

INFO-1031

Primljeno / Received: 2008-04-18

UDK: 314.:497.13:681.3:007

Stručni rad / Professional Paper

MODELIRANJE STRUKTURE STANOVNIŠTVA U HRVATSKOJ LESLIEJEVIM MATRIČNIM MODELOM

MODELLING OF THE POPULATION STRUCTURE IN CROATIA BY MEANS OF LESLIE'S MATRIX MODEL

Maja Biljan-August, Ana Štambuk, Ana Vučak

Ekonomski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, Hrvatska

Faculty of Economy, University of Rijeka, Rijeka, Croatia

Sažetak

U postranzicijskom razdoblju, glavna prirodna komponenta porasta stanovništva je natalitet; stoga je fertilitet određujući čimbenik u planiranju strukture stanovništva. U populaciji kod koje je fertilitet već vrlo nizak i ne osigurava više niti jednostavnu reprodukciju stanovništva, izuzetno je važno projektiranje strukture stanovništva koja bi nastala kada bi vitalnostatiističke stope bile konstantne. Cilj ovakvih projekcija obično je upozorenje vlastima pojedine zemlje za poduzimanjem pronatalitetne populacijske politike. Kretanje dobne strukture stanovništva moguće je modelirati Lesliejevim matičnim modelom. Model je vremenski diskontinuiran, te stanovništvo modelira u konstantnim vremenskim ciklusima. Stanovništvo u Hrvatskoj modelirano je u tri petogodišnja ciklusa koji se temelje na rezultatima popisa stanovništva iz 2001. godine. Multiplikacijom modela pokazuje se da se kontingent mladih kontinuirano smanjuje, dok udio starijeg stanovništva postaje veći od udjela mladih, a daljnje projekcije upozoravaju na sve veću disproporciju u starosnoj strukturi stanovništva Hrvatske. Istraživanje upozorava na nužnost kontinuirane primjene mjera pronatalitetne politike.

Abstract

In the post-transition period, the main natural component of population growth is the birth rate; thus, fertility is the determining factor in the planning of the population structure. In a population in which fertility has already been very low, and in which it does not ensure even a simple reproduction of the population any more, it is extremely important to design the population structure which would emerge if vital statistical rates were to be constant. The objective of such designs is usually an indicator to the government of a country that a pro-birth rate population policy should be undertaken. Age distribution population trends can be modelled by Leslie's matrix model. This model is temporally discontinuous, and it models the population in constant time cycles. The population in Croatia has been modelled in three five-year cycles which are based on the results of the census from 2001. Multiplication of the model indicates that the youth contingent is continuously decreasing, and further designs indicate increasing disproportion in the age distribution of the Croatian population. The research indicates the necessity for a continuous application of the measures of pro-birth rate policy.

UVOD

Lesliejeve matrice koriste se za modeliranje dinamike dobne strukture stanovništva (Sharov, 1996., Holland Jones, 2005., Siegel, Swanson, 2004., Schoen, 2002., Arnold, Yokoyama, 2005.). Model je diskretan u vremenu i modelira stanovništvo po konstantnim vremenskim ciklusima, a između dvaju ciklusa je vremenski razmak za koji nema Lesliejevih projekcija.

U modelu se polazi od postojećih stopa fertiliteta i stopa preživljavanja iz pojedine dobne skupine u slijedeću, odnosno od vjerojatnosti ostanka u posljednjoj skupini, a pretpostavka je zatvorenost prema migracijama. Veličine svih dobnih skupina stanovništva su jednake, a razmak između dva

koraka modeliranja jednak je veličini jedne dobne skupin

Lesliejev matični model je model ženskog stanovništva te se potrebne vitalnostatiističke stope odnose samo na žene, uključujući i fertilitet koji se odnosi samo na rađanje djevojčica. Uključivanje muškog stanovništva u multiplikaciju je moguće, ali pritom se model postavlja kao dominantno ženski model, u kojemu stope rasta muškaraca ovisе o stopama rasta žena.

Podpretpostavkom konstantnih vitalnostatiističkih stopa, multiplikacije Lesliejevog modela naposljetku dovode do stabilnog modela stanovništva i iz njega se može iščitati intristička stopa rasta.

Lesliejev model pokazuje do kakve bi strukture stanovništva došlo uz konstantni dobno specifični

mortalitet i nepromijenjeno fertilno ponašanje stanovništva, bez promjena koje proizlaze iz migracija. Projekcije su napravljene po petogodišnjim ciklusima, a model je multipliciran tri puta.

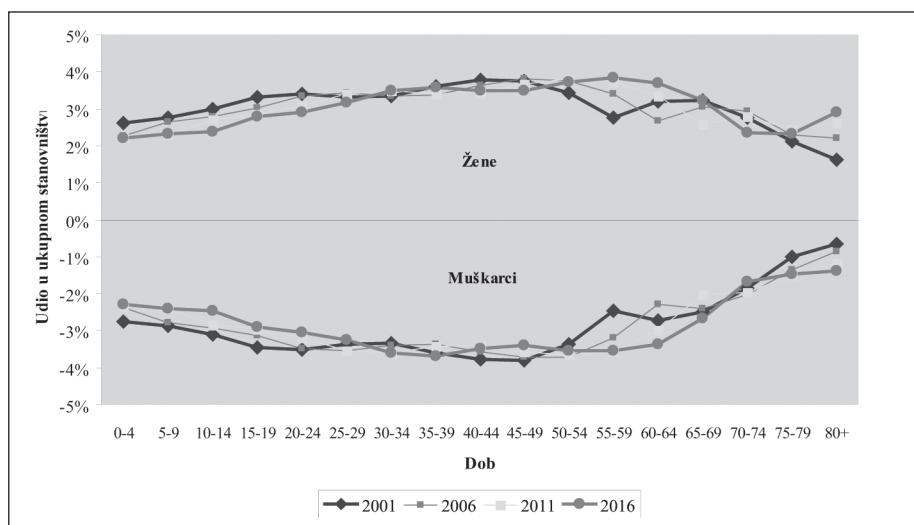
Osim ženskog stanovništva, koje je modelirano prema jednadžbama koje navode Becker i Sidibe /1/ i Siegel i Swanson /2/, modelirano je i muško stanovništvo uz pretpostavku dominantno ženskog modela, a jednadžbe kojima je modelirano muško stanovništvo objavljene su u radu Keyfitza /3/.

Poput modela stabilno-ekvivalentnog stanovništva, i Lesliejev matrični model je primijenjen na tri populacije: hrvatsko stanovništvo, ukupno stanovništvo Europske unije prije proširenja 2002. godine te cjelokupno stanovništvo izabranih zemalja srednje i istočne Europe označenih kao CEES-8. Uz Hrvatsku, toj skupini tranzicijskih zemalja

pripadaju i Bugarska, Češka, Mađarska, Poljska, Rumunjska, Slovačka i Slovenija. Za sve zemlje uzeta je struktura stanovništva i vitalnostističke stope prema podacima iz 2001. godine. Iznimku predstavlja populacija EU-15, u kojoj su uračunati podaci za Italiju iz 2000. godine i Belgiju s podacima za 1997. godinu.

EVALUACIJA STRUKTURE STANOVNIŠTVA U HRVATSKOJ

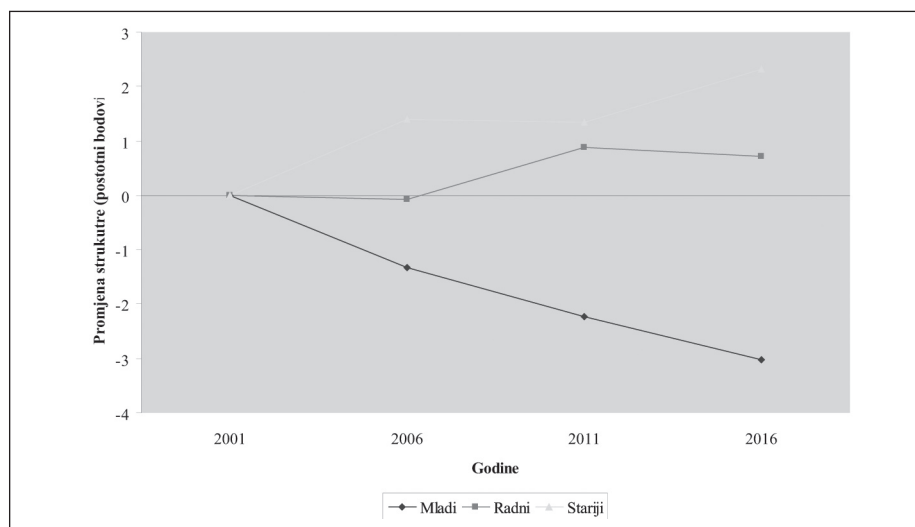
Evaluacija strukture hrvatskog stanovništva prikazana je na Slici 1. koja prikazuje stvarno stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. te stanovništvo modelirano Lesliejevim matricama u tri petogodišnja ciklusa za 2006., 2011. i 2016. godinu.



Slika 1. Stvarno i modelirano hrvatsko stanovništvo
 Izvor: izračun autorica

Promjena strukture stanovništva predočena je Slikom 2. koja pokazuje razliku u udjelu koji pojedini kontingent stanovništva ima u modeliranoj populaciji u usporedbi s popisanim stanovništvom

iz 2001. godine. Radni kontingent i kontingent starijeg stanovništva, kao i kod modela stabilnog stanovništva, računat je za sve modelirane populacije uz granicu od 65 godina za oba spola.



Slika 2. Razlika strukture modeliranog i stvarnog hrvatskog stanovništva
 Izvor: izračun autorica

Udio mladih smanjuje se u svakom multiplikacijskom ciklusu, dok se udio kontingenta starijeg stanovništva i radnog kontingenta naizmjenično povećava i smanjuje, uz stalnu pojavu suprotnog predznaka. Udio starijeg stanovništva postaje veći od udjela mladih, a prevaga starijeg nad mlađim stanovništvom sve je veća što se dalje projicira.

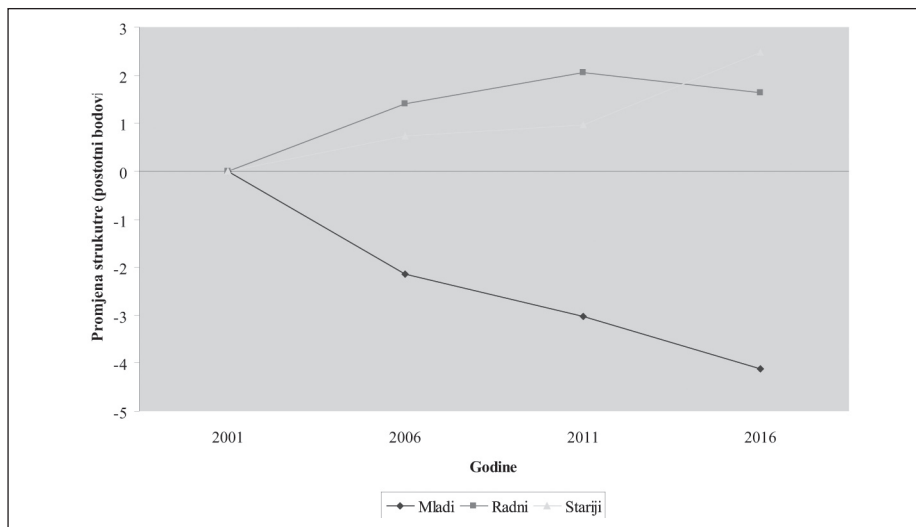
U prvom projekcijskom ciklusu za 2006. godinu smanjuju se kontingent mladih i radni kontingent, a dolazi do porasta kontingenta starijeg stanovništva. Tako se udio mladog stanovništva smanjuje sa 17,08% na 15,75%. Udio stanovništva starog između 15 i 64 godine smanjuje se sa 67,22% na 67,15%, dok se udio starijeg stanovništva povećava s 15,70% na 17,10%.

Drugi projekcijski ciklus dovodi do smanjenja udjela mladog stanovništva te mladi čine 14,86% stanovništva u 2011. godini. Radni kontingent porastao je u drugom multiplikacijskom ciklusu pa se 2011. godine 68,10% stanovništva nalazi u radnom kontingentu. Stariji kontingent bilježi manje

smanjenje, nakon čega je 17,04% stanovništva starije životne dobi.

S trećom multiplikacijom modela još se više smanjuje mlado stanovništvo, koje 2016. godine ima udio od svega 14,05%. Radno stanovništvo smanjuje se u trećem ciklusu multiplikacije, ali s udjelom od 67,94% ukupnog stanovništva veće je od početnog stanovništva u 2001. godini. Starije stanovništvo još se više povećalo, te 2016. godine čini čak 18,01% hrvatske populacije. Promjene u udjelu radnog kontingenta imaju isti predznak u Hrvatskoj i u populaciji europske petnaestorice između pada u prvom i trećem ciklusu modela, dok u drugom ciklusu dolazi do povećanja radnog stanovništva. U populaciji osam tranzicijskih zemalja, povećanje radnog kontingenta prisutno je u prvom i drugom projektivnom ciklusu, a do pada dolazi u trećem ciklusu modela.

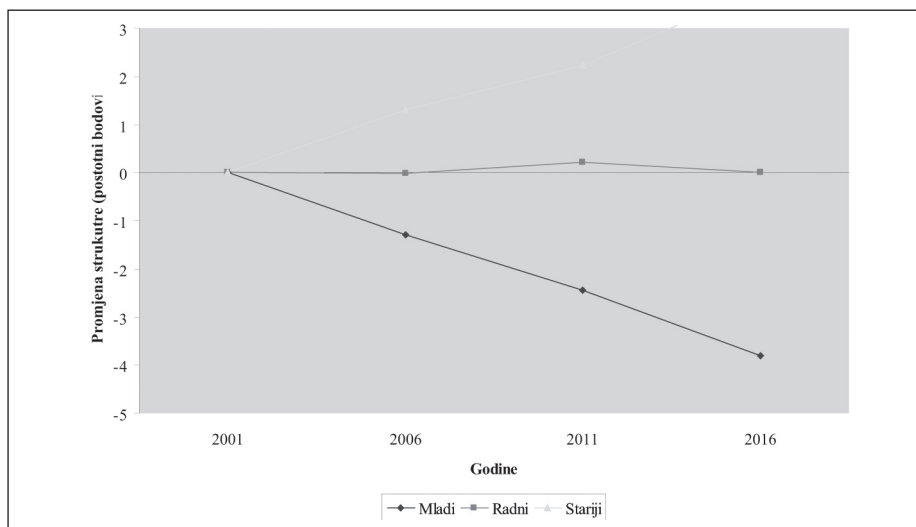
Promjena strukture stanovništva do koje se dolazi modeliranjem prikazana je grafički na Slici 3. za izabrane zemlje srednje i istočne Europe, a na Slici 4. za izabrane zemlje Europske unije.



Slika 3.: Razlika strukture modeliranog i stvarnog stanovništva na području CEES-8
 Izvor: izračun autorica

Usvim analiziranim populacijama, multiplikacijom modela sve se više smanjuje kontingent mladih. Starije stanovništvo u analiziranoj populaciji tranzicijskih i zapadnoeuropskih zemalja povećava

se sa svakom multiplikacijom modela. U usporedbi s Hrvatskom tu postoji razlika, jer u drugom ciklusu multiplikacije hrvatskog stanovništva kontingent starijih bilježi manji pad.



Slika 4.: Razlika strukture modeliranog i stvarnog stanovništva na području EU-15
 Izvor: izračun autorica

Uspoređujući smjer kretanja promjena između populacija u pojedinom ciklusu modeliranja, primjećuje se da u prvom projekcijskom ciklusu kretanje kontingenata stanovništva u Hrvatskoj ima iste tendencije kao i u analiziranim zemljama Europske unije. Promjene koje nastaju drugim

ciklusom modeliranja imaju isti predznak za sve kontingente u tranzicijskim zemljama i zemljama Unije. U trećem ciklusu multiplikacije sve tri modelirane populacije imaju iste predznake kretanja svojih kontingenata.

ZAKLJUČAK

Lesliejev model pokazuje do kakve bi strukture stanovništva došlo uz konstantni dobno specifični mortalitet i nepromijenjeno fertilno ponašanje stanovništva, bez promjena koje proizlaze iz migracija. Projekcije su napravljene po petogodišnjim ciklusima za hrvatsko stanovništvo, cjelokupno stanovništvo u zemljama CEES-8 i ukupno stanovništvo Europske unije prije proširenja 2002. godine.

Promjene u udjelu radnog kontingenta imaju isti smjer u Hrvatskoj i u populaciji EU-15, odnosno, u prvom i trećem ciklusu modela taj udio se smanjuje, dok u drugom ciklusu dolazi do povećanja radnog stanovništva. U populaciji osam tranzicijskih zemalja radni kontingent se povećava u prvom i drugom projektivnom ciklusu, a do pada dolazi u trećem ciklusu modela.

Može se zaključiti da kretanje strukture stanovništva u Hrvatskoj, modelirano Lesliejevim matičnim modelom, upozorava na negativne posljedice prirodnog kretanja stanovništva na radni kontingent ukoliko se ne provodi aktivna pronatalitetna populacijska politika.

BILJEŠKE

- /1/ Becker Stan, Sidibe Nafissatou, *Introduction to Demographic Methods: A multimedia CD-ROM course*, Johns Hopkins University, School of Hygiene and Public Health, Baltimore, 2001, [Internet], URL: <<http://www.gatesinstitute.jhsph.edu/cddemo/demography/>> [17.10.2004.]
- /2/ Siegel Jacob, Swanson David, *The methods and materials of demography*. 2nd ed. Academic Press, Amsterdam, 2004, str. 819
- /3/ Keyfitz Nathan, *Introduction to the Mathematics of Population*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, 1968, str. 450

LITERATURA

1. Arnold David, Yokoyama Kevin, The Leslie Matrix. u: Arnold D. *Math 45 - Linear Algebra.*, College of the Redwoods, Eureka, 2005, str. 18
2. Holland Jones, James, (2005) *Leslie Matrix II*. Stanford Summer Short Course in Formal Demography, Stanford University, Stanford, 36 str., [Internet] URL: <<http://www.stanford.edu/~jhj1/teachingdocs/Jones-leslie22005.pdf>> [10.08.2005.]
3. Schoen Robert, *Mathematical Models in Demography and Actuarial Mathematics*. Working Paper 02-07. Population Research Institute, University Park, 2002
4. Sharov, Alexei, *Quantitative Population Ecology*. On-Line Lectures. Virginia Tech, Blacksburg, 1996, [Internet] URL: <<http://www.gypsymoth.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/popecol.html>> [09.09.1996.]