázek 2 Útočníci na bruselském letišti Zaventem [15].....	15
Obrázek 3 Letiště Zaventem – místa útoku v odletové hale [14]	16
Obrázek 4 Znovu otevření letiště Zaventem [17]	16
Obrázek 5 Vyšetřování na letišti Atatürk [18].....	17
Obrázek 6 Místa útoku na letišti Atatürk před příletovou halou [19].....	18
Obrázek 7 Místa útoku na letišti Atatürk [20]	18
Obrázek 8 Detekční látky pro účely lepší detekce trhavin pomocí prostředků zjišťování páry [31]	26
Obrázek 9 Základní informace k regulačnímu rámci EU pro bezpilotní systémy [33]	28
Obrázek 10 T98-VE Cabinet Series [39].....	33
Obrázek 11 AirLink® LX40 Ultra Compact 4G Router [39].....	34
Obrázek 12 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE [38]	34
Obrázek 13 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE (31násobné optické přiblížení) [40].....	35
Obrázek 14 Vysoko-rychlostní otočná PTZ kamera AXIS Q6315-LE – obraz v noční době za využití infračervených diod [40].....	35
Obrázek 15 Funkce AXIS Object Analytics [41]	36
Obrázek 16 AXIS Perimeter Defender [42]	36
Obrázek 17 Ochranná pásma s výškovým omezením staveb pro přístrojovou RWY [44]	38
Obrázek 18 Detekce přiblížení objektu ke střeženému prostoru optickými kabely [43]	39
Obrázek 19 Detekce vniknutí vozidla do střeženého prostoru [43].....	39
Obrázek 20 Detekce vniknutí osob do střeženého objektu [43]	40
Obrázek 21 Detekce nedestruktivního překonání oplocení [43]	40
Obrázek 22 Detekce v případě nepříznivých povětrnostních podmínek [43]	41
Obrázek 23 Detekce destruktivního narušení systému (přestřihnutí kabelu) [43].....	41
Obrázek 24 Mobilní dohledový systém [43]	42
Obrázek 25 Elektrické napájení na externím místě (budova, dohledové centrum) [43]	42

Obrázek 26 Dron KHRONOS [46].....	44
Obrázek 27 Kamera Raptor [46].....	45
Obrázek 28 Kamera Dragon Eye [46]	45
Obrázek 29 Dron Orion 2.2 TE [47].....	46
Obrázek 30 Dron Orion 2.2 TE v terénu [49].....	46
Obrázek 31 XQT-AI CAMERA [47]	47
Obrázek 32 XQT-LRF CAMERA [47]	47
Obrázek 33 Kamerová věž EyeTowers [51].....	48
Obrázek 34 Kontrola vjezdu od společnosti EyeTowers [51]	49
Obrázek 35 Napájení detekčního systému Accur8vision MIND [54].....	50
Obrázek 36 Náhled na narušitele, detekované LiDAR senzorem A8V MIND [56].	51
Obrázek 37 LiDAR senzory Ouster [57]	52
Obrázek 38 LiDAR OSDome [58]	52
Obrázek 39 LiDAR OS0 [59].	53
Obrázek 40 LiDAR OS1 [60]	53
Obrázek 41 LiDAR OS2 [61]	54
Obrázek 42 Párové porovnání kritérií – Fullerova metoda (foto autora)	57
Obrázek 43 Porovnání konkrétních technologií za využití výpočtu vah (foto autora)	61
Obrázek 44 Celkové bodové hodnocení variant dle MC&S2 [64].....	62
Obrázek 45 Výsledné pořadí a celkové bodové hodnocení dle MC&S2 [64].....	62
Obrázek 46 Uvedení do provozu k1 dle MC&S2 [64]	63
Obrázek 47 Mobilita technologie a její přesun do jiného prostoru k2 dle MC&S2 [64]	63
Obrázek 48 Vlastní napájení k3 dle MC&S2 [64].....	63
Obrázek 49 Výdrž po zapojení k napájení (bez trvalého napájení) k4 dle MC&S2 [64]	64
Obrázek 50 Způsob přenosu dat operátorovi k5 dle MC&S2 [64].....	64
Obrázek 51 Vlastní kamera k6 dle MC&S2 [64]	64
Obrázek 52 Trasování narušitele k7 dle MC&S2 [64]	65
Obrázek 53 Možnost nastavení detekčních zón k 8 dle MC&S2 [64].....	65
Obrázek 54 Systém Accur8vision MIND od společnosti Hexagon, který byl použit pro testování na mezinárodním letišti [Foto autor].....	66

Obrázek 55 Scénář č. 1 – testování pod letadlem Boeing 757 [Foto autor]	68
Obrázek 56 Scénář č. 2 – Testování u oplocení [Foto autor]	68
Obrázek 57 Scénář č. 3 – Testování ve volném prostoru [Foto autor]	69
Obrázek 58 Systém Accur8vision s příslušenstvím v kufru osobního vozidla [Foto autor]	71
Obrázek 59 Zprovoznění technologie před začátkem testování [Foto autor]	72
Obrázek 60 Zprovozněná technologie Accur8vision MIND u letadla Boeing 757 [Foto autor]	72
Obrázek 61 Zobrazení zastřeženého prostoru, který vidí operátor [Foto autor]	73
Obrázek 62 Figurant před detekční zónou [Foto autor]	74
Obrázek 63 Figurant probíhá detekční zónou [Foto autor]	75
Obrázek 64 Figuranti v detekční zóně pod letadlem Boeing 757 [Foto autor]	76
Obrázek 65 Figuranti v detekční zóně pod letadlem Boeing 757 – tablet operátora [Foto autor]	76
Obrázek 66 Průchod figuranta detekční zónou [Foto autor]	77
Obrázek 67 Průchod figuranta detekční zónou – tablet operátora [Foto autor]	77
Obrázek 68 Vjezd vozidlem do střeženého prostoru 1/2 [Foto autor]	78
Obrázek 69 Vjezd vozidlem do střeženého prostoru 2/2 [Foto autor]	78
Obrázek 70 Pořizování Snapshotu po dobu cca 15 sekund [Foto autor]	80
Obrázek 71 Vložení detekční zóny [Foto autor]	80
Obrázek 72 Upravení detekční zóny dle požadavku operátora [Foto autor]	80
Obrázek 73 Dron ve 2 rozdílných výškách v detekční zóně – pohled z venku [Foto autor]	81
Obrázek 74 Dron ve 2 rozdílných výškách v detekční zóně – pohled operátora [Foto autor]	81
Obrázek 75 Testování funkce „před-zóny“ a zóny narušení [Foto autor]	82
Obrázek 76 Příchod narušitele ke střeženému prostoru – pohled z venku [Foto autor]	83
Obrázek 77 Vstup narušitele do „před-zóny“ – pohled z venku [Foto autor]	83
Obrázek 78 Příprava na přehození oplocení batohem – pohled z venku [Foto autor]	83
Obrázek 79 Přehození oplocení batohem – pohled z venku [Foto autor]	83
Obrázek 80 Příchod narušitele ke střeženému prostoru – pohled operátora [Foto autor]	84

Obrázek 81 Vstup narušitele do „před-zóny“ – pohled operátora [Foto autor].....	84
Obrázek 82 Příprava na přehození oplocení batohem – pohled operátora [Foto autor]	84
Obrázek 83 Přehození oplocení batohem – pohled operátora [Foto autor]	84
Obrázek 84 Scénář č. 3 – pořízení Snapshotu [Foto autor]	85
Obrázek 85 Průchod do detekční zóny 1/4 – pohled z venku [Foto autor]	87
Obrázek 86 Průchod do detekční zóny 2/4 – pohled z venku [Foto autor]	87
Obrázek 87 Průchod do detekční zóny 3/4 – pohled z venku [Foto autor]	87
Obrázek 88 Průchod do detekční zóny 4/4 – pohled z venku [Foto autor]	87
Obrázek 89 Průchod do detekční zóny 1/4 – pohled operátora [Foto autor].....	88
Obrázek 90 Průchod do detekční zóny 2/4 – pohled operátora [Foto autor].....	88
Obrázek 91 Průchod do detekční zóny 3/4 – pohled operátora [Foto autor].....	88
Obrázek 92 Průchod do detekční zóny 4/4 – pohled operátora [Foto autor].....	88
Obrázek 93 Průchod do detekční zóny 1/3 – pohled z venku [Foto autor]	89
Obrázek 94 Průchod do detekční zóny 2/3 – pohled z venku [Foto autor]	89
Obrázek 95 Průchod do detekční zóny 3/3 – pohled z venku [Foto autor]	89
Obrázek 96 Průchod do detekční zóny 1/3 – pohled operátora [Foto autor].....	90
Obrázek 97 Průchod do detekční zóny 2/3 – pohled operátora [Foto autor].....	90
Obrázek 98 Průchod do detekční zóny 3/3 – pohled operátora [Foto autor].....	90
Obrázek 99 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 1/2 – pohled z venku [Foto autor]	91
Obrázek 100 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 2/2 – pohled z venku [Foto autor]	91
Obrázek 101 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 1/3 – pohled operátora [Foto autor].....	92
Obrázek 102 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 2/3 – pohled operátora [Foto autor].....	92
Obrázek 103 Vytvoření detekčního stínu s nedetekovaným průchodem 3/3 – pohled operátora [Foto autor].....	92

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Rozdělení prostor letiště [24], [25]	21
---	----

SEZNAM PŘÍLOH