

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Ing. Drahoslav Kolář

**MAKROEKONOMICKÉ MODEL Y PROGNÓZ
PROVOZNÍCH VÝKONŮ CIVILNÍHO LETECTVÍ**

**MACROECONOMIC MODELS OF PROGNOSIS OF
OPERATIONAL PERFORMANCES OF CIVIL AVIATION**

ZKRÁCENÁ VERZE PHD THESIS

Obor: Konstrukční a procesní inženýrství

Školitel: Prof. Ing. Ludvík Kulčák, CSc.

Oponenti: Prof. Ing. Dušan Kevický, CSc.

Prof. Ing. Zdeněk Žihla

Doc. Ing. Zdeněk Sadovský, CSc.

Žilinská univerzita

Univerzita Pardubice

Akademie Sting Brno

Datum obhajoby: 26.6.2002

KLÍČOVÁ SLOVA

civilní letectví, provozní výkon, prognóza, ekonometrický model, krizová změna

KEYWORDS

civil aviation, operational performance, prognosis, econometric model, depressed change

MÍSTO ULOŽENÍ PRÁCE

oddělení pro vědu a výzkum FSI VUT v Brně

© Drahoslav Kolář, 2002

ISBN 80-214-2167-3

ISSN 1213-4198

Obsah tezí

1	Cíl práce	5
2	Vstupní analýza výchozího stavu	6
2.1	Makroekonomická data	7
2.2	Provozní data	8
2.3	Disponibilní zdroje ukazatelů provozních výkonů subjektů civilního letectví	9
2.4	Prognózy vývoje civilního letectví v literatuře	9
3	Metody předvídání v civilním letectví	10
3.1	Extrapolace z minulého vývoje	10
3.2	Ekonometrické modely	11
3.2.1	Modely lineární regrese	12
3.2.1	ARX modely	15
4	Výběr optimální metody a popis vlastního řešení	16
4.1	Závislost rakouského civilního letectví na makroekonomickém vývoji	16
4.2	Závislost českého civilního letectví na makroekonomickém vývoji	19
4.3	Vztah provozních výkonů a finančních výnosů	21
4.4	Aktualizace prognostických modelů	21
4.5	Vliv výrazných politických a ekonomických změn	21
5	Hlavní výsledky práce	23
6	Závěr	24
	Přehled použité literatury	25
	Summary	27
	Autorovo curriculum vitae	28

1 Cíl práce

Cílem práce je problematika a metodika prognostických modelů, které umožňují na základě vývoje makroekonomických, ekonomických a demografických ukazatelů ČR stanovit očekávané provozní výkony civilního letectví, které zahrnují leteckou dopravní cestu (řízení letového provozu ve vzdušném prostoru ČR a letiště ČR) a letecké provozovatele obchodních leteckých činností. Práce navazuje na zkušenosti předkladatele s řešením problematiky prognóz v rámci projektu Odboru civilního letectví Ministerstva dopravy a spojů ČR „Vývoj makroekonomických modelů prognóz provozních a ekonomických výkonů civilního letectví“ (březen 1996 až březen 2000). Práce je zaměřena především na metodiku a použitelnost prognostických modelů pro civilní letectví v malém regionu, jakým je Česká republika, kde běžně aplikované prognostické metody selhávají při prognózách na delší časové období.

Tento cíl však mohl být obecně splněn pouze na základě znalosti minulého vývoje a kvalitních prognóz dostupných makroekonomických, ekonomických a demografických dat ČR a jeho regionů a dostupných dat minulého vývoje ukazatelů provozních výkonů řízení letového provozu, letišť a leteckých provozovatelů. Spolehlivost modelů prognóz je určována dostupností a spolehlivostí zdrojových dat provozních výkonů a prognóz makroekonomického vývoje. Této skutečnosti je podřízena i dále popisovaná volba metody řešení a její aplikace.

Metodika modelování byla rozšířena metodiku řešení nestabilních situací po politických či ekonomických šocích, které neumožňují aplikaci modelování a předvídaní provozních výkonů civilního letectví v závislosti na vypracovaných modelech, a které zcela nebo po určité časové období pozbývají svoji platnost v důsledku změny svého charakteru. Stanovení podmínek, za kterých může být metodika modelování využita pro předvídaní budoucího vývoje a metodika překlenutí krizových situací byla dalším významným cílem této práce.

Výsledky modelování provozních výkonů civilního letectví poskytují orgánům státní správy (Odboru civilního letectví MDS ČR) nástroj pro objektivnější rozhodování o civilním letectví v oblastech:

1. posuzování a podpory podnikatelských záměrů subjektů civilního letectví,
2. posuzování investiční činnosti v civilním letectví,
3. stanovení podmínek pro úspěšnou privatizaci a odstátnění podniků civilního letectví.

Předvídaní vývoje v oblasti provozních výkonů a vazeb na ekonomickou situaci státu a jeho okolí nebylo dosud v civilním letectví ČR systematicky používáno a může přinášet jiný pohled na podmínky rozvoje civilního letectví než tradiční prognózy, které byly prostým prodloužením časové řady provozního ukazatele nebo aplikací již vypracované prognózy pro nadstátní region (prognózy ICAO-Mezinárodní organizace pro civilní letectví, IATA- Asociace mezinárodní letecké dopravy, AEA-Asociace evropských aerolinií, výrobců letadel a pod) na region území státu.

Prognostické modely byly vytvořeny pro čistě tržní ekonomické prostředí. Nepředpokládá se monopolní postavení podnikatelských subjektů nebo výrazná podpora státu podnikatelským subjektům a státním podnikům v civilním letectví ČR. Stálý růst ukazatelů provozních výkonů na letecké dopravní cestě je předpokladem dobré ekonomické situace podniků tuto cestu zabezpečujících, a svědčí také o dobré situaci zahraničních a tuzemských leteckých provozovatelů, kteří tuto cestu využívají. Dalším požadavkem byla aplikace pokud možno na PC běžně dostupného matematického aparátu pro realizaci prognóz.

Modely provozních výkonů byly realizovány ve spolupráci s Ekonomicko – správní fakultou Masarykovy univerzity v Brně. Důvodem spolupráce byl přístup pracovníků univerzity k aktualizovaným časovým řadám makroekonomických indikátorů ve světě i v České republice a jejich přepočtům, zkušenost s ekonometrickým modelováním v podnikové sféře a zkušenost

s využitím software MATLAB (maticová laboratoř) pro modelování. Toto dobré datové a teoretické zázemí však bylo nutné doplnit o znalost problematiky leteckého provozu. Bez vzájemné spolupráce by nebylo dosaženo vyjasnění problematiky modelování provozních výkonů civilního letectví.

2 Vstupní analýza výchozího stavu

V rámci analýzy výchozího stavu byl proveden výběr základních podmínek a faktorů působících na kladný či záporný rozvoj komerčních leteckých činností.

a) Česká republika je součástí evropského dopravního systému, proto dopravní systém civilního letectví je kompatibilní s evropskými požadavky. Vzhledem k mezinárodnímu charakteru letecké dopravy jsou požadavky na leteckou cestu určovány tuzemskými i zahraničními - především evropskými požadavky.

b) Obchodní letecké činnosti jsou řízeny principy tržní ekonomiky, které spočívají v harmonizované nabídce leteckých provozovatelů a služeb zabezpečujících leteckou dopravní cestu se společenskou poptávkou po leteckých činnostech realizovaných v konkurenčním prostředí tuzemských a zahraničních provozovatelů. Rovněž počet tuzemských leteckých provozovatelů, jejich přepravní kapacita a struktura jejich letadlového parku jsou řízeny tržní regulací. V průběhu současného přechodu (ekonomické transformace) na tržní ekonomiku mohou být principy dopravní politiky v letectví odlišné od čistě tržních principů, ale musí vytvářet předpoklady postupného přechodu k cílovým tržním principům.

c) Rozvoj civilního letectví je určován rozvojem letecké dopravní cesty a rozvojem provozovatelů obchodní letecké dopravy. Předmětem práce je především komerční činnost leteckých provozovatelů (licencovaná letecká doprava, letecká doprava aerotaxi a letecké práce) a komerční činnosti spojené s provozováním letecké dopravní cesty (řízení letového provozu a správa letišť). Nekomerční letecké činnosti jsou v řešení pouze registrovány v některých agregovaných ukazatelích.

d) Rozvoj letecké dopravní cesty má nabídkový charakter a tato nabídka musí být stále harmonizována s poptávkou. Kvalita a kapacita letecké dopravní cesty by měla být budována s předstihem, který odpovídá její očekávané zátěži, proto musí být státem usměrňována a garantována. Harmonizace poptávky a nabídky lze dosáhnout pouze za znalosti očekávaného vývoje provozních výkonů.

Mezi vnější faktory růstu lze zařadit politickou a ekonomickou stabilitu ve světě. Politická stabilita ve světě a evropském regionu má zásadní vliv na leteckou dopravu vzhledem k jejímu mezinárodnímu charakteru. Tuto skutečnost lze dokumentovat balkánskou krizí a terorismem 11. 9. 2001 v USA .

Změna politického klimatu ve světě a Evropě je však těžce předvídatelná a obvykle má ve svém důsledku skokový charakter změn provozních i ekonomických ukazatelů civilního letectví státu, ve kterém ke změně došlo, ale i ve státech okolních. Jistým způsobem lze odhadovat fázi konsolidace, t.j. návrat do původního stavu. Vždy však zůstane oceněním očekávaného vlivu dané hypotézy na leteckou dopravu.

Ekonomická stabilita charakterizovaná růstem evropských makroekonomických ukazatelů je kladným faktorem růstu provozních a ekonomických výkonů v civilním letectví. Vzhledem k mezinárodnímu charakteru letecké dopravy je i letecká doprava v ČR význačně ovlivněna evropským ekonomickým klimatem, který určuje podíl využívání letecké dopravní cesty ČR zahraničními provozovateli.

Záporně působí na rozvoj letecké dopravy výrazné nárůsty světových cen energie a návazně i leteckých pohonných hmot, které vedou k podstatnému snížení zájmu podniků

i obyvatel o leteckou dopravu. Kladně i záporně působí kursové změny rozhodujících měn - amerického dolaru a EURO. Rovněž změny ekonomické stability jsou obtížně předvídatelné a lze pouze zpětně hodnotit jejich dopad na civilní letectví.

Mezi vnitřní faktory růstu patří politická a ekonomická stabilita ČR, pro kterou je charakteristická demokracie, tržní ekonomika, privatizace a stálý růst makroekonomických indikátorů.

Stagnace realizace výše uvedených obecných faktorů může vést ke stagnaci nebo útlumu leteckých činností a tím i ke stagnaci provozních výkonů v civilním letectví. Zkušenosti z vývoje provozních výkonů civilního letectví v ČR ukazují, že i přes stagnaci národní ekonomiky v některých obdobích dochází k růstu provozních výkonů civilního letectví. Tato skutečnost je dána integračními tendencemi ČR a vzrůstající ekonomickou silou vyspělých evropských států. Zvláště zřejmý je tento vliv u mezinárodního letiště Praha – Ruzyně a u přeletů řízených státním podnikem RLP ČR s.p., které jsou závislé především na evropské a světové ekonomice. Stagnace ekonomického vývoje ČR má výrazný záporný vliv na české provozovatele obchodní letecké dopravy i ostatních leteckých činností, protože snižuje jejich konkurenční schopnost.

V konkurenčním prostředí se o cestujícího, náklad a poštu ucházejí i ostatní druhy doprav. Podmínkou konkurenčního prostředí je existence alternativní volby druhu dopravy. V ČR není letecká doprava obvyklou alternativní volbou dopravy. Její výběr je podmíněn existencí požadovaného leteckého spoje a rozhodnutím cestujícího mezi dobou trvání a cenou letecké dopravy v porovnání s ostatními druhy doprav

2.1 Makroekonomická data

Značná pozornost v práci je věnována vstupním datům. Metodika modelování vychází z existence a dostupnosti časových řad provozních výkonů, makroekonomických, ekonomických, demografických a jiných ukazatelů. Dostupnost a reprezentativnost potřebných dat je základním předpokladem úspěšného modelování a předvídaní provozních výkonů. Dalším faktorem, který ovlivňuje řešení je skutečnost, že získané hodnoty časových řad mají pouze jedinou a obtížně verifikovatelnou hodnotu, která závisí na zdrojích a metodice zpracování statistických dat státu, regionů a civilního letectví. Bez kvalitních časových řad minulého vývoje nelze aplikovat jakoukoliv metodu předvídaní budoucího vývoje.

Vývoj makroekonomických ukazatelů a jejich použití vychází ze skutečnosti, že na rozdíl od vyspělých západoevropských zemí, které se nachází po řadu let ve fázi rozvinuté tržní ekonomiky, je česká ekonomika stále ve fázi přechodu k ekonomice tržní, je tranzitní ekonomikou. To značně ovlivňuje i metodiku modelování a spolehlivost prognóz.

Výsledky realizované kvantitativní analýzy provozních ukazatelů ukázaly, že v období před rokem 1989 nelze úspěšně kvantifikovat závislosti mezi vývojem makroekonomických agregátů a ukazateli rozvoje dopravy, zejména letecké. Také z hlediska analýzy dynamiky časových řad ukazatelů v letecké dopravě dochází k markantním změnám chování po roce 1989. Období před rokem 1989 bylo řízeno jinými zákonitostmi než tržními a tato minulost nebyla prakticky ovlivňována makroekonomickým vývojem. Data tohoto období mají pouze informativní přínos, pro prognózy jsou nepoužitelná. Zanedbat nelze ani vliv rozdělení federace a vzniku samostatného státu České republiky, které znamená změnu rozsahu a struktury organizace civilního letectví, statistického výkaznictví i prezentace statistických výsledků. Pro práci mají prakticky význam pouze data počínaje rokem 1993, která jsou již z pohledu státoprávního uspořádání, statistického zpracování a aplikace tržního hospodaření relativně odpovídající. Tato skutečnost vedla k obtížím při modelování přibližně do roku 1998 v důsledku velmi krátkých časových řad ekonomických a řad ukazatelů provozních výkonů.

Časové řady vývoje makroekonomických, provozních a mikroekonomických (podnikových) ukazatelů v ČR byly v počátečním období krátké, proto bylo nutné hledat v našem

vývoji analogii s obdobnými ekonomickými systémy. Jako nejbližší se jeví Rakousko, které bylo zvoleno pro ověření možnosti aplikace modelování provozních výkonů v závislosti na makroekonomickém vývoji jako jistý standard. Důvodem volby byly analogie v rozloze státu, počtu obyvatel, zemském státoprávním uspořádání, struktuře národního hospodářství a snadnějšího přístupu k makroekonomickým, regionálním a provozním ukazatelům v civilním letectví. Dalším důvodem bylo dominantní postavení letiště Vídeň v rakouském civilním letectví, kterému odpovídá dominantní postavení letiště Praha – Ruzyně v ČR. Základním rozdílem mezi oběma státy je to, že Rakousko se již dlouhodobě nachází v ustálené tržní ekonomice a nepodléhá již změnám spojeným s transformací ekonomiky.

V průběhu řešení se postupně z agregovaných evropských makroekonomických ukazatelů přešlo na vývoj makroekonomických ukazatelů Německa, které má v Evropě nejsilnější a pro nás určující ekonomiku. Vzhledem k mezinárodnímu charakteru civilního letectví jsou na německé ekonomice určujícím způsobem závislé české subjekty Řízení letového provozu ČR s.p. ve FIR Praha a letišti Praha - Ruzyně a Česká správa letišť s.p. na letišti Praha -Ruzyně. Ostatní letiště včetně státních letišť Ostrava - Mošnov, Brno - Tuřany a Karlovy Vary prozatím silnou závislost na německé ekonomice nevykazují, jsou hlavně závislé na ekonomickém vývoji ČR.

Česká republika do roku 2000 nerealizovala statistická sledování dle metodiky Evropské unie a také sledování makroekonomického vývoje a jeho distribuce do jednotlivých regionů (krajů) nebyla založena na metodice EU. Metodika tvorby statistik, jejich struktura a zobrazení (jednou v absolutních hodnotách, jednou v trendech růstu atd.) byla v průběhu let 1993 až 2000 několikrát změněna. V důsledku toho je nezbytné časové řady přepočítávat a upravovat.

Přechod na metodiku statistického sledování dle metodiky EU byl Českým statistickým úřadem realizován v roce 2001. Přechod na regionální sledování nebyl uskutečněn vzhledem k legislativně nedostatečně definovaným regionům.

Dostupná jsou data skutečného vývoje, prognózy budoucího makroekonomického vývoje vykazují nižší spolehlivost. Prognózy budoucího makroekonomického vývoje ČR zpracovává několik subjektů (Český statistický úřad, Ministerstvo financí ČR, Česká národní banka) a jednotlivé prognózy se liší. Úroveň spolehlivosti těchto prognóz určuje úroveň spolehlivosti prognóz výkonů v civilním letectví.

Hodnoty regionálních makroekonomických ukazatelů, které stanovují podíly regionů na tvorbě Hrubého domácího produktu (HDP) a ostatních makroekonomických ukazatelů, nebyly ve statistikách sledovány. Zdroje regionálních informací jsou prozatím velmi omezené, zlepšení by měl přinést přechod metodiku EU a jasné definování regionů ČR a jejich promítnutí do statistického sledování.

2.2 Provozní data

Letecká dopravní cesta zahrnuje výsostný vzdušný prostor státu (členěný dle odpovědnosti za řízení letového provozu na letové informační oblasti - FIR a letištní služby řízení). Z pohledu obvyklého organizačního uspořádání je za řízení letů a potřebné technické vybavení ve vzdušném prostoru a na letištích odpovědná služba řízení letového provozu. Za odbavení cestujících a nákladu a potřebné technické vybavení odpovídá provozovatel letiště.

Činnost služby řízení letového provozu a provozovatelů letišť je soustředěná na poskytování služeb leteckým provozovatelům, má charakter poskytované služby a poplatky za poskytované služby jsou hlavním finančním zdrojem pro poskytovatele těchto služeb.

Rozsah sledovaných provozních ukazatelů subjektů civilního letectví je poměrně rozsáhlý, určující pro něj jsou závazky k mezinárodním organizacím a k potřebám vnitropodnikového managementu. V práci byly sledovány pouze základní ukazatele.

Provozní ukazatele služby řízení letového provozu

a) vzdušný prostor ČR - FIR Praha

Počet řízených pohybů, přeletové jednotky.

b) státní a smluvní letiště - Praha - Ruzyně, Karlovy Vary, Brno - Tuřany, Ostrava - Mošnov, Pardubice

Počet a hmotnost přiblížení na přistání

Provozní ukazatele letiště

Počet pohybů, odbavených cestujících, odbavených tun nákladu, odbavené pošty

Provozní ukazatele leteckých provozovatelů

Počet letů, přepravení cestující, osobokilometry, přepravený náklad, tunokilometry, převedené tunokilometry, hodiny letecké činnosti

2.3 Disponibilní zdroje ukazatelů provozních výkonů subjektů civilního letectví

Data ročních statistických výkazů Dop(MDS)6-01 zpracovávají všichni letečtí provozovatelé a letiště v ČR. Tato data se s výjimkou některých subjektů vyznačují nízkou spolehlivostí a věrohodností. Sběr dat o provozních výkonech a vyhodnocení jejich vývoje realizované podniky českého civilního letectví jsou poplatné podnikové potřebě, schází jim koncepčnost z hlediska budoucího výhledu a celková provázanost.

Měsíční podnikové statistické výkazy provozních výkonů jsou u ŘLP ČR s.p. a ČSL s.p. a v případě potřeby u ČSA a.s. již zpracovány z provozních podkladů existujících technologických automatizovaných systémů a jsou plně reprezentativní. Data jsou pro účel modelování agregovány do čtvrtletních kroků, které odpovídají krokům čtvrtletního makroekonomického hodnocení a makroekonomických prognóz. Data s měsíčním krokem jsou využívána v případě nestandardních situací jako byl např. vliv terorizmu 11. 9. 2001.

Data finančních výkonů ŘLP ČR s.p., ČSL s.p., ČSA a.s. jsou spolehlivá, ale rovněž podléhají změnám metodiky vyhodnocení a sledování některých ukazatelů v rámci naší legislativy. Ekonomická data nejsou kompatibilní s daty obdobných zahraničních subjektů v civilním letectví, protože metodika účetnictví daná českým zákonem o účetnictví je odlišná od mezinárodního účetního standardu IAS. Z těchto důvodů si české letecké společnosti nechávají zpracovávat audit dvojí, jeden podle české legislativy a druhý podle mezinárodního účetního standardu. Nutno podotknout že se výsledky obou auditů mohou značně lišit. Přechod na účetní metodiku IAS musí ČR uskutečnit do doby přistoupení k EU. Přechod na účetní metodiku IAS je podmíněn změnami v daňovém systému ČR.

2.4 Prognózy vývoje civilního letectví v literatuře

Dostupná letecká literatura uvádí řadu prognóz. V textu práce je proveden výběr z některých zdrojů z provedené analýzy literatury a jejich prognózy jsou označeny jako hypotézy. Rešerše dostupné literatury ukázala, že konkrétní závěry jednotlivých prognóz mohou být vzájemně značně odlišné. To je dáno rozsahem a hodnověrností použitých vstupních statistických dat, použitou prognostickou metodou a jejími experimentálními koeficienty.

Prognózy jsou převážně vypracovávány pro pravidelnou leteckou dopravu, která je statisticky sledovaná rozsáhlejším způsobem. V současné době však vzrůstá významně podíl

nepravidelné dopravy, proto pro účely prognóz provozních výkonů je nezbytné započíst obě složky.

Navrhovaná metodika modelování se neodlišuje od metodik předvídání ve výše uvedených materiálech (např. ICAO). Prakticky všechny prognózy v dostupné literatuře vychází z průběhu a predikce Hrubého Domácího Produktu (HDP), jako základního makroekonomického ukazatele. Úroveň používaných prognóz v letectví je celosvětová, regionální (Afrika, Asie/Pacifik, Evropa, Severní Amerika, Latinská Amerika), v některých případech je provedena distribuce na evropské státy. Prognózy převážně vycházejí z pravidelné dopravy a v materiálech jsou stanoveny poslední platné koeficienty globálních prognostických modelů. Přechod na širší využití dalších makroekonomických ukazatelů absentuje. Důvodem je patrně obtížné získávání vstupních dat a jejich věrohodnost.

V každém případě pouhá orientace na agregované HDP (např. evropské) je patrně nedostatečná a prognózy je nutno rozšířit o další vstupní statistické nezávislé proměnné, nebo provést zdůvodněný rozklad složek oceňované veličiny.

Relativně dobře se dá předvídat vývoj provozních výkonů civilního letectví při ustáleném ekonomickém vývoji. Prognostika ekonomického vývoje provozovatelů (očekávané finanční výnosy, výdaje, zisk) je v literatuře popisována méně a často bez záruky nebo opět v agregovaných ukazatelích. V přechodové ekonomice ČR se věrohodnost prognostiky ekonomických ukazatelů ještě zhorší. Obecně stále rostoucí vstupy promítající se do nákladů vedou ke zvyšování poměru finančních výnosů k nákladům a v důsledku toho ke snižování zisku.

3 Metody předvídání v civilním letectví

Obecně se k předvídání budoucího vývoje používají kvalitativní a kvantitativní metody.

Kvalitativní metody jsou založeny na názoru odborníků a nazývají se také expertní metody. Tyto metody se používají v případě, kdy nejsou k dispozici "historická data" nebo změna podmínek budoucího vývoje je tak výrazná, že tato data jsou nepoužitelná. Veškeré kvalitativní metody (expertní metody) mají značně subjektivní charakter a nelze u nich stanovit žádnou míru spolehlivosti. Práce se těmito metodami nezabývá.

Kvantitativní metody jsou založeny na základě objektivních (matematických) metod, ale jejich aplikovatelnost závisí na předpokladu, že se v budoucím čase, kterého se předpověď týká, nemění dosavadní charakter časové řady a zůstává v platnosti model zkonstruovaný na základě minulých a přítomných pozorování.

Stanovení očekávaného vývoje je jistou extrapolací nalezeného modelu do budoucnosti, při kterém skutečný průběh sledované veličiny nahrazujeme regresní funkcí, kterou využíváme jako modelovou závislost pro stanovení očekávaného vývoje. Míry spolehlivosti předpovědi jsou u kvantitativních metod založeny na metodě nejmenších čtverců.

3.1 Extrapolace z minulého vývoje

Extrapolace z minulého vývoje patří do kvantitativních metod předvídání očekávaného vývoje. V praxi obvykle používanou metodou je náhrada skutečného (minulého) vývoje regresní funkcí a odhad očekávaného vývoje na základě extrapolace časové řady nalezenou regresní funkcí, t.j. pouze na základě časového průběhu hodnot sledované veličiny. Tato metoda však selhává při malém počtu hodnot minulého vývoje a výraznější závislosti sledovaného ukazatele na vnitřních a vnějších ekonomických a demografických podmínkách, jejichž změny nejsou při aplikaci této metody do extrapolace zahrnuty.

Očekávaný vývoj lze odhadnout pouze na krátké časové období, odhad na delší časové období závisí na použité matematické aproximaci.

Obdobou metody extrapolace minulého vývoje je stanovování očekávaného vývoje tak, aby vývoj provozních výkonů odpovídal požadovaným finančním výnosům. Tento přístup se často používá při vypracování podnikatelského záměru pro zdůvodnění investic nebo půjčky u banky. Očekávaný vývoj je v těchto případech stanoven značně optimisticky a následky tohoto přístupu vedou v budoucnosti obvykle ke krachu podnikatelského subjektu – letecké společnosti nebo leteckého provozovatele. Praxe zániku českých leteckých provozovatelů (aerotaxi a letecké práce) a společností provozujících licencovanou obchodní leteckou dopravu to potvrzuje.

Třetí používanou metodou je aplikace očekávaných trendů stanovených na základě již sestavených modelů prognóz světového nebo evropského vývoje v civilním letectví na očekávaný vývoj civilního letectví státu či podnikatelského subjektu. Tato metoda však má pouze orientační charakter s malou spolehlivostí předpovědi tam, kde se trend agregovaného HDP a jeho očekávaný vývoj, který je používán v prognóze, odlišuje od HDP a očekávaného vývoje daného státu nebo jeho regionu. Tato aplikace může vést ke značným odchylkám v obou směrech.

3.2 Ekonometrické modely

Ekonometrický model zobrazuje hypotézu vyslovenou o vztahu mezi jednou vysvětlovanou (endogenní) veličinou a jednou nebo více vysvětlujícími (exogenními) veličinami. Průběh vysvětlované veličiny vysvětlujeme jeho závislostí a jedné či více vysvětlovaných veličinách. V našem případě je vysvětlovanou veličinou ukazatel provozního výkonu a vysvětlujícími veličinami jsou indikátory makroekonomického vývoje, demografického vývoje, případně jiné veličiny.

Univerzální způsob nalezení vhodného typu modelu (regresní funkce) neexistuje. Stanovení vhodného modelu závisí na zkušenostech řešitele, znalostech zkoumaného procesu, a ostatních vstupních podmínkách (termínu uzavření řešení, disponibilním finančním prostředkům a pod.).

Volba modelové závislosti závisí na mnoha faktorech, prioritním je analýza časové řady. Účelem této analýzy je rozpoznání mechanismu generování hodnot skutečného vývoje a předpovídání jejího vývoje budoucího.

Zkušenosti ukazují, že časové řady mohou být rozloženy do několika složek:

Trend odráží dlouhodobé změny v průměrném chování časové řady. Příkladem jsou časové řady provozních výkonů s ročním krokem nebo průměrné trendy vývoje měsíčních a čtvrtletních řad provozních výkonů.

Sezónní složka popisuje periodické změny v časové řadě, které se odehrávají během jednoho kalendářního roku a každý rok se opakují. Vzhledem k vysoké sezónnosti letecké dopravy vykazují tuto vlastnost řady provozních výkonů s měsíčním a čtvrtletním krokem. Jejich náhrada modelem musí s tímto atributem počítat.

Cyklická složka je velmi obtížně definovatelnou vlastností. I v našem předmětu modelování se může vyskytovat v důsledku cyklů útlumu a oživení ekonomického rozvoje ve světě či menším regionu obvykle v časovém rozmezí od 5 do 7 let. V aplikovaných modelech není použita.

Reziduální složka zbývá v časové řadě po odstranění trendu, sezónní a cyklické složky. Je tvořena náhodnými pohyby v průběhu časové řady, které nemají rozpoznatelný systematický charakter. Obvykle se předpokládá, že reziduální složka je bílý šum, dokonce bílý šum s normálním rozdělením.

Modely lineární regrese jsou formulovány v lineárním tvaru nebo tvaru linearizovatelném, převoditelném na tvar lineární. Tyto modely byly použity pro modely provozních výkonů s ročním krokem.

Dalším druhem použitých modelů jsou ARX modely, které mají zaveden do regresní funkce operátor zpoždění, který umožňuje definovat regresní funkci časové řady v čase t na základě dřívějších hodnot v časové řadě v čase $t-j$. Modely ARX jsou vhodné pro časové řady se sezónní složkou, v našem případě pro čtvrtletní časové řady provozních výkonů.

3.2.1 Modely lineární regrese

Lineární ekonometrický model zobrazuje ekonomickou hypotézu vyslovenou o vztahu mezi jednou vysvětlovanou veličinou a jednou nebo více vysvětlujícími veličinami. Hypotéza je formalizovaná jednou stochastickou rovnicí, která je v lineárním nebo linearizovatelném tvaru.

Lineární model má tvar:

$$y_t = a + b_1 \cdot x_{t1} + b_2 \cdot x_{t2} + \dots + b_k \cdot x_{tk} + e_t \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

kde

- y_t je hodnota vysvětlované proměnné v čase t
- a je absolutní člen regrese
- b_1, \dots, b_n jsou neznámé, skutečné parametry modelu
- x_{t1}, \dots, x_{tk} jsou hodnoty vysvětlujících proměnných v čase t
- e_t náhodná složka modelu v čase t

Tento model obsahuje k vysvětlujících proměnných a k parametrů vyjadřujících intenzitu jejich vlivu na vysvětlovanou proměnnou y_t .

Tento model je možné zjednodušit pomocí $a = b_0 x_{t0}$ pro $x_{t0} = 1$ a zapsat pomocí matic a vektorů ve tvaru:

$$y = Xb + e \quad \text{kde}$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & x_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdot & \cdot & x_{nk} \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_k \end{bmatrix} \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix}$$

y je vektor hodnot vysvětlované proměnné

X je matice plánu, která obsahuje:

- první sloupec konstant,
- sloupce hodnot (časové řady) vysvětlujících proměnných

b je vektor (k+1) parametrů
 e je vektor náhodných složek

Odhad regresní funkce (vyrovnané hodnoty) takového modelu pomocí metody nejmenších čtverců je ve tvaru:

$$\hat{y} = X\hat{b}$$

Regresní funkci můžeme zapsat ve tvaru

$$y = X\hat{b} + e$$

a reziduum (chybu odhadu) ve tvaru

$$e = y - X\hat{b} = y - \hat{y}$$

Předpoklady odhadu pro matematické řešení:

1) Náhodná složka má v každém pozorování nulovou střední hodnotu

$$E(e_t) = 0 \Rightarrow E(e) = 0;$$

2) Náhodná složka e_t má v každém pozorování konstantní rozptyl

$$E(e_t^2) = \sigma^2; \quad \text{pro } t = 1, 2, \dots, n$$

3) Náhodné složky v různých časech jsou vzájemně párově nekorelované;

$$E(e_t e_{t+p}) = 0 \quad \text{pro } t = 1, 2, \dots, n; p \neq 0$$

4) Vysvětlující složky nejsou náhodnými proměnnými, nejsou závislé na náhodné složce e ;

5) Vysvětlující proměnné jsou vzájemně lineárně nezávislé a jejich počet je menší než počet pozorování (počet hodnot časové řady).

Výše uvedené matematické předpoklady reálné modely nesplňují v celém rozsahu. Prakticky vždy nejsou zcela splněny všechny uvedené předpoklady, model je vždy hypotézou. Z těchto důvodů jsou zaváděny další kvantitativní charakteristiky modelu, které blíže charakterizují odhad regresní funkce.

Odhad parametrů regresní funkce \hat{b}_i

je stanovený na základě metody nejmenších čtverců a je doplněn směrodatnou odchylkou parametru

$$s_{\hat{b}_i} = \sqrt{s_e^2 (X^T X)^{-1}_{i,i}}$$

Směrodatná odchylka parametru $s_{\hat{b}_i}$ je také označována jako std_b_i .

Statistická významnost parametru b_i (tj. zda je statisticky významně různý od nuly) je dána kritériem:

$$\frac{|\hat{b}_i|}{std_b_i} > t_\alpha(\nu)$$

kde $t_\alpha(\nu)$ je tak zvaná kritická hodnota Studentova rozdělení s $\nu = n - k - 1$ stupni volnosti a α

je hladina významnosti, na níž testujeme hypotézu $b_i = 0$

Poznámka: V celé práci bylo použito 5% hladiny významnosti.

Odhad rozptylu náhodné složky e

je charakterizován odhadem **směrodatné odchylky S_e** náhodné složky e a charakterizuje těsnost vyrovnaní skutečného průběhu odhadem regresní funkce. Je označována také std_e . Patří k charakteristikám přesnosti modelu.

$$std_e = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-k-1}}$$

Koeficient determinace R^2

Je mírou vystihnutí celkové variability vysvětlované veličiny pomocí její variability vysvětlené modelem a charakterizované podílem součtu čtverců vysvětlených odchylek V k součtu čtverců celkových odchylek C . Nevysvětlené odchylky označíme N . Ověřuje významnost modelu a věrnost vyrovnaní. U modelu vysoké významnosti (věrného vyrovnaní) se blíží jeho hodnota jedné.

$$R^2 = \frac{V}{C} = \frac{C-N}{C} = 1 - \frac{N}{C} = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2}$$

kde $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_t$ je průměrná hodnota vysvětlované proměnné

Koeficient determinace se někdy uvádí v %, kdy

$$R^2[\%] = R^2 \cdot 100$$

Durbinův – Watsonův test

Testuje autokorelaci 1. řádu (vzájemnou korelaci) náhodných složek modelu. Autokorelace má různé příčiny, může to být výskyt systematicky se měnícího faktoru, který nebyl v modelu uvažován, nesprávná volba analytického tvaru modelu, malý počet pozorování (krátká časová řada), chyby dat. Je vhodným testovacím kritériem pro model kvantifikovaný metodou nejmenších čtverců. Autokorelace náhodných složek neovlivňuje statistický odhad parametrů, ale ovlivňuje jejich rozptyl – směrodatnou odchylku reziduí. Čím vyšší je autokorelace náhodných složek, tím vyšší je podhodnocení rozptylu při použití metody nejmenších čtverců.

Kvantifikace autokorelace je v testu definovaná jako

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

Výsledné hodnoty se nacházejí v intervalu od 0 do 4.

Při

- úplné pozitivní autokorelaci reziduí je $d=0$,
- neexistenci autokorelací reziduí je $d=2$,
- úplné negativní autokorelaci reziduí je $d=4$.

Existují i další testy autokorelace, aplikované především u modelů s dynamikou.

3.2.1 ARX modely

ARX model vysvětluje současný stav vysvětlované veličiny y_t v kauzální závislosti na předchozích pozorovaných y_{t-z} hodnotách této veličiny a na základě aktuálních pozorovaných hodnot u_t a předchozích pozorovaných hodnotách u_{t-z} veličiny vysvětlující. Hodnota „z“ v indexu označuje hloubku časového zpoždění, která může nabývat hodnot $z = 1, 2, \dots, n$

ARX model může být přizpůsobivější než růstový model dříve popisovaný, proto byl v některých případech využit pro modelování provozních výkonů.

Zkrácený zápis modelu má tvar:

$$A(q)y(t) = B(q)u(t) + e_t \quad \text{kde } q \text{ je operátor zpoždění}$$

Rovnici upravíme do tvaru:

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)} u(t) + e_t$$

Výstup z tohoto modelu – vysvětlovaná veličina $y(t)$ vzniká transformací přenosovou

$$G(q) = \frac{B(q)}{A(q)}$$

funkcí

vysvětlující veličiny $u(t)$ a náhodné složky e_t . Analýza vlivu náhodné složky může vést k vytěžení dalších vlastností modelovaného procesu.

Rovnici zkráceného zápisu můžeme napsat ve formě:

$$y_t + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_n y_{t-n} = b_0 u_t + b_1 u_{t-1} + \dots + b_n u_{t-n} + e_t$$

Odtud

$$y_t = -a_1 y_{t-1} - a_2 y_{t-2} - \dots - a_n y_{t-n} + b_0 u_t + b_1 u_{t-1} + \dots + b_n u_{t-n} + e_t$$

Funkce y_t a u_t mají být „pseudostacionární“ t.j. rozhodující je vzdálenost mezi nimi a ne kde jsou umístěny na časové ose. Tento požadavek lze splnit přechodem z průběhu funkcí v čase na jejich přírůstky v čase.

Pro oceňování vlastností regresní funkce se používají stejné nástroje jako u předcházejícího modelu.

4 Výběr optimální metody a popis vlastního řešení

4.1 Závislost rakouského civilního letectví na makroekonomickém vývoji

Výběr metodiky prognóz očekávaných provozních výkonů v civilním letectví byl realizován ve dvou fázích. V první fázi byla ověřena závislost rakouského civilního letectví na makroekonomickém vývoji ve druhé fázi byly hledány analogické závislosti pro civilní letectví ČR.

Hledání závislosti rakouského civilního letectví na makroekonomickém vývoji byla potvrzením závislosti provozních výkonů na makroekonomickém vývoji.

Modely byly identifikovány ve tvaru:

$$P(t) = b_0 \cdot HDP(t)^{b1} \cdot Ex(t)^{b2} \cdot Im(t)^{b3} \cdot CPI(t)^{b4}$$

kde

P	...provozní výkon
HDP	...hrubý domácí produkt ve srovnatelných cenách

Ex	...vývoz zboží a služeb ve srovnatelných cenách
Im	...dovoz zboží a služeb ve srovnatelných cenách
CPI	...index spotřebitelských cen
t	...čas v ročním kroku
b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 ...	kvantifikované parametry modelu

Realizovaná analýza vztahů výkonů civilního letectví a makroekonomického vývoje Rakouska vychází ze zdrojových dat s ročním krokem. Dokumentuje přímou závislost vývoje výkonů civilního letectví na minulém makroekonomickém vývoji státu v malé otevřené ekonomice. Lze tedy očekávat, že analogické závislosti budou platit i v civilním letectví České republiky, ekonomika které je rovněž malá a otevřená, ale navíc tranzitní, t.j. přecházející postupně na ustálené tržní chování.

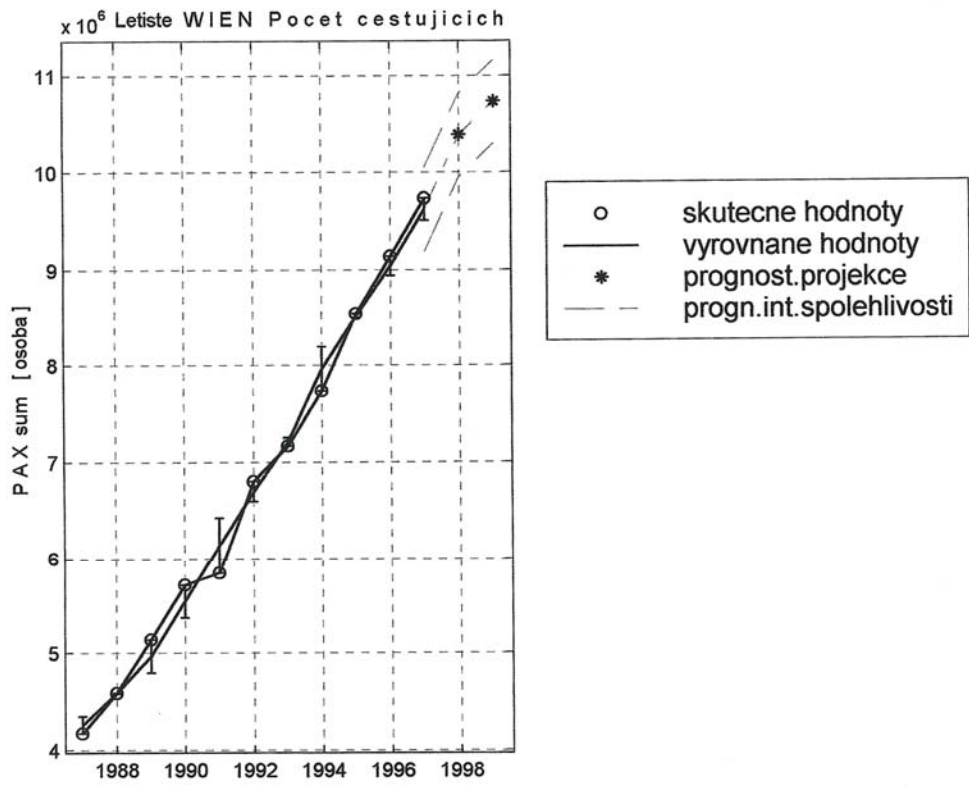
Nalezené modelové závislosti a získané prognózy Rakouska byly verifikovány skutečným vývojem. U hlavních a agregovaných závislostí nedošlo po vložení ročních dat skutečných hodnot provozních a ekonomických ukazatelů jejich vybočení z mezí spolehlivosti. Důvodem vysoké spolehlivosti stanovení očekávaného vývoje je ustálená tržní ekonomika, rozsáhlé časové řady makroekonomického vývoje a provozních ukazatelů civilního letectví. Nalezené modelové závislosti rakouského civilního letectví však nejsou přímo využitelné pro obdobné modely v ČR, pouze potvrzují závislost provozních výkonů na ekonomice státu.

Porovnáním výstupů rakouských modelů lze konstatovat:

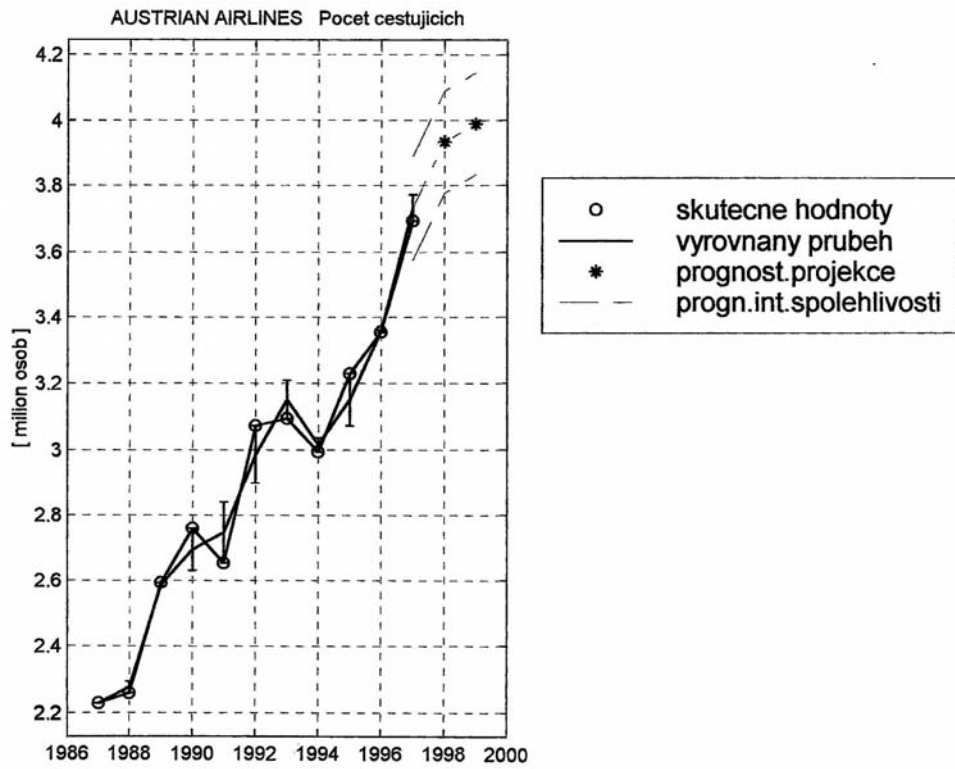
1. Provozní výkony rakouského civilního letectví jsou určovány výkony letiště Vídeň a výkony pravidelných leteckých provozovatelů (Austrian Airlines, Lauda Air). U těchto subjektů jsou provozní výkony závislé na makroekonomickém vývoji a lze je předvídat do budoucna.
2. Provozní výkony vykázaly závislost na hrubém domácím produktu, importu, exportu a inflaci. Další významnější závislosti nebyly zjištěny.
3. Agregované provozní výkony leteckých provozovatelů a letišť Rakouska závisí na makroekonomickém vývoji a jsou dány celkovou společenskou potřebou leteckých činností, která odpovídá ekonomickému rozvoji. Regionální letiště a menší letecké provozovatele vykazují závislost provozních výkonů na makroekonomickém vývoji méně spolehlivou, čím menší subjekt, tím menší těsnost regrese a větší rozptyl prognózy.

Výsledky analýzy vztahů výkonů civilního letectví a makroekonomického vývoje Rakouska potvrdily možnost aplikace ekonometrické metody pro řešení problematiky prognóz i možnost aplikace matematického zpracování modelů pro civilní letectví ČR.

Následující obrázky jsou příklady grafických výsledků modelování rakouského civilního letectví s ročním krokem časových řad. Na obr. 4.1. je vývoj a prognóza počtu přepravených osob společnostmi Austrian Airlines a na obr. 4.2. je vývoj a prognóza počtu odbavených cestujících na letišti Vídeň.



Obr. 4.1



Obr. 4.2

4.2 Závislost českého civilního letectví na makroekonomickém vývoji

Druhá fáze prací obsahovala stanovení analogických závislostí vývoje provozních výkonů na makroekonomickém vývoji v českém civilním letectví. Již první pokusy ukázaly, že modely nalezené pro Rakousko nejsou vhodné pro české civilní letectví. Důvodem byly krátké časové řady a především tranzitní charakter české ekonomiky. Proto byly pro ČR hledány modelové závislosti, které vykazovaly nejvyšší shodu. Vliv tranzitního charakteru české ekonomiky je značný a vede k nutnosti periodického přehodnocení matematického modelu provozního ukazatele vždy při zavedení skutečného vývoje provozních výkonů a makroekonomické skutečnosti.

Obecná modelová závislost byla stanovena v následujícím obecném tvaru:

Provozní ukazatel = funkce (minulý vývoj provozního ukazatele, minulý vývoj makroekonomických ukazatelů Evropy, makroekonomických ukazatelů států, demografických ukazatelů, jiných ukazatelů)

Známe-li výše uvedenou funkční modelovou závislost provozního ukazatele, můžeme stanovit prognózu provozního ukazatele v následujícím tvaru:

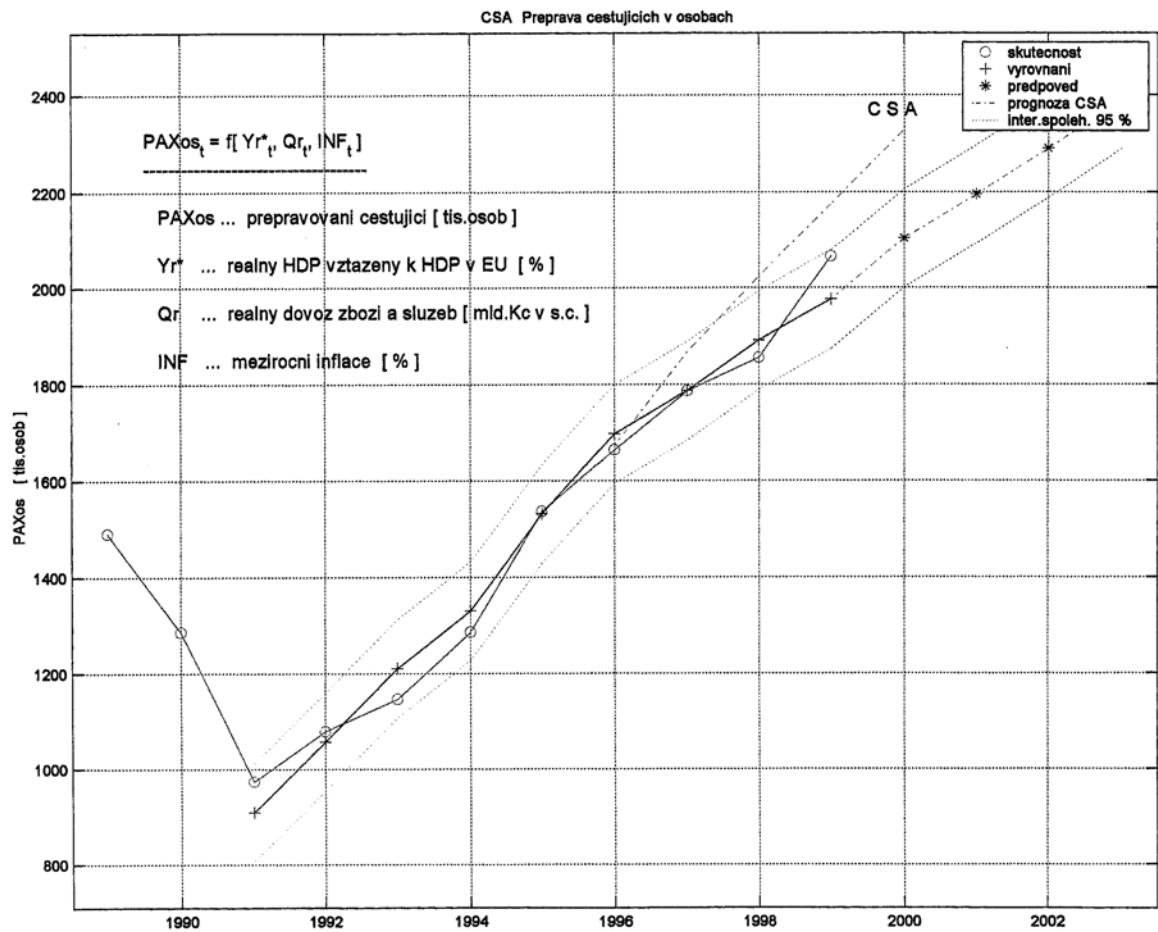
Prognóza provozního ukazatele = funkce (minulý vývoj provozního ukazatele, minulý vývoj a prognózy vývoje makroekonomických ukazatelů Evropy, makroekonomických ukazatelů států, demografických ukazatelů, jiných ukazatelů)

Mezi vysvětlující proměnné byly po analýze zařazeny analogické veličiny jako u rakouských modelů – české makroekonomické indikátory - hrubý domácí produkt ve srovnatelných cenách *HDP*, vývoz zboží a služeb ve srovnatelných cenách *Ex*, dovoz zboží a služeb ve srovnatelných cenách *Im* a index spotřebitelských cen *CPI* nejlépe charakterizující inflaci. Vzhledem k tranzitnímu charakteru ekonomiky byla nalezena *postupně se zvyšující závislost provozních výkonů na německém (evropském) HDP a přechodně silnější závislost na počtu zahraničních návštěvníků ČR (cca do roku 1995)*.

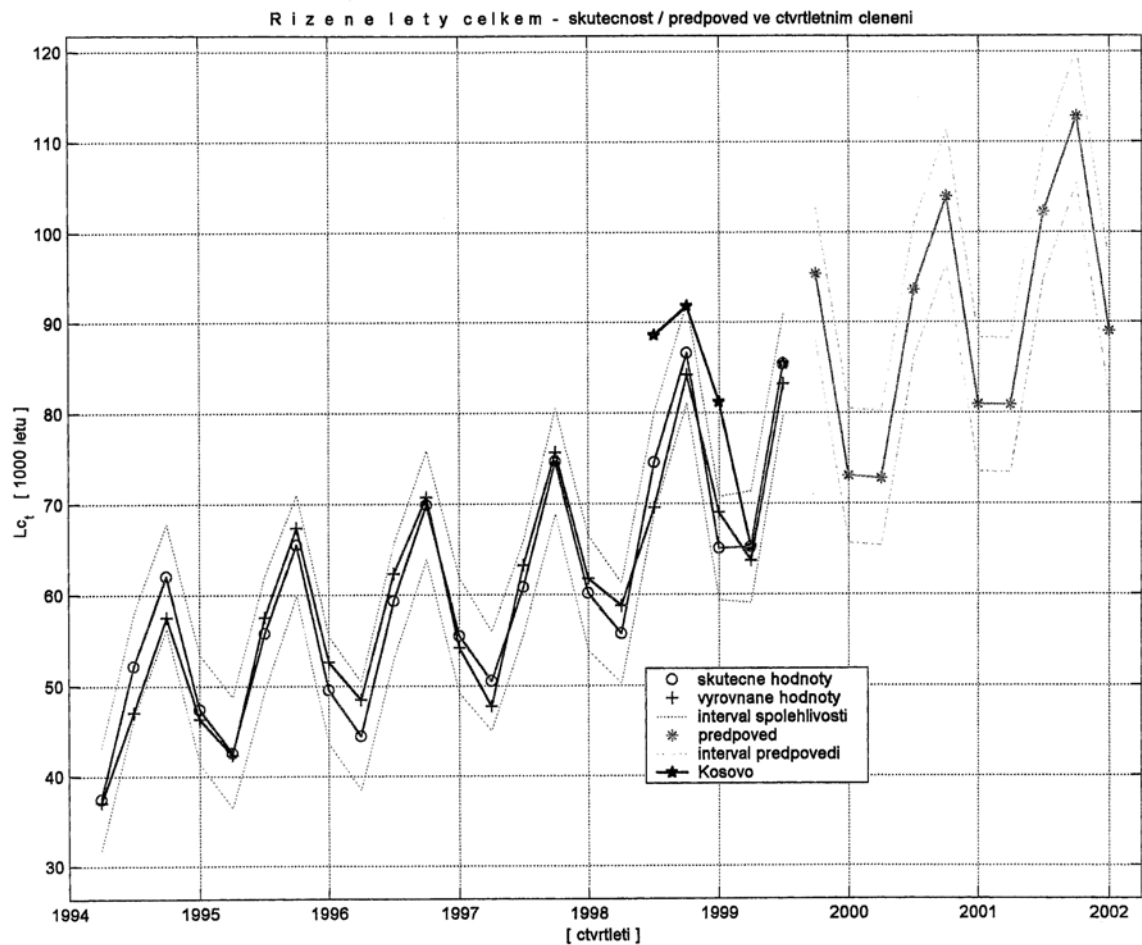
Analýza závislostí byla realizována na stejném druhu modelů jako pro Rakousko, pouze počet vysvětlujících proměnných byl rozšířen. Metodika modelování byla rozšířena později o přechod z ročního na čtvrtletní cyklus aktualizace dat, který je v souladu s cyklem předpovědi makroekonomického vývoje a umožňuje čtvrtletní aktualizaci dat makroekonomického vývoje i provozních výkonů civilního letectví.

V přílohách práce je uvedena řada výsledků modelování provozních výkonů subjektů civilního letectví ČR vycházející z časových řad s ročním nebo čtvrtletním krokem.

Následující obrázky jsou příklady grafických výsledků modelování českého civilního letectví. Na obr. 4.3. je vývoj a prognóza počtu přepravených osob Českými aeroliniemi a.s. s ročním krokem časové řady a na obr. 4.4. je vývoj a prognóza počtu řízených letů ve vzdušném prostoru ČR (FIR – Praha) řízených Řízením letového provozu ČR s.p. se čtvrtletním krokem časové řady.



Obr. 4.3



Obr. 4.4

4.3 Vztah provozních výkonů a finančních výnosů

Finanční výkony leteckých činností subjektů civilního letectví ČR jsou v přímé korelaci s hlavními provozními výkony. Korelační koeficienty provozních výkonů a finančních výnosů kolem 95% svědčí o jejich vysoké závislosti, jinými slovy hlavní provozní výkony určují i výnosy finanční. Toto platí obecně pro veškeré finanční výnosy subjektu, u kterého jsou letecké činnosti převažující.

4.4 Aktualizace prognostických modelů

Podmínkou úspěšnosti a spolehlivosti prognostických modelů je *průběžná aktualizace časových řad* realizovaných provozních výkonů a skutečného makroekonomického vývoje, která je realizovaná v souladu s časovým krokem dostupnosti zdrojových údajů, verifikace matematických modelů jednotlivých provozních ukazatelů po každé aktualizaci a přehodnocování vlivu výrazných politických a ekonomických změn.

Časové řady provozních výkonů jsou aktualizovány s ročním krokem u dat získávaných z ročního statistického dotazníku leteckých provozovatelů a provozovatelů letišť, čtvrtletní aktualizace je realizována u zdrojových dat státních podniků ČSL s.p. a ŘLP ČR s.p. Čtvrtletní aktualizace provozních výkonů těchto státních podniků je dána agregací měsíčních provozních výkonů.

Rovněž aktualizace makroekonomických ukazatelů je v modelech prováděna v závislosti na kroku provozních výkonů ročně nebo čtvrtletně. Problémem u těchto časových řad byly časté změny metodiky realizované Českým statistickým úřadem, které měnily vlastní číselné charakteristiky ukazatelů a vedly k nutnosti změn a nových verifikací matematického vyjádření navržených modelů. Od července 2001 byly ČSÚ řady makroekonomických ukazatelů nově přepracovány v souladu s metodikou EU. Dá se proto očekávat, že v budoucnosti k úpravě metodiky a tím i ke změnám hodnot v časových řadách ČR nebude docházet, pokud nebude změněna metodika EU.

4.5 Vliv výrazných politických a ekonomických změn

Výrazné politické a ekonomické změny vedou k narušení vstupních podmínek a předpokladů modelování vycházejícího z makroekonomického vývoje a způsobují výrazné odchylky skutečnosti od modelových průběhů. Za sledované období (od roku 1993 do roku 2001) došlo ke dvěma událostem, které vyvolaly výraznou změnu vývoje provozních výkonů civilního letectví, která nebyla v souladu s makroekonomickým vývojem.

První událostí byla balkánská krize v roce 1999, druhou teroristické akce v USA v roce 2001. Vzhledem k mezinárodnímu charakteru civilního letectví měly uvedené události výrazný vliv i na české civilní letectví, především na provozovatele licencované obchodní letecké dopravy, řízení letového provozu ve FIR Praha a mezinárodní letiště.

Balkánská krize v roce 1999 vedla k výraznému snížení přepravních výkonů leteckých provozovatelů do tohoto regionu a k posunu přepravního toku ze západní Evropy na Balkán severním směrem. Důsledkem posunu přepravního toku byl i skokový nárůst počtu pohybů ve vzdušném prostoru ČR a zvýšení provozních výkonů oblastní služby řízení letového provozu. Záporným důsledkem bylo snížení rekreačních charterových letů do tohoto regionu, který vedl ke snížení provozních výkonů leteckých provozovatelů a mezinárodních letišť v celé Evropě.

Význačný růst výkonů ve FIR Praha v důsledku balkánské krize způsobily přelety letadel NATO (především tankerů o vysokých hmotnostech) a přelety severním směrem přesměrovaných civilních letadel. Výrazné zvýšení počtů řízených pohybů přetrvávalo ve druhém až čtvrtém čtvrtletí roku 1999. Délka tohoto přechodového období byla konzultována s provozními složkami ŘLP ČR s.p. Přesměrování linek zahraničních dopravců severním směrem do FIR Praha přetrvává a vede ke zvýšení řízených pohybů i v následujících letech.

Postup při odhadu vlivu

a) Stanovení období působení důsledků balkánské krize.

Na základě konzultace s provozními složkami ŘLP ČR s.p. bylo stanoveno období přetrvávání důsledků balkánské krize na druhé až čtvrté čtvrtletí roku 1999. Stanovení tohoto období je velmi důležité, protože ovlivňuje další proces oceňování budoucího vývoje. Z druhé strany je zřejmé, že po dobu tohoto období velmi obtížně předvídáme další vývoj závislý na politické konsolidaci a spolehlivější prognóza je možná až po realizaci prvního statistického vzorku v „normální“ situaci.

b) Vyrovnání extrémů v provozních výkonech.

Jako východisko, které umožní další aplikaci již definovaných ekonometrických modelů, se nabízí úprava časové řady vyrovnáním extrémů způsobených balkánskou krizí. Taková úprava je hypotézou průběhu časové řady bez vlivu krize. Tato „normalizace“ časové řady v průběhu působení krize vychází z aproximace průběhu provozních výkonů v jednotlivých čtvrtletích s vynecháním hodnot v extrémních čtvrtletích a následným stanovením normalizovaných hodnot v časovém působení krize.

c) Aplikace modelové závislosti na vyrovnaná data.

Pokud bychom použili v modelu časové řady skutečných hodnot, průmět extrémních hodnot by měl za následek značně optimistické odhady budoucího vývoje. Pro odhad vývoje provozních výkonů je proto spolehlivější použít normalizované časové řady s vyrovnanými extrémy.

Teroristické akce ze dne 11. 9. 2001 v USA a následující vývoj podstatně ovlivnily světovou i evropskou ekonomiku. Vzhledem k úzkým mezinárodním vazbám civilního letectví se promítají teroristické události i do českých subjektů civilního letectví.

Teroristické narušily do této doby vyvážený vztah mezi poptávkou a nabídkou v civilním letectví v Evropě a ve světě, především v USA. Narušení tohoto vyváženého vztahu mělo za následek šok, který změnil veškeré dřívější vazby civilního letectví na ekonomický vývoj. Znemožnil aplikaci již dříve vypracované metodiky modelů vycházejících z makroekonomického vývoje v důsledku změny charakteru modelu.

Poptávka po letecké dopravě byla v USA výrazně snížena strachem cestujících z teroristických akcí i strachem z letadla jako dopravního prostředku. Taková situace, ale ne tak výrazná, existuje i v Evropě.

Nabídka leteckých společností (před terorismem) byla vyváženě nastavena na rostoucí poptávku po letecké dopravě. Na výkony provozovatelů byly nastaveny i organizace zajišťující služby v civilním letectví, především provozovatelé letišť a organizace řízení letového provozu. Proto nejenom letecké společnosti, ale i provozovatelé letišť a řízení letového provozu byly a budou touto situací postiženy.

Dopady 11. 9. na české civilní letectví byly prozatím odhadnuty na základě poklesu provozních výkonů v září a říjnu roku 2001. Prozatím nelze přijmout žádné hypotézy o průběhu a času normalizace tohoto vývoje v civilním letectví ani ve světové, evropské a české ekonomice. V porovnání s balkánskou krizí, která odezněla ve třech čtvrtletích a byl možný návrat na původní modely, bude mít dopad terorismu 11. 9. dlouhodobý charakter a po odeznění bude patrně nutno hledat nové modelové závislosti.

Metodika odhadu vlivu 11. 9. na subjekty civilního letectví byla vypracována tak, aby bylo možné postupně zavádět měsíční provozní výkony a postupně upřesňovat předpokládaný budoucí vývoj provozních výkonů v závislosti na vyrovnání převýšení nabídky nad poptávkou v oblasti obchodní letecké dopravy. Předpokladem takového postupu je dostupnost údajů o měsíčních provozních výkonech posuzovaných subjektů a jejich dřívější průběh. Dalším předpokladem je závislost provozních výkonů na HDP Německa. Normalizovanou situací je stanovení průběhu provozních výkonů bez vlivu terorismu 11. 9. 2001.

Prozatím není možné časově vymezit toto období. Boj s terorismem nadále pokračuje, rozšiřuje se zeměpisně, do boje proti terorismu se zapojují další státy. Období konsolidace bude mít dlouhodobý charakter.

Vzhledem k nemožnosti vymezit konec období konsolidace a skutečnosti, že budou platit jiné závislosti mezi provozními výkony a makroekonomickým vývojem, nemá prakticky cenu vyrovnávat extrémy (v našem případě propad) provozních výkonů. Pomocí při hodnocení situace a stanovení očekávaného vývoje však jsou předpokládány provozní výkony, které by byly dosaženy bez vlivu terorismu 11. 9. Vzhledem ke statistické stálosti rozdělení měsíčních provozních výkonů během roku je tato metoda použitelná.

Normalizované hodnoty jsou dány procentuálním měsíčním složením ukazatele sledovaného provozního výkonu, na základě posouzení měsíčních průběhů bylo vybráno procentuální složení roku 2000. Rozdíl mezi normalizovanou a skutečnou hodnotou ukazatele provozního výkonu indikuje pokles vlivem událostí 11. 9. Tato metodika umožňuje postupné upřesňování budoucího průběhu ukazatele provozního výkonu na základě skutečných měsíčních provozních výkonů a sledování tendencí poklesu i pozdějšího případného růstu v důsledku vyrovnání harmonizovaného vztahu poptávky a nabídky narušeného událostmi 11. 9.

Narušení vyváženého vztahu nabídky a poptávky neumožňuje aplikaci již vypracovaných modelů. Veškeré matematické modely bude nutno přepracovat a znovu verifikovat.

Veškeré v práci uváděné předpovědi byly prozatím založeny na vyhodnocení ztrát způsobených terorismem 11. 9. 2001 v měsících září a říjnu. Toto období je velice krátké pro spolehlivou předpověď dlouhodobějšího vlivu nevyváženosti nabídky a poptávky v letecké dopravě, ale aktuálnější data provozních výkonů nebyla v době zpracování práce k dispozici.

5 Hlavní výsledky práce

1. Návrh metodiky pro predikci základních ukazatelů výkonů subjektů civilního letectví v podmínkách malého evropského regionu, která v ČR nebyla dosud podrobněji rozpracována, a nebyly známy žádné softwarové prostředky pro predikci výkonů civilního letectví v závislosti na makroekonomickém vývoji, ekonomických a demografických ukazatelích.
2. Získání zkušeností v oblasti zákonitostí procesu vývoje provozních výkonů civilního letectví a jeho závislosti na ekonomickém vývoji v České republice, v Evropě a ve světě.
3. Stanovení možností aplikace ekonometrických modelů v civilním letectví a jejich omezení.
4. Návrh metodiky přístupu k řešení vlivu výrazných politických a ekonomických změn na provozní výkony civilního letectví.
5. Získání rozsáhlé datové základny vývoje provozních výkonů a vývoje makroekonomického, která byla následně využita pro tvorbu informačních systémů civilního letectví Ministerstva dopravy a spojů ČR a pro řešení dalších grantů, projektů a služeb v oblasti civilního letectví.

6 Závěr

Ze zobecnění výsledků a dílčích závěrů řešení lze učinit následující závěry:

1. Porovnání prognóz se skutečným makroekonomickým vývojem a vývojem provozních výkonů rakouského civilního letectví prokázalo možnost realizace prognóz provozních výkonů na základě modelových předpovědí, které jsou ve funkční závislosti na minulém vývoji provozních výkonů a minulém a budoucím makroekonomickém vývoji.
2. Prokázaná závislost vývoje provozních výkonů na makroekonomickém vývoji umožňuje realizovat prognózy výkonů českého civilního letectví s relativně vysokou matematickou spolehlivostí předpovědi, především u agregovaných výkonů. Vzhledem k tranzitnímu charakteru české ekonomiky nejsou matematické modely totožné s modely pro rakouské civilní letectví, ale dá se předpokládat, že v budoucích podmínkách ustáleného ekonomického vývoje se české i rakouské modely budou postupně přibližovat.
3. Prozatím nelze v České republice přejít na předpovědi v menších regionálních celcích (krajích). Důvodem byl legislativně nedefinovaný pojem regionů v ČR a absence dat o ekonomických výkonech a podílech regionů na tvorbě HDP a ostatních makroekonomických ukazatelích. Rozbor provedený na rakouských zemích prokázal, že prognózy na základě matematických modelů jsou i v této oblasti možné a mohou upřesnit prognózy především v oblasti očekávané poptávky na regionální letecké provozovatele a provozovatele regionálních letišť. Do roku 1998 byla v projektu vyhodnocována distribuce agregovaných provozních výkonů leteckých provozovatelů a provozovatelů letišť do osmi krajů bývalého krajského uspořádání. Nové krajské uspořádání do čtrnácti krajů platné od 1. 1. 2000 řešení projektu nezahrnuje. Distribuce provozních výkonů do nového krajského uspořádání má v budoucnu význam pro předvídaní pouze za předpokladu vyhodnocování podílu jednotlivých krajů na makroekonomickém růstu ČR Českým statistickým úřadem (v souladu s metodikou EU). Potom je možno provést zpřesnění prognóz regionálních provozních výkonů civilního letectví.
4. Metodika modelování je zpracována na roční a čtvrtletní cyklus aktualizace provozních dat, který je v souladu s cyklem předpovědi makroekonomického vývoje a umožňuje čtvrtletní aktualizaci dat makroekonomického vývoje i většiny provozních výkonů civilního letectví. Čtvrtletní aktualizace dat a modelových předpovědí je však pracovně mnohem náročnější, než dříve aplikovaný roční cyklus. Umožňuje však realizaci spolehlivějších prognóz a průběžné časové sledování vývoje provozních výkonů v závislosti na ekonomickém vývoji ČR. Čtvrtletní aktualizaci je možné uplatňovat všude tam, kde jsou k dispozici měsíční nebo čtvrtletní statistické podklady.
5. Pro zachování reprezentativnosti modelů je nezbytná jejich aktualizace, která spočívá v periodickém zavedení aktuálních hodnot vývoje provozních výkonů subjektů civilního letectví, skutečného a předpokládaného makroekonomického vývoje ČR a všech ostatních modely požadovaných vstupních veličin. Dalším důvodem aktualizace je výskyt význačných politických změn, který vede ke změně provozních výkonů neodpovídající stabilizovanému politickému a ekonomickému prostředí, pro které jsou modely navrženy. Vliv těchto politických změn je nutno eliminovat, aby po jejich odeznění odpovídaly predikce výkonů opět normálnímu konkurenčnímu prostředí. Příkladem těchto vlivů je balkánská krize a terorismus 11.9.2001.
6. Sběr dat o provozních a ekonomických výkonech a vyhodnocení jejich vývoje realizované podniky českého civilního letectví jsou poplatné podnikové potřebě, schází jim koncepčnost z hlediska budoucího výhledu a celková provázanost. Menší podniky obvykle průběžně nesledují a nevyhodnocují svá statistická data (viz kvalita ročních statistických výkazů leteckých provozovatelů a provozovatelů letišť). Softwarová a často i hardwarová odlišnost

v prostředcích sběru a zpracování statistických podkladů u organizací civilního letectví a časté změny metodiky sledování a vyhodnocování neumožňují prozatím on-line výměnu informací s systémy prognóz a informačním systémem civilního letectví.

7. Spolehlivost předpovědí vývoje provozních výkonů je závislá na spolehlivosti předpovědí makroekonomického vývoje. Tento fakt potvrzují modely vývoje provozních výkonů rakouského civilního letectví, kde skutečný makroekonomický vývoj se liší minimálně od prognóz makroekonomického vývoje. Poněkud jiná situace je v České republice. Ukazatele makroekonomického vývoje jsou popsány v publikacích Českého statistického úřadu ve čtvrtletním členění, včetně dvakrát za rok zpracovávané roční prognózy vývoje. Obdobné údaje vydává nyní Ministerstvo financí ČR a Česká národní banka. V prognózách těchto zdrojů jsou však rozdíly, které vedou k rozdílu v predikci provozních výkonů v závislosti na použitém zdroji prognóz makroekonomického vývoje. Od roku 1999 se pro předpokládaný makroekonomický vývoj používalo informací Ministerstva financí ČR, které se jeví jako nejvíce věrohodné.
8. Prognózy ekonomického vývoje komerčních subjektů civilního letectví lze odhadnout na základě výsledků prognóz jejich provozních výkonů. Hodnotové stanovení není pro průběžné změny ve vstupních ekonomických podmínkách komerčních činností možné. Je však možné na základě očekávaných provozních výkonů odhadnout očekávaný růst, stagnaci či pokles výsledku hospodaření subjektu. Finanční postavení komerčních subjektů v civilním letectví je dáno především poptávkou po jejich službách a uplatňovaným zpoplatněním jejich služeb. Existuje přímá závislost ekonomických výsledků na základních provozních ukazatelích v případech, kdy nejsou vyčerpány lidské nebo technické kapacity. Pro růst poptávky nad rámec kapacit subjektů je řešení disproporcí potřebných lidských kapacit nebo technického zázemí prostřednictvím investic. Stanovení výše investic a jejich harmonizace s poptávkou není bez spolehlivých prognóz očekávaného rozvoje provozních výkonů možná.

Přehled použité literatury

- [1] THE FUTURE OF AIR TRANSPORT BETWEEN THE HEXAGONAL COUNTRIES AND THE OTHER EUROPEAN STATES - Gerhart Stadler, Director General Ministry of Transport, Austria 1992
- [2] MANUAL ON AIR TRAFIC FORCASTING - Doc 8991-AT/722, ICAO 1985
- [3] INFORMAL WORKSHOP MEETING ON TRAFIC FORECASTING AND ECONOMIC PLANNING - Report ICAO, Warsaw, Poland 1995
- [4] OUTLOOK FOR AIR TRANSPORT TO THE YEAR 2003 - Circular 253-AT/103, ICAO 1995
- [5] THE WORLD OF CIVIL AVIATION 1993-1996 - Circular 250-AT/102, ICAO
- [6] THE WORLD OF CIVIL AVIATION 1994-1997 - Circular 258-AT/107,
- [7] INVESTMENT REQUIREMENTS FOR AIRCRAFT FLEETS AND FOR AIRPORT AND ROUTE FACILITY INFRASTRUCTURE TO THE YEAR 2010 - Circular 236-AT/95, ICAO
- [8] MANUAL ON THE ICAO STATISTICCS PROGRAMME - Doc 9060-AT/723/4, ICAO

- [9] ECAC STRATEGY FOR THE 1990s - Phase 1 Report, EATCHIP-EUROCONTROL 1990
- [10] ZIVILLUFTFAHRT IN ÖSTERREICH 1991 - Österreichischen Statistischen Zentralamt, Wien 1992
- [11] ZIVILLUFTFAHRT IN ÖSTERREICH 1992 až 1996 - Österreichischen Statistischen Zentralamt, Wien
- [12] MEZINÁRODNÍ HOSPODÁŘSKÁ STATISTIKA 1973-1991 -Národní informační středisko ČR, Praha 1992
- [13] MEZINÁRODNÍ HOSPODÁŘSKÁ STATISTIKA 1979-1994 -Národní informační středisko ČR, Praha 1995
- [14] STATISTICKÉ ROČENKY ČR - ČSU 1995 až 1999
- [15] VÝROČNÍ ZPRÁVY ČNB ZA ROK 1994 - 1999, Odbor veřejných informací
- [16] EUROPEAN MOVEMENT FORECAST 1989-1994 - International Air Transport Association (IATA), Geneva, October 1989
- [17] EUROPEAN TRAFFIC FORECAST 1980_2010 - Air Transport Traffic Group (ATAG), GENEVA 1996
- [18] STRATEGIE V DOPRAVĚ DO ROKU 2000 - přednáška ministra dopravy Budínského, podklady O 110 MD ČR, Praha, březen 1996
- [19] DRAFT RECORD OF MEETING OF THE RIG FORECASTING GROUP - Association of European Airlines (AEA), Brussels, May 1996
- [20] Vašíček O., "Systémová identifikace vývoje parametrů modelu rozvoje podniku", INORGA, Praha 1992
- [21] Šujan I., Vašíček O., "Nonlinear optimal control simulations of development strategies", Springer-Verlag, Heidelberg 1992
- [22]* Kolář D. a kolektiv VÚD a VŠDS Žilina, "Prognóza přepravních potřeb v letecké dopravě ČR", VÚD Žilina-sekce civilního letectví, Brno 1992
- [23] Vašíček O., "Odhady měnících se parametrů ekonomicko-matematických modelů bayesovskými postupy", Acta Oeconomica Pragensia, 1993
- [24]* Kolář D. a kolektiv, "Kategorizace letišť" část ekonomické problematiky vztahu výkonů a nákladů letišť, program Harmonizovaného společného systému uspořádání a řízení letového provozu, ŘLP ČR 1993
- [25] Vašíček O., "Makroekonomický model vývoje České republiky", Zpráva pro Ústav hospodářské politiky Ministerstva hospodářství, Praha 1994
- [26] Vašíček O., "Identification of Macroeconomic Model", in LIMES, Journal of Economics and Business, Number I, Volume I, USA, Susquehanna University 1995
- [27] Periodika České národní banky:
- Měsíční bulletin ČNB (indikátory měnového a hospodářského vývoje ČR)
- Výroční zprávy ČNB
- [28] Periodika Českého statistického úřadu:
Bulletin ČSÚ (čtvrtletní zprávy o vývoji národního hospodářství)
- [29]* Kolář D. "Závěrečná zpráva k projektu Vývoj makroekonomických modelů prognóz provozních a ekonomických výkonů civilního letectví"
Vydavatel: Kolář 2001

- [30]* Prognóza vývoje provozních výkonů civilního letectví
Řešitel: Kolář, Vašíček, Filip
Vydavatel: Kolář 2000
- [31]* Prognóza vývoje provozních výkonů civilního letectví
Řešitel: Kolář, Vašíček, Kantová
Vydavatel: Kolář 2001

*Legenda: * ... vedoucí řešitel nebo jediný řešitel*

Summary

Disertační práce je zaměřena na návrh metodiky prognóz základních ukazatelů provozních výkonů subjektů civilního letectví v České republice. Popisuje zkušenosti v oblasti pravidel procesu vývoje provozních výkonů civilního letectví a jeho závislosti na ekonomickém vývoji v České republice, v Evropě a ve světě. Práce rozebírá možnosti a omezení aplikace ekonometrických modelů v civilním letectví za ustálené ekonomické situace. Ověření aplikace těchto modelů bylo provedeno na rakouském civilním letectví. V práci jsou uvedeny výsledky modelování základních provozních výkonů civilního letectví jak v Rakousku, tak v České republice. Modely jsou zpracovány v ročním nebo čtvrtletním kroku časových řad v závislosti na kroku dostupných statistických dat. Práce se zabývá rovněž návrhem metodiky přístupu k řešení vlivu výrazných politických a ekonomických změn na provozní výkony civilního letectví, v důsledku balkánské krize v roce 1999 a terorizmu 11. 9. 2001. V těchto situacích dochází k význačným změnám v charakteru modelů, které brání jejich aplikaci. Vedlejším přínosem práce bylo získání rozsáhlé datové základny vývoje provozních výkonů a vývoje makroekonomického, která byla využita pro tvorbu informačních systémů civilního letectví Ministerstva dopravy a spojů ČR a pro řešení dalších grantů, projektů a služeb v oblasti civilního letectví.

The dissertation is concerned on proposition of a method for prognosis some basic indicators of operational results of civil aviation subjects in the Czech Republic. The dissertation describes experiences in the field of rules at process of development of operational performances of civil aviation and their dependence on economical evolution in the Czech Republic, in Europe and all over the world. The dissertation breaks possibilities and limitation of application of econometric models in civil aviation at steady state economical situation. Verification of the application of models was done using data of Austrian civil aviation. Results of modeling of basic operational performance of civil aviation in the Austria and Czech Republic are included at the dissertation. Models are elaborated for one year or quart of year time series due to reachable time step of input statistical data. The paper deals with a proposal of approach methodology at the solution of problems due to influence of expressive political and economical changes on operational performance of civil aviation too, for instance Balkan crisis in the 1999 year, the terror at September 11th 2001. Such a situation is changing some characters of models very much and due to this to change the model of the application. Side effect of this research work was gain of an extensive database of operational performance and macro-economical results of development. The results were utilized for creation of information system for civil aviation at Ministry Transport and Communication of the Czech Republic and some other grants, projects and economical services at the branch of civil aviation.

Autorovo curriculum vitae

Ing. Drahoslav Kolář, narozen: 21.9.1939 ve Vsetíně, ženatý, jedno dítě

Vzdělání a odborné působení:

- Elektrotechnický inženýr, Vojenská akademie Brno, fakulta letecká a elektronická, 1962
- **Státní letecká správa Praha**, od 1.9.1962 do 31.12.1964, výzkumný pracovník
- **Správa dopravních letišť Praha**, od 1.1.1965 do 31.3.1967, výzkumný pracovník
- **Vojenská akademie A.Z. Brno**, Výzkumné pracoviště systémového inženýrství, od 1.4.1967 do 31.12.1974, výzkumný pracovník - vedoucí skupiny
- Kurs Numerická matematika, Vojenská akademie Brno, 1968
- Kurs Teorie pravděpodobnosti, Vojenská akademie Brno, 1969
- Kurs Fortran, ÚVT Tesla, 1969
- Postgraduální studium v oboru technická kybernetika, specializace systémové inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, fakulta elektronická, 1974
- **Československá správa dopravních letišť Praha**, od 1.1.1975 do 31.12.1977, výzkumný pracovník
- Kurs Hodnotová analýza, ČSVTS, 1976
- Kurs Číslicové počítače III.generace, ČSVTS, 1977
- **Řízení letového provozu Praha**, od 1.1.1978 do 30.4.1981, výzkumný pracovník
- Kurs Fortran, Kancelářské stroje Plzeň, 1978
- Vědeckotechnický kvalifikační stupeň II., Resortní atestační komise Federálního ministerstva dopravy, 1978
- **Výzkumný ústav dopravní Žilina**, od 1.5.1981 do 31.12.1992, vedoucí výzkumné oblasti civilního letectví
- Vědeckotechnický kvalifikační stupeň I., Resortní atestační komise Federálního ministerstva dopravy a spojů, 1988
- Kurs Managementu, firma ARRICCI - HOLLAND, 1990
- **Centrum dopravního výzkumu Brno**, od 1.1.1993 do 29.2.1996, vedoucí divize Brno
- **Letecký ústav, fakulta strojního inženýrství VUT v Brně**, od 1.3.1996

Pedagogická činnost:

- předměty Letiště, Vybrané statě
- vedení a recenzování diplomových prací VUT v Brně, ČVUT, Technická universita v Žilině

Odborná činnost:

Práce na racionalizačních projektech a službách Odboru civilního letectví Ministerstva dopravy a spojů ČR a na grantových projektech GAČR s odborným zaměřením:

- automatizované systémy řízení letového provozu a systémy s počítačem v civilním letectví
- spolehlivost složitých řídicích a obslužných systémů
- nehody a incidenty v civilním letectví
- teorie hromadné obsluhy a její aplikace v letectví
- letecký provoz
- ekonomika letecké dopravy
- negativní působení letecké dopravy na životní prostředí
- prognózy provozních a ekonomických výkonů v civilním letectví
- legislativní podmínky pro udělování oprávnění leteckých provozovatelů a provozovatelů letišť v ČR
- informační systémy civilního letectví