



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy

**Studie bezpečnosti přiblížení PinS pro lety HEMS
v České republice**

Bakalářská práce

Pavel Mikule

Vedoucí práce: doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Ing. Terézia Pilmannová, MBA

Praha 2021



K621 **Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Pavel Mikule

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Studie bezpečnosti přiblížení PinS pro lety HEMS v České republice**

Název tématu (anglicky): Safety Study of PinS Approach for HEMS Flights in the Czech Republic

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl práce: Vypracujte studii bezpečnosti vybraného přiblížení PinS, plánovaného pro zavedení v České republice
- Analyzujte koncepci přiblížení PinS pro lety HEMS v České republice
- Analyzujte metodiku pro tvorbu studií Safety Assessment Methodology
- Realizujte studii bezpečnosti na vybraném přiblížení PinS plánovaném v ČR
- Porovnejte dosažené výsledky se základním hodnocením bezpečnosti společným pro všechna přiblížení PinS

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: ICAO, Doc. 9859: Safety Management Manual, 4th Ed., Montréal, Quebec, 2018.

Eurocontrol, Safety Assessment Methodology, v2.1, 2006.

Eurocontrol, Helicopter Point in Space operations in controlled and uncontrolled airspace, Ed. 1.4, 2019.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Ing. Terézia Pilmannová, MBA

Datum zadání bakalářské práce:

9. října 2020

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

9. srpna 2021

a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia

b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.

vedoucí
Ústavu letecké dopravy

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Pavel Mikule

jméno a podpis studenta

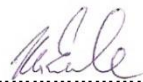
V Praze dne 9. října 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu zákona § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 9. srpna 2021



.....

Pavel Mikule

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Andreji Lališovi, Ph. D. a Ing. Terézii Pilmannové, MBA za jejich cenné rady, ochotu a konzultace, které mi v rámci psaní bakalářské práce poskytli. Dále bych chtěl také poděkovat svým blízkým a celé rodině za neustávající podporu v rámci celého studia.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je provedení studie bezpečnosti a vyhodnocení bezpečnosti implementace přiblížení PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky. V teoretické části práce jsou vysvětleny specifika procedur PinS a jejich využití v reálném provozu. Dále je zde popsána metodika Safety Assessment Methodology (SAM), která je využita pro zhotovení bezpečnostní studie. V rámci praktické části této práce je proveden návrh konkrétního přiblížení PinS a aplikace metodiky SAM na tento návrh. V závěru práce je zhodnocena bezpečnost posuzovaného přiblížení a stanoveny bezpečnostní požadavky specifické pro toto přiblížení.

Klíčová slova: studie bezpečnosti, Point in Space, neřízený vzdušný prostor, vrtulník, SAM, FHA, PSSA, bezpečnostní požadavky

Abstract

The aim of this bachelors thesis is to perform a safety study and evaluate the safety of the implementation of PinS approach in uncontrolled airspace in the Czech Republic. The theoretical part of thesis explains the specifics of PinS procedures and showcase their use in real operation. Furthermore, the Safety Assessment Methodology (SAM), which is used to complete the safety study, is described here. Within the practical part of this thesis, proposal design of a specific PinS approach and the application of the SAM to the design is made. At the end of the thesis, the safety of the assessed approach is evaluated and safety requirements specific for this approach are determined.

Keywords: safety study, Point in Space, uncontrolled airspace, helicopter, SAM, FHA, PSSA, safety requirements

Obsah

Seznam obrázků.....	7
Seznam tabulek.....	8
Seznam použitých zkratk.....	9
Úvod.....	11
1 Současný stav.....	12
1.1 Procedure Point in Space.....	12
1.1.1 Přístrojový segment přiblížení.....	13
1.1.2 Vizuelní segment přiblížení.....	14
1.1.3 Postup nezdařeného přiblížení.....	15
1.2 Příklady praktického zavedení.....	15
1.2.1 Procedure PinS v České republice.....	16
1.2.2 Procedure PinS ve světě.....	17
1.3 Realizované studie bezpečnosti PinS.....	20
1.3.1 Přehled vědecké literatury.....	20
1.4 HEMS v České republice.....	21
1.5 Limitace současného stavu.....	23
2 Metodika.....	25
2.1 Návrh konkrétní procedury PinS v České republice.....	25
2.2 Realizace studie bezpečnosti pro vybrané procedury.....	26
2.2.1 Functional Hazard Assessment.....	26
2.2.2 Preliminary System Safety Assessment.....	33
2.3 Kroky navazující na studii bezpečnosti.....	36
3 Výsledky.....	37
3.1 Návrh přiblížení PinS pro LKLC.....	37

3.2	Functional Hazard Assessment	39
3.3	Preliminary System Safety Assessment.....	41
4	Diskuze výsledků	49
5	Závěr.....	52
	Zdroje	54
	Příloha 2: Blokové schéma přiblížení	56
	Příloha 3: Tabulka nebezpečí FHA	57
	Příloha 4: Tabulka stanovení bezpečnostních cílů	62

Seznam obrázků

Obrázek 1: Koncept RNP. Upraveno z [5].....	13
Obrázek 2: Schéma PinS "pokračujte vizuálně" do LPV minim. Upraveno z [4]	14
Obrázek 3: Schéma PinS "pokračujte dle VFR" do LPV minim. Upraveno z [4]	15
Obrázek 4: Mapa přiblížení PinS Motol. Převzato z [6]	17
Obrázek 5: Mapa přiblížení PinS Trento. Převzato z [7].....	18
Obrázek 6: Mapa přiblížení LaGuardia. Převzato z [8].....	19
Obrázek 7: Pokrytí území ČR službou LZS. Upraveno z [11]	22
Obrázek 8: Doplnkové informace k PSSA. Přeloženo z [12]	33
Obrázek 9: Seznam situací pro odvození nových nebezpečí. Přeloženo z [12].....	35
Obrázek 10: Situační nákres přiblížení PinS na heliport KNL.....	38
Obrázek 11: Vertikální nákres přiblížení PinS na heliport KNL.....	38
Obrázek 12: Diagram výšky nad terénem pro bod MAPt.....	39
Obrázek 13: Informace o proceduře a prostředí.....	40

Seznam tabulek

Tabulka 1: Obecná nebezpečí a opatření přiblížení PinS. Přeloženo z [4].....	20
Tabulka 2: Tabulka klasifikace závažnosti SAM. Přeloženo z [12].....	29
Tabulka 3: kvantitativní stanovení bezpečnostních cílů. Přeloženo z [12].....	32
Tabulka 4: Kvalitativní stanovení bezpečnostních cílů. Přeloženo z [12].....	32
Tabulka 5: Tabulka metodiky přiřazení úrovně zajištění. Přeloženo z [12]	36
Tabulka 6: Ilustrační část Přílohy 3	40
Tabulka 7: Nebezpečí nevztahující se na postup „pokračujte vizuálně“	41
Tabulka 8: Ilustrace tabulky stanovení bezpečnostních cílů.....	41
Tabulka 9: Rozklad funkcí na dílčí funkce.....	42
Tabulka 10: Nebezpečí odvozená z dílčích funkcí	43
Tabulka 11: Zhodnocení architektury systému.....	43
Tabulka 12: Nebezpečí odvozená z provozních scénářů.....	45
Tabulka 13: Aplikace strategií zmírňujících rizika nebezpečí.....	45
Tabulka 14: Rozřazení funkcí do oblastí.....	46
Tabulka 15: Stanovení ÚZ procedury.....	47
Tabulka 16: Stanovení ÚZ vybavení.....	47
Tabulka 17: Stávající bezpečnostní požadavky	47
Tabulka 18: Nově odvozené bezpečnostní požadavky	48
Tabulka 19: Nebezpečí specifická pro PinS Liberec	51

Seznam použitých zkratek

AČR	Armáda České republiky
ADS	Automatic Dependent Surveillance
AL	Assurance Level
ATE	Air Transport Europe, spol. s.r.o.
ATM	Air Traffic Management
ATZ	Aerodrome Traffic Zone
CNS	Communication, Navigation, Surveillance
DH	Decision Height
DSA	Delta system air a.s.
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
FATO	Final Approach Take - off Area
FHA	Functional Hazard Assessment
GNSS	Global Navigation Satellite Service
GPS	Global Positioning System
HEMS	Helicopter Emergency Medical Services
IAF	Initial Approach Fix
IF	Intermediate Approach Fix
IFR	Instrument Flight Rules
IMC	Instrument Meteorological Conditions
KNL	Krajská nemocnice Liberec
LS PČR	Letecká služba Policie České republiky
LZS	Letecká záchranná služba
OCA	Obstacle Clearance Area
PBN	Performance Based Navigation

PinS	Point in Space
PSR	Primary Surveillance Radar
PSSA	Preliminary
RMZ	Radio Mandatory Zone
RNAV	Area Navigation
RNP	Required Navigation Performance
SAM	Safety Assessment Methodology
SBAS	Satellite Based Augmentation System
SOC	Start of Climb
SSA	System Safety Assessment
TLOF	Touchdown and Liftoff Area
TSE	Total System Error
VFR	Visual flight rules
VMC	Visual Meteorological Conditions

Úvod

Od dob založení první stanice letecké záchranné služby v 80. letech minulého století se mnohé změnilo. Ať už pokrytí území České republiky záchrannými vrtulníky, nebo kvalita poskytovaných služeb. Podstata však zůstává stejná, posádky vrtulníků letecké záchranné služby dělají maximum pro záchranu každého lidského života. Posádky těchto vrtulníků jsou tak skvěle vycvičené a sehrané, že přistání vrtulníku do míst jen o něco málo větších, než jsou rozměry samotného vrtulníku, vypadá jako každodenní rutina. V podstatě jediným faktorem, který dokáže ovlivnit provozuschopnost těchto vrtulníků je počasí.

Právě z důvodu nevyzpytatelnosti počasí se počítá s implementací 3D přiblížení PinS do provozu LZS. Přiblížení PinS je procedura založená na družicové navigaci, v Evropské implementaci na systému European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), což je aplikace zpřesňující GPS. Návrh pracuje s možností zavedení tohoto přiblížení na významná zdravotnická zařízení, základny letecké záchranné služby a v budoucnu i na místa s vysokou frekvencí zásahů, například lyžařská střediska. Implementací těchto procedur se zvýší provozuschopnost certifikovaných provozovatelů a bude možné provádět lety, které musí být v současné době rušeny, popřípadě odkloněny do jiného zdravotnického zařízení. Pro realizaci návrhu, využití přiblížení v provozu, je nutné provést desítky úkonů, mezi které patří i studie bezpečnosti, na kterou je zaměřena i tato práce.

. Problém adresovaný v praktické části je absence bezpečnostní studie přiblížení PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky, přestože se počítá se zaváděním těchto procedur. Proto je vykonána studie bezpečnosti procedury PinS, konkrétně přiblížení na heliport Krajské nemocnice Liberec. Následně proběhne srovnání s již existujícími dokumenty zabývajícími se tímto tématem. K provedení studie bezpečnosti je využita metodika Safety Assessment Methodology (SAM) vydaná organizací EUROCONTROL, která podrobně popisuje jednotlivé kroky tvorby bezpečnostní studie. Tato metodika je zvolena z důvodu vhodnosti pro CNS / ATM systémy. Z výsledků této bezpečnostní studie budou stanoveny požadavky pro zajištění bezpečnosti provozu PinS v ČR.

1 Současný stav

V této části práce jsou vysvětleny základní principy fungování procedur PinS. Následně jsou v této kapitole řešeny postupy a pravidla pro oba možné druhy přiblížení PinS, a to pro „pokračujte vizuálně“ a „pokračujte dle VFR“. Dále jsou zde zmíněny některé z již zavedených procedur PinS jak z České republiky, tak i některé zajímavé implementace ze světa. Dalším bodem je souhrn již vypracovaných studií bezpečnosti na toto téma. Následuje stručný popis fungování letecké záchranné služby v České republice. Celá kapitola je zakončena přehledem vědecké literatury zaměřené na vrtulníkové operace, potažmo HEMS, a souhrnem limitací současného stavu procedur PinS na území České republiky.

1.1 Procedure Point in Space

Point in Space (PinS) procedury jsou specifické vrtulníkové postupy pro přiblížení a odlet s 3D (Localizer Performance with Vertical Guidance minima - LPV) nebo s 2D (Lateral Navigation minima – LNAV) vedením. Pod pojmem 3D si můžeme představit horizontální a vertikální vedení, 2D přiblížení poskytuje pouze horizontální vedení. Tato práce se zaměřuje na přiblížení PinS, bude nyní proto rozebírána pouze příletová část těchto procedur s LPV minimy. Jak z názvu procedury vyplývá, jedná se o bod v prostoru. Tento bod, nazývaný Missed approach point (MAPt), je fiktivní bod v prostoru určený pomocí souřadnic WGS-84, na který je vrtulník naváděn pomocí systému družicové navigace. [1]

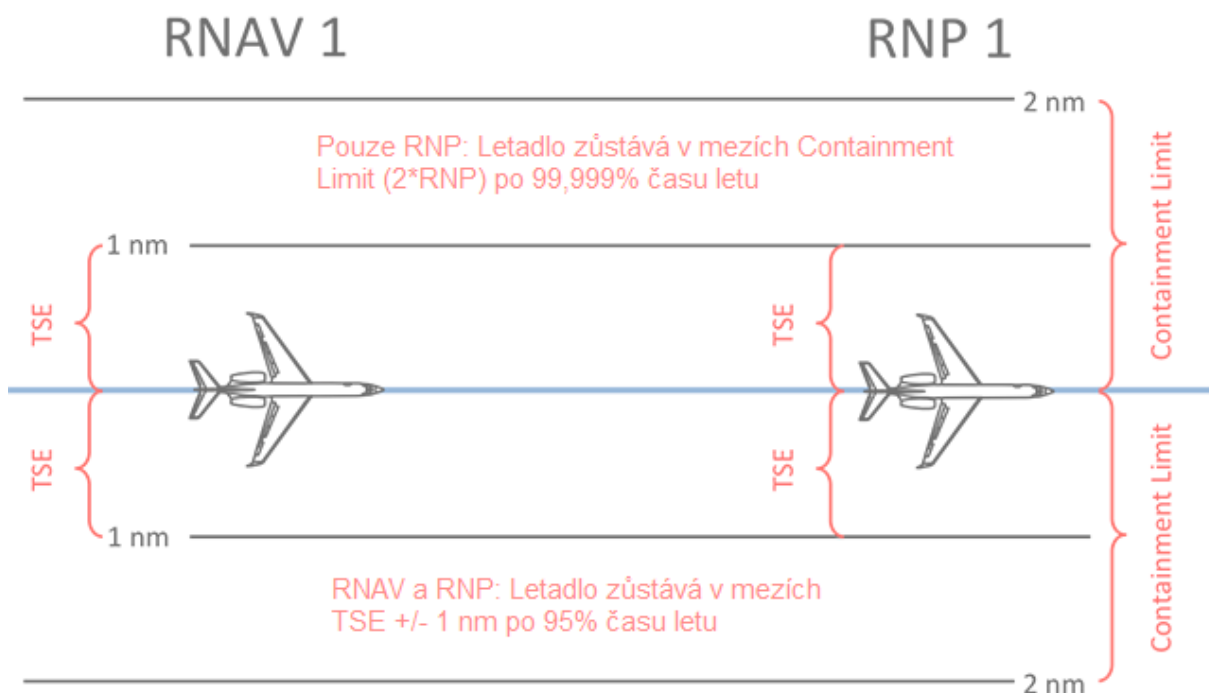
Globální navigační satelitní systém (GNSS) je dálkoměrný systém určující polohu přijímače. Princip fungování je založen na příjmu navigačních zpráv od satelitů obsahujících potřebné informace (označení, poloha, čas vysílání atd.) k výpočtu polohy. Pro přesné určení polohy je nutné přijmout zprávu alespoň od 4 různých satelitů. Kvůli vysokým požadavkům na přesnost je samotný GNSS pro potřeby letectví nevyhovující, a proto je nutné polohovou informaci zpřesnit. V případě PinS se využívá zpřesňující systém založený na satelitech (Satellite Based Augmentation systém - SBAS). Jedná se o síť referenčních pozemních stanic s přesně danou polohou, které přijímají signál

z družic a odesílají ho do výpočetního centra, kde dochází k výpočtu různých korekcí. Tyto korekce jsou poté pomocí geostacionárních satelitů zpřístupněny uživatelům. [2, 3] Právě již zmíněný bod nezdařeného přiblížení (MAPt) je klíčovým bodem celého přiblížení. Jedná se totiž o bod na rozhraní letu podle přístrojů (IFR) a letu za vidu země (VFR).

1.1.1 Přístrojový segment přiblížení

Přístrojový segment přiblížení začíná v bodě Initial approach fix (IAF) a končí bodem MAPt. Jedná se o část přiblížení, kdy je let prováděn podle pravidel IFR s požadovanou navigační výkonností (Required navigation performance-RNP). V tomto úseku je také vrtulníku zajišťován odstup od okolních překážek (Obstacle clearance area-OCA). [4]

Požadovaná navigační výkonnost je část systému Performance based navigation (Navigace založená na výkonnosti-PBN), který začleňuje Prostorovou navigaci (Area navigation, RNAV) a přidává možnost kontinuálního sledování přesnosti systému a upozornění pilota v případě odchýlení od plánované trati. Například RNAV-1 zajišťuje, že letadlo se bude nacházet v mezích Total system error (TSE) 1 námořní míle po 95 % času letu. Avšak pod RNP-1 bude pilot navíc upozorněn, pokud systém vyhodnotí, že TSE přesáhne $2 \cdot \text{RNP}$ (v tomto případě 2 námořní míle) na hladině pravděpodobnosti vyšší než 10^{-5} (Obrázek 1). [5]



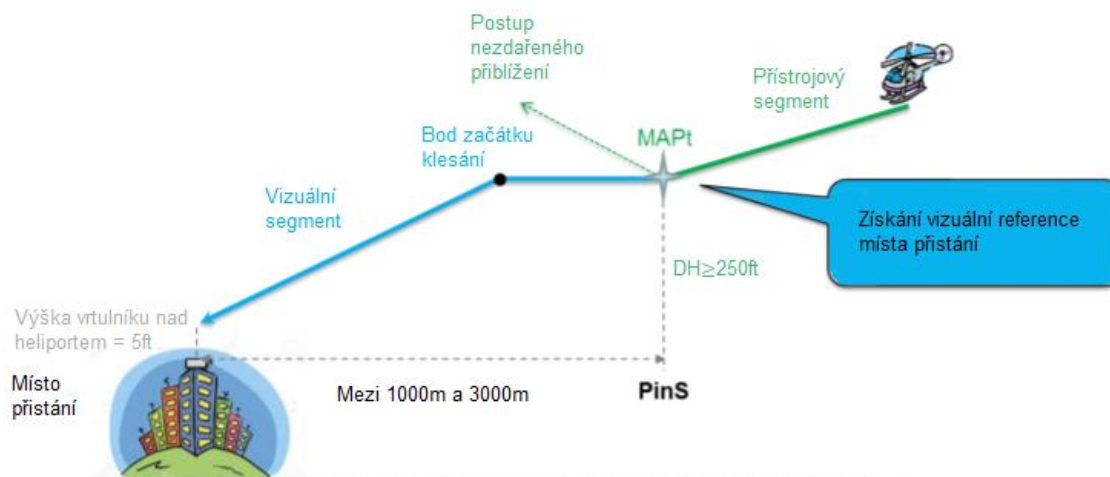
Obrázek 1: Koncept RNP. Upraveno z [5]

1.1.2 Vizualní segment přiblížení

Pokud pilot získá požadované vizualní reference, může pokračovat z bodu PinS (MAPt) na Final Approach and Takeoff Area (FATO). Pokud pilot nezíská požadované vizualní reference před bodem PinS (MAPt), musí zahájit postup nezdařeného přiblížení. Ve vizualním segmentu se procedura PinS dělí na dva možné scénáře, a to „pokračujte vizualně“ („proceed visually“) a „pokračujte dle VFR“ („proceed VFR“). Vzhledem k zaměření práce se uvažují pouze postupy s LPV minimy, které umožňují snížení výšky rozhodnutí (Decision height – DH) až do 250 ft nad terénem. [4]

1.1.2.1 Postup „pokračujte vizualně“

Jde o postup využívaný pro heliporty nebo místa přistání, které jsou podle dokumentu ICAO Annex 14 Volume II klasifikovány jako nepřístrojové. Před, nejpozději v bodě MAPt, pilot ověří, zdali je schopen vidět místo přistání nebo s ním spojené referenční body. Pokud ano, vrtulník je veden z bodu MAPt na FATO pod pravidly IFR (Visual Meteorological Conditions-VMC nemusí být splněny). V tomto segmentu jsou také zajištěny specifické odstupy od překážek. Pokud pilot není schopen do bodu MAPt identifikovat místo přistání nebo publikované referenční body, musí provést postup nezdařeného přiblížení (Obrázek 2). [4]

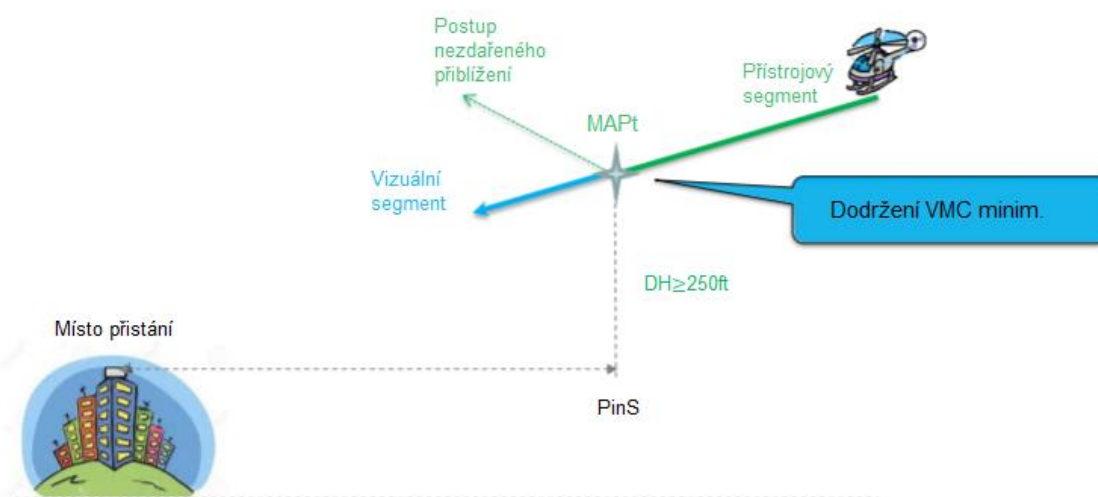


Obrázek 2: Schéma PinS "pokračujte vizualně" do LPV minim. Upraveno z [4]

1.1.2.2 Postup „pokračujte dle VFR“

Jedná se o postup využívaný pro heliporty, potažmo místa přistání, které by nemusely vyhovovat standardům nepřístrojových heliportů podle ICAO Annex 14 Volume II. Přístrojová část přiblížení je shodná s postupem „proceed visually“, liší se pouze kritérii

rozhodnutí v bodě MAPt. Před, nejpozději v bodě MAPt, musí pilot rozhodnout, zdali jsou dodrženy VMC podmínky stanovené provozovatelem pomocí identifikace stanovených referenčních bodů. Pokud jsou VMC podmínky splněny, pilot přejde z letu podle pravidel IFR do letu podle pravidel VFR. V této vizuální části není zajišťován odstup od okolních překážek. Tudíž za včasné vyhnutí je odpovědný po celou dobu pilot. Pokud nejsou VMC požadavky splněny, musí být proveden postup nezdařeného přiblížení (Obrázek 3). [4]



Obrázek 3: Schéma PinS "pokračujte dle VFR" do LPV minim. Upraveno z [4]

1.1.3 Postup nezdařeného přiblížení

Postup nezdařeného přiblížení je trať, která dovede vrtulník z bodu MAPt do bodu umožňujícího zahájení nového přiblížení, případně odlet do prostor s lepšími podmínkami. Pokud nejsou dodrženy stanovené požadavky dohlednosti v bodě MAPt, je nutné u obou zmíněných scénářů provést postup nezdařeného přiblížení. Trať nezdařeného přiblížení je letěna pod pravidly IFR s RNP APCH a po celou dobu je zde zajišťován specifický odstup od okolních překážek, závisející na fázi nezdařeného přiblížení. [4]

1.2 Příklady praktického zavedení

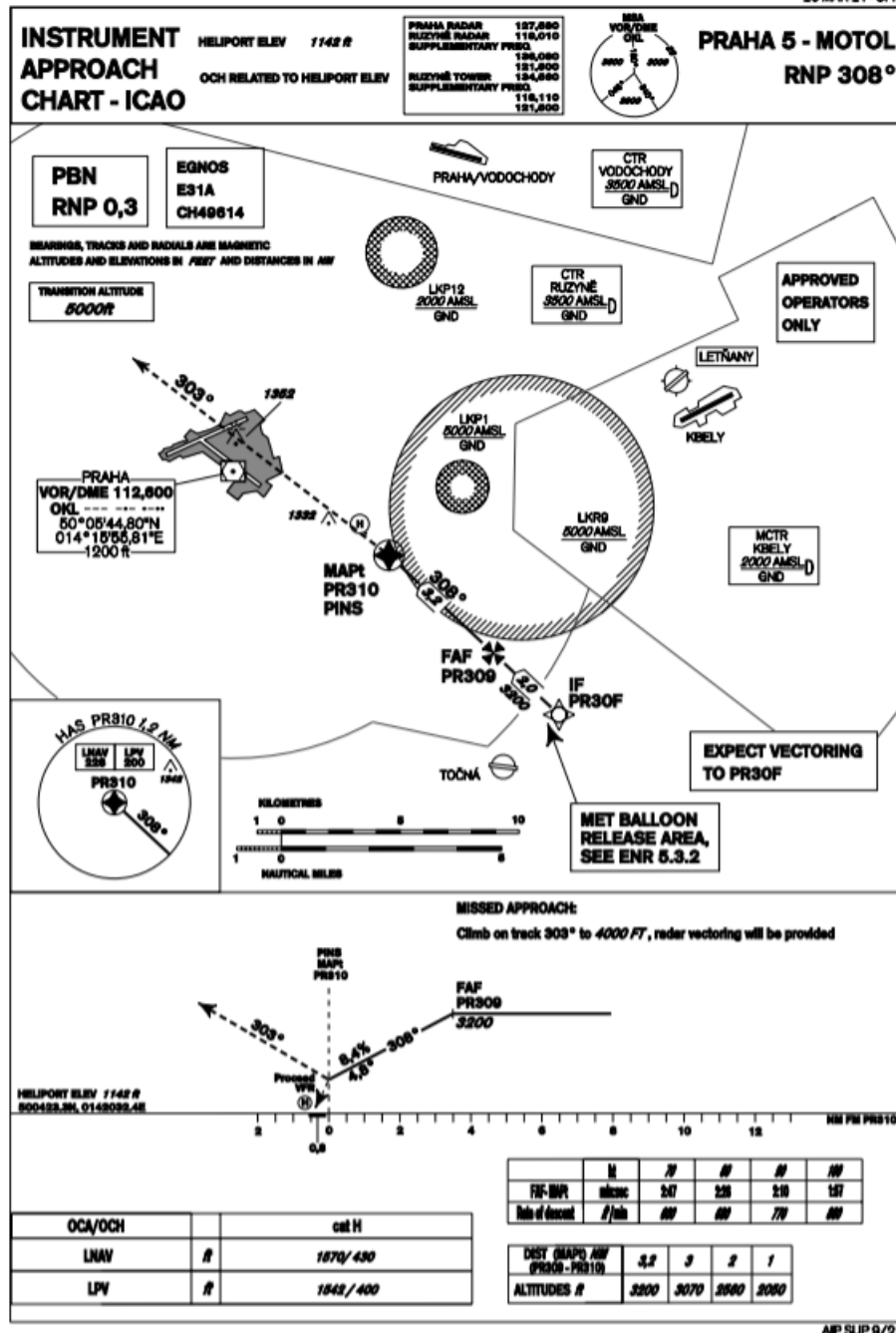
Nesporné výhody procedur PinS, mezi které patří nízké požadavky na pozemní infrastrukturu a možnost jednoho přiblížení pro několik míst přistání, jednoznačně přispívají k faktu, že jsou tyto procedury již implementovány v reálném provozu. Momentálně jsou tyto procedury zaváděny po celém světě. Využití nacházejí jak u provozovatelů LZS, tak i u klasických vrtulníkových dopravců.

1.2.1 Procedury PinS v České republice

V České republice je využívání PinS schváleno zatím pouze pro oprávněné provozovatele LZS, a proto je první a momentálně také jedinou implementací na našem území přiblížení na Fakultní nemocnici v Motole, která se nachází v Praze.

1.2.1.1 Přiblížení na Fakultní nemocnici v Motole

Jedná se o přiblížení na heliport, který je umístěný na střeše budovy urgentního příjmu. V současné době je zavedena pouze procedura přiblížení, odlet PinS zatím v ČR není implementován. Celá procedura je konstruována ve třídě vzdušného prostoru D v řízeném okrsku CTR Ruzyně. Přiblížení je konstruováno pro vrtulníky s požadovanou navigační výkonností RNP 0,3. Ve vizuálním segmentu byla zvolena možnost „pokračujte dle VFR“, tudíž ve vizuálním segmentu není zajišťován odstup od okolních překážek. Zvláštností toho přiblížení je absence IAF, kdy je vrtulník naváděn řízením letového provozu rovnou na bod IF (Obrázek 4). [6]



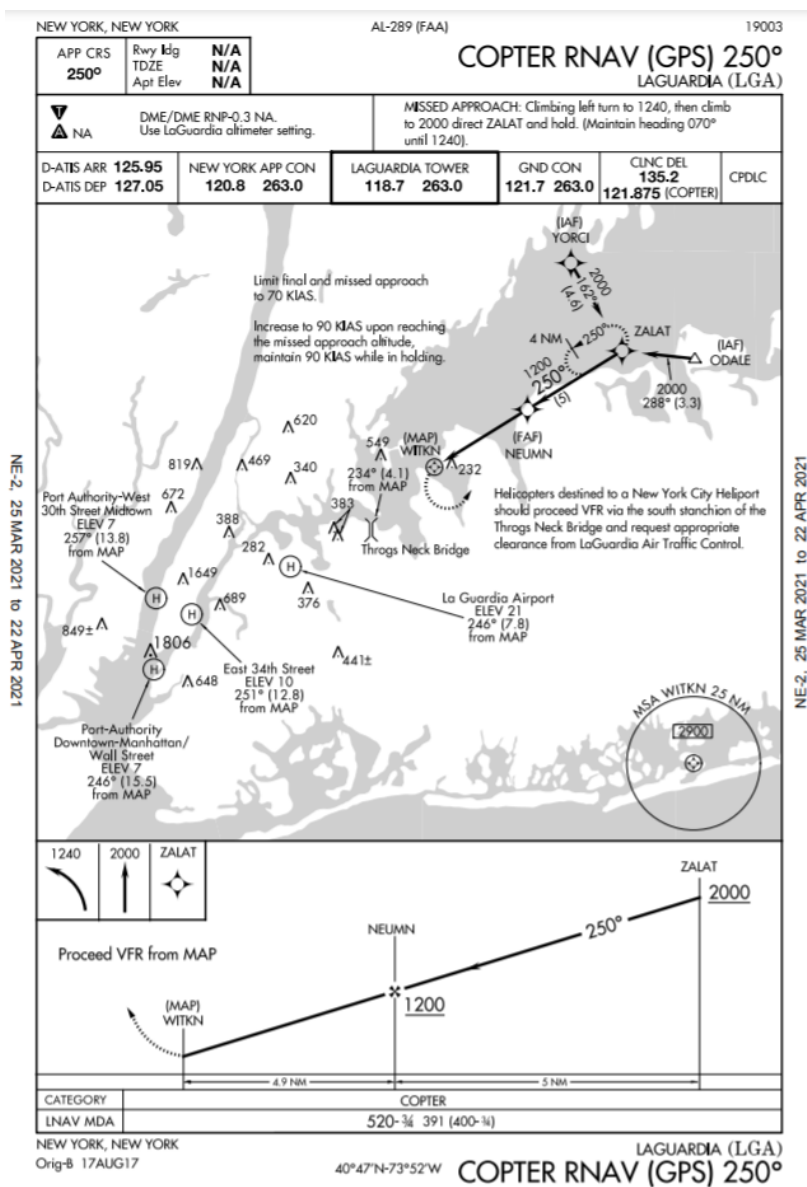
Obrázek 4: Mapa přiblížení PinS Motol. Převzato z [6]

1.2.2 Procedury PinS ve světě

Mimo Českou republiku se s přiblížením nebo odletem PinS můžeme setkat například v evropských státech jako je Rakousko, Norsko, Itálie nebo Německo, kde převládá využití těchto postupů pro LZS. Mimo Evropu jsou tyto procedury využívány například ve Spojených státech amerických, kde jsou využívány nejen leteckou záchrannou službou, ale i klasickými dopravci, například pro přistání na heliportech v New Yorku.

1.2.2.2 Přiblížení LaGuardia

Dalším příkladem je procedura PinS v americkém městě New York. Jedná se o přiblížení na několik heliportů umístěných v blízkém okolí letiště LaGuardia. Přiblížení je konstruováno pro vrtulníky s RNP 0,3 a ve vizuálním segmentu byl zvolen postup „proceed VFR“. Unikátností tohoto přiblížení je právě větší počet možných míst přistání z jednoho přiblížení, což je jeden z hlavních atributů procedur PinS (Obrázek 6). [8]



Obrázek 6: Mapa přiblížení LaGuardia. Převzato z [8]

1.3 Realizované studie bezpečnosti PinS

Nejdůležitějším faktorem v letectví je bezpečnost, proto by pro každý již zavedený postup PinS měla existovat studie bezpečnosti. Avšak většina těchto dokumentů je neveřejná. Výjimkou je dokument vydaný organizací EUROCONTROL s názvem *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [4]. Tento dokument obsahuje poradenský materiál pro lokální implementace studií bezpečnosti procedur PinS, popis procedur PinS, provozní postupy těchto procedur a v neposlední řadě také obecnou studii bezpečnosti procedury PinS, ve které jsou popsány detaily a zdůvodnění jednotlivých kroků. Dalším důležitým výstupem tohoto dokumentu je stanovení obecných nebezpečí pro procedury PinS a také navrhovaná opatření pro jejich zmírnění. Tato nebezpečí a opatření pro provoz v neřízeném prostoru jsou uvedena v Tabulce 1. [4]

Tabulka 1: Obecná nebezpečí a opatření přiblížení PinS. Přeloženo z [4]

Nebezpečí	Opatření
Vychýlení vrtulníku z plánované trati vůči terénu v přístrojové části	Vybavení vrtulníku, pozemní infrastruktura
Vychýlení vrtulníku z plánované trati vůči jinému provozu v přístrojové části	Vybavení vrtulníku, výcvik posádek, pozemní infrastruktura
Sblížení okolního provozu s letadlem letícím proceduru PinS	Vybavení letadel, komunikace
Vychýlení vrtulníku z očekávané trati vůči terénu ve vizuální části	Výcvik posádek, pozemní infrastruktura
Vychýlení vrtulníku z očekávané trati vůči jinému provozu ve vizuální části	Vybavení vrtulníku, výcvik posádek
Neschopnost včasné decelerace a přípravy na přistání ve vizuální části	Výcvik posádek, pozemní infrastruktura

Z Tabulky 1 je patrné, že obecná nebezpečí vycházející z dokumentu organizace EUROCONTROL se dají aplikovat na každou proceduru PinS. Avšak při lokální implementaci procedur PinS je nutné tato obecná nebezpečí dále specifikovat a přizpůsobit daným podmínkám.

1.3.1 Přehled vědecké literatury

V návaznosti na zavádění procedur PinS bylo vypracováno i několik vědeckých prací rozšiřujících tuto problematiku. Jednou z těchto prací je i *Flight Evaluation of Helicopter Curved Point-in-Space Approach Procedures* [9]. Tato studie se zabývá problematikou

traťově nepřímých přiblížení. Ve svých výsledcích prezentuje dosaženou navigační výkonnost během přiblížení v porovnání s požadovanou navigační výkonností. Dále je zde řešena problematika lidské výkonnosti. Studie se zabývá vyhodnocením pracovní zátěže pilotů a jejich přehledu o okolní situaci. Dalším výstupem je také vyhodnocení výhod integrované modulární avioniky a implementace pokročilých programů autopilota pro automatizované přiblížení. A v neposlední řadě se tato studie zabývá i vlivem vrtulníkového provozu na různé aspekty letového provozu. [9]

Další publikací je článek *Issues with Introducing Instrument Flights for Helicopter Emergency Medical Service* [10]. Předmětem této publikace je identifikace jednotlivých úskalí zavádění GNSS navigace zahrnující i procedury PinS do provozu letecké záchranné služby. Dále se v publikaci zmiňují návrhy pro optimalizaci, zvýšení provozuschopnosti a bezpečnosti letecké záchranné služby. [10]

Jednou z prací zabývajících se procedurami PinS je i diplomová práce *Využitelnost PinS pro lety HEMS* [1]. Tato práce se zabývá především mapováním současného stavu provozu LZS na území České republiky a možnostmi jednotlivých provozovatelů. V práci jsou také zmíněna možná vylepšení pro vybraná stanoviště LZS a posléze jsou zde vyhodnocena potenciálně nejvýhodnější místa pro zavedení PinS. [1]

Přestože výše zmíněné publikace poskytují velmi široké spektrum informací o procedurách PinS, žádná z dohledaných neřeší tyto procedury z pohledu studie bezpečnosti. Přesto však bylo možné některé informace využít pro studii bezpečnosti. Například stanovení pracovní zátěže v průběhu přiblížení z dokumentu *Flight Evaluation of Helicopter Curved Point-in-Space Approach Procedures* [9]. Ostatní dokumenty byly použity spíše pro lepší pochopení fungování celého systému než pro samotné vstupy do studie bezpečnosti.

1.4 HEMS v České republice

V průběhu desítek let provozu letecké záchranné služby (LZS) na našem území vykrytalizoval systém, bez kterého si poskytování zdravotnických služeb dokážeme jen těžko představit. Vrtulníky LZS jsou povolávány hned k několika typům zásahů. Nejčastějším typem zásahů jsou primární lety. Jedná se o lety na tísňovou výzvu, při kterých vrtulník odlétá na místo události, kde zdravotnický personál provede prvotní ošetření a poté transportuje pacienta do požadovaného zdravotnického zařízení, popřípadě jej předá posádce pozemní zdravotnické záchranné služby. Dalším typem

letů jsou lety sekundární. Jsou to předem plánované lety, nejčastěji akutní transport pacienta mezi zdravotnickými zařízeními, popřípadě převoz různých zdravotnických týmů. Primární a sekundární lety se někdy též označují jako lety Helicopter Emergency Medical Services (HEMS). Další využití nachází vrtulníky LZS v ambulančních letech. Jedná se o lety, kdy pro pacienta není vhodný převoz po zemi. Tyto lety tvoří pouze nepatrnou část všech zásahů.

V současné době je na našem území 10 stanic LZS. Většina stanic (6) je provozována firmou DSA a.s., dále jsou dvě stanice provozovány firmou ATE a dvě stanice provozuje stát (AČR, LS PČR). Důležitým kritériem je provozní doba stanice. V době 07-20 hodin je v provozu všech 10 stanic (Obrázek 7), avšak provoz v režimu 24/7 funguje pouze na 6 stanicích. Tím se v nočních hodinách prodlužují časy potřebné k dosažení pacienta, což vzhledem k charakteru zásahů a vytíženosti LZS v noci není kritické. [11]



Obrázek 7: Pokrytí území ČR službou LZS. Upraveno z [11]

Provozovatelé LZS zajišťují služby dvěma typy vrtulníků. Nejrozšířenějším typem je lehký vrtulník Airbus Helicopters EC-135 různých verzí. Armáda ČR využívá střední vrtulník PLZ W-3A Sokol. Od vybavení vrtulníku a certifikace posádky se také odvíjí schopnost provozu v IMC podmínkách, lety IFR. V současné době má proškolený personál a vrtulníky schválené pro lety IFR pouze Armáda ČR a LS PČR. Ostatní provozovatelé mohou létat pouze VFR, což jsou lety za vidu země. Lety VFR jsou pro LZS výhodnější, protože vrtulník může letět v malé výšce a nejkratší možnou cestou na místo zásahu. Na druhou stranu jsou provozovatelé omezovali poměrně striktními pravidly minimálních dohledností, které jsou uvedené v předpisu L2. Pokud meteorologická situace není v hranicích vytyčených předpisem, let, respektive zásah, nemůže proběhnout.

1.5 Limitace současného stavu

Protože systém PinS není prozatím v České republice příliš rozvinutý, hranice poznání nejsou široké. Jedním z faktorů je, že v České republice funguje pouze jedna procedura, a to již zmíněné přiblížení na Fakultní nemocnici v Motole. Jedná se o zkušební provoz přiblížení, který mohou využívat pouze LS PČR a AČR. A z toho vyplývá malé množství provozních zkušeností. Dalším faktorem je vybavení a výcvik soukromých dopravců, kteří obsluhují většinu stanic LZS. V současné době se těmto provozovatelům jeví využívání procedur PinS pro primární lety jako nevýhodné z časových důvodů a nutných investic do techniky a výcviku.¹

Dalším současným limitem je infrastruktura pro postup „pokračujte vizuálně“. Jelikož většina heliportů na našem území nevyhovuje požadavkům pro nepřístrojové přiblížení podle ICAO Annex 14 Volume II, je implementace tohoto postupu, který umožňuje ochranu před překážkami po celou dobu letu, budoucností.

Dále je zde možnost přistání na několika heliportech, potažmo místech přistání, z jediného přiblížení. Tato jedinečná vlastnost by jistě našla uplatnění i v České republice, na místech s více nemocnicemi nebo základnami a nemocnicemi v těsné blízkosti, avšak dle dostupných informací mají s touto vlastností zkušenosti pouze ve Spojených státech amerických.

Důležitými jsou také odletové tratě PinS. Při implementaci PinS na nemocniční zařízení je odlet velmi důležitý, protože vrtulník, který přistane na nemocniční heliport, bude bez možnosti odletu tento heliport blokovat. A protože mohou nepříznivé meteorologické podmínky setrvat i několik dní, byl by to velký problém jak pro provozovatele, tak pro systém LZS a jeho schopnost včasného transportu pacienta do zdravotnického zařízení. Tyto procedury již našly uplatnění v několika evropských státech, avšak nikoliv v České republice.

Dalším omezením je vydávaná dokumentace na téma procedur PinS. V podstatě jediným volně dostupným dokumentem je *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace*[4] vydaný organizací EUROCONTROL. Tento dokument slouží pouze jako obecný přehled a poradenský materiál. Jelikož se dokumenty EUROCONTROL

¹Informace poskytnuta v rámci videokonference s provozovateli LZS (v rámci projektu Výzkum vlivu rušení GNSS signálu v oblasti letectví – CK01000183)

vztahují pouze na členské státy, bylo by žádoucí vytvořit konkrétnější poradenský materiál beroucí v úvahu například geografická specifika členských států a jejich vliv na bezpečnou implementaci těchto procedur.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na poslední ze zmíněných limitací. Realizace volně dostupné studie bezpečnosti pro přiblížení PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky nastíní specifika pro implementaci a doplní, potažmo konkretizuje, již zmíněný dokument *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [4].

2 Metodika

Jelikož momentálně neexistuje studie bezpečnosti vytvořená pro konkrétní implementaci PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky, praktickou částí této bakalářské práce je právě její vyhotovení. Jedná se o implementaci systému komunikace, navigace a sledování (Communication, navigation, surveillance – CNS), proto byla pro zhotovení této studie použita metodika Safety assessment methodology (SAM), která je svojí konkrétností a specifiky právě pro CNS nejvhodnější. Obsahem metodické části je popis konkrétní procedury, metodický popis studie bezpečnosti a kroky, které na ni navazují. [12]

2.1 Návrh konkrétní procedury PinS v České republice

Pro realizaci studie bezpečnosti bylo nutné zvolit vhodnou lokaci, kde implementace procedur PinS dává smysl. Po analýze nemocnic, geografických a meteorologických poměrů bylo zvoleno přiblížení na Krajskou nemocnici v Liberci. Klíčovými faktory v konečném rozhodnutí byla specifická meteorologická situace v dané oblasti a také fakt, že nemocnice plánuje rozsáhlou modernizaci Centra urgentní medicíny, což bude mít vliv i na vytíženost heliportu. V tomto případě by se tedy jednalo o přiblížení PinS s vizuální částí „pokračujte dle VFR“ na nemocniční heliport v neřízeném vzdušném prostoru třídy G. Přestože heliport Krajské nemocnice Liberec neodpovídá požadavkům pro nepřístrojový heliport dle ICAO Annex 14 Volume II, je ve studii bezpečnosti zvažován i postup „pokračujte vizuálně“ jako možnost budoucího rozvoje. Heliport se nachází v městské zástavbě, v poměrně geograficky členité části města. V současné době je provozován v režimu VFR den/noc. Heliport je samostatně stojící, 20 m vysoká stavba, která je lávkou spojena s nemocnicí. Hlavní směr přiblížení je 155° a vedlejší 330°. Pro vzlety jsou využívány směry 150° a 335°. Oblast vzletu a přistání (Touchdown and Liftoff Area – TLOF) je betonový kruh o průměru 20 m a je totožná s Oblastí určenou pro finální přiblížení a vzlet (Designated Final Approach and Take-Off Areas – FATO). Únosnost heliportu činí 6400 kg, což umožňuje provoz i středních typů vrtulníků. [13] [14]

Specifikem místního prostředí je meteorologická situace. Liberec leží v údolí mezi Jizerskými a Lužickými horami, kde dochází k častému výskytu mlhy kvůli sestupu

studeného vzduchu z okolních hor. Další vzácností je i takzvaný fénový efekt. Jedná se o situaci, kdy se vlivem přetékání vzduchu přes horskou překážku tento vzduch nejdříve ochlazuje a poté se v oblasti závětrné strany výrazně ohřívá, což způsobuje výrazné rozdíly teplot na obou stranách masivu. Tento fenomén můžeme díky Ještědsko-kozákovskému hřbetu pozorovat právě i v Liberci. [15]

2.2 Realizace studie bezpečnosti pro vybrané procedury

Metodika Safety Assessment Methodology (SAM) je nástroj vytvořený organizací EUROCONTROL, který komplexně popisuje jednotlivé kroky při tvorbě bezpečnostní studie pro systémy CNS. Metodika je složena ze tří částí, Functional Hazard Assessment (FHA), Preliminary System Safety Assessment (PSSA) a System Safety Assessment (SSA). Přestože se metodika SAM skládá ze tří částí, v této bakalářské práci jsou adresovány pouze první dvě, a to FHA a PSSA. SSA není součástí této práce, protože posuzovaný systém není ve fázi implementace či provozu. V částech adresovaných v této práci autor identifikuje hrozící nebezpečí, vyhodnotí jejich dopad na provoz a popřípadě vypracuje návrh systému, který zmírní identifikované hazardy. [12]

2.2.1 Functional Hazard Assessment

Prvním krokem SAM je zhotovení FHA. V procesu FHA je cílem identifikovat potenciální nebezpečí a vyhodnotit jejich vliv na bezpečnost provozu v daných podmínkách. Výstupem z FHA je stanovisko, jak bezpečný by daný systém měl být.

2.2.1.1 FHA-zahájení

Úvodním krokem FHA je shromažďování a analýza dostupných informací o posuzovaném systému, prostředí, ve kterém funguje, a regulačním rámci, který zajišťuje, že veškeré kroky bezpečnostní studie budou uspokojivě vykonány. Cílem úvodního kroku FHA je porozumění systému a prostředí, ve kterém se nachází tak, aby bylo možné vykonat zbylé kroky FHA, potažmo PSSA a SSA. K dosažení cíle úvodního kroku je využíváno hned několik vstupů. [12]

Mezi tyto vstupy patří dostupné informace o samotném systému, popis jeho fungování, stanovení funkcí daného systému a vzájemný vztah mezi nimi, nejčastěji vyjadřovaný pomocí blokového schéma, a popis systémových hranic, které mohou mít různý charakter. Hranice mohou být geografické, kdy systém pokrývá pouze nějakou konkrétní

část vzdušného prostoru, provozní, kdy je systém využíván pouze při specifických okolnostech nebo například časový. [12]

Další důležitou částí je popis provozního prostředí. Jedná se o soubor informací, které popisují prostředí, ve kterém bude systém implementován. Jde o detailní popis proměnných jako jsou výkonnost letadel, která budou systém využívat, pozemní infrastruktura, lokální meteorologická specifika, topografie, hlukové limity a další. [12]

Pro pochopení mohou být využity i další zdroje jako jsou například výstupy z FHA vytvořené v obecnějším kontextu daného systému, výstupy z FHA pro podobné systémy, výsledky zkušebního provozu či simulace a v neposlední řadě také zkušenosti z provozu podobných systémů. [12]

2.2.1.2 FHA-plánování

Po důkladném seznámení se se systémem je žádoucí přistoupit k plánování. Tento krok slouží ke stanovení rozsahu a cílů FHA, definování jednotlivých kroků FHA a časovému rozvržení.

Pro dosažení cílů tohoto kroku je žádoucí koordinace všech zúčastněných subjektů, ať už se jedná o poskytovatele služeb řízení letového provozu, regulující orgány, uživatele nebo například výrobce příslušných zařízení. [12]

2.2.1.3 FHA-vymezení bezpečnostních cílů

Po provedení obou předchozích kroků je možné vypracovat hlavní část FHA, a to je vymezení bezpečnostních cílů. V této části dochází k samotné identifikaci nebezpečí, stanovení následků nebezpečí na provoz systému, potažmo provoz letadel, stanovení závažnosti jednotlivých nebezpečí a odvození bezpečnostních cílů, které určují přijatelnost výskytu nebezpečí na dané hladině pravděpodobnosti. [12]

Prvním krokem je identifikace potenciálních nebezpečí. Jednotlivá nebezpečí jsou řetězce událostí, ze kterých mohou vznikat nebezpečné situace. Proto je nutné při identifikaci nebezpečí postupovat velice pečlivě. Doporučenou metodou pro odhalování potenciálních nebezpečí je kombinace systematické metody, ve které pomocí klíčových slov identifikujeme jednotlivá selhání funkcí daného systému, metody „Brainstorming“ a analýzy databáze nebezpečí, zpráv z nehod a jiných FHA. Pro relevantnost studie je nutné brát v potaz veškerá možná nebezpečí, která se mohou při provozu systému objevit. Může se jednat o nebezpečí vycházející ze selhání služeb řízení letového

provozu, pochybení lidského faktoru nebo například nebezpečí vycházející z meteorologické situace. [12]

Po stanovení jednotlivých nebezpečí je nutné identifikovat jejich efekt na provoz systému. Pro stanovení efektu nebezpečí na provoz je nutné brát v potaz několik parametrů. Mezi tyto parametry patří vliv na schopnost poskytovat služby řízení letového provozu, pracovní podmínky posádky, schopnost kooperace posádky s řídicím letového provozu, vlastnosti a vybavení letadla a funkčnost pozemní části navigačního systému. Výstupem této části by měly být scénáře nejkritičtějších věrohodných efektů jednotlivých nebezpečí. [12]

Dalším krokem FHA je určení závažnosti jednotlivých nebezpečí. Pro tento krok je využívána tabulka závažnosti důsledků z nebezpečí, která je součástí SAM. Po zpracování jednotlivých efektů je přidělena hodnota závažnosti ze stupnice 1 až 5, kdy 1 značí nejzávažnější scénář a 5 naopak. Při stanovování závažnosti je nutné brát v potaz několik různých faktorů daného nebezpečí. Jedná se o vliv na služby řízení letového provozu, což zahrnuje pracovní podmínky účastníků procesu a schopnost zvládnutí spolupráce těchto účastníků. Dalšími faktory, které je nutné brát v potaz, jsou čas, po který je subjekt nebezpečí vystaven, počet letadel vystavených nebezpečí, schopnost znovuzískání kontroly, detekce krizové situace, tempo rozvoje nebezpečné situace a fáze letu (Tabulka 2). [12]

Tabulka 2: Tabulka klasifikace závažnosti SAM (* řádky, které se nepoužívají při stanovování pouze nejhoršího věrohodného scénáře). Přeloženo z [12]

Třída závažnosti	1 [Nejzávažnější]	2	3	4	5 [Nejméně závažný]
Efekt na provoz	Nehoda	Vážný incident	Významný incident	Značný incident	Bez vlivu na bezpečnost
INDIKÁTORY ZÁVAŽNOSTI SET1: VLIV NA LETECKÉ NAVIGAČNÍ SLUŽBY					
Vliv na letecké navigační služby v prostoru odpovědnosti	Celková neschopnost poskytovat nebo udržet bezpečnou službu	Vážná neschopnost poskytovat nebo udržet bezpečnou službu	Částečná neschopnost poskytovat nebo udržet bezpečnou službu	Schopnost udržet či poskytovat bezpečnou, ale zhoršenou službu	Žádný bezpečnostní efekt na službu
Pracovní podmínky posádky a/nebo řídicího letového provozu	Pracovní podmínky, stress, zátěž takové, že nemohou vykonávat své úkoly	Pracovní podmínky, stress, zátěž takové, že nemohou vykonávat své úkoly efektivně	Pracovní podmínky, stress, zátěž takové, že jejich schopnosti jsou významně postiženy	Pracovní podmínky, stress, zátěž takové, že jejich schopnosti jsou lehce postiženy	Žádný efekt
Efekt na pozemní zařízení systému a/nebo funkční vlastnosti letadla	Celková ztráta funkčních schopností	Velké snížení funkčních schopností	Výrazné snížení funkčních schopností	Mírné snížení funkčních schopností	Žádný efekt
Schopnost řídicího a/nebo posádky vypořádat se s provozními podmínkami a stavem prostředí *	Neschopnost vypořádat se s provozními podmínkami a stavem prostředí	Velké snížení schopnosti vypořádat se s provozními podmínkami a stavem prostředí	Výrazné snížení schopnosti vypořádat se s provozními podmínkami a stavem prostředí	Mírné snížení schopnosti vypořádat se s provozními podmínkami a stavem prostředí	Žádný efekt

INDIKÁTORY ZÁVAŽNOSTI SET 2: VYSTAVENÍ					
Doba vystavení	Nebezpečí téměř permanentní. Snížení úrovně bezpečnosti přetrvává i po vyřešení počátečního problému	Nebezpečí může přetrvávat po dlouhý časový interval	Nebezpečí může přetrvávat po středně dlouhý časový interval	Nebezpečí může přetrvávat po krátký časový interval. Nehrozí výrazné konsekvence	Moc krátká doba pro efekt na bezpečnost
Počet letadel vystavených / oblast odpovědnosti	Všechna letadla v oblasti odpovědnosti	Všechna letadla v několika sektorech ŘLP	Letadla v male geografické oblasti nebo v oblasti s řídkým provozem	Jedno letadlo	Žádné letadlo ovlivněno
INDIKÁTORY ZÁVAŽNOSTI SET 3: NAVRÁCENÍ					
Oznámení, detekce a diagnostika *	Nedetekovaná zavádějící indikace	Nejednoznačná indikace. Těžko detekovatelné. Pravděpodobně špatná diagnostika	Může vyžadovat interpretaci. Detekovatelné. Možná špatná diagnostika	Jasně oznámení. Jednoduše detekovatelné, spolehlivá diagnostika	Jasně oznámení. Jednoduše detekovatelné, velmi spolehlivá diagnostika
Alternativní opatření (systémy či procedury) k dispozici	Bez existujících alternativních opatření. Provozovatel nepřipraven. Limitovaná schopnost zasáhnout	Limitovaná alternativní opatření, pouze částečná náhrada. Provozovatel neseznámen s procedurou nebo potřeba nové procedury	Alternativní opatření k dispozici, téměř celková náhrada. Záložní vybavení spolehlivé. Nutný zásah provozovatele, ale v rámci nacvičených procedur	Spolehlivá, automatická, komplexní alternativní opatření	Velice spolehlivá, automatická, komplexní alternativní opatření
Tempo rozvoje nebezpečné situace v porovnání s časem nutným pro oznámení, detekci, diagnostiku a aplikaci alter. opatření	Náhlé. Nedovoluje navrácení	Rychlé	Podobné	Pomalé	Mnoho času k dispozici

Finálním krokem FHA je stanovení bezpečnostních cílů. Toho je možné dosáhnout hned čtyřmi metodami. Jedná se o metodu kvantitativní, preskriptivní, kritickou a kvalitativní. Každá z těchto metod přistupuje ke stanovení bezpečnostních cílů odlišně, a proto je každá vhodná pro jiný systém či zaměření studie. Při stanovování bezpečnostních cílů je důležité pochopení statusu nejhoršího věrohodného scénáře (Worst credible case). Jedná se o stanovení následků nebezpečí, kdy je kladen důraz na „realističnost“ daných scénářů. Cílem tedy není nalézt scénář s nejkatastrofičtějšími následky, ale takový, který bude v určitých hranicích a nebude závislý na několika náhodných, extrémně vzácných událostech. [12]

Kvantitativní metoda je založena výpočtu pravděpodobností, že nebezpečí vyústí v daný efekt. Je vhodná pro použití u systémů, kde jsou vztahy mezi jednotlivými funkcemi dobře známy. Nevýhodou této metody je zdlouhavé a často náročné určování jednotlivých pravděpodobností. Preskriptivní metoda využívá ke stanovení bezpečnostních cílů nejhorších věrohodných scénářů. Její výhodou je jednoduchost a fakt, že v této metodě nedochází ke stanovování pravděpodobností vyústění nebezpečí v daný efekt. Nevýhodou této metody je fakt, že právě z důvodu absence již zmíněných pravděpodobností může dojít k přetechnizování či naopak, což se projeví až po několika letech provozu. Další metodou je kritická. Tato metoda je také založená na určování pravděpodobností, že nebezpečí vyústí v daný efekt. Avšak stanovení bezpečnostních cílů je vykonáno za použití Kritické matice. Tato metoda je vhodná pro použití u systémů, kde je stanovení pravděpodobností náročné, například lidské elementy. Nevýhodou této metody je, že pravděpodobnosti nejsou vypočteny, ale stanoveny odborným posouzením. Kvalitativní metoda taktéž pracuje s nejhoršími věrohodnými scénáři. Na základě závažnosti efektu nebezpečí jsou pak přiřazeny jednotlivé bezpečnostní cíle. Nespornou výhodou této metody je jednoduchost jejího použití. Nevýhodou této metody je odvození bezpečnostních požadavků, protože vývojáři a dodavatelé jednotlivých částí systému jsou zvyklí pracovat s kvantitativními požadavky na vybavení, nikoli kvalitativními. Výsledkem tohoto kroku je stanovení bezpečnostních cílů, což jsou maximální přijatelné frekvence pro výskyt daného nebezpečí. V závislosti na použité metodě se tyto pravděpodobnosti dají vyjádřit buď kvantitativně (Tabulka 3²) nebo kvalitativně (Tabulka 4). [12]

²Číselná vyjádření pouze ilustrativní

Tabulka 3: kvantitativní stanovení bezpečnostních cílů. Přeloženo z [12]

Maximální přípustná frekvence výskytu nebezpečí (Bezpečnostní cíl) [Na provozní hodinu]	Třída závažnosti nejhoršího věrohodného scénáře
$BC < 10E-7$	1
$10E-7 < BC < 10E-5$	2
$10E-5 < BC < 10E-4$	3
$10E-4 < BC < 10E-3$	4
$10E-3 < BC < 10E-1$	5

Tabulka 4: Kvalitativní stanovení bezpečnostních cílů. Přeloženo z [12]

Maximální přípustná frekvence výskytu nebezpečí (Bezpečnostní cíl)	Třída závažnosti nejhoršího věrohodného scénáře
EXTRÉMNĚ VZÁCNÉ	1
VZÁCNÉ	2
OBČASNÉ	3
PRAVDĚPODOBNÉ	4
POČETNÉ	5

2.2.2 Preliminary System Safety Assessment

Po dokončení FHA následuje Preliminary System Safety Assessment (PSSA). Tato část se taktéž skládá z několika kroků a jejím cílem je demonstrovat, zda – li architektura systému dosáhne cílů bezpečnosti stanovených v FHA.

2.2.2.1 PSSA – zahájení

Prvním krokem PSSA je zahájení. V tomto kroku je požadováno pochopení systémové architektury, konkrétnější specifikace provozního prostředí a pokud je to žádoucí, tak také identifikace regulačních požadavků a standardů využitelných pro daný systém. [12]

Ke splnění jednotlivých cílů tohoto kroku je již několik existujících vstupů. Mezi tyto vstupy do PSSA patří výstupy z FHA, popis systému, popis provozního prostředí, databáze, zprávy z leteckých nehod a další. [12]

Hlavní částí tohoto kroku je dodatečná specifikace provozního prostředí. Pro úspěšné provedení PSSA je nutné doplnit informace o provozním prostředí z FHA, protože provozní prostředí stanovené v FHA nemusí svojí konkrétností vyhovovat PSSA. Popis provozního prostředí v PSSA by měl být doplněn o informace viz Obrázek 8. [12]

Současné CNS/ATM schopnosti	Výkonnost a vybavení letadla	Schopnosti okolních center ŘLP	Letištní infrastruktura
<ul style="list-style-type: none">• Vybavení• Navigační schopnosti a výkonnost (RNP, RNAV)• Sledovací schopnosti a výkonnost (PSR, ADS)• Komunikační schopnosti a výkonnost (hlas, data-link)• Současné procedury	<ul style="list-style-type: none">• Technické požadavky• Výkonnost stanovená provozovatelem	<ul style="list-style-type: none">• Technické charakteristiky stanoviště ŘLP• Detailní provozní výkonnost	<ul style="list-style-type: none">• Popis světelných soustav• Komunikační vybavení• Procedury pohybů na letišti

Obrázek 8: Doplněkové informace k PSSA. Přeloženo z [12]

2.2.2.2 PSSA –plánování

Po dokončení předchozího kroku je nutné, stejně jako u FHA, přistoupit k fázi plánování. V této fázi taktéž dochází k definování cílů a rozsahu PSSA, stanovení jednotlivých kroků, časového rozložení a v neposlední řadě také stanovení potřebných vstupů. Ke kompletaci tohoto kroku je využíváno několik různých vstupů, ať už se jedná o výstupy z FHA, bezpečnostní plány systému, nebo všeobecné systémové plány. Cílem tohoto kroku je vytvoření a následné schválení plánu PSSA. [12]

2.2.2.3 PSSA – stanovení bezpečnostních požadavků

Po vytvoření vhodného plánu PSSA přichází na řadu hlavní krok PSSA a tím je stanovení bezpečnostních požadavků pro jednotlivé části systému. Ke splnění cíle PSSA je využíváno všech dostupných, a v rámci studie vytvořených dokumentů. Výstupem z tohoto kroku jsou výsledky bezpečnostní analýzy. [12]

Proces stanovování bezpečnostních požadavků se skládá z několika částí. První částí je upřesnění dílčích funkcí a jejich přínos bezpečnosti. Tato část se dále dělí na dvě podčásti, kterými jsou rozbor funkcí na dílčí funkce a upřesnění. Při rozboru funkcí na dílčí funkce je žádoucí každou funkci systému rozložit do stavu, kdy je přiřaditelná k systémovým prvkům, kterými jsou člověk, procedura nebo vybavení. Rozklad funkcí umožňuje identifikovat, popřípadě upřesnit, což je druhou podčástí, jak dílčí funkce přispívají k jednotlivým bezpečnostním cílům. Při tvorbě první části mohou být nalezeny nové funkce systému, ze kterých vycházejí nová nebezpečí a ty je nutné doplnit do FHA. [12]

Druhou částí tohoto kroku PSSA je zhodnocení architektury systému. V této části dochází k rozhodnutí, zda a jak architektura systému a její části způsobují nebo přispívají k již nalezeným nebezpečím. Dále je pak posouzen jejich efekt v souladu s bezpečnostními cíli. Nebezpečí pak mohou vyplynout z několika různých situací (Obrázek 9). V této části tedy dochází k nastínění možných scénářů z provozního prostředí a následná analýza, zda tyto scénáře nezpůsobují nějaká, ještě neidentifikovaná nebezpečí. Pokud takové nebezpečí existuje, je nutné ho doplnit do FHA. [12]

Normální provoz systému	Selhání prvků systému	Selhání z běžných příčin	Zavádění a přechod do provozu
<ul style="list-style-type: none"> • Normální interakce mezi prvky systému • Chování systému v extrémních podmínkách • Charakteristiky prvků systému, které mohou způsobit selhání 	<ul style="list-style-type: none"> • Selhání individuálních prvků systému • Částečná selhání ovlivňující jiné prvky 	<ul style="list-style-type: none"> • Selhání běžných prvků (elektrina) • Selhání přilehlých systémů • Slehání z procesu implementace 	<ul style="list-style-type: none"> • Nebezpečí vzniklá zaváděním a přechodem do provozu • Nebezpečí vzniklá návratem k předešlému provozu v případě selhání nového systému

Obrázek 9: Seznam situací pro odvození nových nebezpečí. Přeloženo z [12]

Další částí PSSA je aplikace strategií zmírňujících rizika. Tato aplikace je prováděna z důvodu snižování existujících rizik na přijatelnou úroveň. Snižování rizika nebezpečí se v zásadě provádí třemi způsoby. Prvním je eliminace nebezpečí, což je metoda, kdy je nebezpečí odstraněno ze systému výběrem nejméně nebezpečného návrhu systému či nastavením provozních limitů. Dalším je snížení nebezpečí ve smyslu frekvence. Pokud není možné nebezpečí odstranit úplně, je žádoucí podniknout opatření, která sníží frekvenci výskytu nebezpečí na minimum nebo sníží pravděpodobnost, že ze selhání vznikne nebezpečí. Poslední možností je řízení nebezpečí. To spočívá v zajištění stavu systému, kdy daná nebezpečí nepředstavují nepřijatelná rizika. Tohoto stavu je možné dosáhnout snižováním závažnosti efektů nebezpečí. Pro snížení závažnosti je žádoucí například implementace systémů upozorňujících na selhání, systémy navrácení kontroly a pohotovostní procedury. [12]

Po úpravě architektury systému strategiemi snižujícími rizika je žádoucí přistoupit k další části. Touto částí je přiřazení jednotlivých bezpečnostních cílů jednotlivým bezpečnostním požadavkům a specifikace bezpečnostních požadavků pro jednotlivé prvky systému. Toho je možné dosáhnout přiřazováním úrovní zajištění (Assurance Level – AL) jednotlivým prvkům systému v oblasti Hardware, Software a Procedure. Proces přiřazování úrovně zajištění (ÚZ) je založen na posuzování závažnosti efektu nebezpečí a pravděpodobnosti, že dané nebezpečí vyústí právě v tento efekt (Tabulka 5). [12]

Tabulka 5: Tabulka metodiky přiřazení úrovně zajištění. Přeloženo z [12]

Pravděpodobnost výskytu daného efektu	Závažnost následku nebezpečí			
	1	2	3	4
Velmi pravděpodobné	ÚZ1	ÚZ2	ÚZ3	ÚZ4
Pravděpodobné	ÚZ2	ÚZ3	ÚZ3	ÚZ4
Nepravděpodobné	ÚZ3	ÚZ3	ÚZ4	ÚZ4
Velmi nepravděpodobné	ÚZ4	ÚZ4	ÚZ4	ÚZ4

Při přiřazování úrovně zajištění je také nutné brát v potaz metodu stanovení bezpečnostních cílů, zda – li byly stanoveny všechny efekty nebezpečí, nebo pouze nejhorší věrohodné. Výstupem z této části je tabulka úrovní zajištění pro jednotlivá nebezpečí, z nichž je vybrána nejstriktnější úroveň zajištění, která je výsledkem pro danou oblast. [12]

2.3 Kroky navazující na studii bezpečnosti

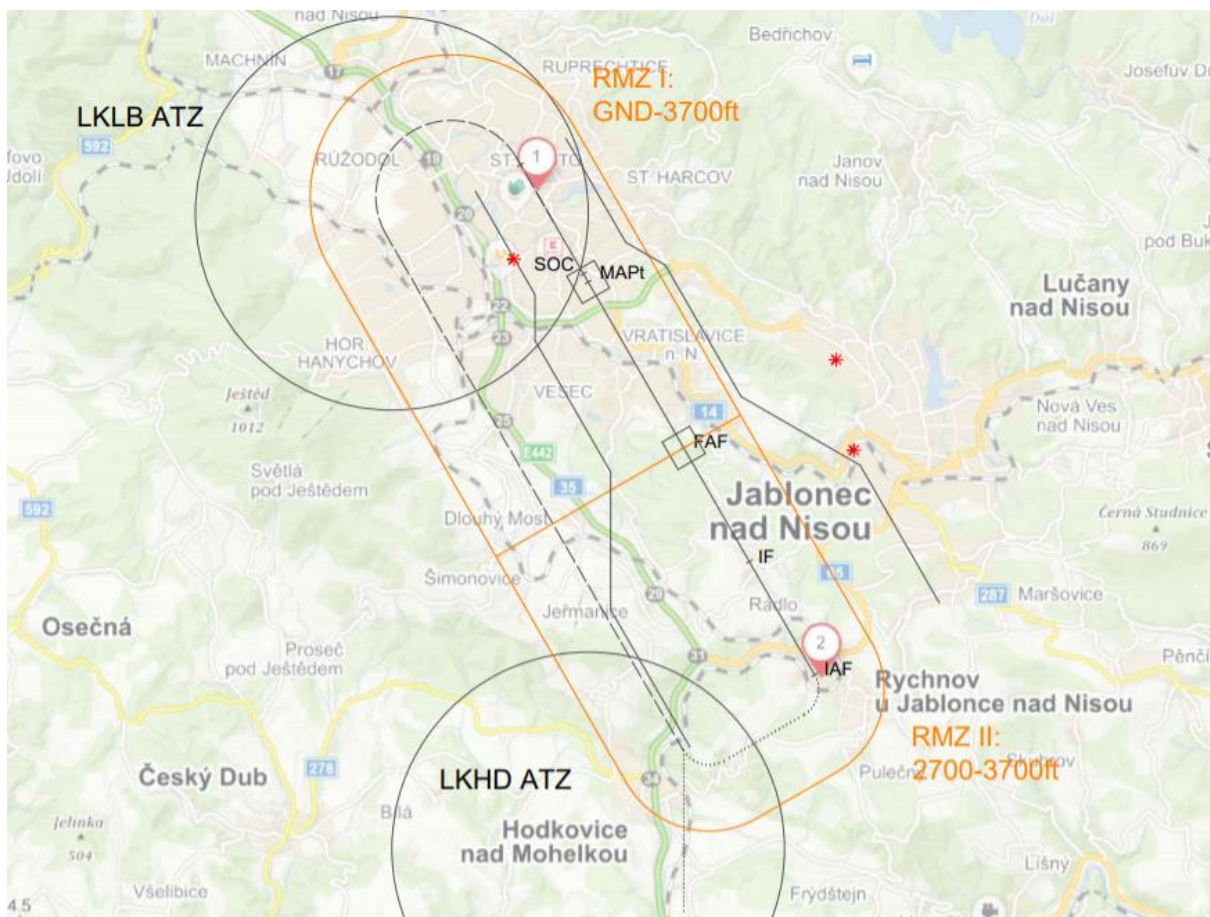
Po dokončení FHA a PSSA je žádoucí provést několik dalších kroků. Prvním z nich je porovnání výsledků studie bezpečnosti s již existujícími studiiemi či s relevantní dostupnou literaturou. Porovnáním průběhu a výsledků studie s již existující literaturou je možné do jisté míry zaručit validitu studie, která je jedním z nejdůležitějších faktorů. Dalším výsledkem porovnávání mohou být i specifika implementace systému v daném prostředí. Vzhledem k široké rozmanitosti prostředí členských států organizace EUROCONTROL není součástí dokumentu *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [4] specifikace lokální implementace. Tudíž je možné porovnáním literatury určit specifické bezpečnostní požadavky pro implementaci v daném prostředí.

3 Výsledky

Dalším krokem studie bezpečnosti je publikace získaných výsledků. V této kapitole jsou prezentovány jak výsledky práce v rámci přípravy na provedení studie bezpečnosti, tak výsledky jednotlivých kroků provedené bezpečnostní studie přiblížení PinS.

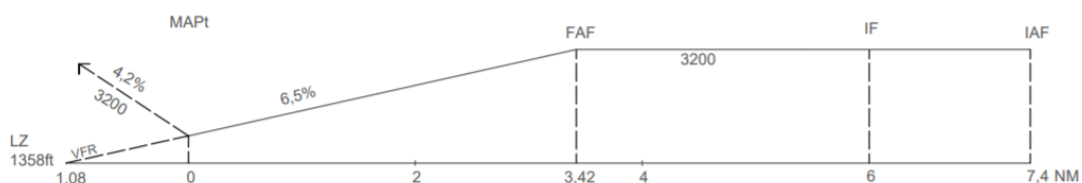
3.1 Návrh přiblížení PinS pro LKLC

Vzhledem k absenci jakýchkoliv plánů pro přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice Liberec, bylo přiblížení navrženo v rámci projektu 21X1BZ Bezpečnost v letecké dopravě, kde studenti spolupracují na vědeckovýzkumné činnosti Fakulty Dopravní, která je zakončena právě bakalářskou prací. Přiblížení je koncipováno jako přímé, ve směru 330°, nacházející se ve vzdušném prostoru třídy G, za předpokladu navýšení horní hranice prostoru do letové hladiny 95. v Oblasti s povinným rádiovým spojením (Radio Mandatory Zone – RMZ). Tato RMZ, která je provozována na stejné frekvenci jako služba Liberec RADIO, konkrétně 122,605 MHz, je rozdělena na dvě části tak, aby mohl v omezené míře probíhat místní provoz v Letištní provozní zóně (Aerodrome Traffic Zone – ATZ) Hodkovice a zároveň, aby vrtulníky letící proceduru PinS nemusely ladit službu Hodkovice RADIO. Přiblížení je navrženo pro let rychlostí 120 KIAS v segmentu počátečního přiblížení (Initial Approach Segment) a v segmentu středního přiblížení (Intermediate Approach Segment). V segmentu finálního přiblížení (Final Approach Segment) je maximální rychlost letu omezena na 90 KIAS. Součástí návrhu přiblížení je i postup nezdařeného přiblížení, který vede vrtulník z bodu nezdařeného přiblížení (MAPt) do počátečního bodu přiblížení (Initial Approach Fix – IAF), potažmo do bodu, ze kterého je možné odletět na náhradní místo přistání. Postup nezdařeného přiblížení se skládá z levé zatáčky o 180 ° a přímého úseku. Maximální rychlost letu v této části přiblížení je stanovena na 90 KIAS (Obrázek 10). Souhrn informací o přiblížení je uveden v Příloze 1. V rámci tvorby návrhu vznikla i myšlenka zavedení jednoho přiblížení PinS s místy přistání na heliportu KNL a základně LZS v Liberci. Jedná se totiž o ideální situaci, kdy jsou základna LZS i nemocnice velice blízko sebe. Avšak tento návrh není v rámci této práce řešen z důvodu náročnosti konstrukce procedury.



Obrázek 10: Situační nákres přiblížení PinS na heliport KNL

Vertikálně je přiblížení navrženo z výšky 3200 ft s úhlem klesání 6,5 %. Vertikální vedení je navrženo tak, aby vyhovovalo i těžším vrtulníkům, které mohou na heliportu operovat. Postup nezdařeného přiblížení je navržen jako stoupání pod úhlem 4,2 % z bodu Začátek stoupání (Start Of Climb – SOC) přímo do 3200 ft (Obrázek 11). Bod SOC

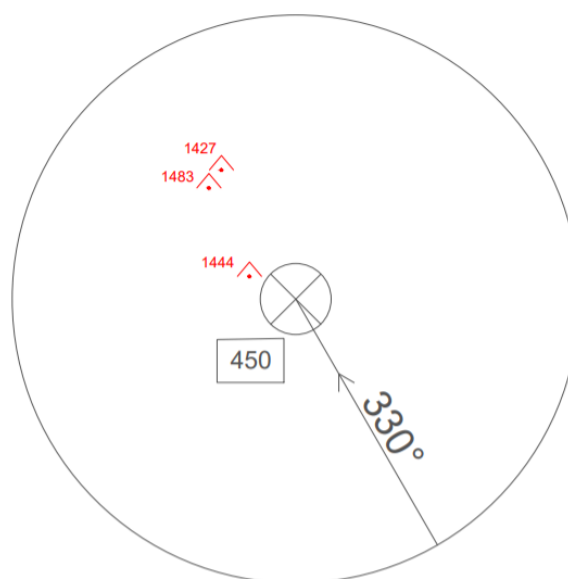


Obrázek 11: Vertikální nákres přiblížení PinS na heliport KNL

je publikován tak, aby pokryl prodlevu účinků řídicích prvků vrtulníku a reakční dobu pilota pro zahájení nezdařeného přiblížení.

Součástí návrhu je i diagram výšky nad terénem (Height above surface – HAS) s vyznačenými překážkami. Jedná se o diagram, který zobrazuje rozdíl výšek Bezpečné nadmořské výšky (Obstacle Clearance Altitude – OCA) a nejvyššího terénu v okruhu 0,8 NM od bodu nezdařeného přiblížení (MAPt). Dále jsou na tomto diagramu zaznamenány všechny relevantní překážky a jejich výšky. Diagram HAS musí být součástí každého přiblížení PinS „pokračujte dle VFR“ (Obrázek 12). [16]

HAS MAPt, 0.8 NM



Obrázek 12: Diagram výšky nad terénem pro bod MAPt

3.2 Functional Hazard Assessment

Prvním výsledkem FHA je Obrázek 13 zobrazující shromážděné informace k pochopení prostředí implementace a samotného systému. Dalším výstupem z FHA je blokové schéma. Toto schéma zobrazuje posloupnost jednotlivých událostí v průběhu letu přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice v Liberci. Součástí jsou jak hlavní konstrukční prvky procedury, tak kritická místa, kde je nutné rozhodnutí či akce posádky. Za pomoci blokového schématu je možné si vytvořit přehled o systému a jeho využití a také slouží ke snazší identifikaci jednotlivých funkcí přiblížení PinS. Blokové schéma pro přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice v Liberci je uvedeno v Příloze 2.

Prostředí implementace	Procedura
<ul style="list-style-type: none"> • Severní Čechy • Neřízený vzdušný prostor třídy G • V blízkosti procedury PinS 2 ATZ s místním provozem • Procedura v údolí, omezený prostor • Procedura nad zastavěnou oblastí • absence významných překážek v sektoru přiblížení 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouze přiblížení PinS • Dočasně pouze postup "pokračujte dle VFR", požadováno VMC • Postup "pokračujte vizuálně" součástí studie • Přímé přiblížení, bez zataček • Přiblížení s LPV minimy • Provoz 24/7 • Postup nezdařeného přiblížení

Obrázek 13: Informace o proceduře a prostředí

Hlavním výstupem z FHA je tabulka nebezpečí (Příloha 3) jejíž část sloužící pro ilustraci je uvedena v Tabulka 6. V této příloze jsou uvedena nebezpečí asociovaná s přiblížením a následná práce s nimi, která zahrnuje stanovení efektu nebezpečí, okolních podmínek a závažnosti efektu nebezpečí. Nebezpečí uvedená v Příloze 3 se vztahují výhradně na postup „pokračujte dle VFR“. Avšak při bezpečnostní studii byl brán v potaz i postup „pokračujte vizuálně“ jako možná varianta do budoucna. Postup „pokračujte vizuálně“ je z hlediska bezpečnosti přijatelnější, protože v něm dochází k eliminaci několika nebezpečí (Tabulka 7). Nebezpečí v Příloze 3 jsou vázána k jednotlivým funkcím systému, odvozeným z blokového schéma. Dále jsou zde také uvedeny okolní podmínky jednotlivých funkcí, potažmo nebezpečí. To jsou podmínky (vybavení, postupy) v nichž se daná funkce vykonává, respektive nebezpečí objevuje. Ke stanovení závažnosti nebezpečí je v této práci použit postup identifikace nejhoršího věrohodného scénáře, tudíž každému nebezpečí připadá pouze 1 efekt, který je stanoven jako nejhorší věrohodný. Třída závažnosti efektu nebezpečí je stanovena dle Tabulka 2. Poslední částí je sloupec s poznámkami či vysvětlením.

Tabulka 6: Ilustrační část Přílohy 3

ID nebezpečí	Funkce	Nebezpečí	Efekt nebezpečí	Okolní podmínky	Třída závažnosti	Zdůvodnění/Poznámky
N-IFR-4		Ztráta orientace v IMC	Chybné vnímání pohybu vrtulníku, srážka s terénem	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	1	

Tabulka 7: Nebezpečí nevztahující se na postup „pokračujte vizuálně“

ID nebezpečí	Nebezpečí
N-IVFR-1	Chybné vyhodnocení dohlednosti
N-IVFR-2	Pokračování v letu IFR po MAPt
N-VFR-1	Nemožnost nebo komplikovaná identifikace překážek
N-VFR-4	Vybočení z předpokládané tratě v prostoru "pokračujte dle VFR"

Další a zároveň poslední částí FHA je stanovení bezpečnostních cílů na základě třídy závažnosti nejhoršího věrohodného scénáře nebezpečí. V této studii je ke stanovení bezpečnostních cílů využito kvalitativní metody, byť je organizací EUROCONTROL doporučována metoda kvantitativní. Tato metoda je zvolena z důvodu nedostatečné praxe autora v číselném vyjadřování frekvencí i faktu, že mnoho nebezpečí je spojeno s lidským faktorem, který je pro kvantitativní vyjádření bezpečnostních cílů nevhodný. V této části jsou také vyjádřeny frekvence výskytu jednotlivých nebezpečí v závislosti na 1 hodinu provozu. Tyto frekvence jsou stanoveny autorem s přihlédnutím k metodice SAM. Stanovení bezpečnostních cílů pro přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice v Liberci je uvedeno v Příloze 4 a ilustrační materiál je uveden v Tabulka 8.

Tabulka 8: Ilustrace tabulky stanovení bezpečnostních cílů

ID bezpečnostního cíle	Bezpečnostní cíl	Frekvence výskytu (/hodina provozu)	Okolní podmínky	Odkaz nebezpečí
BC-IFR-1	Extrémně vzácné	1.5E-06	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	N-IFR-1

3.3 Preliminary System Safety Assessment

Prvním krokem v rámci PSSA je rozklad funkcí systému na dílčí funkce (Tabulka 9). V tomto kroku jsou funkce systému identifikované v rámci FHA znovu zanalyzovány a rozloženy

na elementární funkce. Z těchto dílčích funkcí jsou odvozena nová nebezpečí, která nebyla nalezena v rámci FHA a jsou zanesena do FHA, viz Tabulka 10.

Tabulka 9: Rozklad funkcí na dílčí funkce

Funkce	Dílčí funkce
Let IFR	podání letového plánu, komunikace v neřízeném vzdušném prostoru, řízení letu, udržování odstupu od okolního prostoru (neřízený vzd. prostor)
Přejít na frekvenci RMZ	Obsluha radiostanice, ohlášení ATZ (pokud k dispozici), komunikace na frekvenci
Získání METAR LKLC	Poskytování METAR, žádost o METAR, obdržení METAR
Korekce trajektorie a výšky letu	Analýza odchylky, vstupy do řízení
Přechod IFR -> VFR (postup "pokračujte dle VFR")	Identifikace dohlednostních podmínek, ověření dohlednostních podmínek (dvojčlenná posádka), rozhodnutí, ukončení letu IFR
Let VFR	Udržování odstupu od okolního provozu, udržování odstupu od překážek, řízení letu
Odklonění na náhradní letiště	Plánování náhradního letiště, výpočty paliva, komunikace s dispečerem LZS, odlet na záložní místo přistání
Procedura PinS	Aktuální navigační výkonnost, dostupnost postupů, napojení na IFR tratě

Tabulka 10: Nebezpečí odvozená z dílčích funkcí

ID nebezpečí	Nebezpečí
N-RMZ-4	Posádka se neohlásí stanovišti ATZ
N-MET-2	Zpráva METAR se nedostane k posádce
N-MET-3	K posádce se dostane nerelevantní soubor informací
N-PINS-1	Navigační výkonnost nižší než požadovaná navigační výkonnost

Další částí PSSA je zhodnocení architektury systému. V této části je vytvořeno několik relevantních scénářů (Tabulka 11), které mohou v průběhu provozu systému nastat a ze kterých mohou vzejít nová nebezpečí.

Tabulka 11: Zhodnocení architektury systému

Oblast	Provozní scénáře
Normální provoz systému	Teploty vyšší než 30 °C
	Teploty nižší než -15 °C
	Extrémní časový tlak na posádku
	Přiblížení na hranici limitů dohlednosti
Selhání prvků systému	Nefunkční METAR
	Selhání EGNOS
	Degradace navigační výkonnosti
	Poničení pozemních stanic EGNOS
Selhání z běžných příčin	Změny solárního systému
Zavádění a přechod do provozu	Nedostatečně proškolený personál

První oblastí je normální provoz systému. V této oblasti je identifikováno několik provozních scénářů, které mohou potenciálně vyvodit nová nebezpečí. Prvním ze scénářů je provoz přiblížení při vysokých teplotách vzduchu. S nárůstem teploty vzduchu také klesá hustota vzduchu, která má výrazný vliv na výkonnost vrtulníků. Avšak vrtulníky využívané v současné době v provozu LZS disponují přebytkem výkonu takovým, že je

tyto podmínky neovlivňují. Opakem tropických teplot jsou teploty hluboko pod bodem mrazu. V zimních měsících hrozí zamrznutí vrtulníkových částí, ztížená identifikace překážek pokrytých sněhem, či nízká dohlednost vlivem hustého sněžení. Dalším scénářem je přiblížení, kdy je posádka pod extrémním tlakem. Vzhledem k povaze provozu lze předpokládat, že na posádku, přepravující pacienta, který potřebuje neodkladnou lékařskou péči působí velký tlak. Tento tlak může zapříčinit jinak absurdní chování, jako například podklesání bodu MAPt při hraničních dohlednostních podmínkách za účelem dopravení pacienta do zdravotnického zařízení.

Další oblastí jsou selhání prvků systému. Prvním scénářem je nefunkční systém poskytování zpráv o meteorologické situaci METAR. Pokud tato situace nastane a pilot neobdrží zprávu o kterou žádal, nesmí v přiblížení pokračovat. Další variantou je obdržení nerelevantní zprávy. Pokud pilot tuto chybu neodhalí, může vzniknout nebezpečná situace. Dalším prvkem systému, který může selhat je samotný EGNOS. V takovém případě nemůže být zaručeno přesné určování polohy vrtulníku. Dalším je degradace navigační výkonnosti. V průběhu přiblížení může dojít k poklesu navigační výkonnosti, což vyústí v neschopnost dodržení limitů stanovených pro přiblížení. Posledním scénářem z této oblasti je poničení pozemních stanic EGNOS. V případě této události dochází ke snížení přesnosti polohové informace, avšak systém EGNOS disponuje jistou úrovní integrity, která výrazně snižuje dopady této události na bezpečnost.

Další oblastí jsou selhání z běžných příčin. Do této oblasti patří změny solárního systému. Pokud dochází ke změnám solárního systému, například změnám ionosféry, mohou tyto náhlé, nepředvídatelné události ovlivnit přesnost určení polohy.

Poslední oblastí je zavádění a přechod do provozu. V této části je scénář zavedení procedury PinS bez dostatečného proškolení řídicího na stanovišti ATZ. Nedůkladný výcvik zhoršuje efektivitu přenosu informací a může způsobit potenciálně nebezpečnou situaci. Nebezpečí odvozená v tomto kroku jsou uvedena v Tabulka 12.

Tabulka 12: Nebezpečí odvozená z provozních scénářů

ID nebezpečí	Nebezpečí
N-IFR-1	Vznik námrazy v IMC
N-IFR-4	Ztráta orientace v IMC
N-RMZ-5	Neproškolený řídící na stanovišti ATZ
N-IVFR-3	Podklesání bodu nezdařeného přiblížení
N-PINS-2	Poškození pozemních stanic
N-PINS-3	Změny solárního systému

Následně jsou v rámci PSSA aplikovány strategie zmiřující rizika nebezpečí. Tyto strategie jsou uplatněny pouze pro nebezpečí, u kterých je frekvence výskytu větší, než je přípustná hodnota stanovená bezpečnostním cílem. Tabulka 13 zobrazuje nebezpečí a korespondující strategie zmírnění.

Tabulka 13: Aplikace strategií zmířujících rizika nebezpečí

nebezpečí	Zmírnění	Frekvence výskytu před zmírněním (/provozní hodina)	Frekvence výskytu po zmírnění (/provozní hodina)
N-IFR-1	Instalace protinámrazových či odmrazovacích systémů na vrtulníky, signalizace vzniku námrazy	1.5E-06	1E-11
N-RMZ-5	Výcvik a přezkušování řídících stanoviště ATZ v oblasti provozu IFR	1E-02	1E-06
N-IVFR-3	Výcvik a periodické přezkušování pilotů, příprava na zvládání stresových situací	1E-05	1E-08

Dalším krokem je rozřazení jednotlivých dílčí funkcí do oblastí člověk, procedura a vybavení (Tabulka 14). Tento krok je vykonán z důvodu následného přiřazování úrovně zajištění (ÚZ) jednotlivým oblastem.

Tabulka 14: Rozřazení funkcí do oblastí

Oblast	Dílčí funkce
Člověk	Obsluha radiostanice, komunikace na frekvenci, analýza odchylky, řízení letu, kvalifikace IFR, rozhodnutí, odstup od okolního provozu a překážek, výpočty paliva, komunikace s dispečerem
Procedura	Ohlášení AFIS, žádost o METAR, podání letového plánu, komunikace v neřízeném vzdušném prostoru, identifikace dohlednostních podmínek, ověření dohlednostních podmínek, ukončení letu IFR, odlet na záložní místo přistání, plánování náhradního letiště
Vybavení	Poskytování METAR, obdržení METAR, aktuální navigační výkonnost, dostupnost postupů, napojení na IFR tratě

V návaznosti na rozřazení funkcí do oblastí je tedy vykonáno přiřazení Úrovně zajištění oblastem procedura a vybavení (Tabulka 15, Tabulka 16). Pro oblast člověk se stanovení úrovně zajištění nevyužívá. Výsledná úroveň zajištění udává určitou úroveň jistoty, že rizika spojená s používáním dané oblasti jsou redukována na přijatelnou úroveň. V praxi mohou být přiřazeny úrovně zajištění 1 až 4, kdy úroveň zajištění 1 dané oblasti značí, že pokud oblast selže, může mít toto selhání za následek smrt. V tomto případě byly přiřazeny úrovně zajištění 3, což značí, že pravděpodobnost výskytu efektu generovaného daným nebezpečím je v přijatelných mezích.

Tabulka 15: Stanovení ÚZ procedury

Nebezpečí	Úroveň zajištění procedury
N-RMZ-4	ÚZ4
N-MET-1	ÚZ3
N-IFR-2	ÚZ3
N-IFR-3	ÚZ3
N-IVFR-1	ÚZ3
N-IVFR-2	ÚZ4
N-DIV-1	ÚZ4
Výsledná ÚZ	ÚZ3

Tabulka 16: Stanovení ÚZ vybavení

Nebezpečí	Úroveň zajištění vybavení
N-MET-2	ÚZ4
N-MET-3	ÚZ3
N-PINS-1	ÚZ4
N-PINS-2	ÚZ3
N-PINS-3	ÚZ4
Výsledná ÚZ	ÚZ3

Poslední částí PSSA a zároveň i celé studie bezpečnosti přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice v Liberci je stanovení bezpečnostních požadavků pro daný systém. Tyto požadavky jsou rozděleny do dvou částí, a to stávající bezpečnostní požadavky (Tabulka 17), které je nutné zajistit a požadavky nově odvozené ve studii bezpečnosti (Tabulka 18).

Tabulka 17: Stávající bezpečnostní požadavky

Bezpečnostní požadavek	Odkaz nebezpečí	Odkaz bezpečnostního cíle
Kvalifikace pilotů pro lety IFR dle ÚCL (Doložka IR)	N-IFR-3, N-IFR-4, N-IFR-5	BC-IFR-3, BC-IFR-4, BC-IFR-5
Umístění signálních tabulí pro identifikaci dohlednosti	N-IVFR-1, N-VFR-1	BC-IVFR-1, N-IVFR-1
Přítomnost druhého pilota či technického člena posádky ve vrtulníku	N-VFR-3	BC-VFR-3
Školení nových posádek ve specifikách místního provozu	N-VFR-5	BC-VFR-5
Systém bezpečného selhání	N-PINS-2, N-PINS-3	BC-PINS-2, BC-PINS-3

Tabulka 18: Nově odvozené bezpečnostní požadavky

Bezpečnostní požadavek	Odkaz nebezpečí	Odkaz bezpečnostního cíle
Vybavení vrtulníků protinámrazovými a odmrazovacími systémy	N-IFR-1	BC-IFR-1
Výcvik a periodické přezkušování řídicích stanoviště ATZ v oblasti provozu IFR	N-RMZ-5	BC-RMZ-5
Výcvik a periodické přezkušování pilotů v oblasti procedur PinS, školení zaměřená na zvládnání stresových situací	N-IVFR-3	BC-IVFR-3

4 Diskuze výsledků

Výsledek této práce je možné rozložit na dvě části. První částí je samotný návrh přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice v Liberci. Návrh byl vytvořen v rámci projektu 21X1BZ Bezpečnost v letecké dopravě autorem této práce. Protože byl návrh vytvořen v souladu s dokumenty ICAO *Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual* [17] a *Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures* [16] pod odborným dohledem vedoucího práce, je možné zvažování implementace tohoto přiblížení do provozu, přestože nebylo vytvořeno odborníkem na problematiku konstrukce procedur. Výsledkem je tedy kompletní návrh přiblížení založený na v současné době používaných postupech pro přiblížení na heliport KNL. Cílem návrhu bylo vytvoření účelné procedury v neřízeném vzdušném prostoru, která svými parametry co nejvíce zkrátí čas převozu pacienta, čehož bylo její jednoduchostí dosaženo. V tomto návrhu se také počítá s posunutím horní hranice vzdušného prostoru třídy G do letové hladiny 95.

Druhou a zároveň také hlavní částí je samotná studie bezpečnosti. Pro studii bezpečnosti byla vybrána metodika SAM, která je svojí konkrétností a konstrukcí ideální pro studie bezpečnosti systémů CNS / ATM. Celkový výsledek bezpečnostní studie je rozdělen na dílčí výsledky vytvořené v průběhu studie. V rámci FHA bylo vytvořeno blokové schéma, které ulehčuje identifikaci jednotlivých funkcí a procesů v rámci zamýšleného provozu systému. Na základě blokového schématu a informací získaných při návrhu procedury byla vytvořena tabulka nebezpečí FHA. Nebezpečí uvedená v tabulce jsou nebezpečí, již stanovená v rámci dokumentu *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [4], avšak byla nalezena i nová nebezpečí specifická pro místní implementaci. Nová nebezpečí vychází ze zavedení RMZ pro přiblížení, kdy využívání této zóny klade další požadavky na posádku a vybavení, z čeho pramení nebezpečí. Dalšími zdroji nových nebezpečí jsou meteorologické a geografické podmínky implementace. Následně byly určeny pravděpodobnosti výskytu jednotlivých nebezpečí na základě úsudku autora s přihlédnutím k metodice SAM. Vzhledem k nedostatku dat o incidentech v procedurách PinS či podobných procedurách, mohou v odhadech frekvencí výskytu vznikat nepřesnosti.

V rámci PSSA bylo doplněno 10 nově objevených nebezpečí do tabulky FHA, viz Tabulka 10 a Tabulka 12. Tato nebezpečí vycházela z rozkladu funkcí na dílčí funkce a z provozních scénářů vytvořených na základě znalosti místních podmínek. Z porovnání frekvencí výskytu s bezpečnostními cíli vzešly 3 nebezpečí (Tabulka 13), na které musely být aplikovány strategie zmírňující rizika. V závěru bezpečnostní studie byly určeny požadavky na bezpečnou implementaci této procedury. Tyto požadavky jsou rozděleny na požadavky vzešlé z nebezpečí, které je nutné v rámci zachování bezpečnosti provozu zachovat a na nové požadavky, které byly stanoveny studií bezpečnosti.

Dalším krokem je zajištění validity studie. Studie byla vykonána v souladu s metodikou SAM a následně porovnána s dokumentem *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [4]. Po porovnání výstupů jednotlivých dokumentů je možné tvrdit, že vykonaná studie bezpečnosti je validní, vzhledem ke shodám obou dokumentů v průběžných výsledcích studie. Dalším validujícím faktorem je absence výrazných rozdílů při stanovování frekvencí podobných událostí.

Z celkových výsledků plyne, že při dodržení limitů stanovených v rámci studie bezpečnosti je přiblížení PinS na heliport Krajské nemocnice Liberec bezpečné. Avšak je nutné brát v potaz, že se jedná o studii bezpečnosti provedenou před implementací s téměř žádnými zkušenostmi z reálného provozu. Proto by bylo žádoucí, jakmile to bude možné, provést poslední krok metodiky SAM SSA.

Nabízí se otázka, zda – li je možné využít výstupy studie bezpečnosti i pro ostatní přiblížení PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky. Odpověď je taková, že v jisté míře ano. Přestože Česká republika není nijak rozlehlým státem, každé území má svá specifika. Výstupy této studie je tedy využít, ale je nutné pečlivě rozlišit místní specifika a studii případně přizpůsobit. V Tabulka 19 jsou uvedena nebezpečí, která jsou specifická pro implementaci v Liberci a jejich využití pro jiné implementace v rámci České republiky musí být pečlivě zváženo.

Tabulka 19: Nebezpečí specifická pro PinS Liberec

ID nebezpečí	Nebezpečí
N-IFR-1	Vznik námrazy v IMC
N-IFR-4	Ztráta orientace v IMC
N-RMZ-2	Rušení spojení v městské zástavbě
N-RMZ-4	Posádka se neohlásí stanovišti ATZ
N-RMZ-5	Neproškolený řídící na stanovišti ATZ
N-VFR-5	Nepředvídatelné proudění vzduchu v blízkosti heliportu
N-ODK-1	Nepříznivé podmínky na náhradním místě přistání

5 Závěr

Cílem této práce bylo vypracování studie bezpečnosti pro přiblížení PinS v neřízeném vzdušném prostoru na území České republiky. Nejdříve bylo nutné vybrat a navrhnout samotnou proceduru, která byla poté podrobena studii bezpečnosti. Tento krok zahrnoval nutnost porozumění problematice GNSS, potažmo PBN, a studium postupů při konstrukci procedur. Pro vykonání studie bylo nutné se důkladně seznámit s metodikou SAM, která byla nástrojem tvorby bezpečnostní studie. Po nastudování veškerých potřebných dokumentů byla provedena studie bezpečnosti SAM, v rozsahu FHA a PSSA. Výsledky studie byly zaznamenány v souladu s metodikou a porovnány s dostupnou literaturou, čímž byla částečně ověřena jejich validita.

Limitem této práce je určitě její rozsah. V této práci je řešena pouze problematika v rámci přiblížení a tato práce se vztahuje pouze na jedno konkrétní přiblížení PinS. Jak již bylo zmíněno, při tvorbě studie bezpečnosti jiného přiblížení PinS, je možné využívat tuto práci, avšak je žádoucí zmapovat specifika dané oblasti a postup práce tomu přizpůsobit. Dalším limitem je přístup k bezpečnostní studii, kdy ke stanovování frekvencí výskytu bylo využito kvalitativních metod, či úsudku autora. V kombinaci s nedostatkem dostupných dat, které by sloužily ke kontrole, tak mohou vznikat nepřesnosti a odchylky od reality.

Přínosem této práce je jistě právě zhotovení studie bezpečnosti pro proceduru PinS na našem území. Vzhledem k faktu, že jsou procedury PinS v České republice teprve v začátcích, není k dispozici mnoho literatury. Zvláště pak pro procedury PinS v neřízeném vzdušném prostoru. V této oblasti, dle dostupných informací, je tato práce dokonce první dostupnou. Dalším přínosem je jistě i specifikování bezpečnostních požadavků pro implementaci těchto procedur na našem území.

V rámci budoucích prací by bylo žádoucí dokončit tuto studii bezpečnosti provedením SSA. Dále provést studie bezpečnosti dalších zamýšlených přiblížení PinS tak, aby se zvýšil počet dostupné literatury a také aby bylo možné provádět srovnávání jednotlivých studií v rámci České republiky a tím tak získávat nové poznatky o specifikách implementace. Mezi tyto práce by mohla jistě patřit i práce zabývající se využitím jedné procedury PinS pro více míst přistání, která se zdá ideální například pro využití pro

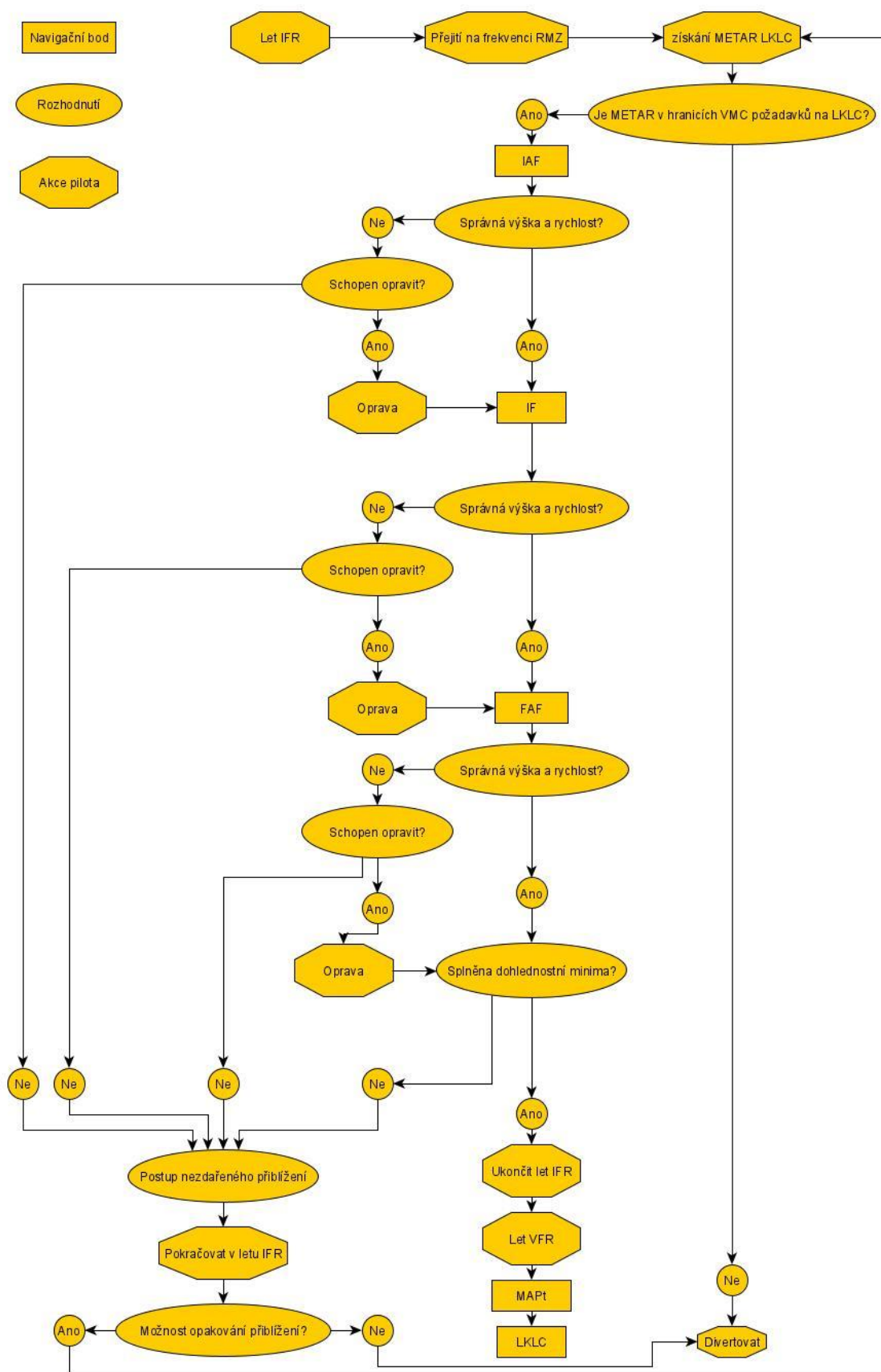
přiblížení na heliport nemocnice a základnu LZS právě v Liberci. Dalšími budoucími pracemi by mohly být práce zabývající se odlety PinS, protože implementace pouze přiblížení bez možnosti následného odletu je velice neefektivní.

Zdroje

- [1] KOMÍNEK, Tomáš. Využitelnost přiblížení PinS pro lety HEMS [online]. 2019 [vid. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83692>
- [2] ŠTRONER, Ing Martin. *Globální navigační satelitní systémy (GNSS)* [online]. [vid. 2021-03-21]. Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/vy1/OBS/GNSS_obs.pdf
- [3] *What is GNSS?* [online]. 1. března 2016 [vid. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>
- [4] *Helicopter point in space operations in controlled and uncontrolled airspace* [online]. [vid. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/publication/helicopter-point-space-operations-controlled-and-uncontrolled-airspace>
- [5] *2.1-3 AIRBUS PBN Impl. from Industry perspective.pdf* [online]. [vid. 2021-08-08]. Dostupné z: <https://www.icao.int/MID/Documents/2015/AFI-MID%20ASBU%20Impl.%20Workshop/2.1-3%20AIRBUS%20PBN%20Impl.%20from%20Industry%20perspective.pdf>
- [6] *AIP - Aeronautical Information Publication (AIS ANS C.R.)* [online]. [vid. 2021-04-29]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [7] *EAD Basic - EUROCONTROL* [online]. [vid. 2021-08-07]. Dostupné z: https://www.ead.eurocontrol.int/fwf-eadbasic/restricted/user/aip/aip_overview.faces
- [8] *Copter RNAV GPS LaGuardia* [online]. B.m.: Federal Aviation Administration. 17. srpna 2017. Dostupné z: https://resources.globalair.com/dtpp/globalair_00289COPTERR250.PDF
- [9] HALBE, Omkar, Mario HAMERS, Thomas LÜKEN a Sven SCHMERWITZ. Flight Evaluation of Helicopter Curved Point-in-Space Approach Procedures. *Journal of Air Transportation* [online]. 2020, **29**(2), 80–92. Dostupné z: doi:10.2514/1.D0210
- [10] KRAUS, Jakub a Marek ŠTUMPER. Issues with Introducing Instrument Flights for Helicopter Emergency Medical Service. *International Review of Aerospace Engineering (IREASE); Vol 10, No 4 (2017)*. 2017.
- [11] *Letecká záchranná služba v ČR – ZACHRANNASLUZBA.CZ* [online]. [vid. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/letecka-zachranna-sluzba/>
- [12] *European Organisation for the Safety of Air Naviga.pdf* [online]. [vid. 2021-07-30]. Dostupné z: https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/library/001a_Techniques_to_Support_EATMP_SAM.pdf
- [13] Naše nemocnice je opět blíže ke stavbě Centra urgentní medicíny. *Krajská nemocnice Liberec* [online]. [vid. 2021-07-08]. Dostupné z: <https://www.nemlib.cz/aktualita/nase-nemocnice-je-opet-blize-ke-stavbe-centra-urgentni-mediciny/>

- [14] *VFR příručka - Česká republika* [online]. [vid. 2021-07-23]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/hel_1_cz.html
- [15] *Portál ČHMÚ : Aktuální situace : Aktuální stav počasí : Česká republika : Stanice : Profesionální stanice : Přehled stanic : Liberec* [online]. [vid. 2021-08-08]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/prehled-stanic/liberec>
- [16] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. *Procedures for air navigation services*. 2014. ISBN 978-92-9249-637-1.
- [17] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, ed. *Performance-based navigation (PBN) manual*. 3. ed. Montreal: ICAO, 2008. Doc / International Civil Aviation Organization [Englische Ausgabe], 9613. ISBN 978-92-9231-198-8.

Příloha 2: Blokové schéma přiblížení



Příloha 3: Tabulka nebezpečí FHA

ID nebezpečí	Funkce	Nebezpečí	Efekt nebezpečí	Okolní podmínky	Třída závažnosti	Zdůvodnění/Poznámky
N-IFR-1	Let IFR	Vznik námrazy v IMC	Namrzání částí vrtulníku, chybná indikace základních letových přístrojů, nehoda	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	1	Velice závažný problém pro vrtulníky
N-IFR-2		Nesprávně vyplněný letový plán posádkou (chybějící informace)	Neschopnost efektivní práce posádky, výrazné zvýšení pracovní zátěže posádky	Letový plán podaný během letu	4	Ve většině případů se plán podává za letu
N-IFR-3		Nedodržení minimálních vzdáleností od okolního provozu	Výrazné zvýšení pracovní zátěže posádky, nehoda, incident, nutnost opakování přiblížení	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	2	
N-IFR-4		Ztráta orientace v IMC	Chybné vnímání pohybu vrtulníku, srážka s terénem	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	1	

N-RMZ-1	Přejítí na frekvenci RMZ	Posádka nepřeladí na frekvenci RMZ	Neschopnost komunikace s okolním provozem, výrazně zhoršené povědomí o okolní situaci	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	3	
N-RMZ-2		Rušení spojení v městské zástavbě	Snížená schopnost komunikace s okolním provozem, zhoršené povědomí o okolní situaci, přeslechnutí kritických informací	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	4	Vysoké budovy a členitý terén mohou v nižších výškách rušit spojení
N-RMZ-3		Poškození přijímače na vrtulníku	Neschopnost komunikace s okolním provozem, výrazně zhoršené povědomí o okolní situaci	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	3	
N-RMZ-4		Posádka se neohlásí stanovišti ATZ	Zvýšení pracovní zátěže řídicího a posádky	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	4	Pokud v provozu
N-RMZ-5		Neproškolený řídicí na stanovišti ATZ	Ztráta efektivity přenosu informací, vznik nejasností	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	4	Řídicí nejsou zvyklí na provoz IFR
N-MET-1	Získání METAR LKLC	Posádka si nezažádá o zprávu METAR	ztráta přehledu o situaci, překročení provozních limitů vrtulníku	Hlasový přenos, datový přenos	3	Vrtulníky mají stanovené meteorologické podmínky, ve kterých mohou operovat

N-MET-2		Zpráva METAR se nedostane k posádce	Posádka musí zažádat znovu, zvýšení pracovní zátěže posádky, nemožnost provést přiblížení	Hlasový přenos, datový přenos	4	
N-MET-3		K posádce se dostane nerelevantní soubor informací	Zvýšení pracovní zátěže posádky, pokud nerozpoznané může vyústit ve stresovou situaci	Hlasový přenos, datový přenos	3	
N-KOR-1	Korekce trajektorie a výšky letu	Posádka nereaguje na odchylku	Vychýlení z koridoru přiblížení, srážka s okolním provozem či terénem	Vstupy pilota na řídicí prvky	1	
N-KOR-2		Posádka reaguje prudce a způsobí odchylku ve druhém směru	Nestabilní přiblížení, zvýšení pracovní zátěže posádky, srážka s okolním provozem či terénem	Vstupy pilota na řídicí prvky	2	
N-IVFR-1	Přechod IFR -> VFR (postup "pokračujte dle VFR")	Chybné vyhodnocení dohlednosti	Nevčasná identifikace překážek, nehoda	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	2	
N-IVFR-2		Pokračování v letu IFR po MAPt	Zvýšení pracovní zátěže posádky, nemožnost včasné přípravy na kritickou fázi letu	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	4	Při problémech s vyhodnocováním dohlednosti
N-IVFR-3		Podklesání bodu nezdařeného přiblížení	Let pod bezpečnou výškou, srážka s terénem	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	2	

N-VFR-1	Let VFR	Nemožnost nebo komplikovaná identifikace překážek	Snížení rychlosti přiblížení, srážka s překážkou	Lidské smysly pro orientaci	2	
N-VFR-2		Špatná interpretace rychlosti a vzdálenosti	Překročení stanovené rychlosti, nemožnost decelerace na heliportu, opakování přiblížení	Lidské smysly pro orientaci	3	
N-VFR-3		Nedodržení minimálních vzdáleností od okolního provozu	Výrazné zvýšení pracovní zátěže posádky, nehoda, incident, nutnost opakování přiblížení	Lidské smysly pro orientaci	2	
N-VFR-4		Vybočení z předpokládané tratě v prostoru "pokračujte dle VFR"	Opakování přiblížení, kolize s překážkami	Lidské smysly pro orientaci	3	
N-VFR-5		Nepředvídatelné proudění vzduchu v blízkosti heliportu	Náhlé výkyvy vrtulníku, poškození vrtulníku při přistání s vysokou složkou vertikální rychlosti (Vortex Ring State)	Lidské smysly pro orientaci	2	Heliport se nachází mezi budovami, kde se může vítr nepředvídatelně točit
N-ODK-1	Odklonění na náhradní letiště	Nepříznivé podmínky na místě přistání	Spotřeba paliva, může vyústit až k nouzové situaci	Předem plánované postupy	3	Dynamické změny v počasí
N-ODK-2		Vzdálení se vrtulníku od očekávané polohy	Prodloužení času doletu k zásahu	Předem plánované postupy	5	Omezené či dokonce nemožné využití vrtulníku pro další lety

N-ODK-3		Chybná kalkulace paliva	Nedostatek paliva pro odlet na náhradní letiště	Předem plánované postupy	3	
N-PINS-1	Procedura PinS	Navigační výkonnost nižší než požadovaná navigační výkonnost	Vrtulník není schopen dodržet stanovenou trať v daných limitech	EGNOS	4	
N-PINS-2		Poškození pozemních stanic	Indikovaná poloha vrtulníku se neshoduje s reálnou polohou	EGNOS	4	Poškození pozemních stanic systému SBAS
N-PINS-3		Změny solárního systému	Degradace přesnosti celého přiblížení, chybná indikace polohy	EGNOS	2	Například náhlé změny v ionosféře, se kterými pozemní výpočetní centra nepočítají

Příloha 4: Tabulka stanovení bezpečnostních cílů

ID bezpečnostního cíle	Bezpečnostní cíl	Pravděpodobnost [hodina provozu]	Okolní podmínky	Odkaz nebezpečí
BC-IFR-1	Extrémně vzácné	1.5E-06	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	N-IFR-1
BC-IFR-2	Pravděpodobné	1E-04	Letový plán podaný během letu	N-IFR-2
BC-IFR-3	Vzácné	1E-07	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	N-IFR-3
BC-IFR-4	Extrémně vzácné	1E-10	Využívání letových přístrojů a systémů vrtulníku	N-IFR-4
BC-RMZ-1	Občasné	1E-06	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	N-RMZ-1
BC-RMZ-2	Pravděpodobné	1E-03	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	N-RMZ-2
BC-RMZ-3	Občasné	1E-07	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	N-RMZ-3
BC-RMZ-4	Pravděpodobné	1E-03	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	N-RMZ-4
BC-RMZ-5	Pravděpodobné	1E-02	Manuální ladění frekvence, hlasový přenos	N-RMZ-5
BC-MET-1	Občasné	1E-06	Hlasový přenos, datový přenos	N-MET-1
BC-MET-2	Pravděpodobné	1E-07	Hlasový přenos, datový přenos	N-MET-2
BC-MET-3	Občasné	1E-06	Hlasový přenos, datový přenos	N-MET-3
BC-KOR-1	Extrémně vzácné	1E-11	Vstupy pilota na řídicí prvky	N-KOR-1
BC-KOR-2	Vzácné	1E-09	Vstupy pilota na řídicí prvky	N-KOR-2
BC-IVFR-1	Vzácné	1E-07	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	N-IVFR-1

BC-IVFR-2	Pravděpodobné	1E-04	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	N-IVFR-2
BC-IVFR-3	Vzácné	1E-05	Vyhodnocení podmínek, rušení letového plánu	N-IVFR-3
BC-VFR-1	Vzácné	1E-10	Lidské smysly pro orientaci	N-VFR-1
BC-VFR-2	Občasné	1E-04	Lidské smysly pro orientaci	N-VFR-2
BC-VFR-3	Vzácné	1E-06	Lidské smysly pro orientaci	N-VFR-3
BC-VFR-4	Občasné	1E-08	Lidské smysly pro orientaci	N-VFR-4
BC-VFR-5	Vzácné	1E-09	Lidské smysly pro orientaci	N-VFR-5
BC-ODK-1	Občasné	1E-05	Předem plánované postupy	N-ODK-1
BC-ODK-2	Početné	1E-01	Předem plánované postupy	N-ODK-2
BC-ODK-3	Občasné	1E-06	Předem plánované postupy	N-ODK-3
BC-PINS-1	Pravděpodobné	1E-09	EGNOS	N-PINS-1
BC-PINS-2	Pravděpodobné	1E-09	EGNOS	N-PINS-2
BC-PINS-3	Vzácné	1E-07	EGNOS	N-PINS-3