

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

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

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 *Informativ* 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 rodnost žena do kraja njihovog fertilnog razdoblja uz pretpostavku nepromijenjene razine rodnosti tijekom cijele fertile 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

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

Vežano 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 godine. 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

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

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

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

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 jednadžbom

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

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 mlade 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 mlade 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 rodnosti 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*, Informativator.
- 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.).