



SEZONSKE VARIJACIJE SMRTNOSTI OD KARDIOVASKULARNIH, RESPIRATORNIH I MALIGNIH OBOLJENJA U GRADU BEOGRADU

Svetlana STANIŠIĆ STOJIC^{*}, Nemanja STANIŠIĆ^{*}
Andreja STOJIC[♦], Vladimir DŽAMIC^{*}

Cilj rada je analiza sezonskih varijacija mortaliteta uzrokovanog kardiovaskularnim, respiratornim i malignim oboljenjima, kao i prikaz faktora životne sredine koji leže u osnovi ovog fenomena. Predstavljeno istraživanje se odnosi na Grad Beograd i sprovedeno je na osnovu podataka o dnevnoj smrtnosti 2009-2014. godine (Gradski zavod za javno zdravlje) i godišnjoj smrtnosti 2000-2014. (Republički zavod za statistiku). Za analizu varijacija mortaliteta korišćene su Theil-Sen, smooth trend i metoda kubne spline interpolacije, dok su za ispitivanje distribucije korišćeni indeks sezonalnosti, indeks različitosti i indeks entropije. Rezultati pokazuju da je sezonalnost naročito izražena u slučaju kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta, sa najvišom stopom smrtnosti u februaru i martu i minimalnim vrednostima tokom letnjeg perioda. Suprotno tome, mortalitet uzrokovan malignim oboljenjima ne pokazuje značajne sezonske varijacije, a više od trećine smrtnih slučajeva se beleži među mlađim osobama (45-64 godine). Kada je u pitanju desezonalizovan trend, smrtnost od kardiovaskularnih oboljenja pokazuje stagnaciju, dok su mortalitet od malignih oboljenja i respiratorni mortalitet u umerenom odnosno značajnom porastu. Ovakav trend je uniforman u skoro svim beogradskim opštinama, a prosečne stope smrtnosti u poslednjih 15 godina su bile više u centralnim nego u perifernim zonama Grada, naročito kada je u pitanju smrtnost od maligniteta. Bolje razumevanje sezonskih varijacija mortaliteta uzrokovanog hroničnim nezaraznim bolestima je neophodno kako bi se moglo preventivno delovati u cilju njegovog smanjenja, naročito onog dela koji se odnosi na kardiovaskularna i maligna oboljenja, za koji su godišnje stope među najvišim registrovanim u Evropi.

Ključne reči: mortalitet, uzroci smrti, sezonske varijacije, hronične bolesti, Beograd.

Uvod

Dinamika stanovništva je pod uticajem velikog broja faktora od kojih se najviše istražuje uzajamno dejstvo tri najvažnija fenomena – fertiliteta, mortaliteta i migracija, i njihov uticaj na populacioni rast, pad ili

^{*} Fakultet za turistički i hotelijerski menadžment Univerziteta Singidunum, Beograd (Srbija); email: sstanisic@singidunum.ac.rs

^{*} Poslovni fakultet u Beogradu, Univerzitet Singidunum, Beograd (Srbija)

[♦] Institut za fiziku Univerziteta u Beogradu (Srbija)

stabilizaciju (Devedžić, 2013). Iako se Srbija po brojnim pokazateljima svrstava u zemlje u razvoju, njene demografske tendencije, kada su u pitanju očekivane promene u strukturi i broju stanovnika, su u velikoj meri podudarne onima koje se očekuju u razvijenim, zapadnim zemljama (Šuković, 2013). Kao razlog depopulacije koja se u Srbiji beleži decenijama unazad najčešće se navodi niska stopa nataliteta i horizontalna društvena pokretljivost, koja se pre svega odnosi na međunarodna migraciona kretanja mladih, na šta su uticali efekti globalizacije, tokovi međunarodnog kapitala, tehnološkog napretka, unapređenje saobraćajne strukture, razvoj telekomunikacija i transportnih sredstava i sl. (Casteles, Miller, 2008; King, 2002 u: Penev, Predojević-Despić, 2012). Međutim, činjenica je da i visoka stopa smrtnosti značajno doprinosi ovakvom stanju. Prema podacima iz 2011. godine, opšta stopa mortaliteta u Srbiji od 14,20 na 1.000 stanovnika (Marinković, 2014) je četvrta po visini u Evropi, odmah nakon vrednosti registrovanih u Bugarskoj, Belorusiji i Ukrajini za istu godinu (WHO Europe, 2015). Visoke stope smrtnosti od hroničnih, masovnih, nezaraznih bolesti u zemljama Istočne i Centralne Evrope su posledica pre svega socioekonomskih, psihosocijalnih razloga, kao i životnog stila, faktora životne sredine i odsustva medicinske nege i primarne prevencije (Müller-Nordhorn et al., 2008).

U istraživanju koje je bilo usmereno na ispitivanje uzroka mortaliteta u Srbiji, Marinković (2012) opisuje promene koje su se desile od 1950. do 2009. godine i navodi da je najveći rast relativnog učešća, od 12,9 do 61,3% u ukupnoj smrtnosti, bio vezan za oboljenja kardiovaskularnog sistema, dok je ishod infektivnih bolesti postao statistički zanemarljiv. S druge strane, relativni udeo mortaliteta uzrokovanog malignitetima se u istom periodu uvećao gotovo šest puta, zbog čega se danas svaki peti smrtni slučaj u Srbiji registruje kao posledica malignih oboljenja. Nakon inicijalnog porasta očekivanog trajanja života sa 56 na 71 godinu, koji je registrovan u periodu od 1950. do 1975, dalji rast sve do danas je bio značajno usporen porastom stope smrtnosti od kardiovaskularnih i malignih oboljenja (Marinković, 2012).

Istraživanje uticaja specifičnih faktora na smrtnost populacije datira od antičkih vremena i Hipokrata. Pišući svoje delo *Vazduh, voda i zemlja*, Hipokrat je među prvima uočio da smrtnost stanovništva zavisi i od godišnjih doba (Penev, 2014). Od 19. veka do danas, postala su brojnija naučna istraživanja čiji je predmet proučavanja uticaj faktora životne sredine, naročito sezonskih, na mortalitet i životni vek populacije. Jedan od osnivača sociologije, Emil Dirkem (Durkheim), izučavajući fenomen samoubistva i povezanost ovog ličnog čina sa društvom i društvenim uticajima, uočava još u 19. veku da su suicidi znatno ređi u zimu, a najčešći u proleće i rano leto.

Pitanje koje je izazivalo veliku pažnju istraživača u oblasti demografije jeste upravo da li postoji direktan kauzalitet između sezonalnog faktora i mortaliteta ili, pak, postoje određeni faktor socijalne i socioekonomske prirode koji tome doprinose. Ukoliko pretpostavimo da postoji direktan kauzalitet između sezonalnih faktora i mortaliteta, to bi nedvosmisleno značilo da u državama sa najnižom temperaturom stopa mortaliteta jeste najveća. Međutim, u svom istraživanju iz 1989. godine, Mek Ki je pokazao upravo suprotno (Mc Kee, 1989. u: Rau, 2007).

U svojoj opsežnoj naučnoj studiji, Rau ističe da je shvatanje po kome sezonalni faktor direktno dovodi do mortaliteta, krajnje simplifikovano. Analizirajući tzv. lanac uzročnosti sezonskog faktora i mortaliteta, on uočava da sezonski faktor dovodi do biomedicinske reakcije organizma (u vidu povećane koagulacije krvi, respiratornih infekcija i slično), te konsekvantno, do povećanog rizika od mortaliteta (Rau, 2007).

Dodatno usložnjavajući posmatrani lanac uzročnosti, kako bi objasnio pojavu sezonalnih paradoksa, Rau navodi postojanje različitih socijalnih i socioekonomskih faktora, koji posreduju između sezonalnog faktora, biomedicinske reakcije na ove faktore i demografske reakcije u vidu povećanog rizika od mortaliteta (Rau, 2007).

Bez obzira na aktuelnost ovog problema, u našoj zemlji nije bilo mnogo istraživanja na tu temu sve do poslednjih nekoliko godina. U studiji iz 2011. godine, analiziran je uticaj biometeoroloških faktora na stopu smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti u Kragujevcu (Gajić et al., 2011). Takođe, u svojoj doktorskoj disertaciji, Arsenović (2014) je istraživala uticaj pojedinih biometeoroloških činilaca na stopu smrtnosti u Novom Sadu. Oba istraživanja su pokazala značajnu vezu između niskih temperatura i mortaliteta. Istraživanje koje se bavilo uticajem temperature na mortalitet u Gradu Beogradu u periodu od 1888. do 2008. godine objavljeno je 2012. godine (Đurđev et al., 2012). Autori navode da je utvrđena jaka korelacija između smrtnosti i niskih temperatura za period do Prvog svetskog rata, najverovatnije kao posledica nemogućnosti stanovništva da se prilagodi vremenskim uslovima, dok je poslednje dve decenije primetan porast mortaliteta u toploj sezoni, što je posledica dejstva ekstremno visokih temperatura.

Razumevanje sezonskih uticaja na stopu smrtnosti prouzrokovanu malignim, respiratornim i kardiovaskularnim bolestima, može da pomogne unapređenju zdravstvene kulture populacije i osvešćivanju populacije u kontekstu veće brige o zdravlju u promenljivim meteorološkim uslovima u svetlu globalnog zagrevanja i klimatskih promena. Takođe, mogu se unaprediti sociopsihološki i ekonomski aspekti društvenog života kojima bi se delovalo preventivno na druge faktore stresa iz životne sredine koji nisu ograničeni isključivo na vremenske

prilike a koji uzrokuju nastanak hroničnih, masovnih, nezaraznih oboljenja, kao što je zagađenje vazduha. Ključni cilj ovde prikazanog istraživanja jeste naučni opis i objašnjenje sezonalnosti mortaliteta uzrokovanog kardiovaskularnim, respiratornim i malignim bolestima u Gradu Beogradu u periodu 2009. do 2014. godine. Društveni cilj istraživanja jeste doprinos unapređivanju populacione politike u budućem periodu, na osnovu činjenica i nalaza do kojih smo došli.

Metodi

U radu su obrađeni neobjavljeni podaci o dnevnoj smrtnosti dobijeni iz Gradskog zavoda za javno zdravlje Beograd (GZJZ) za period od 2009. do 2014. godine, kao i podaci o godišnjoj smrtnosti Republičkog zavoda za statistiku (RZS), za period od 2000. do 2014. godine. Podaci se odnose na Grad Beograd i dobijeni su na lični zahtev autora.

Za grafički prikaz sezonskih varijacija mortaliteta korišćena je metoda kubne *spline* interpolacije, pri čemu je nezavisna varijabla (x) definisana kao redni broj dana u godini, a zavisna (y) kao relativni doprinos posmatranog dana ukupnoj smrtnosti pripadajuće godine izražen u procentima. Glatka kriva dobijena primenom ove metode je pogodna za vizuelnu inspekciju i uočavanje obrasca sezonske komponente.

Formalno, kubni splajn je izlomljena funkcija oblika (Pollock, 1993; McKinley, Levine, 1998):

$$S(x) = \begin{cases} S_1(x) \text{ za } x_1 \leq x < x_2 \\ S_2(x) \text{ za } x_2 \leq x < x_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ S_{n-1}(x) \text{ za } x_{n-1} \leq x < x_n \end{cases}$$

pri čemu je s_i polinom trećeg stepena:

$$s_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i$$

za $i=1, 2, \dots, n-1$.

Funkcija $S(x)$ interpolira sve tačke podataka, neprekidna je (polinomi se provlače kroz takozvane čvorove na kojima se spajaju podintervali interpolacije) i dva puta neprekidno diferencijabilna na opsegu vrednosti $[x_1, x_n]$.

Detalji u vezi sa utvrđivanjem vrednosti λ parametra splajn funkcije dati su u dokumentaciji paketa *stats* u okviru programskog jezika R (R Core Team, 2015).

Za utvrđivanje trendova stope mortaliteta, na vremenske serije dese-zonalizovane STL procedurom, primenjeni su *Theil-Sen* i *smooth* trend metodi paketa *openair* (Carslaw, Ropkins, 2012) u okviru programskog jezika R.

Theil-Sen metod predstavlja generalizaciju medijane u višedimen-zionalnom prostoru promenljivih. Procena trenda se vrši na osnovu parametara linearnih regresija svih mogućih kombinacija p tačaka datog podskupa, pri čemu je rezultat definisan kao prostorna medijana koeficijenata regresije, odnosno odgovarajućih preseka. Model je robustan u odnosu na ekstremne vrednosti i daje dobar nivo poverenja nezavisno od tipa raspodele podataka.

Zbog kompleksnih veza između promenljivih, u najvećem broju primena linearna regresija predstavlja relativno grubu aproksimaciju njihove funkcionalne zavisnosti. Za analizu nelinearnih veza u ovom radu je korišćen fleksibilan *smooth* trend metod fitovanja baziran na *Generalized Additive Model* (GAM) (Wood, 2006), koji se može prikazati kao:

$$M_i = \sum_{j=1}^n S_j(x_{ij}) + \varepsilon_i$$

gde je M_i – i -ta srednja mesečna stopa mortaliteta, $s_j(x_j)$ – *smooth* funkcija p -te nezavisne varijable, n – ukupan broj nezavisnih varijabli, ε_i – i -ti ostatak $var(\varepsilon)=\sigma$ za koji se pretpostavlja da se pokorava normalnoj raspodeli. *Smooth* funkcija se određuje korišćenjem penalizovanog regresionog splajna kojim se tokom optimizacije fita vrši penalizacija grubosti dobijene krive (Carslaw et al., 2007).

Za analizu distribucije mortaliteta korišćeni su indeks sezonalnosti, koji predstavlja odnos mortaliteta tokom zime i leta, indeks različitosti koji pokazuje odstupanje od uniformnosti na mesečnom nivou i indeks entropije koji govori o uniformnosti distribucije mortaliteta (Rau, 2007).

Rezultati i diskusija

Statistika mortaliteta

Prema evidenciji GZJZ, u Gradu Beogradu je u periodu od 2009. do 2014. godine registrovano ukupno 113.430 smrtnih slučajeva (kategorizovanih kao A00-R99 prema Međunarodnoj statističkoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih problema Svetske zdravstvene organizacije, X

revizija), od čega je 60.407 slučajeva ili 53,25% pripisano posledicama kardiovaskularnih oboljenja (I00-I99), 4.649 slučajeva ili 4,01% je pripisano posledicama respiratornih oboljenja (J00-J98), dok je 31.191 smrtnih slučajeva ili 27,50% identifikovano kao posledica malignih oboljenja (C00-D48).

Prema podacima dobijenim od RZS, godišnja stopa smrtnosti od kardiovaskularnih oboljenja u Gradu Beogradu u periodu od 2000. do 2014. godine se kretala u rasponu od 6,35 do 6,77 na 1.000 stanovnika, i u poređenju sa stopama smrtnosti koje su zabeležene prethodnih godina na području Evrope (WHO Europe, 2015) ove vrednosti su među najvišim (tabela 1).

Kao najčešći uzrok smrti registrovana je kardiomiopatija (I42), iza čega slede srčani i moždani udar sa pratećim komplikacijama (I20-I25, I63). Prosečan godišnji broj smrtnih slučajeva registrovanih kao posledica malignih bolesti je takođe bio visok u prethodnih 15 godina, i kretao se u rasponu od 2,60 do 3,23 slučaja na 1.000 stanovnika. Najčešći uzroci smrti od malignih oboljenja su rak dojke za žene (C50), rak prostate (C61) i debelog creva (C18) za muškarce, kao i rak pluća i bronhija (C34) za oba pola. Za razliku od prethodno navedenih, godišnja stopa smrtnosti usled respiratornih oboljenja, u rasponu od 0,28 do 0,60 na 1.000 stanovnika, se može okarakterisati kao prosečna u odnosu na vrednosti koje su registrovane u drugim zemljama Evrope. Najčešći uzrok respiratornog mortaliteta u Gradu Beogradu je hronična opstruktivna bolest pluća, a stvarna stopa smrtnosti je možda i veća od zabeležene jer je kod određenog broja pacijenata koji se leče od respiratornih oboljenja smrtni ishod povezan sa poremećajem kardiovaskularnog sistema (Pope et al., 2004).

U starosnoj strukturi kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta udeo osoba starijih od 65 godina je veoma visok i kreće se u rasponu od 78,48 do 87,58% (tabela 1), kao što je i očekivano. Međutim, kada je u pitanju mortalitet od malignih oboljenja, više od trećine slučajeva se beleži među osobama starosti od 45 do 64 godine, što odražava zdravstveno stanje stanovnika Grada Beograda. Na ovakav zaključak ukazuje i poređenje sa podacima iz zemalja Evrope. Tako na primer, podaci Centra za istraživanje malignih oboljenja Velike Britanije (Cancer Research UK, 2015) za period 2010. do 2012. pokazuju da se čak 78% ovih bolesti javlja kod osoba starijih od 65 godina. Na zdravstveni status ljudi u Srbiji takođe ukazuje i očekivan životni vek, koji prema podacima RZS u 2015. godini iznosi 74,3 godine što je značajno niže od 80,6 godina, koliko je očekivana dužina života u EU-28 (Eurostat, 2013).

Tabela 1.
Polna i starosna struktura kardiovaskularnog, respiratornog i mortaliteta od malignih bolesti u Gradu Beogradu za period 2000-2014.

Godina	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Kardiovaskularni mortalitet	<i>Ukupni mortalitet (na 1.000 stanovnika)</i>	6,77	6,47	6,76	6,73	6,56	6,76	6,50	6,49	6,61	6,61	6,57	6,46	6,47	6,35	6,44	
	Muškarci	6,76	6,54	6,59	6,70	6,57	6,62	6,43	6,40	6,36	6,34	6,25	6,26	6,35	6,13	6,28	
	Žene	6,78	6,41	6,91	6,76	6,54	6,90	6,57	6,58	6,83	6,85	6,86	6,65	6,58	6,55	6,59	
	<i>Udeo star. grupe (%)</i>																
	0-19 god.	0,02	0,03	0,08	0,02	0,12	0,05	0,03	0,07	0,07	0,09	0,01	0,08	0,05	0,02	0,06	
	20-44 god.	1,14	1,13	1,08	0,96	0,97	1,20	1,04	0,98	1,04	0,91	0,87	0,87	0,91	0,74	0,99	
	45-64 god.	16,59	16,13	13,95	14,06	13,17	13,25	12,52	12,25	11,85	11,41	11,90	11,60	11,67	11,95	12,03	
	≥ 65 god.	82,25	82,71	84,88	84,97	85,75	85,50	86,41	86,70	87,04	87,58	87,22	87,45	87,37	87,30	86,92	
	Respiratorni mortalitet	<i>Ukupni mortalitet (na 1.000 stanovnika)</i>	0,45	0,28	0,28	0,29	0,30	0,37	0,32	0,35	0,34	0,43	0,38	0,47	0,60	0,55	0,52
		Muškarci	0,58	0,36	0,34	0,38	0,38	0,46	0,40	0,42	0,46	0,52	0,49	0,60	0,72	0,65	0,58
Žene		0,32	0,22	0,23	0,22	0,23	0,28	0,24	0,30	0,24	0,35	0,29	0,35	0,49	0,45	0,47	
<i>Udeo star. grupe (%)</i>																	
0-19 god.		1,15	1,35	0,89	1,30	1,46	1,19	1,95	0,87	1,45	1,29	0,79	0,64	0,70	0,44	0,69	
20-44 god.		2,58	1,79	1,56	2,16	1,88	1,87	2,73	2,62	3,44	2,15	3,01	2,32	1,81	1,76	2,63	
45-64 god.		16,50	18,39	15,40	15,33	12,92	16,84	16,60	17,13	14,65	15,35	16,48	18,56	15,71	15,27	17,37	
≥ 65 god.	79,77	78,48	82,14	81,21	83,75	80,10	78,71	79,37	80,47	81,21	79,71	78,48	81,77	82,53	79,31		
Mortalitet od malignih bolesti	<i>Ukupni mortalitet (na 1.000 stanovnika)</i>	2,60	2,71	2,74	2,91	2,89	2,87	2,94	2,98	2,99	3,02	3,11	2,98	3,15	3,16	3,23	
	Muškarci	2,93	3,04	3,20	3,33	3,27	3,30	3,35	3,45	3,43	3,43	3,57	3,44	3,61	3,65	3,60	
	Žene	2,30	2,42	2,32	2,53	2,54	2,48	2,58	2,55	2,60	2,66	2,69	2,57	2,75	2,73	2,89	
	<i>Udeo star. grupe (%)</i>																
	0-19 god.	0,34	0,35	0,35	0,35	0,28	0,24	0,30	0,19	0,27	0,35	0,20	0,16	0,34	0,19	0,24	
	20-44 god.	4,20	3,75	3,31	3,41	3,16	3,45	3,76	2,98	3,22	2,96	3,10	3,12	2,57	2,76	2,46	
	45-64 god.	37,47	35,35	34,60	33,83	33,52	33,17	33,35	33,28	34,07	34,02	35,20	34,27	33,37	33,54	31,27	
≥ 65 god.	57,99	60,54	61,74	62,40	63,03	63,14	62,59	63,55	62,45	62,67	61,51	62,45	63,71	63,51	66,03		
<i>Izvor: RZS, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.</i>																	

Sezonske varijacije mortaliteta

Posmatrajući prosečan dnevni broj smrtnih događaja u Gradu Beogradu za ispitivani šestogodišnji period, može se zaključiti da je sezonska zavisnost naročito izražena u slučaju kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta, sa najvišom stopom smrtnosti u februaru i martu i minimalnim vrednostima tokom letnjeg perioda (tabela 2).

Tabela 2.

Prosečan dnevni broj umrlih po mesecima u Gradu Beogradu, 2009-2014.

Mesec	Ukupno	Kardiovaskularni mortalitet	Respiratorni mortalitet	Mortalitet od malignih oboljenja
Januar	55,6	30,4	2,4	14,5
Februar	57,9	32,2	2,6	14,6
Mart	55,9	30,6	2,8	14,5
April	52,2	28,5	2,3	14,0
Maj	49,6	26,1	2,0	13,7
Juni	48,9	25,5	1,9	13,9
Juli	49,5	25,6	1,7	14,5
Avgust	47,6	23,9	1,8	14,1
Septembar	47,2	24,3	1,6	13,7
Oktobar	51,2	27,1	2,1	14,4
Novembar	52,6	28,4	2,0	14,4
Decembar	54,0	29,1	2,3	14,6

Izvor: GZJZ, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.

Dnevni doprinosi kardiovaskularnoj, respiratornoj i smrtnosti od maligniteta su izračunati za period od 2009. do 2014. godine i predstavljeni primenom funkcije izglacavanja (*smooth*) na grafikonu 1. Može se videti da, za razliku od kardiovaskularnog i respiratornog mortalitet koji je posledica malignih oboljenja ne pokazuje značajne sezonske varijacije (mali raspon vrednosti na y-osi).

Dosadašnje studije sprovedene na različitim geografskim lokacijama potvrđuju postojanje sličnih sezonskih varijacija mortaliteta, a izuzetak predstavljaju nalazi iz siromašnih zemalja subsaharske Afrike, gde se uzroci mortaliteta i distribucija među starosnim grupama značajno razlikuju od onih u modernim zemljama (Egondi et al., 2012). U razvijenim zemljama, ukupna stopa smrtnosti pokazuje izrazitu sezonsku zavisnost (Diaz et al., 2013), a uzroci i mehanizmi koji leže u osnovi sezonskog obrazca su kompleksni i još nisu u potpunosti razjašnjeni. Kao najvažniji razlozi se navode akutne respiratorne infekcije i stres kardiovaskularnog sistema zbog ekstremnih visokih ili niskih temperatura, dok drugi faktori uključuju i nedostatak vitamina D zbog smanjene sunčeve svetlosti kao i sociološke i psihološke fenomene vezane za

novogodišnje i verske praznike (Nielsen et al., 2011). Takođe, navode se i promene nivoa zagađujućih materija u vazduhu, ali i individualni faktori koji se odnose na promene intenziteta fizičke aktivnosti i režima ishrane (Hopstock et al., 2013).

Veliki broj studija u svetu se bavio istraživanjem veze između ambijentalne temperature i mortaliteta, za koju se smatra da je ključni faktor od koga zavise sezonske varijacije smrtnosti. Obimna studija (Gasparrini et al., 2015) sprovedena u 384 grada i 13 zemalja je pokazala da je relativan rizik od izlaganja ekstremno niskim temperatura značajno veći nego rizik od smrtnosti usled izlaganja visokim temperaturama, a primećenu heterogenost u rezultatima koji se odnose na različita geografska područja autori objašnjavaju pre svega socioekonomskim, demografskim i infrastrukturnim faktorima.

Patofiziološki mehanizmi koji leže u osnovi sezonskog mortaliteta su uglavnom povezani sa kardiovaskularnim i respiratornim efektima, zbog čega su sezonske varijacije prisutne kod kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta, ali ne i kod mortaliteta koji je posledica malignih oboljenja (grafikon 1 i 2). Medicinske studije su pokazale da izlaganje ekstremno visokim temperaturama izaziva povećanje viskoznosti krvi koje najviše ima uticaj na starije osobe, čiji zdravstveni status i prisustvo hroničnih oboljenja ograničava adaptaciju (Breitner, 2014). Slično tome, izlaganje hladnoći dovodi do skupljanja krvnih sudova u perifernim tkivima i povećanog priliva krvi u unutrašnje organe, što ima za posledicu ubrzano izlučivanje soli i vode i povećanje viskoznosti krvi (Keatinge, 2002).

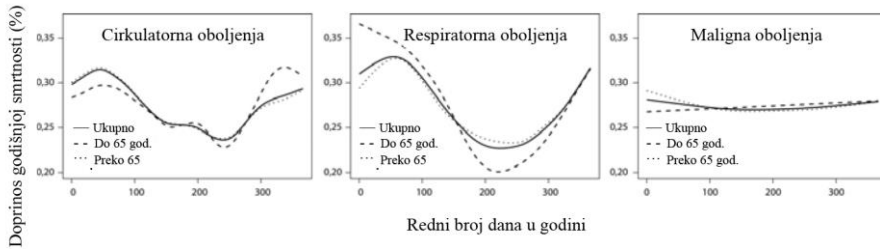
Sezonske varijacije kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta su veoma slične, s tim što smrtnost od kardiovaskularnih oboljenja pokazuje i dva manja porasta, krajem juna i krajem oktobra, za koje možemo pretpostaviti da potiču od naglih promena temperature. Međutim, prethodne studije koje su imale za cilj da ispituju vezu temperature i mortaliteta uglavnom nisu uključivale ispitivanje efekta temperaturnih promena u prelaznim sezonama što bi, sudeći po ovde prikazanim rezultatima, mogla biti smernica za buduća istraživanja. Može se pretpostaviti da će ovakva istraživanja u narednom periodu biti od posebnog značaja jer se procenjuje da će porast broja smrti usled globalnog zagrevanja i ekstremno visokih temperatura nadvladati smanjenje broja smrti koje će biti registrovano zbog činjenice da su tokom hladne sezone temperature umerenije (Li et al., 2013).

Još jedan faktor od značaja za sezonsku zavisnost mortaliteta su i virusne respiratorne infekcije, koje zajedno sa ekstremnim hladnoćama utiču na porast mortaliteta u hladnim mesecima (Mazick et al., 2012). Uzrok za njihovu učestalost su niske temperature koje dovode do rashlađivanja nazalne mukoze i suženja disajnih puteva, što smanjuje imunološki

odgovor. Procena broja smrtnih slučajeva koji se mogu pripisati sezonskim infektivnim oboljenjima tipa gripa se čak i u razvijenim zemljama uglavnom bazira na statističkom proračunu, a ne na rezultatima laboratorijskih analiza. Razlog je taj što je testiranje svih pacijenata sa

Grafikon 1.

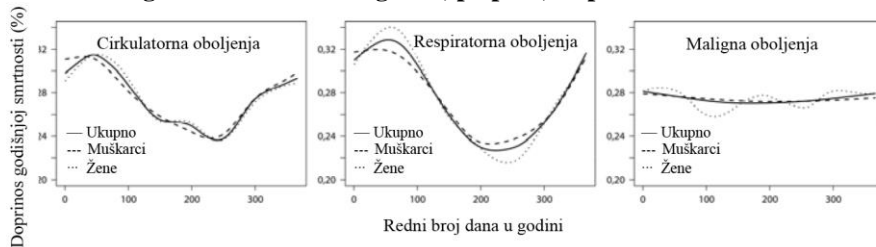
Prosečni dnevni doprinosi kardiovaskularnoj, respiratornoj i smrtnosti od maligniteta u Gradu Beogradu, po starosnoj kategoriji, za period 2009-2014.



Izvor: GZJZ, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.

Grafikon 2.

Prosečni dnevni doprinosi kardiovaskularnoj, respiratornoj i smrtnosti od maligniteta u Gradu Beogradu, po polu, za period 2009-2014.



Izvor: GZJZ, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.

simptomima respiratornih oboljenja skupo, kao i to što se direktni uzročnici smrtnog ishoda (sekundarna bakterijska infekcija) najčešće ne povezuju sa virusom gripa jer nastupe onda kada se virus više ne može detektovati u krvi. Nakon istraživanja sprovedenog u SAD, Goldstein i sar. (2012) su procenili da se doprinos gripa ukupnoj stopi smrtnosti koja se registruje u hladnoj sezoni kreće u rasponu od 0,10 do 0,14 na 1.000 stanovnika.

Kada su u pitanju drugi faktori životne sredine koji utiču na sezonske varijacije mortaliteta, prethodna istraživanja su imala za cilj da ispitaju vezu između zagađenja vazduha i mortaliteta u Gradu Beogradu (Stanišić Stojić et al., 2016). Rezultati su pokazali da, od ispitivanih zagađujućih materija, sumpor dioksid i čađ, koji dominantno potiču od sagorevanja

lignita i mazuta u termoelektranama i industrijskim objektima, imaju najveći uticaj na kardiovaskularni i respiratorni mortalitet, naročito u zimskom periodu kada je njihova koncentracija visoka, kako zbog emisija, tako i zbog meteoroloških uslova.

Osim koncentracija zagađujućih materija, hemijski sastav suspendovanih čestica (PM₁₀) ima značajan uticaj na mortalitet, zbog čega sadašnje zakonske regulative koje se odnose isključivo na regulisanje nivoa zagađujućih materija nisu dovoljne da spreče posledice po ljudsko zdravlje (Krall et al., 2013). Pored toga što su koncentracije PM₁₀ u Beogradu više od koncentracija koje se registruju u drugim evropskim metropolama (Perišić et al., 2014), poslednje studije ukazuje na to da suspendovane čestice sadrže i visoke koncentracije veoma štetnih materija, benzopirena i arsena, koje su posledica sagorevanja fosilnih goriva tokom zimskih meseci (Stojić et al., 2015a; Stojić et al., 2015b). Na osnovu navedenog može se pretpostaviti da zagađujuće materije tokom hladne sezone u velikoj meri doprinose visokim stopama smrtnosti u Gradu Beogradu.

Uticaj starosti na sezonalnost mortaliteta

Faktori životne sredine kao što su temperatura i zagađenje vazduha ne utiču jednako na sve fiziološke kategorije stanovnika. Prema Barret (2015), stare osobe, osobe sa nižim stepenom obrazovanja, kao i osobe nižeg socioekonomskog statusa koje nemaju dovoljan tehnološki i ekonomski kapacitet za prilagođavanje najviše osećaju posledice po

Tabela 3.

Sezonska distribucija mortaliteta u Gradu Beogradu u zavisnosti od starosti

Indeks	Mlađi od 65 godina	Stariji od 65 godina
φ 1	1,058	1,179
φ 2	0,020	0,028
φ 3	0,999	0,999

zdravlje. Tako na primer, Boulay i sar. (1999) navode da smrtnost usled hroničnih oboljenja srca i krvnih sudova u Francuskoj pokazuje izrazite sezonske varijacije sa maksimalnim vrednostima u zimskom periodu koje su identične kod oba pola i svih starosnih grupa, osim za grupu osoba starijih od 85 godina, kod kojih je vrhunac smrtnosti i hospitalizacije bio najveći u januaru, što je ranije u odnosu na ostatak populacije. Ovakva pojava se naziva *harvesting* efekat, i odnosi se na činjenicu da u uslovima ekstremne ambijentalne temperature dolazi do povećanja broja smrti u kategoriji osetljivih ljudi, što je praćeno značajnom redukcijom mortaliteta u periodu koji sledi (Ye et al., 2012). U skladu sa tim se može

primetiti da su sezonske varijacije kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta u Gradu Beogradu najizraženije kod osoba starijih od 65 godina, dok je smrtnost mlađe populacije podložna uticaju brojnih drugih faktora izuzev temperature, zbog čega je i raspodela smrtnosti za osobe mlađe od 65 godina nešto drugačija, naročito u zimskom periodu (grafikon 1). Na isti zaključak ukazuju i indeks sezonalnosti i indeks različitosti koji govore o tome da ljudi umiru više tokom zime, naročito osobe starije od 65 godina, kao i da je raspodela smrtnosti po mesecima uniformnija kod osoba mlađih od 65 godina (tabela 3).

Uticaj pola na sezonalnost mortaliteta

Podaci prikazani u tabeli 1 pokazuju da se kardiovaskularni, respiratorni i mortalitet uzrokovan malignim oboljenjima značajno razlikuju po polnoj strukturi: stopa smrtnosti od respiratornih i malignih oboljenja su više za muškarce, dok žene češće umiru od kardiovaskularnih bolesti. Sezonske varijacije kardiovaskularne smrtnosti takođe pokazuju razlike po polu, pa tako nagle promene temperature u prelaznim periodima više utiču na žene nego na muškarce (grafikon 2). Dosadašnja istraživanja su potvrdila da se predispozicije za pojavu pojedinih vrsta oboljenja razlikuju u odnosu na pol, ali očekuje se da će buduće studije ponuditi detaljnije objašnjenje za ovakve nalaze (Hecking et al., 2014).

Sadašnje pretpostavke su da registrovane razlike u smrtnosti mogu proizlaziti iz fizioloških razlika, kao i iz drugih faktora koji se ne tiču direktno bioloških funkcija. Tako, na primer, muškarci mogu biti podložniji oboljenjima koja su posledica udisanja suspendovanih čestica iz vazduha zbog većeg promera respiratornih puteva (Gehr, Heyder, 2000). Istraživanja takođe ukazuju i na to da su žene tokom života sklonije nefatalnim hroničnim oboljenjima, kao i akutnim stanjima tipa gastrointestinalnih i respiratornih infekcija. Za razliku od njih, muškarci su generalno zdraviji tokom života, ali se ova prednost gubi u kasnijim godinama kada nastupaju fatalna koronarna i maligna oboljenja, emfizem, ciroza jetre i hronična oboljenja bubrega zbog čega je i životni vek muškaraca kraći za oko 6 godina (Ross et al., 2012). Zhang i sar. (2012) objašnjavaju veću smrtnost nakon infarkta miokarda kod žena činjenicom da žene u trenutku srčanog udara pate od većeg broja hroničnih oboljenja koja ih čine podložnijim za smrtni ishod. Ahmed i sar. (2014) su takođe registrovali viši mortalitet kod žena nakon perikutanih koronarnih intervencija, što su pripisali činjenici da su žene u proseku starije kada do intervencije dođe i zbog toga podložnije komplikacijama. Marinković (2012) navodi da od bolesti srca i krvotoka u Srbiji više umiru žene jer je veći broj starih žena u populaciji. Međutim, suprotno ovim pretpostavkama, istraživanje Salam i sar. (2013) ukazuje na to da je ženski pol nezavisan prediktor mortaliteta kod pacijenata hospitalizovanih zbog

koronarnih simptoma, čak i nakon što je postojanje hroničnih nefatalnih oboljenja uzeto u obzir, što govori u prilog tome da postoje drugi faktori osim starosti i hroničnih oboljenja koji bi mogli biti od značaja za višu stopu kardiovaskularne smrtnosti kod žena.

Osim fizioloških razlika među polovima, treba imati u vidu da su, čak i u razvijenim zemljama, žene ograničenije kada su u pitanju socioekonomski resursi koji su značajni za zdravstveni status. U studiji koja je bazirana na višegodišnjim podacima o mortalitetu i koja obuhvatila preko 3.000 američkih okruga, Kindig i Cheng (2013) su došli do zaključka da je porast stope mortaliteta u najvećem broju slučajeva bio posledica porasta stope mortaliteta žena. Faktori koji su prepoznati kao ključni za objašnjenje stope smrtnosti su nivo obrazovanja, oblast stanovanja i sklonost duvanu, zbog čega je moguće pretpostaviti da primećena razlika između polova zapravo reflektuje razliku u statistički značajnim socioekonomskim i bihevioralnim odrednicama.

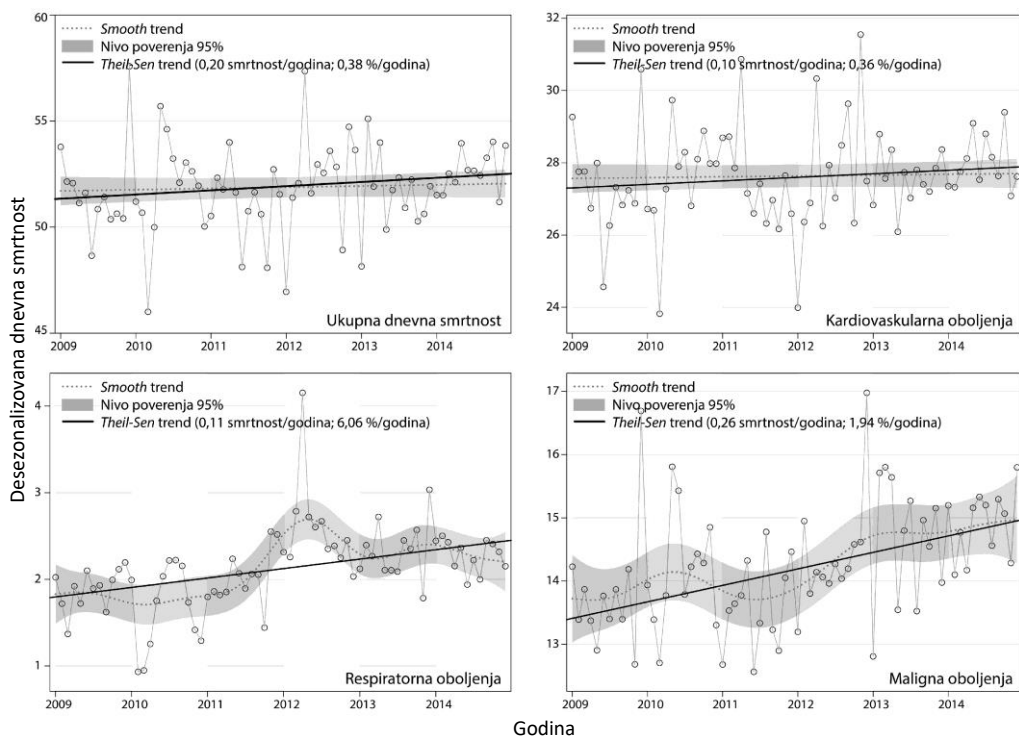
Drugo ekstenzivno istraživanje iz 2011. godine koje je bazirano na podacima iz 30 evropskih zemalja pokazalo je da štetne navike kao što je pušenje i prekomeran unos alkohola u velikoj meri (40-60% odnosno 10-30%, respektivno) objašnjavaju razlike između polova kada su u pitanju stope smrtnosti i prosečna dužina života (McCartney et al., 2011). Ovakav nalaz, prema zaključku autora, može ukazivati na to da će sa povećanjem broja žena koje svakodnevno koriste duvan i alkohol u narednim decenijama doći do smanjenja razlike između očekivane dužine života kod muškaraca i žena, što je već primetan trend u nekim zapadnim zemljama.

Trend mortaliteta

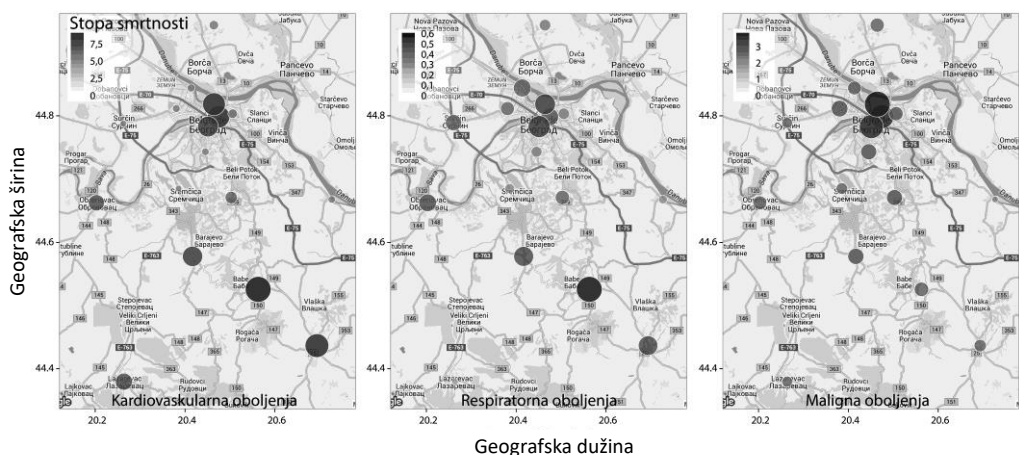
Na osnovu desezonalizovanog trenda tri ispitivane vrste mortaliteta za period od 2009. do 2014. godine, može se zaključiti da stopa smrtnosti od kardiovaskularnih oboljenja pokazuje zanemarljiv rast, odnosno stagnaciju (0,36% tokom posmatranog perioda), dok su mortalitet od malignih oboljenja (1,94%) i respiratorni mortalitet (6,06%) u umerenom odnosno značajnom porastu (grafikon 3).

Sličan trend je registrovan u skoro svim beogradskim opštinama (tabela 4), a prosečne stope smrtnosti su više u centralnim nego u perifernim zonama grada, naročito kada je u pitanju smrtnost od maligniteta (grafikon 4). Interesantno je istaći da *smooth* trend respiratornog mortaliteta u značajnoj meri prati varijacije koncentracija suspendovanih čestica koje su registrovane od 2009. do 2014. godine i prikazane u istraživanju Perišić i sar. (2014), što može ukazivati na vezu između zagađenja vazduha i respiratornih oboljenja.

Grafikon 3.
Rezultati trend analize različitih tipova smrtnosti, Grad Beograd, 2009-2014.



Grafikon 4.
Stopa smrtnosti po opštinama Grada Beograda



Izvor za grafikone 3 i 4: GZJZ, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.

Tabela 4.
Godišnji broj smrtnih slučajeva na 1.000 stanovnika u opštinama Grada Beograda, 2000-2014.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Respiratorni mortalitet	Barajevo	0,66	0,41	0,48	0,60	0,48	0,32	0,28	0,32	0,27	0,47	0,70	0,63	0,70	0,85	
	Voždovac	0,42	0,30	0,30	0,34	0,26	0,39	0,36	0,34	0,40	0,48	0,40	0,46	0,67	0,47	0,47
	Vračar	0,69	0,58	0,43	0,30	0,40	0,34	0,41	0,41	0,32	0,45	0,46	0,32	0,74	0,51	0,58
	Grocka	0,35	0,17	0,26	0,19	0,27	0,15	0,21	0,35	0,32	0,37	0,39	0,36	0,39	0,51	0,39
	Zvezdara	0,48	0,27	0,23	0,29	0,29	0,31	0,32	0,34	0,32	0,36	0,38	0,36	0,50	0,43	0,47
	Zemun	0,48	0,33	0,32	0,33	0,36	0,41	0,36	0,36	0,35	0,49	0,51	0,59	0,56	0,62	0,57
	Lazarevac	0,31	0,24	0,17	0,27	0,17	0,32	0,15	0,17	0,17	0,22	0,20	0,34	0,55	0,38	0,43
	Mladenovac	0,36	0,27	0,34	0,29	0,27	0,40	0,29	0,54	0,56	0,62	0,67	0,55	0,79	0,87	0,59
	Novi Beograd	0,37	0,24	0,30	0,28	0,30	0,42	0,29	0,42	0,33	0,43	0,32	0,55	0,62	0,57	0,55
	Obrenovac	0,55	0,38	0,38	0,38	0,38	0,49	0,29	0,29	0,45	0,57	0,47	0,48	0,59	0,58	0,65
	Palilula	0,44	0,26	0,17	0,21	0,30	0,31	0,35	0,41	0,39	0,35	0,32	0,44	0,53	0,51	0,40
	Rakovica	0,29	0,24	0,22	0,23	0,28	0,28	0,31	0,27	0,28	0,37	0,36	0,37	0,67	0,52	0,52
	Savski venac	0,58	0,42	0,50	0,36	0,58	0,68	0,58	0,44	0,35	0,52	0,35	0,43	0,80	0,89	0,56
	Sopot	0,88	0,34	0,29	0,59	0,20	0,49	0,69	0,49	0,54	1,04	0,55	0,59	0,98	0,49	0,84
	Stari grad	0,67	0,34	0,40	0,37	0,33	0,48	0,32	0,43	0,38	0,50	0,58	0,70	0,77	0,82	0,61
	Čukarica	0,38	0,18	0,21	0,25	0,23	0,34	0,26	0,23	0,25	0,40	0,25	0,45	0,52	0,46	0,55
Surčin						0,43	0,30	0,48	0,30	0,34	0,44	0,46	0,59	0,56	0,51	
Kardiovaskularni mortalitet	Barajevo	8,80	8,38	8,64	8,64	7,74	8,24	8,98	9,86	9,28	8,21	8,93	7,84	7,34	6,50	7,29
	Voždovac	7,01	6,77	7,25	7,35	6,42	6,55	6,56	6,86	6,81	6,85	7,09	6,46	6,50	6,43	6,40
	Vračar	10,30	9,25	9,30	9,19	9,64	9,29	8,80	8,48	8,43	8,61	8,17	7,16	8,52	8,62	7,17
	Grocka	5,26	5,56	5,14	5,54	5,73	6,42	5,69	6,26	6,28	6,46	5,78	5,60	5,99	5,32	5,79
	Zvezdara	6,77	6,64	6,83	6,20	6,72	6,90	6,10	6,02	6,28	5,94	5,85	5,91	5,75	5,61	5,64
	Zemun	5,63	5,67	6,47	6,42	6,39	6,24	6,21	5,93	5,97	5,76	5,72	5,86	5,87	5,66	5,92
	Lazarevac	7,96	6,32	7,31	7,19	6,86	7,56	7,18	7,44	8,48	8,20	8,86	7,37	8,12	7,88	8,51
	Mladenovac	9,99	9,44	8,57	10,00	9,51	10,21	8,53	8,39	8,57	8,83	9,26	8,80	8,42	8,40	8,12
	Novi Beograd	5,62	5,29	5,47	5,48	5,66	5,69	5,54	5,60	5,92	6,19	5,94	6,27	6,42	6,51	6,23
	Obrenovac	7,82	7,41	7,65	7,88	7,41	7,30	7,84	6,92	7,49	8,02	7,82	7,44	6,80	7,26	7,72
	Palilula	6,46	6,48	7,04	6,41	6,11	6,54	6,15	6,05	6,20	6,13	5,96	5,82	5,75	5,75	5,93
	Rakovica	5,42	5,35	5,51	5,66	5,55	5,66	6,32	5,89	5,88	6,01	5,58	6,02	6,06	6,19	6,13
	Savski venac	9,21	9,15	8,48	9,01	8,03	9,20	8,69	8,21	8,20	7,72	8,07	8,87	7,77	7,82	7,57
	Sopot	10,52	10,13	10,47	9,96	8,84	10,62	9,63	8,17	9,16	9,28	8,41	7,38	9,94	8,39	10,10
	Stari grad	10,67	8,76	9,80	10,20	9,15	8,33	8,16	7,87	8,43	7,59	8,55	8,60	9,82	7,93	8,39
	Čukarica	5,24	5,12	5,27	5,21	5,23	5,70	5,55	6,08	5,54	5,87	6,01	6,29	5,65	5,67	5,91
Surčin						6,25	4,91	5,60	5,96	5,60	5,59	5,31	5,04	5,13	5,76	
Mortalitet od malignih bolesti	Barajevo	2,84	2,82	3,03	3,50	2,85	2,96	2,75	2,78	3,20	3,13	3,34	2,88	2,84	3,21	3,85
	Voždovac	2,83	2,80	2,81	2,86	3,02	3,01	3,11	3,12	2,93	3,08	3,15	3,33	3,04	3,29	3,24
	Vračar	3,29	4,09	3,78	3,50	3,85	4,12	3,10	3,78	3,73	3,87	3,73	3,49	3,95	3,78	3,53
	Grocka	1,99	2,00	1,70	1,92	2,15	2,15	2,44	2,32	2,44	2,60	2,42	2,20	2,55	2,37	2,53
	Zvezdara	2,50	2,53	2,59	2,85	2,80	2,81	2,85	3,01	3,00	3,20	3,23	2,80	3,07	3,05	3,12
	Zemun	2,46	2,65	2,54	2,74	2,91	2,89	2,84	3,12	2,85	3,04	2,84	2,83	3,26	3,14	3,07
	Lazarevac	2,40	2,12	2,46	2,14	2,71	2,78	2,94	2,95	2,55	2,49	2,46	2,95	2,73	2,86	2,76
	Mladenovac	2,22	2,59	2,36	2,94	2,60	2,48	2,61	2,80	2,54	3,13	3,02	3,07	2,96	3,01	2,85
	Novi Beograd	2,84	2,88	2,84	3,11	3,00	2,79	3,16	2,99	3,18	3,13	3,20	3,23	3,33	3,33	3,58
	Obrenovac	2,43	2,16	2,71	2,81	2,61	2,86	2,70	3,15	2,88	3,02	3,45	2,76	3,07	3,29	3,23
	Palilula	2,49	2,76	2,70	3,01	2,85	2,71	2,70	2,83	2,96	2,85	3,25	2,96	3,07	3,12	3,12
	Rakovica	2,40	2,70	3,04	2,97	2,96	3,28	2,75	3,17	3,12	2,97	3,09	3,05	3,52	3,21	3,47
	Savski venac	3,62	3,90	3,47	4,26	3,30	3,65	3,77	2,92	3,81	3,24	3,95	3,67	4,16	3,56	4,61
	Sopot	3,07	2,89	2,55	2,40	2,85	2,95	3,06	2,62	2,82	2,98	3,03	3,15	3,89	2,72	2,77
	Stari grad	3,69	3,47	4,11	3,96	3,69	3,61	4,48	3,21	4,19	4,06	3,82	3,56	3,47	4,43	4,49
	Čukarica	2,09	2,34	2,40	2,66	2,59	2,55	2,86	2,82	2,72	2,64	2,84	2,67	2,96	3,08	3,03
Surčin						2,11	2,32	2,65	2,89	2,79	2,86	2,68	2,56	2,44	2,43	

Izvor: RZS, Dodatna obrada podataka o umrlim licima, Vitalna statistika, 2015.

Napomena: Podaci za opštinu Zemun 2000-2004. uključuju i opštinu Surčin, jer je Surčin do 2005. bio u sastavu opštine Zemun.

Ograničenja istraživanja

Na kraju treba skrenuti pažnju na ograničenja predstavljenog istraživanja, koja su zajednička za sve studije koje imaju za cilj ispitivanje mortaliteta, i tiču se kvaliteta podataka. S jedne strane, prednost studija koje koriste mortalitet kao pokazatelj zdravstvenog stanja populacije jeste u činjenici da je mortalitet jasan pokazatelj ishoda za razliku od podataka o broju pacijenata koji su hospitalizovani ili ambulantno lečeni, koji mogu da budu neregistrovani ili pogrešno interpretirani (Bell et al., 2011). S druge strane, eventualne nepreciznosti u utvrđivanju i izveštavanju uzroka smrti mogu smanjiti pouzdanost rezultata i zaključaka.

Zaključak

Promene broja i strukture populacije su u velikoj meri zavisne od mortaliteta, kao jednog od najvažnijih demografskih faktora. Visok mortalitet od hroničnih, masovnih, nezaraznih bolesti je učestala pojava u razvijenim zemljama Zapada, ali i u zemljama Jugoistočne Evrope u kojima socioekonomski uslovi, progresivno starenje, nivo obrazovanja i svesti, psihološki faktori i odsustvo adekvatne zdravstvene zaštite utiču na to da su multikauzalne bolesti najzastupljenije u patologiji. Prema predstavljenim podacima, svaki drugi stanovnik Srbije umre od bolesti srca i krvnih sudova, a svaki treći ili četvrti od malignih oboljenja. Iako je relativno učešće respiratornog mortaliteta u ukupnoj smrtnosti relativno nisko (4,01%), ova vrsta smrtnosti beleži najveći porast (6,06%) tokom poslednjih nekoliko godina. S druge strane, čak trećina smrtnih ishoda od malignih oboljenja spada u prevremene smrti (pre 65. godine starosti). Očekivano trajanje života, kao jedan od indikatora zdravstvenog stanja stanovnika, u Srbiji je u laganom porastu poslednjih decenija, ali ovaj porast je poslednjih godina značajno usporen porastom stope smrtnosti od kardiovaskularnih i malignih oboljenja koja su među najvišim registrovanim stopama smrtnosti u Evropi.

Sezonske varijacije mortaliteta predstavljaju fenomen sa kojim se ljudi susreću oduvek, ali je tek u poslednjih nekoliko decenija postao tema brojnih naučnih istraživanja. Relativno malo ovakvih istraživanja je do sada sprovedeno u našoj zemlji. Rezultati ovde prikazanog istraživanja ukazuju na to da su sezonske varijacije naročito izražene u slučaju kardiovaskularnog i respiratornog mortaliteta, najverovatnije zato što su patofiziološki mehanizmi, koji leže u osnovi sezonskog mortaliteta, najviše povezani sa kardiovaskularnim i respiratornim efektima. Grafički prikaz sezonskih varijacija takođe sugerise značaj naglih promena temperature u prelaznim periodima godine, koje imaju veći uticaj na mortalitet žena nego muškaraca. Kao što je i očekivano, mortalitet starih

osoba pokazuje izrazite sezonske varijacije, dok mortalitet osoba mlađih od 65 godina pokazuje drugačiju distribuciju tokom godine zbog uticaja brojnih drugih faktora izuzev faktora životne sredine.

Istraživanje faktora životne sredine koji imaju dominantan uticaj na mortalitet je tema brojnih savremenih naučnih radova. Pritom, najveći izazov kod ovakvih istraživanja predstavlja procena uticaja na mortalitet svakog od faktora zasebno, jer ambijentalna temperatura, zagađenje vazduha i virusne infekcije takođe pokazuju sezonske varijacije kao i mortalitet, a u određenoj meri se radi i o međusobno zavisnim pojavama. Rezultati ovakvih istraživanja su od posebnog značaja jer obezbeđuju informacije na osnovu kojih je moguće planirati preventivne mere koje bi imale za cilj da utiču na unapređenje zdravlja stanovnika i smanjenje stope smrtnosti, naročito kada su u pitanju osetljive fiziološke kategorije ljudi.

Zahvalnica - Autori se zahvaljuju Gradskom zavodu za javno zdravlje Beograd, kao i gospođi Gordani Bjelobrk, načelnici Odseka za demografiju Republičkog zavoda za statistiku, za dodatnu obradu podataka o smrtnosti u Gradu Beogradu.

Ovaj članak je nastao kao rezultat istraživanja finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekata III43007 i III41011 interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2016.

Literatura

- AHMED, A. PHAM, D., VIRANI, S., HAMZEH, I. R., JNEID, H., LAKKIS, N. & ALAM, M. (2014). Does Gender Still Influence Mortality Post Percutaneous Coronary Intervention (PCI)? A Meta-Analysis of the Impact of Gender on PCI Outcomes. *Circulation* 130 (Suppl 2): A15682-A15682.
- ARSENOVIĆ, D. (2014). Uticaj temperature vazduha na sezonalnost mortaliteta u Novom Sadu (doktorska disertacija). Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
- BARRETT, J. R. (2015). Exported Deaths and Short-Term PM₁₀ Exposure: Factoring the Impact of Commuting into Mortality Estimates. *Environmental Health Perspectives* 123(1): A22.
- BELL, M. L., MORGENSTERN, R. D. & HARRINGTON W. (2011). Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research. *Environmental Science & Policy* 14(4): 357-368.
- BOULAY, F., BERTHIER, F., SISTERON, O., GENDREIKE, Y. & GIBELIN, P. (1999). Seasonal variation in chronic heart failure hospitalizations and mortality in France. *Circulation* 100(3): 280-286.

- BREITNER, S., WOLF, K., DEVLIN, R. B., DIAZ-SANCHEZ, D., PETERS, A. & SCHNEIDER, A. (2014). Short-term effects of air temperature on mortality and effect modification by air pollution in three cities of Bavaria, Germany: a time-series analysis. *Science of the Total Environment* 485-486: 49-61.
- CANCER RESEARCH UK (2015) Cancer Mortality by Age (elektronski izvor). <http://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/mortality/age#heading-Zero>
- CARSLAW, D. C. & ROPKINS, K. (2012). Openair - An R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software* 27: 52-61.
- CARSLAW, D. C., BEEVERS, S. D., & TATE, J. E. (2007). Modelling and assessing trends in traffic-related emissions using a generalised additive modelling approach. *Atmospheric Environment* 41(26): 5289-5299.
- DEVEDŽIĆ, M. (2013). Raskršća demografije. *Stanovništvo* 51(2): 23-38.
- DIAZ, A., GERSCHCOVICH, E. R., DÍAZ, A. A., ANTÍA, F. & GONORAZKY, S. (2013). Seasonal variation and trends in stroke hospitalizations and mortality in a South American Community Hospital. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 22(7): e66-e69.
- ĐURĐEV, B. S., ARSENOVIĆ, D. & SAVIĆ, S. (2012). Temperature-related Mortality: Results from Belgrade in the Period 1888-2008. *Acta Geographica Slovenica* 52(2): 385-40.
- EGONDI, T., KYOBUTUNGI, C., KOVATS, S., MUINDI, K., ETTARH, R. & ROCKLÖV, J. (2012). Time-series analysis of weather and mortality patterns in Nairobi's informal settlements. *Global Health Action* 5.
- EUROSTAT (2013). Mortality and life expectancy statistics. Statistics Explained. Eurostat (elektronski izvor). http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics
- GAJIĆ, V., MILOJEVIĆ, D., SMILAGIĆ, J., ĐONOVIĆ, N. & GAJIĆ, S. (2011). Biometeorološki uticaj na kardiovaskularni mortalitet. *Pons* 8(1): 3-9.
- GASPARRINI, A., GUO, Y., HASHIZUME, M., LAVIGNE, E., ZANOBETTI, A., SCHWARTZ, J. & LEONE, M. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet* 386(9991): 369-375.
- GEHR, P. & J. HEYDER (Eds.). (2000). *Particle-lung interactions*. New York: CRC Press.
- GOLDSTEIN, E., VIBOUD, C., CHARU, V. & LIPSITCH, M. (2012). Improving the estimation of influenza-related mortality over a seasonal baseline. *Epidemiology* 23(6): 829-839.
- HECKING, M., BIEBER, B. A., ETHIER, J., KAUTZKY-WILLER, A., SUNDERPLASSMANN, G., SÄEMANN, M. D. & PORT, F. K. (2014). Sex-Specific Differences in Hemodialysis Prevalence and Practices and the Male-to-Female Mortality Rate: The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *PLOS Medicine* 11(10): e1001750.
- HOPSTOCK, L. A., BARNETT, A. G., BØNAA, K. H., MANNSVERK, J., NJØLSTAD, I. & WILSGAARD, T. (2013). Seasonal variation in cardiovascular disease risk factors in a subarctic population: The Tromsø Study 1979-2008. *Journal of Epidemiology and Community Health* 67(2): 113-118.

- KEATINGE, W. R. (2002). Winter mortality and its causes. *International Journal of Circumpolar Health* 61(4): 292-305.
- KINDIG, D. A. & CHENG E. R. (2013). Even as mortality fell in most US counties, female mortality nonetheless rose in 42.8 percent of counties from 1992 to 2006. *Health Affairs* 32(3): 451-458.
- KRALL, J. R., ANDERSON, G. B., DOMINICI, F., BELL, M. L. & PENG, R. D. (2013). Short-term exposure to particulate matter constituents and mortality in a national study of US urban communities. *Environmental Health Perspectives* 121(10): 1148-1161.
- LI, T., HORTON, R. M. & KINNEY, P. L. (2013). Projections of seasonal patterns in temperature-related deaths for Manhattan, New York. *Nature Climate Change* 3(8): 717-721.
- MARINKOVIĆ, I. (2012). Uzroci smrti u Srbiji od sredine 20. veka. *Stanovništvo* 50(1): 89-106.
- MARINKOVIĆ, I. (2014). Visoka smrtnost kao uzrok depopulacije u Republici Srbiji. *Demografski pregled* 51: 1-4.
- MAZICK, A., GERGONNE, B., NIELSEN, J., WUILLAUME, F., VIRTANEN, M. J., FOUILLET, A. & NUNES, B. (2012). Excess mortality among the elderly in 12 European countries, February and March 2012. *Euro Surveillance* 17(14): pii=20138.
- MCCARTNEY, G., MAHMOOD, L., LEYLAND, A. H., BATTY, G. D. & HUNT, K. (2011). Contribution of smoking-related and alcohol-related deaths to the gender gap in mortality: evidence from 30 European countries. *Tobacco Control* 20(2): 166-168.
- McKEE C. M. (1989). Deaths in Winter: Can Britain learn from Europe? *European Journal of Epidemiology* 5(2): 178-82.
- McKINLEY, S. & LEVINE, M. (1998). Cubic spline interpolation. *College of the Redwoods* (elektronski izvor).
<http://pages.intnet.mu/cueboy/education/notes/numerical/cubicsplineinterpol.pdf>
- MÜLLER-NORDHORN, J., BINTING, S., ROLL, S. & WILlich, S. N. (2008). An update on regional variation in cardiovascular mortality within Europe. *European heart journal* 29: 1316-1326.
- NIELSEN, J., MAZICK, A., GLISMANN, S. & MØLBAK, K. (2011). Excess mortality related to seasonal influenza and extreme temperatures in Denmark, 1994-2010. *BMC Infectious Diseases* 11(1): 350-359.
- PENEV, G. & PREDOJEVIĆ-DESPIĆ, J. (2012). Prostorni aspekti emigracije iz Srbije. Tri "vruće" emigracione zone. *Stanovništvo* 50(2): 35-64.
- PENEV, G. (2014). Sezonalost suicida u Srbiji, 1990-2012. *Stanovništvo* 52(2): 67-89.
- PERIŠIĆ, M., STOJIC, A., STANIŠIĆ STOJIC, S., ŠOŠTARIĆ, A., MIJIĆ, Z. & RAJŠIĆ, S. (2014). Estimation of required PM₁₀ emission source reduction on the basis of a 10-year period data. *Air Quality, Atmosphere and Health* 1-11.
- POLLOCK, D. (1993). Smoothing with cubic splines (elektronski izvor).
http://www.researchgate.net/profile/D_Pollock/publication/241171192_SMOOTHING_WITH_CUBIC_SPLINES/links/0046352cfad5c46ccb000000.pdf
- POPE, C. A., BURNETT, R. T., THURSTON, G. D., THUN, M. J., CALLE, E. E., KREWSKI, D. & GODLESKI, J. J. (2004). Cardiovascular mortality and

- long-term exposure to particulate air pollution epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 109(1), 71-77.
- RAU, R. (2007). *Seasonality in human mortality: a demographic approach*. Berlin: Springer
- R CORE TEAM. (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. (elektronski izvor). <http://www.r-project.org>
- ROSS, C. E., MASTERS, R. K. & HUMMER, R. A. (2012). Education and the gender gaps in health and mortality. *Demography* 49(4): 1157-1183.
- SALAM, A., ALBINALI, H., SINGH, R., ASAAD, N., ALQAHTANI, A. & AL SUWAIDI, J. (2013). Female gender is an independent predictor of in-hospital mortality in patients hospitalized with dizziness. *Journal of the American College of Cardiology* 61(10): E81.
- STANIŠIĆ STOJIC. S., STANIŠIĆ, N., STOJIC, A. & ŠOŠTARIĆ, A. (2016). Single and combined effects of air pollutants on circulatory and respiratory system-related mortality in Belgrade, Serbia. *Journal of Toxicology and Environmental Health, part A: Current Issues*, 79(1): 17-27.
- STOJIC, A., STANIŠIĆ STOJIC, S., ŠOSTARIĆ, A., ILIĆ, L., MIJIC, Z. & RAJŠIĆ, S. (2015a). Characterization of VOC sources in urban area based on PTR-MS measurements and receptor modelling. *Environmental Science and Pollution Research* 17: 13137-13152.
- STOJIC, A., STANIŠIĆ STOJIC, S., MIJIC, Z., ŠOŠTARIĆ, A. & RAJŠIĆ, S. (2015b). Spatio-temporal distribution of VOC emissions in urban area based on receptor modelling. *Atmospheric Environment* 106: 71-79.
- ŠUKOVIĆ, D. (2013). Reforma penzionog sistema i problem starenja populacije. *Stanovništvo* 51(1): 91-102.
- WHO EUROPE (2015). European Detailed Mortality Database. World Health Organization, Regional Office for Europe (elektronski izvor). <http://data.euro.who.int/dmdb/>
- WOOD, S. (2006). *Generalized additive models: an introduction with R*. New York: CRC press.
- YE, X., WOLFF, R., YU, W., VANECKOVA, P., PAN, X. & TONG, S. (2012). Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environmental Health Perspectives* 120(1): 19-28.
- ZHANG, Z., FANG, J., GILLESPIE, C., WANG, G., HONG, Y. & YOON, P. W. (2012). Age-specific gender differences in in-hospital mortality by type of acute myocardial infarction. *The American Journal of Cardiology* 109(8): 1097-1103.

Svetlana Stanišić Stojić,* Nemanja Stanišić,* Andreja Stojić,† Vladimir Džamić*

Seasonal Mortality Variations of Cardiovascular, Respiratory and Malignant Diseases in the City of Belgrade

S u m m a r y

The main purpose of this paper is to examine seasonal variations in mortality resulting from cardiovascular diseases, respiratory diseases and cancer, as well as to provide a review of environmental factors underlying such phenomenon. The herein presented study was conducted on the territory of Belgrade based on the data on daily mortality rates obtained from the Institute of Public Health in Belgrade for the period 2009-2014, as well as the data on annual mortality rates provided by the Statistical Office of the Republic of Serbia for the period 2000-2014. The analysis of mortality variations was performed by the use of *Theil-Sen* method, *smooth trend* method and cubic *spline* interpolation, whereas descriptive tools, such as winter/summer ratio and dissimilarity index, were used to examine the seasonal pattern.

According to the Institute of Public Health, over 113430 deaths were registered in Belgrade area for the period 2009-2014, out of which 53.25% is attributed to cardiovascular diseases, 4.01% to respiratory diseases and 27.50% to cancer. The annual mortality rates caused by cardiovascular diseases and cancer on the territory of Belgrade are among the highest ranking in Europe. The leading causes of death in the observed period included: cardiomyopathy, heart attack and stroke with accompanying complications, breast cancer in women, prostate and colorectal cancer in men, lung and bronchus cancer for both genders, and chronic obstructive pulmonary disease. Cardiovascular and respiratory mortality rates are significantly higher among people aged 65 and over, whereas more than one third of deaths caused by cancer is observed among younger people aged between 45 and 64 years.

Research results show that seasonal variations were most pronounced in mortality resulting from cardiovascular and respiratory diseases, with highest mortality rates recorded in February and March and lowest during the summer season. Also, the number of deaths due to cardiovascular diseases increased twice, namely at the end of June and October, which is assumed to be the result of sudden temperature changes. Nonetheless, no such seasonal variations were observed in mortality caused by cancer. Seasonal variations in mortality resulting from cardiovascular diseases also indicate gender differences, which is why sudden temperature changes in interim periods affect more women than men.

As regards deseasonalized trend, mortality caused by cardiovascular diseases stagnates, while mortality caused by cancer and mortality caused by respiratory diseases records moderate to severe increase. This is a uniform trend in almost all municipalities in Belgrade, with average mortality rates being higher in central

* Faculty of Tourism and Hospitality Management, Singidunum University, Belgrade (Serbia); e-mail: sstanisic@singidunum.ac.rs

• Faculty of Business in Belgrade, Singidunum University, Belgrade (Serbia)

♦ Institute of physics, University of Belgrade (Serbia)

zones than in suburbs over the last 15 years, particularly mortality caused by cancer. A slight increase in the overall mortality can also be attributed to aging of the population, which cannot be verified due to lack of available accurate data on the average age structure of Belgrade population for the observed period.

A better understanding of seasonal variations in mortality caused by chronic non-communicable diseases can contribute to improving the population health care and rising awareness of the population concerning greater health care in changeable weather conditions due to global warming and climate change. These findings can also enhance preventive action on environmental risk factors that are not limited exclusively to weather conditions, such as air pollution.

Keywords: *mortality, causes of death, seasonal variations, chronic non-communicable diseases, Belgrade*