

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

OPTIMALIZACE SLOŽENÍ LETADLOVÉHO PARKU
REGIONÁLNÍ LETECKÉ SPOLEČNOSTI



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
d ě k a n
Konvíčská 20, 110 00 Praha 1

K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Petr Huczala

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Optimalizace složení letadlového parku**

Název tématu (anglicky): Optimization of the aircraft fleet

Zásady pro vypracování

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

- Úvod
- Analýza současného stavu
- Charakteristika přepravních proudů
- Návrh složení letadlového parku
- Vyhodnocení volby letadel
- Ekonomické zhodnocení
- Závěr



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: BÍNA, L., ŠOUREK, D., ŽIHLA, Z.: Provozování a řízení letecké dopravy I. Pardubice 2004.

ŽIHLA, Z.: Technologie a řízení letecké dopravy. Pardubice, 2000.

STEJSKAL, P.: Mezinárodní přeprava

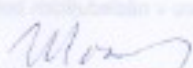
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Zdvořák**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2014**

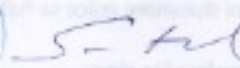
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **31. května 2015**


- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


 prof. Ing. Petr Moos, CSc.
 vedoucí
 Ústavu logistiky a managementu dopravy




 prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
 děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


 Petr Huczala
 jméno a podpis studenta

V Praze dne.....30. června 2014

PROHLÁŠENÍ

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

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

V Praze dne:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Pavlu Zdvořákovi za odborné rady a cenné připomínky, které přispěly k vypracování této diplomové práce.

ABSTRAKT

Autor: Petr Huczala

Název diplomové práce: Optimalizace složení letadlového parku regionální letecké společnosti

Škola: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

Rok vydání: 2015

Počet stran: 61

Tato diplomová práce se zabývá návrhem složení letadlového parku regionální letecké společnosti. Přehled letadel je vytvořen pro vybrané linky, dle jejich charakteristik. Finální výběr letadel pro dané linky je proveden za pomoci multikriteriální analýzy.

Klíčová slova: letadlový park, letecký dopravce, optimalizace, přepravní proudy, multikriteriální analýza

ABSTRACT

Author: Petr Huczala

Title of the: Optimization of the aircraft fleet

University: Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Year of publication: 2015

Number of pages: 61

This thesis deal with the composition of the fleet for regional airline. The list of airplanes is designed for selected lines according to their characteristics. The final selection of aircraft for the route is made by using multicriterial analysis.

Key words: airfleet, airline, optimization, transport stress, multicriterial analysis

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	11
1 Úvod.....	12
2 Analýza současného stavu.....	14
3 Charakteristika přepravních proudů.....	16
3.1 Linka Isle of Man – Blackpool.....	16
3.2 Linka Isle of Man – Belfast.....	17
3.3 Linka Isle of Man – Gloucester.....	18
3.4 Linka Isle of Man – Newcastle.....	20
3.5 Plánované zavedení linky Glasgow – Isle of Barra.....	22
4 Návrh složení letadlového parku.....	25
4.1 Letouny pro sběrnou dopravu.....	25
4.1.1 Dornier Do 228.....	25
4.1.2 De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter.....	27
4.1.3 Let L-410 Turbolet.....	29
4.1.4 British Aerospace Jetstream 31.....	31
4.1.5 SA227-BC Metroliner.....	33
5 Vyhodnocení volby letadel pomocí MCA.....	35
5.1 Multikriteriální analýza.....	35
5.1.1 Metoda párového srovnání.....	35
5.1.2 Metoda váženého součtu.....	37
5.2 Hodnotící kritéria.....	38
5.2.1 Pořizovací cena letadla.....	38
5.2.2 Provozní náklady.....	39
5.2.3 Letové a obchodně provozní parametry.....	39
5.3 Vyhodnocení pomocí multikriteriální analýzy.....	40
5.4 Volba letadel.....	42

6	Aplikace jednotlivých typů letadel na vybrané linky.....	43
6.1	Aplikace na linku Isle of Man – Blackpool	43
6.2	Aplikace na linku Isle of Man – Belfast	44
6.3	Aplikace na linku Isle of Man – Gloucester	44
6.4	Aplikace na linku Isle of Man – Newcastle.....	45
6.5	Aplikace na linku Glasgow – Isle of Barra.....	45
7	Porovnání výsledků analýzy s příkladem z praxe	47
7.1	Historie společnosti Manx2.com	48
7.2	Výběr vhodného typu společností Citywing.....	49
8	Ekonomické zhodnocení	51
9	Závěr.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	53
	SEZNAM TABULEK	54
	SEZNAM PŘÍLOH	55
	Předpis letové způsobilosti CS/FAR23	56
	Hlava A – všeobecně - příloha.....	56
	Hlava C – konstrukce letounu.....	56
	Hlava D – konstrukce letounu	58
	Hlava E – pohonná jednotka.....	59
	Hlava F – vybavení.....	59
	Hlava G – provozní omezení a informace	59
	Letištní poplatky	61
	Letiště Blackpool	61
	Letiště Belfast	61
	Letiště Gloucester	61
	Letiště Newcastle.....	61

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AOC Aircraft Operations Center / osvědčení leteckého provozovatele

IFR Instrument Flight Rules / pravidlo pro let podle přístrojů

ILS Instrument Landing System / přístrojový přistávací systém

MTO Maximum Taxi Weight / maximální hmotnost pro pojiždění

MTOW Maximum Take-Off Weight / maximální vzletová hmotnost

NDB Non-Directional Beacon / všesměrový radiomaják

RCC Rescue Coordination Centre / Záchrané koordinační středisko

RWY Runway / vzletová a přistávací dráha

TMA Terminal Control Area / Koncová řízená oblast

TWY Taxiway / pojezdová dráha

VOR VHF Omnidirectional Radio Range / VKV všesměrový maják

VFR Visual Flight Rules / Pravidla pro let za viditelnosti

VPD - / vzletová a přistávací dráha

1 Úvod

Letecká doprava je nedílnou součástí dopravní infrastruktury a její význam neustále roste. I přes kritická období tohoto odvětví, zejména v dobách teroristických útoků, jsou vyhlídky do budoucna pozitivní. Letecká doprava je jedním z oborů, který v uplynulé době prošel poměrně mohutným rozvojem. Týká se to nejen technické vyspělosti, ať už samostatných letadel, nebo všech systémů kolem podílejících se na provozu letecké dopravy, ale také nabídky leteckých přepravců. Přeprava leteckými prostředky se proměnila v uplynulých letech z luxusního druhu dopravy na druh naprosto běžný a denně používaný. S touto přeměnou využití osobní letecké dopravy souvisí také zaměření leteckých dopravců, které se postupem času zformovalo do dvou základních skupin. První skupinou je klasický letecký přepravce, kterého představují nejčastěji národní aerolinky a nabízejí mimo přepravy i další služby, které přinášejí pasažérům přidanou hodnotu. Druhou skupinou je „lowcost“ přepravce, kterým svým cestujícím nabízí zejména, a v některých případech pouze, přepravu. Jedná se o tzv. nízkonákladové létání. Díky této deregulaci v letecké dopravě, stávající infrastruktura letišť nebyla na takový nápor dopravy připravena. A proto se z tohoto důvodu začaly rozvíjet jednotlivé regionální letiště, které se staly alternativním leteckým cílem. Existují však i oblasti, kde není dostatečně rozvinutá pozemní dopravní infrastruktura nebo se zde nachází moře a nejvýhodnější je využití letecké dopravy k přepravě na pevninu či zpět na ostrov.

Nákup letadel představuje pro leteckého dopravce složitou úlohu, která může zásadně ovlivnit budoucí strategii celé společnosti. Velmi důležité je, aby při rozhodování nákupu letadel do její flotily, bylo jejich rozhodnutí provázáno s rozvojem sítě linek daného dopravce. Nejlepší situace je asi taková, když se o volbě dopravních prostředků rozhoduje na základě strategie rozvoje linek, pro jejíž realizaci se letadla kupují. Je třeba vzít v úvahu, že rozmanitost letadel je opravdu vysoká a každé letadlo má jiné letové parametry a s tím souvisejí další náklady do budoucna, nemluvě o tom, že některé letiště nemusí letadlo přijmout kvůli hlukovým, hmotnostním a emisním požadavkům. Náprava případného špatného rozhodnutí při volbě letadla bývá pro společnost mimořádně finančně náročná a může zkomplikovat její další fungování.

Cílem této diplomové práce je na základě dostupných a zjištěných charakteristik přepravních proudů, navrhnout postup, kterým by se mohl regionální letecký dopravce

řídít při výběru letounů. Konkrétním případem, kterým se tato diplomová práce zabývá je výběr letounů kategorii commuter, tedy letounu pro sběrnou leteckou dopravu.

Práce se skládá z devíti částí. První část tvoří úvod a poslední část je věnována závěru diplomové práce. V druhé kapitole se autor věnuje analýze současného stavu. Následně jsou charakterizovány přepravní proudy. Čtvrtá část je zaměřena na popis vhodných kandidátů na výběr letadla. V páté kapitole se autor věnuje popisu a vyhodnocení použité metody k vyhodnocení volby letadel. Šestá kapitola je věnována aplikaci daných typů letadel na existující linky. V sedmé části autor porovnává výsledky s příkladem v praxi. V poslední kapitole se věnuje celkovému zhodnocení.

2 Analýza současného stavu

Pro analytickou část této práce byl zvolen regionální letecký dopravce, jehož letadlový park spadá do kategorie COMMUTER, tedy sběrné letecké dopravy. Tato doprava se využívá především tam, kde se žádná silniční a železniční infrastruktura nenachází (pouště, poválečné území, hornaté území, moře).

Jako příklad je zde uvedena doprava z britského Ostrova Man (angl. Isle Of Man) směrem na pevninu Velké Británie, jelikož je nám tato problematika geograficky nejbližší. Bohužel železniční doprava zde neexistuje, lodní doprava je pomalá a srovnatelně drahá a nefunguje celoročně, nýbrž od dubna do října.

Ostrov Man je součástí Britských ostrovů ležící severozápadně od evropské pevniny. Ostrov se nachází v Irském moři, přibližně uprostřed Anglie, Skotskem a Severním Irskem. Délka ostrova je zhruba 48 km a široký je v rozmezí 13 – 24 km. Na ostrově žije přibližně 80 tisíc obyvatel, z nichž téměř jedna třetina žije v hlavním městě Douglas. Obyvatelstvo je tvořeno jednak penzisty, občany Velké Británie, pro které se Ostrov Man stal oblíbeným místem k odpočinku v důchodovém věku. Dále jak zde bylo zmíněno, na Ostrově Man sídlí řada firem a finančních institucí z celého světa, jejichž zaměstnanci jsou převážně nerezidenti a tudíž je přirozené, že často cestují. Zbytek obyvatelstva jsou původní Maňané, kteří cestují z důvodů studijních, pracovních a zdravotních.

V blízkosti hlavního města Douglas se nachází letiště Ballasalla, které se stalo hlavním uzlem letecké přepravy do Velké Británie. Protože Ostrov Man patří do „daňového ráje“, sídlí zde řada velkých společností a bank a proto je zde frekvence letecké přepravy značně vysoká.

Mezi Ostrovem Man a územím Velké Británie zabezpečuje leteckou přepravu regionální letecká společnost CityWing. Ta spojuje ostrov především s městy Blackpool, Belfast, Gloucester, Glasgow, Newcastle. Přestože je City Wing anglická společnost, její linky provozuje český letecký dopravce VAN AIR Europe, a.s. sídlící v Brně.



Obrázek 1 Mapa měst ¹

¹ CityWing: Flights from the Isle of Man [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupný na WWW: <<http://www.citywing.com>>

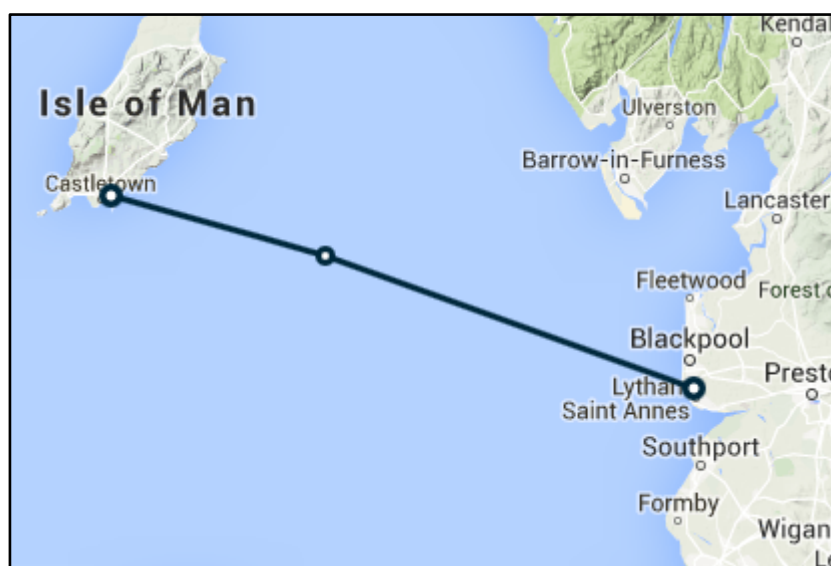
3 Charakteristika přepravních proudů

V této kapitole je uvedena charakteristika přepravních proudů na vybraných linkách pro regionálního leteckého dopravce zajišťující dopravu z Ostrova Man. Informace o vybraných linkách pochází z letecké společnosti VAN AIR Europe, a.s. Data byly záměrně mírně upraveny, aby neodpovídaly skutečným údajům.

3.1 Linka Isle of Man – Blackpool

Tato relace spojuje letiště Ronaldsway na Ostrově Man s přímořským městem v hrabství Lancashire v Anglii. Tento bod je významným dopravním uzlem, jelikož letiště spojuje město s Irskem a jižní Evropou a několik železničních stanic, kam směřují vlaky z dalších částí země včetně Londýna.

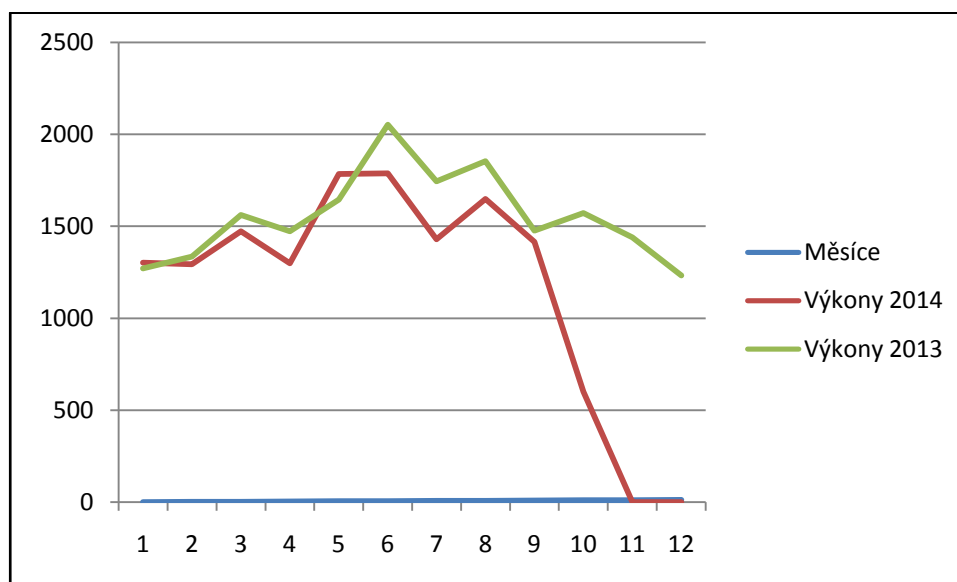
Vzdálenost mezi Ostrovem Man a Blackpoolem činí 60 námořních mil. Tato linka se létá dvakrát denně přes pracovní dny a o víkendu až pětkrát. Během týdne tuto linku ve velké většině využívají především občané důchodové věku, kteří cestují za specializovanou zdravotní péčí do Velké Británie, které se jim na ostrově nedostává. Dále jsou to obchodníci a o víkendech pravidelně zejména mladší část britské populace, která tráví dny volna na ostrově nebo mimo něj.



Obrázek 2 Linka Isle of Man – Blackpool

Zdroj: autor

Na obrázku č. 3 je graf, který charakterizuje počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících mezi lety 2013 a 2014. Na grafu je vidět patrný pokles koncem roku 2014. Tento pokles však nebyl způsoben nezájmem cestujících, nýbrž dočasným uzavřením letiště Blackpool pro leteckou dopravu. Znovu otevření došlo 1.dubna 2015.



Obrázek 3 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících²

3.2 Linka Isle of Man – Belfast

Tato relace spojuje letiště Ronaldsway na Ostrově Man s hlavním městem Severního Irsku Belfastem. Je to největší město Severního Irsku a provincie Ulster, po Dublinu největším městem na Irském ostrově. Leží na východním pobřeží Severního Irsku.

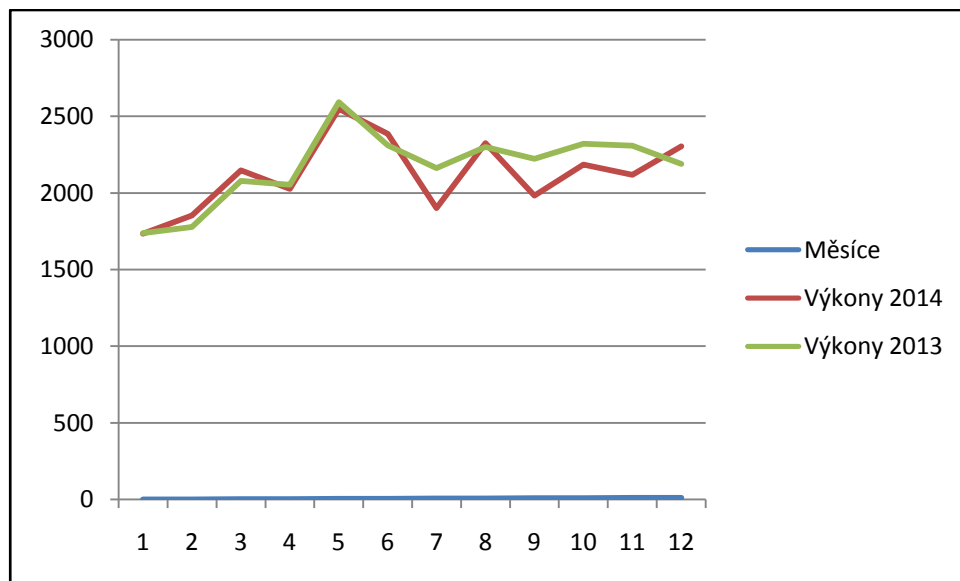
Vzdálenost mezi Ostrovem Man a Belfastem činí 55 námořních mil. Tato linka se létá čtyřikrát denně od pondělí do pátku.

² Isle of man government [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupný na WWW: < <https://www.gov.im/about-the-government/departments/infrastructure/isle-of-man-airport/> >



Obrázek 4 Linka Isle of Man – Belfast

Zdroj: autor



Obrázek 5 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících ³

3.3 Linka Isle of Man – Gloucester

Tato relace spojuje letiště Ronaldsway na Ostrově Man s městem Gloucester ležící v hrabství Gloucestershire, poblíž hranic s Walesem na řece Severn. Gloucester je velký

³ Isle of man government [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupný na WWW: < <https://www.gov.im/about-the-government/departments/infrastructure/isle-of-man-airport/>>

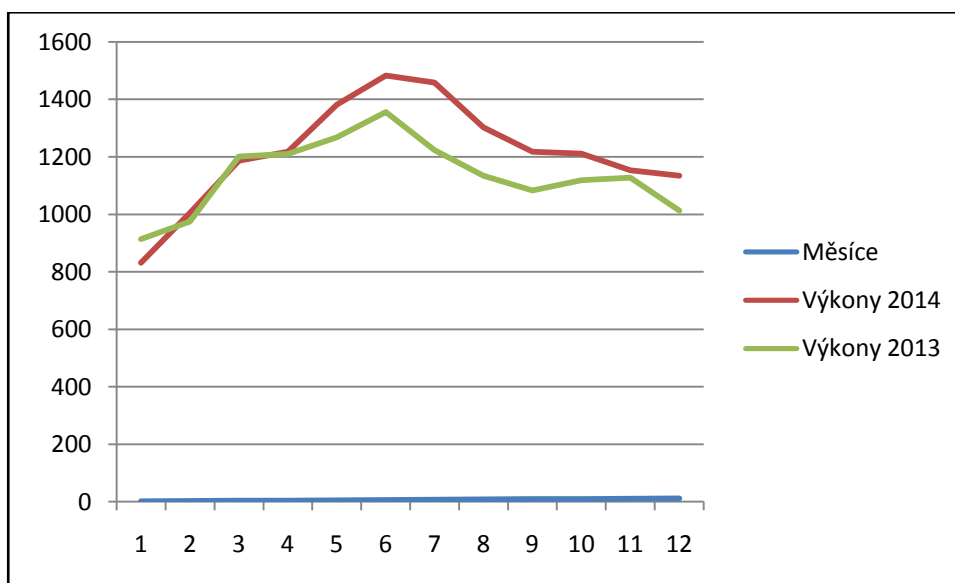
přístav spojený s Gloucester and Sharpness Canal s ústím řeky Severn a dovoluje tak velkým lodím doplout až do doku.

Délka tratě mezi Ostrovem Man a Gloucesterem činí 169 námořních mil. Tato linka se létá dvakrát denně celý týden.



Obrázek 6 Linka Isle of Man – Belfast

Zdroj: autor



Obrázek 7 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících ⁴

⁴ Isle of man government [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupný na WWW: < <https://www.gov.im/about-the-government/departments/infrastructure/isle-of-man-airport/>>

3.4 Linka Isle of Man – Newcastle

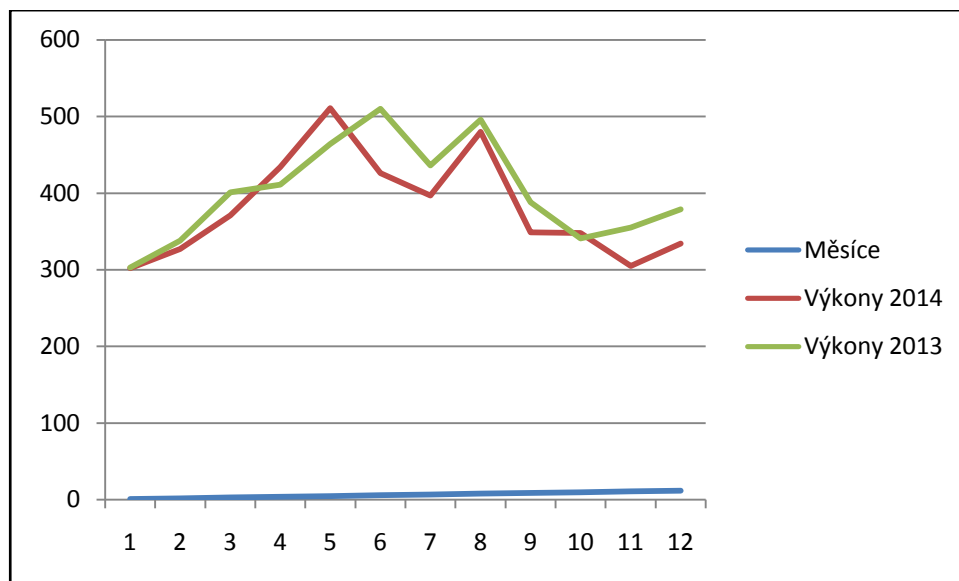
Tato relace spojuje letiště Ronaldsway na Ostrově Man s městem Newcastle ležící na severovýchodu Anglie. Letiště patří k nejrychleji se rozvíjejícím letištím ve Velké Británii. V roce 2006 zde byly odbavovány linky do cca 80 míst světa.

Vzdálenost mezi Ostrovem Man a Newcastlem činí 129 námořních mil. Tato linka se létá dvakrát denně celý týden.



Obrázek 8 Linka Isle of Man – Newcastle

Zdroj: autor



Obrázek 9 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících ⁵

⁵ Isle of man government [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupný na WWW: < <https://www.gov.im/about-the-government/departments/infrastructure/isle-of-man-airport/>>

3.5 Plánované zavedení linky Glasgow – Isle of Barra

Autor zde rovněž zařazuje plánované zavedení linky Glasgow – Isle of Barra. Ostrov Barra je součástí souostroví Vnější Hebridy ve Skotsku. Ostrov má zhruba 60 kilometrů čtverečních a žije zde něco přes 1400 obyvatel. Barra je známá především dlouhými písčnými plážemi, které omývá průzračná azurová voda. Jelikož zde nejsou rozvinuty dostatečně zdravotnické zařízení, musí obyvatelé využít těchto služeb přímo ve Skotsku.

Jejich letiště spadá pod správu společnosti Highlands and Islands Airports Limited, které patří většina menších letišť ve Skotsku a přilehlých ostrovech. Nachází se tam jediné letiště s pravidelnými linkami na světě, jehož vzletové a přistávací dráhy se rozkládají na písčité pláži, tzn. nemá klasické ranveje. Bývá řazeno mezi deset nejkomplicovanějších letišť světa. Pláž je pro obyvatele uzavřena vždy, když je větrný rukáv vzdutý. Při přílivu může být pláž zaplavena, letový provoz se musí řídit stavem hladiny moře. Letiště nemůže poskytovat noční provoz, jelikož není letiště vybavené světelným zařízením, v nouzových případech letiště osvětlí pomocí osobních automobilů.



Obrázek 10 Letiště Barra - vzlet letadla DHC6 - Twin Otter ⁶

Letiště nabízí spojení pouze s dvěma destinacemi a to je spojení s letištěm v Glasgow a letiště Benbecula. Tyto linky zajišťuje skotská letecká společnost Loganair operovanou pod značkou Flybe. Tato práce se zabývá výběrem ideálně jednoho typu letounu, který by svou univerzálností dokázal obsluhovat letiště Barra. Autor je přesvědčen, že i tato linka by se dala provozovat jiným letadlem. Následnou analýzou a vyhodnocením, se práce pokusí zjistit, zda není lepší varianta, kterou by se dala tato linka provozovat.

⁶ Twin Otter on the rundy at Barra [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupný na WWW: <<https://www.pinterest.com/pin/267893877811044426/>>



Obrázek 11 Linka Glasgow - Isle of Barra

Zdroj: autor

Vzdálenost mezi Glasgow a Ostrovem Barra je 122 námořních mil. Výhodou je, že díky letišti Glasgow je možnost se dostat do celého světa. Obyvatelé regionu tedy nemusí využívat žádnou jinou dopravu, pouze leteckou. Tato linka se létá dvakrát denně.

4 Návrh složení letadlového parku

Tato kapitola se zabývá přehledem letadel, která by mohla být použita regionální leteckou společností na linkách uvedených v předchozí kapitole této práce. Všechny tyto letouny spadají do kategorie COMMUTER.

4.1 Letouny pro sběrnou dopravu

Letouny pro sběrnou dopravu – COMMUTER jsou vrtulové dvoumotorové letouny v uspořádání s devatenácti nebo méně sedadly mimo sedadla pilotů, se schválenou maximální vzletovou hmotností 8 618 kg (19 000lb) nebo nižší. Tato specifikace vychází z leteckého předpisu CS/FAR 23 – předpis letové způsobilosti. Letoun má schopnost vzletu a přistání na krátkých nezpevněných drahách. Robustní zatahovací podvozek umožňuje vzlet a přistání na podmáčené trávě, písku, sněhu. Odolná konstrukce letounu umožňuje provoz v náročných podmínkách. Výkonové charakteristiky motoru umožňují provoz ve vysokých teplotách a vysokých nadmořských výškách. Více informací ke kategorii COMMUTER je k nalezení v příloze č. 1 této diplomové práce. Níže rozebereme nejčastěji používané letouny kategorie COMMUTER. Všechny rozebrané letouny byly nasazené na dopravci analyzovaného touto prací v nedávné době.

4.1.1 Dornier Do 228⁷

Dornier Do 228 je dvoumotorový turbovrtulový letoun spadající do kategorie STOL (krátký vzlet a krátké přistání) vyráběný firmou Dornier GmbH od roku 1981 až do 1998.

Dornier Flugzeugwerke byl německý letecký výrobce, který roku 1914 založil Claudius Dornier ve Friedrichshafenu. Mezi lety 1920 až 1930 se zde vyráběly hydroplány, jako např. obří Dornier Do X. Ve třicátých letech tu vznikl úspěšný bombardér Do 17 a během druhé světové války společnost pracovala na velmi rychlém stíhači Do 335, ten se však nasazení nedočkal. Po válce mělo Německo zakázanou výrobu letadel a společnost se tak přesunula do Španělska a poté do Švýcarska, kde působila jako poradce pro letectví, v roce 1954 se vrátila zpět do Německa. Roku 1974 společnost, spolu s francouzskou firmou Dassault-Breguet, vyvinula letoun Alpha Jet, který se během 70.

⁷ RUAG Dornier 228 webpage [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupný na WWW: <<http://www.ruag.com/en/Aviation/Products-Solutions/Production-Do-228NG/>>

a 80. let stal standardním cvičným letounem NATO. V roce 1996 byla společnost získána firmou Fairchild a tak vznikla Fairchild Dornier. Společnost však roku 2002 zkrachovala.

V roce 1983 koupila indická společnost HAL licenci na výrobu těchto strojů a vyrobila 125 kusů pro asijský trh. Přibližně 270 kusů Do 228 byly postaveny v Oberpfaffenhofen, Německu a Kanpuru, v Indii. V srpnu 2006 už jich zbývalo pouze 127 kusů Dornier Do 228 letadel. Všechny varianty zůstaly v provozu letecké společnosti.



Obrázek 12 Dornier Do 228 ⁸

Dornier Do 228	
Počet míst k sezení	19 osob
Délka trupu letounu	16,5 metrů
Rozpětí křídel letounu	16,9 metrů
MTOW	6 400 kilogramů
Maximální rychlost	401 km/h
Cestovní rychlost	342 km/h
Dolet	1111 kilometrů
Požizovací cena	7 mil USD

⁸ RUAG Dornier 228 webpage [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupný na WWW: <<http://www.ruag.com/en/Aviation/Products-Solutions/Production-Do-228NG/>>

4.1.2 De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter⁹

Twin Otter je dvumotorové letadlo určeno pro 19 cestujících a spadající do kategorie STOL (krátký vzlet a krátké přistání). Výrobcem Twin Ottera byla firma De Havilland Canada se sídlem v Downsville, Ontario, která byla poměrně úspěšná na civilním i vojenském trhu svými typy Beaver, Otter, Buffalo a Caribou. Firma byla založena v roce 1928 jako dceřinná společnost britské firmy De Havilland Aircraft. Některé z těchto letounů, konkrétně Otter a Caribou se počátkem 60. let aktivně podílely na operacích ve Vietnamu, kde prokázaly mimořádnou odolnost - a co bylo důležitější - velmi krátký vzlet a přistání. To přivedlo kanadské konstruktéry na myšlenku upgradovat robustní jednomotorový hornoplošník Otter zástavbou dvou turbovrtulových motorů a pro větší odolnost proti bočnímu větru přidat příďový podvozek. Nový typ tak dostal do vínku solidní vyzkoušený drak pístového předchůdce a vynikající, tehdy zbrusu nové, turbovrtulové motory PT- 6A firmy Pratt and Whitney.

Po technické stránce stojí za pozornost vzpěrové obdélníkové křídlo s dvoušterbinovými klapkami, prostorná kabina, umožňující i přepravu nákladů až do hmotnosti 1930 kg a palivové nádrže s kapacitou 1482 litrů, umístěné pod podlahou kabiny (to je jedna z předností Twina oproti jiným výsadkovým letounům, neboť při tankování není nutné šplhat na křídlo). Předpokládá névojenské využití také obrátilo pozornost konstruktérů k co nejkratšímu vzletu a přistání. Výsledek opravdu nebyl špatný - letoun dokázal vzlétnat na 457 m a přistát na 591 m (u novějších verzí jsou parametry ještě lepší). Alternativně mohl operovat na lyžích nebo plovácích.

Po vyrobení 115 strojů série DHC-6-100 přešla výroba na typ 200, který se lišil prodlouženým nosem. Výrobce tak reagoval na požadavek zvětšení zavazadlového prostoru. Ten původní je za kabinou pasažérů a nebylo jej možno dále zvětšit, takže konstruktéři vytvořili další vnose letounu. Na jaře 1969 se poprvé objevila verze 300 s novými motory PT6A-27 s vyšším výkonem. Výroba běžela až do roku 1988 a dala celkem 844 kusů všech verzí, což je pro stroj této kategorie úctyhodné číslo.

V souvislosti s verzemi je třeba vysvětlit i pojem Super Otter, který používají pro svá letadla některé dropzóny. Toto označení je neoficiální a ve firemních záznamech se vůbec neobjevilo, jdetedy spíše o reklamní tah. V zásadě lze říci, že stroje první série 100

⁹ De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupný na WWW: <http://www.romanhynek.cz/travel/fly/planes/fly_planes_dhc6.htm/>

lze identifikovat podle krátkého nosu, což ovšem neplatí pro plovákové Twin Ottery. Všechny létaly s krátkým nosem. Většina letounů, které můžete vidět na dropzónách je ale těžko zařaditelná - mají např. krátký nos, typický pro starší produkci a silnější motory verze PT6A-27 nebo 34, opatřené čtyřlístými vrtulemi.



Obrázek 13 De Havilland DHC-6 Twin Otter ¹⁰

De Havilland DHC-6 Twin Otter	verze 100
Počet míst k sezení	19 osob
Délka trupu letounu	15,7 metrů
Rozpětí křídel letounu	19,8 metrů
MTOW	5 246 kilogramů
Maximální rychlost	297 km/h
Cestovní rychlost	278 km/h
Dolet	1427 kilometrů
Pořizovací cena	6,9 mil USD

¹⁰ De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupný na WWW: <http://www.romanhynek.cz/travel/fly/planes/fly_planes_dhc6.htm/>

4.1.3 Let L-410 Turbolet ¹¹

Let L-410 Turbolet je letadlo spadající do kategorie krátkého vzletu a krátkého přistání. Jedná se o dopravní dvoumotorový letoun, vyráběný českým výrobcem letadel LET, většinou používané pro přepravu cestujících. Konstrukci trupu tvoří celokovová poloskořepina, křídlo je dvounosníkové, vybavené dvoušterbinovými klapkami a spoilery. Pohonnou jednotku tvoří dva turbovrtulové motory Walter M 601 a vrtule Avia V508 nebo V 510 - vrtule stálých otáček s možností praporování a reverzu. Elektrická soustava je napájena stejnosměrným napětím 28V. Letoun je vybaven hlavním a záložním hydraulickým systémem. Podvozek je hydraulicky zasouvateľný. Stroj je schopen přistávat na malých a neupravených letištích a schopen provozu v extrémních podmínkách od +50 °C do -40 °C, je certifikován pro lety dle přístrojů (IFR), přesné přiblížení ILS CAT 1

Od roku 1969 bylo vyrobeno více než 1100 kusů. Okolo 350 jich bylo v provozu v roce 2008. Nejvíce jich bylo dodáno do SSSR a odtud byly dále přeprodány do zemí Asie, Afriky a Jižní Ameriky, několik strojů létá v Rusku a bývalých státech SSSR. V Evropě je v provozu cca 50 kusů jak v civilní letecké dopravě, tak u vojenských letectev. O letouny L-410 je velký zájem i 40 let po prvním vzletu, v roce 2009 opustilo brány kunovické továrny 8 nových letadel.

Momentálně výrobce, společnost Aircraft Industries, a.s. vyrábí více jak desítku nových kusů ročně převážně pro zákazníky z bývalého sovětského svazu. K tomu se pár kusů daří prodávat i jiným zákazníkům z Evropy, Asie i Afriky.

¹¹ Aircraft industries L-410 [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupný na WWW: <<http://www.let.cz/index.php?sec=43/>>



Obrázek 14 Let L-410 Turbolet ¹²

Let L-410 Turbolet	UVP-E20
Počet míst k sezení	19 osob
Délka trupu letounu	14,5 metrů
Rozpětí křídel letounu	19,5 metrů
MTOW	6 600 kilogramů
Maximální rychlost	435 km/h
Cestovní rychlost	405 km/h
Dolet	1040 kilometrů
Pořizovací cena	5,5 mil USD

¹² Aviation Fan Club [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupný na WWW: < http://www.aviation-fan-club.com/rc_model_let_l-410_om-odq.htm/>

4.1.4 British Aerospace Jetstream 31 ¹³

Jetstream 31 je dvoumotorové turbovrtulové letadlo s přetlakovou kabinou. Výrobce tohoto úspěšného letadla je firma British Aerospace. Tento letoun vycházel z původního HP-137 o které se postarala firma Handley-Page. Přetlaková kabina nového letounu mohla pojmout 18-20 cestujících. Letoun byl poháněn dvěma turbovrtulovými motory Turbomeca Astazou XIV o výkonu po 617 kW. Bohužel se firmě nedařilo a firma po pár letech zbankrotovala. Poté ji převzalo několik dalších firem, kterým se nedařilo do té doby, než jeho výrobu převzalo sdružení British Aerospace. Přeznačilo jej na Jetstream 31, modernizovalo ho a vybavilo novými turbovrtulovými motory Garrett TPE-331-10 o výkonu po 701 kW.

Prototyp byl zalétán 28.3. 1980 a letoun se začal pozvolna prosazovat na trhu. Od konce roku 1988 začal výrobce dodávat verzi Jetstream Super 31 (Jetstream 32), která byla poháněna vylepšenými motory TPE-331-12 o výkonu po 760 kW. K průlomem na celosvětový trh Jetstreamu 31 velmi pomohl zájem amerických zákazníků, kde je provozu většina vyrobených letounů. Některé jsou vybaveny luxusní kabinou pro 8 cestujících. Výroba Jetstreamů 31 byla zastavena na začátku roku 2002 rozhodnutím British Aerospace zrušit výrobu dopravních letadel.

¹³ Czech Arliners [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupný na WWW: <
<http://www.czechairliners.net/index.php/encyklopedie-letadel/127-british-aerospace-jetstream-31.html/>>



Obrázek 15 British Aerospace Jetstream 31 ¹⁴

British Aerospace Jetstream 31	
Počet míst k sezení	19 osob
Délka trupu letounu	14,4 metru
Rozpětí křídel letounu	15,9 metru
MTOW	7 350 kilogramů
Maximální rychlost	488 km/h
Cestovní rychlost	435 km/h
Dolet	1519 kilometrů
Pořizovací cena	8 mil USD

¹⁴ Planes.cz [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupný na WWW: <
<http://alt.planes.cz/en/photo/1007858/jetstream-31-oy-mue-sun-air-of-scandinavia-sus-ez-prague-ruzyne-prg-lkpr/>>

4.1.5 SA227-BC Metroliner¹⁵

Fairchild Swearingen Metroliner neboli Aerospace Metro Fairchild je 19-ti sedadlové přetlakové turbovrtulové dopravní letadlo. Nejprve letadlo vyrábělo Swearingen Aircraft a později Fairchild v závodě v San Antoniu, Texas, Spojené státy americké.

Společnost byla založena Shermanem Fairchildem v roce 1925 jako Fairchild Aviation Corporation se sídlem v Farmingdale a East Farmingdale ve státě New York. Společnost vyrobila první americké letadlo s plně uzavřeným kokpitem a hydraulickým přistávacím podvozkem Fairchild FC-1. Jistou dobu byla firma známá také jako Fairchild Aircraft Manufacturing Company. V roce 1931 se Fairchild přestěhoval do Hagerstown v Marylandu. Mezi aktivity společnosti během druhé světové války patřila výroba dvoumotorového cvičného letadla Fairchild AT-21 Gunner v bývalé továrně na syntetické hedvábí v Burlingtonu v Severní Karolíně. V roce 1949 Fairchild Engine and Airplane Corporation (se sídlem v Hagerstownu v Marylandu) začala pracovat na vývoji letounu C-123 Provider, který oficiálně vstoupil do služby v roce 1955. V roce 1956 společnost získala práva na výrobu Fokkeru Friendship a pod označením Fairchild F-27 a Fairchild Hiller FH227 jich vyrobila 206 kusů. V roce 1964 společnost koupila firmu Hiller Helicopter, změnila jméno na Fairchild Hiller a vyráběla FH-1100 až do roku 1973, kdy vrtulníkovou divizi prodala zpět Stanleyemu Hillerovi. Během roku 1965 Fairchild pohltil společnost Republic Aviation Company. V roce 1971, po smrti svého zakladatele, Fairchild změnil jméno na Fairchild Industries, koupil firmu Swearingen a vyráběl Fairchild Swearingen Metroliner, úspěšné regionální dopravní letadlo (americké vojenské označení – C-26 Metroliner a UC-26 Metroliner).

Celkem bylo vyrobeno přes 600 letadel, které tvořilo flotilu v téměř 30 společnostech na světě v kategorii pro sběrnou leteckou dopravu.

¹⁵ Fairchild-Swearingen Metro / Metroliner [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupný na WWW: <http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_metro_en.php/>



Obrázek 16 SA227-BC Metroliner ¹⁶

SA227-BC Metroliner	
Počet míst k sezení	19 osob
Délka trupu letounu	18,1 metru
Rozpětí křídel letounu	17,4 metru
MTOW	7 257 kilogramů
Maximální rychlost	515 km/h
Cestovní rychlost	450 km/h
Dolet	2065 kilometrů
Pořizovací cena	7,5 mil USD

¹⁶ Ostfriesische Lufttransport [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupný na WWW: <
<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1060644/>>

5 Vyhodnocení volby letadel pomocí MCA

Výběr letadel vhodný pro začlenění do flotily regionálního leteckého dopravce byl proveden pomocí multikriteriální analýzy. V této kapitole je popsána použitá metoda a hodnotící kritéria, podle nichž byl výběr proveden.

5.1 Multikriteriální analýza

Multikriteriální analýza se zabývá hodnocením možných alternativ podle několika kritérií, přičemž alternativa hodnocená dobře podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle kritéria jiného. Metody vícekritériálního rozhodování poté řeší konflikty mezi vzájemně protikladnými kritérii. Jde o metodu, jejímž cílem je shrnutí a utřídění informací o variantních projektech.

Tato kritéria mohou mít kvantitativní a kvalitativní charakter (při nákupu letadla je rozhodující jak jeho cena, tak i vybavení letadla). Mohou být maximalizační a minimalizační (vysoká cestovní rychlost letadla, nízké provozní náklady) a mohou být i navzájem konfliktní (nízká cena výrobku = horší kvalita, neplatí však pokaždé).

Úlohy vícekritériálního rozhodování je možné klasifikovat podle způsobu zadání množiny variant, které pro optimální rozhodování připadají v úvahu (jde o tzv. přípustné varianty). Jsou-li varianty určeny jejich konkrétním výčtem či seznamem, mluvíme o úlohách vícekritériálního hodnocení variant. Je-li množina přípustných variant zadána podmínkami, které musí být při výběru optimální varianty splněny, jde o úlohy vícekritériálního programování (též vícekritériální nebo vektorové optimalizace). V těchto úlohách varianty rozhodnutí představují n -tice nezáporných čísel, které vyhovují daným omezujícím podmínkám a kterých může být nekonečně mnoho. Kritéria pro výběr nejvýhodnější varianty jsou vyjádřena účelovými funkcemi a musí být tedy pouze kvantitativní.¹⁷

5.1.1 Metoda párového srovnání

Tato metoda bývá nazývána Fullerovou metodou, jelikož při její aplikaci sestavujeme váhy pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. Princip párového srovnání je takový, že vždy porovnáváme dvě kritéria a z každé takové dvojice kritérií vybereme to

¹⁷ SMEP 3.1 [online]. 2011 [cit.2015-05-17].ZIP – Vícekritériální rozhodování. Dostupné z WWW: <http://etext.czu.cz/sekce.php?titul_key=79&id=detail>

důležitější. Srovnáme-li každá dvě kritéria z celkového počtu k kritérií, vybíráme všechny kombinace dvou prvků z k . Celkový počet porovnání je tedy roven:

$$N = \binom{k}{2} = \frac{k(k-1)(k-2)!}{2!(k-2)!} = \frac{k(k-1)}{2}.$$

Pro větší přehlednost při srovnání sestavujeme tzv. Fullerův trojúhelník. Trojúhelník má vždy $k-1$ dvojřádků. V prvním řádku jsou všechny kombinace pro porovnání s prvním kritériem, kromě té, která je v předchozím řádku, v každém dalším řádku jsou kombinace pro porovnání s dalším kritériem, které nejsou v předchozích řádcích. Každý řádek má tedy o 1 člen méně, než řádek předchozí.¹⁸

1	1	1	1	...	1	1
2	3	4	5	...	k-1	k
2	2	2	2	...	2	
3	4	5	6	...	k	
...						
k-3	k-3	k-3				
k-2	k-1	k				
k-2	k-2					
k-1	k					
k-1						
k						

Označme symbolem n_i počet zakroužkovaných i , konkrétně tedy počet zakroužkovaných jedniček označíme n_1 , apod. Váhy potom spočítáme podle vztahu:

$$V_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} = \frac{n_i}{N}.$$

¹⁸ SMEP 3.1 [online]. 2011 [cit.2015-05-17].ZIP – Vícekriteriální rozhodování. Dostupné z WWW: <http://etext.czu.cz/sekce.php?titul_key=79&id=detail>

5.1.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu neboli také metoda WSA je založena na konstrukci lineární funkce užiteku na stupnici od 0 do 1. Nejhorší varianta podle daného kritéria bude mít užitek nula, nejlepší varianta užitek jedna a ostatní varianty budou mít užitek mezi krajními hodnotami. V praxi to znamená, že je třeba při aplikaci této metody nahradit prvky y_{ij} vstupní kritériální matice hodnotami y'_{ij} , které budou představovat užitek varianty X_i při hodnocení podle kritéria Y_j

Hodnoty y'_{ij} lze získat pro maximalizačního kritéria podle následujícího vztahu:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

kde D_j je nejnižší (při maximalizaci tedy nejhorší) a H_j nejvyšší (při maximalizaci nejlepší) kritériální hodnota kritéria Y_j . Z uvedeného vztahu je zřejmé, že užitek y'_{ij} pro nejhorší kritériální hodnotu $y_{ij} = D_j$ bude roven nule a pro nejlepší kritériální hodnotu $y_{ij} = H_j$ bude roven 1. Pro minimalizační kritéria je třeba modifikovat uvedený vztah následovně:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

Celkový užitek X_i lze potom vypočítat jako vážený součet dílčích užiteků podle jednotlivých kritérií:

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij}$$

Varianty je potom možné uspořádat podle klesajících hodnot užiteku $u(X_i)$.¹⁹

¹⁹ SMEP 3.1 [online]. 2011 [cit.2015-05-17].ZIP – Vícekritériální rozhodování. Dostupné z WWW: <http://etext.czu.cz/sekce.php?titul_key=79&id=detail>

5.2 Hodnotící kritéria

Při výběru letadel pro flotilu regionálního leteckého dopravce musí brát letecký dopravce v úvahu několik faktorů, které ovlivňují finální výběr letounu. Jako nejdůležitější patří mezi něj požadavky na kvalitu služeb, bezpečnost a ekonomičnost provozu, potřebná kapacita, jednotnost letadlového parku a mnohé další. Tyto nejdůležitější jsou popsány v následujícím odstavci.

5.2.1 Pořizovací cena letadla

Pořizovací cena letadla je sice podstatným faktorem, ale nemůže být v žádném případě nadřizena například faktorům, jako jsou provozní náklady, letové parametry nebo obchodně provozní parametry. Na druhou stranu náklady na pořízení letadla představují investici, která velkou měrou ovlivňuje budoucí chod společnosti. V současné době se nejspíš nenajde společnost, která by za letoun zaplatila celou částku najednou. Proto se v praxi, vzhledem k velkým objemům požadovaných finančních prostředků při nákupu letadla, často používá koupě na splátky.

Existují tedy dvě základní formy leasingu. Jedná se o operativní leasing, kdy leasingová společnost poskytne předmět nájmu, tedy letadlo, leteckému dopravci. Ten si jej vybere nejčastěji podle jeho požadavků. Po uplynutí leasingu se letoun vrací leasingové společnosti, která jej může dále pronajmout anebo pronájem prodloužit stejnému dopravci. To umožňuje leasingovým společnostem započítat do splátek pouze rozdíl mezi pořizovací a zůstatkovou hodnotou letadla. Díky tomu, klient během leasingu zaplatí pouze reálně amortizovanou část ceny předmětu nájmu. Dále je také možnost využít finanční leasing, kdy letecká společnost si vybere letadlo dle svých požadavků, vybere si leasingovou společnost, která letadlo financuje. Letadlo je pak spláceno sjednanou dobu a po splacení poslední splátky je letadlo odkoupeno dopravcem za symbolickou částku.²⁰

²⁰ ŽIHLA, Zdeněk a kolektiv. Provozování podniků letecké dopravy a letišť. Vydání první. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2010. 301 s. ISBN 978-80-7204-677-5

5.2.2 Provozní náklady

V této sekci jsou zahrnuty veškeré náklady na provoz letounu, jedná se tedy o náklady na palivo, údržba a opravy letadel a náklady spojené s výcvikem palubního a provozního personálu.

Spotřeba paliva tvořila v 80. letech až čtvrtinu provozních nákladů letadla. Technický a technologický vývoj však přinesl u letadel nové generace výrazné snížení spotřeby paliva, také snížení jejich hlučnosti a rozsahu škodlivých emisí. Proto mají letecké společnosti vybavené letadly nové generace podstatnou výhodu v nákladech na palivo a větší možnost konkurenceschopnosti. Tato položka je velmi proměnlivá, závisí především na výkyvech ceny ropy na světových trzích.

Údržba letadel je závislá na charakteru používání letadel, složení a velikosti letadlové flotily. Podíl nákladů na údržbu tvoří u leteckých podniků 10 až 13 % a závisí na způsobu provádění údržby. Tu je možné provádět vlastními silami a prostředky, nebo využít služeb jiných leteckých podniků nebo specializovaných služeb.

Náklady na výcvik palubního a pozemního personálu jsou jedno z dalších položek, které je třeba uhradit, aby letadlo mohlo létat. Protože obsluhu letadla mohou vykonávat pouze osoby k tomu pověřené, které mají patřičné ověření v souladu s předpisy. Výcvik posádek si tak opět může společnost provádět sama nebo jej za ni provádí specializovaná letecká organizace.²¹

5.2.3 Letové a obchodně provozní parametry

Letové parametry zahrnují především technické parametry daného letadla. Jsou jimi cestovní rychlost, maximální rychlost, stoupavost, dolet, dostup, maximální vzletová hmotnost, užitečná hmotnost a další.

Pod položkou obchodně provozní parametry si pak lze představit pro příklad velikost zavazadlového nebo nákladového prostoru, počet sedadel aj.

²¹ ŽIHLA, Zdeněk a kolektiv. Provozování podniků letecké dopravy a letišť. Vydání první. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2010. 301 s. ISBN 978-80-7204-677-5

5.3 Vyhodnocení pomocí multikritériální analýzy

V úvodu této kapitoly byly uvedeny některé faktory, které vzít zapotřebí při výběru letadla pro regionálního leteckého dopravce. Pro tuto práci byly vybrány vlastnosti letadel, které jsou veřejně přístupné. Jedná se o pořizovací cenu, provozní náklady (spotřeba paliva), cestovní rychlost, užitečná hmotnost, dolet a velikost zavazadlového prostoru.

V první části jsou uvedeny váhy jednotlivých kritérií pomocí Fullerovy metody, popsané v kapitole 5.1.1. Následující tabulka č.1 zobrazuje vypočtené hodnoty společně s Fullerovým trojúhelníkem, ve kterém jsou vyznačeny autorem preferované kritéria. Aby se váha 3. kritéria nerovnila nule, byla všem kritériím zvýšená četnost o 1. Pro získání správných hodnot bylo zapotřebí také navýšit jmenovatele o 6.

Tabulka 1 Fullerův trojúhelník a určení váhy kritérií

1	1	1	1	1	
2	3	4	5	6	
	2	2	2	2	
	3	4	5	6	
		3	3	3	
		4	5	6	
			4	4	
			5	6	
				5	
				6	

	název kritéria	váha
$v_1=4/21$	1 - pořizovací cena	0,1904
$v_2=6/21$	2 - provozní náklady	0,2857
$v_3=1/21$	3 - cestovní rychlost	0,0476
$v_4=5/21$	4 - užitečná hmotnost	0,2381
$v_5=3/21$	5 - dolet	0,1429
$v_6=2/21$	6 - velikost zavazadlového prostoru	0,0952

Zdroj: autor

V další části byly vytvořeny matice s hodnotami užítku jednotlivých kritérií pro každé letadlo, které bylo vybráno v předchozí kapitole. Jako minimalizační kritérium bylo zvoleno pořizovací cena letadla a spotřeba paliva. Ostatní kritéria byla zvolena jako maximalizační. Vytvořená matice vychází z dostupných parametrů jednotlivých letadel a vah vypočtených v tabulce č.1.

Tabulka 2 Ohodnocení jednotlivých kritérií pro vybrané typy letadel

Číslo kritéria	1	2	3	4	5	6
MIN/MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Váha kritéria	4/21	6/21	1/21	5/21	3/21	2/21
Dornier Do 228	7,0	213,0	342,0	2340,0	1111,0	18,3
DHC-6 Twin Otter	6,9	263,0	297,0	1135,0	1427,0	16,6
Let L-410 Turbolet	5,5	240,0	405,0	1710,0	1500,0	15,3
Bae Jetstream 31	8,0	281,0	435,0	1860,0	1519,0	14,9
Metroliner	7,5	290,0	450,0	2250,0	2065,0	18,5
MIN	5,5	213,0	297,0	1135,0	1040,0	14,9
MAX	8,0	295,0	450,0	2340,0	2065,0	18,5

1- pořizovací cena letadla; 2 – spotřeba paliva; 3 – cestovní rychlost; 4 – užitečná hmotnost; 5 – maximální dolet; 6 – velikost zavazadlového prostoru

Zdroj: autor

Tabulka 3 Hodnoty užítka typů letadel podle jednotlivých kritérií

Číslo kritéria	1	2	3	4	5	6
MIN/MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Váha kritéria	4/21	6/21	1/21	5/21	3/21	2/21
Dornier Do 228	0,0762	0,2857	0,0140	0,2381	0,0099	0,0899
DHC-6 Twin Otter	0,0838	0,1115	0,0000	0,0000	0,0540	0,0450
Let L-410 Turbolet	0,1904	0,1916	0,0336	0,1136	0,0641	0,0106
Bae Jetstream 31	0,0000	0,0488	0,0429	0,1433	0,0668	0,0000
Metroliner	0,0381	0,0174	0,0476	0,2203	0,1429	0,0952

1- pořizovací cena letadla; 2 – spotřeba paliva; 3 – cestovní rychlost; 4 – užitečná hmotnost; 5 – maximální dolet; 6 – velikost zavazadlového prostoru

Zdroj: autor

Tabulka 4 Celkový užitek jednotlivých typů letadel

Typ letadla	Celkový užitek
Dornier Do 228	0,7138
Let L-410 Turbolet	0,6040
Fairchild Metroliner	0,5615
Bae Jetstream 31	0,3017
DHC-6 Twin Otter	0,2942

Zdroj: autor

Celkový užitek každého typu letadla podle zadaných kritérií je zobrazen v tabulce č.4. Tento užitek byl vypočten pomocí vztahu z jednotlivých hodnot v tabulce č.3,

vypočtené v předchozím kroku. Letouny jsou v tabulce seřazeny podle hodnot, sestupně od letadla s nejvyšší hodnotou celkového užítku.

5.4 Volba letadel

Na základě výsledků autorem provedené multikriteriální analýzy v předchozí podkapitole byl určen výběr letadla. Autor navrhuje pro regionální leteckou dopravu, letouny spadající do kategorie COMMUTER, zvolit letoun Dornier Do 228, jehož celkový užitek byl vypočten jako nejvyšší. To ovlivnilo především nízké provozní náklady, vysoká užitečná hmotnost a velikost zavazadlového prostoru. Zde jde vidět, že díky preferenci těchto kritérií nebyla volba letounu příliš ovlivněna poměrně vysokou pořizovací cenou. Neznamena tedy, že nejlevnější varianta je ta nejvýhodnější.

Konečná volba letadla však záleží na síti provozovaných linek, přepravních výkonech a rovněž na ekonomické situaci leteckého dopravce. V následující kapitole autor aplikuje jednotlivé typy letadel na vybrané linky.

6 Aplikace jednotlivých typů letadel na vybrané linky

Tato kapitola obsahuje aplikaci jednotlivých typů letadel na vybrané linky zajišťující přepravu cestujících z Ostrova Man. Pro aplikaci byly vybrány záměrně pouze parametry, které jsou volně dostupné na internetu. Délka letu byla vypočtena podle plánovacího softwaru EuroFPL. V provozních nákladech jsme zohledňovali pouze spotřebu paliva, nikoliv náklady spojené s údržbou letounu a další. Celková suma tedy nereprezentuje skutečné náklady na let, ale lze podle ní zjistit, které letadlo se bude jevit nejekonomičtěji.

6.1 Aplikace na linku Isle of Man – Blackpool

Tabulka 5 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Blackpool

Blackpool	60nm				
	Doba letu	Provozní náklady	Přistávací poplatky	SUMA	
Dornier Do 228	0,32	£ 134,53	£ 126,70	£ 261,23	
Fairchild Metroliner	0,24	£ 139,20	£ 144,80	£ 284,00	
Bae Jetstream 31	0,25	£ 139,53	£ 144,80	£ 284,33	
DHC-6 Twin Otter	0,36	£ 191,27	£ 108,60	£ 299,87	
Let L-410 Turbolet	0,27	£ 128,00	£ 126,70	£ 254,70	

Zdroj: autor

Při aplikování jednotlivých typů letadel na danou linku Isle of Man – Blackpool se nám výběr letadel projevil asi takto. Nejlépe zde vychází Let L-410 Turbolet, který je možné cenově srovnat s Dornierem Do 228. Přestože, má Let L-410 Turbolet větší spotřebu paliva na hodinu, jeho průměrná rychlost v hladině je rychlejší a tudíž se nám letadlo jeví ekonomičtěji, jelikož letí kratší dobu.

6.2 Aplikace na linku Isle of Man – Belfast

Tabulka 6 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Belfast

Belfast	55nm			
	Doba letu	Provozní náklady	Přistávací poplatky	SUMA
Dornier Do 228	0,29	£ 123,32	£ 99,47	£ 222,79
Fairchild Metroliner	0,22	£ 127,60	£ 113,68	£ 241,28
Bae Jetstream 31	0,23	£ 127,90	£ 113,68	£ 241,58
DHC-6 Twin Otter	0,33	£ 175,33	£ 85,26	£ 260,59
Let L-410 Turbolet	0,24	£ 117,33	£ 99,47	£ 216,80

Zdroj: autor

Při aplikování jednotlivých typů letadel na danou linku Isle of Man – Belfast se nám výběr letadel projevil asi takto. Nejlépe zde vychází opět Let L-410 Turbolet, který je možné cenově srovnat s Dornierem Do 228. Přestože, má Let L-410 Turbolet větší spotřebu paliva na hodinu, jeho průměrná rychlost v hladině je rychlejší a tudíž se nám letadlo jeví ekonomičtěji, jelikož letí kratší dobu.

6.3 Aplikace na linku Isle of Man – Gloucester

Tabulka 7 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Gloucester

Gloucester	169nm			
	Doba letu	Provozní náklady	Přistávací poplatky	SUMA
Dornier Do 228	0,89	£ 378,92	£ 168,00	£ 546,92
Fairchild Metroliner	0,68	£ 392,08	£ 192,00	£ 584,08
Bae Jetstream 31	0,70	£ 393,01	£ 192,00	£ 585,01
DHC-6 Twin Otter	1,02	£ 538,75	£ 99,00	£ 637,75
Let L-410 Turbolet	0,75	£ 360,53	£ 168,00	£ 528,53

Zdroj: autor

Při aplikování jednotlivých typů letadel na danou linku Isle of Man – Gloucester se nám výběr letadel projevil asi takto. Nejlépe zde vychází opět Let L-410 Turbolet, který je možné cenově srovnat s Dornierem Do 228. Přestože, má DHC-6 Twin Otter skoro dvakrát menší přistávací poplatky, kvůli jeho relativně vysoké spotřebě paliva a nízké rychlosti se letadlo jeví jako nejméně ekonomické a pro použitelnost této linky jako nejhorší. Vzhledem k delší letové době by byl rovněž nejméně komfortní pro cestující.

6.4 Aplikace na linku Isle of Man – Newcastle

Tabulka 8 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Newcastle

Newcastle	129nm			
	Doba letu	Provozní náklady	Přistávací poplatky	SUMA
Dornier Do 228	0,68	£ 289,23	£ 203,00	£ 492,23
Metroliner	0,52	£ 299,28	£ 232,00	£ 531,28
Bae Jetstream 31	0,53	£ 299,99	£ 232,00	£ 531,99
DHC-6 Twin Otter	0,78	£ 411,24	£ 174,00	£ 585,24
Let L-410 Turbolet	0,57	£ 275,20	£ 203,00	£ 478,20

Zdroj: autor

Při aplikování jednotlivých typů letadel na danou linku Isle of Man – Newcastle se nám výběr letadel projevil asi takto. Nejlépe zde vychází znova Let L-410 Turbolet, který je možné cenově srovnat s Dornierem Do 228.

6.5 Aplikace na linku Glasgow – Isle of Barra

Tabulka 9 Aplikování typů letadel na danou linku Glasgow - Isle of Barra

Isle of Barra	122nm			
	Doba letu	Provozní náklady	Přistávací poplatky	SUMA
Dornier Do 228				
Fairchild Metroliner				
Bae Jetstream 31				
DHC-6 Twin Otter	0,74	£ 388,92	£ -	£ 388,92
Let L-410 Turbolet	0,54	£ 260,27	£ -	£ 260,27

Zdroj: autor

Tato linka je velice specifická, jelikož letiště na Ostrově Barra je tvořeno dvěma přistávacími dráhami. Nejedná se o asfaltové dráhy, nýbrž je tvořena pískem. Při aplikování jednotlivých typů letadel na danou linku Glasgow – Isle of Barra se nám výběr letadel projevil asi následovně. Bohužel první tři výše zmíněné typy letadel (Dornier, Metroliner, Jetstream) nemůžou na letišti přistát kvůli povrchu dráhy. Z aplikace na danou linku nám tedy vyplývá, že nejlepší variantou je L-410 Turbolet, který má o třetinu nižší provozní náklady.



Obrázek 17 Přistávací dráha na Ostrově Barra ²²

²² London City Airport among most scenic in world [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupný na WWW: <
<http://travel.aol.co.uk/2015/05/12/worlds-most-scenic-airports-photos/>>

7 Porovnání výsledků analýzy s příkladem z praxe

Nesporným plusem v počátcích jakéhokoliv projektu je jistě poučení se z úspěchů i neúspěchů jiných. Takováto cesta nejenže poskytne cenné rady a ověří výsledky teoretických analýz v praxi, ale zejména ušetří případnému investorovi spoustu peněz a cenného času. Nejinak je tomu jistě i při hledání vhodného typu letounu pro regionální aerolinku. Autor této práce měl v průběhu vypracovávání možnost blíže nahlédnout do života regionálního dopravce Citywing, který v současnosti působí ve Velké Británii a který rovněž využil zkušeností svého předchůdce, aerolinie Manx2.com, k výběru vhodného typu letounu, se kterým dnes létá své linky. Tato, pro tuto práci užitečná kapitola, si bere za úkol nahlédnout blíže do historie jak současné společnosti Citywing, tak zejména jejího předchůdce – Manx2.com, kterážto společnost prošla kompletním vývojem, včetně výběru konečného typu, který se nakonec po 7mi letech stal vlajkovým a jediným typem letounu, provozovaným na linkách regionálního dopravce, létajícího na nebi Albionu.



Obrázek 18 Jedno z letadel letecké společnosti CityWing²³

²³ Pinkfroot.com [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupný na WWW: < <http://my.pinkfroot.com/photo/ok-tca-1/>>

7.1 Historie společnosti Manx2.com

Manx2 byla založena 11. Května 2006, Noelem Haysem, první let se uskutečnil 15. Července téhož roku. Prvním typem, který začal pod vlajkou této společnosti létat byl nejprve Let 410 Turbolet. Společnost s tímto typem zahájila pravidelnou dopravu z letiště Ronaldsway na Isle of Man do destinací Belfast, Blackpool a později na letiště v Leeds Bradford.

O 3měsíce později, rozšířila společnost svou flotilu o typ BAe Jetstream 31, tento létal linky do Leeds Bradford. Na stále více vytěžované linky Belfast a Blackpool nasadila aerolinie typ Fairchild Metroliner.

Od roku 2007 došlo k otevření linek do Gloucestershire, odkud se přes léto pokračovalo jednou týdně také do Jersey.

V roce 2008 přibyl do flotily Dornier 228 a společnost přepravila 100 000 pasažérů a v roce 2009, kdy přibyl třetí Dornier 228, přepravila společnost na svých linkách celkem 250 000 zákazníků.

Funkční společnost tedy létala s jedním Let410 Turbolet, jedním letounem BAe Jetstream 31, jedním Fairchild Metroliner a třemi Dornier 228. Zde se historie potkává s výsledky matematické analýzy této práce, kdy se z výsledků jeví Dornier 228 jako nejefektivnější typ.

Činnost společnosti Manx2.com dne 10. února 2012 vážně ovlivnila tragická havárie letounu Fairchild Metroliner, na lince z Belfastu do Corku, při které zahynulo 6 osob, včetně obou pilotů.



Obrázek 19 Letecká nehoda společnosti Manx2.com dne 10. února 2012 ²⁴

8. března 2012 dále havaroval BAe Jetstream 31, při přistání na Isle of Man, který měl problém s vysunutím podvozku. Tato nehoda se naštěstí obešla bez ztráty na životech, či zranění osob na palubě.

Společnost Manx2.com svůj obchodní podíl prodala Citywing Aviation Services Ltd. Poslední let Manx1.com se uskutečnil 31. Prosince 2012, od ledna 2013 začala její linky obsluhovat letadla pod hlavičkou společnosti Citywing.

7.2 Výběr vhodného typu společností Citywing

Společnost Citywing se rozhodla již od svých počátků co nejvíce minimalizovat náklady na svůj provoz a provedla rovněž i několik analýz, týkajících se efektivity používaných strojů. Majitel společnosti, David Buck, kladl velký důraz na každou ušetřenou penny, o to více měl pak být výsledek přesný. Z výsledků, důležitých pro tuto práci, plyne následující.

Typ Fairchild Metroliner nebyl oblíbený mezi cestujícími, zejména kvůli nehodě na letišti v Corku a rovněž mezi piloty nebyl oblíben pro své náročnější ovládání, zejména na nižších rychlostech, tedy na rychlostech v poslední fázi letu – přiblížení na přistání. Možná i právě proto měl ze všech typů společnosti největší počet přerušených přistání a s tím spojené náklady pro vyčkávání a lety na náhradní letiště. Zároveň tento typ utrpěl ve světě během krátké doby na své pověsti hned dalšími třemi nehodami, čímž

²⁴ Report into Cork plane crash [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupný na WWW: <<http://ulsterherald.com/2013/02/12/report-into-cork-plane-crash-delayed-by-spanish-documents//>>

ztratil důvěru nejen britské veřejnosti, ale také managementu leteckých společností a byl z flotily Citywing vyřazen.

Jetstream 31 měl rovněž nehodu, kvůli komplikacím s podvozkem, přesto se jej Citywing rozhodl na svých linkách dále využívat, především díky dobrým obchodním podmínkám se společností LinksAir, tedy firmou, která tento letoun provozuje pod svým AOC. Postupně však stále častěji docházelo k situacím, kdy letoun zůstal na zemi z technických příčin.

Společnost provozující Dornier Do-228 fungovala od roku 1996 a byla závislá na létání na Ostravě Man. Jelikož letadla měla sérii několika poruch a díky tomu musela být uzemněna, společnost se dostala 1. 12. 2013 do insolvence a na základě této skutečnosti CityWing ukončil spolupráci s provozující společností.

8 Ekonomické zhodnocení

Z výsledků multikriteriální analýzy vyplývá obecně, že nejvhodnějším typem pro regionálního leteckého dopravce v našem případě je typ Dornier Do-228. Autor se pokusil stanovit několik kritérií, o kterých se domnívá, že patří mezi nejdůležitější při rozhodování o nákupu letadla. Jednalo se o pořizovací cenu, spotřebu paliva letounu, cestovní rychlost, užitečnou hmotnost, maximální dolet a velikost zavazadlového prostoru. Výsledkem této analýzy je výsledný celkový užitek letounu.

V aplikování na jednotlivé linky se autor zaměřil na celkovou vzdálenost mezi destinacemi, dobu letu, provozní náklady a přistávacími poplatky. Dornier Do-228 skončil na druhém místě a jako nejvhodnější se jeví L-410 Turbolet. Jak praxe ukázala v kapitole 7, tento typ se jeví jako nejlepší rovněž i ve skutečnosti.

9 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout postup, jakým by se mohl budoucí regionální letecký dopravce řídit při nákupu vhodného letadla. Dle názoru autora se tohoto cíle podařilo dosáhnout a zvolený letoun vyhovuje zvoleným linkám i požadavkům na jeho provoz.

Jelikož výběr letadla do flotily leteckého dopravce je složitý a časově náročný proces, byl pro cíl této práce poněkud zjednodušen. Příkladem jsou provozní náklady, které tvořily pouze spotřebu paliva u daných letadel. Pořizovací ceny letadel jsou pak průměry pořizovacích cen v různých konfiguracích.

V běžné letecké společnosti by výběr letadel probíhal rozhodnutím týmu zkušených odborníků v delším časovém horizontu. Při posouzení by rovněž měli mnohem více specifikovanější nabídky výrobců, možnosti v podobě zajištění levnější údržby a oprav, což není v rámci této práce možné zajistit.

Výsledkem práce je doporučení pro regionálního leteckého dopravce, jehož flotila letadel spadá do kategorie sběrné letecké dopravy – commuter, vhodné volby letadel pro svůj letadlový park. Tato diplomová práce může posloužit jako pomůcka při volbě letadel do letadlového parku leteckého dopravce.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa měst	15
Obrázek 2 Linka Isle of Man – Blackpool	16
Obrázek 3 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících.....	17
Obrázek 4 Linka Isle of Man – Belfast	18
Obrázek 5 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících	18
Obrázek 6 Linka Isle of Man – Belfast	19
Obrázek 7 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících	19
Obrázek 8 Linka Isle of Man – Newcastle	20
Obrázek 9 Počet přepravených cestujících v jednotlivých měsících	21
Obrázek 10 Letiště Barra - vzlet letadla DHC6 - Twin Otter.....	23
Obrázek 11 Linka Glasgow - Isle of Barra.....	24
Obrázek 12 Dornier Do 228	26
Obrázek 13 De Havilland DHC-6 Twin Otter.....	28
Obrázek 14 Let L-410 Turbolet.....	30
Obrázek 15 British Aerospace Jetstream 31	32
Obrázek 16 SA227-BC Metroliner	34
Obrázek 17 Přistávací dráha na Ostrově Barra	46
Obrázek 18 Jedno z letadel letecké společnosti CityWing	47
Obrázek 19 Letecká nehoda společnosti Manx2.com dne 10. února 2012	49

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Fullerův trojúhelník a určení váhy kritérií.....	40
Tabulka 2 Ohodnocení jednotlivých kritérií pro vybrané typy letadel.....	41
Tabulka 3 Hodnoty užitku typů letadel podle jednotlivých kritérií	41
Tabulka 4 Celkový užitek jednotlivých typů letadel	41
Tabulka 5 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Blackpool	43
Tabulka 6 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Belfast	44
Tabulka 7 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Gloucester	44
Tabulka 8 Aplikování typů letadel na danou linku Isle of Man - Newcastle	45
Tabulka 9 Aplikování typů letadel na danou linku Glasgow - Isle of Barra.....	45

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 – předpis CS/FAR 23

Příloha č.2 – letištní poplatky

Předpis letové způsobilosti CS/FAR23

Hlava A – všeobecně - příloha

- CS 23. 1 Platnost – rozdělení podle počtu cestujících
- CS 23.3 Kategorie letounů – (d)

Letové výkony

- CS 23.45 Všeobecně (h)
- CS 23.51 Vzletové rychlosti – (b), (c)
- CS 23.53 Letové výkony při vzletu – (c)
- CS 23.55 Délka přerušného vzletu – (a), (b)
- CS 23.57 Dráha vzletu – všechny body
- CS 23.59 Délka vzletu a rozjezdu – všechny body
- CS 23.61 Dráha letu při vzletu – všechny body
- CS 23.63 Stoupání: všeobecně –(d)
- CS 23.66 Stoupání při vzletu: jeden nepracující motor – (c)
- CS 23.73 Vztažná rychlost přiblížení na přistání – (c)
- CS 23.77 Přerušné přistání – (c)

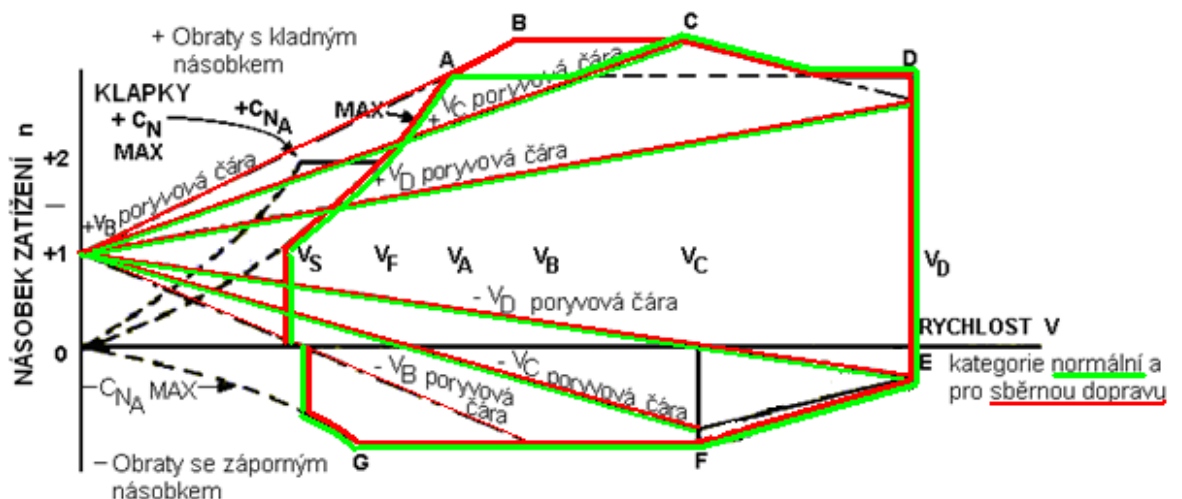
Vyvážení

- CS 23.161 Vyvážení – (b)(2), (d), (e)
- CS 23.175 Předvedení statické podélné stability – (b)(2)

Hlava C – konstrukce letounu

Letová zatížení

- CS 23.333 Letová obálka - (c) *Poryvová obálka* (1)(iii) – poryv 66 ft/s při v_B



- CS 23.335 Návrhové rychlosti letu – (b) (4) *Návrhová rychlost strmého letu* v_D (iii):

(1) a (2) stanovení vD není nutné prokazovat v tom případě, je-li VD/MD zvolena tak, že nejmenší hodnota v rozpětí rychlostí mezi VC/MC a VD/MD je větší 0,07 Machova čísla

CS 23.343 Návrhové zatížení palivem – (c) setrvačné odlehčení konstrukce křidel při obratech a poryvech. U letounů kategorie pro sběrnou dopravu může být zvolena podmínka konstrukční rezervy pro podmínky letu s rezervním palivem, které nepřekračuje množství potřebné pro 45 minut provozu při maximálním trvalém výkonu. Definované množství paliva a odpovídající poryv. Zohlednění vzniklého zatížení do únavy. Požadavky na flutter, deformaci, vibrace.

CS 23.367 Nesymetrické zatížení v důsledku selhání motoru – (b) velikost nápravné síly do řízení

pro, souvisí s CS 23.397(b), kde je rozdílně definována pro NORMAL a COMMUTER

CS 23.371 Gyroskopická a aerodynamická zatížení – (c) promítnutí poryvu při vB na motorové lože a jeho nosnou konstrukci.

Zatížení řídicích ploch a soustavy řízení

CS 23.391 Zatížení řídicích ploch

- CS 23.343 (c) – minimální množství paliva;

- CS 23.397 (b) – mezní síly pro pilota;

- CS 23.425 (a)(1) – zatížení VOP od poryvu, oproti kategorii NORMAL je pro COMMUTER poryv i při rychlosti vB;

- CS 23.441 (b) – doložení zatížení vznikajících při rychlostech vA až vD podle bodu (1)

až (2) CS 23.441, souvisí s AMC 23.441 d – výpočet zatížení SOP od VOP typu T;

- CS 23.443 (b) – zatížení SOP od poryvu - na letoun působí odvozené poryvy kolmé

k rovině symetrie při nezrychleném letu při VB, VC, VD a VF

CS 23.397 Mezní řídicí síly a krouticí momenty – (b) rozdíl ve stanovení mezní řídicí síly

Vodorovné ocasní plochy

CS 23.425 Zatížení při poryvu - (a)(1) – zatížení VOP od poryvu, oproti kategorii NORMAL je pro

COMMUTER poryv i při rychlosti vB

CS 23.427 Nesymetrická zatížení – (c) výpočet kombinovaného zatížení SOP a VOP pro ocasní

plochy typu T – může se projevit poryv při vB pokud by vzrostlo zatížení VOP dle CS

23.425 (a)(1)

Svislé plochy

CS 23.441 Zatížení při obratech – viz. CS 23.391, který je uveden výše

CS 23.443 Zatížení při poryvu – viz. CS 23.391, který je uveden výše

Únavové hodnocení

CS 23.574 Přípustnost poškození a vyhodnocení únavových vlastností kovové konstrukce letounů

kategorie pro sběrnou dopravu – (a), (b)

CS 23.575 Prohlídky a další postupy – stanovení prohlídek, pro kategorii COMMUTER stanoveny
prohlídky v souvislosti s CS 23.574 a musí být zahrnuty v instrukcích pro zachování
letové způsobilosti dle CS 23.1529.
AC 23.13a Pro kategorii COMMUTER a únavové hodnocení damage tolerance odkazuje na AC
25.571c. V předpisu CS 25 je významný rozdíl oproti CS 23. U CS 23 neexistuje požadavek na diskrétní zdroje poškození a jejich schopnosti. CS 25 se zabývá samostatnými zdroji poškození.

Hlava D – konstrukce letounu

Všeobecně

CS 23.703 Výstražný systém pro vzlet – zabudování výstražného systému pokud není možno prokázat, že zařízení pro zvýšení vztlaku nebo zařízení pro podélné vyvážení, která ovlivňují vzletové výkony letounu, by nezpůsobila nebezpečnou vzletovou konfiguraci, pokud by byla využita mimo schválené polohy při vzletu.

Přistávací zařízení

CS 23.721 Všeobecně – letoun musí vyhovět stanoveným havarijním případům, prokázat lze rozborem nebo zkouškou.
CS 23.735 Brzdy – dle (e) nesmí schopnost pohlcení brzdné kinetické energie při přerušeném vzletu působící na brzdu každého kola hlavního podvozku být menší, než vyplývá z požadavků na pohlcení kinetické energie stanovených v tomto bodě předpisu.

Umístění osob a nákladu

CS 23.771 Pilotní prostor – (c) při změně rozměrů trupu nutno uvažovat polohu pilota a disku vrtule
CS 23.775 Čelní skla a okna – (h) rozšíření pro kategorii COMMUTER – náraz ptáka a uspořádání panelů skel.
CS 23.783 Dveře – (d) rozšíření pro kategorii COMMUTER – způsob otevírání dveří – (f) rozšíření pro kategorii COMMUTER – dveře pro cestující kvalifikované jako nouzový východ.
CS 23.785 Sedadla, lůžka, nosítka, bezpečnostní a ramenní vícebodové pásy – (c) sedadlo navrženo pro osobu vážící 77kg a definice způsobů provedení bezpečnostních pásů
CS 23.803 Nouzová evakuace – způsob průkazu nouzové evakuace pasažérů.
CS 23.807 Nouzové východy – (d) rozšíření pro kategorii COMMUTER – umístění, velikost, funkce
CS 23.811 Označení nouzového východu – (b) tyto východy označeny osvětleným nápisem EXIT o definovaných rozměrech písma.
CS 23.813 Přístup k nouzovým východům - (a) přístup k nouzovým východům typu okno nesmí být ztěžován sedačkami nebo opěradly sedadel.
CS 23.815 Šířka uličky – (a)

Počet sedadel pro cestující	Minimální šířka uličky pro cestující
-----------------------------	--------------------------------------

	Méně než 63 cm nad podlahou	63 cm a více nad podlahou
10 až 19	23 cm	38 cm

Požární ochrana

CS 23.853 Interiéry prostorů pro cestující a posádku – (d) – nároky na odpadní nádoby pro odkládání hořlavín (papír, smetí atd.), zákaz kouření na toaletě (definováno označení na dveřích, umístění popelníku), požadavky na materiály použité v interiéru (podlahová krytina, stropy, boční stěny).

CS 23.855 Požární ochrana nákladního a zavazadlového prostoru – (c) musí splnit CS 23.853 (d)(3), vhodné umístění pro hašení, popřípadě vybavení detektorem kouře nebo plamene nebo konstrukce izolující jakýkoliv požár.

Hlava E – pohonná jednotka

Všeobecně

- CS 23.925 Vzdálenost vrtule
- CS 23.967 Zástavba palivové nádrže
- CS 23.997 Palivové sítko nebo filtr
- CS 23.1165 Systémy zapalování motoru

Protipožární ochrana pohonné jednotky

- CS 23.1193 Aerodynamické kryty a gondola motoru
- CS 23.1195 Hasicí systémy
- CS 23.1197 Hasicí čidla
- CS 23.1199 Nádoby s hasicími čidly
- CS 23.1201 Materiály pro hasicí systémy
- CS 23.1203 Systém pro detekci požáru

Hlava F – vybavení

Všeobecně

- CS 23.1303 Letové a navigační přístroje
- CS 23.1309 Vybavení, systémy a zástavby

Přístroje - zástavba

- CS 23.1323 Systém pro indikaci vzdušné rychlosti

Elektrické systémy a vybavení

- CS 23.1351 Všeobecně

Hlava G – provozní omezení a informace

Všeobecně

- CS 23.1523 Minimální letová posádka

Letová příručka letounu

CS 23.1583 Provozní omezení

CS 23.1585 Provozní postupy

CS 23.1587 Informace o výkonech

Letištní poplatky

Letiště Blackpool

Landing Fees

Standard Landing Fees
Aircraft up to 3 tonnes (inclusive) per 1/2 tonne or part there of £9.05
Aircraft over 3 tonnes or part thereof £18.10
Aircraft over 40 tonnes Standard Landing Fee for first 40 tonnes and 1/2 rate thereafter

Letiště Belfast

A Tonnage based Landing/Navigation Charge (charged per tonne of Maximum Take-off Weight or part thereof):

PASSENGER AIRCRAFT

(a) For aircraft operating scheduled Domestic flights:	£9.46
(b) For all other passenger aircraft:	£14.21
(c) Diversions:	£19.43

Letiště Gloucester

Aircraft type/weight	Standard Fee (+ VAT where applicable)	Discounted fee (+ VAT where applicable)					
		Refuelling	Training (PPL/NPPL)	Diesel engine (Refuelling)	Silencers/Noise-reducing propeller (Certificate required)	Subsequent Touch & go	Historic (pre-1955)
Under 450kg	8.12 + 1.62 £9.74					3.25 + 0.65 £3.90	
<800kg or LAA Permit	11.50 + 2.30 £13.80	>20lt Avgas 8.33 + 1.67 £10.00		8.33 + 1.67 £10.00		4.60 + 0.92 £5.52	5.75 + 1.15 £6.90
800 to 1750kg	16.67 + 3.33 £20.00	>50lt Avgas 11.25 + 2.25 £13.50	12.50 + 2.50 £15.00	13.33 + 2.67 £16.00	13.34 + 2.66 £16.00	6.67 + 1.33 £8.00	8.33 + 1.67 £10.00
1750–2999kg	29.50 + 5.90 £35.40	>100lt Avgas 16.67 + 3.33 £20.00	Helicopter refuel >250lt Jet A1 22.00 + 4.40 £26.40		13.34 + 2.66 £16.00	11.80 + 2.36 £14.16	14.75 + 2.95 £17.70
Single engine 3000 – 5700kg	70 + 14.00 £84.00	Navigation Service Charge: In addition to the standard landing fee, the following charges are levied per IFR arrival, whenever clearance for a published instrument approach is issued by ATC. Homebased aircraft: Single engine aircraft: £3.95 + VAT Multi engine aircraft <5.7mt: £7.50 + VAT Multi engine aircraft >5.7mt: £10.75 + VAT Visiting Aircraft: Single engine aircraft: £4.50 + VAT Multi engine aircraft <5.7mt: £8.25 + VAT Multi engine aircraft >5.7mt: £11.95 + VAT				28.00 + 5.60 £33.60	35.00 + 7.00 £42.00
Multi engine 3000 – 5700kg	82.50 + 16.50 £99.00					33.00 + 6.60 £39.60	41.25 + 8.25 £49.50
5700kg or above	£24.00 per MT or part thereof					£9.60 per MT or part thereof	£12.00 per MT or part thereof

Letiště Newcastle

METRIC TONNES

0-3	@ 3.40 per half tonne
4-10	29.00
11-20	49.00
21-30	65.00
31- 40	80.00
41- 50	96.00
51-60	110.00
61-70	124.00
71-80	138.00
81-90	152.00
91-100	165.00
101-110	177.00