

STOHAŠTIČKA PROJEKCIJA STANOVNIŠTVA CENTRALNE SRBIJE NA OSNOVU EMPIRIJSKIH PROJEKCIONIH GREŠAKA

Vladimir NIKITOVIĆ*

*"Odstupanja rezultata projekcija stanovništva
od stvarnih vrednosti javljaju se jer
naše razumevanje demografskih procesa
nije savršeno"*

N. Keyfitz

U proteklih skoro dvadeset godina demografi koji se bave unapređenjem tehnike izrade projekcija stanovništva pokušavaju da pokažu da se već decenijama tradicionalni način pripreme i tumačenja projekcija od strane zvaničnih statističkih zavoda i agencija može zameniti metodološki opravdanim i korisnički prihvatljivijom alternativom. U tom periodu u okviru ovog alternativnog pristupa razvili su se brojni metodi čiji je zajednički imenitelj stohastička komponenta za razliku od već tradicionalnog i dobro poznatog determinističkog načina projektovanja. Iako je intenzivan razvoj probabilističkog pristupa novijeg datuma, u literaturi se pominje da je "prvi ozbiljan pokušaj da se projektovanje populacije predstavi iz stohastičkog ugla" vezano za L. Törnqvista, još 1949. godine (Alho, Spencer, 2005), ali zahvaljujući objektivnim preprekama ova ideja nije mogla biti ozbiljnije razvijena niti primenjena.

Dve su osnovne grupe razloga koje stohastički pristup stavljaju u prvi plan u odnosu na deterministički. Prva se odnosi na metodološku konzistentnost i transparentnost, a druga na upotrebnu vrednost rezultata projekcije. Dve grupe razloga su jasno međusobno uslovljene, iako je glavni motiv razvoja nove metodologije upravo u dobijanju rezultata koji mogu biti validni širem krugu korisnika, naročito u svrhu drugih vidova društvenog planiranja gde je stanovništvo jedan od osnovnih ulaza. Uključivanje probabilističke dimenzije u projekcije stanovništva obezbeđuje ovu potrebu.

* Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka, Beograd.

Osnovna prepreka široj primeni novog pristupa odnosi se na kvalitet i dostupnost vremenskih serija demografskih podataka odnosno na njihovu vremensku ograničenost. Ovaj faktor je u prošlosti bio ključni razlog zbog kog se formalni statistički metodi nisu mogli koristiti za formiranje stohastičkih prognoza stanovništva. Osim toga, intenzivan razvoj statističkih metoda analize vremenskih serija u drugim naučnim disciplinama, tokom poslednje dve decenije, pružio je demografima znatne mogućnosti za kvalitetnije i pouzdanije korišćenje postojećih podataka prilikom izrade projekcija. Ovakav napredak je svakako uslovljen razvojem brzih kompjutera, bez kojih bi izrada probabilističkih projekcija praktično bila nemoguća.

Jasno je da su demografi u zemljama sa dužom statističkom tradicijom prvi krenuli u primenu novog pristupa projektovanja stanovništva. Tako su se početkom devedesetih godina prošlog veka pojavile prve projekcije ovog tipa u skandinavskim zemljama i SAD-u, da bi se vremenom razvilo više različitih metodologija koje se često bitno razlikuju u osnovnim postavkama i ciljevima, ali ih vezuje zajednička želja za postizanjem što veće transparentnosti metoda odnosno primenljivosti rezultata. Ovi naponi su 2000. rezultirali pojavom knjige *Beyond Six Billion*, kao rezultatom panela o projekcijama stanovništva organizovanog pod pokroviteljstvom američke Akademije nauka, čiji je osnovni koncept u potpunosti baziran na probabilističkom pristupu u predviđanju budućih trendova demografskih komponenti razvoja stanovništva sveta i njegovih regiona. U 2005. se pojavio i prvi udžbenik iz demografije *Statistical Demography and Forecasting* koji je u potpunosti zasnovan na stohastičkoj percepciji demografskih fenomena od strane pionira u oblasti razvoja probabilističkih projekcija populacije. Konačno, pojavile su se i prve stohastičke projekcije zvaničnih statističkih zavoda. Posebno je značajno izdanje holandskog statističkog zavoda sa projekcijama za 18 ekonomski visokorazvijenih zemalja Evrope, kao rezultat projekta "Changing Population of Europe: Uncertain Future", pa je za očekivati da će ovaj pristup u bliskoj budućnosti postati osnovni u izradi redovnih publikacija.

U ovom radu su predstavljeni metod i najvažniji rezultati probabilističke projekcije stanovništva Centralne Srbije bazirane na analizi empirijskih grešaka do sada publikovanih projekcija od strane zvaničnih statističkih zavoda. S obzirom na kvalitet i dostupnost ulaznih podataka, tome su poslužile projekcije sa početkom projekcionog horizonta u periodu 1956-1991.

Zašto je probablistički pristup neophodan?

Projekcije stanovništva baziraju se na pretpostavkama o budućem kretanju fertiliteta, mortaliteta i migracija. Statistički zavodi većine zemalja publikuju projekcije koje obavezno sadrže jednu glavnu varijantu (srednja, centralna ili osnovna), koja se smatra i najverovatnijom putanjom očekivanog razvoja populacije, tj. prognozom. Ta varijanta najčešće pretpostavlja nastavak uočenih trendova glavnih determinanti demografskog razvoja ili njihov najverovatniji tok prema mišljenju demografa prognostičara. Naravno, ova dva kriterijuma mogu koincidirati u smislu da prognostičar pretpostavi nastavak uočenih trendova u budućnosti kao najverovatniju varijantu (de Beer, Alders, 1999).

Stepen pouzdanosti projekcionih rezultata zavisi prevashodno od stepena validnosti pretpostavki o kretanju budućeg fertiliteta, mortaliteta i migracija. Neizvesnost vezana za buduće tokove ovih komponenti demografskog razvoja može se uzeti u obzir izračunavanjem efekata njihovih alternativnih vrednosti na buduću veličinu i starosnu strukturu populacije. Svaka međusobna kombinacija vrednosti tri komponente rezultira jednom varijantom ili scenarijem buduće veličine i starosne strukture populacije, što je generalno bio slučaj i sa zvaničnim projekcijama stanovništva Srbije od 1970. do danas (Nikitović, 2004). Uobičajeno je da se varijante visokih odnosno niskih vrednosti zasnivaju na kombinovanju ili visokih ili niskih vrednosti najčešće korišćenih pokazatelja triju determinanti populacionog razvoja: stope ukupnog fertiliteta, očekivanog trajanja života živorođenih i neto migracionog salda. Prilikom procenjivanja širine razmaka između graničnih varijanti postavlja se ključno pitanje: koliko ekstremne varijante treba da budu? Jasno je da širi interval ima veću verovatnoću obuhvata stvarne vrednosti od užeg, ali ako je opseg prevelik, prognoza je neinformativna. Zato odgovor na ovo pitanje zavisi od odgovora kolika verovatnoća intervala treba da bude, tj. koliko je verovatno da će određeni interval obuhvatiti buduću stvarnu vrednost. Upravo je ta informacija nedostajala determinističkim projekcijama, što je jedna od osnovnih i prepoznatljivih osobina probablistički pripremljenih projekcija. Svakako da "...scenario sa jasno specifikovanom verovatnoćom od 20% treba da bude ozbiljnije shvaćen u političkim razmatranjima od scenarija sa svega 2% verovatnoće" (Lutz, 1996). S druge strane, ova osnovna odlika stohastičkih projekcija pruža i kriterijum za postizanje konzistentnosti između intervala predviđanja fertiliteta, mortaliteta i migracija u smislu da razlike između pojedinačnih intervala treba da odraze razlike u stepenu neizvesnosti budućeg razvoja između ove tri komponente (de Beer, Alders, 1999). Prognoze vrednosti fertiliteta, mortaliteta i migracija izražene su u različitim merama što onemogućava direktno poređenje širine intervala predviđanja

svake od tri komponente. Probabilistički pristup prevazilazi ovaj problem jednostavnim zahtevom da interval predviđanja svake komponente odgovara nekoj unapred određenoj verovatnoći. Osim toga, uvođenje verovatnoće generalno smanjuje subjektivni upliv prognostičara pružajući veću fleksibilnost u izražavanju neizvesnosti u pogledu buduće veličine populacije.

Međutim, čak i kad se formulišu probabilističke pretpostavke o budućim vrednostima fertiliteta, mortaliteta i migracija to ne podrazumeva da je probabilistička distribucija buduće veličine populacije poznata. Nažalost, deterministički formulisane projekcije to implicitno pretpostavljaju. U većini zemalja niska varijanta zvanične projekcije podrazumeva niske vrednosti stope ukupnog fertiliteta, očekivanog trajanja života živorođenih i migracionog salda u svakoj godini projekcionog horizonta, dok visoka predviđa odgovarajuće visoke vrednosti ovih indikatora tokom čitavog perioda. To podrazumeva da iznos verovatnoće intervala predviđanja buduće populacione veličine ne odgovara iznosu verovatnoće intervala između visokih i niskih vrednosti pojedinačnih komponenti, osim ako ne postoji savršena korelacija između komponenti i između projekcionih godina. Pošto to u stvarnosti nije moguće, jasno je da je u determinističkim projekcijama verovatnoća intervala predviđanja za populacionu veličinu veća od verovatnoće svakog od pojedinačnih intervala triju komponenti. Iz tog razloga raspon između varijanti visokih i niskih vrednosti može dovesti do precenjivanja stepena neizvesnosti u pogledu buduće veličine populacije, pod uslovom da su pretpostavke o intervalima za fertilitet, mortalitet i migracije pravilno postavljene. S druge strane, raspon između varijanti visokih i niskih vrednosti može dovesti do potcenjivanja stepena neizvesnosti u pogledu visine koeficijenata starosne zavisnosti, kao na primer koeficijenta starosne zavisnosti starih (broj starih 65 i više prema starima 20-64 godine), jer viši fertilitet snižava ovaj koeficijent, dok ga nizak mortalitet povišava (Lee, 1996; de Beer, Alders, 1999; Keilman et al, 2002). To je još jedan od razloga zašto nam je neophodan probabilistički pristup da bismo adekvatno izrazili stepen neizvesnosti u projekcijama stanovništva.

Od 1970. do danas objavljeni su rezultati četiri redovne zvanične projekcije stanovništva Srbije,¹ svaka sa tri decenije dugim projekcionim horizontom, po pravilu nekoliko godina posle objavljivanja popisnih rezultata. Nijedna od njih nije posedovala alternativnu hipotezu o kretanju mortaliteta (ako izuzmemo krajnje ilustrativnu varijantu konstantnih vrednosti), dok su projekcije na osnovu rezultata popisa iz 1981. odnosno 1991. imale

¹ Prva savremena projekcija stanovništva Srbije (u okviru projekcija FNRJ) objavljena je 1948. godine, ali je tek od 1970. počelo redovno publikovanje projekcija sa alternativnim varijantama razvoja populacije (Nikitović, 2004).

alternativne hipoteze za kretanje migracionog salda (Nikitović, 2004). Praktično, rezultati projekcionih varijanti su se međusobno razlikovali isključivo zahvaljujući različitim hipotezama o kretanju fertiliteta po kojima su, uostalom, varijante i nosile nazive. Logično je da su se te razlike odnosile samo na stanovništvo koje se rodilo tokom projekcionog perioda, dok za većinu starosnih grupa (osim onih u starosti od 1. do 30. godine u zavisnosti od godine projekcionog horizonta) postojanje varijanti nije imalo nikakvog značaja kada su u pitanju apsolutne vrednosti. Dve projekcije sa alternativnim hipotezama o migracionom saldu su pokušale da izbegnu postojanje savršene korelacije između kretanja fertiliteta i migracionog salda međusobnim kombinovanjem ovih dveju komponenti u različitim varijantama (naročito u projekciji iz 1981. godine), ali je ostao problem savršene serijske korelacije, jer svaka deterministička projekcija podrazumeva da određenu varijantu čini ista kombinacija hipoteza o kretanju komponenti od prve do poslednje godine projekcionog perioda.

Osnovne odlike probabilističkog pristupa

Kao i u slučaju deterministički postavljenih projekcija, u osnovi računanja buduće veličine populacije, tj. njenih starosnih segmenata koristi se kohortno-komponentni model. Probabilistički element je uključen pokretanjem modela nekoliko hiljada puta sa slučajno varirajućim specifičnim stopama po starosti (Wilson, Bell, 2004). Ali, umesto jednog niza parametara za fertilitet, mortalitet i migracije po svakoj varijanti projekcije, probabilistički specifikovana projekcija zahteva određivanje zajedničke statističke distribucije svih ulaznih parametara. Teorijski, neophodno je odrediti veliki broj parametara i odgovarajućih intervala predviđanja za svaki projekcioni period, čak i kada su u pitanju šire starosne grupe odnosno duži projekcioni periodi, kao što su petogodišnji umesto uobičajenih jednogodišnjih. To svakako nameće potrebu za pojednostavljenjem pretpostavki, što se u praksi svodi na razbijanje zajedničke distribucije u više manjih distribucija sa manje varijabli, pretpostavljajući da su komponente fertiliteta, mortaliteta i migracija međusobno nezavisne. Nakon ovoga, neophodno je fokusirati se na distribucije nekoliko sumarnih pokazatelja, a to su najčešće stopa ukupnog fertiliteta, očekivano trajanje života živorođenih i neto migracioni saldo. Na ovaj način se ignorišu statističke distribucije detaljnih parametara, kao što su specifične stope po starosti, što znatno smanjuje komplikacije pri računanju, a ne doprinosi bitno konačnim rezultatima. Simplifikacija, takođe, podrazumeva da je polazna starosna struktura populacije koja se projektuje maksimalno precizno određena, po mogućstvu na osnovu poslednjeg popisa i odgovarajuće statistike vitalnih događaja, što je veoma realna pretpostavka

za većinu zemalja sa razvijenim statističkim službama u koju možemo ubrojati i Srbiju. U slučaju sumnje u polaznu starosnu strukturu populacije neophodno bi bilo statistički modelovati ove podatke, eksplicitno uzimajući u obzir kovarijanse sa svim komponentama koje se projektuju (Keilman et al, 2002).

Međutim, pre nego što se pristupi izradi probabilističke projekcije, neophodno je napraviti nekoliko važnih pretpostavki i to: o tipu distribucije verovatnoće, tj. o vrednostima parametara koje treba izračunati, o standardnoj devijaciji, kao i o kovarijansama projektovanih grešaka projekcije između starosnih grupa, polova, projekcionih godina i komponenti koje se projektuju (de Beer, Alders, 1999; Keilman et al, 2002). Ovome treba dodati korelaciju projekcionih grešaka između regiona (Lee, 1998; Lutz, Scherbov, 1998) kada se projekzione pretpostavke prave za dva ili više regiona u okviru jedne projekcije, na primer u slučaju Srbije, kada se prave hipoteze posebno za Vojvodinu odnosno Centralnu Srbiju, a do 1991. i za Kosovo i Metohiju.

Da bi se izračunale simulacije nije dovoljno samo odrediti verovatnoću koja odgovara rasponu između visokih i niskih vrednosti svake od komponenti. Neophodno je da se odredi kompletna distribucija verovatnoće za svaku komponentu u svakoj godini projekcionog perioda. Ako se, na primer, pretpostavi normalna distribucija treba da se odrede samo dva parametra – srednja vrednost, što bi odgovaralo tzv. srednjoj varijanti, i standardna devijacija.

S obzirom da se u probabilističkim projekcijama propagacija grešaka odvija sa protokom projekcionog vremena, greške napravljene u prvoj godini utiće na rezultate prognoze i vek kasnije. Nekada se greške sa odvijanjem projekcionog horizonta poništavaju, nekada rastu. Stepenu do kog se projekzione greške poništavaju zavisi od toga u kom stepenu su greške korelisane. Stoga je stepen korelacije grešaka esencijalna informacija u konstruisanju probabilističke projekcije (Lee, 1998). U tom pogledu, autori probabilističkih projekcija se slažu da u zemljama koje ne pripadaju siromašnim regionima sveta, podložnim brojnim sukobima i katastrofama, gotovo da nema osnova za pretpostavku o korelaciji između fertiliteta, mortaliteta i migracija (Lee, Tuljapurkar, 1994; Lee, 1998; Lutz, Scherbov, 1998; de Beer and Alders, 1999; Keilman et al, 2002; Alho, Spencer, 2005). S druge strane, korelacija između susednih starosnih doba je veoma jaka kod svake komponente. Zbog toga većina autora pojednostavljuje proračune, podrazumevajući savršenu korelaciju tako da je samo nivo starosnog profila podvrgnut stohastičkoj varijaciji, tj. sumarni pokazatelji komponenti, kao što su stopa ukupnog fertiliteta, očekivano trajanje života živorođenih, neto migracioni saldo. Budući da muška i ženska populacija pokazuju slično

ponašanje u pogledu kretanja mortaliteta i migracija, stepen korelacije između polova za ove dve komponente je veoma visok. To je razlog da pojedine projekcije podrazumevaju i savršenu korelaciju između visine grešaka prema polovima za jednu ili obe komponente. Takav pristup precenjuje neizvesnost u pogledu broja starijih u budućnosti bez obzira na pol (Keilman et al, 2002). Autokorelacija, ili korelacija projekcionih grešaka sa samim sobom tokom vremena, u okviru svake od komponenti je od velikog značaja za kreiranje intervala predviđanja. Veoma spora promena nivoa fertiliteta odnosno mortaliteta tokom vremena podrazumeva vrlo jaku, ali ne i savršenu serijsku korelaciju kod ovih dveju komponenti. Iako je nivo migracione komponente mnogo promenljiviji u vremenu i kod nje se može očekivati izvesan stepen serijske korelacije. Pojedini autori ove korelacione obrasce ocenjuju na osnovu modela vremenskih serija, dok drugi pribegavaju pretpostavci o savršenoj korelaciji.

Tri su osnovna metoda u upotrebi prilikom izračunavanja probablističkih prognoza sumarnih indikatora: metod ekstrapolacije vremenskih serija, metod ekspertskeg mišljenja i metod ekstrapolacije grešaka istorijskih projekcija. Metod ekstrapolacije vremenskih serija i metod ekspertskeg mišljenja proizvode distribuciju izabranog parametra oko njegove očekivane vrednosti, dok metod ekstrapolacije empirijskih grešaka daje distribuciju centriranu oko nule (pretpostavka je da je očekivana greška jednaka nuli), pri čemu se očekivana vrednost indikatora uzima iz determinističke prognoze izračunate u tradicionalnom maniru.

Metodi ekstrapolacije vremenskih serija podrazumevaju da istorijske vrednosti demografskih indikatora mogu biti objašnjene istim statističkim modelom koji će potom generisati njihove buduće vrednosti. U najširoj upotrebi su tzv. ARIMA modeli. Projekcije dobijene ovim metodima prevashodno su predviđene za relativno kraće vremenske horizonte. U suprotnom, srednja ili medijalna vrednost prognoze, kao i odgovarajući intervali predviđanja mogu postati nerealni, pa je neophodan subjektivan upliv demografa da se takve prognoze koriguju odnosno intervali ograniče.

Metod ekstrapolacije empirijskih grešaka zahteva serije izračunatih grešaka iz istorijskih projekcija. Mogu biti korišćeni i formalni i neformalni metodi za predviđanje budućih grešaka. Najčešći problemi u samostalnoj primeni ovog metoda odnose se: na kratkoću i slabu dokumentovanost projekcionih serija iz 1960-ih i ranijih godina, na promenu varijabiliteta komponenti kretanja i/ili metodologije projektovanja tokom vremena odnosno na pristrasnost greške prema starijim projekcijama.

Metod ekspertskeg mišljenja može se koristiti kada je pomoću formalnih metoda teško dobiti očekivane vrednosti prognoze i odgovarajućih intervala

predviđanja. Za razliku od prethodna dva metoda ne podrazumeva nužno da će budućnost ličiti na prošlost, jer se verovatnoća prognoze može oceniti na bazi mišljenja eksperata i o verovatnoćama događaja koji se još nisu desili. Problem u primeni ovog metoda je što su eksperti često previše sigurni u svoje ocene što rezultuje relativno niskim stepenom neizvesnosti odnosno preuskim intervalom predviđanja.

Tri načina ocenjivanja standardne devijacije distribucija budućeg fertiliteta, mortaliteta i migracija ne isključuju međusobno jedan drugi. Naprotiv, oni se mogu dopunjavati što je najčešće slučaj u novijim projekcijama probablističkog pristupa gde jedan od metoda obično predstavlja okosnicu proračuna standardne devijacije, a druga dva imaju ulogu korektiva u određenim fazama projekcionog procesa.

Da bi bilo moguće izračunati intervale predviđanja buduće veličine populacije odnosno starosne strukture neophodno je primeniti prethodno dobijene intervale predviđanja svih projektovanih parametara fertiliteta, mortaliteta i migracija na polaznu populaciju. Dva su osnovna pristupa – analitički i simulacioni. Prvi se zasniva na stohastičkom kohortno-komponentnom modelu u kome se statističke distribucije parametara fertiliteta, mortaliteta i migracija transformišu u statističke distribucije polno-starosne strukture. Ovaj pristup zahteva brojne aproksimacije polaznih pretpostavki i nije jednostavan za primenu i razumevanje. Jedan od primera je stohastička projekcija populacije SAD u kojoj autori koriste aproksimacije drugih momenata odgovarajućih distribucija (Lee, Tuljapurkar, 1994).

Simulacioni pristup izbegava pojednostavljene pretpostavke i aproksimacije analitičkog pristupa. Njegov razvoj prevashodno je omogućen razvojem brzih kompjutera koji za svaku godinu projekcionog perioda računaju nekoliko stotina ili hiljada projekcionih varijanti, tj. slučajno izabranih putanja (*sample paths*) na osnovu ulaznih vrednosti parametara fertiliteta, mortaliteta i migracija koje se dobijaju po principu slučajnih brojeva iz odgovarajućih distribucija. Projekcioni rezultati se direktno skladište u bazu podataka odakle se nakon sortiranja može jednostavno dobiti zadati interval predviđanja za svaku projektovanu starosnu grupu, s obzirom da svaka pojedinačna simulacija, tj. izvlačenje po principu slučajnih brojeva, rezultuje brojem stanovnika po polu i pojedinačnim godinama starosti u svakoj projekcionoj godini.

Metodologija stohastičke projekcije stanovništva centralne Srbije u periodu 2005-2032.

Razvoj savremenog probabilističkog pristupa projektovanju stanovništva ima svoje prve konkretne korene u radovima Keyfitza (1981) i Stotoa (1983) s početka osamdesetih godina prošlog veka. Oni su analizirali projekcione greške istorijskih projekcija stanovništva objavljenih od strane UN i Popisnog zavoda SAD, na bazi kojih su izračunali buduće vrednosti standardne greške stope rasta ukupnog stanovništva u svojim prognozama. Sa protokom vremena, bilo je moguće analizirati i nivo greške sumarnih pokazatelja triju komponenti razvoja stanovništva, što je dovelo do primene metoda ekstrapolacije empirijskih grešaka i na ove indikatore u cilju dobijanja stohastičkih rezultata buduće veličine populacije. Primeri za to mogu se naći u radovima Kilmana (1997), de Beera (1997) i studiji američkog Nacionalnog naučnog saveta objavljenoj nakon panela o populacionim projekcijama (2000).

Glavno ograničenje primeni metoda ekstrapolacije empirijskih projekcionih grešaka u izradi probabilističkih projekcija stanovništva predstavljaju nedovoljno duge istorijske serije grešaka odgovarajućih komponenti. Stoga je ovaj metod prihvatljiv za izradu kratkoročnih i srednjoročnih projekcija (do 20 odnosno 30 projekcionih godina) ili, što je najčešće slučaj, kao korektiv intervala predviđanja prethodno dobijenih na bazi ocenjenog modela vremenske serije indikatora komponenti kretanja i/ili ekspertskih mišljenja. Ukoliko se, ipak, žele koristiti empirijske projekcione greške i za formiranje dugoročnih projekcija neophodno ih je projektovati za periode za koje nedostaju na osnovu ocenjenog modela vremenske serije grešaka.

Projekcija stanovništva centralne Srbije bazira se na analizi projekcionih grešaka projekcija stanovništva objavljenih nakon Drugog svetskog rata. Iako u osnovi metod ekstrapolacije istorijskih grešaka podrazumeva da će obrazac grešaka iz prošlosti važiti i u budućnosti, ovakva implikacija ne znači nužno da će tako izračunate projekcije biti apriori netačnije od drugih. Naprotiv, ovakva projekcija već unapred sadrži nivo greške tipičan za instituciju koja je proizvodi, ali i region i populaciju za koju se priprema. Činjenica je da starije projekcije nose sa sobom grešku kao odraz metodologije koja se više ne primenjuje, što sistemski može uticati na visinu buduće greške (npr. pretpostavka o konstantom mortalitetu u projekciji stanovništva FNRJ iz 1953.), kao i da na udaljene projekcione godine najviše utiču opet starije projekcije s obzirom na dužinu za analizu dostupnog projekcionog horizonta (de Beer, Alders, 1999). S druge strane, značajnije promene u nivou sumarnih pokazatelja komponenti kretanja populacije, koje su se odigrale tokom druge polovine 20. veka, a nisu bile pretpostavljene u

evropskim zemljama (NRC, 2000; Keilman et al, 2002; Statistics Netherlands, 2005), pa ni u Srbiji (Nikitović, 2004) odrazile su se u nivou empirijskih grešaka, što predstavlja prednost pri formiranju intervala predviđanja u odnosu na metode u kojima dominira subjektivni upliv demografa koji, po pravilu, izbegavaju pretpostavke o ozbiljnijim izmenama aktuelnih trendova demografskih komponenti.

Osim toga, imajući u vidu da je za izradu studioznih nacionalnih projekcija stanovništva neophodan tim stručnjaka za razne oblasti koje projekciona metodologija zahteva, ovaj rad predstavlja pokušaj da se na jednom primeru pokaže kompletan tok izrade probabilističke projekcije, kao i da se kroz upoređenje rezultata sa aktuelnom zvaničnom projekcijom Republičkog zavoda za statistiku Srbije (RZS) ukaže na osnovne prednosti stohastičkog pristupa. Svakako, da je za dobijanje preciznijih i demografski čvršće utemeljenih rezultata, koji bi predstavljali potpunu alternativu zvaničnom determinističkom pristupu, neophodno primeniti i metod ekstrapolacije vremenskih serija sumarnih indikatora komponenti kretanja stanovništva, a u nekom skorijem vremenskom periodu i metod ekspertskeg mišljenja koji bi se dopunio sa prethodna dva.

U stohastičkoj projekciji stanovništva centralne Srbije na bazi empirijskih projekcionih grešaka, interval predviđanja je formiran oko srednje varijante projekcije stanovništva RZS za centralnu Srbiju u periodu 2002-2032. Projekcije korišćene za analizu greške sumarnih indikatora komponenti kretanja populacije publikovane su tokom druge polovine dvadesetog veka od strane Saveznog zavoda za statistiku i Centra za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka. Pri tom, nije bilo moguće iskoristiti svaku projekciju za svaki od traženih indikatora zbog nepotpune dokumentacije uglavnom starijih projekcija (Nikitović, 2004).² U analizu su uključena dva od tri neophodna indikatora – stopa ukupnog fertiliteta i očekivano trajanje života živorođenih, koji su za pojedine projekcije morali biti naknadno izračunati. Vrednosti indikatora kod svih projekcija nisu date za sve godine projekcionog perioda, već za petogodišnje ili desetogodišnje preseke i/ili krajnje godine projekcionog perioda. Vrednosti za godine unutar ovih intervala izračunate su metodom linearne interpolacije, s obzirom da su autori projekcija pretpostavili linearnu putanju između publikovanih presečnih godina. Migraciona komponenta je postala sastavni deo tek novijih setova projekcija, pa nedovoljna dužina projekcionog perioda odnosno nedostatak serija nisu dozvolili analizu empirijske greške ove komponente. Stoga su migracije uključene po determinističkom principu, bez stohastičkih varijacija, tj. uključena je identična visina neto migracionog salda prema

² Iz istog razloga u analizu nisu uključene projekcije publikovane u sklopu nacionalnih prostornih planova.

polu i starosnoj strukturi kao u projekciji RZS (2002-2032), da bi prilikom poređenja veličine i starosne strukture populacije prema dva pristupa uticaj ove komponente bio eliminisan.

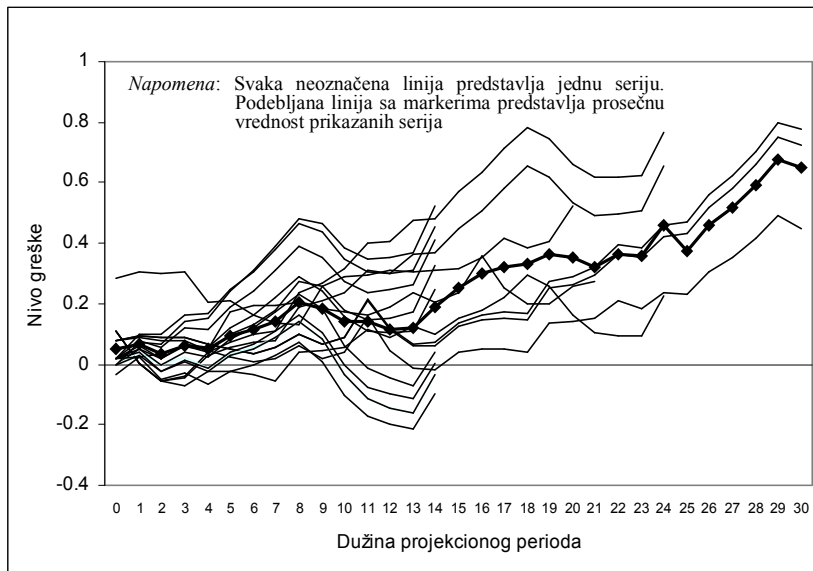
Rezultati analize nivoa projekcione greške u projekcijama 1953-1991.

Starije projekcije, objavljene do 1970. godine, nisu podrazumevale alternativne varijante u razvoju populacije, pa je svaka od njih predstavljena samo jednom serijom prilikom analize projekcionih grešaka. Kod novijih projekcija, od dve komponente koje su uzete u obzir analize nivoa greške, samo je fertilitet imao alternativne putanje tokom projekcionog perioda.³ Pri tom su autori projekcija označavali varijantu "srednjeg fertiliteta" kao najverovatniju. Varijante visokih odnosno niskih vrednosti nivoa fertiliteta nisu eksplicitno označene kao ekstremi mogućeg kretanja plodnosti u projekcionom periodu, ali s obzirom da su uvedene u projekcione setove po međunarodnim preporukama, a imajući u vidu i način njihovog formiranja, jasno je da su to predstavljale. S obzirom da je cilj analize greške u ovom radu dobijanje intervala predviđanja u kome će se sa određenom verovatnoćom nalaziti buduća vrednost indikatora, u analizu su uključene sve serije visokih i niskih vrednosti (a u projekcijama sa početnom 1981. odnosno 1991. godinom i razne međuvarijete ovih varijanti) zajedno sa varijantama srednjih vrednosti fertiliteta. Drugim rečima, trebalo je oceniti kompletan dostupan varijabilitet iz istorijskih projekcija, da bi prognoza budućeg razvoja bila maksimalno informativna. Isti pristup zastupljen je i u literaturi (de Beer, Alders, 1999; Keilman et al, 2002; Statistics Netherlands, 2005).

Prilikom izračunavanja nivoa empirijske greške, korišćena je uobičajena tehnika, tj. od projektovane vrednosti oduzimana je stvarna vrednost indikatora. Prosek svih projekcionih rezultata za određeni vremenski presek ovako izračunate greške daje nam informaciju o smeru pristrasnosti projekcije, ali ne i o potpunu informaciju o intenzitetu, jer se vrednosti sa suprotnim znakovima poništavaju što snižava prosečnu vrednost. U slučaju vrednosti stope ukupnog fertiliteta, većina projekcija je precenila stvarne vrednosti stope, što pokazuje grafikon 1. Uzrok tome je što autori projekcija nisu predvideli značajan pad nivoa fertiliteta tokom 60-ih i 70-ih godina 20. veka nakon završenog *baby boom-a*, kao u slučaju autora projekcija u drugim evropskim zemljama (NRC, 2000; Keilman et al, 2002) odnosno ponovni pad tokom 90-ih nakon perioda stabilizacije u 80-im godinama (Nikitović, 2004).

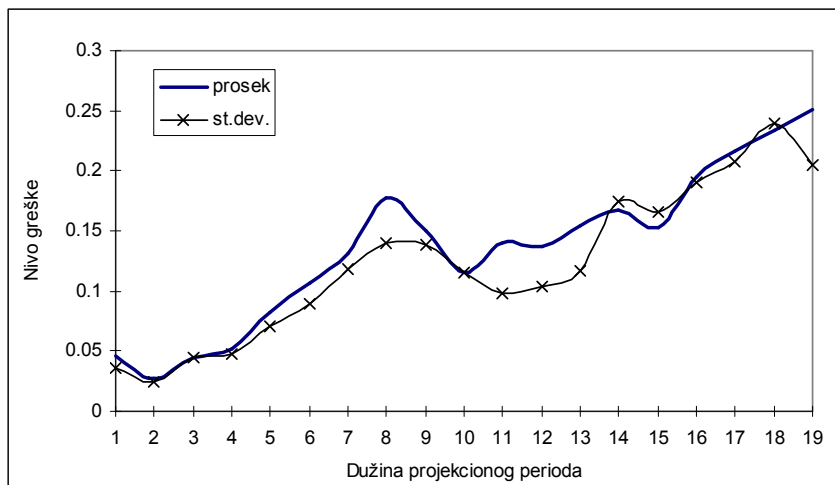
³ Varijante konstantnog nivoa fertiliteta nisu uzimane u obzir analize, jer njihovo publikovanje nije imalo prognostički karakter.

Grafikon 1.
Prosečna greška stope ukupnog fertiliteta u projekcijama 1961-1991.



Prosečna vrednost apsolutne projekcione greške za stopu ukupnog fertiliteta (SUF) nakon 15 godina projekcionog perioda iznosila je 0,25 za populaciju centralne Srbije, dok je odgovarajuća vrednost za 14 razvijenih evropskih zemalja iznosila 0,3 (Statistics Netherlands, 2005: 25). S obzirom da je većina projekcionih serija precenila stvarnu vrednost stope ukupnog fertiliteta, grafikon prosečne vrednosti apsolutne greške je veoma sličan grafikonu 1. Međutim, da bi se izračunala precizna vrednost varijabiliteta projektovanih grešaka za osnovu je korišćena analiza apsolutne greške odnosno njene standardne devijacije. Grafikon 2 pokazuje kako ova dva pokazatelja greške stope ukupnog fertiliteta rastu sa protokom projekcionog perioda. Za period duži od 19 godina nije bilo dovoljno serija na osnovu kojih bi se izračunala vrednost apsolutne greške odnosno standardne devijacije. Budući da je osnovni cilj rada da se dobije stohastička projekcija iste dužine projekcionog perioda kao i zvanična projekcija RZS, neophodno je bilo dobiti seriju grešaka dužine 27 godina, jer je početna godina projekcije 2005, a završna 2032. godina. U tu svrhu, ustanovljeno je da se vremenskoj seriji projekcionih grešaka stope ukupnog fertiliteta najbolje prilagođava model slučajnog hoda sa konstantom, koji je poslužio za prognozu grešaka nedostajućih projekcionih godina. S obzirom da je pretpostavljeno da vrednosti polaznih parametara za 2005. godinu u stohastičkoj projekciji odražavaju stvarne vrednosti, prethodno je nivo empirijske

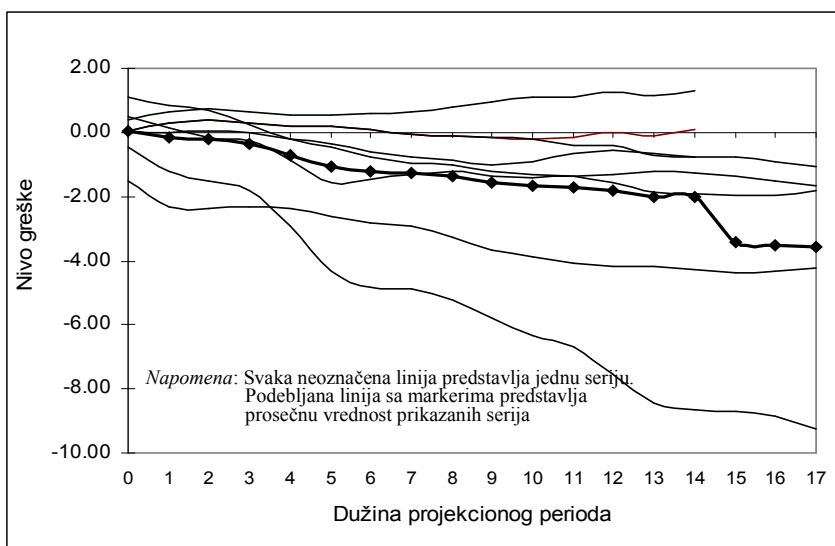
Grafikon 2.
Prosek i standardna devijacija apsolutne projekcione greške SUF



projekcione greške SUF umanjen za visinu greške vezanu za netačnu specifikaciju polazne vrednosti indikatora, koja je u proseku iznosila 0,05.

Analiza projekcione greške očekivanog trajanja života živorođenih pokazala je da je većina projekcija potcenila ostvareni porast ovog indikatora tokom druge polovine 20. veka (grafikon 3).

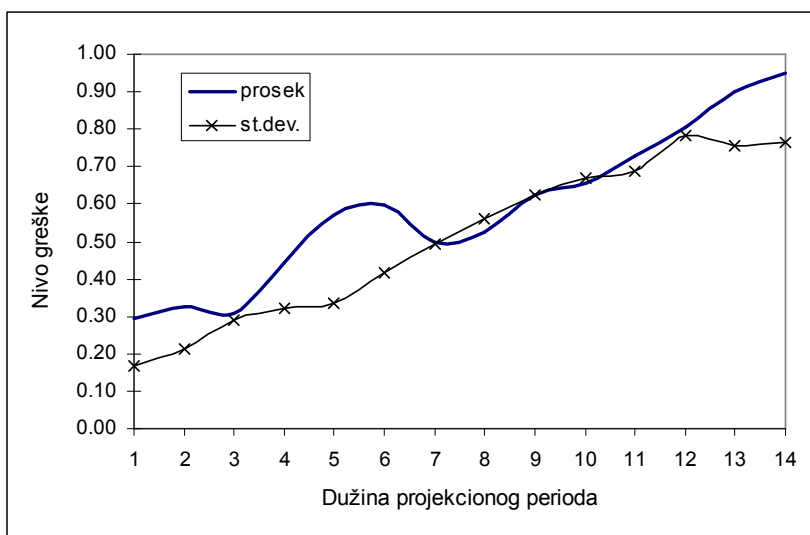
Grafikon 3.
Prosečna greška očekivanog trajanja života živorođene ženske dece u projekcijama 1953-1991.



Na grafikonu 3 su prikazane greške samo za žensku populaciju, s obzirom da je distribucija grešaka za muškarce veoma slična, a koeficijent korelacije između polova očekivano visok, i iznosi 0,96. Uzrok potcenjivanja vrednosti ovog indikatora kod projekcija s početnom 1953. i 1981. godinom je u pretpostavci o konstantnom mortalitetu tokom celog projekcionog perioda,⁴ dok ostale projekcije nisu predvidele pad nivoa opšte smrtnosti tokom 60-ih i 70-ih godina, naročito ostvareno smanjenje smrtnosti novorođenih. Sličan

Grafikon 4.

Prosek i standardna devijacija apsolutne projekcione greške očekivanog trajanja života živorođenih oba pola



zaključak je proizašao iz analize projekcija za 14 razvijenih evropskih zemalja, u kojima je apsolutna projekciona greška rasla godišnje u proseku za 0,2 godine između 10. i 25. godine projekcionog perioda, odnosno nešto sporije tokom prvih 10 projekcionih godina (Statistics Netherlands, 2005: 27), dok je u projekcijama za centralnu Srbiju prosečni godišnji tempo porasta iznosio 0,16 godina tokom prve projekcione dekade.⁵ Grafikon 4 predstavlja prosek i standardnu devijaciju apsolutne greške očekivanog

⁴ Projekcija s polaznom 1965. godinom pretpostavila je konstantnost mortaliteta za starije od 5 godina, ali i pretpostavka o nivou smrtnosti odojčadi i male dece je potcenila ostvareno smanjenje.

⁵ Za duži projekcioni period nedostajale su dovoljno duge vremenske serije projekcionih grešaka.

trajanja života živorođenih za oba pola, s obzirom na sličnost distribucije greške i skoro savršenu korelaciju između polova.

Slično kao i kod analize greške SUF, bilo je neophodno oceniti model vremenske serije koji najbolje odgovara izračunatim podacima da bi se dobila prognoza greške za nedostajeće projekcione godine. Ustanovljeno je da se vremenskoj seriji projekcionih grešaka očekivanog trajanja života živorođenih za oba pola najbolje prilagođava, takođe, model slučajnog hoda sa konstantom. I u ovom slučaju je, prethodno, iz empirijske greške eliminisan uticaj netačne specifikacije indikatora u polaznoj godini projekcije, koji je u proseku iznosio 0,37 godina za oba pola.

Metod izrade stohastičke projekcije

Sama tehnika izrade stohastičke projekcije stanovništva centralne Srbije podrazumevala je sledeće postupke:

a) Određivanje polazne populacije strukturirane prema polu i jednogodišnjim starosnim grupama na osnovu najsvežije dostupnih procena stanovništva. U ovom slučaju to je bila procena Republičkog zavoda za statistiku Srbije (RZS) za stanje 30.6.2005. godine.

b) Izračunavanje 95% intervala predviđanja na osnovu prethodno ocenjene standardne devijacije za SUF i očekivano trajanje života živorođenih. Intervali su formirani oko "srednje varijante" SUF odnosno oko varijante "očekivanog mortaliteta" projekcije RZS. Izvršena je korekcija nivoa ovih indikatora u projekciji RZS za vrednost razlike ostvarenih vrednosti između 2002. i 2005. godine, s obzirom na različite polazne godine dveju projekcija. Time je polazna vrednost stohastičke projekcije usklađena sa najsvežijim dostupnim podacima o kretanju vitalnih komponenti razvoja populacije. Prilikom ocenjivanja vrednosti standardne devijacije podrazumevano je nepostojanje korelacije između dveju komponenti razvoja stanovništva, što je u skladu sa osnovnim shvatanjima o nekorelisanosti ova dva demografska procesa u zemljama koje nisu podložne čestim ratnim sukobima, prirodnim katastrofama i sličnim faktorima koji mogu imati isti smer delovanja na fertilitet i mortalitet (Lutz, Scherbov, 1998; de Beer, Alders, 1999; NRC, 2000; Keilman et al, 2002, Wilson, Bell, 2004). S druge strane, podrazumevana je savršena korelacija između vrednosti standardne devijacije za dva pola, s obzirom na visok stepen korelacije između njihovih empirijskih grešaka. U literaturi je potvrđen visok stepen korelacije između dva pola i u ekonomski razvijenim zemljama, kako po pitanju grešaka za očekivano trajanje života živorođenih u istorijskim projekcijama, tako i po pitanju vremenskih serija ovog indikatora u prethodnih pola veka. Pojedini autori uzeli su u obzir tačan iznos korelacije prilikom izračunavanja intervala

predviđanja, dok su drugi, poput de Beera i Aldersa (1999) u projekciji stanovništva Holandije, aproksimirali savršenu korelaciju između polova.

c) Za oba indikatora izračunato je po 5000 slučajno izabranih putanja za svaku projekcionu godinu u periodu 2006-2032. u skladu sa prethodno određenim vrednostima odgovarajuće standardne devijacije. Subjektivni uticaj sastojao se u formulisanju gornje i donje granice demografski prihvatljivih vrednosti. Drugim rečima, ako je tokom generisanja bilo koje slučajne putanje sumarni indikator prešao postavljene granične vrednosti u bilo kojoj projekcionoj godini, ta simulacija bila bi odbačena za ceo projekcioni horizont i umesto nje bila bi generisana nova putanja. Taj proces je ponavljan dok na kraju nije dobijeno 5000 slučajnih putanja čije su vrednosti ulazile u okvir zadatih limita sumarnih indikatora. Granične vrednosti za SUF bile su 1 odnosno 2,6, a za očekivano trajanje života živorođenih 73 i 86 kod žena odnosno 69 i 82 kod muškaraca. Pojedini autori probabilističkih projekcija, kao što su Keilman i dr. (2002), Wilson i Bell (2004) odlučivali su se za postavljanje granica maksimalnih odnosno minimalnih vrednosti ovog indikatora, dok su se drugi prognostičari, poput Lutza i Scherbova (1998) odnosno de Beera i Aldersa (1999) odlučivali za formulisanje graničnih vrednosti intervala predviđanja prethodno zadate verovatnoće. Kao što je objašnjeno na početku ovog odeljka, migraciona komponenta je uključena na deterministički način u proces računanja projekcija, tako što su preuzete vrednosti migracionog salda odnosno starosnog obrasca migranata iz zvanične projekcije RZS.

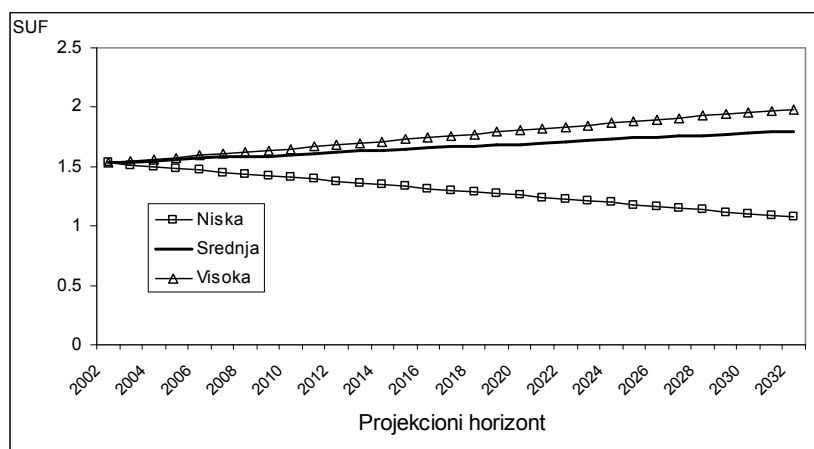
d) Korišćenjem kohortno-komponentnog metoda, izračunato je 5000 simulacija starosne strukture odnosno veličine populacije Centralne Srbije tokom perioda 2006-2032. godina, tako što su dobijeni sumarni indikatori kombinovani prema redu generisanja. Specifične stope fertiliteta odnosno mortaliteta prema starosti zadržane su konstantnim tokom celog projekcionog perioda. To znači da je fiksiran starosni obrazac specifičnih stopa fertiliteta, prethodno skaliran do 1, tokom procesa izračunavanja množen sa generisanim SUF, dok je iterativna procedura korišćena da poveže starosni obrazac specifičnih stopa smrtnosti sa generisanim vrednostima očekivanog trajanja života živorođenih.

e) Rezultati stohastičke projekcije skladišteni su u bazu podataka prema redu generisanja odakle je formiranjem odgovarajućih upita vršeno sumiranje i sortiranje dobijenih vrednosti za svaku projekcionu godinu sa ciljem dobijanja intervala predviđanja buduće veličine odnosno starosne strukture populacije sa verovatnoćom od 95% da će prognozirana vrednost biti unutar tog intervala.

Rezultati stohastičke projekcije

Pre prikaza najvažnijih rezultata stohastičke projekcije stanovništva centralne Srbije i upoređenja sa rezultatima zvanične projekcije RZS za isti vremenski period, biće istaknute osnovne razlike između dve projekcije u prognoziranim intervalima koji treba da obuhvate buduće stvarne vrednosti SUF. Raspon između ekstremnih varijanti SUF (visoke i niske) projekcije RZS, na kraju projekcionog perioda dostiže vrednost od skoro 1 deteta (0,92) po ženi u fertilnom periodu, što je do sada najveći projektovani raspon u zvanično objavljenim projekcijama kod nas. Raspon projekcija ovog indikatora u završnoj godini projekcionog perioda kretao se od 0,32 u projekciji sa početnom 1970. godinom, preko 0,61 sa početnom 1981. godinom do 0,79 u projekciji sa početkom projekcionog perioda u 1991. godini. Ono što je ostalo isto prilikom formulisanja ovih intervala je položaj srednje (najverovatnije) varijante kretanja SUF u odnosu na dve ekstremne alternative. Naime, sve projekcije pretpostavljale su veoma mali razmak između visoke i srednje varijante u poređenju sa razmakom između niske i

Grafikon 5.
Varijante nivoa SUF u projekciji RZS 2002-2032.



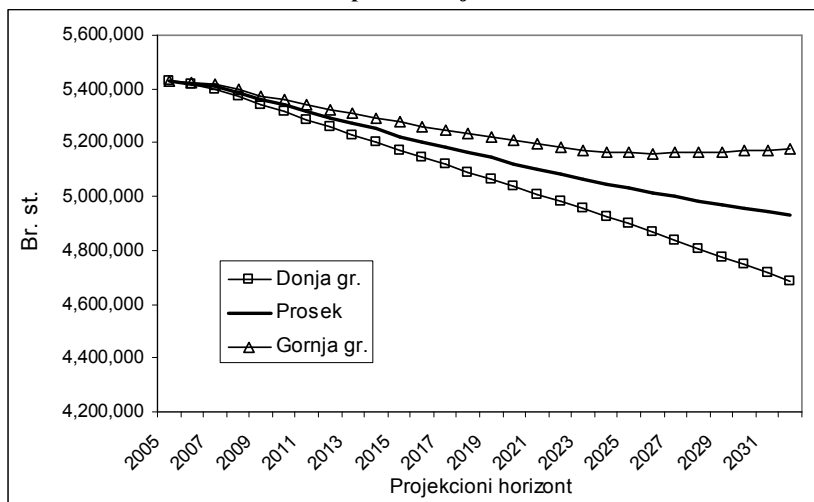
srednje varijante. Ovaj odnos je na kraju projekcionog horizonta za projekciju sa početnom 1970. godinom iznosio 0,05 prema 0,27, za projekciju iz 1981. 0,1 prema 0,51 odnosno za projekciju iz 1991. 0,11 prema 0,68. U projekciji RZS 2002-2032. u poslednjoj godini raspon između visoke i srednje varijante SUF je 0,19, a između niske i srednje čak 0,73 dece po ženi u fertilnom periodu (grafikon 5). S obzirom da SUF od kraja

baby boom-a do danas beleži praktično neprekidni pad nivoa, ostaje nejasna pozicija srednje (najverovatnije) varijante u tako formiranom rasponu ekstremnih alternativa zvaničnih projekcija.

S druge strane, stohastička projekcija stanovništva centralne Srbije predviđa da interval širine 0,71 dece po fertilnoj ženi u 2032. godini (od 1,35 do 2,06) pokrije buduću stvarnu vrednost SUF u 95% slučajeva. Drugim rečima, 95% interval predviđanja buduće vrednosti SUF zasnovan na nivou varijabiliteta projekcionih varijanti iz prethodnih 45 godina uži je za 28% posto od raspona intervala zvanične projekcije RZS. Formiranjem takvog intervala, projekcija RZS je iskazala izuzetnu sigurnost u pokrivanje buduće vrednosti SUF (raspon od 1,07-1,99 u 2032. godini), ali se jasno nameće pitanje njegove informativnosti.

Projekcija RZS nije dala alternativne varijante za kretanje budućeg nivoa očekivanog trajanja života živorođenih u skladu sa dosadašnjom tradicijom. Raspon 95% intervala za ovaj indikator stohastičke projekcije u 2032. godini iznosi između 76,2 i 82,6 godina za žene odnosno 72,7 i 79,2 godine za muškarce.

Grafikon 6.
Stohastička projekcija ukupnog broja stanovnika sa 95% intervalom predviđanja



Konačno, stvarna vrednost veličine ukupne populacije centralne Srbije, prema stohastičkoj projekciji, trebalo bi da se, 2032. godine, nalazi u intervalu od 4.688.097 do 5.179.095 stanovnika sa verovatnoćom od 95% (grafikon 6), pri čemu je ocena srednje vrednosti 4.933.089 stanovnika.

Zvanična projekcija RZS prema visokoj varijanti predviđa 5.174.654 stanovnika, prema niskoj 4.737.920 stanovnika, a prema srednjoj (najverovatnijoj) varijanti 5.026.638 stanovnika (Sekulić, 2005). Drugim rečima, raspon između ekstremnih varijanti zvanične projekcije RZS je za 11,05% uži u odnosu na 95% interval predviđanja stohastičke projekcije, što bi značilo prema simulacijama probabilističke projekcije da je njegova verovatnoća ostvarenja 82%. To pokazuje da verovatnoća intervala predviđanja SUF i verovatnoća intervala predviđanja veličine ukupne populacije nisu iste, što govori o metodološkoj nekonzistentnosti determinističke projekcije. S druge strane, tokom celog projekcionog perioda srednja varijanta zvanične projekcije RZS je na nivou višem u proseku za 96.000 stanovnika od srednje vrednosti 95% intervala predviđanja veličine ukupne populacije stohastičke projekcije. To se poklapa s nalazom da su sve prethodne zvanične projekcije koje su imale alternativne varijante (sve projekcije od 1970) takođe precenile veličinu ukupne populacije centralne Srbije prema srednjoj (najverovatnijoj) varijanti. Iako je varijabilitet tih projekcija uključen u ovde predstavljenu stohastičku projekciju, zvanična projekcija RZS ipak predviđa veću vrednost broja stanovnika. Ovo nas svakako može uputiti da verujemo da će najverovatnija varijanta i ovih zvaničnih projekcija najverovatnije preceniti budući broj stanovnika, osim ako se trendovi demografskih komponenti u međuvremenu dramatično ne izmene.

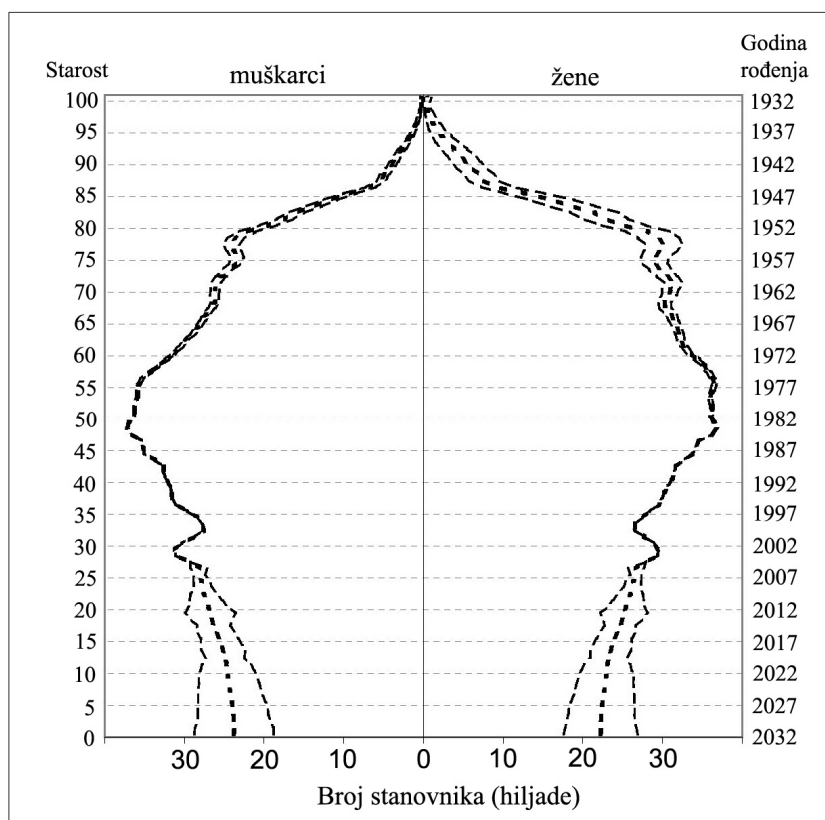
Ovom prilikom biće komentarisani samo najznačajniji nalazi rezultata starosne strukture s ciljem ukazivanja na glavni nedostatak determinističkog pristupa – potcenjivanje stepena neizvesnosti kada je u pitanju veličina pojedinih starosnih kontingenata odnosno koeficijenata koji izražavaju nivo starosne zavisnosti između velikih starosnih grupa. Ako uzmemo da je starosna granica za odlazak u penziju kod muškaraca 65 odnosno kod žena 60 godina, projekcija RZS nam daje broj od ukupno 1.370.960 penzionera u poslednjoj godini projekcije prema sve tri varijante s obzirom na samo jednu pretpostavljenu putanju kretanja mortaliteta, ne pretpostavljajući tako ni malo neizvesnosti u pogledu ostvarenja ovakvog ishoda. Odgovarajuća brojka prema stohastičkoj projekciji je 1.287.780 (srednja vrednost intervala), a granice 95% intervala su 1.206.216 odnosno 1.370.357. Kada se izračuna koeficijent starosne zavisnosti starih, tj. broj onih ispod starosne granice za penziju kao udeo broja ljudi u radnom kontingentu, raspon između ekstremnih varijanti projekcije RZS ne daje gotovo nikakav varijabilitet u 2032. godini – 0,44 prema 0,45. S druge strane, interval predviđanja za ovaj indikator u stohastičkoj projekciji nakon 27 godina projekcionog perioda pokazuje raspon od 0,46 do 0,51 sa verovatnoćom ostvarenja od 95%. Slične zaključke izvukli su i drugi autori probabilističkih projekcija: Lee (1998), Lutz i Scherbov (1998), de Beers i Alders (1999),

Wilson i Bell (2004), Statistics Netherlands (2005), Matysiak i Nowok (2006). Biće naveden jedan ilustrativan primer. U zvaničnoj determinističkoj projekciji stanovništva Norveške (slične populacione veličine kao centralna Srbija) u završnoj godini (1996-2050) postoji značajan varijabilitet i u apsolutnom iznosu broja budućih penzionera (911.000 prema 1.244.000), za razliku od projekcije RZS, s obzirom na pretpostavljene alternativne varijante kretanja nivoa mortaliteta. Međutim, koeficijent starosne zavisnosti starih ne pokazuje gotovo nikakav varijabilitet između ekstremnih varijanti projekcije (0.364 prema 0.360) kao i u determinističkoj projekciji RZS. Uzrok ovakve nekonzistentnosti je u savršenoj korelaciji između broja stanovnika radnog kontinenta i broja starog stanovništva (Keilman et al, 2002). S druge strane, određeni stepen neizvesnosti koji pokazuju probabilističke projekcije za ovaj indikator potvrđuje da one ne podrazumevaju obavezno postojanje savršene korelacije između dve starosne grupe.

Van svake sumnje je da će se proces demografskog starenja u Centralnoj Srbiji nastaviti, kao i u većini evropskih regiona, što najbolje pokazuje koeficijent starosne zavisnosti starih koji je od 0,35 u početnoj godini stohastičke projekcije porastao do 0,48 prema srednjoj vrednosti intervala predviđanja u 2032, što je vrednost koja je prema probabilističkoj projekciji za Norvešku predviđena tek 2050. godine (Keilman et al, 2002: 438). Osim toga, čak i donja granica 95% intervala predviđanja ovog indikatora ukazuje na njegov neminovan porast. Konačno, jedna od najvećih prednosti probabilističkog pristupa je u eksplicitnom saopštavanju verovatnoće da će se određeni demografski koeficijenti zavisnosti između velikih starosnih grupa ostvariti u budućnosti. S obzirom na uznapredovali proces demografskog starenja u najvažnije pokazatelje spada upravo pomenuti koeficijent starosne zavisnosti starijih od 60 odnosno 65 godina. Drugim rečima, "svaki procenat ovog koeficijenta znači da milijarde austrijskih šilinga jesu ili nisu dostupne u austrijskom penzionom fondu" (Lutz, Scherbov, 1998: 7). Austrija i centralna Srbija imaju gotovo identičan nivo ovog pokazatelja danas, a veoma sličnu prognozu njegovog kretanja daju projekcija Lutza i Scherbova, odnosno projekcija predstavljena u ovom radu. Kao primer, dovoljno je reći da probabilistički koncipirana projekcija može pomoći reformatorima penzionog sistema u Srbiji u smislu da ako žele da on opstane u 97,5% slučajeva moraju se pobrinuti da bude još efikasniji kako bi za četvrt veka izdržao pritisak od 51 penzionera na onih 100 u radnom kontingentu. Naravno ovi demografski pokazatelji starosne zavisnosti su još povoljniji od ekonomskih, s obzirom da određeni broj mladih ne počinje sa doprinosom sistemu odmah nakon 19. godine zbog dužeg školovanja odnosno da je uvek određeni udeo radnog kontingenta po starosti van korpusa radne snage ili pak spada u nezaposlene.

Grafikon 7.

Starosna piramida stanovništva centralne Srbije u 2032. godini prema stohastičkoj projekciji sa odgovarajućim 95% intervalom predviđanja



Na grafikonu 7 prikazana je starosna piramida stanovništva Centralne Srbije u poslednjoj godini stohastičke projekcije. Starosni obrazac neizvesnosti je jasno istaknut – intervali predviđanja su široki za mlađe starosne grupe, a uski za starije. Ovo ukazuje na činjenicu da fertilitet i mortalitet imaju veoma različit uticaj na starosnu strukturu. Ukoliko bi projekcija bila produžena za 5-10 godina, varijabilitet najmlađe starosne grupe bi svakako porastao, jer bi većina njihovih roditelja bila rođena nakon početne godine projekcije. S obzirom da stohastička varijacija migracione komponente nije uzeta u obzir, intervali predviđanja u ovom projekcionom preseku su ekstremno uski za migrantski najaktivniju populaciju, tj. onaj deo rođen pre početka projekcionog perioda (stariji od 27 godina), svodeći se praktično na

uticaj mortaliteta čiji je varijabilitet u ovim godištimu zanemarljiv. Osim toga, neizvesnost u pogledu buduće veličine je mala i za starosne grupe 55-70 godina, s obzirom da su rođene pre 2005. godine, ali i da nisu još ušle u doba najvišeg nivoa mortaliteta. U najstarijim grupama populacije, neizvesnost u pogledu budućeg očekivanog trajanja života se najjasnije očituje u povećanoj disperziji intervala. Za mnoge vidove planiranja koji se odnose na specifične starosne grupe ovakva reprezentacija buduće neizvesnosti može biti relevantnija od sumarnih koeficijenata starosne zavisnosti (Lutz, Scherbov, 1998). Prednost probabilističke projekcije nad determinističkom vidi se i kod ovih pokazatelja, jer 95% interval predviđanja za relativni udeo starih 80 i više godina u centralnoj Srbiji 2032. godine ima raspon od 1,34% (u apsolutnim brojevima – 249.242:344.057) naspram 0,49% između ekstremnih varijanti zvanične projekcije.

Zaključci

Probabilistička projekcija stanovništva centralne Srbije predstavlja pokušaj da se istakne smisao i značaj stohastičkog elementa u izradi i publikovanju rezultata projekcija, jer jedna od njihovih osnovnih namena jeste eksploatacija dobijenih rezultata u različitim vidovima društvenog planiranja. Kroz poređenje sa aktuelnom zvaničnom projekcijom RZS naglašene su osnovne prednosti novog pristupa posebno sa aspekta uznapredovalog procesa demografskog starenja. S obzirom da je ocenjeni istorijski varijabilitet demografskih komponenti poslužio za formiranje intervala predviđanja oko najverovatnije varijante zvanične projekcije RZS, pokazano je kako već postojeće pretpostavke mogu postati međusobno metodološki konzistentnije, a rezultati upotrebljiviji i razumljiviji širem krugu korisnika. Osim toga, predstavljena analiza empirijskih projekcionih grešaka sumarnih indikatora vitalnih komponenti razvoja stanovništva ukazala je na opštu tendenciju tradicionalnih determinističkih projekcija da ne pretpostavljaju značajnije promene uočenih trendova, čime su potvrđeni nalazi studija iz većine ekonomski razvijenih evropskih zemalja. Konačno, rezultati ove i sličnih stohastičkih projekcija trebalo bi da podstaknu razvoj i primenu probabilističkog pristupa, za početak, bar za izradu studioznih nacionalnih projekcija, s obzirom da su transparentno kvantifikovani demografski pokazatelji neophodni ulazi za svako ozbiljno društveno planiranje.

Literatura

- ALHO, J., B. SPENCER (2005). *Statistical Demography and Forecasting*, (New York: Springer).
- BREZNIK, D. (1956). "Zapažanja i prognoze nekih kategorija budućeg stanovništva FNRJ sa osvrtom na natalitet i mortalitet", *Statistička revija*, br. 3.
- BREZNIK, D. (1963). "Prognoze stanovništva Jugoslavije do 1981. godine", *Stanovništvo*, god I, br. 1.
- BREZNIK, D., G. TODOROVIĆ (1968). "Projekcije stanovništva Jugoslavije po republikama, 1965-1986", *Stanovništvo*, god. VI, br. 1-2.
- DE BEER, J., M. ALDERS (1999). *Probabilistic Population and Household Forecast for the Netherlands*, (Hague: Statistics Netherlands).
- KEILMAN, N. et al. (2002). "Why Population Forecasts Should Be Probabilistic – Illustrated by the Case of Norway", *Demographic Research*, no. 6.
- KEYFITZ, N. (1981). "The Limits of Population Forecasting", *Population and Development Review*, 7(4).
- KOVAČEVIĆ, M., Lj. ILIĆ, D. CICOVIĆ (1989). *Projekcije stanovništva Jugoslavije 1981-2011. godine*, (Beograd: Savezni zavod za statistiku, Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- LEE, R. D., S. TULJAPURKAR (1994). "Stochastic Population Forecasts for the United States: Beyond High, Medium, and Low", *Journal of the American Statistical Association* 89(428).
- LEE, R. D. (1998). "Probabilistic Approaches to Population Forecasting". *Population and Development Review* 24, Supplement: Frontiers of Population Forecasting.
- LUTZ, W., S. SCHERBOV (1998). "An Expert-Based Framework for Probabilistic National Population Projections: The Example of Austria", *European Journal of Population* 14.
- LUTZ, W. et al. (1996). *The Future Population of the World: What Can We Assume Today*, (London: Earthscan).
- MATYSIAK, A., B. NOWOK (2006). "Stochastic Forecast of the Population of Poland, 2005-2050", MPIDR Working Paper WP 2006-026, (Rostock: Max Planck Institute for Demographic Research).
- NIKITOVIĆ, V. (2004). *Tačnost projekcija stanovništva Srbije*, (Beograd: Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC (2000). *Beyond Six Billion: Forecasting the World's Population*. Panel on Population Projections, Bongaarts, J. and R. Bulatao (eds), Committee on Population, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education (Washington, DC: National Academy Press).

- PENEV, G. (1993). "Projekcije stanovništva SR Jugoslavije, 1991-2150. u kontekstu dugoročnih projekcija stanovništva sveta", *Stanovništvo*, god. XXX- XXXI, br. 1-4/1992, 1-2/1993.
- 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).
- RZS (2006) *Demografska statistika 2002-2003*, (Beograd: Republički zavod za statistiku Srbije).
- SEKULIĆ, Lj. (2005). "Projekcije stanovništva Srbije, 2002-2032", *Statistička revija*, br.1-4.
- Statistics Netherlands (2005). *Changing Population of Europe:Uncertain Future*, (Hague: Statistics Netherlands).
- STOTO, M. (1983). "The Accuracy of Population Projections", *Journal of the American Statistical Society*, 78.
- TODOROVIĆ, G., A. PLAVEC (1973a). *Projekcije stanovništva Jugoslavije 1970-2000. godine*, sveske 1-5, (Beograd: Savezni zavod za statistiku, Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- WILSON, T., M. BELL (2004). "Australia's Uncertain Demographic Future", *Demographic Research*, no. 11.

Vladimir Nikitović

Stohastička projekcija stanovništva centralne Srbije na osnovu empirijskih projekcionih grešaka

Re z i m e

Na primeru projekcije stanovništva Centralne Srbije za period 2005-2032. godine, predstavljene su osnove probabilističkog koncepta u prognoziranju kretanja demografskih komponenti razvoja populacije. Stohastički element prognoze zasnovan je na analizi empirijskih projekcionih grešaka odgovarajućih pokazatelja demografskog razvoja. Okosnicu analize činile su projekcije zvaničnih statističkih zavoda objavljene tokom druge polovine 20. veka. Statističke distribucije verovatnoće za odabrane projekcione parametre formirane su oko varijante srednjih vrednosti odgovarajućih indikatora u aktuelnoj nacionalnoj projekciji stanovništva, objavljenoj od strane Republičkog zavoda za statistiku Srbije (RZS) za period 2002-2032. godine. Osnovne odlike probabilističkog pristupa prognoziranja izložene su kroz međusobno poređenje glavnih metodoloških pretpostavki odnosno kroz uporednu demografsko-statističku valorizaciju rezultata sa tradicionalnim determinističkim konceptom, predstavljenim projekcijom RZS. Stohastička prognoza stanovništva Centralne Srbije jasno je ukazala na ključne prednosti ovog pristupa: metodološku konzistentnost u kvantifikovanju demografskih pokazatelja,

kao i mogućnost transparentnog korišćenja rezultata u brojnim vidovima društvenog planiranja. Na taj način, bez obzira na još uvek prisutna ograničenja u razvoju probabilističkog pristupa, istaknut je značaj potrebe za izradom studiozne nacionalne projekcije stanovništva Srbije u potpunosti zasnovane na stohastičkoj osnovi.

Ključne reči: *stohastička prognoza, empirijske projekcione greške, centralna Srbija*

Vladimir Nikitović

Stochastic Forecast of the Population of Central Serbia Based on Empiric Forecast Errors

S u m m a r y

Based on the example of the forecast of the population of Central Serbia for the 2005-2032 period, the basic probabilistic concept in forecasting the trends of demographic components of population development have been presented. The stochastic element of forecast is based on the analysis of empirical forecast errors of corresponding indicators of demographic development. The analysis frameworks were forecasts of official bureaus of statistics published during the second half of the 20th century. The statistical distribution of probability for chosen forecast parameters were formed around so called *middle variant* of corresponding indicators in the current national forecast of population, published by the Statistical Office of the Republic of Serbia (SORS) for the period 2002-2032. The basic characteristics of the probabilistic approach of forecasting were presented through mutual comparison of the main methodological assumptions, namely through comparative demographic-statistical valorization of results with traditional deterministic concept, represented by forecasts of RSB. The stochastic forecast of the population of Serbia clearly indicated to the key advantages of this approach: methodological consistency in quantifying demographic indicators as well as the possibility of transparent usage of results in numerous aspects of social planning. In this way the significance of the necessity for the elaboration of a studios national forecast of the population of Serbia completely based on a stochastic basis has been stressed, regardless of the still-present restrictions in the development of the probabilistic approach.

Key words: *stochastic forecast, empiric projection errors, Central Serbia*