

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Modelování poptávky v letecké dopravě

Bc. Pavel Čáp

Diplomová práce

2013

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Čáp**
Osobní číslo: **D09559**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Modelování poptávky v letecké dopravě**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika poptávky
2. Letecká doprava
3. Analýza současného stavu letecké dopravy a HDP
4. Modelování poptávky v letecké dopravě v závislosti na HDP

Závěr

UPA054671



Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Pojkarová, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2013**

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.

prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 15. 5. 2013

Bc. Pavel Čáp

ANOTACE

Tato práce se zabývá problematikou modelace poptávky po letecké dopravě. Popisuje vývoj hromadné letecké dopravy, vliv mezinárodních leteckých organizací na rozvoj letecké dopravy a zmiňuje rovněž problematiku řízení leteckého provozu. Dále popisuje analýzu stávajícího stavu HDP a počtu přepravených cestujících a samotné modelování poptávky po letecké dopravě v závislosti na HDP.

KLÍČOVÁ SLOVA

poptávka, letecká doprava, cestující, hrubý domácí produkt, korelace, lineární regrese

TITLE

Modelling of an air service demand

ANNOTATION

This work follows a modelling of an air service demand. It describes a development of the air service, an influence of international air organizations and an air service management. Also describe an analyse of ongoing gross national product condition, a number of transported passengers and an air service demand modelling depending on gross national product.

KEYWORDS

demand, air service, passengers, gross national product, correlation, linear regression

Obsah

Úvod	8
1 Charakteristika poptávky	9
1.1 Determinanty poptávky	10
1.1.1 Cena statku	10
1.1.2 Příjem nakupujícího.....	10
1.1.3 Ceny substitutů	11
1.1.4 Subjektivní vnímání.....	11
1.1.5 Sezónnost.....	12
1.1.6 Dostupnost volného času	12
1.1.7 Dopravní dostupnost.....	12
1.2 Poptávka dle délky období	13
1.3 Poptávková funkce	13
1.4 Posuny křivky poptávky	14
1.5 Elasticita poptávky	15
1.5.1 Cenová elasticita poptávky.....	15
1.5.2 Elastická a neelastická poptávka	16
1.5.3 Cenová elasticita poptávky a sklon křivky poptávky	17
1.6 Agregátní poptávka.....	18
1.7 Poptávka po dopravě	19
1.7.1 Křížová elasticita v dopravě	20
1.7.2 Příjmová elasticita v dopravě	20
1.7.3 Determinanty poptávky po dopravě	21
1.8 Poptávka po letecké dopravě	22
1.8.1 Poptávka po pravidelné osobní vnitrostátní dopravě.....	23
1.8.2 Poptávka po pravidelné osobní mezinárodní dopravě.....	23
1.8.3 Poptávka po nepravidelné vnitrostátní osobní letecké dopravě.....	23
1.8.4 Poptávka po nepravidelné mezinárodní letecké dopravě	23
1.8.5 Poptávka po nákladní letecké dopravě	24
2 Letecká doprava.....	25
2.1 Vývoj letecké dopravy	25
2.2 Současná letecká doprava.....	26
2.3 Přeprava osob	27
2.4 Přeprava nákladu	29
2.5 Odbavování cestujících.....	30
2.6 Stabilní technická základna letecké dopravy.....	31
2.7 Mobilní technická základna.....	32
2.8 Mezinárodní letecké organizace	34
2.9 Řízení letového provozu.....	35
3 Analýza současného stavu letecké dopravy a HDP	38
3.1 Linky ČSA pro rok 2013	38
3.2 Letiště ČR.....	38
3.2.1 Letiště Václava Havla.....	39
3.2.2 Další významná letiště v ČR	39
3.3 Analýza vývoje počtu přepravených cestujících	42
3.4 Analýza vývoje HDP	44
3.5 Sezónnost časových řad.....	46
3.5.1 Sezónnost časové řady přepravených cestujících leteckou dopravou	48

3.5.2 Sezónnost časové řady HDP	49
3.6 Sezónní model přepravených cestujících	50
3.6.1 Durbin-Watsonův test časové řady přepravených cestujících	51
3.7 Sezónní model HDP	52
3.7.1 Durbin-Watsonův test časové řady HDP	52
4 Modelování poptávky v letecké dopravě v závislosti na HDP	54
4.1 Korelace časových řad	55
4.1.1 Korelace původních časových řad	55
4.1.2 Korelace reziduí	56
4.2 Modelování poptávky	57
4.2.1 Regresní model - neočištěná data	59
4.2.2 Regresní model - očištěná data	61
Závěr	63
Použitá literatura	65
Seznam tabulek	67
Seznam obrázků	68
Seznam zkratk	69
Seznam příloh	70

Úvod

V této práci je zpracována problematika poptávky po letecké dopravě. V současné době je většina odvětví brzděna ekonomickou krizí. Otázkou je, jaký má hospodářský vývoj dopad na jednotlivé segmenty průmyslu, včetně dopravy a to i letecké.

Cílem práce je zpracovat návrh, jak podle odhadu vývoje HDP určit vývoj poptávky po letecké dopravě tak, aby společnosti mohly optimalizovat letový park pro odhad budoucích nákladů. V úvodní části práce je teoreticky rozebrána poptávka jako taková. Jsou zde základní pojmy jako křivky poptávky a nabídky. Dále se práce věnuje vysvětlení pojmů determinantů ovlivňujících poptávku a prvkům, které posunují křivku poptávky. Pro lepší pochopení pojmu poptávka jsou v první kapitole také popsány pojmy jako elasticita poptávky a agregátní poptávka. Závěrem první kapitoly je popis poptávky, týkající se přímo sektoru dopravy.

Druhá kapitola je již zacílena konkrétně na leteckou dopravu. Popisuje historický vývoj letecké dopravy i její současnost. Jako každý druh dopravy i letecká doprava je rozdělena na přepravu osob a přepravu nákladu. Je zde popsána i současná praxe týkající se odbavení cestujících na letištích. Důležité je také rozdělení a popsání stabilní a mobilní technické základny. Závěr druhé kapitoly je věnován organizacím, které ovlivňují leteckou dopravu z pohledu legislativy a vývoje. Čtenář zde získá i základní povědomí o řízení letového provozu a jeho současné praxi.

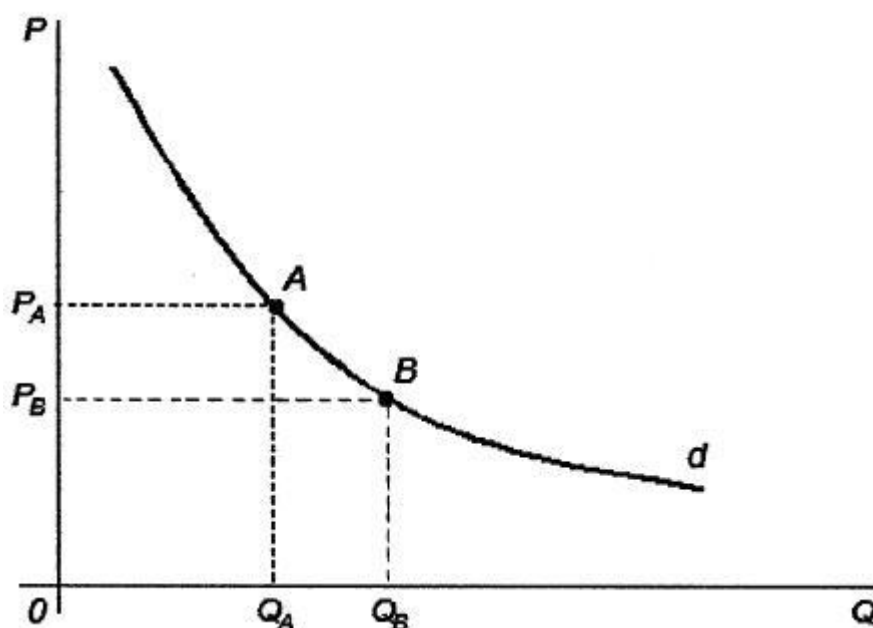
Třetí kapitola analyzuje vývoj HDP a počet přepravených cestujících. Je zde podrobný vývoj obou časových řad po kvartálních obdobích. Dále je zde popsán teoretický základ pojmu sezónnost a jejích druhů modelů. V závěru třetí kapitoly je provedena analýza a prokázání hypotéz sezónnosti a následné sezónní očištění.

Závěr diplomové práce se věnuje teoretickému popisu korelace a korelačních koeficientů s následnými praktickými výpočty. Práce končí teoretickým základem lineární regresní analýzy a určením lineárního regresního modelu, podle kterého je možné určit odhad počtu přepravených cestujících leteckou dopravou v požadovaných kvartálech.

1 Charakteristika poptávky

Každý člověk potřebuje k životu určité statky. Díky existenci této potřeby člověk poptává statky, které můžeme rozdělit na nutné statky a statky, které člověk k životu nutně nepotřebuje. Poptávka existuje, když je někdo ochoten a schopen zaplatit za statek.¹ V současném systému si dané statky kupujeme za peníze. Každý z nás má subjektivní hranici ceny, kterou je ochoten zaplatit za určitý statek. Poptávka tedy znamená vztah mezi množstvím nakupovaného zboží a cenou toho zboží. Ne každý má stejné příjmy, a pokud například vzroste cena určitého zboží, určité procento spotřebitelů si nákup tohoto zboží musí odepřít. Tedy s rostoucí cenou daného statku klesá poptávka po tomto statku. Obecně můžeme poptávkovou funkci popsat poptávkovou křivkou.

Obrázek č.1: Poptávková křivka



Zdroj: autor

Poptávková křivka označená jako **d** zobrazuje, že klesne-li cena zboží z ceny P_A na cenu P_B , vzroste množství poptávaného zboží z Q_A na Q_B .

Poptávku můžeme uvažovat na různých úrovních, a to poptávku dílčí, která popisuje poptávku po jednom určitém druhu statku, a poptávku agregátní, která popisuje trh jako celek

¹ BRADLEY, R. Schiller. *Makroekonomie*. Brno: Computer press, 2004. ISBN 80-251-0169-X.

souhrnem všech poptávek. V případě rozhodování jednoho uživatele mluvíme o poptávce individuální. Průběh poptávkové křivky definoval tzv. zákon klesající poptávky. Tzn., že pokud vzroste cena určitého statku o ΔP , klesne poptávka o ΔQ . Nelze však říci, že tato podmínka platí bezvýhradně, protože agregátní trh ovlivňuje právě zákon nabídky a poptávky. Na agregátním trhu se setkává agregátní poptávka (AD – aggregate demand) a agregátní nabídka (AS – aggregate supply). V procesu jejich vzájemného střetávání se utváří agregátní rovnovážný produkt (Y) a agregátní cena (P).²

1.1 Determinanty poptávky

V reálném životě ovlivňuje rozhodování jednotlivých uživatelů o koupi nějakého množství určitého statku několik faktorů. Je to jeho cena, celkový příjem kupujícího, možná náhrada požadovaného zboží (substitut), dále je ovlivňována i řadou mimotržních faktorů (např. zděděním majetku, šťastnou náhodou, politickou, rasovou či jinou nadřazeností apod.)

1.1.1 Cena statku

Finanční zdroje každého z nás jsou nějakým způsobem limitovány. V souvislosti s právě probíhající ekonomickou krizí platí toto tvrzení dvojnásob. Většina lidí disponuje velmi omezenými prostředky pro život, a proto je jedním z nejdůležitějších faktorů, ovlivňujících velikost poptávky po daném statku jeho cena. Každý při nákupu porovnává cenu statku, který zamýšlí koupit podle toho, jaký užitek mu daný statek přinese. Jedná se o střet představy nabízejícího, který nastavil cenu tak, aby dosáhl zisku, a představy kupujícího o skutečné ceně daného statku a užitku, který mu koupě přinese.

1.1.2 Příjem nakupujícího

Obecně můžeme říci, že poptávka nakupujícího závisí na jeho příjmech popř. na jeho finančních rezervách. Každý se nejdříve snaží uspokojit základní životní potřeby, jakými jsou náklady na bydlení a energie, nákupy potravin, splátky půjček a investice do vzdělání dětí. V této souvislosti můžeme říci, že čím větší bude příjem jednotlivce, tím více statků si bude moci dovolit. Od určité hranice příjmů už se uživatel nesoustředí pouze na nezbytné statky, ale více si bude moci dovolit nakupovat statky, které můžeme označit za luxusní, tedy statky, které kupující nepotřebuje nutně k životu. Z výše příjmu tedy vyplývá, jaké množství a jaké kombinace statků nám daný příjem umožní poptávat. Každý by měl nastavit svoje výdaje na

² HÁJEK, Ladislav. *Ekonomie a ekonomika*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. ISBN 978-80-7435-013-9.

statky v závislosti na velikosti příjmu. Příjem ze stabilního zaměstnání označujeme jako permanentní důchod. Ten ovlivňuje naši koupěschopnost.

Uživatel s vyššími příjmy může tento svůj příjem rozdělit mezi nákup základních statků, které jsou nutné pro život, a dále statků, které mu poskytnou určitý druh potěšení. Ale i v tomto případě je nutné počítat, jakou finanční částku unese jeho rodinný rozpočet a hlídat výdaje. Např. uživatel má záliby ve sportu a fotografování, a již si zajistil statky nutné pro život, ale zbylý příjem mu nestačí na koupi jak nových bot na běhání, tak na nový doplněk k fotoaparátu, a proto se bude rozhodovat podle užitku, který mu daný statek přinese.

1.1.3 Ceny substitutů

Jako substitut se označují statky, které mají podobnou funkci nebo užitek, jako jiný statek, který chtěl původně uživatel poptávat. Pokud jsme zvyklí kupovat určitý statek, ale najednou zjistíme, že existuje statek s podobnou funkcí, který nám přinese stejný užitek a je levnější, rozhodneme se ke koupi nového výrobku s nižší cenou. S růstem ceny substitutu se poptávka po daném výrobku nebo službě zvyšuje, s poklesem ceny substitutu se poptávka po daném výrobku nebo službě snižuje.³

Jako další ovlivnění poptávky po daném výrobku je změna ceny tzv. komplementu. Komplementem nazýváme výrobek, který je potřeba k využití jiného výrobku. Jako příklad můžeme uvést ceny pálek na stolní tenis, či raketu na tenis. Tyto výrobky by mohly být ve vztahu k sobě nazvány substituty, ale komplementem k nim jsou míčky na stolní tenis, nebo míčky na tenis. Můžeme říci, že s rostoucí cenou tenisové rakety poklesne poptávka po těchto raketách a tedy poklesne i poptávka po komplementu a to tenisovém míčku.

1.1.4 Subjektivní vnímání

Každý člověk jako individualita má svůj vkus, styl, chutě apod. Tímto každý také ovlivňuje poptávku tak, že díky svému stylu a vkusu volí koupi určitého druhu kalhot či mikiny, a jiný druh by si na sebe nikdy neoblékl. Dalším příkladem je například chuťová preference hořké čokolády před mléčnou.

Každý porovnává užitek tak, aby byl co největší. Můžeme uvažovat fanouška hokeje, který se rozhoduje mezi návštěvou hokejového zápasu a sledováním zápasu v televizi. Někdo by mohl preferovat živou atmosféru přímo na stadionu, kdežto druhý dá přednost sledování

³ JUREČKA, Václav a kolektiv. *Mikroekonomie*. Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3259-6.

v televizi z důvodu detailních rozborů na videu, nebo pohodlí domova. Jeden tedy zvedne poptávku po lístcích na zápas, a druhý může zvednout poptávku po lahvovém pivu.

Svou významnou roli v subjektivním vnímání uživatelů hraje reklama, kterou se nás výrobci snaží ovlivnit.

1.1.5 Sezónnost

Sezónními vlivy se rozumí soubor přímých i nepřímých příčin, které se rok co rok pravidelně opakují v důsledku existence pravidelného koloběhu Země okolo slunce. Nejčastěji jde o vlivy klimatické či zprostředkované.⁴ V průběhu roku se poptávka po určitých statcích mění. V létě můžeme v dopravě pozorovat zvýšenou poptávku po cestách k moři. V zimě například do Alp. Většina statků vykazuje zvýšenou poptávku např. v období vánoc a to zejména v oblasti elektrospotřebičů, mobilních telefonů apod.

1.1.6 Dostupnost volného času

Poptávku ovlivňuje i volný čas potenciálních zákazníků. Pokud někdo nedisponuje téměř žádným volným časem, nedá se předpokládat, že by i v případě dostatečných příjmů kupoval statky pro volný čas. Někdo s dostatkem volného času může poptávat např. dopravní služby každý víkend. Z toho logicky vyplývá, že člověk pracující o víkendech, nebude zvyšovat poptávku po těchto službách, pokud nevyužívá dopravní infrastrukturu v tomto čase pro pravidelné dojíždění do zaměstnání. Časově vytížený člověk nebude např. kupovat nafukovací člun k vodě, pokud by neměl čas ho využít, takové chování by se označilo jako neracionální.

1.1.7 Dopravní dostupnost

Aby byla po statku vůbec nějaká poptávka, musí být tento statek dopravně dostupný. Lidé dojíždí na nákupy, do zaměstnání, nebo dojíždí do míst za volnočasovou aktivitou apod. Pokud by se nabízel výrobek v místech se špatnou dopravní dostupností, bude pravděpodobně po tomto výrobku poptávka podstatně nižší.

⁴ POJKAROVÁ, Kateřina. *Ekonomie a prognostika v dopravě*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-868-3.

1.2 Poptávka dle délky období

Poptávku ovlivňují faktory uvedené výše. Můžeme se ale podívat na změnu poptávky podle délky období. Z předchozího vyplývá, že zvýšení ceny vede ke snížení poptávky po daném statku. Pokud budeme ale poptávku sledovat v krátkém a dlouhém období zjistíme, že lidem nějakou dobu trvá než zareagují a poptávka se změní. Lidé mají své zvyky a plány. Proto můžeme pozorovat, že při zvýšení ceny se poptávka v krátkém období sníží méně než v dlouhém období. Během krátkého období ne všichni kupující stihnou najít substitut, nebo změnit své zvyky apod. Výjimkou mohou být určité specifické statky jako např. ropa.

1.3 Poptávková funkce

Obecně poptávková funkce představuje vztah mezi množstvím a cenou. Poptávková funkce se zapisuje jako souhrn matematických výrazů, které přesně specifikují vnitřní vztahy mezi proměnnými. Poptávkovou funkci, kterou hledáme, popíšeme determinanty, které jsou relevantní pro daný statek. Můžeme napsat:

$$QDX = f(PX, I, PY, Pr, H, T, S) \text{ kde}$$

QDX - poptávané množství

f - je funkcí D

PX - cena daného statku

I - příjem

PY - cena substitutu

Pr - preference, subjektivní vkus

H - dostupný volný čas

T - přístup k dopravě

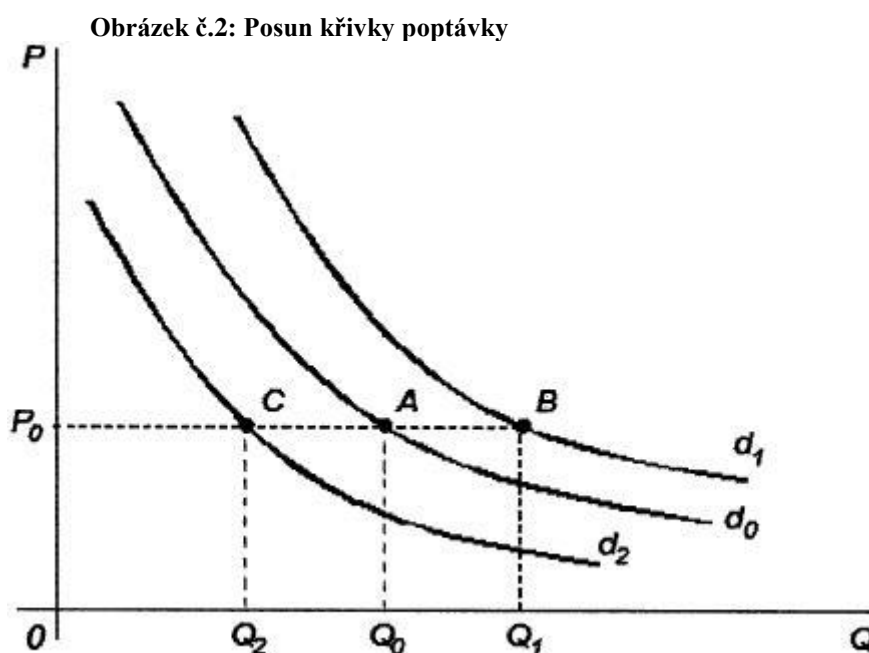
S - sezónní vlivy

Díky tomuto zápisu poptávky, můžeme zkoumat, jak se změní výsledná poptávka, pokud se změní některý z faktorů ovlivňujících poptávku. Vzhledem k tomu, že je systém dynamický, v realitě dochází díky tomu ke změnám několika faktorů najednou. Zkoumá se změna poptávky v případě změny jednoho faktoru a ostatní faktory zůstávají nezměněné. Říkáme, jak poptávku ovlivňuje jeden faktor za jinak stejných podmínek (*ceteris paribus*). Ostatní faktory zůstávají konstantní a mění se pouze zkoumaný faktor.

Poté, co zjistíme, jak jednotlivé determinanty ovlivňují poptávku, součtem jednotlivých efektů zjistíme, jak poptávku ovlivňují všechny determinanty v reálném dynamickém prostředí.

1.4 Posuny křivky poptávky

Definovali jsme determinanty ovlivňující poptávku. Pokud se změní některý z nich, dojde k posunu křivky poptávky, toto neplatí v případě změny ceny.



Zdroj: autor

Jako výchozí stav na obrázku č.2 budeme brát křivku d_0 . Pokud dojde k posunu křivky poptávky doprava na d_1 , znamená to, že při nezměněné ceně P_0 dojde ke zvýšení poptávky. Naopak křivka d_2 zobrazuje snížení poptávaného množství při nezměněné ceně. Představme si, že cena výrobku zůstane stejná, ale změní se například příjmy obyvatel. V případě že příjmy obyvatel vzrostou a cena statku zůstane stejná, dojde ke zvýšení poptávky a tedy k posunu poptávkové křivky doprava na d_1 . Naopak v případě poklesu příjmů obyvatel dojde k poklesu poptávky i při zachování původní ceny statku, a dojde k posunutí křivky poptávky doleva d_2 .

Vlastností křivky poptávky je, že pokud se změní cena, křivka poptávky se mění posunem na dané křivce, avšak změní-li se jiná proměnná, jako například příjmy obyvatel, nebo ceny substitutů, změní se poptávka posunem celé křivky doleva nebo doprava.

Jako příklad můžeme uvést posun křivky poptávky v závislosti na výše zmíněném determinantu subjektivního vnímání. Pokud proběhne v médiích na daný statek povedená reklama, vyvolá to u určitého počtu lidí změnu vnímání tohoto statku, a dojde tak k posunu křivky poptávky doprava. Naopak, upoutá-li nějaký výrobek pozornost médií svou nekvalitou, opět to ovlivní vnímání lidí a dojde k posunu křivky poptávky doleva. Pokud se však změní pouze cena daného statku, křivka se neposouvá, ale poptávka se mění podle křivky poptávky.

Mezi různými statky existují určité vazby. Pokud dojde k posunu křivky poptávky u jednoho statku, může to zároveň vyvolat posun poptávky opačným směrem u jiného statku. Pokud např. reklama ovlivní rozhodování lidí o koupi jedné zubní pasty, dojde k posunu křivky poptávky doprava, může to u jiné zubní pasty vést k posunu křivky poptávky doleva.

1.5 Elasticita poptávky

K měření reakce poptávaného množství na změnu ceny používají ekonomové ukazatel zvaný cenová elasticita poptávky. Do ekonomie ji zavedl Angličan Alfred Marshall v jeho práci „Zásady ekonomie“ již v roce 1890. Udává vztah mezi procentní změnou množství a procentní změnou ceny.⁵ Cenová elasticita poptávky (E_{DP}) vyjadřuje, o kolik procent se změní poptávaného množství statku při změně jeho ceny o 1 %.

1.5.1 Cenová elasticita poptávky

Každý statek má svou elasticitu poptávky. V praxi to znamená, že statek, který se vyznačuje vysokou elasticitou poptávky, bude při růstu ceny vykazovat vyšší pokles poptávky. Naopak statek, který vykazuje nízkou elasticitu, bude při zvýšení ceny vykazovat poměrně malé snížení poptávky. Pokud má statek vysokou elasticitu poptávky, zvýšení ceny a následné snížení poptávky může být způsobeno tím, že lidé vyhledávají substituty, nebo koupí statku úplně zavrhnou z důvodu vysoké ceny.

Cenová elasticita poptávky udává poměr změny poptávaného množství ku změně ceny.

$$E_{DP} = \left| \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P} \right|$$

Kde: E_{DP} – elasticita poptávky

$\% \Delta Q$ – procentuální změna množství

$\% \Delta P$ – procentuální změna ceny

⁵ HOLMAN, Robert. *Ekonomie*. 3. aktualiz. vyd. CH Beck, 2002. ISBN 80-7179-681-6.

Jestliže například letecká dopravní společnost zvýší ceny letenek o 10% a zjistí následný pokles poptávky na dané zdražené relaci o 20 %, znamená to, že elasticita poptávky po těchto letech je rovna hodnotě 2.

$$E_{DP} = \left| \frac{-20\%}{10\%} \right| = 2$$

Výsledný koeficient cenové elasticity vyšel 2. Znamená to, že u zdražených letů vyvolá zvýšení ceny o 1% pokles poptávky o 2 %.

1.5.2 Elastická a neelastická poptávka

Podle toho, jak vyjde z výše napsaného vzorce koeficient elasticity, můžeme rozdělit poptávku na elastickou, neelastickou a jednotkově elastickou. O elastické poptávce můžeme hovořit v případě, že je koeficient $E_{DP} > 1$, neelastická poptávka nastává v případě, kdy je $E_{DP} < 1$, a o jednotkově elastické poptávce hoříme v případě, že $E_{DP} = 1$

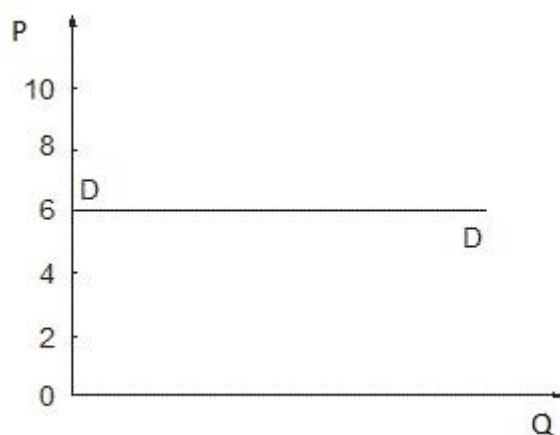
Elastická poptávka: $E_{DP} > 1$ % změna Q > % změna P

Neelastická poptávka: $E_{DP} < 1$ % změna Q < % změna P

Jednotkově elastická poptávka: $E_{DP} = 1$ % změna Q = % změna P

Teoreticky ještě existují dokonale elastická a dokonale neelastická poptávka. Pokud hovoříme o dokonale elastické poptávce, znamená to, že je koeficient elasticity roven nekonečnu. U dokonale neelastické poptávky je koeficient elasticity roven 0. Pokud by se statek vyznačoval dokonale elastickou poptávkou, znamenalo by to, že pokud by došlo k sebemenšímu zvýšení ceny, poptávka by klesla téměř na nulu. Graficky je tato poptávka zobrazena vodorovnou přímkou.

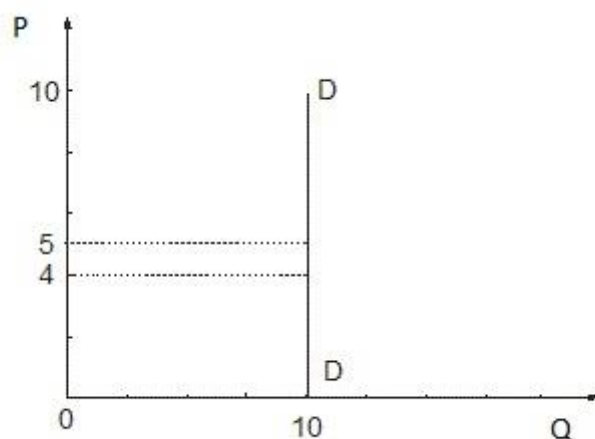
Obrázek č. 3: Dokonale elastická poptávka



Zdroj: autor

Opak dokonale elastické poptávky je poptávka dokonale neelastická. To znamená, že jakkoli se mění cena statku, poptávané množství se nezmění. Tomuto odpovídá křivka poptávky, která je svislou přímkou.

Obrázek č. 4: Dokonale neelastická poptávka



Zdroj: autor

1.5.3 Cenová elasticita poptávky a sklon křivky poptávky

Cenová elasticita poptávky je nepřímo úměrná ke sklonu křivky poptávky. Horizontální křivka poptávky odpovídá nekonečné elasticitě, kdežto svislá odpovídá nulové elasticitě poptávky. Z toho tedy plyne nepřímý vztah mezi cenovou elasticitou poptávky a sklonem křivky poptávky. Pokud se podmínky nezmění, s rostoucím sklonem křivky

poptávky klesá cenová elasticita poptávky; čím je křivka poptávky plošší, tím je cenová elasticita poptávky vyšší. Obrázek č.5 zobrazuje dvě křivky poptávky. Křivka poptávky označená jako D' je poměrně plochá a prezentuje poptávku s vysokou elasticitou poptávky. Kdežto křivka D je mnohem strmější a zastupuje případ s malou cenovou elasticitou poptávky.

$$E_{DP} = \frac{Q_2 - Q_1}{(Q_2 + Q_1):2} : \frac{P_2 - P_1}{(P_2 + P_1):2}$$

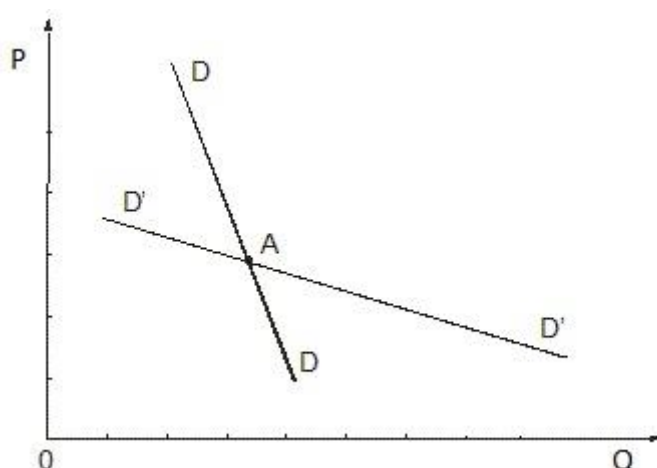
P_1 – počáteční cena

P_2 – cena po změně

Q_1 – počáteční poptávané množství

Q_2 – poptávané množství po změně

Obrázek č. 5: Elasticita poptávky podle sklonu křivky poptávky



Zdroj: autor

1.6 Agregátní poptávka

Agregátní poptávka vyjadřuje různá množství statků a služeb (reálného produktu), která chtějí spotřebitelé, firmy, vláda a zahraniční zákazníci koupit při různých cenových hladinách.

Jedná se tedy o prostý součet výdajů domácností, investičních výdajů firem, vládních nákupů statků a služeb a čistého exportu, jejichž výše závisí na cenové hladině.⁶

⁶ PAVELKA, Tomáš. *Makroekonomie základní kurz*. Melandrium, 2007. ISBN 80-86175-58-4.

1.7 Poptávka po dopravě

Vzhledem k tomu, že dopravní trh je specifický oproti výrobnímu trhu, musí být poptávka po dopravě definována specificky. V případě dopravy se poptávka a nabídka střetávají v prostorově časové dimenzi. Nabízející nabízí své dopravní výkony za účelem přepravy zboží a osob v prostoru a čase. Poptávající v roli přepravce poptává prostorové a časové přemístění osob, zboží apod.

U poptávky v dopravě záleží na tom, jak je konkretizována. Podle stupně konkretizace rozlišujeme:

- potřeba dopravy – vzhledem ke stavu společnosti je doprava potřebná, v případě tohoto stupně konkretizace se jedná o to, že doprava ovlivňuje kvalitu života a je potřeba zajistit možnost dopravy všem,
- požadavek dopravy – v tomto stupni konkretizace vystupuje doprava jako jedna z možností, která může uspokojit lidskou potřebu, ale není zde specifikován druh dopravy,
- poptávka po dopravě – pokud poptávající svůj požadavek specifikuje na určitý druh dopravy a stane se cestujícím, jedná se o poptávku.

U poptávky po dopravě rozlišujeme dále, původní poptávku, kterou tak označujeme pokud se přeprava uskutečňuje z vlastní vůle, např. pokud se motorkář jede opravdu jen projet po krajině z důvodu zážitku. V drtivé většině přeprav, se ale jedná o poptávku odvozenou. Důvod přepravy v tomto případě je mimo dopravní sektor. Jedná se o cesty do zaměstnání, k lékaři, do škol. Podniky přepravují výrobky do obchodů apod.

Dopravní podnik má malé možnosti vyvolat marginální poptávku po dopravě. Ta je dána totiž dána především odvozenou poptávkou.

Poptávka po dopravě je specifická také tím, že je prostorově koncentrovaná a nebo naopak plošně velice řídká. Jedná se o poptávku ve městech (koncentrace) a poptávku na vesnicích nebo v přírodě.

Můžeme říci, že poptávka je i časově koncentrovaná. Jedná se o špičky a sedla v dopravě během dne. Pro dopravce bývá nevýhodné uspokojovat poptávku, která není prostorově koncentrovaná a zároveň časově koncentrovaná.

1.7.1 Křížová elasticita v dopravě

V reálném, životě se člověk mnohdy rozhoduje o druhu dopravy, který použije, např. mezi železniční a silniční dopravou. Dopravci proto musí zkoumat i tzv. křížovou elasticitu a musí si uvědomit, že změnou ceny vyvolají i změnu poptávky u jiného druhu dopravy. Mohou tedy volit cenovou strategii s ohledem na konkurenci, tedy druh dopravy, který je substitutem.

Křížová elasticita je vyjádřena vztahem:

$$E_K = \frac{Q_2^A - Q_1^A}{P_2^B - P_1^B} \cdot \frac{Q_2^A + Q_1^A}{P_2^B + P_1^B}$$

Kde: Q_1^A – poptávka po dopravě A před změnou ceny

Q_2^B – poptávka po dopravě A po změně ceny

P_1^B – cena za přepravu B před změnou ceny

P_2^B – cena za přepravu B po změně ceny

E_K - křížová elasticita

Jedná se o tedy o změnu poptávky po dopravě A vlivem změny ceny dopravy B. Podle toho jak E_K vyjde, můžeme tvrdit:

$E_K > 0$ – doprava B je substitutem dopravy A

$E_K < 0$ - doprava B je doplňkovým druhem dopravy A

$E_K = 0$ – křížová elasticita neexistuje

1.7.2 Příjmová elasticita v dopravě

Tento druh elasticity vyjadřuje, jak se mění poptávka v závislosti na příjmech poptávajících. Koeficient příjmové elasticity je vyjádřen vztahem:

$$E_d = \frac{Q_1 - Q_2}{I_{p1} - I_{p2}} \cdot \frac{I_{p1} + I_{p2}}{Q_1 + Q_2}$$

Kde: Q_1 – poptávaná přeprava v základním období

Q_2 – poptávaná přeprava ve sledovaném období

I_{p1} – příjem na osobu v základním období

I_{p2} – příjem na osobu ve sledovaném období

Pokud vzrostou příjmy, dá se předpokládat, že lidé budou poptávat luxusnější druhy přepravy. Pokud tedy někdo jezdil pravidelně autobusem a najednou má větší příjmy, může dojít k přesunu z autobusu na osobní automobil. Luxusnější druhy dopravy (rychlejší a pohodlnější) budou mít kladnou příjmovou elasticitu, kdežto nekvalitní druhy (pomalejší a méně pohodlné) budou mít příjmovou elasticitu zápornou.

1.7.3 Determinanty poptávky po dopravě

Doprava jako nejdůležitější hybatel ekonomiky je na této ekonomice závislá. V podstatě doprava pomáhá udržovat sama sebe. Pokud stát jako celek vyrábí statky, které se podílí na tvorbě HDP a ekonomice se daří, pak poptávka po dopravě bude růst. Naopak v době ekonomické recese, kdy HDP klesá, bude klesat i poptávka po dopravě. Např. v železniční nákladní dopravě by pokles poptávky způsobil útlum ekonomiky a výroby podniků.

Obecně můžeme říci, že poptávka po dopravě je dána:

$$Q_i = f(P_i, P_j, \dots, P_n, I, t)$$

Kde: Q_i – poptávka po dopravě

P_i – cena za vybranou přepravu

P_j, \dots, P_n – ceny substitučních druhů dopravy j-n

I – příjmy poptávajících

t – spotřebitelský vkus

$$Q_i = a \cdot P_i^b \cdot P_j^c \cdot I^d \cdot e^t \quad 7$$

Tato funkce je funkce s konstantní elasticitou poptávky kde a, b, c, d, t jsou konstanty. Hodnoty konstant můžeme určit za použití statistické analýzy – regresní analýzy.

Faktory ovlivňující poptávku po dopravě:

- **Cena**

Dalším a nejdůležitějším faktorem je cena. Cenou v dopravě se nemyslí pouze cena za lístek, ale i cena času. Každý subjektivně hodnotí cenu svého času.

- **Fyzikální parametry přepravovaného**

Pokud bude chtít někdo přepravovat náklad musí k tomu vybrat vhodný druh dopravy. Tím je tedy určena poptávka přepravce. Může se jednat například o přepravu hromadného

⁷ MELICHAR, Vlastimil a Jindřich JEŽEK. *Ekonomika dopravního podniku*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. ISBN 80-7194-359-2.

substrátu ve velkém množství. Pro tento typ je vhodná například železniční nákladní doprava. Velké objemy ropy, nebo zemního plynu jsou na velkou vzdálenost dopravovány vodní dopravou. Slouží k tomu určené velkoobjemové tankery apod.

- **Úroveň příjmů**

S rostoucími příjmy si mohou lidé dovolit více cestovat, proto zvýšení příjmů vyvolá zvýšení poptávky po dopravě a naopak snížení příjmů vyvolá snížení poptávky, protože si lidé nebudou moci dovolit tolik cestovat. S určitými příjmy však může dojít k tomu, že si lidé pořídí auto a klesne zároveň poptávka po MHD apod.

- **Cena ostatních druhů dopravy**

Jako příklad můžeme uvést klasické rozhodování uživatele mezi silniční a železniční dopravou. Většina poptávajících dá přednost levnějšímu druhu dopravy.

- **Rychlost služby**

Pokud bude někdo potřebovat co nejrychleji z Ostravy do centra Prahy, bude jasná volba na železniční dopravu a Pendolino. V případě, že někdo potřebuje dostat co nejrychleji někam zásilku pošle ji specializovaným kurýrem apod.

- **Kvalita služby**

Pod kvalitou služby, které ovlivní poptávku, si představujeme:

- frekvenci,
- úroveň služby,
- pohodlí,
- spolehlivost,
- bezpečnost.

1.8 Poptávka po letecké dopravě

Pro provoz letecké dopravy jsou nutná letiště. Každé letiště má svou tzv. spádovou oblast, která tvoří poptávku po letecké dopravě na daném letišti. Nejvýznamnějším letištem v ČR je letiště Václav Havel Airport Praha. Odtud může poptávající letět téměř do všech nejdůležitějších letišť na světě, odkud může dál navázat na lety do méně významných letišť. U letů, které je možné uskutečnit pouze z letiště Ruzyň můžeme říci, že je spádovou oblastí celá ČR.

Ostatní letiště a to především Brno – Tuřany a Ostrava – Mošnov nabízejí taktéž mezinárodní lety. Pro tyto lety tvoří spádovou oblast letiště Tuřany jižní Morava a v případě Mošnova, morava severní popř. ještě příhraniční oblasti Slovenska a Polska.

1.8.1 Poptávka po pravidelné osobní vnitrostátní dopravě

V ČR je vnitrostátní letecká doprava neperspektivní a nevýznamná. A to z důvodu velmi velké konkurence v podobě silniční a železniční dopravy. Je to dáno relativně malou rozlohou ČR. Co se týče doby přepravy je přínos letecké dopravy oproti železniční, či silniční zanedbatelný. Navíc s přihlédnutím k tomu, že železniční a silniční doprava převezve uživatele většinou do centra města, kdežto letecká do okrajových částí města.

Dá se předpokládat, že s budoucími investicemi do železniční a silniční infrastruktury dojde ke zkracování cestovních časů vnitrostátní dopravy, a tím i k výraznému poklesu poptávky po vnitrostátní letecké dopravě.

1.8.2 Poptávka po pravidelné osobní mezinárodní dopravě

Mezinárodní letecká doprava je využívána na delší vzdálenosti, a proto zde již významně klesá vliv konkurence silniční a železniční dopravy. Užitek, který nám přinese úspora času při cestování leteckou dopravou, je na delší vzdálenosti už tak významný, že se dá považovat za významnou konkurenční výhodu oproti silniční či železniční dopravě.

Mezinárodní lety je možné uskutečnit i z menších letišť v ČR jako jsou Karlovy Vary, Pardubice apod. Z ČR je možné se dostat téměř na všechna světově významná letiště jako jsou Frankfurt nad Mohanem, Londýn, Paříž, New York atd.

1.8.3 Poptávka po nepravidelné vnitrostátní osobní letecké dopravě

Nepravidelná letecká doprava se označuje jako charterová doprava. Ve vnitrostátním měřítku je v případě ČR ještě méně významnější než pravidelná vnitrostátní doprava. Jedná se většinou o lety z Prahy do Brna či Ostravy v případě významných událostí jako jsou např. veletrhy. Vnitrostátní charterová doprava může spíše plnit roli sběrné dopravy v ČR pro jiné lety.

1.8.4 Poptávka po nepravidelné mezinárodní letecké dopravě

Mezinárodní letecká charterová doprava je specifická svou sezónností. Největší poptávka po tomto druhu letecké dopravy bývá v letních měsících s následným útlumem přes zimu. Sezónní poptávka je dána potřebou turistů letět do rekreačních letovisek. V případě ČR bývají nejčastější cílové destinace Chorvatsko, Itálie, Španělsko a Řecko. U těchto relací se dá

jako konkurence považovat silniční doprava, ale od určité hranice příjmů je letecká doprava preferovaná. Výhodou silniční dopravy je především mobilita v místě pobytu.

1.8.5 Poptávka po nákladní letecké dopravě

Nákladní letecká doprava není z pohledu přepravených objemů rozsáhlá v porovnání s ostatními druhy dopravy. Většinou je náklad součástí normálního letu s cestujícími. Existují ale i nákladní speciály zaměřené čistě na přepravu nákladu. Největší skupinou nákladu přepravovanou leteckou dopravou je pošta. Letecké společnosti z tohoto důvodu spolupracují s národními poštami. Letecké společnosti také musí volit vhodný typ letadel pro přepravu nákladu. Logicky se letecká přeprava pošty využívá na delší vzdálenosti a především při zaoceánských letech.

2 Letecká doprava

2.1 Vývoj letecké dopravy

Mezi nejmodernější i nejrychlejší dopravní prostředky současnosti sloužící k přepravě osob a materiálu můžeme zařadit leteckou dopravu, která patří mezi nejmladší dopravní obory. V porovnání s jinými pozemními dopravními prostředky prochází od svého vzniku nejrychlejším rozvojem. Letadla jsou v současné době schopná vyvíjet stále vyšší cestovní rychlost a přepravovat stále větší množství nákladů i cestujících.

Pomineme-li Leonarda da Vinciho, který se kolem roku 1500 prokazatelně zabýval principy konstrukce létajícího stroje, nebo Němce Otto Lilienthala, který kolem roku 1890 uskutečnil první let stroje těžšího než vzduch s bezmotorovým kluzákem, lze za první skutečný motorový dvouplošník považovat Flier bratří Wrightů, který se vznesl z pláže Kitty Hawk v Severní Karolíně v prosinci roku 1903. V roce 1909 zkonstruoval Francouz Louis Blériot první jednoplošník, se kterým jako první přelétl kanál La Manche.

První světová válka vedla k rychlému vývoji konstrukce letadel. V průběhu první světové války se standardem staly dvouplošníky s celokovovou konstrukcí místo dříve používané konstrukce ze dřeva a tkaniny. Průkopníkem byl Junkers G23 s potahem z vlnitého duralu.

Po skončení války se pro své výjimečné vlastnosti proslavil americký dvoumotorový letoun pro nákladní a osobní přepravu Douglas DC-3 „Dakota“.

Během druhé světové války zaznamenalo letectví další rychlý pokrok, když ke konci války byly hlavně vojenské letouny vybaveny proudovými motory. Nejznámější byl v roce 1942 dvoumotorový Messerschmidt Me 262.

Po válce se nové motory začaly používat u civilních letadel. První proudový dopravní letoun De Havilland Comet byl nasazen do provozu v roce 1952.

Od sedmdesátých let dominovala na dálkových linkách velkokapacitní letadla. Mezi průkopníky byl Boeing 747 z roku 1969. Následovaly sovětský Tupolev Tu 144 a Concorde firem BAC/Aerospatiale.

2.2 Současná letecká doprava

V souvislosti nárůstem globalizace vzrůstá i důležitost letecké dopravy v globální ekonomice. Díky technologickému rozvoji v letecké dopravě je dnes možné přepravovat prakticky cokoli.

Letecká doprava je bezkonkurenčně nejrychlejším typem dopravy na delší vzdálenosti. Její nevýhodou je, že se do doby přepravy, a tím i do rychlosti přepravního procesu, započítává také značná časová ztráta při přemístění z města na letiště a naopak. Dalším negativem je zdlouhavé odbavování na letišti, pro mnohé cestující značně stresující. Nepříjemnou stránkou odbavování jsou i osobní prohlídky cestujících, související se zvýšenými bezpečnostními opatřeními po teroristických útocích 11. září 2001.

Letecká doprava je rok od roku bezpečnější díky vybavení nové letecké techniky a rychlému technickému rozvoji pozemních zařízení. Letecký provoz je téměř zcela automatizován. Přesto je stále nutné zvyšovat odbornou způsobilost leteckého personálu, obzvláště s přihlédnutím k bouřlivě se rozvíjejícím leteckým technologiím. Mnohým z nás se při cestování letadlem stalo, že let byl odložen z důvodu nepříznivého počasí, ať již kvůli bouři či silnému sněžení. Příroda je v těchto situacích stále silnějším hybatelem událostí a jsou na ni i ty nejmodernější přístroje stále krátké. Nejslabším článkem v tomto procesu je však stále člověk a jeho slabost či nevyrovnaný výkon. Člověk není stroj a jeho nálada a výkonnost jsou ovlivňovány jeho psychikou, zdravotním stavem, vztahy v rodině a na pracovišti, což se zcela logicky odráží v tom, jak bezchybný bude jeho výkon na pracovišti. Statisticky lze říci, že lidský faktor je bohužel stále příčinou největšího počtu nehod. V porovnání s ostatními druhy dopravy je však letecká doprava z nejbezpečnějších. Tento fakt je statisticky dokázán Mezinárodním sdružením pro leteckou dopravu IATA . Lidé vloni létali nejbezpečněji za posledních 5 let. Míra nehodovosti se snížila na 0,61 a překonala tak rekord z roku 2006, kdy na milion letů připadlo 0,65 nehod. Údaje IATA ukazují, že jedna nehoda připadla na každých 1,6 milion letů. Předloni to byla jedna nehoda na 1,4 milion letů. Vývoj je podle IATA optimistický. Za posledních deset let se nehodovost snížila o 42%. Nejnebezpečnějšími oblastmi nadále zůstává Afrika, Latinská Amerika a Karibik. Letadla uskutečnila 36,8 milionů pravidelných letů a bezpečně přepravila 2,4 miliardy osob. Letadla vyrobená v západních zemích měla celkem 17 nehod, tedy o 2 méně než loni. Generální

ředitel IATA Giovanni Bisignani zlepšení uvítal, upozornil však, že výrobci letadel nesmějí usnout na vavřínech.⁸

Další společnost – ICAO – provedla statistiku jevů, ovlivňujících vznik leteckých katastrof:

- Procedurální chyby – 40,8%
- Komunikační chyby – 9,7%
- Zručnost/Znalosti – 9,20
- Nezpůsobilost personálu 40,4%

Podle ICAO jsou hlavními viníky leteckých nehod nekompetentnost posádky, nedostatek zkušeností, nedostatečný výcvik, chyby ve spolupráci a nedostatek pozornosti.

Ještě před pár desítkami let byla letecká doprava druhem dopravy s nejnižším objemem přepravovaného zboží. Technologie v letecké dopravě však pokročily bleskovým tempem a v současné době jsou největšími společnostmi vyráběná letadla tak obrovská, že mnohonásobně překračují kapacitu železničních vozů i nákladní silniční dopravy.

2.3 Přeprava osob

V oblasti přepravy osob na dlouhé vzdálenosti můžeme leteckou dopravu směle prohlásit za dopravu nejpříjemnější, nejrychlejší a nejbezpečnější. Pro mnohé z nás je prostředí letiště velmi atraktivní, zvláště pokud nelétáme často. Na světě jsou miliony lidí, kteří letadlem nikdy neletěli a mohou si o tom nechat jen zdát. Let letadlem a s ním spojené zážitky, jsou bezpochyby zajímavou stránkou tohoto druhu dopravy. Moderní světová letiště disponují řadou skvělých luxusních obchodů, kde cestující, čekající na svůj spoj, mohou trávit čas podle svých představ. Cestující mohou na letištích rovněž navštívit bezpočet restaurací. Nevýhodou těchto restaurací jsou poněkud vyšší ceny, než jaké mají restaurace mimo letiště. Svým stálým VIP klientům, kteří využívají služeb leteckých společností pravidelně, a představují tak stálý zdroj příjmů, dávají letiště a společnosti k dispozici luxusní salonky, které těmto zámožnějším pasažérům umožňují větší soukromí a oddělí je tak od běžného ruchu letiště. Jedná se většinou o lidi, kteří cestují za obchodem po celém světě a v letadlech často tráví více času, než ve svých kancelářích. Další kategorií jsou cestující z Business Class. Cena letenek ve vyšší třídě je sice mnohem dražší, než jsou letenky v Economy Class, ale cestujícím v první třídě se dostává opravdu té nejvyšší možné péče: mají v letadle mnohem více prostoru, v Business Class jsou nainstalována ergonomická lehátka, která v noci slouží

⁸ IDNES. Ekonomika. *Idnes.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/letecka-doprava-je-stale-bezpecnejsi-nehod-bylo-loni-nejmene-za-5-let-111-/eko-doprava.aspx?c=A110227_144117_eko-doprava_vel

jako lůžka. To vše doplněné dobrým jídlem má pak za následek, že cestující je i po mnohahodinovém letu svěží a odpočatý a i po celonočním letu je schopen absolvovat náročná obchodní jednání. Služby na palubě letadla lze porovnávat jen se službami při námořní plavbě.

Vliv leteckého provozu na životní prostředí je v současnosti jedním z nejzávažnějších problémů, i když celosvětově letectví využívá přibližně jen zlomek ze světové spotřeby energie a příspěvek letectví k celosvětovému znečištění a ke globálnímu oteplování atmosféry je minimální. Nové technologie používané při výrobě letadel a hlavně pohonných jednotek, vedou ke snižování celkového hluku v leteckém provozu a také hladiny hluku, způsobené civilními letadly, jsou zanedbatelné proti silniční a železniční dopravě.

Důležitým aspektem pohledu na leteckou dopravu je geografie letecké dopravy z globálního pohledu.

Směr Evropa – Severní Amerika

Roční nárůst mezi těmito kontinenty činí 2,5 % konstantně od roku 1995. Předpokládaný nárůst přepravy zboží oběma směry – ze západu na východ a z východu na západ činí ročně 3,8 % ročně. Z evropských zemí se na letecké dopravě podílí nejvíce Německo (21,4 %), Spojené království (19,6 %), Francie (11,5 %) a Nizozemí (8,3 %).

Směr Severní Amerika – Střední Východ

Navzdory ekonomické nestabilitě na Středním Východě roste i na této dopravní cestě objem přepravovaného zboží. Spojené emiráty, Jordánsko, Katar a Kuwajt měly v této oblasti stabilní roční nárůst 6,9% v období let 1995 – 2005. Pro období 2005 - 2015 se očekává nárůst na 7,6%. Směrem na východ jsou přepravovány menší balíky, strojírenské vybavení, vědecké i dopravní vybavení. Ze zemí Středního východu se jedná zejména o oděvy, ovoce a zeleninu a farmaceutika

Směr Severní Amerika – Asie

Tato dopravní cesta prožívá opravdový boom, způsobený globalizací a silným růstem HDP asijských ekonomik. Právě díky silnému ekonomickému růstu Čína předběhla tradičního amerického partnera Japonsko. Objem letecky přepravovaného zboží mezi Čínou a Severní Amerikou činí 33%, zatímco s Japonskem 24%. Objem je rovněž způsoben tím, že asijské

ekonomiky výrazně navýšily své kapacity a investice do infrastruktury, aby posílily přepravní kapacity.

Směr Severní Amerika – Latinská Amerika

Nejčastějšími cílovými destinacemi v zemích Latinské Ameriky jsou Kolumbie a Brazílie. Růst mezi těmito dvěma regiony činí ročně 4,5 %. Společnost Boeing odhaduje růst na 6%. Směrem z Latinské Ameriky do Severní Ameriky jsou nejčastěji přepravovanými komoditami ryby (23 % carga), květiny (21 % carga) a ovoce a zelenina (11 % carga). Severní Amerika posílá na jih nejčastěji elektronické zboží, zejména procesory (11 %), specializované strojní výrobky (10 %), elektrické spotřebiče (7 %) a průmyslové vybavení (6 %).

2.4 Přeprava nákladu

První zprávy týkající se přepravy nákladu jsou z USA a Velké Británie, kde se přepravovali poštovní zásilky. Po první světové válce vznikla poštovní linka mezi Francií, západní Afrikou a Jižní Amerikou. V meziválečném období se letecká přeprava uplatňovala především na linkách spojující státy s jejich koloniemi. Hlavní rozvoj letecké nákladní dopravy nastartovala 2. světová válka, a to především v oblasti letecké techniky a zabezpečovacích zařízení.

Po válce se vývoj nákladní letecké dopravy poněkud zpomalil, zlom však přišel v 60. letech 20. století s příchodem turbovrtulových a proudových letadel. Vývoj letecké techniky a letových parků přinesl zvýšení kapacit letadel a jejich nákladových prostorů. V současné letecké dopravě se uplatňují následující formy letecké nákladní dopravy:

- doprava formou dokládky do osobních letadel – volně loženého v závislosti na počtu cestujících,
- doprava formou dokládky do osobních letadel – v kontejnerech v závislosti na počtu cestujících,
- doprava zboží v polosmíšených verzích – SQC (Semi-Quick-Change) – volně loženého a v kontejnerech,
- doprava zboží ve smíšených verzích – QC (Quick-Change) – v kontejnerech a na paletách,
- doprava zboží v nákladních verzích na paletách a v kontejnerech.

Letecký kontejner je kompaktní schránka, která může být vyrobená z různých druhů materiálů (lisovaný papír, dřevovláknité desky, kov, umělé hmoty). Stěny kontejneru jsou pevné. Letecký kontejner je svým tvarem přizpůsoben pro optimální využití vnitřního prostoru letounu.

Letecká paleta je plošina, na které se ukládají jednotlivé zásilky. Jsou opatřeny sítí nebo plachtou pro zajištění materiálu proti pohybu.⁹

2.5 Odbavování cestujících

Odbavování pasažérů a jejich zavazadel provádějí letecké společnosti samy, nebo je prováděno pověřeným agentem. Pasažéři dávají k odbavení zavazadla, která nemají v úmyslu brát s sebou do kabiny, nebo zavazadla, která není dovoleno přepravovat v kabině. Po odbavení obdrží boarding pass.

Odbavování - check-in - je zpravidla první procedurou, kterou pasažér absolvuje po příjezdu na letiště před odletem. Doba trvání odbavování se pohybuje od patnácti minut do čtyř hodin v závislosti na destinaci a typu letecké společnosti.

Způsoby odbavování se liší podle toho, jakými aerolinkami letíme. Některé letecké společnosti mají určité restriktce a může se dokonce stát, že stejná letecká společnost má ve dvou různých destinacích rozdílné odbavovací procedury. Rozdíly však bývají zpravidla tak nepatrné, že je průměrný pasažér leckdy ani nezaznamená.

V některých městech je leteckými společnostmi poskytován tzn. "In-town check-in service", kdy si pasažér může odbavit zavazadlo ve městě mimo budovu letiště. Tyto služby nabízí např. Abu Dhabi, Soul, Hong Kong, Dillí, Kuala Lumpur a Vídeň. Pasažéři jsou tak ušetřeni dlouhých front při odbavování na letišti.

Poté dojde k registraci pasažéra předložením letenek, zvacích dopisů pro příslušníky třetích zemí, pasů a víz.

Některé letecké společnosti bohužel neakceptují vnitřní lety v Schengenském prostoru, který by měl umožňovat pasažérům volný pohyb bez pasů.

V USA navíc platí zvláštní bezpečnostní požadavek, kde pasažér kromě jména a adresy musí ještě nahlásit místo svého pobytu v cílové destinaci.

⁹ KŘIVDA, Vladislav. Letecká doprava. In: *Elearn vysoká škola báňská* [online]. [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/04_LD.pdf

Při odbavování dojde obvykle i k přidělení sedadla. Pracovník odbavování se vás může zeptat, zda chcete sedadlo u okna či raději v uličce.

Odbavit se lze i online. Při tomto druhu odbavování je pasažérovi nabídnuta možnost výběru jídla, výběr sedadla a může si přečíst informace o rozměrech zavazadel. Bohužel ne všechny letecké společnosti ji umožňují a odbavují své cestující klasickým způsobem. Online odbavování bylo poprvé vyzkoušeno v roce 1999 a od té doby ho využívá stále větší počet pasažérů.

Od roku 2000 se lze odbavit i prostřednictvím mobilního telefonu, vybaveného 3G sítí či PDA zařízením. Prostřednictvím telefonu si pasažér může stáhnout potřebné dokumenty. Proces je téměř identický jako online odbavování. Tato zařízení jsou nazývána ePassy. Tento druh služby nabízí nizozemská společnost KLM na letišti Schiphol. Samozřejmostí je pro letecké společnosti přednostní odbavování pasažérů Business Class nebo pasažérů, kteří jsou zařazení do programu "frequent flyer" a létají pravidelně. Ti jsou odbavováni ve speciálních lóžích a apartmánech.

Letecká společnost na Novém Zélandu představila pasažérům samoobslužné kiosky, ve kterých se mohou sami odbavit. Na letišti už jen položí své zavazadlo na pás.

2.6 Stabilní technická základna letecké dopravy

Jako stabilní základnu letecké dopravy můžeme označit letiště. Ve většině případů je letiště pozemní stavbou určenou pro:

- vzlety letadel,
- přistávání letadel,
- pozemní pohyby letadel.

Součástí letišť jsou také:

- technické a logistické zázemí – hangáry, řídicí věž, terminály,
- sklady paliva,
- stavby zabezpečující letový provoz.

Letiště můžeme rozdělit podle provozu, pro který jsou určeny. Od civilních přes vojenskou až po experimentální:

- dopravní letiště – určená pro přepravu osob, nákladu a pošty,
- sportovní letiště,
- vojenská letiště,

- letiště pro vědecký výzkum a experimenty,
- ležiště určená pro zemědělské a lesní práce,
- letiště se smíšeným provozem – civilní x vojenské.

V praxi existuje několik druhů letišť v rozdělení podle počtu přistávacích drah. Od jednodrahových až po vícedrahové.

- jednodrahová,
- dvoudrahová,
- vícedrahová.

Letiště dále můžeme rozdělit podle délky přistávací a vzletové dráhy. To záleží na tom, pro jaké letouny ke letišti určeno.

- letiště určená pro letadla se svislým vzletem (heliporty),
- letiště určená pro letadla se strmým vzletem a přistáním,
- letiště určená pro letadla klasické konstrukce.

2.7 Mobilní technická základna

Jako mobilní technická základna se v letecké dopravě označují letadla. Letadlem se myslí všechna zařízení, která jsou schopná létat, dají se řídit a mohou přepravovat osoby nebo náklad.

Letadla můžeme rozdělit na:

- letadla lehčí než vzduch – létají vlivem aerostatického vztlaku
- letadla těžší než vzduch – létají vlivem aerodynamického vztlaku

Dále můžeme letadla dělit na:

- civilní letadla – určená pro dopravu osob a nákladů
- vojenská letadla – určená pro vojenské účely

Současné požadavky na letouny pro hromadnou leteckou dopravu

- minimalizace nákladů na 1 osobokilometr
- minimalizace počtu sedadel potřebných pro soběstačnost letu
- zvyšování přepravní rychlosti
- zvyšování pohodlí pro cestující

- zabezpečení dlouhodobé životnosti, větší bezpečnosti a spolehlivosti
- zvýšení pravidelnosti dopravy v závislosti na meteorologických podmínkách
- snížení nároků na technické ošetření
- odlehčení provozu na letištích a leteckých trasách

Rozdělení letounů podle typu pohonných jednotek na:

- letouny s pístovými pohonnými jednotkami
- letouny s turbovrtulovými pohonnými jednotkami
- letouny s proudovými pohonnými jednotkami

Podle kategorie určení na letouny pro:

- velmi krátké až krátké vzdálenosti (s doletem do 1 500 km)
- krátké až středně dlouhé vzdálenosti (s doletem do 3 500 km)
- středně dlouhé až dlouhé vzdálenosti (s doletem nad 3 500 km)

Letouny na velmi krátké a krátké vzdálenosti

- **Turbovrtulové letouny**

Letecké společnosti poměrně dost využívají turbovrtulové letouny na krátké vzdálenosti. Je to dáno výhodností provozních nákladů těchto letounů. Slouží ke spojení s menšími městy. Kapacita těchto letounů je 10 – 30 míst. Cestovní rychlost těchto letounů je 350-600 km/h.

- **Letouny s dvěma proudovými pohonnými jednotkami**

Tento typ letounů je nejčastěji využíván na velmi krátkých a krátkých relacích. Kapacita přepravovaných osob se pohybuje od 50 do 100 pasažérů. Vyznačují se mnohem vyšší rychlostí než turbovrtulové letouny. Cestovní rychlost je 800 až 930 km/h. Jejich cena je sice vyšší, ale vyznačují se také vyšším obchodním zatížením a doletem.

Letouny na krátké a střední vzdálenosti

- **Letouny s dvěma nebo třemi proudovými pohonnými jednotkami**

V současnosti se tento typ letounů vyznačuje relativně vysokou kapacitou míst pro lety na střední vzdálenosti. Dbá se u nich také na vyšší komfort. Současným trendem je zaměření na vysokou přepravní rychlost zároveň se snižováním provozních nákladů. Cena

letounů je vyšší, a to v závislosti na kapacitě letounu. Kapacita bývá 50 – 150 míst. Cestovní rychlosti těchto letounů se pohybují v intervalu 850 až 950 km/h.

- **Letouny s třemi nebo čtyřmi proudovými pohonnými jednotkami**

Kapacita těchto letounů je již poměrně vysoká, obvykle od 120 do 250 cestujících. Cestovní rychlost je podobná jako u předchozího typu 700 až 980 km/h. Pokud je tento typ plně obchodně zatížen, pohybuje se dolet od 2000 do 5400 km.

Letouny pro dlouhé vzdálenosti

Letouny pro dlouhé lety jsou specifické právě díky požadavkům na dlouhé lety. Jedná se většinou o letouny s velmi vysokou kapacitou, a to 200 až 550 míst. Maximální cestovní rychlost je většinou mezi 930 až 960 km/h. Vzhledem k vysoké potřebě leteckých pohonných hmot je poměr obchodního zatížení ke vzletové hmotnosti o něco méně efektivní než u předchozích typů letounů.

2.8 Mezinárodní letecké organizace

Letecká doprava je již svým charakterem předurčena pro širokou mezinárodní spolupráci a koordinaci. K zajištění takovéto koordinace vznikla řada organizací, z nichž některé jsou ustaveny na úrovni vlád jednotlivých členských zemí a jejich členy jsou příslušné státy (ICAO, Eurocontrol), jiné pak jsou vytvořeny jako sdružení leteckých dopravců (IATA), jiné pak jako společné podniky několika leteckých dopravců (SITA)¹⁰

- ICAO – Interlacional Civil Aviation Organisation – Mezinárodní organizace pro civilní letectví
- ECAC – European Civil Aviation Conference – Evropská konference civilního letectví
- JAA – Joint Aviation Authorities – Sdružené letecké úřady
- IATA – International Air Transport Association – Mezinárodní sdružení leteckých dopravců
- AEA – Association of European Airlines – Regionální sdružení leteckých dopravců
- SITA – Societé Internationale de Telecommunication Aeronautique – Mezinárodní sdružení pro letecké komunikace
- Eurocontrol – evropská organizace pro spolupráci v řízení letového provozu

¹⁰ PRUŠA, Jiří a kolektiv. *Letecká doprava*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002. ISBN 80-7041-543-6.

ICAO

ICAO je vládní organizace OSN, založena na základě Chicagské smlouvy z roku 1944. Úkolem této organizace je zajišťovat bezpečný rozvoj mezinárodního civilního letectví. Podílí se na vývoji letadlové techniky, letových tratí, letišť a stanovuje mezinárodně platná pravidla.

ECAC

Členy této konference jsou vlády evropských zemí. Zabývá se stejnou problematikou jako ICAO, ale v evropském měřítku.

JAA

Náplní práce této organizace je především sjednocování předpisů v oblasti letového provozu a letadlové techniky a o letové normy, normy odpočinku posádky a technické a bezpečnostní předpisy.

IATA

Jedná se o dobrovolnou nevládní organizaci se sídlem v Montrealu. Zakládajícím členem byly i ČSA. V současnosti sdružuje zhruba 270 leteckých společností. Snaží se o realizaci jednotného světového systému letecké dopravy. Spolupracuje s organizací ICAO. Zajišťuje a organizuje spolupráci mezi leteckými společnostmi.

SITA

Provozuje telekomunikační sítě, které slouží k předávání zpráv a dat potřebných k organizaci letecké dopravy. Jedná se o zprávy jak provozního charakteru, tak obchodního charakteru. Dále slouží pro chod rezervačních a odbavovacích systémů. Dá se říci, že sítě SITA jsou pokryta všechna místa na světě, která mají nějaký význam pro leteckou dopravu.

Eurocontrol

Jedná se o evropskou vládní organizaci, která má za cíl efektivní provoz na evropských letových cestách, rozšíření kapacit těchto letových cest a harmonizaci rozvoje letových cest. Tato organizace sídlí v Bruselu a jejím členem je i ČR.

2.9 Řízení letového provozu

Postupným vývojem v letecké dopravě došlo k tomu, že součástí mezinárodních dohod je povinnost každého státu zajistit, aby letecký provoz nad územím daného státu byl:

- bezpečný,
- plynulý,
- hospodárný,

Tyto požadavky zabezpečují letecké služby, které letecký provoz řídí a organizují. Jedná se o následující služby:

- letová provozní služba,
- telekomunikační služba,
- meteorologická služba,
- pátrací a záchranná služba,
- letecká informační služba,
- operačně kontrolní služba
- technická, požární a záchranná služba letišť.

Pro zajištění nejtěžejnějších úkolů, mezi něž patří řízení letového provozu a kontrola letového provozu, je určena letová provozní služba. Tato služba svými činnostmi zabraňuje srážkám letadel a optimalizuje pohyb letounů jak na letových cestách, tak na provozních plochách letišť s ohledem na co nejvyšší efektivnost těchto manévrů.

Letecké služby z informací od letadel o průběhu letu a plánů daných letů sledují vzájemné polohy letadel. Na základě těchto informací poté vydávají letová povolení a předávají dále informace, které mají zajistit bezpečnost a hospodárnost provozu. Služby, které zabezpečují dané činnosti jsou:

- oblastní služba,
- letištní přiblížovací služba,
- letištní řídicí věž.

Oblastní služba má na starosti řízení letového provozu, který už je polohou mimo okresek letišť. Odpovídá za řízení od chvíle, kdy převezme letadlo do doby, kdy letadlo předá dalšímu sousednímu obvodu. Okrskem letiště se myslí území v okruhu letiště do 20 km ve směrech odletů a příletů. Oblastní služba provádí následující činnosti:

- vydává letová povolení,
- sleduje meteorologický vývoj,
- předává a získává provozní informace od letadel,
- spolupracuje se sousedními oblastmi, přiblížovacími stanovišti a letištními věžemi,
- koordinuje letový provoz s vojenskými orgány.

Letištní přiblížovací služba řídí:

- odlety a přílety letadel do a ze stanovených příletových bodů okrsku letiště,
- vyčkávání letadel ve stanovených vyčkávacích prostorech.

Letištní řídicí věž řídí provoz v těsné blízkosti letiště a na letišti následovně:

- stanovuje používání vzletových a přistávacích drah podle povětrnosti a provozu na letišti,
- stanovuje pořadí letadel na vzlet a přistání,
- předává všem letadlům na letišti a v jeho blízkosti informace o meteorologické situaci,
- předává letadlům vzletová a letová povolení,
- řídí poježdění letadel na letišti a odbavovací ploše,
- má přehled o stavu letištních ploch a zabezpečovací technice na letišti,¹¹

¹¹ KŘIVDA, Vladislav. Letecká doprava. In: *Elearn vysoká škola báňská* [online]. [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/04_LD.pdf

3 Analýza současného stavu letecké dopravy a HDP

V této části práce se budu zabývat leteckou dopravou od letišť a popisu aktuálního stavu linek ČSA po samotnou analýzu časových řad přepravených cestujících a hrubého domácího produktu. Formulováním hypotéz a příslušnými testy potvrdím nebo vyvrátím sezónnost obou časových řad a v případě prokázání sezónnosti provedu sezónní očištění.

3.1 Linky ČSA pro rok 2013

V letošním roce se očekává snížení počtu cílových destinací o sedmnáct linek v porovnání s ložskem. Rovněž dojde ke snížení počtu dopravců, kteří budou využívat Letiště Václava Havla. Navzdory tomu se proti ložskému roku očekává pětiprocentní nárůst míst v letadlech, a to zejména a linkách do Kodaně, Tel Avivu, Stockholmu, Nice a Mnichova. Situace na trhu letecké dopravy je vzhledem ke globálním ekonomickým souvislostem proměnlivá, neboť v průběhu sezóny sedm aerolinek zkrachovalo či ukončilo činnost a naopak čtyři nové přibyly. Ve výčtu společností, které ukončily provoz jsou Job Air, Wind Jet, City Airline, Cimber Air, Bmibaby, Iceland Express a Aerosvit.

Dalším důsledkem nepříznivé ekonomické situace je i nárůst levnějších charterových letů, zejména do turistických destinací jakými jsou Antalya, Hurgada, Burgas, Monastir a Marsa Allam

Českým aeroliniím ubude proti ložsku šest destinací a současný počet linek se zastavil na čísle 42 do 24 zemí.. Vstupem společnosti Korean Air na tuzemský trh byla vytvořena linky Praha – Soul. Dalšími novými linkami jsou pravidelná spojení do Curychu, Florencie, Mnichova, Nice a ruského Permu. Naopak přestanou létat do ukrajinského Doněcku a do Lvova.

Letní letový řád začíná 31. března a platí do 26. října 2013. V tomto období jsou nejvytíženějšími linkami z Letiště Václava Havla budou linky, směřující do Paříže, Moskvy a Frankfurtu. Nejvyšší příčka v počtu míst patří Itálii s třinácti destinacemi.

3.2 Letiště ČR

V České republice je v provozu v současné době 5 letišť mezinárodního charakteru. Největším je letiště Václava Havla v Praze, druhým největším je Brno-Tuřany, dále letiště v Karlových Varech a letiště Leoše Janáčka v Ostravě. Rovněž v našem městě je menší letiště, které se orientuje zejména na klienty z Ruska. V Pardubicích je také vojenské letiště.

Letiště Václava Havla je největším letišťem nejen v ČR, ale i jedním z největších letišť střední Evropy. Bylo založeno v roce 1937 a působí na něm kolem 50 dopravců. V roce 2006 došlo k nárůstu kapacity o 3,5 milionu cestujících ročně vybudováním terminálu Sever 2. Nárůst počtu cestujících je velmi dynamický, od roku 1990 se počet dobavených osob zesateronásobil Letiště Václava Havla se v roce 2011 s počtem 11,8 milionů cestujících zařadilo na 27. místo v Evropě. Jednoznačné prvenství v Evropě drží londýnské letiště Heathrow.

3.2.1 Letiště Václava Havla

Provozovatelem Letiště Václava Havla je akciová společnost Letiště Praha, která získala od letecké asociace IATA ocenění Eagle jako nejrychleji se rozvíjející letiště světa. Toto ocenění je jistě dobrým znamením pro všechny, kteří v oboru letecké dopravy podnikají. Letiště Praha je spojeno se 130 destinacemi světa a v roce 2010 vykázalo miliardový zisk. Přímo zaměstnává 200 zaměstnanců a dalších 15 000 lidí je navázáno na jeho provoz.

V současné době jsou v provozu dvě dráhy, třetí je ve výstavbě, protože stávající kapacita již dlouhodobě nevyhovuje požadavkům na moderní letiště a počty odbavených pasažérů. Letiště funguje v kategorii „plně koordinovaných letišť“, což znamená, že není dopravcům plně k dispozici, ale musí si předem dohodnout přesný čas příletu a odletu. Tento způsob fungování se nazývá „**letištní slot**“.

Proto Česká správa letišť (nyní Letiště Václava Havla), Řízení letového provozu, Úřad pro civilní letectví a piloti Českých aerolinií, Travel servisu a Fischer Air vytvořili společný pracovní tým nazvaný Runway Capacity Team. Tento think-tank provedl rozsáhlou studii a navrhl úpravy dráhového systému, které by překlenuly nedostatečné kapacity. Paralelní dráha umožní zvýšení kapacity a provoz v přilehlém vzdušném prostoru bude efektivnější. Tuto dráhu budou moci využívat letadla o rozpětí křídel do 80 metrů. Na dosud provozovaných drahách létala letadla pouze o rozpětí do 65 metrů

3.2.2 Další významná letiště v ČR

Letiště Brno - Tuřany

Letiště v této moravské metropoli bylo založeno v roce 1954 a svými kapacitami se patří na druhé místo v České republice. V roce 2009 odbavilo půl milionu cestujících. Má výbornou dosažitelnost z dopravního hlediska, protože se nachází u dálnice D1 ve směru z Brna na Olomouc. Z centra Brna se na něj cestující dostanou za 20 minut autobusy městské hromadné dopravy, čímž odpadnou starosti s parkováním i náklady na placení parkovného.

Cestující také často využívají taxíků, které mohou parkovat hned před odbavovací budovou. Terminál tohoto moravského letiště tvoří dvě budovy – odbavovací budova Odlet a odbavovací budova Přílet, které jsou vzájemně propojeny. Tak jako další letiště na území EU je i letiště Tuřany rozděleno na část „Schengen“ a „Neschengen“. Za areálem příletové haly je turistické informační centrum, autopůjčovny a taxislužby.

Letiště Ostrava - Mošnov

Nachází se asi 20 km jihozápadně od Ostravy u obce Mošnov. Otevřeno bylo v roce 1959. Letiště ročně odbaví asi 300 tisíc cestujících. Z Ostravy létají pravidelné linky a v turistické sezoně sem létají také charterové lety.

Autobusová doprava z letiště do města Ostravy je zajišťována pravidelnými autobusovými linkami. Zastávka je umístěna přímo před letištní halou. Lze využít také taxislužeb nebo si půjčit auto. Cestující, kteří se chtějí dopravit na letiště nebo z letiště vlakem, mají možnost vystoupit či nastoupit v železniční stanici Studénka a využít mikrobusovou přepravu na letiště.

Letiště Karlovy Vary

Letiště Karlovy Vary patří s počtem šedesát tisíc cestujících ročně spíše mezi menší letiště. Patří mezi naše nejstarší letiště s datem založení 1929. Toto letiště prochází celkovou modernizací, jejíž součástí je i modernizace nové odbavovací haly. Má rovněž skvělou dopravní dostupnost – 4 km jihovýchodně od centra Karlových Varů.

Letiště Pardubice

Letiště Pardubice je historicky známé jako dlouholeté vojenské letiště. Pro civilní účely je mezinárodní letiště v Pardubicích využíváno až od roku 2005. Je situováno na jihovýchodě města s výbornou dopravní dostupností 4 km od centra jak autobusovými spoji, tak taxíky. Nachází se uprostřed východních Čech a je výborně dosažitelné pro celý východočeský region

Následující tabulka ukazuje vývoj počtu letišť v ČR v rozdělení na mezinárodní a vnitrostátní a veřejné, neveřejné.

Tabulka 1: Přehled vývoje počtu letišť v ČR

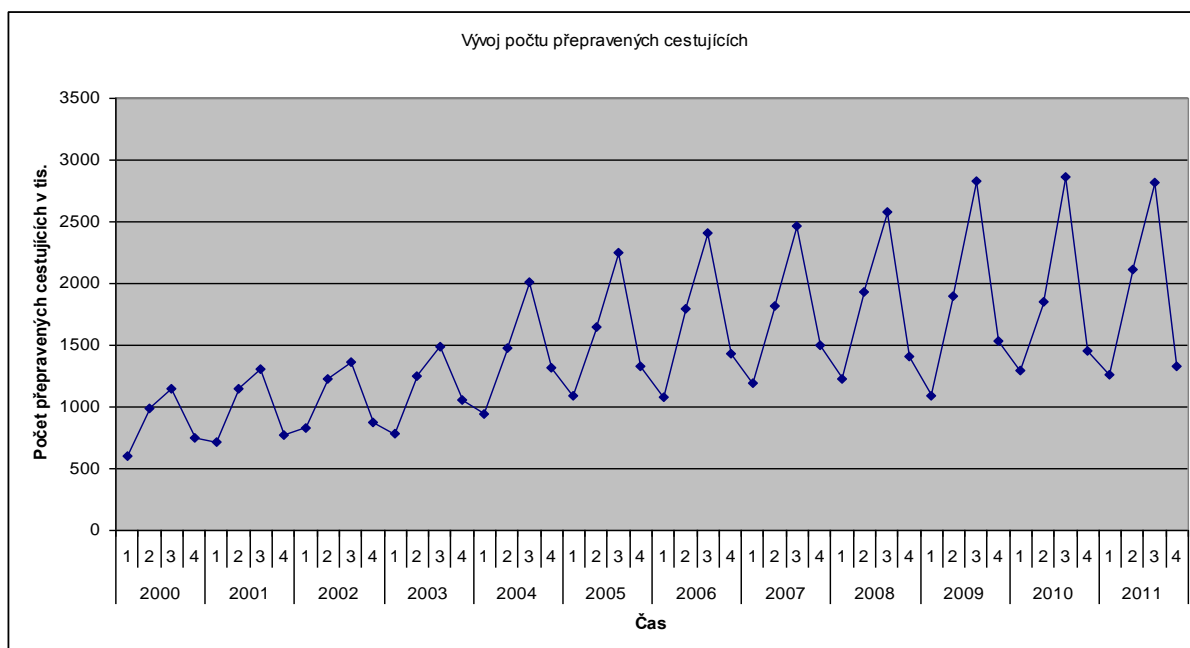
Rok	Počet letišť					
	Celkem	veřejné vnitrostátní	veřejné mezinárodní	neveřejné vnitrostátní	neveřejné mezinárodní	veřejné vnitrostátní a zároveň neveřejné mezinárodní
	1=2+3+4+5+6	2	3	4	5	6
1995	73	58	10	3	2	0
1996	67	50	10	5	2	0
1997	74	54	10	8	2	0
1998	85	60	10	12	3	0
1999	84	59	11	11	3	0
2000	86	57	12	11	6	0
2001	85	57	12	10	6	0
2002	85	56	14	9	6	0
2003	87	59	9	12	7	0
2004	87	58	9	11	9	0
2005	88	57	9	13	5	4
2006	89	58	9	12	5	5
2007	91	58	8	13	6	6
2008	91	58	7	12	8	6
2009	88	57	7	11	7	6
2010	91	57	7	12	6	9
2011	91	58	6	15	5	7

zdroj: ČSÚ

3.3 Analýza vývoje počtu přepravených cestujících

Následující graf je ukázkou vývoje počtu přepravených cestujících leteckou dopravou po kvartálních obdobích. Je téměř pravidlem, že největší počet přepravených cestujících leteckou dopravou bývá ve třetím kvartálu a naopak nejméně lidé cestuje v prvním kvartálu.

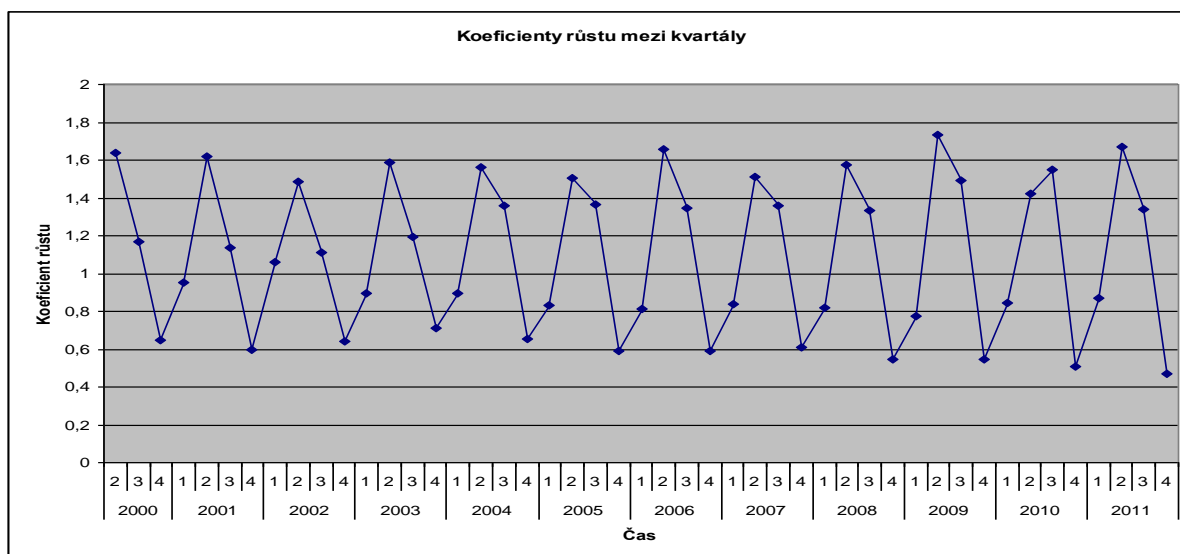
Obrázek č. 6: Graf vývoje počtu přepravených cestujících po kvartálech



Zdroj: autor

Z předchozího grafu můžeme vidět, že vývoj počtu přepravených cestujících leteckou dopravou v letech 2000 - 2003 rostl ovšem od roku 2004 se růst stále zpomaluje. Můžeme také vidět, že nejvíce cestujících je vždy přepraveno ve 3. kvartálu, tzn. předpoklad existence sezónnosti. Hypotézu na existenci sezónnosti otestujme dále.

Obrázek č. 7: Graf mezikvartálních koeficientů růstu přepravených cestujících

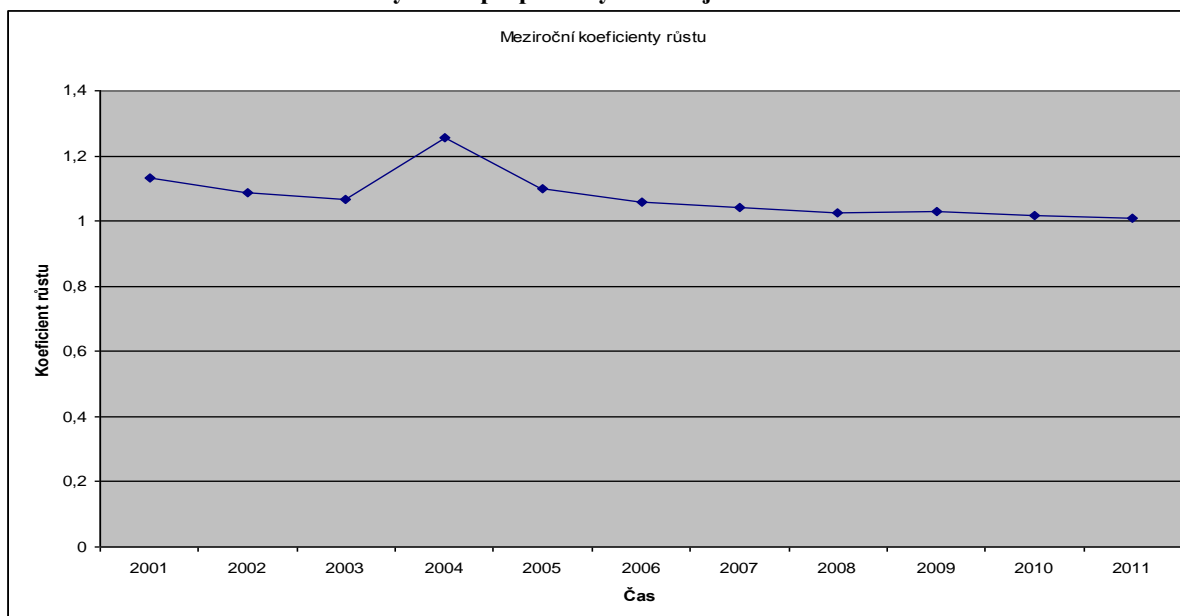


Zdroj: autor

Graf mezikvartálních koeficientů růstu nám ukazuje, o kolik se zvýšil či snížil počet přepravených cestujících oproti předchozímu období (kvartálu). Můžeme vidět pravidelné opakování téměř ve stejných mezích, což se dá považovat za další ukazatel přítomnosti sezónnosti.

Z následujícího grafu, který zobrazuje meziroční koeficienty růstu můžeme vypočítat, že počet přepravených sice stále roste, ale již od roku 2004 tento trend neustále zpomaluje. Hodnota 1 znamená stagnaci oproti předchozímu období.

Obrázek č. 8: Meziroční koeficienty růstu přepravených cestujících

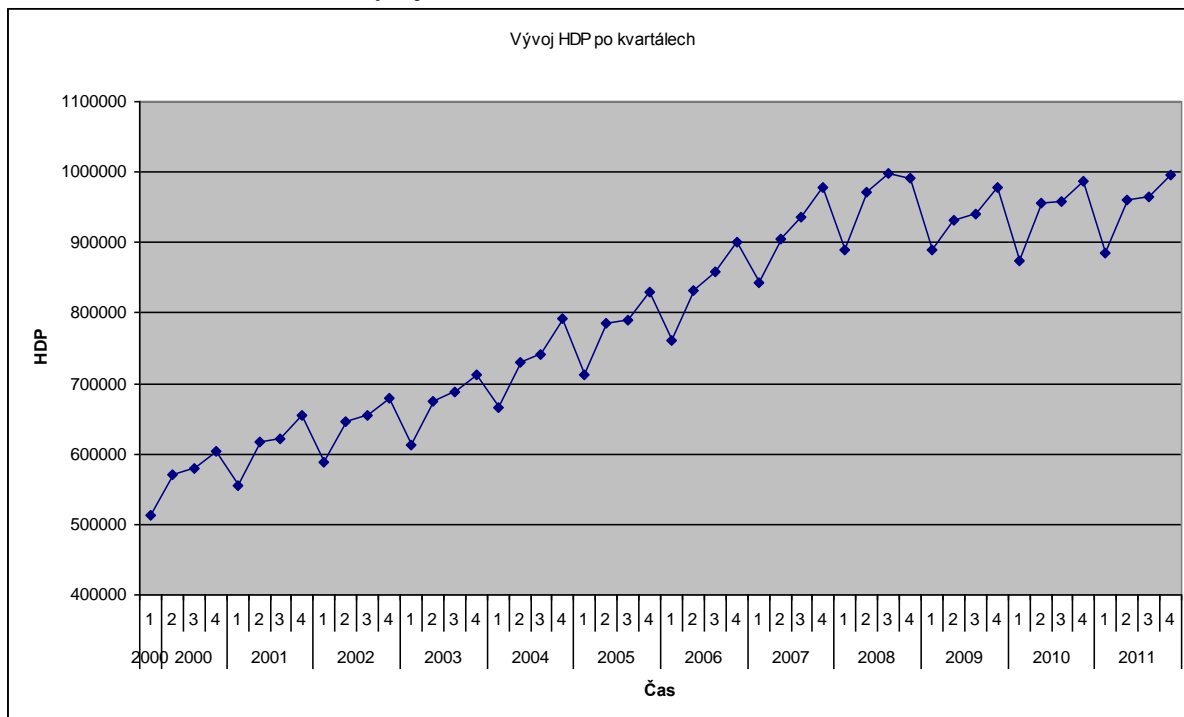


Zdroj: autor

3.4 Analýza vývoje HDP

Jak zobrazuje následující graf, vývoj HDP lineárně rostl od roku 2000 až do roku 2008. Od roku 2009 vidíme mírný propad či stagnaci způsobenou globální finanční krizí. I v případě HDP můžeme vidět kvartální sezónní výkyvy, kdy nejnižší podíl na celkovém ročním HDP má pravidelně první kvartál.

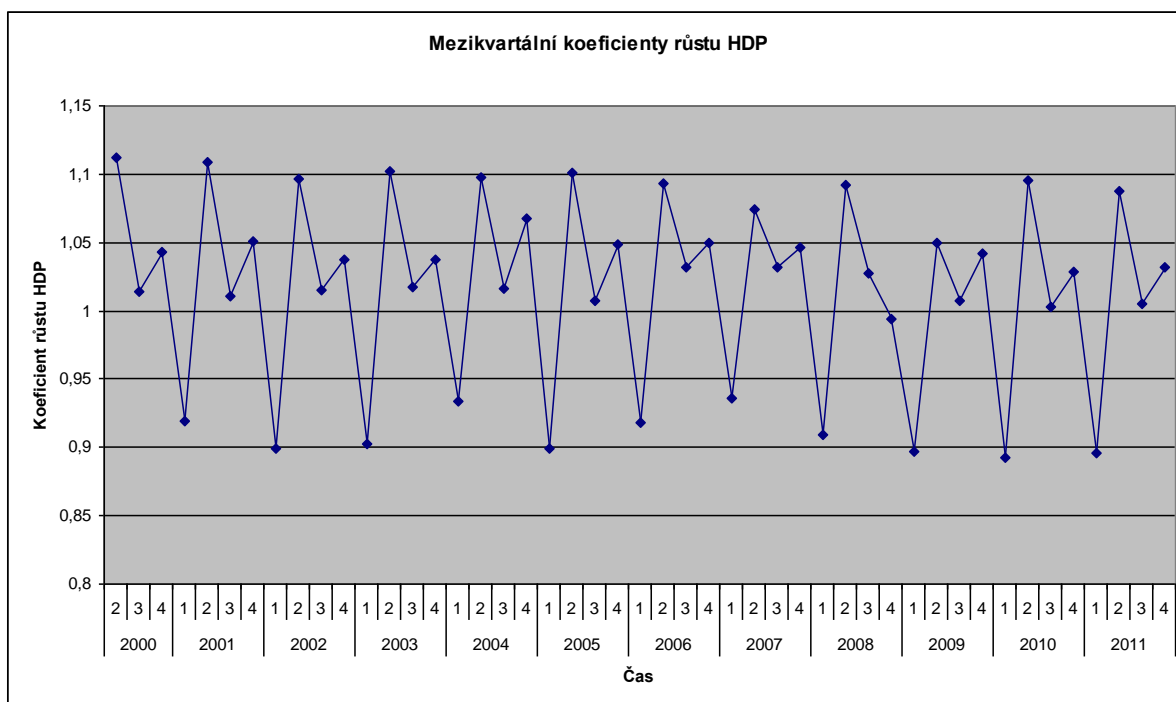
Obrázek č. 9: Graf kvartálního vývoje HDP



Zdroj: autor

Dá se říci, že vývoj HDP má každý rok téměř shodný průběh. Nejnižším dílem se na HDP podílí první kvartál. Ve druhém kvartálu dochází k výraznému růstu, který je podpořen dalším růstem ve třetím a čtvrtém kvartálu, který již není tak výrazný.

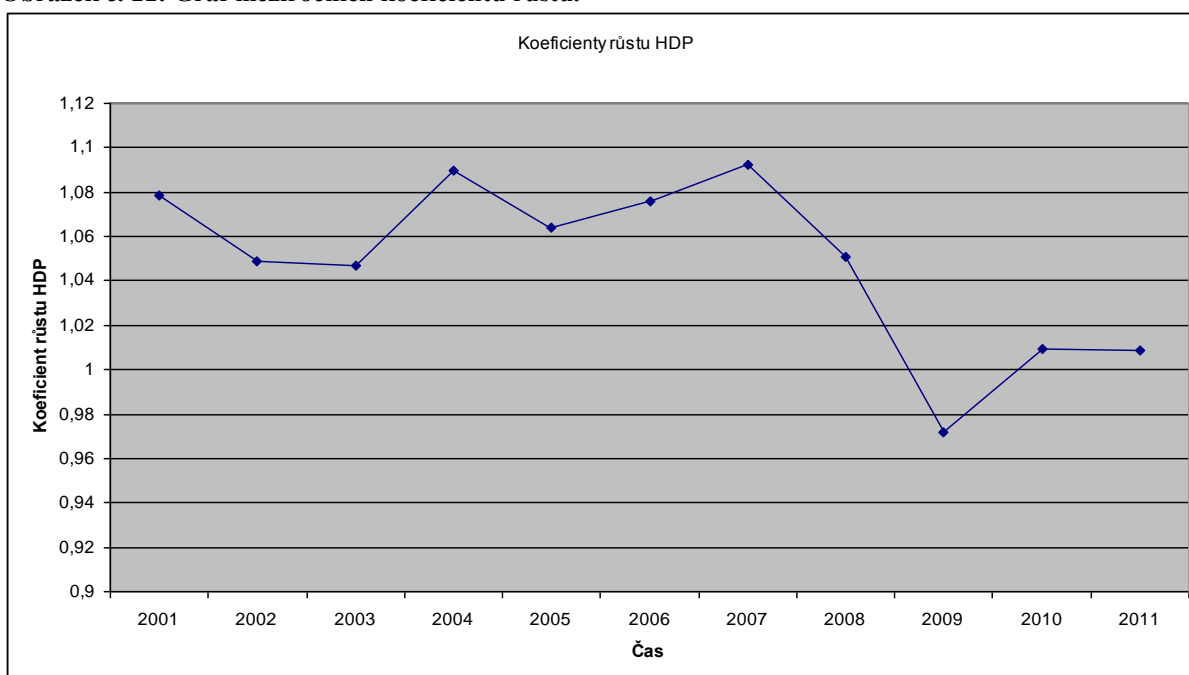
Obrázek č. 10: Graf mezikvartálních koeficientů růstu



Zdroj: autor

Na dalším grafu můžeme vidět, že HDP od roku 2000 v meziročním srovnání od roku 2000 rostl. V letech 2002 a 2003 byl růst téměř stejný. V roce 2004 byl růst HDP velmi dobrý, proto je následující rok růst zpomalen, ale v roce 2006 a 2007 byl vývoj HDP poměrně hodně rostoucí. V roce 2009 došlo ke zlomu a HDP klesnul aby následující 2 roky téměř stagnoval.

Obrázek č. 11: Graf meziročních koeficientů růstu.



Zdroj: autor

3.5 Sezónnost časových řad

Pro úplnou analýzu časových řad, musíme zjistit, zda je v daných časových řadách přítomna sezónnost. Prokázání hypotéz sezónnosti znamená ovlivnění výsledného modelu ve čtvrté kapitole. Hodnoty predikce z budoucího modelu se ještě musí upravit o sezónní výkyvy podle toho, o jaký kvartál se bude v predikci jednat. A prokázání sezónnosti pomůže v neposlední řadě lépe pochopit a představit jak se dané časové řady vyvíjí nejen dlouhodobě, ale i během kratších období (kvartálech) v jedné periodě (rocích).

Sezónnost je potřeba ověřit i z důvodu budoucího zjišťování vzájemné korelace obou sledovaných časových řad. Jelikož prokázání korelace mezi samotnými časovými řadami nelze brát zcela jako prokazatelné, je potřeba provést sezónní očištění kvůli možnosti zjištění reziduí daných časových řad, mezi kterými případná korelace má již požadovanou vypovídací hodnotu. Podrobnosti v kapitole 3.3.1 a 4.1.

Kolísání časových řad může být zapříčiněno různými faktory, mezi něž patří například pravidelné sezónní vlivy (Vánoce, letní prázdniny), dlouhodobější faktory jako recese, technologický pokrok nebo strukturální změny, jednorázové faktory jako stávky a přírodní neštěstí a další krátkodobé fluktuace následkem počasí apod.

Při dekompozici časových řad se předpokládá se, že časové řady mohou být rozloženy na několik základních složek, a to

Trend – zachycuje dlouhodobou tendenci časové řady růst nebo klesat (trend ovlivňují síly jako populační změna, inovace, změna cen, růst produktivity).

Cyklická složka – vlnové výkyvy okolo trendu; zpravidla delší než jeden rok, nemusí být stejně dlouhé.

Tyto dvě složky jsou spojeny v tzv. **cyklus-trend**.

Sezónní složka – z krátkodobého hlediska pravidelně se opakující fluktuace související se střídáním ročních období, svátky, množství denního světla atd., které mohou ovlivnit spotřební zvyky a schopnosti produkce.

Nepravidelná (iregulární) složka – představuje výkyvy, které jsou dynamické, nepředvídatelné a nemají systematický charakter. Sem se většinou přiřazují tzv. **vychýlená (odlehlá) pozorování** – pohyby, kterým se dá přiřadit specifická příčina jako např. přírodní neštěstí nebo stávka

Systematické sezónní výkyvy (sezónnost) znesnadňují interpretaci dat, například je obtížné rozpoznat dlouhodobý trend, cyklické variace nebo kritická místa jako jsou body obratu. Cílem procedury sezónního očištění je tedy oddělit sezónní složku, čímž zůstane složka

trend-cyklus a nepravidelná složka, aby byly ostatní vlivy na časovou řadu zřetelnější a bylo umožněno srovnání po sobě jdoucích pozorování.

Původní řady jsou hlavně využitelné, pokud nás zajímá současná čtvrtletní nebo měsíční hladina indikátoru. Sezónně očištěná data slouží hlavně jako srovnávací nástroj – k porovnání krátkodobých pohybů jednotlivých období roku jedné časové řady mezi sebou, ke srovnání časových řad s rozdílným sezónním průběhem a v neposlední řadě ke smysluplnému mezinárodnímu srovnání.

Sezónní vlivy jsou většinou oproti ostatním pravidelné a poměrně velké, takže mohou být odstraněny, a tak je výrazně zvýšena využitelnost dat. Je ale nutné mít na paměti, že odhady dat trendu a sezónně očištěných dat zejména na konci řady (tedy nejnovější) jsou předmětem revizí a závislé na budoucích hodnotách. Proto se pro potvrzení vývoje doporučuje mít dalších 3 až 6 pozorování. Někdy se sezónnost může v čase vyvíjet, což také může ovlivnit odhady vývoje.¹²

Modelovat můžeme pomocí multiplikativních, proporcionálních a sezónně konstantních modelů. Pro další práci jsem vybral model s konstantní sezónností.

Existují 3 modely konstantní sezónnosti:

- model konstantní sezónnosti se schodovitým trendem $y_{ij} = \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$
- model konstantní sezónnosti s ročním lineárním trendem $y_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$
- model konstantní sezónnosti s lineárním trendem $y_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 (t_{ij} - \bar{t}) + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

U obou časových řad je nejprve potřeba otestovat, zda se v nich vyskytují významné sezónní výkyvy.

Formulujeme tedy hypotézu $H_0: S_j = 0$ - sezónnost není, oproti alternativní hypotéze $H_1: S_j \neq 0$. K potvrzení či vyvrácení hypotézy využíváme F -test. Výslednou hodnotu testu porovnáme s hodnotou ze statistických tabulek, a tím hypotézu potvrdíme nebo vyvrátíme.

$$F = \frac{\frac{m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y})^2}{r-1}}{\frac{SR}{(r-1)(m-1)}}$$

¹² ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Sezónně očištěná data. *Csu.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/sezonne_ocistena_data

$$SR = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2 - r \sum_{i=1}^m (\bar{y}_i - \bar{y})^2 - m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y})^2$$

kde: m - je počet časových intervalů (roků) v našem případě $m=12$

r - je počet dílčích časových období (kvartály) $r=4$

\bar{y} - průměr časové řady

\bar{y}_j - průměr j -té sezóny

\bar{y}_i - průměr i -tého roku

3.5.1 Sezónnost časové řady přepravených cestujících leteckou dopravou

Následující tabulka zobrazuje počet přepravených cestujících v jednotlivých kvartálech roku. Jako další jsou zde sloupce pomocných výpočtů pro určení parametru SR, který je součástí F -testu.

Tabulka č.2: Počet přepravných cestujících a hodnoty pro určení sezónnosti

Rok/Kvartál	Q1	Q2	Q3	Q4	\bar{y}_i	$\bar{y}_i - \bar{y}$	$(\bar{y}_i - \bar{y})^2$
2000	601,930	984,4057	1149,246	747,892	870,8687	-620,29	384759,7
2001	711,548	1151,788	1306,83	777,164	986,8328	-504,326	254344,7
2002	825,318	1227,367	1363,868	874,816	1072,842	-418,316	174988,7
2003	785,721	1249,508	1489,618	1058,924	1145,943	-345,216	119174,1
2004	944,687	1477,77	2012,336	1315,543	1437,584	-53,5747	2870,254
2005	1093,482	1648,811	2254,602	1332,964	1582,465	91,306	8336,786
2006	1080,915	1791,73	2408,722	1428,254	1677,405	186,2465	34687,76
2007	1198,744	1814,547	2461,071	1502,658	1744,255	253,0965	64057,84
2008	1228,124	1936,477	2581,857	1411,459	1789,479	298,3205	88995,12
2009	1092,384	1896,932	2827,001	1537,904	1838,556	347,3968	120684,5
2010	1298,295	1849,6	2862,311	1455,872	1866,52	375,3608	140895,7
2011	1264,73	2108,5	2820,43	1330,96	1881,155	389,9963	152097,1
\bar{y}_j	1010,49	1594,786	2128,158	1231,201			
$\bar{y}_j - \bar{y}$	-480,669	103,6276	636,999	-259,958		Suma $(\bar{y}_i - \bar{y})^2$	1545892
$(\bar{y}_j - \bar{y})^2$	231042,6	10738,69	405767,7	67578,04		Suma $(\bar{y}_j - \bar{y})^2$	715127

zdroj: autor

$$\bar{y} = 1491,159$$

Výpočet SR: viz příloha č.1

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2 = 16108894$$

$$r \sum_{i=1}^m (\bar{y}_i - \bar{y})^2 = 6183569$$

$$m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y}) = 8581524$$

$$SR = 1343801$$

$$F = \frac{\frac{12 * 715127}{4-1}}{\frac{1343801}{(4-1)(12-1)}} = 70,24607$$

$$\text{Tabulková hodnota } F_{0,95}(r-1)(m-1) = 8,76$$

Jelikož $70,24 > 8,76$ hypotézu H_0 zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu, že v časové řadě přepravených cestujících existuje sezónnost, při 95% hladině spolehlivosti.

3.5.2 Sezónnost časové řady HDP

Následující tabulka zobrazuje vývoj HDP v jednotlivých kvartálech roku. Jako další jsou zde sloupce pomocných výpočtů pro určení parametru SR, který je součástí F -testu.

Tabulka č.3: Vývoj HDP a hodnoty pro určení sezónnosti

Rok/Kvartál	Q1	Q2	Q3	Q4	\bar{y}_i	$\bar{y}_i - \bar{y}$	$(\bar{y}_i - \bar{y})^2$
2000	513855	571558	579741	604541	567423,7	-228513	5221819116
2001	555637	615997	622539	654384	612139,2	-183798	33781521006
2002	588244	644988	654986	679312	641882,5	-154054	23732711943
2003	612939	675255	687205	712708	672026,8	-123910	15353688100
2004	665376	730121	741602	792073	732293	-63643,8	4050526914
2005	712518	784468	790275	828795	779014	-16922,8	286379467,6
2006	761086	831575	858497	901441	838149,8	42213	1781937369
2007	843399	905917	935100	978157	915643,3	119706,5	14329646142
2008	889080	970995	997237	991099	962102,8	166166	27611139556
2009	888452	932655	939543	978575	934806,3	138869,5	19284738030
2010	872980	956630	959164	986463	943809,3	147872,5	21866276256
2011	884085	961173	965752	996792	951950,5	156013,8	24340290189
\bar{y}_j	732304	798444,3	810970,1	842028,3			
$\bar{y}_j - \bar{y}$	63632,5	2507,58	15033,33	46091,58		Suma $(\bar{y}_i - \bar{y})^2$	2,39E+11
$(\bar{y}_j - \bar{y})^2$	4E+09	6287974	2,26E+08	2,12E+09		Suma $(\bar{y}_j - \bar{y})^2$	6405818196

zdroj: autor

$$\bar{y} = 795936,8$$

Výpočet SR viz. příloha č.4

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2 = 1,03482 * 10^{12}$$

$$r \sum_{i=1}^m (\bar{y}_i - \bar{y})^2 = 9,54548 * 10^{11}$$

$$m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y})^2 = 76869818349$$

$$SR = 3400880897$$

$$F = \frac{\frac{12 * 6405818196}{4-1}}{\frac{3400880897}{(4-1)(12-1)}} = 248,63$$

$$\text{Tabulková hodnota } F_{0,95}(r-1)(m-1) = 8,76$$

Jelikož $248,63 > 8,76$ hypotézu H_0 zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu, že v časové řadě přepravených cestujících existuje sezónnost.

3.6 Sezónní model přepravených cestujících

U obou časových řad vyjdeme z modelu konstantní sezónnosti s ročním lineárním trendem. Jedná se o lineární funkci:

$$y_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Jako první krok musíme určit parametry modelu následujícím způsobem:

$$a_0 = \bar{y} = \frac{1}{rm} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r y_{ij}$$

$$a_1 = \frac{1}{r} \frac{12}{m(m^2-1)} \sum_{i=1}^m (i-\bar{i}) \bar{y}_i$$

$$b_j = (\bar{y}_j - \bar{y}) - (j - \bar{j}) a_1$$

Parametr a_0 jsme určily výše a jeho hodnota je:

$$a_0 = 1491,159$$

Z daných hodnot vypočítáme součin průměru daného roku a $(i - \bar{i})$

Z dat v tabulce č.3 vyplívá: $\sum_{i=1}^m (i - \bar{i}) \bar{y}_i = 14311,48$

Nyní můžeme tedy určit parametr a_1 následovně:

$$a_1 = \frac{1}{4} \frac{12}{12(12^2 - 1)} 14311,48 = 25,02$$

Jako poslední musíme určit sezónní parametry modelu b_j , o který očistíme časovou řadu:

Tabulka č.4: Sezónní parametry b_j

	Q1	Q2	Q3	Q4
$(\bar{y}_j - \bar{y})$	-480,67	103,63	636,99	-259,96
$(j - \bar{j})$	-1,5	-0,5	0,5	1,5
b_j	-443,14	116,14	624,49	-297,49

zdroj: autor

Výsledná časová viz příloha č.6:

3.6.1 Durbin-Watsonův test časové řady přepravených cestujících

Durbin-Watsonovým testem zjistíme zda sezónní očištění jsou relevantní. Podle jednoho z předpokladů pro náhodnou složku by tato měla mít charakter nekorelovaných náhodných veličin. Tuto vlastnost můžeme ověřit na základě analýzy reziduí. V tuto chvíli tedy na rezidua pohlížíme jako na konkrétní hodnoty náhodné složky z regresního modelu a celý test postavíme právě na hodnotách reziduí e_i .

Pomocí tohoto testu prozkoumáme, jestli jsou náhodné poruchy nezávislé. Pro DW-test je určen následující vzorec:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

kde: e_t - je té reziduum

e_{t-1} - reziduum předcházející tému reziduu

Hodnoty této statistiky se pohybují od nuly do čtyř. Pokud je tato statistika rovna číslu 2, rezidua nevykazují žádnou autokorelaci, hodnoty D menší než 2 značí pozitivní autokorelaci a hodnoty větší než 2 značí autokorelaci negativní. V praxi můžeme zjednodušeně postupovat takto: leží-li hodnota testové statistiky D v intervalu (1,4;2,6), rezidua nevykazují autokorelaci, hodnota pod 1,4 značí kladnou autokorelaci, hodnota nad 2,6 značí zápornou autokorelaci.

$$\sum_{t=1}^n e_t^2 = 1798182,87$$

$$\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2 = 3054224,31$$

$$DW = 1,70$$

Postup výpočtu viz. příloha č.7

DW--test vyšel pro časovou řadu přepravených cestujících 1,7, proto budeme považovat výslednou sezónně očištěnou časovou řadu za vyhovující.

3.7 Sezónní model HDP

I u této časové řady vyjdeme z modelu konstantní sezónnosti s lineárním trendem.

Parametr a_0 jsme již určili výše: $a_0 = 795936,8$

Výpočet parametru a_1 viz. příloha č.8.

$$\text{Z tabulky č.4 vyplívá: } \sum_{i=1}^m (i - \bar{i}) \bar{y}_i = 5662429$$

Nyní můžeme tedy určit parametr a_1 následovně:

$$a_1 = \frac{1}{4} \frac{12}{12(12^2 - 1)} 5662429 = 9899,35$$

Zbývá určit sezónní parametry modelu b_j , o který očištíme časovou řadu:

Tabulka č.5: Sezónní parametry b_j

	Q1	Q2	Q3	Q
$(\bar{y}_j - \bar{y})$	-63632,5	2507,58	15033,33	46091,58
$(j - \bar{j})$	-1,5	-0,5	0,5	1,5
b_j	-48783,5	7457,26	10083,66	31242,56

zdroj: autor

Výsledná časová řada viz. příloha č.9

3.7.1 Durbin-Watsonův test časové řady HDP

Časové řady, výpočet reziduí e_t^2 a $(e_t - e_{t-1})^2$ viz příloha č.10

$$\sum_{t=1}^n e_t^2 = 61079232808,02$$

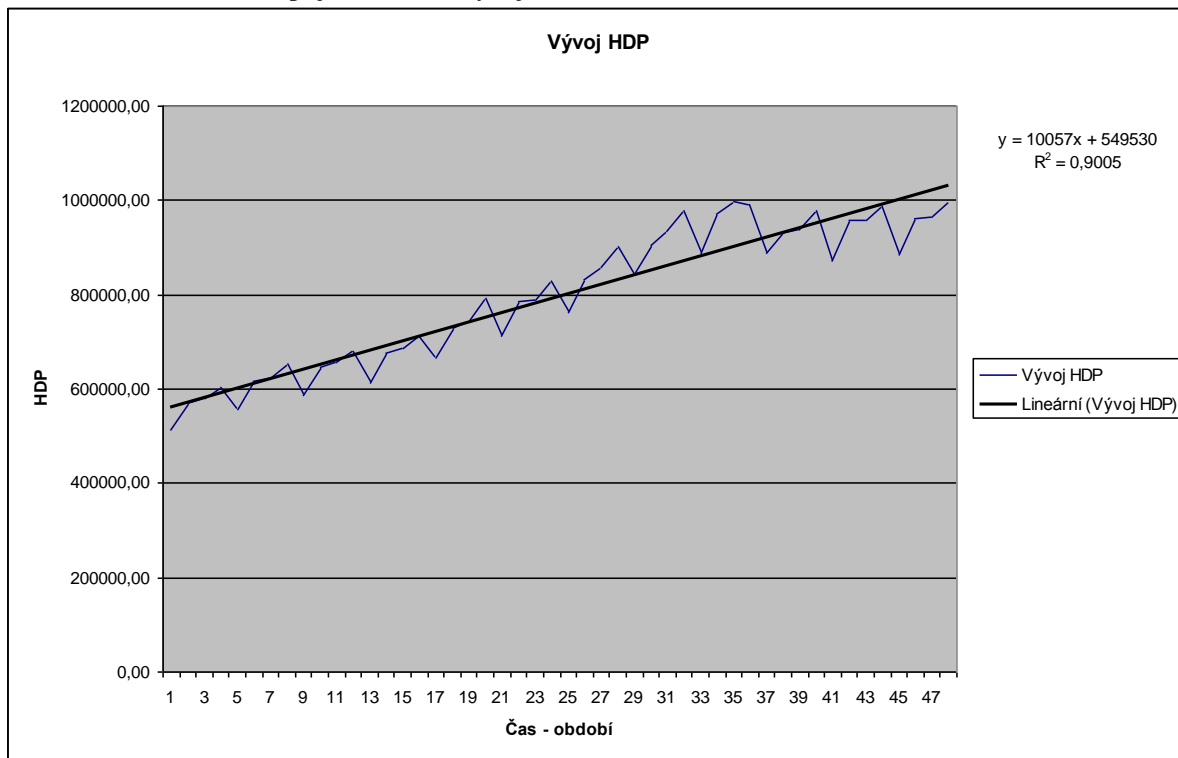
$$\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2 = 9657628396,66$$

$$DW = 0,16$$

U časové řady HDP vyšel $DW=0,16$ což je velmi nízká hodnota a budeme muset provést očištění řady jiným způsobem, než sezónním modelem konstantní sezónnosti s lineárním trendem.

Vzhledem k vývoji můžeme data vývoje HDP z ČSÚ proložit přímkou.

Obrázek č. 12: Lineární spojnice trendu vývoje HDP



zdroj: autor

Aplikace Excel jako výslednou rovnici určila:

$$y = 10057x + 549530 + \beta_j \text{ při } R^2 = 0,9005$$

Po dosazení do rovnice dostaneme následující časovou řadu.

Celá časová řada viz. příloha č.11

Nyní provedeme DW test pro novou očištěnou řady HDP.

Výpočet viz. příloha č.12

$$\sum_{t=1}^n e_t^2 = 1,03008E + 11$$

$$\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2 = 1,33491E + 11$$

$$DW = 1,3$$

Závěrem třetí kapitoly je zjištění sezónnosti v obou sledovaných časových řadách. Očištění řad o sezónní složku a určení reziduí nutných pro zjištění úrovně korelace.

4 Modelování poptávky v letecké dopravě v závislosti na HDP

Nejdříve je nutné zjistit, zda mezi časovými řadami je závislost, kterou můžeme prokázat existencí korelace. Korelace obecně označuje míru stupně závislosti dvou proměnných. Říká se, že dvě proměnné jsou korelované, jestliže určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Míra této tendence může sahát od neexistence korelace (všechny hodnoty proměnné Y se vyskytují stejně pravděpodobně s každou hodnotou proměnné X) až po absolutní korelaci (s danou hodnotou proměnné X se vyskytuje právě jedna hodnota proměnné Y).

Formální korelace vzniká např. tehdy, když se zjišťuje korelace procentuálních charakteristik, jež se navzájem doplňují do 100%.

Závislostí pevnou se označuje případ, kdy výskytu jednoho jevu nutně odpovídá výskyt druhého jevu (a často i naopak). Z pravděpodobnostního hlediska jde o vztah, který se projeví s jistotou. Průběh závislosti (v určitém intervalu) lze přesně charakterizovat určitou matematickou funkcí.

Volná závislost je závislost, při níž jeden jev podmiňuje jev jiný jen s určitou pravděpodobností a v různé intenzitě. Určité hodnotě jedné veličiny odpovídá celá řada různých hodnot druhé veličiny. U této závislosti lze charakterizovat teoretický průběh závislosti a její těsnost.

Korelační analýza se zabývá vzájemnými (většinou lineárními) závislostmi, kdy se klade důraz především na intenzitu (sílu) vzájemného vztahu než na zkoumání veličin ve směru příčina – následek.¹³

Vlastnosti korelačního koeficientu

Korelační koeficient měří těsnost závislosti proměnných x_1, x_2

- Platí $-1 \leq r \leq +1$
- Jestliže $|r| = 1$, leží všechny body na nějaké přímce.
- Jestliže $r = 0$, nazýváme X a Y nekorelované proměnné. Dvě náhodné proměnné jsou tím více korelovány, čím blíže je hodnota r k číslům +1 nebo -1. V tom případě lze vztah obou proměnných dobře vyjádřit přímkou.
- Jestliže $r < 0$, resp. $r > 0$, tak se Y v průměru zmenšuje, resp. zvětšuje při zvětšování proměnné X. Říkáme, že je korelace záporná, resp. kladná (nepřímá resp. přímá).

¹³ PEF INFO. Downloads. *Pe-info.wz.cz* [online]. 2005 [cit. 2013-04-03] Dostupné z: http://pef-info.wz.cz/download/MSIIB_prednasky.pdf

- Korelační koeficient se nezmění, když změníme jednotky měření proměnných X a Y.
- Podobně jako průměr nebo směrodatná odchylka, je korelační koeficient r velmi ovlivněn odlehlými hodnotami.
- Korelační koeficient r nerozlišuje mezi závisle a nezávisle proměnnou.
- Korelační koeficient r není úplným popisem dat i při velmi silném lineárním vztahu. Pro úplnější popis potřebujeme znát rovnici přímky, která vyjadřuje závislost.
- Pokud jedna z proměnných nemá náhodný charakter (její hodnoty jsou pevně určeny), není vhodné korelační koeficient použít.
- Korelace, ať je jakkoli silná, neznamena sama o sobě důkaz příčinného vztahu, tedy toho, že změny proměnné X skutečně působí změny proměnné Y.

4.1 Korelace časových řad

Nyní, když můžeme obě řady považovat za dostatečně očištěné, musíme zjistit úroveň korelace.

Z daných dvou časových řad zjistíme vzájemnou korelaci podle vzorce:

$$r_{12} = \frac{n \sum x_{1i} x_{2i} - \sum x_{1i} \sum x_{2i}}{\sqrt{\left[n \sum x_{1i}^2 - \left(\sum x_{1i} \right)^2 \right] * \left[n \sum x_{2i}^2 - \left(\sum x_{2i} \right)^2 \right]}}$$

r_{12} - korelační koeficient

x_{1i} - i-tá hodnota první časové řady

x_{2i} - i-tá hodnota druhé časové řady

4.1.1 Korelace původních časových řad

Po dosazení do předchozího vzorce vychází korelační koeficient.

$$r_{12} = 0,670436$$

Test významnosti korelačního koeficientu testuje nulovou hypotézu:

$$H_0 : \rho = 0$$

Oproti alternativní:

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Testovacím kritériem:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

$$t = 6,13$$

při hladině významnosti α je kritický obor vymezen nerovností $|t| > t_{1-\alpha/2}(n-2)$

$$6,13 > 3,27$$

$$\text{při } \alpha = 0,999$$

4.1.2 Korelace reziduí

Po očištění obou časových řad, můžeme určit korelační koeficient z řad reziduí. Řady reziduí jsou součástí tabulek v příloze, jedná se o přílohu č.7 a přílohu č.10. Pomocí toho zjistíme úroveň korelace při eliminaci náhodné složky. Po dosazení do vzorce v kapitole 4.1 vyšel korelační koeficient následovně.

$$r_{12} = 0,3$$

Test významnosti korelačního koeficientu testuje nulovou hypotézu:

$$H_0 : \rho = 0$$

Oproti alternativní:

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Testovacím kritériem:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

$$t = 2,13$$

$$2,13 > 2,01$$

$$\text{při } \alpha = 0,975$$

Obě hodnoty korelačních koeficientů jsou při daných hodnotách α uspokojivé, proto můžeme korelaci považovat za prokázanou.

4.2 Modelování poptávky

Poptávku po letecké dopravě v závislosti na HDP, lze modelovat pomocí lineární regrese. Regresní model je matematický model kde uvažujeme závislost proměnné y na vysvětlující proměnné x . Ve výsledku se jedná o n dvojic hodnot (x_i, y_i) $i = 1, 2, \dots, n$. Dané dvojice tvoří body v rovině. Pro všechny dvojice hodnot lze psát:

$$y_i = \eta(x_i)$$

Tento model se nazývá deterministický, protože závisle proměnná je jednoznačně určena (determinována) změnami proměnné x . Ve skutečnosti body neleží na přímce či křivce, ale jsou kolem ní. To je zapříčiněno působením ostatních vlivů a faktorů.¹⁴

Regresní funkce může mít různé tvary:

$$\text{regresní přímka: } y = b_0 + b_1 x$$

$$\text{logaritmickou regresi } y = b_0 + b_1 \ln x$$

$$\text{mocninná regrese: } y = ax^b; \ln y = \ln a + b \ln x$$

$$\text{regresní exponenciála: } y = ax^b; \ln y = \ln a + \ln b$$

Základní metodou určení parametrů regresní funkce je metoda nejmenších čtverců. Tato metoda vychází z požadavku, aby součet čtverců odchylek empirických hodnot y_i a vyrovnaných hodnot y (reziduí) tzv. reziduální součet čtverců S_R byl minimální.

$$\min S_R = \min \sum_{i=1}^n (y_i - y)^2 = \min \sum_{i=1}^n e_i^2$$

Parametry b_0 a b_1 se odhadují podle následujících rovnic:

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i}{n} - b_1 \frac{\sum x_i}{n}$$

b_0, b_1 - parametry regresní funkce

x_i - i -tá hodnota první časové řady

x_i - i -tá hodnota druhé časové řady

¹⁴ PEF INFO. Downloads. *PeF-info.wz.cz* [online]. 2005 [cit. 2013-04-03] Dostupné z: http://pef-info.wz.cz/download/MSIIB_prednasky.pdf

Koeficient determinace se získá ze vztahu:

$$R^2 = \frac{S_T}{S_y}$$

$$\text{Celkový součet čtverců: } S_y = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

$$\text{Teoretický součet čtverců: } S_T = b_0 \sum y_i + b_1 \sum x_i y_i - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

$$\text{Reziduální součet čtverců: } S_R = S_y - S_T$$

Test významnosti regresního modelu pro F - test:

$$H_0 : \beta_0 = k, k \neq 0, \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ pro alespoň jedno } j = 1, 2, \dots, p$$

Testovací kritérium pro celkový F - test:

$$F = \frac{\frac{S_T}{p-1}}{\frac{S_R}{n-p}}$$

$$\text{pro } F(1-\alpha), (p-1), (n-p)$$

p - počet parametrů funkce - v tomto případě $p = 2$

n - počet hodnot

Test významnosti regresního modelu pro t - test:

$$\text{nulová hypotéza } H_0 : \beta_j = 0$$

$$\text{alternativní hypotéza } H_1 : \beta_j \neq 0$$

Testovací kritérium pro celkový t - test:

$$t = \frac{b_0}{s(b_0)}$$

$$t = \frac{b_1}{s(b_1)}$$

$$T\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right), (n-p)$$

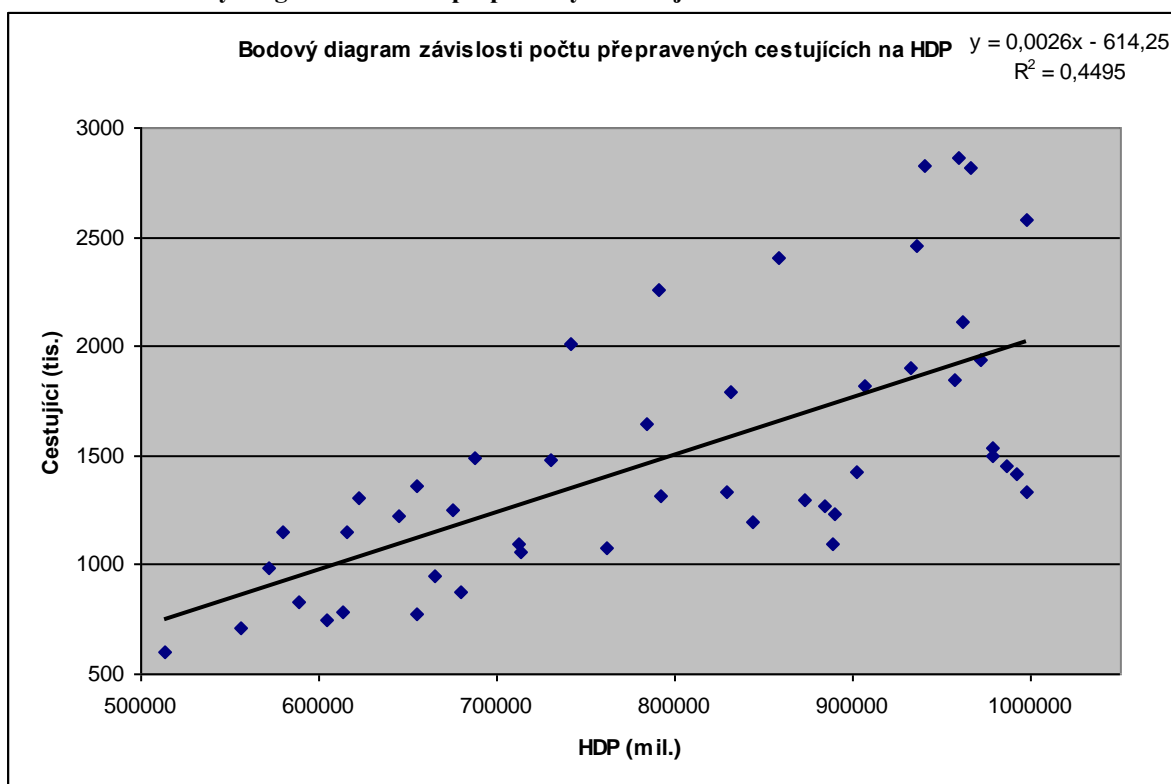
Jsou-li celkový F -test i všechny t -testy jsou statisticky významné, model se považuje za vhodný k vystižení variability proměnné Y . Jsou-li celkový F -test i všechny t -testy jsou

statisticky nevýznamné, model se považuje za nevhodný, protože nevystihuje variabilitu proměnné Y.

4.2.1 Regresní model - neочиštěná data

Následující obrázek zobrazuje bodový diagram závislosti přepravených cestujících leteckou dopravou v závislosti na HDP z původních časových dat. Můžeme vidět, že s rostoucím HDP roste i počet přepravených cestujících leteckou dopravou ztelně lineárně. Jsou zde i výkyvy kolem přímky, kterou byly body proloženy. To je způsobeno sezóností, ke které se přidaly ještě ostatní možné vlivy. Proto tento bodový diagram můžeme proložit lineární přímku. A zvolit pro modelování poptávky lineární regresní model.

Obrázek 13: Bodový diagram závislosti přepravených cestujících na HDP - neочиštěná data



zdroj: autor

Na základě předchozího obrázku jsme se rozhodli pro modelování poptávky použít lineární regresní model jenž má tvar:

$$y = b_0 + b_1x$$

Pokud bodový diagram proložíme lineární regresní přímku v aplikaci excel, dostaneme výslednou rovnici ve tvaru:

$$y = 0,0026x - 614,25$$

Test významnosti modelu - neočištěná data:

Analýzou dat neočištěných řad v excelu zjistíme hodnoty F - testu a t - testu a koeficient determinace R^2

$$R^2 = 0,4495$$

$$F = \frac{\frac{S_T}{p-1}}{\frac{S_R}{n-p}} = 37,56$$

$$37,56 > 7,3 \text{ při } \alpha = 0,01$$

$$t = \frac{b_1}{s(b_1)} = 6,13$$

$$6,13 > 3,28 \text{ při } \alpha = 0,01$$

Oba testy jsou statisticky významné a můžeme daný model brát jako relevantní.

Nyní můžeme modelovat počet přepravených cestujících. Jako vstupní data použijeme predikci hodnoty HDP.

Do dané rovnice je zapotřebí zadat za proměnnou x hodnotu HDP v milionech a výsledná hodnota z modelu vychází v tisících přepravených cestujících.

Nyní, když využijeme vstupní data podle předchozího postupu, můžeme namodelovat poptávku po letecké dopravě pro první kvartál roku 2013.

Jako vstupní hodnotu potřebuje odhad HDP pro první kvartál roku 2013. Jelikož byl HDP pro první kvartál roku 2012 roven hodnotě: 896108 (v milionech) máme první vstupní údaj.

Predikce ČSÚ je taková že v meziročním srovnání HDP v první kvartálu klesne o 1,9%. To znamená, že predikce HDP pro první kvartál roku 2013 má hodnotu:

$$HDP_{1Qpred} = 896108 * (1 - 0,019)$$

$$HDP_{1Qpred} = 879082$$

Po dosazení do modelu získaného v předchozí kapitole:

$$y = 0,0026x - 614,25$$

Dostáváme predikci počtu přepravených cestujících leteckou dopravou následovně:

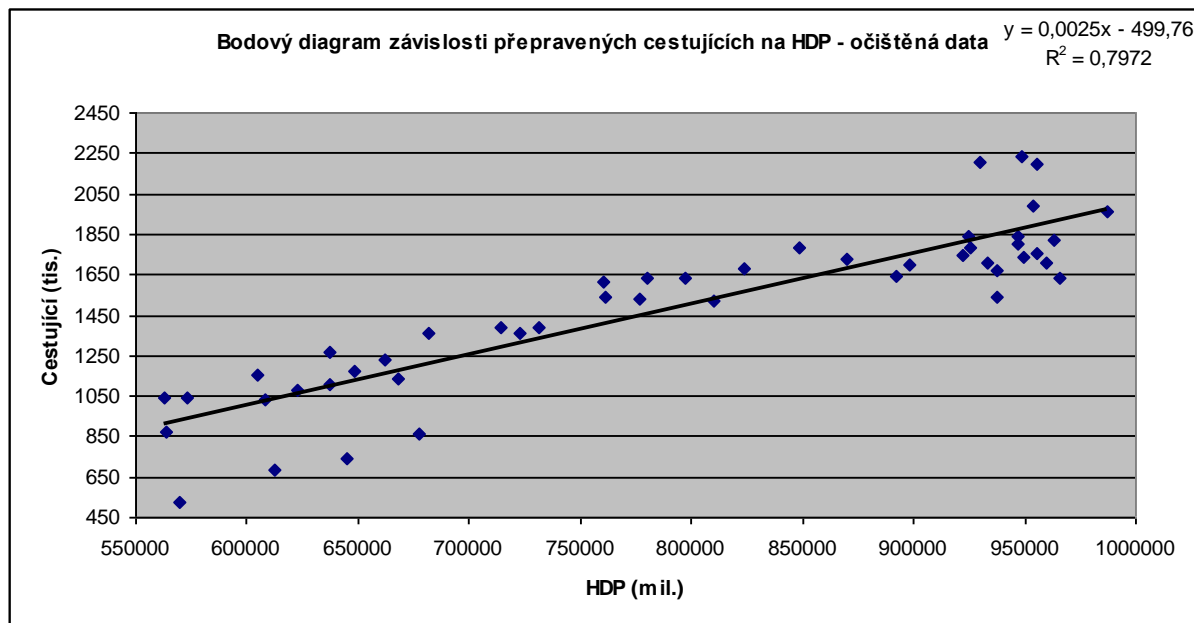
$$y = 0,0026 * 879082 - 614,25$$

$$y = 1671,36 \text{ v tisících cestujících.}$$

4.2.2 Regresní model - očištěná data

Další obrázek ukazuje bodový diagram závislosti počtu cestujících na HDP z očištěných dat.

Obrázek 14: Bodový diagram závislosti přepravených cestujících na HDP - očištěná data



Na základě předchozího obrázku jsme se rozhodli pro modelování poptávky použít lineární regresní model jenž má tvar:

$$y = b_0 + b_1x$$

Pokud bodový diagram proložíme lineární regresní přímkou v aplikaci excel, dostaneme výslednou rovnici ve tvaru:

$$y = 0,0025x - 499,76$$

Hodnotu je ještě nutné upravit o sezónní vlivy a to podle toho na jaký kvartál počet přepravených cestujících predikujeme. Ze třetí kapitoly je zřejmé, že výslednou hodnotu přepravených cestujících musíme upravit podle kvartálů následovně:

Tabulka č. 6: Hodnoty kvartálních sezónních úprav.

Q1	-443,14
Q2	116,14
Q3	624,49
Q4	-297,49

zdroj: autor

Výsledný model pro 1. kvartál roku 2013 má tedy tvar:

$$y = 0,0025x - 499,76 - 443,14$$

Predikce ČSÚ je taková že v meziročním srovnání HDP v první kvartálu klesne o 1,9%. To znamená, že predikce HDP pro první kvartál roku 2013 má hodnotu:

$$HDP_{1Qpred} = 896108 * (1 - 0,019)$$

$$HDP_{1Qpred} = 879082$$

Predikce modelu na 1. kvartál roku 2013 z očištěných dat tedy vychází:

$$y = 1254,8 \text{ tisíc cestujících.}$$

Což se zdá jako lepší predikce oproti předchozímu modelu, jedná se totiž o návrat k hodnotám z roku 2011 a 2010 po loňském poklesu.

Test významnosti modelu - očištěná data:

Analýzou dat neočištěných řad v excelu zjistíme hodnoty F - testu a t - testu a koeficient determinace R^2

$$R^2 = 0,79$$

$$F = \frac{\frac{S_T}{p-1}}{\frac{S_R}{n-p}} = 180,78$$

$$180,78 > 7,3 \text{ při } \alpha = 0,01$$

$$t = \frac{b_1}{s(b_1)} = 13,45$$

$$13,45 > 3,28 \text{ při } \alpha = 0,01$$

Oba testy jsou statisticky významné a můžeme daný model brát jako relevantní.

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit návrh modelu pro odhad budoucí poptávky po letecké dopravě v závislosti na HDP.

Cíl práce byl splněn postupným vysvětlením všech prvků, které se vztahují k dané problematice, a to vysvětlením pojmu poptávky až po samotné praktické výpočty.

Jako první krok ke splnění cíle bylo nutné podat čtenáři teoretické vysvětlení pojmů, souvisejících s tématem práce. Proto je první kapitola věnována poptávce obecně a všem jejím aspektům. Bylo důležité uvědomit si všechny vlastnosti a zákonitosti poptávky. V textu je možné se seznámit s determinanty poptávky, s poptávkovou funkcí, co je to elasticita poptávky a co je poptávka po dopravě.

Práce je cílena na určení poptávky po letecké dopravě, proto je druhá kapitola věnována právě tomuto druhu dopravy. Seznámili jsme se zde s historií, ale i současností letecké dopravy. Jsou zde popsány současné trendy v odbavování cestujících, přepravě nákladu i osob. Pro lepší představu o fungování letecké dopravy jsem zmínil rozdělení na stabilní a mobilní technickou základnu letecké dopravy. Velmi zajímavou částí byl popis řízení letového provozu.

Před samotným modelováním poptávky bylo důležité provést analýzu obou sledovaných proměnných. Jak u časové řady přepravených cestujících, tak i u časové řady vývoje hrubého domácího produktu byly identifikovány nenulové sezónní složky. Ve třetí kapitole byly tedy formulovány hypotézy o přítomnosti sezónnosti a následné potvrzení daných hypotéz. Po potvrzení hypotéz bylo nutné očistit časové řady o sezónní složky.

Aby bylo možné vytvořit funkční model, bylo nejdříve zapotřebí prokázat závislost mezi počtem přepravených cestujících a hrubým domácím produktem. Proto je ve čtvrté kapitole položen teoretický základ korelační analýzy a následné praktické určení korelace mezi oběma časovými řadami, a to jak původními řadami, tak mezi řadami reziduí. Cíl práce byl splněn určením modelu poptávky po letecké dopravě v závislosti na hrubém domácím produktu pomocí lineárního regresního modelu, kterému předcházelo teoretické seznámení s regresní analýzou.

Letecké společnosti mohou na základě predikce poptávky po letecké dopravě přizpůsobit strategická rozhodnutí. Pokud bude predikován pokles nebo naopak nárůst, letecké společnosti na toto mohou zareagovat redukcí nebo naopak rozšířením letového parku.

Budou tedy moci lépe odhadnout budoucí náklady na pohonné hmoty, letový personál a další nákladové položky.

Použitá literatura

BRADLEY, R. Schiller. *Makroekonomie*. Brno: Computer press, 2004. ISBN 80-251-0169-X.

HÁJEK, Ladislav. *Ekonomie a ekonomika*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. ISBN 978-80-7435-013-9.

HOLMAN, Robert. *Ekonomie*. 3. aktualiz. vyd. CH Beck, 2002. ISBN 80-7179-681-6.

JECHUMTÁL, Jaroslav a Andrea HYXOVÁ. *Obchodně přepravní činnost v letecké dopravě*. Pardubice: Univerzita PARDUBICE, 2000. ISBN 80-7194-285-5.

JUREČKA, Václav a kolektiv. *Mikroekonomie*. Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3259-6.

KUBEŠA, Tomáš. *Letecká doprava v Evropě: konkurenceschopnost ve srovnání s pozemní dopravou*. Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova Univerzita v Brně.

KULČÁK, Ludvík a kolektiv. *Air traffic management*. Brno: Cerm, 2002. ISBN 80-7204-229-7.

MELICHAR, Vlastimil a Jindřich JEŽEK. *Ekonomika dopravního podniku*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. ISBN 80-7194-359-2.

PAVELKA, Tomáš. *Makroekonomie základní kurz*. Melandrium, 2007. ISBN 80-86175-58-4.

POJKAROVÁ, Kateřina. *Ekonomie a prognostika v dopravě*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-868-3.

PRUŠA, Jiří a kolektiv. *Letecká doprava*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002. ISBN 80-7041-543-6

Elektronické dokumenty

PETERSEN, Jon. Air Freight Industry:White Paper. In: *Goergia Tech* [online]. [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://www.scl.gatech.edu/industry/industry-studies/AirFreight.pdf>

KŘIVDA, Vladislav. Letecká doprava. In: *Elearn vysoká škola báňská* [online]. [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/04_LD.pdf

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Sezónně očištěná data. *Csu.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/sezone_ocistena_data

E15. Byznys. *E15.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://zpravy.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/prazskemu-letisti-ubyva-destinaci-ocekavale-narust-pasazeru-970542#utm_medium=selfpromo&utm_source=e15&utm_campaign=copylink

IDNES. Ekonomika. *Idnes.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/letecka-doprava-je-stale-bezpecnejsi-nehod-bylo-loni-nejmene-za-5-let-111-/eko-doprava.aspx?c=A110227_144117_eko-doprava_vel

PEF INFO. Downloads. *Pef-info.wz.cz* [online]. 2005 [cit. 2013-04-03] Dostupné z: http://pef-info.wz.cz/download/MSIib_prednasky.pdf

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Přehled vývoje počtu letišť v ČR	41
Tabulka č. 2: Počet přepravných cestujících a hodnoty pro určení sezónnosti	48
Tabulka č. 3: Vývoj HDP a hodnoty pro určení sezónnosti	49
Tabulka č. 4: Sezónní parametry b_j	51
Tabulka č. 5: Sezónní parametry b_j	52
Tabulka č. 6: Hodnoty kvartálních sezónních úprav	61

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Poptávková křivka.....	9
Obrázek č. 2: Posun křivky poptávky.....	14
Obrázek č. 3: Dokonale elastická poptávka.....	17
Obrázek č. 4: Dokonale neelastická poptávka.....	17
Obrázek č. 5: Elasticita poptávky podle sklonu křivky poptávky	18
Obrázek č. 6: Graf vývoje počtu přepravených cestujících po kvartálech	42
Obrázek č. 7: Graf mezikvartálních koeficientů růstu přepravených cestujících.....	43
Obrázek č. 8: Meziroční koeficienty růstu přepravených cestujících	43
Obrázek č. 9: Graf kvartálního vývoje HDP	44
Obrázek č. 10: Graf mezikvartálních koeficientů růstu.....	45
Obrázek č. 11: Graf meziročních koeficientů růstu.....	45
Obrázek č. 12: Lineární spojnice trendu vývoje HDP.....	53
Obrázek č. 13: Bodový diagram závislosti přepravených cestujících na HDP - neočištěná data	59
Obrázek č. 14: Bodový diagram závislosti přepravených cestujících na HDP - očištěná data	61

Seznam zkratek

AD	agregátní poptávka
AEA	Association of European Airlines – Regionální sdružení leteckých dopravců
AS	agregátní nabídka
ČR	Česká republika
ČSA	České aerolinie
ČSÚ	Český statistický úřad
D	poptávka
d	poptávková křivka
DW	Durbin- Watson
ECAC	European Civil Aviation Conference – Evropská konference civilního letectví
E_{DP}	cenová elasticita poptávky
HDP	hrubý domácí produkt
IATA	International Air Transport Association – Mezinárodní sdružení leteckých dopravců
ICAO	Interlacional Civil Aviation Organisation – Mezinárodní organizace pro civilní letectví
JAA	Point Aviation Authorities – Sdružené letecké úřady
KLM	dánské aerolinky
MHD	městská hromadná doprava
P_A	cena statku A
P_B	cena statku B
Q_A	množství statku A
Q_B	množství statku B
S	nabídka
SITA	Société Internationale de Telecommunication Aeronautique – Mezinárodní sdružení pro letecké komunikace
SQC	Semi-quick-change
USA	Spojené státy americké
VIP	velmi důležitá osoba
QC	quick change

Seznam příloh

- Příloha č. 1: Počet přepravených cestujících leteckou dopravou
- Příloha č. 2: Vývoj HDP v kupních cenách důchodovou metodou
- Příloha č. 3: výpočet SR pro sezónnost přepravených cestujících
- Příloha č. 4: výpočet SR pro sezónnost HDP
- Příloha č. 5: postup výpočtu parametru a_1 sezónního modelu přepravených cestujících
- Příloha č. 6: Výsledná sezónně očištěná řada přepravených cestujících
- Příloha č. 7: Výpočet DW-testu pro přepravené cestující
- Příloha č. 8: Výpočet parametru a_1 v sezónním modelu HDP
- Příloha č. 9: Výsledná časová řada HDP sezónně očištěná
- Příloha č. 10: Rezidua a prvky pro určení DW testu časové řady HDP
- Příloha č. 11: Očištěná časová řada HDP - data proložená lineární spojnicí trendu
- Příloha č. 12: Rezidua a prvky pro určení DW testu časové řady HDP určenou lineární spojnicí trendu
- Příloha č. 13: Tabulka reziduí pro výpočet korelace

Příloha č. 1: Počet přepravených cestujících leteckou dopravou

Rok/Čtvrtletí	Přeprava cestujících (tis.)					Přepravní výkony (mil. oskm)					Průměrná přepravní vzdálenost (km)				
	Celkem	Passengers transported (thous.)				Celkem	Passenger-kilometres (mil.)				Celkem	Average transport distance (km)			
		vnitrostátní	mezinárodní	pravidelná	nepravidelná		vnitrostátní	mezinárodní	pravidelná	nepravidelná		vnitrostátní	mezinárodní	pravidelná	nepravidelná
	Total	national	international	scheduled	non-scheduled	Total	national	international	scheduled	non-scheduled	Total	national	international	scheduled	non-scheduled
1=2+3+4+5	2	3	4	5	6=7+8+9+10	7	8	9	10	11=6/1*1000	12=7/2*1000	13=8/3*1000	14=9/4*1000	15=10/5*1000	
2000 Q1	802	3	599	417	165	1 028	1	1 028	520	401	1 708,8	311,7	1 714,9	1 506,7	2 163,7
2000 Q2	884	9	975	592	382	1 888	3	1 882	885	800	1 881,8	299,1	1 704,6	1 480,8	2 039,7
2000 Q3	1 148	11	1 138	659	480	1 888	3	1 984	1 025	963	1 728,8	292,2	1 743,7	1 555,4	1 963,9
2000 Q4	748	11	737	561	187	1 188	3	1 180	795	393	1 682,8	283,3	1 601,7	1 416,7	2 079,4
2001 Q1	712	8	704	499	213	1 123	2	1 121	664	459	1 678,7	296,8	1 592,5	1 330,8	2 160,3
2001 Q2	1 162	16	1 135	717	439	1 873	5	1 868	997	887	1 828,6	300,8	1 645,6	1 376,0	2 039,7
2001 Q3	1 307	16	1 291	762	549	2 241	5	2 237	1 162	1 079	1 716,0	300,4	1 732,1	1 525,4	1 980,1
2001 Q4	777	13	764	538	189	1 181	4	1 158	793	399	1 484,6	291,6	1 515,7	1 297,5	2 106,3
2002 Q1	826	10	815	555	241	1 273	3	1 270	761	512	1 642,6	275,0	1 558,7	1 300,8	2 130,1
2002 Q2	1 227	13	1 215	766	481	1 888	3	1 982	1 036	949	1 817,6	274,6	1 631,6	1 351,9	2 089,5
2002 Q3	1 384	13	1 351	789	575	2 289	4	2 293	1 151	1 146	1 883,7	272,9	1 697,1	1 468,3	1 993,2
2002 Q4	876	13	862	668	206	1 340	4	1 337	907	433	1 631,6	275,3	1 550,5	1 357,6	2 096,5
2003 Q1	788	13	773	627	189	1 148	4	1 141	682	293	1 467,0	276,2	1 476,8	1 358,9	1 843,4
2003 Q2	1 260	14	1 236	851	390	1 914	4	1 910	1 188	727	1 632,0	278,1	1 545,8	1 395,3	1 824,2
2003 Q3	1 480	13	1 476	1 023	486	2 414	4	2 410	1 384	830	1 820,8	279,9	1 632,3	1 547,7	1 779,6
2003 Q4	1 068	13	1 045	890	169	1 624	4	1 620	1 315	308	1 633,2	284,5	1 549,3	1 477,0	1 830,5
2004 Q1	846	12	832	611	134	1 483	3	1 479	1 157	325	1 688,6	265,0	1 586,6	1 426,6	2 438,1
2004 Q2	1 478	16	1 462	1 097	380	2 227	4	2 222	1 546	681	1 608,8	272,2	1 520,6	1 408,9	1 789,7
2004 Q3	2 012	17	1 995	1 242	770	3 084	5	3 080	1 811	1 273	1 632,8	280,3	1 543,4	1 456,5	1 652,6
2004 Q4	1 318	18	1 298	1 089	246	2 021	5	2 016	1 473	547	1 636,6	280,1	1 553,1	1 377,8	2 221,5
2005 Q1	1 093	17	1 076	933	161	1 693	5	1 693	1 267	431	1 662,8	279,9	1 573,3	1 357,7	2 638,8
2005 Q2	1 848	21	1 827	1 247	402	2 482	6	2 486	1 726	756	1 611,4	279,9	1 527,6	1 384,6	1 904,9
2005 Q3	2 266	20	2 236	1 431	824	3 489	6	3 492	2 115	1 383	1 661,6	279,9	1 562,9	1 477,9	1 679,5
2005 Q4	1 333	23	1 310	1 099	234	2 043	6	2 042	1 505	542	1 638,1	289,1	1 557,9	1 369,6	2 319,0
2006 Q1	1 081	24	1 057	933	148	1 738	6	1 732	1 287	481	1 807,8	262,9	1 638,7	1 347,5	3 247,2
2006 Q2	1 782	28	1 764	1 323	468	2 721	7	2 714	1 796	925	1 618,8	261,1	1 538,6	1 357,1	1 975,0
2006 Q3	2 406	27	2 381	1 516	893	3 862	7	3 855	2 098	1 565	1 620,6	261,5	1 535,0	1 383,8	1 752,7
2006 Q4	1 423	29	1 399	1 163	269	2 112	7	2 104	1 505	607	1 478,6	259,5	1 503,6	1 293,7	2 289,1
2007 Q1	1 198	25	1 174	979	220	1 800	6	1 794	1 221	580	1 601,8	257,8	1 528,1	1 247,1	2 633,6
2007 Q2	1 816	30	1 785	1 286	528	2 880	8	2 883	1 646	1 048	1 482,7	257,6	1 503,2	1 279,3	1 978,0
2007 Q3	2 481	28	2 433	1 472	989	3 748	7	3 738	1 981	1 764	1 621,8	258,9	1 536,6	1 346,3	1 783,1
2007 Q4	1 603	29	1 473	1 192	311	2 241	8	2 234	1 525	716	1 481,7	258,3	1 516,4	1 280,2	2 301,7
2008 Q1	1 228	27	1 201	989	239	1 886	7	1 888	1 203	681	1 618,2	260,0	1 546,1	1 216,7	2 785,3
2008 Q2	1 938	33	1 903	1 410	527	2 788	9	2 759	1 717	1 091	1 428,8	258,4	1 449,6	1 217,8	1 994,9
2008 Q3	2 682	31	2 551	1 535	1 047	3 848	8	3 840	2 079	1 869	1 628,2	257,7	1 544,4	1 355,0	1 734,3
2008 Q4	1 411	28	1 384	1 098	314	2 189	7	2 181	1 347	822	1 638,4	255,7	1 562,1	1 226,6	2 620,6
2009 Q1	1 092	25	1 068	860	233	1 797	6	1 791	1 011	788	1 844,9	252,2	1 677,1	1 176,0	3 376,7
2009 Q2	1 887	30	1 867	1 315	582	2 904	8	2 896	1 631	1 273	1 630,7	251,2	1 551,3	1 240,6	2 185,6
2009 Q3	2 827	26	2 801	1 633	1 194	4 623	7	4 516	2 280	2 243	1 800,0	251,2	1 612,7	1 395,9	1 879,3
2009 Q4	1 633	27	1 511	1 264	274	2 107	7	2 100	1 428	679	1 570,2	253,6	1 389,9	1 130,0	2 479,8
2010 ⁽¹⁾ Q1	1 288	21	1 277	1 050	248	1 888	5	1 883	1 146	722	1 438,8	254,8	1 458,6	1 091,3	2 910,5
2010 ⁽¹⁾ Q2	1 860	24	1 826	1 291	559	2 823	6	2 817	1 482	1 141	1 418,8	251,6	1 433,4	1 147,7	2 044,1
2010 ⁽¹⁾ Q3	2 882	24	2 838	1 682	1 180	4 288	6	4 279	2 084	2 202	1 497,2	251,5	1 507,7	1 238,5	1 886,0
2010 ⁽¹⁾ Q4	1 468	11	1 445	1 121	339	2 128	3	2 122	1 286	839	1 458,6	258,1	1 468,8	1 147,2	2 507,3
2011 ⁽²⁾ Q1	1 286	8	1 256	926	339	1 977	2	1 975	1 070	907	1 663,0	279,9	1 561,9	1 148,7	2 885,4
2011 ⁽²⁾ Q2	2 108	8	2 100	1 436	674	3 189	2	3 137	1 705	1 434	1 488,4	280,0	1 473,5	1 177,9	2 226,8
2011 ⁽²⁾ Q3	2 820	6	2 814	1 643	1 177	4 429	2	4 423	2 108	2 321	1 680,8	280,7	1 563,2	1 275,5	2 002,1
2011 ⁽²⁾ Q4	1 331	5	1 326	971	380	2 040	1	2 039	1 193	847	1 668,7	279,7	1 565,2	1 223,4	2 777,7
2012 ⁽²⁾ Q1	891	3	888	715	249	1 649	1	1 649	891	759	1 716,1	278,4	1 720,5	1 245,0	3 087,3
2012 ⁽²⁾ Q2	1 433	5	1 433	906	532	2 361	1	2 360	1 170	1 191	1 884,7	279,6	1 639,5	1 291,5	2 218,3

Příloha č. 3: výpočet SR pro sezónnost přepravených cestujících

$$y_{ij} - \bar{y}$$

Tabulka č.7: Rozdíl mezi jednotlivými měřeními a průměrem řady

-889,229	-506,753	-341,912	-743,266
-779,611	-339,371	-184,329	-713,994
-665,841	-263,792	-127,291	-616,343
-705,438	-241,651	-1,54085	-432,235
-546,472	-13,3888	521,1772	-175,616
-397,677	157,6525	763,4435	-158,195
-410,244	300,5711	917,5631	-62,9045
-292,414	323,3883	969,9123	11,4997
-263,035	445,3185	1090,698	-79,6999
-398,775	405,7736	1335,843	46,7454
-192,864	358,4417	1371,153	-35,2871
-226,429	617,3413	1329,271	-160,199

$$(y_{ij} - \bar{y})^2$$

Tabulka č.8: Druhá mocnina hodnot z tabulky č.2

790727,5	256798,6	116904	552444,4
607792,9	115172,4	33977,07	509787,3
443343,7	69585,99	16203,03	379878,4
497642,3	58395,13	2,374218	186826,8
298631,3	179,2613	271625,6	30840,86
158147	24854,3	582845,9	25025,64
168299,8	90342,96	841922	3956,98
85506,12	104580	940729,9	132,24
69187,38	198308,5	1189623	6352,08
159021,2	164652,2	1784475	2185,13
37196,58	128480,4	1880060	1245,18
51269,98	381110,2	1766962	25663,64

Příloha č. 4: výpočet SR pro sezónnost HDP

$$y_{ij} - \bar{y}$$

Tabulka č.9: Rozdíl mezi jednotlivými měřeními a průměrem řady

-282081,75	-224379	216195,75	-191395,75
-240299,75	-179940	173397,75	-141552,75
-207692,75	-150949	140950,75	-116624,75
-182997,75	-120682	108731,75	-83228,75
-130560,75	-65815,8	-54334,75	-3863,75
-83418,75	-11468,8	-5661,75	32858,25
-34850,75	35638,25	62560,25	105504,25
47462,25	109980,3	139163,25	182220,25
93143,25	175058,3	201300,25	195162,25
92515,25	136718,3	143606,25	182638,25
77043,25	160693,3	163227,25	190526,25
88148,25	165236,3	169815,25	200855,25

$$(y_{ij} - \bar{y})^2$$

Tabulka č.10: Druhá mocnina hodnot z tabulky č.5

7,957E+10	5,03E+10	4,674E+10	3,6632E+10
5,7744E+10	3,24E+10	3,007E+10	2,0037E+10
4,3136E+10	2,28E+10	1,987E+10	1,3601E+10
3,3488E+10	1,46E+10	1,182E+10	6927024827
1,7046E+10	4,33E+09	2,952E+09	14928564,1
6958687852	1,32E+08	32055413	1079664593
1214574776	1,27E+09	3,914E+09	1,1131E+10
2252665175	1,21E+10	1,937E+10	3,3204E+10
8675665021	3,06E+10	4,052E+10	3,8088E+10
8559071483	1,87E+10	2,062E+10	3,3357E+10
5935662371	2,58E+10	2,664E+10	3,63E+10
7770113978	2,73E+10	2,884E+10	4,0343E+10

Příloha č. 5: postup výpočtu parametru a_1 sezónního modelu přepravených cestujících

Tabulka č.11: Průměr jednotlivých roků

\bar{y}_i	$(i - \bar{i})$
870,86	-5,5
986,83	-4,5
1072,84	-3,5
1145,94	-2,5
1437,58	-1,5
1582,46	-0,5
1677,40	0,5
1744,25	1,5
1789,47	2,5
1838,55	3,5
1866,52	4,5
1881,15	5,5

Tabulka č.12: Součin průměru daného roku a rozdílu i-tého roku a průměru let

$(i - \bar{i}) \bar{y}_i$
-4789,78
-4440,75
-3754,95
-2864,86
-2156,38
-791,23
838,70
2616,38
4473,69
6434,94
8399,33
10346,35

Příloha č. 6: Výsledná sezónně očištěná řada přepravených cestujících

t	$t_i - \bar{t}$	a_0	a_1	b_j	$a_0 + a_1 * (t_i - \bar{t}) + b_j$
1	-23,5	1491,16	25,02	-443,13	460,04
2	-22,5	1491,16	25,02	116,13	1044,34
3	-21,5	1491,16	25,02	624,48	1577,71
4	-20,5	1491,16	25,02	-297,48	680,76
5	-19,5	1491,16	25,02	-443,13	560,12
6	-18,5	1491,16	25,02	116,13	1144,42
7	-17,5	1491,16	25,02	624,48	1677,79
8	-16,5	1491,16	25,02	-297,48	780,84
9	-15,5	1491,16	25,02	-443,13	660,20
10	-14,5	1491,16	25,02	116,13	1244,50
11	-13,5	1491,16	25,02	624,48	1777,87
12	-12,5	1491,16	25,02	-297,48	880,92
13	-11,5	1491,16	25,02	-443,13	760,28
14	-10,5	1491,16	25,02	116,13	1344,58
15	-9,5	1491,16	25,02	624,48	1877,95
16	-8,5	1491,16	25,02	-297,48	981
17	-7,5	1491,16	25,02	-443,13	860,36
18	-6,5	1491,16	25,02	116,13	1444,66
19	-5,5	1491,16	25,02	624,48	1978,03
20	-4,5	1491,16	25,02	-297,48	1081,08
21	-3,5	1491,16	25,02	-443,13	960,44
22	-2,5	1491,16	25,02	116,13	1544,74
23	-1,5	1491,16	25,02	624,48	2078,11
24	-0,5	1491,16	25,02	-297,48	1181,16
25	0,5	1491,16	25,02	-443,13	1060,52
26	1,5	1491,16	25,02	116,13	1644,82
27	2,5	1491,16	25,02	624,48	2178,19
28	3,5	1491,16	25,02	-297,48	1281,24
29	4,5	1491,16	25,02	-443,13	1160,60
30	5,5	1491,16	25,02	116,13	1744,90
31	6,5	1491,16	25,02	624,48	2278,27
32	7,5	1491,16	25,02	-297,48	1381,32
33	8,5	1491,16	25,02	-443,13	1260,68
34	9,5	1491,16	25,02	116,13	1844,98
35	10,5	1491,16	25,02	624,48	2378,35
36	11,5	1491,16	25,02	-297,48	1481,40
37	12,5	1491,16	25,02	-443,13	1360,76
38	13,5	1491,16	25,02	116,13	1945,06
39	14,5	1491,16	25,02	624,48	2478,43
40	15,5	1491,16	25,02	-297,48	1581,48
41	16,5	1491,16	25,02	-443,13	1460,84
42	17,5	1491,16	25,02	116,13	2045,14
43	18,5	1491,16	25,02	624,48	2578,51
44	19,5	1491,16	25,02	-297,48	1681,56
45	20,5	1491,16	25,02	-443,13	1560,92
46	21,5	1491,16	25,02	116,13	2145,22
47	22,5	1491,16	25,02	624,48	2678,59
48	23,5	1491,16	25,02	-297,48	1781,64

Príloha č. 7: Výpočet DW-testu pro přepravené cestující

y-cestující DATA (ČSÚ)	Y-Cestující - sezónně očistěno	e - rezidua (y-Y)	e_t^2	$(e_t - e_{t-1})^2$
601,93	460,05	141,88	20129,98	
984,41	1044,35	-59,94	3592,89	40731,67
1149,25	1577,72	-428,47	183587,61	135814,75
747,89	680,76	67,13	4506,68	245622,39
711,55	560,13	151,42	22927,42	7104,17
1151,79	1144,43	7,36	54,19	20752,23
1306,83	1677,80	-370,97	137617,00	143133,07
777,16	780,84	-3,68	13,51	134903,13
825,32	660,21	165,11	27260,71	28488,11
1227,37	1244,51	-17,14	293,75	33214,13
1363,87	1777,88	-414,01	171404,34	157506,44
874,82	880,92	-6,10	37,27	166386,66
785,72	760,29	25,43	646,74	994,52
1249,51	1344,59	-95,08	9039,93	14522,58
1489,62	1877,96	-388,34	150807,81	86002,18
1058,92	981,00	77,92	6072,03	217401,22
944,69	860,37	84,32	7109,38	40,88
1477,77	1444,67	33,10	1095,84	2622,84
2012,34	1978,04	34,30	1176,37	1,43
1315,54	1081,08	234,46	54972,54	40065,64
1093,48	960,45	133,03	17697,47	10288,13
1648,81	1544,75	104,06	10829,48	839,09
2254,60	2078,12	176,48	31146,77	5244,62
1332,96	1181,16	151,80	23044,13	609,18
1080,92	1060,53	20,39	415,56	17270,61
1791,73	1644,83	146,90	21580,60	16006,84
2408,72	2178,20	230,52	53141,35	6992,43
1428,25	1281,24	147,01	21612,92	6974,05
1198,74	1160,61	38,13	1454,24	11854,60
1814,55	1744,91	69,64	4849,82	992,64
2461,07	2278,28	182,79	33413,40	12803,54
1502,66	1381,32	121,34	14722,81	3776,81
1228,12	1260,69	-32,57	1060,56	23686,37
1936,48	1844,99	91,49	8370,56	15390,13
2581,86	2378,36	203,50	41412,04	12545,95
1411,46	1481,40	-69,94	4891,89	74770,29
1092,38	1360,77	-268,39	72030,95	39379,92
1896,93	1945,07	-48,13	2316,89	48510,83
2827,00	2478,44	348,56	121496,61	157369,08
1537,90	1581,48	-43,58	1898,93	153774,06
1298,29	1460,85	-162,56	26424,25	14155,92
1849,60	2045,15	-195,55	38238,25	1088,38
2862,31	2578,52	283,79	80538,86	229766,57
1455,87	1681,56	-225,69	50935,65	259572,89
1264,73	1560,93	-296,20	87734,43	4971,76
2108,50	2145,23	-36,73	1348,83	67326,52
2820,43	2678,60	141,83	20116,40	31883,22
1330,96	1781,64	-450,68	203113,25	351071,85

Příloha č. 8: Výpočet parametru a_1 v sezónním modelu HDP

\bar{y}_i	$(i - \bar{i})$
567423,8	-5,5
612139,3	-4,5
641882,5	-3,5
672026,8	-2,5
732293	-1,5
779014	-0,5
838149,8	0,5
915643,3	1,5
962102,8	2,5
934806,3	3,5
943809,3	4,5
951950,5	5,5

Z daných hodnot vypočítáme součin průměru daného roku a $(i - \bar{i})$

$(i - \bar{i}) \bar{y}_i$
-3120831
-2754627
-2246589
-1680067
-1098440
-389507
419074,9
1373465
2405257
3271822
4247142
5235728

Příloha č. 9: Výsledná časová řada HDP sezónně očištěná

t	$t_i - \bar{t}$	a_0	a_1	b_1	$a_0 + a_1 * (t_i - \bar{t}) + b_1$
1	-23,50	795936,75	9899,35	-48783,47	514518,54
2	-22,50	795936,75	9899,35	7457,26	580658,62
3	-21,50	795936,75	9899,35	10083,66	593184,37
4	-20,50	795936,75	9899,35	31242,56	624242,62
5	-19,50	795936,75	9899,35	-48783,47	554115,94
6	-18,50	795936,75	9899,35	7457,26	620256,02
7	-17,50	795936,75	9899,35	10083,66	632781,77
8	-16,50	795936,75	9899,35	31242,56	663840,02
9	-15,50	795936,75	9899,35	-48783,47	593713,34
10	-14,50	795936,75	9899,35	7457,26	659853,43
11	-13,50	795936,75	9899,35	10083,66	672379,18
12	-12,50	795936,75	9899,35	31242,56	703437,43
13	-11,50	795936,75	9899,35	-48783,47	633310,74
14	-10,50	795936,75	9899,35	7457,26	699450,83
15	-9,50	795936,75	9899,35	10083,66	711976,58
16	-8,50	795936,75	9899,35	31242,56	743034,83
17	-7,50	795936,75	9899,35	-48783,47	672908,15
18	-6,50	795936,75	9899,35	7457,26	739048,23
19	-5,50	795936,75	9899,35	10083,66	751573,98
20	-4,50	795936,75	9899,35	31242,56	782632,23
21	-3,50	795936,75	9899,35	-48783,47	712505,55
22	-2,50	795936,75	9899,35	7457,26	778645,63
23	-1,50	795936,75	9899,35	10083,66	791171,38
24	-0,50	795936,75	9899,35	31242,56	822229,63
25	0,50	795936,75	9899,35	-48783,47	752102,95
26	1,50	795936,75	9899,35	7457,26	818243,03
27	2,50	795936,75	9899,35	10083,66	830768,78
28	3,50	795936,75	9899,35	31242,56	861827,03
29	4,50	795936,75	9899,35	-48783,47	791700,35
30	5,50	795936,75	9899,35	7457,26	857840,44
31	6,50	795936,75	9899,35	10083,66	870366,19
32	7,50	795936,75	9899,35	31242,56	901424,44
33	8,50	795936,75	9899,35	-48783,47	831297,76
34	9,50	795936,75	9899,35	7457,26	897437,84
35	10,50	795936,75	9899,35	10083,66	909963,59
36	11,50	795936,75	9899,35	31242,56	941021,84
37	12,50	795936,75	9899,35	-48783,47	870895,16
38	13,50	795936,75	9899,35	7457,26	937035,24
39	14,50	795936,75	9899,35	10083,66	949560,99
40	15,50	795936,75	9899,35	31242,56	980619,24
41	16,50	795936,75	9899,35	-48783,47	910492,56
42	17,50	795936,75	9899,35	7457,26	976632,64
43	18,50	795936,75	9899,35	10083,66	989158,39
44	19,50	795936,75	9899,35	31242,56	1020216,64
45	20,50	795936,75	9899,35	-48783,47	950089,96
46	21,50	795936,75	9899,35	7457,26	1016230,04
47	22,50	795936,75	9899,35	10083,66	1028755,79
48	23,50	795936,75	9899,35	31242,56	1059814,04

Příloha č. 10: Rezidua a prvky pro určení DW testu časové řady HDP

y - HDP DATA (ČSÚ)	Y - HDP sezónně očistěno	e-rezidua (y-Y)	e_t^2	$(e_t - e_{t-1})^2$
513855	514518,54	-663,54	440283,29	
571558	580658,62	-9100,62	82821317,05	71184375,17
579741	593184,37	-13443,37	180724245,22	18859477,56
604541	624242,62	-19701,62	388153901,35	39165693,06
555637	554115,94	1521,06	2313621,82	450402198,82
615997	620256,02	-4259,02	18139284,52	33409363,34
622539	632781,77	-10242,77	104914417,02	35805264,06
654384	663840,02	-9456,02	89416387,86	618975,56
588244	593713,34	-5469,34	29913709,10	15893627,27
644988	659853,43	-14865,43	220980889,88	88286382,01
654986	672379,18	-17393,18	302522571,04	6389520,06
679312	703437,43	-24125,43	582036179,23	45323190,06
612939	633310,74	-20371,74	415007984,37	14090122,82
675255	699450,83	-24195,83	585438096,89	14623613,34
687205	711976,58	-24771,58	613631081,00	331488,06
712708	743034,83	-30326,83	919716501,91	30860802,56
665376	672908,15	-7532,15	56733236,22	519597492,62
730121	739048,23	-8927,23	79695438,80	1946257,51
741602	751573,98	-9971,98	99440388,84	1091502,56
792073	782632,23	9440,77	89128134,67	376854862,56
712518	712505,55	12,45	155,03	88893194,73
784468	778645,63	5822,37	33899965,82	33755131,67
790275	791171,38	-896,38	803501,20	45141601,56
828795	822229,63	6565,37	43104053,24	55677713,06
761086	752102,95	8983,05	80695168,46	5845182,56
831575	818243,03	13331,97	177741307,23	18913076,17
858497	830768,78	27728,22	768853941,34	207252014,06
901441	861827,03	39613,97	1569266271,96	141271053,06
843399	791700,35	51698,65	2672750086,45	146039520,56
905917	857840,44	48076,56	2311355959,87	13119487,67
935100	870366,19	64733,81	4190466612,82	277463977,56
978157	901424,44	76732,56	5887886304,32	143970001,56
889080	831297,76	57782,24	3338787808,96	359114581,28
970995	897437,84	73557,16	5410655996,45	248847995,84
997237	909963,59	87273,41	7616648341,22	188135514,06
991099	941021,84	50077,16	2507722096,08	1383561014,06
888452	870895,16	17556,84	308242724,09	1057571132,55
932655	937035,24	-4380,24	19186508,38	481235625,17
939543	949560,99	-10017,99	100360137,18	31784225,06
978575	980619,24	-2044,24	4178919,94	63580689,06
872980	910492,56	-37512,56	1407192115,78	1258001635,99
956630	976632,64	-20002,64	400105717,94	306597181,67
959164	989158,39	-29994,39	899663597,87	99835068,06
986463	1020216,64	-33753,64	1139308400,51	14131960,56
884085	950089,96	-66004,96	4356654947,69	1040147562,05
961173	1016230,04	-55057,04	3031278190,01	119856879,34
965752	1028755,79	-63003,79	3969478168,25	63150835,56
996792	1059814,04	-63022,04	3971778139,82	333,06

Příloha č. 11: Očištěná časová řada HDP - data proložená lineární spojnici trendu

x	a_0	a_1	HDP očištěný
1	10057	549530	559587
2	20114	549530	569644
3	30171	549530	579701
4	40228	549530	589758
5	50285	549530	599815
6	60342	549530	609872
7	70399	549530	619929
8	80456	549530	629986
9	90513	549530	640043
10	100570	549530	650100
11	110627	549530	660157
12	120684	549530	670214
13	130741	549530	680271
14	140798	549530	690328
15	150855	549530	700385
16	160912	549530	710442
17	170969	549530	720499
18	181026	549530	730556
19	191083	549530	740613
20	201140	549530	750670
21	211197	549530	760727
22	221254	549530	770784
23	231311	549530	780841
24	241368	549530	790898
25	251425	549530	800955
26	261482	549530	811012
27	271539	549530	821069
28	281596	549530	831126
29	291653	549530	841183
30	301710	549530	851240
31	311767	549530	861297
32	321824	549530	871354
33	331881	549530	881411
34	341938	549530	891468
35	351995	549530	901525
36	362052	549530	911582
37	372109	549530	921639
38	382166	549530	931696
39	392223	549530	941753
40	402280	549530	951810
41	412337	549530	961867
42	422394	549530	971924
43	432451	549530	981981
44	442508	549530	992038
45	452565	549530	1002095
46	462622	549530	1012152
47	472679	549530	1022209
48	482736	549530	1032266

Příloha č. 12: Rezidua a prvky pro určení DW testu časové řady HDP určenou lineární spojnicí trendu

y - HDP DATA	Y - HDP očistěný	e (y-Y)	e_t^2	$(e_t - e_{t-1})^2$
513855	559587	-45732	2091415824	
571558	569644	1914	3663396	2270141316
579741	579701	40	1600	3511876
604541	589758	14783	218537089	217356049
555637	599815	-44178	1951695684	3476399521
615997	609872	6125	37515625	2530391809
622539	619929	2610	6812100	12355225
654384	629986	24398	595262404	474716944
588244	640043	-51799	2683136401	5805982809
644988	650100	-5112	26132544	2179675969
654986	660157	-5171	26739241	3481
679312	670214	9098	82773604	203604361
612939	680271	-67332	4533598224	5841544900
675255	690328	-15073	227195329	2731003081
687205	700385	-13180	173712400	3583449
712708	710442	2266	5134756	238578916
665376	720499	-55123	3038545129	3293497321
730121	730556	-435	189225	2990777344
741602	740613	989	978121	2027776
792073	750670	41403	1714208409	1633291396
712518	760727	-48209	2324107681	8030310544
784468	770784	13684	187251856	3830743449
790275	780841	9434	89000356	18062500
828795	790898	37897	1436182609	810142369
761086	800955	-39869	1589537161	6047550756
831575	811012	20563	422836969	3652026624
858497	821069	37428	1400855184	284428225
901441	831126	70315	4944199225	1081554769
843399	841183	2216	4910656	4637473801
905917	851240	54677	2989574329	2752156521
935100	861297	73803	5446882809	365803876
978157	871354	106803	11406880809	1089000000
889080	881411	7669	58813561	9827549956
970995	891468	79527	6324543729	5163572164
997237	901525	95712	9160786944	261954225
991099	911582	79517	6322953289	262278025
888452	921639	-33187	1101376969	12702191616
932655	931696	959	919681	1165949316
939543	941753	-2210	4884100	10042561
978575	951810	26765	716365225	839550625
872980	961867	-88887	7900898769	13375385104
956630	971924	-15294	233906436	5415929649
959164	981981	-22817	520615489	56595529
986463	992038	-5575	31080625	297286564
884085	1002095	-118010	13926360100	12641629225
961173	1012152	-50979	2598858441	4493154961
965752	1022209	-56457	3187392849	30008484
996792	1032266	-35474	1258404676	440286289

Příloha č. 13: Tabulka reziduí pro výpočet korelace

e (y-Y) cestující	e (y-Y) HDP
141,8801622	-45732
-59,94072445	1914
-428,4712524	40
67,13180679	14783
151,418019	-44178
7,361666814	6125
-370,9676521	2610
-3,676032969	24398
165,1081821	-51799
-17,13925351	-5112
-414,0100696	-5171
-6,104858288	9098
25,43112148	-67332
-95,0785337	-15073
-388,3398124	-13180
77,92322532	2266
84,31712148	-55123
33,1034663	-435
34,29818762	989
234,4622253	41403
133,0318215	-48209
104,0647663	13684
176,4844876	9434
151,8029253	37897
20,38522148	-39869
146,9033663	20563
230,5240876	37428
147,0133253	70315
38,13447148	2216
69,6406163	54677
182,7933376	73803
121,3375753	106803
-32,56617852	7669
91,4907663	79527
203,4994876	95712
-69,94207468	79517
-268,3858285	-33187
-48,1340837	959
348,5636376	-2210
-43,57672468	26765
-162,5553785	-88887
-195,5460337	-15294
283,7936876	-22817
-225,6892747	-5575
-296,1999785	-118010
-36,7264337	-50979
141,8322876	-56457
-450,6808747	-35474

