Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Demografske i etničke promjene u Bosni i Hercegovini od 2013. do 2024. godine: Demografske

Pejanović, Mirko Husić-Mehmedović, Melika

2025

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/833

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

DOI: 10.5644/PI2025.219.02

PROSTORNI DISPARITETI DEPOPULACIJE U BOSNI I HERCEGOVINI: K-MEANS KLASTER ANALIZA

Alma Kadušić[*]*, Enver Zerem*[**]

Sažetak

Depopulacija je jedan od ključnih izazova s kojima se suočavaju brojne zemlje svijeta, uključujući i Bosnu i Hercegovinu, gdje su negativna prirodna promjena i emigracija doveli do smanjenja demografske vitalnosti stanovništva. Ovaj demografski proces ima značajne posljedice za socioekonomski razvoj Bosne i Hercegovine, a posebno utiče na tržište radne snage, zdravstveni, penzioni i obrazovni sistem zemlje. Iako interes za istraživanjem demografskih promjena u Bosni i Hercegovini raste, sveobuhvatna istraživanja prostornih obrazaca depopulacije i njihovim dugoročnim posljedicama i dalje nedostaju. Rijetke studije analiziraju prostorne razlike demografskih promjena i faktore koji ih uzrokuju. Stoga je cilj ove studije identifikacija prostornih dispariteta u intenzitetu depopulacije u Bosni i Hercegovini, te analiza faktora koji ih uzrokuju. Prostorni obrasci depopulacije utvrđeni su k-means klasterizacijom demografskih pokazatelja za period 2013–2023. godine. Rezultati istraživanja ukazuju na značajne prostorne disparitete u intenzitetu depopulacije, pri čemu su ruralna područja pogođenija nepovoljnim demografskim trendovima. Rezultati studije ukazuju na potrebu kreiranja regionalnih strategija demografskog razvoja koje bi tretirale specifične demografske izazove u ugroženim područjima. Identifikacija prostornih obrazaca depopulacije i faktora koji ih uzrokuju pruža osnovu za buduća geografska i demografska istraživanja ovog fenomena, kao i za razvoj strategija populacijskog razvoja.

Ključne riječi: depopulacija, Bosna i Hercegovina, prostorni dispariteti, klaster analiza, k-means klasterizacija

[*] Odsjek za geografiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli, alma.kadusic@untz.ba

[**] Odjeljenje medicinskih nauka, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, zerem@live.com

Uvod

Pad broja stanovnika jedan je od ključnih izazova s kojim se suočavaju mnoge razvijene zemlje, ali i zemlje u razvoju, uključujući Bosnu i Hercegovinu. Depopulacija utiče na demografske strukture, ali i na ekonomiju, tržište rada, obrazovni i zdravstveni sistem, itd. Istraživanja depopulacije na globalnom nivou ukazuju da se Europa suočava s intenzivnim padom stanovništva (Kadušić et al., 2023), uz značajne regionalne razlike u nivou depopulacije (Truskolaski i Bugowski, 2022; Prorokovic, 2017). Depopulacija je proces s izraženim prostornim disparitetitima (Ubareviciene, 2017) i češća je u perifernim ruralnim područjima (Johnson i Lichter, 2019). Međutim, može uticati i na urbana područja što su i potvrdile prethodne studije o depopulaciji koje ukazuju na negativne demografske promjene u urbanim sredinama (Newsham i Rowe, 2023). Mnoge zemlje svijeta suočavaju se sa padom stanovništva, te su prethodnih godina objavljene brojne studije o depopulacijskim procesima na nacionalnom nivou. Naprimjer, Pinilla i Sáez (2017) istraživali su efekte i determinante ruralne depopulacije u Španiji, Sorcaru (2020) odlike urbane depopulacije u Rumuniji, Inoue et al. (2022) trend depopulacije u Japanu, Marinković i Radivojević (2016) obrasce depopulacije u Srbiji, itd.

Bosna i Hercegovina se, također, suočava s negativnim demografskim trendovima koje karakteriše intenzivna emigracija, pad biodinamike, te starenje stanovništva (Gekić et al., 2020). Emirhafizović (2023) ističe „novu“ demografsku stvarnost Bosne i Hercegovine koju karakteriše totalna depopulacija i progresivno populacijsko starenje. Avdić i Avdić (2023) i Avdić et al. (2022) pružili su sveobuvatan pregled demografskih trendova, naglašavajući disparitete u nivou depopulacije između centralnih i perifernih dijelova Bosne i Hercegovine.

Napredak u oblasti obrade podataka, veća dostupnost georeferenciranih podataka, te razvoj novih tehnologija za analizu podataka doveli su do pojačanog interesa za prostornu demografiju (Gu et al., 2020; Matthews i Parker, 2013). Posljednjih godina objavljene su brojne studije utvrđivanja prostornih obrazaca demografskih fenomena, uključujući i depopulaciju (Laoshvili et al., 2020; Alamá-Sabater et al., 2019; San Antonio Gomez et al., 2012). U demografskoj analizi i analizi prostornih dispariteta u nivou i uzrocima demografskih promjena i depopulacije, posebno su važne metode klasterizacije podataka. Klasterizacija je proces razvrstavanja podataka u klastere i može se definisati kao tehnika koja se koristi za grupisanje statističkih podataka na osnovu sličnosti u varijablama (Kastreva i Patarchanova, 2021).

Integracija klaster analize u istraživanju demografskih procesa omogućava bolje razumijevanje populacijske dinamike u različitim regijama, te su brojne studije u kojima se vrši klasterizacija ili grupisanje demografskih fenomena. Naprimjer, Jurun et al. (2017) su izvršili klaster analizu da bi utvrdili područja sličnih demografskih karakteristika u Hrvatskoj, a Zhukov i Kanishchev (2022) proveli su klaster analizu demografskih odlika Rusije.

Korištenje metoda klasterizacije podataka, a posebno k-means klasterizacije, omogućava efikasno razvrstavanje i analizu podataka na temelju sličnosti u demografskim karakteristikama, što predstavlja ključnu tehniku u istraživanju prostornih obrazaca demografskih fenomena. K-means klasterizacija je metoda karakteristična po jednostavnosti i efikasnosti, što je čini jednom od najčešće korištenih nehijerarhijskih statističkih metoda (Bianchesi et al., 2019). Međutim, efikasnost k-means klasterizacije zavisi od distribucije podataka, broja varijabli, ekstremnih vrijednosti, inicijalizacije klastera, i sl. (Hassan et al., 2021; Kaur i Aggarwal, 2017). Stoga primjenu ove metode prate dodatni statistički testovi pomoću kojih se može vršiti validacija i utvrđivanje stepena kvaliteta izdvojenih klastera, kao što su Calinski-Harabasz indeks, Tukey HSD test, Davies-Bouldin indeks, Silhouette indeks, itd. (Utami et al., 2023; Hassan et al., 2021).

Iako su u Bosni i Hercegovini primijenjeni različiti prostorni pristupi u istraživanjima demografskih fenomena, metod klasterizacije nije značajnije zastupljen. Avdić i Avdić (2023) i Avdić et al. (2022) upotrebom metoda prostorne analize utvrdili su disparitete socioekonomskog i demografskog razvoja Bosne i Hercegovine, dok su Kadušić et al. (2023) upotrebom metoda prostorne autokorelacije istraživali prostorne obrasce depopulacije u Bosni i Hercegovine. Stoga je cilj ove studije identifikacija prostornih dispariteta depopulacije u Bosni i Hercegovini korištenjem k-means klasterizacije, izdvajanje područja i općina koje su posebno ugrožene nepovoljnim demografskim trendovima, utvrđivanje uzroka sadašnje prostorne distribucije demografskih procesa, geovizualizacija depopulacijskih trendova, te definisanje narednih koraka u prostornim demografskim istraživanjima Bosne i Hercegovine.

Metodologija

U ovoj studiji izvršena je analiza osnovnih demografskih pokazatelja metodom klasterizacije u cilju identifikacije intenziteta depopulacije u različitim dijelovima Bosne i Hercegovine. Kako bi se identificirali klasteri ili grupe

sličnih vrijednosti posmatranih demografskih varijabli, korištena je k-means klasterizacija. Prema Anselinu (2005) k-means je algoritam mašinskog učenja koji klasificira podatake u *k* različite klastere na osnovu sličnih vrijednosti, dok Fahmiyah i Ningrum (2023) k-means klasterizaciju definišu kao multivarijacijsku nehijerarhijsku statističku metodu koja se koristi za identifikaciju grupa ili klastera sa sličnim vrijednostima. Ovaj metod dozvoljava istovremenu analizu višestrukih demografskih pokazatelja ili indikatora, te omogućava identifikaciju područja sa sličnim ili različitim nivoom depopulacije i utvrđivanje uzroka nejednakog demografskog razvoja. Prema tome, k-means klasterizacija je tehnika analize podataka koja za cilj ima razumijevanje prostornih obrazaca i strukture analiziranih podataka. Grupiše slične vrijednosti na osnovu njihovih atributa i prostorne lokacije, te omogućava identifikaciju i bolje razumijevanje prostornih demografskih procesa.

U studiji su korištene publikacije, bilteni i izvori statističkih zavoda i institucija koje prate demografsku statistiku u Bosni i Hercegovini. To su Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine (BHAS), Zavod za statistiku Federacije Bosne i Hercegovine (FZS), Republički zavod za statistiku (RZSRS), Federalni zavod za zapošljavanje Sarajevo (FZZZ), Zavod za zapošljavanje Republike Srpske u Banjoj Luci (ZZRS), te Federalni zavod za programiranje razvoja (FZZPR). Demografski i socioekonomski pokazatelji depopulacije praćeni su na općinskom nivou, u periodu 2013–2023. godine. Opća stopa fertiliteta, opća stopa mortaliteta i koeficijent starosti demografski su pokazatelji depopulacije korišteni za identifikaciju klastera, dok su socioekonomski pokazatelji (prosječna neto plata, visina penzije, stopa nezaposlenosti, nezaposlenost visokoobrazovanog stanovništva, broj stanovnika na ljekara i sl.) korišteni da bi se utvrdili uzroci nejednakog demografskog razvoja Bosne i Hercegovine (Tabela 1).

Tabela 1. Osnovni demografski i socioekonomski indikatori depopulacije u Bosni i Hercegovini

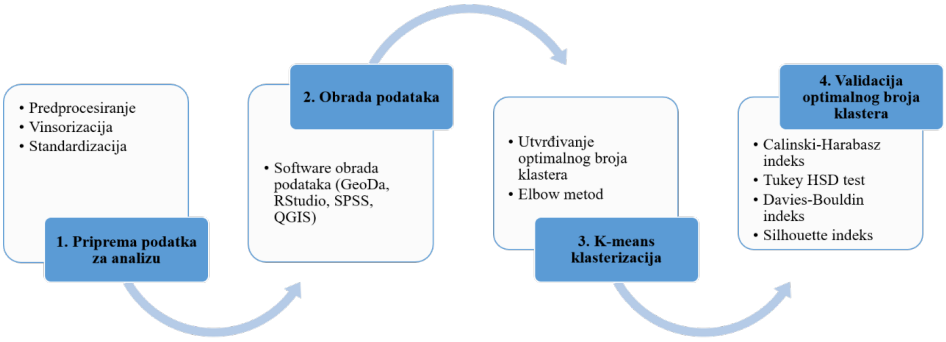
Demografski indikatori	**Socioekonomski indikatori**
Opća stopa fertiliteta Opća stopa mortaliteta Koeficijent starosti	Neto plata Stopa nezaposlenosti Stopa nezaposlenosti visokoobrazovanog stanovništva Broj stanovnika na jednog ljekara Visina penzije

Opća stopa fertiliteta određena je na osnovu broja rođenih na 1000 žena u fertilnoj dobi (15–49 godina), opća stopa mortaliteta na osnovu broja umrlih

na 1000 stanovnika, a koeficijent starosti kao udio stanovnika starijih od 65 godina u ukupnom stanovništvu (Nejašmić, 2005).

Prije klasterizacije provedena je priprema za analizu podataka, uključujući vinsorizaciju, pomoću koje su tretirani outlieri, i z-skor standardizaciju, kojom su transformisani podaci u standardiziranu normalnu distribuciju i uklonjeni efekti različitih jedinica mjere među podacima (Al-Mekhlafi et al., 2024; Hamadani et al., 2021.). Utami et al. (2023) ističu da je utvrđivanje optimalnog broja klastera pri k-means klasterizaciji ključno za efikasnu analizu podataka, te je u narednoj fazi istraživanja vršeno utvrđivanje optimalnog broja klastera. Prema Mehar et al. (2013) optimalan broj klastera utvrđuje se metodama validacije klastera pri čemu je cilj utvrđivanje optimalnih klastera u kojima varijacija podataka unutar klastera treba biti minimalna, a razlika između klastera maksimalna. Optimalan broj klastera depopulacije u Bosni i Hercegovini utvrđen je Elbow tehnikom. Prema Ashari et al. (2023) Elbow metod identifikuje optimalan broj klastera određivanjem tačke u kojoj se usporava stopa smanjenja sume kvadrata grešaka (Sum of Squared Errors - SSE).

Validacija izdvojenih klastera izvršena je izračunavanjem Calinski-Harabasz indeksa ili kriterija omjera varijance (Calinski-Harabaz pseudo-F statistic), Tukey HSD testa (Honestly Significant Difference Test), Davies-Bouldin indeksa (DBI), te Silhouette indeksa (Utami et al., 2023; Hassan et al., 2021). Calinski Harabasz index se često koristi za validaciju klastera, dok se Tukey HSD test koristi za post-hoc analizu varijance i validaciju klastera. Pomenuti testovi omogućavaju utvrđivanje stepena različitosti između identificiranih klastera, te pokazuju da li su rezultati klasterizacije statistički značajni (Kodinariya i Makwana, 2013). Ashari et al. (2023) ističu da Davies-Bouldin indeks procjenjuje kvalitet klasterizacije poređenjem prosječne sličnosti izdvojenih klastera, a niže vrijednosti indeksa ukazuju na bolje grupisanje podataka. Silhouette indeks mjeri koliko se svaki podatak ili vrijednost uklapa u dodijeljeni klaster na osnovu prosječne sličnosti sa svojim klasterom u odnosu na najbliži klaster, te veća vrijednost indeksa ukazuje na veći kvalitet klasterizacije.



Slika 1. Faze istraživanja

Prezentirani metodološki okvir osigurava pouzdanost rezultata istraživanja i predstavlja osnovu budućih istraživanja procesa depopulacije, ali i drugih demografskih procesa i pojava. Rezultati istraživanja su geovizualizirani u GeoDa, RStudio, SPSS i QGIS-u u vidu kartografskih prikaza, grafikona i tabela koje omogućavaju razumijevanje prostornih obrazaca depopulacije u Bosni i Hercegovini.

Rezultati i diskusija

Depopulacija je kompleksna demografska pojava na koju utiču različiti demografski, socioekonomski, sociopolitički i drugi faktori. Međutim, primarni faktori depopulacije su pad fertiliteta, te rast mortaliteta i migracija, a na ove faktore utiču socioekonomske, političke promjene, kao i promjene životne sredine (Brzozowska et al., 2023). U brojnim zemljama svijeta stope fertiliteta značajno su opale, što doprinosi depopulaciji (Roy i Roy, 2015). Rast mortaliteta direktno utiče na prirodnu promjenu i na taj način doprinosi depopulaciji (Marinković i Radivojević, 2016), dok je emigracija značajan pokretač depopulacije, jer utiče na migraciju stanovnika iz ruralnih u urbana područja, te iz manje razvijenih u razvijene regije svijeta (Kono, 2011). Prema Gekić et al. (2019) demografski razvoj Bosne i Hercegovine početkom XXI vijeka karakterističan je po ukupnoj depopulaciji i demografskom starenju sa izraženom prostorno-regionalnom i urbano-ruralnom polarizacijom. Ukupan broj stanovnika Bosne i Hercegovine je smanjen zbog ratnih stradanja, prisilnih migracija, a u postratnom periodu nepovoljne ekonomske, društvene i političke prilike uzrokuju pad prirodne promjene i emigraciju stanovništva (Tabela 2).

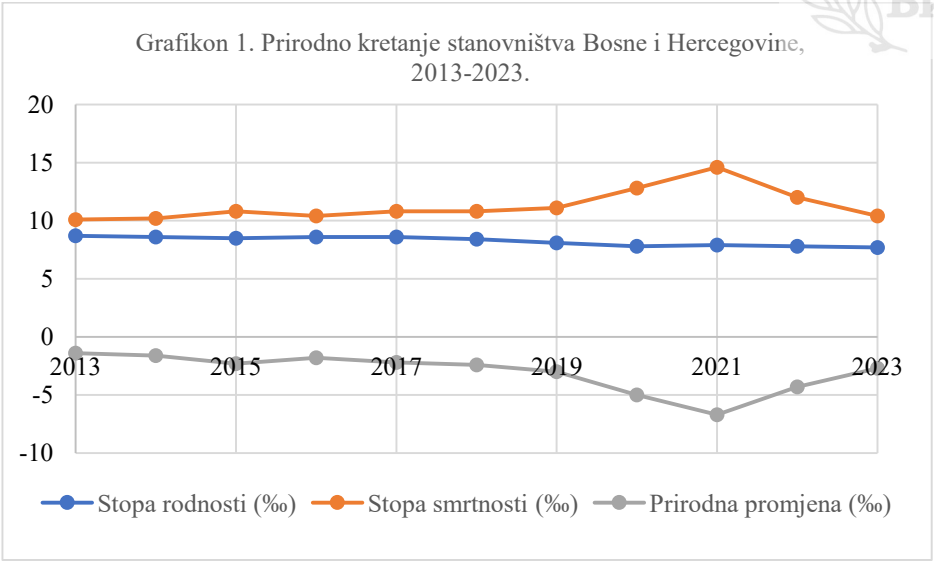
Tabela 2. Kretanje osnovnih demografskih pokazatelja u Bosni i Hercegovini u periodu 2013-2023. godine

Pokazatelj	2013. godine	2023. godine
Stopa nataliteta (‰)	8,7	7,7
Stopa mortaliteta (‰)	10,1	10,4
Prirodna promjena (‰)	-1,4	-2,7
Opća stopa fertiliteta (‰)	34,7	33,9
Totalna stopa fertiliteta	1,276	1,182
Koeficijent starosti (%)	20,5	28,4
Prosječna starost	39,6	42,5

Izvor: BHAS, FZS, RZSRS, 2013-2024

Iz podataka prezentiranih u Tabeli 2. i Grafikonu 1. vidljivo je da u Bosni i Hercegovini natalitet ima opadajući, a mortalitet rastući trend. Negativna stopa prirodne promjene, evidentirana u periodu 2013–2023. godine, kretala se u rasponu od -1,4‰ do -2,7‰. Totalna stopa fertiliteta opala je sa 1,276 na 1,182, dok se prosječna starost majke po rođenju prvog djeteta povećala sa 26.69 na 28.13 godina (BHAS, 2024).

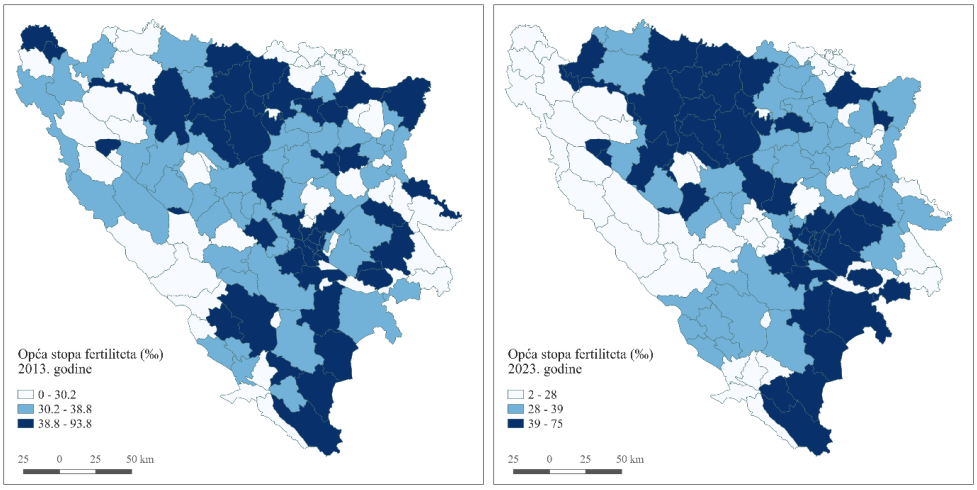
Grafikon 1. Prirodno kretanje stanovništva Bosne i Hercegovine, 2013-2023.



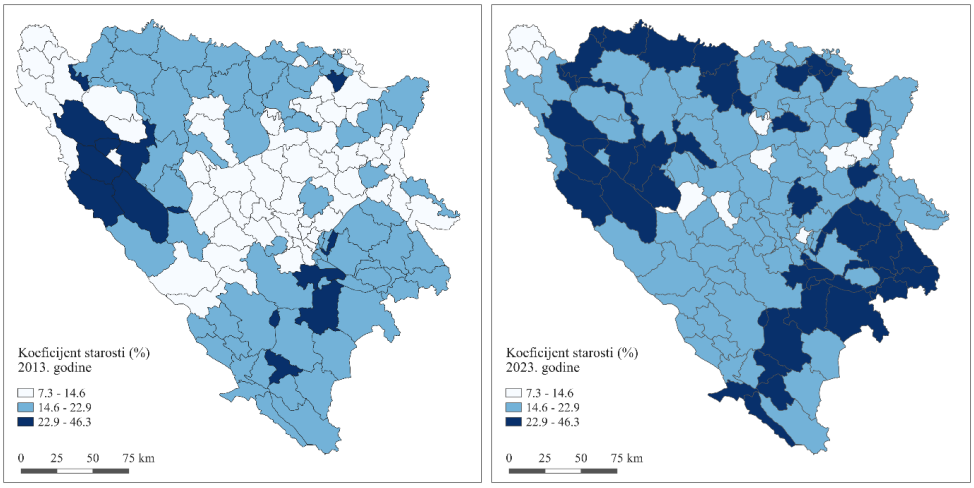
Na osnovu podataka prezentiranih u Tabeli 2. i Slici 2, vidljivo je kako je došlo do pada općih stopa fertiliteta na nacionalnom nivou, ali i po pojedinim

regionima i općinama Bosne i Hercegovine. Međutim, opća stopa fertiliteta je osjetljiva na veličinu populacije, te je stoga i 2013, a i 2023. godine evidentirana veća stopa fertiliteta u malim općinama koje imaju manje od 1000 stanovnika (Jezero, Kupres-RS, Petrovac, Istočni Drvar, Istočni Stari Grad itd.). Međutim, kada se izračuna populacijski vagana stopa fertiliteta, koja u obzir uzima veličinu populacije, onda su najviše stope fertiliteta bilježile urbane općine i gradska naselja Bosne i Hercegovine kao što su Banja Luka, Zenica, Novi Grad Sarajevo, Bijeljina, Brčko Distrikt, Grad Tuzla, Grad Mostar, Ilidža, Prijedor i sl. Najniže stope populacijski vaganog fertiliteta iste godine imale su općine Ravno, Istočni Mostar, Istočni Drvar, Kupres-RS, Dobretići, Donji Žabar, Bosansko Grahovo, Pale-FBiH, Berkovići, Domaljevac Šamac.

Rezultat smanjenja fertiliteta i prirodne promjene stanovništva je pad udjela mladog i rast udjela starog u ukupnom stanovništvu Bosne i Hercegovine. U posmatranom periodu prosječna starost stanovništva Bosne i Hercegovine porasla je s 39,6 na 42,5 godine, koeficijent starenja je povećan s 20,5% na 28,4%. U 2023. godini najveći udio starog stanovništva u ukupnom stanovništvu imale su općine Kupres-RS (51,4%), Bosansko Grahovo (41,5%), Trnovo-RS (34,7%), Drvar (34,0%), Istočni Stari Grad (34,0%), Pelagićevo (33,5%), Ravno (32,5%), Kalinovik (32,0%), Petrovac (31,7%), Glamoč (31,6%), a najmanji općine Bužim (10%), Cazin (12,7%), Doboj-Jug (13,0%), Tešanj (13,1%), Velika Kladuša (13,3%), Sapna (13,6%), Novi Travnik (14,1%), Donji Vakuf (14,3%), Kalesija (14,4%), Vogošća (14,5%), itd. (Slika 3).



Slika 2. Kretanje opće stope fertiliteta u Bosni i Hercegovini 2013. i 2023. godine
Izvor: Izrađeno na osnovu podataka BHAS, FZS, RZSRS, 2013–2024. godine



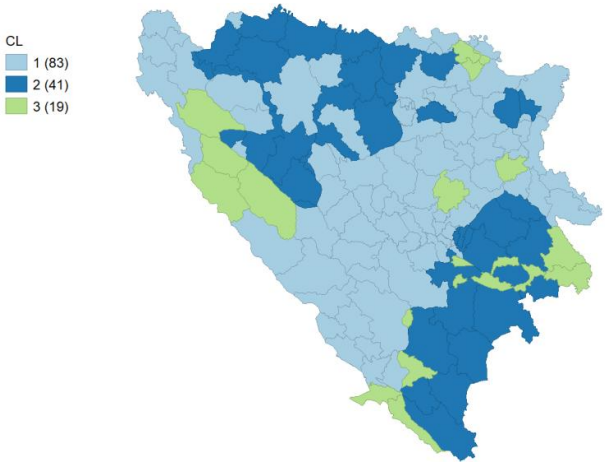
Slika 3. Koeficijent starosti u Bosni i Hercegovini 2013. i 2023. godine
Izvor: Izrađeno na osnovu podataka BHAS, FZS, RZSRS, 2013–2024. godine

Proces depopulacije odlikuje se značajnim prostornim disparitetima koji nastaju pod uticajem različitih demografskih, ekonomskih, socijalnih, kulturnih faktora, ali i širih nacionalnih i globalnih trendova kao što su globalizacija i tehnološki napredak (Truskolaski and Bugowski, 2022; La Croix et al., 2002). Prostorni dispariteti depopulacije prisutni su i u Bosni i Hercegovini, te većina istraživanja iz ove oblasti ukazuje na razlike u demografskom razvoju. Tako su Avdić et al. (2022) identifikovali regionalne disparitete depopulacije u pograničnim regijama zemlje, odnosno utvrdili da pogranične općine Bosne i Hercegovine bilježe intenzivniju depopulaciju. Prema Nurković i Drešković (2013), depopulacija je izraženija u ruralnim područjima Bosne i Hercegovine, koja zbog nedostatka kvalitetne infrastrukture i lošijih socioekonomskih prilika imaju izraženiju emigraciju stanovništva.

Budući da su rezultati deskriptivne analize ukazali da postoji grupisanje ili koncentrisanje sličnih vrijednosti posmatranih demografskih varijabli u prostoru provedena je k-means klasterizacija da bi se utvrdile grupe općina sa sličnim demografskim karakteristikama ili sličnim nivoom depopulacije. K-means klasterizacija omogućila je utvrđivanje trendova koji nisu uočljivi deskriptivnom analizom. Tabela 3. i Slika 4. predstavljaju osnovne demografske odlike izdvojenih klastera depopulacije u Bosni i Hercegovini 2023. godine.

Tabela 3. Karakteristike identifikovanih klastera depopulacije u Bosni i Hercegovini, 2023.

Klaster	Nivo depopulacije	Prosječne vrijednosti		
		Stopa fertiliteta (‰)	Stopa mortaliteta (‰)	Koeficijent starosti (%)
CL 1	Nizak	30,35	8,60	18,07
CL 2	Umjeren	46,23	15,75	25,09
CL 3	Visok	19,8	11,70	30,22



Slika 4. Klasteri depopulacije u Bosni i Hercegovini, 2023. godine
Izvor: Izrađeno na osnovu podataka BHAS, FZS, RZSRS, 2013–2024. godine

Provedena k-means klaster analiza sa tehnikama validacije ili ocjene optimalnog broja klastera ukazala je na osnovne karakteristike depopulacije u Bosni i Hercegovini. Elbow metodom je utvrđeno da je optimalni broj klastera tri (3). Calinski-Harabaz index je pokazao da su podaci unutar izdvojenih klastera umjereno kompaktni pri čemu fertilitet (F 99,255, Sig. 0,000) i mortalitet (F 80,811, Sig. 0,000) više doprinose grupisanju od koeficijenta starosti (F 27,974 Sig. 0,000). Nadalje, Tukey HSD test je pokazao da su razlike u prosječnim vrijednostima između klastera za sve analizirane varijable statistički značajne na nivou od 0,05. Davies-Bouldin indeks od 0,951 i Silhouette indeks od 0,388 ukazuju na umjereno kvalitetnu klasterizaciju s mogućnošću poboljšanja.

U klasteru 1 evidentirane su općine sa umjerenim stopama fertiliteta (30,35‰), te nižim stopama mortaliteta (8,60‰) i koeficijentom starosti (18,07%) u

odnosu na ostale dijelove Bosne i Hercegovine. Radi se uglavnom o urbanim općinama i gradskim naseljima kao što su Banja Luka, Brčko Distrikt BiH, Bijeljina, Doboj, Grad Mostar, Zenica, Novo Sarajevo, Novi Grad Sarajevo, Grad Tuzla itd. Najnepovoljniji demografski trendovi ustanovljeni su u klasteru 3 u kojem su općine sa evidentiranim niskim stopama fertiliteta (19,8‰) i visokim udjelom starog stanovništva u ukupnom stanovništvu (30.22%). U ovom klasteru evidentirane su uglavnom populacijski male općine u ruralnim područjima zapadne Hercegovine i istočne Bosne (Bosanski Petrovac, Drvar, Bosansko Grahovo, Glamoč, Istočni Mostar, Berkovići, Trnovo-RS, Pale-FBiH, Foča-FBiH, Novo Goražde, Ravno itd.).

Odnos između sume kvadrata odstupanja za klastere i ukupne sume kvadrata odstupanja iznosi 0.52162 što pokazuje da je oko 52,1% varijacije u podacima objašnjeno razlikama između klastera. Rezultati sugerišu na umjereno grupisanje podataka, ali i na složene prostorne obrasce demografskih procesa u Bosni i Hercegovine. Prema tome, iako utvrđeni model klasterizacije, definisan na osnovu općih stopa fertiliteta, općih stopa mortaliteta i koeficijenta starosti, pruža uvid u grupisanje podataka zahtijeva dalju optimizaciju i precizniju diferencijaciju klastera. To se može postići dodavanjem novih varijabli, poput socioekonomskih indikatora depopulacije, te kroz upotrebu različitih metoda klasterizacije kako bi se osigurala veća preciznost grupisanja.

Faktori neravnomjernog demografskog razvoja Bosne i Hercegovine su brojni, ali su najznačajniji socioekonomski faktori (stopa nezaposlenosti, stopa nezaposlenosti visokoobrazovanog stanovništva, visina neto plaće, visina penzije, broj stanovnika na 1 ljekara, migracije i sl.), političko-socijalni faktori (politička nestabilnost, socijalna nepravda, nedostatak povjerenja u institucije, opći osjećaj nesigurnosti), psihološki faktori (stav mlađih generacija prema braku, porodici, lične i profesionalne ambicije, feminizacija migracija), administrativna podjela Bosne i Hercegovine, urbano-ruralna polarizacija i sl. (Jahić et al., 2024; Begović et al., 2020; Efendić, 2016; Malaj i de Rubertis, 2016). Faktorska analiza socio-ekonomskih indikatora (neto plata, stopa nezaposlenosti, stopa nezaposlenosti visokoobrazovanih stanovnika, broj stanovnika na jednog ljekara) i demografskih indikatora objašnjava oko 45% varijacije općih stopa fertiliteta, općih stopa mortaliteta i koeficijenta starosti što ukazuje na složene obrasce depopulacije u Bosni i Hercegovini. Nepovoljni socioekonomski faktori potiču emigraciju, uglavnom mladog stanovništva, iz ekonomski pasivnih ruralnih u razvijenija urbana područja, ali i emigraciju mladih u inostranstvo. Prema podacima Federalnog zavoda za statistiku (2024) godišnje iz Bosne i Hercegovine u

prosjeku emigrira oko 3.730 stanovnika. Migracije potiču i političko-socijalni faktori. Ova skupina obuhvata probleme vezane za političku nestabilnost, socijalnu nepravdu (korupcija, nepotizam, i osjećaj marginalizacije), nedostatak povjerenja u institucije (neefikasno pravosuđe, loš zdravstveni sistem i obrazovanje), opći osjećaj nesigurnosti tj. strah od budućnosti i osjećaj da se stanje u zemlji neće poboljšati (Jahić et al., 2024; Kurtović, 2021; Efendić, 2016). Političko-socijalni faktori često djeluju u kombinaciji s ekonomskim faktorima (nezaposlenost ili niska primanja) i kulturnim faktorima (percepcija boljeg kvaliteta života u inostranstvu) što dodatno motiviše mlade na odlazak. Naprimjer, rezultati istraživanja Kadušić i Smajić (2019) potvrdili su da osnovne škole iz Federacije Bosne i Hercegovine gube učenike zbog odlaska u inostranstvo. Ukupan broj učenika koji su napustili anketirane škole (152 od 1.079 osnovnih školi u FBiH 2017. godine), u periodu od školske 2012/13. do školske 2016/17. godine, iznosio je 5.688. Najčešći uzroci napuštanja osnovnih škola obuhvaćenih istraživanjem bili su prekid školovanja, odustajanje zbog prelaska u drugu općinu u Bosni i Hercegovini, odustajanje radi nastavka školovanja u drugoj osnovnoj školi u istoj općini i ispis iz škole zbog preseljenja u inostranstvo. U navedenom periodu od 5.688 ispisanih učenika, njih 2.285 ili oko 40,2% napustilo je škole zbog odlaska u inostranstvo. Prostornim disparitetima depopulacije doprinosi i administrativna podjela Bosne i Hercegovine koja je uslovila teritorijalnu podjelu općina i naselja, što je u populacijski malim i ruralnim općinama kreiralo nepovoljne uslove demografskog razvoja. Osim toga, postoji izražena urbano-ruralna polarizacija u depopulaciji tj. ruralna područja suočavaju se sa nepovoljnijim demografskim trendovima (Nurković i Drešković, 2013). Prethodno ukazuje da su faktori koji utiču na neravnomjeran demografski razvoj veoma kompleksni i da je potrebno dodatno istraživati faktore prostornog demografskog razvoja Bosne i Hercegovine.

Nedostaci istraživanja uzrokovani su kvalitetom i pristupom demografskoj statistici u Bosni i Hercegovini. Analiza urađena na nivou općina uslovila je generalizaciju podataka što utiče i na rezultate istraživanja, a osim toga izostavljene su i migracije kao depopulacijski indikator jer se u Bosni i Hercegovini ne prate na nivou općina. Međutim, i pored navedenih nedostataka, istraživanjem su identificirana područja različitog depopulacijskog nivoa i izvršena je njihova geovizualizacija, što je kvalitetna osnova za buduća istraživanja i doprinos razvoju politike demografskog razvoja. Buduća istraživanja trebaju biti posvećena faktorima koji uzrokuju prostorne disparitete, a neophodno je provoditi i studije slučaja (case studies) za općine, regije, kantone i druge administrativne jedinice da bi se utvrdile

demografske specifičnosti tih područja, te u skladu s tim izrađivale regionalne strategije demografskog razvoja.

Zaključak

Pad broja stanovnika jedan je od ključnih demografskih izazova Bosne i Hercegovine. U periodu 2013–2023. godine u ovoj zemlji evidentirani su negativni demografski trendovi: stopa nataliteta opala je sa 8,7‰ na 7,7‰, stopa mortaliteta porasla je s 10,1‰ na 10,4‰, opća stopa fertiliteta opala je s 34,7‰ na 33,9‰, totalna stopa fertiliteta s 1,276 na 1,182, prosječna starost majke po rođenju prvog djeteta povećala se s 26,69 na 28,13 godine, negativna prirodna promjena povećala se s -1,4‰ na -2,7‰, koeficijent starosti povećao se sa 20,5% na 28,4%, a prosječna starost povećala se s 39,6 na 42,5 godine. Bosna i Hercegovina se, osim s nepovoljnim demografskim trendovima na nacionalnom nivou, suočava s neravnomjernim demografskim razvojem tj. prostornim disparitetima u nivou depopulacije jer svi dijelovi Bosne i Hercegovine nisu jednako pogođeni ovim procesom. Metodom k-means klasterizacije izdvojena su područja sa niskim, umjerenim i visokim nivoom depopulacije. Optimalan broj klastera utvrđen je Elbow metodom, a metode validacije klastera ukazale su na umjereno dobru klasterizaciju. Postoji izražena urbano-ruralna polarizacija u depopulaciji, te se ruralna područja suočavaju sa nepovoljnijim demografskim trendovima. Administrativna podjela Bosne i Hercegovine uslovila je teritorijalnu podjelu općina i naselja, što je u populacijski malim i ruralnim općinama kreiralo nepovoljne uslove demografskog razvoja. Socioekonomski faktori kao što su stopa nezaposlenosti, stopa nezaposlenosti visokoobrazovanog stanovništva, visina neto plaće, visina penzije, broj stanovnika na ljekara, i sl., uzrokuju emigraciju stanovništva u ekonomski pasivnim dijelovima Bosne i Hercegovine. Psihološki faktori kao što su stav mlađih generacija prema braku, porodici, lične i profesionalne ambicije, feminizacija migracija također značajno utiču na demografske promjene u Bosni i Hercegovini. Depopulacija ima značajne posljedice za socioekonomski razvoj Bosne i Hercegovine, a posebno utiče na tržište radne snage, javni zdravstveni, penzioni, obrazovni sistem, i sl. U cilju demografske revitalizacije Bosne i Hercegovine neophodno je definisanje i provođenje mjera pronatalitetne populacijske politike primjenom različitih finansijskih i socijalnih mjera. Također, neophodno je definisati programe revitalizacije ruralnih područja ulaganjem u infrastrukturu, te poljoprivredu i druge djelatnosti kako bi se smanjio odlazak stanovništva. Neophodno je poboljšati radne uslove i smanjiti nezaposlenost kroz kreiranje novih radnih

mjesta i program podrške samozapošljavanju i poduzetništvu za mlado stanovništvo. Osim toga, potrebno je kreirati i provoditi strategiju povratka bosanskohercegovačkih emigranata kroz poreske olakšice, subvencije za pokretanje biznisa i priznavanje kvalifikacija stečenih u inostranstvu, a istovremeno promovisati imigraciju kreiranjem politike koja bi privukla imigrante u Bosnu i Hercegovinu kroz programe privremenog ili trajnog boravka. Bosni i Hercegovini neophodne su strategije ravnomjernog regionalnog razvoja koje u obzir uzimaju geografske i demografske specifičnosti svake regije i administrativne jedinice, a koje bi definisale i mjere populacijske politike za demografski i ekonomski razvoj ruralnih i ekonomski pasivnih područja. Stoga je, u narednom periodu, neophodna izrada studija slučaja i istraživanje prostornih demografskih dispariteta tj. sistematsko prikupljanje i analiza podataka o demografskim trendovima po regijama i općinama, s ciljem izrade regionalnih strategija demografskog razvoja. Da bi se pomenute strategije definisale i implementirale, u Bosni i Hercegovini je potrebno jačati statističke urede radi unapređenja sistemskog praćenja demografskih pojava, a posebno unutrašnjih i vanjskih migracija.

Literatura

- Alamá-Sabater, L., Budí, V., Álvarez-Coque, J.M.G., Roig-Tierno, N. (2019). Using mixed research approaches to understand rural depopulation. Economía Agraria y Recursos Naturales-Agricultural and Resource Economics 19, 99-120.
- Al-Mekhlafi, A., Klawitter, S., Klawonn, F. (2024). Standardization with zlog values improves exploratory data analysis and machine learning for laboratory data. Journal of Laboratory Medicine, 48, 215-222.
- Anselin, L. (2005). Exploring Spatial Data with GeoDaTM: A Workbook. Center for Spatially Integrated Social Science.
- Ashari, I. F., Nugroho, E. D., Baraku, R., Yanda, I. N., Liwardana, R. (2023). Analysis of elbow, silhouette, Davies-Bouldin, Calinski-Harabasz, and rand-index evaluation on k-means algorithm for classifying flood-affected areas in Jakarta. Journal of Applied Informatics and Computing, 7(1), 95-103.
- Avdic, A., Avdic, B. (2023). Center and Periphery in Bosnia and Herzegovina-Social and Spatial Indicators of Regional Disparities. Folia Geographica 65, 103-126.
- Avdić, A., Avdić, B., Zupanc, I. (2022). Socio-demographic analysis of border regions of Bosnia and Herzegovina. Acta Geographica Slovenica 62, 7-19.

- Begović, S., Lazović-Pita, L., Pijalović, V., Baskot, B. (2020). An investigation of determinants of youth propensity to emigrate from Bosnia and Herzegovina. Economic research-Ekonomska istraživanja 33, 2574-2590.
- Bianchesi, N. M. P., Romao, E. L., Lopes, M. F. B., Balestrassi, P. P., De Paiva, A. P. (2019). A design of experiments comparative study on clustering methods. IEEE Access, 7, 167726-167738.
- Brzozowska, Z., Zhelenkova, E., Gietel-Basten, S. (2023). Population decline: Towards a rational, scientific research agenda. Vienna Yearbook of Population Research 21.
- Efendic, A. (2016). Emigration intentions in a post-conflict environment: evidence from Bosnia and Herzegovina. Post-Communist Economies 28, 335-352.
- Emirhafizović, M. (2023). The Course of Demographic Transition in Bosnia and Herzegovina-an Overview. Bosnian Studies: Journal for research of Bosnian thought and culture, 7(2), 62-80.
- Fahmiyah, I., Ningrum, R.A. (2023). Human Development Clustering in Indonesia: Using K-Means Method and Based on Human Development Index Categories. Journal of Advanced Technology and Multidiscipline 2, 27-33.
- Gekić, H., Bidžan-Gekić, A., Mirić, R., Drešković, N. (2019). Spatial differentiation of the age structure of a population in Bosnia and Herzegovina, in: Proceedings of International Scientific Symposium New Trends In Geography 2019. pp. 215-226.
- Gekic, H., Bidzan-Gekic, A., Miric, R., Reményi, P. (2020). Hidden geographies of population implosion in Bosnia and Herzegovina. European Journal of Geography 11, 47-64.
- Gu, H., Lao, X., Shen, T. (2020). Research Progress on Spatial Demography, in: Ye, X., Lin, H. (Eds.), Spatial Synthesis, Human Dynamics in Smart Cities. Springer International Publishing, Cham, pp. 125-145.
- Hamadani, A., Ganai, N.A., Raja, T., Alam, S., Andrabi, S.M., Hussain, I., Ahmad, H.A. (2021). Outlier removal in sheep farm datasets using winsorization. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, 36(4), 334-337.
- Hassan, I.H., Abdullahi, M., Ali, Y.S. (2021). Analysis of Techniques for Selecting Appropriate Number of Clusters in K-means Clustering Algorithm. International Conference on Computing and Advances in Information Technology (ICCAIT 2021).
- Inoue, T., Koike, S., Yamauchi, M., Ishikawa, Y. (2022). Exploring the impact of depopulation on a country's population geography: Lessons learned from Japan. Population Space and Place 28, e2543.

- Jahić, H., Hadžiahmetović-Milišić, N., Dedović, L., Kuloglija, E. (2024). Diagnosing the Issue: Understanding and Combating Medical Brain Drain in Bosnia and Herzegovina. Naše gospodarstvo/Our economy 70, 12-23.
- Johnson, K.M., Lichter, D.T. (2019). Rural Depopulation: Growth and Decline Processes over the Past Century. Rural Sociology 84, 3-27.
- Jurun, E., Ratković, N., Ujević, I. (2017). A cluster analysis of Croatian counties as the base for an active demographic policy. Croatian operational research review 8, 221-236.
- Kadušić, A., Smajić, N. (2019). Primary-school-age population change in the Federation of Bosnia and Herzegovina: The effects of demographic factors. Stanovnistvo 57, 49-70.
- Kadušić, A., Smajić, S., Smajić, N. (2023). The patterns of depopulation in Bosnia and Herzegovina: Spatial autocorrelation analysis. Geografski pregled 48, 85-100.
- Kaur, N., Aggarwal, S. (2017). Comparative Analysis of Hybrid K-Mean Algorithms on Data Clustering. International Journal of Computer Applications Technology and Research, 6(8), 384-390.
- Kastreva, P., Patarchanova, E. (2021). Creating Spatial Models of Demographic Processes Using Cluster Analysis for Demographic Policy Planning in Bulgaria. Journal of Settlements & Spatial Planning 12.
- Kodinariya, T.M., Makwana, P.R. (2013). Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. International Journal 1, 90-95.
- Kono, S. (2011). Confronting the demographic trilemma of low fertility, ageing and depopulation, in: Imploding Populations in Japan and Germany. Brill, pp. 33-53.
- Kurtović, L. (2021). When the "People" Leave: On the Limits of Nationalist (Bio) Politics in Postwar Bosnia-Herzegovina. Nationalities Papers 49, 873-892.
- La Croix, S.J., Mason, A., Abe, S. (2002). Population and globalization. Japanese Journal of Southeast Asian Studies 40, 240-267.
- Laoshvili, Z., Iremashvili, A., Grigolia, L. (2020). Spatial analysis of depopulation in georgian villages abstract. ИнтерКарто. ИнтерГИС 26, 393-399.
- Malaj, V., de Rubertis, S. (2016). Determinants of Western Balkan emigration flows: An empirical analysis. International Economics 69, 233-252.
- Marinković, I., Radivojević, B. (2016). Mortality trends and depopulation in Serbia. Geographica Pannonica 20, 220-226.

- Matthews, S.A., Parker, D.M. (2013). Progress in spatial demography. Demographic Research 28, 271.
- Mehar, A. M., Matawie, K., Maeder, A. (2013). Determining an optimal value of K in K-means clustering. In 2013 IEEE international conference on bioinformatics and biomedicine (pp. 51-55). IEEE.
- Nejašmić, I. (2005). Demogeografija: stanovništvo u prostornim odnosima i procesima. Školska knjiga, Zagreb.
- Newsham, N., Rowe, F. (2023). Understanding trajectories of population decline across rural and urban Europe: A sequence analysis. Population Space and Place 29, e2630.
- Nurkovic, R., Dreskovic, N. (2013). Regional Developmental Problems of the Rural Settlements in Bosnia and Herzegovina. Chinese Business Review 12.
- Pinilla, V., Sáez, L.A. (2017). Rural depopulation in Spain: genesis of a problem and innovative policies. Centre for Studies on Depopulation and Development of Rural Areas (CEDDAR) Report 2.
- Prorokovic, D. (2017). Demographic Trends in European Countries: Moving toward Depopulation of the Continental Peripheria. Kultura Polisa 14, 175.
- Roy, A., Roy, M. (2015). Antecedents and consequences of impending population implosion in the developed world: implications for business systems. IJSSOC 7, 151.
- San Antonio Gomez, J.C. de, Martínez García, J., Manzano Agugliaro, F. (2012). GIS analysis for the study of rural depopulation: the Kingdom of Valencia (Tomas Lopez 1789). In: «International Conference of Agricultural Engineering - CIGR-AgEng2012», 08/07/2012 - 12/07/2012, Valencia. pp. 24-29.
- Sorcaru, I.A. (2020). Urban Depopulation in Romania. Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati Fascicle I. Economics and Applied Informatics, Years XXVI - no 1/2020.
- Truskolaski, T., Bugowski, Ł.K. (2022). The process of depopulation in Central and Eastern Europe: determinants and causes of population change between 2008 and 2019. European Research Studies Journal, 25(3), 3-21.
- Ubareviciene, R. (2017). Socio-spatial change in Lithuania-Depopulation and increasing spatial inequalities. A+ BE| Architecture and the Built Environment 1-257.
- Utami, I. T., Suryaningrum, F., Ispriyanti, D. (2023). K-Means Cluster Count Optimization With Silhouette Index Validation And Davies Bouldin Index (Case Study: Coverage Of Pregnant Women, Childbirth, And Postpartum Health Services In Indonesia In 2020). BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika

dan Terapan, 17(2), 0707-0716.

- Zhukov, D.S., Kanishchev, V.V. (2022). Cluster Analysis as a Means of Identifying Types of Demographic Characteristics (Russian Rural Population, European Part of Russia, Early 20th to Early 21st Century).
- BHAS (2024). Demography 2023. Demographic Bulletin TB 02. Sarajevo: Agency for statistics of Bosnia and Herzegovina.
- FZS (2024). Population migration 2023. Statistical Bulletin 375. Sarajevo: Institute for statistics of FBiH.
- FZZZ (2022). Federal employment institute in Sarajevo. Data available at: https://www.fzzz.ba/
- FZZPR (2024). Socioekonomski pokazatelji po općinama FBiH 2023. Sarajevo: Federalni zavod za programiranje razvoja.
- Migration profile of Bosnia and Herzegovina for 2023. Sarajevo: Ministry for security of Bosnia and Herzegovina, Sector for migration (2024).
- RZSRS (2024). Demographic statistics. Statistical Bulletin 2024. Banja Luka: Republika Srpska Institute of statistics.
- ZZRS (2022). The Employment Institute of the Republic of Srpska in Banja Luka. Data available at: http://www.zzzrs.net/

ANU BiH АНУ БиХ