



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Tomáš Panenka

Diplomová práce

2023



K621.....Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Tomáš Panenka

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Zavedení nové palivové politiky do provozu letecké společnosti**

Název tématu (anglicky): **New Fuel Policy Implementaiton into Service of an Aairline**

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je popis a návrh nové palivové politiky a zavedení vhodného palivového schématu do letecké společnosti včetně vytvoření podkladů pro její schválení.
- Analýza požadavků předpisu.
- Popis získávání dat o palivu.
- Výběr vhodného palivového schématu.
- Vytvoření mechanismů vyhodnocování dat o palivu.
- Vytvoření podkladů pro schválení programu sledování spotřeby.



- 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: ED Decision 2022/005/R, AMC and GM to Part-CAT — Issue 2,
Amendment 20, AMC and GM to Part-SPA — Issue 1,
Amendment 11, Commission Regulation (EU) No 965/2012

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jakub Hospodka, Ph.D.**
Ing. Petr Nováček

Datum zadání diplomové práce: **15. července 2022**
(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: **30. listopadu 2023**

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



.....
doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy

.....
prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....
Bc. Tomáš Panenka
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 16. května 2023

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří se podíleli na psaní této práce. Zvláštní dík patří vedoucím, jmenovitě panu doc. Ing. Jakobovi Hospodkovi, Ph.D. a panu Ing. Petrovi Nováčkovi za věcné rady a připomínky i věnovaný čas a trpělivost při konzultacích. V neposlední řadě bych rád poděkoval mým rodičům, blízké rodině a přátelům za neustálou mentální i materiální podporu, díky které bylo celé studium i psaní této práce o mnoho snazší.

Prohlášení

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

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).

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

V Praze dne 29. listopadu 2023



Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Zavedení nové palivové politiky do provozu letecké společnosti

Diplomová práce

listopad 2023

Tomáš Panenka

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Zavedení nové palivové politiky do provozu letecké společnosti“ je analýza nových požadavků předpisu týkajících se palivových programů a implementace vhodného palivového programu do provozu letecké společnosti.

ABSTRACT

Subject of master thesis „New Fuel Policy Implementation into Service of an Airline“ is analysis of new legal requirements regarding fuel schemes and implementation of suitable fuel scheme into service of an airline.

KLÍČOVÁ SLOVA

Palivový program, Základní palivový program s odchylkami, Program sledování spotřeby, Palivo pro nepředvídané okolnosti, ETN, Mimořádné palivo, SkyBreathe, Provozní letový plán, Deviace, Analýza, Sběr dat

KEY WORDS

Fuel scheme, Basic fuel scheme with variations, Fuel Consumption Monitoring Program, Contingency fuel, ETN, Extra fuel, SkyBreathe, Operational Flight Plan, Deviation, Analysis, Data collection

Obsah

Obsah.....	5
Seznam použitých zkratk	6
1 Úvod.....	8
2 Předpis a jeho požadavky.....	10
2.1 Historie	10
2.2 Implementované změny.....	12
2.3 Základní palivový program.....	13
2.4 Základní palivový program s odchylkami a metody snížení paliva	15
2.5 Individuální program	19
2.6 Plánovací minima	21
3 Požadavky společnosti a výběr programu.....	24
3.1 Srovnání jednotlivých programů.....	24
3.2 Požadavky společnosti	28
4 Implementace základního programu s odchylkami.....	29
4.1 Sběr dat.....	29
4.2 Vyhodnocování koeficientu spotřeby	31
4.3 Program pro sledování spotřeby.....	32
4.3.1 SkyBreathe.....	33
4.3.2 Nadefinování sledované hodnoty.....	36
4.3.3 Vytvoření stránek pro analýzu	42
4.3.4 Pravidelná a nepravidelná analýza	53
4.4 Nápravná opatření a změny provozního plánu.....	57
4.5 Sledování mimořádného paliva.....	59
4.6 Schválení programu a provoz	61
5 Závěr	63
6 Zdroje	66
7 Seznam příloh	68

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Význam	Český význam
ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System	Systém pro posílání krátkých zpráv mezi letadly a pozemními stanicemi
AIMS	Airline Information Management System	Systém pro řízení letecké společnosti a šíření informací
Air OPS	Air Operations	Předpis 965/2012 – pravidla pro provoz letecké dopravy
AMC	Acceptable Means of Compliance	Přijatelné způsoby průkazu
APU	Auxiliary Power Unit	Pomocná motorová jednotka
B737	Boeing 737	Boeing 737
CAT	Commercial Air Transport Operation	Požadavky na provozovatele komerční letecké dopravy.
CDL	Configuration Deviation List	Seznam závad na draku a mechanizaci se kterými je dovoleno za daných podmínek letět
DA/H	Decision Altitude / Height	Výška rozhodnutí
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
ED Decison	Executive Director	Evropský dohledový orgán
ETN	Enroute Tracking Number	Číslo pro určení závažnosti deviace
ETOPS	Extended-range Twin-engine Operations Performance Standards	Podmínky, za kterých mohou být dvumotorová dopravní letadla provozována na tratích, kde se letoun v určitém bodě ocitne ve vzdálenosti větší než 60 minut letu od nejbližšího letiště.
EU	European Union	Evropská unie
FL	Flight Level	Letová hladina
FRF	Final Reserve Fuel	Konečná zásoba paliva
ft	feet	stopy
GM	Guidance Material	Výkladový materiál
ILS	Instrument Landing System	elektronický přístrojový přistávací systém
JFK	John F. Kennedy airport	Letiště Johna F. Kennedyho
LNAV	Lateral Navigation	Horizontální vedení letounu po trati
MAX	B737 version	Označení nejnovější verze letounu Boeing 737
MDA/H	Minimum descent altitude / height	Minimální nadmořská výška pro klesán
MEL	Minimum Equipment List	Seznam minimálního vybavení v letounu
N1	Low pressure engine spool	Procento maximálních otáček nízkotlaké části motoru
NG	New Generation	Nová generace – označení starší verze letounu Boeing 737
NM	Nautical mile	Námořní míle
NOP	Network operations portal	Portál společnosti Eurocontrol pro šíření aktuálních dat o provozu
NOTAM	Notice to Airmen	Informace pro letové posádky

Zkratka	Význam	Český význam
OFP	Operational Flight Plan	Provozní letový plán
OOOI	Out Off On In	Zprávy s časy vyjetí ze stojánky, vletu, přistání a přistavení ke stojánce
PET	Performance Engineering Tool	Software společnosti Boeing pro vyhodnocování údajů o výkonu a spotřebě
PPS	Flight planning software	Software pro generování provozních letových plánů
RCF	Reduced contingency fuel	Metoda snížení paliva pro nepředvídané okolnosti
RNP	Required Navigation Performance	Požadovaná navigační výkonnost – standard definovaný organizací ICAO
SCR	Stable cruise report	Data z palubních zapisovačů z cestovní fáze letu
SID	Standard instrument departure	Označení pro standartní přístrojový odlet
STAR	Standard instrument arrival	Označení pro standartní přístrojový přílet
TAF	Terminal Area Forecast	Letištní předpověď
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců, nebo třípísmenné kódové označení letiště
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
VNAV	Vertical Navigation	Vertikální vedení letounu

1 Úvod

Palivo je do dnešní doby součástí každého letu v obchodní letecké dopravě. Dlouhou dobu bylo uhlovodíkové palivo jediným uvažovaným zdrojem energie pro všechna motorová letadla, ale v poslední době se začínají objevovat koncepty a prototypy různých letadel využívající alternativní pohony, jako jsou třeba letouny nesoucí nádrže se zkapalněným vodíkem. A i přesto, že výroba paliva prošla za historii letectví dlouhým vývojem, věřím, že plánování jeho množství zaznamenalo stejně velký pokrok.

Z počátku letectví bylo na množství paliva na palubě nahlíženo spíše způsobem „čím více, tím lépe.“ To zejména z důvodu, že celé odvětví nebylo na tak vysoké úrovni, na které je dnes, například co se týká technologií, standardních postupů a výcviku. Vzhledem k nižší úrovni bezpečnosti v tehdejší době poskytovalo vyšší množství paliva více času na řešení různých problémů a tím pádem mohlo pomoci překonat jiné nedostatky. V průběhu času a zejména pak s příchodem informačních technologií a zdokonalování celého procesu plánování a průběhu letu se začalo na množství paliva nahlížet i z pohledu efektivity, jelikož bylo zřejmé, že pokud na palubě není převáženo zbytečně velké množství, je možné průběžně ušetřit relativně velký objem paliva a tím i snížit náklady.

V roce 2015 byla provedena studie velkého amerického leteckého dopravce. Její závěry ukázaly, že průměrně je na každém letu spáleno 4,48 % celkového množství paliva jen z důvodu převážení nevyužitého paliva. Dále je 1,04 % paliva na každém letu páleno kvůli plánování vyššího než adekvátního množství paliva pro nepředvídané okolnosti. Tato studie odhalila, že díky jednoduchým úpravám procesu plánování, které mají zanedbatelný vliv na bezpečnost letu je možné ročně zabránit emisím 338 mil. liber (cca. 153 mil. kg) CO₂, což odpovídá ekvivalentu 4760 letů středně velkého dopravního letounu. [15]

Tato práce se zaměřuje na nové požadavky kladené na letecké dopravce vydané agenturou EASA provozující letouny v komerční letecké dopravě. Předmětem práce nejsou změny v předpisu pro vrtulníky, ale pouze změny týkající se provozu letounů. Nový předpis rozděluje varianty plánování paliva do tří možných stupňů, v rámci kterých se postupně zvyšují nároky kladené na dopravce a s nimi i narůstají možnosti redukování minimálního množství paliva. V nových pravidlech je umožňováno využití moderních technologií za účelem udržování stejné nebo vyšší úrovně bezpečnosti při redukování minimálního množství paliva, z čehož plynou úspory na nákladech a snížení negativního dopadu na životní prostředí. Předpis také vytváří prostor pro využívání nových systémů pohonu a začíná se zde objevovat pojem palivo / energie. [1]

Teoretická část práce je zaměřena na historii vzniku nového předpisu, následně jeho analýzu a popis jednotlivých metod, které mohou dopravci napomoci šetřit palivo. V úvodní části jsou probírány studie, názory začleněných stran a vývoj, který vedl k vytvoření palivových programů a celého balíku nových pravidel. Následně jsou zde vypsány změny související s předmětem této práce se zaměřením na PART – CAT. Důraz je dáván na rozdíly mezi jednotlivými palivovými programy. S novou palivovou politikou úzce souvisí i nová plánovací minima, které se nově odvíjí od zvoleného palivového programu, a proto jsou v teoretické části také probírány.

V úvodu praktické části jsou rozlišovány palivové programy z hlediska vhodnosti pro různé letecké společnosti. Jsou zde popsány jejich výhody a nevýhody. V nejobsáhlejším úseku praktické části je popsán proces implementace základního palivového programu s odchylkami. V práci je probíráno využití dostupného softwaru a hardwaru společnosti, zejména pak platformy SkyBreathe pro účely programu sledování spotřeby. Můžeme zde najít detailní popis vytváření a využívání různých funkcí pro kategorizaci letů a analýzu příčin zvýšené spotřeby paliva.

Téma práce jsem si vybral z důvodu, že mne vždy zajímal proces letové přípravy a plánování paliva je jeho nedílnou součástí. Problematika využití informačních technologií za účelem zpřesnění plánování, úspory nákladů a snížení zátěže životního prostředí mi přijde velmi zajímavá, přínosná a považuji ji za další krok vpřed v letectví.

2 Předpis a jeho požadavky

V roce 2021 vyšlo Nařízení (EU) 2021/1296 upravující předpis 965/2012. Veškeré změny vstoupily v platnost v říjnu roku 2022 a nesou se v duchu větší různorodosti a flexibility způsobů plánování paliva dohromady s novým náhledem na to, co můžeme chápat pod pojmem palivo. [1] [2] [5]

Jednou ze změn je zakomponování termínu „energie“ do legislativy. Důvodem je příprava předpisu na následnou implementaci alternativních pohonů, které by do budoucna mohly sloužit místo současně využívaných fosilních paliv. V předpisu se tedy setkáváme často se spojením „palivo/energie“, které značí otevřené dveře novým pohonům, zároveň však reflektuje realitu užívání standardních uhlovodíkových sloučenin. Jelikož je tato práce cílená na implementaci nové politiky dopravce provozující letouny se standardními proudovými motory bude zde zmiňován pouze pojem palivo, který představuje standardní letecký petrolej typu Jet A1, Jet B apod. [1] [2] [3] [4] [5]

Pro účely práce významnější úpravy se týkají nových způsobů plánování a monitorování paliva a řady dalších změn v nárocích na postupy letecké společnosti. Důvodem je zejména zvýšení bezpečnosti a snížení rizika, že letoun přistane s množstvím paliva menším, než je tzv. FRF (Final Reserve Fuel) neboli koncová zásoba paliva. Dále předpis vytváří větší prostor pro využití moderních technologií za účelem zvýšení efektivity, snížení zátěže na životní prostředí a snížení finančních nákladů. Těchto benefitů je dosaženo snížením minimálního paliva na palubě letu, což díky snížení celkové hmotnosti vede i k nižší spotřebě. [1] [2] [3] [4]

2.1 Historie

EASA v dokumentu „Opinion No. 02/2020“ začala zmiňovat návrh tzv. „**palivových programů**“ (anglicky Fuel schemes). Palivový program je definován jako souhrn pravidel, které v sobě reflektují vztahy mezi: **plánovaným palivem, řízením paliva za letu a výběrem vhodných letišť**. Koncept palivových programů plyne z rozsáhlé analýzy vztahů mezi výše definovanými položkami. [4]

Dle agentury EASA jsou vztahy mezi jednotlivými položkami následující:

- **Plánované palivo – výběr letiště:** Tyto dvě položky jsou na sobě závislé a jedna vyplývá z druhé tzn. plánované palivo je závislé na výběru letišť a dle provedené analýzy rizik musí vyplývat alespoň z vybraných záložních letišť (uvažujeme-li neměnné letiště odletu a destinaci), zároveň výběr letišť vyplývá z množství paliva, které na daný let můžeme použít. [4]
- **Řízení paliva za letu – plánované palivo/výběr letiště:** Pro tento případ EASA využila závěry několika incidentů, kdy letoun přistál nebo mohl přistát s

množstvím paliva menším, než je koncová zásoba paliva. Studie naznačuje, že uspokojivého výsledku bylo dosaženo v případech, kdy docházelo k efektivnímu řízení paliva za letu posádkou za podpory pozemních zaměstnanců (dispečerů). Výsledky studie tohoto vztahu byly rozděleny na následující body: [4]

- Situace špatně naplánovaného paliva / nesprávně vybraných letišť bude muset být řešena za letu aplikováním adekvátních postupů řízení paliva za letu.
- Dobře naplánované palivo a vhodně zvolená letiště samy o sobě negarantují bezpečné provedení letu.
- Kombinace dobrého plánování paliva a nedostatečného řízení paliva za letu může vyústit v nebezpečnou situaci z hlediska paliva.
- Naproti tomu kombinace nesprávného plánování paliva a adekvátního řízení paliva za letu bude mít pravděpodobně bezpečný výsledek, při kterém letoun přistane na záložním letišti.

[4]

Na základě těchto výsledků byly navrženy a diskutovány tři možné varianty, jak nakládat s výstupy zmíněných analýz. [4]

- a) Nedělat nic a zachovat tak stávající předpisy.
- b) Provést menší změny v předpisu, které by umožňovaly minimální redukci množství spáleného paliva.
- c) Vytvořit pravidla založená na statistické analýze, která budou reflektovat výkonnost a úroveň daného operátora a jeho dozorujícího úřadu. Díky tomu budou tato pravidla více „šitá na míru“ jednotlivým dopravcům a umožní zvýšenou flexibilitu a efektivitu plánování paliva při udržování alespoň stejné úrovně bezpečnosti. [4]

Z multikriteriální analýzy vyšla možnost **c)** jako preferovaná a na základě toho i začaly být vytvářeny návrhy změn v předpisu 965/2012. Jelikož všichni provozovatelé komerční letecké dopravy nemají stejné dispozice z hlediska technologií, personálu a postupů vytvořila EASA návrh tří možností, jak bude moci provozovatel postupovat. [4]

- Dodržovat již platná pravidla popsaná v Air OPS.
- Implementovat variace, které jsou již vytvořeny nebo budou vytvořeny v rámci evropských regulací (3% contingency apod.).
- Vytvořit si individuální palivové schéma, které bude přímo šité na míru daného dopravce, bude reflektovat úroveň dopravce a dozorujícího úřadu a bude mít největší potenciál šetřit palivo.

[4]

Návrh počítal s tím, že čím bude palivové schéma více přizpůsobené danému dopravci a mít větší potenciál šetřit palivo, tím větší budou na samotného dopravce a dozorující úřad kladeny nároky z hlediska postupů, personálu a technologií tak, aby byla zajištěna stejná úroveň bezpečnosti. [1] [2] [3] [4]

2.2 Implementované změny

Během několika let tak byly se všemi zúčastněnými stranami (aliance leteckých společností, zástupci letišť, národní úřady, ...) diskutovány konkrétní způsoby, jak celý koncept aplikovat do reality. Jak již bylo zmíněno, v roce 2021 vyšlo Nařízení (EU) 2021/1296. Následně v březnu roku 2022 vyšlo tzv. ED Decision neboli rozhodnutí Evropského dohledového orgánu s označením 2022/005/R, které doplňuje změny v předpisu o tzv. AMC (Acceptable Means of Compliance) a GM (Guidance Material), jenž pomáhají jednotlivým subjektům pochopit a implementovat jednotlivé změny předpisu, nejsou však nijak závazné a není třeba se jimi řídit. Předpis nabyl účinnosti v říjnu roku 2022. Největší změny se odehrály v **PART-CAT**, vychází z nich cíl této práce a zároveň se na ně odkazují další PARTy, proto je teoretická část zaměřená na tuto část předpisu. Pro účely práce budu využívat změny popsané v rámci AMC a GM z důvodu větší srozumitelnosti a přehlednosti. [1] [2] [3] [12]

Meteorologické informace – Jako první jsou zde popsány upřesněné požadavky na zdroj a formát meteorologických informací. V zásadě předpis rozděluje 2 typy: meteorologické informace, které jsou nezbytnou součástí dokumentace pro každý let a jsou na ně kladeny požadavky dle Nařízení (EU) 2017/373 a dodatečné meteorologické informace, které musí být založeny na datech z certifikovaných zdrojů nebo musí být provozovatelem ověřena jejich správnost a poté mohou nahradit za konkrétních podmínek meteorologické informace z ověřených zdrojů. [3]

Uvedeno je zde také rozdělení letišť z hlediska počasí. „Dostačující letiště“ je vhodné záložní letiště bez ohledu na panující povětrnostní podmínky, naopak „letiště za přípustného počasí“ je vhodné adekvátní letiště s ohledem na povětrnostní podmínky. [1] [2] [3]

Dále jsou zde malé rozlišení v požadavcích na OFP. Nové AMC uvádí, že by do letového plánu měly být kromě plánovaných a aktuálních časů přeletů přes jednotlivé body zaznamenávány i revidované časy (v případě zkrácení, změny rychlosti apod.) Dále jsou zde požadavky na kontrolu každé aktualizace plánovacího softwaru. V neposlední řadě předpis požaduje i uvádění veškerých záložních letišť (včetně záložního letiště pro vzlet) do provozního letového plánu již při přípravě, nikoliv dopsáním letovou posádkou. [1] [2] [3]

Největší změnou je však zavedení palivových programů. Ty vycházejí z třech navržených variant, jak může provozovatel postupovat, popsaných dříve v této práci. Každý program klade

odlišné požadavky na provozovatele z hlediska analýzy dat, dohledu a řízení paliva a každý provozovatel musí mít schválený jeden z palivových programů příslušným úřadem (např. v České republice se jedná o Úřad pro civilní letectví – ÚCL). [1] [2] [3] [11] [12]

2.3 Základní palivový program

První ze zmíněných programů je tzv. základní palivový program. Tento program víceméně nemá žádné nové požadavky na provozovatele, avšak mu zároveň poskytuje nejmenší možnost redukce plánovaného paliva. Minimální palivo v rámci základního palivového programu je definováno následovně: [1] [3] [6] [11] [12]

- Palivo pro pojiždění
 - Veškeré palivo, které je spotřebováno před vzletem;
 - měl by se brát ohled na lokální podmínky letiště odletu a brát v potaz i palivo spotřebované provozem APU.
- Traťové palivo
 - Palivo pro vzlet a dosažení cestovní hladiny podle plánované / očekávané tratě;
 - palivo od bodu dosažení cestovní hladiny do bodu zahájení klesání včetně všech změn letové hladiny v průběhu letu;
 - palivo od bodu zahájení klesání do bodu zahájení přiblížení (uvažuje se očekávaná příletová trať);
 - palivo pro přiblížení a přistání v destinaci.
- Palivo pro nepředvídané okolnosti by mělo být větší z následujících dvou:
 - 5 % plánovaného traťového paliva nebo 5 % plánovaného traťového paliva pro zbytek letu v případě metody přeplánování za letu (RCF).
 - Palivo pro let 5 minut rychlostí pro vyčkávání ve výšce 1500 ft nad destinací ve standardních podmínkách.
- Náhradní palivo, je-li vyžadováno
 - V případě jednoho plánovaného náhradního letiště:
 - Palivo pro nezdařené přiblížení z příslušné výšky (DA/H nebo MDA/H) na cílovém letišti do výšky nezdařené přiblížení s ohledem na kompletní postup nezdařené přiblížení;
 - palivo pro stoupání z výšky nezdařené přiblížení do cestovní hladiny/výšky s ohledem na předpokládanou trasu odletu;
 - palivo pro let od bodu dosažení cestovní hladiny do bodu začátku klesání vzhledem k očekávané trase;
 - palivo pro klesání do bodu zahájení přiblížení s ohledem k předpokládané trase příletu;
 - palivo pro přiblížení a přistání na náhradním letišti určení.

- V případě dvou plánovaných náhradních letišť je to množství paliva založené na náhradním letišti, které vyžaduje více paliva.
- Dodatečné palivo (je-li vyžadováno druhem provozu) je palivo pro pokračování z nejkritičtějšího bodu v případě náhlé dekomprese, vysazení motoru nebo obou najednou na záložní letiště, následné vyčkávání 15 minut ve výšce 1500 ft nad nadmořskou výškou letiště ve standardních podmínkách a zahájení přiblížení na přistání. Plánuje se zejména při speciálních operacích (např. ETOPS).
- Mimořádné palivo je palivo určené provozovatelem pro případy očekávaných vyčkávání nebo dalších omezení.
- Palivo dle volného uvážení velitele je množství paliva, které si rozhodne velitel letounu vzít navíc nad požadované minimum.

[1] [2] [3] [5]

Jak je již patrné, tak toto rozdělení je velmi podobné tomu z dříve platných předpisů. Jsou zde 3 zásadní rozdíly.

1. **Palivo pro nepředvídané okolnosti již nemůže být sníženo na 3 %.** Jde o specifikum tohoto palivového programu, jelikož samotný program má nejnižší nároky na provozovatele a nepožaduje žádný systém pro sledování spotřeby paliva. Z toho důvodu zde byla odebrána možnost snižovat množství této složky paliva, jelikož větší záloha paliva zajišťuje adekvátní úroveň bezpečnosti i bez systému monitorování spotřeby. [1] [3] [5] [12]
2. **Změna významu mimořádného paliva.** Tímto pojmenováním bylo dříve označeno palivo, které si velitel letounu vzal na palubu nad minimální nebo doporučené palivo (v případě tankeringu). Současné předpisy ho definují jako „*palivo pro zohlednění předpokládaných zpoždění nebo zvláštních provozních omezení.*“ [1] To znamená, že by tato složka měla být přidána na každý let, u kterého je očekávána větší spotřeba z důvodu nějakého zpoždění, nebo jiného omezení. [1] [3] [5] [12]
3. **Nová složka – Palivo dle volného uvážení** Tato složka paliva přejímá starý význam mimořádného paliva a jde tedy o palivo, které se rozhodne přidat velitel letounu. [1] [3]

Základní program kopíruje skladbu palivových složek z dříve platných předpisů, avšak snižuje možnost redukovat plánované minimální palivo. Zároveň přidává novou složku, která slouží k navýšení minimálního množství paliva v případě, že je očekáváno omezení. [1][5]

Hlavním požadavkem pro schválení základního palivového programu je mít systém pro pravidelné vyhodnocování skutečné spotřeby jednotlivých letounů. Je to z toho důvodu, že spotřeba jednotlivých letounů se v čase může měnit od té tabulkové udávané výrobcem. [1] [3][6]

2.4 Základní palivový program s odchylkami a metody snížení paliva

Druhou variantou, kterou si provozovatel může zvolit, je základní palivový program s odchylkami. Jedná se o velmi podobný program jako předchozí, přičemž dané „odchyly“ představují různé možnosti určování plánovaného paliva. [1] [3] [6] [12]

Složky paliva v tomto programu zůstávají stejné jako v tom základním, mění se však jejich možnost výpočtu a množství následujícím způsobem:

Palivo pro pojiždění může být použito statistické. AMC dále nedefinuje žádné požadavky na tuto statistiku. [1] [3]

Palivo pro nepředvídané okolnosti – změny v této složce paliva jsou jedněmi z nejzásadnějších rozdílů mezi tímto a základním palivovým programem. Na rozdíl od něj může tato složka být v rámci základního programu s odchylkami plánovaná jednou z následujících možností:

- Standartních 5 % plánovaného traťového paliva nebo 5 % plánovaného traťového paliva pro zbytek letu v případě metody přeplánování za letu.
- 3 % plánovaného traťového paliva nebo 3 % plánovaného traťového paliva pro zbytek letu v případě metody přeplánování za letu při splnění podmínek metody ERA (metoda s použitím náhradního letiště na trati).
- Množství paliva dostatečné pro 20 minut letu při plánované cestovní spotřebě.
- Statistické palivo pro nepředvídané okolnosti – za podmínky, že provozovatel zajistí dostatek dat pro statistiku porovnání skutečného a plánovaného traťového paliva.
 - Pro tento účel je zapotřebí dvouletý nepřetržitý provoz, během kterého jsou zaznamenávána data pro výpočet statistického paliva pro nepředvídané okolnosti.
 - Druhou možností je monitorování a vyhodnocování pro každou dvojici letišť nebo každý letoun zvlášť. Tímto způsobem se může provozovatel vyhnout požadavku na dva roky dat z provozu v případě, že zaručí dostatečné množství statisticky významných dat.
 - Studie z roku 2022 provedená v rámci 20. ročníku mezinárodní konference informačních a komunikačních technologií a vědomostního inženýrství navrhuje model vypočítávání vyžadovaného množství statistického paliva pro nepředvídané okolnosti. Díky tomuto modelu a vhodnému nastavení intervalu spolehlivosti si může letecká společnost určit prahovou hodnotu maximálního množství paliva pro nepředvídané okolnosti. Takovým způsobem je pak možné maximalizovat efektivitu plánování paliva pro nepředvídané okolnosti při zachování požadované míry bezpečnosti.

- Vždy však musí být množství paliva pro nepředvídané okolnosti alespoň stejné jako palivo pro let 5 minut rychlostí pro vyčkávání ve výšce 1500 ft nad destinací ve standardních podmínkách.

[1] [2] [3] [6] [12] [14]

Jak je již zřejmé, tak většina zmíněných odchylek se týká možností, jak plánovat palivo pro nepředvídané okolnosti. Díky těmto odchylkám se dá následně snížit tato složka, a tudíž i snížit celkové minimální množství paliva pro daný let. Aby však byla zajištěna alespoň stejná úroveň bezpečnosti, klade tento program na provozovatele následující nároky:

- Disponovat vhodným počítačovým systémem pro plánování letů. Zároveň by tento systém měl být testován z pohledu kvality a funkčnosti po každé aktualizaci. Mělo by být zaručeno, že tyto aktualizace nijak neovlivní výsledný produkt.
- Mít zavedený systém pro pravidelné vyhodnocování spotřeby jednotlivých letounů – stejně jako tomu je u základního palivového programu.
- Zavést do provozu program sledování spotřeby, který bude schválený příslušným úřadem. Tento program by měl vycházet ze statistických dat a sledovat, zda je plánované palivo dostatečné. AMC a GM dále navrhuje vytvoření tohoto programu na základě dvojic letišť vzletu a určení.
- Zavedené postupy pro sledování průběhu letu, zejména pro sledování množství paliva.
- Schválený provoz za nízké dohlednosti (v případě, že chce využívat plánovací minima s menší bezpečnostní rezervou).

[1] [3] [6] [12]

Tento program nejvíce odpovídá možnostem plánovat palivo z dříve známých předpisů. Hlavními rozdíly jsou vyšší nároky, jimiž EASA klade větší důraz na bezpečnost při plánování paliva a také vyzdvihuje využívání moderních technologií sledující reálné hodnoty z provozu. EASA však zachovává jednotlivé metody ke snižování plánovaného paliva. Důvodem k tomuto kroku je pravděpodobně dobré povědomí a zvyk takto palivo plánovat. Dále tyto způsoby stále poskytují jistou záruku bezpečnosti, jelikož je letecké společnosti často využívají a tím pádem znají benefity a úskalí každého z nich. [1] [3] [5]

První metoda, pomocí které lze snížit palivo je nazvaná „ERA“ neboli metoda s využitím náhradního letiště na trati. Pomocí ní, lze plánované palivo pro nepředvídané okolnosti snížit z 5 % na 3 % traťového paliva. Aby byla zajištěna stejná úroveň bezpečnosti jako při standardním plánování, je třeba určit vhodné náhradní letiště na trati pro případ, že množství na palubě ve stanovený moment nebude dostatečné pro pokračování v letu. Náhradní letiště musí splňovat následující podmínky: [1] [3] [5]

- Jedná se o „náhradní letiště, na kterém letadlo bude moci přistát, jestliže je na trati potřeba provést diverzi letu.“ (cit. z předpisu L8168).
- Musí se nacházet v kruhu s poloměrem rovným 20 % celkové délky letu, střed tohoto kruhu se nachází 25 % celkové délky letu od destinace nebo 20 % celkové délky plus 50 NM, cokoliv je větší. Všechny tyto vzdálenosti se počítají bez ohledu na vítr.
- Musí být uvedeno v provozním letovém plánu.
- Splňuje požadavky na počasí z pohledu plánovacích minim pro náhradní letiště.

[1] [3] [5]

Tuto metodu, v případě, že je potřeba, je možno kombinovat s další metodou s označením RCF neboli postup pro snížení paliva pro nepředvídané okolnosti. Nejčastější využití metody RCF je zejména při hraničním doletu nebo omezení z hlediska výkonnosti letounu. Tato metoda využívá mezilehlého letiště, na kterém je možné přistát za účelem doplnění paliva v případě, že není možné pokračovat do obchodní destinace. Mezilehlé letiště je označeno jako „Destinace 2“ a platí pro něj stejné podmínky, jakožto pro standartní destinaci, včetně požadavku na náhradní letiště. V rámci této metody je pomocí počítačového plánovacího systému určen bod rozhodnutí, na kterém se posádka rozhodne, zda pokračovat do obchodní destinace („Destinace 1“), nebo na mezilehlé letiště za účelem doplnění paliva („Destinace 2“).

[3] [5]

Palivo pro let je pak větší z následujících dvou:

a. Palivo pro let do Destinace 1, obsahující:

- Palivo pro pojíždění;
- traťové palivo do obchodní destinace přes bod rozhodnutí;
- palivo pro nepředvídané okolnosti, počítané jako alespoň 5 % z části traťového paliva z bodu rozhodnutí do obchodní destinace;
- náhradní palivo (nemusí být, pokud je očekávaná doba letu z bodu rozhodnutí do obchodní destinace kratší než 6 hodin);
- konečnou zásobu paliva;
- dodatečné palivo;
- mimořádné palivo v případě očekávaných zpoždění, nebo jiných omezení;
- palivo dle volného uvážení velitele letounu.

[1] [3] [5]

b. Palivo pro let do Destinace 2, obsahující:

- Palivo pro pojiždění;
- traťové palivo na mezilehlé letiště přes bod rozhodnutí;
- palivo pro nepředvídané okolnosti, počítané jednou z variant popsaných výše v této kapitole z traťového paliva z letiště odletu na mezilehlé letiště;
- náhradní palivo (pokud je vyžadováno – nemusí být, pokud jsou splněny podmínky pro let bez náhradního letiště určení);
- konečnou zásobu paliva;
- dodatečné palivo;
- mimořádné palivo v případě očekávaných zpoždění, nebo jiných omezení;
- palivo dle volného uvážení velitele letounu.

[1] [3] [5]

Třetí metodou, kterou lze v konkrétních situacích dosáhnout lepšího doletu je metoda s využitím bodu posledního návratu. Ta je pro dopravce výhodná, pokud nelze mít na palubě dostatek paliva pro let do destinace a následně ještě na náhradní letiště. Tato metoda se využívá například při letu na izolované letiště. [1] [3] [5]

To je definováno jako letiště, ke kterému nelze, nebo není výhodné, vybrat vhodné náhradní letiště určení. V takovém případě musí být pro letouny s turbínovými motory v okamžiku příletu na palubě dostatek paliva na 2 hodiny za normální traťové spotřeby. Do tohoto paliva se již započítává konečná zásoba paliva. [1] [3] [5]

Pokud tedy chce provozovatel operovat lety na izolované letiště, je třeba určit bod posledního návratu pomocí počítačového systému a na let plánovat alespoň takové množství paliva, které je větší než: [1] [3] [5]

• Palivo pro let do destinace obsahující:

- Palivo pro pojiždění;
- traťové palivo pro z letiště odletu do destinace přes bod posledního návratu;
- palivo pro nepředvídané okolnosti počítané dle palivového programu;
- dodatečné palivo, pro alespoň 2 hodiny normální traťové spotřeby nad destinací včetně konečné zásoby paliva;
- mimořádné palivo v případě očekávaných zpoždění, nebo jiných omezení;
- palivo dle volného uvážení velitele letounu.

- **Palivo pro let na náhradní letiště po trati obsahující**
 - Palivo pro pojíždění;
 - traťové palivo pro let z letiště odletu na náhradní letiště po trati přes bod posledního návratu;
 - palivo pro neočekávané okolnosti počítané dle palivového programu;
 - dodatečné palivo, pro let 30 minut vyčkávací rychlostí v 1500 stopách nad nadmořskou výškou náhradního letiště ve standartních podmínkách. Toto množství nesmí být menší než konečná zásoba paliva;
 - mimořádné palivo v případě očekávaných zpoždění, nebo jiných omezení;
 - palivo dle volného uvážení velitele letounu.

[1] [3] [5]

Základní program s odchylkami, dle mého názoru, představuje variantu, která bude nejčastěji využívaná největší částí leteckých společností, jelikož víceméně kopíruje zaběhlé standardy a neklade na dopravce příliš vysoké nároky.

2.5 Individuální program

Pokud by nějaký provozovatel chtěl palivový program, který co nejlépe reflektuje jeho provoz, může využít třetí varianty popsané v předpisu. Jedná se o individuální palivový program. V rámci něj je možné si nadefinovat vlastní skladbu paliva, jeho množství apod. Vzhledem k tomu, že tento program bude co nejvíce přizpůsobený operovaným letům tohoto dopravce a zároveň se nejvíce spoléhá na využití moderních technologií a statistiky, má největší potenciál ke snížení minimálního množství paliva, avšak představuje také nejnáročnější variantu z hlediska implementace a každodenního provozu. Další bezespornou výhodou je, že provozovatel, který implementuje tento program, se nemusí nijak vázat na konvenční složky paliva ani různé metody, takže to ve výsledku může při dobře provedené implementaci znamenat i celkové zjednodušení pro koncové uživatele, zejména pak pro pracovníky, kteří připravují provozní letové plány a pro letové posádky, které je používají pro monitorování letů.

[1] [3] [5]

Požadavky pro schválení by se daly shrnout do následujících kategorií:

Sběr a zpracování dat

Jelikož je individuální program z jmenovaných tří možností nezávislejší na relevantních datech a statistice, klade na ně také ty nejpřísnější požadavky. AMC požaduje statisticky významnou databázi, která bude vytvořena z alespoň dvou let nepřetržitého provozu. Dále musí být sbírána průběžná data pro použití v programu sledování spotřeby. Proces sbírání dat musí být transparentní a u dat musí být pravidelně ověřována, zda splňují požadovaná kritéria. Je

zapotřebí data následně normalizovat tak, aby mohla být použita pro průběžnou statistiku. V neposlední řadě je nutné vyhodnocovat průběžně údaje o spotřebě založené jak na údajích o konkrétních letounech, jako u zbylých programů, tak na dvojicích letišť. Dále je třeba zřídit program sledování spotřeby, který však pro základní palivový program s odchylkami musí být založený na ukazatelích výkonnosti v bezpečnosti popsaných níže. [1] [3]

Požadavky na bezpečnost

Provozovatel by měl před zavedením individuálního programu provést bezpečnostní analýzu všech hrozeb spojených s používáním individuálního palivového programu. Do této analýzy by měly být zahrnuty faktory jako dostupné pozemní a palubní vybavení, spolehlivost meteorologických dat a předpovědi počasí, typ a kvalita poskytovaných služeb řízení letového provozu apod. Na základě toho by měl být navrhnout palivový program, resp. rozsah výchyly od základního palivového programu. Dále by měly být navrhnuty ukazatele výkonnosti v bezpečnosti (např. situace, kdy bylo vyhlášeno minimální palivo, nouzové situace, sledování rozdílu plánovaného a skutečného traťového paliva apod.). Tyto ukazatele musí schválit příslušný úřad a provozovatel musí zřídit proces průběžného dohledu nad bezpečností a proces identifikace a řízení bezpečnostních rizik. Provozovatel musí průběžně informovat úřad o plnění cílů v rámci bezpečnosti. V případě, že bude přesažena hranice u konkrétního ukazatele, musí provozovatel identifikovat problém a navrhnout patřičné opatření. [1] [3]

Požadavky na personál a vybavení

Provozovatel musí při schvalování prokázat, že pro individuální program má adekvátně vycvičený a kompetentní personál, který dodržuje zavedené standardní postupy a že tyto postupy podporují fungování programu. Zároveň musí být prokázáno, že je monitorována efektivita postupů, výcviku a všech procesů. Provozovatel musí pro plánování využívat počítačový systém plánování letů, který využívá dat konkrétních letounů a ověřených meteorologických dat. Dále musí provozovatel využívat palubní systém pro predikci paliva. Pro schválení programu je také nutné oprávnění létat za podmínek nízké dohlednosti včetně přiblížení RNP do VNAV minim. Za účelem výběru možnosti přistání musí mít posádka dva různé způsoby komunikace se zemí a systém pro průběžné prověřování různých letišť, kde je možné přistát a zároveň musí být schopná komunikovat s pozemním personálem za účelem výměny důležitých informací. Pro prověření různých možností přistání je nutno mít aktuální informace o pozemním i palubním vybavení. Zároveň by měly být zpracovány postupy pro případ minimálního paliva anebo nouzové situace související s palivem. [1] [3]

Výše je pouze částečný výčet různých požadavků, pro schválení individuálního programu. Úplný přehled lze najít v CAT.OP.MPA.180, avšak již ze současného výčtu je pravděpodobně jasné, že proces implementace a schvalování takového programu je velmi složitý nejen pro

provozovatele ale i pro dozorující úřad. Proto předpis navrhuje variantu, kdy provozovatel si může nechat schválit program pouze pro určitou oblast svého působení (například pouze pro flotilu jednoho typu letounů) a průběžně ho rozšiřovat na celé portfolio operací. [1] [3] [5]

Obecně bych řekl, že daný program je vhodný pro velké provozovatele s dostatkem zaměstnanců a vybavení. Program jako takový je, dle mého názoru, největším krokem vpřed pro využití moderních technologií s cílem úspory paliva.

2.6 Plánovací minima

Další poměrně velkou změnou, která se objevila v novém předpisu, je změna plánovacích minim. Tato problematika úzce souvisí s plánováním paliva. Je to z toho důvodu, že plánovací minima ovlivňují výběr náhradních letišť (platí i pro izolovaná letiště), který pak přímo působí i na množství plánovaného paliva. Dalo by se zjednodušeně říci, že čím nižší bezpečnostní rezervu nám minima umožní, tím více záložních letišť můžeme v případě předpokládané nízké viditelnosti využít a díky tomu je možné snížit množství náhradního paliva, a tudíž i šetřit palivo. Plánovací minima jsou aplikovatelná pro náhradní letiště a pro izolovaná letiště. [1] [3] [5]

Předpis zde již využívá nové označení a kategorizaci přiblížení. Nová přiblížení se tak z pohledu plánovacích minim rozdělují na 3 typy:

1. **Přiblížení typu A** je to, jehož výška rozhodnutí nad prahem dráhy (DH) je 250 stop nebo vyšší.
2. **Přiblížení typu B** je to, jehož výška rozhodnutí nad prahem dráhy (DH) je nižší než 250 stop.
3. **Přiblížení okruhem**, jehož označení zůstává stejné.

[1] [3] [5] [13]

Pozn.: Výška rozhodnutí je kromě dalších faktorů ovlivněna zejména systémovými minimy daného zařízení a okolním terénem. Tato kategorizace však počítá pouze s výslednou výškou rozhodnutí. Tudíž pokud je výsledná výška rozhodnutí pro zařízení ILS ovlivněna překážkami a je vyšší než 250 stop, už se jedná o přiblížení typu A, i když se s přiblížením pomocí systému ILS nejčastěji setkáme jako s přiblížením typu B. [3]

Dále také předpis rozeznává rozdělení na 3D a 2D přiblížení. Zjednodušeně závisí na tom, zda dané přiblížení poskytuje, kromě laterálního, i vertikální vedení. [1] [3]

Dalším důvodem, proč jsou plánovací minima důležitá pro tuto práci je jejich závislost na zvoleném palivovém programu. V zásadě platí princip, že čím větší požadavky daný program na provozovatele klade z hlediska postupů a technologií, tím menší bezpečnostní rezerva na meteorologické podmínky může být plánována. Minima jsou tedy rozdělena následovně podle palivových programů:

Minima pro základní palivový program

Typ přiblížení	Výška základny nejnižší význačné oblačné vrstvy (základna oblačnosti, nebo vertikální viditelnost)	Dráhová dohlednost (RVR)/ dohlednost (VIS)
Přístrojové přiblížení typu B	DA/H +200 stop	RVR/VIS + 800 m
Přístrojové přiblížení typu A	DA/H nebo MDA/H + 400 stop	RVR/VIS + 1 500 m
Přiblížení okruhem	MDA/H + 400 ft	VIS + 1 500 m

Tabulka 1 Plánovací minima pro základní palivový program [3]

Minima pro základní palivový program s odchylkami

Plánovací minima pro základní palivový program s odchylkami se dále dělí na dvě podkategorie v závislosti na tom, zda má provozovatel schválený provoz za nízké viditelnosti.

V případě, že nemá, tak tabulka vypadá následovně: [3]

Typ přiblížení	Výška základny nejnižší význačné oblačné vrstvy (základna oblačnosti, nebo vertikální viditelnost)	Dráhová dohlednost (RVR) / dohlednost (VIS)
Přístrojové přiblížení typu B	DA/H +200 stop	RVR/VIS + 550 m
3D Přístrojové přiblížení typu A založené na zařízení se systémovými minimy 200 stop, nebo méně	DA/H nebo MDA/H (podle toho co je vyšší) + 200 stop	RVR/VIS (podle toho co je vyšší) + 800 m
Dva a více použitelných přístrojových přiblížení typu A založených na různých navigačních prostředcích	DA/H nebo MDA/H (podle toho co je vyšší) + 200 stop	RVR/VIS (podle toho co je vyšší) + 1 000 m
Jiné přiblížení typu A	DA/H nebo MDA/H + 400 stop	RVR/VIS + 1500 m
Přiblížení okruhem	MDA/H + 400 ft	VIS + 1 500 m

Tabulka 2 Plánovací minima pro základní program s odchylkami v případě, že provozovatel nedisponuje schválením pro provoz za nízké viditelnosti [3]

Pokud disponuje provozovatel oprávněním k provozu za nízké dohlednosti, vypadá tabulka takto:

Typ přiblížení	Výška základny nejnížší význačné oblačné vrstvy (základna oblačnosti, nebo vertikální viditelnost)	Dráhová dohlednost (RVR) / dohlednost (VIS)
Dvě a více použitelných přiblížení typu B na dvě různé vzletové a přistávací dráhy	DA/H +100 stop	RVR/VIS + 300 m
Jedno přístrojové přiblížení typu B	DA/H +150 stop	RVR/VIS + 450 m
3D Přístrojové přiblížení typu A založené na zařízení se systémovými minimy 200 stop, nebo méně	DA/H nebo MDA/H (podle toho co je vyšší) + 200 stop	RVR/VIS (podle toho co je vyšší) + 800 m
Dva a více použitelných přístrojových přiblížení typu A založených na různých navigačních prostředcích	DA/H nebo MDA/H (podle toho co je vyšší) + 200 stop	RVR/VIS (podle toho co je vyšší) + 1 000 m
Jedno použitelné přiblížení typu A	DA/H nebo MDA/H + 400 stop	RVR/VIS + 1500 m
Přiblížení okruhem	MDA/H + 400 ft	VIS + 1 500 m

Tabulka 3 Plánovací minima pro základní program s odchylkami v případě, že provozovatel disponuje schválením pro provoz za nízké viditelnosti [3]

Výše zmíněná minima jsou zjednodušenou verzí. Předpis pro použití různých hodnot specifikuje další požadavky. Jedním z nich je například, při využívání přiblížení založených na prostorové navigaci, zajistit na letišti určení nebo náhradním letišti jiné přiblížení, které nevyužívá prostorovou navigaci. V předpisu jsou dále definována pravidla pro nakládání s předpovědí větru v kombinaci s kontaminací dráhy. Více je možné dohledat v CAT.OP.MPA.182. [1] [3]

AMC nespecifikuje žádná plánovací minima pro individuální program. Tyto minima pak budou pravděpodobně závislé na navrhovaném systému plánování paliva a bezpečnostních analýzách, které navrhne samotný provozovatel. [3]

3 Požadavky společnosti a výběr programu

Praktická část této práce je zaměřena na aplikování vhodného palivového programu do provozu konkrétního dopravce. Hlavním cílem je vybrat správný program, který kombinuje možnosti a požadavky dopravce a následně jej aplikovat tak, aby ho schválil příslušný úřad. Výběr palivového programu je velmi klíčovým krokem, jelikož z něj vychází všechny další kroky a v případě, že by se v průběhu projevilo, že daný program není vhodně vybrán, musel by celý proces začít od začátku. I proto je důležité nejprve správně nadefinovat možnosti a požadavky letecké společnosti, ve které se palivový program bude aplikovat.

3.1 Srovnání jednotlivých programů

Pro správný výběr programu nejprve shrnu výhody a nevýhody každé ze tří variant a následně porovnáím tyto vlastnosti s požadavky letecké společnosti.

a) Základní palivový program

Tento program představuje nejsnazší variantu s nejmenší možností redukovat plánované palivo. V zásadě se jedná o stejné schéma, které se uplatňovalo v dřívějších předpisech s tím rozdílem, že zde není žádná možnost redukce paliva pro nepředvídané okolnosti. Výhodou však představuje jednoduchost jeho implementace do provozu, jelikož jediný požadavek je na vyhodnocování koeficientu spotřeby paliva pro jednotlivé letouny. [6] [12]

Výhody:

- Garantovaná úroveň bezpečnosti;
- nejjednodušší proces schvalování;
- nízké nároky na personál;
- nejmenší množství sbíraných dat;
- bez nároku na monitoring spotřeby;
- bez nároku na historická data;
- pouze koeficient spotřeby každého letounu.

Nevýhody:

- Nejmenší možnost úspory paliva;
- nejnižší maximální dolet;
- palivo pro pojiždění musí reflektovat aktuální místní podmínky na letišti (je nutné přihlížet na NOTAM, TAF, provoz, předpokládané zpoždění apod.);
- provozovatel má nejmenší přehled o efektivitě plánování paliva.

[6] [12]

Vzhledem k výše uvedeným výhodám a nevýhodám je, dle mého názoru, tento program vhodný zejména pro malé letecké společnosti, které provozují jednotky letounů, jelikož v těchto případech by mohly dodatečné náklady, jako je implementace nových postupů, dodatečný personál, nákup softwaru a hardwaru pro sběr dat a monitoring, převyšovat potenciální úspory na spáleném palivu. Dalším typem společnosti, pro kterou by mohl být program vhodný je ta, která provozuje letouny, které nejsou schopné sbírat velké množství dat. Zejména to jsou starší a menší typy letounů, u kterých by bylo nemožné nebo příliš nákladné takovýto sběr zprovoznit. Dále je výhodou, že pro základní program nejsou potřeba žádná historická data, tudíž by mohl být vhodný i pro nově vznikající společnosti, které časem přejdou na jinou palivovou politiku. Pro tyto společnosti by také mohl být výhodou nejjednodušší a pravděpodobně i nejkratší proces schvalování, jelikož schválení alespoň jednoho programu je podmínkou pro provozování komerční letecké dopravy.

Program naopak není příliš vhodný pro velké provozovatele s již probíhajícím sběrem a vyhodnocováním dat, u kterých úspory na palivu, byť v jednotkách procent, mohou velmi převyšovat náklady na zavedení a provoz zbylých dvou programů. Dále představuje nevhodnou variantu i pro letecké společnosti, které se snaží využít potenciál maximálního doletu svých letounů. Pro tyto společnosti je ve vybraných případech klíčové co nejvíce snížit množství minimálního paliva. Vzhledem k omezeným možnostem v rámci tohoto programu by to mohlo znamenat dodatečné náklady v podobě mezipřistání nebo ušlý zisk z nemožnosti operovat daný let.

Ve shrnutí tato varianta představuje léty prověřený postup plánování paliva, který zajišťuje adekvátní míru bezpečnosti. Může být vhodná pro společnosti, které nijak neomezoval dosavadní způsob plánování paliva, nebo jako „přestupní stanice“ pro nově vznikající společnosti.

b) Základní palivový program s odchylkami

Další možností je implantace základního programu s odchylkami. Odchylky popsané dříve v této práci pomáhají provozovateli šetřit palivo a zvyšovat dolet nebo kapacitu přepravovaného nákladu. Tou pravděpodobně nejvýznamnější odchylkou jsou různé varianty paliva pro nepředvídané okolnosti. Dále je provozovateli v rámci tohoto programu poskytována možnost využití statistického paliva pro pojíždění, což může být značnou výhodou zejména na velkých letištích typu Londýn Heathrow, Paříž Charles de Gaulle, New York JFK, kde není třeba analyzovat pokaždé současné podmínky za účelem plánování paliva pro pojíždění, nebo naopak na malých letištích, kde se stává, že je spotřebována pouze malá část tohoto paliva. Díky statistice je v daných případech možné tuto složku snížit. [3] [6] [12]

Aby i za použití všech těchto variací program zajišťoval stejnou nebo vyšší úroveň bezpečnosti je kromě vyhodnocování koeficientů spotřeby letounů nezbytné navrhnout a uvést do provozu program sledování spotřeby. Jedná se o program, ve kterém provozovatel pomocí posbíraných dat z letounů vyhodnocuje lety, na kterých by mohla spotřeba paliva potenciálně přesáhnout plánované palivo a vytváří adekvátní nápravná opatření. [3] [6] [12]

Výhody (oproti základnímu programu)

- Potenciál zvýšit úroveň bezpečnosti díky vytipování rizikových faktorů ve spotřebě paliva;
- možnost ušetřit palivo pomocí redukce složky paliva pro nepředvídané okolnosti;
- možnost využití statistického paliva pro pojíždění;
- možnost využít metodu RCF;
- větší přehled o spáleném palivu díky programu sledování spotřeby;
- zvýšení maximálního doletu nebo nákladu;
- výhodnější plánovací minima.

Nevýhody (oproti základnímu programu)

- Potřeba vytvořit program pro sledování spotřeby;
- větší zásah do postupů společnosti;
- složitější proces schvalování;
- vyšší nároky na personál, software a hardware pro pravidelný monitoring;
- vyšší nároky na sběr dat.

[3] [6] [12]

Základní program s odchylkami představuje „zlatou střední cestu“ mezi zbylými dvěma možnostmi. Vhodný je, dle mého názoru, pro největší část provozovatelů zejména pak pro ty, kteří už v historii využívali různé metody snížení plánovaného paliva. Program klade zvýšené nároky na personál, postupy, sběr dat a vybavení letecké společnosti. Základní palivový program s odchylkami požaduje vytvoření programu ke sledování spotřeby, ze kterého však společnost může benefitovat v podobě zvýšené bezpečnosti a snížení rizika výskytu situací, při kterých je na palubě nižší než požadované množství paliva. Velmi vhodný je pro společnosti, kterým vyhovuje základní palivové schéma, avšak v různých případech potřebují využít popsané variace pro zvýšení množství nákladu nebo prodloužení doletu, případně chtějí jen využít možnosti mírně snížit plánované palivo. Velkou výhodou jsou nepříliš velké náklady na zavedení oproti individuálnímu programu.

c) Individuální palivový program

Jak je již zřejmé z předchozí části práce, tento program představuje vůbec tu nejkompexnější variantu, kterou si provozovatel může vybrat. Díky tomu však předpis dává provozovateli největší volnost z hlediska pánování paliva a různých postupů. Tato volnost musí být vykompenzována garancí dostatečné úrovně bezpečnosti a kontinuálním sledováním bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že program klade relativně vysoké nároky nejen na provozovatele, ale i na dozorující úřad, je pravděpodobné, že proces implementace a schválení zde bude podstatně delší než u zbylých programů. [6] [12]

Výhody (oproti zbylým programům)

- Plánování paliva nejvíce přizpůsobené danému provozu;
- největší kontrola nad bezpečností a efektivitou;
- nejlepší využití moderních technologií a postupů;
- největší potenciální úspora paliva;
- maximalizace výdělku.

Nevýhody (oproti zbylým programům)

- Požadavek na 2 roky statisticky významných dat;
- nejpřísnější nároky na kvalitu sbíraných dat a jejich zpracování;
- největší náročnost na personál a vybavení;
- úroveň bezpečnosti závislá na ukazatelích výkonosti v bezpečnosti;
- Nejdelší čas a největší náklady na implementaci a provoz

[3] [6] [12]

Individuální program představuje pomyslný vrchol v možnostech spolupráce provozovatele a dozorujícího úřadu za účelem maximalizace efektivity, snížení nákladů a zmírnění negativních dopadů na životní prostředí. Myslím si, že v praxi budou provozovatelé s ambicemi implementovat individuální program nejprve zavádět jednu z jednodušších možností a až následně začnou pracovat na zavedení individuálního palivového programu. Vzhledem k náročnosti a požadavkům, bych si dovolil říci, že implementovat daný program bude výhodné, alespoň ze začátku, pouze pro ty největší dopravce, kteří denně vypraví velké množství letů, a tudíž relativně vysoká investice do zavedení má adekvátní návratnost v podobě ušetřeného paliva, nebo obchodní výhody v možnosti operovat lety, které ostatní společnosti operovat nemohou.

3.2 Požadavky společnosti

Po prozkoumání a nadefinování jednotlivých výhod a nevýhod daných palivových programů jsme se se zástupci letecké společnosti zodpovědnými za implementaci palivového programu sešli za účelem výběru vhodného programu. Dopravce v dané chvíli provozoval cca 40 letounů Boeing 737 NG a MAX. Jedná se o zejména charterovou leteckou společnost, která provozovala své letouny v rámci jednotlivých kontraktů na všech kontinentech a často díky různorodosti svých operací využívala různé metody plánování paliva, jako jsou RCF, 3% palivo pro nepředvídané okolnosti, nebo let na izolované letiště, jak už za účelem úspory, tak zejména s cílem zvýšení maximálního doletu nebo nákladu. I z toho důvodu byl kladen velký důraz na zachování způsobilosti dále takto plánovat palivo.

Z hlediska personálních kapacit bylo oddělení zodpovědné za implementaci palivového programu poměrně vytížené, jelikož bylo třeba najednou zapracovat velké množství změn v předpisu. Tudíž mým úkolem, v rámci této práce, bylo zpracování programu ke sledování spotřeby spolu s dalšími menšími podúkoly, mezitím, co ostatní pracovníci zapracovávali další změny tak, aby vše mohlo být na podzim roku 2022 předáno Úřadu pro civilní letectví v rámci jedné žádosti.

Hardwarové dispozice společnosti odpovídaly standardům v tomto odvětví a již zde byl zaveden proces sběru dat z každého letu. Každý zaměstnanec v kanceláři disponoval počítačem vhodným ke zpracování dat a někteří z nich dohromady se všemi piloty disponují tabletem značky Apple, který obsahuje standardní letecké aplikace.

Co se týče softwaru, společnost pro plánování letů v dané chvíli používala PPS Flight Planning od společnosti Air Support a.s., který generuje letovou dokumentaci (zejména provozní letový plán) jak pro použití v elektronické formě v tabletu, tak ve formátu pro tisk pro zaznamenávání údajů v průběhu letu. Dále byl provozovateli poskytován systém PET (Performance Engineering Tool), jenž umožňuje vyhodnocování koeficientů spotřeby rovněž s dalšími údaji zaměřenými na výkonnost a spotřebu letounu. Pro zpracování dat také využívala společnost program SkyBreathe, který byl v první řadě vytvořen za účelem úspory paliva, avšak ukázalo se, že může být využíván pro mnoho dalších úkolů díky možnosti si definovat vlastní výstupy.

Kvůli relativně malé časové rezervě na schválení palivového programu jsme se také domluvili, že bude vhodnější pracovat již s dostupnými dispozicemi raději, než implementovat nový software a hardware. S přihlédnutím na požadavky bylo od začátku jasné, že základní palivový program by omezil potenciální kontrakty, které by mohla společnost operovat vzhledem k tomu, že se v historii často jednalo o kontrakty, které by bez uvedených možností redukovat minimální množství paliva nebylo možné operovat, nebo by vznikly vysoké dodatečné náklady. Zároveň včasné splnění veškerých požadavků individuálního programu by nebylo

v možnostech společnosti, zejména z důvodu nedostatku personálu v daný moment a benefity plynoucí z tohoto programu by pravděpodobně nepřevyšovaly náklady pro jeho rychlé zavedení. Touto vyřazovací metodou jsme se tedy domluvili, že nejlepší bude včas implementovat základní program s odchylkami a v případě, že by se to v budoucnu jevilo jako výhodné, bychom poté mohli vytvořit analýzu nákladů a přínosů individuálního programu.

4 Implementace základního programu s odchylkami

Po rozhodnutí implementovat základní program s odchylkami jsem se, jako prvním bodem, začal zabývat zpracováním analýzy nebezpečí a rizik. V rámci té jsme společně identifikovali 2 hrozby: nedostatek paliva a přebytek paliva. K daným hrozbám jsem následně po konzultaci s dalšími pracovníky přiřadil všechny příčiny, které je mohou způsobovat a jejich důsledky na bezpečnost s nápravnými opatřeními. Výsledek analýzy lze vidět v příloze č. 2. Závěry analýzy mi pak pomohly v tvorbě základního programu s odchylkami. Díky nim jsem věděl, na které příčiny se zaměřovat.

4.1 Sběr dat

Jako jeden z prvních kroků v rámci implementace programu musel být jasně ustanoven proces sbírání a uchovávání dat. Jedná se zejména o data využívaná pro aplikaci SkyBreathe a dále také pro pravidelné vyhodnocování koeficientu spotřeby pomocí programu Boeing PET. Nejprve bylo nezbytné ustanovit všechny různé zdroje dat o palivu a jejich charakter. Všechny zdroje dat jsou vypsány následující tabulce.

Zdroj dat	Charakter
OFP – Provozní letový plán	Plánované
Letový řád (program AIMS)	
Palubní deník	Aktuální
ACARS	
Loadsheet – Dokument o hmotnosti a vyvážení letounu	
Palubní zapisovače	

Tabulka 4 Zdroje dat pro program sledování spotřeby (zdroj: Fuel Consumption Monitoring Program, příloha č. 1)

Jako první jsou data z OFP neboli provozního letového plánu. Zde se nachází velké množství dat z různých zdrojů, které jsou všechny kombinovány za účelem poskytnutí co nejpřesnějšího odhadu průběhu letu. Provozní letový plán se v této společnosti vytváří pomocí softwaru PPS od společnosti Air Support a následně ho má každá posádka k dispozici alespoň jednou v papírové podobě, do které zároveň i zaznamenává průběh letu, jako jsou časy nad jednotlivými body, letová hladina, spálené palivo apod. Tyto zápisy se již dále nezpracovávají, jelikož je dostupné větší množství přesnějších dat z palubních zapisovačů. Data, která se však exportují z provozního letového plánu jsou následující:

- Číslo letu – pro identifikaci konkrétního letu;
- očekávaný počet pasažérů;
- očekávaná hmotnost nákladu (vyjma zavazadel pasažérů – ta jsou počítána v rámci statistické hmotnosti pasažérů);
- plánovaný datum letu;
- model, verze a označení letounu;
- letiště vzletu;
- letiště přistání;
- záložní letiště;
- plánovaná trať (včetně tratě pro let na záložní letiště);
- plánovaný přílet a odlet (SID a STAR);
- plánovaný vertikální profil;
- plánované palivo (po jednotlivých složkách);
- plánovaná vzdálenost;
- rychlost a směr předpovídaného větru (průměrný vítr po celý let);
- předpovídaná teplota (průměrná za celý let a teplota na vrcholu stoupání);
- cost index (index nákladů) nebo doporučená rychlost traťového letu;
- prázdná provozní hmotnost a jí příslušný index;
- maximální hmotnosti letounu;
- odhadované hmotnosti.

Dalším zdrojem dat je letový řád, resp. program AIMS, do kterého jsou zadávány jednotlivé lety a přiřazovány posádky. Z tohoto programu se získávají data o identifikaci letu a letounu, letišti odletu a destinaci a operující posádce.

Jedním ze zdrojů aktuálních informací je palubní deník, ze kterého plynou aktuální data z daného letu. Tato data plynou do systému díky postupu, při kterém se palubní deník vypisuje jednak papírově, tak zároveň i elektronicky pro digitální zpracování. Data z palubního deníku obsahují následující:

- Časy (zahájení vytlačování/pojíždění, vzlet, přistání, přistavení letounu ke stojánce);
- údaje o palivu (palivo na začátku a na konci letu);
- počet cestujících a jejich skladba (dospělí + děti, infanti);
- aktuální hodnota hmotnosti bez paliva a příslušný index.

Do celkového souboru dat vstupují i data automaticky odeslaná přes systém ACARS. Jedná se například o zprávy OOOI, které poskytují časy zahájení vytlačování, vzletu, přistání a

přistavení letounu na stojánku zároveň s množstvím paliva v těchto okamžicích. Tato data mají menší váhu než ta uvedená v palubním deníku, a tudíž slouží spíše jako záloha.

Údaje z dokumentu o hmotnosti a vyvážení obsahují veškeré hmotnosti a jím příslušná těžiště. Bohužel vzhledem k tomu, že dokumenty o hmotnosti a vyvážení nemají jednotný formát, jsou pro účely vyhodnocování dostupné pouze některé lety, procentuální pokrytí není nijak vysoké. Naštěstí se některé tyto hodnoty dají nahradit vypočítáním z údajů z palubního deníku.

Nejobsáhlejším souborem údajů o skutečném průběhu letu jsou výnosy z palubních zapisovačů. Letouny Boeing 737 NG a MAX za letu průběžně sledují a uchovávají velké množství hodnot, z různých senzorů na letounu. Tato data, která velmi věrně mapují průběh letu, jsou uchovávána na paměťové karty. V případě Boeingu B737 NG jsou tyto karty pravidelně (v ideálním případě na denní bázi) vyjímány a data nahrávána na interní server odkud putují dále do různých aplikací za účelem dalšího zpracování. V případě letounů B737 MAX se tato data po vypnutí obou motorů automaticky nahrávají na servery společnosti Boeing pomocí GSM sítě. V případě, že je tento přenos z jakéhokoliv důvodu neúspěšný, je možné postupovat obdobně jako u letounů 737 NG. Společnost má v rámci aplikace SkyBreathe nastavený systém, který je schopný upozornit v případě, že datové pokrytí klesne pod stanovenou hranici. Tato hranice je nastavena na **85 % v případě modelů 737 NG a 95 % v případě modelů B737 MAX**. Pokud taková situace nastane, zodpovědný pracovník kontaktuje další oddělení a pokusí se vypátrat příčinu problému, aby v následujícím období k takovému nedostatku nedošlo.

4.2 Vyhodnocování koeficientu spotřeby

Jednou ze součástí základního palivového programu s odchylkami je požadavek na sledování výkonnosti letounů. Jedná se o proces, ve kterém je sledována spotřeba každého letounu za stálých podmínek a následně porovnávána s tabulkovou spotřebou udávanou výrobcem. Tímto způsobem je vyhodnocován tzv. „performance factor.“ V rámci této práce bude nazýván jako koeficient spotřeby. Je to procentuální hodnota vyjadřující nárůst spotřeby za přesně daných podmínek. Tato zvýšená spotřeba může být následkem mnoha příčin, jako je například opotřebení motorů, nedokonalosti na povrchu letounu způsobující vyšší aerodynamický odpor, lehká výchylka řídicích prvků apod. Tento koeficient je následně používán při počítání plánovaného paliva. Pro daný letoun je nejdříve vypočítána tabulková hodnota spotřeby daná výrobcem, která je následně vynásobena koeficientem, který určuje dopravce. Tento koeficient je zaznamenán v provozním letovém plánu s přesností na jednu desetinu bez uvedení procenta. Například koeficient 1.2 znamená, že letoun spotřebuje o 1,2 % více paliva, než je

tabulková hodnota. Zároveň také platí, že tímto způsobem nelze množství plánovaného paliva snižovat, tudíž nejnížší možná hodnota koeficientu je 0.

Pro vyhodnocování koeficientu se využívají tzv. SCR data. Jedná se o údaje o spotřebě, rychlosti, nadmořské výšce atd., které se nesmí vychylovat z nastavené tolerance. Vzhledem k tomu, že daný dopravce již měl zavedený systém vyhodnocování těchto dat, jsou v programu sledování spotřeby již zavedena následující kritéria.

Parametr	Nastavená tolerance (±)
Machovo číslo	0.004
Indikovaná rychlost	1,5 uzlů
Tlaková výška	80 stop
Rychlost vůči zemi	2 uzly
Okolní teplota	0.5 °C
Náklon	2°
Nastavení výkonu	0,4 % N1
Kurz	2°
Rychlost větru	2 uzly
Směr větru	2°

Tabulka 5 Tolerance kritérií dat pro vyhodnocování koeficientu spotřeby (zdroj: Fuel Consumption Monitoring Program, příloha č.1)

Všechna data jsou následně filtrována a zpracovávají se pouze ta, která daná kritéria splňují po dobu alespoň 3 minut. Letouny typu B737 NG jsou schopné vyprodukovat pouze jednu sadu dat za každý let naproti tomu B737 MAX generuje téměř neomezené množství. Sesbíraná data se následně vyhodnocují v programu Boeing PET, který po porovnání s tabulkovými hodnotami vyhodnotí aktuální hodnotu koeficientu.

Koeficienty jsou jednou měsíčně publikovány v interním dokumentu pro případnou kontrolu oproti provoznímu plánu. Dále jsou také zadány do softwaru na generování letových plánů a počítání paliva. Koeficient se v rámci pravidelné údržby zadává i do systému letounu, který jej používá pro palivové predikce.

4.3 Program pro sledování spotřeby

Největší změnou a zároveň i hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření programu sledování spotřeby tak, jak je popsán v požadavcích předpisu v první kapitole. Jak již bylo uvedeno, společnost preferovala variantu využívající již zakoupené a implementované nástroje. Z pohledu monitoringu poskytovaly největší možnosti aplikace PET a SkyBreathe. PET je off-line aplikace vyvinutá přímo společností Boeing a poskytuje velké možnosti z hlediska výkonnosti. Její slabou stránkou však je neschopnost průběžného vyhodnocování dostupných dat, tudíž by využití tohoto programu, jakožto hlavního z hlediska monitorování spotřeby, bylo personálně velmi náročné.

Naproti tomu aplikace SkyBreathe již v době vytváření programu sledování spotřeby měla ve společnosti velký rozsah přijímaných dat. Zároveň, vzhledem k její povaze cloudové aplikace a uložení na externím serveru, je zde samozřejmostí jednoduchý přístup k výstupům z jakéhokoliv zařízení i bez nutnosti připojení na místní síť společnosti. Jediné, co je zapotřebí je autorizovaný přístup, který je udělen všem pracovníkům využívající tuto aplikaci. Proto bylo rozhodnutí relativně jednoduché a zvolil jsem platformu SkyBreathe jako hlavní aplikaci pro program sledování spotřeby.

4.3.1 SkyBreathe

SkyBreathe je název aplikace od společnosti Open Airlines. Ta na trhu působí již od roku 2006 v oblasti letectví a vývoje softwaru. Hlavním cílem společnosti je pomáhat leteckým provozovatelům snižovat emise CO₂ a také náklady za palivo. S tímto účelem vytvářejí a neustále vylepšují síť aplikací, které leteckým společnostem pomáhají efektivně dosahovat svých cílů z hlediska ekologie a úspory nákladů. Hlavním produktem je aplikace SkyBreathe. Jedná se o webovou aplikaci vyvíjenou pro analýzu a statistiku historických letů přizpůsobenou každému provozovateli. Její možnosti jsou v dnešní době již velmi rozsáhlé a závisí nejvíce na množství vstupních dat. Aplikace je mířená na zvýšení efektivity a bezpečnosti, což z velké části koresponduje s přínosy, kvůli kterým EASA přišla s novými pravidly pro plánování paliva. Samotná aplikace obsahuje několik dalších modulů a závisí na daném provozovateli, které z modulů si do svého provozu implementuje. Díky nim má pak původní koncept různé funkcionality, které si letecká společnost přeje využívat. [7]

Dle vývojářů je využití platformy rozděleno do 5 kroků:

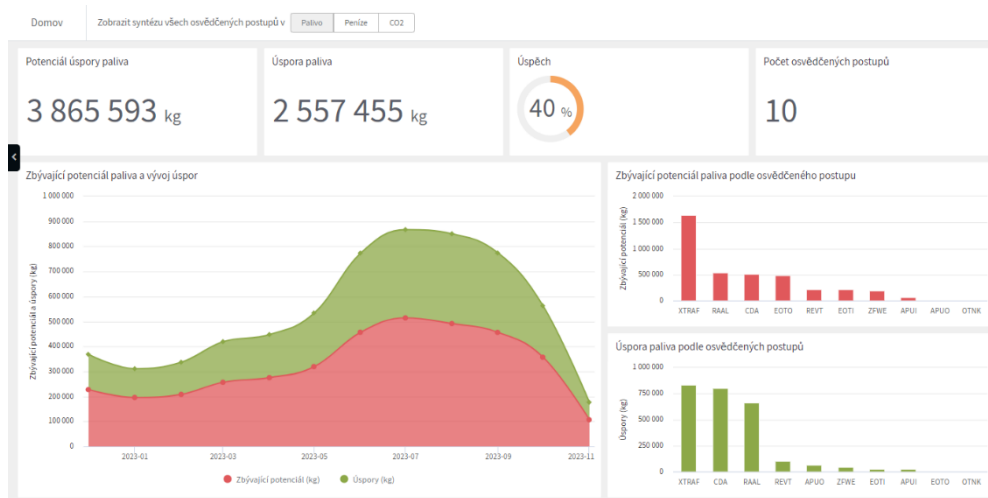
- 1) Integrace – míněná import dat z letounů a systému společnosti a dalších zdrojů.
- 2) Kontrola kvality – při tomto procesu platforma automaticky kontroluje data třídí je a vyřazuje ta chybná.
- 3) Výpočet – při tomto procesu jsou dopočítávána dodatečná data, která nejsou přímo měřitelná.
- 4) Analýza – pomocí definovaných grafů a tabulek.
- 5) Komunikace – předání výstupů dále (např modul pro piloty apod.).

[7]

Každý z modulů dodržuje výše popsany proces, avšak se zaměřuje na jinou část problematiky z hlediska monitorování a plánování paliva.

Provozovatel v době implementace měl zakoupené a funkční moduly Analytics, které slouží k analýze historických dat a dále MyFuelCoach, což je nástroj pro předávání informací pilotům o způsobech, jak šetřit palivo, různých letišťích apod.

Pro problematiku programu sledování spotřeby je tedy klíčový modul **Analytics**. Tento modul v základu zpracovává data importovaná provozovatelem a navrhuje různé metody, jak palivo šetřit. Jedná se například o analýzu využitelnosti a úspory při pojíždění s jedním motorem apod. Na základě různých cílů stanovených provozovatelem pak vyhodnocuje množství ušetřeného paliva a zbývající potenciál, v jakých fázích letu by bylo možné dále šetřit. Tyto grafy jsou pak vyobrazeny na hlavní stránce nebo v záložce „Best practices.“ Pro účel programu sledování spotřeby jsou tato data spíše vedlejšího charakteru a mohou sloužit jako dodatečná informace.



Obrázek 1 Hlavní stránka s vyobrazením různých cílů v rámci úspory paliva [9]

Hlavní platformu pro program sledování spotřeby však představují záložky „Queries“ a „Dashboards.“ Tyto dvě záložky umožňují uživateli počítat různé hodnoty pomocí vlastních vzorců, které využívají veškerá importovaná data. Dále je pak možno v záložce „Dashboards“ data vyobrazovat za pomoci různých grafů tabulek apod.

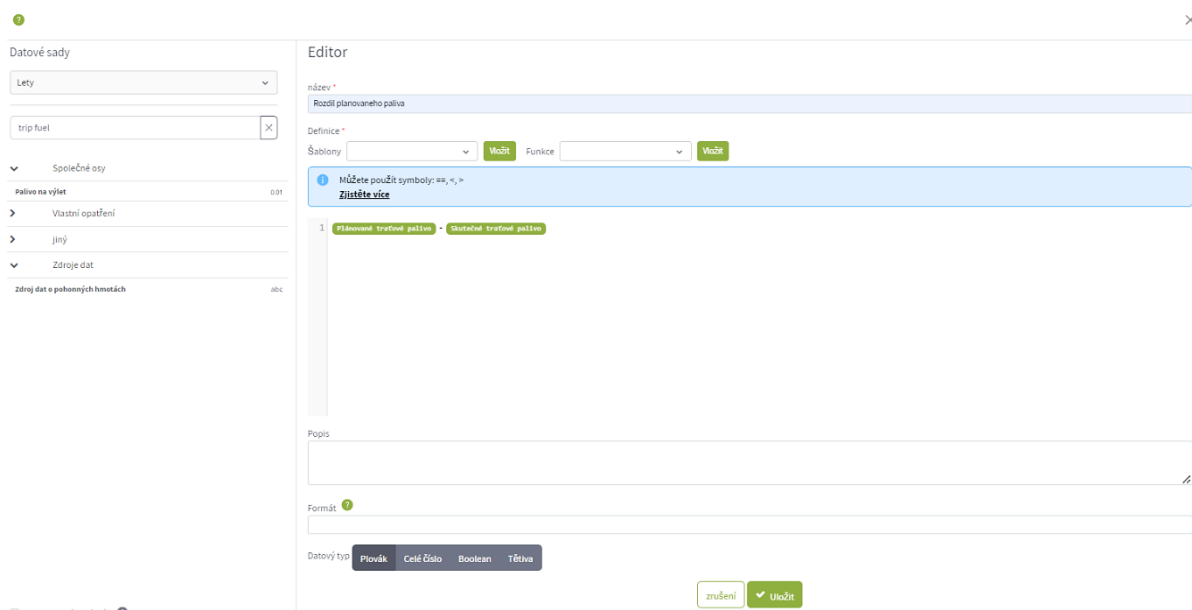
Proces vytvoření sledované hodnoty nebo sledovaných hodnot můžeme popsat následujícími kroky. Proces si ukážeme např. na sledování rozdílu mezi plánovaným a skutečným traťovým palivem.

1) Nadefinování sledované hodnoty

Tohoto docílíme pomocí editoru hodnot („measure editor“). V rámci něj můžeme provádět různé matematické operace mezi naměřenými hodnotami. Samotný editor podporuje i jednoduché logické příkazy. V případě statistiky traťového paliva by nová hodnota vypadala následovně:

$$\text{rozdíl paliva} = \text{plánované traťové palivo} - \text{skutečné traťové palivo}$$

V tomto příkladu by hodnota byla záporná v případě, že by bylo překročeno plánované palivo a naopak. Po nadefinování této hodnoty ji můžeme použít dále v kontextu s dalšími ukazateli.



Obrázek 2 Nadefinování hodnoty rozdílu paliva [9]

2) Vložení do kontextu s dalšími hodnotami

Po nadefinování hodnoty si jí můžeme dát do kontextu s ostatními hodnotami a vytvořit tabulku nebo graf. V tomto příkladu jsem ještě vytvořil hodnotu vyjadřující procento spáleného plánovaného traťového paliva. Zároveň jsou řádky řazeny podle přesného času odletu, tudíž vyjadřují jednotlivé lety a obsahují informaci o IATA kódu letiště vzletu a příletu. Tabulka by pak vypadala následovně:

Skutečný čas odletu	Letiště vzletu a příletu IATA	Rozdíl plánovaného paliva [AVG]	Procento využití plánovaného ...
09.09.17 1:03	BTS-HRG	188,97	101,95
09.09.17 1:40	ADB-WAW	-142,94	97,6
09.09.17 2:19	BTS-HER	13,41	100,23
09.09.17 2:26	PRG-BQJ	-14,76	99,67
09.09.17 2:39	BUD-CFU	-380,11	91,43
09.09.17 2:54	PRG-RHO	N/A	N/A
09.09.17 2:56	PRG-KGS	-59,65	99,1
09.09.17 2:59	PRG-AIT	-101,58	98,64
09.09.17 3:05	HRG-OSR	503,31	105,37
09.09.17 3:14	PRG-CHQ	166,51	102,38

Tabulka 6 Rozdíl traťového paliva [9]

Tabulka může danou hodnotu zobrazovat několika možnými způsoby, pokud je jich v řádku více, lze zobrazit procento, součet, průměr, nebo počet unikátních hodnot. Zároveň je možné všechny hodnoty filtrovat, například na základě času, označení letounu, apod.

3) Vytvoření stránky

Vytvořené tabulky grafy atd. je pak možné kombinovat do jednotlivých stránek. Díky nim můžeme např. filtrovat informace ve všech tabulkách a grafech najednou. Dále je možné si rozložení libovolně nakonfigurovat tak, aby vynikl kontext různých dat. Tudíž jde i o urychlení práce uživatele, který stránku využívá.

4.3.2 Nadefinování sledované hodnoty

Aby bylo možné aplikaci SkyBreathe využít pro potřeby sledování spotřeby, bylo nejprve nutné nadefinovat primárně sledovanou hodnotu. Jak již bylo řečeno v první kapitole, celý program by měl co nejvíce snížit riziko spotřeby koncové zásoby paliva letounu. Zároveň veškeré požadavky legislativy jsou vytvořeny proto, aby bylo možné bezpečně redukovat palivo pro nepředvídané okolnosti. Tato složka však slouží jako zmírňující opatření pro několik potenciálních příčin zvýšené spotřeby paliva.

Z výše zmíněných důvodů jsem se rozhodl určit množství spotřebovaného paliva pro nepředvídané okolnosti jako hlavní sledovanou hodnotu v rámci programu sledování spotřeby. Vzhledem k automatické funkci aplikace SkyBreathe jsem od začátku chtěl vytvořit mechanismus, který by sám rozřazoval lety a určoval ty „problémové“, na kterých z různých důvodů existuje potenciál zvýšené spotřeby paliva.

Prvním bodem mého bádání byla myšlenka porovnávání absolutní hodnoty spáleného paliva pro nepředvídané okolnosti. Tato metoda se zdála zpočátku velmi efektivní, jelikož na spoustě vytipovaných letů, které spotřebovávaly palivo pro nepředvídané okolnosti, nebo jeho část, se často objevovaly podobné hodnoty množství spotřebovaného paliva. Jednalo se často o lety, při jejichž průběhu například byla posádka nucena dříve klesat, nebo byl letoun vektorován řídicím na fázi konečného přiblížení a toto vektorování způsobilo, že skutečná vzdálenost letu byla delší než plánovaná. V rámci této metody se pak tedy nabízela možnost využití různých výpočtů k určení pevné hodnoty paliva, která by mohla být přidána na lety splňující různá kritéria tak, aby plánované palivo pokrylo skutečnou spotřebu.

Druhou možností bylo využití koeficientu, který by vyjadřoval, jak velký poměr paliva pro nepředvídané okolnosti byl v průběhu letu využit. Výhoda tohoto způsobu výpočtu spočívá v lepším reflektování délky letu a tím pádem i množství plánovaného paliva pro nepředvídané okolnosti. Například pokud budeme uvažovat, že na daném cílovém letišti je zvýšená spotřeba při klesání z důvodu hustého provozu a všechny ostatní okolnosti jsou stejné s plánovanými,

tak tento let může představovat potenciální hrozbu v případě krátkého hodinové letu, ale pokud na toto letiště poletíme několik hodin, tak nám tím pádem i vzroste plánované palivo pro nepředvídané okolnosti a pokryje tak zvýšenou spotřebu při klesání. Další bezespornou výhodou této metody je lepší aplikovatelnost na jevy, které nejsou jednorázové, ale přetrvávají po celou dobu letu. Pokud by kupříkladu po celou dobu letu vál silnější čelní vítr, tak by absolutní hodnota paliva, které by bylo navíc spáleno kvůli tomuto jevu byla rozdílná v závislosti na délce letu, avšak v případě poměrového výpočtu by poměr využitého paliva byl stejný pro krátké i dlouhé lety.

Pro finální rozhodnutí jsem se poradil se svým praktickým vedoucím. Dohodli jsem se, že vzhledem k tomu, že celý program je určený, aby provozovatel mohl využívat snížení paliva pro nepředvídané okolnosti, které je dle předpisu snižováno nejčastěji poměrově (3 % z traťového paliva místo 5 %), je výhodnější a průkaznější využívat poměrovou metodu.

Následně jsem tedy v aplikaci začal vytvářet různé tabulky a grafy, které počítaly procentuální vyjádření kolik z plánovaného paliva pro nepředvídané okolnosti bylo na daném letu využito. Ukázalo se, že díky tomuto způsobu jsem byl schopen jednoduše identifikovat lety, u kterých docházelo ke zvýšené spotřebě a bylo možné jednoduše vyobrazit zvýšenou spotřebu poměrově k jednotlivým složkám paliva.

Také začalo být patrné, že se různé situace vedoucí ke zvýšené spotřebě opakovaly, a to zejména na letech se stejnou trasou letu, potažmo stejným letištěm vzletu a určení. Po hlubším pátrání jsem zjistil, že takové situace vznikají na stejných letištích nebo místech často v závislosti na denní době, počasí apod. a periodicky se opakují v průběhu různých období. Např. letiště v turecké Antályi se během večerních hodin v letní sezóně potýkalo s velmi silným provozem na trase příletů a z toho důvodu byly posádky nuceny klesat jinak než po ideálním profilu, a navíc se i navýšila celková vzdálenost vlivem dlouhých vektorů na nalétnutí do fáze konečného přiblížení. Vzhledem k tomu, že i plánované palivo na tyto lety bylo téměř stejné, docházelo k velmi obdobným situacím.

Z výše popsaných důvodů jsem se rozhodl založit celou statistiku na analýze jednotlivých dvojic letišť (anglicky „city-pair“). Jedná se o dvojici letiště vzletu a letiště určení, například PRG-BRQ (Praha Ruzyně – Brno Tuřany), avšak tato dvojice je vždy posuzována jednosměrně, tudíž let BRQ-PRG je jiná dvojice a je posuzován samostatně. Mé rozhodnutí bylo navíc podpořeno i faktem, že dle AMC6 CAT.OP.MPA.181 je dvouletá statistika založená na těchto dvojicích dostatečnou zárukou bezpečnosti pro využití statistického paliva pro nepředvídané okolnosti. Provozovatel o implementaci tohoto statistického paliva neměl zájem, avšak v případě, že by se v budoucnosti rozhodl pro zavedení, tento krok by pravděpodobně nebyl tolik náročný. [1] [3]

Vzhledem k tomu, že jsem se rozhodl tedy statistiku založit na sledování poměru využitého paliva u jednotlivých dvojic, začal jsem se více zaměřovat na přesnou definici sledované hodnoty. Z počátku mne napadla proměnná definovaná jako čistý poměr využitého paliva pro nepředvídané okolnosti vůči tomu plánovanému, pro přehlednost vyobrazeno níže použitím zlomku:

$$x = \frac{\text{skutečně využité palivo pro nepředvídané okolnosti}}{\text{plánované palivo pro nepředvídané okolnosti}}$$

Při vyzkoušení tohoto způsobu jsem však narazil na dva problémy. Ten první spočívá v tom, že tak jak je zde hodnota x neboli koeficient nedefinován, může dosahovat pouze hodnot v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ neboli 0 % - 100 %. To by v praktickém využití znamenalo, že v případě, že za letu bude využito 100 % paliva pro nepředvídané okolnosti, a ještě se spotřebuje další složka (např. palivo které si vzal navíc velitel letounu), hodnota x bude ukazovat stále pouze 100 % a nebude tedy patrné, o kolik navíc bylo spotřebováno. Druhý problém tohoto řešení spočívá v rozdílnosti plánování jednotlivých letů. Může se také stát, že stejný let bude jednou naplánován s 5 % palivem pro nepředvídané okolnosti a podruhé s využitím náhradního letiště na trati a 3 % palivem pro nepředvídané okolnosti. V případě, že by na daných letech bylo spotřebováno stejné absolutní množství paliva z této složky, by spočítané koeficienty vyšly pro každý let jinak a statistika by tak ztrácela vypovídající hodnotu.

Napadlo mne tedy, že více vypovídající statistika by mohla být založena na traťovém palivu. Prováděcí nařízení komise (EU) 2021/1296 definuje traťové palivo jako „*množství paliva/energie potřebné k tomu, aby letoun mohl letět od vzletu nebo od bodu přepřelánování za letu do přistání na letišti určení.*“ [1] Z toho vyplývá, že hodnota skutečného traťového paliva obsahuje veškeré množství, které na tuto fázi bylo potřeba a zahrnuje v sobě veškeré další palivo, které bylo spotřebováno. Výhoda statistiky založené na této hodnotě je zejména nezávislost na množství plánovaného paliva pro nepředvídané okolnosti a zároveň možnost jednoduše spočítat veškeré palivo, které bylo spáleno nad rámec toho plánovaného.

Po prověření, že aplikace SkyBreathe skutečně počítá tuto hodnotu tak, jak jsem zamýšlel, jsem začal vymýšlet koeficient, který by byl založený na traťovém palivu, avšak by v sobě stále reflektoval využití paliva pro nepředvídané okolnosti, aby bylo možné jednoduše identifikovat problémové lety. Na základě rad a doporučení mého praktického vedoucího jsem vytvořil následující koeficient pojmenovaný jako ETN (Enroute Tracking Number). Označení ETN jsem využil zejména pro snadnou identifikaci jak v programu sledování spotřeby, tak v aplikaci SkyBreathe. Výsledná verze koeficientu je popsána následujícím vzorcem:

$$ETN = \frac{(Plánované\ traťové\ palivo\ [kg] +\ mimořádné\ palivo\ [kg]) - Skutečné\ traťové\ palivo\ [kg]}{Plánované\ traťové\ palivo\ [kg]}$$

Pozn.: Množství každé složky paliva je počítáno v kilogramech, tudíž veličina ETN je bezrozměrná.

Vzorec počítá se třemi složkami paliva – plánované a skutečné traťové palivo popsané výše a poté mimořádné palivo. Ve výpočtu ETN nijak nefiguruje ani palivo dle volného uvážení velitele, ani tzv. tankering, což je složka, která je převážena buď za účelem úspory v situacích, ve kterých je v destinaci příliš drahé palivo, anebo v případech, ve kterých není žádná možnost v destinaci palivo doplnit. Tyto dvě složky nejsou pro výpočet ETN započítávány, jelikož nejsou součástí minimálního paliva, a tudíž není žádná garance, že toto množství bude před odletem načerpáno.

Po nadefinování hodnoty ETN, jsem navrhl 3 scénáře na základě jeho hodnoty a zkoumal, co reprezentují z hlediska spotřeby paliva.

- a) **Pozitivní hodnoty ETN** nabývá, pokud plánované traťové palivo převyšuje skutečné. V tomto případě tedy nevzniká nebezpečná situace z hlediska doletu nebo množství paliva na palubě. Problémová situace by mohla nastat v případě, že by hodnota ETN nabývala příliš vysokých hodnot. To by mohlo znamenat například nucené vyčkávání nad destinací z důvodu potenciálního překročení maximální přistávací hmotnosti.
- b) **ETN = 0** – Situace, kdy je ETN rovno nule se dá považovat za ideální. V tomto případě došlo k vyčerpání veškerého traťového paliva, přičemž ostatní složky zůstaly zachovány. To znamená, že na daný let nebylo plánováno přebytečné množství paliva, které by zapříčinilo zvýšenou spotřebu, a naopak neodešlo ani k žádnému nedostatku.
- c) **Záporné hodnoty ETN** představují situace, kdy na daném letu bylo z nějakého důvodu spotřebováno větší než plánované množství traťového paliva, a tudíž pro dokončení letu musela být využita další složka (primárně palivo pro nepředvídané okolnosti). Tento interval tedy představuje největší hrozbu z hlediska průběhu letu a mělo by mu být, pokud možno, zabráněno.

Pro lepší představivost uvedu 2 příklady hodnot ETN.

- 1) ETN = 0.05: Pozitivní hodnota – množství plánovaného paliva je větší než toho skutečného, tudíž 0.95 plánovaného traťového paliva bylo na daném letu využito.
- 2) ETN = -0.05: Záporná hodnota – množství plánovaného paliva je menší než toho skutečného, tedy 1.05 plánovaného traťového paliva bylo na daném letu využito.

Po analýze těchto tří scénářů jsem se začal zabývat potenciálem jednotlivých scénářů ohrožit bezpečný průběh letu. Scénář a) představuje pouze nebezpečí překročení maximální přistávací hmotnosti a tím pádem i nucené vyčkávání, čemuž provozovatel předchází

zavedenými postupy garantující dostatečnou rezervu mezi plánovanou a maximální přistávací hmotností. Scénář b) nepředstavuje žádné nebezpečí, jelikož jde o ideální situaci, které je množné z pohledu plánování paliva docílit. Proto je z hlediska bezpečnosti důležité se zaměřit na scénář c), při kterém může vést k incidentům, v horším případě i nehodám, zapříčiněným nedostatkem paliva.

Zároveň je však patrné, že čím nižší hodnoty ETN na daném letu nabude, tím větší dopad může mít daná situace na bezpečný průběh letu. Proto jsem se zabýval vytvořením dalších intervalů, které by lépe charakterizovaly závažnost zvýšené spotřeby na konkrétním letu, a tudíž by lépe vynikly ty nejzávažnější situace, které pak následně mohou být okamžitě řešeny. Pro tento případ jsem využil rozdělení na základě paliva pro nepředvídané okolnosti. Pomocí hodnot, kterých nejčastěji nabývá, jsem rozdělil záporné hodnoty ETN do následujících intervalů:

- I. **$0 > ETN \geq -0.03$** Tento nejméně závažný interval představuje situaci, kdy na daném letu skutečné traťové palivo převyšovalo to plánované, maximálně však o 3 %. V praxi by to tedy znamenalo, že na pokrytí této zvýšené spotřeby by dostačovalo i redukované palivo pro nepředvídané okolnosti.
- II. **$-0.03 > ETN \geq -0.05$** V této situaci je zvýšená spotřeba v rozmezí od 3% do 5% plánovaného traťového paliva. Znamená to tedy, že by tuto spotřebu opět mohlo pokrýt palivo pro nepředvídané okolnosti, nikoliv však již redukovaná 3% hodnota, pouze standardních 5 % traťového paliva.
- III. **$-0.05 > ETN$** Zde se jedná o nejkritičtější situaci, kdy zvýšená spotřeba není pokryta ani standardním palivem pro nepředvídané okolnosti a je tak tedy spotřebována část nějaké jiné.

Pro statistiku jsem nevyužil případy, ve kterých je na daný let naplánováno palivo pro nepředvídané okolnosti, jako 5 minut vyčkávání v 1500 stopách nad destinací. K tomu dochází zejména na krátkých letech a vždy toto množství bude větší než procentuální hodnota traťového paliva, tudíž, pokud statistika neuvažuje s touto možností, zůstává na bezpečné straně. Z tohoto důvodu je možnost tuto skutečnost v rámci zjednodušení zanedbat.

Po takovémto nadefinování intervalů, jsem se rozhodl je sdružit do skupin, které představují stejné dopady na průběh letu. Sdružil jsem tak kladný interval s nulovou hodnotou a záporným intervalem do hodnot ETN minimálně -0.03. Celá tato část představuje lety, které na palubě mají dostatek paliva i v případě, že jsou naplánovány s 3% palivem pro nepředvídané okolnosti, přičemž neuvažujeme žádné palivo dle volného uvážení velitele letounu ani tankering.

Výsledné kategorie jsem nazval dle závažnosti deviace následovně:

- a) **Bezpečná ($ETN \geq -0.03$)** Na letech v bezpečné kategorii bylo spotřebováno maximálně 103 % plánovaného traťového paliva. To znamená, že naplánované traťové palivo a palivo pro nepředvídané okolnosti při těchto letech pokryly skutečnou spotřebu a nebylo třeba čerpat z jiných složek.
- b) **Mírná ($-0.03 > ETN \geq -0.05$)** Tato kategorie představuje situace, ve kterých bylo spotřebováno mezi 103% až 105% plánovaného traťového paliva. V praxi tedy na daném letu byl dostatek paliva s výjimkou plánovaného 3% paliva pro nepředvídané okolnosti.
- c) **Závažná ($-0.05 > ETN$)** Sem spadají lety, na které nebylo naplánováno dostatečné množství paliva, a tudíž je zde šance, že mohlo dojít k incidentu, v krajních případech i k nouzové situaci z důvodu nedostatku paliva.

Po definované kategorizaci jsem se začal zamýšlet jakým způsobem nakládat s těmito lety, popřípadě, jaká nápravná opatření by mohla být pro každou kategorii vhodná. Na základě již provedené analýzy nebezpečí a rizik jsem po konzultaci z vedoucím zavedl následující postupy:

Bezpečná kategorie Zde není třeba žádná další akce, jelikož na tyto lety bylo naplánováno dostatek paliva, tudíž jejich vyobrazení slouží spíše informativně a pro kontext poměru mezi jednotlivými kategoriemi.

Mírná kategorie Na těchto letech je dostatek paliva za předpokladu, že byly naplánovány s 5 % palivem pro nepředpokládané okolnosti. Z toho důvodu jsme se rozhodli, že u letů v této kategorii bude zvažováno, zda je vhodné je nadále plánovat s 3 % palivem pro nepředvídané okolnosti. Vzhledem však k nutnosti existence záložního letiště na trati v takovém případě, a tudíž i zajištěním dostatečné míry bezpečnosti, jsou tyto lety vyhodnocovány až v případě, že množství v této a závažné kategorii zároveň přesáhne 50 % všech letů. Jde zejména o prevenci, aby se nestávalo, že letouny musí divertovat na záložní letiště na trati.

Závažná kategorie Vzhledem k tomu, že zvýšená spotřeba na těchto letech má potenciál ohrozit bezpečnost, bylo rozhodnuto, že dané lety musí být vyhodnocovány okamžitě a zároveň by zde měla být nastolena nápravná opatření, pokud jev, který tyto situace způsobil, nebyl pouze dočasný. Můžeme tedy téměř s jistotou předpokládat, že daná situace již nenastane. Vzhledem k usnadnění jednotlivých záznamů a zvýšení přehlednosti se záznamy o analýze a případných nápravných opatření publikují také na měsíční bázi stejně jako další lety.

4.3.3 Vytvoření stránek pro analýzu

Po nadefinování sledované hodnoty, jsem začal vytvářet v rámci aplikace SkyBreathe stránky, které představují jednotlivé kroky v rámci analýzy. Každá z těchto stránek sdružuje různé tabulky a grafy obsahující informace podobného charakteru. Na počátku jsem pracoval na stránce, která vyobrazuje všechny lety a jejich rozřazení do kategorií v závislosti na závažnosti deviace.

1. Rozřazení do kategorií

První tabulka, kterou jsem zpracoval, se zaměřuje na tu nejhrubší informaci o pouhém rozřazení a slouží zejména pro rychlé vyhledání těchto počtů. Skládá se z funkcí, které počítají lety v jednotlivých kategoriích. Pro představu je kód počítající závažné deviace vyobrazen níže.

```
1 ETN = (["flight_plan-trip_fuel_ofp"]+["flight_plan-extra_fuel_ofp"]-["flight-actual_trip_fuel"])/["flight_plan-trip_fuel_ofp"]
2
3
4 if (ETN < -0.05)
5     result = 1
6 else
7     result = null
```

Obrázek 3 Kód pro počítání závažných deviací [9]

Stejným způsobem jsem nadefinoval zbývající kategorie a přidal k nim ještě funkci zobrazující celkový počet letů a také počet letů, ze kterých nejsou dostupná data. Výsledná tabulka je zveřejněna níže.

VŠECHNY DEVIACE- ETN					
Letiště vzletu a určení IATA	Počet letů	Počet letů v závažné kategorii	Počet letů v mírné kategorii	Počet letů v bezpečné kategorii	Počet letů bez dostupných dat
AVT-PRG	136	4	10	116	6
PMI-CGN	27	4	4	18	1
PRG-RMF	91	3	18	66	4
AVT-PED	10	3	0	7	0
PRG-AIT	133	3	14	112	4
BHX-PMI	11	3	0	8	0
BOJ-BRQ	9	3	0	5	1
AVT-KSC	13	2	0	8	3
PRG-PVK	15	2	1	12	0
EFL-PRG	8	2	0	6	0

Zobrazeno 1 až 10 z 837 záznamů << < 1 2 3 4 5 > >> Ukázat 10 záznamů na stránku

Tabulka 7 Zobrazení počtu letů v jednotlivých kategoriích [9]

Tabulka na obrázku zobrazuje data za září roku 2023. Jsou na ní vidět dvojice letišť řazené podle množství letů v závažné kategorii. Vyobrazení je umožněno díky velmi užitečné funkci aplikace SkyBreathe, pomocí ní je možno pro každou z tabulek definovat výchozí řazení.

Uživatel pak může toto nastavení upravit, avšak vždy po novém otevření se tabulka bude řadit tak, jak je to nastaveno administrátorem ve výchozím řazení.

V dalších tabulkách vložených na první stránku jsou počty v rámci dané kategorie s dalšími hodnotami, které mohou sloužit coby první indikátory o tom, jak moc zvýšená spotřeba ohrožovala bezpečný průběh letu. Pro příklad je zde obrázek níže, který vyobrazuje závažnou kategorii a jako dodatečná informace je zde průměrné ETN, maximální množství záložního paliva a konečné zálohy paliva, které na dané dvojici bylo spotřebováno a průměrný ekvivalentní čas ve vzduchu na základě paliva při přistání.

ZÁVAŽNÉ DEVIACE					
Letišť vletu a určení IATA	ETN [PRŮM.]	Počet letů v závažné kategorii	Spotř. náhradní palivo (KG)	Spotř. palivo z kon. rezervy [...]	Ekvivalentní čas paliva při přist...
PMI-CGN	-0,08	4	0	0	93,77
AYT-FRG	-0,08	4	15,52	0	78,16
PRG-AT	-0,06	3	122,21	0	90,44
PRG-RMF	-0,06	3	0	0	136,27
BHX-FMI	-0,06	3	0	0	90,21
AYT-PED	-0,07	3	0	0	179,92
BOJ-BRQ	-0,32	3	0	0	163,86
AYT-BRQ	-0,06	2	0	0	154,43
AYT-BUD	-0,06	2	0	0	177,62
AYT-KSC	-0,25	2	496,3	0	163,35

Zobrazeno 1 až 10 z 34 záznamů

Ukážte 10 záznamů na stránku

Tabulka 8 Seznam závažných deviací [9]

Dále první stránka obsahuje tabulky s lety spadajícími do zbylých dvou kategorií. Uveřejněna je tamtéž také statistika založená na destinacích. Ta je určená pro případy, při kterých se uživatel domnívá, že zvýšená spotřeba je způsobena příčinami, které se týkají jednoho konkrétního letiště. V tabulce můžeme nalézt následující informace:

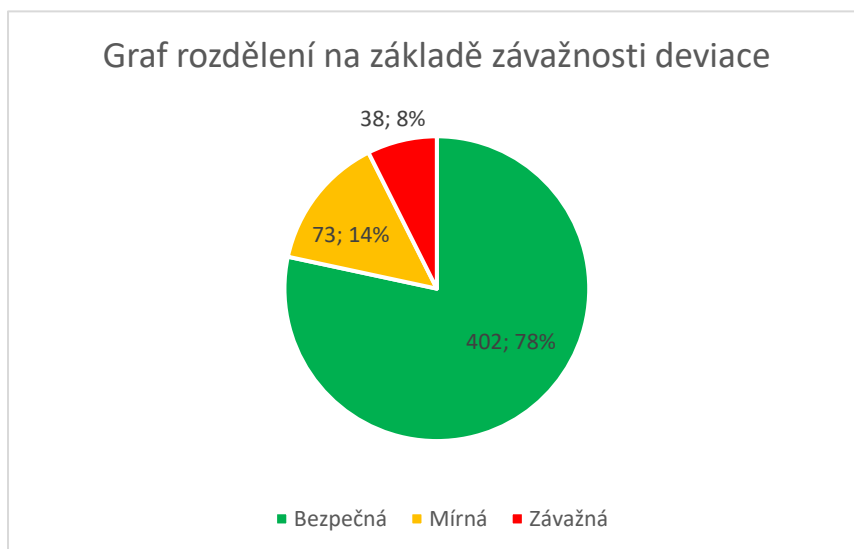
- ICAO a IATA kód letiště;
- počet letů v daném období;
- procento letů, které letěly po plánované trati standartního přiblížení (STAR);
- rozdíl aktuální a plánované vzdálenosti při klesání;
- rozdíl aktuální a plánované doby klesání;
- počet úseků, kdy letoun přestal klesat a letěl horizontálním letem;
- rozdíl plánovaného a skutečného paliva na klesání (absolutní hodnota i %).

Poslední, neméně důležitou, tabulkou je statistika mimořádného paliva, která slouží pro kontrolu, zda je toto palivo stále nezbytné na základě aktuálních podmínek. Tato statistika porovnává všechny lety, na které bylo toto palivo přidáno a vyhodnocuje, do jaké kategorie by spadaly, kdyby sem tato složka nebyla přidána. Na základě toho je možné lépe se rozhodovat o případném zrušení mimořádného paliva na tyto lety.

První krok analýzy tedy uživatele směřuje na stránku nazvanou „Citypair categories“, kde vidí detailní rozřazení všech letů spolu s několika dalšími základními informacemi. Důležitým krokem popsaným v programu sledování spotřeby je využití filtrů tak, aby tabulky zobrazovaly pouze lety za analyzované období (nejčastěji poslední měsíc). Dobrou funkcí je možnost exportu do formátů podporovaných tabulkovým editorem Microsoft Excel, pokud by chtěl uživatel data komplexněji zpracovávat. Výstup prvního kroku analýzy by měl být seznam letů, který je potřeba prověřit, a případně návrh nápravných opatření. Nejčastěji tyto lety budou mít společnou trasu letu, potažmo letiště vzletu a přistání, jejich společný prvek však může být například dané letiště příletu, konkrétní letoun apod.

2. Analýza konkrétních letů

V druhém kroku by se již měl uživatel zaměřovat na konkrétní lety a pomocí vytvořené stránky analyzovat důvody zvýšené spotřeby paliva. Na základě vyšetření příčin této spotřeby je pak možné navrhnout nápravná opatření, která by tomu nadále zabraňovala. Vytvořenou stránku jsem v aplikaci nazval „Citypair analysis“ neboli analýza dvojic letišť. V rámci celé stránky je také možné využít filtrů dat a pro účel analýzy je využití těchto filtrů nezbytné. Standardní postup v rámci programu sledování spotřeby je filtry nastavit na data z předchozího měsíce. Dále uživatel vždy nastaví letiště vzletu a přistání tak, aby data ukazovala pouze danou dvojici. Je samozřejmě možné data filtrovat podle dalších parametrů, stejně jako v prvním kroku, avšak vytvořené funkce jsou vytvořeny pro použití na dvojice letišť, takže se může stát, že funkce některých z nich budou omezené. Pro ilustraci funkcí této stránky jsem si vybral lety za září roku 2023 na trase PRG – AYT (mezinárodní letiště Praha – mezinárodní letiště Antalya) a tudíž všechna následující data budou zobrazována z těchto letů. První funkcí, kterou uživatel uvidí po nastavení filtrů, je koláčový graf zobrazující rozdělení filtrovaných letů do jednotlivých kategorií. Slouží pro představu rozdělení mezi těmito kategoriemi. Ilustrativní graf je možné vidět níže.

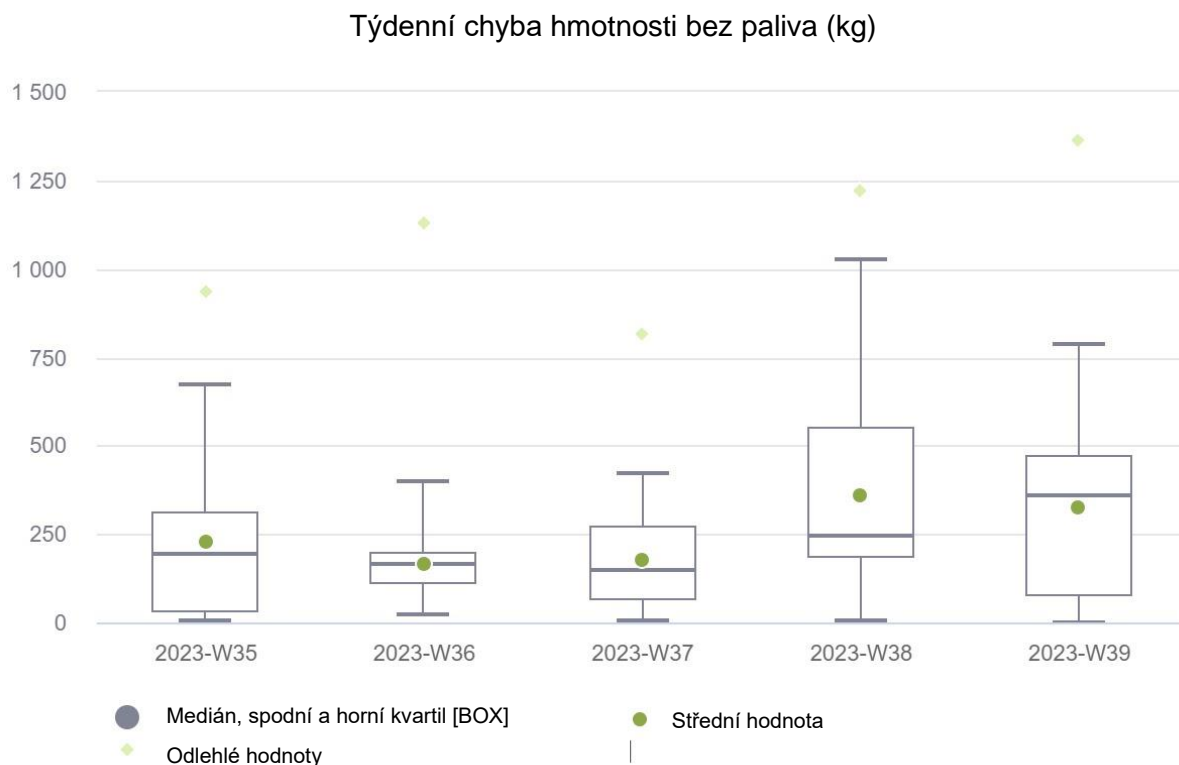


Obrázek 4 Graf rozdělení letů na základě kategorie deviace [10]

Druhá funkce na stránce zobrazuje plánovanou a skutečnou hmotnost bez paliva. Zdroj plánované hodnoty je provozní letový plán a je na této hodnotě založeno množství plánovaného paliva. Údaj o skutečné hmotnosti je brán z elektronického palubního deníku – zde je uvedena hodnota přeepsaná z dokumentu hmotnosti a vyvážení. Rozdíl je brán jako absolutní hodnota, tudíž minimální údaj na grafu je 0. Graf je rozdělen po týdnech tak, aby z něj byly viditelné různé sezónní výchyly (například období školních prázdnin, kdy cestuje více dětí, a tudíž se i mění skladba cestujících a výsledná hodnota hmotnosti bez paliva). Z grafu jsou patrné následující proměnné:

- Odlehlé hodnoty nepočítané do statistiky (zelený kosočtverec)
- Minimální a maximální hodnota (zobrazení pomocí čáry ve tvaru T)
- Spodní a horní kvartil (spodní a horní hrana čtyřúhelníku)
- Průměr (zelená tečka)
- Medián (vodorovná čára uprostřed čtyřúhelníku)

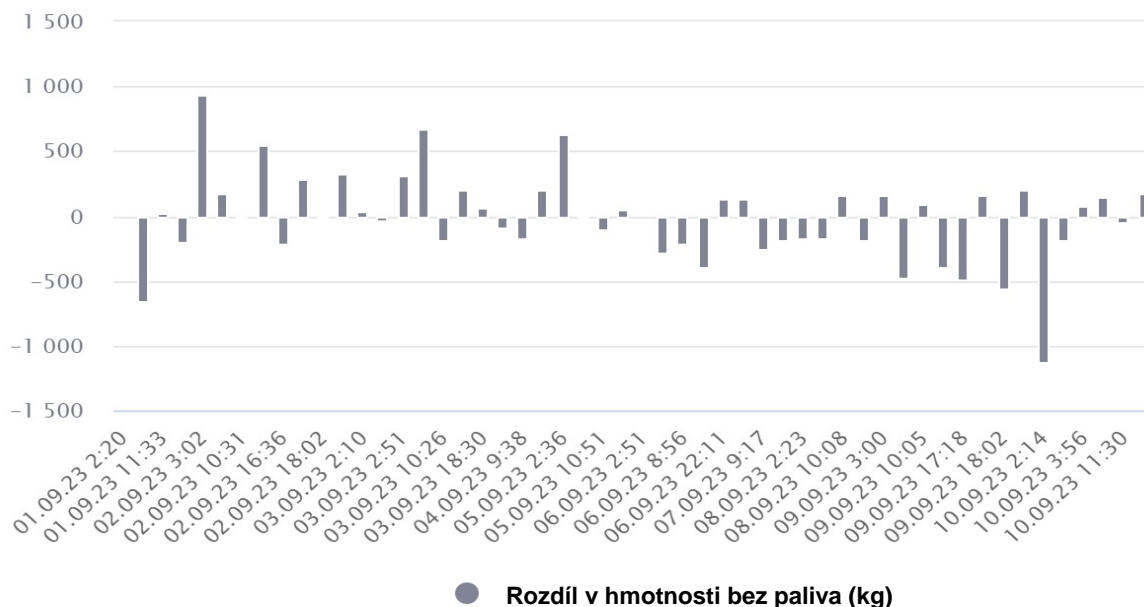
Tento graf je zejména využíván pro vyhodnocování statistických průměrných hmotností pro potřeby provozního plánu. Využit však může být i pro potřeby analýzy. V případě, že by rozdíl v hmotnosti na daných letech byly vyšší, než obvykle může to být jedna z příčin zvýšené spotřeby. Příklad grafu je vidět níže.



Obrázek 5 Graf sloužící k analýze odchylek skutečné a plánované hmotnosti bez paliva [9]

Pokud by uživatel chtěl vidět i vývoj rozdílů těchto hmotností, je možné využít další graf. Vzhledem k tomu, že celá aplikace je velmi interaktivní, je možné různé části přibližovat, případně si zobrazit, který let představuje konkrétní čára. Záporné údaje v grafu představují plánovanou hodnotu nižší než skutečnou a naopak.

Aktuální mínus plánovaná hmotnost bez paliva



● Rozdíl v hmotnosti bez paliva (kg)

Obrázek 6 Graf vývoje rozdílů hmotnosti bez paliva [9]

Následující tabulka nese název „Wind and speed analysis,“ neboli analýza větru a rychlosti. Kombinuje informace o různých vzdálenostech a rychlostech. Tabulka konkrétně porovnává plánované a skutečné hodnoty následujících parametrů.

Průměrná složka větru (záporná hodnota označuje protivítr, kladná hodnota vítr do zad) – v případě, při kterém vane méně příznivý vítr než ten plánovaný, narůstá tzv. vzdušná vzdálenost a s ní i doba trvání letu a potřebné palivo. Pokud by se tedy tyto hodnoty lišily, je možné, že by to byl jeden z faktorů vyšší spotřeby.

- **Doba trvání letu (čas)** – rozdíl v době trvání letu může mít několik příčin. První je rozdílná rychlost. V ideálním případě je rychlost letu daná zadáním takzvaného indexu nákladů (cost indexu) do systému letounu a následně je na základě toho počítána optimální rychlost. Reálnou situaci však nelze stoprocentně predikovat, a tak se stává, že skutečná rychlost je buď nižší z důvodu například turbulence, pokynu řídicího letového provozu, otevírací doby letišť apod, nebo vyšší, což je ta častější situace. Vyšší rychlost se ve většině případů objevuje z důvodu snižování nabraného zpoždění, pokynu řídicího letového provozu, nebo na vyžádání provozního oddělení letecké společnosti. V případě, že jsou tedy všechny ostatní parametry stejné a délka letu se liší (zejména pokud je kratší), je možné, že zvýšená spotřeba byla způsobena rozdílnou rychlostí.

- **Rozdíl ve vzdálenosti vůči zemi** – zvýšená hodnota tohoto parametru značí, že letoun neletěl po plánované trase. Záporné hodnoty indikují kratší skutečnou vzdálenost a naopak. Významně vyšší kladné hodnoty mohou mít několik příčin. Ve většině případů, nejčastěji v letních měsících, je to z důvodu oblévání bouřkových mraků. Tyto oblety mohou znamenat až stovky mil nad plánovanou vzdálenost a téměř se nedají predikovat při plánování paliva. Spoléhá se zde tedy na dobrou připravenost a informovanost posádky, zejména pak velitele letounu, který si z důvodu předpovídaných bouřek zajistí větší množství paliva dle volného uvážení. Dalším důvodem může být vysoká vytižnost vzdušného prostoru a následné odklonění z trasy z důvodu vyhýbání dvou letadel. V neposlední řadě je třeba zmínit další důvod, a to nárůst vzdálenosti při přiletu. Může se stát, že kvůli silnému provozu uletí letoun na přiletu ještě více mil, než by byl teoreticky nejdelší publikovaný přilet. Zároveň také tato skutečnost může být způsobena vyčkáváním, na které je však v programu sledování spotřeby vytvořena samostatná tabulka.

Letiště vzletu a určení IATA	Kategorie deviace	Plánovaný čas odletu	ETN	Plánovaný vítr (kts)	Aktuální vítr (kts)	Rozdíl traťového paliva (kg)	Časový rozdíl délky letu (min)	Rozdíl ve vzdálenosti (NM)
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-08 08:20:00	-0,16	22,00	-19,79	926	27	90
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-01 16:00:00	-0,09	-16,00	7,47	552	11	56
PRG-AYT	Závažná deviace	2019-09-21 02:15:00	-0,09	N/A	23,87	560	6	18
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-11 10:30:00	-0,09	-26,00	20,80	564	3	8
PRG-AYT	Závažná deviace	2018-09-12 02:45:00	-0,08	N/A	9,47	562	7	N/A
PRG-AYT	Závažná deviace	2023-09-30 09:50:00	-0,08	-7,00	5,45	650	16	110
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-23 09:50:00	-0,08	-27,00	24,68	432	-1	6
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-11 08:50:00	-0,08	-35,00	22,69	496	3	-11
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-04 09:50:00	-0,07	-33,00	26,65	393	9	25
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-17 09:50:00	-0,07	-15,00	10,26	452	5	23
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-03 16:35:00	-0,07	-32,00	26,07	400	2	11

Tabulka 9 Analýza větru a rychlosti [10]

Další funkce se zaměřuje na vertikální profil letu. Pro potřeby plánování je při tvorbě provozního letového plánu vytvořen optimální profil na základě kterého je počítáno i palivo. Z důvodu různých okolností však tento profil nemusí být dodržen. Komplikace v této kategorii by se daly rozdělit na 3 fáze. První je vzlet a dostupání do cestovní hladiny, během které může posádka dostat několik restrikcí, které mají za cíl, že stoupání do optimální hladiny není kontinuální, a tudíž je během této fáze spáleno větší množství paliva. To je patrné z rozdílu plánovaného a skutečného paliva na stoupání. Druhá, nejdelší fáze, je traťový let. S tímto úsekem je spojena zejména jedna komplikace, a to konkrétně let v jiné než optimální letové hladině. Příčiny mohou být následující:

- rozdílná teplota okolního vzduchu, nebo hmotnost letounu a z toho plynoucí omezení na základě výkonnosti;
- omezení z důvodu provozu v daném vzdušném prostoru;
- vyhýbání se význačným jevům počasí.

Na každý let je vždy plánována optimální letová hladina, případně další hladiny, kterých je dosaženo v průběhu letu a není možné do nich dostoupit ihned po vzletu z důvodu vyšší hmotnosti. Do určování optimální hladiny se započítává nejen spotřeba paliva v této hladině, ale také vítr, který může vát v jednotlivých hladinách odlišně. Z toho důvodu není možné říci, že například vyšší letová hladina je vždy z hlediska spotřeby výhodnější, protože vždy závisí na konkrétním případě.

Třetí fáze, klesání, často představuje největší problém z hlediska spotřeby paliva, jelikož se zde posádka setkává s největším množstvím omezení a téměř nikdy nelze s jistotou říci kdy a jak je ideální začít klesat, potažmo jak bude průběh klesání vypadat. Ideální scénář by vypadal tak, že pilot sníží výkon motorů na volnoběh v bodě zahájení klesání, klesá na optimální rychlosti, postupně zpomaluje a zvýší výkon s vysouváním klapek / podvozku během fáze středního nebo konečného přiblížení. Samozřejmě bez použití jakýchkoliv prvků zvyšujících odpor a snižující vztlak. Od reálné situace má však tento scénář často velmi daleko a stává se, že posádka je nucena klesat dříve, upravovat v průběhu dopřednou i vertikální rychlost apod. Z toho důvodu aplikace zobrazuje rozdíl plánovaného a skutečného paliva na klesání, viz tabulka níže.

Letiště vzletu a určení IATA	Kategorie deviace	Plánovaný čas odletu	ETN	Průměrný rozdíl plánované a skutečné výšky (ft)	Rozdíl traťového paliva (kg)	Rozdíl paliva na stoupání (kg)	Rozdíl paliva na klesání (kg)
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-08 08:20:00	-0,16	1	926	-168	858
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-01 16:00:00	-0,09	1451	552	-311	807
PRG-AYT	Závažná deviace	2019-09-21 02:15:00	-0,09	N/A	560	-136	482
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-11 10:30:00	-0,09	1	564	-183	361
PRG-AYT	Závažná deviace	2018-09-12 02:45:00	-0,08	N/A	562	-307	673
PRG-AYT	Závažná deviace	2023-09-30 09:50:00	-0,08	104	650	-236	745
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-23 09:50:00	-0,08	148	432	-47	93
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-11 08:50:00	-0,08	422	496	111	597
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-04 09:50:00	-0,07	-63	393	-241	517
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-17 09:50:00	-0,07	585	452	-254	79
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-03 16:35:00	-0,07	1005	400	-374	512

Tabulka 10 Analýza vertikálního profilu [10]

Pro jednoduchou identifikaci jsem na stránku vložil i tabulku zobrazující počet uletěných vyčkávacích obrazců a spálené palivo během vyčkávání, viz tabulka níže.

Letiště vzletu a určení IATA	Kategorie deviace	Plánovaný čas odletu	ETN	Spálené palivo při vyčkávání (kg)	Počet vyčkávacích obrazců
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-08 08:37:00	-0,16	160	1
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-01 17:13:00	-0,09		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2019-09-21 02:32:00	-0,09		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2021-09-11 10:57:00	-0,09	435	1
PRG-AYT	Závažná deviace	2018-09-12 02:50:00	-0,08		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2023-09-30 10:07:00	-0,08		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-23 10:44:00	-0,08		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-11 09:04:00	-0,08		0
PRG-AYT	Závažná deviace	2022-09-04 10:05:00	-0,07		0

Tabulka 11 Údaje o vyčkávání [10]

Poslední tabulka rozděluje lety podle konkrétních letounů. Její účel je zejména identifikace potenciálních případů, kdy jsou deviace způsobeny nesprávně nastaveným koeficientem spotřeby daného letounu. Takový případ by mohl vypadat tak, že podezřele velká část letů ze závažné nebo mírné kategorie byla operována jedním konkrétním letounem. Tato funkce má význam zejména tam, kde je dostupné velké množství dat. Příklad takové funkce pro závažnou kategorii lze vidět níže.

Registrace letounu	Počet letů	ETN [PRŮM.]	Kategorie deviace (nejzávažnější)
OKTVO	5	-0,06	Závažná deviace
OKTSO	4	-0,06	Závažná deviace
OKTVH	3	-0,07	Závažná deviace
OKTSE	3	-0,06	Závažná deviace
OKTVJ	3	-0,05	Závažná deviace
OKTVT	2	-0,06	Závažná deviace
OKTSU	2	-0,06	Závažná deviace
OKTSS	2	-0,06	Závažná deviace
OKTSD	2	-0,06	Závažná deviace

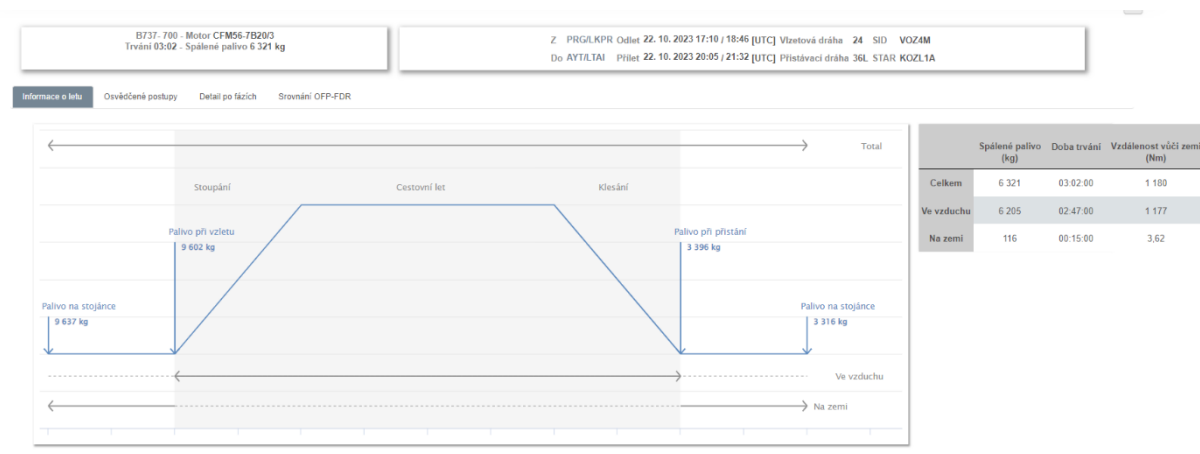
Tabulka 12 Počet závažných deviací pro jednotlivé letouny [10]

Na závěr druhého kroku programu by měl být uživatel schopen identifikovat příčiny zvýšené spotřeby na daných analyzovaných dvojicích letišť a určit, zda je možné, že tyto podmínky budou převládat i nadále. Na základě těchto informací je zapotřebí navrhnout případná nápravná opatření, nebo jiná doporučení.

3. Individuální analýza

V různých případech se může stát, že není zcela zřejmý průběh letu. Z toho důvodu je možné využít individuální analýzy. Využití není nezbytné, pokud uživatel získal dostatek informací v rámci předchozího kroku. Tento nástroj přesně popisuje průběh letu a také porovnává plánované hodnoty se skutečnými. Tabulky pro individuální analýzu jsou již předdefinované v rámci aplikace a nedají se nijak měnit.

První záložka zobrazuje základní informace o průběhu jednotlivých fází. V hlavičce jsou zobrazeny časy, označení vzletové a přistávací dráhy a označení standartního přístrojového odletu / příletu, kterým se nejvíce podobá trasa letu. Pokud tato trasa neodpovídá žádnému z letů, aplikace uvede automaticky, že se nejednalo o žádný ze standartních odletů. V nižší části je pak možné vidět množství paliva v nádržích v okamžiku vyjetí ze stojánky, vzletu, přistání a přistavení ke stojánce doplněné tabulkou o spáleném palivu, vzdálenosti a době trvání rozdělené na fázi ve vzduchu, na zemi a celkem.



Obrázek 7 Základní informace o konkrétním letu [9]

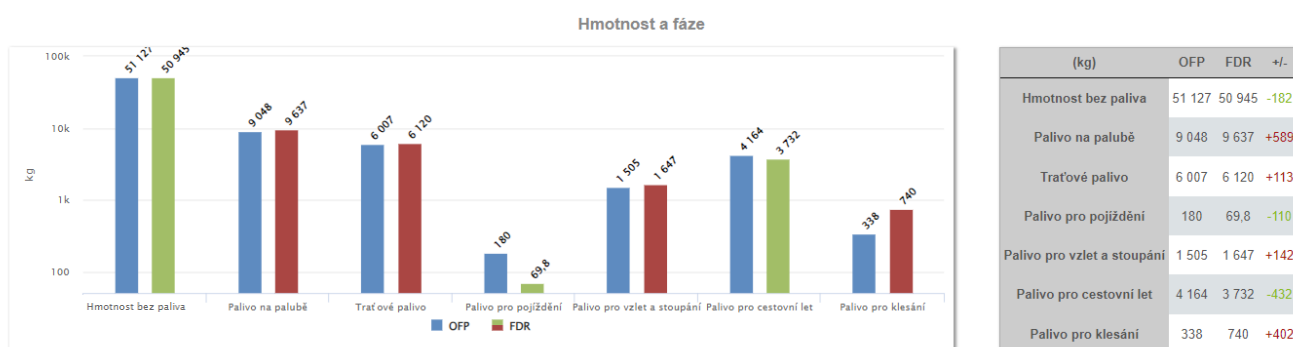
Druhá záložka je určená pro analýzu z pohledu úspory paliva a zobrazuje uživateli způsoby, jak na daném letu mohlo být ušetřeno palivo. Pro program sledování spotřeby tato záložka není relevantní, jelikož v rámci analýzy se uživatel spíše zaměřuje na situace, kdy byl paliva nedostatek. Třetí záložka obsahuje tabulku informací po jednotlivých fázích, lze z ní vyčíst informace o době trvání letu, spotřebovaném palivu, vzdálenosti a dodatečné hodnoty, jako třeba průměrné otáčky N1 (procento maximálních otáček nízkotlaké části motoru) nebo gradient stoupání / klesání. Zároveň je také možné si zobrazit 3D trajektorii jednotlivých fází a vidět tak přesně, jak se letoun pohyboval horizontálně a vertikálně.

Fáze	Doba	Spotřeba paliva (kg)	Vzdálenost (Nm)	Dodatečné hodnoty	3D Trajektorie
NA ZEMI	00:03:21	34,5	0,01	-	
POJÍŽDĚNÍ NA VZLET	00:03:11	35,3	0,52	Prům. N1: 21,28 %	
VZLET	00:00:55	79,4	1,17	Max N1: 84,81 %	
STOUPÁNÍ	00:20:50	1 568	134	Gradient: 4,39 %	
CESTOVNÍ LET	01:46:05	3 732	837	Max let. hlad.: 370 , Max Mach: 0,77 , Mach: 0,76	
KLESÁNÍ	00:40:05	740	205	Gradient: -2,97 %	
PŘÍSTÁNÍ	00:00:34	7,51	0,81	Prům. N1: 28,39 %	
POJÍŽDĚNÍ KE STOJÁNCE	00:05:45	73,1	1,12	Prům N1: 21,58 %	
PŘÍSTAVENÍ KE STOJÁNCE	00:00:45	8,26	0,02	-	

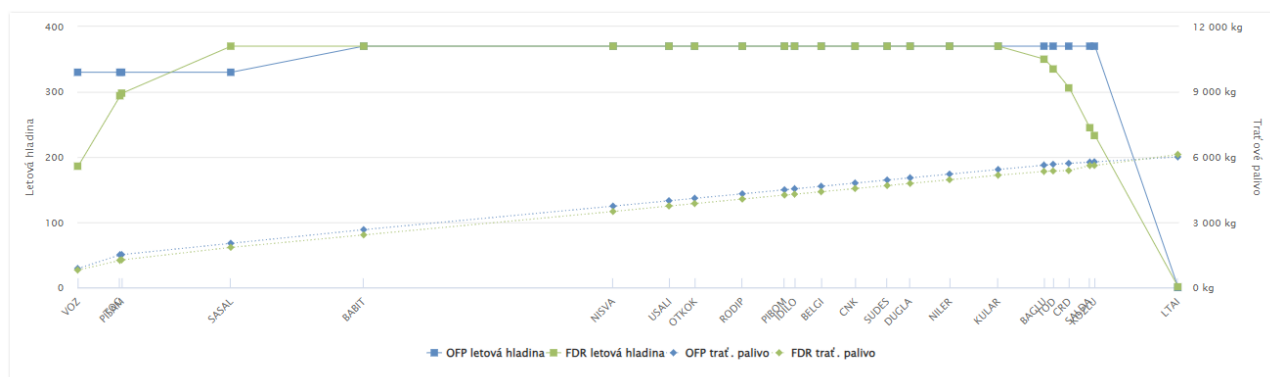
Tabulka 13 Informace o letu po jednotlivých fázích [9]

Nejvíce informací je však možné získat z následující záložky. Ta porovnává plánovaná data (OFP – modrá barva) s těmi skutečnými (FDR – zelená nebo červená barva v závislosti na tom, zda je hodnota vyšší nebo nižší) a vyobrazuje je do dvou grafů a tabulky. První graf vyobrazuje hmotnost a palivo v jednotlivých fázích stejně tak jako tabulka. Druhý graf zobrazuje vertikální profil letu a kontinuální porovnání paliva. Na příkladu níže můžeme vidět, že odhadovaná hmotnost byla velmi blízko k reálné hodnotě. Dále je patrné, že posádka si na let vzala cca o 500kg paliva více než bylo plánováno, což je maximální hodnota, při které nemusí být uváděn důvod. Během poježdění bylo ušetřeno více než 100 kg paliva. Skutečné

palivo na vzlet a stoupání převyšovalo to plánované cca o 150 kg. Zároveň z grafu níže je vidět, že posádka do plánované cestovní hladiny dostoupala až na bodě BABIT, což je pravděpodobně důsledkem zvýšeného množství paliva pro stoupání. Během letu v plánované hladině však bylo ušetřeno přes 400 kg paliva, pravděpodobně díky různým zkratkám, nebo například příznivějšímu větru. Z vertikálního profilu je také patrné, že klesání bylo započato dříve, než by byl ideální stav, což je běžná praxe, jelikož posádka si nikdy nemůže být jistá, jak bude průběh klesání vypadat, a proto začne klest dříve, aby se později nestalo, že je příliš vysoko a není možné doklesat do požadované výšky na určitém bodě.



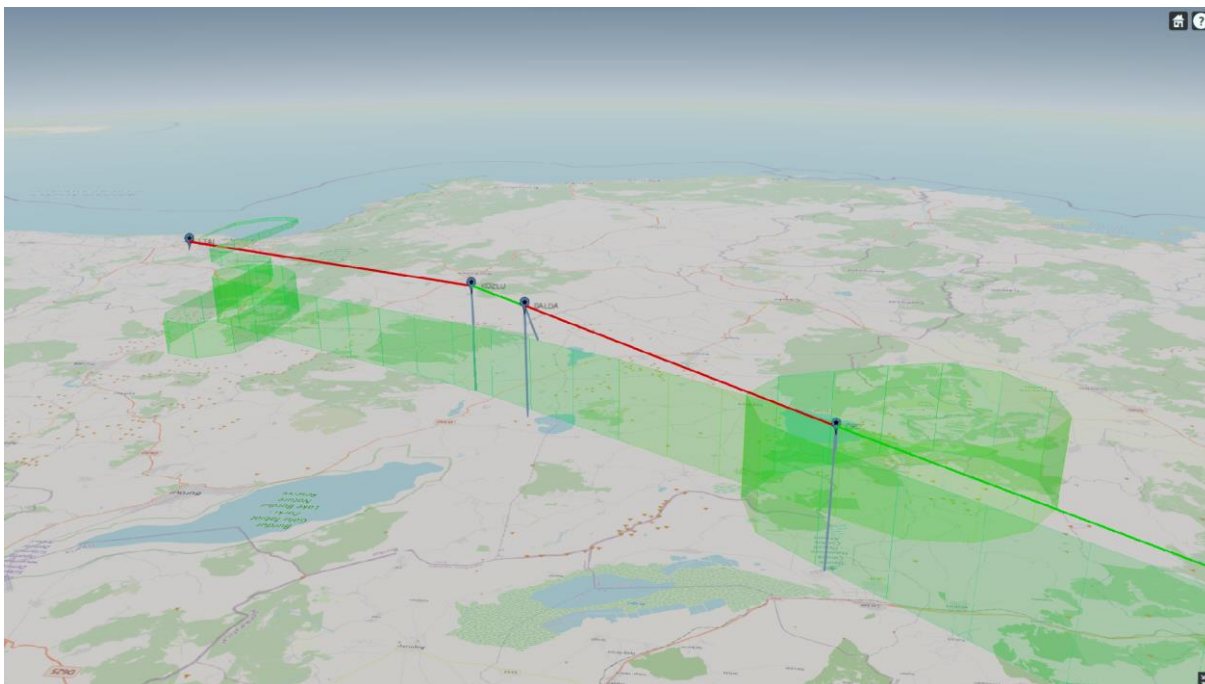
Obrázek 8 Graf srovnání plánovaných dat a skutečných [9]



Obrázek 9 Graf vertikálního profilu [9]

Z tabulky také můžeme vidět, že během klesání bylo spotřebováno o cca 400kg paliva více. Důvody této zvýšené spotřeby mohou být různé a ty nejčastější jsou popsány výše v rámci druhého kroku analýzy. Zde však je možné využít dalšího nástroje, zobrazení 3D trajektorie. Můžeme ji vidět na obrázku níže. Červená a zelená spojnice bodů ukazuje plánovanou trasu letu s ideálním vertikálním profilem. Vertikálou stoupající od povrchu je pak vyjádřena

skutečná trajektorie letu a výška nad hladinou moře v daném úseku. Z tohoto konkrétního vyobrazení jsou, kromě trasy, která víceméně odpovídá standartnímu přístrojovému přiletu s názvem KOZLU 1A, patrné také dva obrazce. Ten první (na pravé straně) se zdá jako otočka o 360° z důvodu sekvence na přistání. Druhý obrazec (vlevo), byl proveden v nižší výšce a více připomíná standartní vyčkávání. Následovala již zbývající trasa přiletu a konečného přiblížení na dráhu 36L.



Obrázek 10 3D trasa letu [9]

Takovýmto způsobem je možné získat nejpřesnější informaci o průběhu jakéhokoliv letu, ze kterého jsou dostupná data. Při tomto konkrétním letu tedy byla zvýšená spotřeba zapříčiněna zejména vyčkáváním a nepříznivým průběhem klesání. Zároveň to částečně bylo vykompenzováno ušetřeným palivem z cestovního letu a ve výsledku byla skutečná spotřeba traťového paliva vyšší pouze o 113 kg. Podobných situací v turecké Antálii však bylo v průběhu léta poměrně velké množství, a i z toho důvodu bylo na tyto lety přidáváno mimořádné palivo.

Jak již bylo uvedeno třetí krok analýzy není nezbytný a je určený pouze coby doplňující informace, jelikož analyzovat každý z let tímto způsobem by bylo časově nezvladatelné. Je však pravděpodobné, že pokud uživatel identifikuje pomocí tohoto způsobu příčiny zvýšené spotřeby, budou příčiny na ostatních letech pro danou dvojici letišť a období podobné. Výhodou také je, že vzhledem k důkladnosti a množství informací získaných z třetího kroku mohou být odhaleny různé nedostatky ať už v procesu plánování, nebo v samotném programu sledování spotřeby.

4.3.4 Pravidelná a nepravidelná analýza

Jak již bylo výše popsáno, v rámci programu sledování spotřeby funguje systém analýz, během kterých jsou vyšetřovány důvody zvýšené spotřeby paliva a navrhována nápravná opatření tak, aby k nedocházelo ke stejným situacím znovu. Tyto analýzy by se daly rozdělit do dvou skupin: pravidelná a nepravidelná.

Nepravidelná analýza se provádí co nejdříve, jakmile je z dostupných dat patrné, že nějaké lety spadají do závažné kategorie. Cílem této nepravidelné analýzy je zjistit příčiny a zajistit, aby se tato skutečnost v budoucnu neopakovala. Dalším podnětem k provedení nepravidelné analýzy je report posádky, nebo jiného zaměstnance, který souvisí s nedostatkem paliva. Jelikož takových analýz může být v období silného provozu více, tak by bylo velmi časově náročné z každé provedené analýzy vytvářet zápis. Funguje to tedy tak, že pracovník vytvoří dočasné opatření, které pouze ústně konzultuje v rámci svého nebo dalších oddělení tak, aby ke zvýšené spotřebě nedocházelo do doby, než bude provedena měsíční analýza. Z této analýzy se nedělají tedy žádné písemné výstupy a její výsledek je pouze dočasný a platí do doby, než je provedena pravidelná měsíční analýza.

Měsíční analýza je vždy prováděna mezi 10.-15. dnem následujícího měsíce. Aby bylo zaručeno její provedení, využil jsem funkci vytváření reportů v aplikaci SkyBreathe. Funguje tak, že lze na pravidelné bázi automaticky odesílat na konkrétní emailové adresy výstupy vybrané funkce za definované období. Tím pádem je každý měsíc 10. den ráno odeslán email příslušnému oddělení s přílohou obsahující všechny závažné a mírné deviace za předchozí měsíc. Důvodem pro odesílání až 10. den je vytvoření dostatečné časové rezervy pro sesbírání co největšího množství dat, aby byla minimalizována možnost vynechání nějaké deviace. V rámci pravidelné analýzy se analyzují všechny závažné deviace a mírné deviace, které dohromady s těmi závažnými převyšují 50 % všech letů za daný měsíc. Zároveň jsou tam zakomponovány i závěry nepravidelných analýz, které do té doby byly provedeny.

Aby byl tento proces co nejefektivnější, doporučuje se uživateli využít vytvořených stránek a systému 3 kroků, které jsou popsány v kapitole výše. Zároveň jsem pro tento účel vytvořil formulář, který shrnuje veškerá důležitá data a výstupy z této analýzy. Tento formulář slouží jako shrnutí procesu a výstupů každé měsíční analýzy a je zpřístupněn všem oddělením, kterých by se mohla týkat nápravná opatření. Samotný formulář je rozdělen do dvou částí.

První část je hlavička shrnující informace o všech letech dohromady. Obsahuje následující informace:

- Datum
- Analyzovaný měsíc
- Počet závažných a mírných deviací – ve smyslu počtu dvojic letišť na kterých se objevila nějaká závažná deviace

Nižší část hlavičky je pak připravena k překopírování dat z pravidelného reportu, který byl popsán výše. Tabulka má stejný formát jako data generovaná z funkce v rámci měsíčních reportů, tudíž stačí otevřít soubor, který je přílohou k tomuto reportu a data jednoduše vložit do hlavičky. Jediné co, bohužel, aplikace SkyBreathe neumí, je zobrazení procentuálního vyjádření všech letů. K tomu je potřeba využít jednoduché funkce v tabulkovém editoru a data tímto způsobem dopočítat. Po doplnění dat uživatel může vidět následující informace:

- **Dvojice letišť v rámci jednotlivých deviací** – ty dvojice, které nemusí být analyzovány, jelikož nesplňují podmínky (například nepředstavují více než 50 % všech letů) jsou z tabulky odstraněny, tudíž veškeré zmíněné dvojice již musí být analyzovány
- **Průměrné ETN** – pro danou dvojici – automaticky generováno v reportu.
- **Počet deviací (závažných / mírných / součet)** – automaticky generováno v reportu
- **Procentuální vyjádření deviací** – nutnost dopočítat při zpracovávání
- **Množství spotřebovaných záložních složek paliva** – automaticky generováno z reportu

DATUM	
ANALYZOVANÝ MĚSÍC	
POČET ZÁVAŽNÝCH DEVIACÍ (POČET RŮZNÝCH DVOJIC LETIŠŤ)	
POČET MÍRNÝCH - ZÁVAŽNÝCH DEVIACÍ PŘESAHOJÍCÍ 50% LETŮ (POČET RŮZNÝCH DVOJIC LETIŠŤ)	

Analyzované Dvojice

Závažné deviace

	Dvojice letišť - IATA	ETN (PRŮM.)	Počet závažných deviací	Spotřebované náhradní palivo [KG]	Spotřebované palivo z koncové zásoby [KG]
1					
2					
3					

Mírné deviace

	Dvojice letišť - IATA	ETN (PRŮM.)	Počet mírných deviací	Počet mírných - závažných deviací	Mírné - závažné dev. jako % všech letů
1					
2					
3					

Obrázek 11 Hlavička formuláře pro analýzu [8]

Druhá část se vyplňuje pro každou dvojici zvlášť. Obsahuje opět hlavičku, která shrnuje základní informace a výstupy analýzy. Jsou v ní uvedeny jednotlivá nápravná opatření a jejich důvody. Proto k dané stránce s analýzou mají přístup i ostatní uživatelé, kterých se opatření mohou týkat. Obsah hlavičky je následující:

- Analyzovaná dvojice (např PRG – BRQ)
- Kategorie deviace
- Důvod vyšší spotřeby
- Aplikovaná nápravná opatření
- Přidané mimořádné palivo
- Jméno pracovníka, který prováděl analýzu

V nižší části je pak kontrolní seznam se všemi možnými příčinami zvýšené spotřeby. Tento seznam uvádí více možných příčin, než na kolik se zaměřuje pravidelná analýza. Je to z toho důvodu, že pravidelná analýza je zaměřena na ty nejčastější problémy, aby vyšetřování bylo co nejjednodušší, zatímco do seznamu v tomto formuláři jsem přidal další možné příčiny tak, aby existovalo vodítko, co vše může zvýšenou spotřebu způsobit. Samozřejmě nelze vypsát zcela všechny důvody, a i proto je zde odrážka „ostatní“ pro případ, že žádná z nabízených příčin nepopisuje konkrétní situaci. Pokud analýza ukáže, že daný problém měl na svědomí vyšší spotřebu, tak jej analyzující pracovník zaškrtně a uvede, v kolika případech z celkového počtu letů na této trase byl tento problém relevantní. Dále je to možné v textovém poli více specifikovat, a nakonec je potřeba uvést uplatněné nápravné opatření. Do seznamu jsem nad příčiny popsané v kapitole [2.3.6 Vytvoření stránek pro analýzu](#) přidal ještě následující skutečnosti.

- **Větší množství paliva** – v případě, že se velitel rozhodne si na let vzít více paliva, nevytváří to nebezpečnou situaci. I přesto se však může stát, že se let objeví v mírné nebo závažné kategorii. Je to z toho důvodu, že vzorce neuvažují žádné další složky paliva kromě toho traťového a mimořádného. Tím pádem se při zvyšování množství paliva velitele letounu i zvyšuje hmotnost a standardně se pro tuto hmotnost již nepřepočítává traťové palivo. Pokud se tedy velitel letounu rozhodne si vzít neobvykle velké množství, je pravděpodobné, že následkem zvýšené hmotnosti bude spotřebováno větší množství paliva a let se zobrazí v jedné z kategorií deviace i přesto, že po přistání bylo na palubě stále dostatečné množství. Pokud se takový případ objeví, není třeba aplikovat nápravná opatření a pouze stačí do formuláře uvést, že k této situaci došlo z těchto důvodů.
- **Položky MEL / CDL** – jedná se zjednodušeně o seznam závad, se kterými je za daných podmínek možné letět. Tento seznam vychází z hlavního seznamu

publikovaného výrobcem a letecká společnost si ho následně upraví pro svůj provoz (vždy však musí být všechny úpravy „na bezpečnou stranu“). Některé ze závad předepisují tabulkové hodnoty zvýšené spotřeby, se kterou musí být na daný let počítáno. Tato zvýšená spotřeba je předepsána tak, aby byla ve většině případů vyšší než ve skutečnosti. I přesto se však může stát, že například v kombinaci s dalšími faktory tato položka způsobí zvýšenou spotřebu.

- **Let na záložní letiště** – pokud posádka divertuje na záložní letiště, pravděpodobně bude spotřebována i část záložního paliva. Je možné, že program to však nevyhodnotí přesně a tento let zařadí do mírné nebo závažné kategorie. Pokud tedy záložní palivo bylo dostatečné, není potřeba z pohledu programu sledování spotřeby let více analyzovat.
- **Technická závada** – tímto bodem je myšlena jakákoliv závada na letounu, která se projevila až v průběhu letu, a tudíž s ní nebylo počítáno jakožto s položkou MEL/CDL

Analyzovaná dvojice		Kategorie deviace	
Důvody zvýšené spotřeby			
Nápravná opatření			
Přidané mimořádné palivo		Analyzující pracovník	

Potenciální příčina	Relevantní příčina?	Počet výskytů	Popis	Nápravné opatření
Delší vzdálenost	<input type="checkbox"/> Ano			
Méně příznivý vítr	<input type="checkbox"/> Ano			
Vyšší rychlost	<input type="checkbox"/> Ano			
Omezení při stoupání	<input type="checkbox"/> Ano			
Rozdílná cestovní hladina	<input type="checkbox"/> Ano			
Omezení při klesání	<input type="checkbox"/> Ano			
Vyčkávání	<input type="checkbox"/> Ano			
Vyšší hmotnost bez paliva	<input type="checkbox"/> Ano			
Větší množství paliva	<input type="checkbox"/> Ano			
Zvýšená spotřeba konkrétního letounu (degradace koeficientu spotřeby)	<input type="checkbox"/> Ano			
Položky MEL / CDL	<input type="checkbox"/> Ano			
Let na záložní letiště	<input type="checkbox"/> Ano			
Technická závada	<input type="checkbox"/> Ano			
Ostatní:	<input type="checkbox"/> Ano			

Obrázek 12 Kontrolní seznam příčin zvýšené spotřeby [8]

Po dokončení pravidelné analýzy pomocí seznamu na Obrázku 12 je celý formulář uložen na interní stránku a jeho závěry jsou distribuovány příslušným oddělením.

4.4 Nápravná opatření a změny provozního plánu

Cílem celé analýzy je zavedení prostředků, metod, nebo jakýchkoliv změn, které zajistí, že plánované palivo bude odpovídat tomu skutečnému. Tím pádem je hlavní výstup analýzy, v případě potřeby, nějaké nápravné opatření. Celkový výstup analýzy by se tak dal rozdělit do 3 scénářů:

1. Závěrem není žádné opatření ani doporučení

K takové situaci může dojít několika způsoby. První možnost je výskyt letu v mírné nebo závažné kategorii, ve skutečnosti bylo však po přistání na palubě více paliva, než se očekávalo, jelikož si velitel letounu vzal velké množství paliva navíc. Druhá možnost je let na zálohu, při letu na letišti určené bylo spotřebováno adekvátní množství paliva, ale program let vyhodnotil jako deviaci. S takovou situací je z hlediska plánování paliva počítáno a není jí třeba v rámci programu sledování spotřeby řešit. Poslední variantou je, že jev, který způsobil vyšší spotřebu, byl dočasný a dále nepřetrvává. V takovém případě není potřeba nastolovat žádné opatření, avšak je dobré uchovávat záznam analýzy (vyplněný formulář) pro případ, že by tento jev opět začal převládat. Pak by bylo mnohem snazší odhadnout jeho následky a zabránit možnosti nízkého množství paliva na palubě způsobeného tímto jevem.

2. Závěrem je doporučení nebo informace

Pokud analýza odhalí, že není nezbytné na lety zvyšovat množství plánovaného paliva, ale spíše upravit nějaký parametr během vytváření provozního letového plánu (například plánovaná cestovní hladina, plánovaná trasa odletu / příletu), může být závěrem doporučení pro dané oddělení, nebo pracovníky. Toho je docíleno tak, že daní zaměstnanci mají přístup k závěrům analýzy a v hlavičce mohou rychle a jednoduše najít tato doporučení i důvody, které k nim vedly. Pokud by měly doporučení nebo vyplývající informace být mířeny spíše na letovou posádku, je možné využít NOTAMů v rámci společnosti. Jedná se o text, který se posádce na základě zvolených parametrů, jako je typ letounu, letišti, denní doba apod., zobrazí vedle zbylých klasických NOTAMů. Tímto způsobem je možné informaci předat pouze zúčastněné posádce a nezatěžovat tím ty, kterých se to netýká.

3. Přidání mimořádného paliva

Jak je uvedeno v teoretické části, mimořádné palivo je složka paliva přidaná v případě očekávání nějakého zpoždění nebo jiného provozního omezení. Vzhledem k tomu, že se celý program zaměřuje na odhalování těchto provozních omezení, mimořádné palivo je jedno z nápravných opatření, které z analýzy může vzejít. Toto palivo je

nejčastěji přidáváno na konkrétní dvojici letišť, avšak může být přidáno i na základě jiných parametrů, jako třeba letiště určení.

Množství přidaného paliva určuje pracovník, který provádí analýzu a mělo by ho být alespoň takové množství, které pokryje zvýšenou spotřebu všech okolností, které se na ní podílely a dá se u nich očekávat, že budou nadále přetrvávat. V momentě, kdy je určeno množství mimořádného paliva, je tato hodnota zadána do softwaru pro plánování letů, který toto množství automaticky přiřadí na každý let splňující definovaná kritéria. Zároveň je na tyto lety vydán NOTAM v rámci společnosti, který posádku informuje o takto přidaném palivu a zajišťuje další kontrolu, že na daný let toto množství paliva skutečně bylo zadáno. Zároveň připomínám, že se tato složka stává součástí minimálního paliva, a tudíž nemůže být nijak modifikována posádkou.

Výsledek analýzy je jeden z důvodů pro přidání mimořádného paliva, ne však jediný. Tato složka by měla být přidána pro všechna očekávaná zpoždění, nebo další jevy způsobující zvýšenou spotřebu. Pokud pracovník takový jev odhalí, na tento let přidá adekvátní množství mimořádného paliva. Následuje neúplný seznam zdrojů, díky kterým může pracovník oddělení přípravy letů odhalit pravděpodobné zpoždění, nebo jev, který by způsoboval zvýšenou spotřebu:

- **Eurocontrol (portál NOP)** – jedná se o portál, který obsahuje aktuální informace a predikce provozu ve vzdušném prostoru nad Evropou. Díky tomuto portálu je možné odhadovat různá zdržení na trase. Obsahuje mapu vytížených vzdušných prostorů a letišť s barevným kódováním očekávaného zdržení. Dále je zde také možné dohledat statistiky historického provozu a současná data se kterými společnost Eurocontrol pracuje.
- **NOTAM** – dalším zdrojem relevantních informací jsou NOTAMy pro daný let. Jak ty letištní, tak i NOTAMy vzdušných prostorů, přes které vede trať letu. Z nich lze odhalit další potenciální okolnosti, které by mohly vést ke zdržení, také i v souvislosti s různými zkušenostmi pracovníka. Například pokud by daný zaměstnanec viděl NOTAM o nefunkčním sekundárním radaru na letišti v Antálii, mohl by si vzpomenout na to, že v historii taková situace již nastala a bylo pro tyto případy přidáno mimořádné palivo. Poté by stačilo dohledat formulář z dané historické analýzy a přidat stejné množství mimořádného paliva jako bylo přidáno při předchozím případě. NOTAM však může pracovníkovi napovědět, že na letišti bude zpoždění i bez různých zkušeností. Ku příkladu, pokud na letišti určení, které má dvě paralelní dráhy, je jedna z nich zavřená, dá se očekávat, že v čase hustého provozu budou z tohoto důvodu vznikat různá omezení.

výpočet ETN, nastaveny tak, aby započítávaly mimořádné palivo. Pokud je jeho množství dostatečné, nebudou se tyto lety objevovat ve statistice jako závažné deviace, případně ani jako mírné.

Aby se však nestalo, že složka je jednou přidána a pak se na ni zapomene a bude automaticky připisována na lety, na kterých již není potřeba, vytvořil jsem funkci, která hlídá, zda je toto palivo stále nezbytné pro zajištění bezpečnosti. Díky této funkci může uživatel jednoduše identifikovat, že okolnosti, které způsobovaly vyšší spotřebu již nepřevládají, nebo nejsou tak silné a snížit, případně zrušit, mimořádné palivo pro tyto lety.

Tato funkce má za cíl určit využitelnost nastaveného mimořádného paliva. Z toho důvodu jsem vycházel ze základního vzorce pro výpočet čísla ETN, který v sobě má tuto složku zakomponovanou. Vytvořil jsem novou funkci, která výsledek počítá bez mimořádného paliva. Výsledný vzorec vypadá následovně:

$$ETN_0 = \frac{(Plánované\ traťové\ palivo\ [kg]) - Skutečné\ traťové\ palivo\ [kg]}{Plánované\ traťové\ palivo\ [kg]}$$

Zavedl jsem novou hodnotu ETN_0 , která ukazuje výslednou hodnotu ETN pro daný let, jako kdyby při plánování nebylo přidáno žádné mimořádné palivo. Dále jsem vytvořil funkce, které daný let kategorizují na základě čísla ETN_0 .

Začal jsem tak vytvářet tabulku která porovnává skutečnou závažnost deviace se scénářem, za situace, kdy by žádné mimořádné palivo přidáno nebylo. Zároveň s cílem tento proces co nejvíce zjednodušit jsem se pokoušel nastavit filtr tak, aby byly zobrazovány pouze lety, ke kterým bylo mimořádné palivo přidáno.

Aplikace SkyBreathe dostává údaje o této složce paliva spolu se všemi ostatními daty. Když jsem však chtěl lety vyfiltrovat na ty, k nimž byla přidána, začaly se mezi nimi objevovat i krátké úseky, na které tato složka přidána nebyla. Po nějaké době pátrání jsem zjistil, že platforma položku, kterou označuje jako „Planned extra fuel“ (česky plánované mimořádné palivo), uvažuje i na letech, u kterých minimální palivo nesplňuje provozovatelem stanovenou hranici 4 000 kg před zahájením vzletu. To znamená, že pokud minimální palivo na daný let je množství menší než 4 000 kg, je toto množství automaticky navýšeno a aplikace tento údaj počítá jako mimořádné palivo. Proto jsem na tabulku aplikoval ještě další filtr, který nepočítá s lety, u kterých minimální palivo představuje méně než 4 000 kg.

Dvojice letišť IATA	Mimořádné palivo (kg)	Počet závažných deviací	Počet závažných deviací bez mimoř. paliva	Počet mírných deviací	Počet mírných deviací bez mimoř. paliva	Počet bezpečných deviací	Počet bezpečných deviací bez mimoř. paliva
BRQ-AYT	100	0	0	0	0	22	22
BTS-AYT	150	0	0	0	0	46	46
GPA-TLV	200	0	0	0	0	3	3
KSC-AYT	100	0	0	0	0	13	13
NAP-TLV	160	0	0	0	0	2	2
OSR-AYT	100	0	0	0	0	7	7
PRG-AYT	200	0	5	2	2	150	150
PRG-EFL	100	0	0	0	0	6	6
PRG-NAP	200	0	0	0	0	2	2
TLV-GPA	200	0	0	0	0	3	3
WAW-SKG	100	0	0	0	0	6	6

Tabulka 14 Tabulka pro sledování mimořádného paliva [10]

V tabulce výše jsou vidět data z vytvořené funkce za měsíce srpen a září roku 2023. Z tabulky je patrné, že kromě úseku PRG – AYT již na všech ostatních dvojicích není mimořádné palivo potřeba. Je to pravděpodobně tím, že data jsou již z konce letní sezóny, a tudíž je možné, že vlivem slabšího provozu pominuly okolnosti způsobující zvýšenou spotřebu. Pokud tedy není podezření, že by se dané okolnosti mohly opakovat je možné u většiny těchto dvojic přidat mimořádné palivo zrušit. Na úseku PRG – AYT se prozatím ukazuje, že nastavené mimořádné palivo je zde potřeba, jelikož bez něj by 5 letů spadalo do závažné kategorie.

Pokud tedy existuje dostatečné množství důkazů, že toto palivo již není potřeba, je vhodné tuto složku odebrat nebo snížit množství paliva. Díky tomu je pak na každém letu převáženo méně nevyužitého paliva a tím pádem se šetří životní prostředí i náklady společnosti. Zároveň je v určitých případech, díky tomu, možné naložit větší množství platícího nákladu, což zajišťuje větší efektivitu a vyšší příjem letecké společnosti.

4.6 Schválení programu a provoz

Současně s mojí prací zaměřenou na program sledování spotřeby byly jinými pracovníky zapracovávány změny v předpisu a připravovány podklady pro schválení palivového programu s odchylkami. Změny se týkaly například lehce odlišného provozního letového plánu, zapracování nových plánovacích minim do příruček společnosti apod. Následně byla podána na podzim roku 2022 žádost o schválení základního programu s odchylkami. Úřad měl k žádosti několik připomínek, níže je seznam těch, které se týkají programu sledování spotřeby a způsoby nápravy:

- V příloženém dokumentu „Fuel consumption monitoring program“ bylo uvedeno číslo revize 1, avšak se jednalo originální verzi. Tato chyba byla opravena a originální dokument tak nese číslo revize 0.
- Dále dokument neobsahoval dostatečné odkazy na relevantní předpisy a manuály letecké společnosti. Opraveno v kapitole „Relation to other documents“ a dále v jednotlivých kapitolách, které nyní uvádí, jaké konkrétní požadavky splňují.
- V dokumentu byl bez vysvětlení používán termín palivo i přestože předpis využívá označení palivo/energie. Z toho důvodu bylo přidáno prohlášení, že daná letecká společnost provozuje pouze letouny spalující konvenční uhlovodíkové palivo, a tudíž je v rámci programu využíván pouze termín palivo.
- Dále měl úřad připomínky k ustanovení, že cílem je zlepšit plánování a vyhnout se používání nadměrného množství paliva, přičemž konečnou odpovědnost za množství paliva na palubě má velitel. K této připomínce bylo vysvětleno, že dokument nijak nezpochybňuje odpovědnost velitele, spíše rozšiřuje popis způsobu stanovení minimálního množství paliva na palubě. Úřad pak namítal, že z textu v dokumentu to není jednoznačné, načež všechna tato ustanovení byla upravena tak, aby bylo jasné, že jde pouze o způsoby upravování minimálního paliva.

5 Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat a implementovat nové změny v předpisu 965/2012 z hlediska plánování paliva a palivových programů. V rámci teoretické části jsem se zaměřoval na analýzu těchto požadavků. Díky analýze jsem byl schopen lépe pochopit rozdíly mezi jednotlivými programy a výhody, které každý z nich nabízí. Dále jsem se blíže seznámil s metodami snižování různých složek paliva, zejména pak se snižováním množství paliva pro nepředvídané okolnosti. Posléze jsem pronikl i do problematiky nových plánovacích minim, které jsou nyní závislé na zvoleném palivovém programu, a tudíž se jedná o další faktor pro výběr konkrétního programu. Na základě těchto informací jsem byl lépe schopen určit, co by výběr každého z programů pro provozovatele komerční letecké dopravy znamenal.

Toho jsem využil na začátku praktické části, kdy jsme se společně se zástupci letecké společnosti rozhodovali, který z palivových programů bude optimální z hlediska náročnosti implementace, provozu a nabízených alterací minimálního paliva. V úvodu také uvádím mé osobní zhodnocení všech palivových programů, jejich výhody a nevýhody, které považuji za zásadní, a které jsem využil při rozhodování. Vzhledem k přesně zadaným požadavkům tento výběr nebyl nijak složitý a rozhodnutí padlo na implementování základního programu s odchylkami. Zbytek práce se tak zaměřuje na splnění požadavků, které se týkají tohoto programu.

Pro splnění všech požadavků jsem využil pouze zařízení a software, kterým společnost disponovala a nevznikly tak při implementaci žádné další náklady, což považuji za úspěch a zároveň tím byl splněn jeden z požadavků, resp. přání společnosti.

Většina procesů v programu sledování spotřeby se odehrává v aplikaci SkyBreathe, kterou vnímám jako velmi povedenu a užitečnou nejen pro potřeby monitorování paliva. Tato aplikace byla vytvořena za účelem efektivity a způsobů, jak šetřit palivo a v této oblasti má, dle mého názoru, obrovský potenciál, avšak lze ji využít k nejrůznějším statistikám a zpracování široké škály dat.

Právě možnost nadefinování vlastních funkcí a procesů jsem využil pro účely této diplomové práce. V úvodu kapitoly o aplikaci SkyBreathe je vysvětleno její používání. Dále jsou popsána veškerá data, se kterými aplikace pracuje a která mají využití pro program sledování spotřeby a další procesy ve společnosti. Nejobsáhlejší část praktické části jsem věnoval funkcím, jenž slouží k provádění pravidelné a nepravidelné analýzy. Jako první se zaměřuji na kategorizaci letišť v závislosti na množství skutečně spáleného paliva v porovnání s plánovaným množstvím. Popisuji zde různé způsoby, které mne v průběhu psaní napadly a důvody proč jsem se, i na základě rad od mého vedoucího, rozhodl pro současné řešení.

Další část této kapitoly je věnována analýze skupin letů, které jsou nejčastěji zaměřeny na dvojici letiště vzletu a letiště určení. Zde jsem pracoval s výstupy analýzy rizik a nebezpečí (příloha č. 2). Identifikované příčiny zvýšené spotřeby jsem rozřadil do několika skupin a vytvořil stránku s funkcemi tak, aby mohl pracovník provádějící analýzu jednoduše poznat která příčina vedla u konkrétního případu ke zvýšené spotřebě paliva. V neposlední řadě jsem se věnoval i využití aplikace pro analýzu konkrétních letů. V práci je popsáno využití předem nastavených funkcí pro případy, při kterých není zaměstnanci příčina zvýšené spotřeby zřejmá z tabulek pro analýzu.

V následujícím úseku praktické části je popsán mnou vytvořený postup pro zpracování pravidelné a nepravidelné analýzy, na základě které jsou pak navrhována jednotlivá nápravná opatření. Tato část také obsahuje metody predikce zvýšené spotřeby, jenž nevychází ze statistiky. Těch může být využito ve fázi plánování letů a pomáhají odhalit nové jevy, jež by mohly negativně ovlivnit průběh letu a mělo by na ně být přidáváno palivo do nové složky. Tato složka je nazvaná „mimořádné palivo“ a je využívána buď jako výsledek programu sledování spotřeby, nebo také právě v případě, že jsou odhaleny negativní jevy při procesu plánování.

V závěru praktické části popisuji proces sledování, zda přidané mimořádné palivo je stále adekvátní a zda by nebylo možné jeho množství snížit, případně ho úplně zrušit z důvodu dosažení co nejvyšší efektivity a co nejmenšího negativního dopadu na životní prostředí. Uvádím zde rovněž připomínky úřadu, které jsem získal při schvalování programu a jejich následné napravení.

V rámci celého procesu jsem měl možnost narazit na různé části provozu leteckého dopravce a problematiky, které s každodenním provozem souvisí. První to byla analýza právního prostředí, při které jsem zkoumal jednotlivé změny a co znamenají pro konkrétního dopravce. Dále nahlédnutí do každodenního procesu přípravy provozního letového plánu na jednotlivé lety. V neposlední řadě i práce s programem SkyBreathe a navrhování funkcí pro analýzu, případně analyzování jednotlivých konkrétních letů. Na závěr jsem měl možnost také zjistit, jak vypadá komunikace s úřadem pro civilní letectví a celý proces schvalování nových postupů a dokumentů.

Za největší úspěch této práce považuji vytvoření dokumentu „Fuel Consumption Monitoring Program“, jehož část, relevantní pro tuto práci, je obsažena v příloze č. 1. Tento dokument byl schválen Úřadem pro civilní letectví. Dále věřím, že výstupy práce a procesy popsané v tomto dokumentu pomohou pracovníkům, kteří se podílí na plánování letů s efektivnějším a přesnějším plánováním minimálního množství paliva a napomůžou k lepší informovanosti a důvěře letových posádek v proces plánování paliva, jelikož ve výsledku je to právě velitel letounu, který má konečnou zodpovědnost za množství paliva na palubě.

Dovolím si odhadnout, že díky tomu, že společnost má schválený program sledování spotřeby, a tudíž i základní palivový program s odchylkami, bude možné ročně ušetřit stovky až tisíce tun paliva a přispět tak nejen k lepší výnosnosti provozu, ale i k redukci negativních vlivů na životní prostředí.

6 Zdroje

- [1] PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/1296. In: . 2021.
- [2] ED Decision 2022/005/R. 2022.
- [3] ('AMC and GM to Annex IV (Part-CAT) to Commission Regulation (EU) No 965/2012 — Issue 2, Amendment 20, 2022)
- [4] European Union Aviation Safety Agency Opinion No 02/2020: Fuel/energy planning and management. 2020.
- [5] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 965/2012.
- [6] SELIM, Pierre. OPEN AIRLINES. EASA Fuel Policy: why should airlines get a fuel monitoring system? [online]. 2022 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://blog.openairlines.com/easa-fuel-policy-why-should-airlines-implement-a-fuel-monitoring-system>
- [7] OPEN AIRLINES. SkyBreathe Fuel Management Software. Open Airlines [online]. 2020 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://www.openairlines.com/fuel-management-software/>
- [8] Autor
- [9] Autor v aplikaci SkyBreathe
- [10] Autor, data z aplikace SkyBreathe zpracovaná v Excelu
- [11] NOP - Network Operations Portal: Static map. In: EUROCONTROL. NOP - Network Operations Portal [online]. 2021 [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: <https://www.public.nm.eurocontrol.int/PUBPORTAL/gateway/spec/index.html>
- [12] The EASA Fuel Rules School Book. In: OPS Gorup [online]. [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: <https://ops.group/blog/easa-fuel-rules-a-picture-book/>
- [13] Approach Operations. EUROCONTROL. Performance Based Navigation [online]. 2019 [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: <https://pbnportal.eu/epbn/main/Overview-of-PBN/PBN-Concept---Unpacked/PBN-Applications/Approach-Operations.html#collapse-e3a33889-104f-4ab6-8575-85236cb9977c-0>
- [14] ATCHARIYACHANVANICH, Kanokwan, Warune KRUAKLAI, Nattanan CHAIPATCHAREEKORN, Nuttavadee SUKTEAB a Soemsak YOOYEN. A statistical model for estimating statistical contingency fuel. In: 2022 20th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE) [online]. Siam Univ, Bangkok, THAILAND: IEEE, 2022, 2022-11-23, s. 1-5 [cit. 2023-11-29]. ISBN 978-1-6654-8660-6. ISSN 2157-099X. Dostupné z: doi:10.1109/ICTKE55848.2022.9983084

- [15] RYERSON, Megan S, Mark HANSEN, Lu HAO a Michael SEELHORST.
Landing on empty: estimating the benefits from reducing fuel uplift in US Civil Aviation.
Environmental Research Letters [online]. 2015, 2015-09-01, 10(9) [cit. 2023-11-29].
ISSN 1748-9326. Dostupné z: doi:10.1088/1748-9326/10/9/094002

7 Seznam příloh

1. Výtah z dokumentu „Fuel Consumption Monitoring Program“
2. Analýza rizik a nebezpečí