

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta dopravní**

**Ústav letecké dopravy**



**ANALÝZA VÝVOJE CENY LETECKÉHO PALIVA**

**Analysis of Aviation Fuel Price**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Beáta Kušová**

**2014**









**K621** ..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Beáta Kušová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Analýza vývoje ceny leteckého paliva**

Název tématu (anglicky): Analysis of Aviation Fuel Price

**Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Popis současné situace
- Strategie zajištění paliva
- Vývoj cen paliva
- Analýza korelace cen ropy a letenek
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: SOUTHWEST AIRLINES CO. 2012 Annual Report to Shareholders. Dallsa, TX, USA, 2013.  
OXFORD ECONOMICS LTD. Oil Outlook to 2030. Oxford, UK, 2010.  
U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMISSION. EDGAR: Filings & Forms [online]. 2012. Dostupné z: <http://www.sec.gov/edgar.shtml>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **18. června 2014**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **28. listopadu 2014**  
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

L. S.

.....  
doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy

.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....  
Bc. Beáta Kušová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 18. června 2014

# Prohlášení

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

V Praze

30. 11. 2014

.....

Bc. Beáta Kušová





# Prohlášení

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

V Praze

30. 11. 2014

.....

Bc. Beáta Kušová



## Poděkování

Ráda bych poděkovala mému poradci z ENACu, francouzské univerzity civilního letectví, panu Steveu Lawfordovi za jeho vedení, podporu a pomoc se softwarem EViews. Jeho přínos k této práci a především k hlavní ekonometrické analýze hluboce oceňuji. Úspěšné dokončení tohoto projektu bylo také možné díky Ing. Bc. Jakobovi Hospodkovi, Ph.D. z katedry letecké dopravy K621 ČVUT Fakulty dopravní. Chtěla bych mu poděkovat za vedení a pomoc, za jeho ochotu a cenné připomínky při vypracování.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za jejich bezpodmínečnou podporu v průběhu mého studia. Bez jejich pomoci a povzbuzení by mé úspěchy nebyly možné. Jsem vděčná, že je mám v mém životě.



*Název práce:* Analýza vývoje ceny leteckého paliva

*Autor:* Beáta Kušová

*Obor:* Provoz a řízení letecké dopravy

*Druh práce:* Diplomová práce

*Vedoucí práce:* Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.

Katedra letecké dopravy K621

Fakulta Dopravní, ČVUT v Praze

*Abstrakt:* Cílem této diplomové práce "Analýza vývoje ceny leteckého paliva" je analyzovat různé faktory, které ovlivňují ceny leteckého paliva, stejně jako ceny ropy a zjistit, zda letecké společnosti přenášejí rostoucí náklady na pohonné hmoty na cestující přes vyšší ceny letenek. Tato práce zkoumá různé druhy leteckého paliva, různé hráče na trzích s ropou a inovace pro snížení spotřeby paliva. Jsou zde představeny strategie tradiční a nízkonákladové letecké společnosti na ušetření nákladů za letecké palivo. Hlavní důraz je kladen na strategii hedging, který je demonstrován na příkladu Southwest Airlines. Analýza cen je dosažena interpretací různých korelací a lineárních regresních modelů, které jsou provedeny v softwaru EViews, v druhé části této práce.

*Klíčová slova:* Cena leteckého paliva, cena ropy, ropné trhy, spotřeba paliva, hedging, nabídka, poptávka, korelace, lineární regrese, ceny letenek.

*Title:* Analysis of Aviation Fuel Price

*Author:* Beata Kusova

*Field of Study:* Air Traffic Control and Management

*Document Type:* Master's thesis

*Thesis Advisor:* Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.

Department of Air Transport K621

Faculty of Transportation Sciences, CTU in Prague

*Abstract:* The aim of this thesis "Analysis of Aviation Fuel Price" is to analyze the different factors which influence the jet fuel prices as well as crude oil prices and to establish whether the airlines do pass the increasing fuel costs on to passengers through higher air fares. It studies different types of jet fuel, different stakeholders in oil markets and innovations for decrease in fuel consumption. Fuel strategies of major and low cost airlines are introduced. Main focus is on hedging strategies with the example of Southwest Airlines. The goal of the analysis is achieved by demonstrating and interpreting various correlations and linear regression models, which are made in software tool EViews, in the second part of this work.

*Keywords:* Jet fuel prices, crude oil prices, oil markets, fuel efficiency, hedging, demand, supply, correlation, linear regression, air fares.

# Obsah

1	Úvod .....	17
2	Popis současné situace .....	19
2.1	Letecké palivo .....	19
2.1.1	Typy leteckého paliva.....	20
2.2	Produkce ropy.....	21
2.2.1	OPEC.....	23
2.2.2	OECD .....	24
2.3	Spotřeba ropy .....	25
2.4	Ropný trh .....	27
2.5	Americký trh .....	27
2.5.1	Tradiční letecká společnost – Delta Air Lines.....	28
2.5.2	Nízkonákladová společnost - Southwest Airlines.....	30
3	Strategie zajištění paliva .....	35
3.1	Hedging.....	35
3.1.1	Dostupné hedgingové strategie.....	36
3.1.2	Nepoužívání hedgingu .....	40
3.2	Hedgeovat, či nehedgeovat.....	40
3.3	Hedgingový program letecké společnosti Southwest Airlines.....	41
3.4	Nejlepší řešení .....	44
4	Vývoj cen leteckého paliva .....	47
4.1	Evoluce letecké dopravy .....	47
4.1.1	Rostoucí trh.....	47
4.1.2	Regionální odlišnosti .....	49
4.2	Ceny ropy.....	49
4.2.1	Historie cen surové ropy .....	50
4.2.2	Korelace mezi cenou leteckého paliva a cenou ropy .....	52

4.2.3	Model ceny surové ropy .....	57
4.3	Prognostika cen leteckého paliva .....	64
5	Analýza korelace cen ropy a letenek .....	65
5.1	Údaje pro modelování .....	65
5.2	Statistiky .....	69
5.3	Regresní analýza .....	71
5.4	Model 1.....	73
5.5	Model 2.....	74
5.6	Prognóza .....	77
5.6.1	Příklad použití modelu .....	78
6	Závěr .....	81
	Seznam literatury .....	83
	Seznam tabulek .....	88
	Seznam obrázků .....	89
	Příloha .....	91



# 1 Úvod

Globální flotila letadel spotřebuje neuvěřitelných 227 miliard litrů [1] leteckého paliva ročně. Vzhledem k těžké závislosti letecké dopravy na pohonných hmotách se analytici leteckých dopravců, finanční manažeři, finanční trhy a regulační orgány nyní stále více zajímají o kolísání cen pohonných hmot a jeho dopad na ziskovost leteckých společností.

Historicky největší náklady leteckého dopravce šly vždy na zaměstnance, kteří představovali jednu třetinu všech nákladů. Tyto náklady byly překonány v posledních letech náklady na letecké palivo. Letecké společnosti dobře vědí, že vzhledem k extrémní konkurenceschopnosti leteckého odvětví musí ceny akceptovat, proto je velmi obtížné přenést vyšší ceny pohonných hmot na cestující zvýšením cen letenek. Dopravci se mohou pokusit zabránit obrovským výkyvům provozních nákladů a snižování ziskovosti hedgingem cen pohonných hmot. Hedging chrání firmy před stoupající volatilitou cen ropy v důsledku politické a ekonomické nestability. Bez ohledu na důvody, které vedou ke kolísání cen ropy, zisky z hedgingu můžou zvýšit celkovou ziskovost a pomáhají ustálit ziskové trendy, snížit riziko bankrotu a zvýšit důvěru zainteresovaných stran v management firmy.

Během světové hospodářské krize se mnoho leteckých společností obrátilo k hedgingu, ale skončily s vyššími ztrátami, jelikož ceny ropy prudce klesly v druhé polovině roku. Hedging by proto neměl být primárně krátkodobé řešení problémů s hotovostí, ale spíše snaha dlouhodobě stabilizovat každoroční marže. Hedgingové strategie a hedgingový dlouhodobý program Southwest Airlines jsou podrobně popsány v kapitole 3 této práce.

Hedging leteckého paliva se obvykle provádí na základě budoucích smluv o komoditách, které jsou vysoce korelované s leteckým palivem. Tím je nejčastěji ropa. Jedním z cílů mé práce je najít tuto korelaci mezi leteckým palivem a cenou ropy, a pak najít lineární regresní model popisující závislost cen leteckého paliva na ceně ropy a jejich proměnných. Tyto proměnné budou především nabídka a poptávka jako hlavní tvořiči cen.

Letenky se mohou prodávat i několik měsíců před samotným letem, z tohoto důvodu a kvůli vysoké konkurenci v odvětví letecké dopravy může být odhad aktuální ceny paliva do cen letenek velmi obtížný. Zatímco palivové příplatky mohou narůstat spolu s fakturou za letecká paliva, to samé nemusí platit v případě samotných cen letenek. Aby bylo možné zjistit, zda letecké tarify opravdu reflektují aktuální ceny pohonných hmot, další lineární regresní model je sestaven v poslední kapitole této práce. Ten bude modelovat ceny letenek včetně všech poplatků v závislosti na mnoha proměnných včetně vzdálenosti, počtu cestujících a cen leteckého paliva.

Způsob zpracování této diplomové práce je představit záležitosti týkající se leteckého paliva, trhy s ropou a palivové strategie různých leteckých společností se zaměřením na hedging jako první. Pak se tato teoretická část změní na praktickou, kde bude provedena ekonomická analýza s EViews softwarem na následující témata:

- korelace mezi cenami leteckého paliva a ropy,
- model cen ropy,

- korelace mezi cenami leteckých pohonných hmot a cenami letenek.

Data z těchto korelací a lineárních regresních modelů jsou pak uvedeny v bodových grafech proti skutečným nashromážděným údajům, aby mohla být interpretována přesnost těchto modelů.

## 2 Popis současné situace

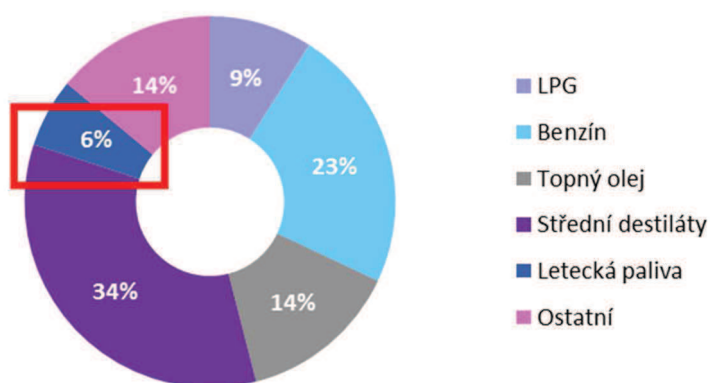
V této popisné části bych ráda dodala odpovědi na hlavní otázky, které jsou nezbytné pro pochopení mé práce. Především vysvětlím, jaký typ paliva se dnes používá v letectví. Odkud pochází surová ropa. A to nás zavede k pochopení poptávky a nabídky. Je poptávka stejně vysoká jako nabídka nebo je jedna z nich vyšší než ta druhá?

Pro mou práci je nezbytné zaměřit se pouze na jeden trh, protože každý trh/země může mít velmi rozdílné specifikace. Na konkrétním trhu vyberu jednu leteckou společnost z klasických dopravců a jednu z nízkonákladových dopravců, abych demonstrovala rozdíly v palivové strategii těchto dopravců. Zda tyto společnosti provozují hedging. Pokud ano, v jaké míře. Uvedu také, jak velká část rozpočtu společnosti jde na palivo, což bude dobře demonstrovat rozdíl mezi klasickými aerolinkami a LCC<sup>1</sup>.

### 2.1 Letecké palivo

Letecké palivo je definováno jako specializovaný typ paliva na bázi ropy používané k napájení letadel. Je obecně vyšší kvality, než paliva používaná v méně kritických strojích pro vytápění nebo silniční dopravu, jsou v něm často přidány chemikálie ke snížení rizika vzniku námrazy nebo výbuchu v důsledku vysokých teplot. [2]

Téměř všechna letecká paliva jsou vyrobena z ropy. Rafinace je proces přeměny ropy na hodnotné výrobky. Nejdůležitější jsou pohonné hmoty - benzín, letecké palivo a nafta. Jiné důležité výrobky jsou zkapalněný ropný plyn (LPG<sup>2</sup>), topný olej, mazací olej, vosk a asfalt.



Obrázek 1: Průměrná produkce rafinérií na celém světě v roce 2010 v % podle produktu. Zdroj dat: [3]

Produkty rafinérií se mohou výrazně lišit, protože rafinerie zpracovávají různou ropu a k tomu mají různé konfigurace rafinace. [4] Mnohé rafinerie také mění své výrobní preference sezónně (léto a

---

<sup>1</sup> Low Cost Carrier = nízkonákladová letecká společnost

<sup>2</sup> Liquefied Petroleum Gas

zima), protože obvykle v zimním období poptávka po benzínu klesá a zvyšuje se poptávka po topném oleji. Průměr produkce z rafinérií na světě v roce 2010 je znázorněn na Obrázek 1 výše. Letecká paliva zabírají pouze o 6%.

### 2.1.1 Typy leteckého paliva

V letecké dopravě existují dva hlavní typy paliva – letecký petrolej a letecký benzin. Existují i jiné druhy, které nejsou používány hojně, nebo jsou stále v testovací fázi.

Letecký benzin se prodává v mnohem menším objemu než letecký petrolej, ale mnohem většímu počtu provozovatelů letadel. Letecký petrolej se zase prodává ve vysokém objemu velkým provozovatelům letadel, jako jsou letecké společnosti a armády. [5]

V posledních letech inženýři také velmi intenzivně pracují na poskytnutí alternativního paliva. Nejperspektivnější se zdá být motor pracující na kapalný vodík, ekonomicky ale tento typ letounu neumožňuje velké využití. Dalším testovaným palivem je zkapalněný zemní plyn. Paliva obsahující vysoké procento etanolu byla také testována, ale letecké pohonné hmoty, tedy letecký petrolej a benzin, stále nemají rovnocennou konkurenci.

#### *Letecký petrolej*

Letecký petrolej (Jet Fuel v angličtině) je typ leteckého paliva určený pro použití v letadlech poháněných proudovými motory turbínového typu. Pro komerční použití se nejčastěji využívají typy Jet A a Jet A-1, které jsou vyrobeny v souladu s mezinárodními specifikacemi. Jet B se používá v chladném počasí pro jeho dobrý výkon za těchto podmínek.

V současné době existuje pět základních typů leteckého petroleje pro civilní využití na celém světě, které odpovídají aktuálním specifikacím. Jsou to:

- **Jet A** – typ dodávaný na civilních letištích po celých USA a v některých částech Kanady,
- **Jet A-1** – tento typ se používá po celém světě mimo Severní Ameriku, bývalého Sovětského svazu a Číny,
- **Jet TS-1** – dodáván na všech letištích v rámci bývalého Sovětského svazu a v některých zemích východní Evropy,
- **Jet TH** – typ standardně dodávaný na všech civilních letištích v Rumunsku,
- **Jet Fuel No 3** (dříve známý jako stupeň RP-3) – podobný jako Jet A-1 a je dodávaný na všech civilních letištích na pevninské Číně.

#### *Letecký benzin*

Letecký benzin (Aviation Gasoline nebo avgas v angličtině) je typ benzínu, který je rafinovaný s důrazem na čistotu, antidetonační vlastnosti a na minimalizaci znečištění zapalovací svíčky. [5]

Letecký benzín je určen pro pístové motory. Stejně jako u všech benzínů, letecký benzín je velmi těkavý a je extrémně hořlavý při normálních provozních teplotách. Postupy a vybavení pro bezpečné zacházení s tímto produktem proto musí být té nejvyšší kvality.

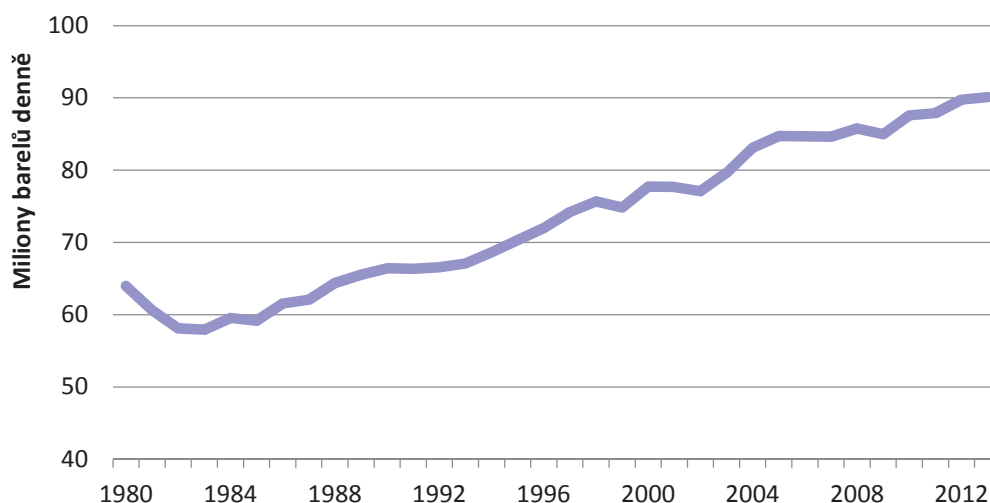
Avgasové stupně jsou definovány především jejich oktanovým číslem. Dvě specifikace jsou aplikovány na letecké benzíny např. letecký benzín 100/130, kde oktanové číslo je 100 a výkonové číslo je 130. [6]

## 2.2 Produkce ropy

Surová ropa je přirozeně se vyskytující látka nalézající se v některých skalních útvarech v zemi. Jedná se o kapalinu, která je klasifikována jako uhlovodík. To znamená, že je to sloučenina obsahující uhlík a vodík, může obsahovat další nekovové prvky jako je kyslík nebo síra. Surová ropa je vysoce hořlavá a její hoření se používá k vytvoření energie. Spolu s dalším uhlovodíkem zemním plynem a deriváty z ropy se tedy využívá jako vynikající palivo.

Ropa se měří v barelech. Když se totiž ropa poprvé začala používat pro komerční účely ve Spojených státech v 19. století, byla uložena v dřevěných sudech. Jeden barel se rovná 42 americkým galonům, nebo 159 litrům. V některých případech se surová ropa měří i v tunách. Počet barelů obsažených v jedné tuně se liší v závislosti na typu ropy, nicméně průměrně se počítá se 7,33 barely na každou tunu.

Ropu můžeme najít skoro všude na světě, ale některé oblasti jsou hojnější než jiné. Země na Blízkém východě, včetně Saúdské Arábie, Iráku, Íránu a dalších, mají obrovské zásoby ropy a jsou předními světovými vývozci ropy.

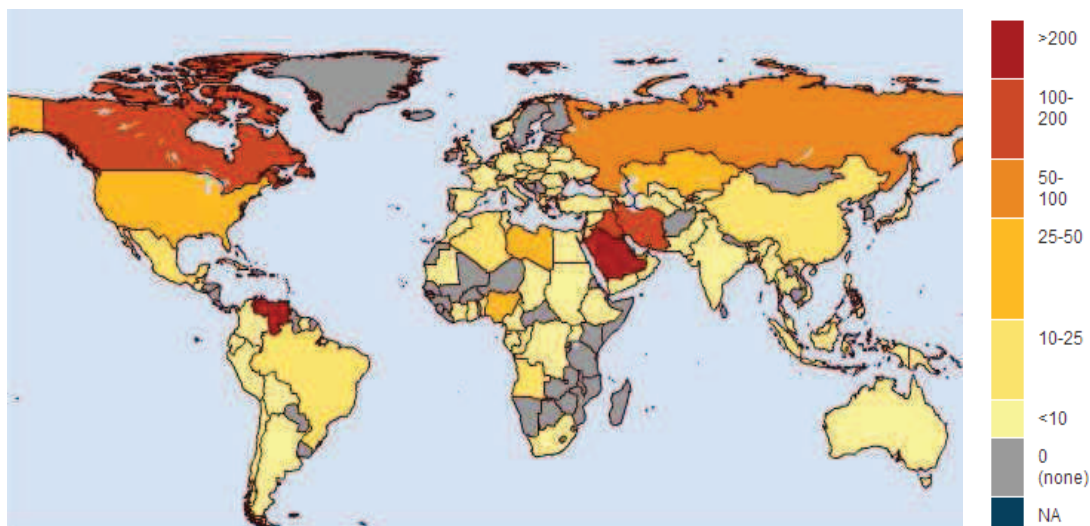


Obrázek 2: Průměrná denní světová produkce ropy. Zdroj dat: [3]

Navzdory předpovědím, že produkce ropy nestoupne nad úroveň z roku 2005, kdy trh s ropou stagnoval několik let, se v roce 2009 produkce opět navýšila a stále stoupá (Obrázek 2). Světová

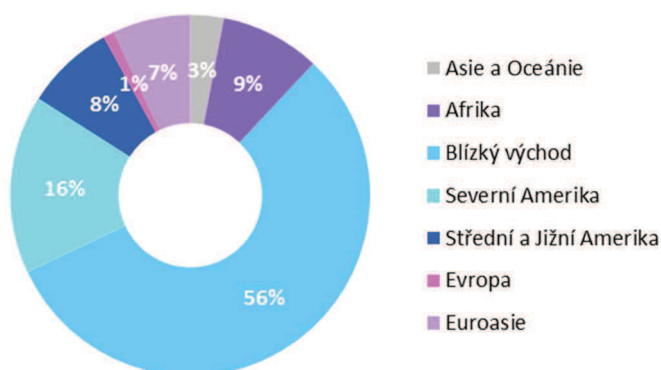
produkce ropy tedy nepřestala růst v roce 2005. Podle EIA<sup>3</sup> [3] byla v loňském roce produkce ropy celkem o 5,4 milionů barelů vyšší každý den, než tomu bylo v roce 2005.

Při předpovídání produkce ropy mluvíme o zásobách ropy nebo rezervách. Zásoba ropy je množství ropy, které je technicky i ekonomicky dostupné. Rezervy se uvádějí pro jednotlivé vrty, pro ropné pole, pro stát, nebo pro celý svět. Různé klasifikace rezerv souvisí s jejich stupněm jistoty, že existují.



Obrázek 3: Světová mapa potvrzených rezerv ropy (miliardy barelů ropy). Zdroj: [3]

Na Obrázek 3, je mapa světa znázorňující množství prokázaných zásob ropy, jak je odhaduje EIA (údaje z roku 2012). Většina světových zásob se nachází v Saúdské Arábii s 267,0 mld. barelů, následuje Venezuela s 211,2 mld. barelů. Mezi další země s velkými rezervami mezi 100 a 200 miliardami barelů patří Kanada (173,6), Írán (151,2), Irák (143,1) a Kuvajt (104,0).

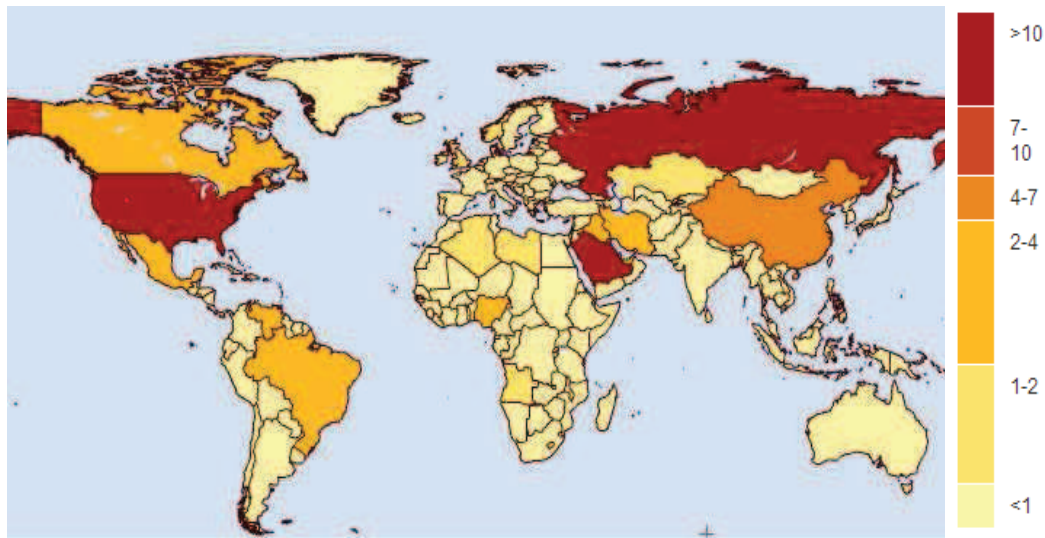


Obrázek 4: Světové rezervy ropy podle regionu. Zdroj dat: [3]

<sup>3</sup> Energy Information Administration – Oficiální energetické statistiky od vlády USA

Z této mapy lze také poukázat na světové regiony s největšími rezervami (Obrázek 4). Blízký východ drží vítěznou pozici s 56% všech světových zásob. Severní Amerika, přesněji Kanada, Mexiko a Mexický záliv mají dohromady 16% rezerv.

Obrázek 5 ukazuje produkci ropy po celém světě z roku 2012 v jednotlivých zemích. Podle EIA první desítka zemí, produkujících ropu v roce 2012, tvořila více než 64% světové produkce ropy. Největším výrobcem ropy v roce 2012 byla Saudská Arábie s 11,73 miliony barelů za den, následována Spojenými státy s 11,12 miliony a třetím největším výrobcem bylo Rusko, které průměrně vyrobilo 10,40 milionů barelů ropy denně.



Obrázek 5: Světová mapa produkce ropy (miliardy barelů za den). Zdroj: [3]

Největší těžební státy na Blízkém východě se začaly v roce 1960 scházet v organizaci OPEC, která nyní dodává velké množství ropy celému světu.

### 2.2.1 OPEC

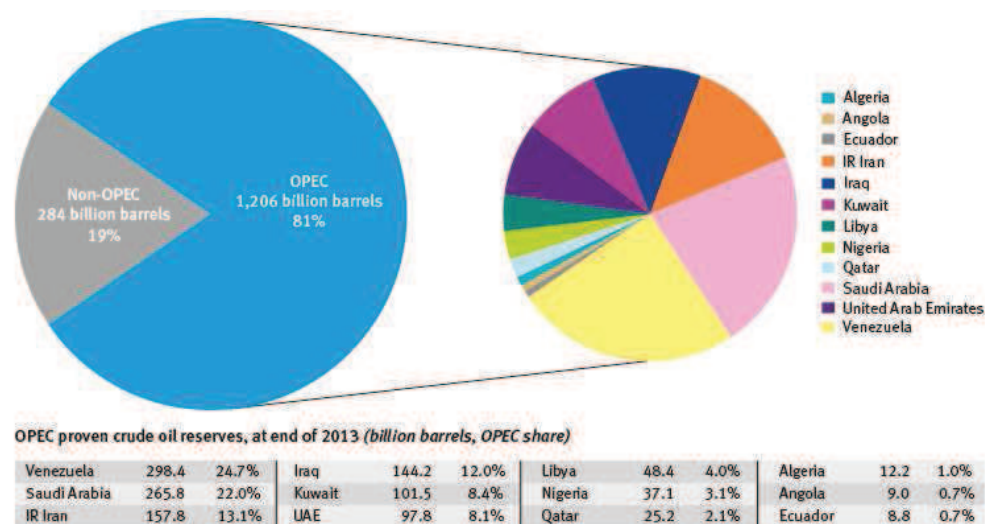
Organizace zemí vyvážejících ropu (anglicky Organization of the Petroleum Exporting Countries) je mezivládní organizace, která vznikla na Bagdádské konferenci 10. - 14. září 1960 mezi Íránem, Irákem, Kuvajtem, Saudskou Arábií a Venezuelou. Těchto pět zakládajících členů bylo později doplněno o dalších devět členů: Katar (1961); Indonésie (1962) - pozastaveno členství od ledna 2009; Libye (1962); Spojené arabské emiráty (1967); Alžírsko (1969); Nigérie (1971); Ekvádor (1973) - pozastaveno členství od prosince 1992 do října 2007; Angola (2007) a Gabon (1975-1994). OPEC měl hlavní sídlo v Ženevě ve Švýcarsku v prvních pěti letech své existence. To se pak přesunulo do Vídně od 1. září 1965. [7]

Podle oficiálních internetových stránek OPECu [7] je cílem této organizace koordinovat a sjednotit ropnou politiku členských států, aby se zajistily spravedlivé a stabilní ceny ropy pro těžaře, efektivní, ekonomické a pravidelné dodávky ropy závislým státům a přiměřený výnos z kapitálu pro ty, kteří investují do ropného průmyslu. Politické prohlášení OPECu dále uvádí, že je právo každé země uplatňovat suverenitu nad svými přírodními zdroji.



Světové prokázané ropné zásoby jsou odhadovány na téměř 1,5 bilionu barelů, z nichž členské země OPECu mají přibližně 81 procent (**Error! Reference source not found.**). Při porovnání údajů od EIA a OPECu můžeme zaznamenat trochu odlišné informace, to je způsobeno tím, že používají různé parametry k určení, zda jsou rezervy potvrzené či nejisté. Členové OPECu v roce 2012 vyprodukovali zhruba 32,4 milionu barelů ropy denně. Při stejné produkci jako v roce 2012 mají státy OPECu rezervy ropy dostatečné, aby vydržely více než 101 let. [8]

Největším zákazníkem OPECu jsou vyspělé státy z organizace OECD.



Obrázek 6: Světové ropné rezervy patřící státům OPECu v roce 2013 [9]

## 2.2.2 OECD

Organizace pro evropskou hospodářskou spolupráci (OEEC<sup>4</sup>) byla založena v roce 1948, aby vedla Marshallův plán financovaný z USA na obnovu kontinentu zpuštěný válkou. Jednotlivé vlády tak odhalily svou vzájemnou ekonomickou závislost, což vedlo k nové éře spolupráce, která změnila tvář Evropy. Díky úspěchům organizace a snaze pokračovat ve více globálním měřítku se podpisem nové úmluvy OECD<sup>5</sup> dne 14. prosince 1960 připojily k organizaci Kanada a USA. Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj byla oficiálně ustanovena dne 30. září 1961, kdy tato úmluva vstoupila v platnost. [10]

Další země se také připojily počínaje Japonskem v roce 1964. Dnes se 34 členských zemí OECD na celém světě pravidelně schází, aby identifikovaly problémy, analyzovaly je a podporovaly pravidla k jejich řešení. Od dob založení OECD USA téměř ztrojnásobily svůj hrubý domácí produkt na obyvatele, což ve

<sup>4</sup> Organization for European Economic Cooperation

<sup>5</sup> Organization for Economic Co-operation and Development



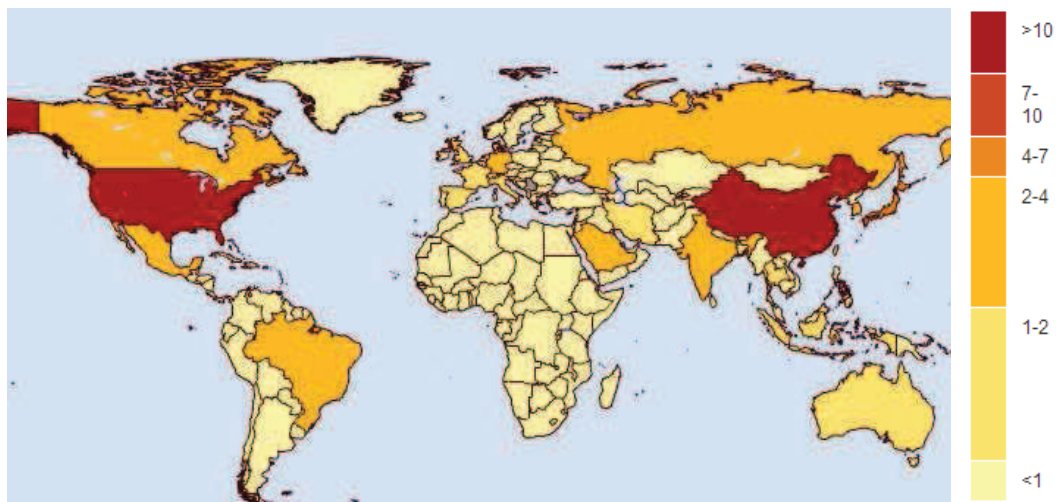
větší či menší míře platí pro všechny členské státy. [10] OECD seskupuje ty nejvyspělejší ekonomiky světa, které se v posledních letech snaží snižovat svou spotřebu energie a zlepšovat životní prostředí.

## 2.3 Spotřeba ropy

Produkce ropy z předchozího odstavce 2.2 by mohla být brána jako nabídka v nejdůležitějším zákonu ekonomiky nabídka-poptávka. V mikroekonomii je nabídka a poptávka ekonomickým modelem stanovující ceny na trhu. Na konkurenčním trhu se bude cena za jednotku zboží měnit tak dlouho, než se zastaví na bodě, kde se množství tohoto zboží poptávaného zákazníky za danou cenu bude rovnat množství zboží nabízeného výrobcí za řečenou cenu. Tomu se říká ekonomická rovnováha ceny a množství.

Tento zákon se samozřejmě vztahuje i na ceny ropy a paliv. Jak je uvedeno výše, nabídka je určována světovou produkcí ropy a také zásobami ropy, poptávka je pak dokreslována světovou spotřebou ropy.

Na Obrázek 7 je mapa světa spotřeby ropy podle EIA (data z roku 2012). Největší světový spotřebitel ropy je USA se spotřebou 18,6 milionů barelů denně následované Čínou, která spotřebovala průměrně 10,3 milionů barelů denně v roce 2012. Tyto dvě země jsou hlavními spotřebiteli, jako třetí v řadě je Japonsko s “pouze” 4,7 miliony barelů denně.

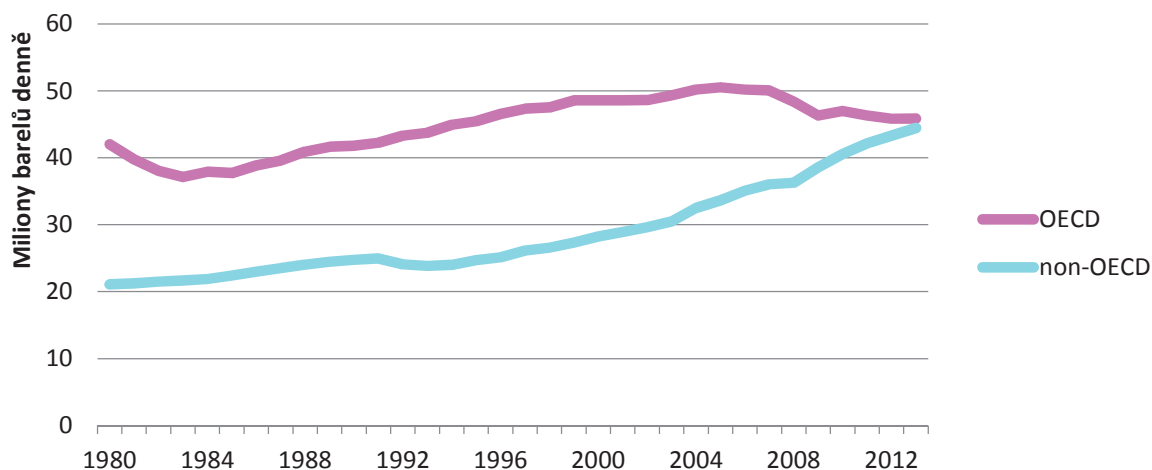


Obrázek 7: Světová mapa spotřeby ropy (miliony barelů za den). Zdroj: [3]

Stoupající poptávka po ropě je poháněna silným hospodářským růstem, a to zejména v zemích, které nejsou členy OECD. EIA očekává, že celková světová spotřeba energie se zvýší o 56 procent od roku 2010 do roku 2040 a polovina tohoto nárůstu se přičítá Číně a Indii. [11] Křehká rovnováha mezi nabídkou a poptávkou je stále ohrožena, když si uvědomíme, že většina světové ropy se nachází v některé z politicky nestabilních částí světa. Narušení dodávek tak může mít dramatický vliv na cenu ropy, jelikož většina zemí stále snižuje své rezervy již zakoupené ropy.

Podle IEA<sup>6</sup> [12] pohání světová hospodářská expanze největší nárůst poptávky po ropě za posledních 24 let. Pouze spotřeba energie v rozvíjejících se zemích mimo OECD se má zvýšit o 74 procent mezi lety 2006 a 2030. Za rychle se rozvíjícím růstem poptávky po energii v těchto zemích je silný dlouhodobý růst HDP.

Obrázek 8 ukazuje nárůst spotřeby ropy v letech 1980 a 2013. Můžeme pozorovat, že spotřeba zemí OECD se v posledních letech moc nezvyšuje (po recesi dokonce klesá), ale spotřeba nečlenských zemí OECD se rychle zvyšuje. To lze vysvětlit tím, že země OECD sdílejí velmi vyspělý trh, zatímco nečlenské země OECD jsou rozvojové země.



Obrázek 8: Průměrná denní světová spotřeba ropy. Zdroj dat: [3]

Obecně platí, že se zvyšuje poptávka po ropě spolu s nabídkou ceny ropy v závislosti na růstu HDP. V minulosti jsme ale i zaznamenali výkyvy ve spotřebě ropy. Jak bylo uvedeno výše, většina světové ropy se nachází v některé z politicky nestabilních částí světa, což vede k nestabilitě dodávky a tedy i kolísání cen.

Vezměme si příklad ropné krize v roce 1973. Skupiny jako je OPEC monitorují své dodávky ropy a mohou je měnit nebo zastavit, jak uznají za vhodné, což mění celkovou spotřebu a cenu ropy. To vedlo k ropné krizi v 70. letech: členové OPEC z Blízkého východu se rozhodli "potrestat" západní národy za jejich podporu Izraeli, který byl napaden Sýrií a Egyptem. Vyhlásili ropné embargo, jehož výsledkem byl drastický vzestup cen ropy.

---

<sup>6</sup> U.S. International Energy Agency – Mezinárodní energetická agentura USA

## 2.4 Ropný trh

Ropa je světově nejvíce obchodovanou komoditou. Největší trhy jsou v Londýně, New Yorku a Singapuru, ale surová ropa a její produkty jako benzin, letecký petrolej a topný olej - jsou nakupovány a prodávány po celém světě.

Ropa má mnoho odrůd a jakostí v závislosti na její relativní hustotě a obsahu síry, což závisí na tom, kde byla čerpána. [13] Protože existuje mnoho různých druhů a stupňů ropy, kupující a prodávající zjistili, že je snazší odkazovat na omezený počet druhů ropy tzv. benchmarky. Ostatní odrůdy jsou pak dražší či levnější v závislosti na jejich kvalitě.

Hlavními benchmarky na ropném trhu jsou WTI (West Texas Intermediate) v USA, Brent pro Evropu a ropný koš OPEC, což je průměrná cena 15 různých surových rop těžených členskými státy OPECu.

Brent je obecně přijímán za světový benchmark, i když objem prodeje Brentu je daleko nižší než například některých rop ze Saudské Arábie. Podle londýnské International Petroleum Exchange (IPE) se Brent používá k cenění dvou třetin světové mezinárodně obchodované surové ropy. [13]

V praxi cenové rozdíly mezi Brentem, WTI a košem OPEC nejsou velké. Ceny ropy také úzce korelují mezi sebou.

## 2.5 Americký trh

Trh s ropou jakožto trh s leteckým petrolejem je celosvětový a mezinárodní. Ropa je stále hojně využívána, jak ve vyspělých zemích, tak v těch rozvojových. Nicméně analýza založená na celosvětových charakteristikách a údajích by mohla vést ke špatným závěrům, protože každý zeměpisný a ekonomický trh je jiný. Pro další analýzu cen leteckých pohonných hmot se soustředím pouze na jeden trh a uvedu příklady vybraných leteckých společností.

Trh, který jsem zvolila k analýze cen leteckého paliva a jejich dopadu na ceny letenek, je trh americký. Za prvé je to stabilizovaný vyspělý trh, kde letectví má dlouhou historii. Za druhé, informace a statistické údaje jsou volně distribuovány na internetu, což mi dává přístup k příslušným údajům potřebným k provedení analýzy.

Je zřejmé, že o ceny pohonných hmot se nejvíce zajímají letecké společnosti. Ty se obvykle snaží snížit své náklady na pohonné hmoty technickými nebo provozními novinkami, které jim pomáhají spotřebovávat fakticky méně paliva. Některé aerolinie také zavádějí hedgingové programy, jejichž princip je dále vysvětlen.

Abych demonstrovala různé strategie úspor paliva leteckých společností, popíšu strategii jedné z tradičních leteckých společností a jedné nízkonákladové. Obecně platí, že náklady na pohonné hmoty mají hrubší dopad na nízkonákladové dopravce, jelikož to je ta jedna položka, kterou nemohou snížit bez snižování počtu letů a tak i příjmů.

## 2.5.1 Tradiční letecká společnost – Delta Air Lines

Delta Air Lines je jedním z největších leteckých dopravců světa. Jako jedna z leteckých společností IATA se Delta zavázala ke zlepšení průměrné roční spotřebě paliva o 1,5 procenta až do roku 2020 [14]. Delta Air Lines koupily rafinerii v roce 2012, což by mohl být nový způsob, jak snížit náklady na palivo.

### *Všeobecné informace*

Delta Air Lines dopravuje nyní více než 165 milionů zákazníků ročně. Díky globální síti Deltly a Deltly Connection nabízí lety do 333 destinací v 64 zemích na šesti kontinentech. Hlavní sídlo společnosti, která zaměstnává téměř 80 000 lidí, je v Atlantě. Delta provozuje flotilu o více než 700 letadlech. Delta Air Lines je zakládajícím členem globální aliance Sky Team a podílí se na transatlantických letech společně s Air France - KLM a Alitalií. S pomocí svých aliančních partnerů nabízí Delta svým zákazníkům celosvětově více než 15 000 letů denně s přestupními body v Amsterdamu, Atlantě, Bostonu, Detroitu, Los Angeles, Minneapolis-St. Paul, New York-LaGuardia, New York-JFK, Paris-Charles de Gaulle, Salt Lake City, Seattle a Tokio-Narita. Delta investuje miliardy dolarů do letištního zařízení a produktů, služeb a technologií pro zlepšení zážitku zákazníků ve vzduchu i na zemi. [15]

2013 Finanční Statistiky: [16]

- Čistý zisk: 2,7 miliard dolarů
- Čistý zisk s výjimkou zvláštních položek: 10,540 miliard dolarů
- Celkem RPM<sup>7</sup>: 194 988 milionu
- Průměrný Load Factor: 83,8%
- Celkové provozní výnosy: 37,773 miliard dolarů

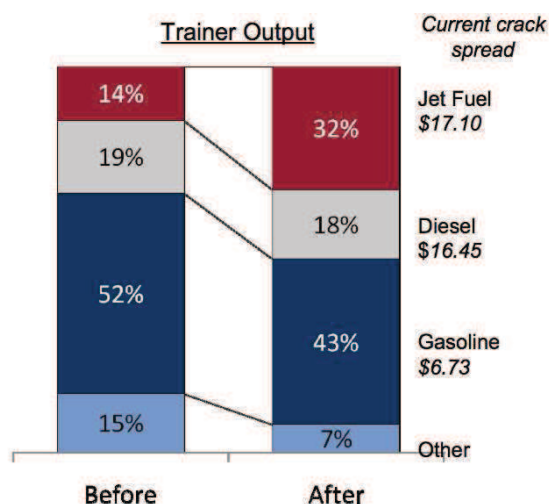
### *Strategie na úsporu leteckého paliva*

V reakci na rostoucí globální ceny leteckého paliva Delta přistoupila v roce 2012 k snižování svých největších nákladů velmi inovátorsky. Dceřiná společnost Deltly Monroe Energy získala ropnou rafinerii v Traineru v Pensylvánii jižně od Philadelphie spolu s potrubím a dopravními prostředky, které budou zajišťovat dodávky leteckého paliva pro lety Deltly na severovýchodě USA včetně hubů v LaGuardia a JFK v New Yorku. [14]

Po akvizici se tým Monroe Energy začal zabývat změnou procesů a nastavením v rafinerii k maximalizaci produkce leteckého paliva (Obrázek 9). Ostatní výrobky vyrobené v areálu Trainer, včetně benzínu a motorové nafty, jsou pak vyměněny za další letecké palivo na různých místech USA na základě dlouhodobých dohod. Rafinerie v Traineru takto může poskytnout okolo 80 procent celkového paliva potřebného pro operace v USA, což má podle cílů letecké společnosti zajistit snížení nákladů na pohonné hmoty minimálně o 300 milionů dolarů každý rok. [14]

---

<sup>7</sup> Revenue passenger miles



Obrázek 9: Rozdělení výroby v rafinérii Trainer podle typu paliva před a po akvizici společností Delta Air Lines. Zdroj: [17]

Zakoupení rafinerie je jen jedním ze způsobů Delty, jak snížit náklady na letecké palivo. Tato letecká společnost také využívá finanční hedging, aby tak snížila riziko volatility na světových trzích s energií, a má stálý program s cílem snížit spotřebu paliva zvyšováním provozní efektivity a využíváním technologií na úsporu paliva.

Delta Air Lines střídavě ztrácí a vydělává na hedgingu. V roce 2009 Delta ztratila 1,4 miliardy dolarů a v roce 2010 "pouze" 89 milionů dolarů. V dalším roce to bylo lepší se zisky 420 milionů dolarů. Ale Delta se dostala opět do záporných čísel v roce 2012 se ztrátou 66 milionů dolarů. Za loňský rok si ale Delta opět připsala zisky z hedgingu paliva ve výši 444 milionů dolarů.

Tabulka 1: Průměrná cena za letecké palivo Delty Air Lines. Zdroj dat: RITA, IATA WATS, [16]

Rok	Náklady na letecké palivo (miliony \$)	Průměrná cena za galon (\$)	% z provozních nákladů
2003	1 594	0,79	11,3
2004	2 403	1,13	13,6
2005	3 619	1,71	20,9
2006	4 069	2,11	23,8
2007	4 438	2,27	24,3
2008	6 309	3,22	29,1
2009	4 663	2,41	25,0
2010	7 140	2,32	24,4
2011	9 330	3,00	28,3
2012	9 938	3,25	28,8
2013	11 740	3,07	34,2

V době, kdy průměrná cena pohonných hmot za galon byl neustále pod \$ 1, náklady na pohonné hmoty nepřekročily 15% provozních nákladů. Nicméně s nárůstem cen pohonných hmot toto procento stoupá a dnes není neobvyklé, pokud jsou náklady na pohonné hmoty těmi nejvyššími náklady letecké společnosti, které mohou dosáhnout až 40% celkových nákladů.

Delta Air Lines se dostala až na 34,2% z celkových provozních nákladů v roce 2013 (Tabulka 1), což by v minulosti charakterizovalo spíše nízkonákladovou společnost.

Jak již bylo zmíněno výše Delta Air Lines získaly ropnou rafinérii, aby ušetřily na leteckém palivu. Delty zdůvodnění pro koupi této rafinerie v roce 2012 se zdálo být výnosné. Přes nevelkou investici kolem 150 milionů dolarů, která posléze vzrostla na 250 milionů \$, Delta získala určitou kontrolu nad cenou, kterou normálně platí rafinériím (náklady na samotnou rafinaci), která představovala 1,7 miliardy dolarů z celkových 9,3 miliardy dolarů zaplacených za letecké palivo v roce 2011 [18]. Nicméně ztráty v posledním čtvrtletí roku 2012 a prvním a druhém roku 2013 se blížily 136 milionům dolarů. Třetí čtvrtletí bylo ziskové 3 miliony dolarů, což nemá téměř žádný vliv na celkovou cenu pohonných hmot za galon, ale možná to znamená, že se trend zlepšuje.

Je zřejmé, že je příliš brzy na to předvídat úspěch nebo selhání Delty ve snaze dosáhnout větší kontroly nad nestálými náklady na palivo. Nákup rafinerie je ale inovativní krok, který si zaslouží další sledování. Možná, že za pár let Delta opravdu sníží své náklady na palivo o 300 milionů dolarů ročně díky této strategii a všechny aerolinie začnou nakupovat rafinérie.

Tabulka 2 ukazuje průměrnou cenu za galon, kde bereme v úvahu dopad ztrát z rafinerie a zisky (ztráty) z hedgingu.

Tabulka 2: Průměrná cena za galon leteckého paliva zaplacená Deltou. Zdroj: [16]

Průměrná cena za galon	3Q2014	2Q2014	1Q2014	2013	2012	2011
<b>Prodejní cena</b>	2,98	3,04	3,09	3,09	3,23	3,17
<b>(Zisky)/ztráty z rafinerie</b>	(0,02)	(0,01)	0,05	0,03	0,01	-
<b>(Zisky)/ztráty z hedgingu</b>	0,27	(0,10)	(0,08)	(0,12)	0,01	(0,11)
<b>Konečná cena za galon</b>	<b>3,23</b>	<b>2,93</b>	<b>3,06</b>	<b>3,00</b>	<b>3,25</b>	<b>3,06</b>

## 2.5.2 Nízkonákladová společnost - Southwest Airlines

V roce 2010 Southwest Airlines byly nejefektivnějším dopravcem, který provozuje point-to-point síť a ne hub-and-spoke, a to podle Mezinárodní rady pro čistou dopravu (International Council on Clean Transportation) ze září 2013 [19]. Southwest je jedním z průkopníků hedgingu leteckého paliva, které tímto způsobem nashromáždily poměrně vysoké kumulativní úspory.

## Všeobecné informace

Southwest Airlines jsou největším americkým nízkonákladovým dopravcem, který přepravuje více zákazníků na domácím trhu, než jakákoli jiná letecká společnost za nízké ceny se službami zákazníkům a bezpečným a spolehlivým provozem. [20]

2. května 2011 Southwest získaly AirTran Airways báзованé v Orlando a očekávají, že k dokončení integrace těchto dvou leteckých společností dojde do konce roku 2014. [21] [20]

Čtyřicet jedna let po sobě jsou Southwest Airlines ziskové, čímž se tento dopravce báзованý v Dallasu, Texas, odlišuje od ostatních dopravců. Aerolinky s příkladným zákaznickým servisem zaměstnávají téměř 46 000 zaměstnanců a obslouží více než 100 milionů zákazníků ročně. Southwest včetně AirTranu provozují největší flotilu letadel Boeing na světě, která obsluhuje 97 destinací ve 42 státech USA, Puerto Ricu a v šesti blízkých státech. Southwest mají v průměru nižší jednotkové náklady než prakticky všechny významné tuzemské letecké společnosti a mají jeden z nejlepších zákaznických servisů. Většina vozového parku je vybavena novým ekologickým interiérem kabiny, WiFi připojením na satelitní bázi a novým portálem pro palubní zábavu, který dává zákazníkům možnost sledovat živé televizní vysílání, zprávy, sport a filmy. [21]

2012 finanční statistiky: [21]

- Čistý zisk: 754 milionů dolarů
- Čistý zisk s výjimkou zvláštních položek: 805 milionů dolarů
- Počet platících cestujících: 108 milionů
- Celkem RPM: 104 000 000 000
- Průměrný Load Factor: 80,1%
- Celkové provozní výnosy: 17,7 miliard dolarů

## Strategie na úsporu leteckého paliva

Letecká společnost Southwest byla jednou z mála leteckých společností, které byly ziskové v roce 2008. Klíčem k úspěchu Southwest byl hedging paliva.

V roce 2012 Southwest opět pocítily výrazný vliv cen paliva, kdy ceny pohonných hmot zůstávaly velmi nestálé a na historicky vysoké úrovni. Kromě toho se již po osmém za sebou náklady na palivo staly největšími nebo druhými největšími náklady Southwestu. Tabulka 3 ukazuje průměrné náklady na letecký petrolej za posledních jedenáct let a za první tři čtvrtletí roku 2014.

Tabulka 3: Průměrná cena leteckého paliva placená Southwestem. Zdroj dat: [ [21], [22]]

Rok	Náklady na palivo (miliony \$)	Průměrná cena za galon (\$)	% z provozních nákladů
2003	920	0,80	16,5
2004	1 106	0,92	18,1

Rok	Náklady na palivo (miliony \$)	Průměrná cena za galon (\$)	% z provozních nákladů
2005	1 470	1,13	21,4
2006	2 284	1,64	28,0
2007	2 690	1,80	29,7
2008	3 713	2,44	35,1
2009	3 044	2,12	30,2
2010	3 620	2,51	32,6
2011	5 644	3,19	37,7
2012	6 120	3,30	37,2
2013	5 763	3,16	35,1
1Q2014	1 314	3,08	33,3
2Q2014	1 425	3,02	33,6
3Q2014	1 386	2,94	33,1

Southwest vstupují do kontraktů na hedging paliva s cílem mít pod kontrolou rizika spojená s výrazným nárůstem cen pohonných hmot. Nicméně protože ceny energie mohou výrazně kolísat v relativně krátkém čase, letecká společnost musí neustále sledovat a upravovat své hedges a strategii na úsporu paliva. Ačkoliv ceny pohonných hmot byly méně volatilní v roce 2012, než v některých předchozích letech, zůstávají na historicky vysoké úrovni a jsou i nadále extrémně těžké. Navíc náklady na hedging se zvyšují spolu se současnými trvale vysokými cenami leteckého petroleje a kvůli stále hrozbě nepředvídatelné volatility na trhu s pohonnými hmotami.

Tabulka 4: Budoucí spotřeba leteckého paliva Southwestu pokrytá hedgingovými kontrakty. Zdroj dat: [21]

Rok	Průměrné procento odhadované spotřeby paliva pokryté hedgingovými kontrakty
2014	20%
2015	40%
2016	35%
2017	50%

Používáním jednoduchých i složitých investičních strategií si Southwest po dobu 15 let zajišťují stálé ceny, které platí za velké množství leteckého paliva měsíce, dokonce i roky dopředu (Southwest vstupují do kontraktů na hedging paliva s cílem mít pod kontrolou rizika spojená s výrazným nárůstem cen pohonných hmot. Nicméně protože ceny energie mohou výrazně kolísat v relativně krátkém čase, letecká společnost musí neustále sledovat a upravovat své hedges a strategii na úsporu paliva. Ačkoliv ceny pohonných hmot byly méně volatilní v roce 2012, než v některých předchozích letech, zůstávají na historicky vysoké úrovni a jsou i nadále extrémně těžké. Navíc náklady na hedging se zvyšují spolu se současnými trvale vysokými cenami leteckého petroleje a kvůli stále hrozbě nepředvídatelné volatility na trhu s pohonnými hmotami.



Tabulka 4 ukazuje zajištění na rok 2014 a další tři roky). Úspěch dopravce v těchto strategiích jej chrání před náhlým zvyšováním cen ropy a výrazně snižuje náklady na palivo. V letech 1999 až 2008 Southwest ušetřily 3,5 miliardy dolarů, které by musely zaplatit, kdyby kupovaly letecké palivo za aktuální tržní ceny. To se rovná asi 83% ze zisku Southwest Airlines v tomto období. [23]

Celková filozofie Southwest vede leteckou společnost k pokračování v hedgingu. Kromě hedgingu Southwest také pracují na snižování fyzického množství paliva, které potřebuje ke svým letům díky používání alternativních paliv, používání pozemních vozidel s čistším spalováním a dalším operativním metodám. Southwest například ušetří přibližně 54 milionů galonů leteckého paliva ročně díky nainstalování wingletů na všech letounech Boeing 737 v jejich letovém parku [24].



## 3 Strategie zajištění paliva

Již více než deset let jsou podmínky pro podnikání v leteckém průmyslu mimořádně nepříznivé. Nestálé ceny leteckého paliva přinášejí značné strukturální změny v tomto průmyslu. Výsledkem je slučování a akvizice leteckých společností, ba dokonce bankroty leteckých dopravců. Letecké společnosti jsou nuceny hledat nová opatření ke zlepšení ziskovosti nebo alespoň snížení ztrát, aby byly schopny čelit rostoucím cenám. Tato opatření zahrnují snižování výdajů, změny systému poplatků cestujících a nové pravidla pro převoz zavazadel.

Během posledních deseti let se cena ropy zvýšila o 370 procent. Světové ceny leteckého paliva se tedy navýšily podobně. Při těchto nových cenových hladinách jsou náklady na palivo vyšší než náklady na zaměstnance a jsou nyní nejvyššími náklady průmyslu, které tvoří více než 30 procent průměrných provozních nákladů. Jen před několika lety letecké palivo tvořilo pouze 10 procent provozních nákladů.

Co by tedy letecké společnosti měly dělat v tomto prostředí vysokých cen? Většina odborníků se shoduje, že extrémní zvýšení cen letenek a dramatické škrty v počtu letů jsou nezbytné na pokrytí nákladů za letecké palivo. Kromě toho by letecké společnosti měly začlenit efektivní management finančních rizik do jejich celkové firemní strategie.

V zásadě existují dva způsoby, jak přežít vysoké ceny leteckého paliva: snížení spotřeby paliva a zabránění nepředvídatelnosti cen leteckých pohonných hmot. Pro snížení spotřeby paliva nyní letecké společnosti zavádějí různé technické inovace, jako je instalování wingletů nebo změna leteckých postupů. Aby se zabránilo kolísání cen leteckého paliva a chránila se konečná ziskovost, letecké společnosti by měly pozorně prozkoumat různé techniky řízení rizik. Nasazování efektivního hedgingového programu pomáhá stabilizovat náklady letecké společnosti v době krize a nejistoty. Hedging ale může být i viděn jako karban na akciových trzích s cílem zvýšit zisky. Ne všechny společnosti ale dosahují zisků díky této strategii. Proto bude v této kapitole vysvětleno, co to hedging vlastně je, jaké jsou hedgingové strategie a zda se leteckým společnostem vyplácí.

### 3.1 Hedging

Hedging, neboli zajištění, v podstatě znamená, že si zamrazujete cenu pohonných hmot, již se chystáte nakoupit v budoucnu. To chrání před náhlými ztrátami z rostoucích cen pohonných hmot. Zamrznutí cen ale také neumožňuje náhlé zisky z poklesu cen pohonných hmot. Letecké společnosti provozují hedging, aby tak stabilizovaly náklady na pohonné hmoty. Náklady na palivo jsou nejvíce volatilním prvkem nákladů. Ostatní náklady jsou méně volatilní, takže hedging vlastně stabilizuje celkové náklady leteckých společností a stabilnější náklady znamenají stabilnější zisky.

Náklady na letecké palivo podstatně stouply v posledních několika letech, takže je pro aerolinky stále těžší udržet si pozitivní cash-flow. Ale i když můžeme náklady hedgeovat, neexistuje žádná perfektní

hedgingová strategie. Over-the-counter<sup>8</sup> deriváty leteckého paliva jsou velmi nelikvidní a tudíž dost drahé a nejsou k dispozici v množství dostatečném k zajištění veškeré spotřeby letecké společnosti. Futures kontrakty na komodity, které jsou vysoce korelované s leteckým palivem (ropa nebo topný olej) jsou také používány leteckými společnostmi. Faktem je, že letecké společnosti používají různé strategie od nepoužívání hedgingu až po plný hedging pomocí kombinace produktů. [25]

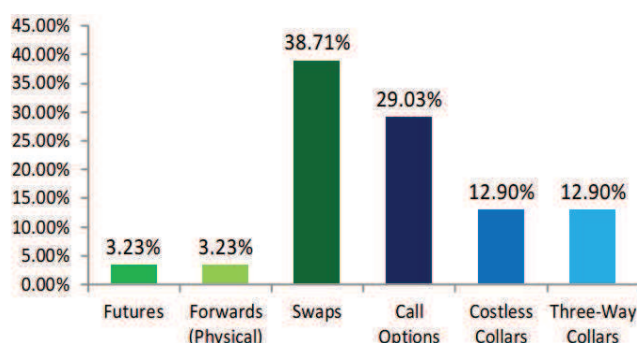
### 3.1.1 Dostupné hedgingové strategie

V praxi se používají následující kontrakty:

- Swapy
- Opce
- Collars
- Futures
- Forwardy

Hlavními burzami, nabízející tyto smlouvy, jsou ICE<sup>9</sup> Futures Europe v Londýně (dříve International Petroleum Exchange, IPE) a NYMEX<sup>10</sup> v New Yorku.

Obrázek níže ukazuje hedgingové instrumenty využívané leteckými společnostmi, které se účastnily průzkumu o hedgingu provedený společností energetických poradců Mercatus v roce 2012 [26]. Swapy a opce jsou nejpoužívanější hedgingové strategie s 39 a 29 procenty. Futures a forwardy jsou leteckými společnostmi využívány jen zřídka.



Obrázek 10: Hedgingové instrumenty používané leteckými společnostmi podle průzkumu společnosti Mercatus [26]

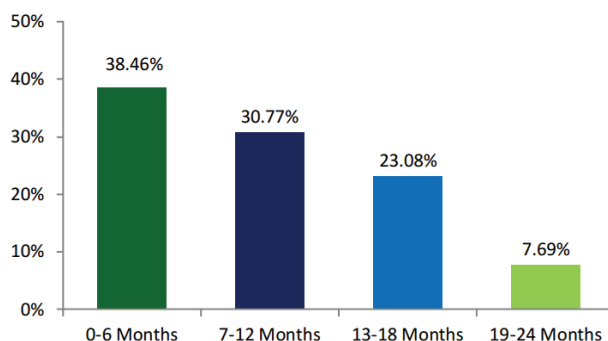
<sup>8</sup> „Typ uspořádání trhu s cennými papíry. Účastníci obchodu na tomto trhu vyjednávají o podmínkách kontraktu přímo mezi sebou. Vzhledem k tomu, že obchodování na OTC trhu neprobíhá pod záštitou oficiální instituce, je spojeno s větším rizikem. Je zde uplatňováno především obchodování se swapy.“ [48]

<sup>9</sup> InterContinental Exchange

<sup>10</sup> New York Mercantile Exchange

52% účastníků uvedlo, že primárně používají hedging, aby se ochránili proti krátkodobým výkyvům cen pohonných hmot. Většina hedging kontraktů se proto uzavírá na dobu kratší než jeden rok (Obrázek 11).

Hedging si můžeme představit také jako polštář, který změkčuje pády a dává čas na přizpůsobení a přebudování podnikových strategií k zvládnutí vysokých cen ropy a leteckého paliva. Dlouhodobá ochrana by proto byla vhodnější. Většina leteckých společností ale hedging tímto způsobem nepoužívá. Obrázek níže ukazuje, že pouze přibližně 30% účastníků průzkumu uvedlo, že používají hedging s délkou trvání delší než 1 rok.

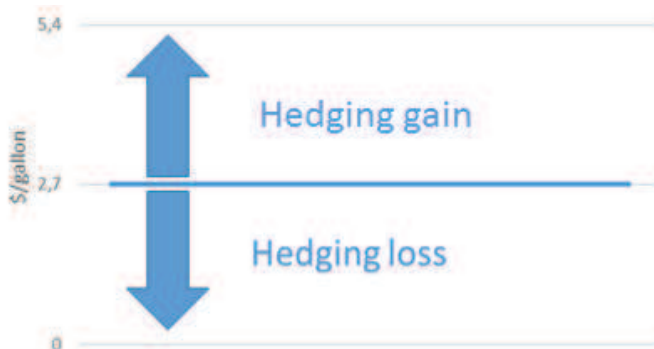


Obrázek 11: Průměrná délka hedge [26]

### Swapy

Plain vanilla energie swap je smlouva, jejímž předmětem je výměna ceny plovoucí za cenu pevnou po určitou dobu. Jedná se o finanční ujednání, kde nedochází k převodu fyzické komodity. Rozdíly mezi pevnou a pohyblivou cenou jsou vypořádány měsíčně, čtvrtletně, pololetně nebo ročně v hotovosti. [27]

Dá se říci, že kupující swapu doufá v růst cen, zatímco prodávající doufá, že ceny budou klesat a tak bude profitovat.



Obrázek 12: Zisky a ztráty při swapu graficky

Každá smlouva může být zhotovena pro různé množství paliva podle potřeb letecké společnosti. Během trvání swapové smlouvy si letecká společnost koupí letecké palivo na normálním trhu jako

obvykle, ale swapové smlouvy nahradí rozdíl, když ceny porostou nebo poklesnou. Výsledkem pro letecké společnosti je pevná cena pro dané období. Pevná sazba je stanovena na základě tržních podmínek v době, kdy se swapové smlouvy domlouvají. Plovoucí cena leteckého paliva se počítá měsíčně jako průměr denních cen za měsíc. Čistá měsíční platba letecké společnosti je pak plovoucí sazba mínus pevná sazba. Například pokud je pohyblivá cena po dobu jednoho měsíce v průměru 3 dolary za galon a pevná sazba je 2,70 dolarů za galon, pak letecká společnost dostane zpět 30 centů za galon. Pokud je velikost zakázky 100 000 galonů, platba \$ 30 000 náleží letecké společnosti na konci měsíce (tj.  $0,30 \times 100\,000$ ).

## Opce

Opce poskytuje kupujícímu právo, nikoliv však povinnost, koupit určité množství konkrétní komodity v konkrétní den či v daném časovém období.

Existují dva základní typy opcí. Letecké společnosti využívají kupující opce (call option v angličtině, také nazývané caps-víčka nebo ceilings-stropy) a prodejní opce (put option v angličtině, také nazývané floors-podlahy) využívané na burze. Call opce poskytuje kupujícímu pojistku proti růstu cen a put opce pojišťuje kupujícího proti poklesu cen. Opční smlouvy bez ohledu na to, zda je kupující strana využije, nejsou zadarmo, kupující platí prodávajícímu opční prémii, která je cenou za možné znevýhodnění prodávajícího. [28]

Řekněme, že existuje letecká společnost, která má ve svém rozpočtu, že náklady na letecké palivo nepřekročí cenu 3,15 dolarů za galon. Tato společnost si chce zajistit 100 000 galonů z očekávané spotřeby leteckého paliva v prosinci 2014. Aby tato letecká společnost splnila své cíle, může zakoupit prosincové call opce pro ICE letecké palivo od jedné z protistran. Cena opce je 0,12 amerických dolarů za galon. Předpokládejme, že průměrná cena leteckého paliva na londýnské burze během prosince bude 3,55 dolarů za galon. V tomto případě by call opce měla za následek zisk 40 centů za galon ( $\$3,55 - \$3,15 = \$0,40$ ). Prodávající protistrana by proto měla poslat kupujícímu 40 000 dolarů, čímž se v důsledku sníží reálné náklady na letecké palivo. Vzhledem k tomu, že letecká společnost musela zaplatit 12 centů za galon jako opční prémii, čistý zisk z hedgingu pro tyto aerolinie bude pouze 28 centů za galon.



Obrázek 13: Zisky a ztráty při použití call opce graficky

Z grafu výše (Obrázek 13) je patrné, že když ceny leteckého paliva na londýnské burze stoupnou v průměru nad 3,15 dolarů za galon, náklady letecké společnosti nejsou nikdy vyšší než 3,27 dolarů za galon (v součtu s opční prémie 12 centů za galon). Naopak když ceny leteckého paliva klesnou pod 3,15 dolarů za galon, náklady budou rovny této průměrné ceně v průběhu měsíce plus 12 centů za opční prémie.

Kvůli počátečním nákladům spojenými s nákupem opce se jim mnoho spotřebitelů leteckého paliva vyhýbá. Nelze ale popřít, že opce jsou často ideálním hedgingovým instrumentem pro mnoho společností, jelikož poskytují ochranu proti růstu cen a zároveň poskytují možnost těžit z nižších cen, pokud by se ceny ustálily pod cenou uvedenou v opci.

### Collars

Collar, neboli límec, je kombinací call opce a put opce. Collar je vytvořen prodejem put opce s realizační cenou pod aktuální cenou komodity a koupí call opce s realizační cenou nad aktuální cenou komodity. Obdržená prémie z prodeje put opce pomáhá kompenzovat náklady na call opci. Vytvořením límcové strategie si tedy letecká společnost zajistí minimální a maximální ceny komodity po dobu trvání těchto opcí. [29]

Struktura, známá jako límec bez nákladů (costless collar v angličtině), se používá velmi často. Opce jsou strukturovány takovým způsobem, že náklady na zakoupení opce jsou zcela kompenzovány prémie za prodanou opci. Pokud ale chce být letecká společnost více chráněná proti vzestupu cen (tj. call opce s nižší realizační cenou) nebo těžit více z klesajících cen (tj. put opce s nižší realizační cenou), používají se prémiové límce. S prémiovým límcem je cena call opce pouze částečně kompenzována prémie z prodeje put opce. [29]



Obrázek 14: Zisky a ztráty při použití límce bez nákladů graficky

### Futures a forwardy

Futures a forwardy jsou smlouvy mezi dvěma stranami na budoucí koupi nebo prodej určitého množství komodity za cenu dohodnutou při podpisu tohoto kontraktu. Konečná cena za komoditu se ale platí, když proběhne transakce komodity.

Forwardový kontrakt je velmi podobný futures kontraktu s výjimkou dvou významných rozdílů: (1) futures kontrakty jsou standardizované a jsou obchodovány na burzách, zatímco forwardové kontrakty jsou obvykle šité na míru a nejsou obchodovány na burze ale over-the-counter; a (2) futures kontrakty jsou denně oceňovány podle tržní ceny, zatímco forwardové smlouvy se vyrovnávají na konci doby splatnosti kontraktu. [30]

Futures kontrakty neexistují ve Spojených státech pro letecké palivo, takže se využívají futures na ropu nebo topný olej.

### 3.1.2 Nepoužívání hedgingu

Rod Eddington, bývalý generální ředitel společnosti British Airways, řekl pro článek AFX News z května 2004 [25]: "Hodně se mluví o hedgingových strategiích, ale většinou velmi nepřesně. Nemyslím si, že rozumné letecké společnosti věří, že hedgingem ušetří na nákladech za letecké palivo. Pouze vyrovnáte výmoly a odstraníte špičky." Dále uvedl, že hedging je většinou pouze krátkodobé řešení, které je neudržitelné po dlouhou dobu a že nemůže ušetřit peníze. Dále řekl: "Když používáte hedging, tak vlastně jen sázíte proti odborníkům na trhu s ropou a platíte prostředníka, takže dlouhodobě vám to žádné zisky přinést nemůže. "

Dalším důvodem pro nepoužívání hedgingu může být cash flow leteckých společností. Hedges a zvláště pak nejvýhodnější opce nejsou levné. Proto musí letecké společnosti velmi pečlivě analyzovat, zda jsou schopny zaplatit za smlouvy nyní, aniž by znaly výsledek, který se může projevit až za několik let.

## 3.2 Hedgeovat, či nehedgeovat

Každý rok, v němž si letecká společnost zajišťuje ceny leteckého paliva, může skončit ztrátou peněz nebo dosažením zisku díky této strategii. Proto musí letecké společnosti zvážit výhody a nevýhody hedgingu předem. Měly by si být jisty, jaké riziko jsou schopny podstoupit, co dělá jejich konkurence a jaké náhrady budou schopny získat z palivových příplatků.

Do roku 2007, kdy ceny leteckého paliva začaly rychle stoupat, až do konce první poloviny roku 2008, jen pár leteckých společností bylo chráněno díky jejich hedgingové aktivitě. Americká letecká společnost Southwest, průkopník v hedgingu, ho používá již od roku 1991. V Evropě Lufthansa i Air France-KLM byly také velmi dobře chráněny. Pak, když cena stoupla z 69 dolarů za barel v lednu roku 2007 až na 163 dolarů za barel v srpnu 2008, mnoho dopravců se obrátilo na hedging, aby se ochránili před dalším růstem cen. Před létem roku 2008 se hodně aerolinií strachovalo, že by ceny mohly vyšplhat až na 200 nebo 300 dolarů za barel, což by bylo devastující pro mnoho z nich. Většina z nich si vybrala základní swapy, protože jsou nejlevnější, a podařilo se jim zablokovat si ceny okolo 120 dolarů, aniž by přemýšleli o obrovském negativním riziku takových swapů. Všechny letecké společnosti, které si tyto nové hedge pořídily, zaznamenaly hedgingové ztráty v 3. a 4. čtvrtletí roku 2008 poté, co cena za barel poklesla až na 36 dolarů v prosinci 2008.

Od té doby je postoj k hedgingu velmi nejistý. Některé letecké společnosti zcela ukončily své hedgingové programy, nebo výrazně snížily procento jejich zajištění. Čínská vláda například zakázala



leteckým společnostem nákup futures kontraktů na ropu zákonem [31]. Zdá se, že kvůli této hedgingové katastrofě z roku 2008, mnoho finančních ředitelů zapomnělo, co je účelem hedgingu. Mike Corley, prezident hedgingového poradenství pro Mercatus Energy Advisors, řekl: "Pokud nejste zajištění hedgingem, spekulujete." [31]

Společnosti závislé na pohonných hmotách, které nejsou zajištěny proti růstu cen, obecně spoléhají na schopnost převést rostoucí ceny pohonných hmot na své zákazníky, nebo se domnívají, že ceny ropy budou klesat. Oba tyto názory jsou sporné. Cenová elasticita letenek je dána konkurencí a poptávkou spíše než samotným dopravcem, takže by mohlo být velmi obtížné transferovat tyto náklady do vyšších cen letenek a předpovídání cenových pohybů je v podstatě hazard. [31]

Dá se říct, že hedgeovat je rozhodně lepší než nehedgeovat. I v případě, že výsledky hedgingového programu v průběhu několika let spadají do červených čísel, i v těchto letech mohla letecká společnost počítat s náklady na letecký petrolej jako s fixními náklady a ne proměnnými. Pokud mohou letecké společnosti kontrolovat náklady na pohonné hmoty, mohou přesněji odhadnout rozpočet a prognózu zisku.

I když jsou ceny leteckého paliva na historickém maximu, není příliš pozdě začít s hedgingem. Před tím než letecká společnost začne hedgingový program, měla by provést důkladnou analýzu cílů takového programu, množství zajištěného paliva z celkových nákladů na palivo a očekávaných výhod programu. Opatrným hedgingem mohou letecké společnosti kontrolovat své náklady na letecké palivo předem a tak chránit své provozní náklady a ziskovost.

Letecké společnosti se mohou zajistit strategicky dlouhodobě, což by působilo jako pojištění proti katastrofě nebo takticky krátkodobě, což se dá spíše popsat jako krátkodobá ochrana rozpočtu. Jak již bylo zmíněno dříve, většina leteckých společností využívá hedging krátkodobě, aby zabránily velkým výkyvům v cenách, ale jen málo dopravců používá hedging k dlouhodobé ochraně tak jako Southwest nebo Lufthansa. Na druhou stranu většina velkých leteckých společností zajišťuje alespoň část jejich budoucích palivových potřeb. Podle průzkumu Mercatus z roku 2012 [26] 81% leteckých společností účastnících se tohoto průzkumu používají nebo dříve použily hedging ke kontrole rizika náhlé změny cen leteckého paliva.

### 3.3 Hedgingový program letecké společnosti Southwest Airlines

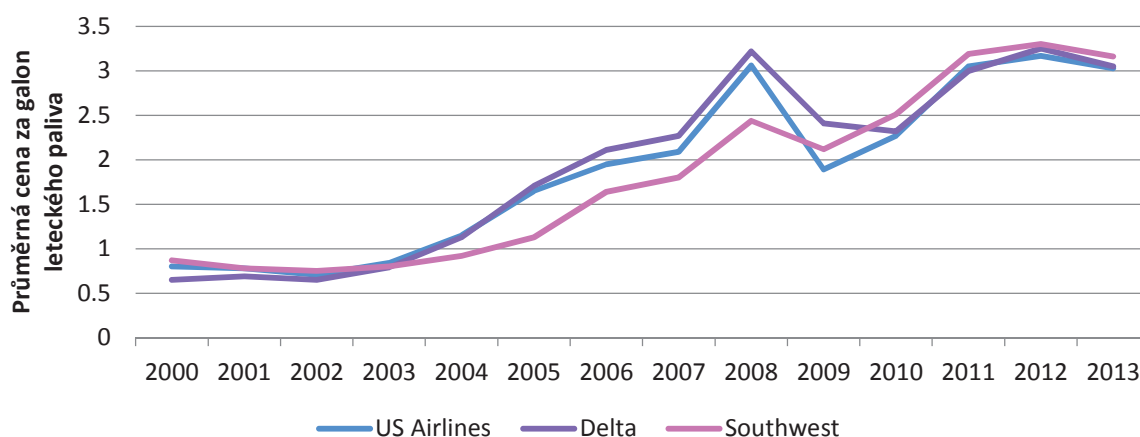
Letecká společnost Southwest je známá jako jedna z prvních, která zařadila hedging do své strategie na úsporu leteckého paliva. A prokázala, že je v této strategii velmi účinná, i když její hedge nebyly ziskové během posledních několika let.

Do roku 1999 byl hlavním hedgingovým programem společnosti nákup call opcí ropy. V roce 2000 měl Southwest zajištěno přibližně 57% a 85% pro první a druhé čtvrtletí a 100% pro třetí a čtvrté čtvrtletí roku z celkové plánované spotřeby leteckého paliva. Od té doby začal Southwest používat hedging každý rok poměrně často.

Tabulka 5: Hedging letecké společnosti Southwest. Zdroj dat: [21]

Rok	Průměrné procento zajištěného paliva z celkové (odhadnuté) spotřeby za rok	Zisky (ztráty) z hedgingu (miliony \$)	Rok	Průměrné procento zajištěného paliva z celkové (odhadnuté) spotřeby za rok	Zisky (ztráty) z hedgingu (miliony \$)
1999	37,75	14,8	2009	27	(467)
2000	85,5	113,5	2010	40	(324)
2001	80	79,9	2011	38	(64)
2002	60	44,5	2012	16	(157)
2003	83	171	2013	15	(118)
2004	82	455	2014	20	
2005	85	892	2015	40	
2006	70	634	2016	35	
2007	95	686	2017	50	
2008	70	1 106			

Tabulka 5 ukazuje hedging letecké společnosti Southwest Airlines od roku 1999 do roku 2013 a odhad množství paliva zajištěného až do roku 2017. Tato tabulka uvádí zisky a ztráty v těchto zajištěných letech. Některé roky jsou plusové a některé mínusové, ale tyto zisky a ztráty se během let vyrovnávají. A to je přesně cílem hedgingu. Nezáleží na tom, zda je hedgingový program na konci roku ziskový nebo ztrátový, význam hedgingu spočívá v tom, že dopravce dopředu ví, že všechny extrémní maxima nebo minima v cenách leteckého paliva nebudou mít vliv na konečné marže.

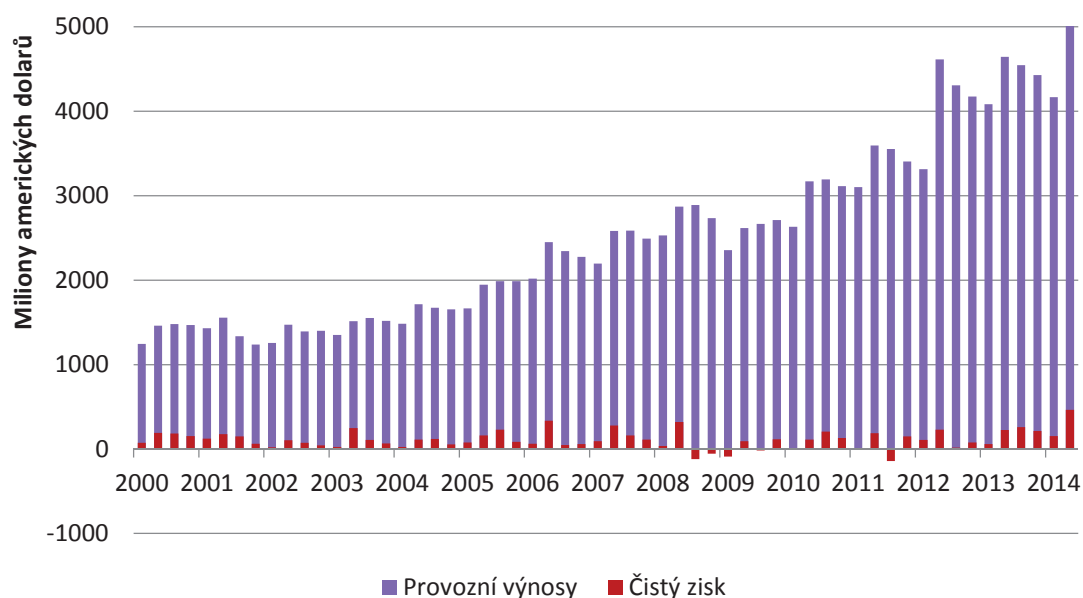


Obrázek 15: Průměrná cena za galon leteckého paliva. Zdroj dat: [3], [21], [32], [33]

Jako příklad je na Obrázek 15 vykresleno období od roku 2000 do roku 2013. Toto období zahrnuje rok 2008, kdy se ceny pohonných hmot výrazně měnily. Cena za barel ropy se pohybovala kolem 100 dolarů v lednu 2008 a vzrostla na téměř 170 dolarů v srpnu 2008, následně se propadla až pod 35 dolarů v průběhu čtvrtého čtvrtletí roku 2008.

Obrázek ukazuje průměrnou cenu za galon leteckého paliva včetně hedgingu paliva, kterou zaplatily aerolinky Southwest Airlines a Delta Air Lines a průměrná cena zaplacená významnými americkými leteckými společnostmi s ročními příjmy nad 20 milionů dolarů. Můžeme jasně vidět vliv hedgingové strategie dopravce Southwest. V kritickém roce 2008 Southwest zaplatil průměrnou cenu 2,44 dolarů za galon, zatímco průměrná cena zaplacená velkými americkými dopravci byla 3,06 dolarů, Delta Air Lines zaplatily ještě více.

S cenou ropy pohybující se kolem 100 dolarů za barel Southwest v roce 2008 předčily veškerou konkurenci díky hedgingu. Na tento rok měly zajištěno asi 70% celkové spotřeby paliva za cenu 51 dolarů za barel ropy. Pro rok 2009 měly zajištěno 55% svého leteckého paliva na základě stejné ceny. Hedging Southwestu byl rozhodující pro schopnost vykazovat zisky v roce 2008. Většina dalších aerolinií vykazovaly ztráty v období recese [34]. Samozřejmě Southwest zaznamenaly ztráty kvůli vyšším cenám pohonných hmot, ale daleko menší než konkurence, což dalo tomuto dopravci výraznou výhodu.

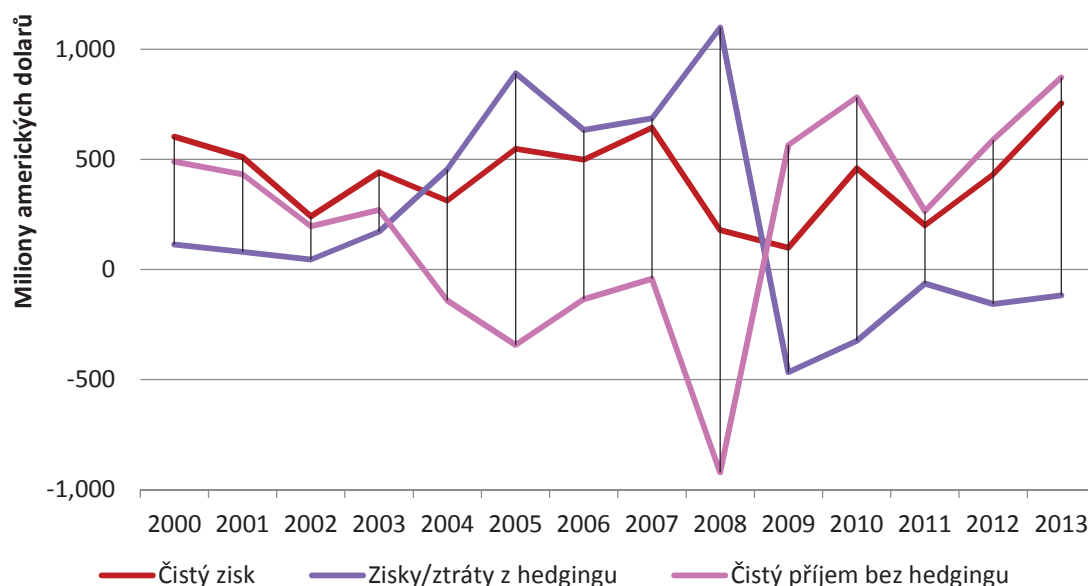


Obrázek 16: Čtvrtletní provozní výnosy versus čistý zisk aerolinek Southwest 2000 - 2Q2014. Zdroj dat: [33], [22]

Ve 3. a 4. čtvrtletí roku 2008 byl čistý zisk Southwest Airlines negativní, stejně jako v 1. čtvrtletí roku 2009 (Obrázek 16), ale celoroční zisky zůstaly pozitivní. Dá se říci, že v roce 2008 Southwest měly roční čistý zisk v pozitivních číslech díky svému hedgingovému programu a zůstaly ziskovými i v roce 2009 navzdory tomuto programu.

Obrázek 17 ukazuje na jednom grafu čistý příjem, roční zisky či ztráty z hedgingového programu a hodnotu čistého zisku, kdyby Southwest nepoužíval hedging k zajištění budoucích cen leteckého paliva. Tento graf demonstruje, že v případě kdy by letecká společnost nepoužívala hedging, vykazovala by čisté ztráty v letech 2004 až 2008, na druhou stranu čisté příjmy nepočítající hedging byly vždy vyšší od roku 2009.

Případ Southwest Airlines je tedy vynikajícím příkladem, pokud jde o rozhodování, zda používat hedging či nikoli. Hedging byl klíčový pro udržení ziskovosti v některých letech, ale byl také jeden z důvodů nižší ziskovosti v jiných letech. Podíváme-li se na hedging v širších souvislostech a v tomto případě na faktický čistý zisk Southwestu včetně hedgingu, můžeme vidět, že čistý zisk bez hedgingu a zisky či ztráty z hedgingu se každoročně vyrovnávají a Southwest vykazuje čistý zisk, který je víceméně stabilní a v průměru více než 400 milionů dolarů.



Obrázek 17: Čistý zisk Southwest Airlines bez zisků/ztrát z hedgingu 2000 – 2013. Zdroj dat: [33], [21]

Po 11. září 2001 byly některé letecké společnosti příliš na mizině, aby si mohly zajišťovat ceny leteckého paliva dopředu. Zejména proto, že některé formy hedgingu jsou dost drahé. Hedgingové kontrakty použité během prvních devíti měsíců roku 2007, které zahrnovaly call options, stály Southwest 42 milionů amerických dolarů. To byla malá částka při zpětném pohledu, protože zisk z této smlouvy byl 439 milionů dolarů, ale ne tak snadno zaplacená, když vyšší ceny ropy jsou možné, ale ne jisté. [35]

Klíčem k úspěšnému hedgingovému programu je vývoj strategií, které plní svou funkci tak jak mají v období vysokých i nízkých cen jakož i mezi nimi. Southwest Airlines zatím prokazují, že tyto strategie ovládají skvěle.

### 3.4 Nejlepší řešení

Velká část rozhodování, zda letecká společnost přistoupí k hedgingu, závisí na tom, jak tato společnost hedging vidí. Ti, kteří jej vidí jako pojistku, která jim umožní předvídat náklady na letecké palivo, a vyhnout se nemilým šokům, budou s největší pravděpodobností vstupovat do dlouhodobých hedgingových kontraktů. Bohužel spousta leteckých společností používá hedging spíše takticky než strategicky, což znamená, že se zajišťují pouze krátkodobě, a to obvykle příliš silně nebo příliš lehce [36].

Letecká společnost, která se zajišťuje strategicky, se podívá na předpokládané ceny v období příštích tří let a rozhodne, zda je potřeba zajistit se. Na druhou stranu taktické zajištění je na kratší období a probíhá na základě momentální volatility.

Společnost, která by mohla být příkladem jak hedgeovat, je Lufthansa. Lufthansa se zajišťuje strategicky od roku 1990. Jejím cílem je zmírnit dopady měnících se cen ropy tak, aby měla čas na přizpůsobení se novým úrovním cen. Manažeři leteckého paliva zvyšují hedge o 5% za měsíc, takže mají zajištěno až 85-90% celkové budoucí poptávky po 18 měsících. Německý dopravce využívá options, protože se chce vyhnout velkým ztrátám se swapy v případě poklesu ceny. [36]

Dalším příkladem podrobněji popsaným v předcházející kapitole je případ Southwest Airlines, které byly schopny udržet si v průměru 400 milionů amerických dolarů čistého zisku během posledních 13 let díky svému hedgingovému programu.

Je otázkou řízení rizik dané letecké společnosti, kolik paliva si chtějí zajistit předem díky hedgingovým kontraktům. Být plně zajištěn je možná až moc obezřetné řízení rizik, ale není také moudré nezajistit se vůbec. I v případě, že výsledkem hedgingu bude ztráta, nelze přehlédnout obrovskou výhodu toho, že známe naše náklady předem.



## 4 Vývoj cen leteckého paliva

Cena leteckého paliva je tématem mnoha debat, protože má zásadní vliv na všechny letecké společnosti, a proto i na cestující. Na počátku 70. let (přesně v roce 1972) byla cena na globálním průměru 11,5 centů za galon. Nicméně, na přelomu 70. a 80. let nastal zlom, kdy byla dosažena hodnota jednoho dolaru za galon, což bylo více než osmkrát více než v roce 1972. Tento nárůst reprezentoval 31% z celkových provozních nákladů leteckých společností, ale v průběhu času došlo k dalšímu snížení. S výjimkou let 1990 - 1991, kdy se vedla válka v Perském zálivu, se cena moc neměnila a pohybovala se až do přelomu nového tisíciletí okolo 60 centů. V současné době je cena asi dvacet čtyři krát vyšší než v sedmdesátých letech, a to 2,73 dolarů za galon (hodnota z 1. 9. 2014).

Další trend cen leteckého paliva je těžké odhadnout přesně, ale změna v ceně paliva je úzce vázána na cenu ropy. Světové zásoby ropy, i když stále významné, jsou omezené a přijde čas, kdy ropa dojde, ale odborníci se liší v tom, kdy to bude. V posledních letech hrají významnou roli vnější faktory, jako je nestabilní situace na Blízkém východě, teroristické útoky a doznívající dopady hospodářské krize. Vývoj alternativních paliv, jako je kapalný vodík, je stále v počáteční fázi a teprve čas ukáže, zda tyto plány budou úspěšně realizovatelné. Do té doby je třeba klást velký důraz na snižování spotřeby paliva a ropy obecně. Všechna rozhodnutí, od plánování letové trasy po rozhodnutí o vstupu na nové trhy, by měly být důkladně analyzována v kontextu nestability cen pohonných hmot.

### 4.1 Evoluce letecké dopravy

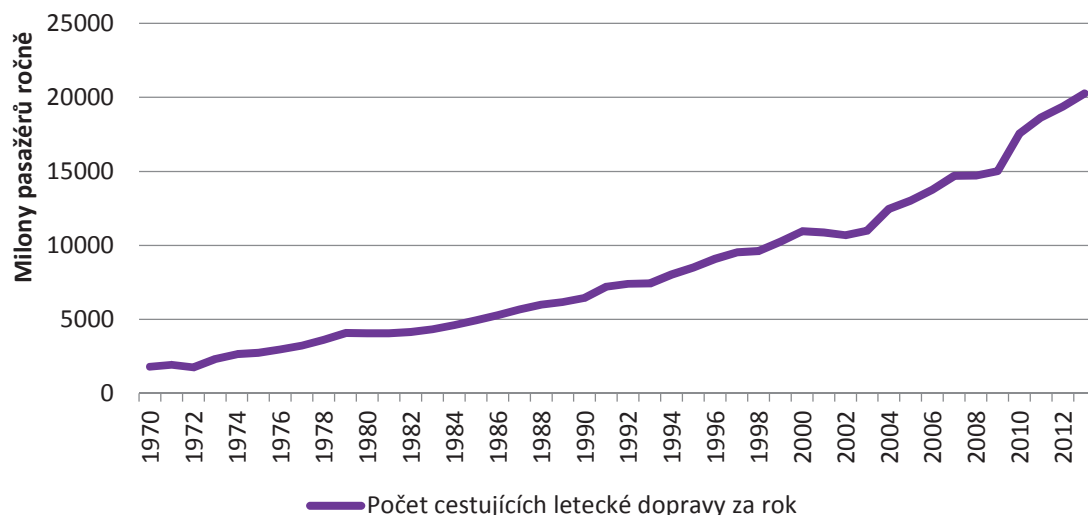
Letecká doprava je jedním z nejmladších způsobů přepravy osob a zboží. Zaznamenala tak dramatický rozmach, že si dnes můžeme jen těžko představit mezinárodní spolupráci, cestovní ruch nebo podnikání bez ní. Dnes je letecká doprava nejbezpečnější, nejpohodlnější a nejrychlejší způsob pro přepravu osob a také se stala nepostradatelnou pro přepravu mnoha zboží.

I se svými výkyvy zájem o leteckou dopravu, globálně vzato, stále narůstá a nezdá se, že by se tento trend v dohledné době snížil. Nicméně v některých částech světa tento trend není příliš silný kvůli silným vazbám na makroekonomickou situaci.

#### 4.1.1 Rostoucí trh

Podle průzkumu [37] provedeného evropským výrobcem letounů Airbus si většina z 10 000 dotázaných lidí myslí, že budeme létat v budoucnu více než nyní.

V dnešní době se stále více a více hovoří o vlivu dopravy na životní prostředí a nejedná se pouze o výfukové plyny, ale také o hluk, kondenzační čáry nebo o spiklenecké teorie chemických čar. Zúčastněné strany v letecké dopravě, a to zejména výrobci letadel, tyto opodstatněné i neopodstatněné námitky berou v potaz a pracují na jejich řešení a dodávají stále čistší a šetrnější letadla a motory. Odvětví letecké dopravy se podílí jen malou částí na skleníkovém efektu, ale kdyby tyto změny ve výrobě nenastaly, tato část by byla mnohem vyšší kvůli stopajícimu počtu letů každý rok (Obrázek 18).



Obrázek 18: Celkový počet pasažerů letecké dopravy 1970 - 2013. Zdroj dat: [38]

Od roku 1980 se hodnota RPK letecké dopravy zdvojnásobovala každých 15 let a tento trend by se měl opakovat i v příštích 15 letech podle prognózy Airbusu [39].

Existuje několik faktorů, které ovlivňují růst letecké dopravy. V první řadě to je demografický vývoj. Jednoduše řečeno čím více lidí je na planetě, tím více lidí chce cestovat. S růstem počtu obyvatel jsou spojeny další dva důležité faktory: urbanizace a globalizace. Od roku 2007 více než polovina světové populace žije ve městech a tato městská populace nadále roste [37]. Způsob, jakým lidé žijí, pracují, obchodují a dokonce přemýšlí, je nyní velmi globální, což zvyšuje závislost na cestování, na rychlém a pohodlném cestování. Obchodní cestující byli hlavními zákazníky pro letecké společnosti od počátku letectví, ale nyní přebírá hlavní místo rostoucí střední vrstva, která chce cestovat a poznávat svět.

Postupná liberalizace letecké dopravy, která začala ve Spojených státech v roce 1978, zvýšila konkurenci a umožnila zrod nízkonákladových dopravců. Vyšší počet aerolinek pak vytvořil konkurenční ceny a často dokonce i bezziskové ceny, protože hlavním cílem dopravců už nebyl zisk, ale získávat zákazníky.

V posledních letech se objevují další faktory ovlivňující konkurenceschopnost a ceny obecně, jako například:

- Ekonomický růst tažený státy BRIC (Brazílie, Rusko, Indie a Čína),
- Deregulace v Evropě,
- Rozvoj cestovního ruchu,
- Uvedení do provozu šetrnějších velkých letadel (A330 / 380, Boeing 777),
- Hub-and-spoke systém provozovaný společně s point-to point dopravním systémem,
- Nízkonákladové společnosti v Evropě a v Asii-Pacifiku.



### 4.1.2 Regionální odlišnosti

Trh pro leteckou dopravu lze rozdělit do dvou skupin: na vyspělé trhy a na rozvíjející se trhy. Tyto trhy se liší zejména v rychlosti růstu dopravy.

Vyspělé trhy	Rozvíjející se trhy
<ul style="list-style-type: none"><li>• Severní Amerika, Evropa, Severní Atlantik</li><li>• V roce 2010 představovala doprava pouze v Severní Americe 1/5 celosvětové letecké dopravy</li><li>• Předpokádaný nízký růst</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Čína, Asie Pacifik, Latinská Amerika, z Blízkého východu do Asie, z Evropy do Asie</li><li>• V roce 2030 by doprava v Asii měla představovat 1/4 celosvětové letecké dopravy</li><li>• Předpokádaný vysoký růst</li></ul>

Předpokládá se, že vyspělé trhy jsou téměř nasyceny, zatímco rozvojové trhy jsou právě ve fázi expanze. Podle Airbus Global Market Forecast 2012-2031 [37] budou největšími domácími dopravními trhy Čína a USA a domácí trh Indie vzroste ze všech nejvíce v těchto dvaceti letech. Prognózy Boeingu jsou velmi podobné.

## 4.2 Ceny ropy

Surová ropa je bezpochyby nejdůležitější komoditou na světě díky své nezastupitelné roli ve světové ekonomice. Je základní surovinou pro výrobu benzínu, leteckého paliva, plastů a dalších produktů. Význam ropy pro světovou ekonomiku byl jasně demonstrován již v roce 1973 během arabského embarga na vývoz ropy do západních zemí. Během několika týdnů vzrostla cena o 400%, a některé rozvinuté země spadly do recese. Inlace a nezaměstnanost se zvýšily na několik následujících let. Ropné šoky v sedmdesátých letech zdůraznily nenahraditelnost ropy.

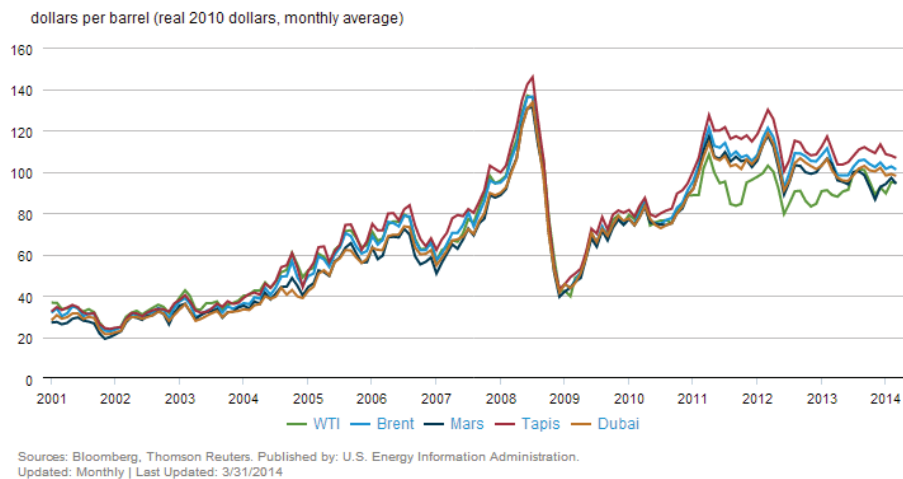
Prerušování dodávek ropy může vyhnat cenu ropy o několik procent. V krátkodobém horizontu je cena ropy ovlivněna především dodávkou na světový trh, který je velmi nepružný a nedokáže rychle reagovat na zvýšenou poptávku. Proto je možný nedostatek ropy na trhu velmi pečlivě sledován. Především geopolitické napětí, nepokoje, války a hrozba hurikánů mohou narušit cenovou rovnováhu a zvýšit cenu ropy i o několik dolarů za barel během jednoho dne.

Navíc musíme brát v potaz sezónní faktory. Například cena ropy je ovlivněna v letních měsících zvýšenou poptávkou po palivu díky motorsportu a v zimních zase zvýšenou poptávkou po topném oleji.

Dlouhodobá cena ropy závisí hlavně na nabídce a poptávce. Při investování je důležité vědět, kdo jsou největšími producenty a největšími konzumenty. Je také velmi důležité, kdo má největší zásoby ropy. Poptávka po ropě v dlouhodobém horizontu koreluje se světovým ekonomickým růstem. Pokles globálního růstu snižuje poptávku po ropě. Celková světová poptávka po ropě však stále roste v důsledku hospodářského růstu v zemích, jako je Čína, Brazílie, Indie nebo Rusko.

Na straně nabídky hraje významnou roli OPEC, který ovlivňuje přibližně 40% celosvětové nabídky ropy. Zvýšení či snížení produkce ropy zemí OPEC by tak mohlo velmi ovlivnit celkovou tržní cenu. Je třeba také poznamenat, že OPEC kontroluje asi 81% světových zásob, takže státy této organizace budou nepochybně i nadále významnými hráči.

Na celém světě se těží různé druhy ropy. Různá kvalita a lokalita vytváří cenovou diferenciaci, ale protože trhy s ropou jsou integrovány v celosvětovém měřítku, tyto ceny mají tendenci se pohybovat společně (Obrázek 19).



Obrázek 19: Ceny různé surové ropy. Zdroj: [3]

#### 4.2.1 Historie cen surové ropy

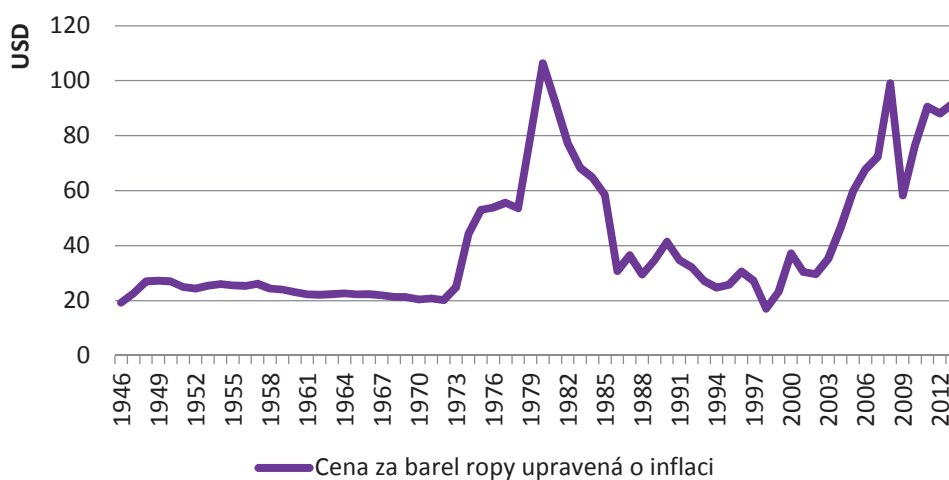
Cena ropy dosáhla svého historického maxima v roce 1980 během druhého ropného šoku, cena vyšplhala až na 106 nynějších dolarů za barel (Obrázek 20). Po dlouhé době tato cena klesla díky otevření nových ropných polí mimo Blízký východ, jako je Severní moře. Nejnižší cena byla registrována v roce 1998 (17 dolarů za barel), kdy asijská ekonomická krize snížila poptávku.

Cena ropy závisí na mnoha proměnných, které jsou blíže zkoumány v kapitole 4.2.3, ale existují i další nepředvídatelné okolnosti silně ovlivňující cenu ropy, jako jsou geopolitické a přírodní katastrofy.

Hlavní šoky ovlivňující cenu ropy a leteckou dopravu od 70. let:

- **1973-1974: První ropný šok** - OPEC záměrně omezil svou výrobu ropy (asi o 5%), aby mohl ovlivnit ceny ve svůj prospěch a zároveň vyhlásil embargo na vývoz ropy do zemí, které podporovaly Izrael během Jomkipurské války (hlavně USA a Nizozemí),
- **1979-1980: Druhý ropný šok** – K druhému prudkému nárůstu cen ropy došlo po iránské revoluci v roce 1979, kdy nový islámský režim začal vyvážet méně ropy než dříve. Další země OPECu zvýšily produkci a výsledné snížení celkové světové produkce bylo jen asi 4%, ale kvůli rozsáhlé panice se ceny ropy zvýšily mnohem více, než odpovídalo vážnosti situace,

- **1990-1991: Válka v Perském zálivu** - Krátkodobé zvýšení cen ropy nastalo v průběhu invaze Iráku do Kuvajtu v roce 1990 a následné války v Perském zálivu. Cena se zvýšila z průměrných 13 až 14 amerických dolarů na 50 dolarů za barel,
- **1997-1998: Asijská krize** - Asijská ekonomická krize snížila poptávku a vyústila v nejnižší ceny ropy v historii,
- **2001-2002: Teroristické útoky 9-11** - Ceny ropy prudce klesly po teroristických útocích na Spojené státy 11. září 2001, do značné míry kvůli zvýšeným obavám z výraznějšího celosvětového ekonomického poklesu (a tedy výrazně nižší poptávce po ropě). Ceny pak vzrostly kvůli snížení produkce ropy zemí OPEC i non-OPEC na začátku roku 2002. Dále k navýšení přispěly nepokoje na Blízkém východě a možnost obnovení konfliktu s Irákem.
- **2005: Hurikány** Cindy, Dennis, Katrina a Rita narušily dodávky ropy v Mexickém zálivu,
- **2008-2009: Světová finanční krize** – Po delší dobu měly geo-politické události a přírodní katastrofy nepřímo související s globálním trhem s ropou silné krátkodobé dopady na ceny ropy. Dále pokles zásob ropy v USA a rostoucí poptávka v zemích jako je Čína a Indie akcelerovali nárůst cen až na historická maxima nominálních spotových cen. Globální ekonomická recese pak způsobila snížení poptávky po energii v druhé polovině roku 2008 a ceny ropy spadly z maxima 147 dolarů v červenci na minimum 32 dolarů v prosinci 2008. Po tomto skoku začaly ceny znovu růst a ustálily se až v polovině roku 2011 kolem 90 dolarů za barel.



Obrázek 20: Cena za barel ropy upravená o inflaci v amerických dolarech 1946 - 2013. Zdroj: [40]

Od roku 2000 utrpělo letectví dvě těžké rány v podobě teroristického útoku na Světové obchodní centrum v září 2001 a rozšíření smrtícího virusu SARS o dva roky později. Tyto události vedly k prudkému poklesu využívání letecké dopravy. Až v roce 2007 se globální letecká doprava po šesti letech začala zotavovat a vykazovat zisk. Tento úspěch však netrval dlouho.

Rok 2008 přinesl další krizi ve formě zvýšení cen ropy a nastoupení celosvětové finanční a hospodářské krize. Náklady na palivo jsou v současné době asi 30% z celkových nákladů leteckých společností. Je tedy zřejmé, že každá změna ceny ropy má značný vliv na ekonomickou výkonnost těchto dopravců.

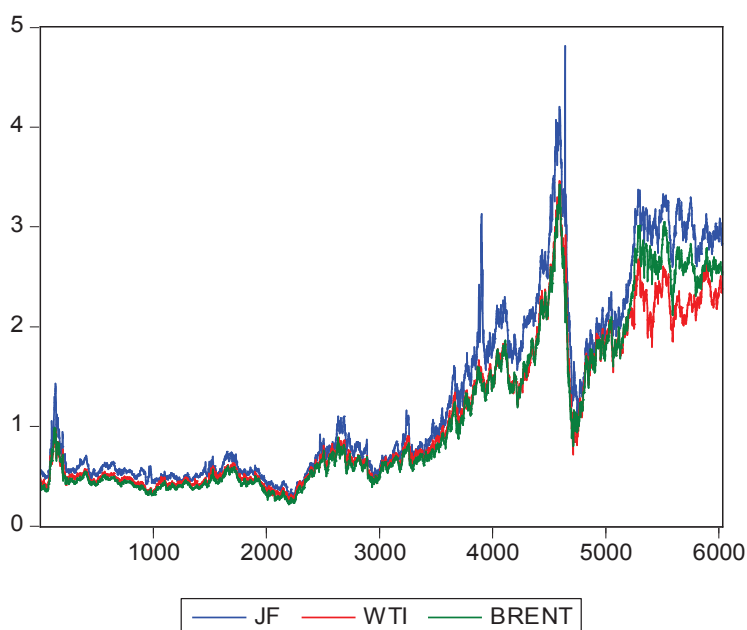
## 4.2.2 Korelace mezi cenou leteckého paliva a cenou ropy

K prokázání vztahu mezi cenami ropy a leteckého paliva jsem se rozhodla najít model tohoto vztahu. Očekávám, že tento model dokáže silnou korelaci.

Data použitá k vytvoření modelu jsou denní (pracovní dny pouze) ceny leteckého paliva, WTI ropy a Brent ropy v období mezi 2. 4. 1992 a 24. 3. 2014, což je dohromady 6 030 pozorování. Tyto data lze stáhnout z webových stránek EIA [3].

- BRENT – spotová cena ropy Brent (dolary za galon). Brent přidávám do tohoto modelu pouze k porovnání s cenami WTI.
- WTI - WTI spotová cena (dolary za galon). WTI použiji k modelování korelace s JF, jelikož oba pocházejí z USA.
- JF – spotová cena leteckého paliva z mexického zálivu U. S. Gulf Coast (dolary za galon)

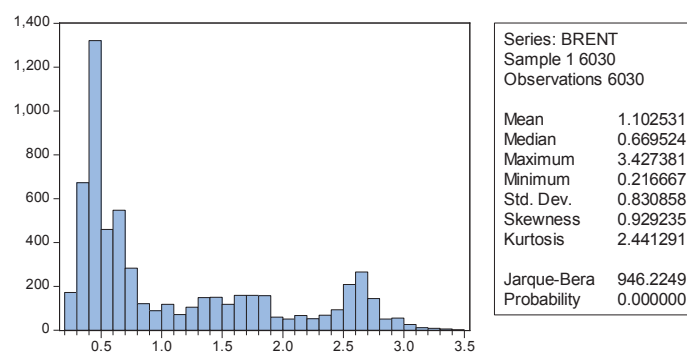
K vytvoření ekonomických modelů jsem použila software EViews verze 6.0. EViews (Econometric Views) je statistický balík pro Windows, který se používá hlavně pro ekonometrické analýzy s časovými řadami. Byl vyvinut společností Quantitative Micro Software (QMS).



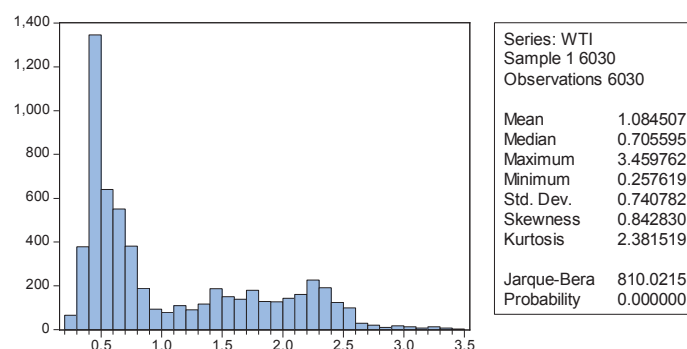
Obrázek 21: Spotové ceny leteckého paliva, Brent a WTI ropy z období 2/4/1992 - 24/3/2014

### Statistiky

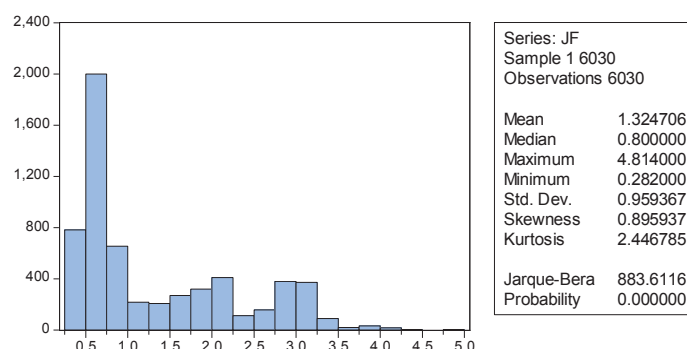
Základní statistiky všech datových souborů byly provedeny pro analýzu normality těchto dat a pro zjištění prvních vztahů přes střední hodnoty.



Obrázek 22: Statistika spotových cen evropské ropy Brent



Obrázek 23: Statistika spotových cen americké ropy WTI



Obrázek 24: Statistika spotových cen leteckého paliva z Mexického zálivu

Z výše uvedených statistických údajů je vidět, že žádná z těchto sérií dat nemá normální rozdělení, což je předvídatelné, jelikož ceny ropy i leteckého paliva jsou obecně považovány za ceny rostoucí, pokud nepočítáme s inflací. V tomto případě máme ceny spotové.

Brent a WTI mají nejčastěji ceny mezi 0,4 a 0,5 dolarů za galon.

Brent má střední hodnotu \$ 1,10 a nejvyšší cenu 3,43 dolarů za galon, jež byla dosažena 3. července 2008. Minimální cena byla k dispozici dne 10. prosince 1998. Kvůli narůstajícímu charakteru cen ropy

by se mohlo zdát, že nejnižší ceny měly být dosaženy na začátku sledovaného období, ale ve skutečnosti to bylo o šest let později.

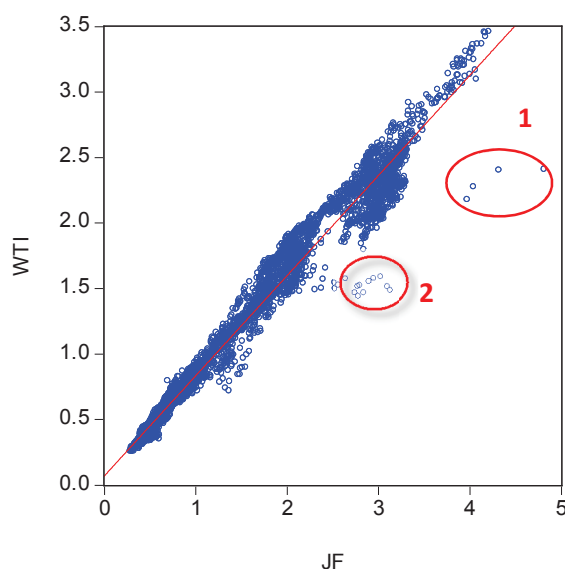
Průměrná cena WTI je 1,08 dolarů za galon, která je nižší než cena Brentu. Tento rozdíl může mít několik vysvětlení. Brent se stal novým standardem pro ceny ropy pocházející z arabských zemí, a zatímco nabídka z těchto zemí krátkodobě slábne kvůli politickým nepokojům, poptávka po Brentu se zvyšuje a s ní i ceny. Dále má WTI nižší ceny díky zlepšení potrubní infrastruktury v USA, což usnadňuje pohyb ropy z vnitrozemí do rafinerií na pobřeží. Jedním příkladem je rozšíření Seaway Pipeline v lednu 2013 [41], který umožňuje pohyb více surové ropy z Oklahomy na pobřeží Mexického zálivu, kde je většina rafinerií. Další potrubí umožňují přepravu více surové ropy ze západního Texasu. Zvýšená kapacita potrubí a doprava surové ropy po železnici umožnily efektivnější přepravu surové ropy z vnitrozemí do rafinerií na východní a západní pobřeží, což snižuje nutnost dovozu Brentu a dalších druhů ropy.

WTI minimální a maximální cena v tomto období byly dosaženy ve stejné dny jako u ropy Brent.

Letecké palivo má průměrnou cenu 1,32 dolarů za galon, což je o 22 centů více než cena ropy Brent a 24 centů více než WTI. Většina ze spotových cen v tomto období se pohybuje mezi 0,5 a 0,75 dolary za galon. Nejvyšší cena byla dosažena 12. září 2008 a nejnižší 21. prosince 1998. Všimněte si, že tyto dny jsou odlišné od dnů, kdy minima a maxima dosáhly ceny ropy.

### *Základní regresní analýza*

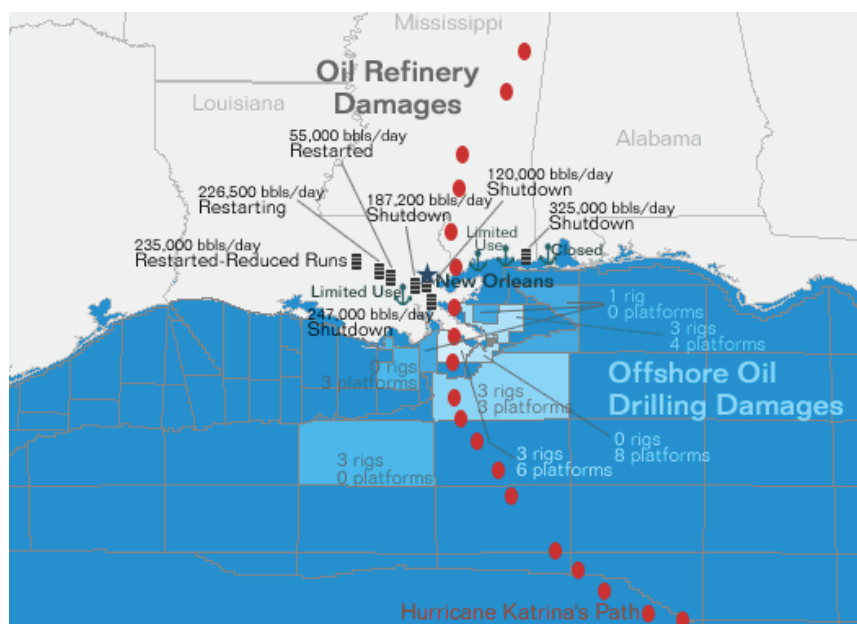
Regrese nám může pomoci získat první předpoklady o vztazích mezi proměnnými. Na Obrázek 25 je zobrazeno srovnání cen WTI a cen leteckého paliva. Jelikož po většinu dnů v našem vybraném období jsou ceny velmi blízko regresní přímky, můžeme konstatovat, že korelace mezi těmito dvěma cenami je velmi silná.



Obrázek 25: Regrese spotových cen WTI a leteckého paliva

Tato regresní analýza má dvě skupiny abnormálních dat. Číslo 1 na obrázku ukazuje data z 11., 12., 15. a 16. září 2008, kdy ceny ropy klesly na \$ 2.3 - 2,4 dolarů za galon, ale ceny leteckého paliva byly téměř dvakrát vyšší s nejvyšší cenou 4,8 dolarů z 12. září. To bylo způsobeno především hurikánem Ike blížící se v té době k pobřeží Mexického zálivu. Ceny ropy se však nenavýšily, jelikož Ike nemířil k zálivu s ropnými plošinami, ale směřoval spíše k rafineriím na pobřeží [42].

Číslo 2 je skupina dat kolem konce září a začátku října 2005. Hurikán Katrina udeřil na pobřeží Mexického zálivu na konci srpna. V této oblasti poté drasticky klesla těžba ropy, což zvýšilo cenu ropy, ale výrazněji se projevilo na cenách rafinérských produktů. Obrázek 26 ukazuje mapu pobřeží Mexického zálivu a dopad hurikánu Katrina na rafinerie z 13. září 2005. Většina rafinerií musela být uzavřena, a proto si ty, které byly schopny restartovat produkci ihned, mohly stanovit vyšší ceny svých výrobků.



Obrázek 26: Mapa Mexického zálivu a impact hurikánu Katrina na místní rafinerie. Zdroj: [43]

### Model 1

K vytvoření modelu pro predikci cen leteckého paliva jsem použila soubor dat cen ropy WTI, jelikož použité ceny leteckého paliva jsou ceny paliva z Mexického zálivu. Dále je v modelu použita konstanta C zastupující nepředvídatelné výkyvy a šoky nebo proměnné, které nejsou uvedeny v aktuálním modelu. Byla použita metoda nejmenších čtverců.

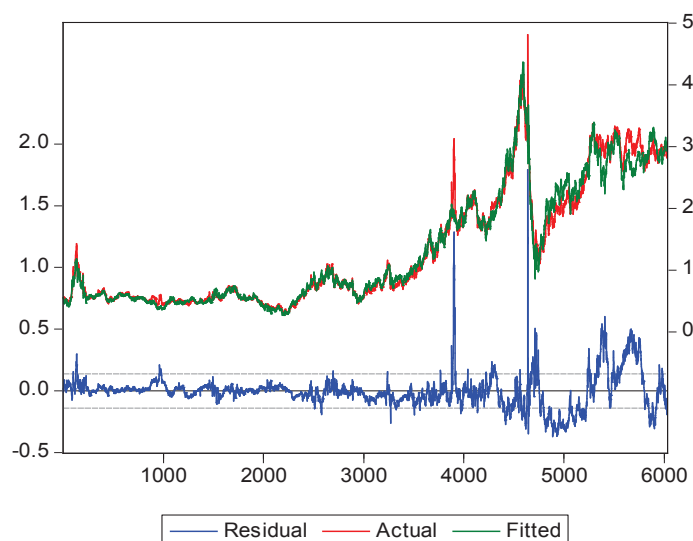
Odhadovaná rovnice:

$$JF = -0.0659 + 1.2826 * WTI$$

Tabulka 6: Tabulka koeficientů modelu 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.065860	0.003170	-20.77731	0.0000
WTI	1.282619	0.002430	527.7739	0.0000
R-squared	0.978938			

Jak je vidět z tabulky koeficientů výše, šok C i cena WTI jsou velmi důležité proměnné pro stanovení ceny leteckého paliva. To lze určit z čísla t-statistiky (t-Statistic), které je v obou případech v absolutní hodnotě vyšší než 2 a z pravděpodobnosti (Prob.) v přijatelném rozsahu 5%. Hodnota R-squared, neboli koeficient determinace, nám dává procento našich měření, která jsou v souladu s modelem. Tento model je tedy schopen vysvětlit téměř 98% dat JF. Toto číslo je velmi vysoké, takže můžeme tento model považovat za velmi dobrý. Zbytkové hodnoty, které jsou nejdále od střední zbytkové hodnoty, jsou data ze září 2005 a 2008, jak již bylo zmíněno (Obrázek 27).



Obrázek 27: Graf modelu 1 spolu s opravdovými a zbytkovými hodnotami

### Model 2

Aby byl model přesnější, přidala jsem více proměnných. Ceny leteckého paliva neskákají z minima do maxima velmi často a tak předpokládám, že současná cena musí být závislá na předcházející ceně, což je jedna z přidávaných proměnných. Stejně tak současná cena leteckého paliva by mohla být v korelaci s předcházející cenou ropy, jelikož proces v rafinériích nějakou dobu trvá. Poslední proměnnou přidanou do tohoto modelu je kvadrát ceny WTI, který odhalí, zda má proměnná WTI parabolické tendence.

Odhadovaná rovnice:

$$JF = -0.0020 + 0.9645 * JF(-1) + 0.8264 * WTI - 0.7478 * WTI(-1) - 0.0338 * WTI(-2) + 0.0004 * WTI^2$$

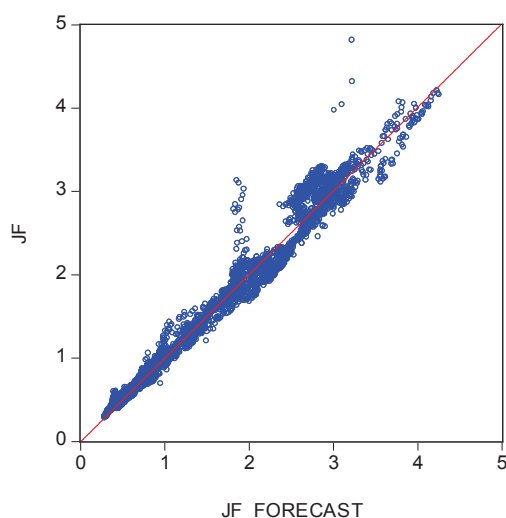


Tabulka 7: Tabulka koeficientů modelu 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002032	0.001546	-1.315043	0.1885
JF(-1)	0.964478	0.003278	294.2200	0.0000
WTI	0.826399	0.015910	51.94368	0.0000
WTI(-1)	-0.747768	0.021819	-34.27172	0.0000
WTI(-2)	-0.033826	0.015659	-2.160246	0.0308
WTI^2	0.000350	0.001005	0.348349	0.7276
R-squared	0.998667			

Tento model je již schopen vysvětlit téměř 100% pozorování. Shock C v tomto modelu není důležitý stejně jako druhá mocnina WTI, což znamená, že s mnohem vyššími cenami ropy WTI je nepravděpodobné, že by ceny leteckého paliva klesaly, budou stoupat společně s cenami ropy. Opravdu důležité proměnné v tomto modelu jsou předešlá cena leteckého paliva, aktuální cena WTI a předešlé ceny ropy. Zajímavým výstupem je, že zatímco současná cena ropy WTI je přímo úměrná ceně paliva, předešlé ceny WTI jsou jí nepřímo úměrné.

Níže uvedený obrázek ukazuje bodový graf s regresní přímkou předpokládaných cen leteckého paliva (JF\_FORECAST), které jsou výsledkem odhadnutým modelem 2, a skutečných historických cen paliva (JF). Pozorování, která se odchyľují nejvíce od 45 ° regresní přímky, jsou data z roku 2008 a 2005.



Obrázek 28: Regrese mezi modelovanými cenami leteckého paliva a skutečnými historickými cenami.

#### 4.2.3 Model ceny surové ropy

Mnoho faktorů ovlivňuje ceny ropy, jakož i dalších druhů energie. Jak již bylo zmíněno v této práci, hlavními hnacími silami veškerých cen jsou nabídka a poptávka. Dále zůstatek komodity na trhu a

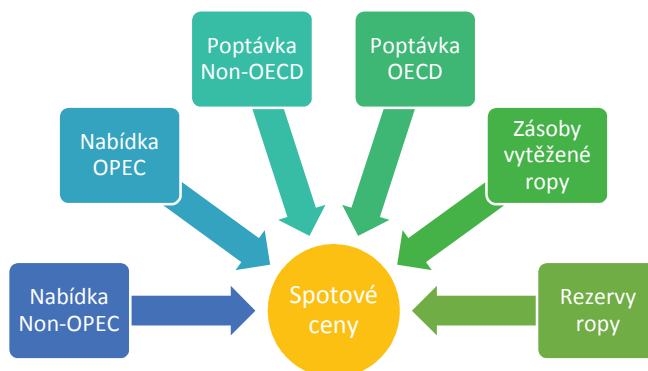
množství, které může být k dispozici, jsou dalšími důležitými faktory. Globální ceny surovin jsou také závislé na růstu světové ekonomiky a kupní síle.

Produkce surové ropy v zemích OPEC je důležitým faktorem, který ovlivňuje ceny ropy. Tato organizace se snaží aktivně řídit produkci ropy ve svých členských zemích určováním výrobních cílů. V minulosti se vždy ceny ropy zvýšily, pokud OPEC své výrobní cíle snížil. Současné podmínky a množství dodávky mají vliv na ceny, jakož i předpokládaná situace v budoucnu. Např. pokud se hurikán blíží k pobřeží Mexického zálivu, je pravděpodobné, že se ceny zvýší v očekávání snížení nabídky v blízké budoucnosti. Dodávky OPECu mají hlavní vliv především kvůli své nízké předvídatelnosti pro své největší zákazníky, což jsou země OECD. Dodavatelé mimo OPEC jsou stabilnější ve svých dodávkách, jelikož jejich geopolitická situace je mnohem stabilnější.

Geopolitika tak hraje velmi důležitou roli, ale předvídaní těchto událostí je téměř nemožné. Nelze předvídat ani počasí, které může někdy silně ovlivnit nabídku. A jak již bylo zmíněno, zásah hurikánem nebo jiné přírodní katastrofy v místech produkce mohou snížit dodávky ropy o několik procent až na několik týdnů či měsíců.

Poptávka po ropě je obvykle rozdělena na poptávku zemí OECD a zemí, které nejsou členy OECD. Poptávka po energii je spojena s kupní silou a tedy i s hospodářským růstem. V posledních letech se vyspělé trhy snaží být méně závislé na ropě a vyvíjejí alternativní paliva a úspornější postupy a stroje, což snižuje jejich celkovou poptávku po ropě. Na druhou stranu ropa je stále nejdůležitější komoditou na energetických trzích v rozvojových zemích.

Zásoby již vytěžené ropy, stejně jako prokázané zásoby ropy, také ovlivňují ceny ropy, kvůli jejich vztahu k budoucí poptávce.

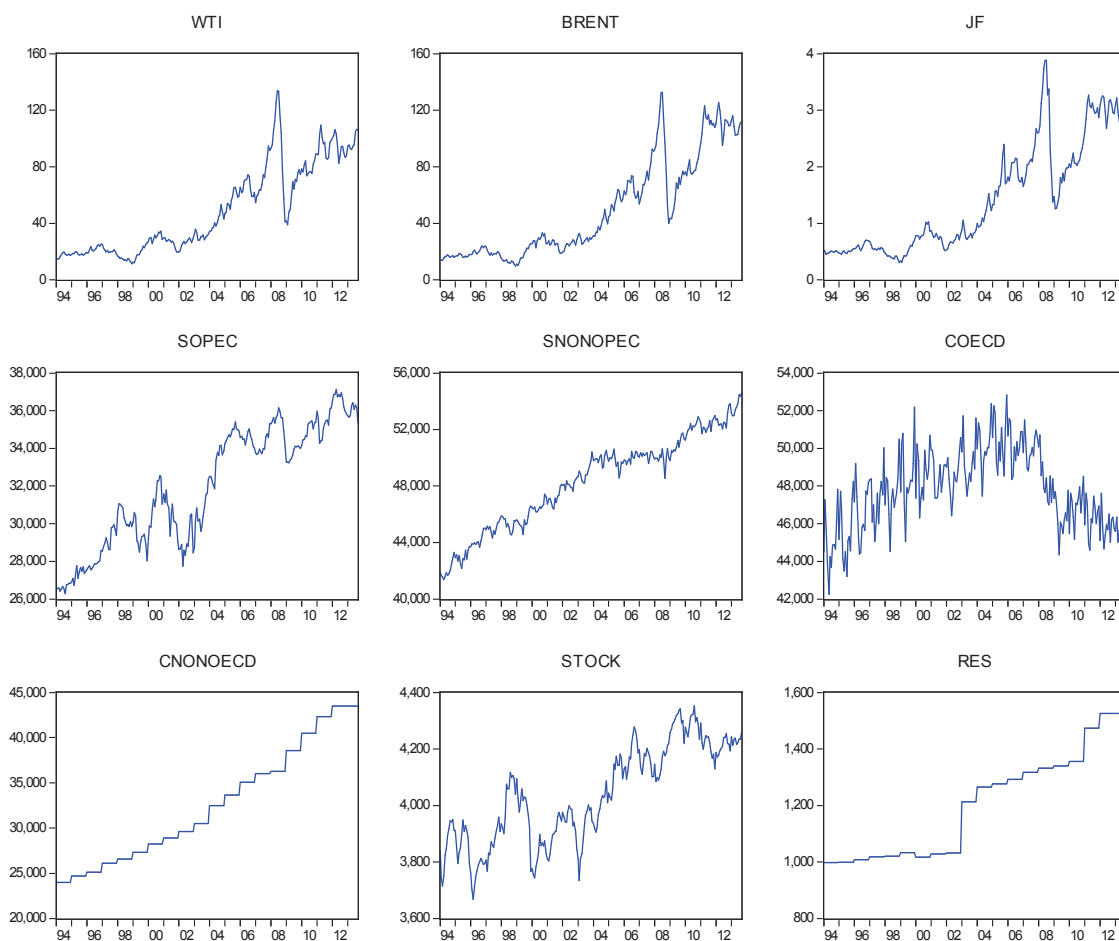


Obrázek 29: Co ovlivňuje ceny ropy?

Aby bylo možné modelovat spotové ceny ropy, byly vzaty v úvahu výše uvedené faktory. Dodávky ropy byly rozděleny mezi země OPEC a země, které nejsou členy OPEC. Poptávka byla zase rozdělena na poptávku zemí OECD a zemí, které nejsou členy OECD.

Data pro tento model jsou měsíční data od ledna 1994 do září 2013, což tvoří sérii 237 pozorování. Všechny údaje byly staženy z webových stránek EIA. Předpoklady jsou takové, že nabídky ropy by měly

být nepřímo úměrné a poptávky přímo úměrné ceně ropy. Zásoby ropy v zemích OECD by měly pravděpodobně snižovat ceny ropy a světové rezervy budou pravděpodobně zvyšovat ceny, jakmile se začnou opravdu zmenšovat.



Obrázek 30: Grafické interpretace všech proměnných v závislosti na čase

Použité proměnné jsou:

- **BRENT** – Spotová cena evropské ropy Brent (dolary za barel),
- **WTI** – Spotová cena americké ropy WTI (dolary za barel),
- **JF** – Spotová cena leteckého paliva z Mexického zálivu (dolary za galon),
- **SOPEC** – Celkové dodávky ropy ze zemí OPEC (tisíc barelů za den),
- **SNONOPEC** - Celkové dodávky ropy ze zemí mimo OPEC (tisíc barelů denně),
- **COECD** - Celková spotřeba ropy zemí OECD (tisíc barelů za den),
- **CNONOECD** - Celková spotřeba ropy zemí mimo OECD (tisíc barelů za den),
- **STOCK** – Celkové ropné zásoby na konci období v zemích OECD (miliony barelů),
- **RES** – Světové potvrzené rezervy ropy na konci období (miliardy barelů).

Grafickou interpretaci všech proměnných lze nalézt na Obrázek 30. Na první pohled lze konstatovat, že ceny WTI, Brent a leteckého paliva jsou silně korelovány, což jsem prokázala v předchozí kapitole.

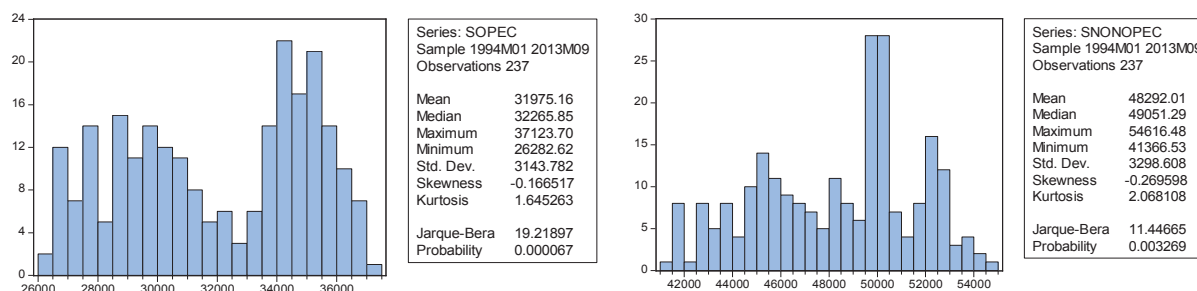
Kromě toho si lze všimnout, že všechny proměnné mají rostoucí charakter v čase až na spotřebu v zemích OECD.

Na straně nabídky můžeme jasně vidět nestabilitu dodávek ze zemí OPEC v porovnání s velmi stabilní rostoucí nabídkou ropy ze zemí mimo OPEC. Největší pokles v dodávkách ze zemí OPEC se objevil v roce 2001, kdy se tato organizace rozhodla snížit produkci ropy o 1,5 milionu barelů denně [44].

Na straně poptávky si můžeme všimnout vysoké sezónnosti poptávky zemí OECD, protože většina těchto zemí má zimní topné sezóny, a proto je poptávka po topném oleji mnohem vyšší. Údaje o spotřebě v zemích, které nejsou členy OECD, byly k dispozici pouze ročně, takže sezónní faktor není vidět, ale můžeme potvrdit velmi silný rostoucí charakter. Zásoby v zemích OECD jsou poměrně nestabilní a v rozporu s názory, že Zemi dochází zásoby ropy, množství rezerv roste, jelikož nové lokality s ropou jsou nalezeny každý rok.

### Statistiky

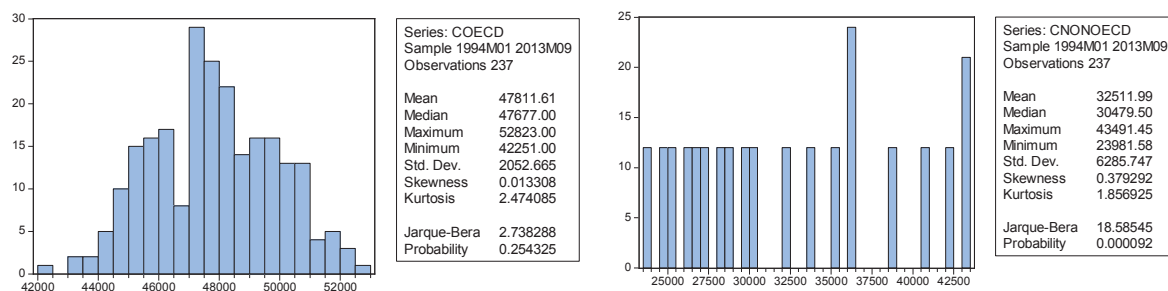
Statistiky byly vypočítány pro všechny faktory uvedeny výše. Vzhledem k tomu, že sledované období je téměř totožné s tím z korelačního modelu mezi cenami leteckého paliva a ropy v předchozí kapitole, maximální a minimální hodnoty cen ropy jsou téměř stejné. Tato maxima byla dosažena v červnu 2008 pro WTI a v červenci roku 2008 pro Brent a cenu leteckého paliva, minimální průměrné ceny byly shromážděny v prosinci 1998.



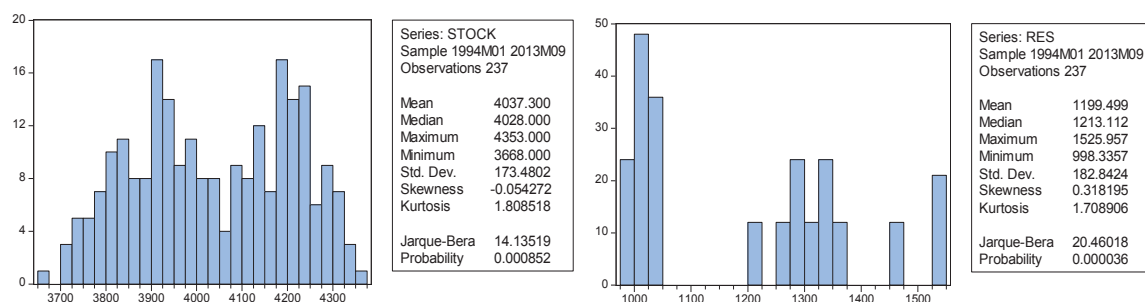
Obrázek 31: Statistiky série nabídky ropy ze zemí OPEC a ze zemí mimo OPEC

Průměrná produkce ze zemí OPEC je přibližně 32 milionů barelů denně a produkce ropy mimo OPEC je v průměru 48 milionů barelů denně (Obrázek 31).

Celková spotřeba ropy v zemích OECD je v průměru 48 milionů barelů denně a spotřeba v zemích mimo OECD je 32,5 milionu barelů denně (viz Obrázek 32). Celková globální poptávka a nabídka jsou tedy téměř stejné. Avšak údaje o nabídce a poptávce nemusí být úplně stejné, jelikož tato data pocházejí z různých zdrojů a odhadů.



Obrázek 32: Statistika sérií spotřeby ropy zeměmi v OECD a zeměmi mimo OECD



Obrázek 33: Statistika série zásob ropy států OECD a série světových rezerv ropy

Průměrná hodnota celkových ropných zásob v zemích OECD na konci každého měsíce je 4 037 milionů barelů (Obrázek 33). Tyto zásoby by tedy pokryly spotřebu ropy v zemích OECD na 48 dnů, bereme-li v úvahu průměrnou denní spotřebu těchto zemí. V současné době jsou světové ověřené zásoby ropy na svém maximu s 1,5 biliony barelů ropy, které by mohly pokrýt světovou spotřebu ropy na 51 let, pokud průměrná denní spotřeba zůstane neměnná.

### Model 1

První rovnice modeluje cenu ropy WTI v závislosti na světové nabídce, poptávce, zásobách ropy v zemích OECD a množství světových ověřených zásob ropy.

Odhadovaná rovnice:

$$WTI = 42.7338 + 0.0050*SOPEC - 0.0044*SNONOEPEC - 0.0003*COECD + 0.0040*CNONOECD - 0.0251*STOCK + 0.0382*RES$$

Tento jednoduchý model je schopen vysvětlit 87% průměrných měsíčních cen ropy WTI. T-statistiky a pravděpodobnost označily šok C a spotřebu v zemích OECD za faktory, které nejsou důležité k tvoření ceny ropy. I když je spotřeba v zemích OECD stále vyšší než v zemích mimo tuto organizaci, tato data již nejsou rozhodujícím faktorem pro ceny ropy. Jak již bylo zmíněno dříve, vyspělé trhy se snaží odpoutat od závislosti na ropě, což způsobilo tuto ztrátu spojení mezi spotovými cenami ropy a poptávkou těchto stále největších spotřebitelů.

Spotové ceny ve velké míře závisí na světové produkci ropy a na spotřebě v rozvojových zemích mimo OECD. Teoreticky zvýšení spotřeby v zemích, které nejsou členy OECD, o 1 milion barelů denně by způsobilo nárůst cen ropy WTI o 4 dolary za barel. Tento model také ukazuje, že nárůst dodávek o 1 milion barelů denně ze zemí OPEC by navýšilo tyto ceny o 5 dolarů za barel, ale v případě, že stejný nárůst dodávek pochází ze zemí mimo OPEC, by cena ropy klesla o 4,4 dolarů za barel. Vyšší množství zásob již vytěžené ropy snižuje ceny ropy, zatímco vyšší množství rezerv ceny ropy zvyšuje.

### Model 2

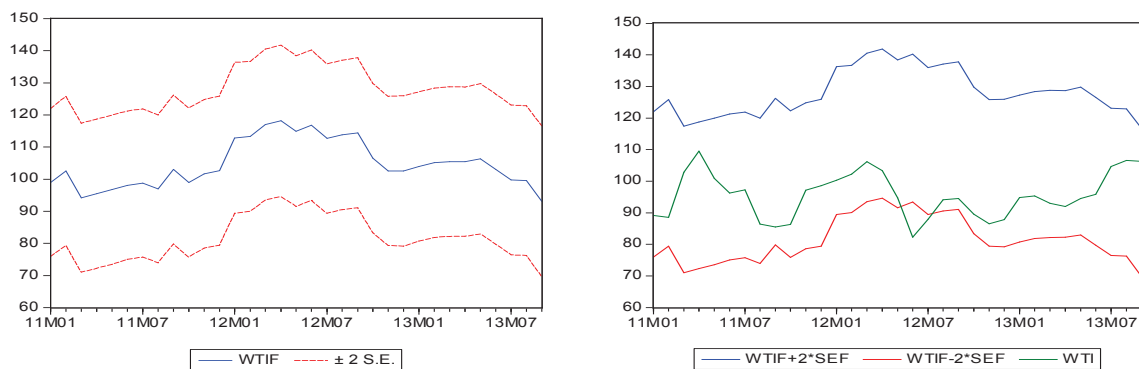
Můj druhý model má stejnou strukturu jako model 1, ale byla vzata pozorování pouze od ledna 1994 do září 2011, abychom mohli vyhodnotit reálnost modelu vedle dat od října 2011.

Odhadovaná rovnice:

$$WTI = 121.4335 + 0.0054*SOPEC - 0.0054*SNONOPEC - 0.0006*COECD + 0.0047*CNONOECD - 0.0394*STOCK + 0.0440*RES$$

Vzhledem ke snížení počtu pozorování se přesnost tohoto modelu také snížila na 85%, což je ale stále velmi dobrá pravděpodobnost, že nám tento model odhalí relevantní informace.

Na Obrázek 34 ukazuje graf na levé straně model odhadnuté spotové ceny ropy WTI plus/mínus směrodatná odchylka násobená dvěma podle empirického pravidla, že 95% z pozorování spadá do 2 standardních odchylek od průměru. Graf na pravé straně pak obsahuje tyto směrodatné odchylky tvořící hranice prognózy a skutečná data z období od ledna 2011 do září 2013. Můžeme vidět, že skutečná data až na 2 pozorování v roce 2012 v tomto období následují model 2.



Obrázek 34: Odhadované ceny ropy WTI se směrodatnými odchylkami a historickými cenami

### Model 3

První i druhý model pro prognózu cen ropy nebral v úvahu možné nelinearity proměnných. Ty jsou řešeny v modelu 3, abychom mohli pozorovat skutečné vazby mezi proměnnými a spotovou cenou ropy. Všimněte si, že proměnné byly zmenšeny, aby se dal jejich dopad na cenu ropy vysvětlit jasněji.

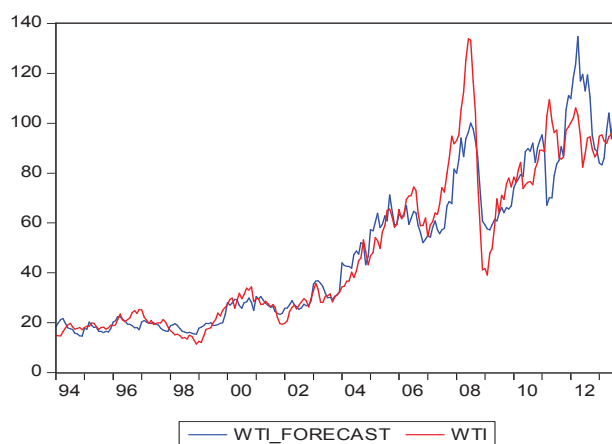
Odhadovaná rovnice:

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{WTI}) = & 25.0827 - 1.2605 * \text{SOPEC}/1000 + 0.0213 * (\text{SOPEC}/1000)^2 - 0.1370 * \text{SNONOPEC}/1000 + \\ & 0.0012 * (\text{SNONOPEC}/1000)^2 + 0.0675 * \text{COECD}/1000 - 0.0009 * (\text{COECD}/1000)^2 + \\ & 0.3998 * \text{CNONOEC}/1000 - 0.0045 * (\text{CNONOEC}/1000)^2 + 0.7767 * \text{RES}/100 - 0.0333 * (\text{RES}/100)^2 - \\ & 0.5404 * \text{STOCK}/100 + 0.0055 * (\text{STOCK}/100)^2 \end{aligned}$$

R-squared tohoto modelu je 0,94, takže se jedná o nejpřesnější model. Tabulka koeficientů v Příloha 1 uvádí, že důležitými proměnnými v tomto modelu jsou šok C, 1. a 2. mocnina produkce ze zemí OPEC, 1. a 2. mocnina spotřeby nečlenských zemí OECD, a 1. a 2. mocnina množství rezerv.

Z rovnice lze vyčíst následující:

- Zvýšení dodávek ze zemí OPEC o 100 tisíc barelů za den způsobí pokles spotové ceny ropy o 12%, ale jelikož je kvadrát pozitivní, spotová cena opět poroste, jakmile se dodávky z OPECu zvýší až příliš,
- V případě, že se spotřeba v zemích mimo OECD zvýší o 100 000 barelů za den z jednoho měsíce na druhý, tento nárůst poptávky by vedl ke zvýšení spotové ceny ropy o 4%, ale z důvodu záporného koeficientu 2. mocniny by tato cena opět klesla, jakmile by byla poptávka příliš vysoká,
- Nový objev zdroje surové ropy s rezervami ve výši 10 miliard barelů by pravděpodobně zvýšil ceny ropy o 7,8%. Avšak nový objev většího množství ropných rezerv by snížil ceny.



Obrázek 35.: Odhadované a skutečné ceny ropy

Průměrné spotové ceny ropy WTI odhadnuté výše uvedeným modelem jsou označeny WTI\_FORECAST na Obrázek 35 a skutečné průměrné ceny jsou reprezentovány daty WTI. V grafu můžeme vidět přímé srovnání mezi oběma spotovými cenami. Na tomto modelu s přesností 94 % můžeme pozorovat, že přinejmenším do roku 2007 je tento model opravdu přesný. V roce 2008 však tento model není schopen vysvětlit vysoké ceny ropy a nižší než očekávané ceny v roce 2011.

Podíváme-li se na moje první předpoklady o vzájemných vztazích mezi faktory a cenou ropy, mohu konstatovat, že byly správné, když se vezme v úvahu pouze menší množství zvýšení či snížení faktorů. Pokud se ale tyto faktory změni o velké množství, přímá úměra se změní v nepřímou a naopak.

### 4.3 Prognostika cen leteckého paliva

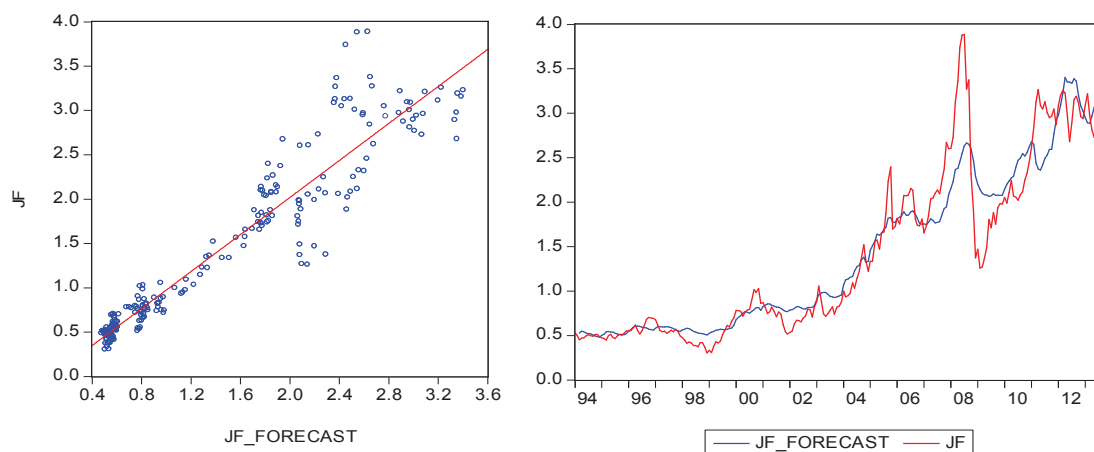
V předchozích kapitolách jsem odhalila silnou korelaci mezi cenou ropy a cenou leteckého paliva a také model, který velmi dobře odhaduje spotové ceny ropy WTI. Aby bylo možné předvídat ceny leteckého paliva, sloučila jsem oba tyto modely v jeden, což nám dá model pro předvídaní budoucích cen leteckých pohonných hmot.

Odhadovaná rovnice:

$$JF = -0.0008 + 0.8976 * JF(-1) + 0.0092 * WTI\_FORECAST - 0.0032 * WTI\_FORECAST(-1) - 0.0028 * WTI\_FORECAST(-2)$$

Tento model může vysvětlit 98% průměrných měsíčních cen leteckého paliva s důležitými faktory, kterými jsou cena leteckého paliva z předcházejícího měsíce a odhadovaná cena ropy WTI pro stejný měsíc.

Pokud tedy máme k dispozici cenu leteckého paliva z předchozího měsíce, aktuální množství produkce, poptávky, zásob a ověřených rezerv ropy, mohli bychom použít tento model k nalezení spotové ceny leteckého paliva s vysokou přesností.



Obrázek 36: Odhadované spotové ceny leteckého paliva z Mexického zálivu

Obrázek 36 ukazuje bodový a linkový graf vykreslující předpokládané hodnoty cen leteckého paliva se skutečnými údaji, které byly získány v průběhu sledovaného období.



## 5 Analýza korelace cen ropy a letenek

Letecká doprava poskytuje rychlý způsob dopravy z jakéhokoli místa na světě do druhého. V novodobé historii nenajdeme efektivnější dopravní prostředek, a proto je nezbytné, aby tyto služby neskončily. V letecké dopravě neexistuje koncept prokazatelné ztráty proplácené vládou, pokud tedy nepočítáme kapitolu 11 ve Spojených státech, a proto letecké společnosti musí pracovat jako každý jiný podnik a mít zisk na prvním místě.

Výnosy se obecně získávají z prodeje letenek. Jiné zdroje příjmů mohou zahrnovat služby nabízené obvykle jiným leteckým společnostem, jako jsou technické služby a letištní služby. Pokud ale letecká společnost nechce zbankrotovat, musí vykazovat zisk již z prodeje letenek. Nicméně je pravda, že mnoho leteckých společností ve skutečnosti není rentabilní nebo mají jen velmi malé zisky, především tedy americké letecké společnosti. To je způsobeno především velkou konkurencí, která vede k velmi pro zákazníky příznivým cenám. Po světové hospodářské krizi v roce 2008 si mnoho leteckých společností uvědomilo, že pokud nechají pouze konkurenci nastavovat jejich ceny, s největší pravděpodobností brzy zbankrotují. Začaly se soustředit jako první na vykazování zisku a až poté na další faktory, což je z ekonomického pohledu ten nejlepší přístup.

V současné době všichni dopravci používají sofistikované revenue management softwary a diferenciaci svých produktů. Na jedné trase můžeme zaznamenat ceny od \$ 1, což nepokryje ani letištní poplatky, až po 1000 dolarů v závislosti na aktuální marketingové strategii v okamžiku nákupu, na zahrnutých službách na palubě a na omezeních daného tarifu.

Doba nákupu letenky před samotným letem a doba pobytu jsou nejdůležitějšími faktory k určení, zda zákazník letí za obchodem nebo za zábavou. Lidé letící na služební cestu si s největší pravděpodobností koupí letenky blíže k odletu a zůstanou pouze několik pracovních dní. Na druhou stranu rekreanti většinou nakupují letenky s dostatečným předstihem a stráví víkend v jejich destinaci.

Nicméně při sestavování modelu cen letenek je velmi těžké použít čas nákupu a další praktiky revenue management jako faktor, jelikož za prvé tato data nejsou k dispozici v dostatečně velkém množství a za druhé mohou být tyto faktory velmi různé pro konkrétní destinace, trasy či roční období. V této kapitole tedy ilustruji model cen letenek a faktory ovlivňující tyto ceny se zaměřením na korelaci mezi cenami leteckého paliva a cenami letenek bez uvažování revenue management faktorů.

Náklady na letecké palivo tvoří 30% provozních nákladů leteckých společností, dalo by se tedy předpokládat, že ceny letenek se budou snižovat či zvyšovat úměrně s cenami pohonných hmot.

### 5.1 Údaje pro modelování

Aby bylo možné modelovat letecké tarify, byly použity údaje z webových stránek Úřadu pro dopravní statistiky (Bureau of Transportation Statistics [33]). Průzkum odletových a příletových destinací leteckých společností (The Airline Origin and Destination Survey - DB1B) je vzorek 10% letenek od zúčastněných dopravců shromážděné Úřadem pro informace leteckých dopravců (Office of Airline

Information) v rámci Úřadu pro dopravní statistiky. Údaje zahrnují odletové letiště, destinaci a další podrobnosti o itineráři a přepravovaných cestujících. Data jsou k dispozici ve dvou databázích: DB1BCoupon a DB1BTicket. Coupon neboli kupón je v tomto případě cestovní doklad pro let z jednoho letiště do druhého a ticket neboli letenka je cestovní doklad pro celou trasu včetně zpáteční cesty a ceny letenky je tedy cena zahrnující celý itinerář včetně všech poplatků.

Série DB1BCoupon poskytuje informace související s kupónem pro každou domácí trasu, jako je například jméno operujícího dopravce, letiště odletu a příletu, počet cestujících, typ kupónu, indikátor přerušení letu a vzdálenost.

DB1BTicket tabulka obsahuje souhrnné charakteristiky každé domácí trasy včetně jména reportujícího dopravce, ceny letenek, počtu cestujících, letiště odletu, indikátoru zpáteční cesty a uletěné vzdálenosti.

Cílem bylo vytvořit databázi s konkrétními ukazateli z těchto dvou tabulek tvořící konkrétní route-carrier<sup>11</sup> data. Soubor informací o cenách letenek uvádí informace od roku 1993 do roku 2010. Novější údaje nebyly zahrnuty, protože jejich formátování úřadem se změnilo a jejich zahrnutí by přineslo velké potíže při vytvoření konečného datasetu. Údaje získané z DB1BTicket jsou pouze ID itineráře a odpovídající cena letenky, další informace byly získány z databáze DB1BCoupon a odpovídající průměrné spotové ceny leteckého paliva byly přidány pro každé čtvrtletí.

Data představují 10 % náhodných vzorků itinerářů cestujících v letecké dopravě od roku 1993 do roku 2010. Každý rok je rozdělen na 4 čtvrtletí a každá čtvrtletní databáze DB1BCoupon se skládá z 36 proměnných. Nejprve byla databáze DB1BCoupon přefiltrována určitými omezeními, abychom použily pouze trasy, které by mohly přispět zásadními informacemi pro správné modelování. Tato omezení jsou:

- Bylo zahrnuto 14 hlavních aerolinií na domácím trhu USA: Southwest, American, Continental, Delta, Northwest, Skywest, United, US Airways, American Eagle, AirTran Airways, Express Jet, JetBlue, Alaska Airlines, Endeavor Air,
- Pouze itineráře v rámci 48 států kontinentálního USA,
- Žádné sdílení kódů (code-sharing). Prodávající dopravce a operující dopravce musí být stejné na všech trasách,
- Pouze zpáteční letenky, tzn. Pouze itineráře s návratem na letiště odletu,
- Přímé trasy (2 kupony) nebo nepřímé trasy s maximálně 4 kupony,
- Omezený počet přerušení letu na 2, tedy jasně definovaná odletová a příletová destinace,
- Třída letenek je omezena pouze na ekonomickou (omezený a neomezený tarif).

---

<sup>11</sup> V překladu trasa-dopravce označuje konkrétní trasu operovanou konkrétním dopravcem. Např. let z New Yorku JFK do Miami MIA operovaný Deltou bude jedním pozorováním a stejný let operovaný jiným dopravcem bude dalším.

Po tomto kroku kupóny, které patří do stejného itineráře, byly sloučeny do jediného řádku dat, který obsahuje hlavní informace o každé cestě. DB1BCoupon databáze se pak spojila s DB1BTicket pomocí ID itineráře jako spojovacího prvku. Poté byl aplikován další filtr na ceny letenek k vyloučení neobvyklých cen. Zůstaly itineráře s cenou letenek mezi 50 a 10 000 dolary, aby se vyloučily letenky z programu frequent flyer a letenky, které jsou velmi drahé pro lety v ekonomické třídě v rámci USA.

Informace nezbytné pro každý itinerář jsou spojené příslušným ID itineráře. Aby se však usnadnila analýza cen letenek, bylo žádoucí agregovat trasy na úroveň route-carrier za každý rok a čtvrtletí. Směr trasy není v tomto případě rozhodující, a tak můžeme odkazovat na nesměrové trasy mezi dvěma letišti.

V tomto bodě se použil další filtr. Tento filtr odstranil route-carrier kombinace, které mají 120 nebo méně cestujících za čtvrtletí. Zdůvodněním je, že takové lety nelétají často a jsou pravděpodobně pouze nepravidelnými lety. Číslo 120 odpovídá asi 1 letounu týdně. Čtvrtletí má 12 týdnů a můžeme počítat 100 cestujících na letadlo, to je dohromady 1200 cestujících za čtvrtletí, ale jelikož počítáme s 10% vzorkem, tak daným filtrem bylo číslo 120.

Další proměnné byly vytvořeny a přidány do datového souboru. Konkrétně jsou v tomto souboru tedy následující proměnné:

- **FARE** - průměrná cena letenky na cestujícího včetně všech poplatků (upravena o inflaci 2014 1. čtvrtletí),
- **PAX** - celkový počet cestujících s daným dopravcem na dané trase. S tímto číslem je možné vypočítat podíl každého leteckého dopravce na dané trase. Očekávám, že letecké společnosti s vyšší tržní silou můžou účtovat vyšší ceny,
- **DIST** – průměrná uletěná vzdálenost. V případě 4 kupónů může existovat více než jedna možnost pro každou linku. Za normálních okolností bych očekávala vyšší cenu pro trasy s větší vzdáleností,
- **CLASS** – tato proměnná měří podíl omezených tarifů. Omezené tarify nemají možnost změny itineráře nebo vrácení peněz po zrušení a jsou obvykle levnější než ty neomezené. Tato proměnná má hodnotu mezi 0 a 1, 1 znamená, že 100% letenek bylo zakoupeno v omezeném tarifu,
- **DIRECT** - tato proměnná má hodnotu 0 nebo 1, kde 1 označuje přímý let (pouze 2 kupony) a 0 znamená nepřímý let. Domnívám se, že přímé lety budou dražší než méně pohodlné nepřímé lety,
- **COMPETITION** - počet dopravců operujících na stejné trase. Se zvyšující se konkurencí se budou ceny letenek pravděpodobně snižovat,
- **POPULATION** - geometrický průměr místního obyvatelstva v blízkosti letiště odletu a příletu. Za normálních okolností by ceny mohly být nižší pro lety mezi více obydlenými oblastmi z důvodu zvýšené frekvence letů a větší konkurence. Na druhou stranu zde může být vyšší poptávka, což obvykle způsobuje zvýšení cen. Počet obyvatel je považován za neměnný. Požitá data jsou z roku 2010 [45],

- **HINDEX** - Herfindahlův index měří velikost leteckých společností ve vztahu k dané trase. Pohybuje se mezi 0 a 1, 1 uvádí monopolní situaci na trase,
- **FREQ** - tato proměnná může nabývat hodnot 0 nebo 1, hodnota 1 znamená, že letecká společnost je důležitým dopravcem na letišti odletu a/nebo letišti příletu, což znamená, že má největší podíl na trhu minimálně v jednom z těchto letišť. Tito dopravci mohou tedy nastavovat vyšší ceny,
- **JF** - čtvrtletní průměrná cena leteckého paliva z Mexického zálivu (2014Q1 dolarů za galon). Ceny letenek by měly být přímo úměrné cenám pohonných hmot.

Všechny výše uvedené proměnné z každého čtvrtletí byly pak sloučeny do jednoho souboru, který obsahuje všechny roky a čtvrtletí. Každý řádek reprezentuje určitou trasu operovanou specifickým dopravcem a obsahuje další data jako rok a čtvrtletí, celkový počet cestujících tohoto dopravce na této trase, vzdálenost, průměrná cena letenky, poměr tříd, indikátor přímého letu, průměrná populace na této trase, počet dopravců operujících na stejné trase, Herfindahlův index a význam tohoto dopravce na letišti odletu a příletu.

Tabulka 8: Příklad konečného datasetu. Řádky a sloupce jsou v tomto příkladu prohozeny.

<b>Letiště odletu</b>	<b>SEA</b>	<b>BOS</b>	<b>MDW</b>	<b>LAX</b>	<b>LAX</b>
<b>Letiště příletu</b>	<b>LAX</b>	<b>DTW</b>	<b>STL</b>	<b>JFK</b>	<b>SFO</b>
<b>Dopravce</b>	<b>UA</b>	<b>NW</b>	<b>WN</b>	<b>DL</b>	<b>UA</b>
<b>Rok</b>	1993	1997	2005	2009	2010
<b>Čtvrtletí</b>	1	4	1	2	3
<b>Cena leteckého paliva, 2014Q1\$ za galon</b>	0,87	0,78	1,68	1,69	2,21
<b>Počet pasažérů</b>	1 677	2 646	2 395	4 061	4 800
<b>Vzdálenost [námořní míle]</b>	953	632	251	2,475	337
<b>Průměrná cena letenky, 2014Q1\$</b>	559	599	179	660	258
<b>Indikátor omezenosti</b>	1,00	0,68	0,56	1,00	1,00
<b>Indikátor přímosti</b>	0	1	1	1	1
<b>Průměrný počet obyvatel</b>	7 337 115	6 326 987	5 219 748	16 446 974	9 764 919
<b>Počet dopravců</b>	4	1	1	3	4
<b>H-index</b>	0,30	1,00	1,00	0,37	0,36
<b>Významný dopravce</b>	1	1	1	1	1

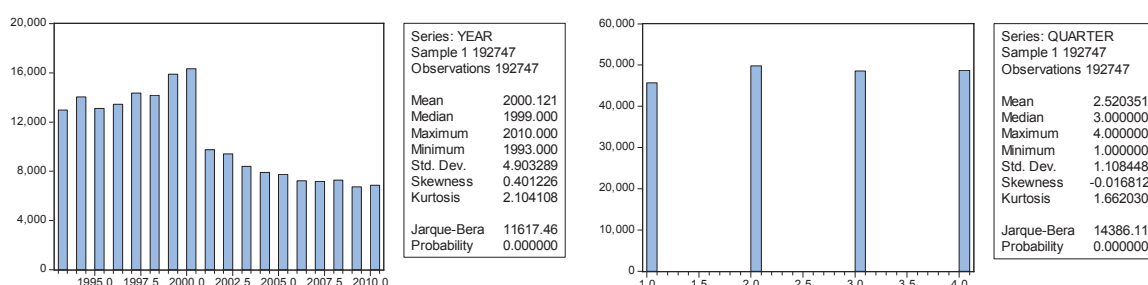
Tabulka 8 ukazuje příklad záznamu z datového souboru. Ukazuje 5 tras leteckých společností v různých letech. První sloupec ukazuje, že v prvním čtvrtletí roku 1993 byla průměrná cena leteckého paliva 0,87 dolarů za galon a United Airlines létaly z Seattle-Tacoma International Airport do Los Angeles International Airport. Uletěná vzdálenost na této trase byla 953 námořních mil a tento dopravce přepravil na této trase celkem 1 677 cestujících. Průměrná o inflaci upravená cena za letenku byla \$ 559 a všechny letenky měly omezený tarif. Geometrický průměr populace mezi těmito letišti byl v roce 2010 7 337 115. Let United Airlines nebyl přímý a další 3 dopravci létali na této trase ve stejném

čtvrtletí. Letecká společnost měla Herfindahlův index 0,3 na této trase a byla v té době významným dopravcem na letišti odletu a/nebo letišti příletu.

Konečný datový soubor obsahuje 192 747 pozorování, což by mělo zajistit, že výsledky budou mít dobrou statistickou hodnotu. Tato data byla následně nahrána do E-Views softwaru, aby mohly být všechny proměnné ekonometricky analyzovány a zjistili jsme jejich vazby na ceny letenek.

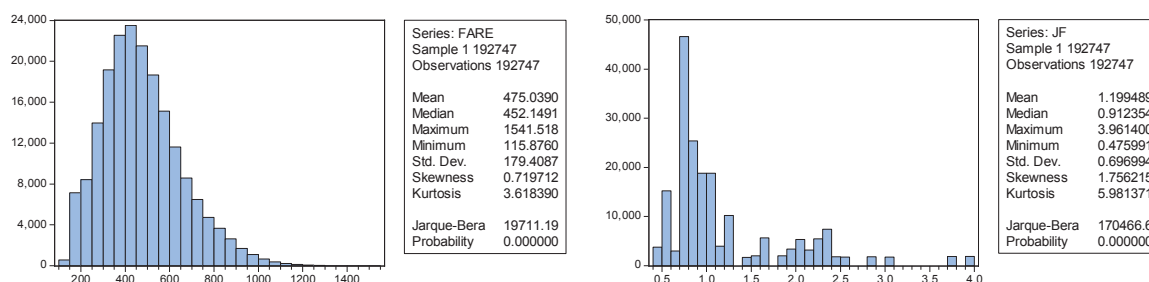
## 5.2 Statistiky

Když byla sloučena všechna data z DB1BCoupon a DB1BTicket s dalšími externími daty, trendy v americkém leteckém průmyslu mohou být prozkoumány. Přehled statistik všech proměnných je uveden níže pro lepší porozumění těchto trendů.



Obrázek 37: Statistiky proměnných roky a čtvrtletí

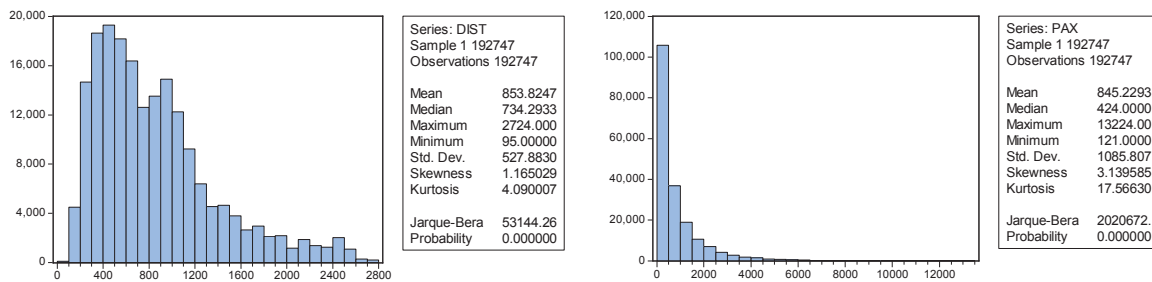
Na Obrázek 37: Statistiky proměnných roky a čtvrtletí vidíme, že po roku 2001 došlo k poklesu počtu letů. Frekvence klesla o 50%. Tento pokles by se dal vysvětlit událostmi ze září 2001 a následnými ekonomickými problémy. Nicméně tady se jedná pouze o snížení počtu kombinací trasa-dopravce a ne přímo o úbytek celkového počtu cestujících. Nedají se pozorovat žádné velké rozdíly mezi čtvrtletími. Ale můžeme pozorovat, že nejmenší provoz se vyskytuje v prvním čtvrtletí pravděpodobně proto, že v tomto období nejsou žádné velké svátky.



Obrázek 38: Statistiky průměrných cen letenek a cen leteckého paliva

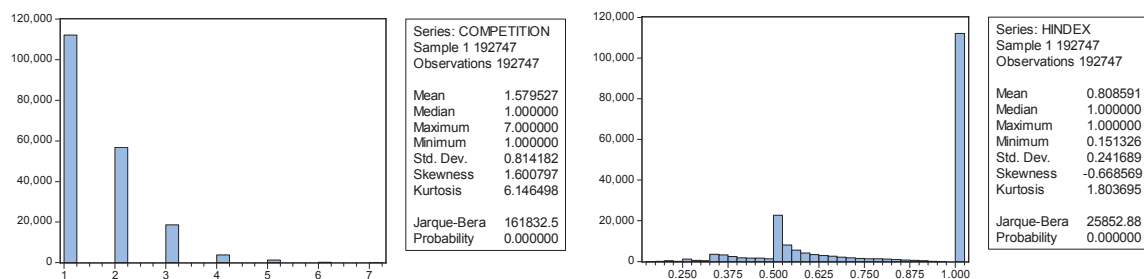
Průměrná cena letenek v USA je 475 dolarů a většina z tarifů letenek spadá do rozmezí mezi 300 a 550 dolary. Maximální průměrná cena je více než 1 500 dolarů, zatímco minimální je 13 krát levnější. Většina z opravených cen leteckých pohonných hmot o inflaci v sledovaném období je mezi \$ 0,7 a 0,8,

ale celková průměrná cena je 1,2 dolaru kvůli maximální ceně dosahující téměř 4 dolarů za galon. (Obrázek 38)



Obrázek 39: Statistika uletěné vzdálenosti a počtu cestujících

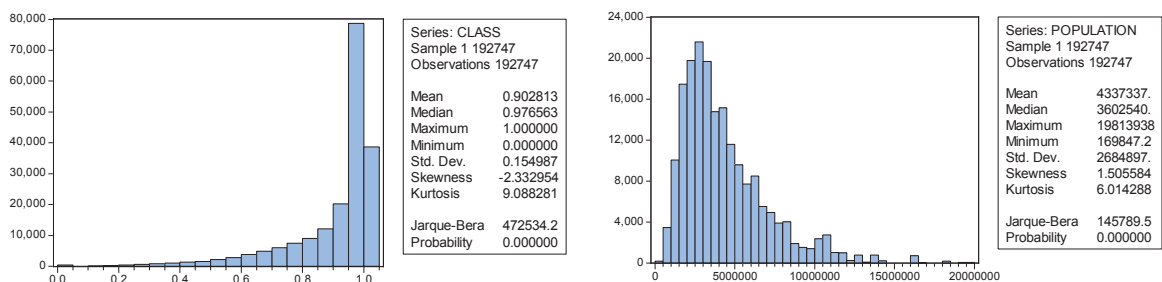
Většina tras má vzdálenost mezi 200 a 1 000 námořními mílemi (Obrázek 39), kde vzdálenost znamená vzdálenost, která byla uletěna. To potvrzuje, že ve Spojených státech je většina letů poměrně krátká. Na stejném obrázku je ukázáno, že více než 50% tras-dopravců obslouží za čtvrtletí mezi 121 a 500 cestujícími. Vzhledem k tomu, že data reprezentují 10% všech letů, skutečný počet cestujících je desetkrát vyšší. Toto může do jisté míry vysvětlit monopolní situaci v USA. Obecně platí, že tam není dost cestujících na trasu, a proto není příliš lákavé pro nové letecké společnosti vstoupit na takový trh.



Obrázek 40: Statistika počtu dopravců na trase a Herfindahlův index

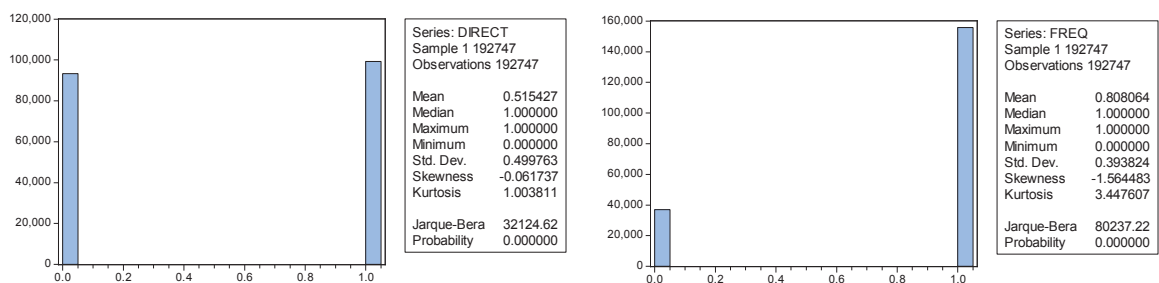
Obrázek 40 pouze potvrzuje mé prohlášení výše, že na většině tras je dopravce v monopolním postavení. Monopolní postavení znamená, že existuje pouze jeden dopravce na dané trase. V našem 10% vzorku je více než 50% tras provozováno jen jedním leteckým dopravcem a čtvrtina tras je provozována dvěma dopravci. Herfindahlův index potvrzuje velký počet monopolů (kdy H-index je roven 1). Další vyšší výskyt má Herfindahlův index 0,5, což jsou trasy, které jsou obsluhovány dvěma leteckými společnostmi se stejným podílem na trhu (perfektní duopol).

Většina prodaných letenek se prodává ve velmi omezených třídách (Obrázek 41). Na stejném obrázku jsou statistiky počtu obyvatelstva na trase, z kterých můžeme vyčíst, že průměrná trasa v USA může obsloužit 4,3 milionu lidí.



Obrázek 41: Statistika poměru tříd letenek a obyvatelstva kolem letišť

Počty letů na americkém domácím trhu jsou téměř stejné, pokud jde o přímé a nepřímé lety. Také můžeme pozorovat, že má na většině tras provozující letecký dopravce velmi důležitou roli na letišti odletu a/nebo příletu. V USA není neobvyklé, že letecká společnost vlastní celé terminály, takže tento výsledek není překvapující.



Obrázek 42: Statistika indikátorů přímého letu a důležitosti letišť

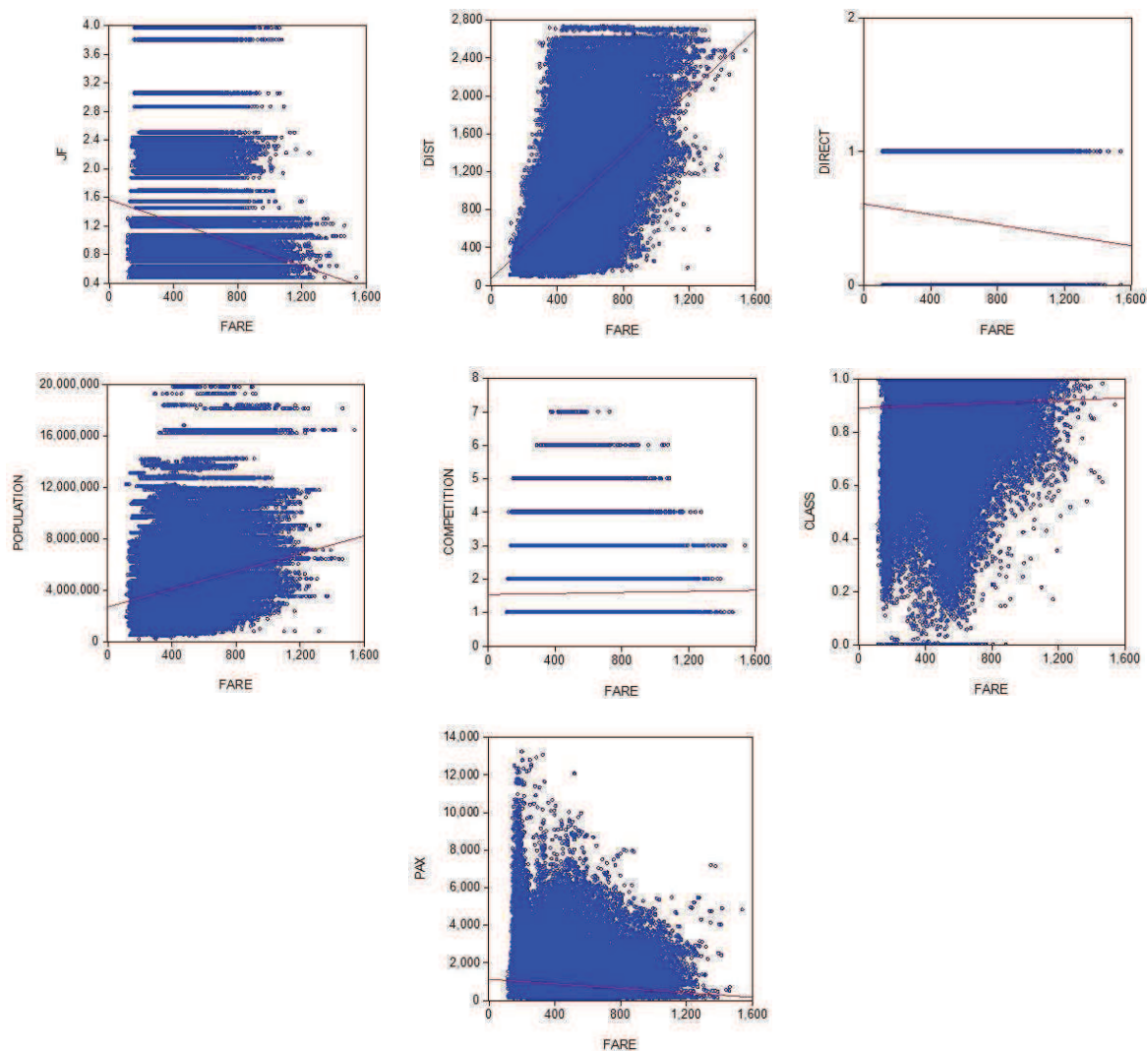
Abychom to shrnuli, letecká doprava je preferovaným způsobem dopravy v USA pro cesty nad 200 mil. Domácí letecká trasa obsluží přibližně 5000 cestujících. Průměrná cena letenky je 475 dolarů. Většina tras je provozována jediným dopravcem z letiště či na letiště, kde dopravce zastává důležitou roli. Dopravci nejčastěji obsluhují trasy, kde je kombinovaná populace asi 2-4 miliony lidí. Nejčastěji jsou kupovány omezené tarify letenek.

### 5.3 Regresní analýza

Základní regresní analýzy mezi cenami letenek a některými proměnnými byly provedeny, abychom objevili první předpoklady o jejich korelaci (Obrázek 43).

Základní regrese byly provedeny pro proměnné vysvětlující ceny leteckého paliva, uletěnou vzdálenost, přímočarost letů, počet obyvatel kolem letišť, konkurenci na trase, poměr tříd a celkový počet cestujících na trase jednoho dopravce. Červená regresní křivka ukazuje na první pohled, zda jsou proměnné přímo nebo nepřímo úměrné ceně letenek.





Obrázek 43: Základní regresní analýzy mezi cenami letenek a proměnnými

Mým hlavním cílem je najít vztah mezi cenami leteckých pohonných hmot a cenami letenek a z regrese se zdá, že jsou nepřímo úměrné. To je nečekaný výsledek, jelikož můj první předpoklad byl zcela opačný. Je však třeba zmínit, že se v mém datasetu jedná o ceny letenek jako celek včetně všech poplatků a to i včetně palivového příplatku, a proto je pravděpodobné, že zatímco logicky palivové příplatky stoupají s cenou paliva, ceny samostatných tarifů se snižují.

Vzdálenost je v přímé úměře k cenám letenek, takže čím dál letíme, tím dražší letenku budeme kupovat. Delší trasy znamenají více spáleného paliva a více pracovní síly, včetně pilotů, letušek i pracovníků údržby.

Regrese mezi letenkami a indikátorem přímého letu ukazuje, že přímé lety bývají levnější než ty nepřímé. Tento výsledek dává smysl, když přímost cest dáme do vztahu se vzdáleností tras, kterou letoun či letouny uletí a počítáme vyšší náklady kvůli použití dalšího letiště.



Více osídlená města s letišti mají tendenci nabízet dražší lístky. Jedná se o vynikající příklad poptávky překrývající dodání, které podle základních ekonomických pravidel, vede k vyšším cenám. Také lze předpokládat, že letiště s menším počtem obyvatel kolem nich jsou vzdálené od větších měst a jsou tedy pouze sekundárními letišti s nižšími poplatky.

Jelikož většina tras je monopolních, je obtížné stanovit jasné spojení mezi počtem konkurentů na trase a cenami letenek. I přesto, že regresní čára označuje mírnou přímou úměrnost, můžeme pozorovat, že čím více dopravců je na trase, tím menší je rozsah cen letenek a tento rozsah se pohybuje směrem k nižším cenám.

Nepozorujeme téměř žádnou závislost mezi cenami letenek a omezením tarifových tříd. Tento výsledek jednoduché regrese je hodně zvláštní, jelikož jsem se domnívala, že letenky s většími omezeními budou levnější.

Poslední regrese ukazuje vztah mezi letenkami a celkovým počtem cestujících na trase daného dopravce. Zde můžeme pozorovat inverzní trend. Takže trasy s méně cestujícími mají tendenci být dražší. Tady pravidla poptávky a nabídky nejsou dodržována. V letecké dopravě se dá ale předpokládat, že lety s nízkým počtem cestujících budou směřovat do destinací, kam se třeba jiným dopravním prostředkem nedá dostat, což dostává leteckou dopravu do monopolní situace, kde si mohou dopravci určovat vysoké ceny.

## 5.4 Model 1

Odhadovaná rovnice:

$$\begin{aligned} \text{FARE} = & 484.1939 - 11.4541 * \text{CLASS} / 0.1 - 20.5396 * \text{COMPETITION} - 36.0090 * (\text{DIRECT} = 1) + \\ & 20.2362 * \text{DIST} / 100 + 39.1470 * (\text{FREQ} = 1) - 1.3100 * \text{HINDEX} / 0.1 - 54.8123 * \text{JF} - 19.5946 * \text{PAX} / 1000 + \\ & 7.7798 * \text{POPULATION} / 1000000 \end{aligned}$$

Celkem 192 747 pozorování trasa-dopravce bylo nashromážděno v průběhu 72 čtvrtletí. První model vysvětluje ceny letenek v závislosti na různých proměnných, které jsou všechny pouze v první mocnině.

Souhrn koeficientů modelu jsou uvedeny v příloze 1. Je pozoruhodné, že všechny proměnné jsou významné, takže všechny mají vliv na ceny letenek. Hodnota R-squared této lineární regrese je 0,42. To znamená, že přibližně 42% případů cen letenek může být popsáno tímto modelem. Tento poměr je dobrý výsledek vzhledem k obrovskému množství pozorování během dlouhé doby a absence důležitých proměnných revenue managementu, jako je doba nákupu.

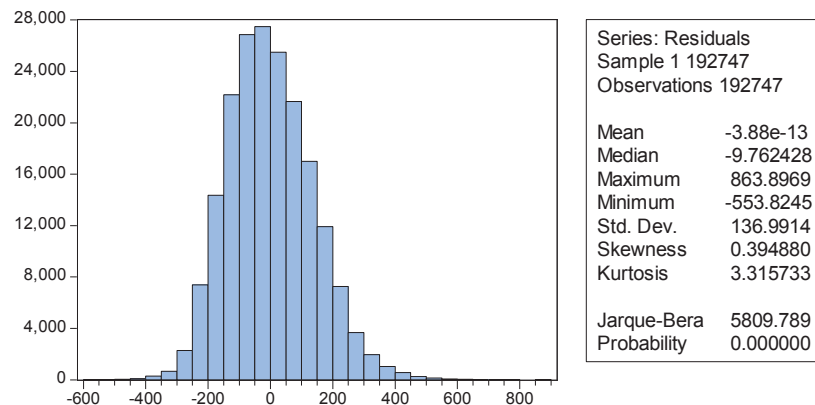
Vzdálenost, význam dopravce na letišti a počet obyvatel v okolí letiště jsou přímo úměrné cenám letenek a zbytek proměnných snižuje ceny letenek, když se zvyšují.

Docela překvapivé je, že přímé lety jsou průměrně o 36 dolarů levnější než lety s přestupem. Koeficienty počtu konkurentů a Herfindahlova indexu si protiřečí, jelikož ten první naznačuje, že větší

konkurence snižuje ceny, což se dalo očekávat, ale ten druhý ukazuje, že méně konkurenční trh (vyšší index) má za následek nižší ceny.

V průměru nárůst cen leteckého paliva o \$ 1 za barel by mělo vést k poklesu cen letenek 55 dolarů. Také nárůst počtu cestujících na trase o tisíc způsobuje pokles cen na této trase o 20 dolarů.

Obrázek 44 ukazuje statistiky zbytkových hodnot. Můžeme pozorovat, že rozpětí je poměrně široké od - 550 do 860 dolarů, ale také to, že většina zbytkových hodnot zůstává v rozpětí do 150 dolarů od předpokládané ceny letenek.



Obrázek 44: Zbytkové hodnoty cen letenek z modelu 1

## 5.5 Model 2

Můj druhý model je navržen tak, aby lépe popsal každou proměnnou a jejich nelinearity a také ukázal ceny letenek a některé další proměnné v logaritmech, takže můžeme interpretovat výsledky v procentech a ne v dolarech, což činí předpoklady příliš specifickými. Variace proměnných a odpovídající koeficienty jsou uvedeny v Tabulka 9.

Odhadnutá rovnice:

$$\begin{aligned} \text{LOG(FARE)} = & 4.8854 - 0.0083*\text{CLASS}/0.1 - 0.0006*(\text{CLASS}/0.1)^2 - 0.0996*\text{COMPETITION} + \\ & 0.0074*\text{COMPETITION}^2 - 0.0576*(\text{DIRECT}=1) + 0.7564*\text{DIST}/1000 - 0.1463*(\text{DIST}/1000)^2 + \\ & 0.1042*(\text{FREQ}=1) - 0.0097*\text{HINDEX}/0.1 - 0.2181*\text{LOG(JF)} + 0.0079*\text{JF}^2 - 0.0630*\text{LOG(PAX)} - \\ & 0.0027*(\text{PAX}/1000)^2 + 0.0912*\text{LOG(POPULATION)} + 1.1417e-05*(\text{POPULATION}/1000000)^2 \end{aligned}$$

Všechny proměnné v tomto modelu jsou důležité kromě druhé mocniny počtu obyvatelstva a model je schopen popsat 42% cen letenek. Jedná se tedy o stejné procento jako u prvního modelu, takže jsme nezískali přesnější model, ale nyní můžeme lépe interpretovat proměnné a jejich vztah k cenám letenek díky jejich druhým mocninám.

Tabulka 9: Tabulka koeficientů Modelu 2 cen letenek

Dependent Variable: LOG(FARE)

Method: Least Squares

Sample: 1 192747

Included observations: 192747

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.885375	0.031537	154.9083	0.0000
CLASS/0.1	-0.008321	0.002561	-3.248721	0.0012
(CLASS/0.1)^2	-0.000563	0.000175	-3.211083	0.0013
COMPETITION	-0.099582	0.006115	-16.28366	0.0000
COMPETITION^2	0.007445	0.000913	8.151260	0.0000
DIRECT=1	-0.057571	0.001588	-36.26441	0.0000
DIST/1000	0.756400	0.004833	156.5100	0.0000
(DIST/1000)^2	-0.146274	0.001951	-74.95536	0.0000
FREQ=1	0.104249	0.001945	53.60151	0.0000
HINDEX/0.1	-0.009736	0.000895	-10.88218	0.0000
LOG(JF)	-0.218108	0.002977	-73.25416	0.0000
JF^2	0.007919	0.000533	14.84553	0.0000
LOG(PAX)	-0.062968	0.000945	-66.65024	0.0000
(PAX/1000)^2	-0.002679	0.000133	-20.17780	0.0000
LOG(POPULATION)	0.091174	0.001958	46.55925	0.0000
(POPULATION/1000000)^2	1.14E-05	3.05E-05	0.374636	0.7079
R-squared	0.419606			

Následující informace se dají vyvodit z Modelu 2:

- **CLASS** – proměnná určující omezenost zakoupeného tarifu je v 1. i ve 2. mocnině negativní, což znamená, že s vyšším počtem omezených letenek bude průměrná cena za letenku nižší. Očekávala jsem, že omezené tarify jsou levnější, i když se zdá, že vliv této proměnné není tak velký. Změna poměru tříd z pouze neomezených letenek (class = 0) na pouze omezené letenky (class = 1) znamená snížení cen letenek stejného dopravce na stejné trase o 8%,
- **COMPETITION** - vyšší počet konkurentů na jedné trase pravděpodobně způsobí pokles cen letenek; dokonce vstup jen jedné letecké společnosti na leteckou trasu již provozovanou jiným dopravcem nebo dopravci sníží ceny letenek na této trase o 10%. Nicméně pokud je příliš mnoho konkurence na této trase, ceny se opět navýší, jelikož druhá mocnina je pozitivní. Předpokládám, že na trasách s vysokou konkurencí už letecké společnosti nemohou konkurovat pouze nižšími a nižšími cenami, ale snaží se odlišit jiným způsobem, např. nabízejí různé služby na palubě navíc,
- **DIRECT** – pokud všechny ostatní vlastnosti zůstanou konstantní a stejný dopravce poletí trasu přímo místo s přestupem, letenky budou o 6% levnější. Nízkonákladové letecké společnosti, jako je Southwest, provozují pouze point-to-point dopravu, což může vysvětlit

tento výsledek. Také již bylo zmíněno, že existují další náklady pro letecké společnosti při přestupu cestujících, takže vyšší ceny letenek dávají smysl,

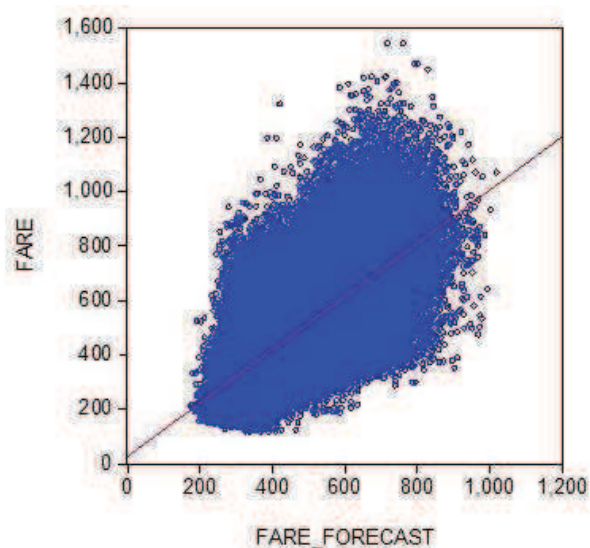
- **DIST** – ceny letenek jsou přímo úměrné uletěné vzdálenosti. Zvýšení vzdálenosti o 1 000 NM zvýší ceny letenek o 76%, což je velmi významné. Nicméně, kvadratický termín naznačuje, že se ceny sníží, jakmile je uletěná vzdálenost hodně vysoká. Dálkové lety jsou o něco málo efektivnější v přepočtu na míli na pasažéra, takže můžeme předpokládat, že obrat v trendu přichází se změnou typu letadla z letadla na krátké vzdálenosti na letadlo pro dálkové lety,
- **FREQ** - v případě, že letiště odletu či příletu je důležitým letištěm pro danou leteckou společnost, bude tento dopravce účtovat vyšší ceny. Průměrně má dopravce o 10% vyšší ceny letenek, pokud letí z nebo na letiště, kde má největší tržní sílu. Pravděpodobně tato letecká společnost létá většinu tras z těchto letišť nebo na tyto letiště jako jediný, takže mohou využít své dominantní pozice ke zvýšení cen,
- **HINDEX** – Herfindahlův index ukazuje, že méně konkurenční trh vyvozuje nižší ceny, což je v přímém rozporu s proměnnou indikující počet konkurentů. Nicméně účinek této proměnné je pouze 1% na 0,1 H-indexu,
- **JF** - proti všem předpokladům je výsledek vztahu mezi cenami leteckého paliva a cenami letenek. Model ukazuje, že 10% nárůst cen pohonných hmot během daného období povede k poklesu leteckých tarifů o 2%, což není moc, ale je to nepříjemná úměra, která je zarážející. Na druhou stranu velký nárůst cen leteckého paliva povede k dražším letenkám, jelikož druhá mocnina je pozitivní,
- **PAX** - pokud letecká společnost na určité trase získá dvakrát víc cestujících, její ceny půjdou dolů o více než 6%. Obecně by vyšší poptávka měla vést k vyšším cenám, ale tento výsledek se dá vysvětlit buďto tím, že v případě vysoké poptávky je pravděpodobné, že další dopravce vstoupí na trh této trasy, což sníží ceny nebo v případě stejného počtu dopravců na trase budou tito dopravci schopni snížit ceny díky vyššímu load factoru,
- **POPULATION** - tato proměnná nám říká, že v případě, že se geometrický průměr dvou populací okolo letiště odletu a příletu zdvojnásobí, průměrná cena letenek se zvedne o 9%. Tento výsledek je v souladu s ekonomickými pravidly, kdy vysoká poptávka stanovuje vyšší ceny.

Celkově lze říci, že model nám ukazuje, že účinky některých proměnných jsou opakem toho, co by se dalo očekávat. I když model popisuje pouze 42% cen letenek, stále tvoří dobrý základ pro vysvětlení struktury letenek. Samozřejmě v dnešní době mají všechny letecké společnosti vyvinutý svůj vlastní sofistikovaný systém revenue managementu a procesy založené především na rozlišení obchodních cestujících a rekreatantů a odhadnutí jejich "ochoty zaplatit". Data z DB1B bohužel nezachycují tyto proměnné a ani z nich nepoznáme strukturu poplatků a samotných leteckých tarifů, což by vedlo k lepšímu porozumění, a to zejména pokud jde o korelaci mezi cenami leteckého paliva a palivových příplatků. Modely 1 a 2 naznačují, že ceny pohonných hmot jsou nepřímo úměrné cenám letenek, v případě palivových příplatků by to pravděpodobně bylo naopak.

## 5.6 Prognóza

Ke každé skutečné ceně letenky byla vypočítána předpokládaná cena na základě modelu 2 pomocí trasa-dopravce charakteristik a ty jsou pak zobrazeny v bodovém diagramu (Obrázek 45). Perfektní model by ukázal pouze body na 45 stupňové lince. Jak je vidět, poměrně dost hodnot kolísá kolem této linie. To znamená, že tento model nemůže předvídat ceny letenek dostatečně přesně.

Navíc je vidět, že skutečné ceny jsou obecně vyšší, model tedy podceňuje průměrné ceny letenek. To se dá vysvětlit neschopností modelu zohlednit cenovou diskriminaci kvůli času rezervace, vyšší tarify se většinou vyskytují s pozdějšími rezervacemi.

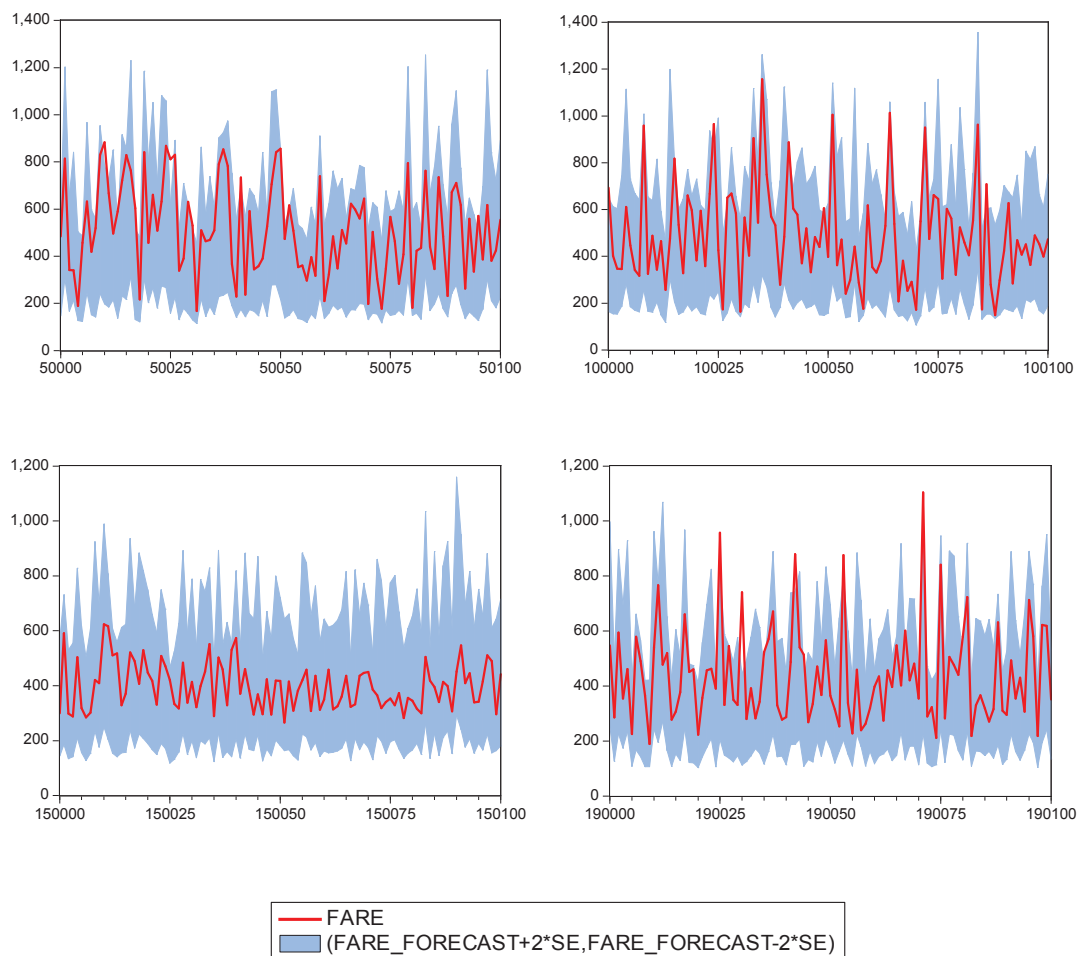


Obrázek 45: Bodový diagram skutečných a předpokládaných cen

Čárový graf znázorňující srovnání mezi skutečnými a očekávanými tarify pro všechny pozorování nelze demonstrovat, jelikož máme příliš pozorování, což dělá graf nečitelným. Obrázek 46 ukazuje 4 výřezy takového grafu vykreslující vždy pouze 100 pozorování; tento počet pozorování poskytuje dobrou viditelnost. Grafy ukazují skutečné průměrné ceny letenek oznámené leteckými společnostmi čtvrtletně na ploše tvořené předpokládanými cenami plus/mínus zdvojená standardní chyba. Ve všech 4 případech skutečná data více či méně zůstávají uvnitř těchto určených hranic.

Vzhledem k tomu, že datový soubor je v chronologickém pořadí, můžeme určit časový rámeček pro každý graf. První graf s pozorováními od 50 000 do 50 100 obsahuje tarify z třetího a čtvrtého čtvrtletí roku 1996. Pozorování od 100 000 do 100 100 byla hlášena v prvním čtvrtletí roku 2000. Třetí graf ukazuje ceny letenek z prvního čtvrtletí roku 2005, kdy pozorování od 150 000 na 150 100 byla registrována. Poslední graf ukazuje nejnovější údaje z třetího čtvrtletí roku 2010 s pozorováními od 190 000 do 190 100.

Jak je vidět z těchto grafů, standardní odchylky se pohybují ve vysokých číslech, takže určení správné ceny tímto modelem by bylo obtížné, ikdyž ho můžeme použít k vysvětlení 42 procent všech cen.



Obrázek 46: Detailní předpokládané ceny letenek versus ceny skutečné

### 5.6.1 Příklad použití modelu

Abychom mohli vyzkoušet náš závěrečný model 2 na vypočítání průměrných cen letenek, bylo zapotřebí zjistit všechny proměnné, které figurují v tomto modelu. Rozhodla jsem se pro určení ceny přímé zpáteční letenky z mezinárodního letiště Los Angeles (LAX) do New Yorkského mezinárodního letiště Johna F. Kennedyho (JFK).

Pro tento let jsem se rozhodla použít průměrný index omezení tarifu, což je 0,9 a Herfindahlův index 0,3, což určuje leteckou společnost s důležitým postavením na této frekventované trase a v té souvislosti jsem se i rozhodla použít proměnnou *FREQ* jako jedna, určující důležité postavení letecké společnosti na jednom či obou letištích. Počet konkurentů na trase bylo možné zjistit z jakéhokoli internetového vyhledávače letenek, jako je Expedia [46], cena leteckého paliva v době nákupu může být také zjištěna z internetových stránek [47] a průměrné počty pasažérů na trase jsem získala také z Expédie.

Níže jsou charakteristiky vložené do rovnice pro výpočet průměrné ceny zpáteční letenky z LAX do JFK:

CLASS = 0.9

HINDEX = 0.3

COMPETITION = 6

JF = 2.87 USD

DIRECT = 1

PAX = 6 000

DIST = 2 475 NM

POPULATION = 16 446 974

FREQ = 1

Tyto charakteristiky vložené do rovnice modelu 2 určily cenu zpáteční letenky z Los Angeles do New Yorku 461 amerických dolarů.

The screenshot displays three flight options for a roundtrip from Los Angeles (LAX) to New York (JFK). The first two options are operated by Alaska Airlines (Alaska Airlines 1837 and Alaska Airlines 1845, both operated by AMERICAN AIRLINES) and have a price of \$754.00. The third option is operated by Delta and has a price of \$771.00. Each option includes the departure and arrival times, flight duration, and a 'Select' button.

Flight Details	Price
4:30p LAX Los Angeles → 1:05a JFK New York, 5h 35m, Nonstop, Alaska Airlines	\$754.00
9:00a LAX Los Angeles → 6:00p JFK New York, 6h 0m, Nonstop, Alaska Airlines	\$754.00
10:30p LAX Los Angeles → 6:50a JFK New York, 5h 20m, Nonstop, DELTA	\$771.00

Obrázek 47: Ceny letenek zakoupené 2 týdny před odletem

Tato cena ovšem určuje pouze průměrnou cenu letenky na této trase a neurčuje dobu pobytu ani dobu, kdy byla tato letenka zakoupena. Díky tomuto příkladu, ale můžeme nyní určit průměrnou dobu nákupu letenek, které byly reportovány leteckými společnostmi. Bylo třeba pouze zjistit ceny letenek na této trase s různým odstupem od data odletu. Tyto ceny byly zjištěny znovu na serveru Expedia.com. Obrázky Obrázek 47, Obrázek 48 a Obrázek 49 ukazují ceny letenek zakoupené 2 týdny předem, měsíc a půl předem a téměř 4 měsíce před odletem.

The screenshot displays three flight options for a roundtrip from Los Angeles (LAX) to New York (JFK) operated by JetBlue. All three options have a price of \$398.00. The first option is for a 5h 24m flight, the second for a 5h 26m flight, and the third for a 5h 26m flight. Each option includes the departure and arrival times, flight duration, and a 'Select' button.

Flight Details	Price
12:36p LAX Los Angeles → 9:00p JFK New York, 5h 24m, Nonstop, jetBlue AIRWAY	\$398.00
7:00a LAX Los Angeles → 3:26p JFK New York, 5h 26m, Nonstop, jetBlue AIRWAY	\$398.00
1:40p LAX Los Angeles → 10:06p JFK New York, 5h 26m, Nonstop, jetBlue AIRWAY	\$398.00

Obrázek 48: Ceny letenek zakoupené měsíc a půl před odletem

Z těchto na internetu nalezených cen můžeme určit, že model 2 určuje ceny zakoupené přibližně dva měsíce před odletem. Díky této informaci lze nyní používat daný model cen letenek s větší přesností.

4:05p LAX Los Angeles	→	12:27a JFK New York	5h 22m, Nonstop +1 day	3 seats left at this price · Best Value <b>\$551</b> .00 roundtrip per person
jetBlue AIRWAYS				Select
Show Flight Details				
<hr/>				
4:15p LAX Los Angeles	→	12:43a JFK New York	5h 28m, Nonstop +1 day	2 seats left at this price <b>\$551</b> .00 roundtrip per person
UNITED				Select
Show Flight Details				
<hr/>				
8:54p LAX Los Angeles	→	5:10a JFK New York	5h 16m, Nonstop +1 day	3 seats left at this price <b>\$593</b> .00 roundtrip per person
jetBlue AIRWAYS				Select

Obrázek 49: Ceny letenek zakoupené téměř 4 měsíce před odletem



## 6 Závěr

Odvětví letecké dopravy aktivně hledá způsoby nahrazení závislosti na leteckém palivu něčím šetrnějším k životnímu prostředí a hledá způsoby, jak by se letecké společnosti mohly vyhnout kolísání cen ropy. Nicméně toto je maraton, ne sprint. Mezitím bylo představeno mnoho technologických inovací a postupů pro zvýšení palivové účinnosti v letecké dopravě. Tato iniciativa je skutečně úspěšná, jelikož celosvětová spotřeba paliva nesleduje nárůst počtu cestujících ve stejném tempu.

Kromě šetření fyzického paliva, využívají letecké společnosti zabezpečování jejich budoucích potřeb paliva hedgingem pro stabilizaci svých výdajů a tak i marží. Tato práce ukázala na příkladu Southwest Airlines, že i když hedging může přinést ztráty v některých obdobích a zisky v jiných, celkový efekt pro letecké společnosti je pozitivní. Hlavním přínosem je znalost cen leteckého paliva předem, což dovoluje leteckým společnostem přizpůsobit své cenové strategie cenám leteckého paliva k dosažení pozitivních marží. A hlavním výsledkem leteckých společností by měly být marže.

Analýza hedgingu Southwest Airlines ukázala, že letecká společnost by mohla být na pokraji bankrotu v roce 2008, kdyby nebyla zajištěna. Místo toho vykazovaly pozitivní marže jako jedna z mála leteckých společností v tomto roce.

Jak prokázal rok 2008, ceny leteckého paliva a ropy jsou velmi závislé na geopolitické a ekonomické situaci ve světě, stejně jako v oblastech, které dodávají většinu ropy. Letecké palivo dosáhlo svého historického maxima v roce 1980 (cena upravená o inflaci) v průběhu druhého ropného šoku, který byl způsoben poklesem dodávek z arabských zemí. Jemné vazby mezi poptávkou, nabídkou a cenou ropy byly jasně prokázány v této práci. WTI ceny ropy jsou nejvíce závislé na dodávkách ze zemí OPEC a poptávce ze zemí mimo OECD. Trend snižování závislosti na palivu je většinou následován vyspělými zeměmi z OECD, takže i když jsou tyto státy stále největšími spotřebiteli, tato spotřeba již neurčuje celosvětové ceny.

Ceny leteckého paliva vysoce souvisí s cenami ropy, jak je ukázáno v korelačním modelu. Cena ropy představuje dokonce průměrně 83% z ceny leteckého paliva. Rozdíl je hlavně v nákladech rafinérií, ale v některých případech jsme zaznamenali i další nepředvídatelné situace, které ovlivňují ceny leteckých pohonných hmot. Například bylo zmíněno, že hrozba hurikánu Ilke blížícího se k řadě rafinérií u Mexického zálivu v září roku 2008 zvýšila ceny až na dvojnásobek ceny ropy. Díky lineárním regresním modelům cen leteckého paliva a cen ropy lze použít model pro prognózu cen leteckého paliva s použitím předešlé ceny paliva a charakteristik ovlivňujících ceny ropy.

Mým cílem bylo také zjistit a modelovat faktory, které mají vliv na ceny letenek. To bylo docíleno použitím volně dostupných údajů z amerického ministerstva dopravy a provedením ekonometrické analýzy. Výsledný model je schopen vysvětlit 42% cen letenek v ekonomické třídě po dobu 19 let. Nicméně tomuto modelu chybí některé důležité faktory, jako rozdíl mezi brzkým a pozdním nákupem letenek.

Ze závěrečného modelu jsem zjistila, že ceny letenek včetně všech poplatků a příplatků nejsou závislé na cenách leteckých pohonných hmot, alespoň pokud se ceny pohonných hmot změní v malém množství. Pokud by se ceny zvedly o hodně za dané období, ceny letenek by se zvedly také.

Model cen letenek nezahrnuje žádné z praktik revenue management, ale díky porovnání s cenami letenek uveřejněnými na internetových stránkách je možné určit, že daný model zjišťuje ceny letenek zakoupené přibližně dva měsíce před odletem.

Leteckým společnostem je jasné, že nemohou snadno přenést své vyšší náklady na letecké palivo na své zákazníky v podobě vyšších cen letenek. V letecké dopravě jsou ceny primárně tvořeny konkurencí, poptávkou a ochotou cestujících platit, která je stále nižší. S ohledem na tyto skutečnosti je zavádění dlouhodobého hedgingového programu jediným způsobem, jak mohou letecké společnosti předvídat své energetické náklady a být schopny přenést tyto náklady na zákazníky nebo najít způsoby, jak ušetřit peníze v jiných odvětvích tohoto podnikání.

## Seznam literatury

- [1] S. Nolan, „Future Fuels for Aviation,“ 2009. [Online]. Přístupné z: <http://www.dcenr.gov.ie/NR/rdonlyres/19D6BFC4-0C0E-43D6-9DB0-BF3BD8431F97/0/FutureFuelsforAviation.pdf>. [Cit. 15. 3. 2014].
- [2] Oil and Gas IQ, „Aviation Fuel,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://www.oilandgasiq.com/glossary/aviation-fuel/>. [Cit. 1. 10. 2013].
- [3] EIA, [Online]. Přístupné z: <http://www.eia.gov/>.
- [4] „Petroleum refining processes,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://chemengineering.wikispaces.com/petroleum+refining+processes>.
- [5] Sergeant Oil & Gas Co Inc., „Aviation Gasoline,“ 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.aviation-fuel.com/>. [Cit. 4. 10. 2013].
- [6] Shell Global, „AVGAS Grades and Specifications,“ [Online]. Přístupné z: <http://www.shell.com/global/products-services/solutions-for-businesses/aviation/shell-aviation-fuels/fuels/types/avgas.html>. [Cit. 15. 10. 2013].
- [7] Organization of the Petroleum Exporting Countries, © 2014 . [Online]. Přístupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/24.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm). [Cit. 16. 10. 2013].
- [8] Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2013. [Online]. Přístupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/press\\_room/180.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/press_room/180.htm). [Cit. 16. 10. 2013].
- [9] Organization of the Petroleum Exporting Countries, „OPEC share of world crude oil reserves, 2013,“ © 2014. [Online]. Přístupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/330.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/330.htm). [Cit. 20. 7. 2014].
- [10] OECD, „History,“ 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.oecd.org/about/history/>. [Cit. 25. 10. 2013].
- [11] A. Sieminski, „International Energy Outlook 2013,“ 2013. [Online]. Přístupné z: [http://www.eia.gov/pressroom/presentations/sieminski\\_07252013.pdf](http://www.eia.gov/pressroom/presentations/sieminski_07252013.pdf). [Cit. 20. 10. 2013].
- [12] IEA, „World Energy Outlook 2007,“ 2007. [Online]. Přístupné z: <http://www.iea.org/textbase/npsum/weo2007sum.pdf>. [Cit. 21. 10. 2013].

- [13] „Oil markets explained,“ 2007. [Online]. Přístupné z: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/904748.stm>. [Cit. 6. 11. 2013].
- [14] Delta Air Lines, Inc., „2013 Corporate Responsibility Report,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://news.delta.com/Corporate-Responsibility-Report>. [Cit. 15. 7. 2014].
- [15] Delta Air Lines, Inc., „Stats & Facts,“ © 2013. [Online]. Přístupné z: <http://news.delta.com/index.php?s=20306>. [Cit. 4. 11. 2013].
- [16] Delta Air Lines, Inc., „Delta Air Lines Announces Quarter Profits,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://news.delta.com/News-Archive?s=20295&category=801>. [Cit. 15. 7. 2014].
- [17] Delta Air Lines, Inc., „Delta to Acquire Trainer Refinery: Addressing Rising Jet Fuel Risk,“ 2012. [Online]. Přístupné z: [http://www.getfilings.com/sec-filings/120430/DELTA-AIR-LINES-INC-DE-8-K/delta\\_8k-ex9902.htm](http://www.getfilings.com/sec-filings/120430/DELTA-AIR-LINES-INC-DE-8-K/delta_8k-ex9902.htm). [Cit. 10. 11. 2013].
- [18] CAPA Centre for Aviation, „Delta Air Lines’ oil refinery investment losses concern sceptical investors and observers,“ 2013. [Online]. Přístupné z: <http://centreforaviation.com/analysis/delta-air-lines-oil-refinery-investment-losses-concern-sceptical-investors-and-observers-119749>. [Cit. 17. 10. 2013].
- [19] M. ZEINALI, D. RUTHERFORD a I. KWAN, „U.S. Domestic Airline Fuel Efficiency Ranking 2010,“ 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/U.S.%20Airlines%20Ranking%20Report%20final.pdf>. [Cit. 15. 11. 2013].
- [20] Southwest Airlines Co, „Southwest Corporate Fact Sheet,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://swamedia.com/channels/Corporate-Fact-Sheet/pages/corporate-fact-sheet#about>. [Cit. 15. 7. 2014].
- [21] Southwest Airlines Co., „Annual Reports to Shareholders,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://southwest.investorroom.com>. [Cit. 16. 7. 2014].
- [22] Southwest Airlines Co., „Quarterly Results,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://southwest.investorroom.com/quarterly-results>. [Cit. 25. 10. 2013].
- [23] D. Reed, „Can fuel hedges keep Southwest in the money?,“ USA TODAY, 2008. [Online]. Přístupné z: [http://usatoday30.usatoday.com/money/industries/travel/2008-07-23-southwest-jet-fuel\\_N.htm](http://usatoday30.usatoday.com/money/industries/travel/2008-07-23-southwest-jet-fuel_N.htm). [Cit. 30. 10. 2013].
- [24] Southwest Airlines Co., „Those Little DooHickeys Save Southwest Airlines 54 Million Gallons Of Fuel Annually - Savings That Benefit Customers,“ 2013. [Online]. Přístupné z:

- <http://www.swamedia.com/releases/those-little-doochiekeys-save-southwest-airlines-54-million-gallons-of-fuel-annually-savings-that-benefit-customers>. [Cit. 15. 4. 2014].
- [25] R. Coobs a A. Wolf, „Jet Fuel Hedging Strategies: Options Přístupné z for Airlines and a Survey of Industry Practices,“ Finance 467, Jaro 2004. [Online]. Přístupné z: [http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fimrc/papers/jet\\_fuel.pdf](http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fimrc/papers/jet_fuel.pdf). [Cit. 15. 11. 2013].
- [26] Mercatus Energy Advisors, „The State of Airline Fuel Hedging & Risk Management in 2012,“ Mercatus Energy, London, UK 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.mercatusenergy.com/Portals/80554/docs/the-state-of-airline-fuel-hedging-and-risk-management.pdf>. [Cit. 14. 11. 2013].
- [27] The Energy Brokers, „Energy Glossary,“ 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.tebl.com/EnergyGlossary.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>. [Cit. 10. 11. 2013].
- [28] Mercatus Energy Advisors, „A Beginners Guide to Fuel Hedging - Call Options,“ 2012. [Online]. Přístupné z: <http://www.mercatusenergy.com/blog/bid/81973/A-Beginners-Guide-to-Fuel-Hedging-Call-Options>. [Cit. 10. 11. 2013].
- [29] Mercatus Energy Advisors, „Energy Hedging - Back to the Basics Part V - Collars,“ 2011. [Online]. Přístupné z: <http://www.mercatusenergy.com/blog/bid/57324/energy-hedging-back-to-the-basics-part-v-collars>. [Cit. 10. 11. 2013].
- [30] D. Carter, D. Rogers a B. Simkins, „Fuel Hedging in the Airline Industry: The Case of Southwest Airlines,“ Case Research Journal, 2001. [Online]. Přístupné z: [http://www.sba.pdx.edu/faculty/danr/danraccess/courses/fin562/hedging\\_case\\_crj\\_submission.pdf](http://www.sba.pdx.edu/faculty/danr/danraccess/courses/fin562/hedging_case_crj_submission.pdf). [Cit. 10. 11. 2013].
- [31] M. Rivers, „Analysis: Should airlines hedge their bets on fuel?,“ Flightglobal, 2012. [Online]. Přístupné z: <http://www.flightglobal.com/news/articles/analysis-should-airlines-hedge-their-bets-on-fuel-374733>. [Cit. 15. 11. 2013].
- [32] U.S. Securities and Exchange Commission, „EDGAR: Filings & Forms,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://www.sec.gov/edgar.shtml>. [Cit. 10. 7. 2014].
- [33] RITA, „Bureau of Transportation Statistics,“ Research and Innovative Technology Administration, 2014. [Online]. Přístupné z: [http://www.transtats.bts.gov/Data\\_Elements\\_Financial.aspx?Data=6](http://www.transtats.bts.gov/Data_Elements_Financial.aspx?Data=6). [Cit. 10. 7. 2014].
- [34] G. Dunn, „Fuel Hedging,“ Flightglobal, 2009. [Online]. Přístupné z: <http://www.flightglobal.com/news/articles/fuel-hedging-322650>. [Cit. 15. 11. 2013].

- [35] J. Bailey, „Southwest Airlines gains advantage by hedging on long-term oil contracts,“ The New York Times, 2007. [Online]. Přístupné z: <http://www.nytimes.com/2007/11/28/business/worldbusiness/28iht-hedge.4.8517580.html?pagewanted=all&r=0>. [Cit. 20. 11. 2013].
- [36] K. Reals, „Hedge your bets,“ Flightglobal, 2008. [Online]. Přístupné z: <http://www.flightglobal.com/news/articles/hedge-your-bets-314880>. [Cit. 20. 11. 2013].
- [37] Airbus S.A.S, „Global Market Forecast 2012 - 2031,“ Airbus, 2012. [Online]. Přístupné z: [http://www.airbus.com/company/market/forecast/?eID=dam\\_frontend\\_push&docID=25773](http://www.airbus.com/company/market/forecast/?eID=dam_frontend_push&docID=25773). [Cit. 4. 4. 2014].
- [38] The World Bank Group, „Air transport, passengers carried,“ 2014. [Online]. Přístupné z: <http://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR?page=6>. [Cit. 10. 9. 2014].
- [39] Airbus S.A.S., „Future Journeys 2013 - 2032 Application,“ Airbus, 2013. [Online]. Přístupné z: <http://www.airbus.com/gmf-app/#main/traffic>. [Cit. 4. 4. 2014].
- [40] M. Tim, „Historical Crude Oil Prices,“ InflationData.com, 2014. [Online]. Přístupné z: [http://inflationdata.com/Inflation/Inflation\\_Rate/Historical\\_Oil\\_Prices\\_Table.asp](http://inflationdata.com/Inflation/Inflation_Rate/Historical_Oil_Prices_Table.asp). [Cit. 15. 8. 2014].
- [41] Seaway Crude Pipeline Company L.L.C., „About Seaway,“ Seaway Pipeline, 2013. [Online]. Přístupné z: <http://seawaypipeline.com>. [Cit. 15. 8. 2014].
- [42] C. Clifford, „Oil ends up after dip below \$100,“ CNNMoney.com, 2008. [Online]. Přístupné z: <http://money.cnn.com/2008/09/12/markets/oil/index.htm?postversion=2008091215>. [Cit. 15. 8. 2014].
- [43] EIA, „Hurricane Katrina's Impact on the U.S. Oil and Natural Gas Markets,“ U.S. Energy Information Administration, 2005. [Online]. Přístupné z: [http://www.eia.gov/oog/special/eia1\\_katrina\\_091305.html](http://www.eia.gov/oog/special/eia1_katrina_091305.html). [Cit. 4. 3. 2014].
- [44] CNN Money, „OPEC to cut oil output,“ Cable News Network. A Time Warner Company, 2001. [Online]. Přístupné z: <http://cnfn.cnn.com/2001/01/16/worldbiz/oil/index.htm>. [Cit. 3. 4. 2014].
- [45] U.S. Department of Commerce, „State & Country QuickFacts,“ U.S. Census Bureau, 2010. [Online]. Přístupné z: <http://quickfacts.census.gov/qfd/index.html>. [Cit. 4. 4. 2014].
- [46] Expedia, Inc., „Expedia,“ © 2014. [Online]. Přístupné z: <http://www.expedia.com/>. [Cit. 10. 6. 2014].

- [47] Index Mundi, „Jet Fuel Daily Price,“ Index Mundi, 2014. [Online]. Přístupné z: <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=jet-fuel>. [Cit. 10. 6. 2014].
- [48] FIO, „Investiční slovník,“ Akcie Online, 2010. [Online]. Přístupné z: <http://www.akcie.cz/slovník/over-the-counter-otc>. [Cit. 20. 8. 2014].

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrná cena za letecké palivo Deltu Air Lines. ....	29
Tabulka 2: Průměrná cena za galon leteckého paliva zaplacená Deltou. ....	30
Tabulka 3: Průměrná cena leteckého paliva placená Southwestem. ....	31
Tabulka 4: Budoucí spotřeba leteckého paliva Southwestu pokrytá hedgingovými kontrakty. ....	32
Tabulka 5: Hedging letecké společnosti Southwest. ....	42
Tabulka 6: Tabulka koeficientů modelu 1. ....	56
Tabulka 7: Tabulka koeficientů modelu 2. ....	57
Tabulka 8: Příklad konečného datasetu. ....	68
Tabulka 9: Tabulka koeficientů Modelu 2 cen letenek. ....	75



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Průměrná produkce rafinérií na celém světě v roce 2010 v % podle produktu. ....	19
Obrázek 2: Průměrná denní světová produkce ropy. ....	21
Obrázek 3: Světová mapa potvrzených rezerv ropy (miliardy barelů ropy).....	22
Obrázek 4: Světové rezervy ropy podle regionu. ....	22
Obrázek 5: Světová mapa produkce ropy (miliardy barelů za den). ....	23
Obrázek 6: Světové ropné rezervy patřící státům OPECu v roce 2013 .....	24
Obrázek 7: Světová mapa spotřeby ropy (miliony barelů za den). ....	25
Obrázek 8: Průměrná denní světová spotřeba ropy. ....	26
Obrázek 9: Rozdělení výroby v rafinérii Trainer podle typu paliva před a po akvizici společností Delta Air Lines. .....	29
Obrázek 10: Hedgingové instrumenty používané leteckými společnostmi podle průzkumu společnosti Mercatus .....	36
Obrázek 11: Průměrná délka hedge.....	37
Obrázek 12: Zisky a ztráty při swapu graficky .....	37
Obrázek 13: Zisky a ztráty při použití call opce graficky.....	38
Obrázek 14: Zisky a ztráty při použití límce bez nákladů graficky.....	39
Obrázek 15: Průměrná cena za galon leteckého paliva. ....	42
Obrázek 16: Čtvrtletní provozní výnosy versus čistý zisk aerolinek Southwest 2000 - 2Q2014. ....	43
Obrázek 17: Čistý zisk Southwest Airlines bez zisků/ztrát z hedgingu 2000 – 2013. ....	44
Obrázek 18: Celkový počet pasažérů letecké dopravy 1970 - 2013.....	48
Obrázek 19: Ceny různé surové ropy. ....	50
Obrázek 20: Cena za barel ropy upravená o inflaci v amerických dolarech 1946 - 2013.....	51
Obrázek 21: Spotové ceny leteckého paliva, Brent a WTI ropy z období 2/4/1992 - 24/3/2014 .....	52
Obrázek 22: Statistiky spotových cen evropské ropy Brent.....	53
Obrázek 23: Statistiky spotových cen americké ropy WTI .....	53
Obrázek 24: Statistiky spotových cen leteckého paliva z Mexického zálivu .....	53
Obrázek 25: Regrese spotových cen WTI a leteckého paliva .....	54

Obrázek 26: Mapa Mexického zálivu a impact hurikánu Katrina na místní rafinerie. ....	55
Obrázek 27: Graf modelu 1 spolu s opravdovými a zbytkovými hodnotami .....	56
Obrázek 28: Regrese mezi modelovanými cenami leteckého paliva a skutečnými historickými cenami. ....	57
Obrázek 29: Co ovlivňuje ceny ropy? .....	58
Obrázek 30: Grafické interpretace všech proměnných v závislosti na čase.....	59
Obrázek 31: Statistiky série nabídky ropy ze zemí OPEC a ze zemí mimo OPEC.....	60
Obrázek 32: Statistiky sérií spotřeby ropy zeměmi v OECD a zeměmi mimo OECD .....	61
Obrázek 33: Statistiky série zásob ropy států OECD a série světových rezerv ropy.....	61
Obrázek 34: Odhadované ceny ropy WTI se směrodatnými odchylkami a historickými cenami .....	62
Obrázek 35:: Odhadované a skutečné ceny ropy.....	63
Obrázek 36: Odhadované spotové ceny leteckého paliva z Mexického zálivu .....	64
Obrázek 37: Statistiky proměnných roky a čtvrtletí.....	69
Obrázek 38: Statistiky průměrných cen letenek a cen leteckého paliva.....	69
Obrázek 39: Statistiky uletěné vzdálenosti a počtu cestujících .....	70
Obrázek 40: Statistiky počtu dopravců na trase a Herfindahlova indexu .....	70
Obrázek 41: Statistiky poměru tříd letenek a obyvatelstva kolem letišť .....	71
Obrázek 42: Statistiky indikátorů přímého letu a důležitosti letišť.....	71
Obrázek 43: Základní regresní analýzy mezi cenami letenek a proměnnými .....	72
Obrázek 44: Zbytkové hodnoty cen letenek z modelu 1.....	74
Obrázek 45: Bodový diagram skutečných a předpokládaných cen.....	77
Obrázek 46: Detailní předpokládané ceny letenek versus ceny skutečné .....	78
Obrázek 47: Ceny letenek zakoupené 2 týdny před odletem .....	79
Obrázek 48: Ceny letenek zakoupené měsíc a půl před odletem .....	79
Obrázek 49: Ceny letenek zakoupené téměř 4 měsíce před odletem .....	80

# Příloha

Příloha 1: Tabulka koeficientů modelu 3 cen ropy

Dependent Variable: LOG(WTI)

Method: Least Squares

Sample: 1994M01 2013M09

Included observations: 237

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	25.08272	11.03662	2.272681	0.0240
SOPEC/1000	-1.260467	0.154742	-8.145582	0.0000
(SOPEC/1000)^2	0.021335	0.002447	8.720031	0.0000
SNONOEPEC/1000	-0.136962	0.251249	-0.545123	0.5862
(SNONOEPEC/1000)^2	0.001189	0.002583	0.460435	0.6457
COECD/1000	0.067464	0.228858	0.294787	0.7684
(COECD/1000)^2	-0.000929	0.002380	-0.390472	0.6966
CNONOECD/1000	0.399842	0.099169	4.031911	0.0001
(CNONOECD/1000)^2	-0.004472	0.001484	-3.014008	0.0029
RES/100	0.776741	0.332614	2.335267	0.0204
(RES/100)^2	-0.033271	0.014359	-2.317131	0.0214
STOCK/100	-0.540400	0.434630	-1.243356	0.2150
(STOCK/100)^2	0.005452	0.005483	0.994438	0.3211
R-squared	0.942401			

Příloha 2: Tabulka koeficientů Modelu 1 cen letenek

Dependent Variable: FARE  
Method: Least Squares  
Sample: 1 192747  
Included observations: 192747

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	484.1939	4.253169	113.8431	0.0000
CLASS/0.1	-11.45413	0.215024	-53.26916	0.0000
COMPETITION	-20.53956	0.883822	-23.23946	0.0000
DIRECT=1	-36.00904	0.686762	-52.43305	0.0000
DIST/100	20.23620	0.066789	302.9882	0.0000
FREQ=1	39.14698	0.881867	44.39104	0.0000
HINDEX/0.1	-1.309976	0.290996	-4.501702	0.0000
JF	-54.81232	0.472713	-115.9526	0.0000
PAX/1000	-19.59461	0.329529	-59.46245	0.0000
POPULATION/1000000	7.779758	0.138844	56.03239	0.0000
R-squared	0.416958			