



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

VÝBĚR EKONOMICKÉHO LETOUNU PRO LETY DO ZAHRANIČÍ

SELECTION OF ECONOMIC AIRCRAFT FOR FLIGHTS ABROAD

BAKALÁRSKA PRÁCA

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kristián Fried

VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Filip Sklenář

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Kristián Fried**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Profesionální pilot
Vedoucí práce: **Ing. Filip Sklenář**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Výběr ekonomického letounu pro lety do zahraničí

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Obvykle piloti po získání kvalifikace PPL potřebují nalétat poměrně velké množství letových hodin, aby mohli vstoupit do dalších výcviků jako například CPL. S průkazem PPL jsou oprávněni létat po celé Evropě (pokud mají jazykovou doložku). Létání dlouhých navigačních letů do zahraničí je složitější na plánování a realizaci oproti krátkým vnitrostátním letům. Z těchto důvodů tyto lety nabízí novým pilotům možnost získat mnoho důležitých zkušeností pro budoucí zaměstnání. Úkolem bakalářské práce je výběr ekonomicky výhodného letounu, vytvoření pozemní přípravy pro let do zahraničí a shrnutí finanční náročnosti plánovaného letu.

Cíle bakalářské práce:

1. Přehled letounů (včetně ceny za letovou hodinu), které je možné si pronajmout v ČR pro lety do zahraničí, s vybavením pro let IFR.
2. Vytvoření pozemní přípravy pro let z ČR do zahraničí (Itálie nebo Chorvatsko) s vybraným typem letounu.
3. Vytvořit přehled finanční náročnosti daného letu.

Letoun musí být minimálně čtyřmístný. Do přehledu finanční náročnosti započítejte parkovací poplatky na zvoleném letišti pro dobu stání (např. tři dny). Do plánovaného letu zakomponujte alespoň jedno mezipřistání. Let plánujte dle pravidel VFR.

Seznam doporučené literatury:

AIP ČR. Letecká informační služba ČR. Praha, 2020. Dostupné z:
https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/control/aip_obsah_cz.htm

AIP S.R. Aeronautical Information Services of the Slovak Republic. Bratislava, 2020. Dostupné z:
<https://aim.lps.sk/web/>

AIP of the Republic of Croatia. CROATIA CONTROL. Zagreb, 2020. Dostupné z:
<https://www.crocontrol.hr/UserDocImages/AIS%20produkti/eAIP/2020-09--4-AIP/html/index-en-HR.html>

AIP Austria. AUSTRO CONTROL. Vienna, 2020. Dostupné z: <https://eaip.austrocontrol.at/>

SLOVENIA AIP. Slovenia Control. Ljubljana, 2020. Dostupné z:
<https://www.sloveniacontrol.si/acrobat/aip/Operations/2020-09-10-AIRAC/html/index.html>

IAIP. ENAV Italian air navigation service. ROMA, 2020. Dostupné z:
<https://www.enav.it/sites/public/en/Servizi/areonautical-information.html>

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L.S.

.....
doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.

ředitel ústavu

.....
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakulty



ABSTRAKT

Táto bakalárska práca vznikla za účelom nájdenia ekonomicky výhodného lietadla pre lety z Českej republiky do zahraničia. Počiatok práce sa venuje prehľadu lietadiel, ktoré si je možné prenajať v ČR. Popisuje finančnú náročnosť jednotlivých typov, s ohľadom na ich cestovnú rýchlosť, hodinovú spotrebu a cenu za hodinový prenájom. Ďalej sa práca zaoberá vytvorením pozemnej prípravy pre let z ČR do Benátok za VFR. Pre naplánovanie trasy bol použitý ekonomicky najvýhodnejší typ lietadla z predošlej časti. Práca je zakončená prehľadom finančnej náročnosti takéhoto letu a ponúka prehľadný postup pri hľadaní finančne najvýhodnejšieho lietadla pre lety do zahraničia.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Prenájom lietadla, typ, ekonomika letu, zahraničný let, VFR, finančná náročnosť, plánovanie letu

ABSTRACT

This bachelors thesis deals with finding the economically most appropriate aircraft for flights from Czech Republic abroad. The beginning part discusses an overview of aircrafts, available for rent in Czech republic. Describes the financial demands for particular types of aircraft, in regard to their cruising speed, time based fuel consumption and rental cost. Thesis then discusses ground preparations for VFR flight from Czech republic to Venice, applying the economically most appropriate aircraft from previous part. The thesis finishes by making a cost evaluation of the whole trip and offers a nicely understandable procedure for finding a financially viable aircraft for flights abroad.

KEY WORDS

Aircraft rent, type, flight economy, flight abroad, VFR, financial demand, flight planning



BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

FRIED, Kristián. *Výběr ekonomického letounu pro lety do zahraničí*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132544>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Filip Sklenář.



ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojim pôvodným dielom, spracoval som ju samostatne pod vedením Ing. Filipa Sklenáře a s použitím informačných zdrojov uvedených v zozname.

V Brne dňa

.....

Kristián Fried



POĎAKOVANIE

Rád by som sa poďakoval vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Filipovi Sklenárovi za ochotu a cenné rady pri písaní tejto záverečnej práce. Veľké poďakovanie patrí tiež internetovému portálu Aeroweb a firme ForeFlight A Boeing Company, ktoré boli veľkým prínosom pri výbere ekonomického lietadla a plánovaní letovej trasy.



OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	EKONOMIKA LETU.....	12
2.1	Pohonná jednotka	12
2.1.1.	Účinnosť pohonnej jednotky.....	14
2.1.2.	Vrtuľa.....	15
2.2	Vplyv aerodynamiky	16
2.3	Letové výkony	19
2.4	Meteorológia.....	20
3	PREHLAD LIETADIEL	23
3.1	Cessna 350 Corvalis (Columbia).....	24
3.2	Cirrus SR20 a SR22.....	25
3.3	Cessna 182 Skylane	26
3.4	Piper PA-46-350P Malibu Mirage.....	27
3.5	Cessna 172 a Cessna 172S Skyhawk SP	29
3.6	Diamond DA42NG Twin Star.....	31
3.7	Let L-200 Morava.....	32
3.8	Piper PA-34-220T Seneca III	33
3.9	Cessna 421C Golden Eagle	34
3.10	Cessna T303 Crusader	35
3.11	Výber ekonomicky výhodného lietadla.....	36
4	POZEMNÁ PRÍPRAVA LKCM-LIPV	39
4.1	Požiadavky na lietadlo a pilota.....	39
4.2	OK-VUT.....	41
4.3	Kritériá pre plánovanie	41
4.4	Hmotnosť a vyváženie.....	41
4.5	Dolet a výdrž	44
4.6	Výška letu	44
4.7	Letové výkony	45
4.8	Voľba trasy	47
4.9	Letiská	49
4.9.1	Brno Medlánky LKCM.....	49



4.9.2	Graz LOWG	50
4.9.3	Maribor Orehova Vas LJMB	51
4.9.4	Portorož Sečovlje LJPZ	52
4.9.5	Trieste Ronchi Dei Legionari LIPQ.....	53
4.9.6	Venezia/Lido LIPV	54
4.10	Podmienky pre prelet a pristátie jednotlivých štátov.....	55
4.11	Letový plán	56
4.12	Meteorologická príprava.....	57
5	CENOVÝ PREHLAD	58
6	ZÁVER	60



1 ÚVOD

Lietanie je činnosť krásna a šľachetná. Už od dôb prvej svetovej vojny boli piloti vnímaní spoločnosťou ako rytieri nebies, odvážni a statoční gentlemani. Títo priekopníci často usadali do lietadiel, zatiaľ čo vlády krajín kryli výdaje na ich výcvik a živobytie. Podobný systém funguje u vojenských pilotov dodnes.

Situácia dnešných dopravných pilotov je však diametrálne odlišná od vyššie spomínaných rytierov nebies. Človek si musí veľmi dobre rozmyslieť, či sa vydá na strastiplnú púť s cieľom stať sa dopravným pilotom. Potrebuje zvážiť svoje vedomosti matematiky a fyziky. Vyčleniť veľké množstvo času príprave, ktorý by inak venoval koníckom alebo rodine. Čo však žiadnemu dnešnému adeptovi na licenciu ATPL nemôže chýbať, sú peniaze.

Tisíce eur musia piloti investovať pre získanie počítačnej licencie PPL. Jej získaním to však ešte len začína. Pre vstúpenie do ďalšieho výcviku ako napríklad CPL potrebujú piloti nalietat pomerne veľké množstvo letových hodín. To obnáša ďalšie tisícky a tisícky eur. Piloti si z tohto dôvodu musia vážiť každý cent. Aby sa ich výcvik nestal likvidačnou čiastkou pre pilotov samotných a ich rodiny, je dôležité lietať na lietadlách ekonomicky výhodných. Bakalárska práca sa zaoberá obdobím, kedy pilot študent je držiteľom licencie PPL(A), SEP (land) alebo MEP (land). Tým pádom pojednáva lietadlá jedno alebo viacmotorové, ktoré pre vyvedenie ťahu používajú vrtuľu.

Keďže pri získavaní vyšších kvalifikácii, ako napríklad licencie komerčného pilota (CPL), ide hlavne o nalietané hodiny, voľba lietadla na ktorom sa bude odohrávať pokračovací výcvik je pomerne jednoduchá. Stačí si vybrať lietadlo s najnižšou cenou za letovú hodinu. Pri výbere ekonomického lietadla na konkrétnu trasu však ide o viac parametrov. Ak je lietadlo výhodné z pohľadu ceny za letovú hodinu, ale letí nízkou rýchlosťou, môže byť vo finále drahšie, ako rýchle lietadlo s vysokou cenou za letovú hodinu.

Ďalším dôležitým faktorom je kapacita cestujúcich. Je jasné, že sa čerstvý pilot chce pochváliť svojimi novonadobudnutými skúsenosťami čo najväčšiemu publiku svojich známych a rodiny. Čo mu však najviac pomôže, je rozdelenie letových nákladov medzi väčší počet osôb a s tým spojená redukcia vlastných letových nákladov.

Motiváciou tejto práce je akýsi náčrt alebo vodítko, mierené na pilotov vo výcviku, podľa ktorého môžu zhodnotiť výber lietadla, s ktorým budú schopný odletieť trasy do zahraničia s čo najmenšími finančnými nákladmi. Práca taktiež poukazuje na konkrétne problémy spojené s dosahovaním optimálnej ekonomiky letu, aké podmienky musia dnešné lietadlá spĺňať a samozrejme, čo to vlastne ekonomika letu je. Po prečítaní tejto práce si čitateľ bude schopný odpovedať na všetky otázky spojené s plánovaním letu VFR do zahraničia a oboznámi sa s radosťami a komplikáciami, ktoré takéto lety prinášajú.

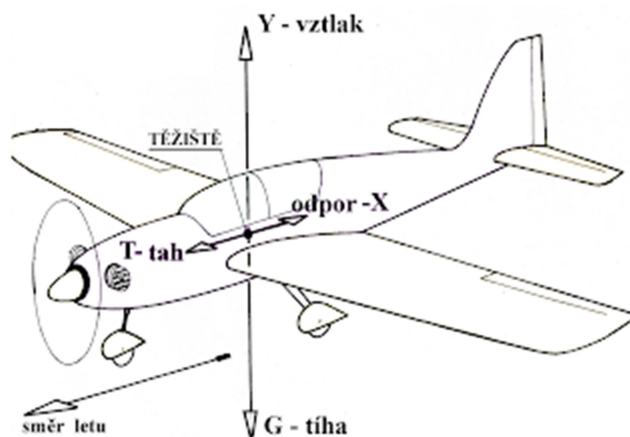


2 EKONOMIKA LETU

Na tému, prečo lietadlo letí, bolo z historického hľadiska spracovaných už mnoho odborných prác a odpovedí je viac než by sa na prvý pohľad zdalo. Letí, pretože prekonáva zemskú tiaž aerodynamickými silami? Letí, pretože ako dopravný prostriedok je ekonomicky výhodné? Letí, pretože v ňom sedí človek, ktorému to prináša radosť? Ak ste odpovedali na tieto tri otázky pozitívne, určite vás zaujme aj obsah tejto kapitoly, pojednávajúci najmä vplyv konštrukcie a mnohých iných faktorov na ekonomiku letu.

2.1 Pohonná jednotka

Lietadlá ťažšie ako vzduch využívajú na prekonanie zemskej tiaže aerodynamické sily, pôsobiace na povrch nosných plôch a trupu. Základ teórie letu tvorí rozklad týchto aerodynamických síl na zložku vztlakovú a zložku odporovú, vid' obrázok 1. Z toho plynie nutnosť použitia propulznej sily, pôsobiacej proti smeru odporu. Propulznú silu si môžeme predstaviť ako výsledok činnosti motora, predovšetkým prostredníctvom vrtule. Pohonná jednotka je teda tepelný stroj, ktorý premieňa chemickú energiu obsiahnutú v palive na mechanickú energiu, potrebnú na prekonanie odporu počas letu.

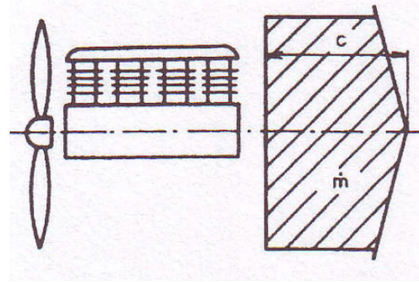


Obrázok 1 – sily pôsobiace na lietadlo počas letu[6]

Mechanickú energiu následne potrebujeme premeniť na ťahovú (propulznú) silu. Podľa spôsobu tejto premeny vieme rozlíšiť tri základné pohony:

- a) vrtuľový;
- b) prúdový;
- c) raketový.

Ťahovú silu dosiahneme zmenou hybnosti pracovnej látky, to jest jej urýchlením, okolného vzduchu alebo látky, ktorú si lietadlo nesie so sebou v prípade raketového motora. Pre účely tejto práce sa budeme ďalej zaoberať pohonom vrtuľovým. Ten na rozdiel od ostatných pohonov, používa malé urýchlenie (c) veľkej hmotnosti vzduchu (m), vid' obrázok 2.



Obrázok 2 – urýchlenie masy vzduchu vrtuľou[6]

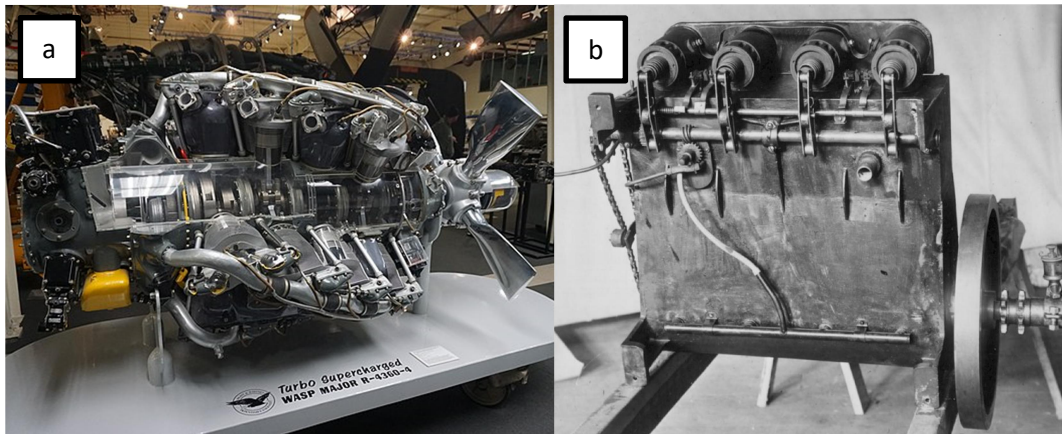
Pri vývoji letectva hrala kľúčový význam použitá pohonná jednotka, konkrétne jej zdokonaľovanie a vývoj. Priemyslová revolúcia znamenala prevrat v konštrukcii tepelných strojov, ktoré používali paru ako pracovné médium. Tento výdobytok na seba nenechal dlho čakať a čoskoro sa parné motory dostali aj do letectva. V polovici devätnásteho storočia, pán Henri Giffard použil parný stroj na pohon vzducholode s výkonom 2,2 kW. Jeho prvenstvo riadeného letu je pozdvižené práve použitím parného stroja v lietadle ľahšieho ako vzduch. Parný stroj mal suchú hmotnosť 150 kg. Fakt, ktorý už v tej dobe naznačoval, že cez paru cesta nevedie. Pri leteckých motoroch je ich hmotnosť jeden z najdôležitejších parametrov. Konkrétne sa jedná o pomer výkonu motora na jednotku hmotnosti. Ťažký motor s nízkym výkonom má detrimentálne účinky na letové výkony lietadla, ako napríklad zníženie platiaceho zaťaženia a doletu.

Na konci devätnásteho storočia prišlo ku búrlivému vývoju piestových spaľovacích motorov. Tie si začali pomaly ale isto nachádzať cestu do mnohých priemyselných odvetví. Prevratným bol rok 1903. Bratia Wilbur a Orville Wrightovci 17. decembra toho istého roku uskutočnili prvý motorový let lietadla ťažšieho než vzduch. Lietadlo ich vlastnej konštrukcie, Wright Flyer, poháňal piestový spaľovací motor s výkonom 8,8 kW a hmotnosťou 100 kg. Tak sa zrodila perspektívna pohonná jednotka, vrtuľa poháňaná piestovým spaľovacím motorom. Počala doba prudkého vývoja leteckých piestových motorov, kedy rástol ich výkon, spoľahlivosť a výškovosť, dosiahnutá pridávaním zariadení pre zvýšenie sacieho tlaku. Pomer výkonu motora na jednotku hmotnosti taktiež rástol, čo malo pozitívny vplyv na ekonomiku letu. Piestové motory dosahovali vrcholové výkony počas druhej svetovej vojny.

Dokonalým príkladom je Pratt & Whitney R-4360 Wasp Major na obrázku 3a. Dvadsaťosem valcový, štvorradový radiálny motor s objemom 71 500 cm³ a výkonom 4 300 konských síl, 3200 kW. Dosahoval pomer výkon/hmotnosť 1,82 kW/kg. Pre porovnanie, motor bratov Wrightovcov, na obrázku 3b, dosahoval biednych 0,088 kW/kg. Za štyridsaťdva rokov sa u leteckých motorov podarilo zväčšiť tento kritický parameter dvadsaťnásobne. To už však pomaly ale isto končila éra vysoko výkonných piestových motorov v letectve. Nástup lietadlových prúdových motorov obmedzil použitie piestových na ľahké lietadlá požadujúce menšie výkony[6][9].



Vývoj a výroba piestových motorov menších výkonov pokračovala a v súčasnosti sú pre niektoré kategórie lietadiel nenahraditeľné. Záujem o ne, predovšetkým z dôvodov hospodárnosti ďalej rastie. Dnešné špičkové a moderné motory používané vo všeobecnom letectve, napríklad Austro Engine E4 (AE 300) alebo Rotax 915 iS dosahujú nižšie pomery výkon/hmotnosť, 0,67 kW/kg pre naftou poháňaný motor od firmy Austro Engine, respektíve 1,19 kW/kg pri motore Rotax[12].



Obrázok 3 – a) Pratt & Whitney R-4360 Wasp Major,
b) motor bratov Wrightovcov

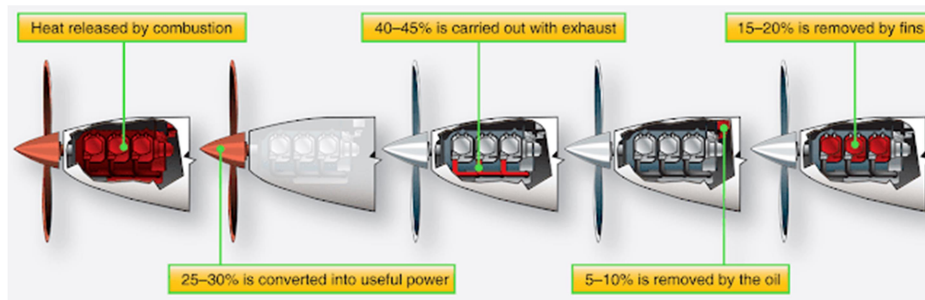
2.1.1. Účinnosť pohonnej jednotky

Každá štúdia zaoberajúca sa motormi považuje teplo za zdroj energie. Teplo získavame spaľovaním paliva vo valcoch, ktoré následne rozpína pracovný plyn a rozpohybuje piesty. Takýmto mechanizmom sa premieňa teplo na mechanickú energiu a ľudia sa ho naučili používať pred stovkami rokov. Je všeobecne známe, že mechanickú prácu možno premieňať na teplo, napríklad trením, a teplo premieňať na mechanickú prácu, princíp práce motora. Tým pádom tieto dve veličiny možno zamieňať a vyjadriť ich spoločnou jednotkou Joule (J). Jeden kilogram leteckého benzínu, po spálení s dostatočným množstvom kyslíka, je schopný vyprodukovať 45,8 MJ tepla.

Pomer mechanickej práce vyprodukovanej motorom, ku energii obsiahnutej v palive, ktoré motor pre vykonanie tejto práce spotreboval, sa nazýva tepelná účinnosť motora. V prípade, že dva podobné motory spotrebujú za rovnaký čas rovnaké množstvo paliva, motor schopný skonvertovať väčšiu časť energie obsiahnutej v palive na mechanickú prácu (má lepšiu tepelnú účinnosť) dosahuje väčší výkon. Motor s lepšou tepelnou účinnosťou navyše neprodukuje veľké množstvo zvyškového tepla, ktoré by inak nadmerne zohrievalo komponenty ako ventily, valce, piesty a kľádlo veľké nároky na chladiaci systém. Ďalšou výhodou vysokej tepelnej účinnosti je nízka merná spotreba paliva. To má za následok zníženie množstva paliva potrebného pre let na danú vzdialenosť v režime cestovného výkonu.



O piestových motoroch je známe, že z celkového vyprodukovaného tepla sa na tvorbe výkonu podieľa len malá časť, zhruba 20 až 30 percent. Všetko ostatné kategorizujeme ako zvyškové teplo. Dvadsať percent tepla sa stratí pri zohrievaní hláv valcov, desať percent je stratených vplyvom trenia pohyblivých častí motora a rovných štyridsať percent si odnesú výfukové plyny putujúce naspäť do atmosféry[6].



Obrázok 4 – distribúcia tepla v motore[12]

2.1.2. Vrtuľa

Vrtuľa je zariadenie pre premenu výkonu na hriadeli motora na ťah, potrebný na prekonanie aerodynamického odporu lietadla. Ťah vzniká urýchľovaním prúdu vzduchu vďaka rotácii jednotlivých listov vrtule, ktoré si môžeme predstaviť ako malé rotujúce krídla. Vznikajú na nich aerodynamické sily ako na bežnom krídle. Zložky vztlakovej a odporovej sily prenesené do osi rotácie vrtule tvoria ťah v smere letu. Vrtuľa ďalej podlieha rovnakým aerodynamickým problémom ako krídlo, napríklad uhol nábehu, odtrhnutie prúdnic a transsonické prúdenie. Keďže vrtuľa koná rotačný pohyb, listy vrtule bývajú pozdĺžne skrútené kvôli rozdielnym obvodovým rýchlostiam na jednotlivých polomeroch vrtule, pre zachovanie konštantného uhlu nábehu po celej dĺžke listu.

Koncept vrtule bol človeku známy už na prelome staroveku a stredoveku. V Číne si vtedy malé deti vyrábali ručné helikoptérky z bambusu, ktoré po roztočení v rukách dokázali uletieť pár metrov. Ďalší záznam o praktickom využití vzdušnej skrutky možno nájsť až o tisíc rokov neskôr v Taliansku, kde Leonadro da Vinci spomína vo svojich nákresoch primitívny koncept helikoptéry.

Prvý pokus použiť vrtuľu, ako ju poznáme dnes, s cieľom vzdušnej prepravy predviedol ruský polyhistor Mikhail Lomonosov v roku 1754. Za vzor použil čínsku hračku, poháňanú naťahovacím strojčekom. Mala za úlohu vyniesť meteorologické sondy do atmosféry. Nasledovala éra balónov, ktoré používali vrtuľu hnanú ľudskou silou pre pohyb v horizontálnej rovine, čo znamenalo prvé lietadlá vybavené vrtuľou ako prostriedok pohonu. Profil listu vrtule sa začal podobať krídlu až s príchodom bratov Wrightovcov. Tí si ako prvý uvedomili podobnosť medzi vztlakom na krídle a vztlakom na liste vrtule, ktorý by bol použiteľný pre efektívnu produkciu ťahu. Taktiež si ako prví uvedomili dôležitosť pozdĺžneho skrútenia listu. Ich modely vrtúľ vykazovali účinnosť až 82%, oproti dnešným 90%.



Piestový motor dodáva výkon na brzde (bhp) cez výstupnú hriadeľ na vrtuľu. Tá svojou rotáciou konvertuje bhp na výkon v ťahu. Počas tejto premeny dochádza ku stratám. Prúd za vrtuľou je nielen urýchlený a odnáša so sebou časť privedeného výkonu, ale je tiež skrútený v smere rotácie. Ďalšia energia je spotrebovaná na prekonanie trenia a vírenia pri prúdení okolo profilu listu. Moderná a dobre navrhnutá vrtuľa dnes môže dosahovať účinnosť až 95%. Ku vysokým hodnotám účinnosti určite patrí nastavovanie uhlu nábehu vrtule za letu. Ako pri krídle, vrtuľa nepracuje efektívne ak sa nenachádza v optimálnych hodnotách uhla nábehu. Ten sa samozrejme mení s meniacimi sa otáčkami vrtule a doprednou rýchlosťou lietadla. Aby sa tento problém prekonal, veľa vrtuľ je vybavených mechanizmom nastavenia vrtule[6].

2.2 Vplyv aerodynamiky

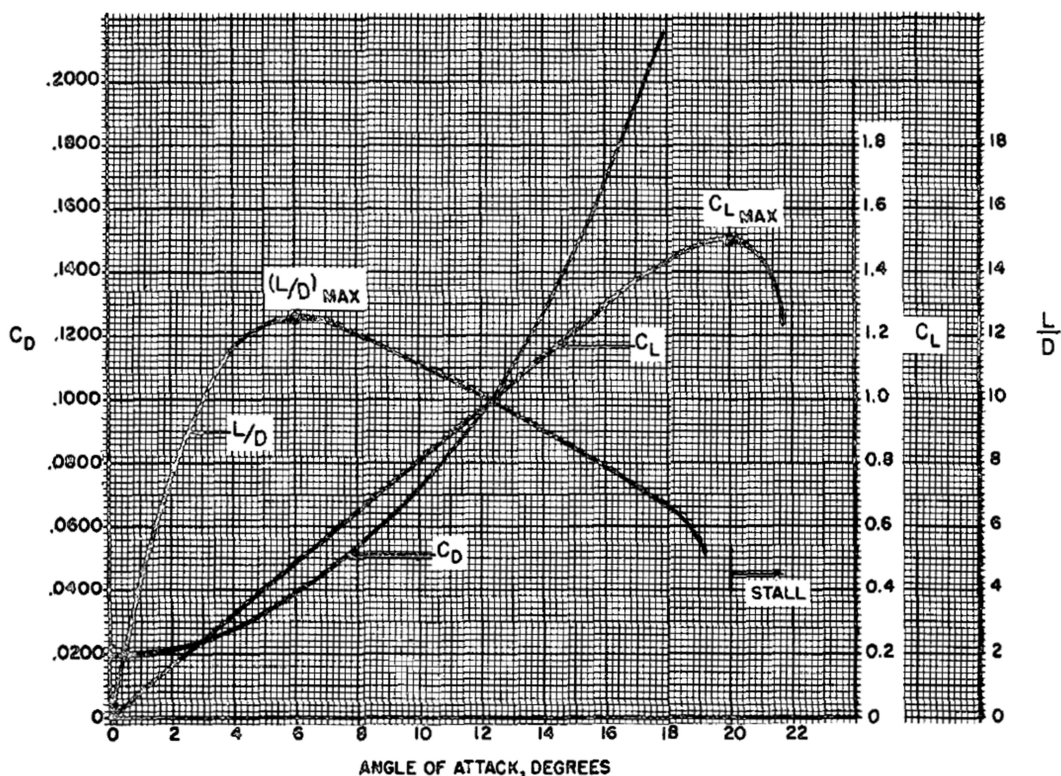
Všetky externé sily pôsobiace na povrch lietadla sú výsledkom zmien tlaku vzduchu alebo trenia vzduchu o povrch. Práve distribúcia tlaku vzduchu po krídle má veľký podiel na tvorbe vztlaku. Krídlo, alebo konkrétne profil krídla, je špeciálny tvar obtekaný vzduchom počas letu. V závislosti na smere prúdenia za nábežnou hranou profilu rozdelíme prúdenie na tri časti. Prúdenie na hornej časti profilu, na spodnej časti profilu a takzvaný stagnačný bod. Stagnačný bod je miesto na nábežnej hrane profilu, kde sa lokálna rýchlosť prúdenia rovná nule. Nahor od stagnačného bodu nájdeme prúdenie obtekajúce profil z hornej strany. To je urýchľované pozitívnym zakrivením hornej časti profilu, keďže zakrivenie núti prejsť molekuly vzduchu väčšiu dráhu za rovnaký čas. Venturiho efekt potom zapríčini, že táto časť krídla lokálne dosahuje nižšieho tlaku vzduchu ako tlak statický. Od stagnačného bodu smerom dole je časť profilu obvykle rovná alebo mierne zakrivená, v prvom prípade prúdenie cez túto časť nie je urýchľované vôbec. Bez zmeny rýchlosti nepríde ani ku zmene tlaku a preto sa tu lokálne nachádza tlak vzduchu približne rovný statickému tlaku. Rozdiel lokálnych tlakov na hornej a dolnej časti profilu, vynásobený plochou krídla dá za vznik sile pôsobiacej kolmo na vektor rýchlosti nerozrušeného prúdenia, ktorú voláme vztlak.

Molekuly vzduchu obtekajúce okolo telesa prichádzajú do priameho kontaktu s povrchom tohto telesa. Trecie sily medzi povrchom a vzduchom, pôsobiace proti smeru pohybu, spomaľujú molekuly vzduchu a vytvárajú tenkú vrstvu pomalšieho prúdenia, taktiež zvanú medzná vrstva. V absolútnej blízkosti povrchu má prúdenie dokonca nulovú rýchlosť. Dochádza ku nekonzervatívnej premene mechanickej energie prúdenia na teplo, ktoré následne zohrieva povrch telesa. Aerodynamický odpor možno docieľiť aj nerovnomerným rozložením tlaku po povrchu telesa dávajúc šancu vzniknúť turbulentnému prúdeniu. Odporom je potom výsledná sila pôsobiaca proti smeru pohybu telesa.

Vyššie popísané aerodynamické sily sú dôležité z pohľadu ekonomiky letu. Zatiaľ čo vztlak ako sila prekonávajúca zemskú tiaž má esenciálny význam na letové charakteristiky, odpor je treba prekonať ťahom pohonnej jednotky a tým pádom pôsobí detrimentálne na letové výkony. Obe sily sú navzájom prepojené a nemožno ich od seba oddeliť. Môžeme ich však minimalizovať, hlavne odpor[1][4][6][9].



„Najdôležitejší faktor poukazujúci na ich vzájomný vzťah nazývame pomer vztlak-odpor (L/D). S dostupnými dátami pre vztlak a odpor dokážeme určiť proporcie súčiniteľov vztlaku a odporu (C_L a C_D) pre každý špecifický uhol nábehu. Výsledný diagram, obrázok 5, pomeru vztlak-odpor a uhlov nábehu ukazuje že L/D rastie do určitého maxima a klesá pri vyšších koeficientoch vztlaku a uhloch nábehu. Všimnite si že maximálny pomer vztlak-odpor (L/D_{max}) sa nachádza pri jednom konkrétnom uhle nábehu a koeficiente vztlaku. Ak lietadlo letí rovnomerne pri L/D_{max} , celkový odpor je na minime. Každý uhol nábehu väčší alebo menší od toho pre L/D_{max} redukuje pomer vztlak-odpor a následne zvyšuje celkový odpor pre danú hodnotu vztlaku. Režim letu pri L/D_{max} sa vyznačuje maximálnym doletom pre vrtuľové lietadlá.“¹



Obrázok 5 – diagram L/D , C_L a C_D v závislosti na uhle nábehu[1]

Boj s aerodynamickým odporom je téma staršia ako letectvo samotné. Už staroveký Babylončania si začali všímať vplyv vetra na vysoké budovy a upravovali ich konštrukciu podľa prevládajúcich vetrov. Zároveň sa ľudstvo naučilo využívať aerodynamický odpor pri stavbe lodí poháňaných vetrom, plachténíc. V letectve odpor ostáva stále negatívnou a detrimentálnou súčasťou letu. Lietadlá všeobecného letectva, ktorými sa táto práca zaoberá, sa s ním naučili efektívne bojovať. Indukovaný odpor, ako vedľajší produkt generácie vztlaku možno znížiť použitím zahnutých koncov krídel, wingletov. Niektoré modely Cessna 172 alebo Dynamic WT9 používajú takto zahnuté konce krídel, obrázok 6a. Na lietadlách

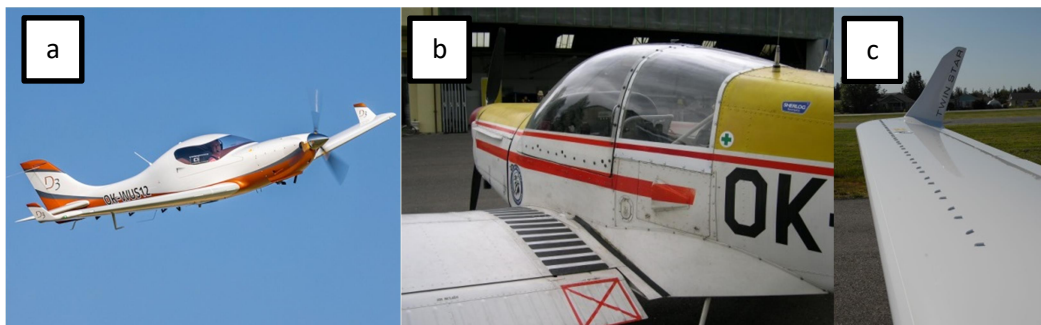
¹ HURT, JR., Hugh Harrison. *AERODYNAMICS FOR NAVAL AVIATORS*. University of Southern California: NAVAIR 00-80T-80, 1965. ISBN 1616084391. Str. 50



Zlín Z-142 sú napríklad pekne vidieť plynulé prechody medzi krídlom a trupom za odtokovou hranou krídla, prakticky negujúce interferenčný odpor, obrázok 6b. Ten dosahuje vysokých hodnôt na častiach lietadla bez plynulých prechodov, napríklad na rozhraní krídlo – trup.

Firma Diamond Aircraft experimentovala na svojich modeloch DA42 Twin Star s víričmi vzduchu za nábežnou hranou krídla, obrázok 6c. Tieto víriče, alebo inak nazývané vortex generátory, spĺňajú presne to čo napovedá názov. Vytvárajú víry vzduchu prechádzajúce hornou stranou krídla ktoré dodávajú kinetickú energiu medznej vrstve a znižujú jej hrúbku. Benefitom je znížený trecí odpor na hornej strane krídla a zlepšená pádová charakteristika. Kryty kolies, takzvané papuče, vedú výrazne znížiť odpor lietadlám s pevným podvozkom pomocou aerodynamicky riešených tvarov. Tie optimalizujú lokálne rozloženie tlaku a výsledkom je redukcia turbulentného prúdenia za podvozkom. Zo všetkých technických riešení pre zníženie odporu sa najviac používa zaťažovací podvozok, obrázok 6a. Tešia sa mu mnohé modely lietadiel počínajúc od tridsiatich rokov minulého storočia lietadlom Grumman FF-1 až po súčasnosť. Myšlienka zatiahnuť podvozok a zbaviť sa veľkej časti odporu je lákavá, no často ju sprevádza technická náročnosť a prírastok hmotnosti.

Preto dnes stále vidíme vychádzať z fabrik nové lietadlá určené všeobecnému letectvu bez zaťažovacieho podvozku, napríklad Cirrus SR22. Ku klasickým figľom ako znížiť lietadlu aerodynamický odpor patrí dôkladné očistenie povrchu lietadla od nánosov prachu či bahna, ktorý zvyšuje trecí odpor. Ďalší druh kontaminácie povrchu sú ľadové usadeniny. Svojimi nepriaznivými účinkami ďaleko prevyšujú účinky iných druhov nánosov. Niektoré možno odstrániť už na zemi, napríklad inovat' a ľadovku, použitím postreku na odstránenie námrazy (de-icing) a prevenciu námrazy (anti-icing), iné zasa treba odstrániť až počas letu. Zrnitá námraza tvorí usadeniny v podobe bielych trsov a zrníčok uväzneného vzduchu. Vzniká na nábežnej strane povrchu rýchlym zamrznutím prechladených kvapiek hmly alebo oblaku pri teplote -2 až -10 stupňov Celzia. Odstraňuje sa vyhrievaním nábežnej hrany krídla pomocou odčerpaného vzduchu z kompresora motora, nafukovacími vakmi alebo chemickou látkou vypúšťanou na nábežnej hrane počas letu. S poslednými dvoma riešeniami sa práve môžeme stretnúť na lietadlách všeobecného letectva[1][3][4].



Obrázok 6 – a) Dynamic WT9 v prevedení s wingletmi a zaťažovacím podvozkom,
b) plynulý prechod krídlo – trup na Zlín Z-142,
c) Diamond DA42 Twin Star a víriče vzduchu na krídle[13]

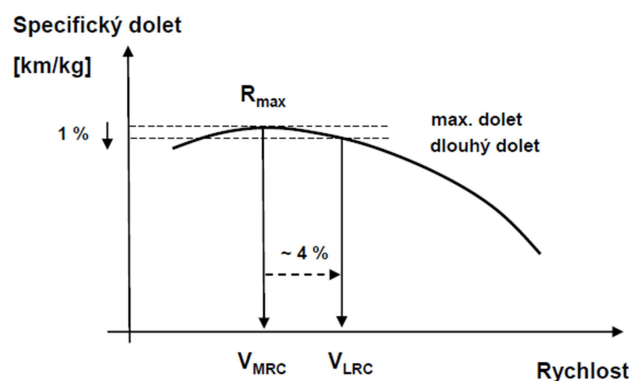


2.3 Letové výkony

Schopnosť lietadla konvertovať energiu obsiahnutú v palive na preletenú vzdialenosť je jednou z najdôležitejších častí letových výkonov lietadla. Počas prevádzky sa stretávame s dvoma základnými problémami: (1) dosiahnuť maximálnu odletenú vzdialenosť z daného množstva paliva, alebo (2) odletieť určenú vzdialenosť s minimálnou spotrebou paliva. Pre oba problémy je nepochybne dôležitým parametrom takzvaný „špecifický dolet“, uletená vzdialenosť podelená hmotnosťou spotrebovaného paliva. Cestovný let, letený s cieľom maximálneho doletu, by mal dosahovať maximálnych hodnôt špecifického doletu. Takýto režim letu nazývame optimálny a definuje ho rýchlosť minimálneho odporu (V_{MD}).

Dolet si však netreba pliesť s výdržou lietadla. Dolet sa zaoberá preletenou vzdialenosťou zatiaľ čo výdrž berie do úvahy čas letu. Preto je vhodné definovať samostatný pojem „špecifická výdrž“, doba letu podelená hmotnosťou spotrebovaného paliva. Z toho vyplýva že špecifická výdrž je v podstate prevrátená hodnota časovej spotreby paliva. Za účelom maximálnej výdrže potrebujeme dosiahnuť režim letu s minimálnou časovou spotrebou paliva. Takémuto režimu sa tiež hovorí ekonomický režim. Dosiahneme ho pri rýchlosti minimálneho výkonu (V_{MP}). Všeobecne, v oblasti subsonického letu a pri lietadlách s piestovým motorom a vrtuľou, je rýchlosť pre dosiahnutie maximálnej výdrže (V_{MP}) zhruba o 25% menšia ako rýchlosť pre maximálny dolet (V_{MD}).

Zatiaľ čo najvyššia hodnota špecifického doletu nám poskytne maximálny možný dolet, obvykle sa lety na veľké vzdialenosti letia na čiastočne vyšších rýchlostiach ako rýchlosť minimálneho odporu. Mierne zvýšenie rýchlosti, asi o päť percent, zníži hodnotu špecifického doletu len o jedno percento. Tomu sa hovorí dobrý obchod a väčšia cestovná rýchlosť nám prinesie mnoho výhod[2][3].

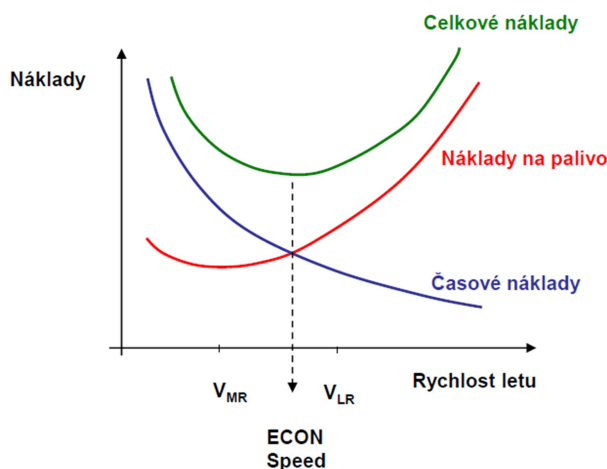


Obrázok 7 – voľba cestovnej rýchlosti pre lety s vysokou hodnotou doletu[3]

Cost index, ďalej značený ako CI, je pomer medzi cenou za prevádzkové náklady spojené s dobou letu a cenou za palivo. Čím nižšie hodnoty CI použijeme, tým väčšie nároky kladíme na nízku spotrebu paliva. Nízke hodnoty CI sa odzrkadlia na nízkych rýchlostiach stúpania, nízkej rýchlosti cestovného letu, sú použité väčšie výšky cestovného letu, neskoré zahájenie fázy zostupu a nízke rýchlosti klesania. Vysoké hodnoty CI zapríčinia pravý opak. Cost index je dnes používaný ako číselný vstup do FMS ktorý nastavujú piloti na palube, väčšinou podľa pokynov prevádzkovateľa lietadla. Z tohto plynie, že CI sa na lietadlách ktoré



nie sú vybavené systémom FMS nepoužíva. To je čiastočne pravda, avšak parametre ktoré CI ovplyvňuje je dobré poznať pre dosiahnutie optimálnej ekonomiky letu[2][3].



Obrázok 8 – určenie rýchlosti letu na základe celkových nákladov letu[3]

2.4 Meteorológia

Lietadlo je zariadenie, ktoré je schopné pohybu v atmosfére nezávisle od zemského povrchu prekonávaním tiaže interakciou s atmosférou, schopné vzletu zo zemského povrchu v letovej konfigurácii a opakovane použiteľné po pristátí. Meteorológia je náuka o atmosfére, o jej stavbe a zložení, o procesoch ktoré v nej prebiehajú a o javoch ktoré sa v nej vyskytujú. Počasie je stav atmosféry v krátkom časovom úseku na určitom mieste alebo oblasti. Z týchto definícií vyplýva, že stav atmosféry v ktorej sa aktuálne lietadlo nachádza má veľký vplyv na priebeh letu.

Vietor je výraz používaný na popis prúdenia veľkej masy atmosférického vzduchu. Vo všeobecnosti, hlavnou príčinou vetra je tlakový diferenciál medzi dvoma atmosférickými regiónmi. Z počiatku, vietor vane z oblasti vysokého tlaku vzduchu do oblasti s nízkym tlakom vzduchu kým sa tlaky nevyrovnajú. Lokálne vetry môžu vznikáť aj z iných príčin. Orografický vietor je spôsobený nerovnomerným povrchom zeme a jeho nerovnomerným zahrievaním. Sem patrí takzvaný Föhnov efekt, rotorové prúdenie alebo stúpavé prúdy využívané vetroňmi. Pôsobnosť takýchto javov je obmedzená na medznú vrstvu atmosféry, ktorá siaha jeden až jeden a pól kilometra nad povrch zeme. Bríza je vietor vanúci z mora na pevninu alebo opačne, spôsobený nerovnomerným zahrievaním vodnej plochy v porovnaní s pevninou.

U vetra nás v spojení s letectvom zaujímajú hlavne dva parametre. Rýchlosť a smer v horizontálnej rovine dajú za vznik vektoru vetra. Lietadlo sa ďalej pohybuje v atmosfére určitým kurzom a pravou vzdušnou rýchlosťou (TAS), vektor pravej vzdušnej rýchlosti. Vektorovým súčtom TAS a vetra dostaneme vektor pozemnej rýchlosti lietadla (GS). Pozemná rýchlosť je obzvlášť dôležitá pretože znázorňuje kurz a rýchlosť pohybu lietadla voči zemi. Pre predstavu, let o pravej vzdušnej rýchlosti 100 uzlov a protivetrom takisto 100 uzlov bude mať výslednú pozemnú rýchlosť nula uzlov. Celkom podstatná informácia ak sa chceme dostať z bodu A do bodu B. Preto má protivietor, v leteckej literatúre nazývaný



headwind, záporné účinky na ekonomiku letu. Znižuje pozemnú rýchlosť lietadla a preto takýto let bude trvať dlhší čas a spálime viac paliva. Mnohí inštruktori radia letieť mierne zvýšenou cestovnou rýchlosťou proti vetru. Vietor do chrbta, tailwind, má účinky opačné ako protivietor. Urýchľuje let voči zemi a kladie menšie nároky na spotrebu paliva.

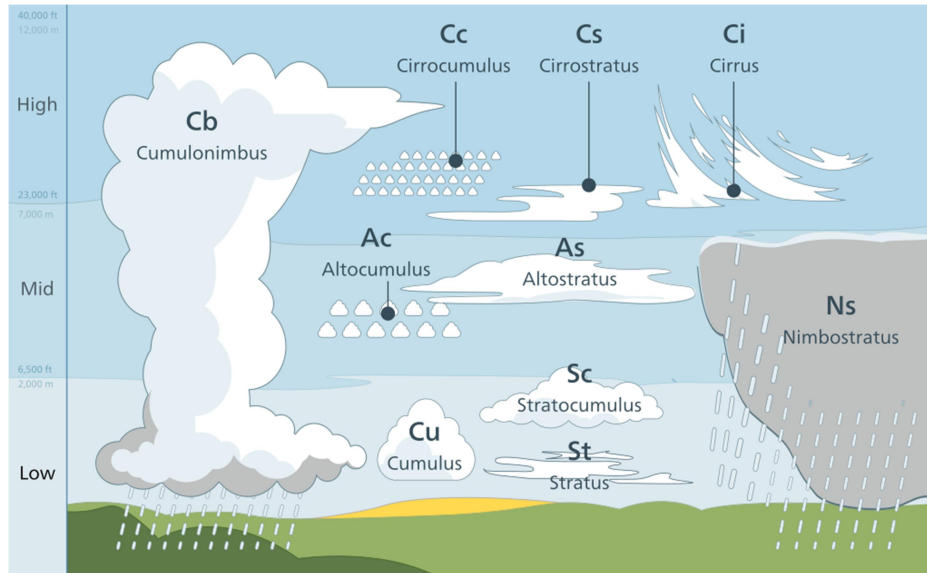
Let a jeho ekonomiku ovplyvňujú aj rôzne druhy meteorologických javov. Zvané tiež ako meteory, rozdeľujeme ich na štyri kategórie. Hydrometeory, litometeory, fotometeory a elektrometeory. Hydrometeory sú javy tvorené vodou vo všetkých troch skupenstvách rozptýlenou v atmosfére, ktoré možno ďalej deliť na atmosférické zrážky, hmlu a dymno. Keďže sú spájané s prudkým poklesom dohľadnosti, lety VFR sa im musia vyhýbať. Atmosférické padajúce zrážky treba oblietavať, čo zvýši dobu letu a nároky na spotrebu paliva. Atmosférické usadené zrážky, najmä v podobe námrazy alebo poľadovice, zhoršujú aerodynamické vlastnosti lietadla, bližšie popísané v podkapitole 2.2 Vplyv aerodynamiky. Hmla a dymno sa tvoria pri zemskom povrchu a znamenajú problém pri pristávaní, kedy lety VFR vyčkávajú nad letiskom na lepšie podmienky pre pristátie alebo musia divertovať na iné vhodné letisko. Litometeory sú javy tvorené pevnými časticami, nie však ľadom. Zákal, dym, zvířený prach alebo piesok, piesočná víchrica a samozrejme vulkanický popol znižujú dohľadnosť takmer na nulu. Dan Hampton vo svojej knihe *Viper Pilot* opisuje ako v prvých dňoch vojny v Iraku (2003) zasiahla celý arabský polostrov piesočná búrka siahajúca do výšky 35 000 ft a uzemnila vzdušné sily Spojených Štátov Amerických na pár dní.

Fotometeory tvoria najmä optické javy v atmosfére vznikajúce v oblakoch. Okrem pár zrakových ilúzií nemajú vplyv na bezpečnosť a ekonomiku letu. Posledným druhom javov sú elektrometeory, tvorené polárnou žiarou a búrkami. Zatiaľ čo polárna žiara je lákadlo pre oči tisícok turistov a domácich žijúcich v polárnych oblastiach, búrka by sa najradšej každý z nás vyhol. To v leteckve platí stonásobne. Búrku sprevádza kopovitá oblačnosť v čele s oblakmi cumulus congestus, ktoré sa transformujú na cumulonimbus (Cb), oblak s výraznou vertikálnou členitosťou siahajúci v extrémnych prípadoch do tropopauzy, so silnými stúpajúcimi prúdmi, zrážkami a bleskami. Na severnej pologuli sa vyznačuje ľavotočivým prúdením, z toho logicky plynie že takýto oblak oblietavame z pravej strany a vyhneme sa tak silnému protivetru a turbulencii, za bezpečnú hranicu sa považuje pásmo 10 km od búrkového oblaku. Na južnej polguli to funguje presne opačne[5].

Aktuálne meteorologické minimá pre lety VFR v Európe sú, v a nad 10 000 ft letová dohľadnosť 8 km, 1 500 m horizontálne a 1 000 ft vertikálne od oblačnosti. Pod 10 000 ft sa znižuje minimálna dohľadnosť na 5 km. Oblačnosť vzniká kondenzáciou vodnej pary adiabatickým ochladzovaním vzduchu, kedy sa s rastúcou výškou vzduch ochladzuje až na teplotu rosného bodu. Výške, v ktorej ku tomuto procesu dochádza hovoríme kondenzačná hladina. Nad ňou sa nachádza najnižšie poschodie oblačnosti. Synop delí oblaky podľa výšky spodnej základne na spodnú oblačnosť, napríklad stratus (St), cumulus (Cu), stratocumulus (Sc), cumulonimbus (Cb), strednú oblačnosť, altostratus (As), altocumulus (Ac), nimbostratus (Ns) a vysokú oblačnosť kam patria cirrus (Ci), cirrostratus (Cs) a cirrocumulus (Cc). Výskyt rôznych druhov oblakov v atmosfére vid' obrázok 9. Bežne sa lety VFR letia pod



letovou hladinou 200, čo ich obmedzuje na stret s nízkou a strednou oblačnosťou. Let v oblaku so sebou prináša silnú turbulenciu, nulovú dohľadnosť a námrazu, preto sa lety za vidu musia riadiť vyššie uvedenými pravidlami na vyhýbanie sa oblakom, čo môže opäť klásť nároky na dobu strávenú vo vzduchu a ekonomiku letu[5].



Obrázok 9 – výskyt rôznych druhov oblakov v atmosfére[5]



3 PREHĽAD LIETADIEL

Predošlá časť práce uvažovala o vlastnostiach lietadiel vplývajúcich na ekonomiku letu, od pohonnej jednotky cez aerodynamiku až po meteorologické podmienky v ktorých sa lietadlá pohybujú. Prichádza na rad uviesť konkrétne typy lietadiel a zhodnotiť ich ekonomickosť. S licenciou PPL, jazykovou doložkou ICAO a s ďalšími asi desiatimi dokumentmi sa môže študent začať chystať na lety do zahraničia a zbierať cenné skúsenosti vo všetkých odvetviach pilotskej činnosti. Započatie výcviku CPL obnáša mnoho podmienok, za spomienku stojí napríklad minimum 200 nalietaných hodín a z toho minimálne 100 hodín ako veliaci pilot, zdravotná spôsobilosť prvej triedy, 20 hodín navigačných letov ako veliaci pilot a hlavne, dlhý navigačný let o vzdialenosti minimálne 300 námorných míľ s plným pristátím na dvoch rôznych letiskách, iných ako letisko vzletu. Presne pre splnenie tejto požiadavky si študenti plánujú let do zahraničia, často do destinácií južnej Európy kde prevláda teplé a príjemné počasie spojené s krásami exotických krajín a spájajú tak povinné s príjemným.

Aby práca čo najviac odzrkadľovala realitu, bude pojednávať let z Českej republiky do Talianska, konkrétne sa jedná o let na pekné letisko Venezia/Lido LIPV (označenie ICAO), vzdialené od medzinárodného letiska Venezia-Tessera LIPZ 5 NM na juh. Ako letisko vzletu zatiaľ uvažujem Turany Brno LKTB pre hrubý odhad odletenej vzdialenosti, približne 350 NM pre zjednodušenie výpočtov. Letisko vzletu bude v práci neskôr pozmenené na letisko, kde sídli lietadlo s najpriateľnejšou cenou za prenájom a výpočet odletenej vzdialenosti bude taktiež upresnený. Ďalšie podmienky kladené na lietadlo sú výbava pre let IFR a minimálne štyri miesta na sedenie. Ako základ je braná cena za letovú hodinu, ktorú si určuje prenajímateľ lietadla na pokrytie paliva, servisu, iných prevádzkových poplatkov a najmä zisku. Dnes vám nikto nič zadarmo nedá. Piloti vo výcviku sú tiež zvyknutí pracovať s touto sumou, pretože si do zápisníku píše letové hodiny a nie odletenú vzdialenosť. Nikto nepotrebuje lietať Twin Star rýchlosťou 170 uzlov za vysokú cenu ak vám ide o nalietané hodiny. Avšak, pri pojednávaní konkrétnej trasy o určitej vzdialenosti, rýchlosť letu naberá na podstate. Viac by nás teda zaujímala cena na námornú míľu, ktorú dostaneme podielom ceny za hodinu a cestovnej rýchlosti. Vtedy už aj taký Twin Star naberá na relevantnosti v porovnaní s pomalšími jednomotorovými strojmi. O výlet do zahraničia sa určite piloti radi podelia s priateľmi alebo rodinou, kedy sa letové náklady rozdelia medzi viacero osôb, čím sa ešte viac uľahčí finančná náročnosť daného letu[17].

Pri hľadaní ekonomického a finančne nenáročného lietadla pre lety do zahraničia nás teda budú zaujímať nasledujúce parametre. Cena za letovú hodinu, cestovná rýchlosť a počet sedadiel. Ak podelíme cenu na námornú míľu počtom sedadiel, dostaneme cenu na námornú míľu na sedadlo, parameter, podľa ktorého sa v tejto práci bude triediť obilie od sena.



3.1 Cessna 350 Corvalis (Columbia)

Cessna 350 Corvalis je lietadlo konštruované z kompozitných materiálov, s jedným atmosférickým motorom, pevným podvozkom a dolnoplošníkovou konštrukciou. Lietadlo z počiatku navrhla a vyrábala firma Columbia Aircraft, ktorá sa v novembri 2007 stala divíziou firmy Cessna. Z počiatku sa na svet dostal model Columbia 300, certifikovaný osemnásteho septembra 1998. Columbia 300 si so sebou priniesla motor Teledyne Continental Motors IO-550-N s výkonom 310 konských síl a maximálnu vzletovú hmotnosť činilo 1 542 kilogramov. V roku 2003 si Columbia 300 prešla viacerými úpravami, najmä zakomponovaním glass cockpitu a zrodila sa Columbia 350[12].



Obrázok 10 – Cessna 350 Corvalis (Columbia)[13]

Technické parametre pre Cessna 350 Corvalis (Columbia)[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	3 pasažieri
Dĺžka:	7,67 m
Rozpätie:	11 m
Výška:	2,74 m
Plocha krídla:	13,1 m ²
Prázdna hmotnosť:	1 043 kg
MTOW:	1 542 kg
Pohonná jednotka:	1 x Teledyne Continental Motors IO-550-N vzduchom chladený plochý atmosférický šesťvalec, 310 hp (230 kW)
Cestovná rýchlosť:	175 KTAS, 75% PWR, 12 000 ft
Dolet:	950 NM

Okrem glass cockpitu v podobe Garmin G1000 s dvoma obrazovkami, Columbia 350 sa môže pýšiť aerodynamickou brzdou, dvoma alternátormi, dvoma zbernicami pre hlavnú elektrickú sieť, dvoma batériami, možnosťou vyváženia vo všetkých troch osiach a riadidlom v prevedení side stick. Označenie IO pri motoroch od firmy Continental značí vstrekovanie paliva, takže žiadne problémy s námrazou v karburátore. S námrazou tiež nemá problém elektricky vyhrievaná trojlistá nastaviteľná vrtuľa s konštantnými otáčkami McCauley. Podľa portálu www.aeroweb.cz je Cessna 350 (Columbia) na prenájom vo dvoch firmách. Blue Sky



Aviation na letisku Kladno LKKL ju ponúka za 7 900 Kč/h a Letecká škola BemoAir na letisku Brno Tuřany LKTB za 8 678 Kč/h. Ceny sú uvedené bez DPH. Obe lietadlá disponujú podobnými špecifikáciami a preto vyhráva Blue Sky Aviation s cenou 7 900 Kč/h, 45,14 Kč/NM a 11,29 Kč/NM na osobu. Na trase z LKTB do LIPV o vzdialenosti zhruba 350 NM to vychádza 3 950 Kč na osobu. Lietadlo pri cestovnej výške 12 000 ft spáli zhruba 56 až 60 litrov 100LL na hodinu[10].

3.2 Cirrus SR20 a SR22

Cirrus SR20 je jednomotorové lietadlo dolnoplošníkovej koncepcie, vyrobené prevládajúco z kompozitných materiálov v USA vo firme Cirrus Aircraft. SR20 bolo prvé sériovo vyrábané lietadlo všeobecného letectva používajúce záchranný padák, ktorý má za úlohu doviest' posádku a lietadlo bezpečne na zem v prípade straty kontroly nad lietadlom. So slovom bezpečne by som však narábala opatrne. Padák vie spomaliť lietadlo na vertikálnu rýchlosť zhruba 1 700 ft/min. Štatistika hovorí, že od roku 1999 do roku 2018 bol systém Cirrus Airframe Parachute System (CAPS) použitý 98 krát a z toho 84 krát sa podarilo predísť stratám na životoch. O technickom stave zainteresovaných lietadiel sa asi netreba baviť, všetky putovali na odpis alebo na náhradné diely. SR20 bol vyvinutý do vyššej rady Cirrus SR22, ktorý bol predstavený v roku 2001 a je najprodukovanejším lietadlom všeobecného letectva v dvadsiatom prvom storočí. SR22 disponuje väčším krídlom a väčšou kapacitou paliva. Výkon mu dodáva Continental IO-550-N, podobne ako u Cessna 350. Preplňovanie v podobe turbodúchadla prišlo v roku 2006 ako prídavná sada na pôvodný motor. Rok 2010 priniesol potom motor, ktorý s preplňovaním počítal od začiatku vo verzii SR22T s Continental TSIO-550-K[12].



Obrázok 11 – Cirrus SR22 G3[13]



Technické parametre pre Cirrus SR22 Turbo G3[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	3-4 pasažieri
Dĺžka:	7,92 m
Rozpätie:	11,68 m
Výška:	2,72 m
Prázdna hmotnosť:	1 029 kg
MTOW:	1 542 kg
Pohonná jednotka:	1 x Teledyne Continental Motors IO-550-N vzduchom chladený plochý šesťvalec, twin turbo, 310 hp (230 kW)
Cestovná rýchlosť:	200 KTAS, 85% PWR, 25 000 ft
Dolet:	1 049 NM

Robert Goyer, hlavný editor pre časopis FLYING napísal o SR22 že to je najsofistikovanejšie jednomotorové civilné lietadlo na svete a to z ďaleka. Glass cockpit v podobe Garmin Cirrus Perspective, side stick, luxusné prevedenie interiéru a elektroniky viac ako v niektorých dopravných lietadlách. Všetky tieto vymoženosti majú však svoju cenu. Alpha Aviation z Letňán ponúka SR22 za 8 300 Kč/h v štandardnej výbave a Nisa Air z Mladej Boleslavi si pýta až 8 900 Kč/h. Všetky ceny sú uvedené bez DPH. Treba podotknúť že Nisa Air má svoju OK-TNT vybavenú navyše o odmrazovací systém a dodávku kyslíka. Vyhráva teda Alpha Aviation s lietadlom Cirrus SR22 Turbo G3 s cenou 41,5 Kč/NM a 10,38 Kč/NM na osobu vo štvorsedadlovom prevedení. Dokopy, let na vzdialenosť 350 NM vychádza 3 631 Kč na osobu so spotrebou 65 litrov 100LL na hodinu[10].

3.3 Cessna 182 Skylane

Cessna 182 Skylane je legenda, ktorú predčí asi už len každému známa C172. Štvorsedadlové jednomotorové ľahké lietadlo hornoplošníkovej konštrukcie z hliníka a sklolaminátu. Po prvý krát vzlietla v roku 1956 ako prerábka Cessny 180 s hlavným podvozkom vzadu a vyrába sa s menšími úpravami do dnes. S celkovo vyrobenými 23 237 kusmi sa radí medzi najvyrábanejšie lietadlá na svete. Letecké fóra opisujú celkovo dvadsať päť rôznych variant Cessny 182 s širším trupom, zväčšeným priestorom pre batožinu, zvýšenou MTOW, so zmenami na podvozku a tak ďalej. Tie si našli využitie nie len v civilnom sektore všeobecného letectva, ale aj v policajných zložkách a armádach rôznych štátov sveta, najzaujímavejšou úpravou je asi C182 pre FBI. Najmodernejšou a dodnes vyrábanou verziou je Cessna 182T. Kombinuje štyri relatívne pohodlné miesta na sedenie, glass cockpit v podobe Garmin G1000, veľmi dobré letové charakteristiky a spoľahlivosť. O dostupnosti náhradných dielov na C182 asi ani netreba písať. Výkon jej po dlhej sérii s motormi Continental dodáva pre zmenu Lycoming IO-540-AB1A5 ktorý priniesol vstrekovanie paliva a nárast pracovného objemu z 7 700 cm³ na 8 900 cm³. Aj keď je tento motor schopný vyprodukovať až 300 konských síl, Cessna 182T tento motor škrtí na 230 konských síl pre zníženie pracovného zaťaženia motora. Klesá tak spotreba paliva a motoru sa zvyšuje životnosť a spoľahlivosť[12].



Technické parametre pre Cessna 182T Skylane[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	3 pasažieri
Dĺžka:	8,84 m
Rozpätie:	10,97 m
Výška:	2,84 m
Plocha krídla:	16,2 m ²
Prázdna hmotnosť:	894 kg
MTOW:	1 406 kg
Pohonná jednotka:	1 x Lycoming IO-540-AB1A5, vzduchom chladený plochý atmosférický šesťvalec, 230 hp (170 kW)
Cestovná rýchlosť:	130 KTAS, 75% PWR, 8 000 ft
Dolet:	930 NM



Obrázok 12 – Cessna 182T Skylane[13]

Podľa portálu www.aeroweb.cz nájdeme Cessnu 182 s kvalifikáciou pre IFR len jednu. Nachádza sa na Brnenskom letisku Tuřany LKTB vo firme Blue Sky Service, hneď v najnovšej verzii Cessna 182T s imatrikulačkou OK-PEB a s príjemnou cenou 5 390 Kč/h bez DPH. Pri cestovnej rýchlosti 130 KTAS vychádza jedna námorná míľa na 41,46 Kč a pri posádke štyroch ľudí 10,37 Kč/NM na osobu. Výlet z LKTB do LIPV vychádza 3 628 Kč na osobu s hodinovou spotrebou 45 až 50 litrov 100LL. V porovnaní s Cirrus SR22 Turbo G3 od Alpha Aviation obe lietadlá vychádzajú podobné peniaze napriek odlišným koncepciám[10].

3.4 Piper PA-46-350P Malibu Mirage

Piper PA-46 Malibu a Matrix sú rodina Amerických ľahkých lietadiel s jedným motorom, dolnoplošníkovej konštrukcie so zaťahovacím podvozkom a s kapacitou pre jedného pilota a piatich pasažierov. PA-46 bolo tretie jednomotorové piestové lietadlo s pretlakovou



kabínou, po Mooney M22 a Cessna P210 Centurion a z nich už len jediné stále produkované. Dnes Piper ponúka modely s označením M350 s piestovým motorom, M500 a M600 s turbovrtuľovým motorom. Piper PA-46-350P Malibu Mirage prišiel na trh v roku 1989 a priniesol vítanú zmenu oproti predošlým modelom, výkonnejší motor Lycoming TIO-540-AE2A 350 hp (260 kW) a nové krídlo. Avioniku z počiatku tvorilo vybavenie od BendixKing a neskôr bolo nahradené Garmin G1000. Klasickú výbavu tvorí ďalej digitálny autopilot, palubný radar, pretlaková kabína s diferenciálom až 5,6 psi, pneumatické odmrazovanie nábežných hrán a luxusné prevedenie kabíny pre cestujúcich s klubovým sedením, výsuvným stolčekom a zásuvkami[10].

Technické parametre pre Piper PA-46-350P Malibu Mirage[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	5 pasažierov
Dĺžka:	8,6 m
Rozpätie:	13,11 m
Výška:	3,44 m
Prázdna hmotnosť:	1 383 kg
MTOW:	1 969 kg
Pohonná jednotka:	1 x Lycoming TIO-540-AE2A, vzduchom chladený plochý šesťvalec, turbo, 350 hp (260 kW)
Cestovná rýchlosť:	210 KTAS, 75% PWR, 25 000 ft
Dolet:	1 350 NM



Obrázok 13 – Piper PA-46-350P Malibu Mirage[13]

Firma Nisa Air z Mníchovho Hradišťa LKMH pre svojho klienta zaisťovala v roku 2017 kompletný servis od predkupnej prehliadky až po prelet lietadla zo San Antonio v Texase cez Atlantický oceán takzvanou severnou cestou cez Kanadu, Grónsko a Island.



O samotnom prelete vyšiel článok na webe Flying Revue. Následne majú tento stroj na prenájom za 14 000 Kč/h bez DPH. Rýchlosťu 210 KTAS cena na námornú míľu vychádza 66,67 Kč a plno obsadená mašina výjde 11,11 Kč/NM na pasažiera. Na výlet do benátok si teda každý z nich musí prichystať 3 889 Kč. Hodinová spotreba sa pohybuje v rozmedzí od 65 do 70 litrov 100LL[10].

3.5 Cessna 172 a Cessna 172S Skyhawk SP

Jedným slovom legenda. Cessna 172 je menším súrodencom Cessna 182 o ktorej sa v tejto práci píše pár stránok dozadu. Sú si koncepcne skoro rovnaké, jednomotorový hornoplošník s pevným podvozkom, celokovovou konštrukciou a so štyrmi miestami na sedenie. Jednoducho osvedčený recept na lietadlo jednoduché, spoľahlivé a hlavne ekonomické. Prvé kusy C172 začali schádzať z výrobných liniek v roku 1956 a okrem desaťročnej prestávky trvajúcej od 1986 do 1996 sa vyrábajú dodnes. Ako tomu bolo u Cessna 182, existuje nespočetné množstvo úprav značených písmenom abecedy od A až po dnešnú S. Za zmienku stojí let dvoch priekopníkov, Robert Timm a John Cook vzlietli v upravenej Cessna 172 štvrtého decembra 1958 a pristáli o 64 dní, 22 hodín a 19 minút neskôr na letisku McCafran International Airport stanovujúc rekord o najdlhší vytrvalostný let bez pristátia. Okrem toho že ich Cessna bola asi jedinou úpravou C172 schopnou čerpať palivo za letu, svedčí to o spoľahlivosti a všestrannosti tohto lietadla. Vrcholom rady 172 je Cessna 172S s obchodným označením Skyhawk SP. Dostala nový motor Lycoming IO-360-L2A produkujúci 180 hp (134 kW) pri zdvihnutých maximálnych otáčkach z 2400 min^{-1} na 2700 min^{-1} . To malo za následok aj vzrast maximálnej vzletovej hmotnosti na 1 157 kg. Štandardnú výbavu tvorí avionika Garmin G1000, kožené sedačky a hlavne vlastnosť, kvôli ktorej sa vyrobilo už vyše 44 000 kusov tohto lietadla, jednoduchosť, a to ako po stránke letových charakteristík, údržby či nákladov[7][12].

Technické údaje pre Cessna 172S Skyhawk SP[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	3 pasažieri
Dĺžka:	8,28 m
Rozpätie:	11 m
Výška:	2,72 m
Prázdna hmotnosť:	767 kg
MTOW:	1 157 kg
Pohonná jednotka:	1 x Lycoming IO-360-L2A, vzduchom chladený plochý atmosférický štvorvalec, 180 hp (134 kW)
Cestovná rýchlosť:	120 KTAS, 75% PWR, 8 000 ft
Dolet:	567 NM



Obrázok 14 – Cessna 172S Skyhawk SP[13]

Portál www.aeroweb.cz registruje dokopy dvanásť ponúk na prenájom pre lietadlo Cessna 172 s vybavením pre let IFR, z toho šesť pre najnovšiu verziu Cessna 172SP Skyhawk.

Typ	Prevádzkovateľ	Letisko	Cena prenájmu bez DPH
Cessna 172	Aeroklub Točná	Slaný LKSN	3 256 Kč/h
Cessna 172	Elmontex	Ostrava Mošnov LKMT	4 132 Kč/h
Cessna 172	Xair	Hradec Králové LKHK	4 000 Kč/h
Cessna 172	Czech Aviation FC	Mladá Boleslav LKMB	3 790 Kč/h
Cessna 172	OKAir	Příbram LKPM	3 058 Kč/h
Cessna 172	M-Air Academy	Letňany LKLT	3 300 Kč/h
Cessna 172SP	AeroPrague	Letňany LKLT	5 200 Kč/h
Cessna 172SP	AeroPrague	Letňany LKLT	5 400 Kč/h
Cessna 172SP	Blue Sky Aviation	Kladno LKKL	4 200 Kč/h
Cessna 172SP	Blue Sky Aviation	Letňany LKLT	4 400 Kč/h
Cessna 172SP	Czech Aviation FC	Mladá Boleslav LKMB	4 300 Kč/h
Cessna 172SP	Fly Czech	Roudnice LKRO	3 967 Kč/h

Tabuľka 1 – prehľad lietadiel Cessna 172 na prenájom v Českej Republike[10]

Za zmienku určite stojí aj Cessna 172SP s imatrikulačkou OK-VUT ktorú prevádzkuje firma Elmontex z letiska Křižanov LKKA za 3 871 Kč/h bez DPH, prakticky za najlepšiu cenu medzi modelmi SP. Pri cestovnej rýchlosti 120 KTAS dosahuje ceny 32,26 Kč/NM a na osobu tým pádom 8,06 Kč/NM. Celý výlet do benátok by tak vyšiel 2 823 Kč pri spotrebe paliva zhruba 35 až 40 litrov 100LL na hodinu. OKAir ponuka svoju Cessna 172H OK-OKB za 3 058 Kč/h, avšak iba pri predplatení desiatich hodín vopred a preto ju nemožno ďalej zaradiť ako najlacnejšiu C172. Aeroklub Točná ponúka Cessna 172N OK-TOC za 3 256 Kč/h, pri cestovnej rýchlosti 100 KTAS za 32,56 Kč/NM a 8,14 Kč/NM na osobu. Celkovo tak 2849 Kč na osobu pre len na vzdialenosť 350 NM[10].



3.6 Diamond DA42NG Twin Star

Diamond DA42 Twin Star je ľahké, štvorsedadlové, dvojmotorové lietadlo dolnoplošníkovej konštrukcie vyrobené prevažne z kompozitných materiálov. V čase príchodu tohto lietadla na trh, neexistoval preň žiaden priamy konkurent v oblasti všeobecného letectva. Mnohých expertov jednoducho zaskočila voľba postaviť dvojmotorové lietadlo pre sektor, ktorému dominujú jednomotorové stroje. Motory sú dva, to je pravda, ale všetko ostatné je na Diamond DA42 také akoby bol motor iba jeden. Napríklad, v porovnaní s Cirrus SR22, má Twin Star iba o dva piesty navyše, kombinovaný objem oboch motorov Austro Engine E4 rovnajúci sa 4 000 kubických centimetrov pri DA42 robí z deväť litrového motoru Continental IO-550 prežitok z doby dávno minulej. Čo sa spotreby týka, leží v nízkych hodnotách ktorú by sme použili skôr pre Cessna 172, nie pre rýchle dvojmotorové lietadlo a pohybuje sa v hodnotách 40 litrov Jet A-1. Tejto hodnote vďačí práve naftovému agregátu, ktorý započal ako automobilový motor od firmy Mercedes Benz a systému FADEC. Avioniku opäť zaisťuje výbava Garmin G1000 so sadou záložných budíkov a o pohodlie sa stará autopilot GFC 700, kožené sedačky, GWX 70 palubný radar a najmä centrálny knipel ako zo stíhačky, žiadne barany ani side stick[12].

Technické parametre pre Diamond DA42NG Twin Star[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	3 pasažieri
Dĺžka:	8,56 m
Rozpätie:	13,55 m
Výška:	2,49 m
Prázdna hmotnosť:	1 410 kg
MTOW:	1 999 kg
Pohonná jednotka:	2 x Austro Engine E4 (AE 300), kvapalinou chladený radový štvorvalec, turbo, 168 hp (125 kW)
Cestovná rýchlosť:	175 KTAS, 75% PWR, 16 000 ft
Dolet:	1 215 NM



Obrázok 15 – Diamond DA42NG[13]



Diamond DA42NG s imatrikulačkou OK-MGI si v Českej Republike možno prenajať od firmy Nisa Air za 12 000 Kč/h bez DPH čo je zatiaľ najvyššia cena za letovú hodinu. Niet sa čomu čudovať, s dvoma motormi síce prichádza bezpečnosť pri vysadení jedného z nich, ale servisné náklady sú dvojnásobné. Pri 175 KTAS dosiahne ceny 68,57 Kč/NM a pri rozdelení medzi štyroch pasažierov 17,14 Kč/NM. Benátky tak každého z nich vyjdú 6000 Kč[10].

3.7 Let L-200 Morava

Let L-200 Morava je československé dvojmotorové lietadlo s viacúčelovým zameraním zavedené do výroby v roku 1958. Pri vývoji lietadla sa počítalo s využitím ako aerotaxík ktorý odvezie štyroch pasažierov a jedného pilota. Z počiatku poháňané dvoma motormi Walter Minor 6-III ktoré mu nedodávali potrebný výkon a preto modernizácia v podobe L-200A priniesla legendárny Walter M-337. Tento československý invertný vzduchom chladený radový šesťvalec, preplňovaný radiálnym kompresorom, schopný dodať 210 hp (154 kW) už postačoval pre lietadlo so vzletovou hmotnosťou skoro dve tony. Ďalšou vývojovou verziou bola L-200D s novými, trojlistými, automaticky staviteľnými vrtuľami a hydraulickým čerpadlom na oboch motoroch. Výroba sa zakončila rokom 1964 s celkovo vyrobenými 361 kusmi všetkých verzií. Dnes sa s Moravou človek stretne len málokedy, čoraz viac ich odchádza do leteckého dôchodku ale pár firiem vám v nej ešte vyhlíadku ponúkne[8].

Technické parametre pre Let L-200 Morava[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	4 pasažieri
Dĺžka:	8,61 m
Rozpätie:	12,31 m
Výška:	2,25 m
Prázdna hmotnosť:	1 257 kg
MTOW:	1 950 kg
Pohonná jednotka:	2 x Walter M-337 (neskôr Avia M-337), vzduchom chladený invertný radový šesťvalec, kompresor, 210 hp (154 kW)
Cestovná rýchlosť:	140 KTAS, nominálny režim, 12 000 ft
Dolet:	1 025 NM



Obrázok 16 – Let L-200D Morava[13]



Predsa len sa jedna Morava na prenájom našla, ba dokonca vo výbave pre IFR. Blue Sky Service svoju OK-OLT ponúka za 9 200 Kč/h bez DPH. Ostatné ceny vyzerajú nasledovne, 65,71 Kč/NM, 13,14 Kč/NM s piatimi osobami na palube a 4600 Kč na osobu do Benátok[10].

3.8 Piper PA-34-220T Seneca III

Veľmi moderné, šesťmiestne dvojmotorové lietadlo so špičkovou avionikou a klubovým usporiadaním sedadiel, vhodné pre osobnú prepravu a rekreačné lietanie. Vyrába sa od roku 1971s prestávkami až do dnes s celkovo vyrobenými 5 000 kusmi. K nim sa môže pridať aj licenčne vyrábaná verzia PZL M-20 Mewa z Poľska. Piper PA-34 vznikol ako úprava lietadla PA-32 Cherokee Six, pridaním druhého motora a zaťahovacieho podvozku. Prvý prototyp bola pôvodná PA-32 s namontovanými dvoma motormi na krídle a pôvodným motorom v trupe. Z počiatku mal teda Piper v rukách prototyp trojmotorového lietadla s kombinovaným výkonom 620 hp (462 kW) a dodnes si odborníci kladú otázku prečo to s týmto usporiadaním Piper vtedy neskúsil.



Obrázok 17 – Prototyp Piper PA-32-3M z ktorého vznikol PA-34[13]

Technické údaje pre Piper PA-34-220T Seneca III[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	5 pasažierov
Dĺžka:	8,72 m
Rozpätie:	11,86 m
Výška:	3,02 m
Prázdna hmotnosť:	1 457 kg
MTOW:	2 155 kg
Pohonná jednotka:	2 x Continental TSIO-360-KB, vzduchom chladený plochý šesťvalec, turbo, 220 hp (164 kW)
Cestovná rýchlosť:	180 KTAS, 75% PWR, 25 000 ft
Dolet:	870 NM



Piper PA-34-220T Seneca III OK-MMG ponúka vo veľmi peknej výbave s GNS Garmin 530W, S odpovedač, autopilot, palubný radar, rozvod kyslíka a predĺžený dolet ponúka firma Czech Aviation FC za 10 400 Kč/h bez DPH. Na svojich stránkach uvádzajú cestovnú rýchlosť 160 KTAS, ale Seneca III často nemá problém s rýchlosťou bližšie ku 180 KTAS vo veľkých výškach. Pri zvýšenej cestovnej rýchlosti tak Seneca III dosahuje cenu 57,78 Kč/NM a pri plnom obsadení 9,63 Kč/NM na osobu. Výlet do Benátok tak každého vychádza 3370 Kč so spotrebou 90 až 100 litrov na hodinu[10].



Obrázok 18 - Piper PA-34-220T Seneca III OK-MMG

3.9 Cessna 421C Golden Eagle

Moderné osemmiestne lietadlo, ktoré sa môže pochváliť špičkovou avionikou, klubovým usporiadaním sedadiel, pretlakovou kabínou, minibarom a toaletou. Lietadlo je vhodné pre lety po celej Európe, a to až na výnimky za akýchkoľvek poveternostných podmienok. Cessna 421 Golden Eagle je dvojmotorové ľahké lietadlo, vyrábané v Spojených Štátoch Amerických v období šesťdesiatych až osemdesiatych rokov minulého storočia. Verzia 421C sa vyznačuje najmä vylepšeným krídlom a podvozkom. Taktiež dostala nové motory Continental GTSIO-520-L, každý s výkonom 375 koní (280kW), ktoré pozdvihli maximálnu vzletovú hmotnosť na 3 379 kg. Svojimi výkonmi blížiac sa skôr ku jednomotorovým turbovrtulovým lietadlám, Cessna 421 si vyslúžila povest' ťažného koňa a stala sa obľúbeným firemným lietadlom po celom svete.

Cessna 421C Golden Eagle je k dispozícii na prenájom vo firme Czech Aviation FC vo veľmi peknej výbave, glass cockpit Garmin 600, GNS Garmin 530W a 430W, S odpovedač, autopilot, palubný radar, pretlaková kabína, odmrazovanie vrtulí, krídel a čelného skla a mnoho ďalších. Taktiež treba počítať s cenovkou 20 500 Kč/h bez DPH, čo sa zdá byť adekvátne na úroveň vybavenia. Pri cestovnej rýchlosti 230 KTAS tak cenu na jednu námornú míľu tvorí 89,13 Kč, pri plnom obsadení osem pasažierov potom 11,14 Kč/NM na osobu. Celkovo tak každého pasažiera na ceste do Benátok prekvapí príjemnou cenou 3 899 Kč[10][12].



Technické parametre pre Cessna 421C Golden Eagle[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	7 pasažierov
Dĺžka:	11,09 m
Rozpätie:	12,53 m
Výška:	3,49 m
Prázdna hmotnosť:	2 290 kg
MTOW:	3 379 kg
Pohonná jednotka:	2 x Continental GTSIO-520-L, vzduchom chladený plochý šesťvalec, turbo, 375 hp (280 kW)
Cestovná rýchlosť:	230 KTAS, 75% PWR, 25 000 ft
Dolet:	1 197 NM



Obrázok 19 – Cessna 421C Golden Eagle OK-IAM[13]

3.10 Cessna T303 Crusader

Je dvojmotorové ľahké dopravné lietadlo určené pre prepravu až 5 cestujúcich a jedného pilota, alebo 370 kg nákladu na kratšie vzdialenosti v rámci celej európy. Konceptia lietadla zahŕňa dolnoplošnikovú konštrukciu s motormi v gondolách na krídle a zaťahovacím podvozkom. Z počiatku sa počítalo so štvorsedadlovým usporiadaním kabíny, ale trh bol v sedemdesiatych rokoch minulého storočia plný ľahkých dvojmotorových štvormiestnych lietadiel, ako napríklad Beechcraft Duchess, Piper Seminole alebo Gulfstream American GA-7 Cougar. Preto sa po výrobe prvého prototypu firma Cessna Aircraft Company rozhodla zmeniť usporiadanie kabíny na šesť miest a nazvať tento model T303 Crusader. Bohužiaľ ani tejto koncepcii vtedy doba nepriala a celkovo sa vyrobilo len 297 kusov.

Cessna T303 Crusader s imatrikulačkou OK-ELO je súčasťou veľkej flotily lietadiel vo firme Elmontex. Táto istá firma prevádzkuje aj Cessna 172SP s označením OK-VUT a radí sa medzi veľmi spoľahlivé firmy v Českej Republike. OK-ELO je poháňaná dvoma motormi Continental TSIO-520-AF, každý s výkonom 250 hp (186 kW), spriahnutými s trojlistými



stavitelnými vrtuľami McCauley. Výbavu tvorí 2 x VOR, ILS, NDB, DME, HSI, GNSS Bendix/King, palubný radar, 2 x rádiostanica, S odpovedač, autopilot a luxusný interiér v koženom prevedení. Za tento skvost si Elmontex pýta 11 500 Kč/h. Pri cestovnej rýchlosti 200 KTAS vo výške 20 000 ft vychádza cena na námornú míľu 57,5 Kč, na osobu je to 9,58 Kč a na ceste do Benátok 3354 Kč na osobu pri plnom obsadení šiestimi osobami[10][12].

Technické parametre pre Cessna T303 Crusader[12]

Posádka:	1 pilot
Kapacita:	5 pasažierov
Dĺžka:	9,27 m
Rozpätie:	11,9 m
Výška:	4,06 m
Prázdna hmotnosť:	1 499 kg
MTOW:	2 336 kg
Pohonná jednotka:	2 x Continental TSIO-520-AE, vzduchom chladený plochý šesťvalec, turbo, 250 hp (186 kW)
Cestovná rýchlosť:	200 KTAS, 75% PWR, 20 000 ft
Dolet:	972 NM



Obrázok 20 – Cessna T303 Crusader[13]

3.11 Výber ekonomicky výhodného lietadla

Celkovo práca opisuje desať typov lietadiel, ktoré boli ohodnotené podľa viacerých kritérií, najmä však podľa ceny prenájmu. Každé lietadlo prevádzkovateľ nacení tak, aby hodinová cena prenájmu pokrývala všetky náklady spojené s prevádzkou lietadla, čiže palivo, servis, hangárovanie, poistenie a samozrejme zisk. Ďalej možno pozorovať rozdiely medzi lietadlami jednomotorovými a viacmotorovými. Na prvý pohľad sa zdá, že viacmotorové lietadlá budú finančne náročnejšie, a vo väčšine prípadov to je pravda, no rozdiel zďaleka nie je taký markantný než by sa na prvý pohľad mohlo zdať. Okrem šesťmiestneho Piper PA-46-350P Malibu Mirage, SEP majú väčšinou len štyri miesta na sedenie oproti šesť až osem miestnym MEP lietadlám, takže sa ich vyššia cena za prenájom rozdelí medzi viac osôb pri plnom



obsadení. Let na konkrétnu vzdialenosť má tiež výhodu v tom, že do finančnej náročnosti pomerne veľa zasahuje cestovná rýchlosť lietadla, ktorú majú MEP väčšinou vyššiu.

Typ	Prenajímateľ	Sídlo	Identifikátor ICAO	Cena za letovú hodinu	Cena za NM	Kč/NM na osobu	Cena cesty do Benátok
Cessna 350 Corvalis (Columbia)	Blue Sky Aviation	Kladno	LKKL	7 900 Kč/h	45,14 Kč/NM	11,29 Kč/NM	3 950 Kč
Cirrus SR22 Turbo G3	Alpha Aviation	Letňany	LKLT	8 300 Kč/h	41,5 Kč/NM	10,38 Kč/NM	3 631 Kč
Cessna 182T Skylane	Blue Sky Service	Brno Tuřany	LKTB	5 390 Kč/h	41,46 Kč/NM	10,37 Kč/NM	3 628 Kč
Piper PA- 46-350P Malibu Mirage	Nisa Air	Mnichovo Hradiště	LKMH	14 000 Kč/h	66,67 Kč/NM	11,11 Kč/NM	3 889 Kč
Cessna 172S Skyhawk SP	Elmontex	Křiřanov	LKKA	3 871 Kč/h	32,26 Kč/NM	8,06 Kč/NM	2 823 Kč
Diamond DA42NG Twin Star	Nisa Air	Mnichovo Hradiště	LKMH	12 000 Kč/h	68,57 Kč/NM	17,14 Kč/NM	6 000 Kč
Let L-200A Morava	Blue Sky Service	Brno Tuřany	LKTB	9 200 Kč/h	65,71 Kč/NM	13,14 Kč/NM	4 600 Kč
Piper PA- 34-220T Seneca III	Czech Aviation FC	Mladá Boleslav	LKMB	10 400 Kč/h	57,78 Kč/NM	9,63 Kč/NM	3 370 Kč
Cessna 421C Golden Eagle	Czech Aviation FC	Mladá Boleslav	LKMB	20 500 Kč/h	89,13 Kč/NM	11,14 Kč/NM	3 899 Kč
Cessna T303 Crusader	Elmontex	Ostrava Mořnov	LKMT	11 500 Kč/h	57,5 Kč/NM	9,58 Kč/NM	3 354 Kč

Tabuľka 2 – Prehľad lietadiel na prenájom v Českej Republike, ceny sú uvedené bez DPH

Z tabuľky 2 možno vyčítať, že na pohľad drahé lietadlá konkurujú tým lacnejším pri lete na konkrétnu vzdialenosť, v tomto prípade 350 NM z LKTB do LIPV. Najväčším konkurentom je však Cessna 172S Skyhawk SP od firmy Elmontex s označením OK-VUT. Kombinácia nízkej cestovnej rýchlosti, malého počtu cestujúcich, no najmä, bezkonkurenčne nízkej ceny za letovú hodinu z tohto lietadla robí excelentného spoločníka pre začínajúcich pilotov, ktorí potrebujú odletieť svoj dlhý navigačný let.



Cessna 172 je totižto lietadlo zaujímavé ničím, jeho vzhľad zaujme až pri tých najdivokejších farebných kombináciách trupu, jeho letové vlastnosti sa podobajú skôr ťažkopádnemu bombardéru a zdá sa že letové postupy pre toto lietadlo boli obzvlášť upravené pre jednoduchosť bežného Amerického užívateľa. Ale o tom Cessna 172 vôbec nieje. Cessna 172 je o jednoduchosti, spoľahlivosti, komforte a o prostriedku ktorý vás má prepraviť z bodu A do bodu B za čo najnižšiu cenu, čo sa odzrkadlilo aj na výsledku tejto práce. Napriek tomu, že je OK-VUT prevádzkovaná z letiska Křižanov, pre vzlet na maximálnej vzletovej hmotnosti bolo vybraté letisko Brno Medlánky LKCM, vzdialené 19 NM na východ.

Cessna 172S Skyhawk SP za podmienok výšky letiska 1 000 ft a vonkajšej teploty vzduchu 20 stupňov celzia potrebuje 564 m dráhu, pre vzlet zo suchej trávinatej plochy sa potrebná dĺžka vzletu násobí ešte koeficientom 1,2 pre výslednú hodnotu 677 m. Bezpečnostný koeficient 1,25 sa potom použije pre letisko bez clearway a stopway, ktorý predĺži potrebnú dĺžku vzletu na 846 m. Z tohto dôvodu 700 metrová dráha v Křižanove nie je vyhovujúca a 890 metrová dráha v Medláňkách je. Navyše vzlet z Medlánek z dráhy 16 má výhodu prevýšenia o 30 metrov oproti koncu vzletovej dráhy, ktorý pozitívne ovplyvní dĺžku rozjazdu po zemi. Prevádzkovateľ Elmontex nám v tomto prípade vyhovel a umožnil vzlet z letiska Brno Medlánky[3][7][17].



4 POZEMNÁ PRÍPRAVA LKCM-LIPV

V letectve sa pravidlá letu za viditeľnosti označujú skratkou VFR. Je to súbor pravidiel, podľa ktorých sa pilot musí riadiť a vzťahujú sa najmä na meteorologické podmienky, umožňujúce pilotovi vidieť tam, kam letí. Takzvané visual meteorological conditions (VMC) stanovujú minimá pre prevedenie takéhoto letu. Pilot musí byť schopný letieť za dohľadu zeme a vyhýbať sa prekážkam a iným lietadlám. Konkrétne požiadavky sa menia podľa viacerých podmienok, trieda vzdušného priestoru, deň, noc, a najmä podľa zákonov jednotlivých štátov.

„Jelikož letecká činnosť sa riadi leteckým zákonom, leteckými predpisy a mezinárodnými bilaterálnymi, respektive multilaterálnymi dohodami, je nutné provést let v jejich souladu. Základní mezinárodní dohodou je Chicagská úmluva o mezinárodním civilním letectví (dále jen „Úmluva“), kterou roku 1944 podepsalo 38 států, mimo jiné i ČSR. Cílem této dohody je dosažení nejvyšší možné míry jednotnosti členských států v otázce norem a postupů pro letadla, letecký personál a letecké tratě, za účelem zdokonalení a zjednodušení letového provozu. Dle článku 43 Úmluvy byla zřízena Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO), která vytváří mezinárodní normy a předpisy formou příloh k Úmluvě. Přílohy obsahují standardy a doporučení. Tyto jsou následně převzaty smluvními státy a začleněny do národních právních norem a předpisů. Aplikace standardů je nutná a aplikace doporučení je žádoucí.“²

4.1 Požiadavky na lietadlo a pilota

ICAO Annex 2 stanovuje základné požiadavky VMC nasledovne. Nad 3 000 ft alebo 1 000 ft AGL, ktorékoľvek je vyššie, 1 500 m horizontálna a 1 000 ft vertikálna vzdialenosť od blačnosti a letová dohľadnosť minimálne 5 km pod 10 000 ft a 8 km nad 10 000 ft. Pod 3 000 ft alebo 1 000 ft AGL, ktorékoľvek je vyššie, je povolený let len mimo oblačnosť a letová dohľadnosť minimálne 5 km.

Keďže jednou z požiadaviek výberu lietadla bolo jeho vybavenie pre let IFR, s ohľadom na bezpečnosť, napriek realizácii letu za podmienok VFR, lietadlo musí byť vybavené nasledovne. Jednopilotné lietadlo pri lete za podmienok IFR musí byť vybavený schváleným autopilotom v režime aspoň udržiavania výšky a kurzu. Lietadlo musí byť vybavené majákom ELT.

Pokiaľ je plánované pristátie za podmienok instrument meteorological conditions (IMC), musí byť lietadlo vybavené výstrojom schopným prijímať signály pre navedenie lietadla do bodu, kde môže byť pristátie spravené za viditeľnosti. S ohľadom na zamýšľanú trať a meteorologické podmienky počas letu, musí byť lietadlo dostatočne vybavené navigačným výstrojom, ktorý v prípade poruchy jednej z jej častí zabezpečí pokračovanie v navigácii a bezpečné ukončenie letu[5].

² HORNYCH, Petr. *Príprava pro provedení letu po trati LKTB-ULLI letounem L-200A*. Brno, 2009. Bakalárska práca. Vysoké Učení Technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Miroslav Raudenský, CSc. Str. 4



Navigačné a komunikačné vybavenie lietadla požadované pre lety IFR tvorí[8]:

- odpovedač SSR, ak je žiaduci pre danú trať
- jeden systém VOR
- jeden systém ADF
- jeden systém DME
- jeden systém ILS alebo MLS, ak je žiaduci pre dané priblíženie
- jeden systém indikácie preletu polohových návestidiel, ak je žiaduci pre dané priblíženie
- systém priestorovej navigácie RNAV, ak je žiaduci pre danú trať
- ďalší systém DME, ak je navigácia založená čisto na ňom
- ďalší systém VOR, ak je navigácia založená čisto na ňom
- ďalší systém ADF, ak je navigácia založená čisto na ňom
- dva nezávislé rádiokomunikačné systémy.

Prístrojové vybavenie lietadla požadované pre lety IFR tvorí[8]:

- dva citlivé barometrické výškomery s možnosťou nastavenia QNH
- magnetický kompas nezávislý na palubnej elektrickej sieti
- presné palubné hodiny
- smerový zotrvačník (indikátor kurzu)
- zatáčkomer
- priečny sklonomer
- indikátor rýchlosti letu
- umelý horizont (indikátor letovej polohy)
- variometer (indikátor vertikálnej rýchlosti)
- indikátor teploty vonkajšieho vzduchu
- indikátor množstva paliva v nádržiach
- dostatočný zdroj elektrickej energie
- náhradný zdroj statického tlaku.

Potrebná dokumentácia lietadla sa skladá z[8]:

- osvedčenie letovej spôsobilosti
- osvedčenie o zápise lietadla do registra
- palubný a technický denník lietadla
- povolenie ku prevádzke rádiostanice
- letová príručka
- zoznam cestujúcich a nákladu
- poistenie zákonnej zodpovednosti
- osvedčenie o hlukovej spôsobilosti
- vyplnený a podaný letový plán
- dokumentácia o hmotnosti a vyvážení
- letecké mapy
- meteorologické informácie
- NOTAMy.



Potrebná dokumentácia pilota sa skladá z[8]:

- aspoň licencia súkromného pilota PPL
- zdravotná kvalifikácia aspoň druhej triedy
- doložka ICAO angličtina
- kvalifikácia pre jednomotorové piestové lietadlá SEP
- všeobecný preukaz radiofonistu
- type rating pre konkrétne lietadlo.

Všetky vyššie zmienené doklady musia byť platné.

4.2 OK-VUT

OK-VUT je Cessna 172S Skyhawk SP prevádzkovaná firmou Elmontex z letiska Křižanov LKKA. Viac o tomto lietadle v kapitole 3.5 Cessna 172 a Cessna 172S Skyhawk SP. Z tabuľky 2 vyplýva, že prevádzkovateľ lietadla OK-VUT, poskytuje toto lietadlo za bezkonkurenčne nízku cenu 8,06 Kč/NM bez DPH na osobu a preto bude ďalej OK-VUT použitá pre vypracovanie pozemnej prípravy z Brno Medláňky LKCM do Venezia/Lido LIPV.

4.3 Kritériá pre plánovanie

Po trase nepredpokladáme žiadne neobvyklé podmienky ani situácie spojené s letom ponad pohoria či oceány. V roku 2021 stále zúri pandémia vírusu COVID-19 a mnohé štáty v záujme zabránenia šírenia nákazy uzatvárajú hranice a obmedzujú pohyb obyvateľov na minimum. Z tohto dôvodu by sa pozemná príprava niesla v duchu veľmi smutnej situácie pre letectvo a let do Benátok by sa nikdy neuskutočnil. Pozemná príprava bude preto prebiehať bez aktuálnych obmedzení vyplývajúcich z pandémie COVID-19, jednak z dôvodu neustále sa meniacich nariadení jednotlivých štátov a jednak z dôvodu použiteľnosti tejto prípravy po pandémii.

Prelietané štáty nie sú na Americkom zozname štátov podporujúcich terorizmus, nachádzajú sa v Európskej Únii a v Schengenskom priestore a pre pobyt v nich víza nie sú potrebné.

Samotnými kritériami pre plánovanie sú, maximálna vzletová hmotnosť a vyváženie, dolet lietadla, dostupnosť paliva a oleja, výška letu, prelietavané priestory, parametre letísk medzipristátia, pristátia a alternate.

4.4 Hmotnosť a vyváženie

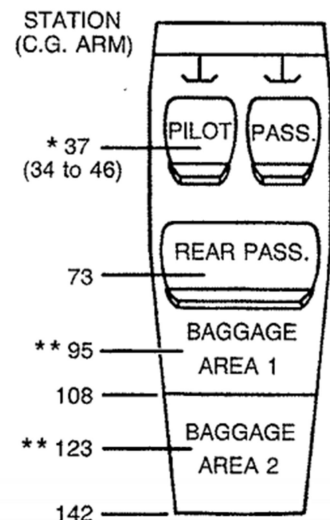
Jednou z mnohých vecí za ktorú je veliaci pilot zodpovedný je aj zaistenie správneho nakladania a vyváženia lietadla. Prevádzka mimo predurčených hmotností a vyváženia môže spôsobiť nedostatok stability, ako dynamickej tak i statickej, či prekročenie maximálnej vzletovej hmotnosti vyústenej v letecký incident alebo nehodu.



Vstupnými údajmi pre vyriešenie problému hmotnosti a vyváženia sú:

- prázdna hmotnosť: 1642 lbs (746,36 kg)
- hmotnosť pasažierov: 4 x 180 lbs (4 x 81,81 kg)
- hmotnosť batožiny: 4 x 11 lbs (4 x 5 kg).

Hmotnosti sú udávané v librách (lbs) a vzdialenosti v palcoch (in) pre súlad s letovou príručkou vydanou v Spojených Štátoch Amerických. Ako referenčná rovina sa pre Cessna 172S používa protipožiarna prepážka slúžiaca ako predel medzi motorom a priestorom pre cestujúcich. Od nej sa meria dĺžka ramena jednotlivých zaťažení. Napríklad predné sedadlá, ktorých priemerná vzdialenosť od referenčnej roviny je 37 in, menia svoju vzdialenosť na základe posunutia sedačky úplne vpred, 34 in, alebo úplne vzad, 46 in. Poloha integračných palivových nádrží je 48 in[7]. Vid' obrázok 21.



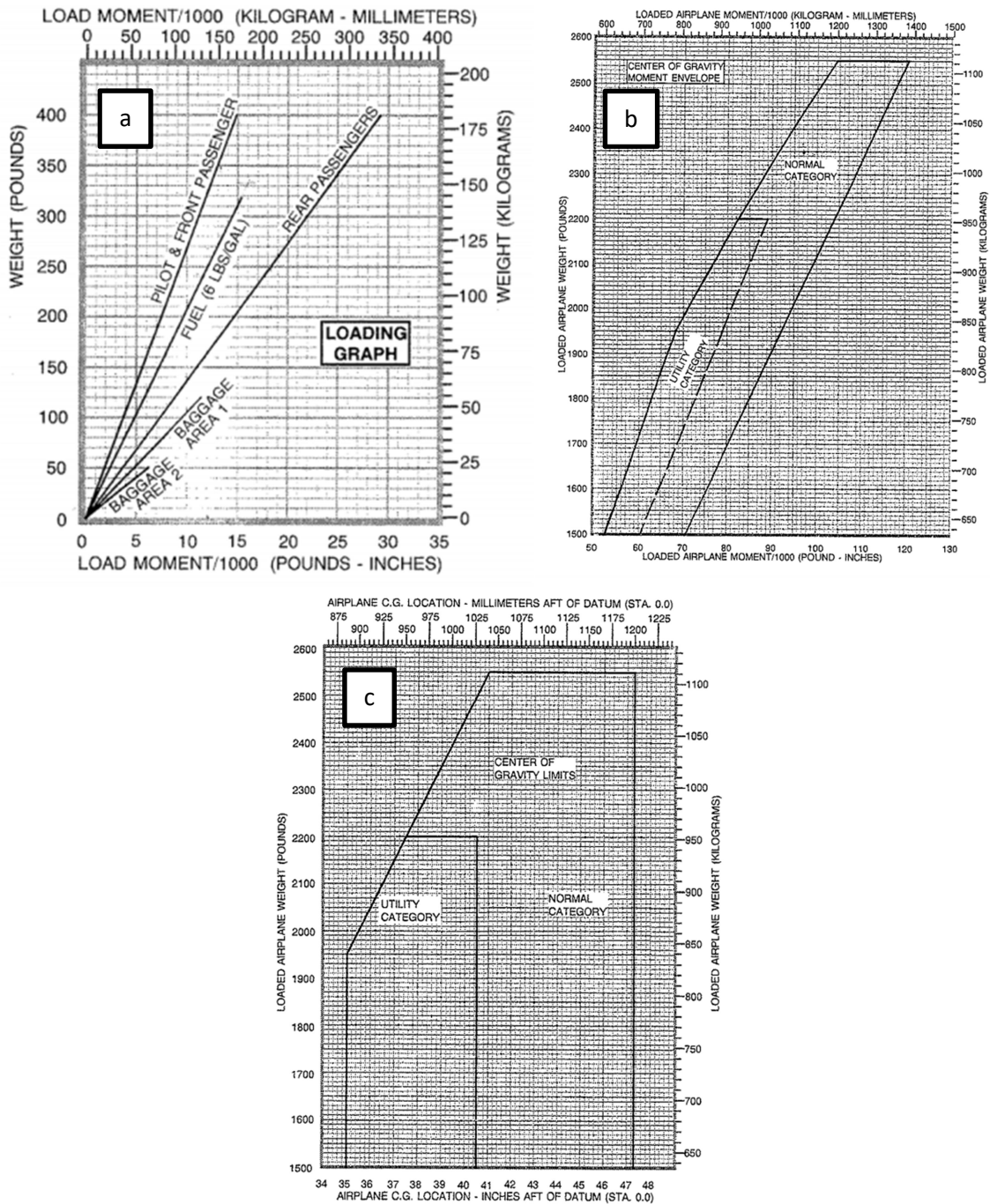
Obrázok 21 – Rozmiestnenie zaťaženia[7]

	Hmotnosť	Rameno	Moment
Prázdna hmotnosť	1 642 lbs	38,12 in	62 600 in-lbs
Pilot a pasažier	360 lbs	37 in	13 320 in-lbs
Zadný pasažieri	360 lbs	73 in	26 280 in-lbs
Batožina	44 lbs	95 in	4 190 in-lbs
Zero fuel weight	2 406 lbs	44,22 in	106 390 in-lbs
Palivo	152 lbs	48 in	7 296 in-lbs
Ramp weight (max)	2558 lbs	44,44 in	113 686 in-lbs
Start/taxi	-8 lbs	48 in	-384 in-lbs
Vzletová hmotnosť (TOW)	2550 lbs	44,43 in	113 302 in-lbs

Tabuľka 3 – hmotnosti a vyváženie, 1 m = 39,37 in, 1 kg = 2,2 lbs

Tabuľka 3 zobrazuje výpočet hmotnosti a vyváženia klasickou výpočtovou metódou, ktorú musí zvládať každý pilot s licenciou PPL pre bezpečnú prevádzku lietadla. Vzletová hmotnosť sa v tomto prípade rovná maximálnej vzletovej hmotnosti, pretože ide o dosiahnutie najväčšieho možného doletu pri plnom zaťažení lietadla. Zistenie, že pri plnom zaťažení možno lietadlo natankovať len 152 librami paliva, cca 25 galónov, nie je potešujúce. Pri plnom zaťažení lietadla tak dostávame ledva 2 hodiny letového času.

Pre zjednodušenie výpočtov, letová príručka obsahuje diagram, slúžiaci pre určenie jednotlivých momentov graficky. Táto metóda je však veľmi nepresná, keďže nepoužíva číselné ale odhadované grafické hodnoty, a môže viesť ku zlému odhadu vyváženia a následne ku zhoršeniu letových vlastností. Preto sa väčšina pilotov spolieha na výpočet pomocou číselnej tabuľky a diagram slúži len na overenie správnosti výsledku[3][7].



Obrázok 22 –a) diagram pre zistenie záťažových momentov,
b) diagram pre kontrolu výsledného momentu zaťaženia,
c) obálka výslednej polohy ťažiska[7]



Obrázok 22c jasne zobrazuje limitné hodnoty polohy ťažiska, takzvanej centráže, konkrétne prednou hraničnou centrážou 35 in od referenčnej roviny a zadnou hraničnou centrážou 47,3 in od referenčnej roviny. Prepočítané na percentuálne vyjadrenie z celkovej dĺžky strednej aerodynamickej tetivy (SAT) sa limity centráže nachádzajú v hodnotách 15,48% SAT a 36,29% SAT. Pri vzletovej hmotnosti, vid' tabuľka 3, sa centráž lietadla nachádza 44,43 in od referenčnej roviny, teda v 31,51% SAT. Bližšie sa tým pádom ku limitu zadnej centráže, čo môže spôsobiť zvýšenú citlivosť výškového kormidla a znížiť stabilitu lietadla v klopení. K tomu treba dodať, že väčšina lietadiel, a obzvlášť Cessna 172, obsahuje určitú umelo vnesenú rezervu, ktorá aj po prekročení limitných hodnôt maximálnej vzletovej hmotnosti a polohy ťažiska zabezpečí prijateľnú riaditeľnosť lietadla. Neradmo však pokúšať rozsah takejto rezervy a príručkou sa treba riadiť za každých okolností.

4.5 Dolet a výdrž

Z predošlej kapitoly vyplýva, že pri plnom obsadení lietadla štyrmi osobami, každá o hmotnosti 80 kg, a batožiny, u každého z nich 5 kg, možno natankovať len 25 galónov paliva o hmotnosti 152 libier (70 kg), čo vystačí na zhruba 2 hodiny letu. Aby plánovanie nebolo také jednoduché, pre nekomerčné VFR denné lety s lietadlami nekomplexného typu, musí veliteľ lietadla zaistiť navigačnú rezervu paliva na 30 minút letu v cestovnej konfigurácii. V podstate, predpis Part-NCO stanovuje povinné množstvo paliva v nádržiach po pristátí, v tomto prípade práve množstvo paliva pre 30 minút letu.

Z toho plynie, že použiteľný čas vo vzduchu s lietadlom naloženým podľa kapitoly 4.4, je približne jeden a pól hodiny. Ako odletieť trasu 350 NM za jeden a pól hodiny? Buď lietadlom, ktorého dolet zabezpečí bezpečný let po trase cestovnou rýchlosťou 233 uzlov, alebo ako v prípade Cessna 172, pomocou dvoch medzipristátí, slúžiacich na dotankovanie paliva. Treba spomenúť aj tretiu možnosť, a tou je samozrejme znížiť zaťaženie lietadla a tým pádom uvoľniť miesto pre väčšie množstvo paliva, čím sa zredukuje počet medzipristátí na jedno, ba s plnými nádržami možno túto trasu odletieť naraz. Tak sa ale neguje výhoda štyroch okupantov a rozdelenie letových nákladov medzi viacero osôb.

Spotreba oleja činí zhruba 1 liter na 5 až 25 hodín letu. Závisí od použitého režimu motora a taktiež od technického stavu motora. Každý prevádzkovateľ by mal pravidelne sledovať spotrebu oleja na svojom lietadle, keďže náhle zvýšenie spotreby oleja môže vopred upozorniť na vnútorné závady v motore. Každopádne, spomínaná spotreba oleja, v priemere jeden liter na 15 hodín letu, nie je ovplyvňujúcim faktorom pri plánovaní letu a stačí zásoba dvoch až troch litrov oleja na palube[7].

4.6 Výška letu

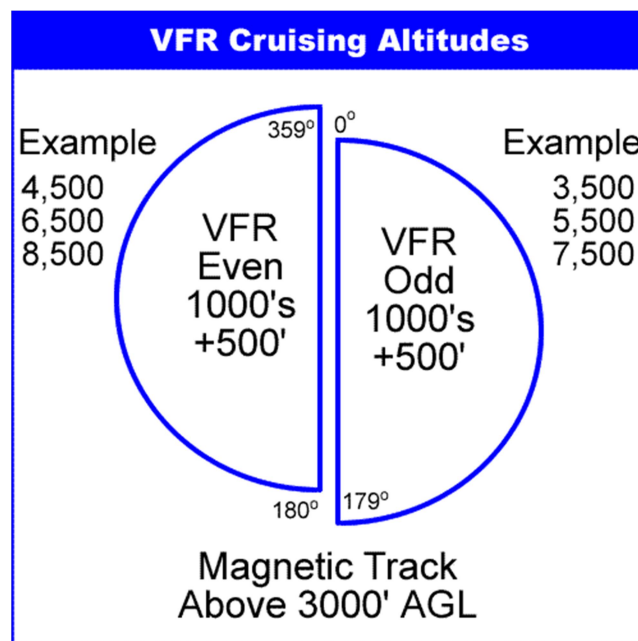
Výška letu je pri VFR veľmi dôležitým faktorom, na ktorom závisí celý priebeh letu. Základným pravidlom je dodržovanie minimálnych výšok nad terénom, respektíve 1 000 ft nad zastavanými oblasťami a 2 000 ft nad hornatými oblasťami. Výšku letu možno znížiť až na 500 ft nad terénom v nezastavaných oblastiach, ale zlý príjem rádiového spojenia



a nedostatok času na riešenie problémov v prípade vysadenia motora zastierajú možné výhody takéhoto letu.

Prevládajúce meteorologické podmienky majú taktiež veľký vplyv na výber výšky letu. Aktuálne meteorologické minimá pre lety VFR v Európe sú, v a nad 10 000 ft letová dohľadnosť minimálne 8 km, 1500 m horizontálne a 1000 ft vertikálne od oblačnosti. Pod 10 000 ft sa znižuje minimálna dohľadnosť na 5 km. Let nad oblačnosťou je povolený, ale iba za stáleho dohľadu zeme. To vylučuje prevádzku nad oblačnosťou typu overcast (8/8) a čiastočne nad oblačnosťou broken (5/8, 6/8, 7/8). Tieto minimá majú svoj význam najmä pri vyhýbaní sa ostatnej prevádzke, aby si bol pilot schopný dostatočne vopred všimnúť prevádzku a vyhnúť sa jej. Zároveň sa pri dlhších trasách snažíme letieť vo väčších výškach, ktoré nám umožňujú znížiť spotrebu paliva a letieť väčšou pravou vzdušnou rýchlosťou (TAS).

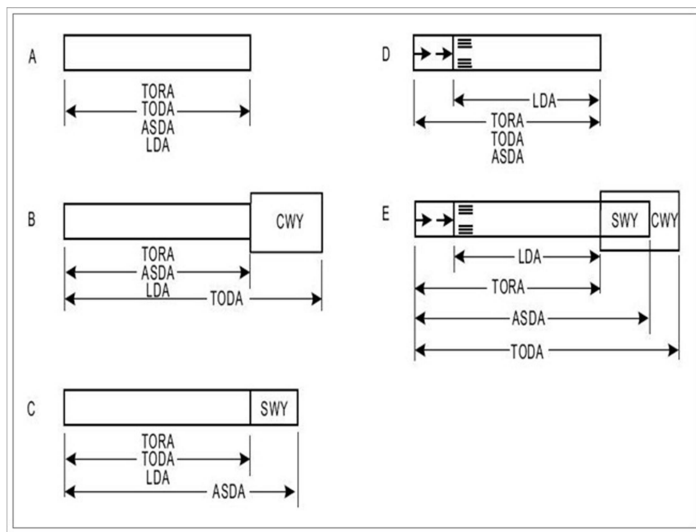
VFR lety sú tiež limitované vyhradenými výškami, ktoré pilot používa vo výškach väčších ako 3 000 ft nad terénom a v závislosti na smere jeho magnetickej trati[3].



Obrázok 23 – vyhradené výšky pre VFR[3]

4.7 Letové výkony

Cessna 172S Skyhawk SP, podľa predpisu EU-OPS 1, spadá do výkonnostnej triedy typu B, bližšie do kategórie normal. Splňa vrtuľový pohon, jeden piestový motor, maximálna vzletová hmotnosť do 5 700 kg a maximálny počet 9 cestujúcich. Pre zachovanie bezpečnosti letu musí teda plánovaný let splňať určité podmienky.



Obrázok 24 – definícia vyhlásených dĺžok[3]

Vzlet je korigovaný najmä jeho dĺžkou (TOD), a je to horizontálna vzdialenosť od počiatku rozjazdu do výšky 50 ft. Podmienkami bezpečnosti pri vzlete sú:

- letisko bez stopway a clearway:
 $1,25 \text{ TOD} \leq \text{TORA}$
- letisko s clearway:
 $\text{TOD} \leq \text{TORA}$ a zároveň
 $1,15 \text{ TOD} \leq \text{TODA}$
- letisko so stopway:
 $\text{TOD} \leq \text{TORA}$ a zároveň
 $1,3 \text{ TOD} \leq \text{ASDA}$.

Hodnoty dĺžky vzletu (TOD) získame v letovej príručke, či už vo forme diagramov alebo tabuliek. Cessna 172S Skyhawk SP používa tabuľkovú formu. Vstupy tvoria vzletová hmotnosť, tlaková výška letiska a vonkajšia teplota[3].

SHORT FIELD TAKEOFF DISTANCE AT 2550 POUNDS

CONDITIONS:

Flaps 10°
Full Throttle Prior to Brake Release
Paved, level, dry runway
Zero Wind
Lift Off: 51 KIAS
Speed at 50 Ft: 56 KIAS

Press Alt In Feet	0°C		10°C		20°C		30°C		40°C	
	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst
S. L.	860	1465	925	1575	995	1690	1070	1810	1150	1945
1000	940	1600	1010	1720	1090	1850	1170	1990	1260	2135
2000	1025	1755	1110	1890	1195	2035	1285	2190	1380	2355
3000	1125	1925	1215	2080	1310	2240	1410	2420	1515	2605
4000	1235	2120	1335	2295	1440	2480	1550	2685	1660	2880
5000	1355	2345	1465	2545	1585	2755	1705	2975	1825	3205
6000	1495	2605	1615	2830	1745	3075	1875	3320	2010	3585
7000	1645	2910	1785	3170	1920	3440	2065	3730	2215	4045
8000	1820	3265	1970	3575	2120	3880	2280	4225	2450	4615

NOTES:

1. Short field technique as specified in Section 4.
2. Prior to takeoff from fields above 3000 feet elevation, the mixture should be leaned to give maximum RPM in a full throttle, static runup.
3. Decrease distances 10% for each 9 knots headwind. For operation with tail winds up to 10 knots, increase distances by 10% for each 2 knots.
4. For operation on dry, grass runway, increase distances by 15% of the "ground roll" figure.

Obrázok 25 – určenie dĺžky vzletu[7]



Potrebná dĺžka pristátia (LDR) je horizontálna vzdialenosť z výšky 50 ft do úplného zastavenia. Podľa EU-OPS 1 musí pre cieľové aj záložné letisko platiť:

$$LDR \leq 0,7 LDA.$$

Pre zistenie potrebnej dĺžky pristátia opäť nahliadneme do letovej príručky s hodnotami pristávacej hmotnosti, tlakovej výšky letiska a vonkajšej teploty[3].

SHORT FIELD LANDING DISTANCE AT 2550 POUNDS

CONDITIONS:

Flaps 30°
Power Off
Maximum Braking
Paved, level, dry runway
Zero Wind
Speed at 50 Ft: 61 KIAS

Press Alt In Feet	0°C		10°C		20°C		30°C		40°C	
	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst	Grnd Roll Ft	Total Ft To Clear 50 Ft Obst
S. L.	545	1290	565	1320	585	1350	605	1380	625	1415
1000	565	1320	585	1350	605	1385	625	1420	650	1450
2000	585	1355	610	1385	630	1420	650	1455	670	1490
3000	610	1385	630	1425	655	1460	675	1495	695	1530
4000	630	1425	655	1460	675	1495	700	1535	725	1570
5000	655	1460	680	1500	705	1535	725	1575	750	1615
6000	680	1500	705	1540	730	1580	755	1620	780	1660
7000	705	1545	730	1585	760	1625	785	1665	810	1705
8000	735	1585	760	1630	790	1670	815	1715	840	1755

NOTES:

1. Short field technique as specified in Section 4.
2. Decrease distances 10% for each 9 knots headwind. For operation with tail winds up to 10 knots, increase distances by 10% for each 2 knots.
3. For operation on dry, grass runway, increase distances by 45% of the "ground roll" figure.
4. If landing with flaps up, increase the approach speed by 9 KIAS and allow for 35% longer distances.

Obrázok 26 – určenie dĺžky pristátia[7]

4.8 Voľba trasy

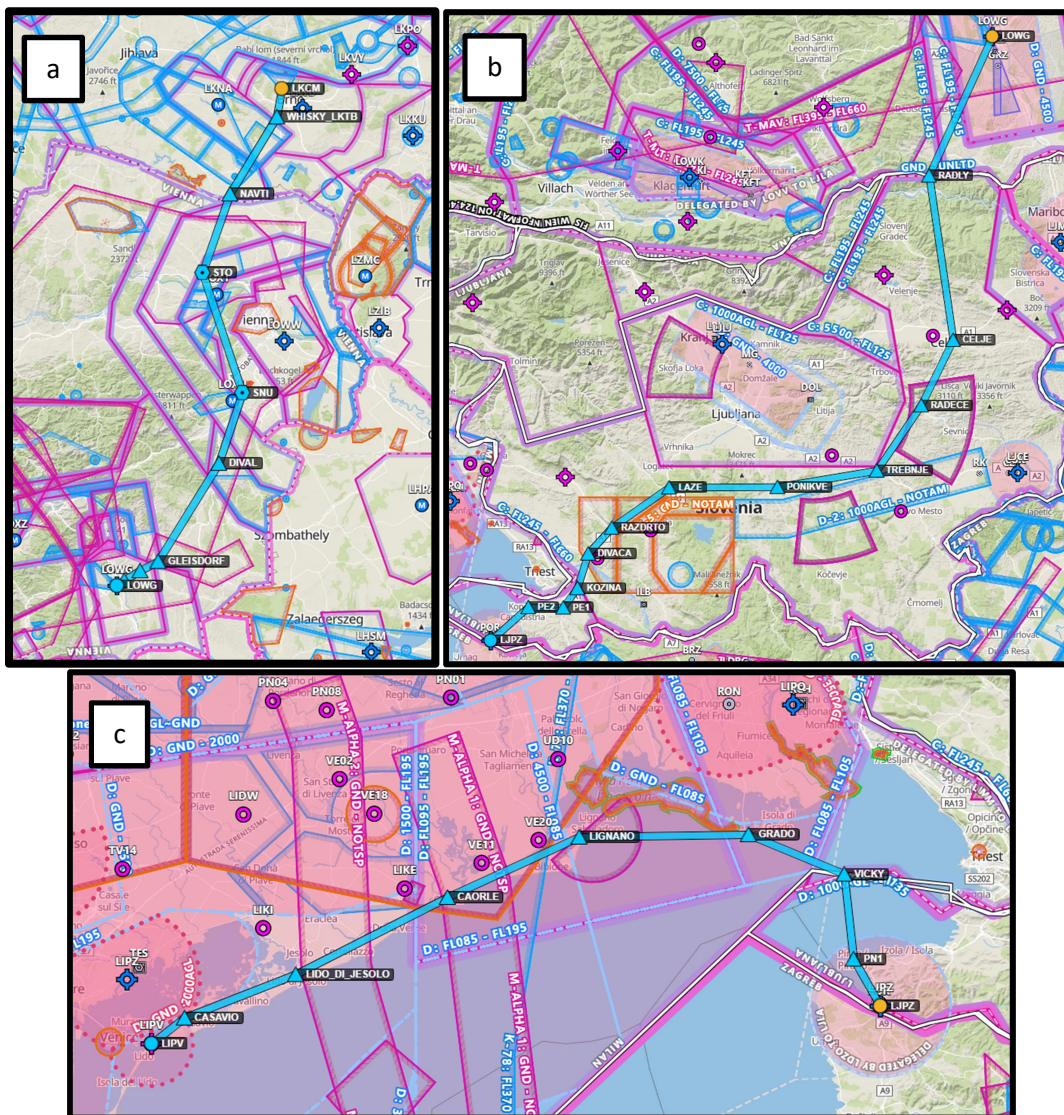
Po zhodnotení parametrov, ktoré vyplývajú z predošlých kapitol, dolet a výdrž sa zdajú byť limitujúcimi a trasu bude treba rozdeliť na viacero etáp s dočerpávaním paliva. Výdrž zhruba jeden a pól hodiny a rezerva pól hodiny dávajú za vznik pomyslenej kružnici o priemere 150 NM so stredom v letisku vzletu LKCM. Smerom na juh sa skoro na hranici tejto pomyslenej kružnice nachádza letisko Graz LOWG v Rakúsku. S prijateľnou dĺžkou dráh a dostupnosťou paliva 100LL tvorí prvú zastávku plánovanej trasy. Traťové body tvoria výstupný bod LKTB CTR WHISKY, NAVTI, VOR/DME STO (Stockerau), VOR/DME SNU (Sollenau), DIVAL, GLEISDORF a vstupný bod LOWG CTR LASSNITZHOHE. Cestovná výška 6 500 ft, v ČR FL065, spĺňa prevažne západný smer letu a zabezpečuje dostatočnú rezervu od hornatého terénu. Trasa má dĺžku 154 NM a predpokladaná doba letu je zhruba 1 hodina 38 minút za bezvetria. Ako náhradné letisko sa v tomto prípade ponúka Orehova Vas LJMB vzdialené 22 minút letu. Vid' obrázok 27a.

V druhej etape sa dostaneme do Slovinska, kde platia takzvané VFR Transit Route. Tieto trate, vytvorené špeciálne pre prevádzku VFR, tvoria sieť prepojujúcu celé Slovinsko a je doporučené ich dodržiavať. Po dotankovaní a vzlete z letiska Graz LOWG trať pokračuje priamo na hraničný bod RADLY, kde sa napojíme na VFR recommended route 1, tvorenú bodmi CELJE, RADECE, TREBNJE, PONIKVE, LAZE, RAZDRTO a DIVACA.



Následné body už tvorí prílet na letisko Portoroz Secovlje LJPZ a sú to body KOZINA, PE1 a vstupný bod PE2. Cestovná výška 4 500 ft, vzdialenosť 143 NM a letová doba 1 hodina 30 minút. Náhradné letisko je použité Trieste Ronchi Dei Legionari LIPQ vzdialené 15 minút letu. Vid' obrázok 27b.

Tretia a najkratšia etapa je tvorená odletom z letiska Portoroz LJPZ na výstupný bod PN1, ponad more na hraničný bod VICKY. V talianskom vzdušnom priestore následne trať kopíruje talianske pobrežie cez VFR body GRADO, LIGNANO, CAORLE, LIDO DI JESOLO a vstupný bod CASAVIO pre letisko príletu Venezia/Lido LIPV. Cestovná výška 3 500 ft postačuje na kĺzavý dolet 9 km v prípade vysadenia motora. Doba letu činí prostých 42 minút na vzdialenosti 63 NM. Náhradné letisko je opäť Trieste Ronchi Dei Legionari LIPQ vzdialené 35 minút letu. Vid' obrázok 27c[17].



Obrázok 27 – a) LKCM – LOWG
b) LOWG – LJPZ
c) LJPZ- LIPV[17]



4.9 Letiská

4.9.1 Brno Medlánky LKCM

Kódové označenie ICAO:	LKCM
Vzťažný bod:	49°14'24''N/16°33'36''E
Nadmorská výška:	925 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	4°E (2019) / + 8 MIN
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+420 541 227 222
Druh prevádzky:	VFR
Colná služba / Tankovanie:	NIL / 0700-1800 UTC
Frekvencia Rádio:	122,405 MHz
Operačná doba:	0700-1800 UTC
Dráha:	16 - 34
Dĺžka dráhy:	890x74 m
Povrch dráhy:	tráva
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	NIL
Dostupné palivo:	BA 95 Natural[17]



Obrázok 28 – letisko Medlánky pri pohľade zhora[13]



4.9.2 Graz LOWG

Kódové označenie ICAO:	LOWG
Vzťažný bod:	46°59'35''N/15°26'21''E
Nadmorská výška:	1 120 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	5°E (MAR 2021) / 0,1°E
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+43 316 2902120
Druh prevádzky:	VFR / IFR
Colná služba / Tankovanie:	0500-2230 UTC / 0400-1900 UTC a O/R
Frekvencia ATIS:	126,130 MHz
Frekvencia Radar:	119,300 MHz, 120,440 MHz
Frekvencia TWR:	118,200 MHz
Operačná doba:	0500-2230 UTC
Dráhy:	16C-34C, 16R-34R, 16L-34L
Dĺžky dráh:	3 000x45 m, 760x25 m, 640x30 m
Povrch dráh:	asfalt, tráva, tráva
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	PAPI, VOR, DME, ILS, NDB
Dostupné palivo:	100LL, JET A1[17]



Obrázok 29 – letisko Graz pri pohľade zhora[19]



4.9.3 Maribor Orehova Vas LJMB

Kódové označenie ICAO:	LJMB
Vzťažný bod:	46°28'48''N/15°41'10''E
Nadmorská výška:	876 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	4°E (2016) / 0,1°E increasing
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+386 2 6291 790
Druh prevádzky:	VFR / IFR
Colná služba / Tankovanie:	0800-1600 UTC / 0800-1600 UTC
Frekvencia ATIS:	NIL
Frekvencia APP:	119,205 MHz, 134,305 MHz
Frekvencia TWR:	119,205 MHz, 134,305 MHz
Operačná doba:	0800-1600 UTC
Dráhy:	14-32, 14G-32G
Dĺžky dráh:	2 500x45 m, 1 200x60 m
Povrch dráh:	asfalt, tráva
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	PAPI, DME, ILS, NDB
Dostupné palivo:	100LL, JET A1[17]



Obrázok 30 – letisko Maribor pri pohľade zhora[18]



4.9.4 Portorož Sečovlje LJPZ

Kódové označenie ICAO:	LJPZ
Vzťažný bod:	45°28'24''N/13°36'54''E
Nadmorská výška:	7 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	3°E (2016) / 0,1°E increasing
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+386 5 6175 140
Druh prevádzky:	VFR / IFR
Colná služba / Tankovanie:	0700-1530 UTC a O/R / 0700-1530 UTC
Frekvencia ATIS:	NIL
Frekvencia APP:	124,880 MHz, 129,805 MHz
Frekvencia TWR:	124,880 MHz, 129,805 MHz
Operačná doba:	0700-1530 UTC
Dráha:	15-33
Dĺžka dráhy:	1 200x30 m
Povrch dráhy:	asfalt
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	PAPI, VOR, DME, NDB
Dostupné palivo:	100LL, JET A1[17]

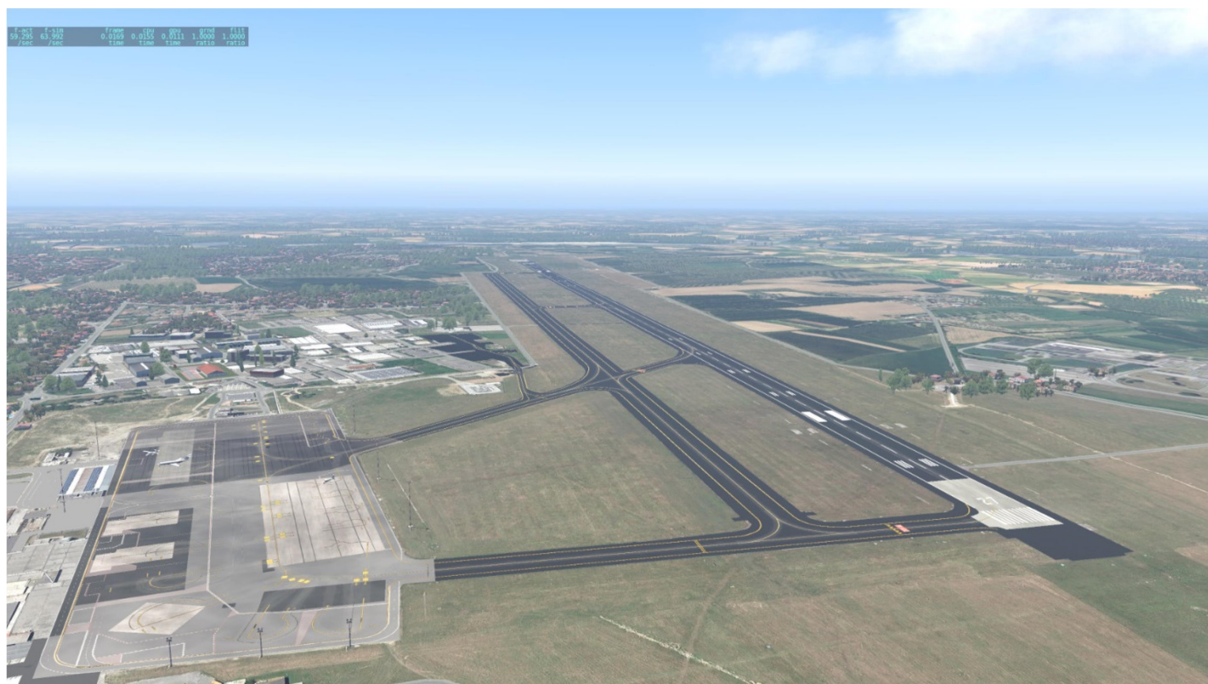


Obrázok 31 – letisko Portorož pri pohľade zhora[18]



4.9.5 Trieste Ronchi Dei Legionari LIPQ

Kódové označenie ICAO:	LIPQ
Vzťažný bod:	45°49'39''N/13°28'20''E
Nadmorská výška:	40 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	2°E (2016) / 5'E
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+39 041 2605701
Druh prevádzky:	VFR / IFR
Colná služba / Tankovanie:	0500-2200 UTC / 0500-2100 UTC
Frekvencia ATIS:	NIL
Frekvencia Radar:	119,175 MHz
Frekvencia TWR:	130,205 MHz
Operačná doba:	0430-2200 UTC
Dráha:	09-27
Dĺžka dráhy:	3 000x45 m
Povrch dráhy:	asfalt
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	PAPI, VOR, DME, NDB, VDF, ILS
Dostupné palivo:	100LL, JET A1[17]



Obrázok 32 – letisko Trieste pri pohľade zhora[13]



4.9.6 Venezia/Lido LIPV

Kódové označenie ICAO:	LIPV
Vzťažný bod:	45°25'44''N/12°23'16''E
Nadmorská výška:	13 ft MSL
MAG deklinácia / Ročná zmena:	2°E / 5'E
Časové pásmo:	UTC+1
Telefón:	+39 041 2605701
Druh prevádzky:	VFR
Colná služba / Tankovanie:	3 HR PN / Yes
Frekvencia Prevádzka:	118,525 MHz
Operačná doba:	0700-1700 UTC
Dráha:	05-23
Dĺžka dráhy:	994x45 m
Povrch dráhy:	tráva
Rádionavigačné a pristávacie zariadenia:	NIL
Dostupné palivo:	100LL, JET A1[17]



Obrázok 33 – letisko Lido pri pohľade zhora[15]



4.10 Podmienky pre prelet a pristátie jednotlivých štátov

Súčasťou predletovej prípravy pre konkrétny let je aj preštudovanie podmienok jednotlivých štátov pre vstup, prelet a pristátie. V tomto prípade sa let do Benátok uskutočňuje vo vzdušných priestoroch štátov, ktoré sú členskými štátmi ICAO a Európskej Únie. Z toho plynú relatívne jednoznačné a štandardné predpisy, platné v každom štáte, ktorý prelietavame. Každá krajina má však aj svoje odchýlky od všeobecne vydávaných zákonov a Česká Republika je tomu dokonalý príklad. Portál Eurocontrol zhromažďuje odkazy na letové informačné príručky (AIP) pre všetky nami prelietávané štáty.

Česká republika používa štátny podnik Řízení letového provozu ČR pre poskytovanie leteckej informačnej služby. Ďalšou dôležitou službou je napríklad VFR príručka, ktorá pojednáva všetky potrebné informácie potrebné pre lety VFR. Prijemným dodatkom je tiež doplnok *aisview*, ktorý ponúka bezplatný prehľad nad Českým vzdušným priestorom. Vzdušný priestor sa v tejto krajine rozdeľuje do tried C,D,E a G. Čo všetko musí pilot dodržiavať v jednotlivých priestoroch pojednáva obrázok 34.

Class	Type of flight	Separation provided	Service provided	Speed limitation*	Radio communication requirement	Subject to an ATC clearance
A	IFR only	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
B	IFR	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
	VFR	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
C	IFR	IFR from IFR IFR from VFR	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
	VFR	VFR from IFR	1) Air traffic control service for separation from IFR; 2) VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
D	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service, traffic information about VFR flights (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
	VFR	Nil	IFR/VFR and VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
E	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service and, as far as practical, traffic information about VFR flights	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
	VFR	Nil	Traffic information as far as practical	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	No	No
F	IFR	IFR from IFR as far as practical	Air traffic advisory service; flight information service	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	No
	VFR	Nil	Flight information service	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	No	No
G	IFR	Nil	Flight information service	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	No
	VFR	Nil	Flight information service	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	No	No

* When the height of the transition altitude is lower than 3 050 m (10 000 ft) AMSL, FL 100 should be used in lieu of 10 000 ft.

Obrázok 34 – triedy vzdušného priestoru[3]



Rakúska republika používa portál Austro Control pre poskytovanie leteckej informačnej služby a vzdušný priestor tu je rozdelený podobne ako v Česku, do tried C,D,E a G. Slovinská republika používa pre účely leteckej informačnej služby portál sloveniacontrol. Tu sa prevádzka VFR stretne s veľmi peknými predpripravenými VFR traťami, ktoré nesú názov VFR advisory routes. Tie majú za úlohu viesť lety VFR mimo husto obývané oblasti a frekventované vzdušné priestory.

Vzdušnému priestoru Chorvátskej republiky sa náš let vyhýba, ale iba tesne. Preto nepríde nazmar preštudovať aj Chorvátsky portál Crocontrol, ktorý mi príde ako jeden zo najsofistikovanejších a najprehľadnejších portálov ponúkajúcich leteckú informačnú službu. Taktiež sa tu stretne s VFR advisory routes, ktoré v mnohých prípadoch nadvezujú na tie Slovinské. Talianska republika poskytuje službu leteckej informačnej služby na portáli ENAV, ktorý však ku dňu 29.4.2021 vykazuje známky temperamentu, typického pre Taliansko. S týmto portálom sa pracuje ťažko nie pre jeho neprehľadnosť alebo nedostatok informácií, ale pre jeho dostupnosť. Portál mi bol dostupný len zriedka napriek zachovaniu dobrého internetového pripojenia. Napriek tomu ENAV poskytuje štandardné informácie leteckej informačnej služby v praktickom prevedení.

Každá z prelietavaných krajín vyžaduje platný letový plán pre prelet alebo pristátie z inej krajiny. Vyžaduje platnú dokumentáciu lietadla a pilota na palube podľa predpisu L6/1, bližšie opísanú v kapitole 4.1. Takisto vyžaduje dôkladné preštudovanie publikácií NOTAM a aktívnych obmedzených či zakázaných priestorov. Dokonalým príkladom je práve historické centrum Benátok, nad ktorými sa nachádza bezletový priestor P-234 siahajúci od zeme do výšky 1 500 ft AGL[11][14][16][17][18][19].

4.11 Letový plán

Letový plán je dôležitou súčasťou zahraničných letov. Jeho účel je zlepšiť koordináciu a poskytovanie letových služieb ATC a bližšie túto tematiku pojednáva predpis L-4444. Má presnú formu a každý pilot by mal byť oboznámený s jeho vyplňaním a podávaním. VFR lety podávajú letový plán najmenej 30 minút pred plánovaným zahájením letu prostredníctvom telefonickej služby, e-mailom, fyzicky alebo priamo na centrále ohlasovne letových prevádzkových služieb. Novinkou v tomto obore sú letecké aplikácie, napríklad ForeFlight, ktoré dokážu letový plán nie len vytvoriť ale aj podať na príslušné stanovisko riadenia letovej prevádzky ku schváleniu.

Pre príklad, vyplnený letový plán na trase LKCM – LOWG je vyplnený nasledovne. Pole s adresami obsahuje adresy zainteresovaných stredísk ATC, LKAAZFZX, LKTBZAZX, LKNAZTZX, LKPRZPZX, LOWGZTZX a tak ďalej. Pole 7 sa zoberá identifikáciou lietadla, OKVUT bez pomlčky. Pole 8 pravidlá letu a jeho druh, V pre VFR a G pre všeobecné letectvo. Pole 9 počet lietadiel, ich typ a druh turbulencie v úplave, nič sa nepíše pre jedno lietadlo, C172 a L pre kategóriu Light. Pole 10 vybavenie lietadla, S/S pre štandardné vybavenie (VHF RTF, ILS a VOR) a odpovedač módu S s hlásením identifikácie a tlakovej



výšky. Pole 13 letisko vzletu a predpokladaný čas zahájenia rolovania vo foráte UTC, LKCM pre Brno Medlánky a 0600. Pole 15 cestovná rýchlosť, cestovná výška a trať, N0100 pre 100 kt, F065 pre výšku 6 500 ft AMSL, 4907N01631E súradnice bodu WHISKY pre CTR LKTB, NAVTI, STO, SNU, DIVAL a tak ďalej. Body, ktoré si pilot zvolí sám sa udávajú vo formáte zemepisných súradníc. Pole 16 destinácia, predpokladaná doba letu a náhradné letisko pristátia, LOWB pre letisko Graz, 0138 pre 1 hodinu a 38 minút letu a LJMB pre letisko Maribor. Pole 18 doplnkové informácie, v našom prípade necháme nevyplnené. Na záver pole 19 výdrž, osoby na palube a informácie dopĺňujúce napríklad núdzové vybavenie na palube lietadla, 0210 pre výdrž lietadla 2 hodiny a 10 minút s aktuálnym množstvom paliva, 004 pre 4 osoby na palube, neprečiarkneme len pole V a E pre núdzovú výbavu VHF a ELT, WHITE pre bielu farbu lietadla a nakoniec informácie o veliacom pilotovi[17].

4.12 Meteorologická príprava

Kapitoly 2.4 a 4.6 už pojednávajú strasti spojené s lietaním za pravidiel VFR, tu sa však pozrieme na konkrétne prípady kritickej oblačnosti, ktorá môže spôsobiť odklonenie od plánovanej trasy, alebo nedajbože pristátie na náhradnom letisku. Vychádza sa z dvoch predpokladov, musíme dodržať výšku nad terénom 1000 ft a zároveň letieť mimo oblaky s horizontálnou dohľadnosťou minimálne 5 km. Na prvej trase z letiska Medlánky do Grazu, pri pohybe v českom vzdušnom priestore, potrebujeme najnižšiu základňu oblačnosti najmenej 2 000 ft, ktorú nám pomôžu zistiť správy TAF a METAR z letiska Brno Tuřany a neskôr z letiska Tulln a Schwechat. Od VOR STO ďalej, potrebujeme najnižšiu základňu oblačnosti aspoň 3 000 ft a v blízkosti bodu DIVAL to činí až 5 000 ft. Tam už pomôže TAF a METAR z letiska Graz.

Z Grazu až po bod RADECE sa druhá etapa letí v pomerne hornatom teréne a minimálnu výšku nad terénom radmo zvýšiť na 2 000 ft AGL. V tom prípade potešia správy TAF a METAR z letísk Maribor a Ljubljana základňou oblačnosti minimálne 7 000 ft. Ďalej po trati si už môžeme dovoliť postupne znižovať požadovanú najnižšiu výšku základne oblačnosti na 5 000 ft a v blízkosti letiska Portorož nám stačí zhruba 2 000 ft. Tú sa dozvieme predom, keďže letisko Portorož vydáva vlastné správy TAF a METAR.

Posledná etapa sa odohráva v blízkosti pobrežia Adriatického mora, kde pre dodržanie minimálnej výšky nad terénom stačí letová výška 1 000 až 1 500 ft, podobné výšky preto požadujeme aj od najnižšej výšky základne oblačnosti. Tú sa dozvieme ako zo správ z letiska Portorož, tak z letiska Trieste a neskôr z letiska Venezia-Tessera. Treba podotknúť, že lety VFR sa môžu odohrávať aj nad oblačnosťou, avšak za stáleho dohľadu zeme. Preto spomínané výšky najnižšej oblačnosti pojednávajú oblačnosť OVC a z časti BKN. SCT a FEW sú množstvá oblačnosti, nad ktorými sa lety VFR bežne prevádzkujú.

Husté padajúce zrážky, hmla, zvrátený prach či búrka sú javy pôsobiacie detrimentálnym účinkom na letovú dohľadnosť, znižujú ju občas až na hodnoty desiatok metrov. Pre dodržanie minimálnej letovej dohľadnosti 5 km sa treba takýmto javom vyhýbať vopred, údaje o nich často plynú taktiež zo správ TAF a METAR[5].



5 CENOVÝ PREHĽAD

V tejto kapitole sa zosumarizuje cena celého výletu do Benátok a naspäť, s prihliadnutím na hodinovú cenu lietadla, spotreby paliva a jeho cenu za liter na jednotlivých letiskách, prístavacie a parkovacie poplatky a samozrejme cena ubytovania na tri noci v blízkosti letiska Venezia/Lido. Výsledná suma sa následne rozráta rovnomerne medzi štvorčlennú posádku a poskytne hrubý odhad cenovej náročnosti takéhoto letu vzťahujúcej sa ku dátumu 3.5.2021, pretože ceny jednotlivých položiek sa môžu časom zmeniť.

Doba letu činí tam aj späť dokopy 7 hodín a 44 minút, ktorú si možno dovoliť zaokrúhliť na 8 hodín z dôvodu zdržania prevládajúcimi meteorologickými podmienkami. To pri cene 4 900 Kč/h vrátane DPH činí 39 200 Kč. Za 8 hodín, spotrebou 11 galónov na hodinu, spálime 88 galónov paliva, respektíve 333 litrov 100 LL. Na Medlánkach dostaneme lietadlo natankované podľa požiadavok prvej etapy, čiže približne 95 litrov 100 LL. V prvej etape využijeme 70 litrov, ktoré bude treba dotankovať na letisku Graz za cenu 2,41 € na liter, čiže celkovo 168,70 € (4 352,14 Kč). Druhá etapa spotrebuje 65 litrov, dotankovaných na letisku Portorož za 1,82 €, celkovo 118,30 € (3 051,92 Kč). Tretia etapa spotrebuje najmenej paliva, 35 litrov, avšak dotankovaných v Taliansku na letisku Venezia/Lido za rekordnú sumu 2,75 € za liter, to činí 96,25 € (2 483,07 Kč).

Cesta naspäť sa bude riadiť trasami navrhnutými v kapitole 4.8, ale letenými v opačnom zmysle. To znamená, že spotrebovaných 35 litrov na štvrtej etape LIPV-LJPZ, sa bude plniť na letisku Portorož, 63,7 € (1 643,34 Kč). Piata etapa, LJPZ-LOWG spotrebuje 65 litrov, plnených na letisku Graz, 156,65 € (4 041,28 Kč). Pri šiestej etape odovzdáme lietadlo do rúk prevádzkovateľovi so zvyškovým množstvom paliva, cca na 30 minút letu. Dokopy sme tak zaplatili 15 571,75 Kč za 270 litrov 100 LL doplnených na letiskách iných ako bolo letisko vzletu. Pri fakturovaní lietadla je bežným postupom preplácať náklady na palivo, ktoré sú samozrejme zahrnuté v letovej hodine lietadla. Prevádzkovateľ si však môže nárokovať uhradenie rozdielu sumy, za ktorú sme natankovali lietadlo my a za ktorú by ju vedel natankovať on. V našom prípade prevádzkovateľ tankuje liter 100 LL za 32,50 Kč, 270 litrov potom činí 8 775 Kč a nami zaplatený rozdiel ceny paliva je potom 6 796,75 Kč.

Pristátie na letisku Graz s lietadlom ťažším ako 1 000 kg MTOW vyjde na 16,33 €, krát dva pre cestu tam aj späť to činí 32,66 € (842,57 Kč), passenger service činí 8,87 € na osobu, dokopy, vrátane spätného letu 70,96 € (1 830,64 Kč). Dve pristátia sa tiež budú robiť na letisku Portorož, s cenovkou 20 € pre lietadlá MTOW väčšou ako 1 000 kg, čiže 40 € (1 031,93 Kč). Ostatné poplatky sú pre nekomerčné lety do 3 000 kg MTOW odpustené. Venezia/Lido používa pre výpočet prístavacích a parkovacích poplatkov inteligentnú kalkulačku dostupnú na stránkach <https://www.aeroportoncelli.com/fees2-en.html>. Po zadaní MTOW 1 až 2 tony, 4 pasažieri a doba státia 48 hodín, si od nás vypýtajú 100,68 € (2 598,66 Kč)[17].



Ubytovanie je položka veľmi individuálna, keďže každý z nás má iné nároky a požaduje rôzne služby. Povedzme však, že sa snažíme ušetriť a vystačíme si takpovediac s posteľou a strechou nad hlavou. V tom prípade sa ceny pohybujú v blízkosti 200 € (5 162,22 Kč) za nocľah pre štyri osoby na jednu noc.

Lietadlo	39 200 Kč (1 517,75 €)
Δ Palivo	6 796,75 Kč (263,33 €)
Letiskové poplatky	6 303,80 Kč (244,23 €)
Ubytovanie	5 162,22 (200 €)
Σ	57 462,77 Kč (2 223,81 €)

Tabuľka 4 – cenový prehľad

Zostáva už len rozdeliť náklady rovnomerne medzi štyroch okupantov. Každý z nich tak zaplatí 14 365,69 Kč (556,57 €). Drahé či lacné, je na každého uvážení, piloti však nemajú na výber[10][11][14][15][16][17][18][19].



6 ZÁVER

Práca pojednáva všetky dôležité faktory spojené s ekonomikou letu a poskytuje prehľad o vlastnostiach ekonomického lietadla. Dopodrobna sa zaoberá tematikou aerodynamiky, pohonných jednotiek, meteorológie a letových výkonov v spojení s ekonomikou letu lietadiel všeobecného letectva a poskytuje prehľad na úrovni, ktorú by mal zvládnuť každý adept na licenciu komerčného pilota. Definované boli kritériá, ktorých porozumenie má veľký význam na zvyšok práce.

Bol vytvorený prehľad lietadiel dostupných na prenájom v Českej republike. Každé z nich bolo detailne opísané a ohodnotené na konkrétnej trase Brno – Benátky, o konkrétnej vzdialenosti 350 námorných míľ, z pohľadu ich cestovnej rýchlosti, ceny za letovú hodinu, počtu pasažierov a spotreby paliva. Výsledkom kapitoly, zaoberajúcej sa prehľadom lietadiel, je tabuľka, ktorá dopodrobna opisuje finančnú náročnosť každého typu lietadla.

Lietadlo, ktoré vyšlo z finančného pohľadu najvýhodnejšie, bolo použité pri tvorbe pozemnej prípravy pre let Brno – Benátky. Cessna 172S Skyhawk SP sa aspoň naoko tvári ako štvormiestne lietadlo, no pri zisťovaní hmotnosti a vyváženia sa prejavil jasný nedostatok v maximálnej vzletovej hmotnosti, ktorý odsúdil exekúciu letu na tri etapy, namiesto plánovaných dvoch, čo môže mať nežiaduce následky na finálnu cenovú náročnosť zamýšľaného letu. Bola teda vypracovaná detailná príprava zložená z troch etáp, zahŕňajúca dve medzipristátia, slúžiace výhradne na doplnenie paliva. Práca zahŕňa dôležité informácie o plánovaných letiskách pristátia, o náhradných letiskách nachádzajúcich sa na trase, o informačných službách prelietavaných štátov a v neposlednom rade o meteorologickej príprave, ktorú ak pilot podcení, môže sa dostať do vážnych problémov.

Finančný prehľad ponúka detailnú analýzu nákladov spojených so zamýšľanou trasou, a to ako cestou tam, tak i naspäť. Počíta s implikáciou povinného s príjemným, kedy si pilot a jeho posádka odpočinú na dve noci v hoteli na ostrove Lido. Výsledok môže byť skreslený do veľkej miery meniacimi sa cenami rôznych služieb a taktiež počíta so situáciou, kedy prevádzkovateľ odmietne preplatiť náklady spojené s tankovaním paliva z dôvodu odlišných cien.

Práca spĺňa do posledného detailu všetky ciele vymedzené zadaním a svojim obsahom rozširuje znalosti pilotov, spojené s výberom ekonomického a finančne nenáročného lietadla. Postup použitý pre výber takéhoto lietadla by si mal osvojiť každý, kto chce zodpovedne znižovať finančnú náročnosť potrebného náletu letových hodín. S finančne výhodným lietadlom prichádzajú výhody spojené s väčším množstvom skúseností za stanovenú sumu peňazí a v dnešnej dobe tiež môže pôsobiť ekologickým dojmom.



7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] HURT, JR., Hugh Harrison. *AERODYNAMICS FOR NAVAL AVIATORS*. University of Southern California: NAVAIR 00-80T-80, 1965. ISBN 1616084391.
- [2] *CAP 698 CAA JAR-FCL Examinations: Aeroplane Performance Manual*. 3rd edition. West Sussex: Civil Aviation Authority, 2006. ISBN 0 11790 653 0.
- [3] *JAA ATPL Theoretical Training Manual: Flight Performance and Planning 1*. 5th edition. UK: Oxford Aviation Academy, 2004. ISBN 1904935052.
- [4] *JAA ATPL Theoretical Training Manual: Aircraft General Knowledge 3*. 4th edition. UK: Oxford Aviation Academy, 2008. ISBN 978-1976862656.
- [5] *JAA ATPL Theoretical Training Manual: Meteorology*. 4th edition. UK: Oxford Aviation Academy, 2004. ISBN 1904935087.
- [6] KOCÁB, Jindřich a Josef ADAMEC. *Letadlové motory*. ČR: Corona, 2008. ISBN 8086116549.
- [7] *Pilot's operating handbook and FAA approved airplane flight manual – Model 172S*. 5th edition. USA: The Cessna Aircraft Company, 1998.
- [8] HORNYCH, Petr. *Příprava pro provedení letu po trati LKTB-ULLI letounem L-200A*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké Učení Technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Miroslav Raudenský, CSc.
- [9] K. LOFTIN, JR., Laurence. NASA. *Quest for Performance: The Evolution of Modern Aircraft*. Washington, DC: CreateSpace Independent Publishing Platform, 1985. ISBN 978-1503105027.
- [10] *Aeroweb* [online]. ČR: Mavisys, 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/>
- [11] *AIM: Letecká Informační Služba* [online]. ČR: Řízení letového provozu ČR, s.p., 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/>



- [12] *Aircraft Operating Costs, Valuations, and Performance Specs* [online]. USA, 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://planephd.com/>
- [13] *Aircraft Pictures* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.airplanepictures.net/>
- [14] Airport and handling charges list. *Aerodrom Portorož* [online]. Portorož: Aerodrom Portorož, d.o.o., 2016 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.portoroz-airport.si/en/business-users/general-aviation/splosno-letalstvo>
- [15] *Airport Fees Calculation* [online]. Italy: Nicelli. s.r.l, 2018 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.aeroporto nicelli.com/fees2-en.html>
- [16] *Austro Control* [online]. Austria: Austro Control, 2019 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.austrocontrol.at/>
- [17] ForeFlight Web. *ForeFlight A Boeing Company* [online]. USA: ForeFlight, 2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://plan.foreflight.com/map#17.59804/48.37587/10>
- [18] *Kontrola Zračnega Prometa Slovenije* [online]. Republic of Slovenia: Slovenia Control, 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.sloveniacontrol.si/acrobat/aip/Operations/history-en-GB.html>
- [19] Tarrif regulations of Graz airport. *Flughafen Graz* [online]. Graz: Graz Holding, 2017 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://www.flughafen-graz.at/fileadmin/user_upload/pdf/Tariff_Regulations2017_GRZ.pdf



8 ZOZNAM POUŽÝCH SKRATIEK

ACFT	Aircraft	Lietadlo
AD	Aerodrome	Letisko
AGL	Above ground level	Nad úrovňou zeme
AIP	Aeronautical information publication	Letecká informačná príručka
ALT	Altitude	Nadmorská výška
AMSL	Above mean sea level	Nad strednou hladinou mora
ATC	Air traffic control	Riadenie letovej prevádzky
ATIS	Automatic terminal information service	Automatická informačná služba
ATPL	Airline transport pilot license	Licencia dopravného pilota
ATS	Air traffic services	Letové prevádzkové služby
ATZ	Aerodrome traffic zone	Letisková prevádzková zóna
AVGAS	Aviation gasoline	Letecký benzín
CPL	Commercial pilot license	Licencia obchodného pilota
CTR	Control zone	Riadený okrsok
DME	Distance measuring equipment	Merač vzdialenosti
ELEV	Elevation	Výška nad morom
ENR	En route	Traťový
EOBT	Estimated off-block time	Predpokladaný čas rolovania
ETA	Estimated time of arrival	Predpokladaný čas priletu
FAA	Federal aviation administration	Federálna letecká správa
FIR	Flight information region	Letová informačná oblasť
FIS	Flight information service	Letová informačná služba
FMS	Flight management system	System riadenia letu



		ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK
FPL	Flight plan	Letový plán
GND	Ground	Povrch
GPS	Global positioning system	Globálny pozičný systém
IAS	Indicated air speed	Indikovaná vzdušná rýchlosť
ICAO	International Civil Aviation Organization	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
IFR	Instrument flight rules	Pravidlá letu podľa prístrojov
ILS	Instrument landing system	Systém pre presné priblíženie
Jet A1	Jet fuel	Palivo pre turbínové motory
KTAS	TAS in knots	TAS v uzloch
METAR	Aerodrome routine meteorological report	Pravidelná letisková správa o počasí
MSA	Minimum sector altitude	Minimálna sektorová výška
MTOW	Maximum take-off weight	Maximálna vzletová hmotnosť
NDB	Non-directional radio beacon	Všesmerový rádio maják
NOTAM	Notice to airmen	Oznámenie pre letcov
PFD	Primary flight display	Primárny letový displej
PPL	Private pilot license	Licencia súkromného pilota
QNH		Atmosférický tlak redukovaný na strednú hladinu mora podľa ISA(MSA)
RWY	Runway	Dráha
SEP	Single engine piston	Jednomotorové piestové
TAS	True airspeed	Pravá vzdušná rýchlosť
TMA	Terminal control area	Koncová riadená oblasť
UTC	Coordinated universal time	Svetový koordinovaný čas
VFR	Visual flight rules	Pravidlá pre let za viditeľnosti



VFRM	VFR manual
VMC	Visual meteorological conditions
VHF	Very high frequency
VOLMET	Meteorological information for aircraft in flight
VOR	VHF omnidirectional radio range
VZPD	
100 LL	

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

VFR manuál
Met. podmienky pre let za vidu
Veľmi vysoká frekvencia
Meteorologické informácie pre lietadlo za letu
VHF všesmerový maják
Vzletová a pristávacia dráha
100 oktanový benzín s malým množstvom olova



9 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 – sily pôsobiace na lietadlo počas letu	12
Obrázok 2 – urýchlenie masy vzduchu vrtuľou	13
Obrázok 3 – a) Pratt & Whitney R-4360 Wasp Major, b) motor bratov Wrightovcov	14
Obrázok 4 – distribúcia tepla v motore	15
Obrázok 5 – diagram L/D, CL a CD v závislosti na uhle nábehu	17
Obrázok 6 – a) Dynamic WT9 v prevedení s wingletmi a zaťažovacím podvozkom, b) plynulý prechod krídlo – trup na Zlín Z-142, c) Diamond DA42 Twin Star a víriče vzduchu na krídle	18
Obrázok 7 – voľba cestovnej rýchlosti pre lety s vysokou hodnotou doletu	19
Obrázok 8 – určenie rýchlosti letu na základe celkových nákladov letu	20
Obrázok 9 – výskyt rôznych druhov oblakov v atmosfére	22
Obrázok 10 – Cessna 350 Corvalis (Columbia)	24
Obrázok 11 – Cirrus SR22 G3	25
Obrázok 12 – Cessna 182T Skylane	27
Obrázok 13 – Piper PA-46-350P Malibu Mirage	28
Obrázok 14 – Cessna 172S Skyhawk SP	30
Obrázok 15 – Diamond DA42NG	31
Obrázok 16 – Let L-200D Morava	32
Obrázok 17 – Prototyp Piper PA-32-3M z ktorého vznikol PA-34	33
Obrázok 18 - Piper PA-34-220T Seneca III OK-MMG	34
Obrázok 19 – Cessna 421C Golden Eagle OK-IAM	35
Obrázok 20 – Cessna T303 Crusader	36
Obrázok 21 – Rozmiestnenie zaťaženia	42
Obrázok 22 – a) diagram pre zistenie záťažových momentov, b) diagram pre kontrolu výsledného momentu zaťaženia, c) obálka výslednej polohy ťažiska	43
Obrázok 23 – vyhradené výšky pre VFR	45
Obrázok 24 – definícia vyhlásených dĺžok	46
Obrázok 25 – určenie dĺžky vzletu	46
Obrázok 26 – určenie dĺžky pristátia	47
Obrázok 27 – a) LKCM – LOWG b) LOWG – LJPZ c) LJPZ- LIPV	48
Obrázok 28 – letisko Medlánky pri pohľade zhora	49
Obrázok 29 – letisko Graz pri pohľade zhora	50
Obrázok 30 – letisko Maribor pri pohľade zhora	51



ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 31 – letisko Portorož pri pohľade zhora	52
Obrázok 32 – letisko Trieste pri pohľade zhora	53
Obrázok 33 – letisko Lido pri pohľade zhora	54
Obrázok 34 – triedy vzdušného priestoru	55



10 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 – prehľad lietadiel Cessna 172 na prenájom v Českej Republike	30
Tabuľka 2 – Prehľad lietadiel na prenájom v Českej Republike	37
Tabuľka 3 – hmotnosti a vyváženie	42
Tabuľka 4 – cenový prehľad	59