

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Sezónní indexy v dopravě
Bc. Ondřej Kejdana

Diplomová práce

2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Ondřej KEJDANA
Osobní číslo: D08667
Studijní program: N3708 Dopravní inženýrství a spoje
Studijní obor: Dopravní management, marketing a logistika
Název tématu: Sezónní indexy v dopravě
Zadávající katedra: Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky

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

Úvod

1. Sezónní vlivy v dopravě
2. Metody pro modelování sezónnosti
3. Identifikace sezónnosti v dopravě
4. Modelování sezónnosti v dopravě

Závěr

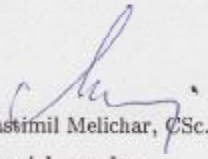
Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí práce

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

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2009**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2010**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2009

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Přelouči dne 26.11.2010

Bc. Ondřej Kejdana

Děkuji vedoucí mé diplomové práce, paní Ing. Kateřině Pojkarové, Ph.D., za vstřícnost a cenné rady, které mi poskytla během konzultací k diplomové práci.

ANOTACE

Tématem této diplomové práce je analýza sezónní složky časových řad, reprezentovaných výkony jednotlivých druhů dopravy. Analýza je dvoustupňová a spočívá v první fázi v identifikaci sezónní složky v časové řadě, na kterou je následně za účelem jejího vyčíslení aplikován matematický model. Časové řady jsou voleny takovým způsobem, aby bylo umožněno vzájemné porovnání jednotlivých druhů dopravy z hlediska citlivosti ke vzniku sezónních nerovnoměrností.

KLÍČOVÁ SLOVA

doprava, časová řada, sezónnost, modelování

TITLE

Seasonal indices in the transportation

ANNOTATION

Theme of this diploma thesis is analysis of seasonal components of time series, which is represented by performance in particular types of transportation. Analysis is examining in the two stages, the first one focuses on identification of seasonal component in time series, then mathematical model is applied in order to quantify its value. Time series are selected in the way that allows mutual comparison of particular types of transportation in terms of sensitivity to seasonal discrepancies formation.

KEYWORDS

transportation, time series, seasonality, modeling

Obsah

Úvod.....	9
1 Sezónní vlivy v dopravě.....	10
1.1 Specifické atributy dopravy.....	10
1.2 Vazba dopravy na okolní prostředí.....	12
1.3 Faktory ovlivňující poptávku po přepravě.....	13
1.4 Nerovnoměrnosti v poptávce po přepravě.....	13
1.4.1 Roční změna počtu přepravených cestujících.....	14
1.4.2 Nerovnoměrnosti v jednotlivých obdobích roku.....	14
1.4.3 Nerovnoměrnosti v jednotlivých dnech týdne.....	16
1.4.4 Hodinová nerovnoměrnost v průběhu dne.....	17
1.4.5 Nerovnoměrnosti ve špičkové hodině.....	20
1.5 Příčiny vzniku sezónních výkyvů.....	20
1.5.1 Příčiny sezónnosti člověkem neovlivnitelné.....	21
1.5.2 Ekonomicko-hospodářské vlivy na sezónnost v dopravě.....	22
1.5.3 Sociální vlivy na sezónnost v dopravě.....	24
1.5.4 Politicko-legislativní vlivy na sezónnost v dopravě.....	25
2 Metody pro modelování sezónnosti.....	27
2.1 Problematika časových řad.....	27
2.1.1 Dekompozice časové řady.....	27
2.1.2 Sezónní složka v časové řadě.....	28
2.2 Sezónnost v časových řadách.....	29
2.2.1 Test hypotézy o existenci sezónnosti.....	29
2.2.2 Modelování sezónní složky.....	31
2.2.3 Sezónní očišťování.....	36
3 Identifikace sezónnosti v dopravě.....	38
3.1 Modelový příklad identifikace sezónnosti.....	38
3.1.1 Formulace hypotéz.....	40
3.1.2 Volba testového kritéria.....	40
3.1.3 Sestrojení kritického oboru.....	40
3.1.4 Výpočet hodnoty testovacího kritéria.....	41
3.1.5 Formulace závěrů testu.....	42
3.2 Stručná charakteristika dopravních oborů.....	42
3.2.1 Silniční doprava.....	43
3.2.2 Železniční doprava.....	43
3.2.3 Vodní doprava.....	44
3.2.4 Letecká doprava.....	44
3.3 Identifikace sezónnosti v osobní dopravě.....	45
3.4 Identifikace sezónnosti v nákladní dopravě.....	51
4 Modelování sezónnosti v dopravě.....	56
4.1 Modelování v osobní dopravě.....	56
4.1.1 Letecká osobní doprava.....	56
4.1.2 Silniční a železniční osobní doprava.....	57
4.1.3 MHD.....	62
4.2 Výsledky modelování v osobní dopravě.....	65
4.3 Modelování v nákladní dopravě.....	66
4.3.1 Silniční nákladní doprava.....	66
4.3.2 Plavba a letecká nákladní doprava.....	69
4.4 Výsledky modelování v nákladní dopravě.....	71

Závěr	73
Použitá literatura.....	75
Seznam tabulek.....	77
Seznam obrázků.....	78
Seznam zkratk.....	79
Seznam příloh.....	80

Úvod

Časová řada představuje uspořádaný, souvislý komplex hodnot popisujících daný jev, který je cíleně sledovaný a jehož stavy jsou s určitou pravidelností v průběhu času zaznamenávány. V dopravě jsou to zejména ukazatele dopravního a přepravního výkonu. Pozice dopravy v rámci národního hospodářství a její integrační význam jsou pro společnost zásadní a nenahraditelné. Národní hospodářství lze přirovnat k živému organismu. Podobně, jako by bez krevního oběhu neexistoval život, nefungovala by bez dopravy ani ekonomika. Práce je zaměřena na zkoumání průběhu časových řad v dopravě. Analýza časové řady je spojena s pojmem dekompozice, neboli jejího rozkladu na významově odlišné, dílčí části - složky. Vzhledem k tomu, že tato problematika je poměrně široká, zaměřuje se práce pouze na jednu ze složek, složku sezónní.

Cílem práce je analyzovat sezónní složku v časové řadě výkonů dopravy, neboli zjistit, zda v dopravě, reprezentované jednotlivými časovými řadami, existuje z časového hlediska určitá sezónní nerovnoměrnost. V případě, že existuje, potom tuto aplikací matematického modelu kvantifikovat, a dále nastínit možnou příčinu tohoto jevu. Časové řady, použité v práci, byly voleny s ohledem na jejich dostupnost, přesto takovým způsobem, aby pokryly co možná nejširší spektrum dopravy, vytvořily příbuzné i kontrastní skupiny druhů dopravy a tím umožnily jejich vzájemnou komparaci.

Vlastní práce je rozdělena do čtyř na sebe navazujících částí. Smyslem první kapitoly je podat ucelenou informaci o důvodech vedoucích k časově proměnlivým požadavkům na přemístění. Charakter této kapitoly není čistě teoretický a ačkoliv je postaven na teoretických základech, opírá se o poznatky čerpané z běžného denního života. Ryze teoretická je kapitola druhá. Zde je pozornost věnována problematice časových řad, jednak obecné definici a klasifikaci, ale především jejich dekompozici. Hlavní význam této části práce spočívá v seznámení se s matematicko-statistickým a ekonometrickým aparátem, použitým dále v analytické části. Vlastní analýza je rozdělena do dvou kapitol a jejím prvním krokem je odhalení sezónní složky v časové řadě. V této fázi je sezónnost analyzována na úrovni kvalitativní. Na sezónně pozitivní časové řady jsou v závěrečné pasáži aplikovány matematické modely s cílem vyjádřit (kvantifikovat) velikost sezónních změn. V obou případech, tedy (ne)nalezení sezónní složky v časové řadě, je podán komentář o možné příčině (ne)sezónnosti.

1 Sezónní vlivy v dopravě

Pojem doprava lze charakterizovat mnoha způsoby. Jednoduše řečeno jde o určitý úmyslný pohyb, v důsledku kterého dochází k přemístění obecně předmětu dopravy z jednoho místa na druhé. V závislosti na úhlu pohledu, nebo na stupni konkretizace, je doprava v odborné literatuře nejčastěji charakterizována následovně:

„Doprava je z technologického hlediska funkčním pohybem osob, zboží a informací ze zdroje do cíle po dopravní cestě s využitím dopravních prostředků a zařízení, které jsou cílevědomě usměřovány v prostoru a čase člověkem.“ [7]

Z hlediska ekonomického je doprava definována jako jeden z nevýrobních sektorů národního hospodářství, pro který je typický společenský přínos, především udržení ekonomického rozvoje územních celků a zvyšováním životní úrovně jejich obyvatelstva. Doprava má v systému národního hospodářství zvláštní postavení, liší se v porovnání s ostatními odvětvími a vyznačuje se mnoha specifickými rysy.

1.1 Specifické atributy dopravy

Výsledek procesu přemístění je služba, která je z vlastní podstaty nehmotná, neskladovatelná, nedělitelná, proměnlivá, pomíjívá a neopakovatelná, a proto více než u jiných statků je žádoucí, aby při její realizaci dopravce (poskytovatel dopravní služby) věnoval zvláštní pozornost její kvalitě, především rychlosti, spolehlivosti, bezpečnosti, pohodlnosti a frekventovanosti. [4,6]

Vzhledem k tomu, že výsledný efekt dopravy je relativně snadno napodobitelný, vyskytuje se v dopravě ve značné míře konkurence, která může mít charakter jednak intermodální, tzn. jedná se o vnější soupeření jednotlivých druhů dopravy v rámci celého dopravního systému, tak i modální, kdy ke konkurenčnímu boji dochází v rámci jednoho konkrétního dopravního oboru mezi jednotlivými dopravci.

Doprava má strategický význam pro společnost. Zpravidla se nevyskytuje jako izolovaná činnost, ale vždy ve spojení s ostatními, alespoň dvěma činnostmi, které propojuje. Z pohledu národního hospodářství představuje doprava integrující prvek, lépe řečeno spojnicí dílčích oblastí lidské aktivity.

Vztah dopravy a ekonomické aktivity územních celků je přímý a zpravidla neproporcionální. Zvýšení hodnoty ukazatele výkonnosti ekonomiky (např. HDP) je spojeno s růstem výkonů v dopravě, v opačném případě s jejich poklesem. Vzhledem k tomu, že je zapotřebí provést na jedné straně přemístění vstupů do výrobního (obecně transformačního) procesu, tak i výstupů tohoto procesu, lze předpokládat, že nárůst HDP o 1 % způsobí více

než 1% nárůst dopravních výkonů. I zde se ovšem projevuje jistá opožděnost, popř. setrvačnost. Například v souvislosti s působením hospodářských cyklů na ekonomiku ČR se všeobecně předpokládá meziroční pokles (2008/2009) HDP ve výši kolem 3 až 5 %, přičemž ve stejném období došlo v silniční nákladní dopravě k propadu realizovaných výkonů o cca 20 %. [14]

Dopravní infrastruktura se vyznačuje vysokými nároky na území, samotná doprava poté prostorovou roztříštěností svých pracovišť, pracovních prostředků či sil a nepřetržitostí výrobního (dopravního, přepravního) procesu. Doprovodným jevem, zejména výstavby dopravní infrastruktury a provozu dopravních prostředků po dopravní infrastruktuře, je negativní vliv na okolí, zejména životní prostředí.

Rozhodným okamžikem při realizaci výkonů v dopravě je projev zákazníka poptávat dopravní službu, tj. v závislosti na konkretizaci, mít potřebu, požadavek nebo poptávku po přemístění obecně čehokoliv. Situace na dopravním trhu je proto specifická tím, že: *„rozhodným momentem v průběhu dopravy je vždy existující potřeba dopravy, která se projevuje formou rozsahu přepravy“* [4], s tím, že nabídka dopravy tuto potřebu pouze pokrývá.

Volbu druhu dopravního oboru, dopravce, ale také dopravního prostředku, určuje zákazník (klient, přepravce, cestující) na základě svých možností. Proto při vlastním rozhodování hraje zásadní roli cena služby a schopnost uspokojovat vzniklou potřebu, či vhodnost, resp. nevhodnost použité dopravní technologie, ustupují do pozadí.

Teorie dělí poptávku po dopravě na původní a odvozenou. Vzhledem k tomu, že většina podniků pro vznik poptávky po dopravě má svůj zdroj mimo dopravní sektor, hovoříme o poptávce v dopravě jako o odvozené (popř. derivativní), která je podmíněna výrobní a konzumní spotřebou jiných hospodářských a společenských oblastí. [7]

V dopravě se, v porovnání s klasickými mikroekonomickými přístupy, uplatňuje odlišný způsob stanovení podmínek a ověření platnosti vlastních poptávkových modelů. Alternativami mohou být např. optimalizační metody, empirické analýzy a simulační metody. [5]

Nabídka a poptávka po dopravních výkonech se střetává v časoprostorové dimenzi. „Nenajde-li“ si konkrétní dopravní výkon svého zákazníka v daný okamžik na daném místě, stává se, v souladu s tvrzením o obecných charakteristikách služeb, ztraceným výkonem a na straně dopravce je generována ztráta.

Poptávka, nejen v dopravním pojetí, se vyznačuje výkyvy a to jak v podobě časové, tak prostorové. Proto se hodinové, denní, týdenní, měsíční, kvartální a roční průběhy prodaných dopravních výkonů mohou lišit.

U vybraných druhů přeprav, zvláště pokud se jedná o přemístění nákladu, se poptávka projevuje časovou citlivostí a tzv. afinitou zboží.

1.2 Vazba dopravy na okolní prostředí

Přepravní výkony jsou charakterizovány množstvím požadavků zákazníků na přemístění. Tyto požadavky vycházejí z vlivu podstatné části okolí dopravního podniku představovaného: [4]

- potřebou přírodních zdrojů,
- rozvojem techniky a technologie,
- existencí trhu výrobků a služeb,
- legislativními a právními normami upravujícími podnikání v dopravě,
- životní úroveň a stylem obyvatelstva,
- životním prostředím a jeho tvorbou a ochranou,
- finančním okolím dopravního podniku,
- sociálními faktory,
- hospodářskou a dopravní politikou.

Z makroekonomického hlediska ovlivňuje poptávku po dopravě vývoj situace na trhu hmotných statků, neboli schopnost společnosti produkovat hmotné statky. Rozsáhlé analýzy vztahů a vazeb dopravy na makroekonomické okolí ukazují, že základními ukazateli působícími na výši přepravních potřeb jsou:

- čistý a úhrnný produkt v hodnotovém i naturálním vyjádření,
- podíl zboží výroby na objemu úhrnného produktu,
- materiálová a energetická náročnost výroby a její specializace a kooperace,
- výše obratu zahraničního obchodu,
- racionalizace logistických řetězců,
- rozsah investic do dopravní infrastruktury a dopravních prostředků,
- podíl celkového objemu investičních prostředků na dopravní investice a
- výše rozděleného národního důchodu.

1.3 Faktory ovlivňující poptávku po přepravě

Obecně lze říci, že poptávané množství určitého statku Q_i (v tomto případě poptávka po dopravě) je funkcí poptávky individuálního spotřebitele v závislosti na faktorech poptávky. Poptávané množství Q_i představuje vysvětlovanou (endogenní, závislou) proměnnou, jejíž hodnota se se změnou vnější proměnné:

- cena vlastní služby mění nepřímo,
- cena služby komplementárního charakteru mění nepřímo,
- cena služby substitutu mění přímo a
- disponibilního příjmu zákazníka a mírou jeho spotřebitelského vkusu také přímo.

Na tyto proměnné však, s jistou mírou zjednodušení, musíme nahlížet jako na souhrnné faktory působící na poptávku po dopravních službách. Při detailnějším rozboru činitelů můžeme vyčlenit další specifické skupiny faktorů, např. fyzikální vlastnosti přepravovaného nákladu (v nákladní dopravě), rychlost a kvalita poskytované služby atd.

1.4 Nerovnoměrnosti v poptávce po přepravě

Jedním ze specifických rysů dopravy je její prostorová a časová nerovnoměrnost, vyznačuje se určitým prostorovým a časovým rozptylem. Z tohoto hlediska lze dopravu rozdělit na dopravu koncentrovanou v sídelních útvarech a v otevřeném prostoru (prostorové hledisko) a dopravu ve špičkách a mimo dopravní špičky, tzv. dopravních sedlech (časové hledisko). Pro účel zkoumání sezónních vlivů v dopravě je žádoucí věnovat se druhé skupině nerovnoměrností, tj. nerovnostem časovým.

Dopravní špička je definována jako období provozu, které se projevuje maximální (špičkovou) poptávkou, analogicky období s minimální poptávkou označíme termínem dopravní sedlo. Dopravní špičky, resp. sedla, se projevují jak v dopravě osobní, tak nákladní. V osobní dopravě jsou však poněkud lépe pozorovatelné. Z technologického hlediska označujeme souhrn osob v určitém místě nebo úseku za dané časové období termínem proud cestujících, u kterého můžeme pozorovat následující kategorie nepravidelností: [8]

- roční změna počtu přepravených osob,
- nerovnoměrnosti v jednotlivých obdobích roku (čtvrtletích, měsících),
- nerovnoměrnosti v jednotlivých dnech týdne,
- hodinová nerovnoměrnost v průběhu dne,
- nerovnoměrnosti ve špičkové hodině.

1.4.1 Roční změna počtu přepravených cestujících

Za předpokladu neměnnosti technické základny lze při analýze počtů osob přemístěných konkrétním druhem dopravy v jednotlivých letech sledovat změny v atraktivitě daného dopravního systému. Porovnáme-li hodnoty shromážděné v jednotlivých letech, můžeme odhalit, s využitím vhodné statistické metody, vývoj trendu využití dopravních služeb.

Rozborem údajů v jednotlivých letech můžeme zjistit rovněž závislost poptávky po dopravě na některých ekonomických ukazatelích, jako např. vývoji nezaměstnanosti, růstu HDP, ekonomickém stavu státu, administrativních jednotek, sídelních jednotek, růstu životní úrovně, stupni motorizace atd. [8]

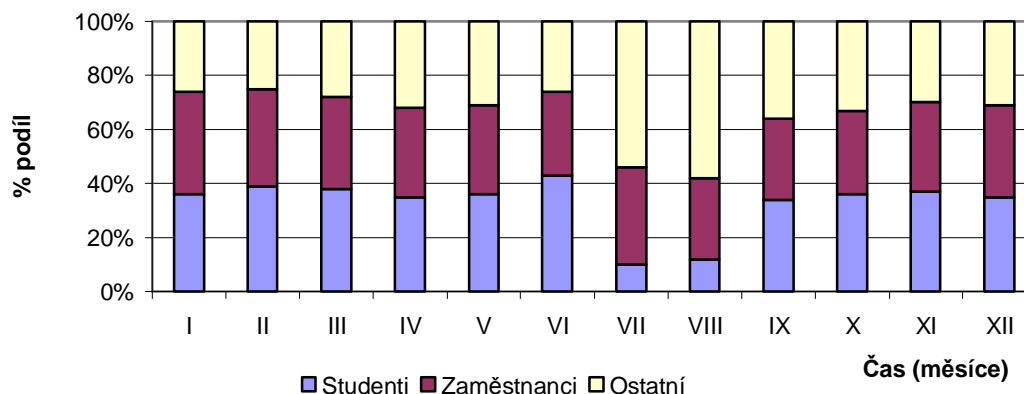
1.4.2 Nerovnoměrnosti v jednotlivých obdobích roku

Sezónní špička v osobní dopravě, ať už z pohledu měsíčního, nebo čtvrtletního, ve velké míře souvisí s trávením volného času, především dovolených a prázdnin. Tento druh nerovnoměrnosti má zpravidla dvě špičková období, letní a zimní. Letní špičkové období začíná v červenci a končí v srpnu, koresponduje tedy s hlavními školními prázdninami. Naopak zimní špičkové období nastává mezi vánočními a velikonočními svátky, v porovnání s letním špičkovým obdobím však nemá tak výrazný charakter, což může být dáno odlišnými termíny jarních prázdnin v jednotlivých regionech. Zimní špičkové období je také ve větší míře závislé na sněhových podmínkách v horských oblastech, které jsou hlavním cílem cest v tomto období.

Ze statistických údajů je možno vyzorovat pravidelné výkyvy objemů přeprav v jednotlivých měsících roku. Kolísání počtu pokrytých přepravních požadavků lze vyjádřit koeficientem měsíční nerovnoměrnosti, který se zjistí jako podíl denního průměrného počtu přepravených osob ve sledovaném měsíci k dennímu průměrnému počtu přepravených osob ve sledovaném roce. [8]

Na grafu uvedeném níže je zobrazen přibližný procentuální podíl jednotlivých kategorií cestujících v průběhu roku. Sezónní pokles počtu přepravených studentů je patrný ve třetím čtvrtletí roku. Tento pokles je kompenzován sezónním nárůstem kategorie ostatních cestujících, která reprezentuje cestování za účelem rekreace.

Obrázek 1 - Přibližné procentuální podíly cestujících v jednotlivých měsících roku



Zdroj: Osobní doprava

Dopravní chování obyvatelstva je zkoumáno v rámci dopravně-sociologických průzkumů. Rozsáhlou studii, zaměřenou na analýzu trendů v hromadné dopravě osob, provedl v roce 2007 francouzský operátor městské hromadné dopravy, společnost KEOLIS. Práce, uvedená pod názvem „Změny francouzské společnosti: pro lepší pochopení dnešní mobility“, byla zaměřena na identifikaci podstatných sociálních změn obyvatelstva. Životní tempo se v souvislosti s rozvojem informačních technologií značně zrychluje. Z dlouhodobého hlediska se mění pracovní podmínky obyvatelstva. Tyto změny se následně odráží v jeho chování, tím pádem i v potřebě přemístit se. Průzkum byl proveden v celkem jedenácti francouzských aglomeracích.

Prázdniny a ostatní období pracovního klidu mají při vzniku sezónních výkyvů nezanedbatelný podíl, avšak dle zmíněného průzkumu je třeba při řešení úloh sezónních nerovnoměrností v dopravě zohlednit následující skutečnosti: [10]

- 32 % zaměstnanců si dovolenou vybírá mimo dobu školních prázdnin,
- 66 % zaměstnanců si nebere dovolenou na Dušičky, 63 % v únoru a 57 % na Velikonoce,
- neznamená, že když zaměstnanec má dovolenou, nemůže se zdržovat v místě bydliště,
- prázdniny na vysokých školách nekorrespondují s prázdninami na středních a základních školách,
- 48 % dospělých žije bez dětí a školní prázdniny tedy neovlivňují jejich rozvrh.

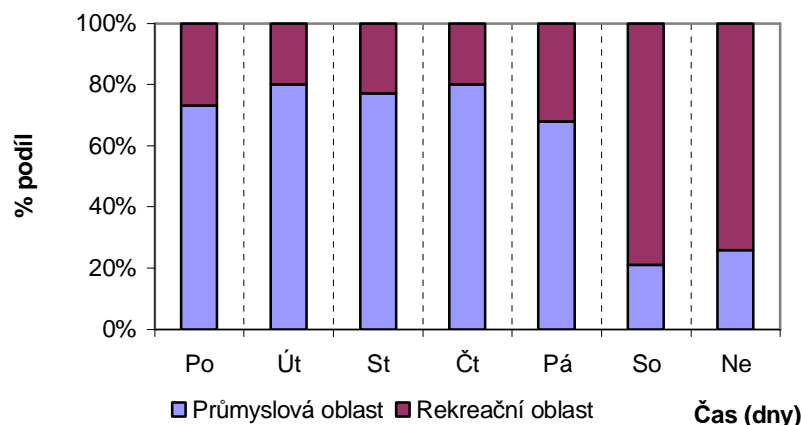
V závislosti na podmínkách v dané oblasti, zejména organizaci pracovního a školního roku, možnosti výběru dovolené, možnosti kulturního, společenského a sportovního vyžití, nebo mentalitě obyvatelstva, dochází v různých regionech k odlišnému sezónnímu průběhu s tendencí postupně sezónnost eliminovat.

1.4.3 Nerovnoměrnosti v jednotlivých dnech týdne

Při této nerovnoměrnosti se, např. pro analýzu změn v objemech přepravy v pracovních dnech, využívá koeficient nerovnoměrnosti pracovních dnů, jenž se zjistí jako poměr pracovního dne s maximálním počtem přepravených osob k průměrnému pracovnímu dni. [8]

Analýzou údajů zjištěných přepravními průzkumy v jednotlivých obdobích roku je možné určit rozdíly ve využívání přepravních služeb v jednotlivých dnech týdne. Jednotlivé pracovní dny, s částečnou výjimkou hranic tohoto období, vykazují přibližně stejné hodnoty počtů přepravených osob. Ve víkendových dnech dochází k velkým výkyvům v závislosti na charakteru území a jeho osídlení (viz. Obrázek 2). Nerovnoměrnosti v počtu přepravených osob jsou rovněž způsobeny například prolínáním páteční odpolední špičky s páteční víkendovou špičkou. [8]

Obrázek 2 - Přibližné procentuální podíly skupin cestujících v jednotlivých dnech týdne



Zdroj: Osobní doprava

Shora citovaným průzkumem byla dále zjištěna řada zajímavých poznatků o pracovním režimu dotazovaných respondentů, které mohou citelně ovlivňovat týdenní průběh cest a ve výsledku působit protisezónně. Podle výsledku šetření totiž: [10]

- 35 % zaměstnanců má během týdne nepravidelnou pracovní dobu,
- pracovní doba v jednom týdnu je variabilní u 45 % zaměstnanců,

- 31 % zaměstnanců má pracovní dobu delší než 40 hodin týdně,
- 23 % zaměstnanců má pracovní dobu kratší než 34 hodin týdně,
- pouze 50 % zaměstnanců pracuje od pondělí do pátku,
- 10 % zaměstnanců pracuje 5 dní od úterý do soboty,
- 12 % zaměstnanců pracuje 4 dny mezi pondělím a pátkem a 4 % přes víkend,
- 7 % zaměstnanců pracuje 3 dny v týdnu a 3 % jen 1 nebo 2 dny.

1.4.4 Hodinová nerovnoměrnost v průběhu dne

Poptávka po dopravě v průběhu dne není konstantní, ale projevuje se, v závislosti na účelu cesty a konkrétní oblasti, pravidelnými výkyvy. Obecně můžeme den (24 hodin) rozdělit do těchto navazujících období:

- ranní špička (5. až 8. h),
- dopolední sedlo (8. až 13. h),
- odpolední špička (13. až 17. h),
- večerní sedlo (17. až 22. h),
- noční provoz (22. až 5. h).

Časy uvedené v závorkách výše mají pouze informativní charakter, v závislosti na konkrétních podmínkách se mohou lišit. Pro bližší určení těchto hodnot je možné využít některý z dopravních průzkumů. Například v sousední SR byl v roce 1994 proveden dopravně-sociologický průzkum, jehož závěry mimo jiné popisují denní průběh cest. [9]

Denní průběhy cest byly z časového hlediska analyzovány dle účelu cesty, tj. jednalo se o cestování do práce, do školy, domů, za nákupy nebo ostatními službami, za kulturou a v neposlední řadě za sportem a rekreací. Průzkum byl proveden celkem v deseti slovenských městech a jejich spádových oblastech.

Pro potřeby analýzy byl pojmem špičkové období označen časový úsek v době trvání tři hodiny, který zahrnuje tři „nejsilnější“ hodiny v rámci celé denní časové řady (viz. Tabulka 1, tučně), a pojmem špičková hodina období o délce trvání jedna hodina, daná jako maximální prvek totožné časové řady (viz. Tabulka 1, tučně podtržené). Výstupem průzkumu jsou následující poznatky o denním charakteru cestování.

Denní průběhy cest za prací mají své špičkové období mezi 5. a 8. hodinou ranní s tím, že maximální hodnoty (špičkové hodiny) dosahuje období mezi 6. a 7. hodinou ranní. Ve špičkové hodině je realizováno cca 40 % ze sumy denních cest za prací a ve špičkovém období dokonce 88,75 % těchto cest. Tento údaj však platí pro města, dopravní špička

ve spádové oblasti začíná v době mezi 4. a 5. hodinou ranní, cesty za prací ve spádových oblastech mají pozvolnější charakter a proto v porovnání s městem dosahují nepatrně nižší hodnoty, konkrétně 81,82 %.

Cestování do škol má podobný průběh jako cesty za prací a co do kvantity představují cca 12 % sumy všech cest. Hranice časových dob jsou takřka identické s cestami za prací. V době mezi 7. a 8. hodinou ranní cestuje více než 70 %, ve špičkovém období pak dokonce 90 % žáků a studentů. Oba druhy cestování se vyznačují, až na nepatrné odchylky, stejným charakterem. Pro oba druhy cest platí, že údaje výzkumem dosažené, lze považovat za reprezentativní jak pro město, tak pro jejich spádové oblasti, a že se vyznačují pouze jedním špičkovým obdobím.

Tabulka 1 – Denní průběh cest ve městech podle účelu (v procentech)

Hodina	Účel						Souhrn
	Práce	Škola	Domov	Nákup a sl.	Kultura	Sport, rekr.	
00-01	0,08	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
01-02	0,05	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04
02-03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,03
03-04	0,24	0,02	0,02	0,01	0,05	0,02	0,06
04-05	1,60	0,21	0,01	0,02	0,05	0,13	0,40
05-06	29,79	2,36	0,07	0,51	0,33	0,78	6,49
06-07	41,20	16,56	0,67	3,67	1,27	1,90	11,86
07-08	17,76	73,55	1,04	5,77	2,27	1,97	14,11
08-09	1,28	1,63	1,29	7,81	1,00	3,48	2,50
09-10	0,71	0,21	1,51	9,30	1,98	3,61	2,31
10-11	0,59	0,20	2,18	8,45	1,77	4,77	2,59
11-12	0,66	0,29	2,40	3,12	0,98	1,86	1,90
12-13	1,13	0,52	3,89	2,80	0,68	1,90	2,67
13-14	1,73	0,60	8,75	3,95	3,36	4,59	5,36
14-15	0,99	1,20	19,77	11,98	6,13	10,42	11,60
15-16	0,73	0,52	21,82	18,38	8,19	15,74	13,74
16-17	0,43	0,72	14,75	17,24	11,98	20,62	10,33
17-18	0,37	0,21	6,78	5,66	23,71	15,45	5,23
18-19	0,21	0,09	5,34	0,88	19,11	8,06	3,52
19-20	0,09	0,05	4,00	0,27	12,44	3,25	2,37
20-21	0,09	0,01	2,50	0,08	3,15	1,03	1,32
21-22	0,20	0,00	1,58	0,01	1,42	0,23	0,80
22-23	0,04	0,00	1,21	0,01	0,03	0,08	0,57
23-24	0,00	0,02	0,30	0,00	0,00	0,01	0,14

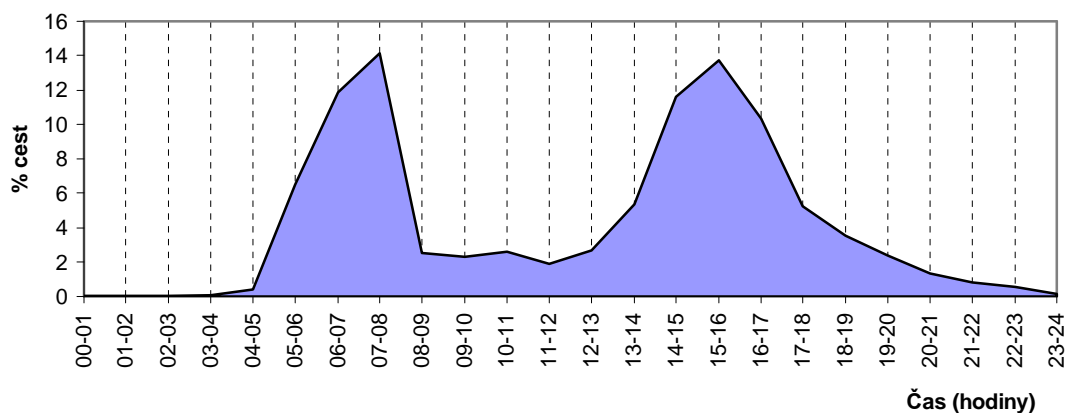
Zdroj: Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu

Cestování z práce a ze škol bylo v průzkumu zařazeno do společné kategorie cesty s cílovým účelem domov. K návratu domů dochází statisticky nejčastěji v období mezi 14. a 17. hodinou odpolední. V tomto období se domů vrací 56,34 % obyvatel s tím,

že ve špičkové 15. až 16. hodině je to 21,82 % obyvatelstva. Zároveň s cestami domů jsou často realizovány cesty za nákupy a obecně ostatními službami. Tyto cesty představují cca 9 % všech denních cest. Špičkové období a špičková hodina jsou totožné s cestami domů. Ostatní cesty vykazují nízké hodnoty a tedy vzhledem k podílu na celkovém počtu realizovaných cest nemají pro analýzu téměř žádný větší význam, největšího podílu z nich dosahují cesty za sportem a rekreací (4,03 %), cesty soukromé (3,29 %) a služební (1,37 %) a cesty za kulturou (1,05 %). Ostatní cesty, které nelze zařadit do některé výše uvedené kategorie, se na celkovém počtu cest podílí cca 2 %. Všechny tyto cesty mají špičkové období taktéž pouze jedno a to v odpolední době. Výjimku představuje jen cestování služebnímu charakteru, které dosahuje maximálních hodnot mezi 7. a 10. hodinou dopolední, a s dvěma špičkami, dopoledním a výraznějším odpoledním, nakupování.

Denní průběh všech cest (daných jako součet dílčích cest dle uvedených cílů) vykazuje ranní a odpolední špičkové období a špičkovou hodinu, s výrazným dopoledním sedlem. V ranním špičkovém období cestuje celkově 32,46 % obyvatelstva v době mezi 5. a 8. hodinou ranní, odpoledne pak ještě o 3,21 % více, a to v době mezi 14. a 17. hodinou odpolední. Absolutními špičkovými hodinami v rámci celého dne jsou s 14,11 % 7. až 8. hodina ranní a s 13,74 % 15. až 16. hodina odpolední. Pro vyšší přehlednost jsou souhrnné údaje zobrazeny v níže uvedeném grafu (viz. Obrázek 3).

Obrázek 3 - Denní průběh cest ve městech - souhrn (v procentech)



Zdroj: Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu

Průzkum provedený v SR představuje jednu z možných charakteristik denního průběhu cest.

Stejně tak, jako u předchozího druhu nerovnoměrností, lze sledovat odlišný průběh cest v závislosti na sociálních, kulturních, či ekonomických podmínkách dané lokality

(v tomto případě státu). Průzkum provedený společností KEOLIS ve Francii byl proveden také na úrovni denního harmonogramu cest a jeho výsledky hovoří o tom, že: [10]

- 35 % zaměstnanců má pravidelnou denní pracovní dobu s pevným začátkem a koncem,
- více než 60 % zaměstnanců nepřichází do práce a z práce neodchází ve stejnou dobu,
- 37 % zaměstnanců končí práci mimo hodiny špičky,
- 28 % zaměstnanců přichází do práce a odchází z práce mimo hodiny špičky,
- 19 % zaměstnanců začíná pracovat mezi 9. a 11. hodinou,
- 20 % zaměstnanců končí práci po 19. hodině.

Z uvedených fakt vyplývá, že na výslednou podobu křivky popisující denní průběh cest bude mít výrazný vliv především pracovní režim zaměstnanců a obecně každodenní návyky obyvatelstva. Regiony zaměřené na hromadnou výrobu, s pevně zakotveným směnným pracovním režimem (obecně sekundární sféra národního hospodářství) mají, v porovnání s celky orientovanými na služby, zpravidla s flexibilní pracovní dobou, větší tendenci ke vzniku špičkové dopravy. Sektor služeb je z tohoto hlediska poněkud benevolentnější, umožňuje zaměstnanci individuálně nakládat se svým časem, což se ve výsledku projevuje i ve vlastním průběhu cest. Cesty jsou poté rovnoměrněji rozděleny do celého dne a sezónní vlivy se částečně eliminují.

1.4.5 Nerovnoměrnosti ve špičkové hodině

Pokud se špičková hodina rozdělí na menší časové intervaly (obvykle po 15-ti minutách), je možno zjistit i značné nerovnoměrnosti v těchto dílčích intervalech. [8] Význam tohoto druhu časové nerovnoměrnosti spočívá především v projekční činnosti při návrhu dopravních zařízení, systémů a procesů jimi realizovaných.

1.5 Příčiny vzniku sezónních výkyvů

Při popisu faktorů, způsobujících sezónní pokles nebo sezónní nárůst, je třeba se zaměřit na takové jevy, které lze charakterizovat:

- závislostí daného jevu na čase,
- souvislostí jevu se zkoumanou problematikou,
- omezeným krátkodobým působením jevu,
- pravidelným opakováním jevu (periodicitou).

Sezónní výkyv může být způsoben jednak vlivem přírodních podmínek, tak i vlastní činností člověka.

1.5.1 Příčiny sezónnosti člověkem neovlivitelné

Přírodní podmínky jsou literaturou [2,11] označovány jako klíčový prvek vzniku sezónních nepravidelností. V důsledku oběhu Země kolem Slunce a její rotací kolem vlastní, mírně nakloněné osy, dochází ke střídání čtvero ročních období či dne a noci. Každé toto období se vyznačuje odlišnými podmínkami, např. klimatologickými, hydrologickými, světelnými apod. S určitou pravidelností, která ovšem přesahuje hranice krátkého období, se projevují aktivity, které mají svůj původ uvnitř zemského tělesa, ale i na jeho povrchu, a které mohou výrazným způsobem ovlivnit vlastní proces přemístění (zemětřesení, tornáda, období sucha a dešťů, sopečná činnost, aj.).

Z tohoto hlediska lze definovat dopravní obory s ohledem na citlivost ke vzniku sezónního výkyvu způsobeného přírodními vlivy. Nejvyšší citlivostí se vyznačuje vodní doprava - plavba. V tuzemských podmínkách dochází pravidelně k takovým stavům vodní hladiny, které způsobují nesplavnost vodní dopravní cesty. V období s nízkým množstvím srážek dosahuje hladina vodních toků nízkých stavů a přepravu, především zboží, nelze proto realizovat. Naopak v období bohatém na dešťové srážky, často spojeném s táním sněhu, dochází k opačné extrémní situaci, kdy plavbu nelze realizovat s ohledem na bezpečnost plavebního provozu a existenci limitujících prvků, např. v podobě mostních konstrukcí, nebo jiných součástí a objektů vodní dopravní cesty. Počty dnů v jednotlivých letech (období 1992 – 1998), kdy byl přerušen plavební provoz na dvou dopravně nejvýznamnějších tocích v ČR, uvádí tabulka níže.

Tabulka 2 – Přerušení plavebního provozu

Plavební komora (úsek vodní cesty)		Celkem v roce (dny)						
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Vltava	Praha - Modřany	18	20	14	22	29	21	33
	Roztoky	21	22	14	29	31	30	33
	Dolánky	19	21	14	29	31	30	33
	Miřejovice	19	36	20	29	31	30	33
	Hořín	27	8	14	29	32	43	33
Labe	Týnec n. L.	44	53	29	33	75	69	38
	Kolín	44	53	29	32	75	69	41
	Poděbrady	44	53	29	32	75	69	45
	Kostelec n. L.	44	54	39	33	75	72	31
	Lovosice	16	21	9	12	15	16	20
	Ústí_n.L. - Střekov	12	20	6	11	13	17	20

Zdroj: Plavba.cz

Letecká, silniční a železniční doprava je přírodními faktory ovlivňována také, nikoliv však existenčně. Povětrnostní podmínky u těchto druhů dopravy působí pouze lokální, krátkodobé výpadky, které zpravidla neovlivní dopravní odvětví jako celek, ale pouze kvalitu dopravního procesu. Odvětvím nejméně citlivým k působení přírodních vlivů se jeví doprava potrubní.

Doposud zmíněné vlivy byly výsledkem okolností, které člověk nemůže ovlivnit. Existuje ale celá řada dalších aspektů podílejících se na vzniku sezónních výkyvů, které jsou výsledkem lidského jednání. Jedná se o určité normy, standardy, vzorce chování a další zákonitosti na bázi:

- ekonomicko-hospodářské,
- sociální,
- politicko-legislativní.

1.5.2 Ekonomicko-hospodářské vlivy na sezónnost v dopravě

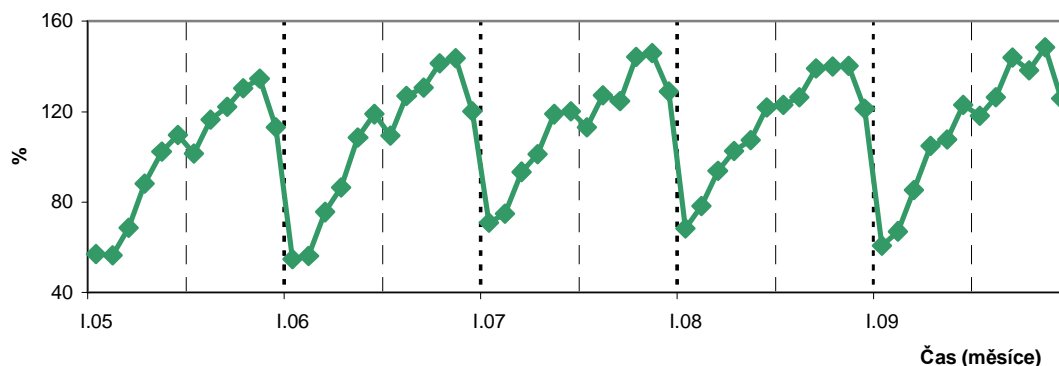
Doprava je, jak již by zmíněno v úvodu této kapitoly, jedna z oblastí národního hospodářství, která sama o sobě nemůže existovat a je determinována, ale také determinuje, ostatní obory. Odhalíme-li tedy sezónní průběh u některé z činností souvisejících s dopravou a zjistíme-li jeho příčiny, de facto tím identifikujeme příčinu sezónního působení i v dopravě. Ve větší či menší míře jsou s dopravou spojeny téměř všechny lidské aktivity. Nejsilnější vazbu dopravy na ostatní sektory, v souladu s hledáním sezónnosti, má cestovní ruch, stavebnictví a zemědělství.

V oblasti zemědělství jde především o rostlinnou výrobu, na které lze sezónní průběh požadavků na přemístění zboží demonstrovat nejsnáze. Hlavním posláním zemědělství, obdobně jako u jiných podnikatelských aktivit, je efektivně přeměnit vstupy na výstupy. Zemědělství je v zásadě závislé na klimatických podmínkách. V podmínkách mírného klimatického pásma, kam ČR geograficky patří, to znamená, že ke sklizni rostlinných komodit (produktů zemědělství) dochází pouze jedenkrát do roka. Hospodářský rok lze rozdělit do několika základních období, z nichž jedno od druhého se liší charakterem a množstvím přepravních požadavků. Na jaře lze sledovat přepravní toky materiálu ve směru od producentů osiv, sadby, minerálních hnojiv a agrochemie k vlastním zemědělcům až na samotná pole. Například v hospodářském roce 2007/2008 bylo dle údajů ČSÚ v ČR spotřebováno 320 042 tun čistých minerálních hnojiv. Při průměrném výsevku 200 kg osiva obilnin na 1 ha plochy činila celková spotřeba tohoto set'ového materiálu ve stejném roce více

než 300 tisíc tun. K opačnému pohybu dochází v období sklizně, které lze, v závislosti na konkrétní plodině, časově ztotožnit s druhou polovinou léta a podzimem. Objem takto přepraveného nákladu dosahuje výše bezmála 10 milionů tun ročně s tím, že cca více než 75 % představuje přeprava obilovin a řepy cukrovky pro technické využití (zdroj ČSÚ). V zimních měsících, v období vegetačního klidu, ustrnou přepravní požadavky na minimální úrovni. Označíme-li jarní období jako období s průměrnými přepravními požadavky, poté letní/podzimní období se zvýšeným množstvím těchto požadavků sezónním vzestupem a zimní období analogicky sezónním poklesem.

Průběh prací ve stavebnictví je podobný jako v zemědělství s tím rozdílem, že se zde v zásadě střídají pouze dvě období – období, kdy se staví více a období, kdy se staví méně. Stejně tak, jako je tomu v zemědělství, je stavebnictví výrazně závislé na charakteru počasí, přesněji řečeno trvání a intenzitě zimy. Sezónním propadem se zpravidla vyznačují zimní a jarní měsíce roku, konkrétně druhá polovina prosince až konec dubna (viz. Obrázek 4). V souladu s tímto tvrzením se poté sezónní propad ve stavebnictví projeví sezónním poklesem přeprav stavebních materiálů, především cementu, písku, kameniva, stavebního žeziva a hutních materiálů.

Obrázek 4 - Celková stavební produkce v ČR (průměr roku 2005 = 100)

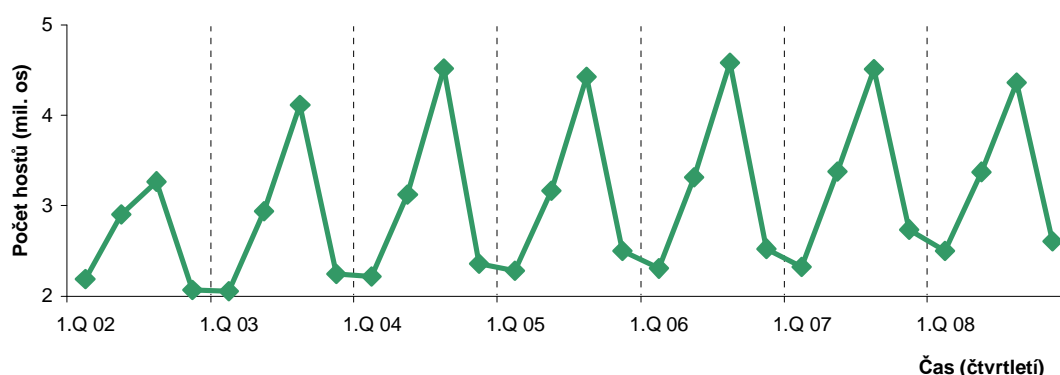


Zdroj: ČSÚ

Silný sezónní charakter lze sledovat i v oblasti cestovního ruchu. Na příkladu počtu návštěvníků hromadných ubytovacích zařízení v ČR (viz. Obrázek 5) je již pohledem patrný sezónní (pilovitý) průběh. Lokálního maxima v grafu je každoročně dosaženo ve třetím čtvrtletí, toto období se vyznačuje příznivými podmínkami pro aktivní provozování turistiky, sportů, návštěvy přírodních a kulturních památek a lze ho proto označit za sezónní špičku. Druhé čtvrtletí v porovnání se třetím, co se zmíněného využití ubytovacích zařízení týče, dosahuje o poznání nižších hodnot. Za období úpadku cestovního ruchu, sezónním sedlem,

lze označit první a čtvrté čtvrtletí každého roku, kdy služeb ubytovacích zařízení využívá přibližně polovina hostů v porovnání se třetím čtvrtletím. Faktem svědčícím ve prospěch existence sezónnosti v cestovním ruchu může být například otevírací doba některých kulturních památek, jejichž provoz bývá mimo sezónu omezen zcela, nebo zčásti.

Obrázek 5 - Návštěvnost v hromadných ubytovacích zařízeních v ČR



Zdroj: ČSÚ

Podle uvedené časové řady je zimní období označeno sezónním sedlem. V zimních měsících navštěvuje množství obyvatel centra zimních sportů, k dílčímu sezónnímu nárůstu tedy dochází i v zimě, ale s tím, že jeho sezónní charakter není tak výrazný, jako v případě letní turistické sezóny.

1.5.3 Sociální vlivy na sezónnost v dopravě

Na vzniku sezónních výkyvů v dopravě se značnou měrou podílí také způsob lidského života. Tato problematika již byla okrajově zmíněna v pasáži Nerovnoměrnosti v poptávce po přepravě. Rozložení přepravních požadavků v čase souvisí s organizací činností lidí v rámci roku, týdne či dne, mluvíme potom o harmonogramu ročním, týdenním a denním. V zásadě lze režim člověka rozdělit na pracovní a nepracovní, volnočasový.

Pracovní režim obyvatelstva doznal v průběhu minulých desetiletí značných změn. V době centrálně plánovaného hospodářství, silně orientovaného na průmyslovou výrobu, začínal každý pracovní den 6. hodinou ranní, státní správa začínala zpravidla úřadovat v 7 hodin ráno. Po odpracování zákonem stanovené pracovní doby se stejným způsobem, kterým se masy pracujících do práce dopravily, vracely zpět do svých obydlí. Pro většinovou společnost končil pracovní den projitím vrátnice a ve zbylé části dne se nakupovalo, věnovalo zájmům nebo kultuře a odpočívalo.

V dnešní době, označované často přívlaskem turbulentní, je možné pozorovat výrazné změny organizace profesního i mimoprofesního života. V hojné míře se dnes uplatňuje

například pohyblivá (variabilní, flexibilní) pracovní doba. Řada firem ponechává svým zaměstnancům volnou působnost při tvorbě pracovního harmonogramu, klade především důraz na odvedený výkon. Není proto výjimkou, že řada zaměstnanců začíná pracovat kolem 9. až 11. hodiny dopolední. Obyvatelstvo v oblastech s vysokou nezaměstnaností je, má-li vůli pracovat, nuceno za prací cestovat, pracovní mobilita obyvatelstva roste.

Další podstatná změna v dopravním chování lidí se nabízí v souvislosti s nakupováním. Trendem dnešní doby je nakupovat ve velkých nákupních centrech. Vzhledem k tomu, že většina lidí ve dne pracuje, jsou cesty za nákupy přesunuty z původních časných odpoledních hodin do hodin večerních, z pohledu týdenního poté na víkend. Společnost, především však mladší generace, má, v porovnání s dobou před rokem 1989, větší možnosti v trávení volného času. Popracovní využití volného času zasahuje mnohem více do pozdních večerních, až nočních hodin, což s sebou nese i změnu požadavků na přemístění.

Sezónní projevy lze sledovat nejen u obyvatelstva ekonomicky aktivního, ale též ve zbytku společnosti. K řadě sezónních výkyvů dochází v souvislosti s přerušением běžné lidské činnosti. U školáků a studentů středních škol je to především přerušением výuky z titulu nástupu na školní prázdniny, z globálního pohledu se přepravní požadavky celé společnosti mění v době pracovního klidu.

Další možné nepravidelnosti v dopravní poptávce je možné přisoudit změnám psychického stavu jedinců v průběhu roku. Psychika sehrává v životě lidí důležitou roli a v rámci roku dozrává u řady obyvatel značných změn. Zjednodušeně řečeno, rostou-li denní teploty vzduchu a přibývá-li denního svitu, zvyšuje se chuť lidí trávit volný čas mimo domov a ve větší míře proto cestují.

1.5.4 Politicko-legislativní vlivy na sezónnost v dopravě

Ve výčtu vlivů, působících na změny objemů přepravy v čase, je vhodné zmínit také záměrnou činnost člověka ve společnosti, která se na vzniku sezónnosti v dopravě projevuje přímo nebo nepřímo. Touto činností se myslí tvorba legislativy, která v určitém období stanovuje povinnost chovat se tak, jak zákon definuje.

Přímou vazbu na vznik sezónního propadu v silniční nákladní dopravě má ustanovení § 43 Omezení jízdy některých vozidel Zákona č. 361/2000, Sb., které v původním znění ze dne 14. 10. 2000 v bodu (1) konstatuje:

„Na dálnici a silnici I. třídy je zakázána jízda nákladním a speciálním automobilům a zvláštním vozidlům o maximální přípustné hmotnosti převyšující 7500 kg a nákladním

a speciálním automobilům a zvláštním vozidlům o maximální přípustné hmotnosti převyšujících 3500 kg s připojeným přípojným vozidlem

a) v neděli a v ostatních dnech pracovního klidu podle zvláštního právního předpisu v době od 0:00 do 22:00 hodin,

b) v sobotu v období od 1. července do 31. srpna v době od 7:00 do 22:00 hodin.“ [12]

Tato zákonná norma se v průběhu posledního desetiletí stala objektem dílčích legislativních změn, které nastíněnou problematiku upravují parametricky. Ke dni vytvoření této práce platí zákaz jízdy zákonem specifikovanému okruhu účastníků silničního provozu v: „a) v neděli a v ostatních dnech pracovního klidu podle zvláštního právního předpisu v době od 13:00 do 22:00 hodin,

b) v sobotu v období od 1. července do 31. srpna v době od 7:00 do 13:00 hodin,

c) v pátek v období od 1. července do 31. srpna v době od 17:00 do 21:00 hodin.“ [13]

Připustíme-li, že majoritní podíl výkonů silniční nákladní dopravy je realizován na pozemních komunikacích vyššího řádu, potom aplikace této legislativní normy v praxi výrazným způsobem ovlivňuje výkony tohoto druhu dopravy z hlediska týdne a v některých případech také v průběhu dne.

Dalším možným vlivem na silniční dopravu, který má opět svoji oporu v zákoně, je výkonové zpoplatnění dopravní infrastruktury. Aplikací diferencované sazby mýtného lze hypoteticky dosáhnout podobného efektu jako v předchozím případě.

Závěrem této kapitoly je možné konstatovat, že uvedené skupiny vlivů nepůsobí izolovaně, nýbrž ve vzájemné propojenosti. Část vlivů, které jsou svou povahou sociální, do jisté míry reflektuje přírodní stavy světa, jiná je podkladem pro změnu ekonomického prostředí. Legislativa je na jedné straně člověkem vytvářena, na druhé straně usměrňuje jeho i hospodářství. Při analýze příčin sezónního charakteru dopravy je proto nezbytné danou problematiku posuzovat globálně a příčiny existence sezónnosti hledat ve všech uvedených oblastech s tím, že pravděpodobně bude mít více než jednoho původce.

2 Metody pro modelování sezónnosti

2.1 Problematika časových řad

Časovou řadou rozumíme časově upořádanou entici hodnot zkoumaného statistického ukazatele. Cílem analýzy časových řad je především zkonstruovat matematický model, který v maximální možné míře popisuje danou problematiku. Sestrojení kvalitního matematického modelu je prvotním předpokladem pro správné porozumění jevu, v důsledku kterého hodnoty časové řady vznikají, a poznání podmínek, které vznik těchto hodnot ovlivňují. Na základě znalosti vývoje časových řad lze částečně tento mechanismus ovlivňovat a zjištěné poznatky použít v rámci prognostických činností.

Obecně lze časové řady rozdělit na krátkodobé a dlouhodobé. Dlouhodobými časovými řadami rozumíme takové řady, které obsahují data sledovaná v časovém období delším než jeden rok. Naopak krátkodobé časové řady popisují vývoj ukazatele v časovém období kratším jednoho roku. Z hlediska četnosti pozorování v čase rozlišujeme časové řady: [16]

- roční,
- čtvrtletní,
- měsíční,
- týdenní,
- denní,
- hodinové, minutové, vteřinové.

Interval sběru dat u časových řad klasifikovaných jako roční je jedno pozorování do roka, analogicky pak čtyři pozorování, každé odpovídající příslušnému kvartálu, v případě čtvrtletních časových řad, resp. dvanáct pozorování odpovídajících jednotlivým měsícům v roce. Obdobný způsob odečítání informací, avšak s odlišně zvolenou základnou, lze sledovat i u časových řad s periodicitou kratší než jeden měsíc.

Prvotní myšlenkou, ze které analýza časové řady vychází, je rozdělení původního řetězce informací na tzv. systematické složky, neboli provedení dekompozice časové řady.

2.1.1 Dekompozice časové řady

Princip dekompozice časových řad spočívá v rozložení časové řady na dílčí složky, jinak řečeno v jejich separaci. Jedná se o klasický model, kterým lze časovou řadu dekomponovat dvojím způsobem, buď aditivním (součtovým) nebo multiplikativním (násobným). Pro účely analýzy lze časovou řadu, jako celek, rozdělit na složku:

- trendovou (T_t),
- cyklickou (C_t),
- sezónní (S_t),
- náhodnou (ϵ_t).

Dlouhodobé změny, tedy dlouhodobé sestupné nebo vzestupné tendence, v chování časové řady, případně její kolísání kolem určité hodnoty, popisuje trendová složka. Trendová složka (zkráceně trend) se objevuje ve všech druzích časových řad a bez ohledu na to, jakou dekompozici zvolíme, má absolutní podobu. Z hlediska modelování trendu nejsou důležité krátkodobé výkyvy, ale dlouhodobé, které určují tendenci pohybu časové řady. Pro popis této složky v celé délce časové řady hledáme takovou matematickou funkci, která bude v nejvyšší možné míře odpovídat analyzované časové řadě.

Cyklická složka zachycuje dlouhodobou fázi poklesu nebo růstu, která se pravidelně s určitou periodou opakuje a jejíž trvání je delší než jeden rok. V souvislosti s ekonomickými časovými řadami je cyklická složka často spojována s recesí a expanzí hospodářských cyklů. Příčiny jejího vzniku však mohou být na tomto jevu nezávislé. Vzhledem k tomu, že perioda cyklické složky se může pohybovat v násobcích let, je někdy problematické, především u krátkodobých časových řad, tuto složku identifikovat a popsat. V těchto případech bývá často spojována s trendem a společně vyjadřují střednědobou tendenci vývoje.

V každé časové řadě se může objevit taková veličina, která nemůže být popsána žádnou funkcí času. Jedná se, na rozdíl od předchozích složek, o nesytematickou složku tvořenou náhodnými výkyvy v časové řadě. Takovouto veličinu označujeme jako náhodná složka a jinými slovy ji lze definovat jako zbytek, který dostaneme po vyloučení zbývajících složek z časové řady. V případě, že pro náhodnou složku současně platí podmínka nulové střední hodnoty, konstantnost rozptylu a nulové kovariance, hovoříme o tzv. bílém šumu, který v případě, že má náhodná složka normální rozdělení, doplňujeme o přívlastek normální.

Poslední dílčí složkou, na jejíž identifikaci v časové řadě, modelování a interpretaci se tato práce zaměřuje, je sezónní složka.

2.1.2 Sezónní složka v časové řadě

Sezónní složka představuje oboustranné odchylky hodnot časové řady od trendu, pro které platí, že se pravidelně opakují s periodou kratší než jeden rok. Odehrávají se tedy během roku a každoročně se v přibližně stejné výši opakují. Nelze však tvrdit, že sezónní složka je ryze konstantní, protože se může v delším období lišit a měnit tak svůj charakter.

Z uvedeného vyplývá, že sezónní složku nelze nalézt u dlouhodobých časových řad, nejčastěji ji zjišťujeme u řad čtvrtletních a měsíčních.

Sezónní složka v matematickém modelu reprezentuje sezónně působící vlivy. Zjednodušeně lze vyslovit tvrzení, že sezónnost je důsledkem střídání ročních období, či dne a noci a s tím souvisejících jevů, jako např. měnící se teplotou vzduchu, množstvím srážek nebo slunečního svitu. Příčiny existence sezónní složky v časové řadě mohou být však rozmanitější a vyjma zmíněných geologicko-fyzikálních a přírodních základů mohou souviset s různě zakotvenými sociálními zvyky.

Sezónní složka bývá často společně s cyklickou složkou spojována. Toto spojení poté nazýváme tzv. periodickou složkou. Literatura [19] uvádí v souvislosti s opakujícím se charakterem těchto složek tři základní aspekty, konkrétně lze periodickou složku charakterizovat:

- délkou periody a její frekvencí,
- amplitudou, tzv. peakem,
- fázovým posunem.

Délka periody je základním hlediskem pro rozdělení časové řady na krátko, středně a dlouhodobou. Amplituda, kterou chápeme jako velikost výkyvu sledovaného ukazatele v časové řadě, může být buď konstantní, v tomto případě hovoříme o tzv. konstantní sezónnosti, nebo korespondovat se směrem trendu, potom ji označujeme jako tzv. proporcionální sezónnost. Fázový posun určuje polohu minim a maxim periodické složky.

2.2 Sezónnost v časových řadách

Při analýze časové řady vyvstávají v souvislosti se sezónními výkyvy dva základní problémy. Prvním z nich je rozhodnout o existenci sezónnosti, nebo-li potvrdit, že daná časová řada je skutečně ovlivněna vlivy sezónního charakteru a že zde tudíž sezónní složka existuje a je statisticky významná. Další postup spočívá, v případě, že je přítomnost sezónní složky potvrzena, ve kvantifikaci těchto výkyvů, tzv. sezónní modelování a očišťování. V neposlední řadě je žádoucí závěry analýzy vhodně interpretovat.

2.2.1 Test hypotézy o existenci sezónnosti

Testování hypotézy o existenci sezónnosti je procedurou, která dává jednoznačný návod, jak lze v časové řadě sezónní složku odhalit. Metodami, které slouží k odhalení sezónnosti, se zabýval Sir R. A. Fisher (1890-1962), který mj. v roce 1929 navrhl test pro zjišťování periodicity v časových řadách. [11] Stejně tak, jako je tomu při testování různých

ekonometrických jevů, spočívá princip testování ve formulaci nulové hypotézy, výpočtu testovací statistiky a jejím porovnání s testovacím kritériem. Obecně lze proces testování rozdělit do pěti základních částí a to: [1]

- formulace hypotéz,
- volba testového kritéria,
- sestavení kritického oboru,
- výpočet hodnoty testovacího kritéria a
- formulace závěrů testu.

Prvním krokem testování je formulace dvojice hypotéz, nulové hypotézy H_0 a alternativní hypotézy H_1 (resp. H_A). Nulovou hypotézu o existenci a statistické významnosti sezónního vlivu definujeme následujícím způsobem: [2]

$$H_0: S_j = 0, \text{ kde } j = 1, 2, 3, \dots, r,$$

Rovnice 1

kteřá tvrdí, že všechny sezónní indexy (S_j) v řadě jsou rovny nule, oproti alternativní hypotéze, která říká, že alespoň jeden z těchto parametrů nulový není.

Testovací kritérium je statistika, neboli funkce, pomocí které jsme schopni vymezit tzv. kritický obor, tzn. definovat oblast dat svědčících ve prospěch alternativní hypotézy. Pro další postup je nezbytné poznat rozdělení testovacího kritéria. V případě identifikace sezónnosti má F -rozdělení a vypočteme ho podle vztahu:

$$F = \frac{\frac{m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_{.j} - \bar{y})^2}{r-1}}{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2 - r \sum_{i=1}^m (\bar{y}_i - \bar{y})^2 - m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_{.j} - \bar{y})^2}{(r-1)(m-1)}}, \text{ kde}$$

Rovnice 2

- m počet časových intervalů (roků)
 r počet dílčích časových období (sezón)
 \bar{y} průměrná hodnota časového intervalu
 $\bar{y}_{.j}$ průměrná hodnota v j -té sezóně
 \bar{y}_i průměrná hodnota v i -tém časovém intervalu (roku)

V rámci výběrového prostoru můžeme vyčlenit část, která obsahuje hodnoty svědčící ve prospěch nulové hypotézy H_0 (tzv. obor přijetí). Doplněk k oboru přijetí tvoří výše zmíněný kritický obor. Pro tyto dvě oblasti dat platí tvrzení, že jejich průnik je množina prázdná a naopak jejich sjednocením získáme logicky celý výběrový prostor. Pomyslnou dělící čáru mezi oběma prostory nazýváme kritickou hodnotou.

Kritický obor je tak velký, aby bylo zajištěno, že chyby prvního stupně (tj. zamítnutí platné nulové hypotézy) se dopustíme jen v α procentech případů. Má být tedy splněno: [1]

$$a = P(T \in W | H_0),$$

Rovnice 3

tj. pravděpodobnost, že zpracování výběru by mohlo dát výsledek (hodnotu testovacího kritéria) ležící v kritickém oboru za platnosti nulové hypotézy, má být předem rovna zvolené hladině významnosti α . Kritickými hodnotami jsou tabelizované kvantily rozdělení testovacího kritéria.

Před započítáním testování je třeba si ujasnit, jak velké riziko vzniku chyby prvního stupně jsme ochotni snést. Volba hladiny významnosti závisí mimo jiné na velikosti výběrového souboru. V ekonomii, ale i souvisejících oborech, se často hladina významnosti u menších výběrových souborů o řádově desítkách až stovkách jednotek používá hladina významnosti $\alpha = 0,05$. S tím, jak roste rozsah výběrového souboru, se zvyšuje síla testu a snižuje riziko vzniku chyb, což vede k použití hladiny významnosti $\alpha = 0,01$.

Testovací kritérium má za platnosti nulové hypotézy H_0 rozdělení F s $(r-1)$ a $(r-1)(m-1)$ stupni volnosti. Při hladině významnosti α je obor přijetí vymezen nerovností $|F| < F_{1-\alpha}[(r-1); (r-1)(m-1)]$, nulovou hypotézu tedy přijímáme a konstatujeme, že v dané časové řadě není statisticky významná sezónnost, k dalšímu kroku již nepřistupujeme. V opačném případě nulovou hypotézu zamítáme, alternativní hypotézu s α procentním rizikem přijímáme a přistupujeme ke kvantifikaci a následné tvorbě matematického modelu konstantní nebo proporcionalní sezónnosti a sezónnímu očištění časové řady.

2.2.2 Modelování sezónní složky

Před započítáním vlastního sezónního modelování je třeba si ujasnit symboliku použitou při vlastním matematickém zápisu. Při práci s daty používáme tzv. dvojnásobné indexy, které pomáhají v orientaci v časové řadě a umožňují oddělit hlavní a dílčí časové intervaly. V souladu s tímto tvrzením poté hodnotu sledovaného ukazatele y v i -tém roce a j -té sezóně zapisujeme jako y_{ij} . První index ($i = 1, 2, \dots, m$) reprezentuje rok, druhý ($j = 1, 2, \dots, r$) sezónu. Proměnná m , resp. r určuje šířku intervalu, neboli její periodicitu. V praxi se vzhledem k existenci kvartálních a měsíčních časových řad setkáváme s periodicitou $r = 4$ (kvartální řady) a $r = 12$ (měsíční řady).

Druhým specifickým modelů popisujících sezónní výkyvy v časových řadách je požadavek na vzájemné vykompenzování sezónních vlivů mezi dílčími časovými obdobími v konkrétním roce. Jinak řečeno, dojde-li v některé sezóně uvnitř roku k sezónnímu propadu, musí být tento propad vyrovnán sezónním nárůstem v jiné sezóně a to tak, aby platil vztah:

$$\sum_{j=1}^r S_{ij} = \sum_{j=1}^r S_j = 0, \text{ pro } i = 1, 2, \dots, m \quad \text{Rovnice 4}$$

nebo

$$\sum_{j=1}^r (1 + c_j) = r, \text{ kde } c_j \text{ představuje sezónní nárůst nebo pokles.} \quad \text{Rovnice 5}$$

V závislosti na tom, zda danou časovou řadu popíšeme modelem založeným na aditivní, resp. multiplikativní bázi, řídíme se při stanovení sezónních indexů podmínkou uvedenou v Rovnici 4, resp. Rovnici 5.

Modely konstantní sezónnosti

Model konstantní sezónnosti vychází z předpokladu, že v důsledku pravidelného působení sezónních vlivů dochází každoročně v j -té sezóně ke konstantnímu výkyvu, který můžeme označit jako S_j . Tento vliv se pravidelně opakuje ve stejné absolutní výši.

Matematický zápis časové řady y_{ij} má poté podobu:

$$y_{ij} = T_{ij} + S_{ij} + e_{ij}, \quad \text{Rovnice 6}$$

kde pro sezónní dekomponovanou složku S_{ij} platí:

$$S_{ij} = S_j$$

Model konstantní sezónnosti můžeme dále rozdělit na model konstantní sezónnosti:

- se schodovitým trendem,
- s ročním lineárním trendem a
- s lineárním trendem.

Model konstantní sezónnosti se schodovitým trendem

Tento model vychází z představy, že trendová složka T_{ij} nabývá ve všech dílčích obdobích $j = 1, 2, \dots, r$ daného roku i hodnoty a_i , takže posloupnost těchto hodnot v letech $i = 1, 2, \dots, m$ představuje tzv. schodovitý trend. [1] Tuto tezi lze vyjádřit vztahem:

$$y_{ij} = a_i + b_j + e_{ij} \quad \text{Rovnice 7}$$

Odhady $m + r$ parametrů tohoto modelu získáme řešením m rovnic

$$\sum_{j=1}^r y_{ij} = r a_i + \sum_{j=1}^r b_j \quad \text{Rovnice 8}$$

a dalších r rovnic

$$\sum_{i=1}^m y_{ij} = \sum_{i=1}^m a_i + m b_j, \quad \text{Rovnice 9}$$

kde a_i je odhadem α_i a b_j je odhadem β_j .

Pro odhad parametrů se dostaneme jednoduché řešení

$$a_i = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r y_{ij} = \bar{y}_{.i}. \quad \text{Rovnice 10}$$

Tyto parametry nazveme ročními průměry. Pro sezónní parametry potom získáme řešení

$$b_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}, \quad \text{Rovnice 11}$$

kde veličiny $\bar{y}_{.j}$ nazýváme dílčími průměry a \bar{y} celkovým průměrem analyzované řady vypočtené podle vztahu

$$\bar{y}_{.j} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{ij} \quad \text{Rovnice 12}$$

a

$$\bar{y} = \frac{1}{rm} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r y_{ij} \quad \text{Rovnice 13}$$

Model konstantní sezónnosti s lineárním trendem

U tohoto modelu se předpokládá, že trendovou složku analyzované časové řady lze popsat lineární funkcí zapsanou jako:

$$y_{ij} = a_0 + a_1(t_{ij} - \bar{t}) + b_j + e_{ij} \quad \text{Rovnice 14}$$

Odhad $r + 2$ parametrů modelu získáme řešením normálních rovnic, což vede ke stanovení:

$$a_0 = \bar{y} = \frac{1}{rm} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r y_{ij} \quad \text{Rovnice 15}$$

$$a_1 = \frac{1}{r} \frac{12}{m(m^2 - 1)} \sum_{i=1}^m (i - \bar{i}) \bar{y}_{.i} \quad \text{Rovnice 16}$$

$$b_j = (\bar{y}_{.j} - \bar{y}) - (j - \bar{j}) a_1 \quad \text{Rovnice 17}$$

Model konstantní sezónnosti s ročním lineárním trendem

Tento model je určitým zjednodušením předchozího modelu za předpokladu, že dosažená úroveň v letech $i = 1, 2, \dots, m$ lineárně roste nebo klesá, ale v dílčích obdobích $j = 1, 2, \dots, r$ zůstává konstantní. [2] Model poté zapíšeme jako:

$$y_{ij} = a_0 + a_1(i - \bar{i}) + b_j + e_{ij} \quad \text{Rovnice 18}$$

Odhad parametru a_0 je totožný s Rovnicí 15 a parametru b_j s Rovnicí 11. Odhad parametru a_1 se provádí podle vzorce

$$a_1 = \frac{12}{m(m^2 - 1)} \sum_{i=1}^m (i - \bar{i}) \bar{y}_{.i} \quad \text{Rovnice 19}$$

Modely proporcionální sezónnosti

Předchozí modely sezónnosti v rámci dílčího období nepřipouštěly žádný vztah trendové a sezónní složky a tudíž ani žádnou změnu sezónního výkyvu způsobenou jeho výkyvem. Jedná se o jistý zjednodušující předpoklad, který však v řadě situací není

realistický. V tom spočívá základní rozdíl v porovnání těchto dvou postupů modelování. Proporcionální přístup k modelování sezónnosti hovoří o vztahu sezónní a trendové složky. Tento vztah je přímý, proporcionální, a proto dojde-li ke změně trendu, projeví se tato změna v dílčím období j přímo úměrně i na složce sezónní. Sezónní výkyv poté můžeme zapsat jako

$$S_{ij} = g_j T_{ij}, \quad \text{Rovnice 20}$$

kde g_j pro sezóny $j = 1, 2, \dots, r$ jsou sezónní parametry

Vzhledem k tomu, že teoretickou hodnotu časové řady y_{ij} můžeme dostat jako prostý součet trendové a sezónní složky, lze uvedenou rovnici upravit na vztah

$$y_{ij} = T_{ij}(1 + g_j) \quad \text{Rovnice 21}$$

a po další úpravě jako

$$(1 + g_j) = \frac{y_{ij}}{T_{ij}} \quad \text{Rovnice 22}$$

Výslednou hodnotu uvedeného vztahu můžeme označit jako sezónní index. Jedná se o bezrozměrné číslo, které lze však vyjádřit procentuálně. Sezónní index je číslo větší než 0, potom hovoříme o tzv. sezónním vzestupu (nárůstu), nebo číslo menší než 0, analogicky označujeme jako sezónní pokles (pád, propad). V případě rovnosti $g_j = 0$ konstatujeme, že v daném období nedošlo k projevu sezónních vlivů.

Aplikací metody nejmenších čtverců po řadě úprav dostaneme vztah pro odhad sezónních indexů:

$$(1 + c_j) = \frac{\sum_{i=1}^m y_{ij} T_{ij}}{\sum_{i=1}^m T_{ij}^2}, \quad \text{Rovnice 23}$$

kde c_j je odhadem parametru g_j .

Metoda empirických sezónních indexů

Známe-li veličiny trendové složky T_{ij} můžeme s jejich pomocí vypočítat řadu empirických sezónních indexů. Jedná se o metodu, která ze statistického pohledu není příliš přesná, avšak je relativně početně jednoduchá a rychlá. Zjednodušeně řečeno je empirický sezónní index podílem empirické a vyrovnané hodnoty řady. V závislosti na tom, jaký druh vyrovnávání zvolíme, vystupuje ve jmenovateli empirického sezónního indexu buď hodnota vyrovnaná některou z trendových funkcí, nebo hodnota získaná pomocí klouzavých průměrů, exponenciálního vyrovnávání atd. Vycházíme přitom ze vztahu:

$$\frac{y_{ij}}{T_{ij}} = (1 + c_j) + e_{ij}^*, \quad \text{Rovnice 24}$$

kde veličina $e_{ij}^* = \frac{e_{ij}}{T_{ij}}$ představuje náhodné chyby. Takto formulované sezónní indexy náhodně kolísají kolem hodnoty hledaného sezónního indexu $(1 + c_j)$. V případě, že tyto empirické indexy sečteme, dojde k jejich kompenzaci a bude platit následující vztah:

$$(1 + c_j) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{y_{ij}}{T_{ij}} \quad \text{Rovnice 25}$$

Aplikací uvedeného vzorce na časovou řadu dostaneme empirické sezónní indexy. Tyto indexy je však třeba vzhledem k nízké vypovídací schopnosti převést na průměrné sezónní indexy. Toho dosáhneme zprůměrnováním hodnot empirických sezónních indexů za jednotlivá dílčí období.

Uvedeným postupem zpravidla dochází k porušení pravidla vzájemného vykompenzování sezónních vlivů a je třeba provést standardizaci průměrných sezónních indexů. Výstupem úpravy jsou hodnoty pojmenované jako sezónní faktory, které se od původních průměrných sezónních indexů liší o násobek podílu počtu sezón a sumy průměrných sezónních indexů.

Hodnocení kvality modelování

S vlastním modelováním časové řady je spojena problematika hodnocení kvality modelu jako celku. Vzhledem k tomu, že na konkrétní jednu časovou řadu lze aplikovat desítky metodicky různorodých modelů, lišících se např. odlišným pojetím sezónnosti, odlišnou formou modelování trendu atd., lze očekávat, že také výsledky těchto modelů budou odlišné. Hodnocení kvality zkonstruovaného modelu spočívá v analýze grafu zobrazené časové řady, dále rozšířené o rozbor empirických údajů. Měřítkem kvality modelu mohou být hodnoty tzv. indexu determinace nebo některé z chyb odhadu.

Index determinace (I^2) nabývá hodnot z intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a určuje, jak velkou část z celkové variability pozorovaných hodnot lze vysvětlit daným modelem. [2] K vyčíslení indexu determinace je možné použít vztah:

$$I^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad \text{Rovnice 26}$$

kde v čitateli vystupuje součet kvadrátů vzdáleností hodnot Y_i odhadnutých modelem od průměru časové řady \bar{y} a ve jmenovateli součet kvadrátů vzdáleností původních (skutečných, empirických) hodnot y_i časové řady opět od průměru časové řady. Kritérium je maximalizační.

Opačný přístup hodnocení kvality modelu spočívá v minimalizaci vzdáleností hodnot odhadnutých modelem od hodnot původní časové řady. Vztahů, tzv. chyb odhadů, založených na této myšlence, je několik. Jedním z nich je např. vztah pro výpočet tzv. střední čtvercové chyby odhadu (*M.S.E.*):

$$M.S.E. = \frac{\sum (y_i - Y_i)^2}{n}, \quad \text{Rovnice 27}$$

kde y_i představuje původní hodnoty časové řady, Y_i hodnoty odhadnuté modelem a n počet prvků časové řady.

2.2.3 Sezónní očišťování

Sezónním očišťováním se rozumí odstranění sezónní složky tak, že časová řada obsahuje pouze složku trendovou, cyklickou a reziduální. Důvody pro sezónní očišťování jsou následující: [11]

- možnost konstrukce předpovědí krátkodobých časových řad,
- použití očištěných časových řad při konstrukci ekonometrických modelů a
- dosažení srovnatelnosti hodnot za jednotlivé měsíce, popř. čtvrtletí.

Předností sezónně očištěné řady je možnost srovnávat hodnoty časových řad, které nejsou ovlivněny specifickými podmínkami působícími v jednotlivých měsících nebo čtvrtletích. Při konstrukci matematického modelu může dojít při využití původních dat k určitému zkreslení, kterému se očištěním můžeme vyhnout a v konečném výsledku tak lépe pochopit vztah mezi sledovanými (např. ekonomickými) veličinami.

Zejména v předválečném období se vycházelo z úvahy, že při vytváření předpovědí časových řad by mohlo být vhodnější provést nejprve předpověď sezónně očištěné časové řady a předpovědi ročních hodnot rozvrhnout na jednotlivé měsíce či čtvrtletí pomocí tzv. sezónních faktorů. [11] Na druhé straně očištění samotné může taktéž vést ke zkresleným výsledkům. Problematikou vhodnosti použití sezónního očišťování se zabývala celá řada studií, jednotné stanovisko o vhodnosti, či nevhodnosti však neposkytují. V souvislosti s očišťováním hovoříme o její kvalitě, nebo-li problematice, zda byla časová řada dobře sezónně očištěna.

Možné řešení dané problematiky nabízí tvrzení, že: „*jestliže bude časová řada generována jistým modelem s jistými předpoklady o sezónní složce, pak bude efektivní taková metoda sezónního očišťování, která respektuje právě tyto předpoklady.*“ [11] Jinými slovy lze konstatovat, že využití neadekvátní metody sezónního očišťování s sebou nesou riziko degradace vypovídací hodnoty dat, která se projevuje jejich nesrozumitelností. Cílem

sezónního očišťování je především interpretovat statistická data statisticky neodborné veřejnosti.

Metody sezónního očišťování

Vlastní metody můžeme teoreticky rozdělit do dvou velkých skupin, na:

- metody používající přímé filtry,
- metody založené na modelování časových řad.

Z praktického hlediska již toto dělení příliš neplatí, protože se zpravidla sezónní očišťování provádí s využitím počítačového softwaru, který při výpočtu využívá kombinaci těchto metod. Klouzavý průměr, resp. některá z jeho variant, bývá v rámci těchto metod při sezónním očišťování v praxi často využíván.

Obecně platí, že pokud je délka klouzavých průměrů kratší než délka sezóny, bude vyrovnaná řada opět obsahovat sezónní složku - možná se pouze změní některé parametry. Bude-li délka sezóny naopak menší než délka klouzavých průměrů, může to při určitých vhodně zvolených váhách klouzavého průměru vést k odstranění sezónní složky z vyrovnané řady. Hovoříme pak o tom, že provádíme sezónní očištění. Obecně se k tomuto očištění používají tzv. centrované klouzavé průměry. [17]

Centrované klouzavé průměry jsou vážené průměry se speciálními váhami, zvolenými tak, aby eliminovaly z časové řady sezónní složku. Jejich délka je vždy o jednotku větší než délka sezóny a váhy jsou zvoleny tak, aby krajní pozorování měly poloviční váhu oproti ostatním. [18]

Aplikací prostých klouzavých průměrů nelze očistit krajní hodnoty časové řady a proto byly pro dokonalejší eliminaci sezónní složky z časové řady navrženy tzv. Hendersonovy filtry využívající symetrické a asymetrické klouzavé průměry se speciálními váhami.

3 Identifikace sezónnosti v dopravě

Cílem této části práce je na základě vstupních dat, s využitím statistických postupů, rozhodnout, zda v některé z oblastí dopravy, reprezentované danou časovou řadou, existuje statisticky významný sezónní výkyv, či nikoliv.

Požadované vstupní informace jsou čerpány z webu Ministerstva dopravy ČR (sekce STATISTIKA DOPRAVY, podsekce Čtvrtletní přehledy základních ukazatelů). Data jsou aktuální k 1.11.2010. Jedná se o čtvrtletní časové řady přepravních výkonů většiny dopravních oborů realizovaných na území ČR. Pro potřeby této práce byly vybrány následující časové řady, konkrétně v:

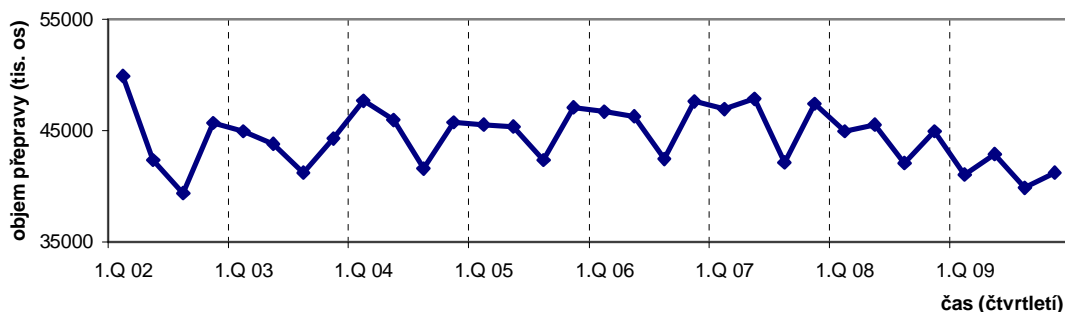
- dopravě železniční rozsah přepravy osob a nákladu (zvlášť vyčleněna kategorie vnitrostátní a mezinárodní),
- dopravě silniční rozsah přepravy osob (zvlášť vyčleněna kategorie autobusová nepravidelná a autobusová linková a jednotlivé subsystémy MHD) a nákladu (zvlášť vyčleněna kategorie vnitrostátní a mezinárodní),
- dopravě vodní rozsah přepravy nákladu (zvlášť vyčleněna kategorie vnitrostátní a mezinárodní),
- dopravě letecké rozsah přepravy osob a nákladu.

Přepravní požadavky zákazníků v tomto případě reprezentuje rozsah (objem) přepravy, v nákladní dopravě vyjádřený hmotností přepraveného nákladu v tunách (t), v dopravě osobní počtem přepravených osob (os). Vzhledem k obsáhlosti vstupního materiálu jsou zmíněné časové řady uvedeny v souhrnných tabulkách, které jsou umístěny v příloze této práce (viz. Příloha 1, Příloha 2, Příloha 3).

3.1 Modelový příklad identifikace sezónnosti

U některých časových řad, především s menším počtem pozorování a jejich delší periodou, vyznačujících se dále přehledností a pravidelností výkyvů, je možné již pouhým pohledem na graf vyslovit domněnku o existenci sezónnosti.

Obrázek 6 - Železniční osobní doprava (původní časová řada)

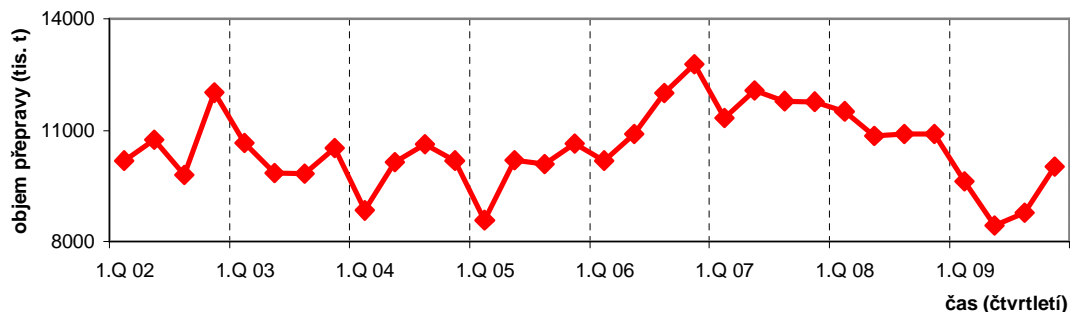


Zdroj: MD ČR

Na příkladu časové řady železniční doprava osobní (viz. Obrázek 6) lze sledovat pravidelně se opakující sezónní pokles ve třetím čtvrtletí jednotlivých let (období 2002 až 2009). Lze se proto domnívat, že toto čtvrtletí bude patrně představovat čtvrtletní sezónní sedlo (mezi druhým a třetím čtvrtletím každého roku dochází pravidelně k sezónnímu poklesu a naopak mezi třetím a čtvrtým čtvrtletím k sezónnímu nárůstu).

Příkladem sezónně netransparentní časové řady mohou být výkony železniční dopravy nákladní (vnitrostátní), jejichž časový průběh je zobrazen níže (viz. Obrázek 7).

Obrázek 7 - Železniční doprava nákladní - vnitrostátní (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Uspořádání čtvrtletních diferencí v tomto případě postrádá jakoukoliv pravidelnost. Zpočátku se obdobím sezónního propadu jeví třetí čtvrtletí (rok 2002 a 2003), v dalších letech naopak rozsahy přepravy ve třetích čtvrtletích rostou a kvartál se stává obdobím sezónního nárůstu. V posledních letech, které jsou v analýze k dispozici, vykazuje časová řada téměř konstantní průběh s nepatrnými výkyvy v rámci roku. Průběhy přepravních výkonů v letech 2004 a 2009 mají inverzní charakter. Z uvedeného je evidentní, že nelze bez dalšího podrobnějšího zkoumání časové řady vyslovit jednoznačný výrok o existenci sezónní složky v časové řadě a objevuje se tedy prostor pro využití matematicko-statistického aparátu.

3.1.1 Formulace hypotéz

Vlastní procedura testování začíná formulací nulové hypotézy H_0 , ve které se snažíme dokázat nesezónní charakter časové řady, a alternativní hypotézy H_1 , jako jejího doplňku. Obecný matematický zápis má podobu Rovnice 1, konkrétně:

$$H_0: S_j = 0, \text{ kde } j = 1, 2, 3, 4.$$

$$H_1: S_j \neq 0, \text{ kde } j = 1, 2, 3, 4.$$

3.1.2 Volba testového kritéria

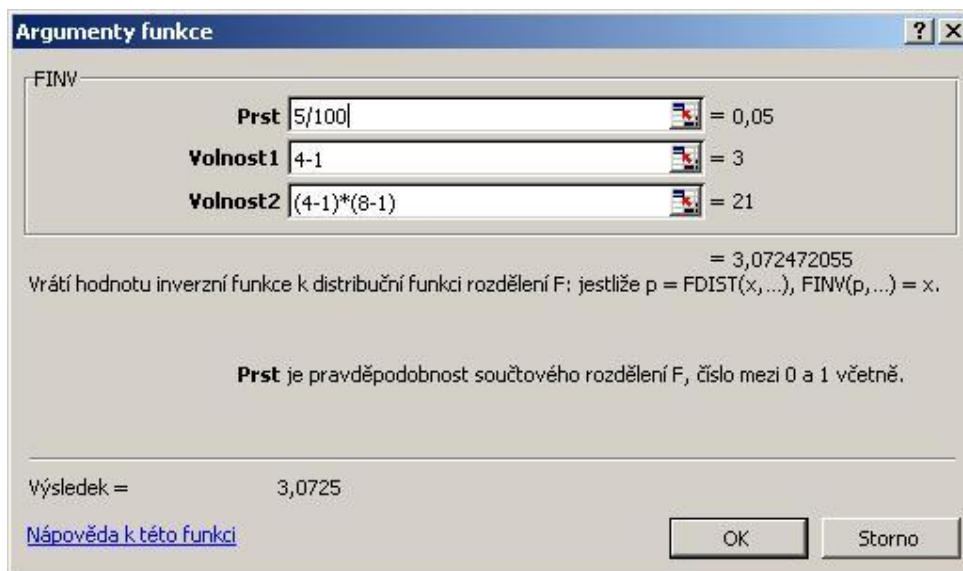
Při testování sezónního průběhu časové řady je použita testovací statistika v podobě Rovnice 2, která v kvantifikované podobě umožní definovat číselnou hodnotu, rozhodnou pro potvrzení, či vyvrácení formulované hypotézy.

3.1.3 Sestrojení kritického oboru

Odečtením příslušné hodnoty z tabulek F -rozdělení s $(r-1)$ a $(r-1)(m-1)$ stupni volnosti, na požadované hladině významnosti α , je definována číselná hranice oddělující obor přijetí od kritického oboru. Vzhledem k nízkému rozsahu výběrového souboru ($n = 32$) je úloha řešena na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Hledaná kritická hodnota $F_{0,95}(3)(21)$ se nachází v průsečíku třetího sloupce a jedenadvacátého řádku tabulky a má hodnotu 3,073.

Využití statistické funkce FINV tabulkového procesoru MS Excel, parametricky upravené dle obrázku níže, je alternativním způsobem stanovení kritické hodnoty.

Obrázek 8 - Sestrojení kritického oboru s využitím statistické funkce FINV



Zdroj: Autor

3.1.4 Výpočet hodnoty testovacího kritéria

Při výpočtu hodnoty testovacího kritéria je, vzhledem k vyšší přehlednosti, vhodné data uspořádat do dvojrozměrného pole (matice), která ve vodorovném směru zobrazuje hodnoty rozsahu přepravy v jednotlivých letech a ve svislém směru tytéž hodnoty za dílčí časová období (čtvrtletí). Pro zjištění konečné hodnoty testovacího kritéria je nezbytné v první řadě vypočítat průměry v jednotlivých letech \bar{y}_i . Výstupem je jednorozměrné (sloupcové) pole o sedmi prvcích (v tabulce níže krajní sloupec se žlutým záhlavím). Dále následuje výpočet průměrů za jednotlivé sezóny \bar{y}_j . Výsledkem je opět, v tomto případě řádkové, jednorozměrné pole o čtyřech prvcích (v tabulce níže poslední řádek s červeným záhlavím). Poslední dílčí hodnotou je celkový průměr časové řady \bar{y} (v tabulce níže zvýrazněno zelenou barvou).

Tabulka 3 - Výpočet hodnoty testovacího kritéria - dílčí průměry

	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	\bar{y}_i
2002	10184,01	10746,73	9794,85	12015,62	10685,30
2003	10645,94	9846,34	9827,20	10529,40	10212,22
2004	8833,80	10133,22	10622,44	10175,40	9941,22
2005	8583,84	10192,97	10092,43	10636,60	9876,46
2006	10188,82	10892,57	12001,38	12778,33	11465,28
2007	11334,13	12075,68	11782,19	11766,89	11739,72
2008	11501,37	10853,29	10895,95	10897,49	11037,03
2009	9623,17	8439,36	8780,15	10015,88	9214,64
					\bar{y}
\bar{y}_j	10111,89	10397,52	10474,57	11101,95	10521,48

Zdroj: MD ČR, Autor

V souladu s tvarem Rovnice 2 je nyní zapotřebí určit kvadrát vzdáleností:

- ročních průměrů \bar{y}_i od celkového průměru \bar{y} (v tabulce níže červeně),
- čtvrtletních průměrů \bar{y}_j od celkového průměru \bar{y} (v tabulce níže žlutě),
- hodnot y_{ij} od celkového průměru \bar{y} (v tabulce níže zeleně).

Tabulka 4 - Výpočet hodnoty testovacího kritéria - kvadráty vzdáleností

113887,69	50736,44	527994,79	2232446,87	26836,99
15489,67	455817,40	482028,19	62,69	95643,29
2848272,22	150747,77	10192,42	119773,10	336710,37
3754458,46	107920,46	184086,05	13252,04	416054,03
110664,34	137705,93	2190096,61	5093360,64	890744,28
660395,96	2415529,87	1589383,40	1551039,84	1484108,70
960179,51	110096,22	140225,91	141381,64	265784,07
806965,35	4335234,11	3032238,88	255633,89	1707837,32
167770,11	15366,70	2200,43	336943,97	

Zdroj: Autor

Následnou sumarizací uvedených kvadrátů vzdáleností a dosazením zbylých proměnných do Rovnice 2 získáváme hodnotu testovacího kritéria:

$$|F| = \frac{\frac{8 \times 522281,21}{4-1}}{\frac{34597298,32 - 4 \times 5223719,05 - 8 \times 522281,21}{(4-1) \times (8-1)}} \approx 3,07$$

3.1.5 Formulace závěrů testu

Výstupem výše uvedeného postupu je dvojice hodnot, kritická hodnota $F_{0,95}(3)(21)$ a hodnota testovacího kritéria $|F|$. Interpretace výsledků testu spočívá v komparaci těchto dvou hodnot. Protože neplatí nerovnost $|F| > F_{0,95}(3)(18)$ (3,07 je menší než 3,0725), nulovou hypotézu H_0 přijímáme, alternativní hypotézu H_1 zamítáme a s 5% rizikem vzniku nesprávného odhadu konstatujeme, že časová řada výkonů vnitrostátní železniční nákladní dopravy není deformována sezónními vlivy.

3.2 Stručná charakteristika dopravních oborů

Doprava je souhrn činností, kterými se zabezpečuje přeprava osob, zvířat nebo věcí. V závislosti na konkrétních podmínkách, na druhu použitého dopravního prostředku nebo dopravní infrastruktury, na okruhu účastníků dopravního procesu, na geografické poloze výchozího a cílového místa přepravy, na účelu přepravy a řadě dalších okolností může mít různé podoby. Doprava je v tuzemských podmínkách reprezentována čtyřmi základními (klasickými) dopravními obory, dopravou:

- silniční,
- železniční,
- vodní,
- leteckou.

3.2.1 Silniční doprava

Co do rozsahu přepravy nejvýznamnějším dopravním sektorem v ČR je silniční doprava. Jedná se o jeden z nejstarších druhů dopravy, jehož počátky jsou neodmyslitelně spojeny s počátky lidstva. V průběhu staletí až tisíciletí doznal tento druh přemístění značných změn, jejichž některé projevy lze sledovat např. při porovnání dopravní infrastruktury, technické základny apod. Specifickou předností silniční dopravy je její rychlost na krátké a střední vzdálenosti, pohotovost, pohodlnost, flexibilita a relativní nezávislost na ostatních druzích dopravy, na místech nakládky a vykládky, resp. nástupu a výstupu. Jako jediná nabízí možnost přeprav v režimu „od dveří ke dveřím“ (door-to-door) takřka za jakýchkoliv podmínek a tím pádem nejbližšího kontaktu dodavatele a odběratele. V silniční dopravě došlo v posledních dvou desetiletích k většinové deregulaci trhu, což v souvislosti s relativně nízkými bariérami vstupu, jak finančními, tak legislativními, vytváří poměrně značný prostor pro vznik konkurenčního prostředí a rozvoj individuální dopravy. Silniční doprava je proto charakterizována velkým počtem podnikatelských, ale i nepodnikatelských subjektů, což společně s neadekvátně se rozvíjející dopravní infrastrukturou ve výsledku vede k poklesu bezpečnosti a spolehlivosti tohoto druhu dopravy se současným negativním působením na okolní prostředí.

3.2.2 Železniční doprava

Druhým nejvýznamnějším tuzemským dopravním oborem je doprava železniční. Její vznik se datuje v první polovině 19. století a souvisí s technologickými, socio-ekonomickými a kulturními změnami ve společnosti a s průmyslovou revolucí. Současná doba si vyžádala větší nároky na přemístění osob i nákladu, které v požadované kvalitě nebyly ostatní druhy dopravy schopny uspokojit. Železniční doprava je pohybem železničních dopravních prostředků po směrově a výškově upravené dráze. Nesporné výhody železniční dopravy vyplývají v podstatě z kontaktu ocelového kola (dvojkolí) a ocelové kolejnice, při valivém pohybu dochází k menšímu styku kola a kolejnice, což se ve výsledku projevuje menším odporem při pohybu a nižší energetickou náročností, v porovnání s konkurenční silniční dopravou. Únosnost železniční dopravní cesty je vyšší, rozměry souprav železničních dopravních prostředků jsou v menší míře omezovány okolními podmínkami, a proto lze s využitím tohoto druhu dopravy dosahovat vysokých rozsahů přepravy. Železnice operuje na středních a delších vzdálenostech a její význam proto přesahuje hranice většiny států. Také v železniční dopravě dochází k pozvolné liberalizaci trhu, nicméně plnohodnotně konkurenční podnikatelské prostředí v tomto odvětví prozatím chybí. Slabé stránky železniční

dopravy souvisí s její nízkou flexibilitou, relativně vysokou složitostí procesu přemístění a omezenou kapacitou dopravní cesty.

3.2.3 Vodní doprava

Vodní doprava (plavba) patří k nejstarším druhům dopravy. V podmínkách ČR se vyskytuje v podobě říční vodní dopravy, popř. dopravy realizované na přírodních, či umělých vodních plochách. Za příznivých klimatických podmínek lze po vodě dopravit náklady velkých rozměrů a hmotností, které by bylo obtížné, ba dokonce nemožné ostatními druhy dopravy přemístit. Pro vlastní přesun vodních dopravních prostředků (plavidel) je zpravidla zapotřebí vyvinout minimální hnací sílu, plavidlo, jako celek, je navíc nadlehčováno vztakovou silou, a proto lze z energetického hlediska plavbu charakterizovat jako nejušpornější druh konvenční dopravy. Určitou daní za nízkou energetickou náročnost je dosahování nízké rychlosti plavby, čímž dochází k nárůstu doby přepravy, a značná závislost na stavech vodní hladiny. V období s nízkými stavy vodní hladiny, převážně v letních měsících roku, nebo naopak vysokými vodními stavy v jarních měsících a zamrzáním vodních ploch v zimních měsících, je technicky nemožné plavbu realizovat a její spolehlivost proto klesá.

3.2.4 Letecká doprava

Jedním z nejmladších klasických druhů dopravy je letectví. Pro shora uvedené druhy dopravy je společná více, či méně pevná vazba na dopravní cestu. Letecká doprava jako jediná umožňuje přímé dopravní spojení výchozího a cílového místa přepravy, využívá přímočarého pohybu dopravních prostředků (letadel) ve vzdušném prostoru. Vlastní přemístění je možné charakterizovat bezkonkurenčně nejvyšší rychlostí, obsluhou vzdálených a jinými druhy dopravy obtížně dostupných destinací a absencí údržby dopravní cesty, na druhé straně ale také vysokou energetickou náročností, negativním vlivem na přírodní a sociální prostředí a omezenými kapacitními možnostmi.

Pro potřeby práce jsou časové řady přepravních výkonů rozděleny z hlediska předmětu dopravy do dvou základních odvětví, osobní a nákladní dopravy. Následně je sezónnost identifikována u dostupných druhů dopravy, resp. dostupných časových řad. Řady, u kterých se testem prokáže statisticky významná existence sezónnosti, jsou dále analyzovány (modelovány) v další části práce, kde je nastíněna možná příčina tohoto jevu. Analýza nesezónních časových řad je naopak ukončena v této kapitole s konstatováním nesezónního charakteru, doplněného hypotézou o příčině nesezónnosti.

Při zjišťování sezónnosti v jednotlivých odvětvích dopravy hraje důležitou roli dostupnost relevantních dat. Situace je následující. Přepravní výkony, např. nákladní dopravy z pohledu uspokojování zjednodušeně cizích potřeb, jsou relativně dobře zmapované a evidované a z hlediska jejich získávání tudíž snáze dostupné. Odlišná situace panuje u výkonů realizovaných pro vlastní potřeby, resp. pro přepravy, které nejsou spojeny s výdělečnou činností. Obdobně v osobní dopravě lze získat relativně přesné hodnoty počtů cestujících přepravených hromadně, za úplatu, a naopak pouze hrubé odhady rozsahů individuálních přeprav, natož alternativními (nemotorovými) způsoby přemístování. Získání takovýchto dat s dobrou vypovídací schopností je mimořádně obtížné, ba dokonce nemožné. Proto se zkoumání sezónního charakteru v této práci omezuje na první jmenované kategorie.

3.3 Identifikace sezónnosti v osobní dopravě

Identifikace sezónního průběhu přepravních výkonů v osobní dopravě byla provedena na časových řadách uvedených v tabulce níže (viz. Tabulka 5). Vzhledem k tomu, že identifikaci byly podrobeny rozměrově totožné časové řady, tj. počet let a sezón byl ve všech posuzovaných případech stejný, stačilo určit tabelárně, resp. zadáním parametrů příslušné funkce, pouze jednu kritickou hodnotu (v tabulce uvedena ve sloupci $F_{0,95}(3)(21)$). Tato zjednodušující skutečnost na jedné straně umožnila kvalitněji posoudit jednotlivé druhy dopravy v konkrétním časovém období, na druhé straně i snížila množství výpočtů potřebných při analýze.

Tabulka 5 - Identifikace sezónnosti v jednotlivých druzích osobní dopravy

Druh dopravy	$ F $	$F_{0,95}(3)(21)$	Sezónnost (ano/ne)
Železniční	16,08	3,0725	ano
Autobusová nepravidelná	3,29		ano
Autobusová linková	27,63		ano
MHD - autobusy	16,69		ano
MHD - trolejbusy	3,71		ano
MHD - tramvaje	4,16		ano
MHD - metro	1,82		ne
Letecká	66,89		ano

Zdroj: Autor

Aplikací identického postupu, který je uveden v kapitole Modelový příklad identifikace sezónnosti, bylo zjištěno, že většinově lze v osobní dopravě sledovat tendenci přepravních výkonů vychylovat se v souvislosti se změnou čtvero ročních období.

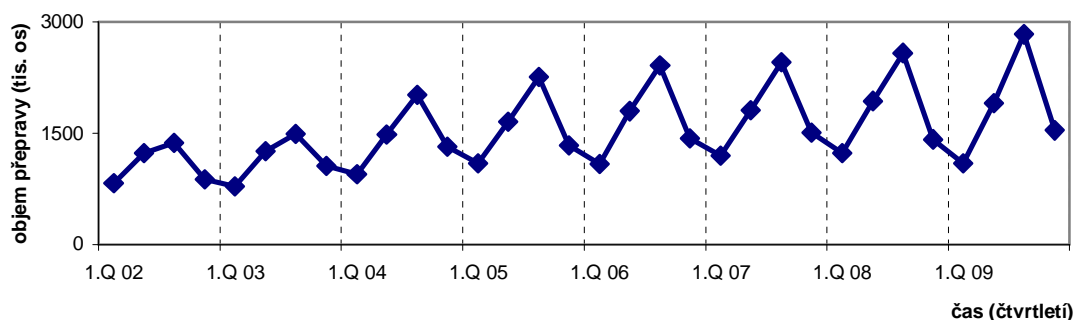
Největší tendenci (sklon) k sezónním výkyvům má letecká doprava. Hodnota testovacího kritéria $|F|$ v tomto případě dosáhla maxima, konkrétně hodnoty 66,89.

Ve prospěch hypotézy o existenci sezónnosti hovoří též grafické znázornění. Čtvrtletní průběh rozsahů přepravy je zobrazen níže (viz. Obrázek 9) a lze jej charakterizovat pozvolným nárůstem počtu přepravených osob. Z hlediska posuzování sezónnosti lze konstatovat ryze sezónní charakter časové řady, s tím, že:

- první čtvrtletí roku představuje roční minimum (sedlo) časové řady,
- mezi prvním a druhým čtvrtletím a druhým a třetím čtvrtletím roku dochází každoročně k nárůstu počtu přepravených osob,
- třetí čtvrtletí roku představuje maximum (špičku) časové řady,
- mezi třetím a čtvrtým čtvrtletím roku dochází k poklesu počtu přepravených osob, nikdy však pod úroveň prvního čtvrtletí,
- mezi čtvrtým čtvrtletím roku a prvním čtvrtletím následujícího roku dochází opět k propadu a celý popsaný cyklus se pravidelně opakuje.

Z grafického znázornění jsou dále pozorovatelné téměř konstantní výkyvy v rámci roku v období 2005 až 2007.

Obrázek 9 - Letecká osobní doprava (původní časová řada)

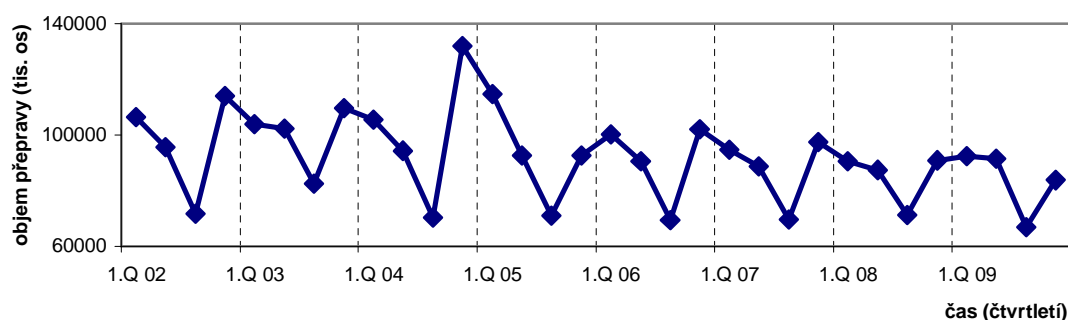


Zdroj: MD ČR

Silniční a železniční doprava představuje páteřní systém tuzemské osobní hromadné dopravy. Železniční doprava s hodnotou $|F|$ rovnou 16,08 vykazuje poměrně silný sezónní charakter (viz. Obrázek 6), v porovnání s předchozí leteckou dopravou však nelze sledovat již tak striktně pravidelné střídání sezónních výkyvů. Sezónní průběh časové řady má současně opačný (inverzní) charakter, kdy sedlovým obdobím se jeví třetí čtvrtletí roku. Počty osob přepravených železnicí také dosahují znatelně nižších výkyvů v rámci roku, tj. nedochází zde k nárazovitým změnám přepravních výkonů. Celkově lze říci, že daná časová řada nemá progresivní, ani degresivní ráz, spíše setrvává v ustrnuté podobě a má tendenci nemít jedno výraznější špičkové období.

Doplňkem železniční dopravy osob v regionu je silniční doprava. Silniční dopravu můžeme, v závislosti na dostupnosti dat, dále členit a sezónnost odděleně sledovat např. dle pravidelnosti dopravy. Pravidelná (linková) autobusová doprava vykazuje vyšší hodnotu $|F|$ rovnou 27,63, zájezdová doprava se naopak s hodnotou 3,29 nachází blíže kritické hranici. Při zvolené 5% hladině významnosti α obě kategorie splňují podmínku pro označení sezónně se projevující.

Obrázek 10 - Silniční autobusová doprava linková (původní časová řada)

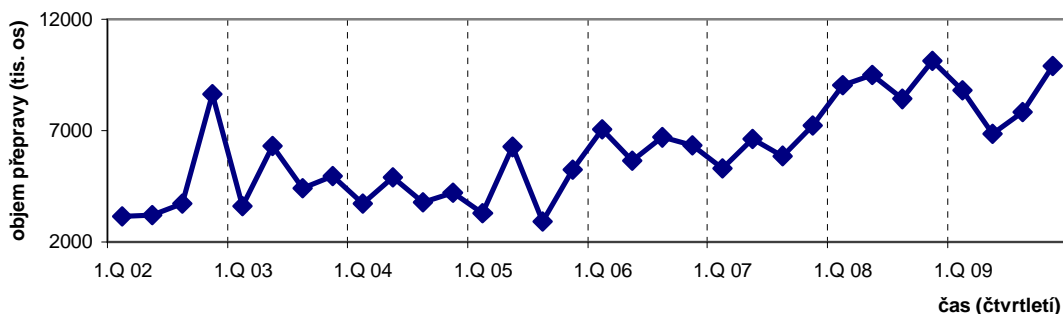


Zdroj: MD ČR

Rozsahy přepravy, vyjádřené v tisících přepravených osobách, pravidelné linkové autobusové, resp. nepravidelné autobusové dopravy znázorňuje Obrázek 10, resp. Obrázek 11. Doprava, realizovaná na základě předem stanoveného, závazného jízdního řádu, má několik atributů shodných s železniční dopravou. Patří k nim např. přibližně konstantní průběh časové řady jako celku, ovšem s mírně sestupnou tendencí, ztotožnění sezónního sedla s třetím obdobím roku a relativní absence jednoho špičkového období v roce, s výjimkou vývoje v roce 2002 a přelomem roku 2004 a 2005.

Z obrázku níže lze naopak sledovat pozvolný nárůst počtu přepravených cestujících, který graduje koncem sledovaného období. V první polovině časové řady oscilují výkony kolem střední hodnoty 4 milionů osob, ve druhé polovině pravidelně narůstají. Mezníkem je rok 2006. Pouhým pohledem oka není přímo jednoznačně rozpoznatelná sezónnost, k výkyvům dochází zpravidla náhodně, nepravidelně a skokem, proto o existenci sezónnosti rozhodla jednoznačně až výsledná hodnota testu 3,29.

Obrázek 11 - Silniční autobusová doprava nepravidelná (původní časová řada)

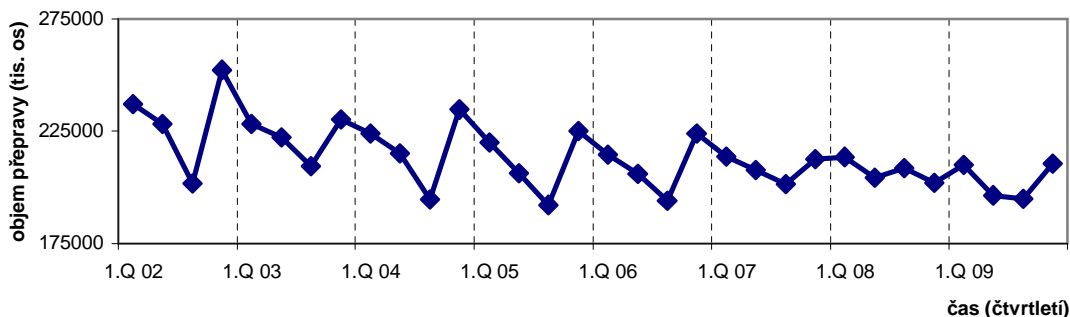


Zdroj: MD ČR

Samostatně posuzovanou oblastí osobní dopravy je městská hromadná doprava (dále jen MHD). Jak již z názvu vyplývá, jedná se o hromadný způsob přemístění obyvatelstva, jehož hlavním posláním je konkurovat individuální automobilové dopravě (dále jen IAD) v městských, resp. příměstských aglomeracích. Tento systém našel své uplatnění v celé řadě měst a zpravidla, v konvenční podobě, využívá pohybu dopravních prostředků po pozemních komunikacích (subsystém autobusy) a po segregovaných, či nesegregovaných drahách (subsystémy metro, tramvaje, trolejbusy). V některých případech může být takto propojený celek doplněn dalšími druhy dopravy, např. plavbou v podobě přívozů, lanovkovou dopravou apod.

Největší vzdálenosti od kritické hranice v rámci sledování sezónnosti v MHD dosáhl subsystém autobusy s hodnotou $|F|$ 16,69, následovaný subsystémy tramvaje (4,16) a trolejbusy (3,71).

Obrázek 12 - MHD - subsystém autobusy (původní časová řada)



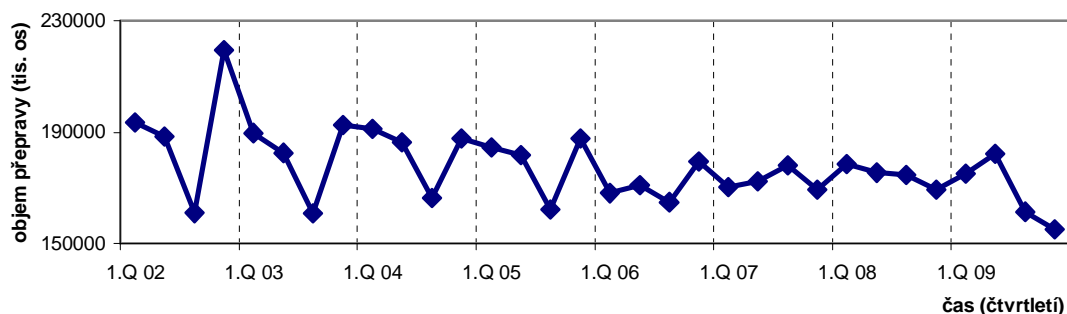
Zdroj: MD ČR

Počet cestujících, přepravených čtvrtletně v rámci MHD autobusy, trvale osciluje kolem hodnoty 220 milionů osob. Ryzí sezónní průběh je z grafického znázornění patrný

především v období počínaje rokem 2004 a rokem 2007 konče. Od roku 2007 posléze dochází k vytrácení sezónnosti a křivka se téměř vyhlazuje. Sezónní sedlo je opět situováno do třetího čtvrtletí roku a výkyvy v rámci roku se výrazněji nevychylují od průměrných hodnot. Největších objemů přepravy je téměř ve všech letech dosahováno v prvním a čtvrtém čtvrtletí roku.

Podmínce statisticky významné sezónnosti dále vyhovují subsystémy tramvaje a trolejbusy. Průběh časové řady subsystému tramvaje je téměř identický s předchozím subsystémem autobusy, nicméně některé odlišnosti je možné najít i zde. Na rozdíl od subsystému autobusy je celá křivka v souřadném systému posunuta směrem dolů, tj. tímto druhem dopravy se přemísťuje ve stejném období o cca 15 až 20 % cestujících méně, dále absencí pouze jednoho špičkového období, ale především má tato časová řada tendenci vyhlazovat se již o jeden rok předem, konkrétně od počátku roku 2006.

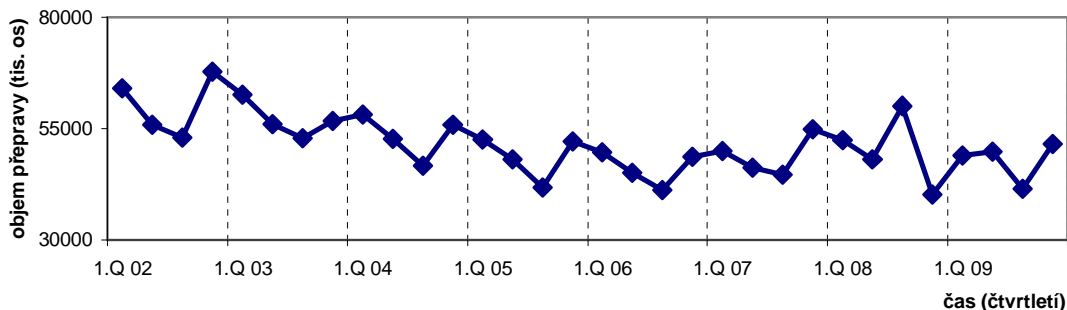
Obrázek 13 - MHD - subsystém tramvaje (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Poslední kategorií, u které se sezónní vlivy projeví, je s hodnotou $|F|$ rovno 3,71 subsystém MHD trolejbusy. Vzhledem k poměrně malému počtu dostupných dat a minimální vzdálenosti od kritické hodnoty nelze vyloučit, že po jejich doplnění a následným řešením úlohy na jiné hladině významnosti by výsledek testu mohl být opačný. I přes toto však trolejbusová doprava do skupiny silně sezónně ovlivněných druhů dopravy s velkou pravděpodobností patřit nebude.

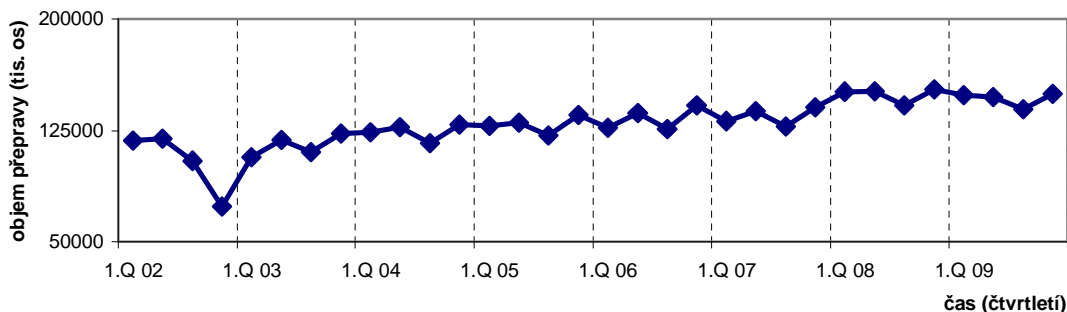
Obrázek 14 - MHD - subsystém trolejbusy (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Jediným druhem osobní dopravy, u které hodnota testovacího kritéria (1,82) klesla pod úroveň kritické hodnoty, byl subsystém MHD metro. V ČR je metro provozováno pouze v hlavním městě republiky, v Praze. Metropole je kulturním, politickým a ekonomickým centrem regionu. Svě prvenství mezi ostatními českými městy upevňuje i z pohledu počtu obyvatel. Z uvedeného vyplývá, že prostor pro mobilitu obyvatelstva je v něm značný. Možným vysvětlením téměř konstantního požadavku na přepravu metrem v rámci roku by mohla být struktura přepravených osob a charakter vlastní přepravy. Služeb metra využívají každoročně řádově stovky milionů cestujících. Na jedné straně jsou to tamější obyvatelé, kteří se přemísťují za prací, do škol, na úřady nebo za zábavou, na druhé potom zahraniční, či tuzemští turisté. Eventuální sezónní pokles tuzemské poptávky může být částečně kompenzován sezónním turistickým nárůstem a ve výsledku tím pádem průběh časové řady vyrovnán.

Obrázek 15 - MHD - subsystém metro (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Metro bývá označováno jako jeden z nejrychlejších druhů přemístění po městě. Operuje na, v porovnání s ostatními pozemními druhy MHD, delších vzdálenostech, proto i jeho substituce alternativními druhy dopravy (např. cyklistickou, pěší), které by mohly

dočasný pokles poptávky způsobit, je méně reálná. Trolejbusy, ale také tramvaje, jsou v porovnání s autobusy typické spíše pro rozlehlejší a lidnatější celky, kde potřeba překonávat větší vzdálenosti, společně se specifickým životním stylem, vytváří menší prostor pro hledání alternativních způsobů přemístění.

Do výčtu jednotlivých druhů doprav, které slouží k přemísťování osob, není zahrnuta plavba. Nízká rychlost tohoto druhu přemístění, dále absence kvalitní dopravní sítě a silná závislost na klimatických podmínkách, degradují osobní plavbu na našem území do podoby dopravy rekreační. Důvodem, proč nebyla do analýzy zahrnuta, je dále absence statistických dat. Vzhledem k uvedené skutečnosti, i přes evidentní sezónní charakter, nebude u tohoto druhu přemístění analýza dále rozpracovávána.

3.4 Identifikace sezónnosti v nákladní dopravě

Totožné proceduře, jako v předchozí osobní dopravě, založené tentokrát na porovnávání požadavků na přemístění zboží, byly podrobeny časové řady v dopravě nákladní. Dílčí výsledky práce v oblasti identifikace sezónnosti popisuje Tabulka 6.

Tabulka 6 - Identifikace sezónnosti v jednotlivých druzích nákladní dopravy

Druh dopravy	$ F $	$F_{0,95}(3)(21)$	Sezónnost (ano/ne)
Železniční - vnitrostátní	3,07	3,0725	ne
Železniční - mezinárodní	2,33		ano
Silniční - vnitrostátní	97,74		ano
Silniční - mezinárodní	4,21		ano
Plavba - vnitrostátní	6,65		ne
Plavba - mezinárodní	1,20		ano
Letecká	5,53		

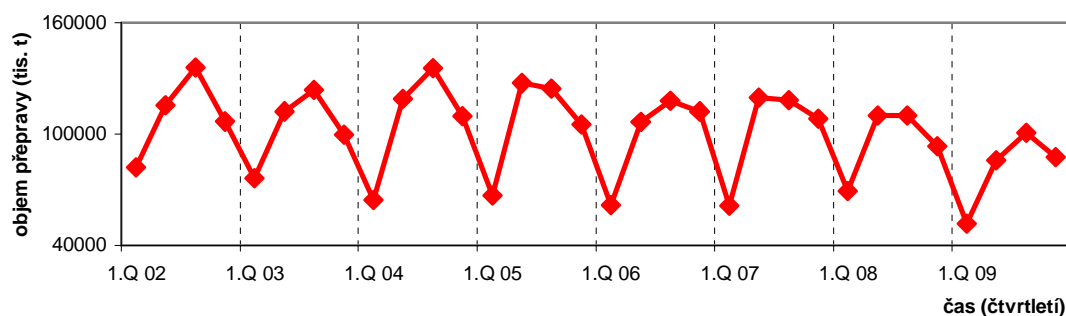
Zdroj: Autor

Při zkoumání sezónnosti v nákladní dopravě byly do analýzy zahrnuty v tomto případě všechny dopravní obory, každý, až na dopravu leteckou, rozdělený na vnitrostátní a mezinárodní dopravu. Pohledem na shora uvedenou tabulku lze konstatovat, že výrazného sezónního charakteru dosahuje v sektoru přepravy nákladu pouze silniční doprava vnitrostátní. S hodnotou $|F|$ rovno 97,74 se společně s leteckou osobní dopravou řadí k oborům, kde se sezónnost projevuje nejvýrazněji. Průběh objemu přepravy, vyjádřeného v tisících tunách přepraveného nákladu, znázorňuje Obrázek 16, z něhož lze sledovat:

- konstantní, až mírně klesající trend časové řady,
- pravidelný, cyklicky se měnící tvar křivky popisující časovou řadu,

- každoroční nárůsty objemů přepravy mezi prvním a druhým, resp. druhým a třetím čtvrtletím, které kulminují ve třetím čtvrtletí roku (s výjimkou roku 2005 a 2007),
- každoroční kvartální poklesy těchto přeprav mezi třetím a čtvrtým čtvrtletím roku a čtvrtým a prvním čtvrtletím následujícího roku,
- sezónní výpadek ztotožněný s prvním čtvrtletím jednotlivých let.

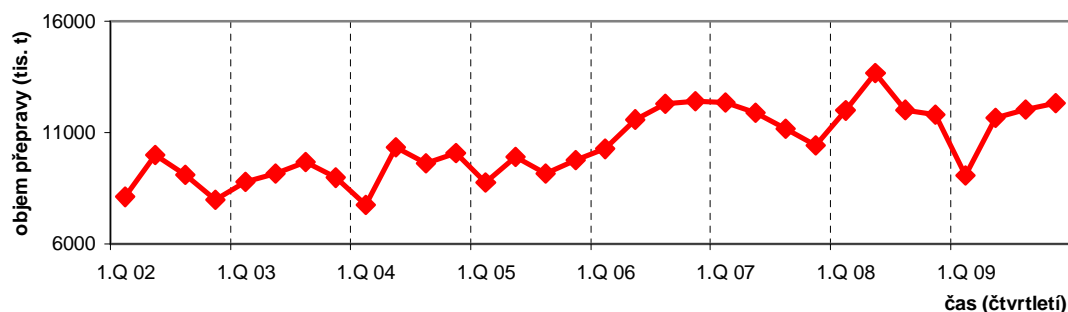
Obrázek 16 - Silniční nákladní doprava – vnitrostátní (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Silniční nákladní doprava mezinárodní s hodnotou jen těsně převyšující kritickou mez (4,21), letecká doprava (5,53) a vnitrostátní plavba (6,65), se také shodně zařadily mezi sezónně se projevující dopravní obory.

Obrázek 17 - Silniční nákladní doprava - mezinárodní (původní časová řada)

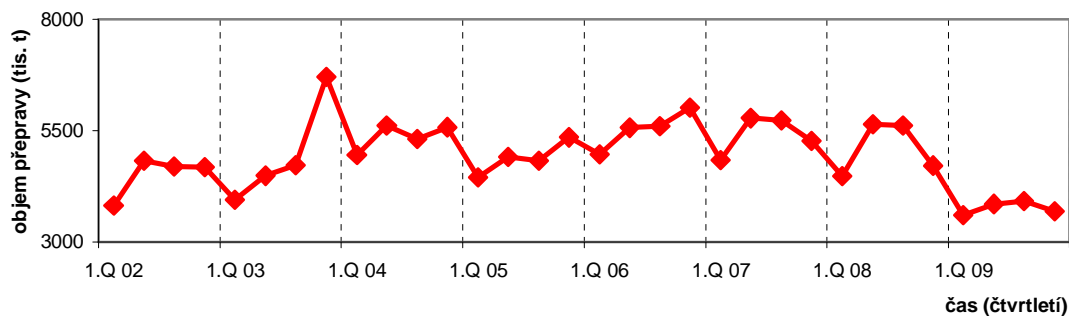


Zdroj: MD ČR

Testováním hypotézy o existenci sezónnosti v mezinárodní silniční nákladní dopravě byla sice sezónnost potvrzena, nicméně nevelká vzdálenost vypočtené $|F|$ hodnoty od kritické meze a grafické znázornění výše naznačují spíše nesezónní charakter. Důkazem je např. rozdílný vývoj objemu přepravy v roce 2006 a 2007, kdy zpočátku měla dílčí časová řada vzestupnou tendenci, později naopak tendenci sestupnou, neboli špičkovým obdobím roku

2006 se stal poslední čtvrtý kvartál a roku 2007 naopak kvartál první. Časová řada mezinárodní se od vnitrostátní dále odlišuje trendově, konkrétně vzestupnou tendencí.

Obrázek 18 - Letecká nákladní doprava (původní časová řada)

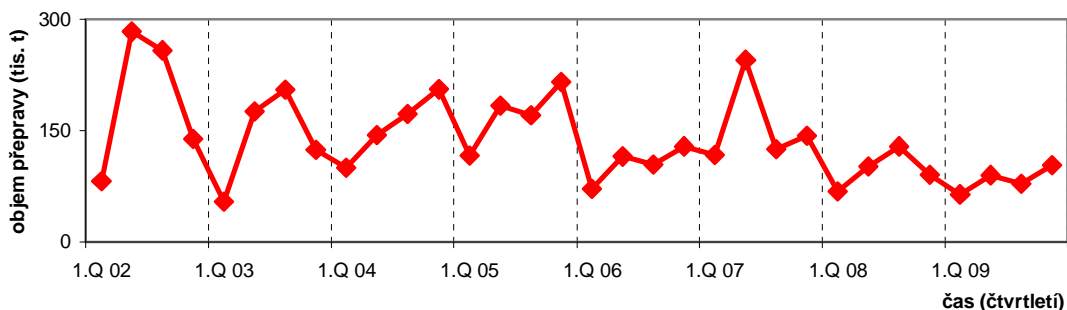


Zdroj: MD ČR

Pravidelnými nárůsty mezi prvním a druhým čtvrtletím roku nebo poklesy mezi čtvrtým a prvním čtvrtletím následujícího roku se vyznačuje doprava letecká nákladní. Obdobím sezónního sedla se jeví první čtvrtletí a to každoročně. Vývoj v meziobdobí však tuto pravidelnost postrádá a v závislosti na konkrétním roku je konstantní nebo pouze nepatrně vychýlený od ročního průměru. Objemy, tímto druhem dopravy přemístěného nákladu, rostou, mají progresivní charakter, avšak tempo jejich růstu nedosahuje takových hodnot, které lze sledovat u mezinárodní silniční dopravy. Z hlediska sezónnosti zde zpravidla nedochází ke kvalitativně významnějším, nárazovitým kvartálními diferencím.

Poslední posuzovanou časovou řadou s pozitivním výsledkem testování sezónnosti je vnitrostátní plavba. Jestliže předchozí časové řady spojoval relativní hladký průběh bez razantnějších mezičtvrtletních změn, zde je skutečnost odlišná. V celé řadě období dochází k prudkým změnám objemů přepravy, v extrémním případě (rok 2002) zpočátku k navýšení skokem z původní hodnoty na trojnásobek, následovaný opět výrazným propadem v závěru roku. Termínem sezónní špička lze označit druhé a třetí čtvrtletí roku.

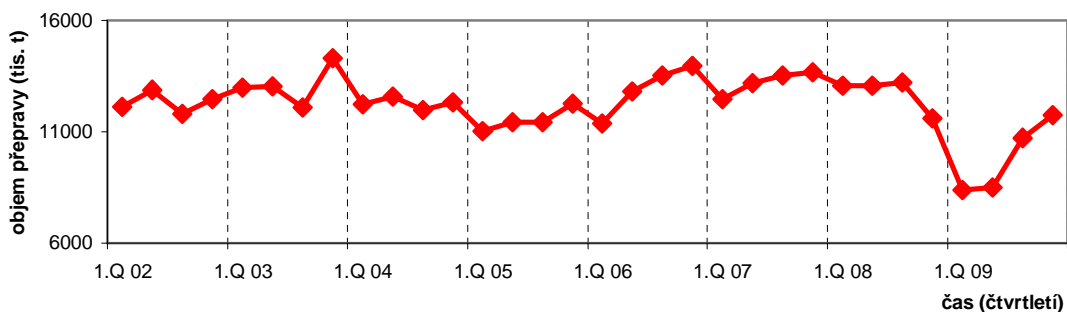
Obrázek 19 - Plavba - vnitrostátní (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

Odvětvími dopravy, ve kterých dle analýzy sezónnost prokázána nebyla, jsou oba druhy železniční dopravy, vnitrostátní (3,07) a mezinárodní (2,33), a mezinárodní plavba (1,20).

Obrázek 20 - Železniční nákladní doprava - mezinárodní (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

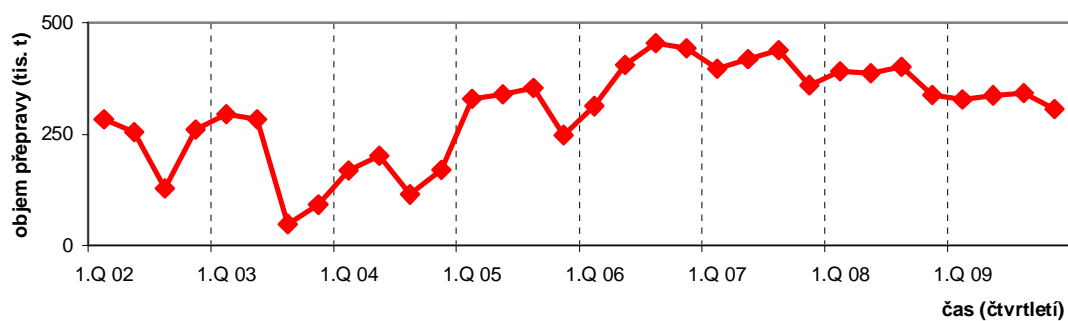
Železniční dopravou je ročně přepraveno přibližně 90 miliónů tun nákladu, rozděleného v poměru cca 4:5 ve prospěch mezinárodní dopravy. Proložení časových řad, jak vnitrostátní, tak i mezinárodní dopravy, lineární přímkou, byl zjištěn opět konstantní až pozvolna rostoucí trend časové řady. Větší sklon k sezónním výkyvům se jeví u dopravy vnitrostátní (viz. Obrázek 7), ovšem ze statistického hlediska ani zde sezónní průběh zaznamenaný nebyl.

Z pohledu struktury přepraveného zboží lze u těchto druhů dopravy sledovat vysoké procentuální zastoupení produktů těžebního průmyslu, hutnictví a chemie. Dominantní pozici v železniční vnitrostátní přepravě nákladu má, s více než 60 % množství nákladu přepraveném tímto druhem dopravy, transport uhlí, ropy a zemního plynu. Dalšími významnými druhy přemísťovaného zboží jsou kovy (10 %), odpady (5 %)

a chemikálie (3 %). Ostatní jednotlivé druhy komodit jsou procentuálně zastoupeny v menší než 3% míře.

Ke stejnému závěru, tedy k zamítnutí hypotézy o existenci sezónnosti, došlo i v poslední posuzované časové řadě, v mezinárodní plavbě. Jak již bylo vzpomenuto výše, vyznačuje se průběh realizovaných přeprav v plavbě značnými výkyvy, tyto ovšem zdá se nejsou incidentní se změnou ročních období (resp. čtvrtletí).

Obrázek 21 - Plavba - mezinárodní (původní časová řada)



Zdroj: MD ČR

4 Modelování sezónnosti v dopravě

4.1 Modelování v osobní dopravě

4.1.1 Letecká osobní doprava

První modelovanou časovou řadou je letecká osobní doprava. Výchozí předpoklad o sezónním charakteru časové řady byl potvrzen všemi použitými modely. Po stránce kvalitativní, tj. rozdělení čtvrtletí na období nárůstu či poklesu (v tabulce zvýrazněné červenou barvou) v porovnání se střední hodnotou, popisují všechny modely časovou řadu shodně. Výstupy modelů, které má význam sledovat z hlediska sezónnosti, jsou uvedeny níže (viz. Tabulka 7).

Tabulka 7 - Letecká osobní doprava (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (tis. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (tis. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-504,89	94,33	638,82	-228,25	18 941	93,10
	lineární trend	-462,07	108,60	624,54	-271,08	25 182	90,83
	roční lineární trend	-504,89	94,33	638,82	-228,25	25 182	90,83
Multiplikační	lineární trend	69,94	107,77	139,21	83,08	12 682	92,48
	centrovaný klouzavý průměr	69,77	106,51	139,26	84,45	3 548	93,59

Zdroj: Autor

Sezónní sedlo časové řady je ztotožněno s prvním čtvrtletím roku. Například model konstantní sezónnosti se schodovitým trendem ohodnocuje propad počtu přemístěných cestujících absolutně na -504,89 tisíc osob, čímž říká, že v prvních čtvrtletích jednotlivých let cestuje letecky o více než půl miliónu osob méně vzhledem k průměru daného roku. Situace ve čtvrtém čtvrtletí je obdobná, sezónní propad již není tolik výrazný a dosahuje pouze hodnoty -228,25 tisíc osob. Druhé a třetí čtvrtletí jsou dále charakterizovány jako období nárůstu počtu přemístěných osob. Maximálních hodnot je dosaženo ve třetím čtvrtletí roku, konkrétně 638,82 tisíc osob. V tomto případě se jedná o čísla, která jsou vyjádřena v absolutní podobě počtem přemístěných osob.

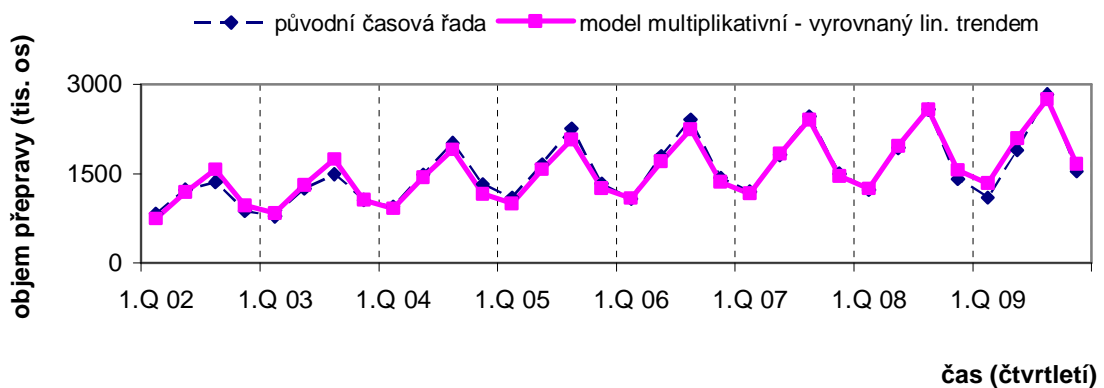
Jiným pohledem, tj. použitím jiné modelovací metody na stejnou časovou řadu, lze dospět k formálně odlišnému výsledku. Multiplikační modely kvantifikují sezónní výkyv zjednodušeně na základě změny příslušné hodnoty původní časové řady od hodnoty trendu a vyjadřují ho v relativní podobě jako bezrozměrné číslo, příp. v procentech. Modelováním trendu pomocí centrovaného klouzavého průměru odpovídají období nárůstu výkonu letecké dopravy sezónní indexy (faktory) 1,0651 a 1,3926. Třetí čtvrtletí je opět označeno za špičkové

a průměrně v něm cestuje, v porovnání s trendem, o 39,26 % cestujících více. Kvantifikace sezónních propadů a sezónního sedla je analogická (hodnoty viz. Tabulka 7).

Příčina sezónního charakteru časové řady může ve velké míře souviset se způsobem trávením volného času. Ve třetích čtvrtletích jednotlivých let se letecky přemísťuje nejvyšší počet cestujících. K cestujícím tzv. pravidelným, přemísťujícím se např. z pracovních důvodů, v tuto dobu přibude řada rekreačních cestujících, směřujících do světových turistických destinací. Ačkoliv celá řada klientů cestovních kancelářů úmyslně volí termín rekreace mimo sezónu, není zřejmě procentuální podíl těchto jedinců majoritní a pouze nepatrně posiluje význam jinak průměrného druhého čtvrtletí a zmírňuje sezónní propad čtvrtletí čtvrtého.

Z pohledu hodnocení kvality použitých modelů lze říci, že vypovídací schopnost každého z nich je vysoká, o čemž svědčí hodnota indexu determinace blížící se jedné. Vyšší hodnotou indexu determinace a současně nižšími hodnotami střední kvadratické chyby odhadu (*M.S.E.*) se vyznačují modely proporcionální sezónnosti, z čehož plyne, že čtvrtletní sezónní výkyvy u tohoto druhu přemístění patrně nejsou v jednotlivých letech konstantní v absolutní podobě, nýbrž v relativní, a že se v závislosti na dosažené úrovni trendu v jednotlivých letech mění. Příznivého hodnocení kvality modelu dosahuje také model konstantní sezónnosti se schodovitým trendem. Ačkoliv se trendově časová řada jeví jako lineární, ideálně lineární není, čímž si je možné vysvětlit nižší spolehlivost modelů založených na lineárním trendu. Vzhledem k vysoké spolehlivosti modelů sezónnosti s lineárním trendem, lze i tyto označit za dostatečně reprezentativní.

Obrázek 22 - Letecká osobní doprava (model)



Zdroj: MD ČR, Autor

4.1.2 Silniční a železniční osobní doprava

Oba druhy dopravy byly do společné kapitoly zařazeny z toho důvodu, že hrají významnou roli při zajišťování dopravní obslužnosti na území ČR. Přestože se jedná

o dopravní obory, které se liší v celé řadě kritérií, lze se domnívat, že z pohledu sezónní proměnlivosti mohou mít společné znaky. Výstupy modelů zobrazuje Tabulka 8, resp. Tabulka 9.

Tabulka 8 - Silniční autobusová doprava linková (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	8,96	0,80	-20,51	10,75	39,08	83,02
	lineární trend	8,04	0,49	-20,20	11,67	44,18	80,81
	roční lineární trend	8,96	0,80	-20,51	10,75	44,18	80,81
Multiplikativní	lineární trend	108,65	100,70	78,11	112,53	40,99	80,58
	centrovaný klouzavý průměr	108,66	99,73	78,55	113,06	24,53	80,65

Zdroj: Autor

Modely shodně ztotožňují sezónní sedlo obou druhů dopravy se třetím čtvrtletím roku. V linkové autobusové dopravě je tento propad vyčíslen na -20,20, resp. -20,51 miliónů osob (relativně -21,45 %, resp. -21,89 %), v dopravě železniční potom -3,05, resp. -3,06 miliónů osob (relativně -6,71 %, resp. -6,84 %). Ostatní čtvrtletí jsou sezónně průměrná až mírně nadprůměrná, jedinou výraznou sezónní špičku, jako tomu bylo v předchozí letecké dopravě, tyto časové řady nemají. Kvalita modelů obou časových řad je ovšem rozdílná. Na jedné straně dosahuje index determinace linkové autobusové dopravy hodnoty 0,80, na druhé u železniční dopravy pouze hodnot z intervalu 0,50 až 0,79. Nižší kvalita modelů v železniční dopravě je patrná v případech, kde byl aplikován lineární trend.

Tabulka 9 - Železniční osobní doprava (výstupy modelů)

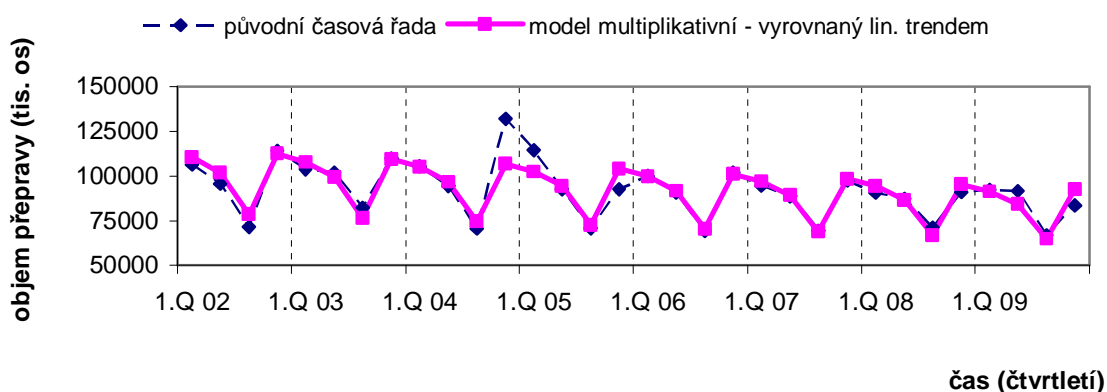
Model		Sezónní index / faktor (mil. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	1,49	0,54	-3,06	1,03	1,41	78,96
	lineární trend	1,43	0,52	-3,05	1,10	3,32	50,61
	roční lineární trend	1,49	0,54	-3,06	1,03	3,32	50,61
Multiplikativní	lineární trend	103,15	101,19	93,16	102,49	3,30	51,11
	centrovaný klouzavý průměr	102,34	101,53	93,29	102,84	0,76	77,65

Zdroj: Autor

Veřejnou hromadnou dopravou cestuje obyvatelstvo především za prací, do škol, na úřady a za službami. První a čtvrté čtvrtletí roku jsou zpravidla klimaticky nepříznivá, z hlediska počtu přemístěných osob však špičková. Určitá nevelká část motoristů v tuto dobu svá vozidla nevyužívá (tzv. zazimuje) a z důvodu zachování mobility preferuje veřejnou hromadnou dopravu. Ve druhém čtvrtletí roku dochází, v porovnání s úrovní předchozích

čtvrtletí, k mírnému propadu výkonů dopravy. Tento si lze vysvětlit počátkem motoristické sezóny, navíc v některých případech, lze místní linkovou dopravu nahradit např. cyklistickou dopravou. Sezónní sedlo ve třetím čtvrtletí souvisí s úbytkem cest do školních zařízení a průběhem hlavních školních prázdnin a dovolených. Obyvatelstvo má v tuto dobu nižší potřebu vykonávat cesty veřejnou hromadnou dopravou. Modely mimo jiné odhalují negativní směrnici trendu v celém posuzovaném období. Tento negativní vývoj lze dát do souvislosti s rostoucí individuální automobilovou dopravou. Degrese postihuje oba druhy dopravy.

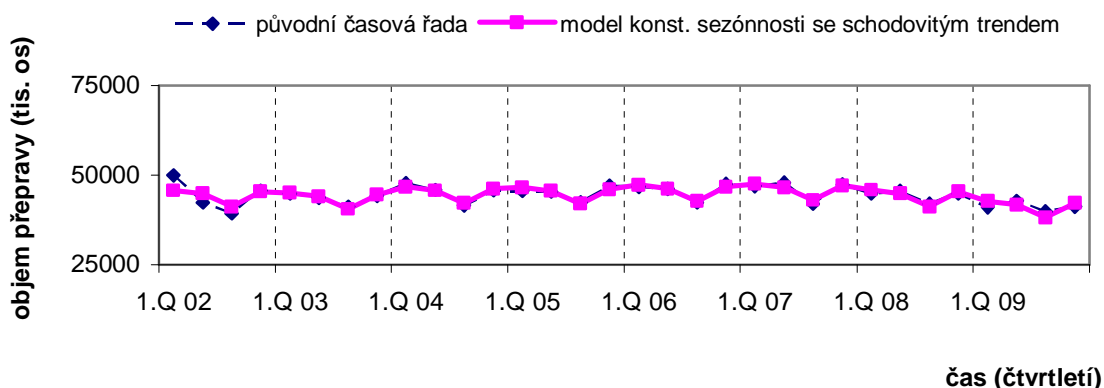
Obrázek 23 - Silniční osobní doprava linková (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Přestože charakter obou časových řad je velmi podobný, tedy posloupnost nárůst – nárůst – propad – nárůst se cyklicky opakuje v celém sledovaném období, lze i pouhým pohledem do grafu konstatovat, že v případě železniční dopravy nejsou tyto výkyvy natolik výrazné, a časová řada působí vyhlazenějším dojmem. Důkazem toho jsou výsledné hodnoty sezónních faktorů, které sezónní kolísání výkonů železniční dopravy kvantifikuje řádově na jednotky procent, naproti linkové autobusové dopravě, kde stejné hodnoty dosahují desítek procent. Určitou roli v tomto případě může hrát skutečnost, že v případě železniční dopravy představuje časová řada sumu přepravených osob všemi druhy vlaků, tedy i těmi, které z pohledu závazku veřejné služby nejsou primárně určeny k uspokojování základních dopravních potřeb. Do kategorie jsou poté zařazeny takové spoje, kterými se většina cestujících každodenně nedopravuje, a jejichž sezónní průběh může být odlišný. Z tohoto důvodu nemusí být porovnání zcela korektní.

Obrázek 24 - Železniční osobní doprava (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Samostatně posuzovanou časovou řadou byly také výkony nepravidelné autobusové dopravy. Vzhledem k tomu, že se jedna část časové řady chová ustáleně a druhá naopak setrvale roste, mají modely založené na bázi lineárního modelování nižší hodnoty spolehlivosti. Kvalita modelu konstantní sezónnosti se schodovitým trendem je nejvyšší z toho důvodu, protože na rozdíl od ryze lineárního trendu, lépe vystihuje změny, ke kterým v průběhu času došlo. Aplikací tohoto modelu na časovou řadu bylo dosaženo minimální hodnoty *M.S.E.* (916 419) a uspokojivého výsledku \hat{r}^2 (0,7975).

Tabulka 10 - Silniční autobusová doprava nepravidelná (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (tis. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	<i>M.S.E.</i> (tis. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-551,32	109,19	-587,86	1 029,99	916 419	79,75
	lineární trend	-300,11	192,93	-671,60	778,78	1 739 347	61,57
	roční lineární trend	-551,32	109,19	-587,86	1 029,99	1 739 347	61,57
Multiplikativní	lineární trend	92,06	104,20	88,10	115,64	1 877 858	69,46
	centrovaný klouzavý průměr	91,84	15,05	89,12	103,99	1 349 560	79,47

Zdroj: Autor

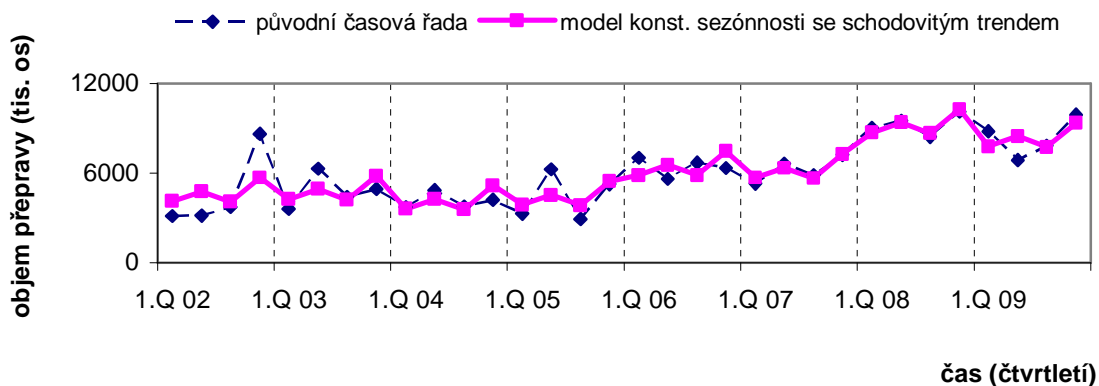
První a třetí čtvrtletí roku představují období sezónního propadu. V prvním čtvrtletí se průměrně přemísťuje o 551,32 tisíc osob méně vzhledem k průměru v daném roce, ve čtvrtletí třetím dochází k dalšímu propadu o téměř 40 tisíc na -587,86 tisíc osob, a proto této části roku odpovídá období sezónního sedla.

V rámci celého roku není druhé čtvrtletí roku ani výrazně nadprůměrné, ani podprůměrné. S hodnotou sezónního nárůstu rovnou 109,19 tisíc osob jej lze označit jako dlouhodobě průměrné. Největší nárůst počtu přepravených cestujících, o 1,03 miliónu osob více vzhledem k ročnímu průměru, je zaznamenán ve čtvrtletí čtvrtém. Z uvedených dat

vyplývá, že sezónní charakter nepravidelné dopravy je odlišný v porovnání s dopravou pravidelnou. Při jisté míře zjednodušení lze průběh časové řady popsat takto. První, druhé a třetí čtvrtletí roku jsou podprůměrná, nebo jen slabě nadprůměrná, k výraznému nárůstu výkonů dopravy dochází koncem roku, tj. ve čtvrtém čtvrtletí. Dále lze sledovat progresi počtu přepravených osob v čase.

Jestliže hlavní smysl nepravidelné dopravy spočívá v přemístění za účelem rekreace, odpočinku, či za nakupováním, poté lze tuto dopravu nazvat také jako zájezdovou. Typicky zájezdovou dopravou je i doprava letecká. Mezi těmito dvěma druhy přemístění panuje z hlediska sledování sezónních výkyvů částečná shoda, konkrétně v první polovině roku. První čtvrtletí obou druhů dopravy je z hlediska přemístěných cestujících podprůměrné, stejně tak druhé čtvrtletí mírně nadprůměrné až průměrné. Rozpor nastává ve zbylé části roku, kdy ve třetím čtvrtletí roku nastává pro autobusovou dopravu období výrazného propadu, pro letectví naopak rozmachu. Situace v posledním čtvrtletí je inverzní. Vysvětlení tohoto jevu je třeba hledat v chování jedince, opět ve způsobu trávení volného času. Otevření hranic po roce 1989 a prudký rozvoj letecké dopravy, která se stává stále více dostupnou i pro běžného cestujícího, dává nové možnosti v trávení volného času. Vzdálené destinace, které jsou stále více turisticky oblíbené, je rychlejší a pohodlnější navštívit letecky, a proto rozhodne-li se klient absolvovat dovolenou, zpravidla v hlavní turistické sezóně, cestuje letadlem. Sezónní špička koncem roku v autobusové dopravě je spjatá také s cestovním ruchem, ovšem v jiné podobě. V zimních měsících poměrně značná část turistů směřuje do horských oblastí za účelem sportování. Ať už zvolí některé tuzemské nebo zahraniční lyžařské centrum, spíše než letadlem cestuje autobusy, popř. vlastním automobilem. Výkonově slabé první čtvrtletí však tuto teorii vyvrací. Navýšení výkonů autobusové dopravy jako prostředku, kterým lze realizovat návštěvu některé tuzemské turistické destinace, není také opodstatněné vzhledem k tomu, že většina z nich je již v tuto dobu pro veřejnost uzavřená. Růst výkonů může souviset s cestováním za vánočními nákupy. Cílem masy cestujících se v tuto dobu stávají tuzemská a příhraniční nákupní centra nebo také obchodní střediska sousedních států. Pozitivním jevem bezesporu je, že ačkoliv se jedná o hromadnou dopravu osob, její vývoj je, i s rostoucí individualizací v osobní dopravě, progresivní, neboli rozhodne-li se cestující realizovat zájezd, spíše než vlastní automobil zvolí autobus.

Obrázek 25 - Silniční osobní doprava nepravidelná (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Uvedená časová řada patří mezi obtížně čitelné časové řady. Z pohledu do grafu nejsou viditelné pravidelné výkyvy v jednotlivých letech. O existenci sezónní složky tak svědčí pouze výsledek testu, jehož hodnota není přesvědčivá. Přestože je možné subjektivně označit časovou řadu jako nesezónní, objektivně sezónní je. Ve prospěch nesezónního charakteru časové řady hovoří četné rozpory mezi původními hodnotami časové řady a hodnotami modelů. Výsledky modelování mohou být proto zavádějící a neoprávněně nadhodnocovat význam čtvrtého čtvrtletí v rámci celého roku.

4.1.3 MHD

Vyjma časové řady subsystému metro byla u všech zbylých subsystémů MHD prokázána existence sezónní složky v časové řadě. Sezónnost se nejvýrazněji projevuje v MHD provozované autobusy, o čemž svědčí nejen výsledek testu, ale také vlastní grafické znázornění.

Tabulka 11 - MHD - subsystém autobusy (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	6,52	-2,83	-13,98	10,29	36 914	81,04
	lineární trend	5,22	-3,26	-13,55	11,59	43 371	77,72
	roční lineární trend	6,52	-2,83	-13,98	10,29	43 371	77,72
Multiplikativní	lineární trend	102,43	98,45	93,75	105,36	40 664	75,49
	centrovaný klouzavý průměr	102,19	98,53	94,42	104,85	41 171	64,56

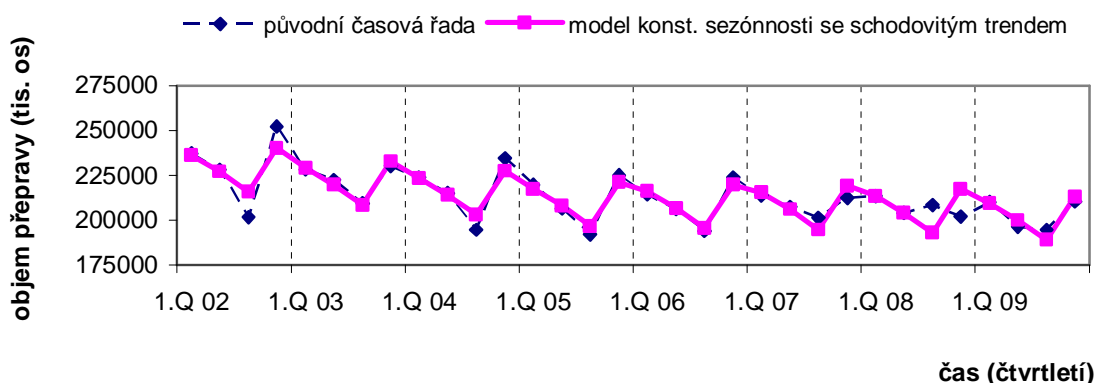
Zdroj: Autor

Výstupy modelování jsou uvedeny v tabulce (viz. Tabulka 11) a shodně popisují časovou řadu následujícím způsobem. V prvním a čtvrtém čtvrtletí roku dosahuje tento způsob přemístění nadprůměrných výsledků. Sezónní špičce odpovídá poslední, čtvrté

čtvrtletí. Rozdíl mezi oběma čtvrtletími existuje, není však dramatický. Druhé a třetí čtvrtletí jsou pro hromadnou osobní dopravu z hlediska výkonů tradičně úpadkové. Ve druhém čtvrtletí roku dochází k mírnému propadu, který graduje v následujícím období. Třetí čtvrtletí představuje sezónní sedlo časové řady.

Z výsledku modelování dále vyplývá nepatrný rozdíl kvality modelů konstantní a proporcionální sezónnosti, i když hovoří spíše ve prospěch prvních skupiny. Modelem, který se nejvíce blíží skutečnosti, je model konstantní sezónnosti se schodovitým trendem.

Obrázek 26 - MHD - subsystém autobusy (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Alternativou autobusové varianty MHD je doprava trolejbusová. Analýzou časové řady se ukázaly podobné sezónní tendence jako v předchozím případě. Výchyly v rámci roku si odpovídají jak po stránce kvalitativní, tak po stránce kvantitativní. Jedinou výraznější diferencí lze sledovat v odlišně situovaném sedle časové řady. V případě trolejbusů je toto umístěno nikoliv na konec sezóny, nýbrž na jejím počátku.

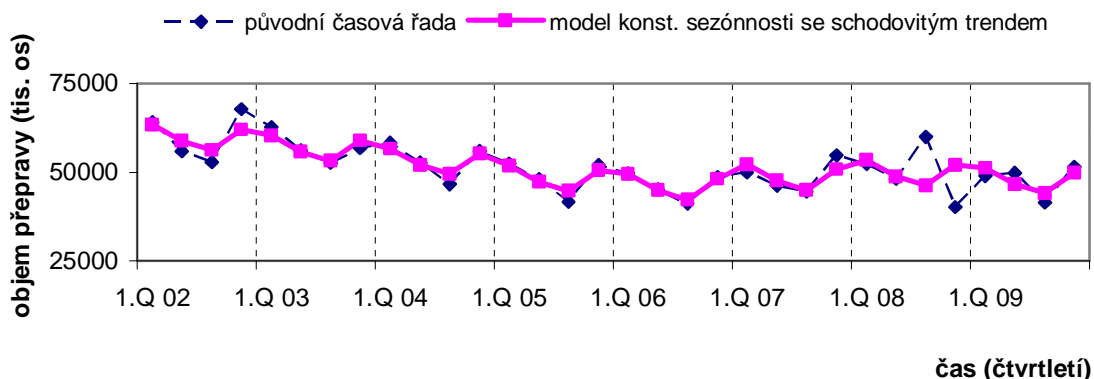
Tabulka 12 - MHD - subsystém trolejbusy (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. os)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	3,27	-1,29	-3,89	1,91	14 658	66,14
	lineární trend	2,66	-1,49	-3,68	2,51	21 850	49,52
	roční lineární trend	3,27	-1,29	-3,89	1,91	21 850	49,52
Multiplikativní	lineární trend	104,94	97,22	93,13	104,71	21 270	48,91
	centrovaný klouzavý průměr	105,25	96,58	95,08	103,08	15 975	59,84

Zdroj: Autor

Vypovídací schopnost modelů je, v porovnání s autobusovou dopravou, nižší, vyšších hodnot spolehlivosti dosahují modely nelineární.

Obrázek 27 - MHD - subsystém trolejbusy (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Posledním druhem přemístění, který se běžně uplatňuje v hromadné dopravě osob, především ve velkých aglomeracích, je tramvajová doprava. Sezónní špička v tramvajové dopravě je rozmělněna do třech období. První a druhé čtvrtletí dosahuje mírně nadprůměrných výsledků, sezónního maxima je dosaženo v posledním čtvrtletí. Sezónní relativní výkyvy v období nárůstu poptávky po dopravě nepřesahují hranici deseti procent a jsou tedy srovnatelné s ostatními subsystémy MHD. Pro časovou řadu je typické jedno sedlové období, které náleží opět třetímu čtvrtletí roku.

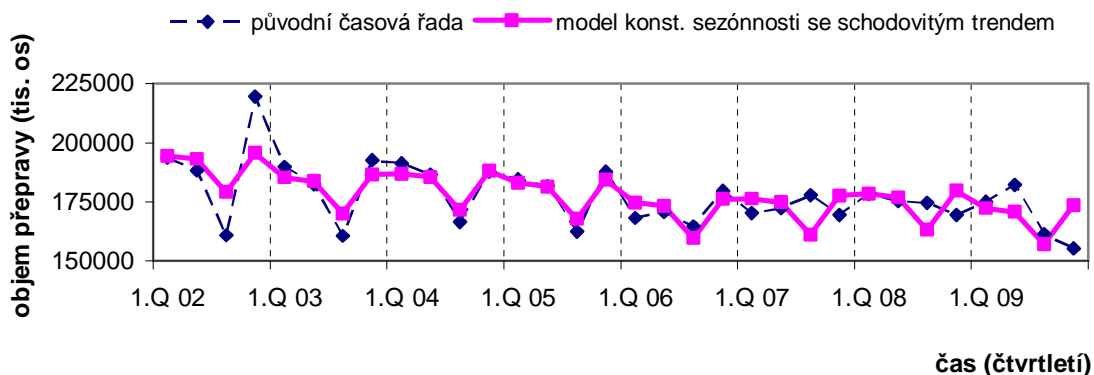
Tabulka 13 - MHD - subsystém tramvaje (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. os / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. os)	\hat{r} (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	3,81	2,42	-11,35	5,12	73 804	55,24
	lineární trend	2,79	2,07	-11,01	6,15	82 109	50,20
	roční lineární trend	3,81	2,42	-11,35	5,12	82 109	50,20
Multiplikativní	lineární trend	101,54	101,22	93,96	103,27	79 406	48,95
	centrovaný klouzavý průměr	101,17	100,42	95,40	103,01	75 606	36,92

Zdroj: Autor

Z hlediska hodnocení kvality modelu je tato časová řada nejméně transparentní. Modely popisují skutečný průběh výkonů z méně než 60 %, u modelů proporcionální sezónnosti není překročena ani hranice 50 %. Současně je model zatížen poměrně vysokou M.S.E. chybou.

Obrázek 28 - MHD - subsystém tramvaje (model)



Zdroj: MDČR, Autor

4.2 Výsledky modelování v osobní dopravě

Dílčí výsledky modelování v osobní dopravě zobrazuje Tabulka 14. Z hlediska charakteru sezónnosti v ní lze sledovat dvě odlišné skupiny doprav. První z nich je reprezentovaná leteckou a nepravidelnou autobusovou dopravou. Jedná se o druh přemístění, který ve značné míře souvisí s cestovním ruchem. Časovou řadou, u které dochází k nejcitelnějším sezónním nerovnoměrnostem, řádově v desítkách procent, je letecká osobní doprava. Počty osob přemístěných autobusy se v průběhu roku také mění, tyto změny nejsou natolik výrazné. První a druhé čtvrtletí jsou u obou druhů dopravy výkonově podprůměrná až průměrná, špičkové období shodně nastává ve druhé polovině roku, nikoliv ale ve stejném čtvrtletí.

Tabulka 14 - Přibližné procentuální čtvrtletní výkyvy v jednotlivých druzích osobní dopravy

Druh dopravy	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí
letecká osobní	-30 %	5 %	40 %	-15 %
autobusová nepravidelná	-8 %	5 %	-12 %	15 %
autobusová linková	10 %	0 %	-20 %	10 %
železniční osobní	3 %	1 %	-6 %	2 %
MHD autobusy	3 %	-1 %	-7 %	5 %
MHD trolejbusy	5 %	-3 %	-7 %	4 %
MHD tramvaje	2 %	1 %	-6 %	3 %

Zdroj: Autor

Do druhé skupiny dopravy patří železniční a silniční autobusová linková doprava a jednotlivé subsystémy MHD. Společným znakem tohoto způsobu přemístění je fakt, že zpravidla zajišťují dopravní obslužnost na území obcí, měst, krajů či celé republiky, a to na základě vydaného jízdního řádu. Ve větší míře jsou spojeny s běžným denním režimem

obyvatelstva. U všech časových řad tohoto druhu dopravy je první a čtvrté čtvrtletí výkonově nejbohatší, rozdíl mezi nimi je minimální, a proto společně představují sezónní špičku. Třetí čtvrtletí roku jsou bez výjimky sedlová a souvisí s poklesem cest do škol v období letních prázdnin. Podobně jako v předchozím případě se výkyvy velikostně liší. V autobusové linkové dopravě jsou v řádech desítek procent, v ostatních případech se od průměrného čtvrtletí vychylují o 5 až 7 %.

4.3 Modelování v nákladní dopravě

4.3.1 Silniční nákladní doprava

Po tuzemských pozemních komunikacích je ročně přepraveno více než 400 miliónů tun nákladu. Množství nákladu vztahované ke konkrétnímu čtvrtletí v rámci roku se výrazně odlišuje a to téměř se stoprocentní pravidelností. Všechny modely, tak jak jsou uvedeny níže (viz. Tabulka 15), popisují čtvrtletní průběh výkonů dopravy obdobně.

V prvních čtvrtletích jednotlivých let dochází k prudkému poklesu výkonů silniční vnitrostátní dopravy o necelých 34 miliónů tun nákladu, zbylá tři čtvrtletí jsou průměrná, až nadprůměrná. Sezónní maximum připadá na třetí čtvrtletí roku. Výkyvy v rámci roku jsou výrazné, propad v prvním čtvrtletí v porovnání s běžným stavem je třetinový (-35,67 %), nárůst v období špičky naopak téměř pětina (+19,23 %).

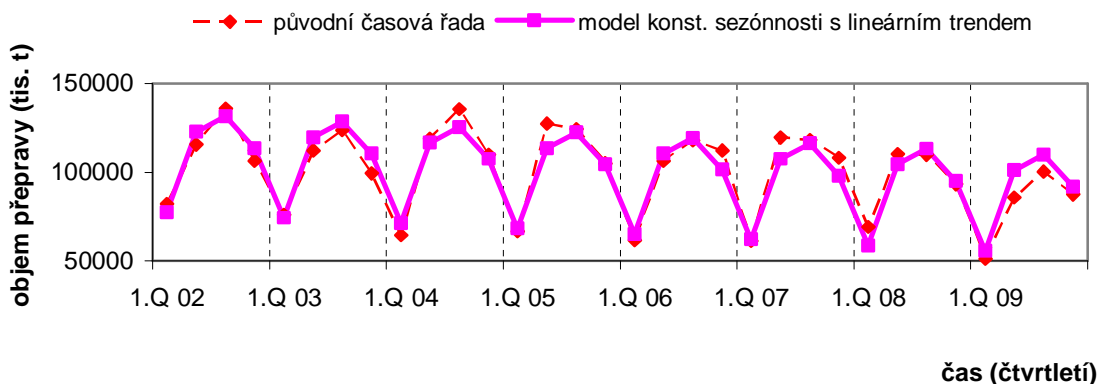
Tabulka 15 - Silniční nákladní doprava - vnitrostátní (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. t / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. t)	I^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-33,86	11,42	20,21	2,23	30 272	94,22
	lineární trend	-35,02	11,05	20,59	3,38	50 968	90,26
	roční lineární trend	-33,86	11,42	20,21	2,23	50 968	90,26
Multiplikatívni	lineární trend	65,55	111,01	120,26	103,18	53 838	86,70
	centrovaný klouzavý průměr	64,33	112,60	119,23	103,84	19 067	92,58

Zdroj: Autor

Kvalita všech použitých modelů je dobrá, o čemž svědčí především vysoké hodnoty I^2 (opět viz. Tabulka 15).

Obrázek 29 - Silniční nákladní doprava vnitrostátní (model)



Zdroj: MDČR

Průběh časové řady ve značné míře koresponduje se čtvrtletním průběhem výkonů ostatních odvětví národního hospodářství. Sled pádů a vzestupů výkonů dopravy a např. produkce tuzemského stavebnictví (viz. Obrázek 4 na str. 23) je nápadně podobný. V zimních měsících se ekonomika dostává do útlumu, na toto reaguje také doprava. Níže (viz. Tabulka 16) je uvedena struktura přepraveného nákladu po silnici v roce 2008. Z údajů zde uvedených vyplývá, že vysoký podíl na celkovém množství přepraveného nákladu mohou mít materiály použité právě při stavbě.

Tabulka 16 - Silniční nákladní doprava vnitrostátní (dle přepraveného nákladu)

Druh nákladu	Množství (mil. t)	% podíl
Kovy	148,40	39
Jiné nekovové anorganické produkty	46,58	12
Produkty zemědělství	42,28	11
Odpady	31,05	8
Potraviny	24,23	6
Dřevo	17,64	5
Kovové konstrukce	16,27	4
Ostatní	55,98	15

Zdroj: MDČR

Ke vzniku a prohlubování sezónních nerovnoměrností ve vnitrostátní nákladní dopravě může dále přispívat zemědělská činnost, o jejíž působení pojednává kapitola Ekonomicko-hospodářské vlivy na sezónnost v dopravě. Ve prospěch tohoto předpokladu hovoří fakt, že zemědělské komodity, jakožto předmět přemístění, mají na vnitřním nákladním dopravním trhu ČR významnou pozici.

Poněkud odlišná situace ve stejném sektoru panuje na úrovni mezinárodní. Pohledem do obou grafů (Obrázek 29 a Obrázek 30) lze pozorovat několik základních odlišností. Časová řada popisující výkony vnitrostátní dopravy má, na rozdíl od mezinárodní, sestupnou

tendenci. Výkony mezinárodní dopravy rok od roku stoupají, přesto nedosahují hladiny deseti procent výkonů dopravy vnitrostátní. Vzhledem k tomu, že výkyvy v jednotlivých čtvrtletích jsou nepravidelné, je i výsledná kvalita použitých modelů nižší.

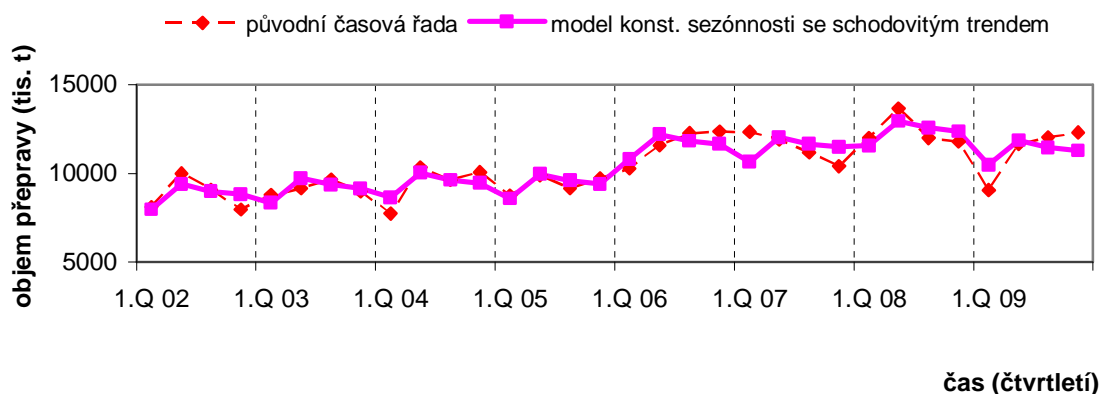
Tabulka 17 - Silniční nákladní doprava mezinárodní (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (mil. t / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (mil. t)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-0,80	0,59	0,19	0,02	427	81,77
	lineární trend	-0,62	0,65	0,13	-0,16	797	65,99
	roční lineární trend	-0,80	0,59	0,19	0,02	797	65,99
Multiplikativní	lineární trend	94,01	106,40	101,35	98,24	800	67,38
	centrovaný klouzavý průměr	95,53	105,15	100,33	98,99	340	75,57

Zdroj: Autor

Sezónní sedlo v prvním čtvrtletí roku je identické, dle zvoleného modelu je tento propad pesimisticky vyjádřen hodnotou -0,8 miliónů tun, resp. -5,99 %. Jako období poklesu výkonů mezinárodní dopravy je navíc označeno poslední, čtvrté čtvrtletí. Vrcholu dosahuje časová řada ve druhém čtvrtletí. V obou případech nepřekračují výkyvy hranici přibližně pěti procent a jsou tedy relativně vyrovnané.

Obrázek 30 - Silniční nákladní doprava mezinárodní (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Odlišnost ryzího charakteru vnitrostátní a slabého až nesezónního charakteru mezinárodní dopravy je zřejmě způsobena odlišností materiálových toků na národní a mezinárodní úrovni. Vzhledem k neúplnosti statistických dat nelze provést obdobnou analýzu, jako tomu bylo v případě vnitrostátní dopravy. Na webu MD ČR chybí informace o struktuře tranzitního nákladu a k dispozici jsou pouze údaje o vývozu, resp. dovozu. Lze se tedy pouze domnívat, že procentuálních zastoupení nákladů, které mohou přispívat ke vzniku sezónních nerovnoměrností, je nižší a složení celkového výkonu dopravy rozmanitější.

Na vnitřním dopravním trhu převažují přepravy produktů prvovýroby a většiny produktů, které jsou v tuzemsku také spotřebovány. V mezinárodní dopravě mohou naopak dominovat přepravy následných (již zpracovaných nebo finálních) výrobků a přebytků produkce. Výrobní plány průmyslových podniků, hlavních zástupců producentů, jsou zpravidla nastaveny s ohledem na efektivitu výrobního procesu. Z tohoto pohledu není pro podnik efektivní vyrábět v období zdrojově bohatém na maximum a naopak v chudém nevyrábět vůbec, ale najít určitou střední (optimální) polohu. Tím poté mohou tyto subjekty působit jako pomyslný vyrovnávací zásobník nebo tlumič a zmírňovat tak sezónní výkyvy. Příkladem by mohlo být již zmíněné zemědělství. Jedná se o obor primární sféry národního hospodářství, který je více než jiné sektory vázaný na klimatické podmínky. Jestliže nastane čas sklizně, vzniklou úrodu zemědělec nárazově sklídí a odveze následným zpracovatelům. Jeho hospodářský rok je proto, s jistou dávkou zjednodušení, extrémní a je tvořen dlouhou dobou nulových výkonů a krátkým obdobím výkonů maximálních. Pracovní režim následných zpracovatelů zemědělských produktů (mlýnské a pekárenské závody) a ostatních subjektů zapojených do výrobních a distribučních řetězců (potravinářské firmy, obchodníci) je tím, čím blíže konečnému spotřebiteli se nachází, více rozmělněný. Na konci stojí konečný zákazník (spotřebitel), který si zpravidla může koupit požadovaný výrobek kdykoliv projeví vůli, bez ohledu na to, ve kterou roční dobu nákup realizuje.

4.3.2 Plavba a letecká nákladní doprava

Posledními časovými řadami, s pozitivním výsledkem testování sezónnosti, jsou výkony letecké nákladní dopravy a vnitrostátní plavby. Do společné kapitoly jsou zařazeny zejména proto, že mají minoritní podíl na celkovém objemu nákladní dopravy, ale také proto, že z hlediska modelování sezónnosti mají podobný charakter. Výsledek testování u obou řad není přesvědčivý. Po obdobné zkušenosti s modelováním některých časových řad osobní dopravy proto lze usuzovat, že ani modelování těchto řad nepřinese jednoznačné výsledky.

Tabulka 18 - Letecká nákladní doprava (výstupy modelů)

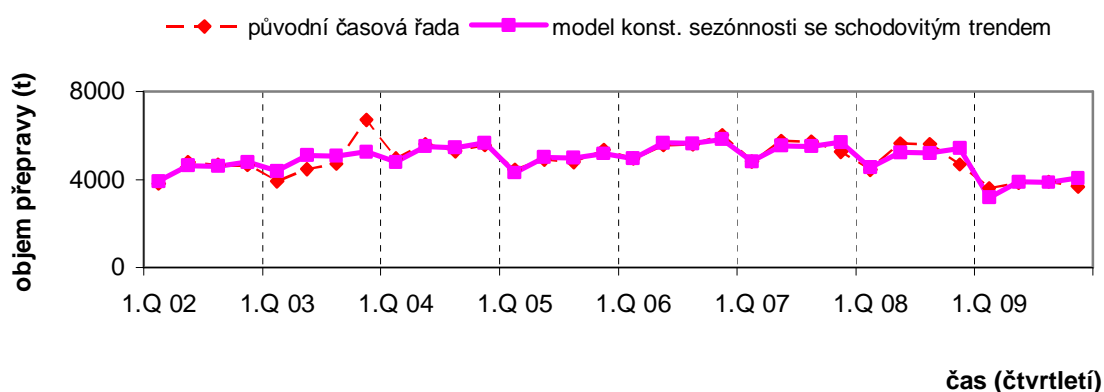
Model		Sezónní index / faktor (t / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (t)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-561,32	141,21	109,81	310,30	140 402	74,33
	lineární trend	-577,63	135,78	115,25	326,61	426 236	22,08
	roční lineární trend	-561,32	141,21	109,81	310,30	426 236	22,08
Multiplikativní	lineární trend	88,47	102,81	102,32	106,40	426 525	20,82
	centrovaný klouzavý průměr	88,55	101,99	101,67	107,79	82 017	69,44

Zdroj: Autor

Pro leteckou nákladní dopravu je charakteristické jedno sedlové období. Jedná se o první čtvrtletí roku. Podle výsledků modelů je v tomto období průměrně přemístěno o 570 tun nákladu méně v porovnání s běžným čtvrtletním stavem. Zbývá tři roční období jsou průměrná, s mírnou převahou čtvrtého čtvrtletí roku.

Z hlediska kvality modelování dosahují modely s lineární bází méně kvalitních výsledků. Toto je dáno především tím, že na rozdíl od letecké osobní dopravy, trend časové řady není lineární, spíše se nárazově mění. Aplikací lineárních modelů dojde k větší deformaci časové řady, v důsledku čehož klesá kvalita těchto modelů. I přes tuto skutečnost vrací všechny modely hodnotově srovnatelné výsledky. Proto lze sezónní část časové řady popsat tak, že výkony letecké nákladní dopravy jsou v prvním čtvrtletí roku výrazně podprůměrné, dosahují hodnoty o cca 500 tun nižší, v porovnání s ročním průměrem. Tento propad lze relativně vyjádřit jako dvanáctiprocentní. Ve zbylé části roku jen mírně převyšují průměr (o 2 až 3 %) a koncem období jsou maximální, průměrně však nepřekročí hranici deseti procent běžného stavu.

Obrázek 31 - Letecká nákladní doprava (model)



Zdroj: MDČR, Autor

Opět jedno sedlové období, ztotožněné s prvním čtvrtletím roku, se objevuje i v časové řadě výkonů vnitrostátní nákladní plavby. V tomto případě se mezi výkonově slabší čtvrtletí řadí také poslední, čtvrté čtvrtletí. Zimní měsíce roku, podle výsledků modelů, představují období sedlové a naopak měsíce druhé poloviny roku období rozmachu plavby.

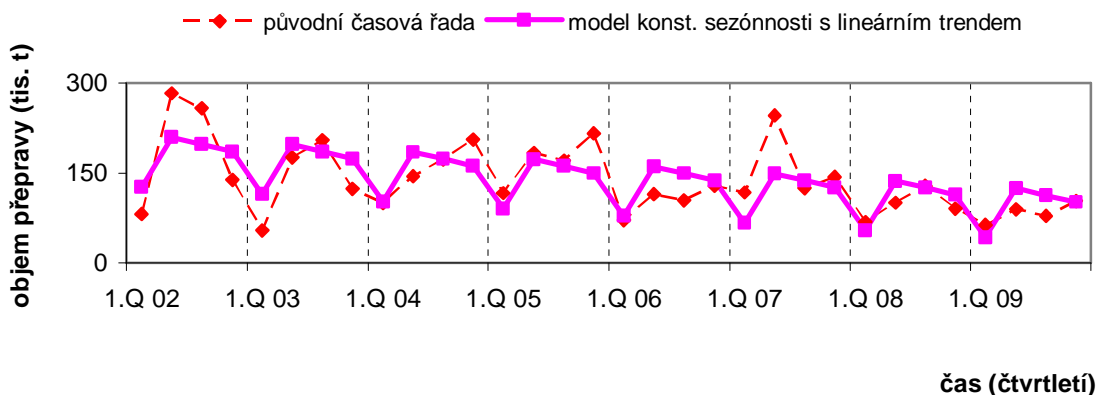
Tabulka 19 - Vnitrostátní plavba nákladní (výstupy modelů)

Model		Sezónní index / faktor (tis. t / %)				Kvalita modelu	
		1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	M.S.E. (tis. t)	\hat{r}^2 (%)
Konstantní sezónnosti	schodovitý trend	-53,44	29,56	17,73	6,15	1 075	68,13
	lineární trend	-57,97	28,05	19,24	10,68	1 585	53,00
	roční lineární trend	-53,44	29,56	17,73	6,15	1 585	53,00
Multiplikativní	lineární trend	60,98	119,10	111,32	108,60	1 449	46,43
	centrovaný klouzavý průměr	62,22	115,42	111,73	110,63	829	61,66

Zdroj: Autor

Z grafického znázornění (viz. Obrázek 32) je patrná sestupná tendence časové řady, jejíž trend není opět ideálně lineární, ale lineárnímu se blíží. Výkyvy v průběhu roku nejsou zanedbatelné. Při popisu dané časové řady některým z modelů proporcionální sezónnosti překračují výkyvy hodnot desítek procent. Propad v prvním čtvrtletí, v porovnání s navrženým trendem, je čtyřicetiprocentní, nárůsty v ostatních čtvrtletích v rozmezí deseti až dvaceti procent.

Obrázek 32 - Vnitrostátní nákladní plavba (model)



Zdroj: MDČR, Autor

4.4 Výsledky modelování v nákladní dopravě

Díličí výsledky modelování v nákladní dopravě zobrazuje Tabulka 20. Proměnlivost výkonů v souvislosti se změnou ročních období se v nákladní dopravě vyskytuje v porovnání s dopravou osobní v menší míře. Z původních sedmi časových řad byla pouze u čtyř testem prokázána existence sezónnosti. Za relevantní lze považovat modelové hodnoty v případě silniční dopravy vnitrostátní, hodnoty ve zbylých odvětvích nákladní dopravy nejsou, vzhledem k těsnému výsledku identifikace sezónnosti, minimálním výkyvům v jednotlivých čtvrtletích (silniční mezinárodní doprava), kvalitativním diferencím původních hodnot

a hodnot modelů (vnitrostátní plavba) a obecně nižší kvality modelů, jednoznačné, a proto jsou podobně, jako v nepravidelné autobusové dopravě, diskutabilní.

Tabulka 20 - Přibližné procentuální čtvrtletní výkyvy v jednotlivých druzích nákladní dopravy

Druh dopravy	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí
silniční vnitrostátní	-35 %	10 %	20 %	5 %
silniční mezinárodní	-5 %	5 %	1 %	-1 %
letecká	-12 %	2 %	2 %	8 %
plavba vnitrostátní	-40 %	20 %	10 %	10 %

Zdroj: Autor

Sezónní sedlo u všech druhů přemístění nákladu připadá na první čtvrtletí roku. Propad souvisí s poklesem produkce v ostatních odvětvích národního hospodářství a ekonomiky jako celku. Ve druhém čtvrtletí dochází k růstu výkonů dopravy, které zpravidla kulminují v tomtéž, anebo v následujícím období. Výjimkou je letecká doprava, která dosahuje maximálních hodnot v závěru roku. U časových řad vnitrostátních doprav dochází k výraznějším sezónním výkyvům oproti mezinárodním (pozn. v letecké dopravě v tuzemských podmínkách je podíl nákladu přemístěného na vnitrostátních relacích minimální).

Závěr

Tato práce se zabývá problematikou identifikace a kvantifikace pravidelných výkyvů čtvrtletních časových řad v dopravě. Prvním krokem při hledání sezónních nepravidelností v časových řadách je jejich grafické znázornění. Již pouhým pohledem do vhodně zobrazeného grafu lze na křivce popisující sezónně transparentní časovou řadu pozorovat pravidelně se opakující výkyvy. Objektivní metodou, kterou lze dospět k hmatatelným výsledkům u všech časových řad, je testování hypotéz o existenci sezónnosti. Velký význam při oddělování sezónních a nesezónních časových řad má stanovení hladiny významnosti. Definováním vyšší hranice pro přijetí hypotézy o existenci sezónnosti je možné se vyhnout kolizním případům, kdy sezónnost v časové řadě sice vychází, avšak příčiny takového průběhu nejsou jasné. O významu sezónní složky v časové řadě vypovídá již vlastní hodnota testovacího kritéria. Čím vyšší tato hodnota je, resp. čím dále se nachází od kritické hranice, tím markantnější sezónní výkyvy lze v časové řadě očekávat. Daná časová řada je zpravidla čitelnější a pravděpodobnost jejího popisu některým z matematických modelů roste.

Předpokladem úspěšného modelování časových řad je správné určení trendu časové řady. V práci byla použita pětice matematických modelů, trojice modelů konstantní sezónnosti a dvojice modelů proporcionální sezónnosti, založené ve většině případů na zjednodušujícím předpokladu, že trend se vyvíjí lineárně. Čistě lineární trend se v časových řadách vyskytuje ovšem zřídka. Příkladem mohou být výkony letecké osobní a vnitrostátní nákladní dopravy, kde jeho aplikace přinesla z hlediska kvality uspokojivé výsledky. U větší části časových řad dochází v souvislosti s použitím lineárního trendu k přílišnému zobecnění, v důsledku čehož klesá vypovídací schopnost modelů s lineární bází. Model se schodovitým trendem a model s trendem určeným pomocí centrovaného klouzavého průměru zpravidla popisovaly dané časové řady s menší odchylkou od skutečného průběhu.

Pro potřeby této práce bylo vybráno celkem patnáct časových řad z různých odvětví dopravy. Časové řady byly rozděleny dle kritérií tak, aby byla umožněna jejich vzájemná porovnatelnost. Analýza sezónnosti byla provedena zvlášť v dopravě osobní a dopravě nákladní. V rámci těchto dvou velkých skupin byly, v závislosti na dostupnosti dat, vyčleněny další podskupiny, specifikované dle druhu dopravního prostředku použitého při přemístění a z hlediska prostorové působnosti dopravy.

Sezónní nerovnoměrnosti se ve větší míře vyskytují v dopravě osobní. S výjimkou subsystému metro byla ve zbylých časových řadách sezónnost testem prokázána. Příčina nesezónního charakteru časové řady patrně souvisí se skladbou osob přemísťovaných tímto

druhem dopravy, vlastním charakterem přemístění a specifickým životním stylem ve velkoměstech. Ryzí sezónní charakter v osobní dopravě má doprava letecká. Z grafického znázornění je jasně rozpoznatelný pilovitý průběh časové řady, objektivně podpořený vysokou kritickou hodnotou. Kolísáním výkonů v průběhu roku se vyznačují také obory, které se uplatňují při zabezpečování základní dopravní obslužnosti, tj. v dopravě linkové autobusové a železniční na krajské a republikové úrovni a u zbylých subsystémů MHD na úrovni měst. Obecně řečeno nižší tendenci ke vzniku hlubších sezónních nepravidelností má doprava drážní. Z hlediska umístění čtvrtletní špičky a sedla se odlišně projevují druhy dopravy zabezpečující přemístění osob z titulu běžného denního cestování a cestování za rekreací.

V nákladní dopravě je, s ohledem na výsledek analýzy, procentuální zastoupení druhů dopravy citlivých ke vzniku sezónních nerovnoměrností nižší. Z prostorového hlediska se ukazuje, že výkony ve vnitrostátní dopravě jsou v průběhu roku více rozkolísané, naopak v mezinárodní relativně ustálené. S výjimkou silniční dopravy byla u zbylých druhů nákladní dopravy hypotéza o existenci sezónnosti zamítnuta. Umístění kritické hodnoty nedaleko kritické hranice a nízké hodnoty sezónních indexů v tomto případě řadí mezinárodní silniční dopravu k řadám nesezónním a podporují teorii nesezónního charakteru v sektoru mezinárodní dopravy.

Použitá literatura

- [1] HINDLS, Richard; HRONOVÁ, Stanislava. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. 420 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- [2] POJKAROVÁ, Kateřina. *Ekonometrie a prognostika v dopravě*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. 97 s. ISBN 80-7194-868-3.
- [3] LINDA, Bohdan; KUBANOVÁ, Jana. *Statistické tabulky a vzorce*. 3. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 45 s. ISBN 80-7194-657-5.
- [4] MELICHAR, Vlastimil; JEŽEK, Jindřich. *Ekonomika dopravního podniku*. 3. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 192 s. ISBN 80-7194-711-3.
- [5] DUCHOŇ, Bedřich. *Ekonomika dopravy*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. 101 s. ISBN 80-01-02014-2.
- [6] ŘEZNÍČEK, Bohumil; ŠARADÍN, Pavel. *Marketing v dopravě*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 197 s. ISBN 80-247-0051-4.
- [7] CHLAŇ, Alexander; STEJSKAL, Petr. *Tarify a ceny v dopravě: pro kombinovanou a prezenční formu studia*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. 170 s. ISBN 978-80-7395-104-7.
- [8] VONKA, Jaroslav; DRDLA, Pavel. *Osobní doprava*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. 170 s. ISBN 80-7194-320-7.
- [9] KUŠNIEROVÁ, Jela; HOLLAREK Tomáš. *Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 166 s. ISBN 80-7100-673-4.
- [10] HOUSEROVÁ, Alena. Sociologie v dopravě: Změny v současné mobilitě města. *Ekonomicko-technická revue Doprava*. 2008, 1, s. 31-32. ISSN 0012-5520.
- [11] ARLT, Josef; ŠKUTHANOVÁ, Markéta. Úvod do problematiky sezónního očišťování ekonomických časových řad. *Acta oeconomica pragensia* 3.1995, 1, s. 15-23. ISSN 0572-3043.
- [12] Česká republika. Zákon ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změně některých zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2000, 98, s. 4570-4616.
- [13] 361/2000/43 Sb. – *Zákony – Vybrané předpisy – Portál veřejné správy České republiky* [online]. [cit. 7.4.2010]. Dostupný na WWW: http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/703/.cmd/ad/.c/311/.ce/10823/.p/8413/_s.155/703?PC_8413_I=361/2000&PC_8413_ps=50&PC_8413_p=43#10823.
- [14] *Výběr mýtného zaznamenal výrazný propad – Měšec.cz* [online]. [cit. 15.4.2010]. Dostupný na WWW: <http://www.mesec.cz/aktuality/vyber-mytneho-zaznamenal-vyrazny-propad/>.
- [15] *Plavba.cz* [online]. [cit. 19.4.2010]. Dostupný na WWW: <http://www.plavba.cz/cz/data/stat13-c.html>.
- [16] *Analýza časových řad* [online]. [cit. 2.3.2010]. Dostupný na WWW: <http://iastat.vse.cz/casovky/casovky0.htm>.
- [17] *Analýza časových řad* [online]. [cit. 2.3.2010]. Dostupný na WWW: <http://iastat.vse.cz/casovky/casovky8.htm>.
- [18] *Analýza časových řad* [online]. [cit. 2.3.2010]. Dostupný na WWW: <http://iastat.vse.cz/casovky/casovky9.htm>.
- [19] *Časové řady - 3 - SVŠE – Studenti* [online]. [cit. 3.3.2010]. Dostupný na WWW: svse-studenti.ic.cz/svse/statistika/2/prednaska_cr_3.doc.
- [20] *Čtvrtletní přehledy základních ukazatelů* [online]. [cit. 1.11.2010]. Dostupný na WWW: <https://www.sydos.cz/cs/ctvletpr.htm>.

- [21] *Stavebnictví – časové řady* / ČSÚ [online]. [cit. 21.4.2010]. Dostupný na WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/sta_cr>.
- [22] *Cestovní ruch – časové řady* / ČSÚ [online]. [cit. 21.4.2010]. Dostupný na WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/cru_cr>.

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Denní průběh cest ve městech podle účelu (v procentech).....	18
Tabulka 2 – Přerušení plavebního provozu.....	21
Tabulka 3 - Výpočet hodnoty testovacího kritéria - dílčí průměry	41
Tabulka 4 - Výpočet hodnoty testovacího kritéria - kvadráty vzdáleností	42
Tabulka 5 - Identifikace sezónnosti v jednotlivých druzích osobní dopravy	45
Tabulka 6 - Identifikace sezónnosti v jednotlivých druzích nákladní dopravy	51
Tabulka 7 - Letecká osobní doprava (výstupy modelů)	56
Tabulka 8 - Silniční autobusová doprava linková (výstupy modelů).....	58
Tabulka 9 - Železniční osobní doprava (výstupy modelů)	58
Tabulka 10 - Silniční autobusová doprava nepravidelná (výstupy modelů).....	60
Tabulka 11 - MHD - subsystém autobusy (výstupy modelů)	62
Tabulka 12 - MHD - subsystém trolejbusy (výstupy modelů).....	63
Tabulka 13 - MHD - subsystém tramvaje (výstupy modelů).....	64
Tabulka 14 - Přibližné procentuální čtvrtletní výkyvy v jednotlivých druzích osobní dopravy	65
Tabulka 15 - Silniční nákladní doprava - vnitrostátní (výstupy modelů)	66
Tabulka 16 - Silniční nákladní doprava vnitrostátní (dle přepraveného nákladu)	67
Tabulka 17 - Silniční nákladní doprava mezinárodní (výstupy modelů).....	68
Tabulka 18 - Letecká nákladní doprava (výstupy modelů).....	69
Tabulka 19 - Vnitrostátní plavba nákladní (výstupy modelů)	71
Tabulka 20 - Přibližné procentuální čtvrtletní výkyvy v jednotlivých druzích nákladní dopravy	72

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Přibližné procentuální podíly cestujících v jednotlivých měsících roku	15
Obrázek 2 - Přibližné procentuální podíly skupin cestujících v jednotlivých dnech týdne	16
Obrázek 3 - Denní průběh cest ve městech - souhrn (v procentech)	19
Obrázek 4 - Celková stavební produkce v ČR (průměr roku 2005 = 100)	23
Obrázek 5 - Návštěvnost v hromadných ubytovacích zařízeních v ČR	24
Obrázek 6 - Železniční osobní doprava (původní časová řada)	39
Obrázek 7 - Železniční doprava nákladní - vnitrostátní (původní časová řada)	39
Obrázek 8 - Sestrojení kritického oboru s využitím statistické funkce FINV	40
Obrázek 9 - Letecká osobní doprava (původní časová řada)	46
Obrázek 10 - Silniční autobusová doprava linková (původní časová řada)	47
Obrázek 11 - Silniční autobusová doprava nepravidelná (původní časová řada)	48
Obrázek 12 - MHD - subsystém autobusy (původní časová řada)	48
Obrázek 13 - MHD - subsystém tramvaje (původní časová řada)	49
Obrázek 14 - MHD - subsystém trolejbusy (původní časová řada)	50
Obrázek 15 - MHD - subsystém metro (původní časová řada)	50
Obrázek 16 - Silniční nákladní doprava – vnitrostátní (původní časová řada)	52
Obrázek 17 - Silniční nákladní doprava - mezinárodní (původní časová řada)	52
Obrázek 18 - Letecká nákladní doprava (původní časová řada)	53
Obrázek 19 - Plavba - vnitrostátní (původní časová řada)	54
Obrázek 20 - Železniční nákladní doprava - mezinárodní (původní časová řada)	54
Obrázek 21 - Plavba - mezinárodní (původní časová řada)	55
Obrázek 22 - Letecká osobní doprava (model)	57
Obrázek 23 - Silniční osobní doprava linková (model)	59
Obrázek 24 - Železniční osobní doprava (model)	60
Obrázek 25 - Silniční osobní doprava nepravidelná (model)	62
Obrázek 26 - MHD - subsystém autobusy (model)	63
Obrázek 27 - MHD - subsystém trolejbusy (model)	64
Obrázek 28 - MHD - subsystém tramvaje (model)	65
Obrázek 29 - Silniční nákladní doprava vnitrostátní (model)	67
Obrázek 30 - Silniční nákladní doprava mezinárodní (model)	68
Obrázek 31 - Letecká nákladní doprava (model)	70
Obrázek 32 - Vnitrostátní nákladní plavba (model)	71

Seznam zkratk

ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
HDP	hrubý domácí produkt
IAD	individuální automobilová doprava
MD ČR	Ministerstvo dopravy a spojů České republiky
MHD	městská hromadná doprava
SR	Slovenská republika

Seznam příloh

Příloha 1 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2002 až 2004 (k 1.11.2010)

Příloha 2 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2005 až 2007 (k 1.11.2010)

Příloha 3 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2008 a 2009 (k 1.11.2010)

Příloha 1 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2002 až 2004 (k 1.11.2010)

Druh dopravy		Jednotka	2002				2003				2004			
			1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q
Železniční	osobní	(tis. os)	49887	42332	39361	45653	44927	43810	41178	44263	47664	45953	41602	45730
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	10184	10747	9795	12016	10646	9846	9827	10529	8834	10133	10622	10175
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	12125	12869	11789	12464	12994	13047	12101	14305	12234	12573	11970	12301
Silniční	autobusová nepravidelná	(tis. os)	3138	3187	3720	8619	3604	6310	4398	4925	3738	4871	3787	4211
	autobusová linková	(tis. os)	106355	95473	71618	113987	103695	102168	82323	109589	105506	94211	70397	131876
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	82028	115432	135774	106491	76108	112104	123700	99456	64420	118789	135346	109701
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	8096	9986	9102	7974	8788	9149	9678	8974	7746	10338	9623	10072
MHD	autobusy	(tis. os)	237101	228176	201855	252246	228117	222413	209499	230055	223914	215163	194571	234682
	trolejbusy	(tis. os)	64028	55896	52864	67771	62649	56066	52712	56674	58225	52651	46606	55891
	tramvaje	(tis. os)	193578	188302	160928	219420	189686	182466	160703	192489	191203	186430	166472	187827
	metro	(tis. os)	118426	119683	104590	73817	106824	118743	110279	122796	123762	127036	116236	128979
Vodní	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	81	283	258	138	54	175	205	124	100	144	172	205
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	284	255	128	260	296	283	49	92	169	201	115	169
Letecká	osobní	(tis. os)	825	1227	1364	875	786	1250	1490	1059	945	1478	2012	1316
	nákladní	(t)	3813	4818	4682	4677	3945	4479	4722	6706	4956	5612	5307	5575

Zdroj: MDČR

Příloha 2 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2005 až 2007 (k 1.11.2010)

Druh dopravy		Jednotka	2005				2006				2007			
			1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q
Železniční	osobní	(tis. os)	45489	45340	42349	47088	46691	46269	42458	47609	46888	47834	42128	47384
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	8584	10193	10092	10637	10189	10893	12001	12778	11334	12076	11782	11767
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	11021	11413	11410	12262	11365	12782	13533	13951	12469	13171	13524	13654
Silniční	autobusová nepravidelná	(tis. os)	3307	6247	2928	5243	7027	5638	6701	6347	5297	6607	5857	7218
	autobusová linková	(tis. os)	114538	92526	70913	92558	100164	90492	69239	102099	94639	88600	69478	97323
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	66754	127399	124347	105097	61802	106274	117893	112101	61401	119721	118403	108216
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	8753	9909	9145	9740	10264	11588	12275	12376	12330	11877	11167	10422
MHD	autobusy	(tis. os)	219823	206387	192131	225100	214518	206062	194098	223972	213809	207500	201587	212533
	trolejbusy	(tis. os)	52441	48092	41694	52047	49738	45086	41216	48653	49998	46200	44594	54786
	tramvaje	(tis. os)	184445	181611	162389	187631	168122	170873	164804	179630	170258	172418	177948	169495
	metro	(tis. os)	127931	130211	121486	135470	126883	136534	126164	141658	131080	137967	127729	140490
Vodní	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	116	183	170	215	71	115	104	129	117	245	125	143
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	329	340	354	248	313	405	454	441	396	417	438	360
Letecká	osobní	(tis. os)	1093	1649	2255	1333	1081	1792	2409	1428	1199	1815	2461	1503
	nákladní	(t)	4448	4904	4813	5348	4968	5561	5602	6025	4826	5770	5728	5270

Zdroj: MDČR

Příloha 3 – Čtvrtletní výkony vybraných druhů dopravy v letech 2008 a 2009 (k 1.11.2010)

Druh dopravy		Jednotka	2008				2009			
			1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	1.Q	2.Q	3.Q	4.Q
Železniční	osobní	(tis. os)	44916	45509	42069	44930	41031	42869	39878	41180
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	11501	10853	10896	10897	9623	8439	8780	10016
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	13053	13068	13200	11606	8466	8593	10873	11924
Silniční	autobusová nepravidelná	(tis. os)	9032	9499	8419	10102	8782	6850	7822	9911
	autobusová linková	(tis. os)	90446	87377	71145	90889	92311	91513	66803	83656
	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	69119	110010	109911	93380	51515	85748	100349	87441
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	11995	13646	12005	11788	9067	11668	12030	12297
MHD	autobusy	(tis. os)	213615	204206	208539	201964	210049	196260	194667	210614
	trolejbusy	(tis. os)	52411	48101	59988	40146	48910	49805	41480	51537
	tramvaje	(tis. os)	178401	175345	174673	169478	174966	182072	161469	155252
	metro	(tis. os)	151029	151430	141629	152805	148768	147512	139258	149342
Vodní	nákladní vnitrostátní	(tis. t)	68	101	129	91	64	90	78	104
	nákladní mezinárodní	(tis. t)	391	386	401	339	327	336	342	307
Letecká	osobní	(tis. os)	1228	1936	2582	1411	1092	1897	2827	1538
	nákladní	(t)	4463	5647	5620	4708	3600	3849	3914	3683

Zdroj: MDČR