

Soňa Coss

PRIAMA A NEPRIAMA ŠTANDARDIZÁCIA ÚMRTNOSTI¹

Úvod

Pri analýzach intenzity rôznych demografických procesov (napr. pôrodnosti, sobášnosti, migrácie a pod.) zisťujeme, že ich úroveň veľmi často závisí aj od rôznych iných charakteristík. Takýmito charakteristikami sú napr. vek, pohlavie, vzdelanie, rodinný stav, ekonomický status a pod.

Pri posudzovaní úrovne týchto demografických javov v rôznych populáciách sa najčastejšie využívajú tzv. hrubé miery. Ich vyčíslenie je jednoduché a presné, ale charakteristika a spôsob ich výpočtu naznačuje najväčší nedostatok. Ukazovatele hrubých mier totiž vôbec nezohľadňujú vplyv týchto štrukturálnych premenných. Tým sa stávajú nevhodnými, najmä na objektívne porovnanie štrukturálne odlišných populácií. Podobne je to aj pri analýze úmrtnosti, ktorá je výrazne ovplyvnená najmä vekom.

Jej základný ukazovateľ, *hrubá miera úmrtnosti* je definovaná ako pomer súčtu zomretých z jednotlivých vekových skupín ku strednému stavu obyvateľstva. Je však zároveň váženým aritmetickým priemerom mier úmrtnosti podľa veku, kde váhami sú počty žijúcich v jednotlivých vekových skupinách.

$$hmú = \frac{D}{P} = \frac{\sum D_x}{P} = \frac{\sum \frac{D_x}{P_x} \cdot P_x}{P} = \sum u_x \cdot \frac{P_x}{P} \quad (1.1)$$

kde D je celkový počet zomretých v danej populácii

P – stredný stav obyvateľov

D_x – počet zomretých v jednotlivých vekových skupinách

P_x - stredný stav obyvateľov v danej vekovej skupine

u_x – miera úmrtnosti vo vekovej skupine

Z vyjadrenia vyplýva, že intenzita úmrtnosti meraná touto mierou je závislá jednak od intenzity úmrtnosti v jednotlivých vekových skupinách a zároveň od vekovej štruktúry danej populácie. Je zrejmé, že v populáciách s väčším podielom staršieho obyvateľstva dosahuje vyššie hodnoty, v porovnaní s relatívne mladšími populáciami. Tým hrubá miera úmrtnosti stráca svoju vypovedaciu schopnosť a prestáva byť

¹ Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia úlohy: VEGA 1/0092/15 moderné prístupy k navrhovaniu komplexných štatistických prieskumov, ktorého vedúcim je prof. Ing. Milan Terek, PhD.

spoľahlivým ukazovateľom na meranie rozdielov úmrtnosti jednotlivých krajín, ale aj pri skúmaní vývoja úmrtnosti v čase.

Eliminovať vplyv vekovej štruktúry môžeme pomocou štandardizácie. Zmyslom štandardizácie, podľa [8], je snaha previesť porovnávané súbory na vzájomne porovnateľný základ s cieľom odstrániť ich rozdielne štruktúry. K dispozícii máme dva prístupy, metódu priamej a nepriamej štandardizácie.

1 Priama štandardizácia

Priama štandardizácia je úprava, pri ktorej za štandard zvolíme určitú vekovú štruktúru a vážime ňou miery úmrtnosti podľa veku porovnávaných populácií. Podľa [3] a [8]:

$${}^{pst}_{\text{šm}}\dot{u} = \sum \dot{u}_x \cdot \frac{{}^{st}P_x}{{}^{st}P} = \frac{\sum \dot{u}_x \cdot \frac{{}^{st}P_x}{{}^{st}P}}{\sum \dot{u}_x \cdot \frac{{}^{st}P_x}{{}^{st}P}} \cdot \sum {}^{st}\dot{u}_x \cdot \frac{{}^{st}P_x}{{}^{st}P} \quad (1.2)$$

Všeobecne voľba štandardu závisí od nášho subjektívneho rozhodnutia a významne ovplyvňuje dosiahnutý výsledok. Podľa [3], môžeme za štandard zvoliť vekovú štruktúru ktorejkoľvek z porovnávaných populácií, príp. inú populáciu, ktorá má tzv. „normálnu“ vekovú štruktúru (neovplyvnenú napr. vojnami). Taktiež môžeme zvoliť vekovú štruktúru rádovo vyššej populácie. Napr. pri porovnávaní intenzity úmrtnosti jednotlivých okresov, volíme za štandard vekovú štruktúru celej republiky. Pri medzinárodnom porovnávaní populácií sa zvyčajne používa umelo vytvorená veková štruktúra odporúčaná Svetovou zdravotníckou organizáciou (WHO).

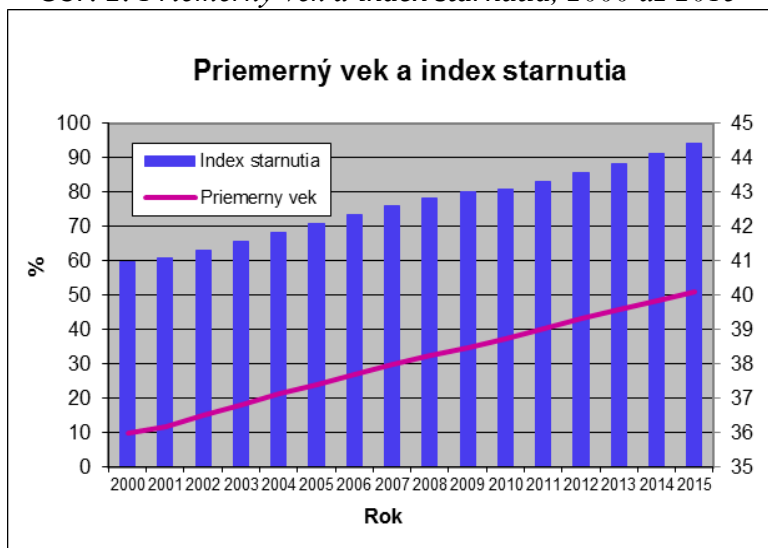
Pri výpočte priamej štandardizácie musíme mať k dispozícii absolútne počty zomretých podľa veku a vekovú štruktúru v danej populácii. Rovnako musíme poznať aj vekovú štruktúru štandardnej populácie. Prepočtom podľa vyššie uvedeného vzorca vypočítame hodnoty štandardizovanej miery úmrtnosti, ktorá by sa hypoteticky vyskytovala v reálnej populácii za predpokladu, že by jej veková štruktúra zodpovedala vekovej štruktúre štandardu. Podrobný postup je dostupný v [9] a [10].

1.1 Aplikácia priamej štandardizácie pri analýze vývoja úmrtnosti

Po zlepšovaní celkových úmrtnostných pomerov v 90-tych rokoch minulého storočia, by sme očakávali pokračujúci pokles hrubej miery úmrtnosti aj nasledujúcich 15 rokov. Analýzou hodnôt tejto miery (Tabuľka č.1) v období rokov 2000-2015 však pozorujeme, že k nejakému výraznému poklesu nedošlo. U mužov sledujeme stagnáciu na úrovni 10‰, u žien dokonca mierny nárast ukazovateľa.

Stagnuje, resp. dochádza k zhoršovaniu úmrtnostných pomerov na Slovensku za ostatných 15 rokov? Vysloviť takýto záver by bolo asi trochu nepresné a zavádzajúce. Proti hovorí aj analýza ostatných ukazovateľov úmrtnosti a dĺžky života. V sledovanom období totiž došlo k poklesu mier úmrtnosti vo všetkých vekových skupinách, zlepšili sa aj ukazovatele strednej dĺžky života pri narodení u oboch pohlaví. Prečo teda neklesá aj ukazovateľ hrubej miery úmrtnosti?

Obr. 1: Priemerný vek a index starnutia, 2000 až 2015



Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [11]

Vývoj ukazovateľa priemerného veku aj index starnutia (Obr. 1) jednoznačne potvrdili starnutie slovenskej populácie. Táto výrazná zmena vekovej štruktúry zrejme intenzívne ovplyvňuje aj vývoj hrubej miery úmrtnosti.

Očistiť hrubú mieru úmrtnosti od vplyvu tohto faktora môžeme práve pomocou metódy priamej štandardizácie. Aplikovali sme ju na údaje o počte zomretých v 5-ročných vekových skupinách, pričom ako váhu (štandard) sme použili vekovú štruktúru z roku 2000. Vzhľadom na rozdiel v úmrtnosti mužov a žien sme sa zaoberali každým pohlavím oddelene.

Štandardizácia ukazovateľov nám pomôže vystihnúť zmeny úmrtnosti bez vplyvu starnutia populácie Slovenska. Získame tak reálnu predstavu o tom, ako sa zmenila úmrtnosť na Slovensku iba vplyvom zmien úmrtnosti v jednotlivých vekových skupinách, teda samotných intenzít úmrtnosti. Výsledky po eliminácii vplyvu faktora sú veľmi zaujímavé.

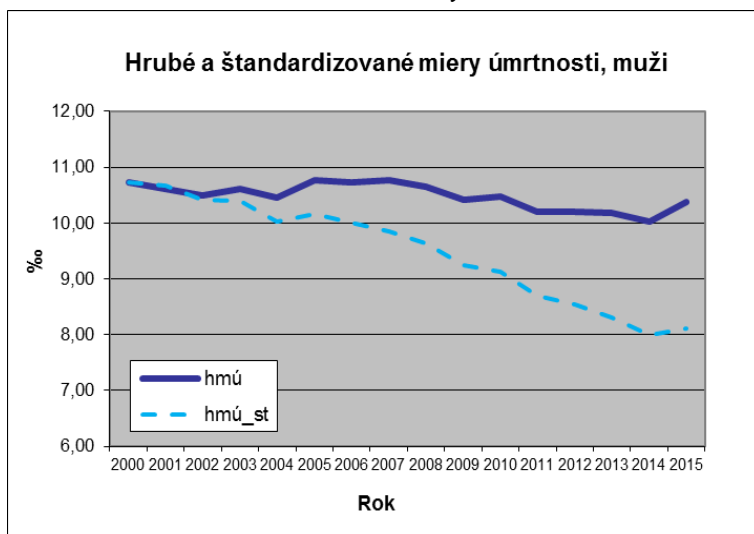
Tabuľka 1: Hrubé a štandardizované miery úmrtnosti (v ‰)

		Rok							
Muži		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	hmú	10,72	10,60	10,50	10,61	10,45	10,77	10,73	10,77
	šmú	10,72	10,67	10,41	10,39	10,03	10,15	10,01	9,86
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	hmú	10,66	10,42	10,47	10,19	10,21	10,19	10,03	10,39
	šmú	9,63	9,25	9,13	8,70	8,54	8,30	8,00	8,11
Ženy		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	hmú	8,85	8,77	8,71	8,86	8,86	9,13	9,09	9,23
	šmú	8,85	8,91	8,71	8,70	8,44	8,51	8,29	8,25
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	hmú	9,05	9,14	9,24	9,06	9,21	9,09	8,94	9,48
	šmú	7,96	7,84	7,75	7,45	7,39	7,11	6,79	7,04

Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [11]

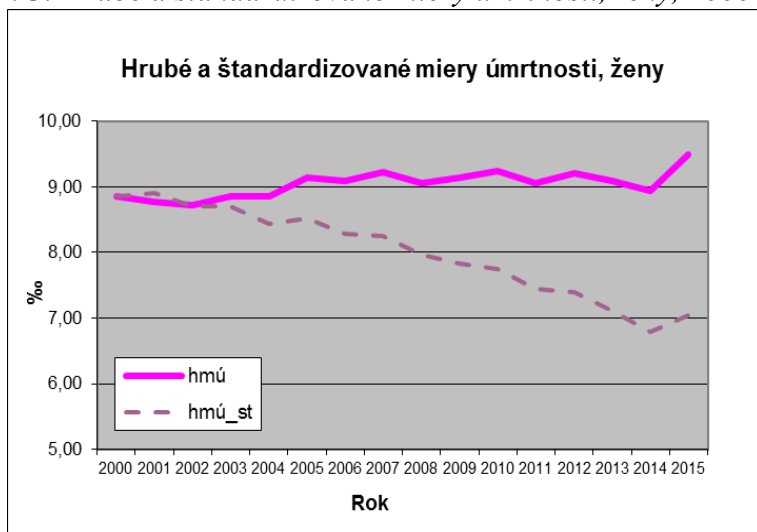
Pri posudzovaní úmrtnosti pomocou štandardizovaných mier vidíme omnoho výraznejší pokles a zlepšovanie úmrtnostných pomerov u oboch pohlaví. To, že sa krivky grafu hrubej a štandardizovanej miery postupne rozchádzajú, potvrdilo fakt starnutia populácie Slovenska. Staršie ročníky nadobúdajú stále väčšiu váhu, čím negatívne ovplyvňujú ukazovatele hrubých mier.

Obr. 2: Hrubé a štandardizované miery úmrtnosti, muži, 2000-2015



Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [11]

Obr. 3: Hrubé a štandardizované miery úmrtnosti, ženy, 2000-2015



Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [11]

V skutočnosti teda môžeme konštatovať podstatne výraznejšie zlepšovanie úmrtnosti ako pri použití hrubých mier. Interpretácia štandardizovaných mier naznačuje, aké by boli hodnoty hrubých mier za predpokladu, že by nedochádzalo k starnutiu obyvateľstva v SR. To znamená, že ak by sa veková štruktúra nezmenila a zostala by rovnaká ako v roku 2000, hrubá miera úmrtnosti by bola u mužov v roku 2015 na úrovni 8,11‰ a u žien iba 7,04‰. Za tohto predpokladu by v roku 2015 hypoteticky zomrelo iba 21,3 tisíc mužov a 19,5 tisíc žien. To je o 6,1 tisíc menej mužov a o 6,8 tisíc menej žien než v skutočnosti zomrelo v roku 2015.

2. Nepriama štandardizácia

Na analýzu úmrtnosti však môžeme využiť aj nepriamu štandardizáciu. Je to úprava, pri ktorej za štandard volíme miery úmrtnosti podľa veku niektorej z porovnávaných populácií. Vychádzame pritom z toho, že máme k dispozícii vekovú štruktúru za všetky populácie. Podľa [3] a [8]:

$${}^{nst}\tilde{smú} = \frac{D}{\sum {}^{st}\tilde{u}_x \cdot P_x} \cdot {}^{st}hmú = \frac{\sum \tilde{u}_x \cdot \frac{P_x}{P}}{\sum {}^{st}\tilde{u}_x \cdot \frac{P_x}{P}} \cdot \sum {}^{st}\tilde{u}_x \cdot \frac{{}^{st}P_x}{P} \quad (1.3)$$

Veľkou výhodou nepriamej štandardizácie je, že nám stačí mať k dispozícii v porovnávaných populáciách iba celkový počet zomretých a vekovú štruktúru. Za štandardnú populáciu potrebujeme poznať absolútne počty zomretých podľa veku a vekovú štruktúru štandardu.

Nepriamou štandardizáciou sa upravuje hrubá miera úmrtnosti štandardnej populácie indexom úmrtnosti, ktorý porovnáva intenzitu úmrtnosti skutočne pozorovanej populácie s intenzitou úmrtnosti štandardnej populácie, pri využití vekovej štruktúry pozorovanej populácie.

Na princípe nepriamej štandardizácie je založený aj ďalší ukazovateľ - štandardizovaný úmrtnostný index $^{nst}úi$. Jeho základom je porovnanie skutočného a očakávaného počtu úmrtí za predpokladu intenzity úmrtnosti štandardnej populácie. Podľa [3]:

$$^{nst}úi = \frac{D}{\sum {}^{st}ú_x \cdot P_x} = \frac{D}{\sum D_x^{st} \cdot \frac{P_x}{P_x^{st}}} \quad (1.4)$$

Očakávaný počet zomretých vypočítame tak, že počet zomretých štandardnej populácie upravíme (násobíme) podielom žijúcich skúmanej a štandardnej populácie. Vďaka jednoduchšej interpretácii je práve tento index veľmi často využívaný pri analýzach diferenciácie úmrtnosti. Štandardizovaný úmrtnostný index vyjadruje, ako by sa zmenil počet zomretých, ak by veková štruktúra zostala rovnaká, iba by sa zmenili miery úmrtnosti podľa veku. Ak je hodnota indexu väčšia ako 1, intenzita úmrtnosti v danej populácii je väčšia v porovnaní so štandardnou populáciou. Zároveň nám vyčísluje o koľko percent je táto hodnota vyššia ako priemer. Pri hodnotách indexu menších ako 1, sa jedná o podpriemernú úroveň úmrtnosti.

Samozrejme obe metódy majú v prípade používania svoje výhody aj nevýhody. Využitie typu štandardizácie jasne determinujú údaje o populácii, ktoré máme k dispozícii. Priamej štandardizácii dávame prednosť, ak máme dostatok údajov o špecifických mierach úmrtnosti vo všetkých porovnávaných populáciách. Nepriama štandardizácia môže byť vhodným riešením najmä pri nedostatku údajov o špecifických mierach úmrtnosti v jednotlivých populáciách. Na výpočet postačia počty zomretých za populácie a veková štruktúra, ktorá je zväčša k dispozícii. Taktiež je veľmi vhodným nástrojom, pri porovnávaní malých regionálnych celkov, kde pri podrobných vekových štruktúrach a práci s relatívne malými hodnotami, môže dochádzať k veľkým náhodným výkyvom hodnôt.

2.1 Aplikácia nepriamej štandardizácie pri regionálnej analýze úmrtnosti

Ďalšou možnosťou využitia štandardizácie je regionálne skúmanie úmrtnosti. Ide o porovnávanie úmrtnosti regiónov s rozličnou vekovou štruktúrou. Za štandard sa môže použiť niektorý z regiónov s „typickou“ vekovou štruktúrou, avšak omnoho častejšie sa volí ako štandard nadradený územný celok.

My sme pracovali s údajmi o krajoch Slovenskej republiky v roku 2015. Vekové štruktúry v jednotlivých regiónoch sme analyzovali z hľadiska základných vekových

skupín – predproduktívneho, produktívneho a poproduktívneho veku. Ako štandard sme zvolili miery úmrtnosti podľa základných vekových skupín za celé Slovensko. Opäť sme skúmali každé pohlavie samostatne. Vypočítali sme jednak hodnoty štandardizovaných úmrtnostných indexov aj štandardizované miery úmrtnosti. Postup je podrobne popísaný v [9] a [10].

Štandardizované úmrtnostné indexy sú veľmi vhodné na porovnávanie krajov. Ide o pomer skutočného a očakávaného počtu zomretých (za predpokladu intenzít úmrtnosti štandardu – teda celoslovenského ukazovateľa). Sú vyjadrené v % a jednoznačne poukazujú, v ktorých regiónoch je úmrtnosť nižšia (a o koľko %), resp. vyššia v porovnaní s celoslovenským priemerom.

Pri porovnávaní štandardizovaných úmrtnostných indexov u mužov vidíme, že vyššiu úmrtnosť v porovnaní s celoslovenským priemerom dosahujú najmä košický, žilinský, banskobystrický a najmä nitriansky kraj. Podpriemernú úroveň úmrtnosti vykazujú prešovský, trenčiansky kraj. Najlepšie hodnoty indexu dosiahol bratislavský kraj, v ktorom je mužská úmrtnosť až o 12% nižšia v porovnaní s celoslovenským priemerom.

Tabuľka 2: Hrubé a štandardizované miery úmrtnosti, kraje 2015

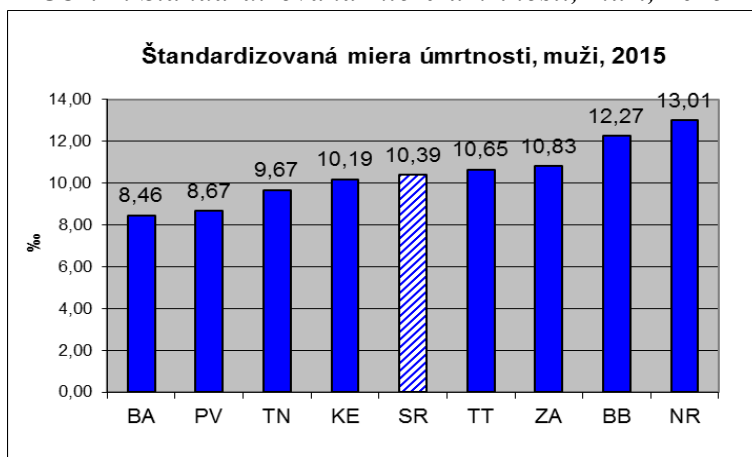
		SR	BA	TT	TN	NR	ZA	BB	PV	KE
Muži	hmú	10,39	9,67	10,67	10,43	11,90	10,42	11,39	9,05	9,96
	úi		0,88	1,00	0,93	1,09	1,04	1,08	0,96	1,02
	šmú		8,46	10,65	9,67	13,01	10,83	12,27	8,67	10,19
Ženy	hmú	9,48	9,25	9,96	9,44	11,00	8,99	10,28	8,50	8,85
	úi		0,95	1,03	0,93	1,07	0,98	1,04	1,00	0,99
	šmú		8,74	10,26	8,79	11,75	8,85	10,68	8,50	8,79

Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [12]

U žien bola situácia trochu iná. Nadpriemerné hodnoty pozorujeme v trnavskom, banskobystrickom a najmä v nitrianskom kraji. Podpriemerná úroveň ženskej úmrtnosti bola v košickom, žilinskom a bratislavskom kraji. Najnižšiu hodnotu u žien dosiahol trenčiansky kraj, na úrovni 7% pod celoslovenským priemerom.

Hodnoty štandardizovaných úmrtnostných indexov samozrejme ovplyvňujú následne aj výpočet štandardizovaných mier úmrtnosti. Pomocou nich upravíme pôvodnú hrubú mieru úmrtnosti daného regiónu na štandardizovanú (porovnateľnú) úroveň. Výsledné hodnoty štandardizovaných mier úmrtnosti znázorňujú nasledujúce dva grafy.

Obr. 4: Štandardizovaná miera úmrtnosti, muži, 2015

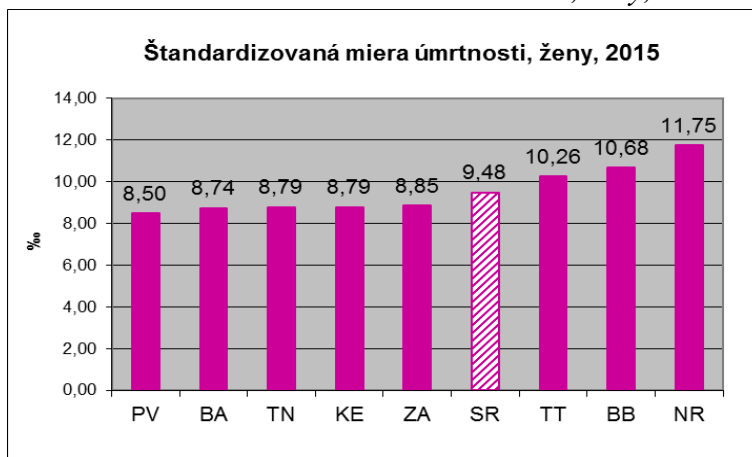


Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [12]

Vyjadrujú hodnotu celkovej miery úmrtnosti v danom kraji za predpokladu, že by boli intenzity úmrtnosti zhodné s celoslovenským priemerom. Takto očistené miery umožňujú usporiadať poradie krajov z hľadiska celkového ukazovateľa úmrtnosti.

Pri pohľade na hodnoty štandardizovanej úmrtnosti mužov v jednotlivých krajoch, vidíme, že najvyššie hodnoty dosahuje v nitrianskom a banskobystrickom kraji (13,01 resp. 12,27 zomretých mužov na 1000 mužov daného kraja). Najnižšiu štandardizovanú mieru úmrtnosti sme zaznamenali v bratislavskom kraji (8,46‰) a v prešovskom kraji (8,67‰). Celková štandardizovaná úmrtnosť mužov na Slovensku je na úrovni 10,39 zomretých na 1000 mužov.

Obr. 5: Štandardizovaná miera úmrtnosti, ženy, 2015



Zdroj: Vlastné spracovanie, dáta: [12]

Pri skúmaní úmrtnosti žien vidíme, že hodnota celoslovenského priemeru sa pohybuje na úrovni 9,48 promile. Najlepším krajom ženskej úmrtnosti je prešovský kraj s hodnotou 8,50 zomretých žien na každých 1000 žien daného kraja. Nasledujú kraje bratislavský, trenčiansky, košický a žilinský s veľmi podobnými hodnotami štandardizovanej úmrtnosti. Najvyššia hodnota štandardizovanej úmrtnosti žien je v nitrianskom kraji, s náskokom viac ako 2,27 promilových bodov oproti celoslovenskému priemeru.

Rozdielne hodnoty hrubej miery úmrtnosti a štandardizovaných mier úmrtnosti potvrdili, že hrubá miera úmrtnosti nie je dostatočným ukazovateľom na meranie regionálnych rozdielov úmrtnosti. Najmä, ak ide o regióny s rozdielnym vývojom pôrodnosti, zdravotného stavu obyvateľstva, úmrtnosti a následne aj rozdielných vekových štruktúr.

Záver

Pri analýzach úmrtnosti, ak chceme porovnávať regióny z hľadiska rôznej intenzity úrovne úmrtnosti, musíme použiť miery úmrtnosti vhodné na porovnávanie intenzitných ukazovateľov, t.j. štandardizované ukazovatele. Štandardizácia je jedným z prostriedkov demografickej analýzy, ktorý umožňuje vylúčiť vplyv štrukturálnych premenných na úroveň intenzitných demografických ukazovateľov, čím sa zabezpečí lepšia porovnateľnosť údajov. Tento postup môžeme aplikovať na analýzu mnohých demografických javov (pôrodnosť, sobášnosť, rozvodovosť...) a to bez ohľadu na to, aký štrukturálny vplyv chceme vylúčiť. Či už ide o vekovú štruktúru, sociálnu štruktúru, podiel pohlaví, prípadne podiel mestského a vidieckeho obyvateľstva.

Metódu priamej štandardizácie sme využili pri analýze vývoja úmrtnosti na Slovensku v období rokov 2000 až 2015. Nepriamu štandardizáciu na regionálnu analýzu úmrtnosti v roku 2015 na úrovni jednotlivých krajov. Získali sme ukazovatele, ktoré lepšie charakterizujú reálne zmeny v úmrtnosti, ku ktorým došlo na Slovensku.

Kľúčové slová

Priama štandardizácia, nepriama štandardizácia, analýza úmrtnosti

Klasifikácia JEL

J11

LITERATÚRA

- [1] Fiala A. 1987. *K problémům hodnocení statistické významnosti srovnávacích indexů úmrtnosti*. In: Zborník príspevkov z konferencie Čs. demografickej spoločnosti pri ČSAV–„Úmrtnost a stárnutí obyvatelstva v ČSSR“ v dňoch 28.-30.4.1987 v Liblicích. Praha: ČDS pri ČSAV, 1987. 32-38s. ISBN

-
- [2] Jurčová D. 2005. *Slovník demografických pojmů*. Bratislava : Akty, 2005. 72s. ISBN 80-85659-40-9
- [3] Pavlík Z. – Rychtaříková J. – Šubrtová A.: *Základy demografie*. Praha : Academia, 1986. 727s. ISBN 15-593-1983-32
- [4] Roubíček V. 1966. *Vybrané kapitoly z demografie I*. Praha: SPN, 1966. 166s. ISBN
- [5] Roubíček V. 1971. *Základní problémy obecné a ekonomické demografie*. Praha: VŠE, 1971. 161s. ISBN
- [6] Roubíček V. 1988. *K problému zkoumání územní diferenciace úmrtnosti*. In: Zborník príspevkov z konferencie Čs. demografickej spoločnosti pri ČSAV– „Úmrtnost a stárnutí obyvateľstva v ČSSR“ v dňoch 28.-30.4.1987 v Liblicích. Praha: ČDS pri ČSAV, 1988. 102-113s. ISBN
- [7] Roubíček V. 1997. *Úvod do demografie*. Praha: Codex Bohemia, 1997. s. ISBN.
- [8] Srb V. – Kučera M. – Ružička L. 1971. *Demografie*. Praha: Svoboda, 1971. 611s. ISBN 25-081-71
- [9] Standardisation. Dostupné na: <http://www.healthknowledge.org.uk/e-learning/epidemiology/specialists/standardisation>
- [10] Easy Way to Learn Standardization: Direct and Indirect Methods. Dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3406211/>
- [11] Dáta: absolútne počty zomretých podľa veku, stredný stav obyvateľov podľa 5-ročných vekových skupín, 2000-2015, dostupné na: <http://www.infostat.sk/vdc/>
- [12] Dáta: stredný stav obyvateľov podľa veku, počty zomretých za kraje SR, rok 2015, dostupné na: <http://datacube.statistics.sk/>

RESUMÉ

Štandardizácia je univerzálnym nástrojom na porovnávanie mier úmrtnosti rôznych populácií. Využitie iba hrubých mier úmrtnosti, by dostatočne nezachytilo skutočnú úroveň a zlepšovanie úmrtnosti. Najmä pri porovnávaní populácií s rozdielnou vekovou štruktúrou a rôznym stupňom starnutia. K dispozícii máme dve metódy, priamu a nepriamu štandardizáciu. Obe umožňujú vypočítať miery úmrtnosti, v ktorých je potlačený vplyv štruktúrneho faktora ovplyvňujúceho zmeny skúmaného intenzitného ukazovateľa.

SUMMARY

Standardization is an universal tool comparing mortality rates of different populations. Using crude death rates, would be not very informative about the real changes of mortality improvement, especially in populations with different age structure and ageing process. Two methods of standardization are commonly used, direct and indirect standardization. Both allow to calculate mortality indicators, that are independent on structural factor in changes of intensity indicators.

Kontakt

Ing. Soňa Coss, PhD., Katedra štatistiky, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 1, 520 35 Bratislava, e-mail: sona.coss@gmail.com