

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Bakalářská práce

**Analýza letecké dopravy s využitím vhodných
kvantitativních metod**

Klára Závorová

© 2010 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky

Akademický rok 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Klára Závorová

obor Provoz a ekonomika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název tématu: **Analýza letecké dopravy s využitím vhodných
kvantitativních metod**

Struktura bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Civilná letecká doprava
5. Vývoj letecké dopravy v ČR
6. Analýza letiště Praha - Ruzyně
7. Závěr
8. Seznam literatury
9. Přílohy

Rozsah původní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

- 1.DOGANIS, Rigas, The Airport business, London: Routledge, 1992, ISBN 0-415-08117-3
- 2.EUROPEAN COMMISSION, Air Transport, Luxembourg : Kogan Page ; London: Office for Official Publications of the European Communities, 1997, ISBN 0-7494-2314-5
- 3.HINDLS, Richard, a kol., Statistické metody, První vydání, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1995, ISBN 80-7079-354-6
- 4.HINDLS, Richard, a kol., Statistika pro ekonomy, Šesté vydání, Praha: Professional Publishing, 2006, ISBN 80-86419-99-1
- 5.MAREK, Luboš, a kol., Statistika pro ekonomy - aplikace, První vydání, Praha: Professional Publishing, 2005, ISBN 80-86419-68-1
- 6.ŽIHLA, Zdeněk, Letecká doprava, Vydání první, Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, 2007, ISBN 978-80-86841-04-5

Další literatura bude doporučena během zpracování BP.

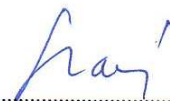
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jiří Petera**

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2010



Vedoucí katedry





Děkan

V Praze dne: 19.11.2008

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Analýza letecké dopravy s využitím vhodných kvantitativních metod jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. března 2010

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Jiřímu Peterovi za pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Analýza letecké dopravy s využitím vhodných kvantitativních metod

Analysis of air transport by suitable quantitative methods

Souhrn

Tato práce definuje problematiku letecké dopravy a snaží se zohlednit všechny důležité orgány ovlivňující civilní leteckou dopravu v České republice. Ukazuje současné trendy rozvoje letecké dopravy a vysvětluje význam prosperity letišť pro region, ve kterém se nachází. Po této obecně - teoretické části se zaměřuje na Letiště Praha - Ruzyně, které je největším letištem v České republice a má celostátní význam v oblasti dopravy do i ze země.

S využitím vhodné literatury tato práce objasňuje využití statistické metody, díky kterým byly v závěrečné části provedeny regresní a korelační analýzy množství pohybů letadel na letišti Praha - Ruzyně a realizovány modely tohoto ukazatele. Byly vytvořeny modely jednoduché regrese, model mnohonásobné regrese a jejich koeficienty korelace a determinace.

V závěru práce vyvstává doporučení pro budoucí využití modelu i jeho možné zdokonalení, které je ovšem složitě proveditelné. Pro snadnější manipulaci lze využít i jednodušší model, který je početně snadnější, ale jeho výsledky mohou být s větší chybou odhadu.

Klíčová slova: analýza, cestující, kapacita, korelace, letadlo, letiště, náklad, regrese, závislost, zboží

Summary

This paper defines the problem of air traffic and tries to take into account all relevant authorities affecting civil aviation in the Czech Republic. It shows current trends in the development of air transport and airports, explains the importance of prosperity for the region in which it is situated. After this general – theoretical paper focuses on the Prague - Ruzyně Airport, which is the largest airport in the Czech Republic and has national significance in the field of transport to and from the country.

Using appropriate literature makes the statistical methods used, used in the thesis. Due these methods were made in the final set of regression and correlation analysis quantity of aircraft movements at the airport Prague - Ruzyně and implemented models of movement indicator. Simple regression models, multiple regression model and their coefficients correlation and determination were created.

In conclusion is recommendation for future use of the model and its possible improvement, which is complicated but feasible. For easier handling, can be used a simpler model, which is numerically easier, but its results can be estimated with greater fault.

Keywords: analysis, passenger, capacity, correlation, aircraft, airport, cargo, regression, dependence, goods

Obsah:

1	Úvod	5
2	Cíl práce a metodika	6
3	Civilní letecká doprava:	7
3.1	Civilní letecká doprava	7
3.1.1	Dělení obchodní dopravy	7
3.2	Subjekty ovlivňující Civilní leteckou dopravu v České Republice	8
3.2.1	Mezinárodní organizace pro civilní letectví ICAO (International Civil Aviation Organization)	8
3.2.2	Mezinárodní asociace leteckých dopravců - IATA (International Air Transport Association)	8
3.2.3	Řízení letového provozu, s.p. - ŘLP (Air Navigation services)	9
3.2.4	Ministerstvo dopravy ČR	9
3.2.5	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod - ÚZPLN (Air Accidents Investigation Institute - AAIL)	9
3.2.6	Úřad pro civilní letectví - ÚCL (Civil Aviation Authority)	10
3.2.7	České aerolinie a.s. - ČSA (Czech Airlines)	10
4	Vývoj letectví v České republice	11
5	Letiště	12
5.1	Definice pojmu letiště	12
5.2	Provozování letiště	12
5.3	Základní předpoklady pro vznik mezinárodního letiště:	12
5.4	Letiště v České republice	13
5.5	Rozvoj letišť	14
5.6	Kapacita letišť	14
5.7	Makroekonomický význam letiště	14
5.8	Letiště Praha	15
5.8.1	Historie letiště Praha - Ruzyně	15
5.8.2	Letiště Praha, a.s.	16
5.8.3	Současnost	16

6	<i>Analýza Letiště Praha</i>	<i>17</i>
6.1	Základní statistické charakteristiky	17
6.2	Zobrazení situace v grafu	18
6.3	Regresní a korelační analýza	19
6.3.1	Regresní analýza	19
6.3.2	Korelační analýza	22
6.4	Program STATISTICA	24
6.5	Využití regresní a korelační analýzy	25
6.5.1	Modely množství pohybů - lineární regrese a korelace	25
6.5.2	Model množství pohybů - mnohonásobná lineární regrese	28
6.5.3	Model množství pohybů - korelace mnohonásobné lineární regrese	29
7	<i>Závěr</i>	<i>30</i>
8	<i>Seznam použitých zdrojů</i>	<i>32</i>
9	<i>Přílohy</i>	<i>I</i>
9.1	Výběrový soubor	I
9.2	Výsledky mnohonásobné regrese	IV

1 Úvod

K napsání bakalářské práce na dané téma byla inspirací současná situace letecké dopravy, kdy se mnoho leteckých dopravců potýká s krizí, a chtělo být zjištěno, na kolik je tato situace riziková pro rozvoj nových i stávajících letišť. Bylo rozhodnuto analyzovat Letiště Praha – Ruzyně, které je největším mezinárodním letišťem s celostátním významem, s cílem vyhodnotit ukazatel množství pohybu letadel. Množství pohybů je jedním z nejvíce charakterizujících ukazatelů intenzity provozu letišť. Jde o údaj evidující množství vzletů a přistání ze vzletové a přistávací dráhy. Jeho vypovídající schopnost je pro letiště velmi významná, ale není ovšem natolik medializovaná jako hodnota množství odbavených cestujících. Bylo tedy sledováno jak moc spolu tyto dva údaje souvisí a vzhledem k tomu, že Letiště Praha neuskutečňuje pouze osobní dopravu, ale i nákladní, byla snaha zohlednit i množství přepraveného zboží.

Prosperita letišť má velký význam na blahobyt v regionu. Umožňuje nejen velké množství pracovních míst, ale dělá své zemi určitou reklamou, jakož to vstupní brána do země. Kvalita i úroveň letišť je pod přísným dozorem a jsou na ni kladeny vysoké nároky. Je nezbytně nutné dodržovat vysoké bezpečnostní požadavky a udržovat plynulý rozvoj letiště, který závisí na kapacitních možnostech území i na potřebách a finančních možnostech.

2 Cíl práce a metodika

Cílem této práce je vytvořit obecný náhled na civilní leteckou dopravu v České Republice a bližší rozbor výkonnostních výsledků na Letišti Praha – Ruzyně. Pro analýzu byla vybrána závislost množství pohybů letadel na počtu odbavených cestujících a na množství přepraveného zboží v kg.

V teoretické části jsou představovány nejprve základní principy a organizace ovlivňující civilní leteckou dopravu. Poté i statistické metody, které byly využity k analýze. V praktické části byly vytvořeny modely závislostí mezi jednotlivými ukazateli a byla změřena síla jejich vzájemné závislosti.

Při psaní teoretického základu této práce bylo využito především vybrané literatury, zabývající se danou problematikou, s využitím autorčiných znalostí z předchozího studia se zaměřením na leteckou dopravu. Při psaní praktické části bylo využito statistického softwaru STATISTICA, který umožnil řešení analýzy regrese a korelace i s miliónovými částkami a velkým výběrovým souborem.

Metodika, která byla užita, je především popis vztahů mezi veličinami, které ovlivňují danou problematiku. Bylo použito regresní a korelační analýzy a byla uplatněna možnost grafického znázornění samostatných údajů i výsledků šetření.

3 Civilní letecká doprava:

3.1 Civilní letecká doprava

„Civilním letectvím se rozumí letecké činnosti provozované v České republice civilními letadly jakékoliv státní příslušnosti pro civilní účely, jakož i letecké činnosti provozované českými letadly v cizině pro civilní účely.“^[1]

Zjednodušeně lze říci, že v České republice jde o leteckou dopravu, která není prováděna armádou. Nutné je oddělit obchodní dopravu a všeobecné letectví. Obchodní doprava je doprava cestujících, přeprava zboží a pošty za úplatu. Všeobecné letectví tvoří letecké práce, letecké činnosti pro vlastní potřebu a potřeby státu, sportovní a rekreační létání, letecká představení a soutěže.

3.1.1 Dělení obchodní dopravy

3.1.1.1 dle subjektu dopravovaného/přepravovaného

-osobní doprava - doprava cestujících za úplatu do určené destinace. Jde o smluvní vztah mezi dopravcem a cestujícím, který je zajištěn letenkou a zavazadlovým lístkem. Cestující zaplatí za služby a dopravce se zavazuje dopravit cestujícího do místa určení.

-nákladní přeprava - přeprava zboží za úplatu. Smluvní vztah je stvrzen Leteckým nákladovým listem, který je přítomen po celou dobu přepravy zboží, až do jejího vydání příjemci.

3.1.1.2 dle četnosti

-pravidelnou- doprava dle letového řádu na pravidelných linkách. Let se musí realizovat nezávisle na obsazenosti letadla.

-nepravidelnou- na základě přímé objednávky (charterové lety). Většinou jde o objednávku celé kapacity letadla.

¹ BÍNA, Ladislav; ŠOUREK, David; ŽIHLA, Zdeněk. *Letecká doprava II.* Praha : Aktris, 2007. Vymezení letecké dopravy, s. 19.

3.1.1.3 dle cílové destinace

-vnitrostátní - cílová destinace se nachází uvnitř státu, ze kterého byl uskutečněn vzlet a při jehož letu nebyly překročeny státní hranice.

-mezinárodní - cílová destinace je za hranicemi státu, ze kterého byl uskutečněn vzlet.

3.2 Subjekty ovlivňující Civilní leteckou dopravu v České Republice

3.2.1 Mezinárodní organizace pro civilní letectví ICAO (International Civil Aviation Organization)

Organizace založená Chicagskou úmluvou, která byla ratifikována 54 státy (Československo bylo mezi zakládajícími státy) 7. prosince 1944, definuje standardy civilní letecké dopravy pomocí 18 příloh, tzv. annexů. Annexy jsou při ratifikaci brány jako doporučení, následně jsou však přebírány členskými státy jako letecký zákon daného státu. V ČR jde o letecké předpisy L1-L18. Celá organizace je pod záštitou OSN (Organizace spojených národů) a má v současné době 190 členských zemí. Cílem je zajistit stejné podmínky a bezpečnost pro civilní leteckou dopravu po celém světě.

3.2.2 Mezinárodní asociace leteckých dopravců - IATA (International Air Transport Association)

Je mezinárodní organizací, která sdružuje letecké dopravce. Původní IATA byla založena již v roce 1919, ale současná forma asociace byla přijatá až v roce 1944. V rámci členství v IATA mají letečtí dopravci povolení na konzultaci cen, což by v jiných odvětvích znamenalo velké spory ohledně kartelového jednání. V současné době je členy 230 leteckých dopravců ze 115 zemí z celého světa. To znamená 93% z celosvětové pravidelné letecké dopravy. Jednotný přístup může pomoci leteckým dopravcům se lépe vyrovnávat se současnou finanční krizí. Čím lépe se s touto situací vyrovnají letečtí dopravci, tím větší bude objem letecké dopravy a tím i menší negativní následky pro rozvíjející se letiště.

3.2.3 Řízení letového provozu, s.p. - ŘLP (Air Navigation services)

Je orgán zajišťující letové provozní služby. Jde o služby, které mají za cíl zabránit srážkám mezi letadly, mezi letadly a zábranami na provozní ploše a pro udržení plynulého a spořádaného toku letového provozu nad územím ČR. Hlavní je bezpečnost letového provozu. Poskytuje kurzy pro výcvik létajícího personálu i letových navigačních služeb. Dále má ŘLP funkci letové informační služby, která poskytuje nezbytné informace pro bezpečnost, pravidelnost a hospodárnost letového provozu. Jde o zprávy typu NOTAM, SNOWTAM (zprávy o krátkodobých omezeních), AIC (letecké informační oběžníky) a AIP. V současné době má sídlo v Jenči.

3.2.3.1 Letecká informační příručka -AIP

Je dokument určen pro uspokojování mezinárodních požadavků na výměnu leteckých informací dlouhodobého charakteru. V ČR vydává Řízení letového provozu. Má tři části:

- GEN-všeobecné informace
- ENR- tratě
- AD- letiště

Je pravidelně aktualizován v maximálně měsíčním intervalu, kdy se zasílají listy, které se mají vyměnit za jiné, již obsahující nebo nové doplnění.

3.2.4 Ministerstvo dopravy ČR

Je ústřední orgán státní správy, který má v čele ministra, člena vlády. Oblasti zájmu ministerstva dopravy jsou v silniční, letecké, drážní a vodní dopravě. Leteckou dopravou v rámci ministerstva se zabývá Odbor civilního letectví.

3.2.5 Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod - ÚZPLN (Air Accidents Investigation Institute -AAII)

V roce 2003 zahájil svoji činnost v České republice na základě stanovení Rady Evropského společenství a byl součástí kritérií pro přijetí do Evropské unie. Zabývá se

odborným zjišťováním technických příčin nehod, shromažďováním a analýzami informací o nehodách, vypracováváním bezpečnostních doporučení a závěrů.

3.2.6 Úřad pro civilní letectví - ÚCL (Civil Aviation Authority)

Úřad pověřený státem, v souladu s Chicagskou úmluvou, k výkonu dohledu nad civilní leteckou dopravou na a nad územím České republiky. Provádí licencování leteckého personálu (zdravotní, teoretické, jazykové), certifikaci letadel a jejich údržby a certifikaci leteckých zařízení a systémů.

3.2.7 České aerolinie a.s. - ČSA (Czech Airlines)

Státní podnik, který byl založen již v roce 1923. Mají jako své domovské Letiště Praha. Poskytují pravidelnou (spojení do 104 destinací) i nepravidelnou (charterové lety například pro cestovní kanceláře) leteckou dopravu, přepravu zboží a nákladu (prostřednictvím Air Cargo Terminal), pozemní služby (odbavení cestujících jak na vlastní linky tak i na linky jiných dopravců -60% na Letišti Praha-Ruzyně), údržba letadel, výcvik posádek a bezcelní prodej Duty free.

Od roku 2001 jsou ČSA členem aliance SkyTeam, která umožňuje cestujícím větší komfort při delších cestách, například jedna rezervace na přestupní lety, které vykonává jiný dopravce v rámci aliance. Tato aliance denně zahrnuje 13 133 letů ze 169 zemí světa na 856 letištích.

Členy SkyTeamu jsou: ČSA, AEROFLOT, AEROMEXICO, AIR FRANCE, ALITALIA, CHINA SOUTHERN, CONTINENTAL AIRLINES, DELTA, KOREAN AIR, KLM, NORTHWEST AIRLINES

4 Vývoj letectví v České republice

První civilní let byl uskutečněn v roce 1910, kdy z Pardubic vzlétl Ing. Jan Kašpar. V roce 1919 pak vznikl předchůdce dnešnímu ÚCL - „vzduchoplavecké oddělení“, které zřídilo tehdejší Ministerstvo veřejných prací. V roce 1920 zahájila Francouzsko-rumunská letecká společnost FRA první pravidelné letecké spojení do Prahy. O tři roky později vznikla vlajková společnost ČSA, která zpočátku létala pouze na lince Praha (Kbely) - Bratislava, mezinárodní linka byla zahájena až v roce 1930 z Prahy do Záhřebu. V roce 1939 ČSA zanikly v důsledku okupace a v roce 1945 opět obnovují svojí činnost jako jediný letecký dopravce v České republice. Od roku 1927 fungovala také ČSL –Česká letecká společnost, která svou činnost po okupaci ovšem neobnovila.

V roce 1937 bylo otevřeno letiště Praha - Ruzyně. Na letech belgické společnosti Sabena do Prahy byly pak poprvé zavedeny služby palubních průvodčích (steward/ka).

Představitelé exilové vlády v roce 1944 podepisují členství Československa v ICAO. V roce 1947 byly zahájeny první mezikontinentální linky z Prahy do Káhiry a Ankary.

Po roce 1949 se zvýšil počet sovětské letecké techniky v České republice, tato převaha byla dominantní do roku 1989, ale některé sovětské stroje byly vyřazeny z provozu až v roce 2000.

5 Letiště

5.1 Definice pojmu letiště

Vymezená plocha na zemi nebo na vodě (včetně budov, zařízení a vybavení), určená buď zcela nebo zčásti pro přilety, odlety a pozemní pohyby letadel. [²]

Letiště je rozsáhlý a složitý komplex, který by měl být spravován samostatnými organizacemi a v případě nouze by měl být soběstačný. Proto se na letištích velkého významu objevují vlastní čističky vod a generátory na elektrickou energii, pro případ náhlého výpadku centrální sítě.

5.2 Provozování letiště

V rámci provozování letiště je nezbytně nutné zabezpečit podmínky pro přistávání, vzlet a s tím související pohyb letadel, ochranu, ošetření letadel, zabezpečení požární a záchranné služby, ochranu před protiprávními činy, pořádek, údržbu a rozvoj letiště. Na základě splnění všech předchozích požadavků se vydává osvědčení provozovateli od Úřadu civilního letectví. Při plánovaném ukončení provozu je nezbytné upozornit ÚCL ve lhůtě 6 měsíců před ukončením provozu.

5.3 Základní předpoklady pro vznik mezinárodního letiště:

- veřejný zájem
- způsobilost z hlediska životního prostředí a technicko provozního vybavení
- zajištění bezpečnosti provozu
- provozní doba v létě min 7hodin
- zabezpečení leteckých provozních služeb (ŘLP)
- prostor pro předletovou přípravu
- možnost nákupu map

² ČR. Předpis L 14. In *ICAO Annex*. 2009, s. 3-4.

- možnost zásobování běžnými druhy paliv
- objekt pro odbavení cestujících a zavazadel (pasové kontroly, lze zajistit i po domluvě na určitý čas)
- hangár
- odstavné plochy pro parkování

5.4 Letiště v České republice

V ČR se nachází celkem 91 letišť určených pro civilní dopravu.

Lze je rozdělit do tří významových skupin:

- ❖ letiště celostátního významu
- ❖ letiště regionálního významu
- ❖ regionální letiště menšího významu

1) Letiště s celostátním významem je Letiště Praha Ruzyně, kterému se budeme věnovat dále.

2) Letiště s regionálním významem jsou: Brno-Tuřany, Ostrava-Mošnov, Karlovy Vary a Pardubice. Jde o veřejná mezinárodní letiště, která umožňují přístup cestujícím (podnikatelům, turistům i investorům) do regionu a z něj. Jsou způsobilá k vykonávání obchodní letecké dopravy. Mají potřebné navigační vybavení, dráhový systém a poskytují služby, které mohou nabídnout cestujícím i leteckým společnostem. V roce 2004 došlo k převodu vlastnictví těchto letišť a jediné letiště v majetku státu je v současné době Letiště Praha Ruzyně a.s.. Pro regionální letiště stále zastává své funkce regulátora, zákonodárce a vykonává dohled nad výkonem státní moci.

2) Regionální letiště menšího významu jsou hlavně aeroklubová letiště, jejichž využití je ke sportovnímu létání. Mají velmi pozitivní vliv na rozvoj letecké dopravy a její popularity v České republice. Ministerstvo dopravy se snaží jejich počty zachovat pro zájmové skupiny a znemožnit jejich využití pro neletecké aktivity.

5.5 Rozvoj letišť

Dlouhodobý trend meziročního nárůstu v středoevropském regionu se pohybuje okolo osmiprocentního růstu. V České republice je tento nárůst u některých letišť vyšší, ale předpokladem je, že po nasycení trhu se i u nás bude pohybovat v této relaci. Zatím je však potřeba zvyšovat cíleně kapacitu letišť, podle prognózovaného vývoje do budoucna, aby nedošlo k disproporci mezi dopravními výkony a možnostmi letišť.

Již při výběru lokality pro budoucí letiště se musí zahrnout nejen současné potřeby, ale i potřeby budoucí s omezením v životnosti a etapovém vývoji jednotlivých částí. Každá část musí být vyprojektovaná se základními požadavky na účel, kapacitu, provoz, životní prostředí, rozměry a životnost. Neustále se musí brát v úvahu koordinace výstavby.

Vypracovává se studie s názvem General letiště. Jde o výhledovou studii, která je základní dokumentací pro plánování. Obsahuje popis stávajícího stavu letiště, kapacitní rozbor a konečný stav, který je určený k časovému období, kdy už nelze letiště dále rozšiřovat (hranice letiště- hygienická omezení, územní plán, atd.).

5.6 Kapacita letišť

Hodnotí se vzdušný prostor, RWY-vzletová a přistávací dráha, TWY-pojezdové dráhy, počet operačních stání, terminál, odbavení cestujících, parkoviště, spojení s městem, zařízení pro obsluhu a zásobování letadel, zásahová a požární služba. Kapacita letiště se vždy hodnotí podle nejmenšího článku v celém systému letiště. Například pokud je kapacita odbavovacího prostoru 100 000 cestujících a spojením s městem je možné dopravit jen 50 000 cestujících, tak bude kapacita celého letiště pouze 50 000 cestujících.

Průměrně připadá 1 kilometr čtvereční na 1 milion odbavených cestujících nebo 100 000 tun zboží za rok.

5.7 Makroekonomický význam letišť

- ❖ měřítko komunikace se světem - kvantitativní hodnocení návštěvnosti lokality, hodnocení množství přepraveného leteckého zboží i letecké pošty

- ❖ ekonomický potenciál pro region i stát - příchod nových investorů, snadná dostupnost pro podnikatele se záměrem vstupu na trh
- ❖ při výstavbě a modernizaci se aplikují nejnovější poznatky z vědy a techniky - technický rozvoj, inovace
- ❖ vytváření pracovních příležitostí - např. na Ruzyni okolo 17tis zaměstnanců na území letiště
- ❖ vizitka technické vyspělosti a mentality národa – vstupní brána do země

5.8 Letiště Praha

5.8.1 Historie letiště Praha - Ruzyně

Toto letiště bylo postaveno v důsledku přílišného počtu civilních letů na Letišti Kbely, které už nebylo schopné pojmout požadovaný objem pohybů letadel. Bylo zprovozněno 5. dubna 1937. Po vyhlášení protektorátu Čechy a Morava bylo toto letiště obsazeno německou armádou a provozována byla pouze linka Berlín - Praha - Vídeň.

Při nástupu proudových letadel v 50. letech min. stol. bylo nezbytné prodloužit a rozšířit vzletové a přistávací dráhy. Od roku 1960 se započalo s výstavbou areálu Sever (současný Terminál 1), který byl otevřen v roce 1968. Po roce 1989 se oddělily činnosti ČSA a Letiště Ruzyně. Poté probíhaly velké přestavby, rekonstruovala se budova Terminálu 1, byl zprovozněn původní areál (Terminál Jih) převážně pro soukromé lety (tzv. bussines jet), a byla dokončena (2006) výstavba terminálu Sever 2.

V provozu letiště se výrazně promítl vstup ČR do Evropské unie v roce 2004 a do Shengenského prostoru, který odboural potřebu celních a pasových kontrol do zemí v rámci volného pohybu osob, který byl založen a ustanoven v roce 1985. Na Letišti Praha-Ruzyně se cestující rozdělují do shengen a do non-shengen zemí pomocí oddělených terminálů. Terminál 1 je využíván pro lety mimo schengenský prostor a Terminál 2 pro lety v rámci schengenského prostoru. Nikdy se nesmí po odbavení setkat cestující do shengen a non-shengen zemí, aniž by jeden nebo druhý neprošel vstupní nebo výstupní celní a pasovou kontrolu. Jde o bezpečnostní opatření.

5.8.2 Letiště Praha, a.s.

Společnost Letiště Praha, a.s. vznikla v rámci transformačního procesu privatizace v únoru 2008 z podniku Správa Letiště Praha, s.p.. Stávající majetek byl vložen jako vstupní kapitál a došlo i k převodu všech povolení, licencí a zaměstnanců (v roce 2007 bylo 2300 zaměstnanců). Jediným vlastníkem akcií je Česká republika - Ministerstvo financí. Hlavními orgány akciové společnosti je pětičlenné představenstvo a dozorčí rada.

5.8.3 Současnost

V současnosti je letiště Praha-Ruzyně největší letiště v celé České republice a druhé největší ve střední a východní Evropě. Cestující mají k dispozici 43 leteckých společností, které nabízejí spojení Prahy přímým letem do 106 destinací. Své služby zde nabízí 6 nákladových dopravců.

Významná pozice tohoto letiště je i ve funkci přestupního uzlu, kdy si cestující Prahu velmi oblíbili, nejen kvůli možnosti krátkých návštěv města, přehlednosti letiště, ale i díky možnostem přespání v tranzitních hotelích s velkou nabídkou služeb přímo na letišti. V roce 2009 obdrželo ocenění cestujících jako nejlepší letiště ve východní Evropě (World Airport Awards).

Letiště Praha, a. s. spolupracuje s Ministerstvy dopravy a financí České republiky, Řízením letového provozu České republiky, Úřadem pro civilní letectví, leteckými dopravci, s orgány veřejné správy v letectví i v jiných sektorech, s uživateli letiště, s hlavním městem Praha a obcemi, které se nacházejí v blízkosti letiště.

6 Analýza Letiště Praha

Pro správné hodnocení výkonnosti letiště je nesmírně důležitý ukazatel množství pohybů letadel (veškeré vzlety a přistání uskutečněné na daném letišti). Velice mne zaujala závislost množství pohybů letadel na počtu odbavených cestujících a na kilogramech přepraveného zboží. Předpokladem je, že závislost nebude stoprocentní, protože například pravidelné linky, ať už nákladové nebo osobní, musí být uskutečněny dle letového řádu i při nevyužití celé kapacity.

Pro analýzu bylo použito měsíčních údajů z let 2001 až 2009, kromě ukazatele nákladní přepravy, kde jsou údaje za roky 2001 až 2007. Jak se později ukázalo při analýzách, význam tohoto ukazatele nebyl natolik výrazný, aby bylo nutné dopočítávat další údaje z let 2008 a 2009. Kompletní výběrový soubor lze naléznout v příloze 1.

6.1 Základní statistické charakteristiky

Jednotlivá data v případech jsou příliš nepřehledná pro hodnocení, proto se pro účely dalšího rozboru zhušťují. Toto zhuštění se provádí výpočtem různých ukazatelů.

Rozdělení četností je utřídění datového souboru. Nejčastěji je vyjádřeno absolutní četností n_i .

$$\sum n_i = n \quad (1)$$

Charakteristika polohy reprezentuje vhodnou střední hodnotu souboru, kolem které se vyskytují hodnoty souboru. Pro tuto analýzu je využit prostý aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

Charakteristiky variability určují rozmezí, v jakém se údaje vyskytují.

Nejjednodušší je výběrové variační rozpětí, které definuje rozdíl mezi největšími a nejmenšími hodnotami znaku.

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (3)$$

Výběrový rozptyl je jedna z nejčastěji používaných charakteristik variability a je nezbytná pro výpočet směrodatné odchylky.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad (4)$$

Směrodatná odchylka je kladně vzatá odmocnina z výběrového rozptylu a její hlavní výhodou je, že je uvedena ve stejných jednotkách jako zkoumaný statistický znak.

$$s = +\sqrt{s^2} \quad (5)$$

Tabulka č. 1 Základní statistické charakteristiky

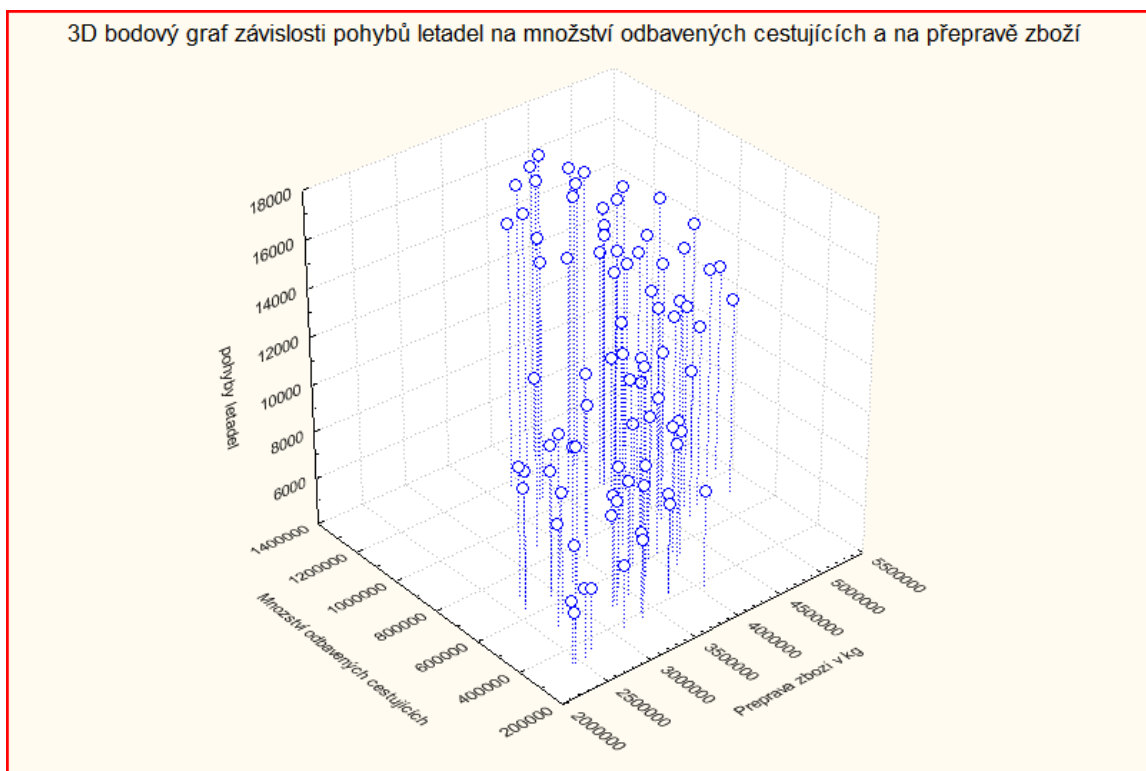
	Četnost	Průměr	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
Pohyby letadel	108	11996	6117	16734	2864,2
Množství odbavených cestujících	108	820158	334154	1411305	281982,1
Přeprava zboží v kg	84	3972901	2445162	5379346	751887,7

Zdroj: vlastní výpočet pomocí programu STATISTICA

6.2 Zobrazení situace v grafu

Celá situace je zobrazena na grafu 1, který zobrazuje závislost mezi počty odbavených cestujících a přepravou zboží na množství pohybů letadel na Letišti Praha.

Graf č. 1 Zobrazení závislosti počtu pohybů na množství cestujících a zboží



Zdroje: vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA

6.3 Regresní a korelační analýza

6.3.1 Regresní analýza

Regresní analýza má za cíl zjistit formu závislosti dvou a více proměnných. Cílem je zjištění příčinných (kauzálních) souvislostí, které mají za následek nebo přímo vyvolávají existenci jiného jevu.

Pro metodu zkoumání je nutné zjistit, zda se jedná o pevné či volné závislosti. Pevná závislost se vyskytuje tehdy, pokud výskyt jednoho znaku vyvolá znak druhý, zatímco při volné závislosti se pouze zvýší pravděpodobnost výskytu znaku druhého (tzv. obecná tendence).

Závislost mezi kvantitativními znaky může být pak funkční (pevná) a statická (volná závislost). Funkční závislost je taková, při které, když se změní jeden znak, odpovídá této změně pouze jedna změna znaku druhého. Statická závislost se vyznačuje tím, že jedné změně jednoho znaku odpovídá více hodnot znaku druhého.

Pevné závislosti se vyskytují více v teorii, v reálných empirických situacích lze mluvit většinou pouze o volné závislosti.

Závislost se může vyskytovat jednostranně i vzájemně. Jednostrannou závislostí se zabývá regresní analýza. Jde o případy, kdy nezávisle proměnná vysvětluje příčinu a vysvětlovaná proměnná následek. Vzájemnou závislost vysvětluje až korelační analýza, obě metody se velmi prolínají.

Tato analýza se provádí ze dvou důvodů. Prvním je zjištění, zda mezi sledovanými znaky existuje reálná příčinná závislost. Druhým je možnost provádět tzv. regresní odhady. Regresní odhady se využívají pro předpoklad jedné hodnoty z hodnoty druhé.

6.3.1.1 Jednoduchá lineární regrese

Tato analýza zkoumá formy vztahu dvou náhodných veličin X a Y .

Vysvětlující proměnná - X – nezávisle proměnná.

Vysvětlovaná proměnná - Y – závisle proměnná.

Základní model regresní závislosti vyjadřuje hodnotu závisle proměnné y_i . Kdy $f(x_i)$ je regresní funkce a e_i je náhodná chyba (odchylka) i -tého pozorování Y .

$$y_i = f(x_i) + e_i \quad (6)$$

Velmi důležitým aspektem regresní analýzy je volba vhodné regresní funkce. K vhodnému posouzení se často používá grafické metody, kdy se zobrazí problematika v grafu, který napovídá, jak se bude funkce vyvíjet a kam bude směřovat. Ke zhodnocení vybrané funkce jsou k dispozici různá matematicko - statistická a věcně - ekonomická kritéria.

Nejpoužívanější funkcí je regresní přímka, jejíž směrnici nazýváme regresním koeficientem, který odpovídá změně nezávisle proměnné o jednotku. Je-li tato hodnota kladná, nazýváme ji pozitivní (přímá závislost) a s každým růstem nezávisle proměnné vzroste i závisle proměnná přesně o hodnotu β . Pokud je tento koeficient záporný nazývá se negativní (nepřímá závislost).

$$f(x) = \alpha + \beta x \quad (7)$$

Koeficienty α a β se odhadují pomocí metody nejmenších čtverců. Tato metoda se snaží dosáhnout, aby součet čtverců odchylek pozorovaných hodnot Y od odhadované regresní funkce byl minimální. Musí být splněna podmínka, aby uvedený výraz byl minimální.

$$S = \sum (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \quad (8)$$

Obvykle se k výpočtům použije soustava normálních rovnic.

Dalšími možnostmi funkcí jsou parabolické regrese, polynomická regrese, hyperbolická regrese, logaritmická regrese, exponenciální regrese.

Určení parametrů regresní funkce se rozlišuje na teoretické (hypotetické), které je téměř nemožně měřitelné a empirické (výběrové), které lze vypočítat na základě výběru.

6.3.1.2 Mnohonásobná regrese

V jednoduchých modelech závislosti bylo předpokladem, že změny závisle proměnné jsou způsobeny změnami jedné nezávisle proměnné a ostatní vlivy byly pouze náhodné. Ve skutečnosti to však bývá často jinak a statistický znak je vyvolán působením mnoha různých faktorů.

Početní aparát musí umožnit sledovat, jak několik nezávislých proměnných současně ovlivňuje závisle proměnnou. Tyto funkce poskytuje teorie mnohonásobné regrese a korelace.

Model, který vyjadřuje závislost Y na veličinách $X_1, \dots, X_k$ lze zapsat jako:

$$y_i = f(x_{i1}, \dots, x_{ik}) + e_i \quad (9)$$

Kde e_i je náhodná chyba i -tého pozorování veličiny Y a $f(x_{i1}, \dots, x_{ik})$ je regresní funkcí.

Lineární regresní mnohonásobná funkce má obvykle podobu:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + e_i \quad (10)$$

Termín lineární regrese je však chápán pouze jako linearita v koeficientech β , nikoliv ve vztazích s nezávisle proměnnými. V mnohonásobné lineární regresi jsou koeficienty β nazývány jako parciální (díličí). Při jednotkové změně vysvětlující proměnné X_j znamená koeficient β průměrnou změnu vysvětlované proměnné Y , avšak pouze za předpokladu, že všechny ostatní nezávisle proměnné zůstávají konstantní. Jde o obecně neznámé parametry, které je nutné z výběrového souboru odhadnout. Odhad se většinou provádí stejně jako u jednorozměrné regrese pomocí metody nejmenších čtverců(8). Soustavou normálních rovnic.

Ukázka soustavy normálních rovnic pro výpočet polynomu druhého stupně.

$$\begin{aligned} \sum y_i &= nb_0 + b_{yx_1 \cdot x_2} \sum x_{1i} + b_{yx_2 \cdot x_1} \sum x_{2i} \\ \sum y_i x_{1i} &= b_0 \sum x_{1i} + b_{yx_1 \cdot x_2} \sum x_{1i}^2 + b_{yx_2 \cdot x_1} \sum x_{1i} x_{2i} \\ \sum y_i x_{2i} &= b_0 \sum x_{2i} + b_{yx_1 \cdot x_2} \sum x_{1i} x_{2i} + b_{yx_2 \cdot x_1} \sum x_{2i}^2 \end{aligned} \quad (11)$$

Odhad modelu mnohonásobné regrese i jeho parametrů, lze poté zapsat maticovým zápisem. Z důvodů velké početní obtížnosti se u složitějších modelů využívá statistického softwaru.

6.3.2 Korelační analýza

Korelační analýza je měření těsnosti vzájemné závislosti. Klade se důraz na intenzitu vzájemného vztahu. Určuje se stupeň síly, s jakou se závislost dvou a více proměnných projevuje uprostřed různých vedlejších faktorů. Zdrojem pro měření těsnosti závislosti je příslušný regresní model. Hodnota, jakou jsou veličiny vázané, vypovídá o schopnosti užitého modelu. Čím bude závislost těsnější, tím budou odhady z regresního modelu přesnější.

6.3.2.1 Korelační analýza z jednoduché regrese

Pokud se používá lineární regresní model, hodnotí se těsnost závislosti bezrozměrným výběrovým korelačním koeficientem r .

$$r = \frac{s_{yx}}{s_x s_y} \quad (12)$$

Kde je $s_{yx} = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ a s_x s_y jsou výběrové směrodatné odchylky.

Základními vlastnostmi korelačního koeficientu jsou:

- ❖ $-1 \leq r \leq 1$
- ❖ pokud existuje mezi veličinami lineární funkční závislost, tak $|r| = 1$
- ❖ jestliže jsou veličiny lineárně nezávislé, tak $r=0$

Konvenčně se používá orientační stupnice pro hodnocení těsnosti lineární závislosti mezi X a Y.

slabá závislost	$0 < r \leq 0.3$	(13)
-----------------	--------------------	------

mírná (střední) závislost	$0,3 < r \leq 0,8$	(14)
---------------------------	----------------------	------

silná závislost	$0,8 < r \leq 1$	(15)
-----------------	--------------------	------

Druhá mocnina koeficientu korelace se nazývá koeficientem determinace (r^2), při násobení 100 je ukazatelem z kolika procent je změna závisle proměnné vysvětlitelná regresní funkcí.

V případě nelineární regrese se používá hodnota index korelace, který se také nachází na intervalu od nuly do jedné včetně. Jeho hodnocení je obdobné jako u koeficientu korelace. Jeho druhá mocnina se nazývá indexem determinace. Oproti koeficientu lineární regrese je nesymetrickou mírou.

Dále je nutné provádět testy hypotéz o korelačním koeficientu a jeho intervalový odhad. Test významnosti se provádí pro zjištění, zda bodový odhad koeficientu korelace výběrového souboru odpovídá i základnímu souboru. Nulová hypotéza udává, že veličiny X a Y jsou nezávislé a alternativní hypotéza udává jejich závislost. Zamítnutí nulové hypotézy znamená existenci lineární závislosti.

$$\text{Testovací kritérium: } t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (16)$$

$$\text{Kritický obor: } K = \{|t| > t_{\alpha(n-2)}\}$$

Jestliže $|t|$ překročí kritickou hodnotu Studentova rozdělení, zamítáme nulovou hypotézu a koeficient korelace je statisticky významný.

Dále lze testovat hypotézy o parametrech regresní funkce, pomocí Fischerovy Z -transformace, a intervaly spolehlivosti.

6.3.2.2 Korelační analýza z mnohonásobné regrese

Konstrukce probíhá obdobně jako u jednoduché závislosti koeficientem mnohonásobné determinace:

$$R_{y \bullet x_1, \dots, x_k}^2 = \frac{\sum (y'_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum (y_i - y'_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (17)$$

Odmocnina koeficientu determinace je koeficient mnohonásobné korelace ($R_{y \bullet x_1, \dots, x_k}$). Pokud má koeficient korelace nulovou hodnotu, neexistuje mezi hodnotami Y a $X_1, X_2, \dots, X_k$ lineární závislost.

Existenci závislosti mezi proměnnými Y a $X_1, X_2, \dots, X_k$ zjistíme pomocí testu významnosti výběrového koeficientu mnohonásobné korelace R . Provádí se test hypotézy o nulovém korelačním koeficientu základního souboru.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 \dots \beta_k = 0 \quad (18)$$

$$\text{Jenž je založen na testovaném kritériu: } F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k} \quad (19)$$

Při platnosti H_0 je kritický obor definován jako: $K = \{F > F_{\alpha(k;n-k-1)}\}$

Koeficient mnohonásobné korelace reprezentuje společné působení, které mají nezávisle proměnné na závisle proměnnou Y a určuje spolehlivost regresního odhadu.

6.4 Program STATISTICA

STATISTICA je program ve vlastnictví americkou firmou StatSoft a jeho služeb využívá 600 000 uživatelů po celém světě. Slouží pro podporu strategického i výkonného řízení financí, kvality, komunikace se zákazníky, rizik, výzkumu i vývoje. Využít je možné rozsáhlou nabídku grafických výstupů, nástrojů pro automatizaci, analytické metody, správu dat i mnoho dalších funkcí.

Nová verze STATISTICA 9 poskytuje mnoho nových prvků, které byly připojeny ke stávajícím verzím produktů STATISTICA. Navíc díky lepším technickým parametrům se zrychlila výkonnost tohoto programu a je k dispozici i v češtině.

StatSoft nabízí univerzitní program, který umožňuje vysokým školám pořízení tohoto programu za zvýhodněných podmínek. Studenti tak mají možnost využít tento software, například pro zpracování bakalářských či diplomových prací.

V nabídce produktů nalezneme základní balíčky, které poskytují výše uvedené modely, obecné a analytické nástroje, průmyslové nástroje, neuronové sítě, dataminingové nástroje, webové aplikace a samozřejmě i podnikové systémy.

Pro snadnější využití tohoto systému jsou doporučována různá školení, která mají naučit uživatele snadnému zacházení s programem. Jsou však finančně velice nákladná.

Pro tuto práci bylo využito základního balíčku poskytnutého za zvýhodněných podmínek v rámci studia. Základní znalost programu byla osvojena v předmětu Statistika II a pro další použití využít návodu, který je přístupný v rámci programu pouze v angličtině.

6.5 Využití regresní a korelační analýzy

6.5.1 Modely množství pohybů - lineární regrese a korelace

Pokud by se řešila závislost množství pohybů letadel jednoduchou lineární regresí a druhá nezávisle proměnná by byla považována pouze za náhodný jev, tak by byly výstupem přímky (7) (STATISTICA):

Závislost množství pohybů letadel na množství cestujících (Graf č. 2):

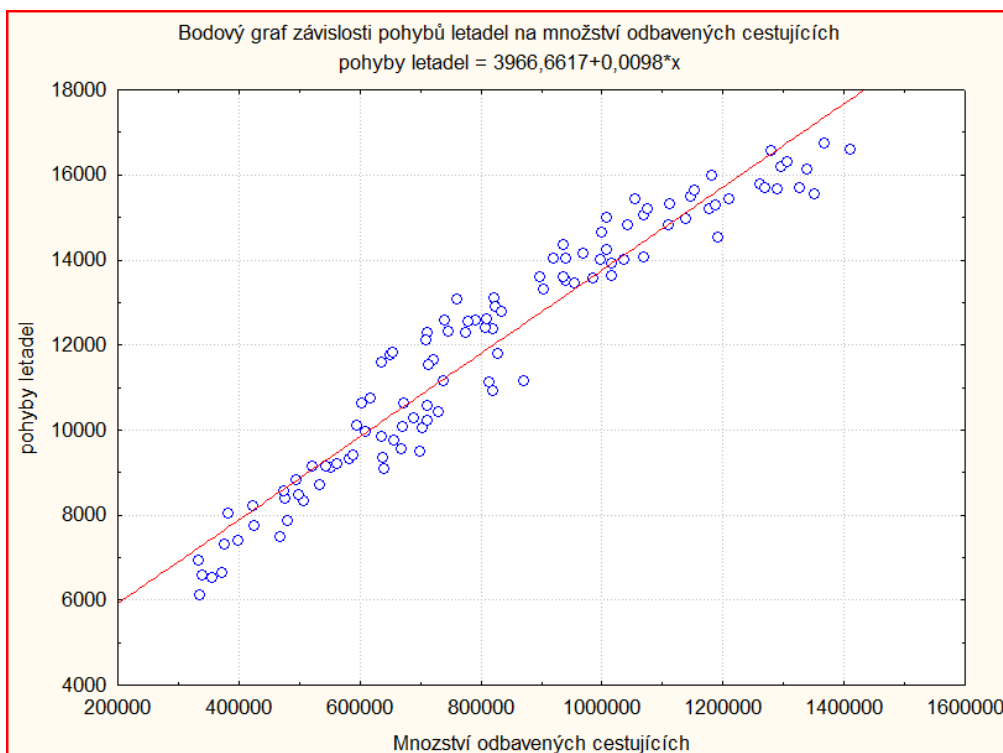
$$y' = 3966,6617 + 0,0098 \cdot x$$

Tato regresní přímka naznačuje, že při odbavení 10000 dalších cestujících se zvýší počet pohybů letadel o 98 měsíčně. Při hypotetickém nulovém množství odbavených cestujících na Letišti Praha by se uskutečnilo měsíčně 3 967 pohybů letadel.

Pro jednoduchou závislost mezi množstvím odbavených cestujících a počty pohybů letadel na Letišti Praha je koeficient korelace 0,963857 (údaj vyhodnocen programem STATISTICA). Což je velmi silná závislost (15).

Koeficient determinace je 0,929. Model udává, že množství pohybů letadel závisí na množství odbavených cestujících z 92,9%.

Graf č. 2 Závislost počtu pohybů na množství odbavených cestujících



Zdroje: vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA

Závislost množství pohybů na množství přepraveného zboží (Graf č.3):

$$y' = 584,6302 + 0,0027 \cdot x$$

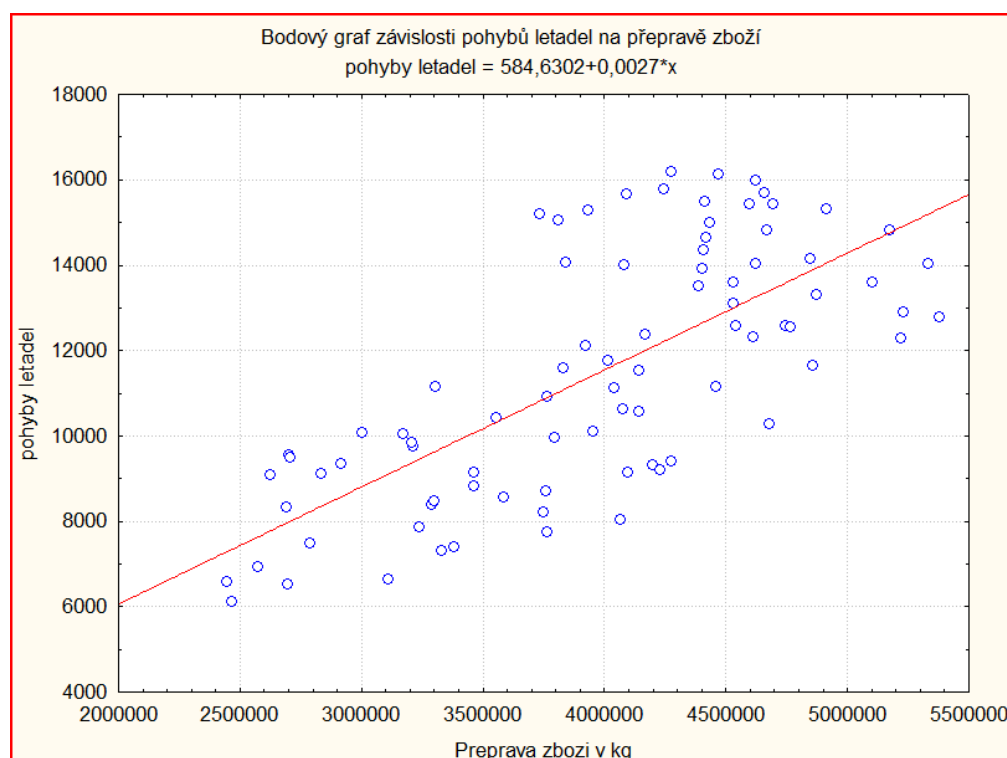
Tato regresní přímka naznačuje, že při přepravě 10000 kg dalšího zboží se zvýší počet pohybů letadel o 27 měsíčně. Při hypotetickém nulovém množství přepraveného zboží na Letišti Praha by se uskutečnilo měsíčně 585 pohybů letadel.

Jednoduchá závislost mezi množstvím přepraveného zboží a počty pohybů letadel na Letišti Praha ukázala koeficient korelace 0,71887 (údaj vyhodnocen programem STATISTICA), což je mírná závislost (14).

Koeficient determinace je 0,517. To vykazuje, že množství pohybů letadel závisí na množství přepraveného zboží z 51,7%.

Tato nízká závislost počtů pohybů letadel na množství přepraveného zboží může být mimo jiné způsobena například statisticky nevypovídající schopností ukazatele přepravy v kilogramech. Může být přepravováno například velmi objemné zboží, které bude lehké a tato disproporce ovlivní výsledky této závislosti.

Graf č. 3 Závislost počtu pohybů na množství přepraveného zboží



Zdroje: vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA

V průběhu analýz byla objevena i původně neočekávaná závislost mezi množstvím odbavených cestujících a počtu přepravy zboží v kilogramech. (Graf č. 4)

Lineární podoba této závislosti je regresní přímka (7) (STATISTICA)

$$y' = 2697900 + 1,6638 * x$$

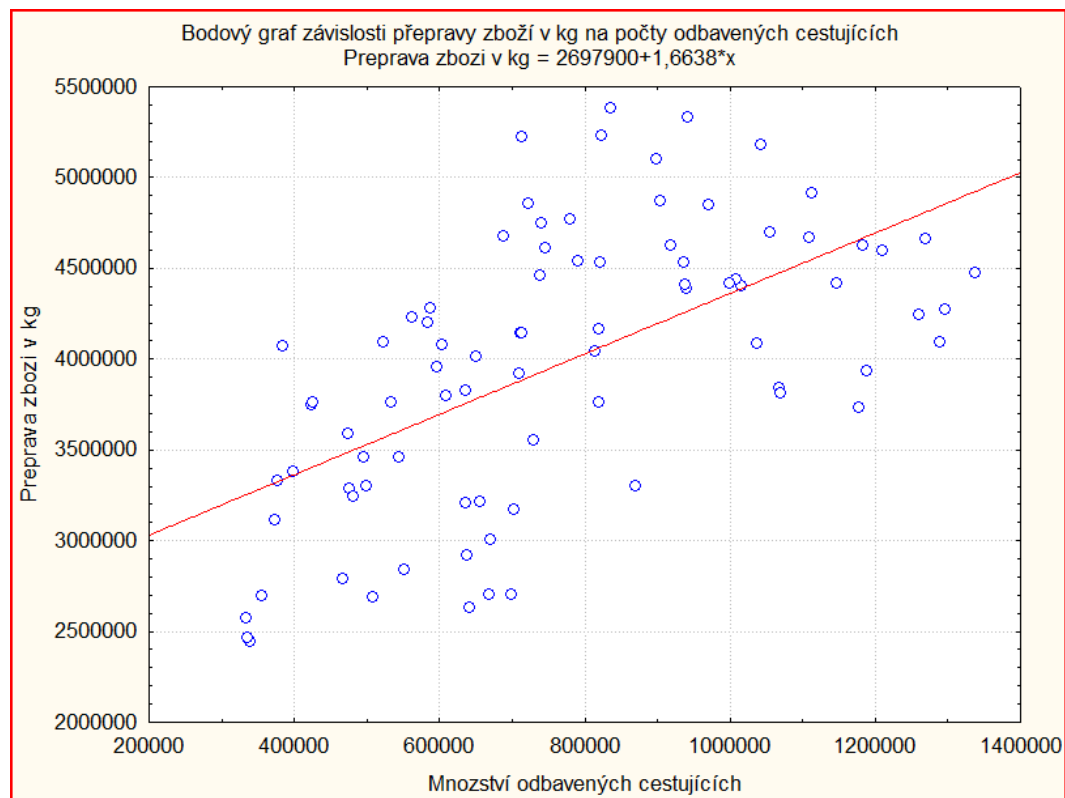
Tato regresní přímka naznačuje, že při dopravě 10 000 cestujících se zvýší počet přepraveného zboží o 16 638 kg měsíčně. Při hypotetickém nulovém množství odbavených cestujících na Letišti Praha by se měsíčně přepravilo 2 967 900 kg zboží.

Jednoduchá závislost mezi množstvím přepraveného zboží a pohybem letadel na Letišti Praha ukázala koeficient korelace 0,593 (údaj vyhodnocen programem STATISTICA), což je mírná závislost (14).

Koeficient determinace je 0,352. To vykazuje, že množství přepraveného zboží závisí na počtu odbavených cestujících z 35,2%.

Tato závislost je mírná, může jít o náhodný jev způsobený ze souběžných trendů letecké dopravy nebo možné závislosti těchto proměnných.

Graf č. 4 Závislost množství přepravy zboží v kilogramech na počtu cestujících



Zdroje: Vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA

6.5.2 Model množství pohybů - mnohonásobná lineární regrese

V modelu vícenásobné regrese závislosti množství pohybů letadel na množství odbavených cestujících a přepravě zboží vypadá lineární funkce: (STATISTICA)

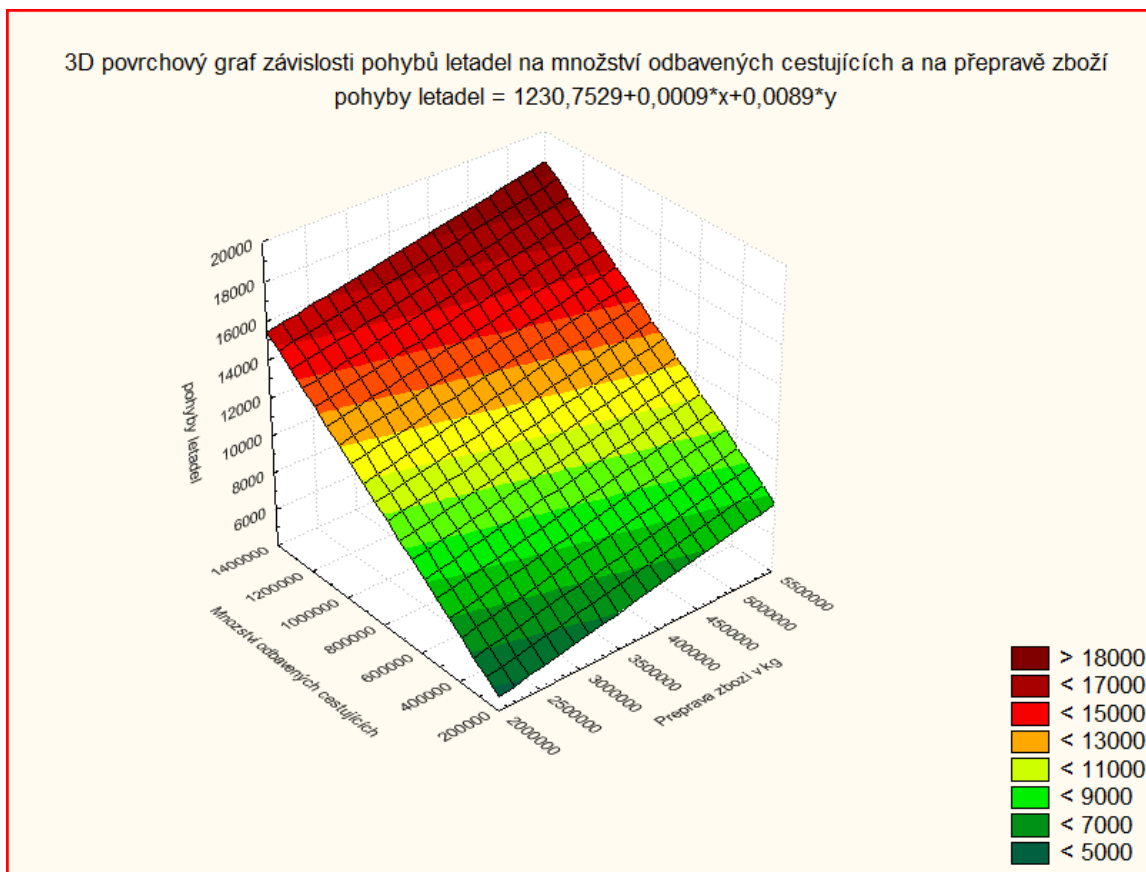
$$z' = 1230,7529 + 0,0009 \cdot x + 0,0089 \cdot y$$

Tato regresní funkce (Graf č. 5) naznačuje, že při nulovém množství přepraveného zboží a při nulové dopravě cestujících by se uskutečnilo měsíčně 1231 pohybů letadel. Směrodatná chyba odhadu tohoto absolutního členu je 310 pohybů letadel.

Při každém dalším zvýšení množství odbavených cestujících by se zvýšil měsíční počet pohybů letadel o 89. Při dalším zvýšení množství přepravy zboží o 10000 by se zvýšil počet pohybů o 9.

Směrodatná chyba odhadu je 524 pohybů letadel.

Graf č. 5 Povrchový graf závislosti počtu pohybů na množství odbavených cestujících a přepravě zboží v kilogramech



Zdroje: vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA

6.5.3 Model množství pohybů - korelace mnohonásobné lineární regrese

Koeficient mnohonásobné regrese modelu množství pohybů letadel na Letišti Praha s nezávisle proměnnými množství odbavených cestujících a počtu přepraveného zboží v kg je 0,9835 (údaj zpracovaný pomocí STATISTICA). Je tedy prokázána velmi silná závislost (15). Koeficient determinace je 0,967. To znamená, že pohyb letadel je z 96,7% vysvětlitelný mnohonásobným regresním modelem a 3,3% je způsobeno náhodnými jevy.

7 Závěr

Nejpřesnější byl podle očekávání model mnohonásobné lineární regrese počtu pohybů letadel na množství odbavených cestujících a počtech přepraveného zboží v kilogramech, u kterého se prokázala závislost z 96,7%.

Model mnohonásobné regrese má aplikační schopnost pro předpokládané výpočty pohybů letadel. Této informace lze využít při současné problematice potřeby paralelní dráhy na Letišti Praha, kdy lze při předpokládaných provozech spočítat předpoklad měsíčních počtů pohybů letadel s možnou odchylkou 524 pohybů letadel. Pouze 3,3% množství pohybů letadel je ovlivněno náhodnými jevy, mezi které by se daly zařadit lety bez cestujících, z technických důvodů, kalibrační lety výkonných úřadů testujících technické zařízení a systémy, či další jiné.

Po vyhotovení výsledků lze s jistotou říci, že množství pohybů letadel na Letišti Praha je velmi silně závislé na množství odbavených cestujících, což prokázala již jednoduchá regresní analýza a i poté mnohonásobná analýza. Nemá tedy zkreslující, že se v médiích uvádí počty odbavených cestujících namísto pohybů letadel. Ukazatel množství přepravených cestujících je pro běžného uživatele snadněji představitelná.

Bylo předpokládáno, že obdobně silná bude závislost pohybů na objemu přepraveného zboží v kilogramech, tato hypotéza se však nepotvrdila a byla prokázána pouze mírná (střední) závislost. Tento úkaz lze přisoudit také k hodnocení tohoto ukazatele v kilogramech, které nezohledňuje objemnost zboží. Pro zkvalitnění modelu by bylo navrhováno měření množství přepravy zboží v objemovém měřítku, například v metrech krychlových. Tím by ovšem nastal problém, že zboží by se muselo evidovat dvakrát (v kilogramech i metrech krychlových), protože váha v kilogramech je důležitá pro maximální vzletovou hmotnost letadel. Pro praxi je toto hodnocení velice nepraktické, spíše by se dalo využít experimentálně po kratší časový úsek, ale vzhledem k faktu, že na území Letiště Praha operuje šest nákladových dopravců, by bylo toto zjišťování pro celé letiště velmi obtížné.

Pro jednodušší využití odhadu v praxi lze tedy využít pouze modelu jednoduché lineární regrese množství pohybů letadel na množství odbavených cestujících. V tomto modelu je závislost počtu pohybů letadel z 92,9% prokázána množstvím odbavených cestujících na Letišti Praha.

Po transformaci Letiště Praha na akciovou společnost se změnila i veřejně přístupná ukazatele, nebylo tedy možné sehnat měsíční údaje přepravy zboží z let 2008 a 2009. Jsou dostupné pouze celoroční údaje. Po prokázání nízkého korelačního koeficientu množství pohybů letadel na množství přepraveného zboží v předchozích letech, nebyla tato data při dalších výpočtech postrádána.

V průběhu času se hodnoty množství pohybů letadel mohou měnit s technickým rozvojem. Mohou být nasazena letadla s větší kapacitou cestujících i zboží a tím by se snížil počet pohybů letadel. Poté by měl být uplatněn nový model z aktuálních údajů.

8 Seznam použitých zdrojů

Citace:

[1. str. 7] BÍNA, Ladislav; ŠOUREK, David; ŽIHLA, Zdeněk. *Letecká doprava II.* Praha : Aktris, 2007. Vymezení letecké dopravy, s. 19.

[2. str. 12] ČR. Předpis L 14. In *ICAO Annex*. 2009, s. 3-4.

Použitá literatura:

Knihy:

BÍNA, Ladislav; ŠOUREK, David; ŽIHLA, Zdeněk. *Letecká doprava II.* Praha : Aktris, 2007. 154 s. ISBN 978-80-86841-07-6.

DOGANIS, Rigas, *The Airport business*, London: Routledge, 1992, ISBN 0-415-08117-3

EUROPEAN COMMISSION, *Air Transport*, Luxembourg : Kogan Page ; London: Office for Official Publications of the European Communities, 1997, ISBN 0-7494-2314-5

HINDLS, Richard, a kol., *Statistické metody*, První vydání, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1995, ISBN 80-7079-354-6

HINDLS, Richard; HRONOVÁ, Stanislava; SEGER, Jan. *Statistika pro ekonomy*. šesté vydání. Praha : Professional publishing, 2006. 389 s. ISBN 80-86419-99-1.

MAREK, Luboš, a kol., *Statistika pro ekonomy - aplikace*, První vydání, Praha: Professional Publishing, 2005, ISBN 80-86419-68-1

ŽIHLA, Zdeněk, *Letecká doprava*, Vydání první, Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, 2007, ISBN 978-80-86841-04-5

Internetové odkazy:

IATA [online]. 2010 [cit. 2010-03-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.iata.org/index.htm>>.

ICAO [online]. 2010 [cit. 2010-03-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.icao.int/>>.

Letiště Praha, a.s. [online]. 2010 [cit. 2010-03-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.prg.aero>>.

Ministerstvo dopravy [online]. 2006 [cit. 2010-03-06]. Dostupné z WWW: <www.mdcz.cz>.

Neoficiální webové stránky Letiště Ruzyně [online]. 2010 [cit. 2010-03-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.letiste-ruzyne.info/historie/>>.

Oficiální stránky firmy StatSoft [online]. 2004-2010 [cit. 2010-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.statsoft.cz/>>.

Řízení letového provozu [online]. 2009 [cit. 2010-03-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.rlp.cz/>>.

Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod [online]. 2010 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.uzpln.cz>>.

9 Přílohy

9.1 Výběrový soubor

	Pohyby letadel	Množství odbavených cestujících	Přeprava zboží v kg
leden 2001	6576	339049	2445162
únor 2001	6117	335395	2466731
březen 2001	7498	467741	2786896
duben 2001	8337	507563	2690384
květen 2001	9111	552252	2836195
červen 2001	9351	637979	2918401
červenec 2001	9539	669181	2704144
srpen 2001	9502	698868	2705257
září 2001	9081	641141	2627558
říjen 2001	8389	476751	3289470
listopad 2001	7397	399442	3382109
prosinec 2001	6644	373380	3112643
leden 2002	6944	334154	2573827
únor 2002	6534	355440	2699422
březen 2002	7853	481758	3240861
duben 2002	8463	500128	3302087
květen 2002	9331	583064	4198102
červen 2002	9753	655876	3215569
červenec 2002	10035	702732	3172062
srpen 2002	10065	670167	3002725
září 2002	9847	636491	3209014
říjen 2002	9137	544878	3462057
listopad 2002	8204	424688	3750420
prosinec 2002	7738	425277	3763244
leden 2003	8039	383670	4068090
únor 2003	7299	377490	3331404
březen 2003	8552	474131	3587117
duben 2003	9132	522226	4096555
květen 2003	9964	609547	3797536
červen 2003	10436	729495	3556189
červenec 2003	11122	814170	4042505
srpen 2003	11154	870932	3304190
září 2003	10908	819664	3763755
říjen 2003	10565	711466	4144490

listopad 2003	9394	588302	4276797
prosinec 2003	9191	562027	4231792
leden 2004	8832	495940	3461427
únor 2004	8714	534365	3760360
březen 2004	10279	688932	4678639
duben 2004	11140	738939	4462253
květen 2004	12383	819211	4168055
červen 2004	13498	940331	4388728
červenec 2004	14000	1036873	4083814
srpen 2004	14062	1068476	3839367
září 2004	13910	1015605	4403064
říjen 2004	13300	903876	4871627
listopad 2004	12573	741232	4745106
prosinec 2004	12271	712633	5223549
leden 2005	11598	636659	3829417
únor 2005	10113	596098	3954427
březen 2005	12571	790895	4541837
duben 2005	13096	822073	4532936
květen 2005	14361	937581	4409609
červen 2005	15054	1069325	3812497
červenec 2005	15201	1178612	3732582
srpen 2005	15283	1188099	3932503
září 2005	14813	1109747	4667071
říjen 2005	14153	970252	4847383
listopad 2005	12319	745818	4613508
prosinec 2005	11651	722861	4856680
leden 2006	11753	650547	4017529
únor 2006	10636	603753	4075486
březen 2006	12539	779908	4766945
duben 2006	13607	937529	4529941
květen 2006	15001	1008907	4436511
červen 2006	15481	1147115	4415340
červenec 2006	15765	1260954	4247186
srpen 2006	15668	1289897	4094304
září 2006	15414	1210513	4599983
říjen 2006	14813	1042986	5177466
listopad 2006	12901	824012	5232862
prosinec 2006	12768	835390	5379346
leden 2007	12100	710023	3922404
únor 2007	11532	714384	4141053
březen 2007	14042	919384	4624517

duben 2007	14646	999808	4416300
květen 2007	15440	1054638	4694892
červen 2007	15985	1182640	4624510
červenec 2007	16184	1295938	4273952
srpen 2007	16118	1338362	4470878
září 2007	15685	1268875	4659130
říjen 2007	15307	1112097	4916105
listopad 2007	14033	941616	5333773
prosinec 2007	13590	898681	5102040
leden 2008	13085	760378	
únor 2008	12276	776080	
březen 2008	13566	985977	
duben 2008	14245	1008395	
květen 2008	15629	1152414	
červen 2008	16575	1279840	
červenec 2008	16734	1368038	
srpen 2008	16598	1411305	
září 2008	16305	1305598	
říjen 2008	15203	1075645	
listopad 2008	12392	807512	
prosinec 2008	10635	673222	
leden 2009	11834	654062	
únor 2009	10732	618391	
březen 2009	12594	810588	
duben 2009	13442	955989	
květen 2009	14000	998731	
červen 2009	14973	1138388	
červenec 2009	15704	1327466	
srpen 2009	15546	1351576	
září 2009	14516	1191780	
říjen 2009	13625	1015940	
listopad 2009	11801	828188	
prosinec 2009	10210	712688	

Zdroje: oficiální webové stránky Letiště Praha v ročních statistických hodnocení, roky 2008 a 2009 poskytnuty Václavem Želinou (manažer centrálního operačního dispečinku Letiště Praha).

9.2 Výsledky mnohonásobné regrese

Softwarové zobrazení:

Výsledky- vícerozm. regrese

```
Záv.prom. :pohyby letadel    vícenás. R = ,98354910    F = 1200,645
                                     R2= ,96736883    sv = 2,81
Poč. případů: 84                upravené R2= ,96656313    p = 0,000000
                                     Směrodatná chyba odhadu :523,96916222
Abs.člen: 1230,7528801    Sm. chyba: 309,8272    t( 81) = 3,9724    p = ,0002
```

Zdroje: vlastní výpočty pomocí programu STATISTICA