

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA a DEMOGRAFIA

SLOVAK STATISTICS
and DEMOGRAPHY

3/2021

ročník/volume 31

Recenzovaný vedecký časopis so zameraním na prezentáciu moderných štatistických a demografických metód a postupov.

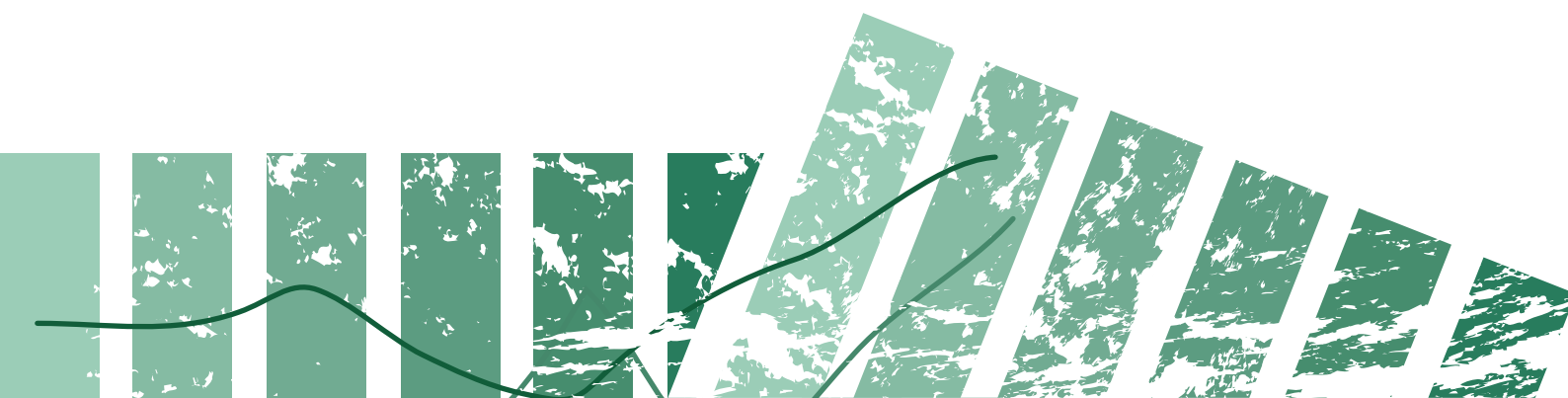
Scientific peer-reviewed journal focusing on the presentation of modern statistical and demographic methods and procedures.

Článok/Article: 3

Typ článku/Type of article: vedecký článok/scientific article

Strany/Pages: 35 – 56

Dátum vydania/Publication date: 15. júl 2021/July 15, 2021



Helena GLASER-OPITZOVÁ
Štatistický úrad Slovenskej republiky

SEZÓNNOŠŤ V ÚMRTNOSTI NA SLOVENSKU

SEASONALITY OF MORTALITY IN SLOVAKIA

ABSTRAKT

Článok sa zaoberá sezónnosťou úmrtnosti na Slovensku. Analyzuje údaje týkajúce sa mesačných počtov úmrtí podľa pohlavia, veku a podľa vybraných príčin smrti na choroby obehovej sústavy a choroby dýchacej sústavy v období január 2000 až december 2019.

Odpovedá na otázku, či je počet úmrtí na Slovensku v rámci roka rozložený náhodne, alebo má skutočne sezónny charakter. Skúma odlišnosť sezónnych fluktuácií podľa vybraných príčin smrti.

Na sezónnu analýzu vybraných časových radov úmrtnosti sme použili softvér JDemetra+ a metódu TRAMO/SEATS, ktorá patrí do skupiny metód explicitne založených na stochastickom modeli ARIMA.

ABSTRACT

The article deals with the seasonality of mortality in Slovakia. It analyzes data on monthly number of deaths broken down by sex, age and by selected causes of death from diseases of the circulatory and the respiratory system in the period from January 2000 to December 2019.

It answers the question whether the number of deaths in Slovakia within a year is distributed randomly or it is really seasonal. It examines the differences of seasonal fluctuations according to selected causes of death.

JDemetra+ software and the TRAMO / SEATS method, which belongs to a group of methods explicitly based on the ARIMA stochastic model, were used for seasonal analysis of selected mortality time series.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

sezónnosť, úmrtnosť, modely ARIMA, časové rady, autoregresia, JDemetra+

KEY WORDS

seasonality, mortality, ARIMA models, time series, autoregression, JDemetra+

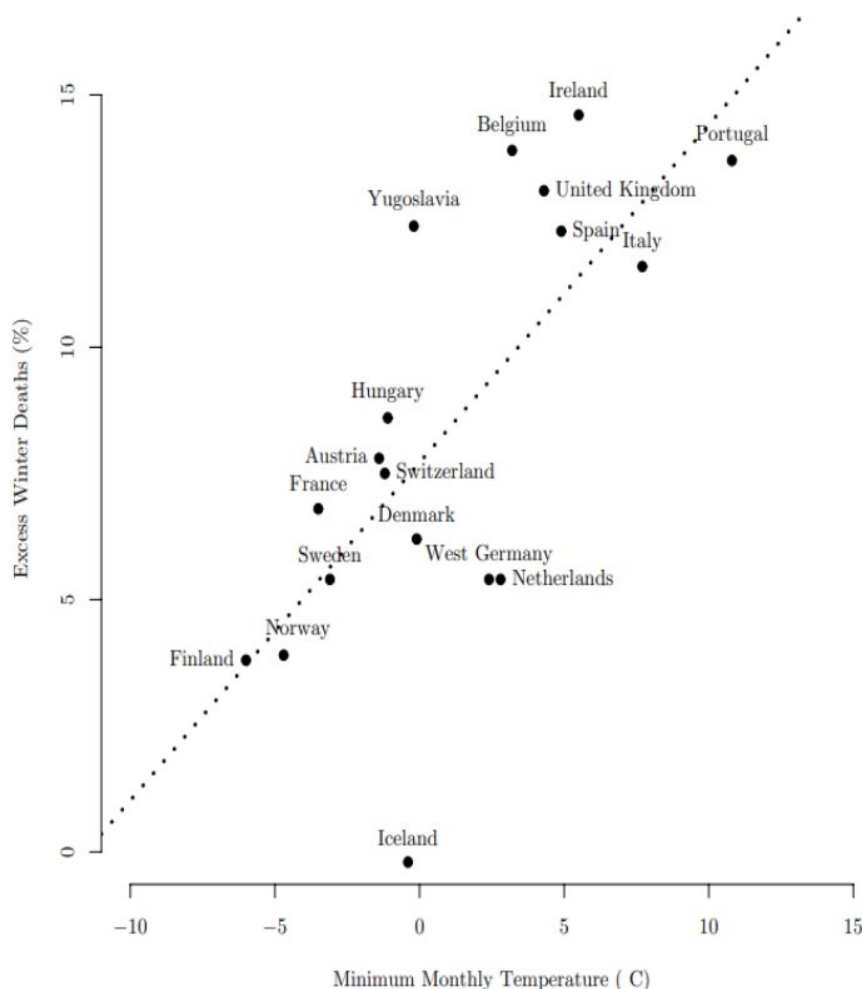
1. ÚVOD

Úmrtnosť je definovaná ako výskyt úmrtí v danej populácii sledovaný ako hromadný demografický jav [8] a sezónne výkyvy úmrtnosti sú v populácii všeobecne akceptovaným a pretrvávajúcim javom. Už Hippokrates si uvedomoval, že úmrtnosť je vyššia v chladnejších ako v teplejších mesiacoch [7]. Vplyvu sezónnosti na úmrtnosť sa v Európe pripisuje o 16 % viac úmrtí v zime ako v lete (graf č. 1), čo z nej robí problém verejného zdravia [6]. Podľa [9] úmrtnosť na respiračné choroby vykazuje jasný sezónny vzor, ktorý sa pripisuje chrípke a iným infekciám.

Schopnosť porozumieť hlavným faktorom sezónnej úmrtnosti a tomu, prečo majú určité roky vyššiu sezónnu úmrtnosť, ako sa očakávalo, sa môže využiť predovšetkým v oblasti medicíny a starostlivosti o zdravie. Odhalenie vnútorných zákonitostí vývoja

je zasa nevyhnutné na odhad budúceho vývoja a na prípravu parametrov populačných projekcií a populačných prognóz [13].

Graf č. 1: Nadmerná zimná úmrtnosť vo viacerých európskych krajinách



Zdroj: [12]

Z metodického hľadiska možno v zásade rozlišovať medzi dvoma kategóriami štúdií v tejto oblasti. Na jednej strane štúdie, ktoré testujú existenciu sezónnych trendov, a na druhej strane štúdie, ktoré skúmajú, či určité premenné korelujú so sezónnymi výkyvmi úmrtnosti.

Tento článok sa venuje iba prvej skupine, t. j. štatistickému prístupu k zisťovaniu, meraniu a testovaniu sezónnosti a prostredníctvom tohto prístupu sa pokúša potvrdiť alebo vyvrátiť hypotézu, že úmrtnosť na Slovensku má sezónny charakter a vplyv sezónnosti je možné identifikovať a merať prostredníctvom štandardnej metódy, ktorá sa dnes bežne používa s cieľom sezónne upraviť ekonomické (socio-ekonomické) časové rady.

2. ZDROJ ÚDAJOV

Analyzované údaje týkajúce sa mesačných počtov úmrtí v členení podľa pohlavia a veku sme získali z verejnej bázy dát Štatistického úradu SR (ŠÚ SR) – DATAcube [16] a údaje o počte úmrtí na choroby obehovej sústavy a choroby dýchacej sústavy z pramenných diel [15] o príčinách smrti klasifikovaných podľa medzinárodnej klasifikácie chorôb MKCH- 10, kapitola IX (choroby obehovej sústavy) a kapitola X (choroby dýchacej sústavy) publikovaných na stránke ŠÚ SR.

Analyzovali sme údaje o úmrtnosti v časovom rade január 2000 až december 2019.

3. IDENTIFIKÁCIA SEZÓNNOСТИ A MERANIE JEJ VPLYVU

3.1 INDEX SEZÓNNOСТИ

V demografii, konkrétne v oblasti skúmania fenoménu úmrtnosti, sa v literatúre často stretávame s nasledujúcim vymedzením pojmu sezónnosť:

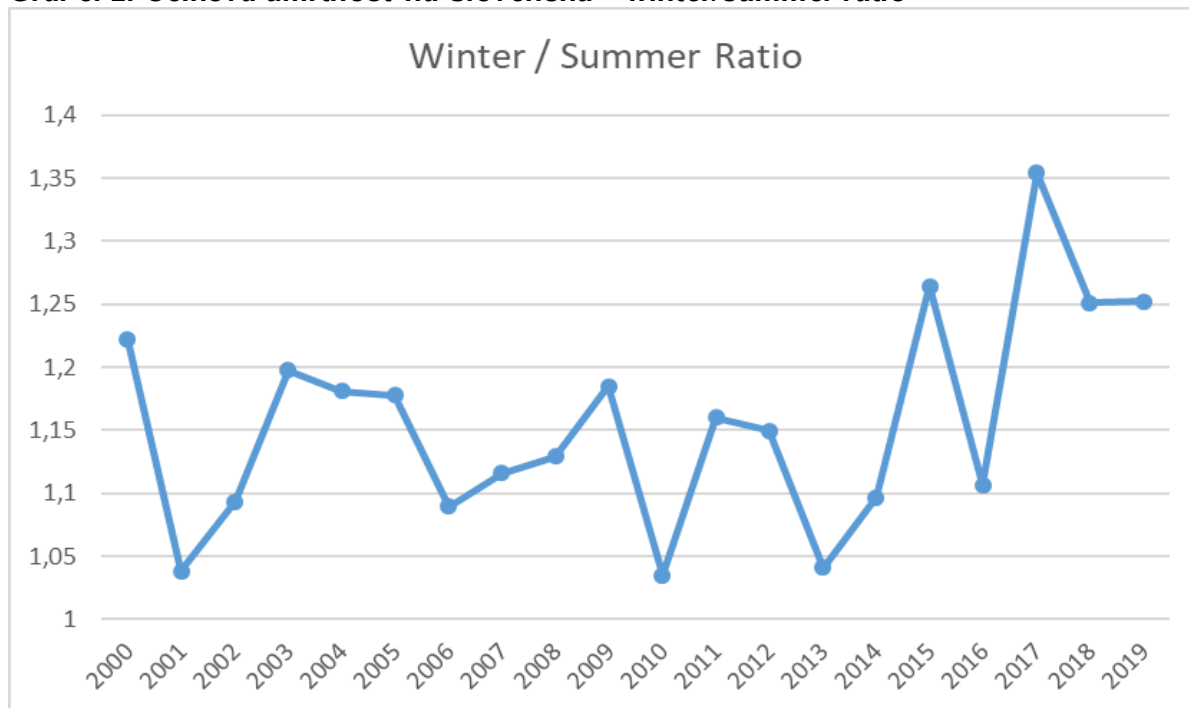
„Sezónnosťou označujeme vývojové tendencie, ktoré sa opakujú každých 12 mesiacov. ... Aj keď sa v zimných mesiacoch očakáva vyššia úmrtnosť, rozsah sezónnosti sa môže každý rok líšiť a je nepredvídateľný“ [11].

Jednou z jednoduchých metód hodnotenia vplyvu sezónnosti v jednotlivých rokoch v kontexte horeuvedeného vymedzenia pojmu sezónnosť používanou v demografii je pomer medzi úmrtnosťou v zimných mesiacoch a letných mesiacoch (Winter/Summer Ratio).

$$\text{Winter / Summer Ratio} = \frac{\sum_{i=JAN}^{MAR} \text{úmrtnosť}_i}{\sum_{i=JUL}^{SEP} \text{úmrtnosť}_i} \quad (1)$$

Ide o jednoduchý index sezónnosti – pomer úmrtnosti, kde zimná úmrtnosť je vydelená buď letnou úmrtnosťou, alebo priemernou úmrtnosťou počas roka. Takýto index je ľahko interpretovateľný. „1“ by znamenala, že medzi letnou a zimnou úmrtnosťou nie je nijaký rozdiel. Hodnoty vyššie ako jedna znamenajú vyššiu zimnú úmrtnosť oproti letnej a naopak. Hodnota 1,24 by znamenala, že úmrtí je v zime o 24 percent viac ako v lete. **Poskytuje teda meranie rozdielu medzi zimnými a letnými úmrtiami, ale nezohľadňuje, čo sa deje v ostatných mesiacoch.**

Aj keď sa vo všeobecnosti v našich podmienkach dá predpokladať vyššia úmrtnosť v zimných mesiacoch, čo nakoniec dokumentuje graf č. 2, vidíme, že rozsah sezónnej úmrtnosti sa každý rok líši a je (zdá sa) nepredvídateľný. V priebehu sledovaných rokov sa hodnota indexu na Slovensku pohybovala zhruba v rozmedzí od 1,05 do 1,35.

Graf č. 2: Celková úmrtnosť na Slovensku – winter/summer ratio

Zdroj: [16], vlastné spracovanie

3.2 SEZÓNNA ANALÝZA ČASOVÝCH RADOV

Skôr ako sa na problematiku sezónnosti úmrtnosti pozrieme z pohľadu analýzy časových radov, je potrebné upriamiť pozornosť na odlišnosť pojmov **sezónna úmrtnosť** a **sezónnosť úmrtnosti**. Rozdiel v pojmoch sa dá jednoducho vysvetliť ak sa pozrieme do nedávnej minulosti. V lete v roku 2003 keď vo Francúzsku zomrelo viac ako 10 000 ľudí v dôsledku vlny horúčav, bola sezónna úmrtnosť horúcou témou v médiách. V kontexte analýzy časových radov sezónnosť nie sú len vývojové tendencie, ktoré sa opakujú každých 12 mesiacov, ale **sezónna zložka časového radu predstavuje viac či menej pravidelne sa opakujúce kolísanie hodnôt časového radu okolo trendu, pričom dĺžka cyklu sa rovná jednému roku**. Sezónnosť je teda periodická alebo takmer periodická. Môžeme pripustiť aj pomalú modifikáciu sezónneho vzoru, ak je sledovaná perióda dostatočne dlhá. A navyše, priemerný efekt sezónnosti v rámci roka má byť nulový alebo takmer nulový. Spomenutý extrémny počet úmrtí, ktorý sa v takomto rozsahu neopakuje každý rok nemôže byť súčasťou sezónnej zložky časového radu, ale náhodnej zložky, ako ukážeme neskôr.

3.2.1 ČASOVÉ RADY A ICH DEKOMPOZÍCIA

Časový rad je súbor pravidelných pozorovaní kvantitatívnej charakteristiky individuálneho alebo kolektívneho javu, ktoré sú zhromažďované, zaznamenávané alebo pozorované postupne v čase (t. j. sú chronologicky usporiadané v čase). Interval medzi jednotlivými pozorovaniami pritom nemusí byť vo všeobecnosti rovnaký.¹ My však budeme predpokladať, že časový interval medzi jednotlivými pozorovaniami je konštantný, t. j. budeme uvažovať diskretný časový rad s ekvidistančným časovým krokom.

¹ [GLOSSARY OF STATISTICAL TERMS / TIME SERIES](#)

Časové rady vo všeobecnosti vznikajú ako dôsledok pôsobenia tak podstatných, ako aj nepodstatných činiteľov na skúmaný jav. Všetky tieto činitele môžeme rozdeliť na:

- *vývojové (trendové)*, ktoré pôsobia neustále, dlhodobo a určujú hlavný smer vývoja, trend časového radu;
- *periodické*, ktoré pôsobia iba občas, periodicky (pravidelne sa opakujú), pričom môžu striedavo pôsobiť na rast alebo pokles hodnôt v časovom rade; podľa dĺžky jednej periódy hovoríme potom alebo o *cyklických* (ak zahŕňa niekoľko rokov), alebo o *sezónnych* činiteľoch (ak jedna perióda zodpovedá obdobiu jedného roka);
- *náhodné*, ktoré pôsobia iba z času na čas, úplne nepravidelne, rôznymi smermi, bez možnosti ich predvídania.

Na naše účely budeme ako sezónny definovať akýkoľvek jav, ktorý sa viac-menej pravidelne opakuje v tom istom období každý rok, bez ohľadu na to, čo je jeho príčinou.

3.2.2 POUŽITÁ METÓDA A SOFTVÉR

Na analýzu vplyvu sezónnosti na úmrtnosť na Slovensku sme použili flexibilný softvérový nástroj JDemetra+, ktorý v sebe spája dve v súčasnosti najbežnejšie používané metódy TRAMO/SEATS a X-13-Arima.

JDemetra+ je vypublikovaná a voľne šírená na internetovej stránke Eurostatu a portáli CROS.² Portál CROS sa venuje spolupráci medzi výskumníkmi a oficiálnymi štatistikmi v Európe i mimo nej. Poskytuje pracovný priestor a nástroje na šírenie a výmenu informácií pre štatistické projekty a témy v oblasti metodiky. Medzi poskytované služby patrí hostovanie štatistických komunít, archívy užitočných dokumentov, výsledky výskumov, výsledky projektov a diskusné fóra na rôzne témy, ako napríklad potreby budúceho výskumu v oblasti oficiálnej štatistiky.

Na analýzu časových radov úmrtnosti sme použili metódu TRAMO/SEATS, čo je názov metódy aj aplikačného programu založeného na modeloch, ktorú vyvinuli Victor Gómez (Ministerio de Hacienda) a Agustín Maravall (Banco de España). Skladá sa z dvoch relatívne samostatných častí, ktoré sú vzájomne prepojené.

TRAMO (Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers) vykonáva odhad, prognózu a interpoláciu regresných modelov s chýbajúcimi pozorovaniami a chybami ARIMA za predpokladu existencie niekoľkých typov extrémnych hodnôt a existencie kalendárnych nepravidelností, ako sú premenlivé počty pracovných dní v mesiaci, vplyv veľkonočných a štátnych sviatkov.

Metóda SEATS (**S**ignal **E**xtraction in **A**rima **T**ime **S**eries) vykonáva dekompozíciu pozorovaného časového radu na nepozorované zložky na základe modelu ARIMA a je preto klasifikovaná ako **metóda explicitne založená na stochastickom modeli ARIMA (AMB - prístup)**.

² [Software JDemetra+ | CROS \(europa.eu\)](#)

Metóda SEATS je schopná rozkladať časové rady s 2, 3, 4, 6 alebo 12 pozorovaniami ročne. Hlavné zložky časového radu, z ktorých každá predstavuje vplyv určitých javov na časový rad (X_t), sú:

Trend (T_t), ktorý zachytáva dlhodobé a strednodobé tendencie vývoja a chápeme ho ako výsledok systematicky pôsobiacich činiteľov. Trend v uvedenej metóde pozostáva z dvoch subkomponentov:

- dlhodobý vývoj časového radu a
- cyklus, ktorý predstavuje periodický výkyv údajov časového radu okolo dlhodobého vývoja časového radu s dĺžkou cyklu väčšou ako rok, pričom dĺžka cyklu, t. j. vzdialenosť medzi dvoma susednými bodmi zvratu, sa často mení. Typickým príkladom cyklickej zložky je ekonomický cyklus (business cycle), ktorý charakterizuje rast a potom pokles ekonomickej aktivity. Jeho perióda sa pohybuje v rozmedzí od 5 do 7 rokov. Cyklická zložka môže mať svoje príčiny aj mimo ekonomickej oblasti. Napr. cyklické zmeny v klíme spôsobujú cyklické výkyvy v mnohých oblastiach. Eliminácia cyklickej zložky je zložitá jednak z vecných dôvodov, pretože je niekedy ťažké nájsť príčiny vedúce k jej vzniku, ale aj z výpočtových dôvodov, pretože charakter tejto veličiny sa môže v čase výrazne meniť. Treba poznamenať, že vzhľadom na uvedené problémy sa dlhodobý trend od cyklu v JDemetra+ neoddeľuje. Pôvodná metóda TRAMO/SEATS túto elimináciu umožňuje prostredníctvom Hodrickovho-Precsottovho filtra.

Sezónna zložka (S_t) predstavuje viac či menej pravidelne sa opakujúce kolísanie hodnôt časového radu okolo trendu, pričom dĺžka cyklu sa rovná jednému roku. **Sezónna zložka teda zachytáva zmeny, ktoré sa pravidelne opakujú rok čo rok.** Rozbor eliminovanej sezónnej zložky môže podstatne rozšíriť naše vedomosti o zákonitostiach správania určitého javu a prispieť ku konštrukcii dokonalejších prognóz uvažovaného časového radu. Ďalším dôležitým cieľom je tiež získanie sezónne očisteného časového radu, z ktorého bola sezónna zložka odstránená alebo aspoň potlačená na maximálne možnú mieru. Sezónne očistený časový rad zbavený sezónnych a náhodných fluktuácií umožňuje efektívnejšie štúdium dlhodobých tendencií, ktorým je priebeh časového radu podriadený. Sezónna zložka môže zachytávať aj mnohé nepravidelnosti, napr. sviatky, rôznu dĺžku mesiacov a pod.

Nepravidelná zložka (I_t , z angl. *irregular component*) kombinujúca všetky ostatné viac alebo menej nepravidelné výkyvy, ktoré nie sú pokryté predchádzajúcimi zložkami. Je tvorená náhodnými pohybmi (fluktuáciami) v priebehu časového radu, ktoré nemajú (rozpoznaťelný) systematický charakter. Preto sa už nepočíta medzi predchádzajúce tzv. systematické zložky časového radu. Pokrýva tiež chyby v meraní údajov, ktoré tvoria časový rad.

Hodnoty nepravidelnej zložky môžu byť veľmi užitočné, pretože dokážu kvantifikovať účinok udalostí, o ktorých je známe, že sa stali.

TRAMO-SEATS uvažuje dva modely rozkladu:

$$\text{aditívny model: } X_t = T_t + S_t + I_t \quad (2)$$

$$\text{log aditívny model: } \log(X_t) = \log(T_t) + \log(S_t) + \log(I_t) \quad (3)$$

Pri rozklade časového radu na trend, sezónnosť a nepravidelnú zložku sa postupuje tak, že sa model ARIMA vypočítaný pre celý linearizovaný rad (bez regresných efektov) špecifickým spôsobom rozkladá do jednotlivých zložiek. Využívajú sa pri tom vlastnosti spektrálnych funkcií a odhad jednotlivých zložiek vychádza z teórie Wienerových-Kolmogorových filtrov. Sezónna zložka zahŕňa stochastickú sezónnosť, kalendárne efekty pracovných dní, efekt veľkonočných sviatkov a prípadne ďalší špecifický regresný sezónny faktor. Efekty extrémnych výkyvov sa pripisujú obvykle k trendovej alebo nepravidelnej zložke (podľa ich typu).

Pre viac informácií o metóde pozri napr. [4], [5], [6].

Boxova-Jenkinsova metodológia ARIMA (pre časové rady bez sezónnosti) alebo modelov SARIMA (pre časové rady so sezónnou zložkou)

Modely ARIMA alebo SARIMA slúžia na modelovanie stochastického vývoja časového radu, t. j. na modelovanie náhodnej zložky časového radu (po vylúčení trendu a sezónnosti).

Ak chceme modelovať náhodnú zložku časového radu, musí spĺňať *podmienku stacionarity* (strednú hodnotu konštantnú v čase, rozptyl konštantný v čase, kovarianciu, ktorá nezávisí od času, ale len od vzdialenosti k medzi náhodnými premennými)

Skratka ARMA (AutoRegressive – Moving Averages) predstavuje modely v tvare [10]:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (4)$$

Autoregresívna schéma:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (5)$$

Schéma kízavých priemerov:

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (6)$$

kde

$e_t, e_{t-1}, \dots, e_{t-q}$ sú hodnoty náhodnej premennej v čase $t, t-1, \dots, t-q$ predchádzajúcich období, ktorá má charakter bieleho šumu.

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ autoregresné parametre

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ parametre kízavých priemerov

Rovnica (5) udáva, že budúce hodnoty sú lineárnou kombináciou minulých hodnôt. Nazývame ju autoregresívna schéma, pretože je podobná regresnej rovnici s tým rozdielom, že premenné na pravej strane rovnice sú predchádzajúce hodnoty premennej na ľavej strane rovnice. Navyše, p môže nadobúdať rozdielne hodnoty a podľa toho hovoríme o **autoregresívnom procese stupňa p – AR(p)**. Počet minulých hodnôt zahrnutých v modeli bude závisieť od stupňa AR procesu.

Rovnicu (6) nazývame **model kízavých priemerov**. Parameter q (tak ako p v modeli AR) môže nadobúdať rôzne hodnoty – **MA(q)**. Modely kízavých priemerov sú iné ako AR modely. Predpokladajú, že budúce hodnoty X_t sú lineárne kombinácie minulých q hodnôt náhodnej zložky.

Nakoniec, rovnica (4) sa nazýva zmiešaná schéma autoregresie a kízavých priemerov, alebo ARMA. Je kombináciou rovníc AR a MA. V závislosti od hodnoty p a q , ARMA model môže byť stupňa p a q .

Model ARIMA je rozšírením ARMA modelov o procesy, ktoré sú po diferencovaní už stacionárne.

Model ARIMA môže byť rozšírený tak, aby obsahoval sezónnosť, začlenením sezónnych koeficientov do AR alebo MA časti rovnice. Jeho symbolický zápis je **SARIMA (p, d, q)(P, D, Q) $_s$** . Kde P je počet sezónnych parametrov sezónneho autoregresného modelu, D je stupeň sezónneho diferencovania, Q je počet sezónnych parametrov sezónneho modelu kízavých priemerov a S je periodičita modelovaného časového radu.

Z pôvodnej rovnice AR(1) – autoregresného procesu prvého stupňa, môžeme napríklad vytvoriť sezónny pridaním sezónnych koeficientov, ϕ_s do autoregresívnej časti [10]:

$$X_t = a + \phi_1 X_{t-1} + (\phi_s X_{t-L} + \phi_1 \phi_s X_{t-L-1}) + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (7)$$

Sezónnosť vysvetľuje výraz v zátvorke. ϕ_s je sezónny koeficient, zatiaľ čo $\phi_1 \phi_s$ predstavuje kombinované pôsobenie nesezónnych a sezónnych parametrov. Ak vložíme sezónne koeficienty do MA (1), model nadobudne tvar:

$$X_t = a + \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - (\theta_s e_{t-L} - \theta_1 \theta_s e_{t-L-1}) \quad (8)$$

Boxova – Jenkinsova metodológia sa zakladá na budovaní vhodného modelu na základe 4 krokov: Identifikácia modelu, odhad parametrov identifikovaného modelu, verifikácia modelu a prognózovanie.

S cieľom vybrať vhodný model ARIMA pre časové rady bez sezónnej zložky sa musí najskôr pomocou diferencovania stupňa d (alebo stupňa D pre sezónne časové rady) odstrániť trend (ak má časový rad sezónnosť, odstrániť sezónnosť). Po očistení časového radu od trendu, t. j. jeho stacionarizovaní (prípadne aj od sezónnosti), treba určiť počet parametrov p a q . Hlavným nástrojom určovania parametrov modelu ARIMA je výberová autokorelačná funkcia časového radu. Ak je rad stacionárny a bez sezónnej zložky, vzorec na výpočet výberového autokorelačného koeficientu časového radu X_t pre časové posunutie k je:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad (9)$$

kde r_k znamená autokorelačný koeficient, k znamená dĺžku časového posunutia, n je počet pozorovaní, X_t je hodnota premennej v čase t a \bar{X} je priemerná hodnota premennej.

Počet štatisticky významných koeficientov výberovej autokorelačnej funkcie a parciálnej autokorelačnej funkcie určuje počet parametrov p a q , ktoré sú potom odhadované metódou najmenších štvorcov alebo metódou maximálnej vierohodnosti.

Autokorelačná analýza zohráva významnú úlohu nielen pri identifikácii modelu, ale aj pri jeho verifikácii. Bližšie pozri v [10].

3.2.3 VÝSLEDKY ANALÝZY

S cieľom identifikovať sezónnosť v časových radoch sme na mesačné časové rady úmrtnosti použili metódu TRAMO/SEATS týmto spôsobom:

- Časové rady neboli kalendárne upravené na vplyv rozdielnej intenzity skúmaného javu v jednotlivých dňoch týždňa alebo vplyv veľkonočných a iných sviatkov (táto úprava nemá zmysel už z podstaty skúmaného javu).
- Časové rady boli upravené na efekt prestupného roka (rozdielny počet dní vo februári v jednotlivých rokoch).
- Časové rady neboli upravené na vplyv rozdielneho počtu dní v jednotlivých mesiacoch roka. Tento vplyv je zahrnutý v sezónnej zložke (indexe) časového radu, pretože ide o rovnaký, každoročne sa vyskytujúci jav.
- Súčasťou analýzy bola aj identifikácia extrémnych hodnôt časových radov a ich *dočasné* odstránenie pred procesom dekompozície.

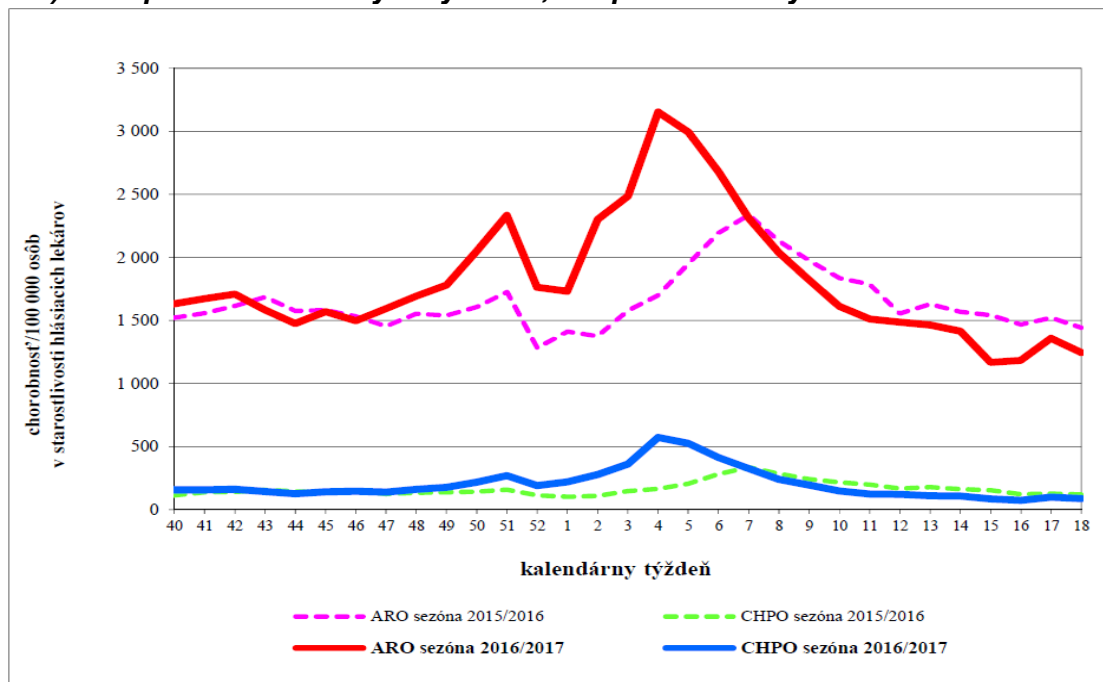
Extrémne hodnoty identifikované v procese tzv. predúprav časového radu by mali byť nielen štatisticky významné, ale mali by mať aj logické vysvetlenie. Ako príklad je možno uviesť extrémny počet úmrtí v januári 2017. Tento aditívny extrémny výkyv bol identifikovaný v časovom rade celkovej úmrtnosti, úmrtnosti žien, úmrtnosti mužov aj úmrtnosti na choroby obehovej sústavy a choroby dýchacej sústavy. V prípade časových radov úmrtnosti analyzovaných podľa veku a pohlavia sa vyskytoval v časových radoch úmrtnosti 50- a viac ročných pri oboch pohlaviach a v časových radoch úmrtnosti 75- až 79-ročných a 80- až 84-ročných tak isto pri oboch pohlaviach.

Identifikovaním a kvantifikovaním extrémnej hodnoty časového radu celkovej úmrtnosti a jeho následnej dekompozície na trendovú, sezónnu a nepravidelnú zložku sme zistili, že zo 6 172 úmrtí v januári 2017, 651 úmrtí bolo ovplyvnených sezónnosťou a 1 110 osôb zomrelo vplyvom nepravidelne sa vyskytujúcich udalostí v tomto období. Z týchto 1 110 úmrtí môžeme 1 014 úmrtí považovať za excesívne úmrtia, ktoré môžu súvisieť s výskytom akútnych respiračných ochorení a chrípke podobných ochorení v chrípkovej sezóne 2016/2017 čo ilustruje graf č. 3.

Uvedený predpoklad potvrdzujú aj výsledky štúdie, ktoré boli prezentované na IX. Slovenskom vakcinologickom kongrese v roku 2018 v prezentácii autorov Bražinová a kol. pod názvom „Hodnotenie zvýšenej celkovej úmrtnosti počas chrípkovej sezóny v Slovenskej republike v rokoch 2007 – 2017“. Cieľom prezentácie bolo posúdiť vzťah medzi celkovou úmrtnosťou obyvateľstva Slovenska a výskytom chrípky v obdobiach chrípkovej sezóny a chrípkovej epidémie a odhadnúť počet úmrtí pripísateľných chrípke. Zo štúdie vyplynulo, že počet excesívnych (nadmerných) úmrtí v týždňoch

chrípkovej epidémie bol v sezóne 2016/2017 1 880 oproti 816 ako priemeru za sledované obdobia rokov 2007 – 2017. [1]

Graf č. 3: Výskyt akútnych respiračných ochorení (ARO) a ochorení podobných chrípke (CHPO) v SR podľa kalendárnych týždňov, chrípkové sezóny 2016/2017 a 2015/2016



Zdroj: Epidemiologický informačný systém

Cieľom prezentovanej analýzy úmrtnosti na Slovensku nebolo časový rad „sezónne upraviť“ a tak odstrániť sezónne „skreslenie“ a identifikovať „skutočný efekt“, čo je štandardná požiadavka v prípade ekonomických časových radov, ale naopak, sezónnosť samotná, t. j. identifikácia jej vplyvu a v prípade potvrdenia jej existencie to, „ako“ a „či vôbec“ sa mení sezónny vzor v priebehu času (graf č. 4, 5, 6, 7).

V analýze sa preto v prvom rade kládol dôraz na samotnú identifikáciu sezónnosti. Na kontrolu prítomnosti sezónnosti v pôvodných časových radoch, ale aj reziduálnej sezónnosti v časových radoch nepravidelnej zložky a sezónne upravených časových radoch sa v JDemetra+ používa niekoľko testov ako napr.:

- Ljungov-Boxov test sezónnych autokorelácií,
- F-test na stabilnú sezónnosť,
- Kruskalov-Wallisov test na stabilnú sezónnosť,
- Canovov-Hansenov test na deterministickú sezónnosť,
- F-test na pohyblivú sezónnosť,
- kombinovaný test sezónnosti,
- vizuálne spektrálne testy,
- vrcholy na sezónnych frekvenciách v periodograme.

Viac informácií je možno nájsť v [2],[14].

Ako príklad výsledkov testovania uvádzame výstup z testovania pôvodného časového radu celkovej úmrtnosti mužov na prítomnosť sezónnosti v časovom rade (príloha č. 1) a kombinovaný test sezónnosti pre časový rad úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy (príloha č. 2).

Napríklad *neparametrický Friedmanov test* testuje nulovú hypotézu o neexistencii stabilnej sezónnosti, ktorá ak je odmietnutá na hladine významnosti 0,1%, časový rad sa považuje za sezónny.

Test na pohyblivú sezónnosť je založený na modeli dvojfaktorovej analýzy rozptylu, ktorý používa len kompletne roky. V závislosti od spôsobu rozkladu časového radu pre sezónno-nepravidelnú zložku (*SI*) časového radu (v prípade multiplikatívneho rozkladu) má model tvar:

$$|SI_{ij} - I| = X_{ij} = b_i + m_j + e_{ij} \quad (10)$$

kde:

m_j mesačný efekt pre j -tú periódu, kde $j = (1, \dots, k)$

b_i ročný efekt i , kde $i = (1, \dots, N)$, kde N je počet kompletných sledovaných rokov

e_{ij} reziduálny efekt

Testuje sa nulová hypotéza $H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_N$ čo znamená, že neexistuje zmena v sezónnosti v priebehu rokov. Táto hypotéza sa testuje pomocou testovacej štatistiky:

$$F_M = \frac{\frac{S_B^2}{(n-1)}}{\frac{S_R^2}{(n-1)(k-1)}} \quad (11)$$

ktorá má F-rozdelenie s $k-1$ a $n-k$ stupňami voľnosti, kde S_B^2 meria medziročnú zmenu sezónnosti a S_R^2 je suma štvorcov rezíduí. Bližšie pozri [14].

Kombinovaný test sezónnosti kombinuje Kruskalov-Wallisov test spolu s testom na prítomnosť stabilnej sezónnosti a testom na prítomnosť pohyblivej sezónnosti.

Tieto tri testy sa vypočítajú pomocou finálnej sezónno-nepravidelnej zložky časového radu. Hlavným účelom kombinovaného testu sezónnosti je skontrolovať, či je sezónnosť časového radu identifikovateľná, a to napríklad z toho dôvodu, že identifikácia sezónneho vzoru je problematická, ak v procese dominuje pohyblivá sezónnosť. V [14] je presný postup testovania znázornený na vývojovom diagrame.

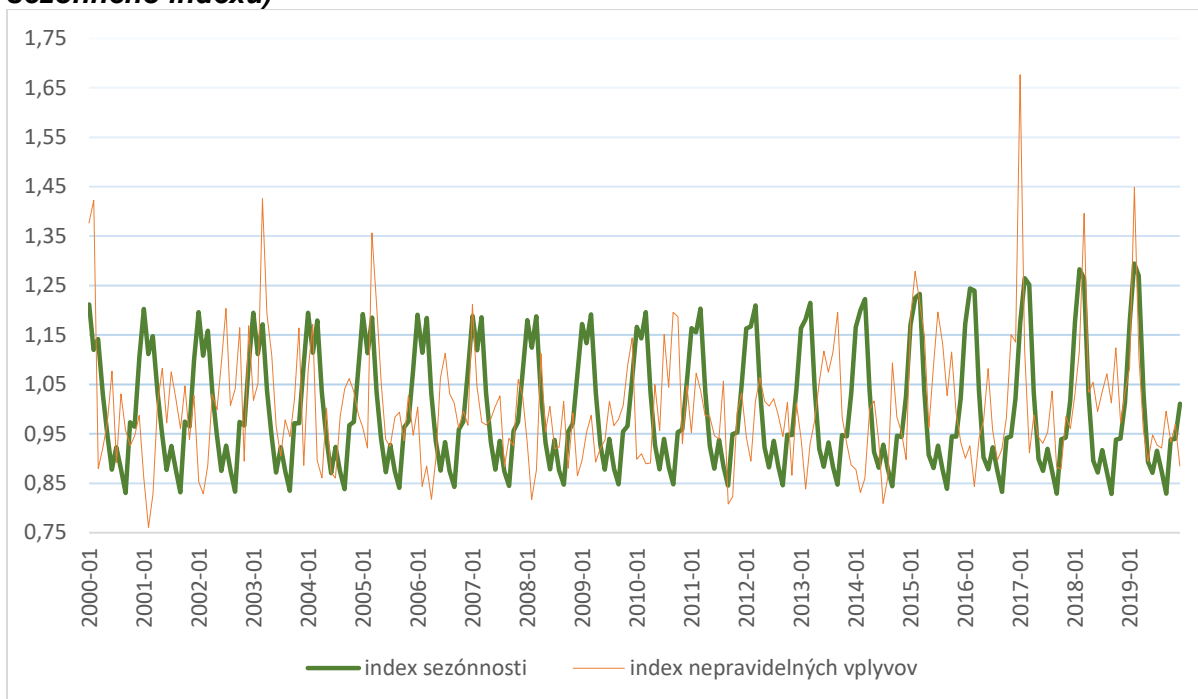
Z výsledkov uvedených v prílohe 2 vyplýva, že **pohyblivá sezónnosť, t. j. sezónnosť, ktorá zohľadňuje variabilitu sezónnej zložky časového radu z roka na rok**, v časovom rade úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy nie je dominantná a sezónny vzor je možné identifikovať. Na grafoch č. 4 a 5 vidíme, že vplyv sezónnosti postupne narastá a dochádza aj k postupnej zmene sezónneho vzoru.

Na základe celkových výsledkov testovania časových radov na prítomnosť sezónnosti a jej stabilitu možno konštatovať, že analyzované časové rady celkovej úmrtnosti, úmrtnosti podľa pohlavia, úmrtnosti podľa pohlavia a päťročných vekových skupín (až na niektoré dole uvedené výnimky) a úmrtnosti podľa vybraných príčin smrti vykazujú sezónne vplyvy, ktoré ovplyvňujú distribúciu úmrtí v priebehu kalendárneho roka. Pri týchto časových radoch môžeme vo všeobecnosti vplyv sezónnosti hodnotiť ako štatisticky významný, stabilný, so sezónnym vzorom, ktorý sa v čase postupne

mierne modifikuje. V prípade časového radu úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy túto modifikáciu považujeme už za pohyblivú sezónnosť.

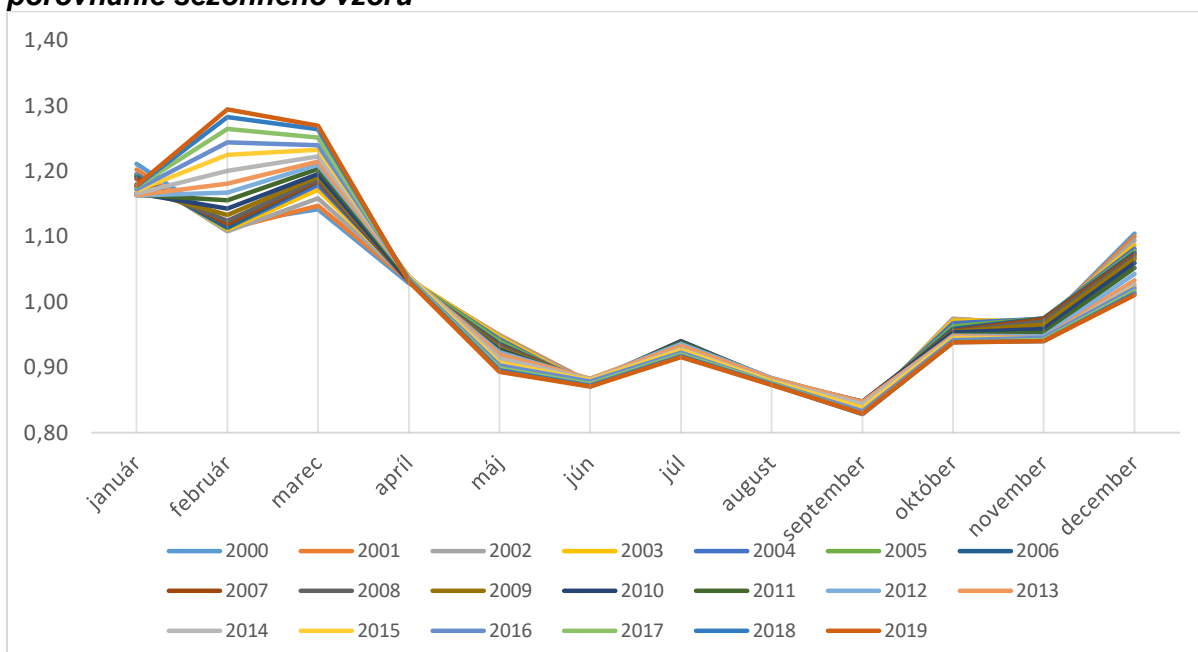
V prípade časových radov úmrtnosti podľa päťročných vekových skupín, bola vo vekovej skupine 50- – 54-ročných sezónnosť identifikovaná ako „neistá“ a v prípade úmrtnosti žien vo vekovej skupine 60- – 64-ročných ako ťažko identifikovateľná.

Graf č. 4: Pohyblivá sezónnosť úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy (vývoj sezónneho indexu)



Zdroj: [15], vlastné spracovanie

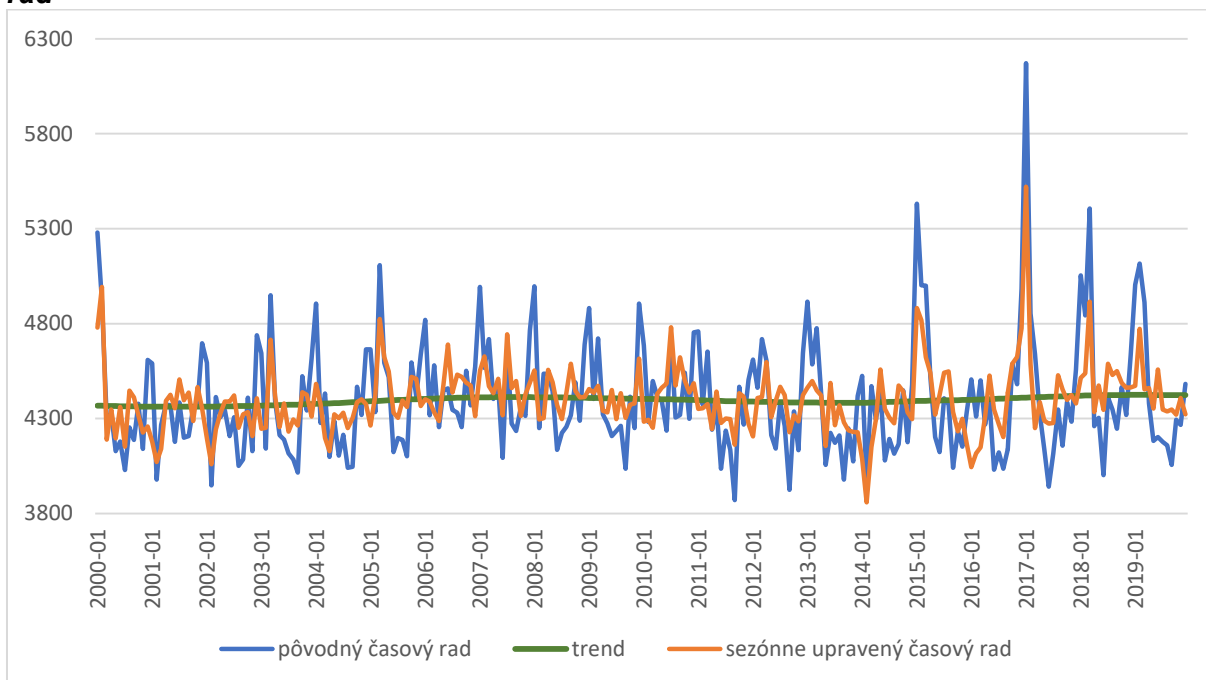
Graf č. 5: Pohyblivá sezónnosť úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy – medziročné porovnanie sezónneho vzoru



Zdroj: [15], vlastné spracovanie

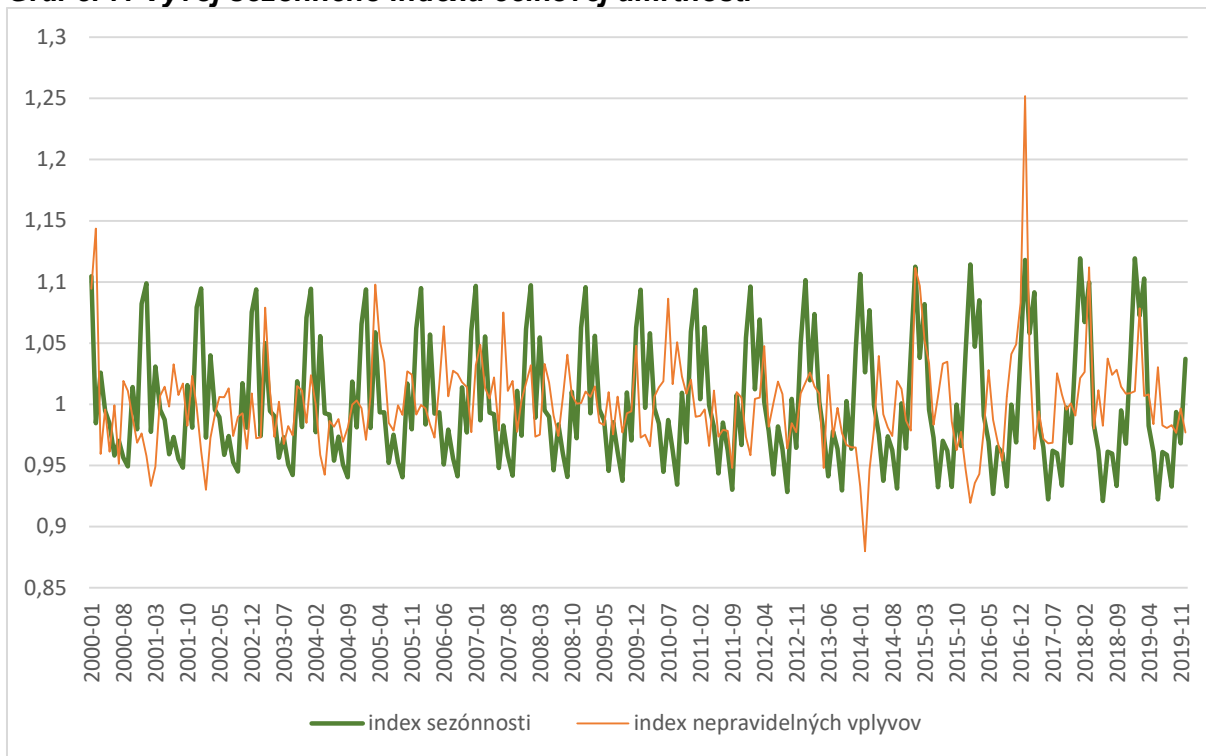
Základný rozklad na trend, sezónnu zložku (v tomto prípade sezónny index z dôvodu log aditívneho rozkladu časového radu) a nepravidelnú (náhodnú) zložku ilustruje graf č. 6. Sezónny vplyv na celkovú úmrtnosť bol identifikovaný ako stabilný s postupnou veľmi miernou modifikáciou amplitúdy a vzoru v čase (graf č. 7).

Graf č. 6: Celková úmrtnosť – pôvodný časový rad, trend a sezónne upravený časový rad



Zdroj: [16], vlastné spracovanie

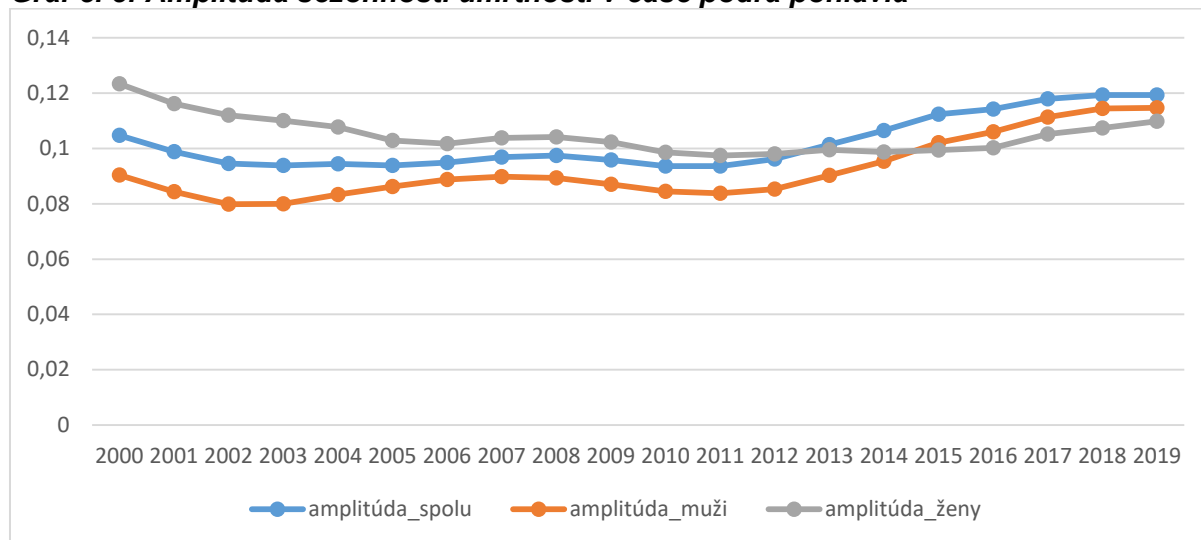
Graf č. 7: Vývoj sezónneho indexu celkovej úmrtnosti



Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Na grafoch č. 8 až 12 vidíme porovnanie vplyvu sezónnosti na úmrtnosť prostredníctvom amplitúdy sezónneho vzoru. Od začiatku sledovaného obdobia má sezónnosť výraznejší vplyv na úmrtnosť žien ako mužov, v priebehu rokov tento vplyv mierne klesá a v posledných rokoch sa tento vplyv u oboch pohlaví vyrovnáva, dokonca prevahu nadobúda u mužov.

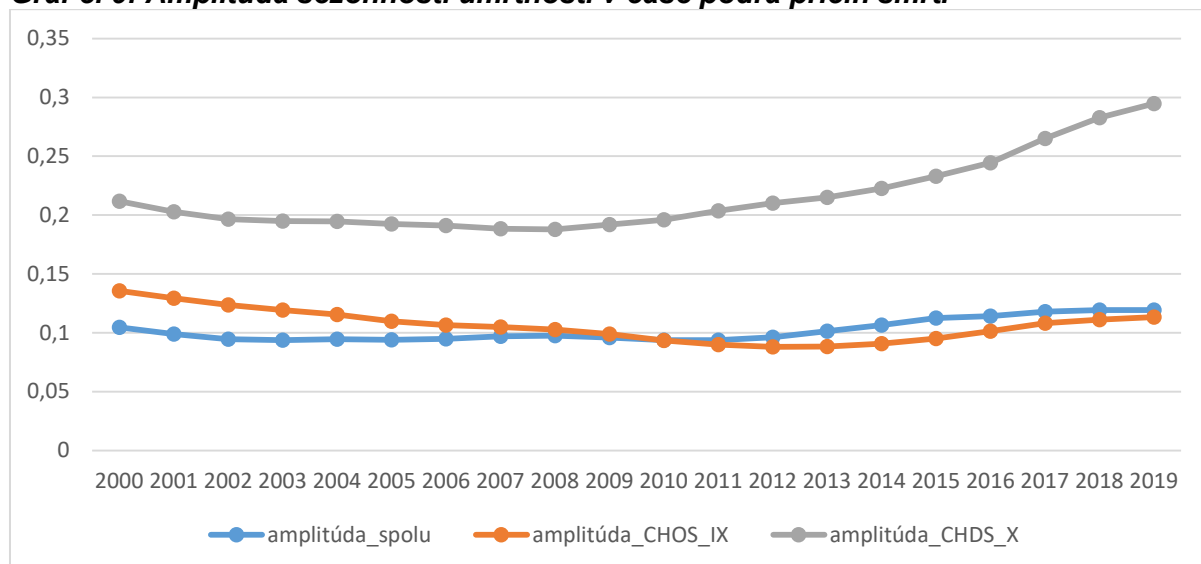
Graf č. 8: Amplitúda sezónnosti úmrtnosti v čase podľa pohlavia



Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Čo sa týka sledovaných príčin smrti, viac je sezónnosťou ovplyvnená úmrtnosť na choroby dýchacej sústavy. Jej vplyv má v posledných rokoch dokonca stúpajúcu tendenciu.

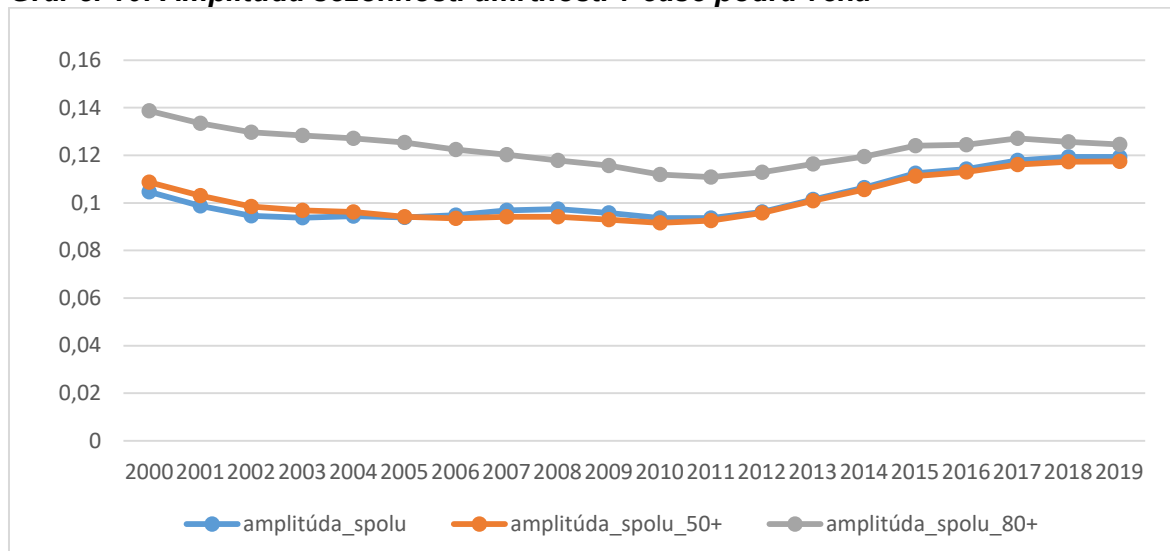
Graf č. 9: Amplitúda sezónnosti úmrtnosti v čase podľa príčin smrti



Zdroj: [15], vlastné spracovanie

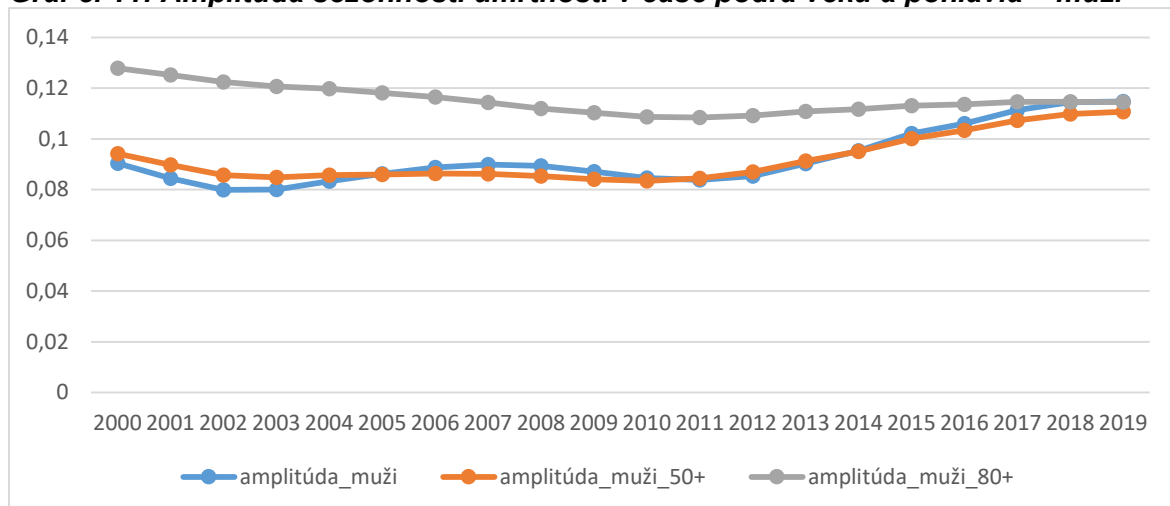
Analýza vplyvu sezónnosti na úmrtnosť z pohľadu pohlavia a veku ukázala, že sezónnosťou sú najviac ovplyvnené úmrtia vo veku 80- a viac ročných, a to najmä u mužov, aj keď možno konštatovať, že v období niekoľkých posledných rokov narastá jej vplyv na úmrtnosť mužov aj v nižších vekových kategóriách.

Graf č. 10: Amplitúda sezónnosti úmrtnosti v čase podľa veku



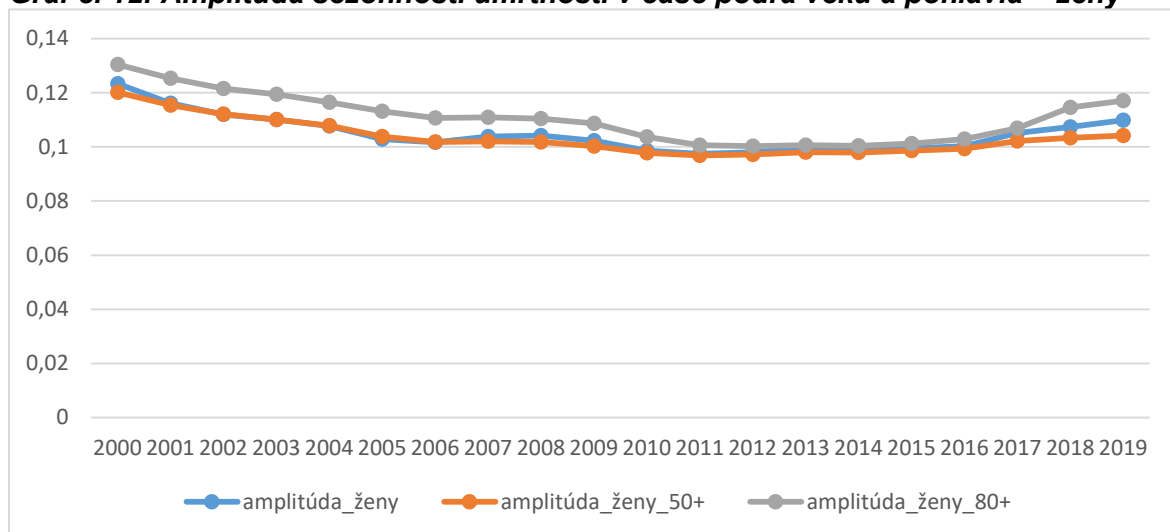
Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Graf č. 11: Amplitúda sezónnosti úmrtnosti v čase podľa veku a pohlavia – muži

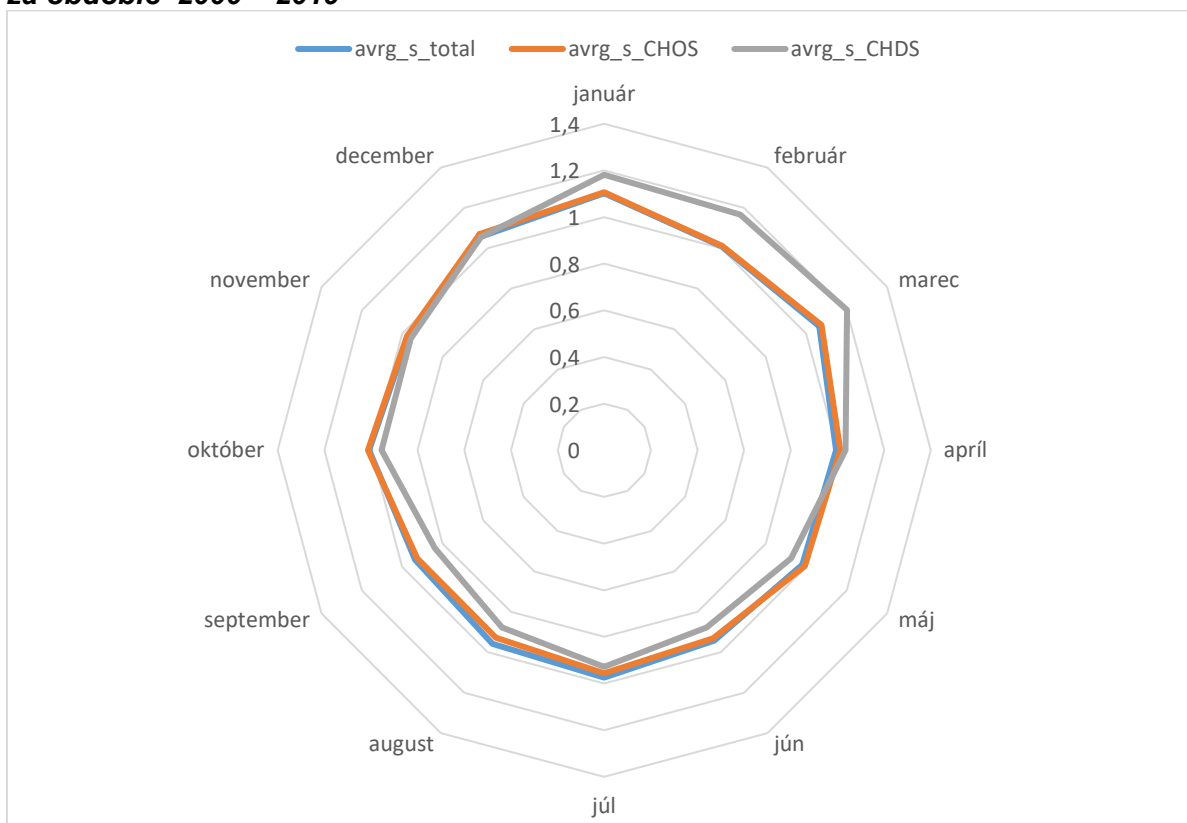


Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Graf č. 12: Amplitúda sezónnosti úmrtnosti v čase podľa veku a pohlavia – ženy



Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Graf č. 13: Porovnanie priemerných sezónnych indexov úmrtnosti podľa príčin smrti za obdobie 2000 – 2019

Zdroj: [15], vlastné spracovanie

Na grafe č. 13 vidíme aký má sezónnosť vplyv na celkovú úmrtnosť v jednotlivých mesiacoch roka. Tento vplyv je vyjadrený pomocou priemerných sezónnych indexov. Vplyv sezónnosti v jednotlivých mesiacoch roka je takmer identický v prípade celkovej úmrtnosti a úmrtnosti na choroby obehovej sústavy. Pri úmrtiach zapríčinených chorobami dýchacej sústavy, vplyv sezónnosti v porovnaní s celkovou úmrtnosťou narastá hlavne v zimných mesiacoch v januári, februári a marci.

4. ZÁVER

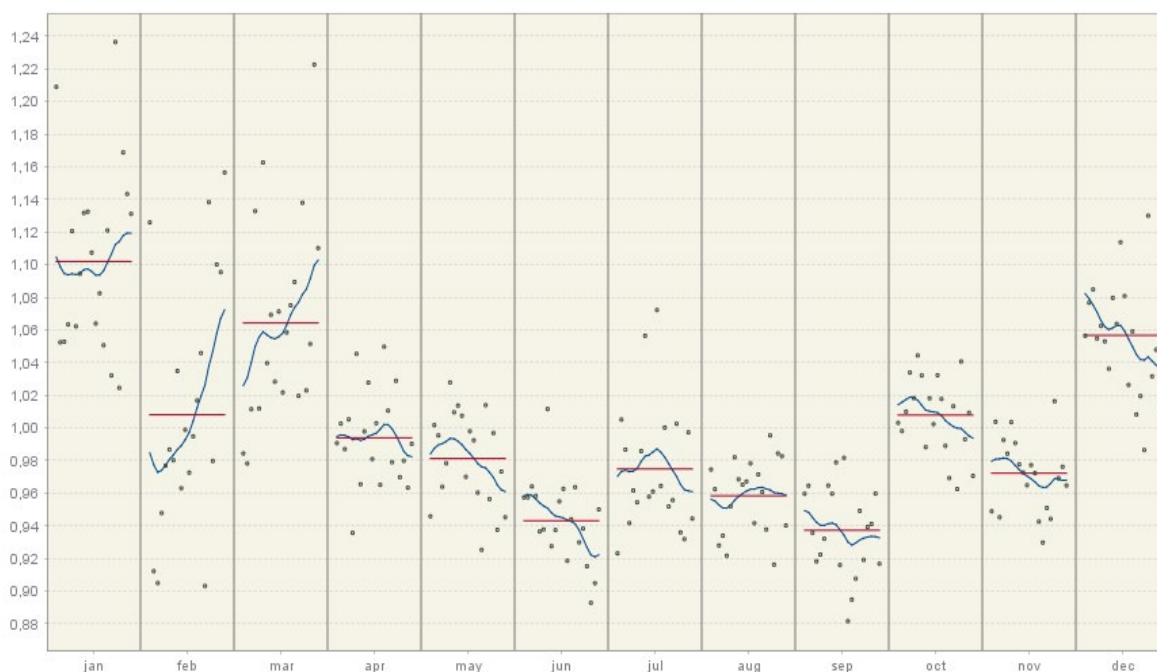
Sezónna analýza časových radov úmrtnosti prostredníctvom softvéru JDematre+ a metódy TRAMO/SEATS potvrdila, že časový rad celkovej úmrtnosti aj časové rady úmrtnosti podľa pohlavia alebo vybraných príčin smrti majú sezónny charakter. Z analýzy úmrtnosti podľa 5-ročných vekových skupín vyplynulo, že existujú také vekové skupiny, kde je vplyv sezónnosti neurčitý alebo ťažko identifikovateľný. Sezónnosť úmrtnosti je vo všeobecnosti stabilná, ale nie konštantná, vo všetkých analyzovaných prípadoch dochádza aspoň k miernej modifikácii sezónneho vzoru, výraznejšiu variabilitu sme zaznamenali len pri úmrtnosti na choroby obehovej sústavy.

Potvrdili sme tak hypotézu, že úmrtnosť na Slovensku má sezónny charakter a vplyv sezónnosti je možno identifikovať a merať prostredníctvom štandardnej metódy, ktorá sa dnes bežne používa na sezónnu úpravu ekonomických (socio-ekonomických) časových radov.

Rovnako ako sezónny index „winter/summer ratio“ aj štatistický prístup k zisťovaniu, meraniu a testovaniu sezónnosti potvrdil rozdiely medzi úmrtnosťou v zime a v lete v SR ako pravidlo.

Pomer „winter/summer ratio“ síce poukazuje na rozdiel medzi zimnými a letnými úmrtiami, ale vplyv sezónnosti v skutočnosti nemeria a nezohľadňuje, čo sa deje v ostatných mesiacoch. Tento ukazovateľ má však ešte ďalší nedostatok. Môže byť výrazným spôsobom vychýlený náhodnou zložkou časového radu a výskytom extrémnych hodnôt v časovom rade. Ako vyplynulo z analýzy, vplyv náhodnej zložky je významný, a nielen pri celkovej úmrtnosti, čo dokazuje graf č. 14.

Graf č. 14: Graf sezónno-nepravidelných indexov a sezónnych indexov pre jednotlivé periódy časového radu celkovej úmrtnosti



Zdroj: [16], vlastné spracovanie

Na grafe č. 14 je čiernymi bodmi znázornená sezónno – nepravidelná zložka (v našom prípade index), ktorá sa vypočíta ako pomer pôvodného časového radu k odhadovanému časovému radu trendu – predstavuje odhad detrendovaného časového radu. Modrá krivka predstavuje finálny sezónny index³ (hodnoty finálneho sezónneho indexu v jednotlivých rokoch sledovaného obdobia v danom mesiaci) a červená čiara reprezentuje priemerný sezónny index daného mesiaca v priebehu sledovaného obdobia. Modrá krivka naznačuje, že existujú medziročné diferencie medzi sezónami. Hodnoty sezónno-nepravidelného indexu sú značne vzdialené od krivky sezónnych indexov, čo znamená, že náhodné pohyby dominujú nad sezónnymi. V neprospech používania sezónneho indexu – „winter/summer ratio“ hovorí aj výskyt extrémnych hodnôt, ktoré do značnej miery spôsobujú vychýlenie tohto indexu, preukázateľne napr. extrémne úmrtia v januári 2017 významnou mierou ovplyvnili hodnotu tohto indexu (graf č. 2).

³ Finálny sezónny index zahŕňa okrem vplyvu sezónnosti aj vplyv kalendára, pri analyzovaných časových radoch úmrtnosti ide len o vplyv prestupného roka. Vplyv rozdielneho počtu dní v jednotlivých mesiacoch roka je už zahrnutý v sezónnom indexe, pretože ide o každoročne sa vyskytujúci jav.

LITERATÚRA

- [1] BRAŽINOVÁ, A. – SOMORČÍK, J. – KYNČL, J. – KRIŠTÚFKOVÁ, Z. – AVDIČOVÁ, M. – ŠPALEKOVÁ, M.: Hodnotenie zvýšenej celkovej úmrtnosti počas chrípkovej sezóny v Slovenskej republike v rokoch 2007 – 2017. Regionálny úrad verejného zdravotníctva Bratislava, 2018 [online]. [cit. 05-05-2021]. Dostupné na: <<https://www.amed.sk/podujatia/files/files/03052018145603-4brazinovaumrtnostachripka.pdf>>
- [2] GRUDKOWSKA, S.: JDemetra + User Guide Version 2.2, National Bank of Poland, 2015.
- [3] GÓMEZ, V. – MARAVALL, A.: 'Estimation, Prediction, and Interpolation for Nonstationary Series with the Kalman Filter. 1994. In: Journal of the American Statistical Association, Vol. 89, n° 426, pp. 611-624.
- [4] GÓMEZ, V. – MARAVALL, A.): Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economic Time Series. 2001a. In: 'A Course in Advanced Time Series Analysis'. PEÑA, D., TIAO, G., and TSAY, R. (eds.), Wiley and Sons, New York, pp. 202-246.
- [5] GÓMEZ, V. – MARAVALL, A.: Automatic modelling methods for univariate series. 2001b. In: 'A Course in Advanced Time Series Analysis'. PEÑA, D., TIAO, G., and TSAY, R. (eds.). Wiley and Sons, New York, pp. 171-201.
- [6] HEALY, JD.: Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. In: Journal of epidemiology and community health 57, 2003, s. 784 – 789.
- [7] CHADWICK, J. – MANN, WN. – GER, L.: Hippocratic writings. London, England: Penguin Books, 1983. 380 p.
- [8] JURČOVÁ, D.: Slovník demografických pojmov. Edícia Akty, Bratislava, apríl 2005, INFOSTAT, Výskumné demografické centrum [online]. [cit. 06-05-2021]. Dostupné na: <http://www.infostat.sk/vdc/pdf/slovník_2verdd.pdf>
- [9] von KLOT, S. – ZANOBETTI, A. - SCHWARTZ, J.: Influenza epidemics, seasonality, and the effects of cold weather on cardiac mortality, Environmental health: a global access science source, 2012, s. 11 – 74.
- [10] MAKRIDAKIS, S. – WHEELWRIGH, SC.: Interactive forecasting, Univariate and multivariate methods, Holden-Day, Inc. San Francisco.
- [11] NOBBE, K.: Seasonality of mortality, ReFlection, RGA's Global Medical Newsletter, vol. 40, 2017, [online]. [cit. 05-05-2021]. Dostupné na: <https://www.rgare.com/docs/default-source/newsletters-articles/reflections-vol-40-jan-2017.pdf?sfvrsn=2730a088_0>
- [12] RAU, R.: Seasonality in Human mortality. A Demographic Approach, Springer, 2006.
- [13] TESÁRKOVÁ, K.: Sezónnost demografických událostí. Příspěvek ze semináře k vybraným demografickým tématům. Praha, Přírodovědecká fakulta, 2008.
- [14] JDemetra+ dokumentácia: [online]. [cit. 04-06-2021]. Dostupné na: <https://jdemetradocumentation.github.io/JDemetra-documentation/pages/theory/>
- [15] Zdroj údajov: www.statistics.sk> štatistiky > demografia a sociálne štatistiky >obyvateľstvo a migrácia > preddefinované tabuľky >pramenné dielo - zomretí
- [16] Zdroj údajov: www.statistics.sk> databáza DATAcube> demografia a sociálne štatistiky > obyvateľstvo > stav a pohyb obyvateľstva > demografické procesy >úmrtia >Tabuľky

RESUMÉ

Cieľom príspevku bolo potvrdiť alebo vyvrátiť hypotézu, že úmrtnosť na Slovensku má sezónny charakter a vplyv sezónnosti je možné identifikovať a merať prostredníctvom

štandardnej metódy, ktorá sa dnes bežne používa na sezónnu úpravu socioekonomických časových radov. Príspevok sa teda venuje štatistickému prístupu k zisťovaniu, meraniu a testovaniu sezónnosti.

V analýze sa v prvom rade kládol dôraz na samotnú identifikáciu sezónnosti a zmenu jej vplyvu v čase. Na mesačné časové rady počtov úmrtí v členení podľa pohlavia a veku a údaje o počte úmrtí na choroby obehovej sústavy a choroby dýchacej sústavy sa použila metóda TRAMO/SEATS prostredníctvom softvéru JDemetra+.

Analýza potvrdila, že úmrtnosť na Slovensku má sezónny charakter a vplyv sezónnosti je možné identifikovať a merať prostredníctvom uvedenej metódy.

Analýza však tiež ukázala, že na distribúciu úmrtí v rámci roka má významný vplyv aj nepravidelná zložka, čo môže v niektorých prípadoch identifikáciu sezónnosti komplikovať. Samotné hodnoty nepravidelnej zložky však môžu mať vysokú informačnú hodnotu, pretože dokážu kvantifikovať účinok udalostí, o ktorých je známe, že sa stali.

RESUME

The aim of article was to confirm or reject the hypothesis that mortality in Slovakia has a seasonal character and the impact of seasonality can be identified and measured by means of a standard method commonly used today for seasonal adjustment of socioeconomic time series. The paper therefore deals with a statistical approach to the identification, measurement and testing of seasonality.

In the analysis, the emphasis was primarily put on the identification of seasonality and the change in its impact over time. The TRAMO / SEATS method using the JDemetra + software was used for the monthly time series of number of deaths broken down by sex and age and data on the number of deaths from circulatory and respiratory diseases.

The analysis confirmed that mortality in Slovakia is seasonal and the impact of seasonality can be identified and measured by means of this method.

However, the analysis also showed that the irregular component also has a significant effect on the distribution of deaths within a year, which can complicate the identification of seasonality in some cases. However, the values of the irregular component may be very informative, as they quantify the effect of events that are known to have happened.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

Ing. Helena Glaser-Opitzová je generálna riaditeľka sekcie všeobecnej metodiky a registrov Štatistického úradu SR a členka riaditeľskej skupiny Eurostatu pre metodológiu (DIME), ktorá poskytuje poradenstvo Európskemu štatistickému výboru (ESSC) v strategických otázkach. Zaoberá sa predovšetkým efektívnymi metódami na realizáciu štatistických zisťovaní s dôrazom na štandardizáciu štatistických procesov, systémom monitorovania, reportovania a vyhodnocovania kvality štatistických zisťovaní a ich produktov, sezónnou analýzou časových radov a ochranou dôverných štatistických údajov, využívaním administratívnych zdrojov údajov na štatistické účely.

KONTAKT

helena.glaser-opitzova@statistics.sk

Príloha č. 1

Identifikácia sezónnosti pre pôvodný časový rad celkovej úmrtnosti mužov (Výstup zo softvéru JDemetra+, metóda TRAMO/SEATS)

Summary

Data have been differenced and corrected for mean

Test	Seasonality
1. Auto-correlations at seasonal lags	YES
2. Friedman (non parametric)	YES
3. Kruskal-Wallis (non parametric)	YES
4. Spectral peaks	YES
5. Periodogram	YES
6. Seasonal dummies	YES
6bis. Seasonal dummies (AMI)	YES

1. Tests on autocorrelations at seasonal lags

Seasonality present

ac(12)=0,5364

ac(24)=0,5884

Distribution: Chi2 with 2 degrees of freedom

Value: 165,7613

PValue: 0,0000

2. Non parametric (Friedman) test

Based on the rank of the observations in each year

Seasonality present

Distribution: Chi2 with 11 degrees of freedom

Value: 129,1296

PValue: 0,0000

3. Non parametric (Kruskal-Wallis) test

Based on the rank of the observations

Seasonality present

Distribution: Chi2 with 11 degrees of freedom

Value: 145,5057

PValue: 0,0000

4. Identification of seasonal peaks in a Tukey periodogram and in an auto-regressive spectrum

Seasonality present

T or t for Tukey periodogram, A or a for auto-regressive spectrum; 'T' or 'A' for very significant peaks, 't' or 'a' for significant peaks, '_' otherwise

AT.a-.-.AT.AT.-t

5. Periodogram

Test on the sum of the values of a periodogram at seasonal frequencies

Seasonality present

Distribution: F with 11 degrees of freedom in the nominator and 216 degrees of

freedom in the denominator

Value: 29,1263

PValue: 0,0000

6. Tests on regression with fixed seasonal dummies

Regression model (on original series) with (0 1 1)(0 0 0) noises + mean

Seasonality present

Distribution: F with 11 degrees of freedom in the nominator and 225 degrees of freedom in the denominator

Value: 24,8566

PValue: 0,0000

6bis. Tests on regression with fixed seasonal dummies

Regression model (on original series) with ARIMA automatically identified model is: AR = 1,00000 - 0,370372 B; MA = 1,00000; var = 1.0

Seasonality present

Distribution: F with 11 degrees of freedom in the nominator and 226 degrees of freedom in the denominator

Value: 24,2156

PValue: 0,0000

Príloha č. 2

Kombinovaný test sezónnosti pre časový rad úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy (Výstup zo softvéru JDemetra+, metóda TRAMO/SEATS)

Non parametric tests for stable seasonality

Friedman test

Friedman statistic = 122,5692

Distribution: Chi2(11)

P-Value: 0,0000

Stable seasonality present at the 1 per cent level

Kruskall-Wallis test

Kruskall-Wallis statistic = 133.34470954356868

Distribution: Chi2(11)

P-Value: 0,0000

Stable seasonality present at the 1 per cent level

Test for the presence of seasonality assuming stability

	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square
Between periods	3.8691334831680306	11.0	0.3517394075607301
Residual	4.320806031777175	228.0	0.018950903648145504
Total	8.189939514945205	239.0	0.03426752935123517

Value: 18.560561231873002

Distribution: F with 11 degrees of freedom in the nominator and 228 degrees of freedom in the denominator

PValue: 0,0000

Seasonality present at the 1 per cent level

Evolutionary seasonality test

	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square
Between years	0.47061376972179775	19.0	0.02476914577483146
Error	2.8764177030671108	209.0	0.013762764129507707

Value: 1.799721737708619

Distribution: F with 19 degrees of freedom in the nominator and 209 degrees of freedom in the denominator

PValue: 0,0245

Moving seasonality present at the 5 per cent level

Combined seasonality test

Identifiable seasonality present