

Matematika u demografiji

opis strukture stanovništva i izrada projekcija

Dušan Mundar, Varaždin



Demografske promjene značajno su utjecale na razvoj društva i formiranje sustava država kakav trenutačno postoji. Njihov će utjecaj na razvoj i održivost društvenih sustava u budućnosti ostati značajan. Osvještavanje predstojećih demografskih promjena prvi je korak uspješne prilagodbe. U radu predstavljamo

formule za opis strukture stanovništva i formule za izradu projekcija. Na primjeru prikazujemo neke rezultate projekcija uz provjeru osjetljivosti na promjene u migracijama i fertilitetu. Cilj rada je podići sposobnost korištenja matematičkog modeliranja za potrebe izrade demografskih modela, što bi se moglo iskoristiti u nastavi matematike ili u druge stručne svrhe.

Uvod

Demografske promjene utječu na razvoj i održivost društva kroz sustave koji pomažu njegovo funkcioniranje. Promjene u strukturi stanovništva imaju utjecaj, primjerice, na obrazovni i mirovinski sustav. Uvid u kretanje veličina osnovnoškolske i srednjoškolske populacije može se koristiti za definiranje obrazovnih strategija. Slično, procjena povećanja udjela starije populacije može biti korištena za uspostavljanje stabilnih javnih financija. Za očekivati je da će demografski trendovi stanovništva Hrvatske utjecati na promjene u spomenutim sustavima u narednom razdoblju [4].

U ovom radu prikazujemo matematičke osnove za izradu projekcija kretanja broja stanovnika i projekciju pripadne dobne strukture stanovništva. Čitatelj koji posjeduje vještinu korištenja tabličnog kalkulatora, nakon čitanja rada trebao bi steći znanje i sposobnost izrade vlastitih projekcija strukture stanovništva.

Izrada projekcija je praktično znanje koje se uz male prilagodbe može koristiti u analizi starenja drugih vrsta populacija. Sličnim modeliranjem možemo primjerice procijeniti starenje životinja na farmi, analizirati starost i procijeniti potrebu zamjene informatičke opreme u poduzeću, potpomoći upravljanje ljudskim resursima u organizaciji.

Dušan Mundar, univ. spec. actuar. math., Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, dmundjar@foi.hr

Specifični ciljevi ovog rada su:

1. predstaviti formule za izračun temeljnih demografskih pokazatelja
2. prikazati izradu projekcije strukture stanovništva u budućnosti
3. predstaviti nekoliko scenarija strukture stanovništva u ovisnosti o promjeni u pretpostavkama.*

Temeljni demografski pokazatelji

Popis stanovništva zemlje provodi se u pravilu svakih 10 godina. Posljednji popis stanovništva Republike Hrvatske bio je 2011. godine. Ukupan broj stanovnika možemo predstaviti kao funkciju $P(t)$, iskazanu u ovisnosti o godini t . Na broj stanovnika prvenstveno utječu natalitet $N(t)$, mortalitet $M(t)$, imigracija $I(t)$ i emigracija $E(t)$. Za opis strukture stanovništva koriste se pokazatelji koje možemo iskazati funkcijama. Prezentirane formule izvedene su po uzoru na formule iz sveučilišnog udžbenika *Hrvatski gospodarski razvoj* skupine autora s Ekonomskog fakulteta u Zagrebu [1].

Promjenu broja stanovnika u jednoj godini računamo formulom

$$D(t) = P(t) - P(t-1).$$

Apsolutnu prosječnu godišnju promjenu kroz posljednjih n godina računamo formulom

$$\bar{R}(t, n) = \frac{P(t) - P(t-n)}{n}.$$

Stopu ukupne promjene kroz n godina računamo formulom

$$r(t, n) = 100 \cdot \frac{P(t) - P(t-n)}{P(t-n)}.$$

Stopa prosječne godišnje promjene ili prosječni godišnji porast ili pad kroz razdoblje od n godina računa se formulom

$$\bar{r}(t, n) = 100 \cdot \frac{\bar{R}(t, n)}{\bar{P}(t, n)},$$

$$\text{gdje je } \bar{P}(t, n) = \frac{P(t) + P(t-n)}{2}.$$

Porast ili smanjenje broja stanovnika, što se naziva jednačba demografskog knjigovodstva, računa se formulom

$$\begin{aligned}\Delta P(t) &= (N(t) - M(t)) + (I(t) - E(t)) \\ &= P_r(t) + M_s(t).\end{aligned}$$

Prirodni prirast u jednoj godini je razlika nataliteta i mortaliteta te godine

$$N(t) - M(t) = P_r(t).$$

Migracijski saldo ili mehanički prirast u godini je razlika imigracije i emigracije,

$$I(t) - E(t) = M_s(t).$$

Stopu prirodnog prirasta u godini dobivamo formulom

$$P'_r(t) = 1000 \cdot \frac{N(t) - M(t)}{P(t)} = 1000 \cdot \frac{P_r(t)}{P(t)}.$$

Vitalni indeks je broj živorođenih na 100 umrlih, a računamo ga formulom

$$V_i(t) = 100 \cdot \frac{N(t)}{M(t)}.$$

Opća stopa nataliteta pokazuje broj živorođenih na 1000 osoba, a formula je

$$n(t) = 1000 \cdot \frac{N(t)}{P(t)}.$$

Opća stopa fertiliteta ili stopa ženskog fertiliteta u godini pokazuje broj živorođene djece na ukupan broj žena u fertilnom razdoblju tj. starosti od 15 do 49 godina. Pripadna formula glasi

$$f(t) = \frac{N(t)}{P_{f(15-49)}(t)}.$$

Specifične stope fertiliteta po godinama starosti žena su

$$f_x(t) = 1000 \cdot \frac{N_x(t)}{P_{f_x}(t)}.$$

Nerijetko je iskazivanje u petogodištima. U tom slučaju x predstavlja petogodište, primjerice od ženskog stanovništva starosti od 25 do 29 godina.

* Skraćena verzija članka objavljena je u časopisu *Informator* 6484–6485.

Dob	Ukupno	Muškarci	Žene	Dob	Ukupno	Muškarci	Žene
0	42 377	21 857	20 520	15—19	244 177	124 918	119 259
1—4	170 332	87 394	82 938	20—64	2 629 651	1 310 484	1 319 167
5—9	204 317	104 841	99 476	65+	758 633	296 208	462 425
10—14	235 402	120 633	114 769	Ukupno	4 284 889	2 066 335	2 218 554

Tablica 1. Stanovništvo Republike Hrvatske prema dobnoj strukturi 2011. godine (izvor: DZS)

Totalna stopa fertiliteta TFR (engl. *Total Fertility Rate*) pokazuje ukupnu rodnošću žena do kraja njihovog fertilnog razdoblja uz pretpostavku nepromijenjene razine rodnošću tijekom cijele fertilne dobi i uz uvjet da sve dožive kraj svog fertilnog razdoblja. Ako su poznate specifične stope fertiliteta po godinama starosti žena, TFR dobiva se formulom

$$TFR = \sum_{x=15}^{49} f_x.$$

Ako su poznate specifične stope fertiliteta po petogodišnjim dobnim skupinama, formula za izračun je

$$TFR = 5 \sum_{i=0}^6 \frac{N_{((15+5i)-(19+5i))}}{P_{f((15+5i)-(19+5i))}} \cdot 1000,$$

gdje je $P_{f(a-b)}$ broj žena u populaciji starosti od a do b godina, a $N_{(a-b)}$ je broj živorođene djece u jednoj godini čije su majke starosti od a do b godina (uključivo a i b).

Opća stopa mortaliteta u nekoj godini dobije se kao omjer broja umrlih tijekom godine i broja stanovnika iskazan u promilima (na 1000 stanovnika), dakle formulom

$$m(t) = 1000 \cdot \frac{M(t)}{P(t)}.$$

Specifična stopa mortaliteta prema dobi u godini pokazuje broj umrlih osoba starosti x godina u odnosu na broj stanovnika starih x godina iskazano u promilima

$$m_x(t) = 1000 \cdot \frac{M_x(t)}{P_x(t)}.$$

Vezano uz starenje stanovništva računaju se i drugi pokazatelji, kao što su koeficijenti starosti **X60+** i **X65+**, indeksi starosti/starenja. Iz ekonomske

perspektive zanimljivo je proučavati i stope ekonomske aktivnosti za cjelokupno stanovništvo, po spolu i po dobi. Više o tim i drugim pokazateljima može se pronaći u prije spomenutom udžbeniku [1].

Popis stanovništva i stope fertiliteta

Prema popisu stanovništva iz 2011. godine u Hrvatskoj je te godine živjelo 4 284 889 stanovnika. Dobna struktura dostupna je u publikaciji Državnog zavoda za statistiku [2]. Sažeti oblik za neke dobi prikazan je u tablici 1. Posebno je izdvojena dob 0 koja predstavlja broj živorođenih osoba. Dobna struktura iz popisa stanovništva je baza za izradu projekcije strukture i veličine populacije Republike Hrvatske za naredne godine.

Prema podacima Ujedinjenih naroda (UN) [6] totalna stopa fertiliteta u Republici Hrvatskoj 2010. godine je bila 1.47. Specifične stope fertiliteta po godinama starosti žena prikazane su u tablici 2. Specifičnim stopama fertiliteta koristit ćemo se za procjenu broja živorođenih osoba u nadolazećim godinama.

dob	fertilitet	dob	fertilitet
15—19	12	35—39	36
20—24	55	40—44	6
25—29	100	45—49	0
30—34	85		
TFR		1.47	

Tablica 2. Totalna stopa fertiliteta i specifične stope fertiliteta u Republici Hrvatskoj (izvor: UN)

Modeliranje starenja stanovništva

Državni zavod za statistiku izdaje publikaciju pod nazivom *Tablice mortaliteta* [4]. U njoj se procjenjuje dinamika starenja populacije. Dinamika se prikazuje tablično, prikazom broja osoba koje će doživjeti dob x od ukupne početne populacije od 100 000 živorođenih osoba u jednoj godini. Za potrebe ovog rada dinamiku stanovništva prikazujemo u petogodišnjim skupinama (osim za dob 0 i osobe starije od 95 godina). Tablica 3 prikazuje dinamiku stanovništva prema starosti, dobivenu na temelju Tablica mortaliteta DZS-a, za neke dobne skupine. M_x predstavlja veličinu muške populacije dobi x na početku godine, M_{xd} broj osoba unutar te

populacije koji ne doživi početak naredne godine, M_{x+} broj osoba te populacije koje dožive početak naredne godine i u novoj godini su članovi starije dobne skupine, a M_{x-} broj je osoba početne starosne skupine M_x koje dožive početak naredne godine, a još uvijek budu članovi svoje početne starosne skupine. Slično vrijedi za žensku populaciju dobi x , F_x .

Primjerice, ako bi svake godine bilo 100 000 živorođenih osoba, i smrtnost/vjerojatnost doživljenja po dobi u narednim godinama ostala nepromijenjena, u proizvoljnoj godini bilo bi 398 693 osoba starosti od 1 do 4 godina. Protekom jedne godine dio dobne skupine prijeđe u skupinu veće starosti, dio ostane u istoj dobnoj skupini, a dio ne doživi istek te go-

dine. Posebno, osobe koje su starosti 4 godine na početku godine, po isteku godine, ako isti dožive, prijeđu u skupinu starosti 5 do 9 godina. Osobe koje su na početku godine bile starosti godinu dana i doživjele kraj godine, postale su po isteku godine godinu dana starije, ali još uvijek ostaju dio skupine starosti 1 do 4 godine.

x	MUŠKARCI				ŽENE			
	M_x	M_{xd}	M_{x+}	M_{x-}	F_x	F_{xd}	F_{x+}	F_{x-}
0	100 000	291	99 709	0	100 000	227	99 773	0
1—4	398 693	77	99 632	298 984	398 946	84	99 632	299 230
5—9	498 092	42	99 590	398 460	498 327	49	99 590	398 688
...	...	...	...	...	...	...	...	...
90—94	26 481	6 297	2 013	18 171	59 070	12 934	2 013	44 123
95+	5 897	2 010	0	3 887	15 312	4 919	0	10 393

Tablica 3. Dinamika stanovništva prema starosti

(Obrada autora prema podacima iz Tablica mortaliteta DZS-a [3])

x	MUŠKARCI			ŽENE		
	q_x	p_{x+}	p_{x-}	q_x	p_{x+}	p_{x-}
0	0.00291	0.99709	0.00000	0.00227	0.99773	0.00000
1—4	0.00019	0.24990	0.74991	0.00021	0.24974	0.75005
5—9	0.00008	0.19994	0.79997	0.00010	0.19985	0.80005
...	...	...	...	...	...	...
90—94	0.23779	0.07602	0.68619	0.21896	0.03408	0.74696
95+	0.34085	0.00000	0.65915	0.32125	0.00000	0.67875

Tablica 4. Vjerojatnosti izlaska iz populacije, ostanka u istoj skupini ili prijelaza u drugu dobnu skupinu (izračun autora prema dinamici stanovništva prema starosti iz tablice 3)

Prikazanim podacima koristimo se za procjenu vjerojatnosti prijelaza populacije iz određene dobne skupine populacije u skupinu veće starosti, vjerojatnosti ostanka u istoj skupini i vjerojatnosti izlaska iz populacije. Za svaki redak iz tablice 3 računa se redak s vrijednostima:

Vjerojatnosti nedoživljenja naredne godine za muško stanovništvo računaju se formulom

$$q_x(m) = \frac{M_{xd}}{M_x},$$

i slično za žensko stanovništvo formulom

$$q_x(f) = \frac{F_{xd}}{F_x}.$$

Vjerojatnosti prijelaza u skupinu veće starosti računaju se formulama

$$p_{x+}(m) = \frac{M_{x+}}{M_x} \quad i \quad p_{x+}(f) = \frac{F_{x+}}{F_x}.$$

Vjerojatnosti ostanka u istoj dobnoj skupini za muško i žensko stanovništvo računaju se formulama

$$p_{x-}(m) = \frac{M_{x-}}{M_x} \quad i \quad p_{x-}(f) = \frac{F_{x-}}{F_x}.$$

Koristeći se vjerojatnostima koje smo dobili, možemo procijeniti veličinu populacije pojedine dobne skupine u narednoj godini. Primjerice, kako je broj novorođenih muških osoba 2011. godine bio 21 857, a broj osoba muškog spola starosti 1 do 4 godine te iste godine bio 87 394, naredne 2012. godine očekivana veličina muške populacije starosti od 1 do 4 godine je 81 331 osoba, što smo dobili sljedećom jednakštom

$$21\,857 \cdot 0.99709 + 87\,394 \cdot 0.74991 = 87\,331.03.$$

Broj živorođenih osoba u nekoj godini procjenjuje se korištenjem stopa fertiliteta po godinama i broja osoba ženskog spola pojedine dobne skupine u skladu s tablicom 2. Tako primjerice, za 2012. godinu procjena iznosi 40 868 osoba, a dobije se formulom

$$\begin{aligned} N(2012) &= (119\,259 \cdot 12 + 128\,203 \cdot 55 \\ &\quad + 141\,650 \cdot 100 + 144\,621 \cdot 85 \\ &\quad + 140\,770 \cdot 36 + 143\,330 \cdot 6) / 1000 \\ &= 40\,867.76 \end{aligned}$$

Godina	Ukupan broj stanovnika	Broj muškaraca	Broj žena	Smanjenje u odnosu na 2017. g.
2017.	4 222 681	2 034 409	2 188 272	
2027.	4 053 848	1 934 274	2 119 574	168 833
2037.	3 815 858	1 798 923	2 016 935	406 824

Tablica 5. Bazična projekcija broja stanovnika uz nepromijenjene stope fertiliteta, mortaliteta i bez migracije (izračun autora)

Budući da je za projekcije bitno imati podjelu stanovništva na muško i žensko, broj živorođenih osoba dijeli se u omjeru **1.06 : 1.00** na muško i žensko stanovništvo. Razlog nejednake podjele je empirijska evidencija češćeg rađanja muške djece. Broj muških živorođenih osoba za 2012. godinu tako iznosi 21 029, a broj ženskih živorođenih osoba 19 839. Brojevi su dobiveni prema formulama

$$\begin{aligned} M_{m(2012)} &= 1.06 / (1.06 + 1.00) \cdot 40\,867.76 \\ &= 21\,029.0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{f(2012)} &= 1.00 / (1.06 + 1.00) \cdot 40\,867.76 \\ &= 19\,838.7 \end{aligned}$$

Na sličan se način radi procjena broja živorođenih osoba te broja osoba pojedine dobi za buduće godine. Time se dobivaju projekcije dobne strukture stanovništva.

Bazična projekcija i osjetljivost na promjene

Do sada smo opisali način izrade projekcije kretanja broja stanovnika s procjenom pripadne dobne strukture stanovništva korištenjem nepromijenjenih vjerojatnosti doživljenja u budućnosti, fiksnog fertiliteta i bez migracija. U ovom ćemo dijelu komentirati nekoliko rezultata takve projekcije za godine 2017., 2027. i 2037. polazeći od podataka iz popisa stanovništva izvršenog 2011. godine kao bazične populacijske strukture. Dobivene projekcije čitatelj može usporediti s projekcijama Državnog zavoda za statistiku [3]. Također, korištenjem metode opisane u ovom radu čitatelj dobiva mogućnost promjena pretpostavki i provjere posljedičnih promjena smatra li da neke od pretpostavki nisu realne.

Scenarij 1. (Bazična projekcija bez migracije)

Krenemo li od populacije iz 2011. očekivani broj stanovnika Republike Hrvatske u 2017. godini bio je 4.22 milijuna i smanjuje se kroz naredno razdoblje. U 2027. godini populacija će uz navedene pretpostavke imati 4.05 milijuna stanovnika, a u 2037. godini 3.82 milijuna. U narednih 20 godina očekuje se smanjenje populacije za približno 400 000 osoba. Tablica 5 prikazuje procjene ukupne veličine

2017.				2027.			2037.		
	Ukupno	Muškarci	Žene	Ukupno	Muškarci	Žene	Ukupno	Muškarci	Žene
Ukupno	4 222 681	2 034 409	2 188 272	4 053 848	1 934 274	2 119 574	3 815 858	1 798 923	2 016 935
0	38 745	19 937	18 808	34 367	17 684	16 683	30 906	15 903	15 003
1—4	161 485	83 021	78 464	143 852	73 976	69 876	128 621	66 144	62 477
5—9	206 786	106 228	100 558	190 040	97 720	92 320	169 925	87 392	82 533
10—14	214 552	110 056	104 496	199 107	102 290	96 817	179 674	92 353	87 321
15—19	227 677	116 554	111 123	207 647	106 475	101 172	189 328	97 173	92 155
20—64	2 551 377	1 263 977	1 287 400	2 365 918	1 165 725	1 200 193	2 170 405	1 067 737	1 102 668
65+	822 059	334 636	487 423	912 917	370 404	542 513	946 999	372 221	574 778

Tablica 6. Projekcija broja stanovnika Republike Hrvatske – bazični scenarij: bez migracije i promjene mortaliteta i fertiliteta (izračun autora)

populacije, strukturu populacije s obzirom na spol te smanjenje ukupne populacije u odnosu na procjenu za 2017. godinu.

Više sličnih zaključaka čitatelj može izvesti iz tablice 6. Također, moguće je provesti i izračun temeljnih demografskih pokazatelja za populaciju prezentiranih na početku rada. Projekcija nam može dati uvid u očekivanu starost stanovništva, udio mlade populacije u društvu, udio starog stanovništva i slično. U ovom radu dodatne zaključke ne izvodimo jer je cilj rada osposobljavanje čitatelja da sam provede svoje izračune.

Scenarij 2. (Jednokratna migracija)

Krenemo li opet od populacije u 2011. godini, očekivani broj stanovnika Republike Hrvatske u 2017. godini bio je 4.22 milijuna. Prethodna projekcija pretpostavlja da nema migracije i pretpostavlja da nema promjena u stopama mortaliteta i fertiliteta u narednom razdoblju. Pretpostavimo sada da se dogodila jednokratna emigracija od 1 000 osoba dobi između 25 i 29 u 2017. godini i to na način da se iselilo 500 žena i 500 muškaraca. Ostalih godina nije bilo migracije. Motivacija za simulaciju je ocjena dugoročnog utjecaja emigracije od 1 000 osoba mlađe dobi.

Pretpostavljeno iseljavanje smanjuje veličinu populacije kroz naredno razdoblje. U 2027. godini populacija se smanjila na 4 052 477 što znači da je osim osnovnog iseljavanja nastalo dodatno smanjenje

broja stanovnika za 371 osobu, a u 2037. za dodatnih 511 osoba. **Ukratko, svaka iseljena osoba mlađe dobi u prosjeku znači smanjenje populacije za približno 1.5 osobu u roku od 20 godina.** Naravno, takva emigracija povlači i promjenu u dobnoj strukturi stanovništva, a daljnje izučavanje takvih promjena ostavljamo čitatelju na izučavanje. Detaljni prikaz je u tablicama 7 i 8.

Godina	Ukupan broj stanovnika	Broj muškaraca	Broj žena	Smanjenje u odnosu na 2017. g.
2017.	4 221 681	2 033 909	2 187 772	
2027.	4 052 477	1 933 586	2 118 891	169 204
2037.	3 814 347	1 798 168	2 016 179	407 334

Tablica 7. Procjena broja stanovnika u skladu s bazičnom projekcijom uz dodatnu jednokratnu emigraciju od 1 000 osoba nastalu 2017. godine (izračun autora)

Smanjenje u odnosu na bazičnu projekciju			
Godina	Ukupan broj stanovnika	Broj muškaraca	Broj žena
2017.	1 000	500	500
2027.	1 371	688	683
2037.	1 511	755	756

Tablica 8. Smanjenje broja stanovnika uslijed jednokratne migracije u odnosu na bazičnu projekciju (izračun autora)

Scenarij 3. (Povećanje fertiliteta)

Krenimo od iste populacije iz 2011. godine te pretpostavimo da nema migracije ni promjene u stopama mortaliteta. Želimo ocijeniti utjecaj rasta specifičnih stopa fertiliteta po stopi od 3 % godišnje u narednih 5 godina (od 2017. godine do 2021.) i nakon toga zadržavanja fertiliteta na novonastaloj razini. Motivacija za simulaciju je ocjena snage demografskih politika na oporavak demografske strukture. Navedenom promjenom specifičnih stopa fertiliteta totalna stopa fertiliteta naraste s početnih 1.47 na 1.7 čime bi blago premašili prosjek EU zemalja od 1.6 i došli približno do razine prosječne stope fertiliteta OECD zemalja od 1.7 [5]. Podizanje fertiliteta u spomenutom razmjeru na narednim godinama povlači rast populacije od približno 45 000 u razdoblju od 10 godina i 100 000 u razdoblju od 20 godina u odnosu na bazičnu projekciju. Detaljni prikaz je u tablicama 9 i 10.

Godina	Ukupan broj stanovnika	Broj muškaraca	Broj žena	Smanjenje u odnosu na 2017. g.
2017.	4 222 681	2 034 409	2 188 272	
2027.	4 099 118	1 957 561	2 141 557	123 563
2037.	3 914 412	1 849 607	2 064 805	308 269

Tablica 9. Projekcija uz povećanje stope fertiliteta po stopi od 3 % u narednih 5 godina, bez migracija i uz fiksne stope fertiliteta (izračun autora)

Povećanje u odnosu na bazičnu projekciju			
Godina	Ukupan broj stanovnika	Broj muškaraca	Broj žena
2017.	0	0	0
2027.	45 270	23 287	21 983
2037.	98 554	50 684	47 870

Tablica 10. Povećanje broja stanovnika uslijed povećanja stopa fertiliteta u odnosu na bazičnu projekciju (izračun autora)

Treba napomenuti da je prema novijim podacima naznaka da je totalna stopa fertiliteta dodatno pala na 1.40. Povećanje rodnošći može imati pozitivan utjecaj. Smanjenje koje se događalo u posljednjih desetljeća imalo je negativan utjecaj na strukturu i veličinu populacije. Potrebne su konkretne akcije za promjenu tog trenda.

Zaključak

U radu smo prikazali neke od kvantitativnih pokazatelja strukture populacije, opisali smo kratko strukturu stanovništva Republike Hrvatske te prikazali način izrade projekcija kretanja broja stanovnika i procjene dobne strukture. Rezultati projekcija ukazuju na nepovoljne demografske trendove. Ovaj rad za cilj je imao prikaz izrade modela demografskih promjena kako bi čitatelj mogao izraditi svoje projekcije s drugim pretpostavkama i drugim odabranim kvantitativnim pokazateljima strukture stanovništva.

LITERATURA

- 1/ I. Družić i drugi (2003.): *Hrvatski gospodarski razvoj*, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Politička kultura, Zagreb.
- 2/ DZS (2013.): *Popis stanovništva, kućanstva i stanova 2011. Stanovništvo prema spolu i starosti*, Državni zavod za statistiku, Zagreb (dostupno na www.dzs.hr pristupano dana 11.5.2017.).
- 3/ DZS (2011.): *Projekcije stanovništva Republike Hrvatske od 2010. do 2061.*, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb (dostupno na www.dzs.hr pristupano dana 11.5.2017.).
- 3/ DZS (2014.): *Tablice mortaliteta Republike Hrvatske od 2010. do 2012.*, Državni zavod za statistiku, Zagreb (dostupno na www.dzs.hr pristupano dana 11.5.2017.).
- 4/ D. Mundar (u tisku): *Demografski trendovi – utjecaj na mirovinski i obrazovni sustav*, Informator.
- 5/ Ujedinjeni narodi (UN), *Age-specific fertility rates, Total fertility and Mean age at childbearing* (dostupno na <http://data.un.org/DocumentData.aspx?id=319> pristupano dana 11.5.2017.).