

DEMOGRAFSKA BUDUĆNOST SRBIJE NA DRUGI NAČIN

Vladimir NIKITOVIĆ*

Polazeći od ocene empirijske greške u savremenim zvaničnim projekcijama stanovništva Srbije, rad pokazuje zašto bi korisnici mogli želeti promenu postojećeg koncepta. Kvantifikacija greške dosadašnjih prognoza stope ukupnog fertiliteta, očekivanog trajanja života pri živorođenju i ukupne populacije izvedena je u funkciji ocene empirijskog varijabiliteta. Zvanične projekcije stanovništva Srbije objavljivane u proteklih pola veka nisu pokazale napredak u pogledu tačnosti niti u iskazivanju neizvesnosti inherentne prognozama demografskih trendova. Pokazalo se da tačnost i dalje najviše zavisi od stabilnosti demografskih procesa tokom projekcionog horizonta, čime su potvrđeni nalazi iz sličnih studija za države širom sveta. Intenzivan razvoj probabilističkog koncepta pripreme, izrade i iskazivanja rezultata projekcija tokom poslednje dve decenije rezultirao je promenom paradigme u osnovi najuticajnijeg seta projekcija svetske populacije u izdanju Odeljenja za stanovništvo pri UN. Korišćenjem slobodnog softvera R, koji je poslužio kao okruženje za razvoj modela u osnovi UN projekcija, pripremljena je probabilistička prognoza stanovništva Srbije. Prikazano je kako bi mogla da izgleda zvanična projekcija stanovništva Srbije zasnovana na probabilističkom modelu vitalnih komponenti primenjenom u reviziji projekcija UN za 2012. Empirijska greška je poslužila kao instrument za evaluaciju, ali i kao dopunski metod u izradi intervala predviđanja. Komparacija hipoteza i rezultata sa aktuelnom zvaničnom projekcijom ima za cilj da istakne ključne prednosti novog pristupa u pogledu tačnosti i načina iskazivanja neizvesnosti vezane za demografsku budućnost Srbije.

Ključne reči: projekcije stanovništva UN, probabilističke projekcije, empirijska greška, Srbija

Uvod

Rezultate "zvaničnih" projekcija stanovništva, koje najčešće objavljuju nacionalni statistički zavodi (instituti), korisnici tipično percipiraju kao najrelevantnije polazište za sagledavanje budućih demografskih trendova (Duchene, Wanner, 1999; Nikitović, 2010). Pojava savremenih zvaničnih projekcija kod nas uglavnom se vezuje za osnivanje časopisa Stanovništvo, na čijim stranicama se proteklih pet decenija intenzivno odvijao njihov razvoj, kako metodološki tako i aplikativni. Evaluacija metodologije i rezultata prošlih projekcija, naročito sa aspekta novog

* Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka, Beograd.

koncepta u prognoziranju demografskih trendova, koji je usvojilo i Odeljenje za stanovništvo Ujedinjenih nacija (UN), nameće potrebu za preispitivanjem održivosti postojećeg zvaničnog pristupa kod nas.

Ako se projekcija stanovništva posmatra samo kao rezultat određenog seta pretpostavki, apstrahujući moguću grešku proisteklu iz metoda računanja, ona ne može biti pogrešna. S druge strane, svaki autor projekcija koje se koriste u svrhu planiranja mora se suočiti sa činjenicom da će biti korišćene kao prognoze. U tom smislu, ovaj članak prevashodno razmatra kako su se najverovatnije varijante (najčešće označene kao "srednja") zvaničnih projekcija¹ stanovništva Srbije² pokazale kao prognoze razvoja populacije tokom proteklih pola veka, pri čemu je fokus na tačnosti prognoze vitalnih komponenti populacione dinamike odnosno na prognozi ukupnog broja stanovnika. Stoga se u daljem tekstu termini projekcija i prognoza koriste kao sinonimi, a izraz "greška" da opiše razlike između projektovanog i "stvarnog"³ demografskog razvoja.

Periodične evaluacije prošlih projekcija korisne su za autore, kako bi identifikovali oblasti u kojima se poboljšanja mogu napraviti, ali i za korisnike, ukazujući im na neizvesnost povezanu sa prognoziranim demografskim indikatorima. Očigledan trenutak za evaluaciju nastupa kada se procene stanovništva, i na njima bazirani demografski indikatori, revidiraju na osnovu najsvježijeg popisa stanovništva (Shaw, 2007). Iako takva revizija na bazi popisa iz 2011. u Srbiji još uvek nije dostupna, sama mogućnost da se izmeri greška prognoziranog broja stanovnika u 2011. u odnosu na popisne rezultate predstavlja dovoljan razlog za evaluaciju, posebno što su projekcione hipoteze uobičajeno vezane za popisne godine.

Ocena stepena uspešnosti dosadašnjih prognoza stanovništva Srbije poslužila je kao osnova za otvaranje pitanja metodološke paradigme u njihovoj osnovi, naročito u svetlu novog pristupa u izradi, prezentaciji i korišćenju projekcija stanovništva, koji se intenzivno razvija u svetskoj demografiji tokom poslednje dve decenije. Iznad svega, snažan informatički napredak u ovom periodu omogućio je demografima da značajno umanje stepen simplifikacije jednačina koje opisuju odnose između i unutar komponenti populacione dinamike. Pristup koji dozvoljava probablističko izražavanje neizvesnosti u pogledu budućih

¹ U tekstu se pod ovim terminom podrazumevaju projekcije koje su proteklih decenija objavljivale referentne institucije: Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka, Savezni zavod za statistiku, Republički zavod za statistiku.

² Usled nedostatka i/ili nepouzdanosti demografskih podataka za teritoriju Kosova i Metohije u periodu 1990-2010, analiza u ovom članku je ograničena na stanovništvo Srbije koje ne uključuje populaciju u južnoj pokrajini.

³ Podrazumevano je da su demografski indikatori zasnovani na popisima stanovništva i statistici vitalnih događaja najbolja aproksimacija stvarnih vrednosti demografskog razvoja.

tendencija demografskih pojava odnosno veličine i struktura populacije uvažava samu prirodu demografskih događaja u životnom ciklusu pojedinca. Time je veza između mikro i makro demografske perspektive daleko jasnija i realističnija nego što je to u tradicionalnom pristupu zasnovanom na determinizmu, i krajnje pojednostavljenom, u empiriji neutemeljenom, interpretiranju neizvesnosti putem pravolinijskih međusobno isključivih varijanti budućnosti.

Iako je probabilizam teorijski percepiran kao bitan za demografske projekcije još sredinom 20. veka,⁴ njegov intenzivan razvoj je novijeg datuma. Razvoj brzih kompjutera omogućio je raznolikost metoda kojima se može kvantifikovati probablistička dimenzija demografskih indikatora. Greške prošlih prognoza, modeli vremenskih serija i ekspertske mišljenje su tri osnovne grupe metoda koje se međusobno mogu dopunjavati. Najvažnije odlike pristupa su: specifikacija verovatnoće prognoziranih demografskih indikatora, uvažavanje pojave iznenadnih događaja, godišnjih fluktuacija i cikličnog ponašanja, te probablistička konzistentnost između varijabli i tokom vremena. Među najvažnijim autorima ističu se: R. Lee i S. Tuljapurkar, kao začetnici modernog perioda primene probablističkog pristupa, te W. Lutz, S. Scherbov, J. Alho, J. de Beer, M. Alders, N. Keilman, T. Wilson, J. Hyndman, A. Raftery, L. Alkema i dr. Oni su u kompleksnim studijama pokazali prednosti i aplikativnost na primerima velikog broja država. Publikacija od posebnog značaja za razvoj novog pristupa je *Beyond six billion: Forecasting the World's Population*, američkog Nacionalnog naučnog saveta, čiji je fokus na empirijskoj grešci kao metodu (NRC, 2000). S druge strane, *Changing Population of Europe: Uncertain Future* je primer uporedne projekcije na bazi veoma složenih modela vremenskih serija za 18 razvijenih zemalja Evrope u izdanju holandskog statističkog zavoda (Statistics Netherlands, 2005), dok se *Statistical Demography and Forecasting* (Alho, Spencer, 2005) može smatrati prvim udžbenikom iz demografije u celini zasnovanim na stohastičkoj platformi. Koliko veliki odjek ima novi pristup, posebno sa aspekta kvantifikacije populacionog uticaja na životnu sredinu, najbolje svedoče radovi tima koji predvodi W. Lutz, o projekcijama svetske populacije baziranim na metodu ekspertske mišljenja, koji se redovno objavljuju u najprestižnijim svetskim naučnim časopisima poput *Nature*, što se ne može smatrati uobičajenim kada je u pitanju naučni doprinos demografa.

Uprkos nespornim prednostima metodološkog i aplikativnog karaktera odnosno brojnim primerima naučne i praktične opravdanosti novog

⁴ U literaturi se pominje da je „prvi ozbiljan pokušaj da se projektovanje populacije predstavi iz stohastičkog ugla“ vezano za L. Törnqvist-a, koji je još 1949. pomogao u izradi zvanične projekcije stanovništva Finske (Alho, Spencer, 2005: 270).

pristupa, kao glavna prepreka za njegovo uvođenje u zvanične nacionalne projekcije širom sveta navode se problemi vezani za podatke i složenost metodologije. Najnoviji ozbiljan korak ka prevazilaženju te prepreke predstavlja aktuelna redovna revizija projekcija stanovništva sveta u izdanju Odeljenja za stanovništvo UN (2013), bazirana na probabilističkom modelu vitalnih komponenti razvijenom od strane međunarodnog tima eksperata. Imajući u vidu značaj i uticaj ove agencije na nacionalne statističke zavode, čini se da aktuelna revizija predstavlja najavu nove ere u konceptu izrade i korišćenja projekcija širom sveta.

Članak se sastoji iz tri dela. Prvi daje kraći hronološki pregled metoda i hipoteza u dosadašnjim savremenim prognozama stanovništva Srbije, dok se drugi odnosi na kvantifikaciju greške njihovih rezultata u funkciji ocene empirijskog varijabiliteta. Treći deo prikazuje kako može da izgleda zvanična prognoza stanovništva Srbije zasnovana na probabilističkom modelu vitalnih komponenti primenjenom u reviziji projekcija UN za 2012. Empirijska greška je poslužila kao instrument za evaluaciju, ali i kao dopunski metod u izradi intervala predviđanja.

Kraći pregled dosadašnjih projekcija stanovništva Srbije

Kohortno-komponentni metod nametnuo se od sredine 20. veka kao dominantan način za projektovanje stanovništva (Alho, Spencer, 2005). Statističke agencije i zavodi širom sveta ga i danas gotovo isključivo koriste za izradu populacionih projekcija. Osim što, po definiciji, rezultira budućom starosnom strukturom određene populacije, ovaj metod pruža mogućnost autorima projekcije da hipotetišu o svakoj od tri komponente razvoja populacije. Iako zamišljen kao relativno sofisticiran, jer teorijski može projektovati brojne komponente, njegova primena ne garantuje automatski tačnije rezultate u odnosu na jednostavnije metode, poput ekstrapolacije ukupnog broja stanovnika na bazi matematičkih funkcija. Veći broj ulaznih parametara predstavlja prednost, naročito zbog bogatijeg seta rezultata, ali istovremeno povećava broj izvora neizvesnosti o kojima treba praviti pretpostavke. Upravo je zahtevnost u pogledu ulaznih podataka i složenost izračunavanja nametnula brojna pojednostavljenja u široj primeni metoda naročito u ranijim periodima. To je bio slučaj i sa projekcijama stanovništva Srbije⁵ koje su objavljivane u prvim decenijama nakon Drugog svetskog rata. One pokazuju da je svest o značaju novog metoda kod tadašnjih vodećih jugoslovenskih demografa bila itekako prisutna, jer su, uprkos ozbiljnim poteškoćama sa dostupnošću i kvalitetom podataka u poređenju sa zemljama koje su već

⁵ Projekcije objavljene za vreme socijalističke Jugoslavije, zaključno sa projekcijom baziranom na popisu iz 1981, izrađivane su za svaku konstitutivnu republiku posebno, a u slučaju Srbije posebno za centralnu Srbiju odnosno pokrajine.

krenule sa primenom ovog metoda, istrajali u nameri da metod uvedu u primenu. U tom kontekstu, pionirske prognoze Laha (1951) i Breznika (1956; 1963) mogu se posmatrati kao svojevrsan uvod u period savremenih projekcija stanovništva Srbije, koji se praktično poklapa sa prvim brojem Stanovništva.

Prognoze u periodu 1948-1965.

Prve četiri savremene prognoze stanovništva Srbije, s početnom godinom u periodu 1948-1965, karakterišu pojednostavljeni proračuni odnosno izostanak migracione hipoteze i alternativnih varijanti. To ih jasno odvaja od naredne četiri zvanične projekcije, čiji se početak projekcionog horizonta vezuje za popise u periodu 1970-2002. Usled nepostojanja odgovarajućih tablica fertiliteta i mortaliteta, Lah (1951) je u prognozi 1948-1960. primenio krajnje uprošćenu verziju kohortno-komponentnog metoda, baziranu na analogijama sa populacijama poznatih demografskih karakteristika iz perioda uoči i nakon Prvog svetskog rata.

Pprognoza 1953-1970. uvodi empirijsko utemeljenje u hipotezi o fertilitetu, jer na bazi kratke pretprojekcione serije vitalnih događaja pravi prognozu bruto stope reprodukcije u obliku parabolične krive.⁶ Ipak, autor nije izbegao grublje aproksimacije u računu, pretpostavljajući da će se neprognozirani dobiti na polju smrtnosti u zbiru anulirati očekivano većim padom bruto stope reprodukcije od prognoziranog (Breznik 1956: 220).

Prognoza 1961-1981, objavljena u prvom broju Stanovništva, polazi od rezultata popisa 1961. baziranih na petoprocentnom uzorku iz skupa popisnih krugova, što je jedinstven slučaj u proteklih 50 godina. U starosnom obrascu, pretpostavila je samo promene kod smrtnosti dece do pet godina (Breznik, 1963; Todorović, 1978).

Prognoza 1965-1986. je u odnosu na prethodnu uvela hipotezu o promenama u starosnom obrascu fertiliteta (za žene uzrasta 15-24 godine) zahvaljujući relativno dužoj vremenskoj seriji vitalnih događaja (Breznik, Todorović 1968; Todorović, 1978).

Projekcije u periodu 1970-2002.

Projekcija stanovništva Srbije (1970-2000), bazirana na popisu iz 1971, može se smatrati prvom u potpunosti savremenom, jer je uzela u obzir sve osnovne korake kohortno-komponentnog metoda na način kako se to i danas praktikuje u većini nacionalnih projekcija u svetu (Todorović, Plavec, 1973; CDI IDN, 1979). Pored hipoteze o migracijama, uvedena je pretpostavka o promenama u polno-starosnom obrascu komponenti

⁶ Iako su regionalne demografske razlike unutar FNR Jugoslavije bile veoma izražene, hipoteze su postavljene samo na nivou države.

populacione dinamike, standardan srednjoročni vremenski horizont od 30 godina⁷ i ponuđene alternativne varijante razvoja stanovništva određene alternativnim putanjama fertiliteta. "Srednja" varijanta je preuzela ulogu prognoze (najverovatnije budućnosti), dok za "nisku" i "visoku" nije eksplicitno specificirana verovatnoća, te je korisnicima prepušteno kako će ih tumačiti - kao donju i gornju granicu mogućih vrednosti, kao alternativne scenarije, ili kao čisto hipotetičke budućnosti, poput "konstantne" varijante, koje ne moraju imati empirijsko utemeljenje. Do sličnog zaključka došao je Keilman (2008) na osnovu analize tačnosti projekcija u 14 razvijenih evropskih država u istom periodu. Konfuzija u tom pogledu se jasno ogleda u projekcijama vezanim za naredne popise, jer se broj i profil alternativnih varijanti značajno razlikovao od projekcije do projekcije,⁸ uz redovan izostanak obrazloženja koja bi korisnicima nedvosmisleno objasnila razlike između alternativnih budućnosti.

I pored evidentnog napretka u projekcionom postupku i uočenih značajnih promena u nivou fertiliteta u periodu 1970-2002, sve četiri savremene projekcije odlikuje izuzetno visok stepen inercije vezan za srednju (prognostičku) i visoku varijantu. U visokoj je ciljani nivo stope ukupnog fertiliteta (SUF) konstantno na oko 2,2 deteta po ženi,⁹ dok je srednja, sve do poslednje projekcije iz 2002. (1,8),¹⁰ podrazumevala dostizanje nivoa neophodnog za dugoročnu zamenu generacija. Istovremeno, neprekidno smanjenje projektovanog ciljnog nivoa SUF u niskoj varijanti, uz prateća ambivalentna obrazloženja¹¹ i uvođenje hibridnih varijanti,¹² nedvosmisleno ukazuje da su joj autori tokom protekle četiri decenije dodelili ulogu realistične/očekivane budućnosti.

Prognoze mortaliteta u zvaničnim projekcijama vezanim za popise u periodu 1970-2002. generalno se svode na ekstrapolaciju uočenih trendova iz preprojekcionog perioda, što je pandan postupku korišćenom za definisanje varijante niskog fertiliteta. Ipak, korisnicima je sugerisano

⁷ Projekcija 2002-2032. je nedavno doživela ekstenziju na pet decenija (RZS, 2011), u skladu sa tipičnim okvirom aktuelnih nacionalnih projekcija.

⁸ Projekcija bazirana na popisu iz 1981. sadrži čak 11 alternativa najverovatnijoj budućnosti (Kovačević i dr, 1989).

⁹ U projekciji 2002-2052, autorka ističe da ova varijanta "izgleda krajnje nerealistično iz današnje perspektive" (Sekulić, 2005: 98), što je pre određuje kao gornju granicu hipotetičkih vrednosti nego kao jedan od mogućih scenarija.

¹⁰ Veoma optimistična prognoza u poređenju sa državama u kojima su registrovane slične tendencije (Eurostat online database, 2013; UN, 2013).

¹¹ Hipoteza niskog fertiliteta u projekciji 1981-2011, sa ciljnim nivoom SUF za skoro četvrtinu nižim od onog u "srednjoj" hipotezi, je takođe označena kao najverovatnija, ali u slučaju nastavka tendencije niskog fertiliteta u dužem periodu (Kovačević i dr, 1989).

¹² Projekcija 1991-2021. uvodi "srednje-nisku" varijantu, čiji je ciljani nivo SUF svega 10% viši od onog u niskoj (Penev i dr, 1996).

da je najverovatnija varijanta budućeg populacionog razvitka ona dobijena kombinacijom prognoze mortaliteta i varijante srednjeg fertiliteta uprkos očigledno različitoj demografskoj logici korišćenoj za njihovo formulisanje.

Sve dosadašnje zvanične projekcije primenile su hipotezu o pozitivnom migracionom saldu Srbije u skladu sa društveno-političkim kontekstom perioda u kome su kreirane. Prve tri prognoze u periodu 1970-1991. bile su određene politikom socijalističke Jugoslavije da se intenzivna radna emigracija označava kao "privremeno odsustvo", što je pretpostavku o saldu migracija između republika SFRJ činilo dominantnim faktorom hipoteze. Hipoteza u projekciji baziranoj na popisu 2002. u prvom delu je određena pretpostavkom o integraciji izbeglih i raseljenih iz 1990-ih, a u nastavku očekivanim pridruženjem Srbije Evropskoj Uniji, koje bi, iz ugla aktuelnog stabilno negativnog bilansa sa svetom, već od 2012. vodilo ka optimistično brznoj transformaciji u stabilnu imigracionu državu već do kraja ove decenije (Sekulić, 2005; RZS, 2011).

Kvantifikacija greške u prošlim prognozama

Pokazalo se da bolji kvalitet ulaznih podataka, napredak demografske teorije i unapređena metodologija izrade projekcija ne dovode nužno do uspešnijih populacionih prognoza. Pre bi se moglo zaključiti da tačnost jedne nacionalne projekcije i dalje najviše zavisi od stabilnosti demografskih procesa tokom projekcionog horizonta (NRC, 2000; Keilman, Pham, 2004; Shaw, 2007; Keilman, 2008; Dion, 2012; Wilson, 2012). Stoga greška ocenjena na bazi prošlih prognoza, za koju je nekoliko relevantnih studija utvrdilo zavidan nivo stabilnosti tokom vremena (Wilson, 2012), ostaje dobro polazište prilikom ocene prognostičkih kapaciteta aktuelnih projekcija, barem na kraći rok. U ovom članku, analizirane su empirijske greške prognoza vitalnih komponenti populacione dinamike Srbije, dok se odustalo od analize migracione greške zbog problema sa podacima.¹³

S obzirom da se analiza odnosi na Srbiju bez Kosova i Metohije, registrovane vrednosti sumarnih pokazatelja u periodu 1950-2010. su izračunate na osnovu statistike o distribuciji rođenih/umrlih prema polu i starosti odnosno procena polno-starosne strukture stanovništva Centralne Srbije i Vojvodine (RZS, 2011). Odgovarajuće prognoze indikatora

¹³ Zvanična statistika migracionih tokova ne postoji, dok je ocena međupopisnog migracionog salda na bazi popisa i statistike vitalnih događaja opterećena različitim konceptima tretiranja emigrantske populacije između popisa (detaljnije u: Penev, 2004). Stoga, nije bilo moguće oceniti ni relativne doprinose greške pojedinačnih komponenti grešci ukupne populacije.

izračunate su kao srednja vrednost prognoza za Centralnu Srbiju i Vojvodinu.¹⁴

Greška u prognozi fertiliteta i mortaliteta je računata na uobičajen način: od projektovane vrednosti sumarnog pokazatelja oduzimana je stvarna odnosno registrovana na bazi zvanične statistike. U slučaju broja stanovnika, razlika između prognozirane i registrovane veličine izražena je u odnosu na ovu drugu da bi se dobila standardizovana mera, poput onih kod vitalnih komponenti. U svrhu komparacije, korišćena je apsolutna vrednost greške, kao često upotrebljavana mera tačnosti prognoze budući da nam govori koliko je prognoza pogrešila bez obzira na smer pristrasnosti (NRC, 2000). Prosečna apsolutna greška poslužila je za poređenja između vremenskih preseka odnosno prognoza/varijanti i za konstrukciju empirijskog intervala predviđanja.

Tabela 1 prikazuje apsolutnu grešku prema petogodišnjim presecima za svaku od analiziranih prognoza odnosno prosek i granice 80% intervala apsolutne greške za sve prognoze tokom dve decenije projekcionog horizonta, što je najduži period sa maksimalnim brojem opservacija.¹⁵

Fertilitet

Stopa ukupnog fertiliteta (SUF), kao sumarni pokazatelj, je glavni predmet projekcionih hipoteza o budućem kretanju nivoa rađanja. Fokus analize u ovom članku je na evaluaciji prognostičke varijante SUF. Od dostupnih osam projekcija, grešku nije bilo moguće izračunati za dve najstarije, koje SUF nisu saopštile u skladu sa metodološkim uprošćavanjem. Većina prognoza je najvećim delom svog vremenskog horizonta precenila registrovani nivo SUF (grafikon 1). Kod svih greška raste sa protokom vremena (tabela 1), što potvrđuje da je teže predvideti dalju budućnost nezavisno od drugih faktora greške. Prosečna apsolutna greška za sve prognoze nakon 20 godina projekcionog perioda iznosila je

¹⁴ Može se smatrati da ovakva aproksimacija nema značajan uticaj na ocenu greške, jer je prognozirana razlika između dve populacije praktično na nivou registrovane, koja je u periodu pokrivenom projekcijama bila minimalna, naročito kod SUF (prosek 0,06 u oba slučaja). Apsolutna razlika između dve populacije za očekivano trajanje života pri živorođenju (OTŽ) iznosila je prosečno 0,89 godina za žene (prognozirana 0,83) odnosno 1,65 za muškarce (1,54).

¹⁵ Prosek za OTŽ pri živorođenju ne uključuje prognozu s početkom u 1953, a za ukupnu populaciju onu s početkom u 1991. zbog ekstremnih odstupanja. U prvom slučaju uzrok je hipoteza konstantnog mortaliteta u periodu najvećeg registrovanog pada smrtnosti, a u drugom izmena metodologije po kojoj procenjen broj stanovnika u zemlji u poslednje dve decenije ne obuhvata populaciju na radu/boravku u inostranstvu dužem od jedne godine.

0,3 što odgovara proseku za 14 razvijenih evropskih zemalja nakon 15 godina projekcije (Statistics Netherlands, 2005: 25).¹⁶

Tabela 1.
Apsolutna greška u prošlim projekcijama

Trajanje prognoze (godine)	Početna godina prognoze								80% interval greške		
	1948	1953	1961	1965	1970	1981	1991	2002	Prosek	Gornja granica	Donja granica
	Stopa ukupnog fertiliteta										
0			0,28	0,04	0,05	0,09	0,00	0,02	0,08	0,18	0,01
5			0,25	0,24	0,01	0,05	0,01	0,20	0,13	0,24	0,01
10			0,36	0,21	0,02	0,21	0,04		0,17	0,30	0,03
15			0,36	0,25	0,09	0,38	0,03		0,22	0,37	0,05
20			0,53	0,29		0,25	0,49	0,03	0,32	0,52	0,12
25					0,40	0,65					
30					0,72	0,74					
	Očekivano trajanje života pri živorođenju - muškarci (godine)										
0		0,59	0,41	1,39	1,17	0,61	0,13	1,66	0,89	1,53	0,27
5		5,76	2,74	1,17	0,13	0,84	1,25	1,43	1,26	2,08	0,49
10		6,81	1,81	2,18	0,45	0,13	1,39		1,19	2,03	0,26
15		8,46	2,97	2,21	0,29	1,25	1,00		1,55	2,67	0,58
20			2,25	1,76	0,35	1,40	0,53		1,26	2,05	0,42
25					0,63	2,54					
30					0,68	3,59					
	Očekivano trajanje života pri živorođenju - žene (godine)										
0		1,33	0,10	1,03	0,95	0,07	0,08	0,28	0,42	0,99	0,08
5		6,24	2,30	2,31	0,21	0,26	0,34	0,82	1,04	2,30	0,24
10		7,81	1,54	3,18	1,10	0,71	0,58		1,42	2,52	0,63
15		10,02	2,08	3,77	1,05	0,29	0,74		1,59	3,09	0,47
20			1,49	3,43	1,70	1,21	0,83		1,73	2,74	0,98
25					1,05	2,27					
30					0,65	3,27					
	Ukupna populacija (procentna greška)										
0		0,05	0,12	0,00	0,12	0,00	3,01	0,20	0,08	0,16	0,00
5		2,36	0,40	1,20	0,64	0,70	3,28	2,08	1,23	2,22	0,52
10		3,15	0,55	0,93	0,94	5,69	5,52		2,25	4,68	0,70
15			0,57	2,73	0,35	6,42	7,33		2,52	5,31	0,41
20			2,10	2,46	0,63	8,88	9,08		3,52	6,95	1,07
25					3,54	10,67					
30					6,65	13,01					

Napomena : Prosek i 80% interval ne uključuju ekstremne opservacije: 1953. (OTŽ), 1991. (uk. populacija)
Izvor : proračuni autora na osnovu zvaničnih projekcija sa početnom godinom u periodu 1948-2002, Demografske statistike i Popisa 2011. (RZS, 2011; 2013)

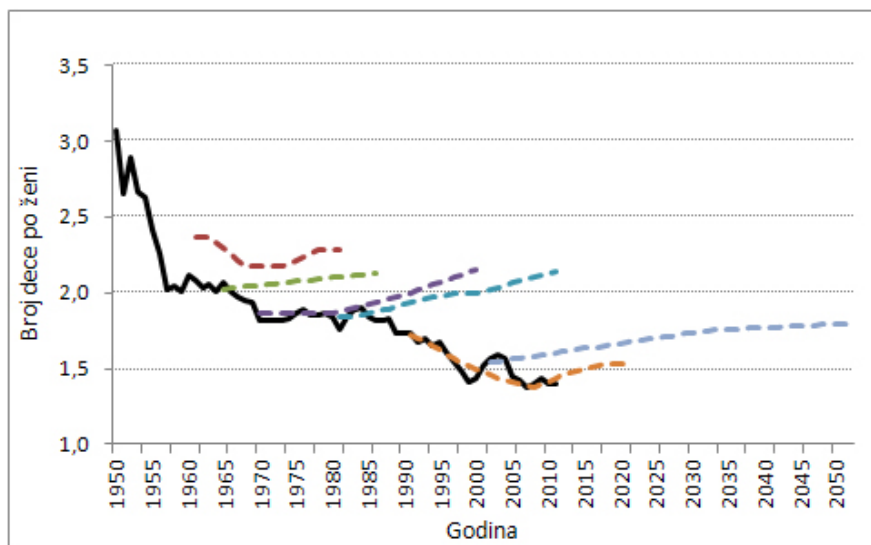
Uočljivo je da pad fertiliteta tokom 1960-ih i ranih 1970-ih, nakon što se "baby-boom" period završio, autori nisu smatrali dugoročnom

¹⁶ Treba napomenuti da analiza za evropske države obuhvata sve dostupne varijante fertiliteta, dok je analiza u ovom članku fokusirana samo na prognoze u skladu sa glavnim ciljem rada.

tendencijom, očekujući da će SUF relativno brzo dostići nivo neophodan za prostu reprodukciju. Takva pretpostavka prepoznata je u prognozama većine evropskih država u istom periodu (NRC, 2000; Statistics Netherlands, 2005; Keilman, 2008). Period stabilnijeg nivoa SUF u Srbiji u drugoj polovini 1970-ih i tokom 1980-ih samo je učvrstio postojeći optimizam prognostičara, koji je doveo do potpunog previda značajnog pada fertiliteta koji je usledio 1990-ih. Izdvaja se prognoza sa početnom 1991, čija "uspešnost" leži u neadekvatnoj terminologiji. U pitanju je "srednje-niska" varijanta, koju su autori označili kao prognostičku iako je skoro identična sa niskom, dok je od srednje niža čak za "pola deteta po ženi", što je standardan raspon između srednje i niske/visoke varijante u projekcijama UN.

Grafikon 1.

Stopa ukupnog fertiliteta - registrovana i prognozirana, 1950-2050.



Napomena: Puna linija predstavlja registrovanu SUF, a isprekidane linije su prognoze
Izvor: Demografska statistika (RZS, 2011); zvanične prognoze (1961-2002).

Ne zapaža se da su novije projekcije SUF uspešnije od starijih uprkos pomacima u kvalitetu i dostupnosti ulaznih podataka odnosno tehnici izrade, jer je očito da je reproduktivno ponašanje u nekim periodima bilo teže prognozirati (tabela 2). Slični zaključci mogu se pronaći i u drugim studijama. Na primer, Keilman (2008) pokazuje da nema poboljšanja u tačnosti prognoza kod 14 razvijenih evropskih država tokom poslednjih 25 godina. Iako prosečne greške u tabeli 2 (efekat perioda) treba uzeti samo grubo zbog malog broja dostupnih serija, čini se da je neizvesnost u tendenciji same pojave i dalje najveći izazov za prognostičare, posebno u situaciji kada je izbor prognostičke varijante pod znatnim subjektivnim

uticajem autora. Autori smatraju da će najmanja greška biti napravljena ako se pretpostavi nastavak generalnih tendencija iz skorije prošlosti s obzirom na relativnu inertnost demografskih procesa (de Beer i Alders, 1999; Mulder, 2002).

Neprekidno udaljavanje niske u odnosu na visoku varijantu, "zakucanu" za nivo SUF od oko 2,2, u dosadašnjim projekcijama za Srbiju, rezultiralo je trostruko širim rasponom između njih na kraju vremenskog horizonta u projekciji s početkom u 2002. u odnosu na onu iz 1970. To se može shvatiti kao odgovor autora na uočeni porast neizvesnosti u kretanju SUF nakon dužeg vremena relativno stabilnog trenda, ali bez korekcija

Tabela 2.
Prosečna apsolutna greška prema periodu

Period	Stopa ukupnog fertiliteta	Očekivano trajanje života pri živorođenju (godine)	
		Muškarci	Žene
1960-1964	0,31	3,53	3,95
1965-1969	0,15	3,77	4,15
1970-1974	0,22	1,80	2,11
1975-1979	0,21	1,86	2,13
1980-1984	0,15	1,01	1,65
1985-1989	0,12	0,81	1,32
1990-1994	0,21	0,59	0,66
1995-1999	0,35	0,90	0,48
2000-2004	0,27	1,19	0,75
2005-2009	0,29	1,64	1,26

Izvor : isto kao i za Tabelu 1.

prognostičke varijante. Naime, evidentno je da niska varijanta preuzima ulogu srednje, koja tipično pretpostavlja nastavak uočenih tendencija, kako je to i formulirano u dopunskom izdanju projekcije vezane za popis 1981. (Penev, Sekulić, 1991: 8), dok prognostička postaje odraz dominantne društvene želje za povratkom na nivo pre značajnijeg pada. To potvrđuju i razlike između varijanti u nivou prosečne apsolutne greške. Za projekcioni period od 20 godina, greška za nisku varijantu iznosi 0,057, srednju 0,179, a visoku 0,256. Prosečna apsolutna greška svih dostupnih projekcija nezavisno od dužine projekcionog horizonta je: 0,081 (niska), 0,229 (srednja) i 0,307 (visoka). Odgovarajuće prosečne vrednosti za 14 razvijenih evropskih država (4.847 opservacija u 308 vremenskih serija) su: 0,193 (niska), 0,262 (srednja) i 0,283 (visoka)

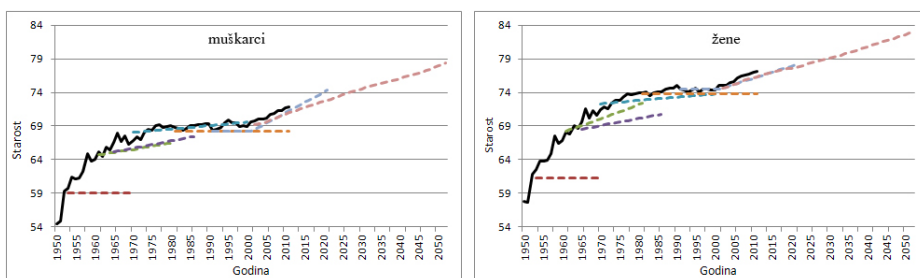
(Keilman, 2008: 143). Iako je razlika u veličini između dva uzorka drastična, uočeni obrazac je veoma sličan.

Mortalitet

Za razliku od fertiliteta, većina prognoza potcenila je ostvareni porast očekivanog trajanja života pri živorođenju (OTŽ) u poslednjih pola veka (grafikon 2). Uzrok kod prognoza sa početkom u 1953. odnosno 1981. je u pretpostavci o konstantnom mortalitetu tokom celog projekcionog perioda, dok su ostale potcenile registrovani tempo pada opšte smrtnosti tokom 1960-ih i 1970-ih, naročito smanjenje smrtnosti novorođenih. Slične rezultate dale su i analize empirijske greške za druge države. Prosek apsolutne greške u Srbiji za oba pola je nakon 15 godina projekcionog perioda približno na nivou proseka za 14 razvijenih evropskih zemalja, ali dostignutom u 5 godina kraćem roku (Statistics Netherlands, 2005: 27-28).¹⁷

Grafikon 2.

Očekivano trajanje života živorođenih – registrovano i prognozirano, 1950-2050



Napomena: Puna linija predstavlja registrovano OTŽ, a isprekidane linije su prognoze.

Izvor: Demografska statistika (RZS, 2011); zvanične prognoze (1953-2002).

Prosek apsolutne greške za sve prognoze generalno raste sa protokom vremena kod ženske populacije, dok takav obrazac nije očigledan kod muške. Imajući u vidu sličan karakter hipoteza o smrtnosti kod oba pola, uočljiviji porast greške s vremenom, kao i njen nešto viši nivo kod žena, može se objasniti značajnijim smanjenjem registrovane smrtnosti ženske u odnosu na mušku populaciju u posmatranom periodu.

Zanimljivo je istaći prognozu s početkom u 1970, koja se tokom čitavog vremenskog horizonta poklapa sa periodom najmanjeg napretka prosečnog životnog veka u Srbiji. To je klasičan primer u kome stabilnost trenda tokom celog horizonta dovede do minimalne greške odnosno odsustva njenog porasta u vremenu usled tipične težnje autora da pretpostavi nastavak uočene tendencije.

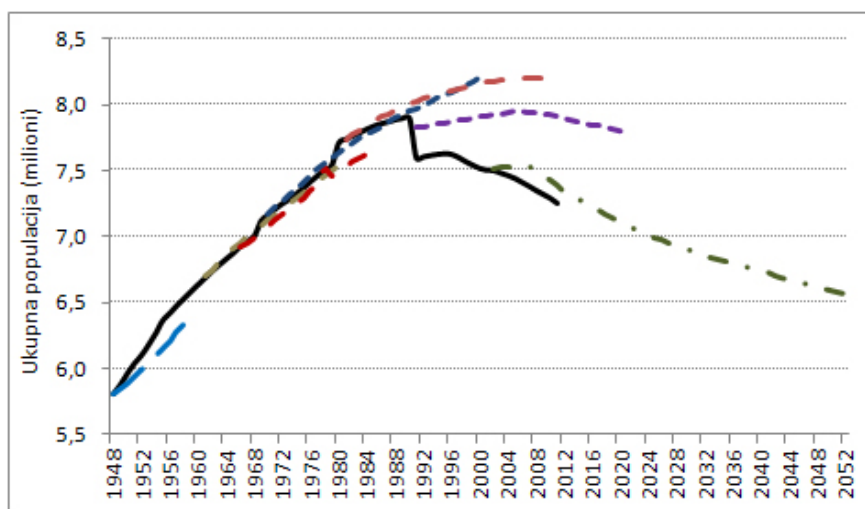
¹⁷ Treba imati u vidu da se dve analize razlikuju po tome što je evropska obuhvatila i varijante hipoteza o mortalitetu, budući da su ih mnoge nacionalne projekcije uključivale.

Kao i kod fertiliteta, ne može se zaključiti da su novije projekcije uspješnije, naročito kada se analizira efekat perioda iz tabele 2, koji, uprkos malom broju dostupnih prognoza, jasno ukazuje da je najlakši za prognoziranje bio period minimalnih promena 1980-2000, a da je ponovo izazovan period nakon 2000, kada je registrovan osetniji napredak u porastu prosečnog životnog veka.

Ukupna populacija

Grafikon 3 pokazuje da je preokret u trendu ukupnog broja stanovnika Srbije (bez obzira na udubljenje na krivi procenjene veličine populacije izazvano promenom popisne metodologije) došao kao iznenađenje ili bolje reći mnogo pre očekivanog vremena za autore prognoza, posebno onih starijih. Tek je poslednja prognoza, nastala za vreme već registrovane tendencije pada, potpuno u saglasnosti sa smerom putanje procenjenog broja stanovnika.¹⁸

Grafikon 3.
Ukupna populacija Srbije - registrovana i prognozirana,
1950-2050



Napomena: Puna linija predstavlja procenjenju populaciju, a isprekidane linije su prognoze.

Izvor: Demografska statistika (RZS, 2011); zvanične prognoze (1948-2002).

Kao što se vidi iz kretanja prosečne apsolutne greške analiziranih prognoza u Tabeli 1, tačnost prognoza direktno je zavisna od dužine projekcionog perioda. Takođe, neizvesnost oličena u širini 80% intervala empirijske greške raste s vremenom. Međutim, ista tabela sugeriše da nema jasnog poboljšanja tačnosti sa pojavom novijih projekcija, što je

¹⁸ Takođe, metodološki je usklađena sa procenom baziranom na popisu 2002, jer nije uključila lica koja borave u inostranstvu duže od jedne godine za razliku od ranijih projekcija.

utvrđeno i u nekoliko nedavnih studija ovog tipa (NRC, 2000; Keilman, 2008, Wilson, 2012). Shaw (2007) priznaje da su neka skorija poboljšanja tačnosti zvaničnih projekcija UK, registrovana tek u određenim aspektima, prevashodno posledica relativne stabilnosti fertiliteta u poslednjih četvrt veka.

Kako bi mogla da izgleda zvanična prognoza?

Polazeći od saznanja iz novije literature da greške u zvaničnim demografskim prognozama nisu postale manje tokom poslednjih decenija, niti ima indicija da bi do značajnijeg poboljšanja tačnosti moglo doći u skorije vreme, što je pokazano i na primeru Srbije, logično se nameće pitanje promene aktuelnog projekcionog koncepta. Deterministički pristup, dominantno zastupljen u zvaničnim nacionalnim projekcijama širom sveta, ne daje korisnicima prognoza informaciju o tome koliko su one tačne. Demografske prognoze koje sadrže informaciju o mogućim odstupanjima od najverovatnijeg razvoja populacije u budućnosti, zajedno sa verovatnoćom da se takva odstupanja odigraju, donosiocima odluka svakako omogućuju kvalitetnije odlučivanje. Čim su očekivani troškovi vezani za pogrešne odluke poznati, moguće je izabrati optimalnu strategiju (Keilman, 2008). Probabilističke prognoze pružaju ovakav tip rezultata. Pomoću njih se ocenjene greške u prognozama osnovnih komponenti populacione dinamike prevode u greške prognozirane veličine populacije i njene starosne strukture. Rezultati su iskazani u formi distribucija verovatnoće, a ne samo kroz pojedinačne vrednosti kao u klasičnim, determinističkim prognozama.

Iako je za veliki broj država moguće izraditi probabilističke prognoze, deterministički pristup je i dalje gotovo isključivo zastupljen u zvaničnim projekcijama. Da je uglavnom u pitanju inercija tipična za statističke zavode, potvrđuje nekoliko relevantnih međunarodnih studija izrađenih od strane eminentnih svetskih demografa u protekloj deceniji (NRC, 2000; Lutz et al, 2001; Statistics Netherlands, 2005; Alders et al, 2007; Lutz et al, 2008; Raftery et al, 2012). Raznolikost korišćenih metoda pokazuje da probabilistički pristup ne mora nužno biti kompleksan u pogledu proračuna odnosno zahtevan po pitanju ulaznih podataka. U našoj literaturi, uglavnom u *Stanovništvu*, u nekoliko radova je pokazano kako probabilistički koncipirane projekcije mogu biti primenjene na populaciji Srbije. Probabilistički element u prognoziranju komponenti populacione dinamike bio je u potpunosti baziran na empirijskim greškama (Nikitović, 2007), oceni varijabiliteta u dosadašnjim trendovima (Nikitović, 2010; 2011) ili na analogijama sa drugim populacijama (Zdravković i dr, 2012; Nikitović, 2013). Aktuelna Strategija prostornog razvoja Republike Srbije prvi je dokument planerskog tipa kod nas koji je uključio probabilistički

koncipirane prognoze stanovništva na nivou države (МЖСПП, 2009: 121-123), čime je potvrđena šira potreba za takvim pristupom, naročito u pogledu zvaničnih nacionalnih projekcija u izdanju Republičkog zavoda za statistiku (RZS).

Probabilistički model u osnovi projekcija UN do 2100.

Verovatno najbolji pokazatelj potrebe za novim pristupom u izradi nacionalnih prognoza je revizija *Izgleda stanovništva sveta* za 2012. U pitanju je redovna publikacija Odeljenja za stanovništvo pri Ujedinjenim nacijama (UN), jedine međunarodne agencije koja od 1951. u kontinuitetu objavljuje prognoze stanovništva za sve države sveta (Raftery et al, 2013). Prognoze fertiliteta i mortaliteta prvi put su u potpunosti zasnovane na probabilističkoj prognozi sumarnih indikatora.¹⁹ Iako standardne sveske rezultata i dalje neizvesnost demografskih indikatora prikazuju u formi determinističkih varijanti (UN, 2013), varijanta srednjeg fertiliteta odnosno prognoza mortaliteta izvučene su kao najverovatnije putanje iz odgovarajućih probabilističkih distribucija proisteklih iz modela,²⁰ koji već nekoliko godina razvija međunarodni tim eksperata.²¹

Po čemu se ovaj model razlikuje od drugih probabilističkih? Pre svega, što se bazira na globalnoj perspektivi promena u kretanju vitalnih komponenti, polazeći od pretpostavke o jedinstvenom mehanizmu koji deluje u njihovoj osnovi, a koji se može iskazati statističkim modelom Bajesovog tipa. Stoga je moguće modelirati razvoj i za države koje imaju siromašne i kratke serije istorijskih podataka. Polazi od procena UN, koje predstavljaju jedinstven set demografskih indikatora za sve države i metodološki verovatno najusaglašeniji dostupan. Prognoza za svaku državu koristi iskustvo njenih istorijskih trendova, ali i varijabilitet u trendovima drugih država. Po definiciji, omogućena je puna uporedivost prognoza između država i konzistentno agregiranje rezultata. Konačno, ali ne i najmanje bitno, model je kreiran u slobodnom softveru otvorenog koda, čime je pružena velika mogućnost, čini se najpre nacionalnim statističkim zavodima i institutima, ali i svim zainteresovanim korisnicima da ga dalje razvijaju, modifikuju i prilagođavaju svojim potrebama.

Model fertiliteta polazi od generalnog konsenzusa da razvoj ove komponente uključuje tri velike faze: 1) pre-tranziciju visokog fertiliteta,

¹⁹ U prethodnoj reviziji, "Izgledi svetskog stanovništva za 2010", UN je prvi put koristio probabilistički pristup, ali samo za definisanje srednje varijante fertiliteta (UN, 2013).

²⁰ Detaljni rezultati probabilističkih modela su dostupni na internet stranici UN:

http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/UN_WPP_Probabilistic_Mortality_Projection_Documentation.htm

²¹ Model potpisuju istraživači sa: Univerziteta u Vašingtonu, Univerziteta u Singapuru i Odeljenja za stanovništvo UN.

2) tranzicionu i 3) post-tranzicionu niskog fertiliteta, u kojoj će njegov nivo verovatno fluktuirati oko ili ispod 2,1 deteta po ženi. Sam metod sastoji se od dva procesa. Prvi modelira promene od visokog ka niskom fertilitetu (faza tranzicije). Za države koje prolaze kroz tranziciju tempo opadanja fertiliteta je razložen u sistematski pad i slučajne faktore, pri čemu je sistematski deo modeliran funkcijom svog nivoa koristeći dvostruku logističku funkciju pada. Parametri funkcije se ocenjuju Bajesovim hijerarhijskim modelom (BHM) koji rezultuje distribucijama parametara specifičnim prema državama. Hijerarhijski znači da je distribucija za određenu državu zasnovana na prošlim trendovima unutar nje, ali i na varijabilitetu trendova u svim državama koje su već doživele pad fertiliteta.

Druga komponenta modela bavi se državama koje su u post-tranzicionoj fazi. Koristi se AR(1) model vremenskih serija da projektuje fertilitet, za koji se smatra da će na dug rok dostići i oscilirati oko ciljnog nivoa specifičnog prema državi na osnovu BHM. Model vremenske serije koristi empirijsku građu iz država niskog fertiliteta koje su doživele porast SUF sa nivoa nižeg od neophodnog za zamenu generacija nakon završene tranzicije. Na taj način uvažava se varijabilitet istorijskih trendova u svim državama niskog fertiliteta, ali i neizvesnost oko tempa potencijalnog oporavka određene države odnosno ciljnog nivoa koji će dostići (Alkema et al, 2011), što je očigledno najveći problem aktuelne zvanične prognoze za Srbiju. Prema ovom modelu, Srbija spada u grupu država koje su u tranziciju fertiliteta ušle pre 1950. Za kraj ove faze uzima se sredina između prva dva vezana petogodišnja perioda u kojima je zabeležen porast SUF do nivoa manjeg od 2. Trenutno je najmanje 25 država u svetu, čiji je SUF ispod 2,1, ušlo u post-tranzicionu fazu prema modelu, jer je doživelo blagi porast fertiliteta u barem dva vezana petogodišnja perioda nakon što su zabeležile svoj najniži nivo.

Polazeći od globalne pojave smanjenja smrtnosti i porasta prosečnog životnog veka, model mortaliteta podrazumeva dva koraka od kojih se prvi odnosi na OTŽ za žene. Kao i model fertiliteta, zasniva se na empirijskim trendovima za sve države sveta, isključujući one koje su bilo kada u poslednjih 60 godina doživele udeo od 2 ili više procenta odraslih sa HIV virusom, kao i 30 malih država ili oblasti čija je populacija manja 100.000, što ukupno čini nešto ispod 90% svetskog stanovništva. U prvom koraku, modelira se tranzicija od visokog ka niskom mortalitetu, tako što je razložena na dva procesa od kojih se svaki može aproksimirati logističkom funkcijom. Potom se tempo poboljšanja u OTŽ razlaže na sistematske dobitke i slučajne faktore, odakle je postupak ocene parametara BHM isti kao kod fertiliteta, čime se za svaku zemlju uvažavaju njeni prošli trendovi, ali i varijabilitet trendova svih ostalih država (Raftery et al, 2013). Na osnovu emirijske građe od 1870. do danas, model ne nameće limit za porast

OTŽ za žene u doglednoj budućnosti. U prilog mu ide i porast maksimalnog životnog veka među državama sa najdužim OTŽ, kao i pouzdani podaci o veoma starima, koji upućuju na nastavak stope rasta, koja je rastuće linearna barem od 1970-ih (oko 1,25 godina po dekadi za države poput Švedske i Norveške).

Drugi korak se odnosi na mortalitet muškaraca, uzimajući u obzir korelaciju između polova i činjenicu da je OTŽ za žene tipično više nego za muškarce. Modelira se raskorak između polova kao funkcija od OTŽ za žene koristeći autoregresivni model vremenskih serija u kome slučajni faktor nema oblik normalne već t raspodele, kako bi obuhvatio nestandardne opservacije koje najčešće odražavaju periode konflikata, nesreća ili kriza (Raftery et al, 2012). Model pretpostavlja da će se registrovani obrazac smanjenja raskoraka između polova u OTŽ u najbogatijim državama preneti na ostale i putem širenja efikasnih mera javne zdravstvene zaštite odnosno medicinskih intervencija (Lalic, Raftery, 2011). To znači da se, na bazi dosadašnjeg iskustva širom sveta, raskorak između polova širi dok je OTŽ nisko, ali kada kod žena dostigne oko 75 godina počinje da se sužava sve do limita određenog trenutno najvišim registrovanim OTŽ. Nakon toga, pretpostavljeno je da raskorak sledi jednostavan model slučajnog hoda, uz normalnu raspodelu slučajnog elementa, jer ne postoji dovoljno informacija o determinantama promena u raskoraku između polova za takav odnosno duži životni vek (UN, 2013).

Probabilistička prognoza populacije Srbije do 2100. godine: podaci i metode

Imajući u vidu značaj i ulogu projekcija UN, za potrebe ovog članka je urađena kompletna probabilistička projekcija stanovništva Srbije bazirana na metodologiji prognoziranja fertiliteta i mortaliteta korišćenoj u aktuelnoj projekciji UN za 2012, a sprovedena u okviru specijalnih paketa slobodnog statističkog sofvera *R*.²² Cilj je da se kroz poređenje polaznih hipoteza i prognoze ukupne populacije sa aktuelnom zvaničnom projekcijom RZS odnosno empirijskim greškama iz prošlih zvaničnih prognoza, predstavljenih u prethodnom odeljku, istakne potreba za promenom pristupa u metodologiji nacionalne projekcije.

Pre pokretanja modela, bilo je neophodno izvršiti korekcije procena demografskih indikatora za Srbiju u izdanju UN za 2012, tj. fertiliteta i mortaliteta od 1950, početne polno-starosne strukture populacije, te

²² U pitanju su paketi kreirani da izvrše proračune na bazi matematičke formulacije modela prikazane u više radova međunarodnog tima eksperata. S obzirom na neophodnost izvršenja velikog broja simulacija u složenom modelu istovremeno za sve države, postupak je, i pored upotrebe snažnog računara, vremenski izuzetno zahtevan, pa izračunavanje cele projekcije može trajati nekoliko dana (u slučaju ovde prikazane projekcije), ali i duže.

aktuelnog migracionog salda, kako bi bile u skladu sa poslednje dostupnim procenama RZS i popisom iz 2011.²³ Hipoteza o saldu spoljnih migracija je data u determinističkom maniru, kao i u projekciji UN, s tim da je, u nedostatku realistične zvanične, preuzeta najsvježija dostupna (Nikitović, 2013), bazirana na nedavnoj studiji o uticaju demografskih i migracionih tokova na Srbiju do 2041. (Kupszewski et al, 2012).

Kako bi se konstruisale projekcije za sve države koje su još uvek u drugoj, tranzicionoj fazi fertiliteta, poput Srbije, pomoću BHM (Alkema et al, 2011; 2013) generisano je 100.000 kriva dvostruke logističke funkcije²⁴ za sve države koje su doživele pad SUF kako bi se iskazala neizvesnost u pogledu funkcije pada za svaku od njih. Sistematski uzorak ove distribucije kriva (jedna desetina) uzet je da se izračuna 10.000 budućih putanja SUF za sve države koje do preprojekcionog perioda 2005-2010. još nisu ušle u treću, post-tranzicionu fazu. Tako su buduće putanje za Srbiju kombinacija SUF iz druge i treće faze sve dotle dok sve trajektorije ne budu u post-tranzicionoj fazi, što je prema modelu od 2020. godine.

Postupak kreiranja simulacija za OTŽ žena je sličan prethodno opisanom za SUF. Razlika je što je BHM (Raftery et al, 2013) generisao 150.000 kriva dvostruke logističke funkcije²⁵ za svaku državu, dok je sistematski uzorak te distribucije iznosio 1/15 rezultujući u 10.000 projektovanih putanja OTŽ. Projekcije raskoraka u OTŽ između polova dobijene su jednostavnim regresionim modelom u kome su projekcije OTŽ žena prema BHM poslužile kao kovarijant. Projekcije za OTŽ muškaraca generisane su oduzimanjem projekcija raskoraka od projekcija OTŽ žena (Lalic, Raftery, 2011).

Simulirane putanje budućeg SUF iz uzorka su konvertovane u stope specifične prema fertilitetu polazeći od modela starosnog obrasca fertiliteta u aktuelnoj projekciji UN (UN, 2013).²⁶ Jednak broj simuliranih budućnosti OTŽ za oba pola konvertovan je u stope smrtnosti pomoću modifikacije

²³ Za izvesan manji broj država, uključujući i Srbiju, aktuelne procene demografskih indikatora prema UN ne mogu se uzeti kao pouzdane usled tekućih teritorijalnih sporova koji su se jasno odrazili na kvalitet i dostupnost registrovanih podataka. Nemogućnost RZS da nakon 1999. registruje demografske događaje na Kosovu i Metohiji i obaveza Odeljenja za stanovništvo pri UN da južnu pokrajinu tretira kao integralni deo Srbije, rezultirali su metodološki neosnovanim kompromisima prilikom UN procene demografskih indikatora (videti tabele: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>).

²⁴ Pet simulacija sa po 22.000 iteracija je pokrenuto paralelno, da bi potom u svakoj prvih 2.000 bilo odbačeno. U fazi 3, svaka simulacija je imala po 17.000 iteracija.

²⁵ Pet simulacija sa po 32.000 iteracija je pokrenuto paralelno, da bi potom u svakoj prvih 2.000 bilo odbačeno.

²⁶ Model UN je korigovan u pravcu uvažavanja uočenog trenda premeštanja maksimuma reprodukcije ka starijim godištima, koji do 2035-2040. rezultuje maksimumom kod žena u dobu 30-34 godine (Kupszewski et al, 2012), od kada je obrazac zadržan do kraja perioda (2100), kao i u modelu UN.

Lee-Carter metoda (Li, Gerland, 2011). Buduća trajektorija neto migracionog bilansa je distribuirana prema polno-starosnom obrascu iz determinističke prognoze za Srbiju (Kupiszewski et al, 2012). Za konvertovanje svake trajektorije i dobijanje rezultata projekcije u obliku distribucije vrednosti sa određenom verovatnoćom ostvarenja korišćen je kohortno-komponentni model razvijen u paketima softvera *R* od strane istraživačkog tima sa Univerziteta Vašington.²⁷

Probabilistička naspram zvanične projekcije RZS: diskusija hipoteza i rezultata

Tabela 3 sumira hipoteze koje stoje u osnovi probabilističke prognoze bazirane na UN modelu. Paralelno su date hipoteze iz aktuelne projekcije RZS za period u kojem im se horizonti preklapaju. Prognozičku varijantu

Tabela 3.

Hipoteze komponenti populacione dinamike - model UN i projekcija RZS

Period	Stopa ukupnog fertiliteta						Neto migracioni saldo (hiljade)	
	Kvantili distribucije iz UN modela			Varijante RZS projekcije			UN model	RZS
	Medijana	10%	90%	Srednja	Niska	Visoka		
2005-2010	1,41	1,41	1,41	1,60	1,45	1,69	-15,0	-7,9
2010-2015	1,37	1,16	1,58	1,63	1,39	1,78	-13,5	0,0
2015-2020	1,38	1,04	1,66	1,67	1,34	1,88	-12,2	8,0
2020-2025	1,43	0,98	1,73	1,70	1,28	1,97	-25,0	10,0
2025-2030	1,49	0,97	1,79	1,74	1,22	2,06	-10,0	13,3
2030-2035	1,53	1,02	1,83	1,76	1,22	2,11	0,0	15,2
2035-2040	1,58	1,08	1,87	1,77	1,24	2,14	5,0	15,0
2040-2045	1,62	1,16	1,91	1,78	1,27	2,16	7,5	14,8
2045-2050	1,66	1,21	1,94	1,80	1,30	2,19	10,0	14,2
2095-2100	1,85	1,50	2,11				0,0	
Period	Očekivano trajanje života pri živorođenju (godine)							
	Muškarci				Žene			
	Kvantili distribucije iz UN modela			RZS	Kvantili distribucije iz UN modela			RZS
	Medijana	10%	90%		Medijana	10%	90%	
2005-2010	70,87	70,87	70,87	70,80	76,25	76,25	76,25	76,18
2010-2015	71,35	70,34	72,36	71,74	76,83	76,03	77,62	77,00
2015-2020	71,88	70,34	73,37	72,64	77,39	76,24	78,50	77,62
2020-2025	72,39	70,44	74,30	73,64	77,93	76,49	79,30	78,33
2025-2030	72,98	70,62	75,21	74,55	78,45	76,77	80,03	79,15
2030-2035	73,57	70,86	76,09	75,38	78,97	77,06	80,74	79,89
2035-2040	74,20	71,12	76,84	76,09	79,45	77,33	81,42	80,80
2040-2045	74,81	71,44	77,50	76,80	79,95	77,65	82,07	81,70
2045-2050	75,39	71,78	78,13	77,90	80,44	77,95	82,72	82,60
2095-2100	80,10	75,32	84,13		85,10	80,85	88,70	

Izvor: proračuni autora bazirani na modelu razvijenom u paketima *bayesDem*, *bayesPop*, *bayesTFR* i *bayesLife* u okviru statističkog softvera *R* (<http://bayespop.csss.washington.edu>), ekspertske prognozi migracija (Nikitović, 2013), greškama iz prošlih projekcija i rezultatima aktuelne zvanične projekcije (RZS, 2011).

²⁷ <http://bayespop.csss.washington.edu>

fertiliteta i dalje krasi optimizam kakav se ne može pronaći u studijama za države sa sličnim nivoom SUF (Nikitović, 2013). Nivo iz 2045-2050. prognoza prema modelu UN dostiže tek 30 godina kasnije. Štaviše, stvarna vrednost stope je tokom prve projekcione dekade već bila niža od niske varijante. Prema UN modelu, visoka varijanta je gotovo izvan mogućeg opsega, što je razumljivo budući da većim delom perioda predviđa nivo značajno viši od trenutnog maksimuma u Evropi.

Najvećim delom projekcionog horizonta, zvanična prognoza OTŽ, naročito kod muškaraca, je veoma bliska gornjoj granici 80% intervala predviđanja prema modelu UN. Medijana probabilističke projekcije dostiže ciljni životni vek iz zvanične projekcije tek 25 godina kasnije. Takav optimizam je najverovatnije posledica uočenog napretka u OTŽ u preprojekcionom periodu koji se značajno razlikuje od prethodnog dužeg perioda relativno stabilnog nivoa. Konačno, hipoteza o migracionom saldu u RZS projekciji je plod pretpostavke o ulasku Srbije u EU u periodu 2012-2017, koji ne bi podrazumevao negativan bilans u post pristupnom periodu, što nema jasnog empirijskog utemeljenja u procesima nastalim nakon proširenja EU tokom prošle decenije (Kupiszewski et al, 2012).

Najverovatnija budućnost prema obe projekcije podrazumeva značajno smanjenje aktuelne populacije Srbije,²⁸ što ističe presudan uticaj fertiliteta na duži rok, bez obzira na karakter i tempo promena u migracionom obrascu. S obzirom da zvanična projekcija počinje u 2002. godini, optimizam njenih hipoteza proizveo je već do 2010. populaciju prema srednjoj varijanti veću za oko 135 hiljada u odnosu na procenu, a do 2050. čak za 1,14 miliona veću u odnosu na prognozu iz UN modela. Komparacija dve projekcije u pogledu neizvesnosti buduće populacione veličine Srbije, ukazuje da od 2035. širina raspona između varijanti projekcije RZS postaje veća u odnosu na 80% interval predviđanja iz modela UN, dostižući do 2050. razliku od 16% (tabela 4). Pri tom, gornja granica 80% intervala prema modelu UN je sredinom veka za 1,18 miliona niža od današnje populacione veličine Srbije, bez šansi da to smanjenje bude manje od milion stanovnika. Upadljivo je da jedino visoka varijanta zvanične projekcije, sa hipotezom nerealno visoke SUF, očekuje da će se do 2050. održati današnji broj stanovnika, i to kao rezultat porasta nakon 2030.

Dve središnje kolone u tabeli 4 predstavljaju 80% interval predviđanja za ukupan broj stanovnika, formiran oko medijane iz modela UN na bazi empirijske greške iz prošlih populacionih prognoza Srbije. Korišćen je 80% interval jer, obuhvatajući manji broj opservacija, smanjuje verovatnoću da će biti uključene i nestandardne, a ipak pokriva većinu ocenjenih grešaka

²⁸ Detaljni rezultati probabilističke prognoze stanovništva Srbije bazirani na modelu UN su prikazani u Prilogu (str. 95).

(Lutz et al, 2001). Polazeći od metoda Wilsona (2012), širina 80% empirijskog intervala apsolutne greške za Srbiju je izračunata za niz od prvih 9 godina projekcionog horizonta, jer za duži period nije bilo dovoljno opservacija. Potom je ovako dobijen niz izravnat prilagođavanjem opservacija pravoj liniji metodom najmanjih kvadrata²⁹ kako bi se

Tabela 4.
Ukupna populacija Srbije - model UN i projekcija RZS

Godina	Probabilistička projekcija prema modelu UN do 2100.					Varijante zvanične projekcije RZS 2002-2052.		
	80% interval			80% interval na bazi empirijske greške		Srednja	Niska	Visoka
	Medijana	Donja gr.	Gornja gr.	Donja gr.	Gornja gr.			
2010	7.291.436	7.291.436	7.291.436	7.259.343	7.323.529	7.427.872	7.389.088	7.445.961
2015	7.051.977	7.005.281	7.098.672	6.947.369	7.156.585	7.258.208	7.172.709	7.304.365
2020	6.807.999	6.691.624	6.924.374	6.635.986	6.980.012	7.116.940	6.968.502	7.201.378
2025	6.553.115	6.356.514	6.749.715	6.319.177	6.787.053	6.993.872	6.767.087	7.128.279
2030	6.311.743	6.040.367	6.583.711	6.020.575	6.602.911	6.888.777	6.559.019	7.083.471
2035	6.082.038	5.737.627	6.430.334	5.738.017	6.426.059	6.808.163	6.350.537	7.089.051
2040	5.863.002	5.442.853	6.296.303	5.470.205	6.255.799	6.736.644	6.143.614	7.119.624
2045	5.653.742	5.150.563	6.189.190			6.665.126	5.936.692	7.150.197
2050	5.456.304	4.861.946	6.111.760			6.593.607	5.729.769	7.180.771
2100	4.038.689	2.555.480	6.259.066					

Izvor : proračuni autora bazirani na probab. modelu razvijenom u paketima *bayesDem*, *bayesPop*, *bayesTFR* i *bayseLife* u okviru statističkog softvera *R* (<http://bayespop.csss.washington.edu>), greškama iz prošlih projekcija i rezultatima aktuelne zvanične projekcije (RZS, 2011).

neutralisale slučajne varijacije uzrokovane malim uzorkom. S obzirom da se distribucija grešaka za ukupnu populaciju često širi linearno s vremenom, činilo se razumim da 80% interval bude produžen barem do kraja projekcionog horizonta od 30 godina, tradicionalno zastupljenog u prošlim populacionim prognozama Srbije. Na kraju su kreirani intervali predviđanja tako što je medijana distribucije iz modela UN u svakoj godini istovremeno uvećana odnosno umanjena za vrednost koja se dobija kada se odgovarajuća izravnata širina empirijskog intervala izrazi kao procentna greška od medijane. Interval je, dakle, simetrično postavljen u odnosu na medijanu, jer se, shodno opštem istraživačkom nalazu, ne može unapred znati da li će određena prognoza preceniti ili potceniti stvarnu vrednost (Tayman et al, 2007).

Osnovni zaključak evaluacije kalibrisanosti 80% intervala predviđanja iz modela UN odgovarajućim intervalom na bazi empirijske greške je da model UN u potpunosti odražava obrazac neizvesnosti uočen u dosadašnjim prognozama stanovništva Srbije.

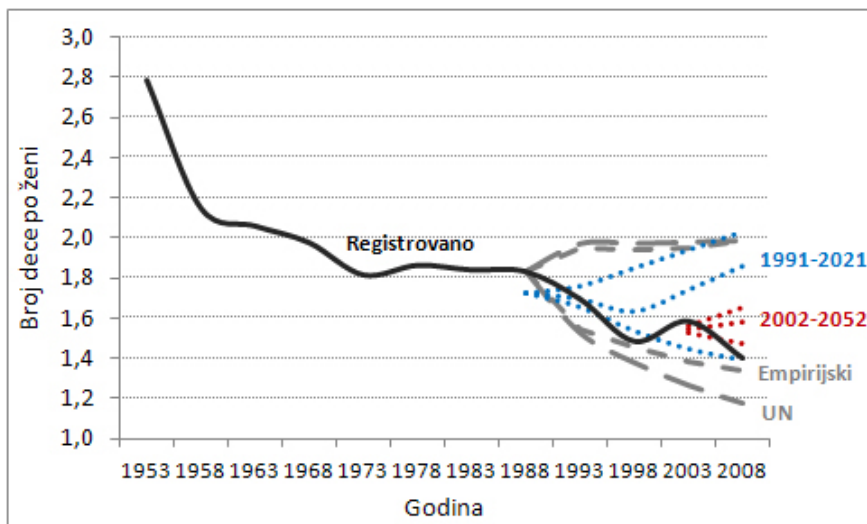
²⁹ Ocena trenda: $y = 0,2086x + 0,2315$, $R^2 = 0,8912$

Validacija modela UN izvan uzorka

Uspešnost modela testirana je i kroz njegovu sposobnost da prognozira parametre izvan uzorka. Parametri modela ocenjeni na delu vremenske serije 1950-1990. korišćeni su da generišu distribuciju prognoziranih indikatora fertiliteta i mortaliteta u periodu 1990-2010, koja je potom upoređena sa stvarnim, tj. registrovanim vrednostima. Međunarodni tim eksprata utvrdio je, u okviru svog postupka validacije na celom skupu od 159 država sveta, koristeći uobičajene mere za ocenu tačnosti najverovatnije putanje (prognoze) odnosno kalibrisanosti intervala predviđanja, da je model pružio razumno tačne i dobro kalibrisane probabilističke projekcije u periodu 1990-2010. Najteže je bilo prognozirati fertilitet, jer je prosečna apsolutna greška za sve države u dvadesetogodišnjim periodu iznosila 12,3% od prognozirane vrednosti.

Grafikon 4.

Stopa ukupnog fertiliteta: validacija modela UN izvan uzorka, 1990-2010.



Napomena: Puna linija predstavlja registrovanu SUF, isprekidane linije su granice 80% intervala predviđanja (širi je iz modela UN, a uži iz distribucije empirijske greške), a tačkaste linije su varijante zvaničnih projekcija.

Izvor: Demografska statistika (RZS, 2011); zvanične prognoze (1948-2002).

Interval predviđanja je bio za oko 16% uži od stvarnog u kojem su raspoređene registrovane vrednosti, pri čemu je 80% interval sadržao stvarne vrednosti 72% vremena, a 95% interval 87% vremena. Suprotno, interval predviđanja za OTŽ je bio širi od onog formiranog distribucijom stvarnih vrednosti za 24% odnosno 23% kod žena odnosno muškaraca, ali je njegov obuhvat bi skoro identičan kao kod nominalnih vrednosti za oba pola. Pritom, prosečna apsolutna greška je bila svega 2% odnosno 2,5% za

žene odnosno muškarce. Ukupna populacija se takođe može smatrati tačno prognoziranom, jer je prosečna apsolutna greška bila 2,7% uz nezatno uži (9%) interval predviđanja (Raftery et al, 2012: 13919).

S obzirom da se fertilitet, prema očekivanju, pokazao najtežim za prognoziranje, za potrebe članka, model je testiran po istom principu validacije izvan uzorka. Prosečna apsolutna greška prognoze za Srbiju je bila upola niža od odgovarajućeg proseka za sve analizirane države, tj. 6,09% od prognozirane vrednosti u periodu 1990-2010, što je i očekivano imajući u vidu daleko veću varijabilnost za veliki broj zemalja, koje su imale značajno viši nivo SUF u periodu ocenjivanja parametara. To je za trećinu niža vrednost od odgovarajućeg proseka empirijske greške u dosadašnjim prognozama za Srbiju tokom dvadesetogodišnjeg projekcionog horizonta (9,02%), što jasno ističe kvalitet modela UN. Pritom, registrovana SUF tokom celog perioda 1990-2010. ne izlazi iz okvira 80% intervala predviđanja, čak ni iz onog dobijenog iz distribucije empirijske greške, dok to nije slučaj sa rasponom iz varijanti zvaničnih projekcija s početnom godinom (1991-2021 i 2002-2052) u ovom periodu (grafikon 4).

Zaključak

Iako na prvi pogled može izgledati da analiza tačnosti prošlih prognoza nije od većeg značaja prilikom izrade novih, zaključci proizašli iz ovog članka govore suprotno. Pregled hipoteza i evaluacija rezultata dosadašnjih zvaničnih prognoza stanovništva Srbije su svojevrsan istorijski pregled promišljanja vodećih demografa kod nas o populacionim trendovima tokom prethodnih pola veka. Poput nalaza u sličnim studijama, pokazalo se da porast dostupnosti i kvaliteta ulaznih podataka, odnosno napredak u tehnici izrade ne dovode nužno do uspešnijih populacionih prognoza. Pre bi se moglo zaključiti da tačnost i dalje najviše zavisi od stabilnosti demografskih procesa tokom projekcionog horizonta. Neizvesnost u tendenciji same pojave i dalje je najveći izazov za prognostičare. Iako autori smatraju da će najmanja greška biti napravljena ako se pretpostavi nastavak generalnih tendencija iz skorije prošlosti, takvu pretpostavku neprekidno vezuju za varijantu niskog fertiliteta, dok varijanta srednjeg fertiliteta kao "najverovatnija" pokazuje izuzetno visok stepen inercije. Stoga je preokret u trendu ukupnog broja stanovnika Srbije došao kao iznenađenje ili bolje reći mnogo pre očekivanog vremena za autore prognoza, posebno onih starijih.

Iako osnovna namena zvanične projekcije nije prognostička, najširi krug korisnika ipak percipira njenu srednju (deklarisano najverovatniju) varijantu kao prognozu. Kako se prognostička funkcija ne može izbeći, osim analiziranog problema tačnosti, nameće se pitanje redefinsanja evidentno zastarelog načina izražavanja neizvesnosti u pogledu budućih demografskih trendova a konsekvantno i relevantnih populacionih

indikatora. Probabilistička prognoza populacije Srbije prikazana u ovom članku mogla bi da bude primer kako korisnicima ponuditi rezultate koje mogu jasno da razumeju i upotrebe i koji već sadrže kvantifikaciju greške, što je najbolje ilustrovano kroz komparaciju sa aktuelnom zvaničnom projekcijom. Pritom, prognozirani rezultati u potpunosti odražavaju obrazac neizvesnosti uočen u dosadašnjim prognozama stanovništva Srbije. Poseban kvalitet novog projekcionog koncepta je u modelu na kojem je baziran, počev od globalnog karaktera, te redovnih revizija polaznih procena od strane UN, do transparentnosti i otvorenosti statističkog softvera pomoću kojeg se implementira.

Konačno, desetogodišnji interval ažuriranja zvanične projekcije, trenutno direktno određen dinamikom popisa, je bitna prepreka za korišćenje njene prognostičke varijante. S obzirom na uočen skoro linearan porast greške s vremenom u dosadašnjim prognozama, prognostički kapacitet zvanične projekcije sa takvim intervalom praktično ne postoji. Prognoza bazirana na projekcionom modelu UN mogla bi se ažurirati u dvogodišnjem intervalu, čime bi bila uključena informacija o svim promenama u trendovima odnosno varijabilitetu komponenti populacione dinamike na svetskom nivou uočenim u vremenu između dve revizije. Probabilistički način izražavanja neizvesnosti tome daje puni smisao, jer svaka uočena promena može doprineti preciznijem izražavanju neizvesnosti, najčešće u pogledu sužavanja intervala predviđanja u odnosu na prethodnu reviziju, što se direktno odražava na smanjenje planiranih troškova kod korisnika prognoze. Inertnost dosadašnjih zvaničnih projekcija u pogledu definisanja varijanti, kao implicitnog izraza varijabiliteta trenda, najbolje podržava ovakav zaključak.

Ovaj članak je nastao kao rezultat rada na projektu "Istraživanje demografskih fenomena u funkciji javnih politika u Srbiji" – broj III 47006, Ministarstva prosvete i nauke.

Literaaura

- ALHO, J. M., & B. D. SPENCER (2005). *Statistical Demography and Forecasting*, (New York: Springer).
- ALKEMA, L., A. E. RAFTERY, P. GERLAND (2013). "Ultimate fertility levels: a modified projection method for low fertility countries". Extended abstract for the 2013 Annual Meeting of Population Association of America, <http://paa2013.princeton.edu/papers/130805>.
- ALKEMA, L., A. E. RAFTERY, P. GERLAND, S. J. CLARK, F. PELLETIER, T. BUETTNER, H. K. GERHARD (2011). "Probabilistic Projections of the Total Fertility Rate for All Countries". *Demography*, Vol. XLVIII, No. 3, p. 815-839.
- BREZNIK, D. (1956). „Zapažanja i prognoze nekih kategorija budućeg stanovništva FNRJ sa osvrtom na natalitet i mortalitet“. *Statistička revija*, god. VI, br. 3, str. 217-233.
- BREZNIK, D. (1963). „Prognoze stanovništva Jugoslavije do 1981. godine“. *Stanovništvo*, god. I, br. 1, str. 46-72.
- BREZNIK, D., i G. TODOROVIĆ (1968). „Projekcije stanovništva Jugoslavije po republikama, 1965-1986“. *Stanovništvo*, god. VI, br. 1-2, str. 36-73.
- CDI IDN (1979). *Razvitak stanovništva SR Srbije i promene do 2000. godine* (Beograd: Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- DE BEER, J., & M. ALDERS (1999). "Probabilistic population and household forecast for the Netherlands". Paper for the European Population Conference EPC99 (Hague: Statistics Netherlands). <http://www.cbs.nl/nr/rdonlyres/5b3209cc-92b4-4de8-b0fa-0b30ceaad427/0/probabilisticforecasts.pdf>
- DION, P. (2012). "Evaluating Population Projections: Insights from a Review made at Statistics Canada". Annual meeting of the Population Association of America, San Francisco, 2012 (Ottawa: Statistics Canada).
- DUCHENE, J., & P. WANNER (1999). "Uncertainty in demographic projections and its consequences for the user". *Statistical Journal of the United Nations ECE*, Vol. 16, No. 4, p. 267-279.
- EUROSTAT (2013). Eurostat on-line database, pristupljeno 15.09.2013.
- KEILMAN, N. (2008). "European Demographic Forecasts Have Not Become More Accurate Over the Past 25 Years". *Population and Development Review*, Vol. 34, No. 1, p. 137-153.
- KEILMAN, N., & D. Q. PHAM (2004). "Empirical errors and predicted errors in fertility, mortality and migration forecasts in the European Economic Area". Discussion Paper 386 (Oslo: Statistics Norway).

- KOVAČEVIĆ, M., Lj. ILIĆ i D. CICOVIĆ (1989). *Projekcije stanovništva Jugoslavije 1981-2011. godine*. (Beograd: Savezni zavod za statistiku i Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- KUPISZEWSKI M., D. KUPISZEWSKA & V. NIKITOVIĆ (2012). *Impact of demographic and migration flows on Serbia*. (Belgrade: International Organization for Migration).
- LALIC, N., A. E. RAFTERY (2011). "Joint Probabilistic Projection of Female and Male Life Expectancy".
<http://paa2012.princeton.edu/download.aspx?submissionId=120140>
- LAH, I. (1951). „Stanovništvo Federativne Narodne Republike Jugoslavije u periodu 1948-1960 godine“. *Statistička revija*, god I, br. 3- 4, str. 372-391.
- LUTZ, W., W. SANDERSON, S. SCHERBOV (2001) “The end of world population growth”. *Nature*, Vol. 412, No. 6846, p. 543–545.
- MULDER, T. J. (2002). “Accuracy of the U.S. Census Bureau National Population Projections and Their Respective Components of Change”. Population Division Working Paper 50 (Washington: Bureau of the Census, U.S. Department of Commerce).
- МЖСПП (2009) *Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020*. (Београд: Министарство животне средине и просторног планирања, Републичка агенција за просторно планирање).
- NIKITOVIĆ, V. (2007). „Stohastička projekcija stanovništva Centralne Srbije na osnovu empirijskih projekcionih grešaka“. *Stanovništvo*, god. XLV, br. 2, str. 7-31.
- NIKITOVIĆ, V. (2010). *Demografska budućnost Srbije: Imigracija kao izvesnost?* (Beograd: Službeni glasnik, Institut društvenih nauka).
- NIKITOVIĆ, V. (2011). "Functional Data Analysis in Forecasting Serbian Fertility". *Stanovništvo*, god. XLIX, br. 2, str. 73-89.
- NIKITOVIĆ, V. (2013). „Migraciona tranzicija u Srbiji: demografska perspektiva“. *Sociologija*, god. LV, br. 2, str. 187-208.
- NRC (2000). *Beyond Six Billion: Forecasting the World's Population*. Panel on Population Projections; Bongaarts, J. & R. Bulatao (eds), Committee on Population, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education (Washington, DC: National Academy Press).
- PENEV, G., & Lj. SEKULIĆ (1991). *Projekcije poljoprivrednog i nepoljoprivrednog stanovništva i radne snage Jugoslavije 1981-2011*. (Beograd: Savezni zavod za statistiku).
- PENEV, G., Lj. SEKULIĆ i D. CICOVIĆ (1996). *Projekcije stanovništva Savezne Republike Jugoslavije 1991-2021*. (Beograd: Savezni zavod za statistiku i Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).

- PENEV, G. (2004). „Demografske promene u Srbiji (bez Kosova i Metohije), 1991-2002.“. *Pregled SCG*, br. 2, str. 3-21.
- RAFTERY, A. E., L. ALKEMA, P. GERLAND (2013). Bayesian Population Projections for the United Nations. *Statistical Science*. In press. http://www.imstat.org/sts/future_papers.html
- RAFTERY, A. E., N. LI, H. ŠEVČÍKOVÁ, P. GERLAND, & G.K. HEILIG (2012). "Bayesian probabilistic population projections for all countries". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 109, No. 35, p. 13915-13921.
- RZS (2011). *Projekcije radne snage Republike Srbije 2010-2050* (Beograd: Republički zavod za statistiku Srbije).
- RZS (2011). Demografska statistika u Republici Srbiji, 2010. Beograd: Republički zavod za statistiku Srbije (RZS).
- RZS (2013). Elektronska baza podataka. Republički zavod za statistiku Srbije, pristupljeno 12.08.2013.
- SEKULIĆ, Lj. (2005). „Projekcije stanovništva Srbije, 2002-2032“. *Statistička revija*, god. LIV, br. 1-4, str. 96-105.
- STATISTICS NETHERLANDS (2005). *Changing Population of Europe: Uncertain Future* (Hague: Statistics Netherlands).
- TAYMAN, J., S. K. SMITH, J. LIN (2007). "Precision, bias, and uncertainty for state population forecasts: an exploratory analysis of time series models". *Population Research and Policy Review*, Vol. 26, No. 3, p.347-369.
- TODORVIĆ, G. (1978). *Projekcije stanovništva – teorijsko metodološka studija*. (Beograd: Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- TODORVIĆ, G., & A. PLAVEC (1973). *Projekcije stanovništva Jugoslavije 1970-2000. godine*, tomovi 1-5 (Beograd: Savezni zavod za statistiku i Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- SHAW, C. (2007). "Fifty years of United Kingdom national population projections: how accurate have they been?". *Population Trends* 128 (Titchfield, Hampshire: Office for National Statistics).
- STATISTICS NEW ZEALAND (2008). *How Accurate are Population Projections? An evaluation of Statistics New Zealand population projections, 1991–2006* (Wellington: Statistics New Zealand).
- UN (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision, Highlights and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP.228 (New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division).

WILSON, T. (2012). "Forecast Accuracy and Uncertainty of Australian Bureau of Statistics State and Territory Population Projections". *International Journal of Population Research*, Vol. 2012, 16 pages, doi:10.1155/2012/419824.

ZDRAVKOVIĆ, A., I. DOMAZET, V. NIKITOVIĆ (2012). "Uticaj demografskog starenja na održivost javnih finansija u Srbiji". *Stanovništvo*, god. L, br. 1, str. 19-44.

Vladimir Nikitović

Demographic Future of Serbia from a Different Angle

S u m m a r y

Based on the assessment of the empirical errors in the official population forecasts of Serbia, the paper shows why forecast users might want a change of the current official concept. The article consists of three parts. The first gives a brief chronological overview of the methods and hypotheses in the official population forecasts of Serbia during the last 60 years. The second refers to the quantification of the past forecast errors in projecting total fertility rate, life expectancy at birth and total population aiming at assessment of the empirical variability. The third part shows the probabilistic population forecast of Serbia based on Bayesian hierarchical models of vital components, as implemented in the 2012 revision of United Nations *World population prospects*. The empirical error served as an evaluation tool of the probabilistic distributions of total population.

In spite of the increased availability and quality of input data and developing of advanced projection techniques during the period, there was no obvious improvement noted neither in accuracy nor in the expression of the uncertainty inherent to forecasting in the official population forecasts in Serbia up to date. In general, fertility has been overestimated while improvements in mortality have been underestimated. It has been shown that accuracy largely depends on the stability of demographic processes throughout the projection horizon, which confirms findings from similar studies in other countries. The uncertainty in the demographic trends remains a major challenge for forecasters. A typical judgment that the smallest error will be made if a recently observed trend is assumed to continue has been linked to the low fertility variant in the past Serbian forecasts. The target level of the medium fertility, interpreted as "most likely" outcome, was firmly bound to replacement fertility until recently thus reflecting desirable rather than realistic future. Therefore, the reversal in the trend of the total population of Serbia came as a surprise or much earlier than expected for the forecasters.

The probabilistic population forecast of Serbia provides results that users can clearly understand and use along with attached information on error magnitude. Before running the projection model, it was necessary to adjust the 2012 UN estimates for Serbia to suit the current official estimates and recent relevant

studies on demographic trends in the country. The comparison of probabilistic hypotheses and results with the current official projection aims to highlight the key benefits of the new approach in terms of reduced subjectivity, improved accuracy and quantified uncertainty. The latter could be particularly relevant for decision makers allowing them to calculate the expected costs involved in wrong decisions. From the perspective of the forecast based on "UN model", the strong optimism of the current official projection appears to be groundless. Besides, the empiric evaluation of the probabilistic distributions of total population suggests that it fully reflects the pattern of observed uncertainty in the past forecasts of Serbian population.

Key words: *UN World population prospects, probabilistic projections, empirical error, Serbia*