

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Tomáš Komínek

**MANÉVROVATELNOST VRTULNÍKŮ A JEJICH
NAVIGACE NA TRASÁCH IFR**

Bakalářská práce

2016



K621..... Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Tomáš Komínek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Manévrovatelnost vrtulníků a jejich navigace
na trasách IFR**

Název tématu (anglicky): Helicopter's Maneuverability and their IFR Routes
Navigation

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Let vrtulníku (letové režimy)
- Manévrovatelnost vrtulníků a omezení
- Navigace vrtulníku (přístroje, komunikace, VFR, IFR, SVFR)
- Vrtulníkové trasy (možnosti zlepšení)

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

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

Seznam odborné literatury: Petrásek, M. a kol.: Vrtulníky
Petrásek, M. a kol.: Základy letu - Vrtulníky
Pohl, Kocáb, Šesták: Dopravní prostředky - Vrtulníky a letadlové pohonné jednotky
Kulčák L. a kol.: Učebnice pilota vrtulníku PPL(H), Část I
Kulčák L. a kol.: Učebnice pilota vrtulníku PPL(H), Část

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Kraus**

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajících ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **25. srpna 2016**
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. Stanislav Szabo, PhD. MBA
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Tomáš Komínek
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. prosince 2015

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubu Krausovi, Ph.D. za cenné rady, postřehy, připomínky a odborné vedení po celou dobu mé práce. Dále bych rád poděkoval pplk. Peterovi Smikovi za poskytnutí informací a zkušeností s létáním nejen na vrtulnicích LZS. Na závěr patří poděkování mé rodině za podporu a velkou trpělivost.

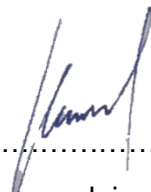
Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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

V Praze 20. srpna 2016



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

MANÉVROVATELNOST VRTULNÍKŮ A JEJICH NAVIGACE
NA TRASÁCH IFR

Bakalářská práce

srpen 2016

Tomáš Komínek

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Manévrovatelnost vrtulníků a jejich navigace na trasách IFR“ je popsat princip letu, manévrovatelnost, navigaci a provoz vrtulníků mimo jiné i u Letecké záchranné služby. Dále se text věnuje porovnání výhod a nevýhod provozu vrtulníků za podmínek VMC a IMC. V druhé části jsou navržena opatření, která by některé problémy odstranila.

Abstract

My bachelor's thesis „Helicopter's maneuverability and their IFR routes navigation“ describes basic helicopter's flight principles, navigation, their advantages in maneuverability. The author tries to compare their abilities to standart solid wing planes. There are described pros and cons of using helicopters during VMC and IMC conditions,too. In second part I would like to show some examples of flights air rescue service during various conditions and according to different flight rules.

Klíčová slova

Vrtulník, manévrovatelnost, navigace, letecká záchranná služba, VMC, IMC, IFR, VFR, PinS

Key words

Helicopter, maneuverability, navigation, air rescue service, VMC, IMC, IFR, VFR, PinS

Obsah

Obsah.....	7
Úvod.....	9
1 Let vrtulníku	11
1.1 Fáze letu	11
1.1.1 Svislé letové režimy.....	11
1.1.2 Horizontální letové režimy.....	13
1.2 Manévrovatelnost vrtulníků.....	13
1.2.1 Stabilita.....	13
1.2.2 Násobek zatížení a obraty	14
1.3 Omezení	14
1.4 Výhody a nevýhody oproti letounu	15
1.5 Řízení vrtulníku za letu	16
1.5.1 Ovládací prvky.....	16
1.6 Řízení vrtulníku při přistání a pojíždění.....	17
1.7 Letecká záchranná služba	18
2 Navigace vrtulníku.....	19
2.1 Přístroje pro let.....	19
2.1.1 Pitot-statický systém.....	19
2.1.2 Rychloměry	21
2.1.3 Barometrický výškoměr.....	22
2.1.4 Variometr	22
2.1.5 Gyroskopické přístroje	23
Zatáčkoměr.....	23
Umělý horizont	24
2.2 Navigační přístroje.....	25
2.2.1 Magnetický kompas.....	25
2.3 Globální navigační satelitní systémy	26

2.4	Přístrojová deska.....	28
2.5	LZS specifické vybavení	29
2.6	Komunikace	29
2.7	VFR – lety za viditelnosti.....	31
2.8	IFR.....	31
2.9	Typy zásahů LZS	32
3	Vrtulníkové tratě.....	33
3.1	Vzdušný prostor	33
3.2	Letiště.....	33
	Heliport	33
3.3	Tratě VFR	34
3.4	Tratě IFR.....	36
3.5	Vytvoření nových tratí pro vrtulníky v rámci ČR	38
4	Příklady.....	39
4.1	Pouze VMC.....	39
4.2	IMC po cestě.....	40
4.3	IMC na základně	41
4.4	IMC v místě předání pacienta	42
4.5	Pouze IMC	43
4.6	Shmutí požadavků.....	44
	Závěr	45
	Použité zdroje	47
	Seznam obrázků	49
	Seznam tabulek	49
	Seznam pojmů a zkratk	50

Úvod

První nákresy vrtulníku popsal již Leonardo da Vinci v 15. století. První reálné a provozuschopné stroje se objevují až ve 20. století. Za první světové války rozvoj vrtulníků upozadil vývoj vojenských letadel. Za první použitelný a plně říditelný stroj poháněný vztlakovou vrtulí je považován Focke-wulf Fw-61 z roku 1936, někdy označován jako Focke-Achgelis Fa 61. Za druhé světové války nehrály první vrtulníky významnější roli. Po válce se o rozvoj vrtulníku postaraly dvě soupeřící mocnosti studené války USA (United States of America) a SSSR (Svaz sovětských socialistických republik). V této době se stává standardní konfigurací vrtulníku jeden hlavní rotor vytvářející vztlak a jeden motor kompenzující točivý moment. Za války v Koreji se vrtulníky dočkaly velmi významné role v transportu zraněných. K těmto účelům slouží dodnes ať už pro armádní, nebo civilní účely. Ve válce ve Vietnamu byly prvně nasazeny mimo transportních vrtulníků také lehčí a vyzbrojené bojové vrtulníky. Dnes je vrtulník standardním vybavením většiny armád po celém světě. V civilním prostředí našly vrtulníky nejrůznější využití mnoha způsoby, např. v podobě dopravních, záchranných, monitorovacích, či stavebních prostředků.

V počátcích bylo letectví zcela závislé na počasí, létalo se za hezkého počasí s minimální oblačností a za bezvětří, případně za mírného větru. Potřeba létat i za ne zcela přívnětivých podmínek vedla konstruktéry ke zdokonalování konstrukcí a zvyšování jejich odolnosti proti okolním podmínkám. Technologie postupně umožnily bezproblémový provoz téměř za každého počasí. Úměrně s tím je však potřeba vytvářet nová pravidla a postupy, aby byl naplno využit potenciál a zachována bezpečnost. Vrtulník jako velmi obratný stroj si plně zaslouží vytvářet postupy ušité mu přímo na míru. Mezi tyto postupy neodmyslitelně patří vytváření a provoz speciálních vrtulníkových tratí, aby právě na nich byl naplno využit jeho potenciál.

Ve své práci se pokusím vysvětlit princip letu vrtulníku, jeho letové vlastnosti, některé přednosti, ale také jeho nedostatky. Obecně popíši základní letové přístroje a nejčastěji používané navigační přístroje. Ve druhé polovině práce se zaměřím na zahraniční vrtulníkové tratě a jejich potenciální využití v České republice. A nakonec bych rád na praktickém příkladu nastínil teoretická úskalí, ale i neopomenutelné výhody provozu Letecké záchranné služby (LZS) za nepříznivých povětrnostních podmínek.

Cílem mé práce je zamyslet se nad vlastnostmi letadel s pohyblivými vztlakovými plochami, jejich současným provozem a budoucím rozvojem na našem území. Jednou z potenciálních

možností rozvoje je implementovat do našeho vzdušného prostoru některé postupy a pravidla, která již v zahraničí fungují.

1 Let vrtulníku

Obecně lze princip letu popsat následovně. Hlavní rotor je rotujícím křídlem, které svým pohybem a tvarem listů vytváří proudění okolního vzduchu. Ten je nasáván nad rotorem a vyfukován směrem dolů. Kromě tolik potřebného vztlaku vzniká také nechtěný moment způsobený rotačním pohybem hlavního rotoru. Tento moment je potřeba kompenzovat. U velké většiny strojů je využit vyrovnávací rotor otočený o 90° tak, aby svým tahem působil proti směru momentu hlavního rotoru, jenž je umístěn v ocasní části stroje. Toto uspořádání můžeme nazvat jako klasické a nejčastěji používané. V některých speciálních případech může být moment kompenzován usměrněním výfukových plynů turbohřídelového motoru, případně druhým hlavním rotorem točícím se v opačném směru. Pochopení principu letu vrtulníku je důležité pro vytvoření představy jak přizpůsobit, případně navrhnout nové trasy pro letadla s pohyblivými vztlakovými plochami. Bez znalostí těchto základních principů není možné konstruktivně navrhovat nové nebo upravovat staré navigační, letové ani jiné postupy.

1.1 Fáze letu

Při provozu vrtulníku je potřeba bezpečně zvládnout jednotlivé fáze letu jako vzlet, přistání, let v hladině, let po trati, změnu hladiny atd., aby nedošlo k ohrožení vlastního letu, ani okolního provozu. Toho dosáhneme jedním nebo kombinací více z následujících letových režimů. Letové režimy měníme zvýšením či snížením otáček jednotlivých rotorů, změnou geometrie listů, případně jejich kombinací.

1.1.1 Svislé letové režimy

Svislými letovými režimy se rozumí taková situace, kdy dochází pouze ke změně výšky bez konání horizontálního pohybu. Speciálním případem je visení, kdy je tah vytvářený rotorem v rovnováze s tíhovou silou stroje.

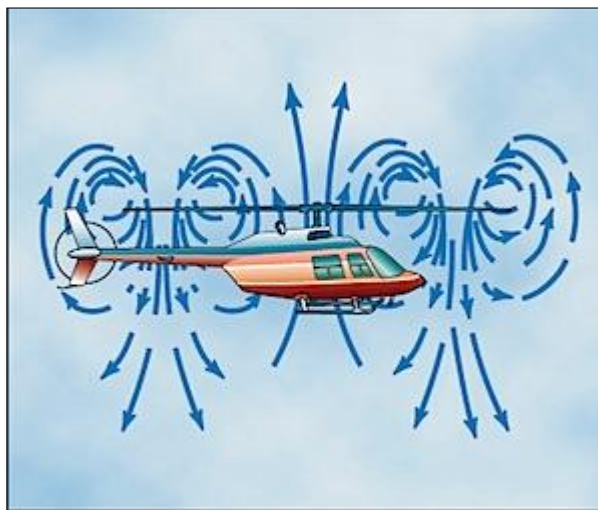
Svislé stoupání je energeticky nejnáročnější fáze letu. Kromě vyrovnání tíhové síly stroje je potřeba zajistit dostatečný přebytek tahu k požadované rychlosti stoupání. Tah získáme změnou úhlu náběhu listů hlavního rotoru. Kromě zvýšení vztlaku generovaného jednotlivými listy dochází ke zvýšení aerodynamického odporu. To musí být kompenzováno zvýšením výkonu motoru tak, aby nedošlo ke snížení otáček. Zvýšený výkon způsobí růst reakčního momentu, jenž je potřeba kompenzovat zadním rotorem. Tento letový režim se nejčastěji používá při vzletu, přistání, pracovních a záchranných činnostech.

Visení by se dalo označit jako speciální případ svislého stoupání, kdy je vztlaková síla v rovnováze s tíhovou silou stroje. V tomto stavu vrtulník v podstatě vytváří pevný bod v prostoru, jež můžeme nadále využít k práci.

Za současných podmínek je tento stav reálně udržet pouze za přímé viditelnosti libovolného pevného bodu, podle kterého pilot koriguje mírné výchylky. Pokud bychom chtěli tento režim provozovat za nízké, nebo žádné viditelnosti, je potřeba do řízení implementovat pokročilé elektronické stabilizační prvky, například tříosé gyroskopy, a fixní bod v prostoru udržovat pomocí družicového navigačního systému. Vertikální vzdálenost od země by bylo nutné hlídat pomocí dálkoměrných senzorů, barometrického výškoměru, radiovýškoměru, případně vypočítat vzdálenost od povrchu za pomoci globálních navigačních satelitních systémů (Global Navigation Satellite System, zkráceně GNSS) [2].

Vliv země působí, pokud se nacházíme s vrtulníkem v malé výšce. Kvůli zemskému povrchu nemůže vzduch pokračovat ve své trajektorii, ale musí se zakřivit do stran. Tím narůstá tlak vzduchu pod vrtulníkem. V blízkosti země vytváří rotor při stejné konfiguraci větší vztlak než bez vlivu země.

U **svislého klesání** dochází ke snížení vztlaku na hlavním rotoru. Získáváme tak přebytek tíhové síly a tím dochází ke kontrolovanému klesání. Režim klesání je velice nestabilní a při překročení rychlosti klesání přibližně 6-8 metrů za sekundu, čímž dochází ke zvláštnímu aerodynamickému jevu zvanému vírový prstenec. Vzduch hnaný od rotoru směrem dolů naráží na proud okolního vzduchu směřujícího nahoru. Tím vzniká složité turbulentní proudění způsobující nestabilitu stroje a ztrátu tahu. Způsob, jak tomu zabránit, je získat dopřednou rychlost a rozrušit vírový prstenec [3].



Obrázek 1: Vírový prstenec (zdroj: www.aneclecticmind.com)

V případě výpadku pohonné jednotky by měl být stroj schopný přistát v režimu autorotace. Vhodným nastavením listů rotoru dojde k otáčení a tím je vytvářen alespoň minimální vztlak potřebný pro zpomalení pádu a nouzové přistání. Velkou část dopadové energie má za úkol pohltit přistávací zařízení, dimenzované na tyto situace.

1.1.2 Horizontální letové režimy

Horizontálním pohybem se rozumí pohyb vpřed, vzad nebo do stran. Oproti svislým režimům je méně energeticky náročný, protože využívá proudění vzduchu vzniklého vlastním pohybem. Dochází při něm ke změně svislého obtékání rotoru na šikmé. V závislosti na azimutální poloze listů dochází k rozdílu v obtékání listů a tím k nesymetrickému rozložení tahových sil. V závislosti na směru otáčení rotoru se vždy polovina své trasy listy pohybují proti směru proudu vzduchu. Rychlost otáčení listů se sčítá s rychlostí proudění vzduchu a druhá polovina po směru, zde se rychlost proudění odečítá od rychlosti otáčení. Tento rozdíl způsobuje nerovnoměrné rozložení vztlaku v rámci plochy rotoru. Vzniká tak nechtěný klonivý moment. Aby tento moment nepůsobil na vrtulník, „volný“ vodorovný závěs nedovolí přenos momentu z listu na rotor. Druhé možné vysvětlení je, že tento závěs dovoluje listu zaujmout takovou polohu, při které nastane momentová rovnováha. Toto se nazývá mávání.

1.2 Manévrovatelnost vrtulníků

Manévrovatelností se rozumí schopnost měnit směr, rychlost a polohu. Vrtulník má pravděpodobně nejlepší manévrovatelnost ze všech létajících prostředků. Při letu je schopen měnit směr s velmi malým až nulovým poloměrem zatáčení. Není omezen pádovou rychlostí, jeho minimální rychlost letu je taktéž nulová. V neposlední řadě je velmi snadné měnit polohu trupu bez nutnosti změny pozice v prostoru. Vrtulník je schopen kromě letu vpřed také couvat nebo se pohybovat do stran. Přistání není náročné ani na kvalitu přistávací plochy, ani na prostor nutný k přistání. Tyto a mnohé jiné vlastnosti letadel s pohyblivými vztlakovými plochami je předurčují k pracovnímu využití.

1.2.1 Stabilita

Podle definic je stabilita vlastnost vrtulníku (letadla) vrátit se do původního stavu po libovolné výchylce (poruše, např. poryvem) samočinně bez opravného zásahu posádky. Stabilitu dělíme na statickou a dynamickou [1].

Statická stabilita se zabývá pouze tendencí stroje vracet se do původní polohy po jakékoliv změně. Neřeší už, jestli se nakonec stroj do původní polohy vrátí nebo nikoli, ale pouze snahu stroje se vyrovnat. Například při změně úhlu nabíhajícího proudu vzduchu na rotor, vzniká moment, který vrací rotor do původního stavu. Toto můžeme nazvat statickou stabilitou. Pokud vratný moment nevzniká a stroj nemá tendenci vracet se do původní polohy, je označen za staticky nestabilní. Dynamická stabilita se zabývá celým pohybem vrtulníku po výchylce. Proto staticky nestabilní vrtulník nemůže být dynamicky stabilní. Ale to, že je vrtulník staticky stabilní automaticky neznamená, že bude dynamicky stabilní. Dynamicky stabilní vrtulník na původní poruchu reaguje navrácením se do původní polohy kmitavým tlumeným pohybem. Dynamicky nestabilní vrtulník na poruchu reaguje kmitavým pohybem se zvětšující se výchylkou. Dynamicky neutrální vrtulník (teoretický případ) reaguje kmitavým pohybem s neměnicí se výchylkou. Podle své vlastní konstrukce jsou některé stroje více, či méně stabilní. Stabilitu musíme sledovat kolem všech os.

1.2.2 Násobek zatížení a obraty

Při provozu nám nestačí pouze přímočarý let konstantní rychlostí, je potřeba měnit směr a provádět obraty. Nechtěným důsledkem manévru je z hlediska řízení odpor kladený setrvačnou silou stroje. Z hlediska konstrukce a fyziologických limitů posádky jsou to násobky zatížení.

Násobkem se rozumí podíl mezi vztlakem a tíhovou silou.

$$n_L = \frac{L}{m * g}$$

n_L ...násobek, L ...vztlak letadla, m ... hmotnost letadla, g ... gravitační zrychlení

V ustáleném vodorovném letu je násobek roven jedné, při klesání pak menší než jedna a při stoupání větší než jedna. Nesmíme zapomenout na přetížení způsobené porывem větru nebo propadem v turbulenci. V žádném z těchto případů nesmí být překročen maximální dovolený násobek (n_L), jinak by mohl být stroj poškozen a dojít k nehodě [4].

1.3 Omezení

Níže zmíněná omezení vycházejí ze samotného principu letu vrtulníku. Tyto faktory mohou být omezující při navrhování tratí, případně i dalších postupů souvisejících s létáním.

Dostupem se rozumí mezní výška, do které je schopen stroj vlastními silami dostoupat. Tento údaj je velmi důležitý pro provoz vrtulníku. Oproti letounům s pevnými vztlakovými plochami je tento parametr velice omezujícím faktorem. Rozlišujeme dva případy: dostup s vlivem země (anglicky Hover ceiling In Ground Effect) a dostup bez vlivu země (anglicky Hover ceiling Out of Groun Effect). Z fyzikálního hlediska je pro rotující vztlakové křídlo limitující určitá hustota vzduchu, kdy není principiálně schopné vytvářet dostatečný vztlak. V závislosti na vrtulníku se max. dostup pohybuje řádově mezi 3000 a 8000 metrů nad mořem. Z toho vyplývá omezení, v jakých letových hladinách se může vrtulník pohybovat.

Dolet je maximální vzdálenost mezi místy vzletu a přistání, kterou je stroj schopen překonat za standardních podmínek (např. bez povětrnostních vlivů). Dolet je limitován množstvím neseného paliva a spotřebou pohonné jednotky.

Maximální užitečné zatížení je limitujícím faktorem pro rentabilitu a užitnou hodnotu při provozu letadel. Určuje množství nákladu, zařízení nebo osob, které můžeme přepravit. Je spjata s max. doletem (čím větší zatížení, tím menší dolet).

Cestovní rychlost je rychlost, kterou může stroj cestovat bez problémů na delší vzdálenost. U letadel je nejvíce omezující výkon pohonné jednotky a aerodynamický odpor konstrukce, to u vrtulníků platí částečně také. Avšak nejvíce omezující je však samotný princip generování vztlaku na rotujícím křídle. Při dopředných rychlostech okolo 400 km/h konce listů rotoru v okamžiku pohybu proti proudu vzduchu dosahují rychlosti zvuku, to výrazně mění aerodynamické vlastnosti a přináší nejednu komplikaci. Na druhé straně rotoru, kde listy ustupují, nevytvářejí téměř žádný vztlak. Za těchto okolností je téměř nemožné udržet ustálený let.

1.4 Výhody a nevýhody oproti letounu

Oproti letounu s nepohyblivými vztlakovými plochami, má vrtulník menší poloměr zatáčení, není omezen pádovou rychlostí, je schopen vyčkávat bez nutnosti vstupování do vyčkávacího okruhu, může létat všemi směry a přistání je možné na mnohem menší a neupravené ploše. Nevýhodou je vyšší energetická náročnost provozu, menší dolet, nižší dostup omezen hustotou atmosféry, menší platící zatížení a nižší cestovní rychlost. Velkou výhodou vrtulníku je také minimální přistávací rychlost. Ta je za podmínek, kdy má pilot výhled na místo přistání a vhodný orientační bod, rovná nule. V případě, že pilot nemá orientační bod, je minimální přistávací rychlost 40-80 uzlů.

1.5 Řízení vrtulníku za letu

K řízení vrtulníku se využívá změna rychlosti otáčení a změna úhlu natočení listů rotorů. Tím se mění výsledný vektor proudění vzduchu a dochází k změně polohy draku případně k pohybu v prostoru.

1.5.1 Ovládací prvky

K řízení vrtulníku se využívá ovládacích prvků v kabině pilota. Ty jsou uspořádány následujícím způsobem. Po levé ruce se nachází páka kolektivního řízení. Cyklické řízení se nachází před pilotem a je drženo pravou rukou. Pedály je potom ovládáno řízení směrové. Ovládání příпустí motorů je u většiny strojů řešeno automatickou regulační soustavou, která udržuje na rotoru stálé otáčky [5].



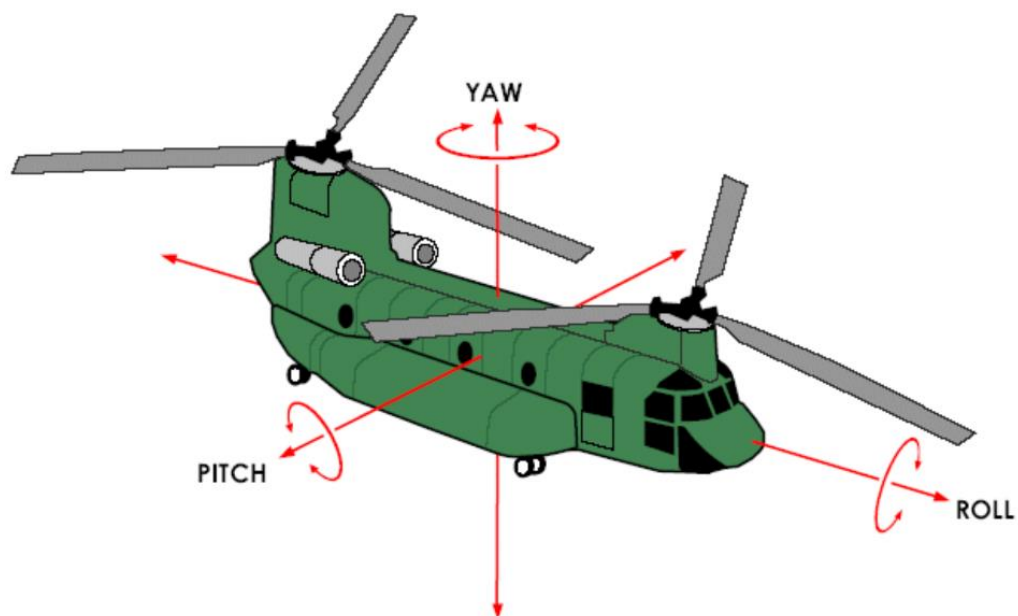
Obrázek 2: Pilot při řízení vrtulníku (zdroj: www.wikihow.com)

Kolektivním řízením se mění úhel natočení listů rotoru. Tím se mění celkový vztlak a vrtulník se může pohybovat nahoru nebo dolů. Tak dojde kromě potřebné změny vztlaku také ke změně velikosti momentu vyvolaného otáčením hlavního rotoru. Tuto změnu je třeba kompenzovat změnou úhlu natočení nebo otáček listů u vyrovnávacího rotoru. Dochází k ní automaticky (pilot nemusí nastavovat zvlášť hlavní a vyrovnávací rotor). Na páce se také nachází otočná rukojeť sloužící k drobným korekcím příпустí motorů.

Cyklickým řízením se ovládá cyklická změna úhlu hlavního rotoru. Tím dojde ke změně výsledného vektoru tahu celého rotoru. Řídící soustava je řízena pákou cyklicky, která ovládá podélný nebo příčný náklon celého rotoru a tím umožňuje pohyb vpřed, vzad nebo do stran.

Pedály **směrového řízení** měníme nastavení vyrovnávacího rotoru a tím se více či méně kompenzuje moment hlavního rotoru. Díky tomu dochází k otáčení trupu bez potřeby dopředného pohybu.

Směry pohybu a osy otáčení jsou názorně popsány na obrázku č. 3.



Obrázek 3: Osy otáčení (zdroj: www.tech-mp.com)

Otáčení kolem podélné osy nazýváme klonění (rolling), podél příčné osy klopení (pitching) a kolem svislé osy zatáčení (yawing).

1.6 Řízení vrtulníku při přistání a pojíždění

Podle typu přistávacího zařízení je nutné určit vhodné postupy pro přistání a pojíždění.

Kolový podvozek je většinou využíván u těžších a větších vrtulníků a to z důvodu lepšího tlumení přistání i lepší ovladatelnosti při pojíždění. U některých typů je pro lepší manévrovatelnost přední podvozek natáčecí. Těžké vrtulníky mohou mít také hydraulicky poháněný podvozek, který dovoluje pohyb i bez otáčení rotoru. Pro lepší letové vlastnosti bývá někdy podvozek zcela nebo z části zatahovatelný. Nezanedbatelnou výhodou kolového podvozku je možnost přistání s nenulovou dopřednou rychlostí. Tím je dosažena lepší stabilita letu a menší riziko ztráty kontroly v podmínkách se sníženou nebo nulovou dohledností.

U strojů s **ližinovým podvozkem** je využíváno takzvaného pojíždění za letu (Air taxi). To je oproti pojíždění s kolovým podvozkem energeticky náročnější. Výhodou ližinového podvozku je nižší náročnost na údržbu, menší složitost a nižší aerodynamický odpor.

1.7 Letecká záchranná služba

Výše uvedené vlastnosti vrtulníku jsou po celém světě využívány leteckou záchrannou službou. Rychlá reakce, vysoká cestovní rychlost (oproti pozemním jednotkám) a snadný přístup do nepřístupného terénu jsou přednosti, díky nimž má letecká záchranná služba své nezpochybnitelné místo ve složkách Integrovaného záchranného systému. V současné době máme v ČR čtyři provozovatele letecké záchranné služby, mezi něž patří Armáda České republiky (AČR), Policie České republiky (PČR), Delta system-air a.s. (DSA), Alfa-helicopter s.r.o., kteří létají se stroji Eurocopter EC 135 T2/T2+, Bell 412, Bell 427 a PZL W-3A Sokol. Všechny výše uvedené vrtulníky splňují podmínky JAR-OPS 3 (evropský letecký předpis zabývající se leteckou záchrannou službou). Pouze armádní vrtulník W-3A Sokol byl pro potřeby LZS certifikován bez zdravotnické zástavby, díky tomu spadá do lehké kategorie a splňuje daný předpis. Plně vybavený vrtulník spadá do střední váhové kategorie [7, 8, 9].

2 Navigace vrtulníku

Letové a navigační přístroje jsou nedílnou součástí každého letadla. S jejich pomocí je pilot schopný plně kontrolovat a ovládat stroj v každé fázi letu a naplno tak využít jeho potenciál. S rozvojem letových přístrojů se mění také hranice za jakého počasí je vrtulník schopen bezpečně létat. V současné době je možné bez větších problémů létat s pomocí vybavení pro let podle přístrojů (IFR – instrument flight rules) a Řízení letového provozu (ŘLP) i za nulové viditelnosti. Při nižších dopředných rychlostech a visu je pak stroj méně stabilní a je potřeba větších zásahů do řízení. Tyto zásahy musí provádět pilot, který se orientuje podle pevného bodu. Pokud není možné se podle tohoto bodu orientovat, je potřeba nahradit orientační bod přístrojem, který buď tento bod pro pilota vytvoří například na průhledovém displeji, nebo bude s pomocí soustavy přesných gyroskopů, akcelerometrů a jiných navigačních přístrojů zasahovat do řízení a udržovat tak stroj ve stabilním stavu. Současným trendem je pilotovi práci co nejvíce ulehčit a umožnit mu soustředit se na daný úkol. Létání už není cílem, ale pouze prostředkem pro dosažení cíle.

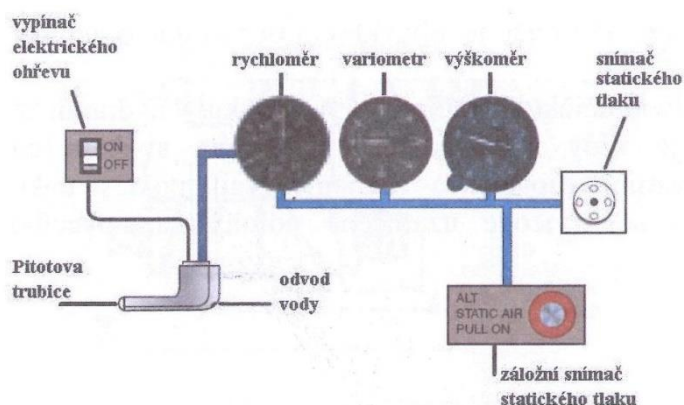
Znalosti každého přístroje na palubě, jejich vlastností, rozlišovacích schopností, výhod, nevýhod, ale především chyb, které můžou vznikat nedokonalostí principu snímání, výpočtu nebo odečtu, jsou nedílnou součástí dovedností nejen každého pilota, ale i osob navrhujících letové tratě a jiné postupy v rámci letového provozu.

2.1 Přístroje pro let

Následující výčet přístrojů slouží pilotovi pro orientaci, jak rychle, jak vysoko, v jaké pozici a jakým směrem jeho vrtulník letí. Díky neustálému rozvoji elektrotechniky, nejrůznějších senzorů a výpočetních systémů se tento obor neustále rozvíjí.

2.1.1 Pitot-statický systém

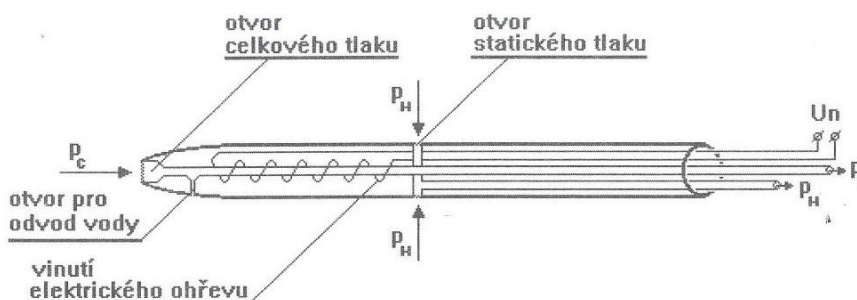
Pitot-statický systém slouží ke sledování statického a celkového tlaku. Vzdušné tlaky v sobě nesou informace o výšce letu, změně výšky letu a rychlosti letu. Tyto informace jsou důležité jak pro ruční, tak pro automatické řízení letu, ale i pro samotnou polohu letadla. Z důvodu náchylnosti k poruchovosti celého systému je nutné mít jen zálohovaný. Aby byla zajištěna stoprocentní funkčnost a těsnost celého systému je potřeba věnovat mu náležitou údržbu.



Obrázek 4: Pitot-statický systém (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

Pitot-statická trubice

Pitot-statická trubice je kombinovaným snímačem celkového a statického tlaku. Princip fungování nejlépe znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 5: Schéma pitot statické trubice (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

Geometrické rozměry, tvar vstupního ústrojí a poloha vstupů statického tlaku se určují na základě teoretických výpočtů a praktických zkoušek v aerodynamickém tunelu.

Pitotova trubice – snímač celkového tlaku

Z důvodu nežádoucího ovlivnění snímání tlaků vzdušným proudem je vhodnější pitot-statickou trubicí rozdělit na dva navzájem se neovlivňující systémy. Pitotova trubice snímá pouze celkový tlak. Nejsou zde vstupy pro snímání statického tlaku. Stejně jako u pitot-statické trubice je vstupní prostor v případě potřeby vyhříván a vybaven otvory pro odvod vody a nečistot.

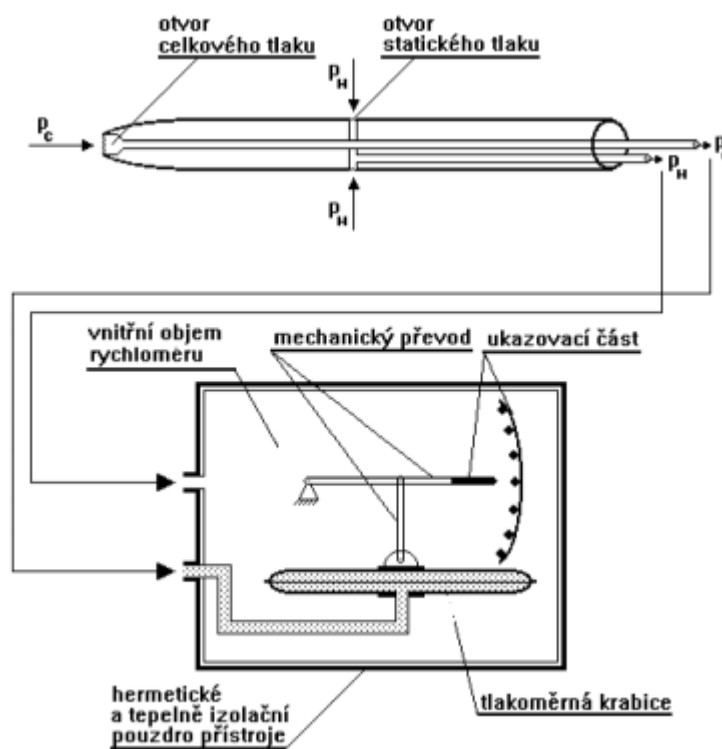
Snímače statického tlaku

Ke snímání statického tlaku se nejčastěji využívají statické trubice nebo statické otvory. Statická trubice vypadá jako pitot-statická trubice s tím rozdílem, že se zde nenachází otvor pro snímání celkového tlaku. Statické otvory jsou v trupu letadla pro vstup vzduchu umístěny

na místech, kde je tlak vzduchu minimálně ovlivněn okolním prouděním. Jsou vybaveny topným tělískem bránícím zamrznání vstupního otvoru.

2.1.2 Rychloměry

Nejrozšířenějším typem aerometrických rychloměrů je bezesporu rychloměr vyžívající pitotovu trubici. Tento typ se využívá na většině kluzáků, ultralightů, vrtulníků, dopravních letadel, ale najdeme ho také na palubách stíhacích strojů přesahujících rychlost zvuku. Do hermeticky a tepelně izolovaného prostoru je z pitot-statického systému přiveden statický tlak, a celkový tlak je přiveden do tlakoměrné krabice, kterou obklopuje tlak statický. Rozdíl tlaků je mechanicky převáděn na ukazatel. Pro rychlosti do 350-400 KMH (běžné maximální rychlosti vrtulníků) není potřeba brát v úvahu stlačitelnost vzduchu.



Obrázek 6: Schéma fungování leteckého rychloměru (zdroj: www.flying.4fan.cz)

2.1.3 Barometrický výškoměr

Barometrické výškoměry jsou přístroje, které umožňují měřit výšku letadla snímáním statického tlaku vzduchu. Závislost tlaku vzduchu na výšce je definována mezinárodní standardní atmosférou (MSA). Ve výšce 5,5 km je tlak vzduchu oproti tlaku na hladině moře přibližně poloviční. Barometrický výškoměr se skládá z uzavřeného pouzdra, do kterého je přiváděn statický tlak vzduchu. Uvnitř se nachází uzavřená tlakoměrná krabice, která se působením statického tlaku roztahuje nebo smršťuje. Tento pohyb je mechanicky převáděn na ukazatel. Z důvodů velkého rozsahu ukazovaných hodnot a nutnosti velké přesnosti je

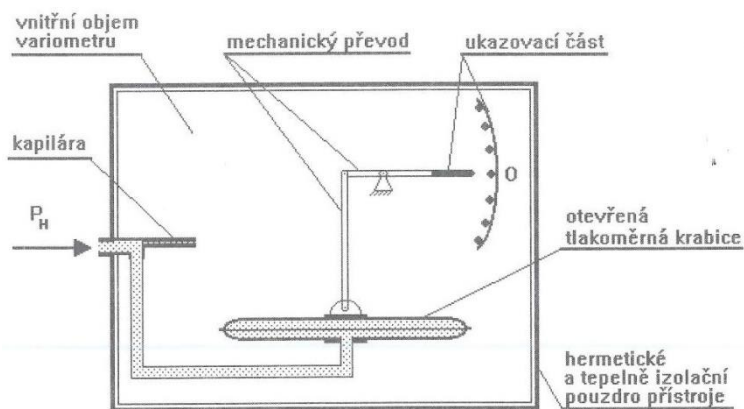


Obrázek 7: Ukazatel výškoměru (zdroj: www.cs.wikipedia.org)

ukazovací část nejkomplicovanější ze všech přístrojů. Přesné hodnoty se nejlépe odečítají z číselného ukazatele. Z pohybu rafiček přístrojů je pak výborně čitelná změna výšky. V době, kdy se digitálních displeje rozšiřují mezi přístrojové, je pouze na výrobci, jaký výstup zvolí.

2.1.4 Variometr

Variometr měří rychlost stoupání nebo klesání. Základními typy variometrů jsou křídélkové (nejčastěji využívané na větroních) a membránové. Oba pak využívají změny statického tlaku vzduchu. Membránový variometr je hermeticky a tepelně izolované pouzdro, do kterého je přiváděn statický tlak okolního vzduchu. Přívod tlaku do samotného pouzdra se děje skrz kapiláru, napřímo pak do otevřené tlakoměrné krabice. Pokud klesáme, statický tlak stoupá, kapilára znemožňuje okamžitou změnu tlaku v pouzdře, tím dochází k rozdílu tlaků vně a uvnitř tlakoměrné krabice. Tento rozdíl je převáděn na ukazatel. Pokud letíme vodorovně, tlak vně a uvnitř tlakoměrné krabice je vyrovnaný a ukazatel je v neutrální poloze [1].



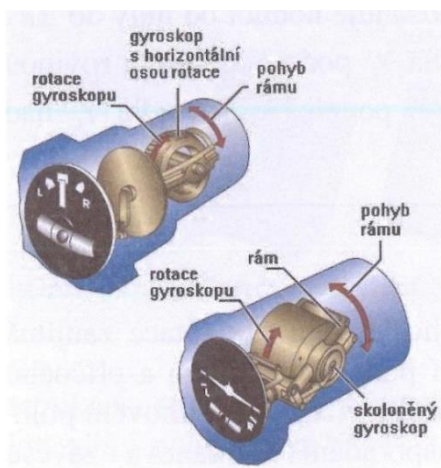
Obrázek 8: Variometr schéma (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

2.1.5 Gyroskopické přístroje

Každé tuhé těleso, které koná rotační pohyb kolem své osy má tendence udržovat si svoji polohu nezávisle na okolním prostředí. Teoretické základy gyroskopů se objevují již v 18. století, velké rozšíření těchto přístrojů nastalo ve 20. století díky rozvoji elektrotechniky, přesného obrábění kovů a jemné mechaniky. Nevýhodou je relativně malá životnost, energetická náročnost, nákladnost pořízení a provozu a v neposlední řadě vysoká hmotnost. Bohužel do této chvíle nebyly plnohodnotně nahrazeny alternativními přístroji založenými na jiných fyzikálních principech. Každé těleso, které rotuje, si udržuje svoji setrvačnost a má tendenci neměnit svou osu otáčení. Toho je využíváno tak, že je setrvačnick volně uložen v přístroji. Pokud přístroj natočíme či nakloníme, setrvačnick nemění svou polohu a můžeme změřit výchylku. Pohyb setrvačnicku je nejčastěji zajištěn proudem vzduchu nebo elektromagnetickým pohonem.

Zatáčkoměr

Zatáčkoměr je gyroskopický přístroj se dvěma stupni volnosti. Pilotovi slouží k udržení přímého letu a provádění správných zatáček.



Obrázek 9: Zatáčkoměr (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

S jeho pomocí může pilot určit změnu náklonu (klonění) a změnu směru (zatáčení). Na rozdíl od umělého horizontu je po provedení manévru vracen do polohy před manévrem většinou pomocí pružiny.

Umělý horizont

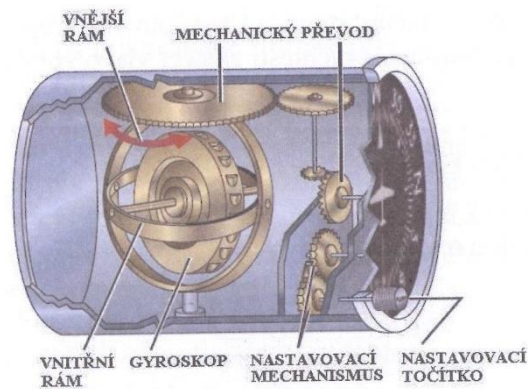
Umělý horizont je přístroj, který určuje polohu vzhledem k vertikální nebo horizontální rovině zemského povrchu. Jedná se o absolutní sklonoměr. Posádce ukazuje, v jaké poloze se letadlo nachází vzhledem k povrchu země. Přístroj je důležitý hlavně při snížené viditelnosti, kdy může dojít ke ztrátě polohové orientace pilota. Ukazuje sklon a náklon. Na rozdíl od zatáčkoměru jeho referenční poloha zůstává po celou dobu letu stejná. Obzvláště u tohoto přístroje je důležitá přehlednost a schopnost čtení i za snížené viditelnosti [2].



Obrázek 10: Umělý horizont (zdroj: www.cs.wikipedia.org)

Směrový gyroskop

Směrové gyroskopy jsou využívány k určení kurzu letu jak v letectví, tak i v námořní dopravě. Pokud směrový gyrokompas doplníme o indikační, nastavovací a aretační zařízení dostaneme gyroskopický polokompas, zkráceně GPK. Oproti magnetickému kompasu, který je zatížen deklinací a deviací, GPK tímto netrpí a je možné podle něj letět velmi přesně. Sestává se ze setrvačníku se třemi stupni volnosti, setrvačník udržuje svojí referenční polohu a je odečítána směrová odchylka zobrazovaná na ukazateli.



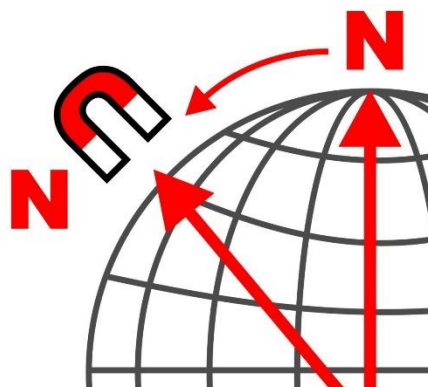
Obrázek 11: Směrový gyroskop (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

2.2 Navigační přístroje

Kromě letu samotného je dnes velmi důležité letět z místa A na místo B. Podle podmínek a požadavků pokud možno co nejkratší, nejšetnější nebo nejsnadnější cestou. Zároveň je nutné se vyhýbat zakázaným, nebezpečným nebo jinak nevhodným místům. Proto přichází ke slovu navigační přístroje, jež tuto práci usnadní.

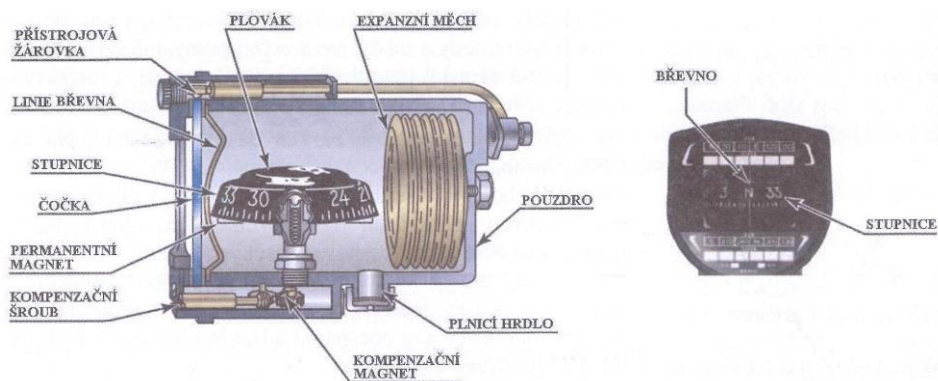
2.2.1 Magnetický kompas

Magnetické pole země má tvar podobný magnetickému poli tyčového magnetu. Pokud do něj vložíme volně pohyblivou magnetickou stříčku, srovná se ve směru magnetického pole. Její severní pól ukáže k jižnímu magnetickému pólu, který se nachází na severní polokouli. Naneštěstí magnetické a zeměpisné póly nejsou totožné. Rozdíl úhlu mezi zeměpisným kurzem a magnetickým kurzem se nazývá deklinace. Nejvyšší hodnoty deklinace jsou v okolí zemských magnetických pólů, ale i na rovnících. Pro přesné využití kompasu k navigaci je potřeba znát alespoň přibližnou zeměpisnou polohu, v příslušných tabulkách najít deklinaci dané oblasti a tu odečíst od indikované hodnoty.

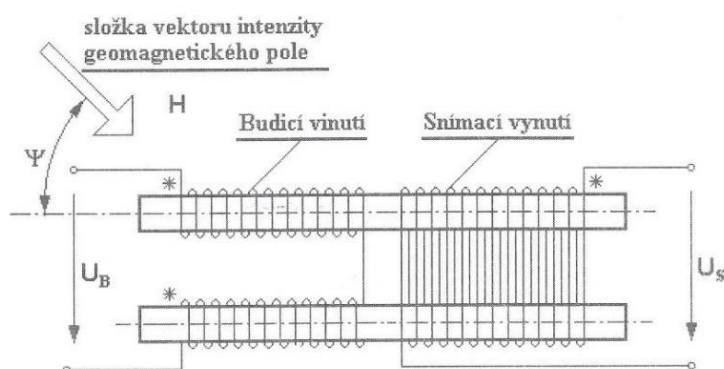


Obrázek 12: Deklinace (zdroj: www.blog.hudy.cz)

Další nedokonalostí magnetického kompasu je odchylka magnetické siločáry od vodorovného směru. Nazývá se magnetická inklinace. Díky ledvinovému tvaru magnetického pole země je inklinace v malých zeměpisných šířkách menší než v blízkosti pólů, kde téměř znemožňuje tento typ navigace. V letectví se nejčastěji setkáme s plovákovým a indukčním magnetickým kompasem, jejich princip je patrný z obrázků č. 13 a 14.



Obrázek 13: Plovákový kompas (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))



Obrázek 14: Indukční kompas (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))

2.3 Globální navigační satelitní systémy

GNSS je systém, který za pomoci družic umožňuje celosvětové prostorové určování polohy. Přesnost určení polohy je v řádech desítek až jednotek metrů. Při speciálních, vojenských nebo vědeckých aplikacích může být přesnost zvýšena na několik centimetrů, výjimečně i milimetrů. V současné době jsou funkční pouze systémy GPS (Global Positioning System) a GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema), ve vývoji je aktuálně evropský Galileo. S pomocí těchto systémů jsme schopni za pomoci výpočtu vzdáleností od jednotlivých satelitů určit polohu přístroje. Tato polohová informace může být nadále zpracována do nepřeberného množství aplikací, udržení aktuální pozice v prostoru, určení polohy, navigace do cíle, navigace po trati atd. Přijímač signálu z GNSS (nejčastěji GPS) spolu s mapovým podkladem je pro svoji jednoduchost, dostatečnou přesnost a spolehlivost

velice často využíván pro leteckou navigaci ve všeobecném letectví hlavně u letů podle pravidel za viditelnosti (VFR – visual flight rules).

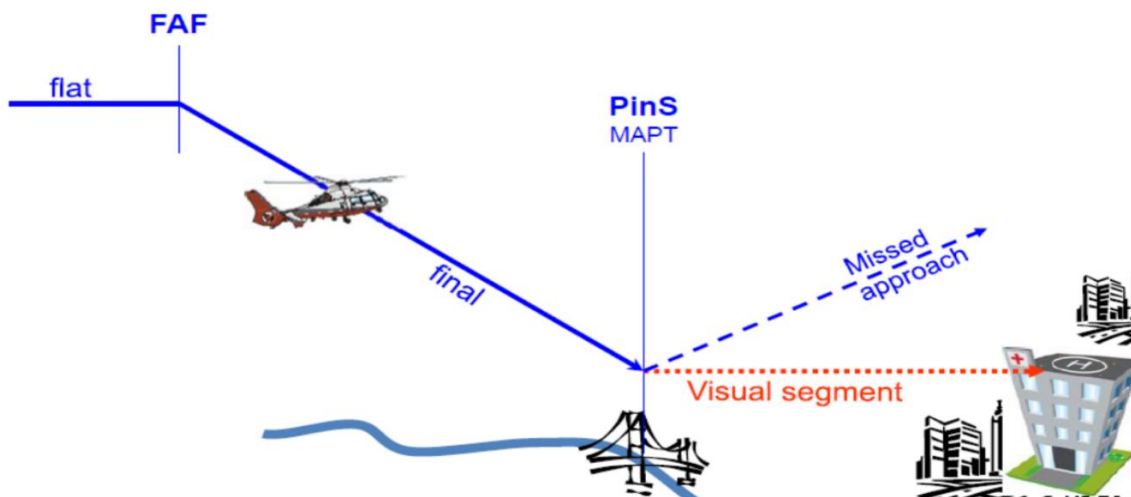
SBAS

(Satellite Based Augmentation Systems) je souhrnný název pro systémy, které na pozemních monitorovacích stanicích sledují aktuální stav kosmického segmentu GNSS a stav ionosféry. Vypočítávají korekce a informaci o těchto chybách vysílají přes družice na geostacionární dráze koncovým uživatelům GNSS, jejichž zařízení tyto korekce započítá do výpočtu polohy a celý systém zpřesní. Kromě globálních komerčních produktů jako například Omnistar, Starfire nebo Starfix, existují taky regionální systémy SBAS, zřizované vládními organizacemi a jsou volně dostupné. Evropský systém EGNOS (European Geostacionary Navigation Overlay Service) je dostupný také na našem území a jeho opravy jsou implementovány do většiny leteckých navigačních systémů. Americký ekvivalent systému EGNOS je WAAS (Wide Area Augmentation System).

Point in space

Díky rozvoji globálních satelitních navigačních systémů došlo k rozvoji přiblížení založených právě na GNSS. Jedním z nich je přiblížení Point in Space (PinS), česky bod v prostoru. Jedná se o nepřesné přístrojové přiblížení vyvíjené pro potřeby vrtulníků. Skládá se z kombinace přístrojové a vizuální části. V přístrojové části je pilot naváděn do určitého bodu, kde musí dojít k přechodu na vizuální přiblížení nebo let podle pravidel VFR. V případě špatných podmínek musí dojít k zahájení postupu nezdařeného přiblížení a je třeba celý proces opakovat. Tento bod je určen v souřadnicovém systému používaného satelitním navigačním systémem. Od tohoto bodu je přiblížení až do konečného přistání vedeno vizuálně. Opačným postupem je pak veden odlet přes bod v prostoru. Tento postup přiblížení nevyžaduje žádné speciální přístrojové vybavení heliportu. Jeho zavádění je závislé pouze na přístrojovém vybavení vrtulníku, výcviku posádky, přesnosti GNSS a místní legislativě, která musí postupy přiblížení PinS publikovat.

Na obrázku č. 15 je patrný princip přiblížení PinS. Po letu po určité trati dochází ke sklesání na bod v prostoru (PinS), kde musí pilot pokračovat na vizuální část přistání. Jestliže není pilot schopen pokračovat vizuálně, zahájí postup nezdařeného přiblížení a celý postup opakuje. Případně musí vyhledat jiné místo k přistání.



Obrázek 15: Schéma Point in Space (zdroj: www.aaians.org)

2.4 Přístrojová deska

Všechny přístroje musí být čitelné a snadno dosažitelné. Uspořádání pilotní kabiny, ukazatelů a ovládacích prvků musí být intuitivní. S rozvojem vrtulníků se také zdokonalují přístroje. Na počátku praktického využití létaly vrtulníky pouze VFR za dobrého počasí. K tomuto letu stačí kompas, výškoměr, rychloměr a hodiny. Se stoupající potřebou létat i v méně vhodném počasí se přístrojová deska rozšířila o vybavení pro přístrojové lety IFR, vysílačku pro stáله spojení s ŘLP, umělý horizont, dva barometrické výškoměry a navigační zařízení umožňující let podle letového plánu a podle pokynů Letištní a letové informační služby. Dále je nutné zařízení pro navádění do bodu, kde je možné přistát za viditelnosti země. Pro lepší přehled o okolní situaci a lepší navigaci je často přidán povětrnostní radar, pohyblivé mapy a GPS. S vývojem postupně mizí analogové zobrazování a nahrazují jej moderní barevné displeje s více možnostmi zobrazení [2].



Obrázek 16: Přístrojová deska EC 135 (zdroj: www.vrtulník.cz)

2.5 LZS specifické vybavení

Kromě standardního přístrojového vybavení je potřeba do výbavy letecké záchranné služby přidat také GPS navigaci, do které jsou automaticky zasílány souřadnice místa zásahu. Mapové podklady navigace na palubě neobsahují standardní letecké mapy, ale mapy pro pozemní jednotky doplněné o některé navigační a orientační body a také překážky. Jelikož je vrtulník nucen spolupracovat s ostatními složkami integrovaného záchranného systému (IZS), nachází se na jeho palubě kromě dvou vysílaček potřebných pro komunikaci s ŘLP, také dvě vysílačky pro komunikaci s jednotkami Hasičského záchranného sboru (HZS) a Zdravotnické záchranné služby (ZZS). Jako další komunikační nástroj slouží služební mobilní telefony. Pro lepší orientaci za tmy používají piloti Policie České republiky a DSA brýle pro noční vidění [2].

2.6 Komunikace

V rámci předletové přípravy je důležité nastudovat dokumenty, ujasnit si pravidla, která je potřeba dodržovat, a zjistit co nejvíce informací o podmínkách v cíli i na trase.

AIP – letecká informační příručka

Aeronautical Information Publication (zkráceně AIP) je jediný oficiální zdroj informací pro každý stát. Součástí AIP je i všeobecná část obsahující základní informace o pravidlech o létání. Dělí se na tři svazky:

- I. GEN obecné informace
- II. ENR letové postupy
- III. AD letiště

I. V části **GEN** (všeobecné letectví) se nachází:

Národní pravidla a požadavky

Převodní tabulky a kódy

Poplatky

Služby:

Letecké informační služby, Letecké mapy, Letecké provozní služby,

Meteorologické služby, Spojovací služby, Pátrání a záchrana

II. V části **ENR** (letové postupy)

Všeobecná pravidla a postupy:

Pravidla letu VFR, pravidla letu IFR, klasifikace vzdušného prostoru, postupy pro vyčkávání, postupy pro přiblížení, postupy pro odlet, radarové služby a postupy, uspořádaný tok, zakročování proti civilním letadlům, nezákonný zásah, incidenty v letovém provozu

Vzdušný prostor letových provozních služeb:

Popis letových informačních oblastí (FIR), řízené oblasti (CTA), koncové řízené oblasti (TMA), vojenské koncové řízené oblasti (MTMA), řízené okrsky vojenských letišť (MCTR), ostatní řízené vzdušné prostory

Tratě letových provozních služeb:

Tratě spodního vzdušného prostoru, tratě horního vzdušného prostoru, ostatní tratě

III. V části **AD** (letišť)

AD 1 Letiště a heliporty:

podmínky pro využití letišť a heliportů, záchranné a protipožární služby, přehled letišť a heliportů

AD 2 Podrobné informace o veřejných a neveřejných mezinárodních letištích vybavených pro lety IFR:

Včetně prostorů pro přistání vrtulníků

AD 3 Heliporty (které nejsou na letištích)

AD 4 Informace o veřejných vnitrostátních a mezinárodních letištích a neveřejných mezinárodních letištích pro lety VFR

Dočasné změny v AIP jsou publikovány v **NOTAM** (Notification to airmen). Zde jsou publikovány změny v provozu letišť, navigačních zařízení, vizuálních bodů, funkčnosti dráhového systému, stavu drah, přiblížovacích a odletových postupů a změn v postupech záchrany a pátrání.

ATIS – rozhlasové vysílání

Automatic Terminal Information Service (zkráceně ATIS) je služba, která automaticky poskytuje informace o podmínkách v koncové oblasti řízení. Tato vysílání jsou vysílána nepřetržitě, případně v daném časovém intervalu a poskytují potřebné informace všem odlétajícím a přilétajícím letadlům. Poslechem zprávy piloti šetří čas a zatížení letových řídících.

Meteorologické informace

Národní meteorologické úřady nebo po dohodě i jiné organizace zřizují dle potřeby letecké meteorologické stanice. Jsou zřizovány hlavně na letištích a jiných místech důležitých pro letový provoz. Mají za úkol pravidelně sledovat změny povětrnostních podmínek a vydávat v pravidelných intervalech meteorologické zprávy a informace jako např.:

METAR (pravidelné)
SPECI (zvláštní)
TAF (letištní předpověď)
TREND (přistávací předpověď)
SIGMET (výstrahy)

Pro jejich šíření se využívají letecké telekomunikační služby s pevně stanoveným obsahem a tvarem hlášení.

2.7 VFR – lety za viditelnosti

Lety VFR lze provádět za meteorologických podmínek lepších než jsou minima VMC (visual meteorological conditions – podmínky pro let za viditelnosti). Lety VFR se provádějí ve dne, výjimečně v noci. Létání s vrtulníkem se výrazně neliší od létání s letounem s pevnými křídly. Pilot však může využívat při manévrování výhody, kterému mu vrtulník přináší: menší poloměr otáčení, absence pádové rychlosti, okamžitou změnu výšky letu atd.

ZVFR – zvláštní let VFR

Zvláštní let VFR může řídicí povolit pouze v řízeném okrsku, i když nejsou minima VMC za podmínky stálé viditelnosti země a dohlednosti ne menší než 1500 m (u vrtulníků 800m) a pouze vně oblaků. Tento let se povoluje ve výjimečných případech, čímž může být například let LZS.

LZS létá většinu svých letů v režimu VFR den/noc. Nejčastěji se pohybují ve vzdušném prostoru třídy G, ve kterých pilot zajišťuje rozestupy od překážek a okolního provozu sám. Piloti ostatních letadel musí dát stroji LZS přednost v každém případě: při letu k zásahu, transportu pacienta i při návratu na letiště. Jedinou výjimkou z absolutní přednosti jsou letadla v nouzi.

2.8 IFR

Lety IFR se smějí provádět jak za podmínek VMC, tak za podmínek horších než VMC, tedy IMC (instrument meteorological conditions – podmínky pro let podle přístrojů). Letadlo musí být vybaveno patřičnými přístroji a radionavigačním vybavením. Pro lety IFR musí být vždy podán letový plán, protože let IFR je vždy řízený. Létat IFR smí pouze pilot s patřičnou kvalifikací IR (Instrument rating). I přes povolení je pilot povinen neustále sledovat okolní provoz a tím aktivně zabraňovat leteckým srážkám a incidentům.

Jelikož u většiny zásahů LZS není předem jasné místo, kam se poletí, posádka LZS podává řízení letového provozu takzvané oznámení o letu. V případě přechodu mezi IFR a VFR je možné podat letový plán za letu a to minimálně 10 minut před přechodem [2].

2.9 Typy zásahů LZS

Primární

Při indikaci dispečerem Zdravotnické záchranné služby dochází k aktivaci posádky LZS. Ta podle místa zásahu a meteorologických podmínek rozhoduje o proveditelnosti letu. Výhodou LZS je rychlý přesun zdravotnického personálu a materiálu na místo zásahu, stabilizace pacienta a jeho šetrný a rychlý transport do zdravotnického zařízení. Vzhledem k rychlosti transportu může ošetřující lékař mimo nejbližší vhodné zařízení rozhodnout o převozu na vzdálenější, byť specializované oddělení (například popáleninové centrum Vinohradské nemocnice v Praze) [6].

Sekundární

Neodkladné – v případě zhoršení stavu pacienta a potřeby jeho šetrného a rychlého transportu do jiného zdravotnického zařízení a v případech, kdy hrozí komplikace z prodlení, je nutné transport vykonat mnohdy i za zhoršených meteorologických podmínek.

Ambulanční (plánované) - v tomto případě odklad převozu nezhorší stav pacienta. Z celkového součtu zásahů se jedná pouze o nepatrnou část. Většinou v situaci, kdy povaha zranění vyžaduje šetrnější transport než pozemními prostředky (například zlomeniny páteře). Tyto lety jsou plánovány na vyžádání zdravotní pojišťovny nebo za úplatu.

SAR (search and rescue)

Služba „pátrání a záchrany“ je poskytována ve všech státech, které podepsali Chicagskou úmluvu. Je zřízena za účelem poskytnutí pomoci a záchrany posádkám a cestujícím v nouzových situacích [13].

Ostatní lety

Mezi ostatní lety můžeme započítat všechny ostatní, například urgentní transport orgánů určených k transplantaci.

3 Vrtulníkové tratě

Při zřizování vrtulníkových tratí je potřeba brát v potaz specifické vlastnosti a požadavky při provozu vrtulníku. Nižší dostup vrtulníků zasazuje jejich tratě do nižšího letového prostoru, menší poloměr otáčení a nižší rychlosti letu dovolují při navrhování prudší zatáčky. Díky lepší manévrovatelnosti se vrtulníky mohou lépe proplétat omezenými a zakázanými prostory. Toho je využíváno hlavně ve městech. Pokud je vrtulník vybaven dvěma motory, má povoleno létat i nad některá města, kde je jinak provoz letadel zakázán.

3.1 Vzdušný prostor

Vzdušný prostor rozdělujeme na řízený, neřízený a zakázaný. V **řízeném** vzdušném prostoru je potřeba povolení řídicího a neustálé spojení. Jejich řízením se zajišťuje větší bezpečnost letového provozu. V **neřízeném** prostoru létá každý na svou vlastní odpovědnost. Pilot sleduje okolní provoz a podle něj přizpůsobuje svůj směr a výšku, aby se vyhnul kolizím. Do **zakázaného** prostoru je, jak sám název napovídá, let zakázán [14].

3.2 Letiště

Letiště je stavba určená pro vzlety, přistání a pozemní pohyby letadel. Mimo dráhový systém patří do prostoru letiště také technické a logistické zázemí pro provoz letadel.

Heliport

Heliport je speciálně upravené místo pro bezpečné přistání a vzlet vrtulníku. Oproti přistávací ploše pro letouny s pevnými vztlakovými plochami vyžaduje výrazně menší nároky na prostor. Díky tomu je možné jej umístit blíže měst, případně přímo do města, v některých případech dokonce na střechu výškových budov. V ČR se nejčastěji setkáme s heliporty u zdravotnických zařízení sloužících LZS.

Podle provozu dělíme heliporty na mezinárodní, vnitrostátní nebo vojenský; dále pak na VFR a IFR heliporty; a nakonec na heliporty s pravidelným, nepravidelným smíšeným civilním a vojenským provozem, provozem pro všeobecné letectví a heliporty letecké záchranné služby HEMS (Helicopter Emergency Medical Service). Podle stavebních dispozic se dělí na vyvýšený a úrovnový.

Tabulka 1: Příklad heliport FN nemocnice Plzeň (zdroj: www.lis.rlp.cz/vfrmanual)

Plzeň - FN HEMS 1 (hlavní)		49	45
Provozovatel	Fakultní nemocnice Plzeň Edvarda Beneše 1128, 305 99 Plzeň, ☎ +420 377 103 354	42,68 N	013 22 44,61 E
Další spojení	ústředna -☎ +420 377 103 111 náměstek provozně-technický -☎ +420 377 402 500 velín (ovládání světla) -☎ +420 377 103 159, ☎ +420 724 043 397	1105 ft / 337 m	VFR den/noc
TLOF: kruh - průměr 28,3 m, beton, 6400 kg/ 0,4 MPa		FATO: totožná s TLOF	
Den - Přiblížení: 301°, 081° Vzlety: 121°, 258° Noc - Přiblížení: 301° Vzlety: 121° Překážkové roviny a plochy heliportu definované ve smyslu Hlavy 4, předpisu L 14H v provozních směrech, příslušných pro denní a noční provoz, nenarušují žádné přírodní ani umělé překážky.			
Poznámky	1. Sestupová soustava APAPI nastavena na sestupový úhel 9,3°. 2. Ovládání SZZ (světelná zabezpečovací soustava) heliportu: a) Prostřednictvím velínu elektrické požární signalizace (☎ +420 377 103 159) b) Z paluby vrtulníku radiem na frekvenci 123,550 MHz zaklíčováním 3x během 5 sek. - 1. stupeň intenzita 10% 5x během 5 sek. - 2. stupeň intenzita 30% 7x během 5 sek. - 3. stupeň intenzita 100%		

3.3 Tratě VFR

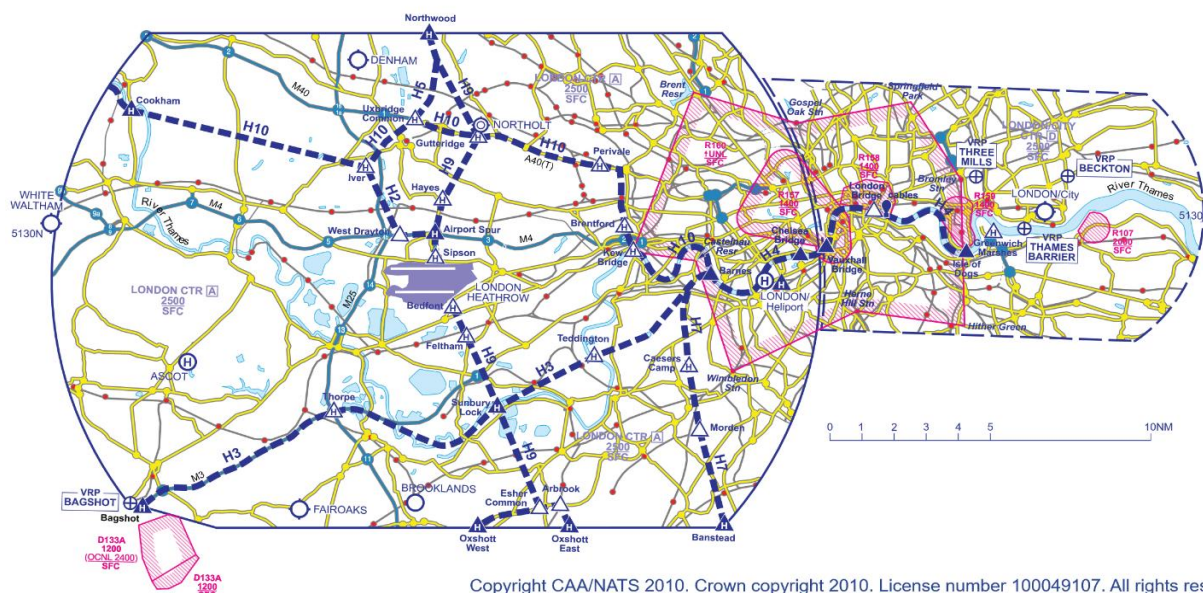
Tratě VFR jsou zřizovány pouze na místech, kde je to přínosné, například v místech s hustým provozem, oblastech zasahujících do okrsku letiště, v místech s množstvím zakázaných a omezených prostorů. V následujících odstavcích je uvedeno několik příkladů, kde je prakticky ukázán význam VFR tratí speciálně navrhovaných pro provoz vrtulníků

Ropné plošiny

Speciální letecké tratě vyhrazené pouze vrtulníkům jsou nejčastěji zřizovány pro zásobování ropných plošin na moři, kde není možné přistát letounem. Zásobování pomocí lodí je zdlouhavé a v mnoha případech díky rozbouřené hladině nebezpečné, ne-li nemožné. Za dobrých povětrnostních podmínek není pro pilota náročné udržet rozestupy od okolního provozu, ovšem na otevřeném moři je problém s orientací a navigací. Proto je vhodné létat po předem dané trati s navigačními body po cestě. Ustálenost letových tratí také usnadňuje případné pátrání a záchranu. V neposlední řadě je výhodou menší zatížení vzdušného prostoru, případně samotného letového řídicího, který v některých případech musí zajišťovat rozestupy mezi lety IFR a VFR [16].

Velká Británie

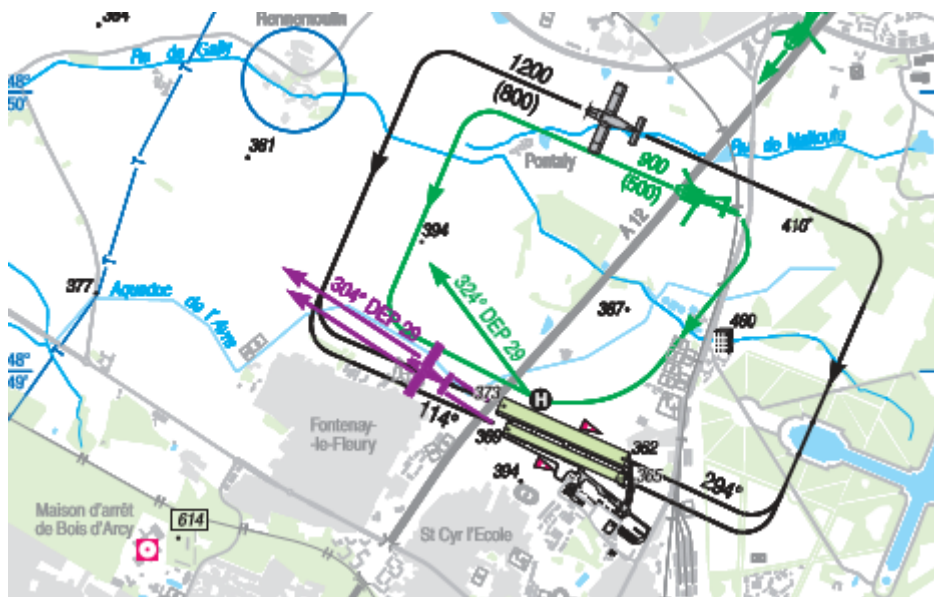
Dalším příkladem využití vrtulníkových tratí jsou velká města, kde je místními orgány regulován letový provoz nad městem. Provoz vrtulníků je omezen pouze po určitých tratích, které jsou vedeny tak, aby jejich provoz neohrožoval bezpečnost obyvatel a umožnil pilotům vyhnout se zakázaným prostorům. Tyto tratě jsou určeny pro vyhlídkové lety, lety novinářských vrtulníků, do jisté míry i pro všeobecné letectví. V závislosti na místních úřadech jsou tyto tratě v některých případech povinni dodržovat i piloti letecké záchranné služby. Určit vrtulníkům létat pouze po přidělených tratích je velké ulehčení práce řídicím hlavně v případě, že by se tyto lety prováděly v řízeném okrsku mezinárodního letiště s hustým provozem. Jedním z příkladů je Londýn, kde jsou vrtulníkové tratě vedeny tak, aby neovlivňovaly provoz konečného přiblížení na letiště Heathrow [17].



Obrázek 17: Vrtulníkové tratě Londýn (Zdroj: www.caa.co.uk)

Francie

Dalším specifickým příkladem je speciální trať pro přiblížení okruhem na letištích s větším provozem vrtulníků. Oproti letecké trati pro přiblížení je ta vrtulníková vzhledem k lepší manévrovatelnosti, ovladatelnosti a nižší minimální rychlosti vedena v nižší výšce a kratším okruhem. Zde je využíváno jiných letových vlastností vrtulníků oproti letounům [18].



Obrázek 18: Přiblížení okruhem Saint Cyr L'Ecole (zdroj: AIP SUP No. 219/13 France)

Česká Republika

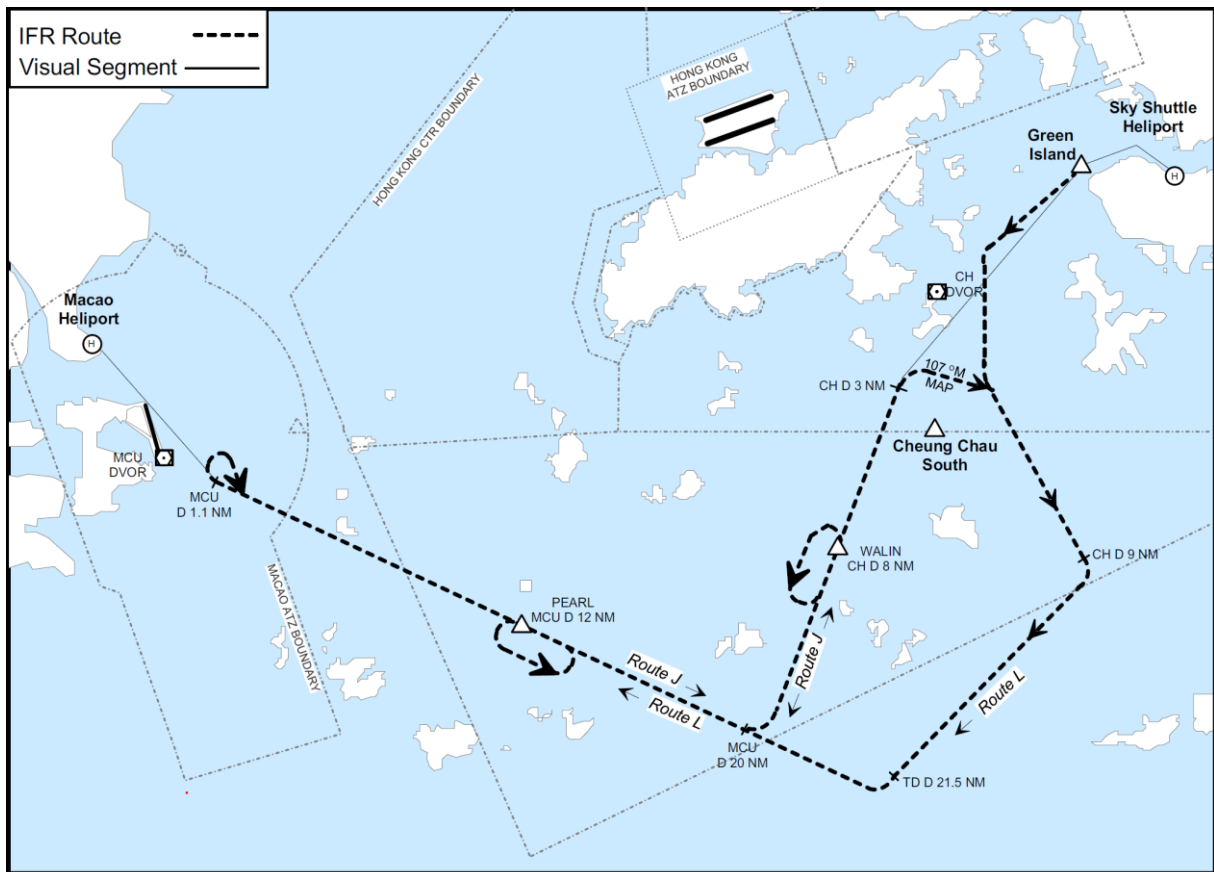
V České republice nejsou zatím žádné speciální tratě určené výhradně vrtulníkům.

3.4 Tratě IFR

Speciální vrtulníkové tratě IFR jsou zřizovány na místech s velkým vrtulníkovým provozem, kde je potřeba tento provoz zachovat i za zhoršených povětrnostních podmínek. Případně pro případ akutní potřeby transportu osob nebo materiálu na místo. V poslední době se velice úspěšně implementuje kombinace přístrojové a vizuální části přiblížení PinS.

Čína

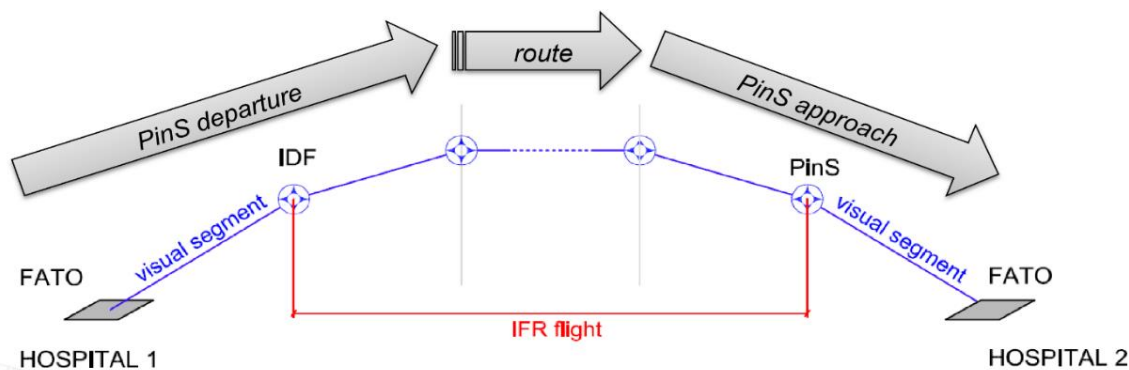
Jedna z mála pravidelných vrtulníkových linek je provozována společností Sky Shuttle Helicopters mezi Hong Kongem a Macau. Provádějí až 40 letů denně, každý let trvá přibližně 15 minut. Jejich předností je mimo létání za podmínek VMC také létání za IMC. K tomu mají příslušným úřadem vytvořené speciální vrtulníkové IFR. Tyto tratě jsou vedeny v maximální výšce 2000 ft a kromě poslední námořní míle k heliportu Macau a 2 námořních mil k heliportu v Hong Kongu, které je potřeba provádět vizuálně v maximální výšce 500 ft, je možné celou trať létat za pravidel letu podle přístrojů [16].



Obrázek 19: IFR tratě mezi Hong Kong a Macau (zdroj: www.ais.gov.hk)

Švýcarsko

V roce 2015 zavedla švýcarská obdoba řízení letového provozu Sky Guide do praxe nízké letové tratě založené na navigaci pomocí GNSS. Tyto tratě byly vytvořeny výhradně pro IFR vrtulníkové lety v nižších výškách za účelem snížení závislosti místních leteckých záchranných složek na počasí. Tyto tratě jsou vedeny mezi významnými městy a jejich zdravotnickými zařízeními. Prozatím se jedná o testovací provoz. Po uplynutí testovacího období bude rozhodnuto, zda budou tyto tratě přístupné i ostatním pilotům vrtulníků. Služba řízení letového provozu je poskytována při vstupu, opouštění a po celou dobu letu po dané trati. V případě zásahu mimo danou trať je pilot povinen řídit se pravidly za letu VFR, na koncových bodech tratí (u nemocnic nebo základen LZS) je přiblížení a odlet prováděn za pomoci PinS.



Obrázek 20: IFR let s PinS odletem a přiblížením (Zdroj: www.galileoic.org)

Česká Republika

V současné době neexistují v rámci našeho území žádné IFR tratě navržené pro vrtulníky.

3.5 Vytvoření nových tratí pro vrtulníky v rámci ČR

Tratě VFR

Velká většina vrtulníků na našem území létá výhradně za podmínek VMC a podle pravidel VFR. Pokud bude u nás rozvoj letecké dopravy pokračovat jako doposud, určitě se dočkáme některých nových tratí speciálně určených helikoptérám. V hlavním městě Praha se podobně jako v Londýně nachází řízený okresek (Control Zone, zkráceně CTR) Ruzyně a Kbely, proto můžeme v budoucnu počítat s určením leteckých koridorů právě pro vrtulníky. V současné době by stálo za zamýšlení zavedení několika leteckých tratí spojujících okraje města a významného nemocničního zařízení, např. Nemocnice Motol, Vinohradská nemocnice, Vojenská nemocnice aj. Tyto tratě by sloužily hlavně pro potřeby LZS, pilotům by byla vytyčena efektivní trať bez překážek a zajištěn bezpečný průlet CTR až do zdravotnického zařízení. Řídicím letového provozu by teoreticky ulehčili práci tím, že by bylo předem dané, kudy vrtulník LZS bude do CTR vstupovat a kudy přesně poletí.

Tratě IFR

V současné době se v České republice nenachází žádná IFR trať připravená výhradně pro vrtulníky. Jejich vytvoření by do budoucna mohlo výrazně ulehčit práci pilotům letecké záchranné služby. Vzhledem k současnému provozu vrtulníků na našem území se jako nejpravděpodobnější jeví zavedení vrtulníkových IFR tratí mezi většími zdravotnickými zařízeními v rámci republiky. Tyto tratě by mohly být vedeny v nižších výškách než standardní IFR tratě pro letouny s pevnými křídly. Tím by se zajistila dostatečná separace od okolního provozu.

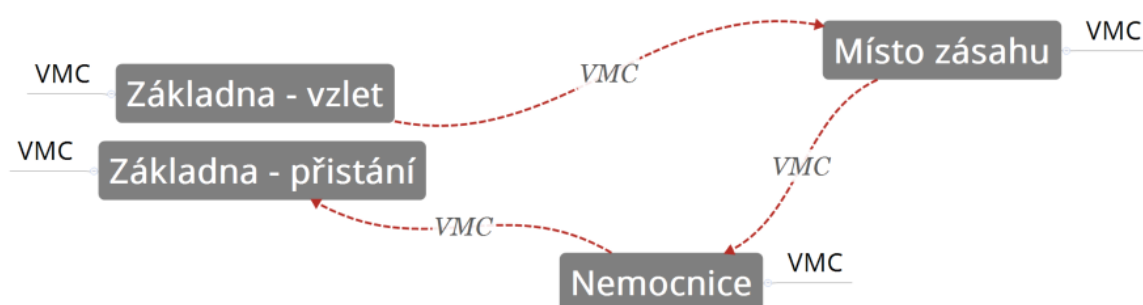
4 Příklady

S technickým a technologickým pokrokem se můžeme dočkat vyššího počtu přístrojů, jejich většího rozšíření a v neposlední řadě také nižší pořizovací ceny. V nejbližší době se očekává zvýšení přesnosti a spolehlivosti satelitních navigačních systémů a jejich eventuálního využití pro přesná přístrojová přiblížení. Moderní gyroskopy ve spojení s GPS a výškoměrem umožňují již dnes zafixovat vrtulníky na dálkové ovládání na libovolném místě v prostoru, případně automatický návrat na místo vzletu, a to bez jakéhokoliv lidského zásahu. Toto a pravděpodobně mnohá další vybavení postupně umožní vrtulníkům s lidskou posádkou létat téměř v jakýchkoliv povětrnostních podmínkách.

Pro ilustraci jsem připravil několik situací s rozdílnými podmínkami v různých fázích letu. Jedná se vždy o primární zásah letecké záchranné služby. Tento let se skládá ze vzletu na základně, letu do místa zásahu, přistání a vzletu na místě zásahu, letu do zdravotnického zařízení, přistání a vzletu většinou u nemocnice, letu zpět na základnu a následné přistání.

4.1 Pouze VMC

V současnosti se u nás jedná o nejčastější typ zásahu. Během celého letu jsou podmínky VMC, posádka se řídí pravidly letu za viditelnosti. Naštěstí není náš vzdušný prostor přeplněn do té míry, aby docházelo k výrazným omezením a zdržením na cestě. V jakémkoliv vzdušném prostoru má let záchranného vrtulníku vyšší prioritu, bohužel na toto nelze vždy stoprocentně spoléhat.



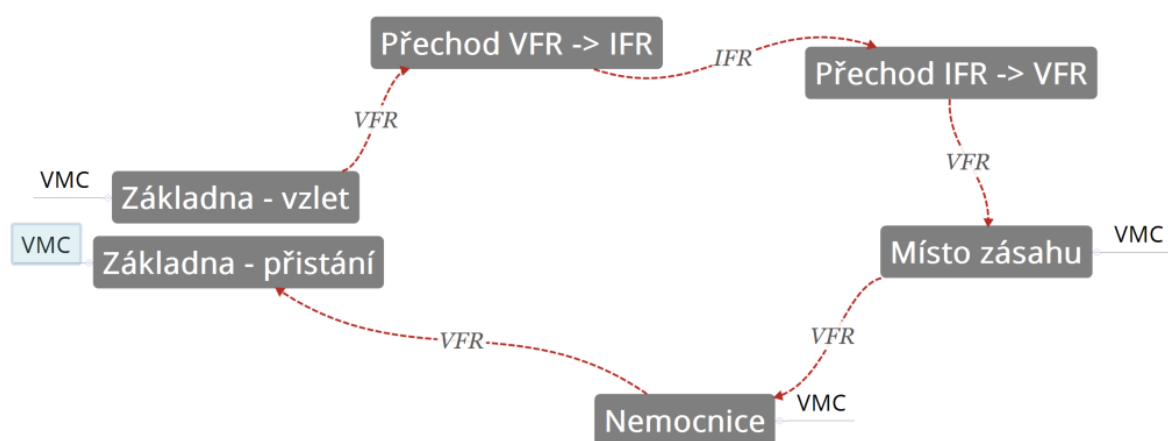
Obrázek 21: Schéma letu pouze VMC (zdroj: vlastní)

Tento typ letu je z hlediska legislativních a technických požadavků celkem nenáročný. Je k němu potřeba vrtulník způsobilý k provozu za podmínek VMC, posádka oprávněná k provádění letu VFR a vhodná základna bez vybavení naváděcími nebo přistávacími

systemy. V případě zhoršení podmínek je potřeba se oblastem s nevyhovujícím počasím vyhnout.

4.2 IMC po cestě

V případě, že po cestě na místo zásahu, či v jakékoliv jiné části letu dojde ke zhoršení povětrnostních podmínek a není možné nadále pokračovat podle pravidel letu za viditelnosti, je potřeba, aby velící pilot kontaktoval řízení letového provozu, podal letový plán za letu a přešel z letu VFR na IFR. Takto musí pokračovat až do chvíle, dokud podmínky nedovolí ukončit řízený let podle přístrojů a přejít zpět na let VFR. Tato možnost se jeví jako velice vhodná, jelikož letecká záchranná služba může operovat na rozsáhlém území a není vždy jisté, zda budou na celé trase panovat příznivé podmínky. Dále pak v případě oblasti se špatnou dohledností není potřeba oblast oblétnout, ale můžeme letět přímo. Samozřejmě



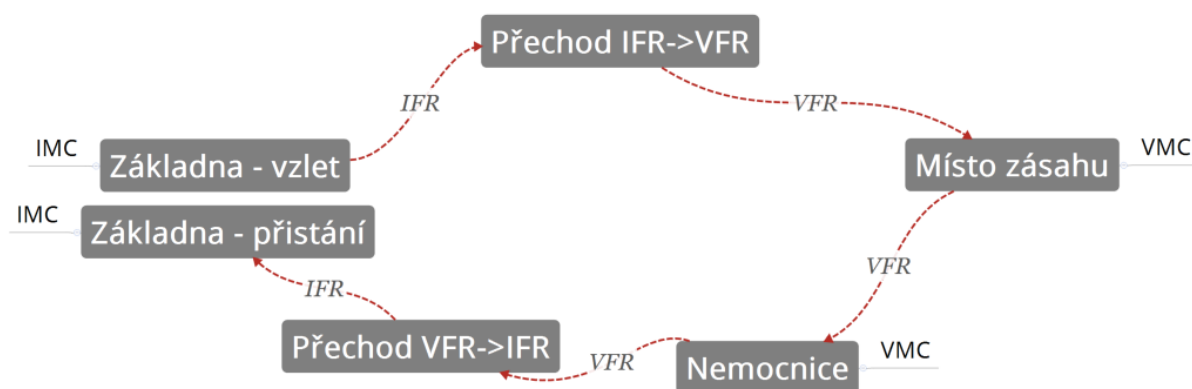
Obrázek 22: Schéma letu IMC po cestě (zdroj: vlastní)

nesmí dojít k ohrožení bezpečnosti vlastního letu ani okolního provozu.

Oproti předchozímu příkladu je potřeba mít stroj vybavený a certifikovaný pro let IFR. Vrtulníky vybavené pro let podle přístrojů jsou samozřejmě dražší a nákladnější na údržbu. Dalším kritériem pro využívání IFR je řádně vycvičená a certifikovaná posádka.

4.3 IMC na základně

Nejnáročnější a nejnebezpečnější částí letu podle přístrojů je bezesporu přistání, bez možnosti se orientovat v prostoru je posádka odkázána na správné fungování a přesnost svých přístrojů. Většina vrtulníkových základen se nachází na letišti. To je uzpůsobené pro letecký provoz. Příletové a odletové ochranné roviny poskytují možnost bezpečně provést postup pro nezdařené přiblížení, aniž by došlo k ohrožení bezpečnosti. Osvětlení letištních budov, pojezděcích a přistávacích drah snižuje minima, za kterých je bezpečné přistát. V neposlední řadě, pokud jsou na letišti publikovány postupy pro přístrojové přiblížení a vzlet, je možné minima pro přistání/vzlet ještě snížit.

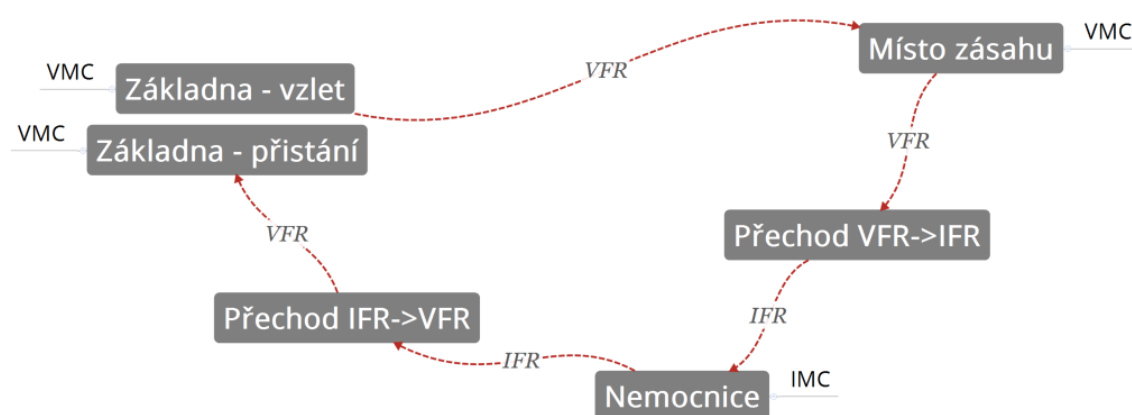


Obrázek 23: Schéma letu IMC na základně (zdroj: vlastní)

Příkladem může být letecká služba Policie ČR, která má svoji základnu na Letišti Václava Havla v Praze. Toto mezinárodní letiště je vybavené systémem ILS (Instrument Landing System), což výrazně zvyšuje šanci na bezpečný vzlet a přistání téměř za všech podmínek. Kromě požadavků na posádku a vrtulník jsou zde kladeny výrazné požadavky na vybavení základny, kvalitní osvětlení přistávací plochy, pojezdových drah a systémy, které umožňují bezpečné přistání i za snížené viditelnosti, jako například ILS. To vše snižuje požadavky na podmínky, za kterých je vrtulník schopen bezpečně létat.

4.4 IMC v místě předání pacienta

Mnohem větší problém nastává v případě přistání u zdravotnického zařízení. Oproti letištím jsou nemocnice uprostřed obydlených oblastí. Celá stavba a její okolí je uzpůsobena potřebám lékařů a pacientů a nikoliv vrtulníkům. Neexistují zde ochranné roviny, není zde povinnost osvětlovat překážky a budovy v blízkosti přistávací plochy. V neposlední řadě v případě poruchy bude pilot nucen nouzově přistávat do hustě obydlené oblasti. Proto je přistání za snížené dohlednosti na těchto místech velice riskantní a značně zvyšuje operační minima.

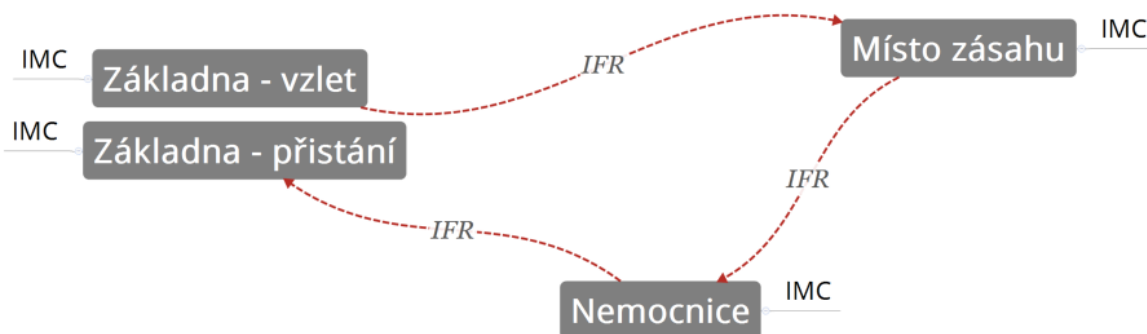


Obrázek 24: Schéma letu IMC u nemocnice (zdroj: vlastní)

Na druhou stranu počet nemocnic, které by byly schopny přijímat vrtulníky za špatných dohledových podmínek, může být omezen například na jednu v každém kraji. V případě zpřesnění satelitní navigace můžeme alespoň snížit výšku rozhodnutí a pilotovi co nejvíce usnadnit přistání. Kvalitní osvětlení může usnadnit orientaci a přistání v noci nebo za lehce snížené viditelnosti, avšak v husté mlze nebo velmi nízké oblačnosti není dostačující. Pokud bychom chtěli přistávat i za takovýchto podmínek, by bylo potřeba na heliporty nainstalovat radionavigační naváděcí přístroje, například ILS. Jejich provoz a údržba je však neúměrně nákladná s ohledem na rozvoj GNSS, gyroskopů, akcelerometrů a jejich implementací do ovládání stroje.

4.5 Pouze IMC

Pokud technicky vyřešíme přistání u nemocnic, stále nám zůstává problém s přistáním na místě zásahu. Nazvěme ho například jako přistání „na zelené louce“ (místo náhodně určené, ve kterém je potřeba přistát bez jakéhokoliv vybavení na zemi, bez jakýchkoliv místních znalostí a bez pozemního zajištění).



Obrázek 25: Schéma letu pouze IMC (zdroj: vlastní)

Takovéto přistání je zatím příliš nebezpečné, nikdo z pilotů na sebe nebude brát neúměrně velké riziko. Prozatím se proto provádí přistání „na zelené louce“ pouze za dobrých povětrnostních podmínek. Finální rozhodnutí, zda je přistání proveditelné, je na kapitánovi letadla. V budoucnu se určitě dočkáme vylepšení řady systému. 3D gyroskopy dodají vrtulníku potřebnou stabilitu v prostoru bez nutnosti orientačního bodu. Například radiem řízené modely vrtulníku jsou stabilní i bez zásahu jejich pilota právě díky soustavě gyroskopů, které zasahují do řízení a dokáží stroj dlouhodobě udržet ve stabilní poloze. Pokud by se vrtulník dokázal s pomocí „autopilota“ udržet ve stejné poloze bez nutnosti zásahu pilota, můžeme začít vzdáleně uvažovat o možnosti přistávat naslepo.

Jestliže bude vrtulník dostatečně stabilní a bude jisté, kde se nachází, nic nebrání pomalému klesání a přistání. Z bezpečnostního hlediska je potřeba stoprocentně zajistit, že v sestupové rovině nebudou překážky. To by bylo možné zajistit soustavou dálkoměrných senzorů, vizuální techniky (například termokamer), případně jiných snímačů. Soustava by okolo stroje vytvořila imaginární bublinu, ve které by bylo možné odhalit překážky i bez vizuální viditelnosti.

4.6 Shrnutí požadavků

V tabulce č. 2 jsou přehledně shrnuty požadavky na posádku a vrtulníky v rámci různých podmínek a vybavení míst přistání.

Tabulka 2: Požadavky na částečný nebo úplný let IFR v rámci primárního zásahu LZS (zdroj: vlastní)

	Posádka	Vrtulník	Základna	Zdrav. zařízení	Speciální vybavení*
Pouze VMC	VFR	VFR	VFR	VFR	NE
IMC po cestě	IFR	IFR	VFR	VFR	NE
IMC na základně	IFR	IFR	IFR	VFR	NE
IMC zdrav. Zařízení	IFR	IFR	VFR	IFR	NE
Pouze IMC	IFR	IFR	IFR	IFR	ANO

* Vybavení vrtulníku umožňující bezpečně přistát na zelené louce

Závěr

I přes zjevné výhody provozu vrtulníku LZS za každých podmínek je zde spousta dosud nevyřešených problémů. Bezpečnost posádky, letadel, ale i osob na zemi nesmí být v žádném případě brána na lehkou váhu. Proto se při snaze snižovat operační minima nesmí stát, aby v rámci rozvoje byly ohroženy lidské životy a majetek, a to ani v případech vskutku ušlechtilých jako je letecká záchranná služba. V současné době je na území České republiky jen málo míst, kam se vozidlo zdravotnické záchranné služby nedostane v rámci 15 minut. Některá z těchto míst jsou v turistických sezónách obsazena jednotkami First Responders. Jedná se o dobrovolníky z řad Horské služby a Vodní záchranné služby, které místo profesionálních záchranářů některá tato slepá místa dokážou vykryt svým sice poloprofesionálním, ale zato včasným zásahem. Podle současné legislativy je stát, potažmo kraje povinen zajistit adekvátní profesionální a včasnou pomoc. Pomoc je zajištěna rozmístěním výjezdových stanovišť vozidel ZZS, tím je splněna povinnost vyplývající z příslušného zákona. LZS v těchto případech hraje pouze nadstandardní roli. Jejím úlohou je zrychlení dopravy odborníků na místo a následný transport zraněného šetrným a rychlým způsobem do zdravotnického zařízení. Z těchto důvodů není až tak vysoký tlak na zvyšování požadavků na LZS a jejich zásahy za každého počasí. V neposlední řadě hraje hlavní roli také finanční stránka věci, kdy provoz vrtulníku a infrastruktury s tím související je mnohonásobně vyšší než provoz pozemních jednotek.

Pokud by byl provoz vrtulníků za zhoršených povětrnostních podmínek odkázán pouze na lety mezi letišti či několika málo heliporty vybavenými pro provoz IFR, přichází vrtulník o svou největší výhodu, variabilitu a široké spektrum použití. Pro maximální využití je potřeba vyvinout autonomní systémy umožňující vrtulníku fungovat i bez rozsáhlé pozemní infrastruktury. Na lety mezi upravenými letišti je mnohem rychlejší ekonomičtější a praktičtější letadlo s pevnými vztlačovými plochami.

Velmi aktuální jsou v oblasti autonomní navigace satelitní navigační systémy hlavně GPS, spolu se systémem EGNOS. Evropská alternativa GNSS systém Galileo je v současné době ve výstavbě. Již po několikáté odložený termín dokončení je aktuálně stanoven na rok 2020. Po jeho spuštění můžeme očekávat vývoj nových postupů letecké navigace, nepřesného přístrojového přiblížení, případně i přesného přístrojového přiblížení postaveného právě na systému Galileo.

Rozvoj v oblasti bezpilotních letadel ukazuje, že stroje jsou již schopné létání do jisté míry i bez lidského ovládní. Pokud se některé z technologií, které stabilizují menší létající stroje,

implementují do systému řízení plnohodnotného vrtulníku, dokázal by teoreticky pilot přistávat kolmo k povrchu země i z větší výšky a bez viditelnosti pevného orientačního bodu. Pro zajištění bezpečnosti je možné prostor okolo stroje monitorovat a zajistit tím dostatečný odstup od překážek. Stejně jako v dnešní době dokáže automobil sám zaparkovat, v budoucnu bude vrtulník sám létat a přistávat. Neustálý rozvoj technologií vytváří příležitosti pro zlepšování plynulosti a bezpečnosti letového provozu vrtulníku. Ideální letové tratě jsou jedním ze základních kamenů tohoto rozvoje a na jejich vývoji závisí budoucnost vrtulníkové dopravy.

Díky své práci jsem se dozvěděl o obecných principech létání vrtulníků i některých záludnostech jejich pilotáže. Lehce jsem nahlédl pod pokličku Letecké záchranné služby ČR a na zahraničních příkladech zjistil, jak fungují vrtulníkové tratě po světě. Nastínil jsem některá možná řešení vrtulníkových tratí v České republice. Ze svého pohledu můžu prohlásit, že cíl mé bakalářské práce byl splněn. Pevně věřím, že získané znalosti a poznatky se mi budou hodit i nadále při psaní diplomové práce, kde tyto obecné znalosti budu moci rozvinout a vytvořit konkrétní návrhy nových vrtulníkových tratí.

Použité zdroje

- [1] KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H). Brno: CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-627-0
- [2] pplk. SMIK, osobní konzultace (pilot Kryštof 7-Plzeň)
- [3] Vrtulnik.cz: Záludnosti pilotáže vrtulníku [online]. 2008 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://www.vrtulnik.cz/teorie/pilotaz-z.htm>
- [4] Akademie letectví e-magazín: Co to asi může být ten násobek?! [online]. 2010 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://www.airspace.cz/akademie/rocnik/2010/04/nasobek.php>
- [5] Wikihow: How to fly a helicopter [online]. 2016 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://www.wikihow.com/Fly-a-Helicopter>
- [6] ADÁMEK, Martin, Jak funguje letecká záchrana: zákulisí, záchranáři, zásahy. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 9788025125892
- [7] Alfa helicopter: Letecká záchranná služba [online]. 2016 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://www.alfahelicopter.cz/cs/page/About+us>
- [8] JAR-OPS3 [PDF dokument]. 1999 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/Jar/JAR-OPS_3/index.htm
- [9] DSA: Letecká záchranná služba [online]. 2016 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://dsa.cz/index.php/letecka-zachranna-sluzba>
- [10] Vrtulník EC 135. Livien.org [online]. 2010 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://livien.org/ec135.htm>
- [11] VFR příručka: ENR-2 Pravidla pro VFR [PDF dokument]. ŘLP, 2016 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_2_cz.html

[12] LZS letiště Plzeň-Líně: LZS Plzeň-Líně. LZS letiště Plzeň-Líně [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.lzslines.cz/>

[13] VFR příručka: GEN-8 Pátrání a záchrana [PDF dokument]. ŘLP, 2016 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/gen_8_cz.html

[14] VFR příručka: ENR-1 Vzdušný prostor české Republiky [PDF dokument]. ŘLP, 2016 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_1_cz.html

[15] AIP: AD 1.1 Dostupnost a všeobecné podmínky využívání letišť/heliportů [PDF dokument]. ŘLP-LIS, 2014 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-1.pdf

[16] Hong Kong AIP: ENR 3.4-1 ENR 3.4 Helicopter routes [PDF dokument]. AIS Hong Kong, 2011 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z www.ais.gov.hk/HK_AIP/AIP/ENR/HK_ENR3.4.pdf

[17] CAA UK: London helicopter operations [online]. 2016 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <https://www.caa.co.uk/Data-and-analysis/Airspace-and-environment/Airspace/London-helicopter-operations/>

[18] SIA FR: AIP AD 2 LFPZ [online]. 2015 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/aip/enligne/AtlasVAC/PDF_AIPparSSection/VAC/AD/2/1609_AD-2.LFPZ.pdf/

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vírový prsteneček (zdroj: www.aneclecticmind.com)	12
Obrázek 2: Pilot při řízení vrtulníku (zdroj: www.wikihow.com)	16
Obrázek 3: Osy otáčení (zdroj: www.tech-mp.com)	17
Obrázek 4: Pitot-statický systém (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))	20
Obrázek 5: Schéma pitot statické trubice (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H)).....	20
Obrázek 6: Schéma fungování leteckého rychloměru (zdroj: www.flying.4fan.cz)	21
Obrázek 7: Ukazatel výškoměru (zdroj: www.cs.wikipedia.org)	22
Obrázek 8: Variometr schéma (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H)) .	23
Obrázek 9: Zatačkoměr (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))	23
Obrázek 10: Umělý horizont (zdroj: www.cs.wikipedia.org)	24
Obrázek 11: Směrový gyroskop (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))	25
Obrázek 12: Deklinace (zdroj: www.blog.hudy.cz)	25
Obrázek 13: Plovákový kompas (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H))	26
Obrázek 14: Indukční kompas (zdroj: KULČÁK, Ludvík. Učebnice pilota vrtulníku PPL(H)) .	26
Obrázek 15: Schéma Point in Space (zdroj: www.aaians.org)	28
Obrázek 16: Přístrojová deska EC 135 (zdroj: www.vrtulník.cz)	28
Obrázek 17: Vrtulníkové tratě Londýn (Zdroj: www.caa.co.uk)	35
Obrázek 18: Přiblížení okruhem Saint Cyr L'Ecole (zdroj: AIP SUP No. 219/13 France)	36
Obrázek 19: IFR tratě mezi Hong Kong a Macau (zdroj: www.ais.gov.hk)	37
Obrázek 20: IFR let s PinS odletem a přiblížením (Zdroj: www.galileoic.org)	38
Obrázek 21: Schéma letu pouze VMC (zdroj: vlastní)	39
Obrázek 22: Schéma letu IMC po cestě (zdroj: vlastní)	40
Obrázek 23: Schéma letu IMC na základně (zdroj: vlastní)	41
Obrázek 24: Schéma letu IMC u nemocnice (zdroj: vlastní)	42
Obrázek 25: Schéma letu pouze IMC (zdroj: vlastní)	43

Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklad heliport FN nemocnice Plzeň (zdroj: www.lis.rlp.cz/vfrmanual)	34
Tabulka 2: Požadavky na částečný nebo úplný let IFR v rámci primárního zásahu LZS (zdroj: vlastní)	44

Seznam pojmů a zkratk

AIP Aeronautical Information Publication – letecká informační příručka

AČR Armáda České Republiky

ATIS Automatic Terminal Information Service

CTA řízená oblast

ČR Česká republika

DSA Delta system air – český provozovatel leteckých služeb

EC výrobce vrtulníků Eurocopter

EGNOS European Geostationary Navigation Overlay Service

Fa Focke-Achgelis

FIR letová informační oblast

Fw Focke-Wulf

GLONASS Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema – ruský globální satelitní navigační systém

GNSS Global Navigation Satellite System – globální satelitní navigační systém

GPK gyroskopické polokompas

GPS global positioning system – americký globální satelitní navigační systém

HEMS Helicopter emergency medical system

HZS Hasičský záchranný sbor

IFR instrument flight rules – pravidla pro let podle přístrojů

ILS Instrument Landing system-přistávací systém letiště pro přesné přístrojové přiblížení

IMC instrument meteorological conditions – přístrojové meteorologické podmínky

IR instrument rating-přístrojová doložka

IZS integrovaný záchranný systém

JAR-OPS 3 evropská letecká legislativa pro vrtulníky

LZS letecká záchranná služba

MCTR řízený okrsek vojenských letišť

METAR pravidelná letecká meteorologická zpráva

MSA mezinárodní standardní atmosféra

MTMA vojenská koncová řízená oblast

NOTAM Notification to airmen

PČR Policie ČR

PinS Point in Space-nepřesné přístrojové přiblížení pro vrtulníky založené na GNSS

PLZ polský výrobce vrtulníků
PPL (H) certifikace soukromého pilota vrtulníku
ŘLP Řízení letového provozu
SAR Search and rescue-slужba pátrání a záchrany
SBAS Satellite Based Augmentation Systems
SIGMET meteorologické výstrahy
SPECI mimořádná letecká meteorologická zpráva
SSSR Svaz sovětských socialistických republik
TAF meteorologická předpověď pro letiště
TMA koncová řízená oblast
TREND meteorologická přistávací předpověď
USA United States of America – Spojené státy americké
VFR visual flight rules – pravidla pro let za viditelnosti
VMC visual meteorological conditions-meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
W3A typové označení vrtulníku Sokol
WAAS Wide Area Augmentation System
ZVFR zvláštní let podle pravidel letu za viditelnosti
ZZS Zdravotní záchranná služba