

PRIMENA KLASTER ANALIZE U ISTRAŽIVANJU DEMOGRAFSKE STAROSTI STANOVNIŠTVA

Starosna struktura može se analizirati na osnovu udela tri velike starosne grupe stanovništva: mladog, zrelog i starog, odnosno na osnovu udela dece, roditelja i praroditelja. Najpoznatija klasifikacija, koja na osnovu ove tri starosne grupe određuje tip stanovništva, jeste Sundbargova tipologija. Ona se pojavila još početkom 20. veka pa je i razumljivo da, ona sa samo tri predložena tipa, ne može da ilustruje sve promene u starosnoj strukturi savremenih populacija gde se čisti tipovi i ne pojavljuju. Stavljajući težište na socio-ekonomske komponente, kasnije predložene modifikacije nastoje da struktuiranje po velikim starosnim grupama prilagode potencijalno aktivnom kontingentu stanovništva. Zato su, pre svega, pomerene starosne granice i povećan je broj prelaznih tipova od mladog ka starom tipu stanovništva.

U ovom radu sagledavana su dva pristupa grupisanju stanovništva u različite tipove starosne strukture. Prvi pristup je zasnovan na kriterijumima grupisanja koji su široko prihvaćeni u jugoslovenskoj demografskoj praksi. Drugi pristup koristi klaster analizu ili analizu grupisanja, kao metod multivarijacione analize. Oba pristupa su testirana na jednom konkretnom primeru – stanovništvu opština Centralne Srbije, Vojvodine i Crne Gore prema starosti u 2000. godini. Izabran je relativno nizak teritorijalni nivo, kako bi se preko stanovništva većeg broja manjih entiteta što detaljnije sagledale osobenosti, prednosti i nedostaci oba pristupa. Namera je bila i da se uporede rezultati dobijeni korišćenjem navedenih metoda, kao i da se sagleda eventualna potreba za povećanjem broja prelaznih tipova starosne strukture kod stanovništva koje je zašlo u više stadijume demografske starosti.

Klasičan pristup

Grupisanje stanovništva u različite tipove starosne strukture

Stadijumi demografske starosti

Da bi preglednije uočili regionalne razlike u dostignutoj demografskoj starosti, posebno stanovništva manjih teritorijalnih jedinica (u ovom slučaju opština), stanovništvo je svrstano u različite tipove starosne strukture.

Izvršena je podela na stadijume demografske starosti (Penev, 1995) sagledavanjem vrednosti pet različitih pokazatelja: prosečna starost, udeo stanovništva mlađeg od 20 godina, udeo stanovništva mlađeg od 40 godina, udeo stanovništva starog 60 i više godina i indeks starenja kao odnos udela starih i udela mladih. Na osnovu vrednosti izabranih pokazatelja sve populacije se prema dostignutoj demografskoj starosti mogu razvrstati u sedam stadijuma (tabela 1).

Tabela 1.

Stadijumi demografske starosti i kriterijumi za njihovo odredjivanje

Stadijumi demografske starosti	Indikatori demografske starosti stanovništva				
	Prosečna starost (godine)	Mlađi od 20 god. (%)	Mlađi od 40 god. (%)	Stari 60+ god. (%)	Indeks starenja
1. Rana demografska mladost	Do 20	58+	85+	Do 4	Do 0,07
2. Demografska mladost	20-25	50-58	75-85	4-7	0,07-0,14
3. Demografska zrelost	25-30	40-50	65-75	7-11	0,14-0,28
4. Prag demografske starosti	30-35	30-40	58-65	11-15	0,28-0,50
5. Demografska starost	35-40	24-30	52-58	15-20	0,50-0,83
6. Duboka demografska starost	40-43	20-24	45-52	20-25	0,83-1,25
7. Najdublja demografska starost	43+	Do 20	Do 45	25+	1,25+

Stanovništvo Centralne Srbije i Vojvodine je, prema vrednostima izabranih pokazatelja, od populacije koja se polovinom dvadesetog veka nalazila u demografskoj zrelosti, u 2000. godini našla u stadijumu duboke demografske starosti. Za isti vremenski period, stanovništvo Crne Gore je prešlo iz stadijuma demografske zrelosti u stadijum demografske starosti (tabela 2). Činjenica da je stanovništvo prešlo iz nižeg u viši stadijum demografske starosti, potvrđuje raniji zaključak o odvijanju procesa starenja, kao osnovnoj karakteristici promene starosne strukture stanovništva navedenih područja u poslednjih pedeset godina.

Tabela 2.

Demografska starost stanovništva. Crna Gora, Centralna Srbija i Vojvodina, 1948 -2000.

	1948	1953	1961	1971	1981	1991	1996	2000
Crna Gora	3	3	3	3	4	4	4	5
Centralna Srbija	3	3	4	4	5	5	6	6
Vojvodina	3	4	4	4	5	5	5	6

Demografska starost stanovništva opština

U Crnoj Gori je tokom devedesetih godina, stanovništvo većine opština zašlo u stadijum demografske starosti. Stanovništvo ogromne većine opština Centralne Srbije pripada višim stadijumima demografske starosti (110 od 115 opština). Najmladje je stanovništvo opština Tutin (3) i Preševo (3). U Centralnoj Srbiji se nalazi i svih 23 opštine čije je stanovništvo već zašlo u najdublju demografsku starost (13 opština više nego 1991. godine).

Stanovništvo opštine Gadžin Han je ubedljivo najstarije. U 2000. godini, prosečna starost stanovništva te opštine je iznosila 49,8 godina, udeo mladih do 20 godina je bio svega 15,9%, dok je udeo starijih od 60 godina bio skoro trostruko veći (44,2%).

Tabela 3.

Distribucija opština prema stadijumu demografske starosti. Crna Gora, Centralna Srbija i Vojvodina, 1991. i 2000.

Stadijumi demografske starosti	Crna Gora		Centralna Srbija		Vojvodina	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000
1. Rana demografska mladost	-	-	-	-	-	-
2. Demografska mladost	-	-	-	-	-	-
3. Demografska zrelost	3	1	3	2	-	-
4. Prag demografske starosti	10	5	10	3	-	-
5. Demografska starost	8	12	54	19	38	18
6. Duboka demografska starost	-	3	37	68	7	27
7. Najdublja demografska starost	-	-	10	23	-	-
Svega opština	21	21	114	115	45	45

Stanovništvo Vojvodine je, s obzirom na starosni sastav, veoma homogeno. Od ukupno 45 opština, u 18 je stanovništvo zašlo u stadijum demografske starosti, a u 27 se nalazi u dubokoj demografskoj starosti (čak 20 opština više nego 1991. godine) (tabela 3).

U tabeli 4. su prikazane opštine sa teritorije Crne Gore, Centralne Srbije i Vojvodine, grupisane prema dostignutom stadijumu demografske starosti. Grupisanje je izvršeno na osnovu već navedene podele koja se najčešće koristi u jugoslovenskoj demografskoj literaturi.

Tabela 4.
Opštine prema dostignutom stadijumu demografske starosti

Redni broj	Naziv opštine	Stadijum demograf. starosti	Prosečna starost (godine)	Mladji od 20 god. (%)	Mladji od 40 god. (%)	Stari 60 ili više (%)	Indeks starenja
Demografska zrelost							
Crna Gora							
1	Rožaj	3	28,7	38,4	74,4	8,6	0,223
Centralna Srbija							
1	Preševo	3	28,1	43,4	73,6	10,8	0,221
2	Tutin	3	28,1	43,4	73,6	10,8	0,221
Prag demografske starosti							
Crna Gora							
1	Bijelo Polje	4	32,9	32,2	65,8	13,7	0,426
2	Berane	4	34,4	31,2	62,8	16,4	0,527
3	Mojkovac	4	34,8	30,7	61,4	16,9	0,553
4	Plav	4	32,3	33,4	68,4	13,1	0,392
5	Podgorica	4	34,3	30,3	61,1	14,2	0,469
Centralna Srbija							
1	Bujanovac	4	31,3	36,6	68,7	14,4	0,350
2	Novi Pazar	4	32,0	34,1	65,9	11,9	0,351
3	Sjenica	4	34,3	30,5	63,7	15,7	0,515
Demografska starost							
Crna Gora							
1	Bar	5	36,3	28,2	57,2	16,9	0,598
2	Budva	5	35,1	29,7	57,7	14,1	0,475
3	Danilovgrad	5	37,3	29,4	56,4	20,3	0,691
4	Kolašin	5	38,5	28,7	55,9	22,9	0,799
5	Kotor	5	35,6	28,9	57,2	15,5	0,535
6	Nikšić	5	35,8	28,9	59,3	17,4	0,602
7	Pljevlja	5	39,3	25,6	52,4	22,7	0,890
8	Tivat	5	36,7	27,4	55,4	16,4	0,599
9	Ulcinj	5	35,4	29,1	59,9	16,0	0,552
10	Herceg Novi	5	36,4	28,5	55,9	17,1	0,602
11	Cetinje	5	36,7	29,2	57,1	18,2	0,624
12	Andrijevica	5	38,8	27,6	55,7	23,8	0,861
Centralna Srbija							
1	Beograd-Grocka	5	37,7	24,8	52,8	16,5	0,665
2	Beograd-Lazarevac	5	37,8	26,2	53,2	19,7	0,752
3	Beograd-Obrenovac	5	38,6	24,7	51,9	20,2	0,817
4	Bor	5	38,5	24,6	51,3	19,0	0,772
5	Vranje	5	36,6	27,3	56,0	17,2	0,631
6	Kragujevac	5	38,5	23,8	51,2	18,8	0,792
7	Krupanj	5	38,6	24,4	52,6	20,7	0,851
8	Loznica	5	37,7	25,5	53,1	19,2	0,752
9	Ljubovija	5	38,9	25,2	52,4	22,4	0,889
10	Majdanpek	5	37,8	25,4	52,9	17,8	0,699
11	Mali Zvornik	5	36,5	28,8	56,3	17,8	0,618
12	Medvedja	5	36,7	31,8	58,1	26,8	0,712
13	Nova Varoš	5	38,8	25,7	51,3	20,9	0,813
14	Priboj	5	36,7	26,2	55,6	15,9	0,608
15	Prijepolje	5	35,3	29,6	59,7	16,1	0,544
16	Smederevo	5	37,5	26,1	53,6	18,3	0,702
17	Surdulica	5	38,1	26,2	53,4	20,7	0,792

Redni broj	Naziv opštine	Stadijum demograf. starosti	Prosečna starost (godine)	Mladji od 20 god. (%)	Mladji od 40 god. (%)	Stari 60 ili više (%)	Indeks starenja
18	Užice	5	38,3	24,2	52,3	19,3	0,799
19	Trgovište	5	38,8	27,8	54,0	24,3	0,873
Vojvodina							
1	Bačka Palanka	5	38,5	24,3	51,8	20,1	0,825
2	Beočin	5	36,8	26,6	55,3	17,7	0,664
3	Bečeј	5	38,8	24,5	51,5	19,7	0,806
4	Žabalj	5	36,7	27,9	55,4	18,6	0,665
5	Indjija	5	38,6	24,7	51,8	20,2	0,820
6	Kikinda	5	38,7	24,3	52,0	19,9	0,820
7	Kovin	5	38,6	25,8	52,2	21,1	0,815
8	Mali Idjoš	5	38,6	25,7	51,9	20,1	0,782
9	Novi Sad	5	38,5	23,3	52,1	19,0	0,815
10	Pančevo	5	38,1	24,0	52,5	18,1	0,753
11	Pećinci	5	38,0	26,9	53,6	20,2	0,752
12	Ruma	5	38,3	24,8	52,4	19,9	0,804
13	Sremski Karlovci	5	38,3	24,6	52,4	19,3	0,784
14	Stara Pazova	5	37,2	26,6	53,2	17,2	0,645
15	Subotica	5	38,9	23,9	51,6	19,8	0,829
16	Temerin	5	37,2	25,3	53,8	16,7	0,659
17	Titel	5	38,5	24,9	52,8	20,8	0,835
18	Vrbas	5	37,4	25,9	54,6	18,7	0,722
Duboka demografska starost							
Crna Gora							
1	Žablјak	6	40,0	24,2	51,9	23,5	0,971
2	Plužine	6	41,8	23,9	50,2	26,6	1,115
3	Šavnik	6	40,0	28,2	53,8	27,3	0,966
Centralna Srbija							
1	Aleksandrovac	6	41,4	21,7	47,7	25,5	1,175
2	Aleksinac	6	41,8	21,7	46,1	26,4	1,217
3	Arandjelovac	6	39,0	24,2	50,7	20,9	0,864
4	Arilje	6	39,1	24,4	51,3	21,7	0,890
5	Bajina Bašta	6	40,1	23,3	49,1	23,5	1,007
6	Batočna	6	40,4	22,9	47,8	23,3	1,017
7	Beograd-Barajevo	6	40,1	22,4	48,2	22,3	0,996
8	Beograd-Vožovac	6	41,3	20,8	47,7	24,1	1,158
9	Beograd-Zvezdara	6	40,7	21,1	49,1	22,4	1,062
10	Beograd-Zemun	6	39,0	23,7	51,5	20,3	0,857
11	Beograd-Mladenovac	6	39,4	23,9	50,1	21,6	0,903
12	Beograd-N. Beograd	6	41,3	19,7	47,8	22,8	1,157
13	Beograd-Palilula	6	40,0	22,4	50,0	21,7	0,968
14	Beograd-Rakovica	6	39,8	21,2	50,2	21,1	0,999
15	Beograd-Savki Venac	6	41,7	21,2	45,5	23,8	1,122
16	Beograd-Sopot	6	41,0	23,1	47,3	25,4	1,102
17	Beograd-Čukarica	6	39,2	22,8	50,5	19,7	0,864
18	Bogatić	6	40,5	23,2	48,9	24,9	1,076
19	Bojnik	6	42,0	23,1	47,4	30,2	1,309
20	Bosilegrad	6	42,7	21,5	46,8	29,4	1,364
21	Brus	6	40,6	22,9	49,3	24,7	1,079
22	Valjevo	6	40,0	22,5	49,5	22,3	0,991
23	Velika Plana	6	40,0	23,5	49,8	23,1	0,981
24	Veliko Gradište	6	42,1	20,8	46,8	24,7	1,186
25	Vladimirci	6	41,9	21,1	46,9	26,9	1,274
26	Vladičin Han	6	40,0	23,3	50,1	23,3	0,999

Redni broj	Naziv opštine	Stadijum demograf. starosti	Prosečna starost (godine)	Mladji od 20 god. (%)	Mladji od 40 god. (%)	Stari 60 ili više (%)	Indeks starenja
27	Vlasotince	6	39,9	23,5	50,0	23,7	1,007
28	Vrnjačka Banja	6	39,9	23,6	49,6	23,4	0,990
29	Golubac	6	42,3	20,6	45,5	26,8	1,301
30	Gornji Milanovac	6	40,8	22,4	47,8	24,1	1,080
31	Despotovac	6	41,3	22,5	47,2	25,7	1,145
32	Doljevac	6	40,4	23,8	49,6	24,7	1,037
33	Žitoradja	6	41,7	22,6	47,3	28,1	1,243
34	Ivanjica	6	40,0	23,5	49,9	23,2	0,989
35	Kladovo	6	40,6	21,3	48,3	22,6	1,059
36	Kosjerić	6	42,2	21,3	45,4	27,0	1,265
37	Koceljeva	6	40,8	22,9	48,5	25,6	1,120
38	Kraljevo	6	39,7	23,1	49,9	22,4	0,970
39	Kruševac	6	40,0	22,6	48,8	21,9	0,969
40	Kuršumljia	6	39,7	25,1	50,5	24,1	0,963
41	Kučevo	6	41,6	22,2	46,5	26,3	1,185
42	Lajkovac	6	39,7	23,9	51,1	22,9	0,959
43	Lebane	6	39,6	24,7	50,8	23,4	0,947
44	Leskovac	6	39,2	24,0	51,2	21,7	0,903
45	Lučani	6	42,3	21,0	45,4	27,8	1,324
46	Ljig	6	42,3	21,3	46,1	28,7	1,350
47	Merošina	6	42,0	22,9	46,6	28,8	1,260
48	Mionica	6	42,3	21,7	46,6	28,7	1,324
49	Niš	6	39,4	23,1	50,3	20,7	0,896
50	Osečina	6	41,9	21,6	46,4	26,9	1,244
51	Paraćin	6	40,7	23,0	47,8	24,0	1,045
52	Pirot	6	41,2	22,2	47,4	24,7	1,113
53	Požarevac	6	39,4	23,6	50,6	21,1	0,896
54	Požega	6	41,1	22,0	47,3	25,0	1,135
55	Prokuplje	6	39,3	25,2	51,1	23,0	0,915
56	Raška	6	40,5	22,9	48,0	23,8	1,043
57	Jagodina	6	40,0	22,8	49,0	22,3	0,981
58	Svilajnac	6	41,5	21,5	47,1	25,4	1,179
59	Smederevska Palanka	6	40,4	22,8	48,0	23,1	1,014
60	Topola	6	42,7	21,6	45,0	28,2	1,306
61	Trstenik	6	41,3	22,2	46,3	24,7	1,110
62	Čičevac	6	42,2	21,9	45,6	27,2	1,239
63	Čuprija	6	40,0	23,7	49,0	22,9	0,969
64	Ub	6	40,7	23,0	49,6	25,6	1,114
65	Čajetina	6	42,1	21,2	46,8	27,2	1,285
66	Čačak	6	39,9	22,9	49,2	22,4	0,978
67	Šabac	6	38,6	24,6	51,7	20,4	0,832
68	Lapovo	6	40,4	22,7	48,4	22,8	1,007
			Vojvodina				
1	Ada	6	39,8	22,9	50,1	20,5	0,897
2	Alibunar	6	40,9	22,8	48,0	24,5	1,073
3	Apatin	6	39,9	22,6	49,4	22,0	0,974
4	Bač	6	39,3	24,5	51,1	22,2	0,905
5	Bačka Topola	6	39,8	23,7	49,8	21,9	0,924
6	Bački Petrovac	6	40,1	22,9	49,4	22,0	0,960
7	Bela Crkva	6	39,3	23,9	50,4	20,9	0,878
8	Vršac	6	39,3	23,3	50,2	20,9	0,897
9	Žitište	6	41,4	22,5	48,2	26,4	1,173
10	Zrenjanin	6	38,8	23,3	51,4	19,7	0,846

Redni broj	Naziv opštine	Stadijum demograf. starosti	Prosečna starost (godine)	Mladji od 20 god. (%)	Mladji od 40 god. (%)	Stari 60 ili više (%)	Indeks starenja
11	Irig	6	39,7	24,8	50,1	22,8	0,921
12	Kanjiža	6	40,2	23,0	49,8	22,6	0,979
13	Kovačica	6	39,7	24,3	50,1	22,3	0,921
14	Kula	6	38,9	24,3	51,9	20,8	0,856
15	Nova Crnja	6	40,6	24,4	49,1	25,5	1,043
16	Novi Bečej	6	38,8	25,1	51,7	20,8	0,830
17	Novi Kneževac	6	40,2	23,6	49,3	23,2	0,982
18	Opovo	6	39,5	24,7	50,8	22,7	0,916
19	Odžaci	6	40,3	23,1	48,8	23,1	0,999
20	Plandište	6	41,6	22,3	46,0	26,1	1,172
21	Senta	6	39,6	23,0	50,7	20,7	0,901
22	Sečanj	6	40,6	24,0	49,4	24,8	1,037
23	Sombor	6	39,5	23,3	50,6	21,5	0,922
24	Srbobran	6	39,0	25,2	51,4	21,8	0,866
25	Šremska Mitrovica	6	38,6	23,6	52,3	20,1	0,851
26	Čoka	6	41,0	22,3	47,7	24,0	1,076
27	Šid	6	38,7	25,4	51,6	21,2	0,834
Najdublja demografska starost							
Centralna Srbija							
1	Babušnica	7	47,4	16,8	36,8	38,4	2,287
2	Bela Palanka	7	44,4	21,4	42,5	32,0	1,499
3	Beograd-Vračar	7	43,7	18,8	43,1	27,0	1,439
4	Beograd-Stari Grad	7	42,9	19,4	44,3	25,1	1,290
5	Blace	7	43,7	21,1	43,6	30,8	1,456
6	Boljevac	7	44,7	19,9	41,5	31,3	1,571
7	Varvarin	7	42,7	20,7	44,4	27,6	1,337
8	Gadžin Han	7	49,8	15,9	34,2	44,2	2,781
9	Dimitrovgrad	7	43,4	19,3	44,1	28,4	1,469
10	Žabari	7	45,3	19,0	42,4	32,6	1,715
11	Žagubica	7	44,6	19,2	41,9	31,6	1,644
12	Zaječar	7	42,6	20,4	44,4	26,1	1,281
13	Knić	7	45,1	19,4	41,1	34,0	1,750
14	Knjaževac	7	46,6	16,5	37,6	33,7	2,039
15	Malo Crniče	7	43,7	19,3	44,3	28,7	1,485
16	Negotin	7	42,9	19,6	44,6	26,8	1,363
17	Petrovac	7	43,3	19,7	44,6	27,5	1,395
18	Ražanj	7	47,2	16,9	36,4	35,9	2,127
19	Rača	7	44,0	U,7	43,2	29,6	1,500
20	Rekovac	7	47,3	17,4	37,5	37,5	2,157
21	Svrljig	7	48,2	15,8	34,6	37,8	2,392
22	Sokobanja	7	44,6	18,7	41,0	29,9	1,603
23	Crna Trava	7	48,3	16,1	36,2	42,1	2,613

Grupisanje stanovništva u različite tipove starosne strukture primenom klaster analize

Klaster analiza ili analiza grupisanja je metod multivarijacione analize koji se koristi za klasifikovanje objekata u grupe, tako da su objekti unutar grupe slični medju sobom, a izmedju grupa znatno različiti.

Osnovna namena klaster analize (u literaturi su poznati razni nazivi: analiza grupisanja, tipologija, analiza klasifikacije, numerička taksonomija) je nalaženje "prirodnog" grupisanja skupa objekata ili osoba. Grupisanje objekata u grupe je zasnovano na različitim karakteristikama koje merimo kod svakog objekta.

Metode klaster analize možemo podeliti u dve grupe. Prva, *hijerarhijsko klasifikovanje*, u osnovi je iterativan proces spajanja objekata u grupe. Kod ove vrste klasifikacije u navedenoj etapi se vrši spajanje objekata i prethodno formiranih grupa tako da ne postoji mogućnost prelaska jedne grupe u drugu.

Polaznu osnovu za formiranje ($n \times p$) matrice podataka čine podaci dobijeni na osnovu procena stanovništva opština po starosti i polu sredinom 2000. godine (tzv. varijanta sa migracijama). Podaci su za potrebe klaster analize uređjeni u veliku matricu podataka. Redovi (observacije) u ovoj matrici su opštine, dok su kolone (varijable), već navedeni pokazatelji demografske starosti stanovništva: prosečna starost, udeo stanovništva mlađeg od 20 godina, udeo stanovništva mlađeg od 40 godina, udeo stanovništva starog 60 i više godina i indeks starenja kao odnos udela starih i udela mladih. Analizom su obuhvaćene samo opštine sa područja Crne Gore, Centralne Srbije i Vojvodine, jer su poslednji raspoloživi podaci za teritoriju Kosova i Metohije iz 1997. godine, tako da opštine ove teritorije nisu uzete u obzir.

U klaster analizi na osnovu ($n \times p$) matrice podataka (n objekata koji se klasifikuju na osnovu p varijabli), formira se ($n \times n$) *matrica bliskosti* čiji elementi čine stepen sličnosti ili razlike između svih parova objekata koje klasifikujemo.

Polazna osnova metode grupisanja predstavlja meru bliskosti između objekata ili promenljivih. Mera bliskosti najčešće iskazuje međusobne razlike između dva objekta, kada je zadatak grupisanje objekata. Tada mera bliskosti meri stepen međusobnog rastojanja, tj. kažemo da za grupisanje objekata koristimo *mere odstojanja* među objektima. Najpoznatije je *Euklidsko odstojanje* (kao i *kvadratno Euklidsko odstojanje*) koje predstavlja specijalni slučaj tzv. *Minkowskog odstojanja*, koje je dato izrazom:

$$M_{rs} = \left[\sum_{j=1}^p |x_{rj} - x_{sj}|^\lambda \right]^{1/\lambda}$$

Za $\lambda = 2$ odstojanje Minkowskog se svodi na Euklidsko odstojanje. Postoji još i *Manhattan odstojanje*, tipa "gradskog bloka", kada je $\lambda = 1$. U opštem slučaju, što je veća vrednost λ , veći se naglasak daje razlici koordinata odnosno promenljive pri formiranju vrednosti odstojanja. Zbog toga će ovo poslednje odstojanje biti manje osetljivo na prisustvo nestandardnih opservacija.

Odstojanje koje vodi računa i o kovarijacionoj strukturi podataka je *Mahalanobisovo odstojanje*, koje eliminiše efekat korelisanosti promenljivih.

Metodi analize grupisanja razlikuju se prema tome kako mere sličnost ili razliku između grupa. Među brojnim merama izdvaja se pet najpoznatijih: prve tri su u osnovi tzv. *metodi povezivanja* u analizi grupisanja, četvrta je u osnovi *metoda centroida*, a peta je u osnovi *metoda minimalne sume kvadrata* ili *Wardove metode*.

U osnovi metoda povezivanja razlikuju se sledeće mere:

- *jednostruko povezivanje* (nearest-neighbor method) - odstojanje između grupa se meri na osnovu najmanjeg odstojanja parova objekata iz posmatrane dve grupe;

- *potpuno povezivanje* (further-neighbor method) - odstojanje između grupa se meri na osnovu najvećeg odstojanja parova objekata iz posmatrane dve grupe;

- *prosečno povezivanje* - odstojanje između grupa se meri na osnovu najmanjeg odstojanja svih parova objekata iz posmatrane dve grupe.

Ako među podacima postoji nestandardna opservacija, mera odstojanja između nje i grupe čija se veličina povećava kod metoda jednostrukog povezivanja biće fiksna, a kod potpunog povezivanja imaće tendenciju da se povećava. To znači da će ta nestandardna opservacija kod potpunog povezivanja veoma brzo postati bliska postojećoj grupi, što kod jednostrukog povezivanja neće biti slučaj. Kod ovog drugog metoda povezivanja nestandardna opservacija teži da ostane izolovana tačka do poslednjih koraka u postupku formiranja hijerarhijske strukture objekta. Zato se kaže da metod jednostrukog povezivanja popunjava (razredjuje) prostor, a metod potpunog povezivanja, štedi (čuva) prostor. Oba metoda su osetljiva na prisustvo nestandardnih opservacija.

Kod *metoda centroida*, dve grupe se udružuju u novu grupu, ako su njihovi centriodi najmanje udaljeni među sobom u odnosu na međusobnu

udaljenost svih mogućih parova grupa, koje postoje na posmatranom nivou udruživanja.

Kod *Wardovog metoda*, dve grupe se spajaju u jednu, ako je njihovim udruživanjem došlo do najmanjeg povećanja sume kvadrata unutar grupa u odnosu na povećanje sume kvadrata do koga je došlo udruživanjem ma koje dve grupe na posmatranom nivou udruživanja.

Dok metod centroida teži da udružuje grupe čiji su centriodi slični medju sobom, dotle Wardov metod teži da udružuje grupe manje veličine sa istim takvim grupama, iako su znatno udaljenije od prvih.

Metod prosečnog povezivanja, metod centroida i Wardov metod se češće koriste u odnosu na metod jednostrukog i potpunog povezivanja, jer su manje osetljivi na prisustvo nestandardnih opservacija.

Hijerarhijska klasifikacija opština

U osnovi ove metode leži iterativno spajanje objekata u grupe, tako da u narednoj etapi spajamo objekte i prethodno formirane grupe. Jednom formirane grupe se samo proširuju, a prelazak objekata iz grupe u grupu nije moguć. Postupak je sačinjen iz sledećih koraka:

- 1) iz matrice odstojanja se izaberu dva najbliža entiteta i spoje se u novu grupu;
- 2) ponovo se računa matrica odstojanja, ali tako što se određuje odstojanje preostalih entiteta od novoformirane grupe;
- 3) prethodna dva koraka se ponavljaju sve dok se ne formira jedna grupa čime se završava postupak.

Hijerarhijska struktura objekata može se grafički prikazati korišćenjem hijerarhijskog drveta ako uz hijerarhijsko drvo navedemo i skalu na kojoj su nanete vrednosti mera odstojanja u svakom koraku iterativnog postupka udruživanja grupa. Tako dobijeni grafički prikaz hijerarhijske strukture objekata naziva se *dendogram*.

Hijerarhijsko grupisanje metodom prosečnog povezivanja. U analizi je korišćen metod prosečnog povezivanja i kvadratno Euklidsko odstojanje. Matrica odstojanja se, kod metode prosečnog povezivanja, formira na osnovu prosečnog odstojanja svih objekata koji pripadaju dvema grupama.

Hijerarhijsko grupisanje je izvedeno pomoću *SPSS* softverskog paketa, izborom opcije *Statistics, Classify, Hierarchical cluster*.

Za detaljnu analizu izabrana je podela na *pet* grupa:

U prvoj grupi bi bile opštine koje se prema demografskoj teoriji nalaze u stadijumu demografske zrelosti ili na pragu demografske starosti i deo opština koje su zašle u demografsku starost (ukupno 33 opštine).

Druga grupa je najbrojnija, ona obuhvata deo opština koje su u stadijumu demografske starosti i veći deo opština koje su već zašle u stadijum duboke demografske starosti (ukupno 110 opština).

Treću grupu čine opštine koje naginju najdubljoj demografskoj starosti ili neke koje su već zašle u taj stadijum (ukupno 31 opština).

Poslednje dve grupe (četvrtu i petu), čine opštine sa najstarijim stanovništvom u Centralnoj Srbiji, tako da četvrtoj grupi pripada pet opština, a poslednjoj, petoj, samo dve (Gadžin Han i Crna Trava).

Nehijerarhijska klasifikacija

Postupak nehijerarhijske klasifikacije počinje podelom inicijalnog skupa objekata u izabrani broj grupa ili prema inicijalno odredjenim centroidima za svaku grupu. Zatim se odrede odstojanja između svakog objekta i svake grupe (inicijalnog centroida). Na osnovu odstojanja objekti se lociraju u njima najbliže grupe. Po pridruživanju objekta grupi izračunava se centroid grupe iz koje je objekat prešao i grupe kojoj se objekat pridružio. Postupak se ponavlja za svaki objekat tako što se ponovo računa njegovo odstojanje od centroida grupa i vrši preraspodela između grupa.

Jedna od najčešće korišćenih metoda nehijerarhijskog grupisanja je K-mean algoritam koji podrazumeva sledeće korake:

- 1) odredi se broj klasa u koje će se svrstati polazni skup entiteta;
- 2) bira se početni centroid (prvih n , slučajnih n , datih n elemenata, datih n centroida);
- 3) primenjuje se opšti postupak za bilo koju nehijerarhijsku metodu klasifikacije, a kriterijum zaustavljanja je -
 - ponavljanje sukcesivnih rešenja;
 - dostizanje maksimalnog broja iteracija;
 - postizanje zadate homogenosti.

Nehijerarhijsko grupisanje metodom K-mean algoritma. Najpopularniji među nehijerarhijskim metodama je *metod k-sredina* (eng. *K-means method*). Nehijerarhijsko grupisanje je izvedeno pomoću SPSS softverskog paketa, izborom opcije *Statistics, Classify, K-means Cluster*.

Tabela 5.
Početni centri klastera

Varijable	Klasteri (grupe)				
	1	2	3	4	5
Prosečna starost (godine)	28,10	47,32	39,30	49,82	44,57
Udeo mladih od 20 (%)	43,40	17,41	23,85	15,88	18,67
Udeo mladih od 40 (%)	73,60	37,49	50,43	34,21	40,97
Udeo starijih 60+ (%)	10,80	37,54	20,95	44,15	29,92
Indeks starenja	22,10	215,66	87,81	278,06	160,26

Broj klastera je izabran proizvoljno (5 klastera). Najpre su izabrani početni centri (tabela 5) sa koordinatama klasa. Algoritam ove analize je sam izabrao slučajeve koji su dovoljno različiti, kao početne centre. Na osnovu unapred zadatih 10 iteracija, dobijeni su podaci o premeštanju entiteta iz grupe u grupu. Klasifikovanje je završeno u šestoj iteraciji. Konačni centri klastera dati su u tabeli 5a.

Tabela 5a.
Konačni centri klastera

Varijable	Klasteri (grupe)				
	1	2	3	4	5
Prosečna starost (godine)	35,11	47,34	39,56	49,05	42,64
Udeo mladih od 20 (%)	29,97	16,68	23,93	16,00	20,90
Udeo mladih od 40 (%)	59,73	36,58	50,52	35,18	45,29
Udeo starijih 60+ (%)	16,16	36,67	22,14	43,14	27,78
Indeks starenja	54,92	220,02	92,91	269,67	133,58

U tabeli 6. prikazana je pripadnost opština klasterima na osnovu oba načina klasifikovanja. Opštine unutar klastera kod nehijerarhijskog klasifikovanja sortirane su prema rastojanju (u rastućem nizu).

Tabela 6.

Pripadnost opština klasterima na osnovu hijerarhijskog i nehijerarhijskog klasifikovanja

Hijerarhijsko klasifikovanje			Nehijerarhijsko klasifikovanje		
	Opština	Klaster		Opština	Klaster
1	Bar	1	1	Prijepolje	1
2	Bijelo Polje	1	2	Ulcinj	1
3	Budva	1	3	Mojkovac	1
4	Danilovgrad	1	4	Kotor	1
5	Berane	1	5	Berane	1
6	Kotor	1	6	Sjenica	1
7	Mojkovac	1	7	Nikšić	1
8	Nikšić	1	8	Bar	1
9	Plav	1	9	Herceg Novi	1
10	Rozaj	1	10	Tivat	1
11	Tivat	1	11	Budva	1
12	Podgorica	1	12	Mali Zvornik	1
13	Ulcinj	1	13	Priboj	1
14	Herceg Novi	1	14	Cetinje	1
15	Cetinje	1	15	Podgorica	1
16	Beograd-Grocka	1	16	Vranje	1
17	Bujanovac	1	17	Stara Pazova	1
18	Vranje	1	18	Žabalj	1
19	Majdanpek	1	19	Beočin	1
20	Mali Zvornik	1	20	Temerin	1
21	Medvedja	1	21	Bijelo Polje	1
22	Novi Pazar	1	22	Beograd-Grocka	1
23	Preševo	1	23	Danilovgrad	1
24	Priboj	1	24	Smederevo	1
25	Prijepolje	1	25	Majdanpek	1
26	Sjenica	1	26	Plav	1
27	Smederevo	1	27	Vrbas	1
28	Tutin	1	28	Medvedja	1
29	Beočin	1	29	Novi Pazar	1
30	Žabalj	1	30	Bujanovac	1
31	Stara Pazova	1	31	Tutin	1
32	Temerin	1	32	Rožaj	1
33	Vrbas	1	33	Preševo	1
1	Žabljak	2	1	Rekovac	2
2	Kolašin	2	2	Ražanj	2
3	Plužine	2	3	Babušnica	2
4	Pljevlja	2	4	Knjaževac	2
5	Šavnik	2	5	Svrljig	2
6	Andrijevica	2	1	Kovačica	3
7	Aleksandrovac	2	2	Bačka Topola	3
8	Arandjelovac	2	3	Sombor	3
9	Arilje	2	4	Irig	3
10	Bajina Bašta	2	5	Opovo	3
11	Batočina	2	6	Prokuplje	3
12	Beograd-Barajevo	2	7	Lebane	3
13	Beograd-Voždovac	2	8	Bač	3

Hijerarhijsko klasifikovanje			Nehijerarhijsko klasifikovanje		
	Opština	Klaster		Opština	Klaster
14	Beograd-Zvezdara	2	9	Leskovac	3
15	Beograd-Zemun	2	10	Beograd-Mladenovac	3
16	Beograd-Lazarevac	2	11	Lajkovac	3
17	Beograd-Mladenovac	2	12	Senta	3
18	Beograd-Novı Beograd	2	13	Vršac	3
19	Beograd-Obrenovac	2	14	Bački Petrovac	3
20	Beograd-Palilula	2	15	Požarevac	3
21	Beograd-Rakovica	2	16	Niš	3
22	Beograd-Savski Venac	2	17	Ada	3
23	Beograd-Sopot	2	18	Arilje	3
24	Beograd-Čukarica	2	19	Kuršumlija	3
25	Bogatić	2	20	Kraljevo	3
26	Bor	2	21	Beograd-Palilula	3
27	Brus	2	22	Čuprija	3
28	Valjevo	2	23	Kruševac	3
29	Velika Plana	2	24	Žabljak	3
30	Veliko Gradište	2	25	Ljubovija	3
31	Vladičin Han	2	26	Pljevlja	3
32	Vlasotince	2	27	Apatin	3
33	Vrnjačka Banja	2	28	Čačak	3
34	Gornji Milanovac	2	29	Kanjiza	3
35	Despotovac	2	30	Bela Crkva	3
36	Doljevac	2	31	Velika Plana	3
37	Ivanjica	2	32	Jagodina	3
38	Kladovo	2	33	Novi Kneževac	3
39	Koceljeva	2	34	Ivanjica	3
40	Kragujevac	2	35	Vrnjačka Banja	3
41	Kraljevo	2	36	Valjevo	3
42	Krupanj	2	37	Srbobran	3
43	Kruševac	2	38	Arandjelovac	3
44	Kuršumlija	2	39	Beograd-Čukarica	3
45	Kučevo	2	40	Vladičin Han	3
46	Lajkovac	2	41	Beograd-Barajevo	3
47	Lebane	2	42	Odžaci	3
48	Leskovac	2	43	Beograd-Zemun	3
49	Loznica	2	44	Kula	3
50	Ljubovija	2	45	Beograd-Rakovica	3
51	Niš	2	46	Vlasotince	3
52	Nova Varoš	2	47	Trgovište	3
53	Paraćin	2	48	Bajina Bašta	3
54	Pirot	2	49	Lapovo	3
55	Požarevac	2	50	Krupanj	3
56	Požega	2	51	Sremska Mitrovica	3
57	Prokuplje	2	52	Šavnik	3
58	Raška	2	53	Zrenjanin	3
59	Jagodina	2	54	Smederevska Palanka	3
60	Svilajnac	2	55	Batočina	3
61	Smederevska Palanka	2	56	Andrijevića	3
62	Surdulica	2	57	Šid	3
63	Užice	2	58	Titel	3
64	Trgovište	2	59	Šabac	3

Hijerarhijsko klasifikovanje		Nehijerarhijsko klasifikovanje		
	Klaster	Opština	Klaster	
65	Trstenik	2	60 Novi Bečej	3
66	Čuprija	2	61 Subotica	3
67	Ub	2	62 Bačka Palanka	3
68	Čačak	2	63 Doljevac	3
69	Šabac	2	64 Sečanj	3
70	Lapovo	2	65 Indjija	3
71	Ada	2	66 Kikinda	3
72	Alibunar	2	67 Beograd-Obrenovac	3
73	Apatin	2	68 Kovin	3
74	Bač	2	69 Raška	3
75	Bačka Palanka	2	70 Nova Varoš	3
76	Bačka Topola	2	71 Novi Sad	3
77	Bački Petrovac	2	72 Nova Crnja	3
78	Bela Crkva	2	73 Paraćin	3
79	Bečej	2	74 Bečej	3
80	Vršac	2	75 Ruma	3
81	Žitište	2	76 Kladovo	3
82	Zrenjanin	2	77 Užice	3
83	Indjija	2	78 Beograd-Zvezdara	3
84	Irig	2	79 Kragujevac	3
85	Kanjiža	2	80 Surdulica	3
86	Kikinda	2	81 Kolašin	3
87	Kovačica	2	82 Alibunar	3
88	Kovin	2	83 Sremski Karlovci	3
89	Kula	2	84 Mali Idjoš	3
90	Mali Idjoš	2	85 Bogatić	3
91	Nova Crnja	2	86 Čoka	3
92	Novi Bečej	2	87 Brus	3
93	Novi Kneževac	2	88 Gornji Milanovac	3
94	Novi Sad	2	89 Bor	3
95	Opovo	2	90 Beograd-Sopot	3
96	Odžaci	2	91 Pančevo	3
97	Pančevo	2	92 Beograd-Lazarevac	3
98	Pećinci	2	93 Loznica	3
99	Plandište	2	94 Pećinci	3
100	Ruma	2	95 Ub	3
101	Senta	2	96 Trstenik	3
102	Sečanj	2	97 Pirot	3
103	Sombor	2	98 Plužine	3
104	Srbobran	2	99 Koceljeva	3
105	Sremska Mitrovica	2	100 Beograd-Savski Venac	3
106	Sremski Karlovci	2		
107	Subotica	2	1 Gadžin Han	4
108	Titel	2	2 Crna Trava	4
109	Čoka	2		
110	Šid	2	1 Varvarin	5
			2 Lučani	5
1	Aleksinac	3	3 Ljig	5
2	Bela Palanka	3	4 Mionica	5
3	Beograd-Vračar	3	5 Topola	5
4	Beograd-Stari Grad	3	6 Negotin	5
5	Blace	3	7 Bosilegrad	5
			8 Golubac	5

Hijerarhijsko klasifikovanje			Nehijerarhijsko klasifikovanje		
	Opština	Klaster		Opština	Klaster
6	Bojnik	3	9	Bojnik	5
7	Boljevac	3	10	Čajetina	5
8	Bosilegrad	3	11	Beograd-Stari Grad	5
9	Varvarin	3	12	Zaječar	5
10	Vladimirci	3	13	Petrovac	5
11	Golubac	3	14	Vladimirci	5
12	Dimitrovgrad	3	15	Kosjerić	5
13	Žabari	3	16	Merošina	5
14	Žagubica	3	17	Osečina	5
15	Žitoradja	3	18	Žitoradja	5
16	Zaječar	3	19	Čičevac	5
17	Knić	3	20	Beograd-Vračar	5
18	Kosjerić	3	21	Aleksinac	5
19	Lučani	3	22	Blace	5
20	Ljig	3	23	Dimitrovgrad	5
21	Malo Crniće	3	24	Malo Crniće	5
22	Merošina	3	25	Kučevo	5
23	Mionica	3	26	Veliko Gradište	5
24	Negotin	3	27	Svilajnac	5
25	Osečina	3	28	Aleksandrovac	5
26	Petrovac	3	29	Plandište	5
27	Rača	3	30	Žitište	5
28	Sokobanja	3	31	Rača	5
29	Topola	3	32	Bela Palanka	5
30	Čičevac	3	33	Beograd-Voždovac	5
31	Čajetina	4	34	Beograd-Novi Beograd	5
1	Babušnica	4	35	Despotovac	5
2	Knjaževac	4	36	Požega	5
3	Ražanj	4	37	Boljevac	5
4	Rekovac	4	38	Sokobanja	5
5	Svrljig	5	39	Žagubica	5
1	Gadžin Han	5	40	Žabari	5
2	Crna Trava	5	41	Knić	5

* * *

Činjenica je da je stanovništvo prešlo iz nižeg u viši stadijum demografske starosti i da se stanovništvo velike većine opština nalazi u najstarijim starosnim grupama (kategorije starosti prema demografskoj teoriji). Imajući to u vidu, smatram da bi bilo potrebno formirati novu tipologiju stadujuma demografske starosti koja bi prvenstveno imala za cilj iznijansiraniju podelu najstarijih kategorija. Osnova za ovakav predlog nalazi se u grupisanju koje je dobijeno klaster analizom.

Ako posmatramo rezultate dobijene primenom nehijerarhijske klasifikacije, zanimljivo je na koji način su odabrani početni klaster centri. Centar prvog

klastera je opština Preševo (ukupno 33 opštine), drugog opština Rekovac (ukupno 5 opština), trećeg opština Bela Crkva (ukupno 100 opština), četvrtog Gadžin Han (ukupno dve opštine), a petog Sokobanja (ukupno 41 opština). Prema već navedenoj tipologiji stadijuma demografske starosti, opštine Rekovac, Gadžin Han i Sokobanja pripadaju stadijumu najdublje demografske starosti. Međutim, bez obzira na male razlike koje postoje između prosečne starosti stanovništva ove tri opštine (Rekovac 47,32; Gadžin Han 49,82 i Sokobanja 44,57 godina), prisutne su značajne razlike u visini njihovih indeksa starenja (Rekovac 2,157; Gadžin Han 2,781 i Sokobanja 1,603). Naime, kod stanovništva Sokobanje, najveći je udeo starijeg sredovečnog stanovništva, dok kod stanovništva opštine Gadžin Han dominira udeo starog stanovništva. Naravno, u slučaju obe opštine udeo mladih je veoma nizak (Sokobanja 18,7%, a Gadžin Han 15,9%). To je razlog zbog čega su ove tri opštine nakon nehijerarhijskog grupisanja pripale trima različitim grupama.

Dakle, bez obzira na to što je stanovništvo koje se nalazi u stadijumu najdublje demografske starosti demografski veoma staro, nivoi dostignute starosti su različiti. Zbog toga je neophodno formulisati nove kriterijume za određivanje stadijuma demografske starosti koji bi imali za cilj naglašavanje razlika među stanovništvom koje je generalno već uveliko zašlo u demografsku starost.

Literatura

- KOVAČIĆ, Z. (1994). *Multivarijaciona analiza*, (Beograd: Ekonomski fakultet).
- BOGOSAVLJEVIĆ, S. (1982). *Modeli automatskog klasifikovanja* - Statistički dokumenti VII 7/8, (Beograd).
- PENEV, G. (1995). "Stanovništvo po starosti i polu", u: *Stanovništvo i domaćinstva SR Jugoslavije prema popisu 1991. godine*, (Beograd: Savezni zavod za statistiku i Centar za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka).
- PENEV, G. (1997). "Demografske determinante starenja stanovništva SR Jugoslavije. Modelski pristup" *Stanovništvo* (Beograd), god XXXV, br. 3-4, jul-decembar 1997.
- DJURDJEV B. (2001). *Osnovne tehnike u demografiji*, (Novi Sad/Beograd: Zmaj/Društvo demografa Jugoslavije).

Ljiljana Sekulić