

UNIVERZITET U BEOGRADU  
GEOGRAFSKI FAKULTET

Marko N. Galjak

**Prevremeni mortalitet u Srbiji**

doktorska disertacija

Beograd, 2022

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF GEOGRAPHY

Marko N. Galjak

**Premature Mortality in Serbia**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022

Mentor

Prof. dr Mirjana Devedžić, redovna profesorka  
Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

Članovi komisije

Prof. dr Mirjana Rašević, naučna savetnica,  
Institut društvenih nauka, Centar za demografska istraživanja

Prof. dr Gordana Vojković, redovna profesorka,  
Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

Datum odbrane

---

## **Izjave zahvalnosti**

Zahvaljujem mentorki prof. dr Mirjani Devedžić na strpljenju, promptnim odgovorima i korisnim savetima. Zahvaljujem i drugim dvema članicama mentorske komisije, prof. dr Gordani Vojković i naročito prof. dr Mirjani Rašević, mojoj mentorki u Centru za demografska istraživanja Instituta društvenih nauka. Zahvaljujem i celom kolektivu u Centru za demografska istraživanja, a naročito kolegi Ivanu Marinkoviću, sa kim sam diskutovao na mnoge teme u vezi sa predmetom disertacije. Zahvaljujem roditeljima Nevenu i Milanki na moralnoj i materijalnoj podršci tokom studija. Zahvaljujem svojoj partnerki Marini na detaljnoj lekturi teksta i moralnoj podršci u finalnoj fazi rada na disertaciji.

Istraživanje u okviru disertacije su delimično podržali Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru programa istraživanja Instituta društvenih nauka i Fondacija za otvoreno društvo u okviru projekta Srbija i globalni izazovi: ka pravednijim i demokratskim javnim politikama.

Disertaciju posvećujem bliskim ljudima koji su prevremeno stradali za vreme pandemije: Ljubisavu, Srdoljubu, Radunki, Nikoli i Aleksandri.

## Prevremeni mortalitet u Srbiji

### Sažetak:

Disertacija se bavi prevremenim mortalitetom. U istraživanju se polazi od pretpostavke da prevremeni mortalitet predstavlja generalni pojam, a ne samo pokazatelj izgubljenih godina života (iako ga on najbolje opisuje). Pojam prevremenog mortaliteta se koristi u njegovom užem smislu, tj. odnosi se isključivo na hronološku starost. Centralni koncept u ovom istraživanju prevremenog mortaliteta jeste teret koji takva vrsta mortaliteta predstavlja za društvo i državu (Srbiju). Disertacija se nadovezuje na prethodna istraživanja prevremenog mortaliteta u Srbiji i svetu. Integrišu se srodni koncepti prevremenog mortaliteta i mortaliteta koji se može izbeći. Pored konvencionalnih načina za analizu mortaliteta, uvode se dimenzije koje ističu relativnost prevremenog mortaliteta sa više aspekata. Prostorni obuhvat disertacije je Republika Srbija bez Autonomne pokrajine Kosovo i Metohija. Ipak, analiza sadrži i različite geografske dimenzije, pa se pokazatelji računaju na dva administrativna nivoa: na republičkom i na opštinskom. Osim prevremenog mortaliteta u Republici Srbiji, disertacija daje prikaz prevremenog mortaliteta i u 35 izabраниh evropskih država. Među izabranim državama su i zapadnoevropske i istočnoevropske države različitog ekonomskog razvoja. Stavljanjem Srbije u evropski kontekst omogućava komparaciju Srbije sa ostalim državama. Disertacija se bavi savremenim prevremenim mortalitetom pa je vremenski obuhvat disertacije godina sa najsvežijim postojećim podacima vitalne statistike za Srbiju i pet godina unazad (od 2015. do 2020. godine). U disertaciji se kvantifikuje prevremeni mortalitet u Srbiji i to ukupan prevremeni mortalitet, onaj koji se može izbeći prevencijom i pravovremenom i adekvatnom zdravstvenom negom, kao i mortalitet izazvan pandemijom SARS-CoV-2 i aerozagađenjem, finim PM2.5 česticama, koje najviše utiču na prevremeni mortalitet. Rezultati pokazuju da stanovništvo Srbije izgubi preko pola miliona godina potencijalnog života svake godine. Samo prva godina pandemije je imala cenu od preko 300 miliona američkih dolara u izgubljenoj produktivnosti. Aerozagađenje tipa PM2.5 košta Srbiju više od 200 miliona američkih dolara godišnje u izgubljenoj produktivnosti. Aerozagađenjem su najteže pogođene vojvođanske opštine. Nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši u Srbiji nego u najrazvijenijim zemljama Evropske unije. Međutim, postoje države poput istočnoevropskih država (novih članica Evropske unije), koje i pored toga što su ekonomski razvijenije od Srbije imaju više stope prevremenog mortaliteta. Srbija je među 7 država sa najvišim prevremenim mortalitetom (od 35 analiziranih). Osim kvantifikacije prevremenog mortaliteta u disertaciji je ispitana korelacija pokazatelja društvenog razvoja, i pokazatelja udaljenosti od zdravstvene infrastrukture sa pokazateljima prevremenog mortaliteta. Najbolji prediktor prevremenog mortaliteta u Srbiji je siromaštvo mereno udelom korisnika nacionalne socijalne pomoći. U disertaciji su date preporuke u vidu promene paradigme kada je u pitanju populaciona politika (umesto pronatalitetne na onu koja zdravlje stavlja u fokus populacione politike), revizije strateških dokumenata, fokusiranje na prevenciju i otvaranje podataka kao jeftinog načina da se podstakne istraživanje, informiše i edukuje šira javnost.

**Ključne reči:** smrtnost, prevremeni mortalitet, pandemija, SARS-CoV-2, COVID-19, aerozagađenje, PM2.5, demografija, populaciona politika, YPLL

**Naučna oblast:** demografija

**UDK:** 314+614.7+33+004.42(497.11)(4)(043)"20"

## Premature Mortality in Serbia

### Abstract

The dissertation deals with premature mortality. The research starts from the assumption that premature mortality is a general concept and not just an indicator – years of life lost (although this is the indicator that best describes it). The notion of premature mortality is used in its narrower sense, i.e., it refers exclusively to chronological age. The central concept in this study of premature mortality is the burden that this type of mortality represents for society and the state (Serbia). The dissertation builds on previous research on premature mortality in Serbia and the world. Related concepts of premature mortality and avoidable mortality are being integrated. In addition to conventional methods for analyzing mortality, dimensions are introduced that emphasizes the relativity of premature mortality from several aspects. The spatial scope of the dissertation is the Republic of Serbia without the Autonomous Province of Kosovo and Metohija. However, the analysis also contains different geographical dimensions, so the indicators were calculated at two administrative levels: national and municipal. In addition to premature mortality in the Republic of Serbia, the dissertation provides an overview of premature mortality in 35 selected European countries. Among the selected countries are Western and Eastern European countries at different levels of economic development. Putting Serbia in the European context enables comparisons of Serbia with other countries. The dissertation deals with modern premature mortality, and the scope of the dissertation covers the year with the most recent existing data from vital statistics for Serbia and five previous years (2015 to 2020). The dissertation quantifies premature mortality in Serbia, namely total premature mortality, that mortality that could have been avoided by prevention and timely and adequate health care, as well as mortality caused by the SARS-CoV-2 pandemic and air pollution by fine PM2.5 particles, a type of air pollution that contributes the most to total premature mortality. The results show that the population of Serbia loses over half a million years of potential life every year. The first year of the pandemic alone cost more than \$ 300 million in lost productivity. PM2.5 air pollution costs Serbia more than 200 million US dollars a year in lost productivity. The municipalities of Vojvodina are hit the hardest by air pollution. The level of premature mortality is significantly higher in Serbia than in the most developed countries of the European Union. However, there are countries like Eastern European countries (new members of the European Union), which, despite being more economically developed than Serbia, have higher premature mortality rates. Serbia is among the seven countries with the highest premature mortality (out of 35 analyzed). In addition to the quantification of premature mortality, the dissertation examines the correlation of indicators of social development and distance from health infrastructure with indicators of premature mortality. The best predictor of premature mortality in Serbia is poverty – measured by the share of beneficiaries of national social assistance. The dissertation provides recommendations in the form of a paradigm shift when it comes to population policy (instead of pronatalist one to the one that puts health in focus as population policy), revision of strategic documents, focus on prevention, and open data as a cheap way to encourage research, information propagation and education of the public.

**Keywords:** mortality, premature mortality, pandemic, SARS-CoV-2, COVID-19, air pollution, PM2.5, demography, population policy, YPLL

**Scientific field:** Demography

**UDC:** 314+614.7+33+004.42(497.11)(4)(043)"20"

# Sadržaj

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
1.1	DEFINISANJE PROBLEMA I PREDMETA ISTRAŽIVANJA	1
1.2	ZNAČAJ PREVREMENOG MORTALITETA	2
1.3	PRISUSTVO PROBLEMA PREVREMENOG MORTALITETA U JAVNOM DISKURSU SRBIJE	3
1.4	RAZVOJ TEORIJSKE MISLI O PREVREMENOM MORTALITETU	4
1.5	PREGLED PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA PREVREMENOG MORTALITETA	6
1.5.1	ISTRAŽIVANJA PREVREMENOG MORTALITETA U SRBIJI	6
1.5.2	ISTRAŽIVANJA PREVREMENOG MORTALITETA U SVETU	9
1.6	OSNOVNI POJMOVI OD ZNAČAJA ZA PROUČAVANJE PREVREMENOG MORTALITETA I NJIHOVE MEĐUSOBNE RELACIJE	10
1.6.1	PREVREMENI, PREDUPREDIVI, PREVENTABILNI MORTALITET – POJMOVNE I TERMINOLOŠKE RAZLIKE	10
1.6.2	TERMINOLOGIJA POKAZATELJA PREVREMENOG MORTALITETA	11
1.6.3	OSTALI TERMINI I POJMOVI	12
1.7	PROUČAVANJE MORTALITETA U DEMOGRAFSKOM KONTEKSTU	12
1.7.1	ASPEKT STAROSTI U PROUČAVANJU MORTALITETA	12
1.7.2	MORTALITET SA STANOVIŠTA POLA	13
1.7.3	VREMENSKA DIMENZIJA MORTALITETA	13
1.7.4	PROSTORNA DIMENZIJA MORTALITETA	14
1.7.5	UZROK KAO OBELEŽJE MORTALITETA	15
1.7.6	OSTALI ASPEKTI MORTALITETA	16
1.8	OSNOVNI CILJEVI ISTRAŽIVANJA	16
1.9	DVA DRUŠTVENO ZNAČAJNA FAKTORA PREVREMENOG MORTALITETA U SRBIJI	17
1.9.1	UTICAJ SARS-CoV-2 PANDEMIJE NA PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI	17
1.9.2	UTICAJ AEROZAGAĐENJA NA PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI	18
1.10	POLAZNE HIPOTEZE	18
1.11	DOPRINOS DISERTACIJE	19
<b>2</b>	<b>METODOLOŠKI OKVIR</b>	<b>20</b>
2.1	PROSTORNI I VREMENSKI OBUHVAT ISTRAŽIVANJA	20
2.2	IZVORI PODATKA KORIŠĆENI U ANALIZI	20
2.3	POKAZATELJI PREVREMENOG MORTALITETA	21
2.3.1	KONVENCIONALNI POKAZATELJI PREVREMENOG MORTALITETA	22
2.3.2	STABILNOST POKAZATELJA NA SUBNACIONALNOM NIVOU	23
2.3.3	KOMBINOVANI POKAZATELJI PREVREMENOG MORTALITETA	23
2.3.4	KRITERIJUMI ZA IZBOR POKAZATELJA	25
2.4	METODE	26
2.4.1	METODOLOGIJA KORIŠĆENA U STATISTIČKOJ ANALIZI	26
2.4.2	KARTOGRAFSKE I GEOGRAFSKO-INFORMACIONE (GIS) METODE	27
2.4.3	MERENJE AEROZAGAĐENJA I NJEGOVOG UTICAJA NA PREVREMENI MORTALITET	29
2.5	REPLIKABILNOST ISTRAŽIVANJA U PROGRAMSKOM JEZIKU R	30
<b>3</b>	<b>REZULTATI</b>	<b>31</b>
3.1	OPŠTE STANJE PREVREMENOG MORTALITETA U SRBIJI	31
3.1.1	PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI PREMA STAROSTI I POLU	31
3.1.2	GEOGRAFSKA DISTRIBUCIJA PREVREMENOG MORTALITETA U SRBIJI	33

<b>3.2</b>	<b>PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI PREMA UZROKU SMRTI</b>	<b>37</b>
3.2.1	PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI KOJI JE MOGUĆE IZBEĆI	40
3.2.2	GEOGRAFSKA DISTRIBUCIJA PREVREMENOG MORTALITETA KOJI SE MOŽE IZBEĆI	43
3.2.3	UZROCI PREVREMENOG MORTALITETA KOJI SE MOŽE IZBEĆI	48
<b>3.3</b>	<b>UTICAJ VIRUSA SARS-COV-2 NA PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI</b>	<b>50</b>
<b>3.4</b>	<b>UTICAJ AEROZAGAĐENJA NA PREVREMENI MORTALITET U SRBIJI</b>	<b>55</b>
<b>3.5</b>	<b>KAKO OBJAŠNJAVATI RAZLIKE U NIVOU PREVREMENOG MORTALITETA MEĐU OPŠTINAMA SRBIJE</b>	<b>59</b>
3.5.1	KORELACIJA POKAZATELJA PREVREMENOG MORTALITETA SA POKAZATELJIMA EKONOMSKOG I DRUŠTVENOG RAZVOJA	59
3.5.2	KORELACIJA POKAZATELJA PREVREMENOG MORTALITETA SA PRISUSTVOM ZDRAVSTVENE INFRASTRUKTURE	62
3.5.3	STATISTIČKO MODELIRANJE	66
<b>3.6</b>	<b>EKONOMSKI TROŠAK PREVREMENOG MORTALITETA U SRBIJI</b>	<b>67</b>
<b>3.7</b>	<b>PREVREMENI MORTALITET U DRUGIM EVROPSKIM DRŽAVAMA</b>	<b>70</b>
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČAK</b>	<b>73</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURA I IZVORI</b>	<b>82</b>
<b>PRILOZI</b>		<b>99</b>
<b>PRILOG 1 – DEM2 LIST</b>		<b>99</b>
<b>PRILOG 2 – UZROCI SMRTI KOJI SE MOGU IZBEĆI</b>		<b>101</b>
<b>PRILOG 3 – STRATEŠKA DOKUMENTA REPUBLIKE SRBIJE U VEZI SA PREVREMENIM MORTALITETOM</b>		<b>104</b>
<b>PRILOG 4 - R KOD</b>		<b>105</b>
<b>PRILOG 5 – PREDUPREDIMO.RS — ONLINE ALAT ZA RAZUMEVANJE PREVREMENOG MORTALITETA</b>		<b>161</b>
<b>BIOGRAFIJA AUTORA</b>		<b>163</b>



# 1 Uvod

## 1.1 Definisanje problema i predmeta istraživanja

Relativno visok mortalitet u Srbiji često se objašnjava starosnom strukturom stanovništva, odnosno velikim udelom starijih zbog čega je dejstvo bioloških faktora neizbežno i verovatnoća smrtnosti veća. Takve smrti se najčešće doživljavaju fatalistički, kao moguć i logičan ishod starosti. No, dublji i promišljeniji uvid u problematiku smrtnosti otkriva značaj i potrebu proučavanja prevremenog mortaliteta u Srbiji. Šta je *prevremeni* mortalitet? Prevremeni mortalitet je onaj mortalitet koji se dogodio pre vremena kada je očekivano da se dogodi. Pridev *prevremeni* je ovde diskutabilan iz dva razloga: subjektivnosti i relativnosti. Iako su ova dva izvora diskutabilnosti povezana, važno ih je na početku odvojiti kako bi se u nastavku rada mogla vršiti problematizacija i kako bi se moglo kritički postaviti prema delovima ovog istraživanja.

Subjektivnost se ogleda u tome što prevremenost može da bude poimana različito od osobe do osobe, bez obzira na realnost i statističku distribuciju umrlih u nekom društvu. Pojedinci sa različitim pogledom na svet, sa različitim uverenjima i verovanjima, mogu potpuno arbitrarno da donose sud o tome šta je prevremena smrtnost a šta ne. Ta verovanja mogu da budu na spektru od toga da je svaka smrt prevremena, ma u kojoj starosti i od bilo kog uzroka smrti se dogodila, do toga da je svaka smrtnost zapravo *pravovremena*, vođena deističkim *velikim planom* ili predestinacijom.

Relativnost pojma se ogleda u tome što čak i da postoje objektivni kriterijumi za to da se neke smrti smatraju prevremenim, ti kriterijumi su kontekstualizovani vremenom, prostorom i drugim determinantama. Dakle, čak i kada se pređe preko subjektivnosti pojma prevremenog mortaliteta i ta prevremenost veže za nešto u realnosti, ostaje problem relativnosti, tj. menjajućeg konteksta kroz dimenzije vremena, prostora, razvoja i drugih promenljivih. Najevidentniji primer ovog problema jeste menjanje poimanja prevremenog mortaliteta kroz vreme. Smrt nastala usled infarkta miokarda kod muškarca starog 60 godina početkom 20. veka se nije smatrala prevremenom smrću, dok se danas takva smrt može smatrati prevremenom, jer se lako mogla sprečiti.

Zašto se onda na naučni način baviti konceptom koji je u tolikoj meri subjektivan i relativan? Zato što je relevantan.

Subjektivnost prevremenosti se rešava jeste-treba distinkcijom. Suzdržavanjem od preskriptivnih izjava, subjektivnost poimanja prestaje da bude relevantna<sup>1</sup>. Ali samim tim relativnost postaje još relevantnija. *U disertaciji se pod prevremenim mortalitetom zapravo misli na specifičan mortalitet koji se mogao izbeći na nekoj teritoriji, u određenom trenutku, u zavisnosti od karakteristika pojedinaca i uzroka njihove smrti.* Ovako definisan, pojam nije problematičan kada je subjektivnost u pitanju, a relativnost će tokom celog rada biti razmatrana.

Vreme kao dimenzija koja će biti razmatrana u disertaciji je odvojena od *vremena* u korenu reči *prevremen*. Vremenska dimenzija će se posmatrati transverzalnim pristupom za seriju godina (od 2015. do 2020.). Koren *vreme* u reči *prevremeni* mortalitet se zapravo odnosi na starost, i to specifično na hronološku starost preminulih.

---

<sup>1</sup> Kako je još u 18. veku škotski filozof, Dejvid Hjum uočio – na osnovu samo činjenica, nemoguće je doći do normativne tvrdnje (Hume & Selby-Bigge, 1888)

Mortalitet odojčadi, iako *najprevremeniji*, nije predmet ove disertacije. Takav mortalitet je uključen u analizu, ali analiziran je zajedno sa ostalim prevremenim smrtnima, a ne zasebno. Problem mortaliteta odojčadi je jedan od najprepoznatijih mortalitetnih problema<sup>2</sup> i deo je brojnih prethodnih istraživanja. Štaviše, uzevši u obzir da je Srbija već konvergirala (ili je na putu da potpuno konvergira) sa ostalim razvijenim zemljama kada je u pitanju mortalitet odojčadi, može se reći da je taj konkretni problem javnog zdravlja u Srbiji već gotovo rešen (Galjak, 2014a).

Predmet ove disertacije je gore definisani pojam prevremenog mortaliteta u Srbiji. Da bi on u potpunosti bio sagledan disertacija posmatra problem prevremenog mortaliteta kroz više dimenzija. Takođe, u disertaciji je prikazan prevremeni mortalitet u više različitih zemalja, kao osnova za poređenje i evaluaciju situacije u Republici Srbiji.

## 1.2 Značaj prevremenog mortaliteta

Prevremeni mortalitet je važan zato što daje odgovor na pitanja koja su od interesa za javnost, kako za naučnu, tako i za javnost u širem smislu. Imenovanjem ključnog koncepta omogućava fokusa na problem što olakšava njegovo potencijalno rešavanje. Kada se govori o poimanju mortaliteta kroz konvencionalne pokazatelje, zapravo se ne zna šta stoji iza toga, tj. kakva je mortalitetna situacija u različitim podgrupama opšte populacije. Tako npr. za rast očekivanog života može biti odgovorno poboljšanje zdravstvenog sistema, ali na različitim frontovima. Najpoznatiji frontovi su do sada bili suzbijanje infektivnih bolesti i obaranje smrtnosti odojčadi, koji su u 20. veku činili ogroman deo prevremenih smrti, ali kako je epidemiološka tranzicija nešto kroz šta su sve države u Evropi prošle, postavlja se pitanje redefinisanja pojmova. „Šta je prevremena smrt u novom kontekstu?“ – jeste pitanje koje treba kontinuirano postavljati i preispitivati osnovna polazišta u evaluaciji mortaliteta.

Brzim promenama društva, poimanja i pokazatelji koji su nastali u prošlosti, i koji su postali uobičajeni, postaju sve manje relevantni i stalno su nam potrebni novi, izmenjeni pokazatelji ili njihova drugačija interpretacija. To važi za vremensku, ali i za prostornu dimenziju. Problem prevremenog mortaliteta će se potpuno drugačije posmatrati u Srbiji početkom 20-og veka, od situacije danas, na početku 21-og veka, a čak i danas potpuno različite probleme prevremenog mortaliteta imaju razvijene zapadnoevropske države, od npr. manje ekonomski razvijenih podsaharskih država.

Naslov ove disertacije je upravo iz ovog razloga osmišljen da bude provokativan. Njime se pažnja upire na problematiku o kojoj se ne govori mnogo u demografskom diskursu u samoj nauci, na nivou politika, ali ni na nivou svakodnevnog javnog diskursa o demografskim problemima sa kojima se Srbija susreće. Mnogo pažnje se posvećuje demografskim problemima koje je nemoguće ili skoro nemoguće rešiti. Tu spadaju pre svega nizak fertilitet, na koji se merama javne politike (čak i onim veoma skupim) jako teško utiče, kao i problem emigracije koji je veoma usko povezan sa ekonomskim problemima i na koji se, osim ekonomskog poboljšanja, gotovo ne može uticati. Kao kontrast ovim problemima stoji problem visokog prevremenog mortaliteta koji se može ublažiti, i to uz komparativno nižu cenu u poređenju sa drugim demografskim problemima. Istina, u javnosti se poslednjih godina često govori o smrtnosti mladih osoba koje boluju od retkih i teško izlečivih bolesti. Iako tragične, ove smrti čine samo mali deo onih smrti koje bi se mogle smatrati prevremenim.

Nedavno nastala pandemija virusa SARS-CoV-2<sup>3</sup> je stavila pitanje opšteg mortaliteta u žižu

<sup>2</sup> Spuštanje mortaliteta odojčadi je deo Milenijumskih ciljeva Ujedinjenih nacija (UN, 2022).

<sup>3</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije

javnog i naučnoistraživačkog diskursa. Preopterećeni zdravstveni sistemi i često apsolutni kolaps javnog zdravstva kakav se dogodio u Srbiji i drugim državama širom sveta, je učinio da pitanje javnog zdravlja, kapaciteta zdravstvene zaštite, ali i druga povezana pitanja, postanu iznenada veoma relevantna za celo društvo. Jedno od tih pitanja je i pitanje prevremenog mortaliteta.

Prevremeni mortalitet je jedna od konkretnih meta Cilja održivog razvoja „Zdravlje“. Naime, Organizacija Ujedinjenih Nacija je postavila kao zvanični cilj (3.4) da se do 2030. za trećinu smanji prevremeni mortalitet od neinfektivnih bolesti kroz prevenciju i lečenje, kao i promovisanje mentalnog zdravlja i dobrobiti (United Nations, 2021). Prevremeni mortalitet je stoga identifikovan kao globalni problem i kao nešto oko čega se celo čovečanstvo može ujediniti.

### **1.3 Prisustvo problema prevremenog mortaliteta u javnom diskursu Srbije**

Efekti prevremenog mortaliteta na ekonomiju i društvo u Srbiji nisu dovoljno prepoznati i ne zauzimaju značajno mesto u javnom diskursu kao što je to slučaj sa drugim demografskim problemima. Za razliku od problema nedovoljnog rađanja, koji ne samo da je prepoznat, već često figurira kao jedan od najvećih problema Republike Srbije, prevremeni mortalitet se i ne prepoznaje kao društveni problem ili čak i problem javnog zdravlja. Naime, postoje specifični segmenti javnog zdravlja koji su prisutni u javnom i naučnom diskursu, ali se skoro nikada ne govori o celokupnom prevremenom mortalitetu kao opštem društvenom problemu u Srbiji. Dokazi za ove tvrdnje, nešto što nije predmet analiza u ovoj disertaciji, a mogao bi da bude predmet novog istraživanja, obuhvataju: prisustvo u izbornim kampanjama i programima političkih stranaka, naslovi članaka u medijima, scientometrijska analiza objavljenih naučnih radova iz Srbije.

Razlog za odsustvo prevremenog mortaliteta iz javnog i naučnog diskursa se može objasniti na više načina:

- Smrt se često posmatra fatalistički – kao nešto nepromenljivo, pa samim tim su i politički akteri često zaštićeni od kritike za nedelanje. To je suprotstavljeno fenomenu rađanja, koji je sam po sebi pozitivan i nešto o čemu ljudi (i političari) rado govore i promovišu. Pojava koja u poslednje vreme počinje da uzima više mesta i da postavlja pitanje prevremenog mortaliteta u žižu javnosti je lečenje od retkih bolesti i masovno prikupljanje sredstava donacijama za lečenje dece i odraslih. Međutim, ozbiljna debata u društvu o većim ulaganjima u sistem zdravstvene zaštite se ne dešava, već se često govori o ad hoc slučajevima i o tome kako te ad hoc slučajeve država isto tako ad hoc ne rešava.
- Dividende od ulaganja u smanjenje prevremenog mortaliteta dospevaju tek decenijama kasnije. Drugim rečima, bilo koja investicija u zdravstveni sistem (i rešavanje problema prevremenog mortaliteta) će doneti benefit društvu tek u daljoj budućnosti jer se radi o veoma dugoročnim investicijama. U slučaju rešavanja akutne krize kakva je epidemija ili nekog konkretnog problema koji u datom trenutku zauzima važno mesto u javnom diskursu, određene ciljane akcije se mogu dogoditi i dovesti do dobrih neposrednih, brzih rezultata, međutim, cilj obaranja prevremenog mortaliteta je nešto sasvim drugo, nešto što zahteva sistemsku akciju i dugoročno planiranje i ulaganje.
- Generalnost problema – ovo je praktični problem, povezan sa fatalizmom. Prevremeni mortalitet se posmatra kao nepremostiva prepreka, kao problem koji nema rešenje, i zbog toga nedostaju praktični ciljevi koje je moguće i potrebno postići. Ciljevi održivog razvoja UN-a su tu kao jedna od vodilja, ali za Srbiju su potrebni novi, konkretni i ambiciozni ciljevi na kojima kao društvo treba da radimo.

## 1.4 Razvoj teorijske misli o prevremenom mortalitetu

Iako je kroz istoriju problem prevremenog mortaliteta bio sveprisutan, i konceptualno identifikovan kao nepoželjan, istraživanje i ozbiljni pokušaji merenja i suzbijanja prevremenog mortaliteta su zapravo vezana tek za 20. vek. Wahlberg i Rose (2015) ističu da su početkom dvadesetog veka demografi počeli da analiziraju zdravlje stanovništva jedne nacije kao nusproizvod razvoja teorije demografske tranzicije. Prema njima (Wahlberg & Rose, 2015), demografi, a kasnije i epidemiolozi, od 1948. inverzno povezuju bolesti i razvojne procese (stope nataliteta i mortaliteta) sa nivoima modernizacije, urbanizacije i industrijalizacije. Wahlberg i Rose ističu da je takav način gledanja na svet možda imao uporište u realnosti oko početka epidemiološke tranzicije (Omran, 1971, 2005), ali da je danas (kada su hronične bolesti daleko zastupljenije nego ranije) takav pristup možda upitan. Oni ističu da je upravo to razlog pojavljivanja pokazatelja kao što su godine potencijalno izgubljenog života, kao i pokazatelja koji treba da uračunaju i morbiditet, a ne samo mortalitet stanovništva poput DALY i HALE<sup>4</sup>.

Prema Maksimovoj i ostalima (2016) pokazatelj izgubljenih godina života je prvi put upotrebljen za rangiranje uzroka smrti u SAD-u (Dickinson & Welker, 1948). Ovaj pokazatelj je osmislila američka statističarka Meri Dempsey (Dempsey, 1947), iz „Nacionalnog udruženja za tuberkulozu“. Njen cilj je bio da osmisli pokazatelj koji bi na adekvatan način izmerio stvarni teret koji je tuberkuloza tada imala na društvo u poređenju sa ostalim uzrocima smrti i da pokaže gde treba usmeriti ograničene resurse (tj. fokusirati napore javnog zdravstva na suzbijanje tuberkuloze, koja je tada već bila dobrim delom suzbijena, ali ne kod svih podgrupa stanovništva) (Thacker i ostali, 2006). Ovaj pokazatelj podrazumeva izbor referentne starosti, što je u slučaju prve upotrebe pokazatelja od strane Meri Dempsey bilo 65 godina (Dempsey, 1947). Kasnije se rastom očekivanog trajanja života ta referentna starost povećavala<sup>5</sup>. Najveća prednost pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života bila je to što je najviše vrednovala smrt najmlađih, i to tako da smrt jednog novorođenčeta znači 65 godina izgubljenih godina potencijalnog života, dok smrt deteta koje je navršilo jednu godinu znači 64 godina izgubljenih godina potencijalnog života, dok je pokazatelj ignorisao smrti starijih od 65 godina (Bonneux, 2002). Iako ovakav pokazatelj nije idealan, on ipak u nekoj meri oslikava posledični teret po društvo, porodice i privredu (Yuen i ostali, 1997). Istoričar sa Univerziteta u Liverpulu, Robert Li, ukazuje na to da je poboljšano znanje o razmerama prevremene smrti često bio preduslov za zvaničnu intervenciju od strane države (Lee, 2009).

Ekonomski argument značaja mladih života je jasan, i počiva na principu da je ukupna potencijalna ekonomska produktivnost mlađe osobe veća od ukupne potencijalne produktivnosti starije osobe. Iz toga sledi da racionalno društvo, koje želi da maksimizira ekonomsku produktivnost, treba da ulaže više napora u identifikovanje i predupređivanje mortaliteta mladih lica, tj. prevremenog mortaliteta.

Značaju prevremenog mortaliteta doprinosi i eksperimentalna studija koja je dvema grupama ljudi prikazala identične novinske članke o smrti ljudi, sa jednom razlikom – starost žrtve (19 i 79) i potom ih ispitala o njihovim osećanjima u vezi sa tim šta su pročitali (Chasteen & Madey, 2003). Eksperiment je pokazao da ljudi generalno percipiraju smrt mladih kao manje pravednu od smrti starijih osoba (Chasteen & Madey, 2003). Autori ove studije (Chasteen & Madey, 2003) ukazuju da su njihovi nalazi kongruentni sa prethodnim nalazima da ljudi osećaju veću tugu za preminulima koji

---

<sup>4</sup> DALY ili Izgubljene godine zdravog života (vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije) i HALE (očekivano trajanje zdravog života) su relativno novi pokazatelji koji pokušavaju da osim mortalitetne komponente uračunaju i kvalitet života.

<sup>5</sup> U ovoj disertaciji će u analizi biti korišćena referentna starost od 75 godina. Vidi sekciju Metodološki okvir

su mlađi (Gamino i ostali, 1998, 2000). Dodatni eksperimentalni nalazi pokazuju da su ljudi skloniji da prioritizuju mlade u slučajevima ograničenog resursa poput vakcine<sup>6</sup> (Li i ostali, 2010).

Kao što je prethodno opisano, kako bi se prevremeni mortalitet analizirao, neophodno je izabrati referentno godišta koje bi se smatralo granicom ispod koje se mortalitet smatra prevremenim, a iznad koje se mortalitet ne uzima u razmatranje. Najbolji način za izbor referentnog godišta je očekivano trajanje života, što ima smisla kada je u pitanju procena izgubljenih godina potencijalnog života ljudi koji su blizu referentnog godišta. Međutim, kada se posmatraju izgubljene godine najmlađih, zbog stalnog poboljšanja očekivanog trajanja života može se očekivati da je njihova prevremenost još veća (jer će se naše poimanje prevremenosti smrti promeniti za narednih 65 ili 75 godina). Osim dodatnog formalnog problema kod izbora i njegovog značenja koji donosi probleme uporedivosti prevremenog mortaliteta kroz vreme (zbog stalnog povećanja očekivanog trajanja života, i samim tim promene poimanja prevremenog mortaliteta) i prostor (kako porediti prevremeni mortalitet kroz različite zemlje koje mogu biti u različitim etapama tranzicije mortaliteta?), postoji i etički problem izbora referentnog godišta. Filozof sa Univerziteta u Oklandu, Robin Smol, (Small, 2002) ističe da u etičkim razmatranjima koncepta prevremene smrti postoje dve suprotstavljene intuicije:

- Intuicija da je smrt mlade osobe veće zlo od smrti stare osobe
- Intuicija da su sve smrti jednake, bez obzira na bilo koje demografsko (ili socio-ekonomsko) obeležje.

Smol identifikuje još jedan problem sa pokazateljem prevremenog mortaliteta, a to je činjenica da se za umrle (bez obzira na uzrok smrti) primenjuje ista formula (Small, 2002). On daje primer tridesetogodišnjaka koji umire u saobraćajnoj nesreći, za koga je broj izgubljenih godina 45 (ako je referentna starost 75) i postavlja pitanje da li bi ta osoba da je izbegla smrt sa 30 godina zaista nastavila da izbegava smrt do svoje 75. godine ili bi svojim ponašanjem (npr. sklonošću rizičnoj vožnji) doživela smrt ranije nego što je to prosek za opštu populaciju (Small, 2002). Takvo rezonovanje bi moglo da se primeni i na ostale primere, a ne samo na sklonost ka rizičnoj vožnji (kao npr. zdrav ili nezdrav stil života uključujući lošu ishranu, nedostatak fizičke aktivnosti itd.). Na prvi pogled teret prevremenog mortaliteta zaraznih bolesti (poput virusa SARS-CoV-2) bi bilo lakše izmeriti na ovaj način, ali problem komorbiditeta i smrtnosti nam i dalje otežava sagledavanje realnog stanja. Jedino smrti koje su potpuno nasumičnog karaktera bi mogle zaista da se adekvatno izmere koristeći izgubljene godine potencijalnog života (Small, 2002). Smol takođe kritikuje ovakav pristup jer dovodi do toga da se za različite grupe ljudi ovaj pokazatelj može različito računati, zbog različite referentne starosti (npr. žene žive duže od muškaraca, viši ljudi žive duže od nižih ljudi, neke nacionalnosti imaju duže ili kraće očekivano trajanje života<sup>7</sup> itd.) (Small, 2002).

Posebna kritika dolazi sa levog političkog spektra koju je artikulisala sociološkinja Ketrin E. Keni (Kenny, 2015), koja navodi da je *život ponovo zamišljen kao vreme, a pojedinac kao neoliberalni homo economicus: kao „preduzetnik sebe“* i čak ide i korak dalje tvrdeći da je DALY<sup>8</sup> pokazatelj zamišljen kao biopolitička tehnologija moći koja podupire savremeni neoliberalni globalni

---

<sup>6</sup> Konkretni eksperiment je učesnicima davao primer vakcine protiv smrtonosnog gripa (tj. nema veze za pandemijom virusa SARS-CoV-2).

<sup>7</sup> U slučaju nacionalne pripadnosti i visine se najčešće u literaturi navode socijalni status i uslovi života, a ne biološka uslovljenost (Marco-Gracia & Puche, 2021), šta više uzevši samo biološke faktore manje (tj. niže) jedinke iste vrste imaju bolje predispozicije da žive duže (naročito nakon srednjih godina) (Samaras i ostali, 2003).

<sup>8</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije

zdravstveni režim.

Prema Lapostolle i ostali (2008) upotreba pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života u celom svetu (a naročito u literaturi na engleskom jeziku, tj. u anglosferi) proističe iz toga što je njegovu upotrebu zagovarala i kontinuirano koristila Svetska zdravstvena organizacija u okviru svog projekta o Globalnom teretu bolesti (Global Burden of Disease) koji je započet još 1994 (C. J. Murray, 1994; C. J. L. Murray, 1996).

Koncept srodan prevremenom mortalitetu je i koncept prospektivne starosti. Prospektivna starost je pojam suprotstavljen retrospektivnoj (hronološkoj starosti), i umesto da se prag starosti definiše kao broj koji će predstavljati granicu za čitavu populaciju, on se definiše kao 15 godina do očekivanog trajanja života (Devedzic & Stojilkovic, 2012; Gnjatović Stojilković, 2018). I jedan i drugi koncept se oslanjaju na preostali broj godina života i predstavljaju isti ugao sagledavanja dva različita, a opet povezana demografska problema: starenje i mortalitet.

U ovom istraživanju se polazi od pretpostavke da prevremeni mortalitet predstavlja generalni pojam, a ne samo pokazatelj izgubljenih godina života (iako ga on najbolje opisuje). Pojam prevremenog mortaliteta se koristi u njegovom užem smislu, tj. odnosi se isključivo na hronološku starost. Centralni koncept u ovom istraživanju prevremenog mortaliteta jeste teret koji takva vrsta mortaliteta predstavlja za društvo i državu (Srbiju). Disertacija se nadovezuje na prethodna istraživanja prevremenog mortaliteta u Srbiji i svetu. Integrišu se srodni koncepti prevremenog mortaliteta i mortaliteta koji se može izbeći. Pored konvencionalnih načina za analizu mortaliteta, uvode se dimenzije koje ističu relativnost prevremenog mortaliteta sa više aspekata.

## **1.5 Pregled prethodnih istraživanja prevremenog mortaliteta**

### **1.5.1 Istraživanja prevremenog mortaliteta u Srbiji**

Do sada je u Srbiji bilo malo radova koji se bave prevremenim mortalitetom per se, međutim, brojne publikacije koriste pokazatelj izgubljenih godina života. Mnogi medicinari različitih specijalizacija (i subspecijalizacija) su radili istraživanja prevremenog mortaliteta, ali najčešće usko specijalizovana za jedan uzrok smrti, ili u najopštijem slučaju za jednu grupu uzoraka smrti koja je u direktnoj vezi sa njihovim kliničkim radom. Čak i takvi radovi uzimaju prevremeni mortalitet kao deo pokazatelja izgubljenih godina života korigovanih u odnosu na nesposobnost (DALY, vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta na str. 10).

Istraživanja koja objavljuje Institut za javno zdravlje Srbije, Dr Milan Jovanović Batut, se posredno bave i prevremenim mortalitetom, ali najčešće iz ugla konkretnih tema kako što su: pušenje (Килибарда & Николић, 2015; Николић i ostali, 2020), kardio-vaskularne bolesti (Miljuš i ostali, 2021), evaluacija stanja zdravstvenog sistema (WHO/Europe, 2010, 2010; Kopaň i ostali, 2010; Dukić & Savnković, 2018), pa čak i pregled stanja zdravlja stanovništva Republike Srbije (Boričić i ostali, 2014).

Postoje brojne upotrebe pokazatelja prevremenog mortaliteta u medicinskoj literaturi. Među najčešćim analizama bile su one o kardio-vaskularnim bolestima (Paunovic & Belojević, 2014; Vlajinac, Sipetic, i ostali, 2006), tumorima (Vlajinac, Sipetic-Grujicic, i ostali, 2006) kao važnih uzročnika smrti u Srbiji, ali i tuberkuloze (Gledovic i ostali, 2006) – bolesti za koju je inicijalno

pokazatelj izgubljenih godina života i osmišljen<sup>9</sup>.

Koristeći isti koncept bilo je i više generalnih studija koje su pokrivala preventabilne uzroke smrti (Sipetic i ostali, 2013) kao i generalno mapiranje *tereta bolesti* u Srbiji (Atanasković-Marković i ostali, 2003; Janković i ostali, 2007; O'Donovan i ostali, 2018). Korišćenje pokazatelja godina izgubljenog života je veoma zgodno za kreiranje javnih politika iz prostog razloga što mladi život ima mnogo veću ekonomsku i (još šire) društvenu cenu<sup>10</sup>. Jedna takva upotreba našla se i u studiji *Opterećenje bolestima i povredama u Srbiji* (Atanasković-Marković i ostali, 2003). U toj studiji je korišćen pokazatelj godina izgubljenog života kako bi se upravo kvantifikovao trošak koji nose bolesti. Horozović i ostali (2008) su koristili pokazatelj izgubljenih potencijalnih godina života kako bi izmerili teret pušenja preko pokazatelja DALY. Na isti način je pokazatelj DALY korišćen i u strateškim dokumentima kao što su *Strategija za prevenciju i kontrolu hroničnih nezaraznih bolesti* (Vlada Republike Srbije, 2009a), *Nacionalna strategija održivog razvoja* (Vlada Republike Srbije, 2008), ali i u državnom programu *Srbija protiv raka* (Vlada Republike Srbije, 2009b) i to ili kao jedan od indikatora koje treba pratiti ili kao način da se opiše trenutno (loše) stanje.

Koncept prevremenog mortaliteta je bio sastavni deo jedne analize koja je pokušala da izmeri teret cerebrovaskularnih bolesti (šloga) u Srbiji (Pekmezović i ostali, 2010). Takođe, na isti način je jedna studija pokušala da izmeri teret depresije (Mirković i ostali, 2015), na prostoru Autonomne pokrajine Kosovo i Metohija.

Ovde je izdvojeno nekoliko najvidljivijih primera istraživanja. Međutim, tokom prethodnih decenija, bilo je i brojnih drugih istraživanja koja nisu ovde predstavljena, budući da je okvir ove disertacije demografski i cilj ovog poglavlja je da primarno predstavi primere upotrebe koncepta prevremenog mortaliteta u demografskim istraživanjima.

Demografi su se konceptom prevremenog mortaliteta bavili uglavnom posredno, tako što su do njega dolazili istražujući generalni mortalitet stanovništva, i naročito njegovu starosnu strukturu. Najčešće se ističu kardio-vaskularne bolesti kao grupa uzroka od koje Srbija najviše pati. Naime, u takvim radovima se često ističe kako mnogo mladih u kontekstu kardio-vaskularnog morbiditeta (dakle od 50-65 godina starosti) umire nepotrebno, od kardio-vaskularnih bolesti koje je lako sprečiti.

Gorana Penev se bavio prevremenim mortalitetom direktno i indirektno. Direktno, tako što je zajedno sa koautorima radio na studiji *Teret bolesti i povreda* u kojoj je korišćen pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života (Atanasković-Marković i ostali, 2003) i prema toj studiji pokazano je da je u Srbiji 2000. godine izgubljeno 814.022 potencijalnih godina života. Goran Penev se indirektnije bavio prevremenim mortalitetom analizirajući ukupni mortalitet u Srbiji tokom devedesetih godina u radu u kojem se posebna pažnja posvećuje mortalitetu mladih i mlađih sredovečnih, za koje se identifikuje porast na početku devedesetih (Penev, 2003). U jednom radu koji za temu ima suicide u Srbiji, Penev i Stanković (2010) se bave starima i mladima u Vojvodini, kao posebno ranjivim kategorijama kada su suicidi u pitanju. U tom radu nije korišćen nijedan pokazatelj prevremenog mortaliteta već su u njemu podaci dati detaljno (iako po petogodišnjim starosnim grupama) pa je moguće proceniti godine izgubljenog života.

Radivojević (2006) u svom radu među aktuelnim problemima smrtnosti stanovništva Srbije najveći napredak vidi u obaranju mortaliteta mlađeg stanovništva, a glavne nedostatke vidi u i dalje visokom mortalitetu sredovečnih (čija se smrtnost smatra prevremenom) i starih. Radivojević (2002),

---

<sup>9</sup> Vidi sekciju Razvoj teorijske misli o prevremenom mortalitetu

<sup>10</sup> Poseban aspekt zbog kog jedna država može da bude zainteresovana za prevremeni mortalitet je i odbrambena spremnost za koju je potrebna mlada populacija, pa je cena prevremenog mortaliteta još važnija.

analizujući pad mortaliteta u Jugoslaviji, vidi šansu za povećanjem očekivanog trajanja života u smanjenju mortaliteta starih, ali konstatuje da nisu iscrpljene mogućnosti za smanjenje mortaliteta mladih. Ivan Marinković i Biljana Radivojević su se zajedno bavili mortalitetom i to u radu o depopulaciji (2016) i skorijim trendovima mortaliteta u Srbiji (2017) – i u oba rada starosna struktura umrlih ima prominentno mesto u analizi, ali se ne koristi nijedan pokazatelj prevremenog mortaliteta.

U svojoj magistarskoj tezi Marinković (2010) posvećuje poglavlje potencijalno izgubljenim godinama života i za period od 2004-2006 analizira izgubljene godine života po petogodišnjim grupama i identifikuje grupu od 50-54 kao grupu koja generiše najviše izgubljenih godina potencijalnog života. Marinković (2012) dalje u svom radu *Prerana smrtnost: Potencijalno izgubljene godine života stanovništva Srbije, 1950-2010* izračunava ovaj pokazatelj za 60 godina unazad, što predstavlja najbolji uvid u retrospektivu prevremenog mortaliteta u Srbiji. U svojoj analizi Marinković (2012) daje i dobar pregled razlika među polovima i identifikuje trend postepenog povećavanja jaza između prevremenog mortaliteta muškaraca i žena. Prema Marinkoviću (2012), prema podacima iz 2010, Srbija je u poređenju sa drugim evropskim zemljama u značajano lošijoj situaciji kada je u pitanju prevremeni mortalitet. Doktorska disertacija Ivana Marinkovića (2016) pod nazivom „Razlike u smrtnosti stanovništva Srbije po polu“ posmatra ovaj jaz i kroz sočivo prevremenog mortaliteta. U tom delu svoje disertacije Marinković (2016, str. 115–124) je pokazao da jaz od 1950. godine do 2012. generalno raste. Dodatnu vrednost dela Marinkovićeve disertacije (2016) koji se bavi prevremenim mortalitetom je i analiza jaza u prevremenom mortalitetu kroz široke kategorije uzroka smrti.

Ivan Marinković (2021) je nedavno objavio monografiju pod imenom *Demografska analiza uticaja zdravstvene zaštite i javnog zdravlja na trendove smrtnosti stanovništva Srbije*, koja predstavlja nadogradnju analize iz njegove doktorske disertacije (Marinković, 2016). U toj monografiji autor se direktno bavi prevremenim mortalitetom. Mada je ova monografija najnovijeg datuma i obrađuje sličnu problematiku, metodologija, vremenski okvir, ciljevi i rezultati od značaja za tematiku koja se obrađuje u ovoj disertaciji, kao i za javne politike, se značajno razlikuju. Treba istaći metodološke razlike i pomake u istraživanju koje se sprovodi za potrebe ove disertacije:

- Primarni metod koji Marinković (2021) koristi u analizi je standardizovana stopa prevremene smrtnosti<sup>11</sup>, koja se ne koristi u ovoj disertaciji prvenstveno zbog toga što na ovaj pokazatelj najviše utiču najstariji (dok se kod pokazatelja kao što su izgubljene godine potencijalnog života i očekivanog trajanja života veća težina daje smrtima mlađih) te se iz ovog razloga pomenuti pokazatelj ne koristi, već se koristi standardizovana stopa izgubljenih godina života.
- Marinković (2021) u svojoj monografiji koristi izgubljene godine potencijalnog života i koncepte mortaliteta koji se može izbeći, preventabilnog ili predupredivog mortaliteta. Međutim, on ih obrađuje koristeći stope prevremene smrtnosti. U ovoj disertaciji je korišćen fasetni pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života usled smrti koje se mogu izbeći kao način da se prevremeni mortalitet što bolje destilira.
- Najsvežiji podaci o mortalitetu u Marinkovićevoj (2021) studiji, su iz 2018. godine, dok su podaci korišćeni u ovoj disertaciji iz 2020. godine i uključuju krucijalan momenat u epidemiološkoj istoriji Srbije i čovečanstva (pandemiju SARS-CoV-2 virusa).

Interesovanje za problematiku prevremenog mortaliteta rezultiralo je u par prethodnih istraživanja autora disertacije. Jedno od tih istraživanja je opisano u radu *Borba protiv prevremenog mortaliteta u Srbiji: Finska kao primer dobre prakse* (Galjak, 2018b). To je bio rad u kojem je cilj

---

<sup>11</sup> Definisana kao broj umrlih mlađih od refrentnog godišta podeljen sa brojem stanovnika te starosti



bio da se pokaže šta država može da uradi u borbi protiv mortaliteta koji se može percipirati kao prevremen. U tom radu izabran je primer Finske kao primer zemlje koja je na delu svoje teritorije (Severna Karelija), imala ozbiljan problem sa prevremenom smrtnošću, i to baš od uzroka smrti koji su bili lako sprečivi. Ranije autor (2014b) je objavio i rad koji se bavi predupredivim<sup>12</sup> mortalitetom u Srbiji, kao jednim od aspekta mortaliteta koji se može izbeći. U tom radu autor je pokazao korelaciju pokazatelja standardizovane stope predupredivog mortaliteta sa bruto društvenim proizvodom (Galjak, 2014b). Autor disertacije je u poglavlju knjige *Geography of Serbia* u poglavlju koje se bavi Demografskim izazovima Srbije ističe prevremeni mortalitet kao jedan od najvećih demografskih izazova Srbije, pored nedovoljnog rađanja (Rašević & Galjak, 2022). U radu o ceni koju je SARS-CoV-2 pandemija imala na prevremeni mortalitet u Srbiji autor disertacije je kvantifikovao izgubljene godine potencijalnog života i izračunao njihovu ekonomsku cenu za 2020. godinu, koja je iznosila \$0.3 milijarde dolara izraženo kroz trošak izgubljene produktivnost (Galjak, 2021).

## 1.5.2 Istraživanja prevremenog mortaliteta u svetu

U jednom od prethodnih poglavlja (Razvoj teorijske misli o prevremenom mortalitetu) bilo je reči o tome kada je prvi put korišćen pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života od strane Meri Dempsi (1947) i kada je prvi put korišćen za rangiranje uzroka smrti u Sjedinjenim Američkim Državama (Dickinson & Welker, 1948). Do danas je bilo brojnih studija i radova u svetu koji su koristili ovaj pokazatelj, a samo od 1996. (koliko daleko u prošlost seže baza Web of Science) do kraja 2021. bilo je 2992 rada koji su na neki način koristila neke od pokazatelja prevremenog mortaliteta. Od svih tih radova, 14 najcitiranijih radova bavi se direktno globalnim teretom bolesti merenim kroz pokazatelj DALY<sup>13</sup> (Fitzmaurice i ostali, 2015, 2017; Forouzanfar i ostali, 2015; Lim i ostali, 2012; Lozano i ostali, 2012; C. Murray i ostali, 2012; C. Murray & Lopez, 1997; Naghavi i ostali, 2017; M. Ng i ostali, 2014; Roth i ostali, 2018; Vos i ostali, 2012, 2016; Wang i ostali, 2016; Whiteford i ostali, 2013). Činjenica da veoma mali broj ovih radova dolazi iz oblasti demografije (samo njih 15 od skoro 3000, tj. 0.5%) govori u prilog tome da je ova tema prvenstveno tema javnog zdravlja i da se pokazatelji prevremenog mortaliteta najčešće koriste u oblasti medicine. To ne iznenađuje, ali je interesantna i opservacija koju je nedavno napravila demografkinja Alison van Ralte (2021) u preglednom radu u kojem je analizirala celokupno istraživanje mortaliteta u demografiji, da među tim radovima nema ničega svojstvenog demografiji i da se granice između različitih disciplina sve više *tanje*. Ipak, fokus pregleda literature u okviru ove disertacije će pre svega biti na demografskim radovima.

Najuticajniji demografski rad odnosi se na upotrebu pokazatelja očekivanog trajanja života i analizu izgubljenih godina života pomoću koncepta eliminacije određenih uzroka smrti, tj. računanja očekivanog trajanja života ako određeni uzrok smrti ne bi postojao i kombinacije i daljeg dekomponovanja (Beltrán-Sánchez i ostali, 2008).

Merenje uticaja specifičnog uzroka smrti u godinama potencijalno izgubljenog života (YPLL) je dobro uspostavljeno i često se koristi u slučajevima kada taj uzrok smrti utiče na društvo, kao što su tumori (Guy & Ekwueme, 2011), gojaznost (Konnopka i ostali, 2011), droge (Smith i ostali, 2017) i alkohol (Nelson i ostali, 2013). Jedno istraživanje u Sloveniji je pokazalo (Artnik i ostali, 2006) drastične razlike u soci-ekonomskoj nejednakosti koje je za rezultat imalo i razlike u prevremenom mortalitetu u Sloveniji 90-ih.

Novonastala pandemija COVID-19 je dovela do mnogo istraživanja u kojima je pokazatelj

<sup>12</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije

<sup>13</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije

izgubljenih godina potencijalnog života korišćen da se pokaže njen uticaj na prevremenu smrtnost u SAD da bi se pokazao rasni, etnički i polni disparitet (Bassett i ostali, 2020; Lilly i ostali, 2021; Pierce i ostali, 2021; Xu i ostali, 2021, 2021). Zanimljiva studija iz Indije prikazuje ekonomski trošak pandemije (Vasishtha i ostali, 2021), dok istraživanje prevremenog mortaliteta od COVID-19 u Brazilu kvantifikuje ukupnu smrtnost po regionima te velike države (Castro i ostali, 2021).

U svetu je bilo i nekoliko doktorskih disertacija koje su se bavile ovom temom. U disertaciji iz Australije (iz oblasti ekonomije) pokušano je bilo da se oceni trošak po produktivnost izazvan prevremenim mortalitetom u toj državi. (Carter, 2016). U jednoj disertaciji sa Kembridža je korišćen koncept prevremenog mortaliteta za testiranje korelacije između kriminalnosti osoba, pokazatelja javnog zdravlja i prevremenog mortaliteta služeći se podacima iz longitudinalne studije (Skinner, 2021). Master teza iz Sjedinjenih Američkih Država je ispitivala uticaj aerozagađenja na mortalitet u SAD-u (Nawaz, 2018). Tema jedne disertacije je bio prevremeni mortalitet i time izazvan pad fertiliteta kod post-komunističkih država, ali Srbija nije bila uključena u analizu (Billingsley, 2009). Disertacija sa Univerziteta u Notingemu se bavila pušenjem i prevremenim mortalitetom kod pušača, nepušača i ljudi koji su ostavili pušenje (Weng, 2013). Veoma zanimljiva doktorska disertacija sa Univerziteta u Solunu bavila se mortalitetom koji se može izbeći i to analizirajući zemlje južne i jugoistočne Evrope, ali koja nije uključivala Srbiju u svoju analizu (Florinis, 2013).

## **1.6 Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije**

U ovoj sekciji dat je pregled osnovnih pojmova koji se pominju kroz disertaciju. Uloga ovog poglavlja je da olakša pregled disertacije i omogući čitanje njenih delova bez potrebe da se čita celokupni tekst. Ispod nisu objašnjeni svi pojmovi koji su od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta, već samo oni koji se ne koriste standardno u demografskoj analizi.

### **1.6.1 Prevremeni, predupredivi, preventabilni mortalitet – pojmovne i terminološke razlike**

Prevremeni mortalitet i mortalitet koji se može izbeći (i dobrom prevencijom kao i dobrom i pravovremenom zdravstvenom negom) su srodni, ali distinktni pojmovi koji se često koriste kako bi se opisala mortalitetna situacija u nekom društvu.

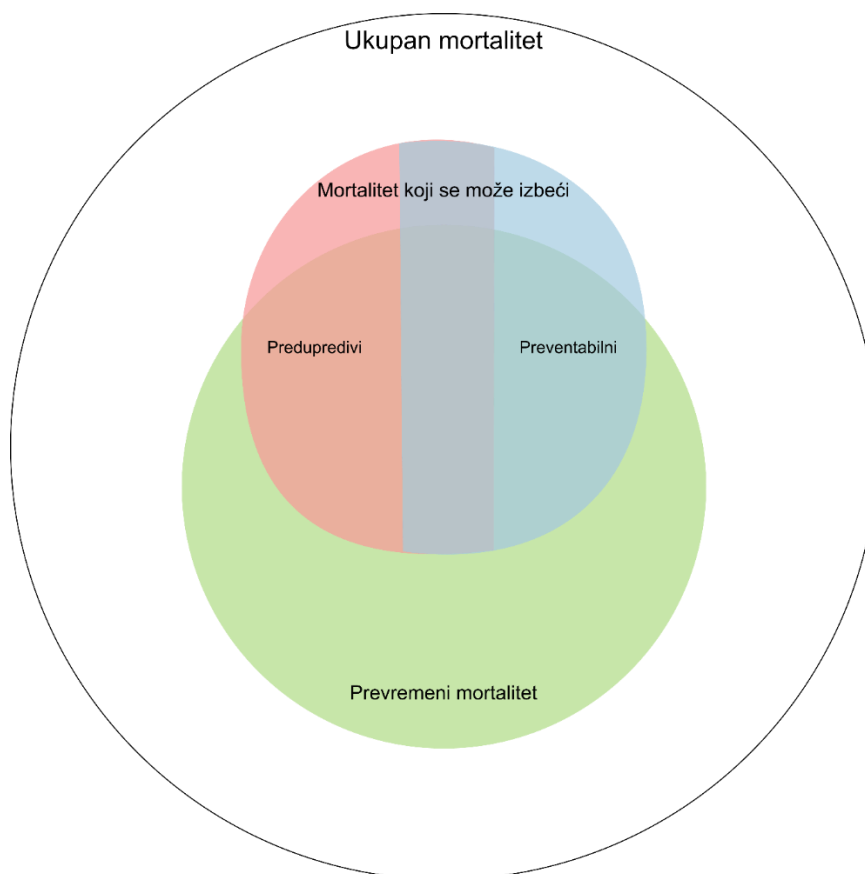
**Prevremeni mortalitet** – je (u širem smislu) mortalitet koji se događa pre nego što bi mogao da se dogodi prema bilo kom kriterijumu. U užem smislu to je mortalitet koje se događa pre nego što bi moglo da se očekuje da se dogodi prema kriterijumu hronološke starosti. U ovoj disertaciji se pojam prevremenog mortaliteta ograničava na njegov uži smisao.

**Mortalitet koji se može izbeći** – engleski *avoidable mortality* – grupa uzroka smrti koja se za određenu starost smatra mogućim izbeći (bilo da je to zbog prisustva adekvatne i pravovremene zdravstvene zaštite ili zbog adekvatnih mera prevencije)(Nolte & McKee, 2004). Jedan uzrok smrti može istovremeno biti i preduprediv i preventabilan (Ilustracija 1). Ovaj pojam se donekle preklapa sa pojmom prevremenog mortaliteta, posebno ako je referentna starost prevremenog mortaliteta 75 godina. Razlog za to je činjenica da se najveći deo smrti za koje se smatra da se mogu izbeći dešava kod kategorija stanovnika mlađih od 75 godina. Važno je napomenuti da postoje i uzroci smrti koji za koje se smatra je ih je moguće izbeći i za starije od 75 (to su najčešće eksterni uzroci smrti, koji se mogu izbeći nezavisno od starosti). Za kompletan spisak uzroka smrti koje se mogu izbeći po starosti vidi

Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći (Olatunde i ostali, 2016).

**Predupredivi mortalitet** – na engleskom *amenable mortality* – je onaj mortalitet koji se može izbeći adekvatnom i pravovremenom zdravstvenom negom za tačno određene uzroke smrti u određenim starostima. Primeri predupredivih uzroka smrti su infarkt miokarda (I21), primarna hipertenzija (I10), rak grlića materice (C53) itd.

**Preventabilni mortalitet** – na engleskom *preventable mortality* – je onaj mortalitet koji se može izbeći prevencijom. Primeri preventabilnih uzroka smrti uključuju rak pluća (C34), cirozu jetre uzrokovanu alkoholom (K70.3), rak dojke (C50) itd.



Ilustracija 1. Preklapanja u pojmovima prevremenog i mortaliteta koji se može izbeći

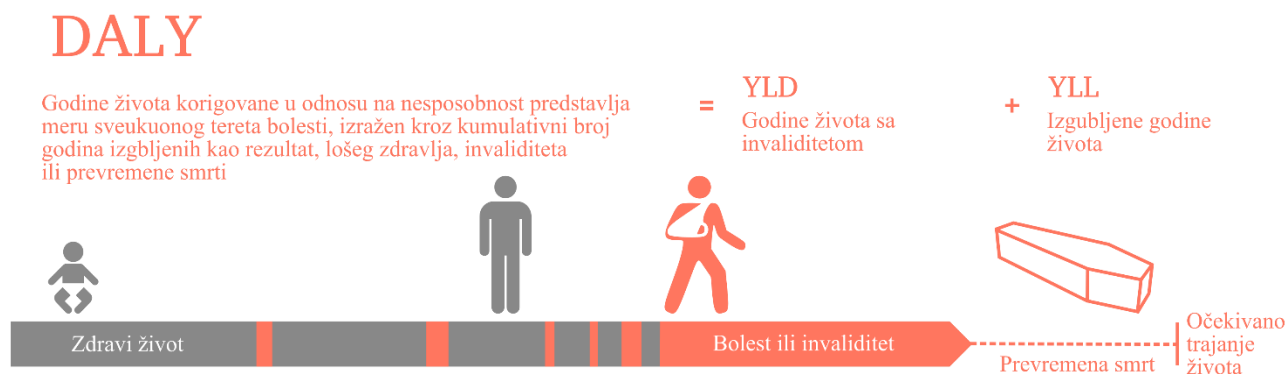
### 1.6.2 Terminologija pokazatelja prevremenog mortaliteta

**Izgubljene godine potencijalnog života ili Izgubljene godine života ili potencijalno izgubljene godine života** – na engleskom jeziku Years of potential life lost (YPLL), alternativni izrazi su i Years of life lost (YLL) i Potential years of life lost (PYLL). Svi ovi različiti termini označavaju istu stvar, tj. pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života koji se koristi za merenje prevremene smrtnosti. U suštini, ovaj pokazatelj izražava zbir svih razlika referentne starosti i starosti prilikom smrti<sup>14</sup> u toku jednog vremenskog perioda.

**Izgubljene godine zdravog života ili izgubljene godine života korigovane u odnosu na nesposobnost** – na engleskom *Disability Adjusted Life Years (DALY)* je pokazatelj koji kombinuje

<sup>14</sup> Za formulu vidi sekciju Pokazatelj prevremenog mortaliteta

dva koncepta izgubljenih godina potencijalnog života: godine života sa invaliditetom i izgubljene godine potencijalnog života (Ilustracija 2). Skraćenica na engleskom DALY se često koristi u literaturi i na sprskom jeziku. Pokazatelj DALY jeste pokušaj da se kvantifikuje celokupan teret neke specifične bolesti na društvo.



Ilustracija 2. Godine života korigovane u odnosu na nesposobnost (DALY). Preuzeto od (Radio89, 2012), autor adaptirao i preveo.

**Trošak izgubljene produktivnosti** – na engleskom *cost of productivity lost (CPL)* – je sintezni pokazatelj koji kombinacijom pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života i pokazatelja bruto domaćeg proizvoda po glavi stanovnika aproksimira izgubljeni potencijalni ekonomski doprinos prevremeno umrlih osoba.

### 1.6.3 Ostali termini i pojmovi

**SARS-CoV-2** – je ime virusa korona koji izaziva bolest **COVID-19**. Pandemija korona virusa je proglašena 11. marta 2020. god. i u trenutku pisanja ovog rada (početak 2022.) još uvek traje.

**Aerozagađenje** – predstavlja zagađenje vazduha. Postoji mnogo polutanata koji čine vazduh zagađenim. U kontekstu uticaja na zdravlje ljudi i prevremenog mortaliteta najčešće se govori o zagađenju česticama (praškastom zagađenju) i to krupnijim česticama (veličine od 10 mikrona) PM<sub>10</sub> i onom koje izazivaju sitnije čestice (veličine do 2,5 mikrona) PM<sub>2,5</sub> koje izazivaju mnogo više zdravstvenih problema. Osim praškastog zagađenja značajni polutanti vazduha su azot-dioksid (NO<sub>2</sub>) i ozon (O<sub>3</sub>).

## 1.7 Proučavanje mortaliteta u demografskom kontekstu

Proučavanje mortaliteta u demografskom kontekstu zahteva interdisciplinarni pristup, kao i istraživanje sa različitih aspekata, odnosno povezivanje različitih aspekata smrti prema kojima se vrši agregacija podataka. Značaj ovih različitih aspekata za ukupni mortalitet je važan, ali za prevremeni mortalitet je neophodan. Šta aspekti podrazumevaju? Oni zapravo podrazumevaju različita obeležja koja daje statistika, ili način organizacije podataka.

### 1.7.1 Aspekt starosti u proučavanju mortaliteta

Starost je verovatno najrelevantnija dimenzija mortaliteta iz prostog razloga što je osnovna

činjenica u vezi sa mortalitetom ta da se starenjem povećava verovatnoća da će osoba umreti (ako se izuzme mortalitet u ranom detinjstvu). Tako ako su dva društva po svemu jednaka osim po starosti svoje populacije, društva sa starijom populacijom imaju više umrlih u toku jedne godine od društava sa mlađom populacijom. Iz ovog razloga se u demografiji i epidemiologiji često koriste sumarni pokazatelji koji uzimaju u obzir starosnu strukturu, kao što su npr. očekivano trajanje života ili standardizovana stopa smrtnosti. Kriva mortaliteta formirana na osnovu specifičnih stopa mortaliteta predstavlja starosni model smrtnosti i najviše govori o mortalitetnoj situaciji u nekom društvu.

U demografiji je često grupisanje po petogodišnjim starosnim grupama, s tim da se poslednji interval ostavlja otvorenim (npr. 85+), a da je starost od 0 do 1 prva kategorija, koja je jedina predstavljena zasebnom kategorijom (pre svega zbog istorijski visokih vrednosti stope mortaliteta u ovoj starosnoj grupi). Kod ispitivanja mortaliteta sve češće otvoreni interval na kraju se pomera u skladu sa rastom očekivanog trajanja života.

Starost kao dimenzija zauzima ključno mesto u poimanju prevremenog mortaliteta iz razloga što se prevremenost smrti posmatra isključivo sa aspekta hronološke (a ne biološke, mentalne ili neke druge) starosti. U analizi prevremenog mortaliteta starost nije samo važna kod definisanja referentne starosti. Ona je važna i u analizi distribucije umrlih prema starosti među mlađima od referentne starosti. Postoje različiti paterni mortaliteta, tako da dve teritorijalne jedinice sa istim nivoom prevremenog mortaliteta mogu imati različite starosne distribucije prevremenih smrti. U ovoj disertaciji će osim kvantifikovanja nivoa prevremenog mortaliteta biti kvantifikovana i njegova starosna distribucija.

### **1.7.2 Mortalitet sa stanovišta pola**

Druga najznačajnija dimenzija mortaliteta je pol. Zašto bi pol bio uopšte važan u analizi mortaliteta? Obrasci mortaliteta su jednostavno drugačiji za muškarce i za žene. Žene žive duže i podležu drugačijim uzrocima smrti od muškaraca. Muškarci su izloženi eksteranim uzrocima smrti, izazvanim alkoholizmom i nasiljem. Takođe muškarci se pretežno bave opasnijim zanimanjima i zastupljeniji su u vojsci. Žene češće odlaze kod lekara. Iz svega navedenog se može postaviti pitanje zašto diferencirati pol kao zasebnu dimenziju kada se radi o dve različite populacije koje se međusobno razlikuju po različitim dimenzijama. Razlog za to je što su razlike između polova univerzalne, konzistentne, ali u isto vreme promenljive i kontekstualne, te je neophodno posmatrati kao dimenziju pri analizi bilo koje populacije (ili njene podgrupe), a ne samo kao populaciju ili podgrupu za sebe.

Pol je definisan kao biološki tj. kao dihotomija muškarac-žena, bazirana na podeli prema reproduktivnoj funkciji. Koncept roda je izuzetno važan u mnogim aspektima ove dimenzije mortaliteta, ali neće biti dublje promatran u ovoj disertaciji, već će prevremeni mortalitet biti analiziran kroz opšteprihvaćen pol kao demografsku oznaku.

### **1.7.3 Vremenska dimenzija mortaliteta**

Dimenzija vremena je u demografiji takođe veoma važna dimenzija (neki bi je verovatno okarakterisali i kao najvažniju). Demografske promene su veoma spore, pa je pri promatranju bilo koje demografske pojave poželjno imati što duži vremenski niz. Transverzalni pristup, gde se presečno sagledavaju podaci samo za jednu vremensku jedinicu (najčešće godinu) može da učini da važni mortalitetni obrasci ostanu neuočeni, ili da se pojava koja je vezana za samo jednu godinu (ili drugu jedinicu vremenskog preseka) interpretira pogrešno. Ova dimenzija je ključna za praćenje promena i sagledavanje problema.

Metodološki se ova dimenzija može jasno i lako koristiti, jer praktično bilo koji pokazatelj koji se izračunava može da se predstavi u vremenskoj seriji. U kontekstu mortaliteta aspekt vremena je takođe značajan zbog još jedne važne stavke a to je procena broja stanovnika. Naime, da bi se bilo koji pokazatelj mortaliteta izračunao potrebne su dve komponente: 1) podaci o umrlima iz vitalne statistike i 2) procena broja stanovnika te godine. Što je više godina prošlo od popisa stanovništva to procene broja stanovnika postaju nepouzdanije. Najbolje korišćenje dimenzija predstavljaju longitudinalne studije koje su veoma skupe i često pripadaju domenima drugih nauka, a ne demografije.

U analizi mortaliteta postoje dva aspekta vremenske dimenzije – kratkoročni i dugoročni. U demografskom smislu, kratkoročni aspekt podrazumeva da se vodi računa o trenutnim dešavanjima u mortalitetnoj situaciji od nekoliko godina ili čak decenija koje se analiziraju. Međutim, u demografiji kao nauci je možda i značajniji taj dugoročni (makro) pogled na kretanja mortaliteta.

U makro smislu dugoročne analize mortaliteta, posebno mesto zauzima tranzicija mortaliteta. Ona podrazumeva drastičan pad mortaliteta (koji je istorijski bio veoma visok naročito u najranijim godinama života) do smanjenog ukupnog mortaliteta i povećanja očekivanog trajanja života. Istraživači su pokušali da uspostave okvir posmatranja mortaliteta kroz vreme i tako danas postaje prihvaćen konsenzus oko tri važne epidemiološke tranzicije:

1. Epidemiološka tranzicija – koja prati agrarnu revoluciju proizvodnje hrane, domestikaciju životinja i formiranje velikih trajnih naselja, što je sa sobom povuklo rast mortaliteta od infektivnih bolesti.
2. Epidemiološka tranzicija – razvoj savremene medicine i obaranje mortaliteta od infektivnih bolesti, ali i istovremeni rast mortaliteta od hroničnih i nezaraznih bolesti (Omran, 1971, 2005).
3. Epidemiološka tranzicija – ponovno vraćanje infektivnih bolesti na scenu zbog povećane globalizacije, pojave bakterija rezistentnih na antibiotike i novih virusa (Armelagos i ostali, 1996; Barrett i ostali, 1998).

#### **1.7.4 Prostorna dimenzija mortaliteta**

Prostorna distribucija mortaliteta je izuzetno važna i to u oba svoja aspekta – globalnom i lokalnom. U globalnom smislu razlike u mortalitetu među različitim državama na različitim kontinentima su ogromne. Često su za te razlike odgovorni ljudski, socio-ekonomski, politički faktori, međutim, mnogi aspekti mortaliteta su i geografski determinisani.

Primeri globalne geografske determinisanosti mortaliteta svakako obuhvataju tropske predele u kojima su tokom čitave ljudske istorije endemske bolesti poput malarije, šistozomijaze, Šagasove bolesti itd. izazivale visoke stope mortaliteta (i to naročito prevremenog mortaliteta). Mnoge od tih endemskih bolesti i dalje haraju tropskim predelima naše planete. Bil i Melinda Gejts fondacija upravo ističe važnost koji ove bolesti imaju i njihov parališući uticaj na čitavo društvo (Bill & Melinda Gates Foundation, 2021), uključujući i ekonomski razvoj. Još jedan primer geografske determinisanosti mortaliteta je Australija, u kojoj je stopa smrtnosti od melanoma (raka kože) višestruko veća nego što je to npr. slučaj u Evropi.

Primeri lokalne (subnacionalne) varijacije mortaliteta su najviše zastupljeni u zemljama sa velikim regionalnim razlikama, kakva je Srbija. Budući da mortalitet korelira sa pokazateljima ekonomske razvijenosti (Galjak, 2014b; Preston, 1975), prirodno je očekivati da manje razvijeni regioni imaju više stope mortaliteta, kako prevremenog, tako i ukupnog. To je slučaj i sa opštom

stopom mortaliteta jer su manje razvijeni regioni obično regioni sa starijom populacijom<sup>15</sup> koja inherentno ima veće stope opšteg mortaliteta. Zbog toga je važno sagledati situaciju i na administrativnim nivoima nižim od državnih. Jedno od istraživačkih pitanja u ovoj disertaciji je i kako prevremeni mortalitet varira i do nivoa opštine.

### **1.7.5 Uzrok kao obeležje mortaliteta**

Predstavljanje mortaliteta prema uzroku smrti je praksa koja se koristi još od kada se vode podaci o uzroku smrti. Kodiranje smrti se vrši prema Međunarodnoj klasifikaciji bolesti (MKB, na engleskom International Classification of Diseases - ICD), a trenutna revizija klasifikacije koja se koristi je 10. Prema toj kategorizaciji, sve bolesti su podeljene u 20 grupa. U domaćoj statistici i analizama mortaliteta do skoro se podrazumevalo da se smrtnosti predstavljaju zbirno unutar ovakvih velikih kategorija. Međutim, klasifikacije uzroka smrti nisu savršene i često ih nema smisla prikazivati po tako širokim kategorijama. Mortalitet prema uzroku smrti se ne mora nužno grupisati, već se može predstaviti prema jednom uzroku. Najčešća upotreba jednog uzroka smrti je kod medicinara koji su usko specijalizovani i u svojim studijama istražuju samo jedan ili nekoliko sličnih uzroka smrti pojedinačno ili kada je fokus javnog zdravlja na jednom uzroku smrti koji predstavlja veliku, i značajnu pretnju po celokupnu populaciju. Dobar primer ovakvog pristupa je COVID-19 kao pojedinačni uzrok smrti (U07) koji je u žiži javnosti i interesovanja naučnoistraživačke zajednice.

#### *1.7.5.1 Grupisanje uzoraka smrti*

Svrstavanje uzroka smrti prema različitim kriterijumima daje nam veliku fleksibilnost u analizi, i u kombinaciji sa drugim dimenzijama mortaliteta otvara mnogo prostora za analizu i poređenje. Tako je u ovoj disertaciji korišćeno nekoliko različitih načina grupisanja smrti. Zato se često koristi drugačije kategorisanje, tj. zbirno prikazivanje pojedinačnih uzroka smrti, ali prema drugim kriterijumima. Tako je npr. moguće predstaviti mortalitet samo od uzroka smrti koji su povezani sa pušenjem ili alkoholizmom. U tom slučaju, kategorija smrtnosti povezanih sa alkoholizmom bi obuhvatala i uzroke smrti od saobraćajnih nesreća kod kojih je alkohol bio uzrok, kao i cirozu jetre koja spada u kategoriju metaboličkih bolesti. Različito grupisanje uzroka smrti može da nam otvori potpuno novu dimenziju istih podataka. Tri najznačajnije dimenzije koje se koriste u ovoj disertaciji su:

- mortalitet koji se može izbeći (721 distinktnih uzroka smrti)
- preventabilni mortalitet (436 distinktnih uzroka smrti)
- predupredivi mortalitet (337 distinktnih uzroka smrti)<sup>16</sup>

Ovakvo grupisanje mora biti upareno i sa starosnom dimenzijom jer distinktni uzroci smrti koji ulaze u ove veoma široke kategorije su relevantni samo za određene starosti.

#### *1.7.5.2 Metodološki problem kodiranja smrti prema uzroku*

Problem kod kodiranja svake smrti prema uzroku smrti je u tome što kodiranje vrše lekari, te ljudski faktor može biti uzrok pogrešnog kodiranja (Myers & Farquhar, 1998; Sehdev & Hutchins,

---

<sup>15</sup> barem u Srbiji (Galjak i ostali, 2016; Magdalenic & Galjak, 2016)

<sup>16</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije i za detaljnu tabelu vidi Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći.

2001). Iako postoji metodologija koja na jasan i detaljan način određuje kako svaka smrt treba da se klasifikuje, greške su neminovne. Kvalitet ove statistike znatno varira među državama, ali i unutar jedne države. Ovaj problem ne postoji kada je reč o broju umrlih, jer je tu podatak logički jasan: smrt se dogodila ili se nije dogodila. Međutim, kod uzroka smrti potrebno je da lekar dijagnostikuje i upiše tačan uzrok smrti. Tu ima previše varijabli, od veštine lekara, do opremljenosti bolnica, pa do ustaljene prakse i posvećenosti procesu<sup>17</sup>. Takođe postoji i problem *diskriminacije* prema starim licima. Naime, kada neka veoma stara osoba umre, lekari su skloniji da upišu najopštije uzroke smrti (Lloyd-Jones, 1998). Po klasifikaciji ICD10, čak postoji *starost* kao poseban uzrok smrti, iako sama starost ne može biti konkretan razlog za smrt.

### 1.7.6 Ostali aspekti mortaliteta

Osim pomenutih, postoje i drugi važni aspekti mortaliteta. Jedan je svakako aspekt odnosa prema zdravlju i zdravstvene navike stanovništva, što je posebno važno kada se radi o prevremenom mortalitetu, odnosno, o onom koji se može izbeći.

Problem za analizu ovog aspekta je u tome što takvih podataka nema u primarnim statistikama o stanovništvu. U stereotipnom poimanju demografije, ovaj aspekt se ne smatra demografskim, međutim, savremena demografija nije samo formalna i ne oslanja se samo na uobičajene kvantitativne metode, već analizira demografska ponašanja koja dovode do ishoda (tj. zahteva kontekstualna tumačenja), te su faktori ponašanja izuzetno bitni za prevremeni mortalitet.

Faktori ponašanja koji izrazito utiču na mortalitet (ukupni, ali naročito prevremeni) obuhvataju upotrebu duvana (tj. duvanskih proizvoda), ishranu i fizičku aktivnost, upotrebu alkohola i droga. Osim ovih faktora kao najvažnijih faktora, postoje i drugi vidovi ponašanja koji povećavaju rizik od obolevanja i umiranja, npr. nebezbedni seksualni odnosi, slabi socijalni odnosi, rizični sportovi itd.

## 1.8 Osnovni ciljevi istraživanja

Doktorska disertacija ima više ciljeva:

1. Da utvrdi stanje prevremenog mortaliteta u Srbiji
2. Da utvrdi poziciju Srbije u odnosu na najrazvijenije zemlje i zemlje u okruženju (od kraja dvadesetog veka do danas) u pogledu stanja prevremenog mortaliteta
3. Da postavi metodološke kriterijume za ispitivanje stanja prevremenog mortaliteta
4. Da proceni gubitke uzrokovane prevremenim mortalitetom u Srbiji
5. Da istraži uticaj dva društveno značajna fenomena: pandemije virusa SARS-CoV-2 i aerozagađenja na prevremeni mortalitet u Srbiji.

---

<sup>17</sup> Često se dešava (naročito u državama sa slabijom statistikom kao što je Srbija) da uzrok smrti bude starost ili prestanak rada srca, i zastupljenost ovakvih uzroka smrti može da se koristi kao indikator kvaliteta statistike u određenoj zemlji.



Da bi se ovih pet ciljeva ostvarilo na prvom mestu mora da se definiše i precizira pojam prevremenog mortaliteta, posebno za potrebe operacionalizacije demografskih istraživanja. Potom disertacija mora da odgovori na više pitanja. Jedno od njih je i pitanje određivanja aspekata prevremenog mortaliteta prema kojima se Srbija razlikuje, tj. otkrivanje specifičnosti Srbije u kontekstu prevremenog mortaliteta. Te specifičnosti se odnose na mortalitetne karakteristike određenih kategorija stanovništva, ali i identifikaciju faktora prevremenog mortaliteta u Srbiji. Još jedno od važnih pitanja odnosi se na dinamiku prevremenog mortaliteta u Srbiji kroz vreme, jer je neophodno utvrditi da li se situacija u Srbiji poboljšava ili pogoršava, i objasniti otkrivene trendove. Osim vremenske dimenzije, potrebno je ispitati i prostornu dimenziju prevremenog mortaliteta u Srbiji. Raznolika situacija je očekivana na nižim administrativnim jedinicama, pa je potrebno utvrditi da li ima delova Srbije koji su značajno ugroženiji od ostatka Srbije i istražiti pozadinu takve diferencijacije. Na kraju, disertacija treba da utvrdi da li je postojeća metodologija dovoljna za izučavanje prevremenog mortaliteta i ponudi nova rešenja.

## **1.9 Dva društveno značajna faktora prevremenog mortaliteta u Srbiji**

Iako je tema prevremenog mortaliteta u celini veoma značajna, postoje dve društvo značajne teme koje u ovom trenutku u zauzimaju posebno mesto u javnom diskursu u Republici Srbiji, a koja su u direktnoj vezi sa prevremenim mortalitetom. Jedna je tema pandemije SARS-CoV-2 virusa koja je relevantna za mortalitet u Srbiji od marta 2020. godine. Druga je tema efekta aerozagađenja na prevremeni mortalitet u Srbiji. U disertaciji će ove dve teme biti zasebno obrađene, kao prateći deo glavne analize prevremenog mortaliteta u Srbiji.

Razlog za uključivanje ova dva aspekta je rastuće interesovanje javnosti, ali i naučne publike za ove dve teme. Interesovanje javnosti se ogleda u tome što je ovo tema brojnih televizijskih emisija, novinskih članaka i razlog ekoloških protesta. U naučnoj zajednici sve više pažnje posvećuje se zelenoj agendi/ekonomiji i održivom razvoju, što je zajedno sa pandemijom česta tema naučnih skupova i specijalnih izdanja časopisa.

### **1.9.1 Uticaj SARS-CoV-2 pandemije na prevremeni mortalitet u Srbiji**

Bilo koja priča o prevremenom mortalitetu u Srbiji ne bi bila kompletna bez analize uloge pandemije virusa SARS-CoV-2 u 2020. godini. Inicijalne procene, koje su potom bile potvrđene, jesu da generalno, virus mnogo teže pogađa starije osobe. Kako ova činjenica utiče na ukupan mortalitet u jednoj zemlji? U zemljama u kojima ima mnogo starih (kod kojih su i opšte stope mortaliteta više) biće veći broj ukupno umrlih, nego što bi to bio slučaj kod zemlje sa generalno mlađom populacijom iste veličine. Drugim rečima, i pre nego što je pandemija uzela maha, znalo se da će Srbija sa svojom starom populacijom biti izuzetno ranjiva.

Pandemija je sa sobom donela velike efekte povećanja mortaliteta i to na način da je konstruisala gotovo predmet sam za sebe, odvojen od disertacije koja se bavi prevremenim mortalitetom u Srbiji. Prevremeni mortalitet usled pandemije bi mogla biti zasebna doktorska disertacija, a sigurno će u budućnosti biti mnogo disertacija koje će se baviti ovim značajnim periodom. Sa druge strane, izostavljanje ovako značajnog događaja iz disertacije bi bilo istraživački nedopustivo.

SARS-CoV-2 će u ovoj disertaciji biti ispraćen samo u delu u kom je bio prisutan u jednoj godini – 2020. Razlog za ovo je što je pandemija u toku i u vreme pisanja ove disertacije još uvek nema podatka za 2021. godinu, ali ni za 2022. godinu, koju je pandemija evidentno dotakla.

Osim toga što je pandemija izazvala direktne smrti, još jedan važan aspekt pandemije je to na koji način i kojoj meri je uticala na ostali mortalitet. Drugim rečima, postavlja se pitanje koliko je pandemija indirektno promenila mortalitetne uslove u Republici Srbiji. Iz tog razloga za sve analize prevremenog mortaliteta uzimaće se u obzir trogodišnji prosek pre pandemije od 2017. do 2019. godine, ali i sama 2020. godina kao jedinstvena, koja će se posmatrati na isti način kao i trogodišnji prosek pre 2020. godine.

## 1.9.2 Uticaj aerozagađenja na prevremeni mortalitet u Srbiji

Poslednjih godina aerozagađenje kao tema je sve prisutnije u javnosti, zajedno sa različitim pokretima i akcijama za zaštitu životne sredine. Mnogo istraživanja u svetu je sprovedeno na ovu temu (Brook i ostali, 2010; Brunekreef & Holgate, 2002; Chow i ostali, 2006; C. Murray & Lopez, 1997; Pope III, 2002), dok su istraživanja vezana za Srbiju često usmerena na merenje i objavljivanje podataka o visokom nivou čestica PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>, kao i drugih polutanata (Artur Gsella i ostali, 2021; World Bank, 2020; Zander, 2020, str. 202). Prethodna studija je ispitivala geografsku distribuciju zagađenja, ali ne i prevremeni mortalitet koji je potencijalno uzrokovan na teritoriji Srbije (Stanojevic i ostali, 2019).

Podaci o uticaju aerozagađenja u Srbiji na prevremeni mortalitet najčešće dolaze iz globalnih studija, i publikacija Svetske zdravstvene organizacije. Štaviše, i kada ima podataka o Srbiji uvek se radi o podacima za celokupnu zemlju, bez analize uticaja aerozagađenja u pojedinim administrativnim jedinicama Republike Srbije, za šta je analiza uticaja na prevremeni mortalitet možda i najrelevantnija.

Postoji metodološki problem povezivanja bilo koje konkretne smrti sa aerozagađenjem. Za razliku od dijagnostikovanja smrti od SARS-CoV-2 koja je akutna i mnogo direktnija, aerozagađenje je nešto što potencijalno utiče na zdravlje i zahteva dugo vreme izlaganja (čak i više godina). Zbog toga kada se govori o efektu aerozagađenja na prevremeni mortalitet, može se samo govoriti o procenama, a ne o egzaktnim podacima<sup>18</sup>.

Jedno od istraživačkih pitanja je i kako prevremeni mortalitet od SARS-CoV-2 i aerozagađenje međusobno interaguju, tj. „Da li nivo aerozagađenja utiče na prevremeni mortalitet od SARS-CoV-2 u opštinama Srbije?“.

## 1.10 Polazne hipoteze

- H1.** Nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši u Srbiji u odnosu na razvijene zapadnoevropske države.
- H2.** Nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši kod muškaraca nego kod žena u Republici Srbiji.
- H3.** Nivo prevremenog mortaliteta na nižim administrativnim nivoima u Republici Srbiji nije uniforman.
- H4.** Postoji korelacija između predupredivog i preventabilnog prevremenog mortaliteta u

---

<sup>18</sup> Vidi sekciju Merenje aerozagađenja i njegovog uticaja na prevremeni mortalitet za detaljno objašnjenje o tome kako se procena vrši.

Republici Srbiji.

**H5.** Pokazatelji prevremenog mortaliteta su korelisani sa pokazateljima ekonomskog i društvenog razvoja na nivou opština u Republici Srbiji.

**H6.** Pokazatelji prevremenog mortaliteta su u korelaciji sa pokazateljima ekonomskog razvoja na nivou opština u Republici Srbiji.

**H7.** Pokazatelji prevremenog mortaliteta opština u Republici Srbiji su u korelaciji sa udaljenošću od zdravstvene infrastrukture.

**H8.** Pokazatelji prevremenog mortaliteta opština u Republici Srbiji su u korelaciji sa nivoom aerozagađenja u tim opštinama.

**H9.** Prevremeni mortalitet usled pandemije SARS-CoV-2 nije uniformno distribuiran među opštinama u Republici Srbiji

**H10.** Varijacija u nivou prevremenog mortaliteta izazvanog SARS-CoV-2 se može delimično objasniti prisustvom aerozagađenja

## **1.11 Doprinos disertacije**

Dosadašnja istraživanja prevremenog mortaliteta su uglavnom bila deo epidemioloških studija. Njegovo izučavanje iz demografskog ugla zahteva prilagođenu definiciju i izmenjeni teorijski okvir. Teorijski doprinos se ogleda u definisanju koncepta prevremenog mortaliteta, kao demografske kategorije.

Kako bi se tema prevremenog mortaliteta istražila neophodna je interdisciplinarnost disertacije. Ona se ogleda u tome što su u disertaciji korišćene literatura i metode iz brojnih drugih naučnih disciplina, a ne samo iz demografije. Disertacija obuhvata presek različitih disciplina: demografije, statistike, geografije, epidemiologije, ekonomije i informatike.

Metodološki doprinos u izučavanju prevremenog mortaliteta se ogleda kroz konstrukciju novog pokazatelja. Metodološki doprinos se odnosi na korišćenje i evaluaciju novog pokazatelja, koji se ranije nije koristio – medijalna starost izgubljenih godina potencijalnog života. Ovaj pokazatelj će omogućiti novi uvid u postojaću problematiku.

Nova praktična saznanja za potrebe javnih politika identifikacijom ključnih faktora prevremenog mortaliteta, njegove demografske i ekonomske dimenzije.

Deo disertacije predstavlja i online alat Predupredimo.rs (Galjak, 2022), koji omogućava lak pregled prevremenog mortaliteta u Srbiji. Na taj način ova disertacija doprinosi komunikaciji nalaza relevantnih za javno zdravlje zainteresovanoj javnosti.

Didaktički doprinos. Upotrebom programskog jezika R celokupna analiza u doktorskoj disertaciji je transparentna i replikabilna. Dodatno, sav kôd koji je generisan sadrži komentare koji će pomoći budućim korisnicima (studentima) da nauče da koriste analize sadržane u ovoj disertaciji.

## 2 Metodološki okvir

Disertacija je ne samo tematski već i metodološki interdisciplinarna. Ako se uzme u obzir predmet disertacije, glavni metod koji će biti korišćen je demografski metod. Interdisciplinarnost demografije nameće upotrebu širokog spektra različitih metoda koje moraju biti primenjene kako bi se ostvarili istraživački ciljevi. Epidemiološki metod, koji je neophodan u svakom istraživanju mortaliteta, biće u širokoj upotrebi, naročito pri analizi specifičnih uzroka smrti. Zbog pomenute relativnosti koncepta prevremenog mortaliteta, komparativni metod će zauzimati centralni deo disertacije. U disertaciji će se koristiti brojne statističke tehnike, naročito pri multivarijacionoj analizi pokazatelja prevremenog mortaliteta i analizi na nižim nivoima Republike Srbije. Takođe, biće korišćeni brojni metodi i tehnike vizualizacije podataka uključujući kartografske i GIS metode. Manipulacija velikim obimom podataka zahteva i programski pristup analizi i vizualizaciji podataka.

Metodološki gledano, analiza u ovoj disertaciji obuhvata posmatranje problema kroz više pokazatelja i više dimenzija. Međutim, podloga svih analiza su isti podaci. Podaci u ovoj disertaciji se zasnivaju na vitalnoj statistici, preciznije na podacima dobijenim iz mortalitetne statistike. Takvi podaci su mogući jer se nakon svake smrti u Republici Srbiji (a i drugim državama) popunjava DEM2 listić, tzv. smrtnica (Prilozi

Prilog 1 – DEM2 list). U tom listu se osim osnovnih činjenica o umrlom nalaze i brojni drugi demografski podaci, ali za potrebe istraživanja u okviru ove doktorske disertacije, korišćeni su samo podaci agregirani prema dimenzijama: starost, pol, vreme, prostor i uzrok smrti.

### 2.1 Prostorni i vremenski obuhvat istraživanja

Prostorni obuhvat je Republika Srbija bez Autonomne pokrajine Kosovo i Metohija. Ipak, analiza će imati i različite geografske dimenzije, pa će se svi pokazatelji računati na dva administrativna nivoa: na republičkom i na opštinskom nivou. Osim prevremenog mortaliteta u Republici Srbiji, disertacija će dati prikaz prevremenog mortaliteta i u 35 izabranim evropskih država. Među izabranim državama su i zapadnoevropske i istočnoevropske države različitog ekonomskog razvoja. Stavljanjem Srbije u evropski kontekst omogućava se da se Srbija uporedi sa ostalim državama i da se identifikuju demografski i ekonomski slične zemlje na koje Srbija može da se ugleda.

Vremenski obuhvat će biti poslednje godine za koje su dostupni detaljni podaci o mortalitetu (2015, 2016, 2017, 2019 i 2020). Ipak, kao i kod bilo koje druge tematike u demografiji, višedecenijsko oblikovanje strukture donekle i diktira trenutnu situaciju, tako da je u tom kontekstu vremenski obuhvat nešto širi i obuhvata sve prethodne godine za koje postoji dovoljno podataka da bi se mogli vršiti proračuni prema svim relevantnim dimenzijama mortaliteta. Pitanje dostupnosti podataka je naročito problematično kod dimenzije uzroka smrti jer ne postoje duge serije takvih podataka po detaljnim uzrocima smrti. Prevremeni mortalitet na nivou Republike (zajedno sa ostalim državama sa kojim se Srbija poredi) je posmatran od 2000. godine do 2019.

### 2.2 Izvori podataka korišćeni u analizi

Za potrebe izrade disertacije korišćeno je više različitih izvora podataka. Primarni izvor podataka je domaća statistika. Detaljni podaci o smrtnosti (koji obuhvataju dimenzije: pol, starost,

uzrok smrti i opštinu) su dobijeni posebnom obradom vitalne statistike (Republički zavod za statistiku, 2021b). Podaci o procenjenom broju stanovnika po polu, starosti i opštini preuzeti su sa „opendata“ portala Republičkog zavoda za statistiku (2021a). Za slučajeve kada domaća statistika ne raspolaže podacima za izračunavanje kompleksnih pokazatelja, korišćeni su i sirovi podaci iz baza podataka međunarodnih organizacija. Najvažniji strani izvor je baza podataka Svetske zdravstvene organizacije, dok ostali izvori uključuju baze podataka Eurostata (za podatke o mortalitetu izabраних evropskih država) i Svetske banke. Za analizu na nivou nižem od nacionalnog koriste se podaci Republičkog zavoda za statistiku dobijeni posebnom obradom.

Za podatke o prosečnoj zaradi, korišćeni su podaci Republičkog zavoda za statistiku (Republički zavod za statistiku, 2021a).

Istraživanje o zaradama zasniva se na podacima iz evidencije Poreske uprave, sa obrasca Pojedinačne poreske prijave o obračunatim porezima i doprinosima (obrazac PPP-PD). Prosečne zarade izračunavaju se na osnovu ukupnog iznosa obračunatih zarada za izveštajni mesec i broja zaposlenih koji je izražen ekvivalentom punog radnog vremena<sup>19</sup>.

Podloga za izradu karata preuzeta je od Openstreetmap projekta (OpenStreetMap contributors, 2021)

Osim ovih podataka, DEM2 listić (vidi Prilog 1 – DEM2 list) uzima i druga socioekonomska obeležja poput nacionalnosti, veroispovesti, nivoa obrazovanja, bračnog stanja, mesta rođenja i ekonomske aktivnosti. Osim glavnog uzroka smrti, DEM2 obrazac podrazumeva izlistavanje i pridružujućih uzroka smrti. Međutim, do svih ovih podataka je mogući doći samo specijalnim zahtevima za dodatnim obradama Republičkog zavoda za statistiku i njihova analiza bi izlazila van okvira ove disertacije. Ipak, široke mogućnosti detaljne i dobre vitalne statistike omogućavaju brojne moguće avenije budućih istraživanja.

EHIS (engl. European Health Interview Survey) Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine (Milić i ostali, 2021), rađeno na reprezentativnom uzorku, predstavlja veoma bogat izvor informacija o zdravlju stanovništva Republike Srbije. Međutim, zbog prirode istraživanja najniži administrativni nivo do kojeg je moguće izvoditi zaključke koristeći to istraživanje je nivo regiona, dok se podaci iz vitalne statistike korišćeni u ovoj disertaciji obrađuju na nivou opštine. Ipak, u različitim delovima disertacije će biti osvrta na podatke iz ovog istraživanja.

## 2.3 Pokazatelji prevremenog mortaliteta

Osim osnovnih pokazatelja mortaliteta po starosti, kao što su starosno specifične stope mortaliteta i očekivano trajanje života za lica različite starosti, biće korišćeni i manje poznati pokazatelji kao što su: stope različitih kategorija uzroka smrti, ali i specifičnih uzroka smrti, kao i stopa predupredivog i preventabilnog mortaliteta, koji kao sintezni pokazatelji obuhvataju više podataka o mortalitetu različitih specifičnih uzroka smrti. Pokazatelj izgubljene godine potencijalnog života će se takođe koristiti, kao najčešći pokazatelj prevremenog mortaliteta. Namera je da se tokom istraživanja ustanove najvažnije dimenzije prevremenog mortaliteta i da se na osnovu njih predloži najbolji metodološki pristup i eventualno konstruiše pokazatelj koji će ga reprezentovati, čime bi bila omogućena bolja kvantifikacija koncepta prevremenog mortaliteta.

---

<sup>19</sup> engl, full-time equivalent – FTE

### 2.3.1 Konvencionalni pokazatelji prevremenog mortaliteta

U demografskoj analizi se koristi više različitih mortalitetnih pokazatelja, ali ne uzimaju svi u obzir starosnu komponentu. Najprostiji pokazatelj je apsolutni broj umrlih. Iako ne naročito koristan u demografskoj analizi, ovaj pokazatelj je zgodan jer daje sirovu sliku o mortalitetnoj situaciji, a u slučaju stagnantne starosne strukture može biti i koristan za poređenje situacije iz godine u godinu. To nije slučaj sa Srbijom u kojoj je proces demografskog starenja intenzivan. Ipak, u kratkim serijama čak i za poređenje kroz vremensku dimenziju ovaj pokazatelj može biti koristan.

Tek malo kompleksniji pokazatelj je opšta stopa mortaliteta, koja ne predstavlja ništa drugo do relativni pokazatelj mortaliteta, tj. broj umrlih u odnosu na broj stanovnika. Ovaj pokazatelj se može učiniti neadekvatnim jer činjenica da je relativan može da navede na pomisao da se može koristiti za poređenje različitih populacija, što nije slučaj. Zbog činjenice da se starenjem gotovo eksponencijalno povećava verovatnoća da će neko umreti, populacije koje imaju imalo drugačiju starosnu strukturu i iste mortalitetne uslove, mogu imati drastično drugačije opšte stope mortaliteta. Svrha relativnih pokazatelja je poređenje. A važan uslov da bi se opšta stopa mortaliteta koristila za poređenje je homogenost (lat. iste vrste) populacija. Poređenje može imati smisla samo ukoliko je starosna struktura između populacija koje se porede veoma slična. To najčešće nije slučaj – kada se radi o međudržavnim poređenjima, ali čak i kada se radi od poređenju različitih teritorijalnih celina unutar jedne države gde starosna struktura može značajno da varira.

YPLL je indikator potencijalno izgubljenih godina života koji se koristi za merenje prevremene smrtnosti u ovoj disertaciji. Da bi se izračunao, potrebno je da se odabere referentna starost za koju se smatra da je smrtnost preuranjena. Obično se za izračunavanje godina izgubljenog života uzima referentna starost od 65 godina (za zemlje sa visokom stopom mortaliteta koje još nisu doživele revoluciju mortaliteta) ili 75 godina (za razvijene zemlje sa nižim stopama mortaliteta i dužim životnim vekom). Najtačniji rezultati se dobijaju korišćenjem pokazatelja trenutnog očekivanog trajanja života, ali referentna starost takođe može biti proizvoljna, odnosno bilo koji apsolutni broj. Postojala je određena debata o apsolutnom i relativnom pristupu (Mazzuco i ostali, 2021), ali s obzirom na to da je očekivani životni vek u Srbiji (za ukupno stanovništvo) nešto viši od 75 godina (trogodišnji prosek za godine pre pandemija je 75,7), izabrana je referentna dužina očekivanog životnog veka od tačno 75 godina. Na ovaj način je moguće uporediti relativne rezultate sa rezultatima iz drugih zemalja koje su koristile ovo (najčešće korišćeno) referentno doba. Opšta formula za stopu izgubljenih godina života je data kao:

$$YPPLr = \frac{\sum_{i=1}^L ((L - i) * d_i)}{N} * 100.000$$

Gde su:

$L$  – referentna starost

$d_i$  – broj umrlih od bolesti COVID-19 starih  $i$  godina

$a_i$  – razlika između referentnog trajanja života i godine u kojoj se smrt dogodila

$N$  – broj stanovnika mlađih od 75 godina

Iz navedene formule može se izvesti standardizovana varijanta istog pokazatelja koja se u literaturi naziva indeks izgubljenih godina potencijalnog života, ili standardizovane godine izgubljenog potencijalnog života:

$$YPPLi = \left( \sum_{i=1}^L \frac{((L - i) * d_i) * w_i}{P_i} \right) * 100.000$$

Gde su:

$P_i$  – broj stanovnika starih  $i$  godina

$w_i$  – starosni ponder standardne populacije

Za potrebe standardizacije korišćena je standardna evropska populacija, koja se najčešće koristi, tako da su rezultati u ovoj disertaciji (koji koriste pokazatelj standardizovane godine izgubljenog potencijalnog života) uporedivi sa drugim objavljenim istraživanjima koja koriste istu standardnu populaciju. Standardizacija po starosti je neophodna jer će se u disertaciji analizirati podaci na nivou opština, a starosna struktura opština u Srbiji je veoma varijabilna (Magdalenic & Galjak, 2016), tako da bi poređenje bilo kojih pokazatelja bez standardizacije moglo da dovede do pogrešnih zaključaka.

### 2.3.2 Stabilnost pokazatelja na subnacionalnom nivou

Kada je reč o subnacionalnoj analizi, standardizacija pokazatelja nije dovoljna. Potrebno je dodatno *uprosecavanje*, jer stohastični element iz godine u godinu može biti značajan. Iz tog razloga je korišćen trogodišnji prosek. Ovaj pristup nije korišćen na republičkom nivou, već samo na subnacionalnom nivou. Razlog je taj što na subnacionalnom nivou, a naročito na nivou opština (na kom će se raditi analiza) varijacije mogu biti velike, naročito kod opština sa malim brojem stanovnika. Računanjem trogodišnjeg proseka se dobija realnija slika u redovnom stanju. Zbog problematične godine pandemije za analizu prevremenog mortaliteta korišćene su paralelno samo 2020. godina, i trogodišnji prosek prethodnih godina: 2017, 2018 i 2019. Na taj način sa jedne strane postoji redovno stanje, a sa druge specijalno stanje pandemijskih uslova iz 2020. godine.

### 2.3.3 Kombinovani pokazatelji prevremenog mortaliteta

Kombinovani pokazatelji kombinuju više različitih aspekata prevremenog mortaliteta i u tom procesu donose nove uvide koji nisu mogli da se dobiju sagledavanjem pojedinačnih pokazatelja.

#### 2.3.3.1 Godine izgubljenog potencijalnog života od uzroka koji se mogu izbeći.

Godine izgubljenog života mogu da se posmatraju kroz dimenziju uzroka smrti, tačnije uzroka koji se mogu izbeći. I u slučaju ovog pokazatelja se zapravo dobijaju 3 distinktna indikatora, koji mogu doneti nova saznanja, ili barem ponuditi novi ugao posmatranja saznanja koja pružaju uobičajeni pokazatelji prevremenog mortaliteta.

#### 2.3.3.2 Godine izgubljenog potencijalnog života od uzroka smrti asociranih sa aeroxagađenjem

U javnom diskursu poslednjih godina se u Srbiji dešava ekološko buđenje, a samim tim i potreba da se efekti zagađenja kvantifikuju. Godine izgubljenog potencijalnog života predstavljaju odličan način da se kvantifikuje mortalitetni trošak nekog uzroka ili grupe uzroka smrti.

#### 2.3.3.3 Prevremeni mortalitet od uzroka smrti asociranih sa COVID-19

Za razliku od prethodnog fasetnog pokazatelja koji objedinjuje grupu uzroka smrti, ovaj

pokazatelj se bavi jednim uzrokom smrti, tj. COVID-19<sup>20</sup>. Moguće je isto uraditi i sa svakim drugim uzrokom smrti. Ipak, zbog posebne važnosti COVID-19 kao teme, posebno u vreme pisanja (i odbrane) ove disertacije, ovaj diskretni uzrok smrti zaslužuje posebno mesto u bilo kojoj analizi mortaliteta, a naročito prevremenog mortaliteta.

#### 2.3.3.4 Medijalna starost izgubljenih potencijalnih godina života.

Ovo je pokazatelj koji deli distribuciju izgubljenih godina potencijalnog života na dva jednaka dela, tj. starost za koju se može reći da je podjednako godina lica mlađih (od toga godišta) i godina lica starijih (od tog godišta) doprinelo ukupnom zbiru izgubljenih godina potencijalnog života. Formula za jednogodišnje starosne grupacije se može za zapisati ovako:

$$M_eAYPLL = l + \frac{\frac{YPLL}{2} - cf}{f}$$

Gde su:

$l$  – donja granica medijalnog godišta

$YPLL$  – ukupan zbir izgubljenih godina potencijalnog života

$cf$  – kumulativna frekvencija godina izgubljenog života za godišta pre medijalnog godišta

$f$  – broj godina izgubljenog života za medijalno godišta

#### 2.3.3.5 Trošak izgubljene produktivnosti (po uzroku smrti)

Trošak izgubljene produktivnosti<sup>21</sup> (John i ostali, 2021; Najafi i ostali, 2016; Rumisha i ostali, 2020) je sintezni pokazatelj koji kombinacijom pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života i pokazatelja bruto domaćeg proizvoda po glavi stanovnika aproksimira izgubljeni potencijalni ekonomski doprinos prevremeno umrlih osoba. Najprecizniji rezultati mogu se dobiti ako se izračuna apsolutni broj godina izgubljenog potencijalnog života korišćenjem starosne dobi za odlazak u penziju kao referentne starosti (za muškarce i žene) – poznate kao godine potencijalno izgubljenog produktivnog života (YPLL) i pomnožiti ga sa bruto domaćim proizvodom po glavi stanovnika. Ova mera se takođe naziva trošak izgubljene produktivnosti. Produktivne godine izgubljene za umrlu decu mlađu od 15 godina (minimalna starost za zapošljavanje u Srbiji) izračunate su kao razlika između starosne granice za odlazak u penziju i minimalne starosne granice za zapošljavanje, a ne kao stvarne starosti prilikom smrti. Računanje troška izgubljene produktivnosti se može izraziti kao:

---

<sup>20</sup> U striktnom smislu kodiranja smrti ovde se radi o dve različite MKB šifre U07.1 i U07.2 gde prva predstavlja zasigurno utvrđen COVID-19 kao uzročnik (potvrđeno testom), dok drugi predstavlja COVID-19 koja nije potvrđena testom. U suštini radi se o jednom uzroku smrti.

<sup>21</sup> engl. Cost of Productivity Lost (CPL)



$$CPL = \left( \sum_{i=1}^{15} ((65 - 15) \times d_{mi}) + \sum_{i=1}^{15} ((63 - 15) \times d_{fi}) \right) \times GDPPC$$

$$\left( \sum_{i=16}^{65} ((65 - i) \times d_{mi}) + \sum_{i=16}^{63} ((63 - i) \times d_{fi}) \right)$$

Navedeni pokazatelji imaju svoje prednosti i mane. Ipak, nijedan pokazatelj nije nužno dovoljno dobar da odgovori na glavno istraživačko pitanje ovog rada. Pokazatelj godina izgubljenog života, iako često nazivan i „prevremena smrtnost“ je zapravo veoma grub i ne toliko koristan u naučnoistraživačkim krugovima, iako je lako razumljiv za širu javnost.

### 2.3.4 Kriterijumi za izbor pokazatelja

Kriterijume za izbor pokazatelja opisali su Murray i ostali (2000, str. 986–988) i pored osnovnih kriterijuma za adekvatno opisivanje mortalitetne situacije za određenu grupu ljudi ili teritoriju, oni definišu i sledeća poželjna svojstva agregatnih pokazatelja:

- Koncept na kome se zasniva pokazatelj treba da bude razumljiv i mogućnost za izračunavanje treba da postoji za brojne (ako ne i sve) populacije.
- Transverzalni pokazatelji ne bi trebalo da se menjaju kroz vreme, naročito ako se koriste za posmatranje dužeg vremenskog perioda.
- Poželjno je da se pokazatelj može lako razložiti, tj. da bude linearno zbirljiv za bilo koju podgrupu populacije za koju se izračunava.

Pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života (YPLL) zadovoljava sva tri navedena kriterijuma, za razliku od drugih pokazatelja koji se mogu koristiti za kvantifikaciju prevremenog mortaliteta (Tabela 1). Sva ova svojstva, kao i činjenica da odlično opisuje teret koji prevremeni mortalitet ima na društvo i državu, su razlozi za odabir upravo ovog pokazatelja.

Tabela 1. Pokazatelji mortaliteta prema svojstvima

Pokazatelj	Uzima u obzir starost	Podaci				Kriterijum			Stand. moguća ?
		Br. Umrlih	Br. St.	Ref. Starost	Razumljiv	Temporalno konzistentan	Linearno zbirljiv		
Apsolutni broj umrlih	ljudi	X			X	X	X		
Opšta stopa mortaliteta	%	X	X			X		X	
Specifična stopa mortaliteta (po starosti)	%	X	X						
Standardizovana stopa mortaliteta	%	X	X	X		X		Već je st.	
Očekivano trajanje života od rođenja	God.	X	X	X	X	X		Već je st.	
Očekivano trajanje života (od bilo koje druge godine)	God.	X	X	X	X	X		Već je st.	
Izgubljene godine potencijalnog života (YPLL)	God.	X	X	X	X	X	X	X	

## 2.4 Metode

Osim demografskog metoda, istraživanje je zahtevalo i druge, za uobičajenu demografsku analizu nestandardne, metode koje uključuju kako one statističke tako i one metode bazirane na geografskim informacionim sistemima (GIS) i računarskoj nauci. Celokupno istraživanje je replikabilno korišćenjem kompjuterskog koda.

### 2.4.1 Metodologija korišćena u statističkoj analizi

U disertaciji je korišćeno nekoliko statističkih metoda.

#### 2.4.1.1 *Spirmanov koeficijent korelacije*

U disertaciji je korišćena (neparametarska) bivarijantna metoda Spirmanove korelacije ranga (Best & Roberts, 1975; Hollander i ostali, 2014) kako bi se utvrdio nivo korelacije određenih pokazatelja prevremenog mortaliteta sa drugim varijablama poput ekonomskih pokazatelja ili gustine stanovništva. Kod uparenih varijabli, ako je prva varijabla  $X$  a druga  $Y$  i imaju  $n$  redova onda se Spirmanov koeficijent korelacije ranga izračunava:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum (R(X_i) - R(Y_i))^2}{n(n^2 - 1)}$$

Neparametarski pristup je uzet zbog toga što se ne može očekivati da ispitivane promenljive su normalno distribuirane. Izvršeno testiranje Kolmogorov-Smirnovim testom (zajedno sa vizuelnom inspekcijom podataka korišćenjem QQ plotova) je to i potvrdilo.

### 2.4.1.2 Koeficijent varijacije

Za univarijantnu analizu disperzije varijabli korišćen je koeficijent varijacije<sup>22</sup> kao odnos standardne devijacije i aritmetičke sredine (Everitt, 1998). Relativna standardna devijacija, upravo zbog toga što je standardizovani pokazatelj, koristi se za poređenje varijacije različitih pokazatelja prevremenog mortaliteta na opštinskom nivou.

$$c_v = \frac{\sigma}{|\mu|}$$

### 2.4.1.3 Višestruka linearna regresija

Kako bi se ispitalo kako nezavisne promenljive zajedno deluju na zavisnu varijablu (prevremeni mortalitet) korišćena je regresija bazirana na metodi običnih najmanjih kvadrata (engl. ordinary least squares ili OLS), čija je generalna formula:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$$

### 2.4.1.4 Analiza glavnih komponenti

U disertaciji je za potrebe redukcije dimenzionalnosti (tj. smanjenja broja promenljivih) korišćena metoda glavnih komponentata. Ove metoda je korišćena kod udaljenosti različitih kategorija zdravstvene infrastrukture, kako bi se odredila glavna komponenta koja nosi najviše varijacije. Proces izračunavanja glavnih komponenti može se opisati u tri koraka. Prvo su sve varijable standardizovane korišćenjem z-skora. Zatim se za skup podataka  $\mathbf{X}$  izračunava  $\mathbf{\Sigma}$  matrica kovarijanse:

$$\mathbf{\Sigma} = \mathbb{E}[(\mathbf{X} - \mathbb{E}[\mathbf{X}])(\mathbf{X} - \mathbb{E}[\mathbf{X}])^T]$$

Sledeći korak je dekompozicija sopstvene vrednosti matrice kovarijanse:

$$\mathbf{\Sigma} = \mathbf{Q}\mathbf{\Lambda}\mathbf{Q}^{-1}$$

Dobijena matrica sopstvenih vektora  $\mathbf{Q}$  se koristi za izračunavanje glavnih komponenti i sopstvenih vrednosti  $\mathbf{\Lambda}$  kako bi se odredio procenat varijanse koji svaka glavna komponenta objašnjava. Da bismo izračunali matricu konačne glavne komponente  $\mathbf{P}$ , vršimo sledeće množenje matrice:

$$\mathbf{P} = \mathbf{X}\mathbf{Q}$$

## 2.4.2 Kartografske i geografsko-informacione (GIS) metode

Analiza subnacionalnog prevremenog mortaliteta u ovoj disertaciji se vrši na nivou opštine, i jedna od analiziranih dimenzija je i prostorna dimenzija. Očekivana je izvesna regionalizacija mortalitetnih pokazatelja, pa se u tu svrhu koriste i metode prostorne autokorelacije. Takođe, podaci o koncentraciji aerozagađenja dolaze u obliku koji zahteva GIS metode obrade kako bi se oni obradili na nivou opštine. Ispod su date specifične GIS metode koje su korišćene u disertaciji.

### 2.4.2.1 Moranov I indeks (globalni)

Moranov I indeks je mera prostorne autokorelacije koju je prvi opisao Patrik Alfred Pirs

---

<sup>22</sup> Ili tzv. relativna standardna devijacija (RSD) i može se iskazati i kao procenat

Moran (1950). Prostorna autokorelacija je korelacija u signalu između lokacija koje su prostorno bliske jedne drugima. Ona je složeniija od jednodimenzionalne autokorelacije jer prostorna korelacija može biti višedimenzionalna i višesmerna.

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Gde su:

N- broj prostornih jedinica sa indeksom i i j

x- promenljiva koju analiziramo

$\bar{x}$  – aritmetička sredina promenljive koju analiziramo

$w_{ij}$ – matrica prostornih pondera sa nulama na dijagonali

W – zbir svih vrednosti  $w_{ij}$

U ovoj disertaciji će jedinica analize biti opština, a prostorna povezanost za izračunavanje Moranovog indeksa će se svoditi na pronalaženje susednih opština. Usvojena je definicija susedne opštine gde je susedna opština definisana kao ona gde se granice između dve opštine dodiruju (makar i u samo jednoj tački) (Bivand & Wong, 2018).

#### 2.4.2.2 Moranov I indeks (lokalni)

Lokalni Moranov indeks predstavlja indikator koji omogućava merenje kontribucije specifičnih prostornih jedinica globalnom Moranovom I indeksu, izračunatom za neku varijablu. Ovaj pokazatelj lokalne prostorne autokorelacije identifikuje lokalne klustere ili lokalne neobične vrednosti. Razvio ga je Anselin (1995) kao klasu lokalnih indikatora pod nazivom Lokalni indikatori prostorne asocijacije<sup>23</sup>. Lokalni Moranov I pokazatelj nudi uvid u ponašanje podataka na lokalnom nivou, dekompozicijom Moranovog globalnog indeksa na stepen prostorne povezanosti sa svakom prostornom jedinicom koja se posmatra. Za izračunavanje lokalnog Moranovog indeksa potrebni su isti parametri kao i za izračunavanje globalnog Moranovog, tako za svaku opštinu  $i$  imamo:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2 / (n - 1)} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Lokalni Moranov indeks se često koristi za ispitivanje geografske distribucije zdravstvenih parametara (Getis & Ord, 2010). U ovoj disertaciji biće prikazan na svakoj karti tako što će njegova pozitivna vrednost biti predstavljena linijama, a negativna kružićima. Biće označene samo one opštine kod kojih je lokalni Moranov I indeks statistički značajan i to sa  $\alpha = 0.90$ , ali uz Bonferonijevu korekciju.

#### 2.4.2.3 Analiza blizine

Analiza blizine u disertaciji je rađena nad dva tipa podataka. Prvi predstavlja geografsku lokaciju zdravstvene infrastrukture a drugi poligone koji predstavljaju opštine Republike Srbije. Podaci o opštinama dolaze iz Open Strit (OpenStreetMap contributors, 2021), dok su podaci o

<sup>23</sup> engl. Local Indicator of Spatial Association (LISA) (Anselin, 2010)

koordinatama zdravstvene infrastrukture dobijeni geokodiranjem adresa svih državnih zdravstvenih<sup>24</sup> institucija u Republici Srbiji<sup>25</sup>, korišćenjem Google aplikacionog programskog interfejsa (Google, 2022).

Za izračunavanje udaljenosti opština od državne zdravstvene infrastrukture korišćena je Gaus-Kriggerova projekcija.

#### 2.4.2.4 Kartiranje

Grafičko predstavljanje prostornih podataka vršeno je metodom horopleta. Sve horopletna karte Republike Srbije izrađene su korišćenjem podloga otvorenih i besplatnih podataka iz projekta Open Street (OpenStreetMap contributors, 2021). Korišćena je Merkatorova projekcija. Za palete boja korišćene su Harover i Bruer (2003) palete.

### 2.4.3 Merenje aerozagađenja i njegovog uticaja na prevremeni mortalitet

Kao najveći izazivači prevremenog mortaliteta u literaturi (Ritz i ostali, 2019; Dedoussi i ostali, 2020; Silver i ostali, 2020) se navode  $PM_{2.5}$ <sup>26</sup>,  $NO_2$  i  $O_3$ . Međutim, daleko najznačajnije zagađenje je ono koje izazivaju sitne  $PM_{2.5}$  čestice. Štaviše, skoriji izveštaj (Artur Gsella i ostali, 2021) je pokazao da je na nivou Srbije preko 92% prevremenog mortaliteta izazvanog aerozagađenjem bilo izazvano  $PM_{2.5}$  zagađenjem, dok su ostali zagađivači  $NO_2$  i  $O_3$  zaslužni za ostatak prevremenog mortaliteta (5% i 3%). Fokus uticaja aerozagađenja na prevremeni mortalitet će u ovoj disertaciji biti na zagađenju koje izazivaju najsitnije čestice  $PM_{2.5}$ , baš zato što uzrokuju ogromnu većinu prevremenog mortaliteta povezanog sa aerozagađenjem.

Podaci o  $PM_{2.5}$  aerozagađenju korišćeni u disertaciji dolaze iz EOSDIS (engl. Earth Observing System Data and Information System) – informacionog sistema agencije NASA (van Donkelaar i ostali, 2018). Podaci su dostupni za sve godine od 1998. do 2016. U ovoj disertaciji će se razmatrati podaci iz 2016. godine. Iako podaci nisu najsvežiji, uticaj ove vrste zagađenja na mortalitet je dugotrajan, i razmatraće se mortalitet za trogodišnji prosek od 2017 do 2019. godine, dakle, koristiće se podaci o zagađenju za godinu koja prethodi analiziranom periodu. U pitanju su satelitski podaci, tj. podaci prikupljeni satelitskim posmatranjem čitave planete sa totalnom pokrivenošću (Cohen i ostali, 2017). To je važno iz razloga što je najveći problem prilikom merenja uticaja aerozagađenja upravo nedostatak podataka, tj. loša pokrivenost teritorije mernim stanicama. Korišćenjem satelitskih podataka može se dobiti procena prosečnog godišnjeg izlaganja građana Srbije aerozagađenju i to veoma precizno, rezolucija podataka je  $0,01^\circ$  (tj. veličina kvadrata ćelija je 1,1 km), što omogućava računanje prosečnog nivoa prisustva  $PM_{2.5}$  zagađenja do nivoa naselja. U ovoj disertaciji analiza je vršena na nivou opštine (nivo do kog postoje detaljni podaci o mortalitetu u Srbiji).

Izračunavanje prosečne izloženosti  $PM_{2.5}$  aerozagađenju za svaku opštinu zahteva i ponderisanje prema distribuciji stanovništva. Naime, opština velike površine može imati koncentrisano stanovništvo u jednom urbanom centru u kom je i te kako prisutno zagađenje, a da u isto vreme ima ogromnu nezagađenu teritoriju na kojoj živi jako malo ljudi. Ponderisanjem se

<sup>24</sup> Iako su analizu uključena samo državna zdravstvena infrastruktura obrazloženje validnosti postupka diskutuje se na kraju sekcije: Korelacija pokazatelja prevremenog mortaliteta sa prisustvom zdravstvene infrastrukture

<sup>25</sup> Podaci ne uključuju lokacije institucija na Kosovu i Metohiji, iako se one navode u zvaničnim dokumentima Republike Srbije.

<sup>26</sup> PM – engl. Particulate Matter – čestice, najčešće se govori o sitnim česticama veličine 2.5 mikrona ( $PM_{2.5}$ ) ili česticama veličine 10 mikrona ( $PM_{10}$ )

osigurava da je zapravo izmerena izloženost, a ne samo prosek zagađenja u čitavoj opštini. Za ponderisanje podataka korišćeni su takođe NASA podaci (Center for International Earth Science Information Network - CIRESIN - Columbia University, 2018). Kako bi ponderisanje bilo moguće, bilo je potrebno svesti podatke na istu rezoluciju kao i podatke o zagađenju<sup>27</sup>. Izloženost aerozagađenju ponderisano stanovništvom (IAPS) je za svaku opštinu vršeno sledećom formulom:

$$IAPS = \frac{1}{P} \sum_i (A_i * P_i)$$

Gde su:

$P$ - ukupan broj stanovnika opštine

$A_i$ - procenjeni nivo  $PM_{2.5}$  zagađenja u geografskoj jedinici (ćeliji)  $i$

$P_i$ - procenjeni broj stanovnika u geografskoj jedinici (ćeliji)  $i$

Za procenu prevremenog mortaliteta izazvanog  $PM_{2.5}$  zagađenjem korišćena je ustanovljena metodologija Svetske zdravstvene organizacije (World Health Organization, 2013) i zasniva se na tome da se za svako linearno povećanje koncentracije od  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $PM_{2.5}$  čestica (počevši od  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rizik od smrti povećava 6.2 % za sve ljude starije od 30 godina (bilo kog pola). Pomenuta studija je procenila da je u 2019. godini u Srbiji usled  $PM_{2.5}$  zagađenja prevremeno umrlo 11.400 ljudi (Artur Gsella i ostali, 2021).

## 2.5 Replikabilnost istraživanja u programskom jeziku R

Celokupno istraživanje urađeno u doktorskoj disertaciji je transparentno i replikabilno. Svi proračuni, analiza i vizualizacija podataka vršeni su u programskom jeziku R. Koristeći skripte koje su deo prpratnog materijala disertacije zajedno sa podacima, koji su takođe dostupni kao prpratni materijal, moguće je pregledati i ponoviti ceo istraživački postupak. Transparentnost omogućava da se slične analize repliciraju u drugim kontekstima (drugim državama ili sa svežijim podacima). Kôd za analizu se nalazi u sekciji Prilog 2. Sav kôd se takođe nalazi u repozitorijumu <https://github.com/gljik>. U istom repozitorijumu se nalaze i podaci korišćeni u disertaciji koji obuhvataju više od milion redova podataka o mortalitetu i starosno polnoj strukturi.

Kako bi bilo moguće replicirati analizu potrebno je instalirati R (R Core Team, 2021) okruženje sa sledećim paketima: *tidyverse* (Wickham i ostali, 2019) - za manipulaciju podacima, *rgdal* (Tennekes, 2021), *maptools* (Bivand & Lewin-Koh, 2021), *spdep* (Bivand & Wong, 2018), *raster* (Hijmans, 2021) i *rgeos* (Bivand & Rundel, 2021) za gis analizu, *ggmap* (Kahle & Wickham, 2013) za geokodiranje, *psych* (Revelle, 2019) i *FactoMineR* (Lê i ostali, 2008) za faktorsku analizu, *treemap* (Tennekes, 2021) i *ggvoronoi* (Garrett i ostali, 2021) za vizualizaciju podataka, *openxlsx* (Schauberger & Walker, 2021), *geojsonio* (Chamberlain & Teucher, 2021) i *eurostat* (Eurostat, 2021) za uvoz i izvoz podataka.

---

<sup>27</sup> Čitav proces dat je detaljno u Prilogu 4

### 3 Rezultati

#### 3.1 Opšte stanje prevremenog mortaliteta u Srbiji

Rezultati za Srbiju pokazuju da od prevremenog mortaliteta umre oko 42 hiljade ljudi godišnje u standardnim okolnostima (ne računajući specijalne okolnosti izazvane SARS-CoV-2 pandemijom). To znači da prevremeni mortalitet čini nešto više od 40% ukupnog mortaliteta (Tabela 2). Prethodna istraživanja Ivana Marinkovića (Marinkovic, 2021), ukazuju na generalni trend opadanja prevremenog mortaliteta, ali u njegovim istraživanjima se takođe detektuje i usporavanje. To usporavanje je najevidentnije od početka 21. veka (Marinkovic, 2012, 2021). Podaci za poslednjih 6 godina ukazuju na stagnaciju ili čak blagi porast prevremenog mortaliteta. Nažalost, zbog pandemije koja je bitno uticala na podatke iz 2020, i koja će zasigurno imati još veći uticaj na mortalitetnu situaciju iz 2021<sup>28</sup>, nije moguće znati da li je u pitanju trend povećavanja prevremene smrtnosti, ili se radi o stagnaciji prevremene smrtnosti. Poslednjih decenija broj umrlih je nešto iznad ili oko 100.000 u Srbiji, što je zvučan i zaokružen broj koja se lako komunicira, i koji demografi i epidemiolozi često koriste za brzinske proračune i zagovaranje. Još jedan takav broj koji se može koristiti za zagovaranje (lobiranje za više resursa koje treba usmeriti za poboljšavanje mortalitetne situacije) može biti *pola miliona izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji godišnje*.

Od početka pandemije SARS-CoV-2 bilo je reči o tome kako je najstarija populacija najugroženija da podlegne fatalnim efektima infekcije ovim virusom. Ipak, činjenica je da se ogromna većina viška mortaliteta dogodila kod mlađih od 75. U godini pandemije broj izgubljenih godina potencijalnog života je porastao gotovo za šestinu u odnosu na prethodnu godinu.

Tabela 2. Umrli u Srbiji u periodu od 2015. do 2020. god.

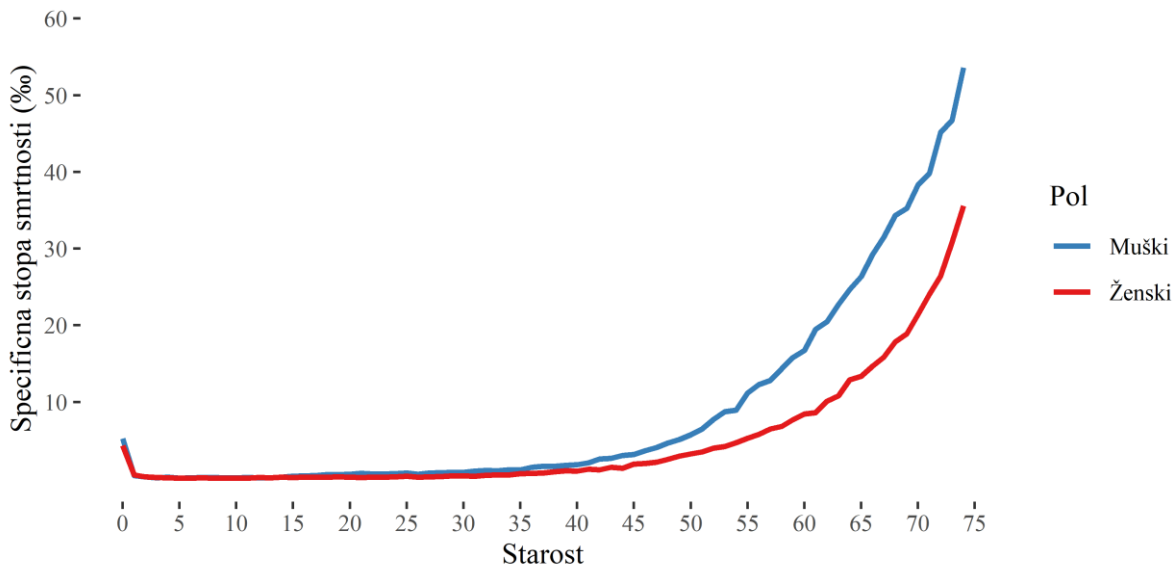
Godina	YPLL	Umrli <75	Ukupno umrlih	Umrli <75 (%)
2015	568.849	42.736	103.678	41,22
2016	547.137	41.679	100.834	41,33
2017	550.012	42.336	103.722	40,82
2018	533.238	42.036	101.655	41,35
2019	535.524	43.002	101.458	42,38
2020	614.312	51.398	116.850	43,99

Izvor podataka: Republički zavod za statistiku (2021b)

##### 3.1.1 Prevremeni mortalitet u Srbiji prema starosti i polu

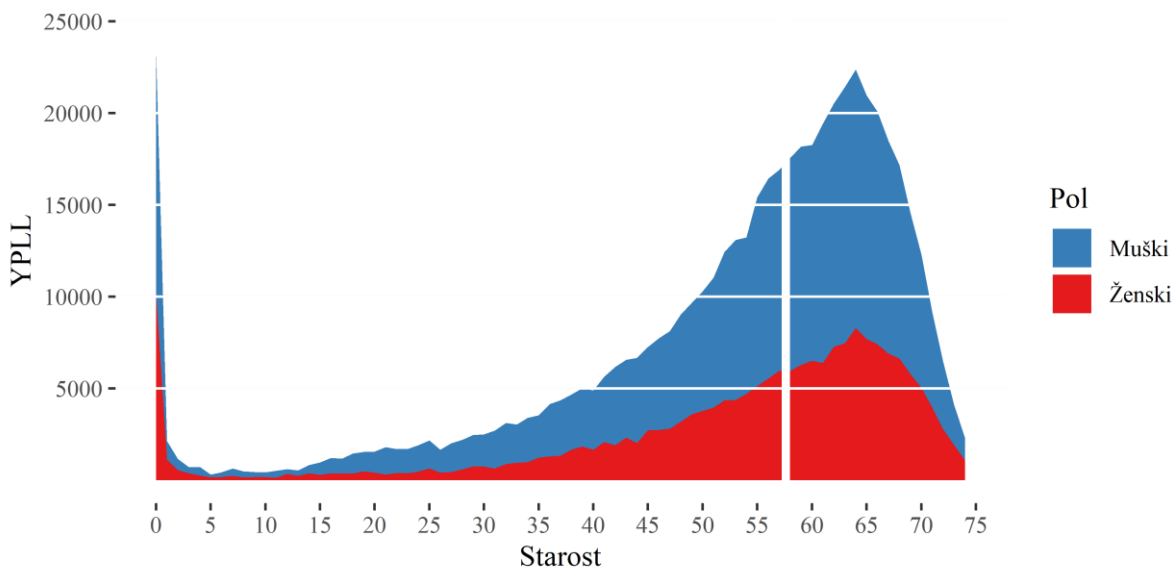
Opšte je poznato da žene žive duže od muškaraca. U Srbiji je ta razlika izražena, ali ne u meri kao što je to slučaj u zemljama istočne Evrope (Galjak, 2014a; Marinković, 2016). Jedan od glavnih činilaca tog jaza je prevremeni mortalitet, jer muškarci generalno imaju veću verovatnoću umiranja u mlađim godinama svog života kao rezultat egzogenih faktora. Rezultati pokazuju da je u Srbiji prevremeni mortalitet muškaraca za skoro dve trećine viši od prevremenog mortaliteta žena. Već od tinejdžerskih godina specifične stope mortaliteta muškaraca i žena počinju da divergiraju i ta razlika raste do najstarijih godina prevremenog mortaliteta (Ilustracija 3). Porast specifičnih stopa mortaliteta sa starenjem postaje značajan tek od 40. godine života.

<sup>28</sup> Što će moći tek da se analizira od jula 2022. kada budu dostupni detaljni podaci o smrtnosti za 2021. god.



Ilustracija 3. Specifične stope smrtnosti muškaraca i žena mlađih od 75 u Srbiji u periodu od 2017-2019. god.

Distribucija prevremenog mortaliteta kroz pokazatelj izgubljenih godina potencijalnog života (Ilustracija 4) je nešto drugačija u poređenju sa uobičajenom mortalitetnom krivom. Medijalna starost izgubljenih godina potencijalnog života za ukupnu populaciju bila je 57,62 godine u istom periodu (za muškarce 57,35 dok je za žene bila nešto viša i iznosila je 58,11). To znači da se podjednaki broj izgubljenih godina života dogodio za mlađe od 57,62 godine i za starije od tog godišta (što je detonirano na vizualizaciji vertikalnom belom linijom).

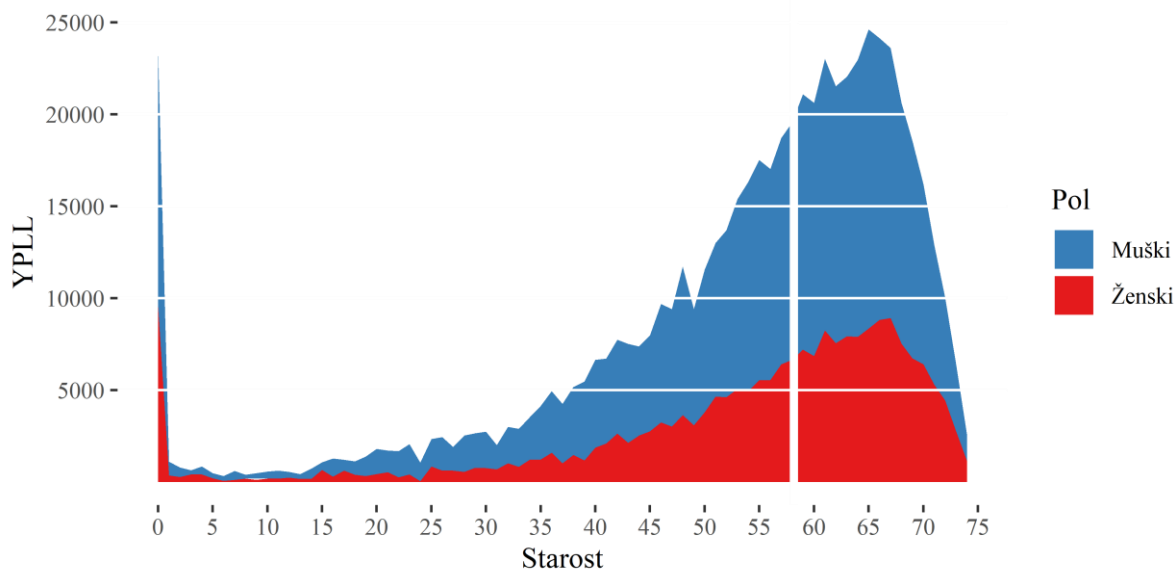


Ilustracija 4. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života po polu i starosti za period od 2017-2019. god.

Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života je izgledala slično u 2020. godini, ali je intenzitet umiranja bio značajno veći (Ilustracija 5). Povećani intenzitet umiranja nije iznenađujući jer se radi o godini pandemije, koja je sa sobom donela i to da više ljudi umre, uključujući i one mlađe od 75. godina. Ono što iznenađuje je pomeranje medijalne starosti izgubljenih godina života. Te godine su u Srbiji među posmatranim segmentom mlađih od 75 godina umirali nešto stariji nego što



je to bio slučaj prethodnih godina, te je medijalna starost izgubljenih godina potencijalnog života za ukupnu populaciju bila 58,17 godina. Međutim, jaz kod ovog pokazatelja je 2020. godine između muškaraca i žena bio značajno veći jer je njegova vrednost za muškarce bila 57,36, a za žene 59,03. Broj izgubljenih godina života kulminira među malo starijima sa modusom na 65. godini za muškarce u poređenju sa 64 godine za prethodni trogodišnji period, i 67 za žene u poređenju sa vrednošću od 64 godine u prethodnom trogodišnjem periodu.

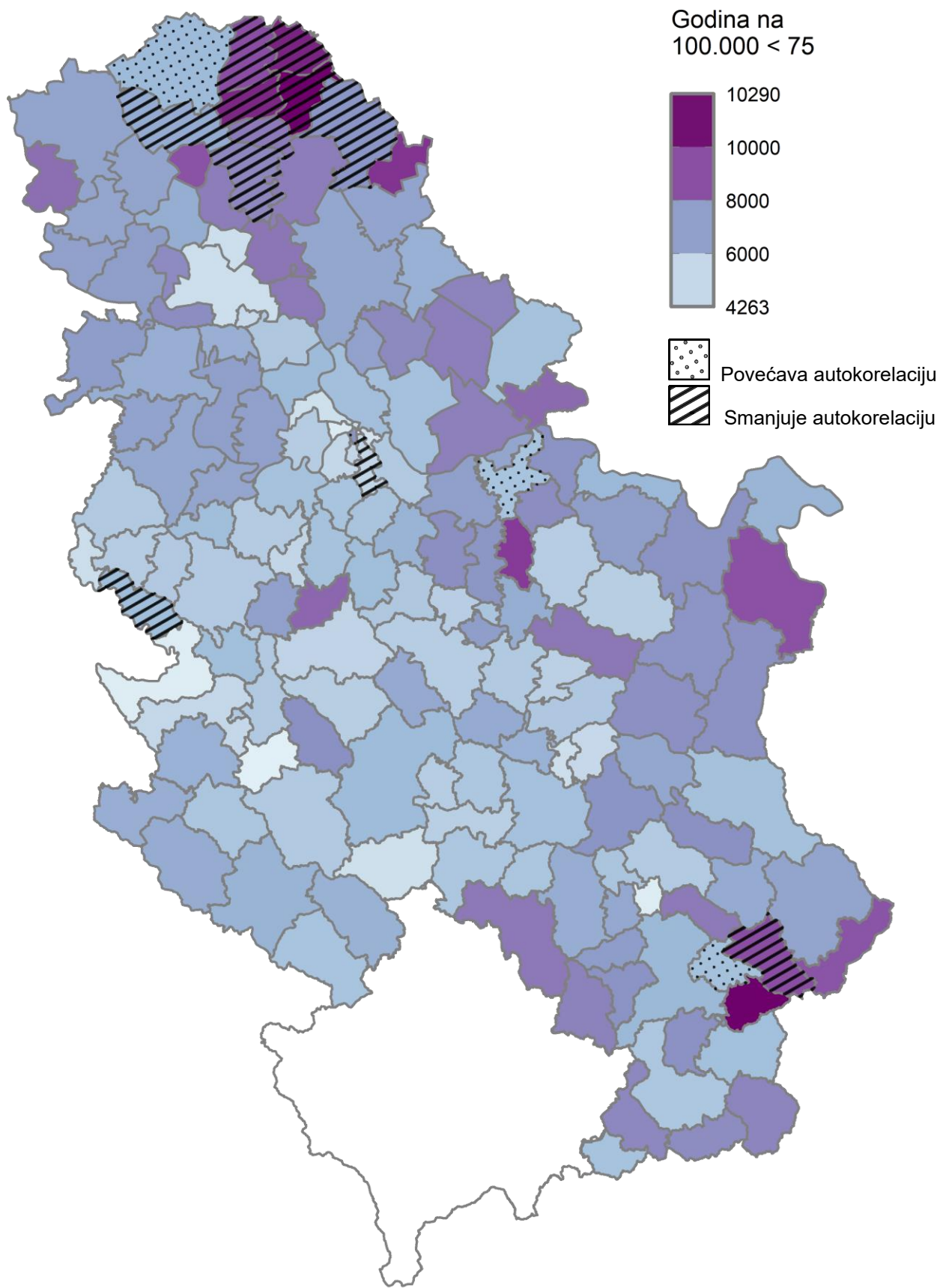


Ilustracija 5. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života po polu i starosti za 2020. god.

Poseban demografski gubitak se odnosi na žene mlađe od 50 godina, kao reproduktivno sposobni segment populacije čije smrti imaju potencijal da smanje budući natalitet. U proseku je u trogodišnjem periodu od 2017. do 2019. umiralo 1.479 žena mlađih od 50 godina. Ako se pretpostavi da će kohortni fertilitet ostati isti, kao što je to bio za kohortu žena koja su rođene 1975. god., a to je 1.55 dece po ženi (Rašević & Galjak, 2022), onda se može proceniti da se godišnje u najgorem slučaju od prevremenog mortaliteta žena izgubi 2.292,45 dece. Međutim, taj broj je u realnosti mnogo manji jer se većina smrti dešava u periodu između 40. i 50. godine, kada je fertilitet značajno niži. Uzevši u obzir da je broj rođenja u Srbiji između 65 i 60 hiljada godišnje, jasno je da je efekat koji prevremeni mortalitet ima na potencijalni broj rođenja (naročito u jednoj godini) veoma mali.

### 3.1.2 Geografska distribucija prevremenog mortaliteta u Srbiji

Srbija je zemlja sa velikim regionalnim razlikama u pogledu ekonomije, demografije i drugih socioekonomskih činioca. Regionalizacija mortaliteta je takođe poznata, a ranija istraživanja (u kojima su korišćene standardizovana stopa umrlih koji su mlađi od 75 i ukupne stope smrtnosti mortaliteta koji se može izbeći, kao i nestandardizovane stope potencijalno izgubljenih godina života) to i pokazuju (Marinkovic, 2021; Rašević & Galjak, 2022). U nastavku analize korišćen je pokazatelj standardizovanih godina izgubljenog potencijalnog života, koji do sada nije korišćen u analizi prevremenog mortaliteta na nivou opština u Srbiji (Karta 1), a koji otkriva sličnu racionalizaciju.



Moran's I: 0.357 (p<0.0001)

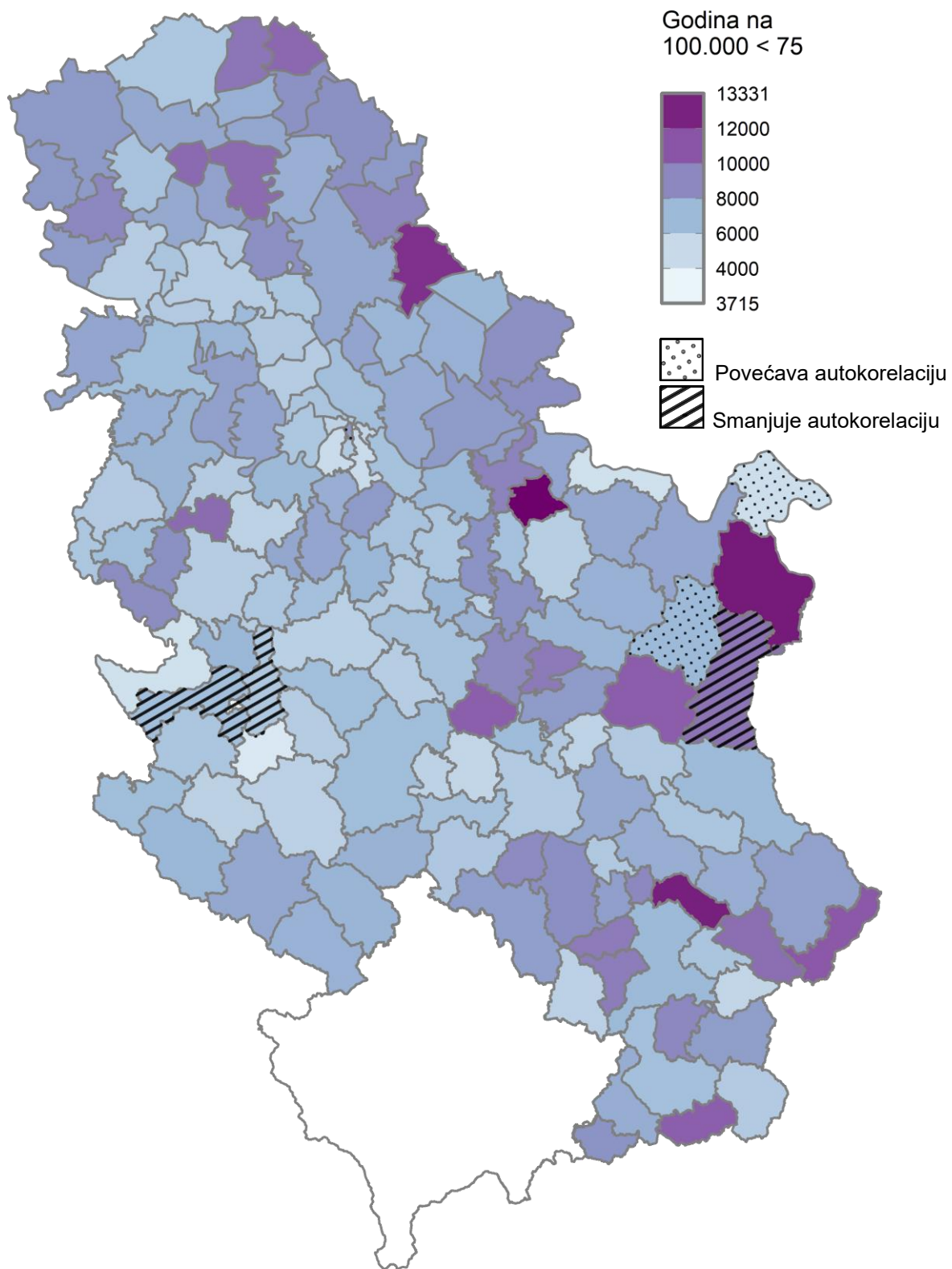
Karta 1. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji za period 2017-2019. god.

Analiza je potvrdila da postoje značajne razlike između opština u Srbiji ( $c_v=0,54$ ). Manje, ruralne opštine pokazuju tendenciju ka višim stopama prevremenog mortaliteta, što dolazi do izražaja tek kada se koristi standardizovani pokazatelj koji eliminiše razlike u starosnoj strukturi. Najlošija situacija u Srbiji kada je prevremeni mortalitet u pitanju je u Severnom Banatu, gde postoji klaster opština sa visokim stopama. Opština koja je *outlier* (tj. ekstremna vrednost) je Crna Trava. To je opština sa jako malim brojem stanovnika (manje od 2000 stanovnika) koja i pored korišćenja trogodišnjeg proseka pokazuje ekstremnu vrednost pokazatelja prevremenog mortaliteta (za nju je vrednost YPLL<sub>i</sub> bila preko 20796). Urbane, gradske opštine kao što su centralne beogradske opštine imaju najniže stope prevremenog mortaliteta. Opštine sa veoma niskim stopama prevremenog mortaliteta, a koje nisu veliki urbani centri su: Arilje, Doljevac, Bajina Bašta, Mali Zvornik i Ražanj.

Postoji umereni, statistički značajan nivo geografske autokorelacije standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života (Moranov  $I = 0,357$ ,  $p < 0,0001$ ). Drugim rečima, opštine koje se međusobno graniče imaju tendenciju da imaju i slične nivoe prevremenog mortaliteta. Opštine koje najviše doprinose toj korelaciji su na Karta 1 obeležene prugama, dok su opštine koje najviše *kvare* tu korelaciju obeležene kružićima.

Ovakvi rezultati su kongruentni sa EHIS (European Health Interview Survey). Istraživanjem zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine, u kom je region Beograda izdvojen kao najbolji region kada je u pitanju i subjektivan osećaj zdravlja, dok je Južna i istočna Srbija region sa najlošijim subjektivnim osećajem zdravlja (Milić i ostali, 2021). Prema tom istraživanju, Vojvodina je odmah nakon Beograda, dok je analiza pravovremenog mortaliteta data u ovoj disertaciji identifikovala i neke vojvođanske opštine kao opštine sa najvišim prevremenim mortalitetom. Ipak, treba uzeti u obzir da su te opštine populaciono jako male i da zbirno ne utiču previše na rezultate na nivou regiona.

Situacija u 2020. godini je veoma slična kada je u pitanju distribucija prevremenog mortaliteta (Karta 2), ali ne i kada je u pitanju sveukupni intenzitet. Naime, u Srbiji je stopa standardizovanih izgubljenih godina života bila za oko 11% viša u 2020. (YPLL<sub>i</sub>= 6821) nego u prethodnom trogodišnjem periodu (YPLL<sub>i</sub>= 6081). Uzevši u obzir da je trogodišnji prosek značajno izgladeniji od podataka za jednu godinu (zbog stohastičkog elementa), onda ne iznenađuju veće razlike u prevremenom mortalitetu između opština. Ipak, zanimljiva je regionalizacija oko dve opštine Zapadne Srbije nižeg mortaliteta: Užica i Požege.



Moran's I: 0.169 (p=0.0002)

Karta 2. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji 2020. god.

### 3.2 Prevremeni mortalitet u Srbiji prema uzroku smrti

Srbija, iako poznata po natpolovičnom udelu kardio-vaskularnog mortaliteta za generalnu populaciju (Galjak, 2018b), pokazuje drugačije rezultate kada je u pitanju prevremeni mortalitet (Tabela 3). Najviše godina izgubljenog potencijalnog života u Srbiji odlazi na neoplazme, tj. tumore (Ilustracija 6). Kardio-vaskularne bolesti su na drugom mestu, nakon čega slede eksterni uzroci smrti i respiratorne bolesti, pa potom i svi ostali. Uzrok smrti na koji odlazi daleko najviše izgubljenih godina potencijalnog života je zloćudni tumor bronhija i pluća (C34). Na drugom i trećem mestu su: kardio-vaskularni uzroci smrti, akutni infarkt miokarda (I21) i zastoj srca (I42).

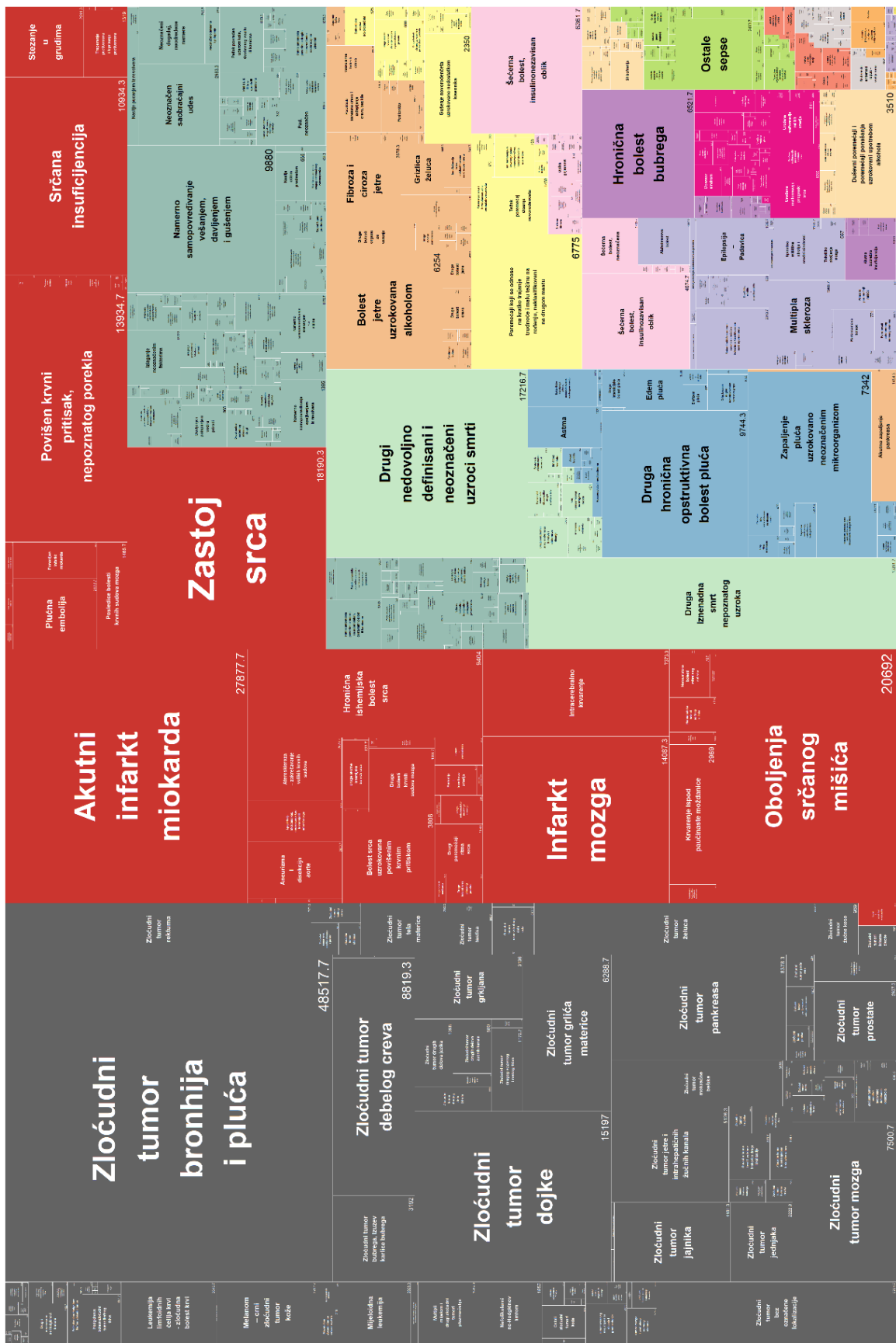
Tabela 3. Pet najčešćih uzroka ukupnog i prevremenog mortaliteta u Srbiji u periodu od 2017-2019. god.

Uzroci ukupnog mortaliteta	Broj umrlih	Uzroci prevremenog mortaliteta	YPLL
Oboljenja srčanog mišića	12457	Zloćudni tumor bronhija i pluća	48518
Infarkt mozga	6225	Akutni infarkt miokarda	27878
Povišen krvni pritisak, nepoznatog porekla	5520	Oboljenja srčanog mišića	20692
Zloćudni tumor bronhija i pluća	5299	Zastoj srca	18190
Akutni infarkt miokarda	4302	Drugi nedovoljno definisani i neoznačeni uzroci smrti	17217

Ono što posebno zabrinjava jeste kvalitet podataka, tj. način na koji se kodiraju nastale smrti, zato što je kategoriji nepoznatih uzroka smrti, kojoj pripadaju uzroci poput „nedovoljno definisani i neoznačeni uzroci smrti“ i „druga iznenadna smrt nepoznatog uzroka“, pripisano čak 35.485,8 godina. To bi (kada bi se cela ova kategorija smatrala jednim uzrokom) činilo drugi najznačajniji uzrok prevremene smrti u Srbiji, odmah posle zloćudnog tumora bronhija i pluća. Još jedan razlog za preispitivanje podataka jeste i iznenađujuće velika kategorija uzroka zastoja srca (I42) koja kao kategorija bez jasne etiologije predstavlja samo opis stanja i govori malo o prethodnom morbiditetu ili pravom uzročniku bolesti<sup>29</sup>.

Iz prethodnih sekcija disertacije evidentno je da postoje velike razlike u intenzitetu prevremenog mortaliteta po polu, međutim, razlika je veoma evidentna i u uzrocima umiranja (Ilustracija 7). Naime, osim što smrti žena ne samo da čine skoro manje od polovine muških smrti, struktura smrti je značajno drugačija. Najveća razlika je u kardio-vaskularnim bolestima, gde je struktura umiranja slična između muškaraca i žena, samo što je kod žena intenzitet umiranja kod većine kardio-vaskularnih bolesti više nego dvostruko niži.

<sup>29</sup> Ovo je netipično za zemlje sa razvijenijom mortalitetnom statistikom.



Ilustracija 6. Uzroci prevremenih smrti u Srbiji u izgubljenim godinama potencijalnog života (trogodišnji prosek 2017-2019. god.)

U poređenju sa kardio-vaskularnim bolestima, mortalitet od tumora je sličniji među polovima, ali i kod te kategorije uzroka smrti muškarci imaju za oko četvrtinu veći broj izgubljenih godina potencijalnog života od žena. Kod ove kategorije razlike u lokalizacijama između muškaraca i žena su očigledne. Naime, žene imaju dvostruko manje izgubljenih godina od raka pluća, ali su zato brojne lokalizacije prisutne samo kod žena (rak grlića materice, rak jajnika, rak dojke, itd.) i čine ovu kategoriju bolesti veoma značajnom za prevremeni mortalitet žena<sup>30</sup>. Iako postoje lokalizacije tumora koje se javljaju samo kod muškaraca (rak prostate), one se najčešće javljaju kod starije populacije i nisu tipične za mlađe muškarce, pa samim tim i njihov udeo nije toliko značajan za prevremeni mortalitet muškaraca (kao što je to slučaj sa lokalizacijama tipicima za žene).

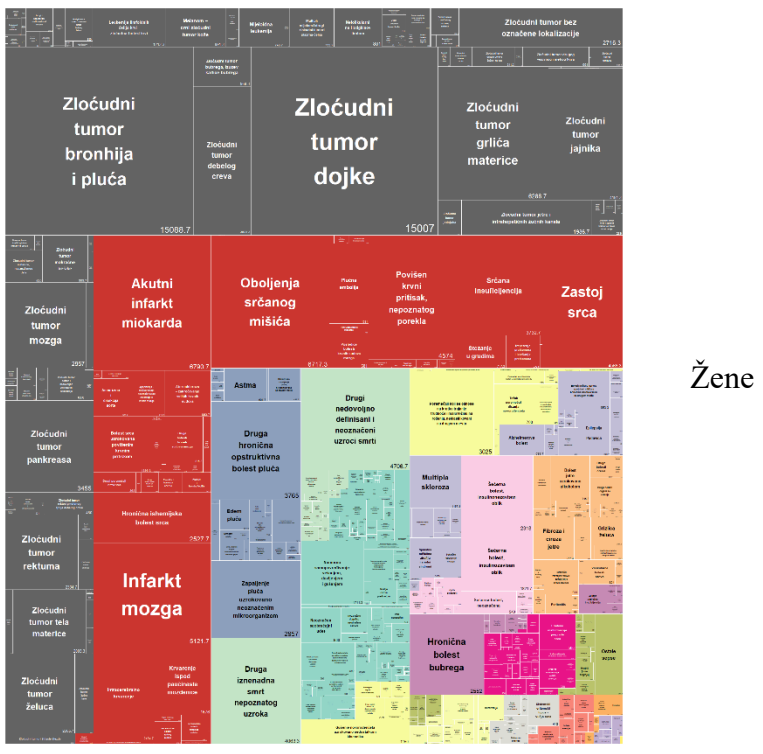
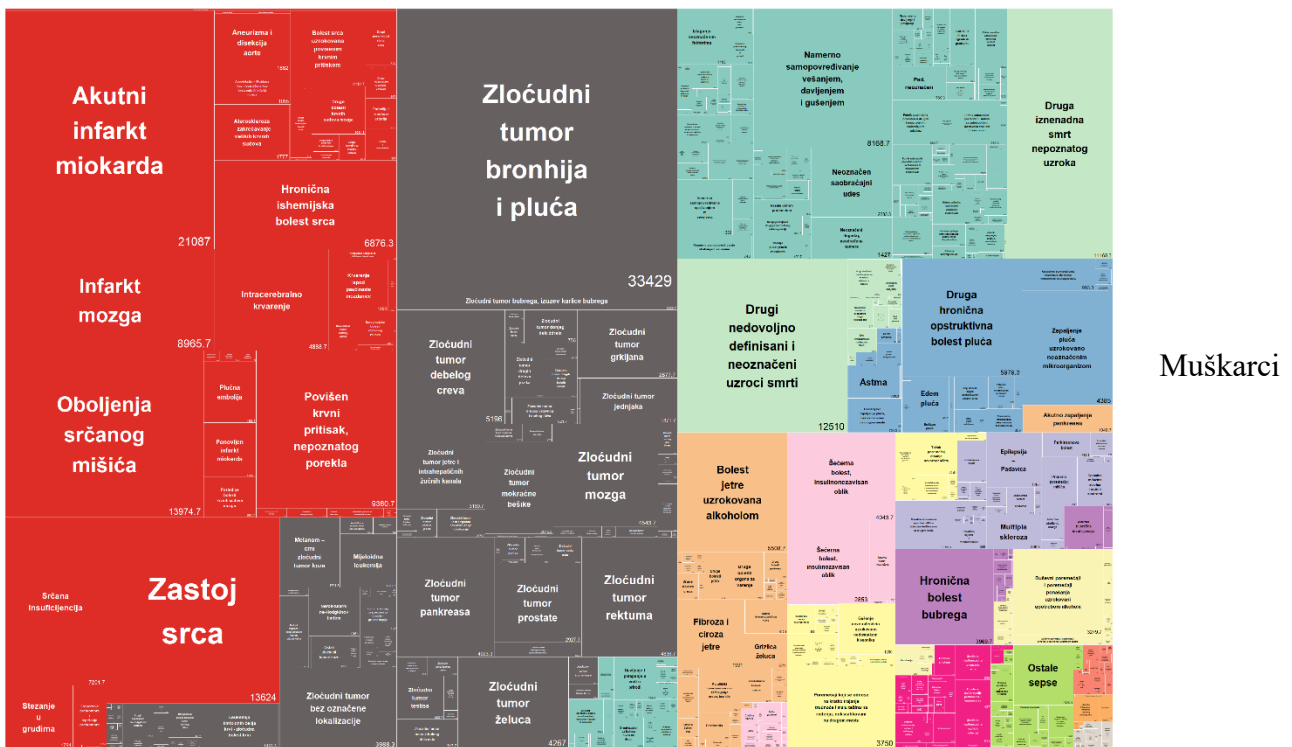
Kategorija eksternih smrti je kategorija velikog jaza između prevremenog mortaliteta muškaraca i žena. Kod muškaraca je preko 60% zastupljenija nego kod žena. Najznačajnija razlika je u samoubistvima, koja kod muškaraca odnose gotovo 5 puta više izgubljenih godina potencijalnog života nego kod žena<sup>31</sup>. Kategorija nepoznatih uzroka smrti nije proporcionalno više zastupljena kod muškaraca. Naime, muškarci mnogo češće umiru od nepoznatih uzroka nego što bi se to moglo očekivati na osnovu razlika između prevremenog mortaliteta među polovima.

---

<sup>30</sup> Prema Istraživanju godine samo jedna trećina žena je ikada u životu obavila mamografski pregled dojki, a u tri godine koje su prethodile istraživanju samo oko dve trećine žena starih između 25 i 64 godine je uradilo Papanikolau test za rano otkrivanje raka grlića materice (Milić i ostali, 2021).

<sup>31</sup> Kada su suicidi u pitanju postoji opšti trend smanjenja stope suicida od sredine 20. veka u Srbiji (Penev & Stankovic, 2007).





Ilustracija 7. Uzroci prevremenih smrti u Srbiji prema polu u izgubljenim godinama potencijalnog života (trogodišnji prosek 2017-2019. god.).

### 3.2.1 Prevremeni mortalitet u Srbiji koji je moguće izbeći

U Srbiji od prevremenog mortaliteta koji se može izbeći godišnje umire oko 26.911 (trogodišnji prosek od 2017-2019. god.) ljudi, što sa sobom povlači 333.608 izgubljenih godina potencijalnog života, što je preko 60% svih izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji. Prevremeni mortalitet koji se može izbeći ima svoje dve podvrste na osnovu toga na koji način je

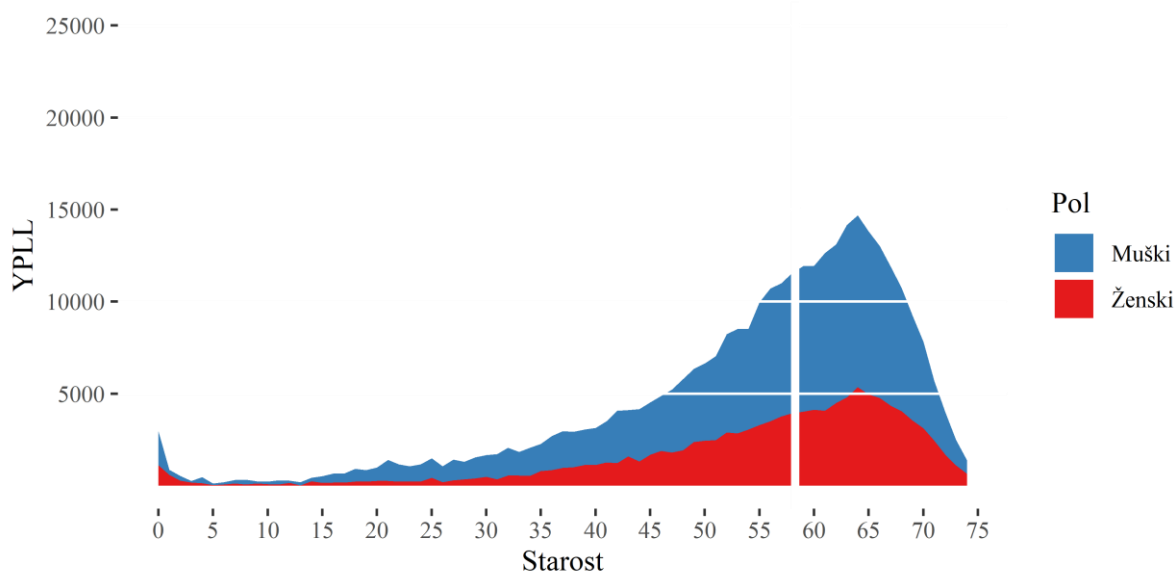


moguće izbeći smrti, a to su preventabilni i predupredivi mortalitet<sup>32</sup>.

Od uzroka smrti koje je moguće izbeći prevencijom, u Srbiji godišnje umre oko 17.878 lica, što je 235.743 godine izgubljenog potencijalnog života. Od uzroka smrti koje je moguće izbeći pravovremenom i adekvatnom zdravstvenom negom umre oko 17.716 lica, što čini 198.994 godine izgubljenog potencijalnog života.

Starosna distribucija mortaliteta koji se može izbeći (Ilustracija 8) pokazuje dodatne razlike između polova. Naime, od tinejdžerskih godina, prevremeni mortalitet koji se mogao izbeći počinje da raste i za muškarce i za žene. Međutim, rast ove vrste mortaliteta starenjem kod žena kreće linearno i mnogo sporije nego kod muškaraca kod kojih se taj rast ubrzava. Kod oba pola ova vrsta mortaliteta dostiže vrhunac u 65. godini starosti. Međutim, do te starosti kod muškaraca su vrednosti već skoro dvostruko više nego kod žena. Medijalna starost distribucije godina izgubljenog potencijalnog života mortaliteta koji se mogao izbeći je 58,29 što je malo više u poređenju sa medijalnom vrednošću za sve uzroke smrti, čija vrednost iznosi 57,62.

Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije iz 2019. godine (Milić i ostali, 2021) je pokazalo da muškarci generalno ocenjuju sopstveno zdravlje kao bolje od žena, koje su sa druge strane imale niži krvni pritisak i niže stope predgojaznosti (dok je procenat gojaznosti bio sličan), manju prevalenciju pušenja, osam puta manju potrošnju alkohola itd. Ovakav paradoks (između percepcije sopstvenog zdravlja i realnog stanja) nam govori da iako postoje značajne razlike u zdravlju između polova, sklonost da se zdravstveni problemi prepoznaju (i pravovremeno tretiraju) je takođe faktor koji utiče na to da muškarci imaju više stope prevremenog mortaliteta.

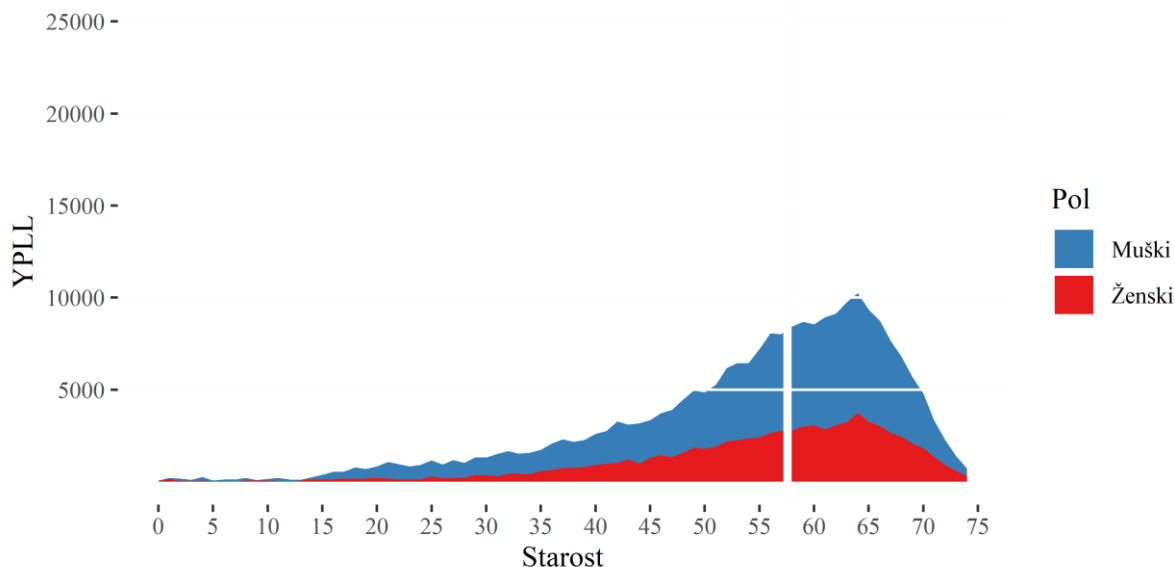


Ilustracija 8. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života koje su se mogle izbeći po polu i starosti za period od 2017-2019. god.

Kada se izoluje preventabilni mortalitet (Ilustracija 9), slični starosni patern je prisutan kao i kod ukupnog prevremenog mortaliteta koji se mogao izbeći, sa jednom važnom razlikom – jaz između polova je daleko manji. Medijalna starost distribucije godina izgubljenog potencijalnog života mortaliteta koji se mogao izbeći prevencijom je nešto niža i iznosi 57,57 godina.

<sup>32</sup> Vidi sekciju Osnovni pojmovi od značaja za proučavanje prevremenog mortaliteta i njihove međusobne relacije

Jedan od faktora koji ne doprinose nižoj medijalnoj starosti je i prevremena smrtnost odojčadi, koja može biti preventabilna, ali su takve smrti veoma retke<sup>33</sup>. Odsustvo ovog faktora nam ukazuje da je cela distribucija pomerenjena ulevo, osim toga, distribucija je veoma slična distribuciji svih prevremenih smrti koje su se mogle izbeći (Ilustracija 8). Ubrzani rast prevremenog preventabilnog mortaliteta kod muškaraca počinje posle 45. godine.



Ilustracija 9. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života od smrti koje su se mogle izbeći merama prevencije po polu i starosti za period od 2017-2019. god.

U slučaju mortaliteta koji se mogao izbeći adekvatnom i pravovremenom zdravstvenom negom (predupredivi mortalitet) patern umiranja, iako sličan, ima elemente koji ga razlikuju od ostalog mortaliteta koji se može izbeći. Kod ove vrste mortaliteta razlike između polova su najmanje, tj. predupredivi mortalitet kod muškaraca je tek za 30% viši nego kod žena, za razliku od preventabilnog kod kog je razlika blizu 50%.

Za razliku od preventabilnog mortaliteta, u predupredivi mortalitet ulaze brojne smrti odojčadi i majki iz perinatalnog perioda<sup>34</sup> (iako procentualno čine mali broj smrti, označeno ružičastom bojom na Ilustracija 11). Medijalna starost distribucije godina izgubljenog potencijalnog života mortaliteta koji se mogao preduprediti je značajno viša u odnosu na mortalitet koji se mogao prevenirati i iznosi 59,7 godina. Razlog za razliku u medijalnom godištu najviše leži u činjenici da je predupredivi mortalitet pre 35. godine veoma retka pojava u poređenju sa preventabilnim mortalitetom, koji je, naročito za muškarce, prisutan već od tinejdžerskih godina. Druga polovina distribucije, koja se odnosi na one starije od 60 godina, je slična preventabilnom mortalitetu, što ne iznenađuje uzevši u obzir da se ova dva tipa mortaliteta koji se može izbeći u određenoj meri preklapaju.

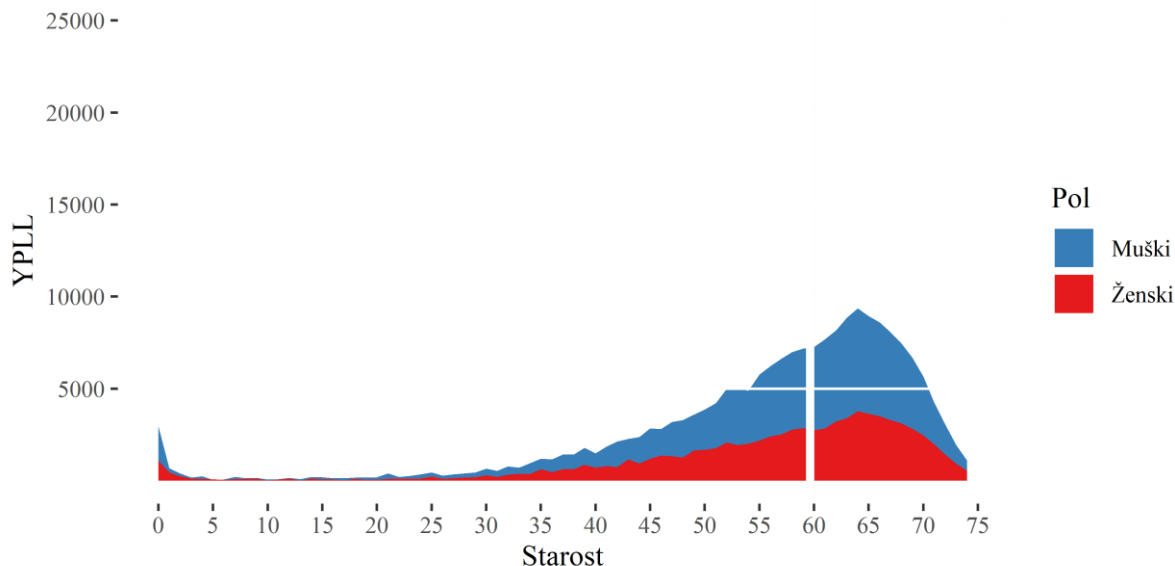
Mortalitet žena mlađih od 50 godina koji se mogao izbeći je veoma mali. U proseku je između

<sup>33</sup> vidi Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći

Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći

<sup>34</sup> Za detaljne uzroke smrti koji ulaze u ovu kategoriju vidi Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći

2017 i 2019. godine bilo moguće izbeći 848 smrti žena u reproduktivnom periodu godišnje, od čega se 514 tih smrti dogodilo između 40. i 50. godine starosti. To nam govori da je potencijal za povećanje nataliteta smanjenjem smrtnosti koje se mogu izbeći kod žena u fertilnom periodu izuzetno ograničen.



Ilustracija 10. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života od smrti koje su se mogle preduprediti adekvatnom zdravstvenom negom po polu i starosti za period od 2017-2019.

### 3.2.2 Geografska distribucija prevremenog mortaliteta koji se može izbeći

U Srbiji je prevremeni mortalitet koji se može izbeći distribuiran slično ukupnom prevremenom mortalitetu (Karta 3). To ne iznenađuje jer je većinu izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji moguće izbeći. I kod prevremenog mortaliteta koji se može izbeći postoji Crna Trava kao ekstremna vrednost (koja je korigovana na mapi radi boljeg prikaza, zbog jako malog broja stanovnika mlađih od 75. godina nastaju ekstremne vrednosti).

Klaster koji je identifikovan kod ukupnog mortaliteta u Severnom Banatu<sup>35</sup> je zapravo klaster mortaliteta koji se može izbeći. Naime, rezultati pokazuju da kada se uradi dodatna analiza svog mortaliteta koji se ne može izbeći (dakle, preostalog mortaliteta kada se oduzme onaj koji se može izbeći), taj klaster prestaje da postoji. To nam ukazuje na činjenicu da bi mnoge godine izgubljenog potencijalnog života u tom delu Srbije mogle biti sačuvane. Pošto je analiza vršena za trogodišnji period, u pitanju su perzistentne vrednosti (koje se ponavljaju iz godine u godinu). U pet najugroženijih opština Severnobanatske oblasti (Kanjiža, Senta, Čoka, Ada, Novi Kneževac), godišnje se u proseku izgubi 9277 godina potencijalnog života koje je bilo moguće prevenirati ili preduprediti. Važno je naglasiti da ovom klasteru pripada i Kikinda (kao najveća opština Severnobanatske oblasti), ali da su u njoj vrednosti prevremenog mortaliteta koji se može izbeći značajno niže nego u ostalim opštinama Severnobanatske oblasti. To ukazuje na potencijalni problem u organizaciji sistema zdravstvene zaštite u ovoj oblasti. Analiza uzroka smrti u pet opština Severnobanatske oblasti ne daje jasan odgovor na pitanje zašto one imaju značajno više stope prevremenog mortaliteta koji se može izbeći, ali evidentno je da je kardio-vaskularni mortalitet

<sup>35</sup> Vidi Karta 1 u sekciji Geografska distribucija prevremenog mortaliteta u Srbiji

zastupljeniji od tumora (što je netipično za ostatak Srbije kada je mortalitet koji se može izbeći u pitanju). To dodatno ukazuje na to da su ove opštine u ranijoj fazi kardio-vaskularne revolucije (Vallin & Meslé, 2004). Kompletiranje kardio-vaskularne tranzicije, za šta je potreban kvalitetniji sistem zdravstvene zaštite, predstavlja najlakši način da se spusti ukupni mortalitet. Bihevioralni faktori potencijalno igraju značajnu ulogu uzevši u obzir da je stanovništvo Vojvodine u proseku gojaznije od ostalih stanovnika Srbije (Milić i ostali, 2021). Ono što je takođe tipično za ove opštine je nešto viši prevremeni mortalitet od bolesti koje izaziva alkohol<sup>36</sup>.

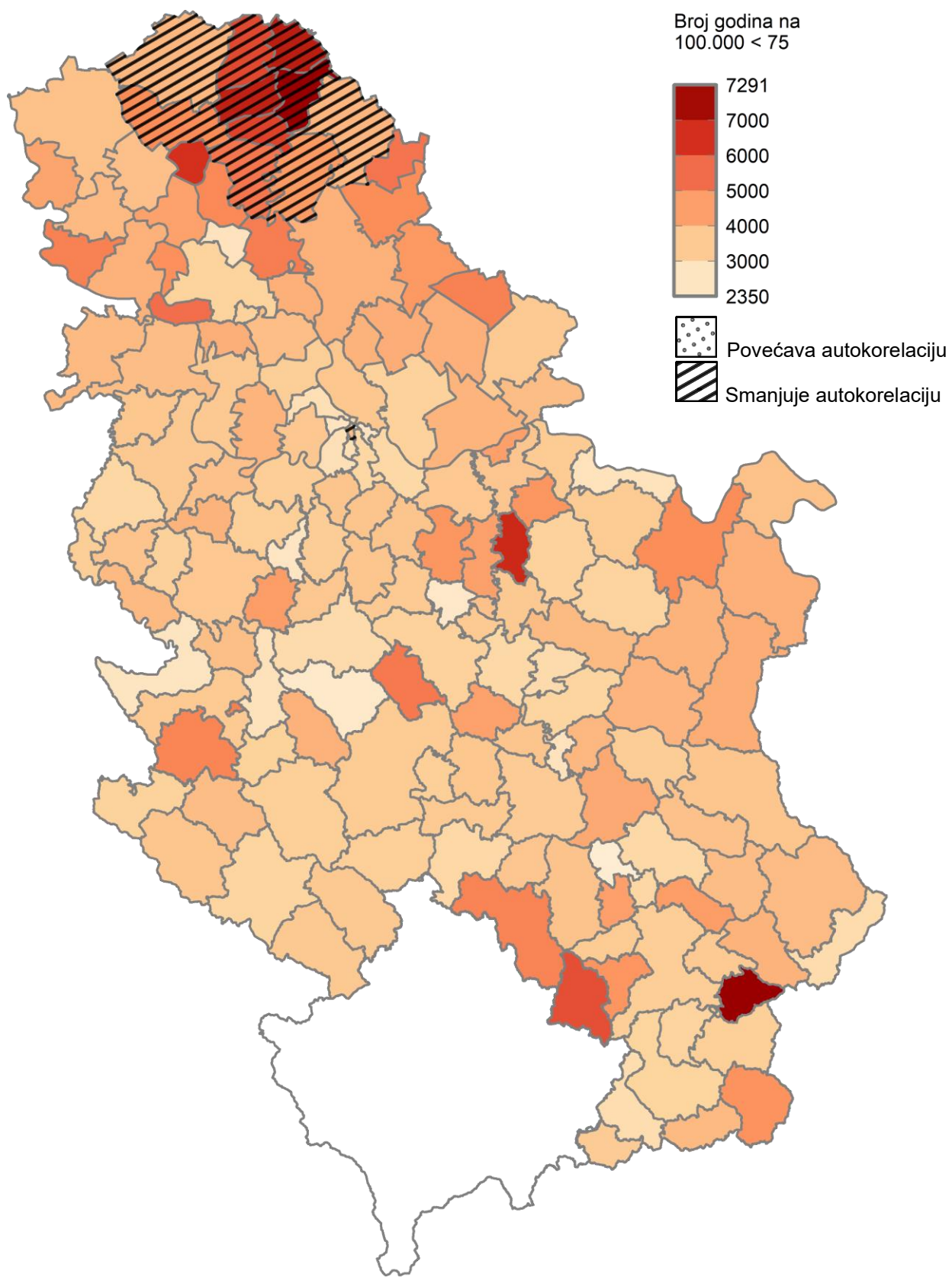
Gorepomenuti slučaj Severnbanatske oblasti je samo najeklatantniji primer pravila da sedišta okruga, tj. veći urbani centri u svakom okrugu imaju niže stope prevremenog mortaliteta koji se može izbeći od ostatka svog okruga. Ovo pravilo ima svoje izuzetke gde se dešava da periferne, manje (tj. manje urbane) opštine imaju niže stope standardizovanih izgubljenih godina potencijalnog života. Među takvim opštinama su: Rača (Šumadijska oblast), Kladovo (Borska oblast), Golubac (Braničevska oblast), Temerin (Južnobačka oblast), Lajkovac (Kolubarska oblast), Merošina (Nišavska oblast), Bujanovac (Pčinjska oblast), Dimitrovgrad (Pirotska oblast), Vrnjačka Banja (Raška oblast), Čičevac (Rasinska oblast), Sokobanja (Zaječarska oblast) i Bajina Bašta (Zlatiborska oblast). Kod ostalih oblasti je uvek sedište oblasti ujedno i opština sa najnižim prevremenim mortalitetom koji se mogao izbeći, drugim rečima, ono što bi se moglo i očekivati, jer su sedišta opština najčešće i veći urbani centri koji po pravilu pružaju bolji pristup zdravstvenoj zaštiti od manjih, (tj. manje urbanih), perifernih opština oblasti. Postavlja se pitanje zašto baš ove opštine odstupaju? Jedna od hipoteza može biti da je baš u njima zdravstvena infrastruktura bolja, jer se među njima nalaze poznati banjski i zdravstveni centri<sup>37</sup>. Centri tih oblasti nisu najveći gradovi sa jakom zdravstvenom infrastrukturom (Beograd, Novi Sad, Niš, Kragujevac), već su u pitanju manji gradski centri. Nikako ne treba zaboraviti na faktor aerozagađenja koji je manje zastupljen u manjim opštinama. Drugim rečima, razvijena zdravstvena zaštita je toliko važna da se u poređenju sa njom efekti aerozagađenja mogu staviti u drugi plan.

Kada su u pitanju različite vrste mortaliteta koji se može izbeći (preventabilni i predupredivi) distribucije su veoma slične jer se delimično i preklapaju (postoje mnogi uzroci smrti koji su u isto vreme i preventabilni i predupredivi). Korelacija između dva pokazatelja koji se baziraju na istim podacima nije iznenađujuća. Međutim, ako se izdvoje samo uzroci smrti koji su samo preventabilni (a ne i predupredivi) sa jedne strane, i uzroci smrti koji su samo predupredivi (a ne i preventabilni) sa druge strane, i izračuna standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života za oba pokazatelja, vidi se da postoji veoma jaka pozitivna korelacija ranga ( $\rho=0,694$ ,  $p<0,0001$ ) između ta dva pokazatelja. Prema tome, može se zaključiti da su opštine koje suzbijaju mortalitet prevencijom sklone tome da efektivnije i pravovremenije dostave i druge zdravstvene usluge svom stanovništvu, što je i očekivano. Korelacija između preventabilnog i predupredivog mortaliteta je evidentna i na kartiranim vrednostima (Karta 4 i Karta 5).

---

<sup>36</sup> Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine ukazuje na to da je potrošnja alkohola najveća u Istočnoj Srbiji i Vojvodini (Milić i ostali, 2021). Međutim, u istraživanju navika u vezi sa alkoholom u Srbiji, Pakovic i ostali (2019) su pokazali da su stanovnici Vojvodine značajno skloniji opijanju (engl. binge drinking) od ostalih stanovnika Republike Srbije.

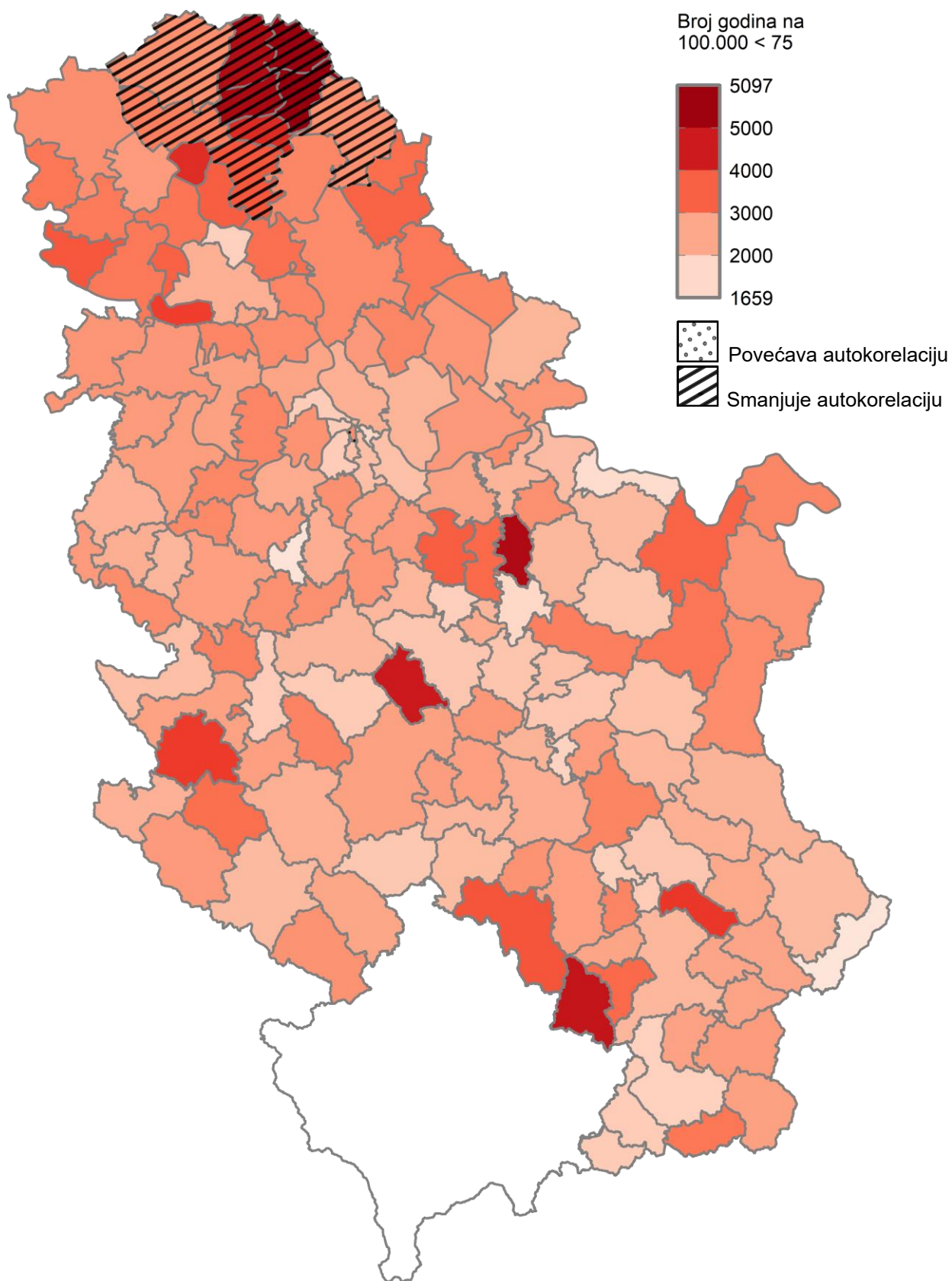
<sup>37</sup> Više o ovoj hipotezi videti u sekciji Korelacija pokazatelja prevremenog mortaliteta sa prisustvom zdravstvene infrastrukture



Moran's I: 0.337 ( $p < 0.0001$ )

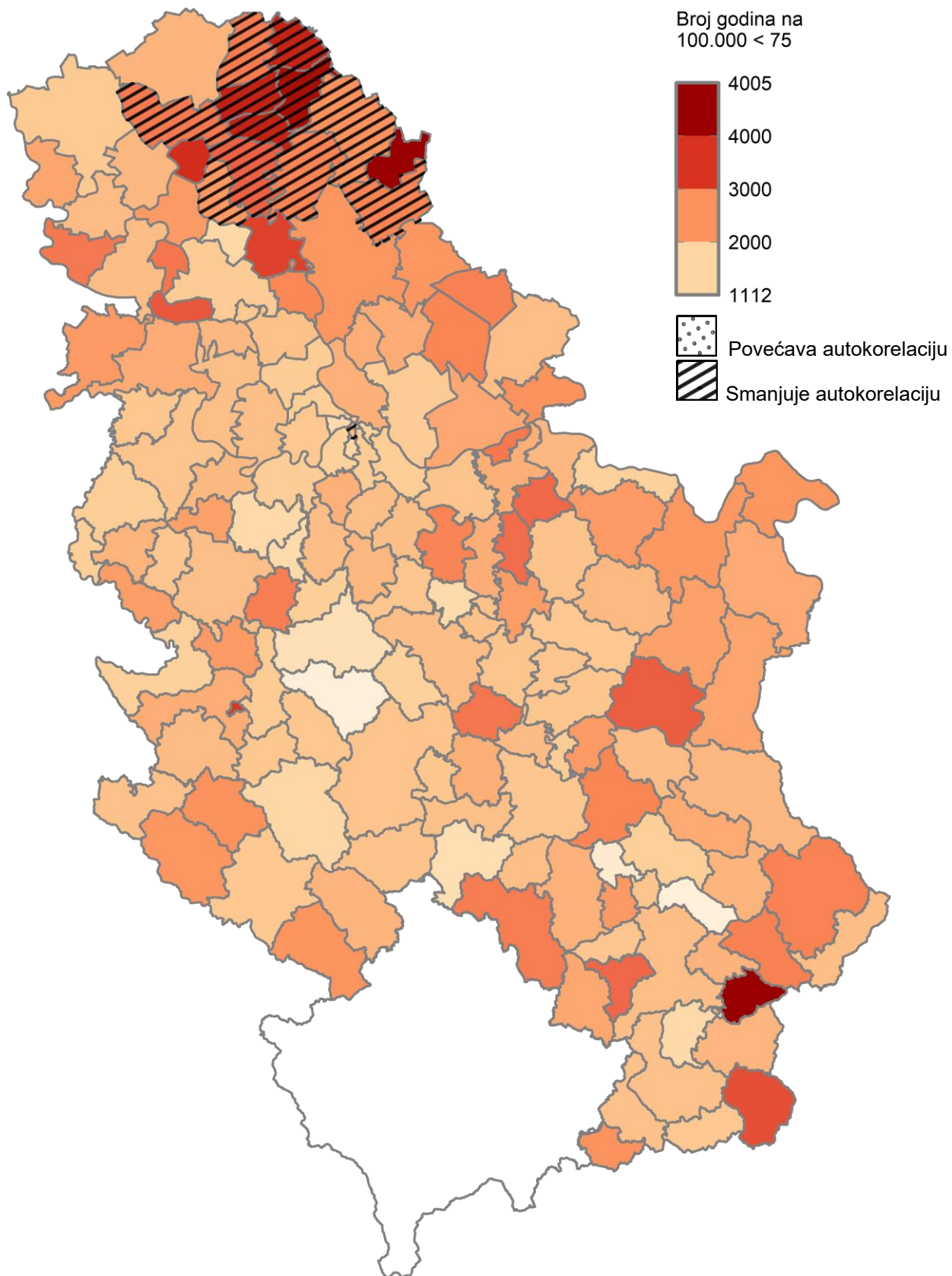
Karta 3. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života od smrti koje se mogu izbeći u Srbiji 2020. god.





Moran's I: 0.352 (p<0.0001)

Karta 4. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života od smrti koje se mogu izbeći prevencijom u Srbiji u periodu 2017-2019. god.



Moran's I: 0.296 (p<0.0001)

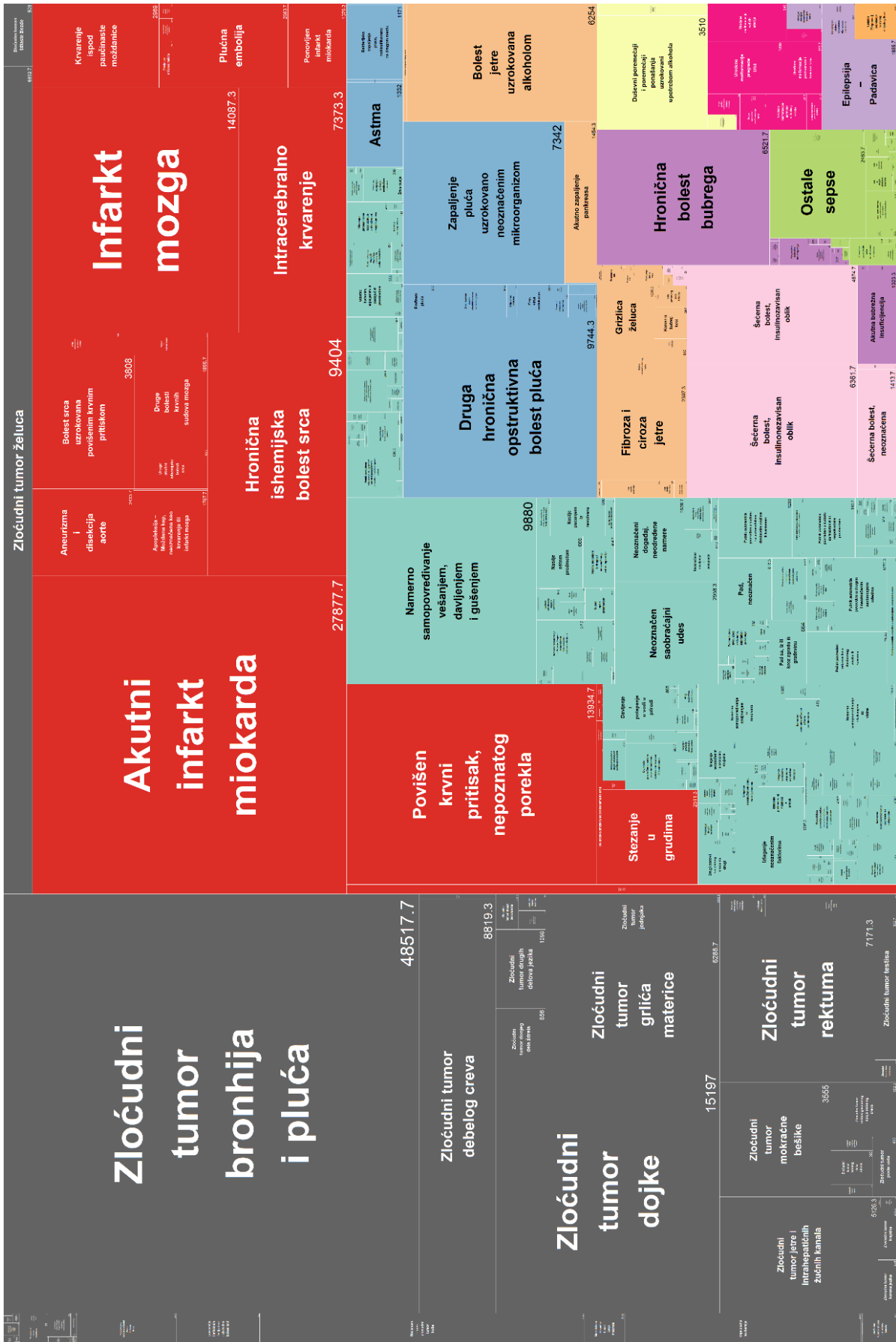
Karta 5. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života od smrti koje se mogu izbeći adekvatnom i pravovremenom zdravstvenom negom u Srbiji za period 2017-2019. god.

### 3.2.3 Uzroci prevremenog mortaliteta koji se može izbeći

Iako su najčešće pominjani uzroci ukupnog mortaliteta koji se može izbeći kardio-vaskularne prirode (Galjak, 2018b; Marinkovic, 2021), to ne važi i za prevremeni mortalitet. Grupa najčešćih uzroka mortaliteta koji se može izbeći su tumori, sa zloćudnim tumorom bronhija i pluća (C34) na čelu, kao uzrokom koji godišnje u Srbiji odnese preko 48 hiljada godina potencijalnog života (Ilustracija 11). Nakon ovog najvećeg tereta u obliku zloćudnih tumora koje je moguće izbeći, dolaze druge lokalizacije poznate po tome što se ili mogu lako prevenirati ili otkloniti pravovremenom detekcijom i adekvatnim medicinskim zahvatima – zloćudni tumor dojke (C50), zloćudni tumor debelog creva (C18), zloćudni tumor grlića materice (C53). Ipak, sve te lokalizacije tumora zajedno predstavljaju manji teret u izgubljenim potencijalnim godinama života od zloćudnog tumora pluća.

Kardio-vaskularne bolesti predstavljaju drugu najčešću kategoriju uzročnika prevremenog mortaliteta koji se može izbeći. U ovoj kategoriji dominiraju akutni infarkt miokarda (tj. infarkt, I21) i infarkt mozga (tj. šlog, I63) zajedno sa povišenim krvnim pritiskom (I10). Ono što je karakteristično za ove uzroke smrti je nepoznata etiologija. Direktan uzrok smrti je poznat, ali nije poznato koja bolest ili stanje je dovelo do te smrti. Ovakvi uzroci smrti jednim delom maskiraju druge probleme i otežavaju detekciju, a samim tim i delanje donosioca odluke u smeru prevencije i rešavanja problema. Za razliku od tumora, gde uzroci jasno diktiraju akciju i korake koje je potrebno preduzeti za preveniranje ili predupređivanje smrti (sprečavanje pušenja, češći PAPA testovi i sl.), sprečavanje prevremenih uzroka specifičnih kardio-vaskularnih smrti se zapravo može posmatrati samo na nivou celokupne kategorije (a ne targetirano kao kod tumora).



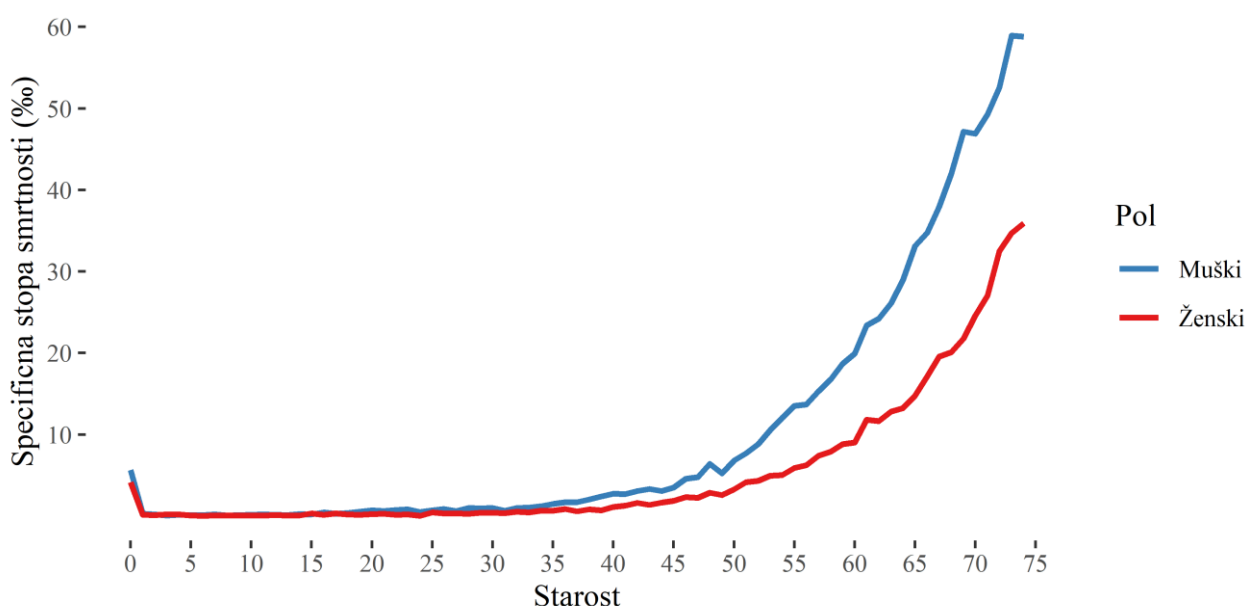


Ilustracija 11. Uzroci prevremenih smrti koje je moguće izbjeći u Srbiji u izgubljenim godinama potencijalnog života (trogodišnji proseak za period 2017-2019. god.)

### 3.3 Uticaj virusa SARS-CoV-2 na prevremeni mortalitet u Srbiji

U 2020. godini najčešći uzrok prevremene smrtnosti je bio upravo SARS-CoV-2 (Ilustracija 13). U poređenju sa uzrocima smrti u prethodnom periodu (Ilustracija 6), jasno je da je osim novih smrti, pandemija poremetila distribuciju ostalih smrti prema uzroku. Naime, u 2020. godini, kardio-vaskularne bolesti su bile najzastupljenija kategorija (a ne tumori, kako je to bilo prethodnih godina). Ova diskrepanaca se može tumačiti na dva načina. Postoji mogućnost da je zbog nedostupnosti zdravstvene nege (jer je sistem zdravstvene zaštite bio preopterećen usled pandemije) došlo do toga da ljudi više umiru od tih uzroka smrti. Druga mogućnost je da su smrti izazvane virusom SARS-CoV-2 pripisivane nekim drugim uzrocima koji su „dežurni krivci“. Jedan takav simptom je i akutni infarkt miokarda koji je porastao u godini pandemije za skoro 50%. Najverovatnije se radi o kombinaciji ova dva faktora.

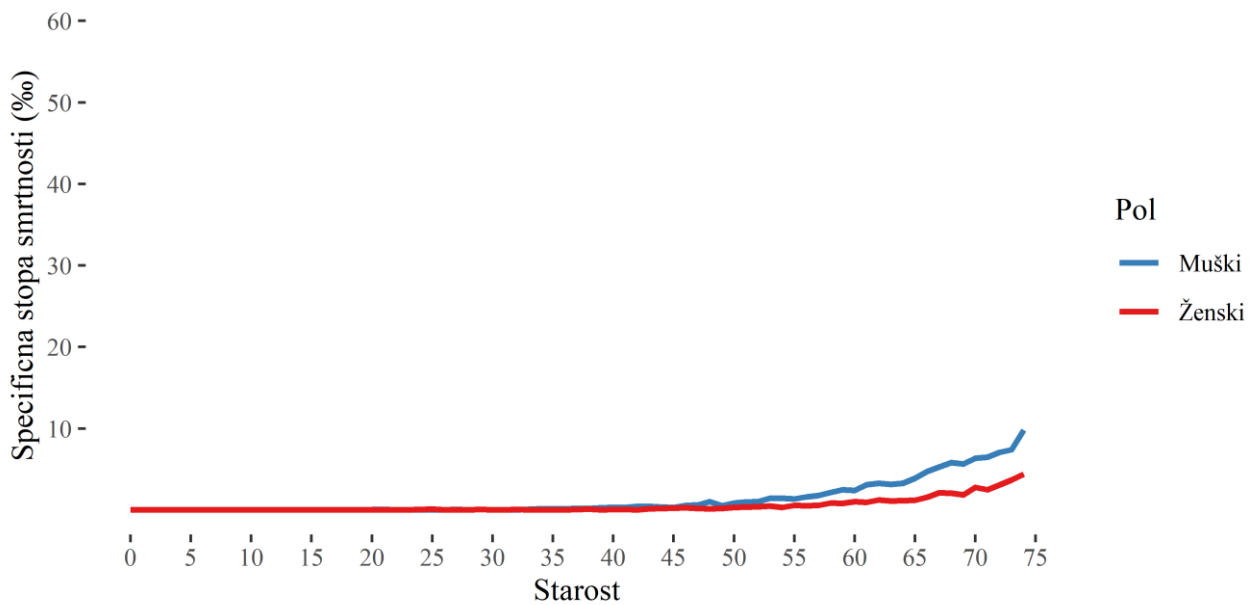
Pandemija SARS-CoV-2 u 2020. je dovela do iznenadnog povećanja mortaliteta i rastućeg nagiba krive mortaliteta (Ilustracija 12) kod žena, a naročito kod muškaraca. Jaz između specifičnih stopa mortaliteta među polovima je u 2020. godini bio značajno veći nego u prethodnom periodu (2017-2019). Interesantno je to da porast specifičnih stopa mortaliteta u 2020. počinje da se intenzivira oko 5 godina ranije tj. od 35 godine starosti, umesto od 40. godine kako je to bio slučaj pre pandemije.



Ilustracija 12. Specifične stope smrtnosti muškaraca i žena mlađih od 75 u Srbiji 2020. god.

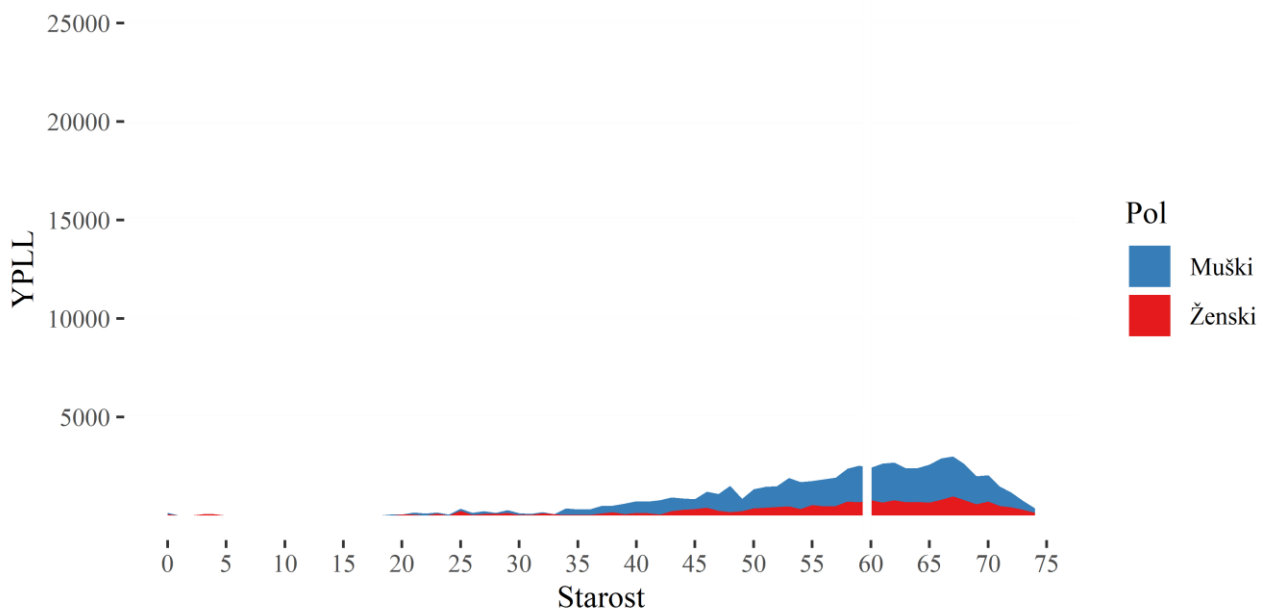
Smrti izazvane virusom SARS-CoV-2 same po sebi nisu dovoljne da objasne rast prevremenog mortaliteta u Srbiji, naročito za te mlađe godine (Ilustracija 14). Starosna distribucija smrti ukazuje na to da je verovatno dolazilo do pripisivanja smrti izazvane SARS-CoV-2 drugim uzrocima smrti sa jedne strane, ali i do porasta mortaliteta usled preokupiranosti zdravstvenog sistema pandemijom (što je značilo odlaganje rutinskih kontrola, oklevanje za traženje medicinske pomoći, nedovoljno resursa zbog angažovanosti zdravstvenih radnika – uključujući lekare raznih specijalizacija, ali i medicinskih sestara i tehničara u borbi protiv pandemije), sa druge strane.





Ilustracija 14. Specifične stope smrtnosti muškaraca i žena mladih od 75 u Srbiji izazvane virusom SARS-CoV-2 u 2020. god.

Razlika u prevremenom mortalitetu od bolesti COVID-19 je svakako doprinela razlici između polova jer je virus značajno više pogodio muškarce od žena.



Ilustracija 15. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života po polu i starosti za smrti izazvane virusom SARS-CoV-2 u 2020. godini

Ogromna razlika između polova koja je još na početku pandemije identifikovana kod infekcija korona virusom (Alwani i ostali, 2021; Bienvenu i ostali, 2020; Chanana i ostali, 2020; Majdic, 2020; Zeng i ostali, 2020) je evidentna i u Srbiji. Distribucija izgubljenih godina potencijalnog života po polu i starosti za smrti izazvane virusom SARS-CoV-2 u 2020. godini je ravnomernije distribuirana od ukupne prevremene smrtnosti. Broj izgubljenih godina života dostiže vrh blizu starosti karakteristične za opšti mortalitet (u istoj godini i u prethodnom trogodišnjem periodu) – 66. godini

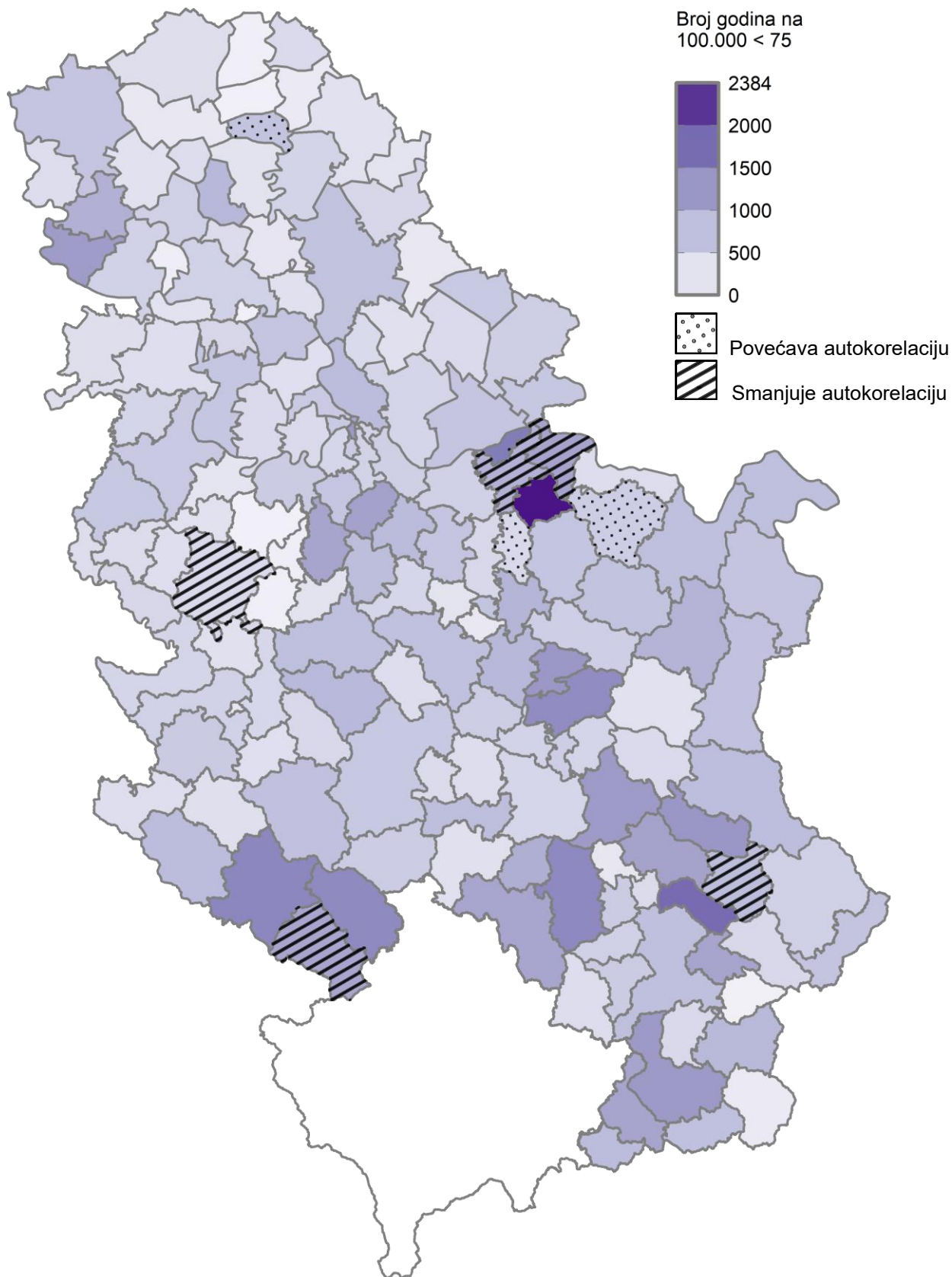
za muškarce i 67. godini za žene. Ipak, razlike u vrednostima su značajno manje. Mit da od bolesti COVID-19 umiru samo najstariji je izazvan ovim podacima. Drugim rečima, ne radi se o istom starosnom šablonu umiranja koji se događa većim intenzitetom umiranja, već je SARS-CoV-2 uticao na promenu šablona umiranja (barem kada je reč o mlađima od 75 godina). U poređenju sa uobičajenim paternom umiranja distribucija izgubljenih godina potencijalnog života po starosti od SARS-CoV-2 izgleda gotovo uniformno. Ova činjenica čini tragediju pandemije još većom.

Geografska distribucija prevremenog mortaliteta izazvanog virusom SARS-CoV-2 je slična distribuciji mortaliteta ukupnog stanovništva od ovog uzroka smrti (Karta 6). Geografska distribucije je značajno varijabilna ( $c_v=0,85$ ). Jasna je podela između Centralne Srbije kao teže pogođene pandemijom i Vojvodine kao generalno manje pogođene pandemijom. Nameće se zaključak da je virus u opštinama u koje je „ušao“ napravio veću štetu nego u opštinama gde je incidencija bila manja. Važno je napomenuti da se radi o preseku stanja na kraju 2020. godine, i da se pandemija ne samo nastavila, već je bila intenzivnija u narednoj 2021. godini. Vanredna situacija sa pandemijom zahteva analizu čitavog trajanja pandemije (tj. epidemije u Srbiji), jer to nije tip mortaliteta koji se ciklično ponavlja. Naime, kada je u pitanju smrtnost izazvana kardio-vaskularnim bolestima ili tumorima, može se očekivati da će sekvencionalne godine ličiti jedna na drugu, tj. da vrednosti pokazatelja (prevremenog) mortaliteta budu slične iz godine u godinu. To nije slučaj kada se radi o epidemiji zarazne bolesti. Ako je virus 2020. godine bio intenzivan u nekoj opštini, može se očekivati da će u narednom periodu stanovništvo te opštine biti otpornije na virus jer je steklo određenu dozu imuniteta (barem privremeno) na zaraznu bolest koja je u pitanju. Prema tome, ima smisla govoriti o distribuciji tereta SARS-CoV-2 tek nakon što se pandemija završi, u suprotnom mogu se videti različite distribucije u zavisnosti od toga koji momenat preseka pandemije se uzima u obzir.

Na kraju 2020. godine najteže pogođene opštine virusom SARS-CoV-2 u Srbiji su bile: Malo Crniće, Gadžin Han i Kostolac, dok su najmanje pogođene bile opštine Crna Trava, Sremski Karlovci i Senta. Teško pogođene opštine koje imaju mlađu starosnu strukturu su i Novi Pazar, Sjenica, Bujanovac i Preševo, što je primetno tek nakon standardizacije pokazatelja. Nažalost, ne postoji očigledan razlog zašto su neke opštine više ili manje pogođene. Iako najpogođenije opštine ukazuju na to da je moguća korelacija sa nivoom razvoja, pokazano je da ne postoji nikakva korelacija između razvijenosti opština i nivoom prevremenog mortaliteta izazvanog virusom SARS-CoV-2<sup>38</sup>. Jedan od potencijalnih razloga za visoke vrednosti u datim opštinama može da bude to što su u pitanju emigracione opštine, sa velikim udelom ljudi koji su baš u 2020. god. došli iz inostranstva. Veći protok ljudi znači i više potencijalnog zaražavanja, što rezultira i višim mortalitetom. Ipak, 2020. godina je samo uvod u pandemiju, i činjenica da je neka opština teže pogođena na početku pandemije, može značiti da izložena populacija postane otpornija u kasnijim stadijumima pandemije. Takav trend je detektovan i među drugim evropskim zemljama (Villani i ostali, 2021). Važno je podsetiti da se finalni zaključci o prevremenom mortalitetu mogu izvući tek nakon završetka pandemije.

---

<sup>38</sup> Rezultati korelacione analize su dati u zasebnom poglavlju 3.5



Moran's I: 0.222 ( $p < 0.0001$ )

Karta 6. Standardizovana stopa izgubljenih godina potencijalnog života od svih smrti osim onih koje je uzrokovao SARS-CoV-2 u 2020. god.

Situacija u 2020. godini je specifična zbog pandemije, međutim, kada se izuzmu sve smrti koje su zvanično izazvane SARS-CoV-2 virusom može se analizirati preostali mortalitet. Tako očišćeni podaci daju zapravo veoma sličnu sliku onoj iz prethodnog trogodišnjeg perioda, osim činjenice da i kada se eliminišu sve COVID-19 smrti, prevremeni mortalitet je i dalje malo viši (za oko 2%).

### 3.4 Uticaj aerozagađenja na prevremeni mortalitet u Srbiji

Prosečna vrednost aerozagađenja od PM<sub>2.5</sub> u celoj Srbiji (ponderisano koncentracijom stanovništva) prema podacima iz 2016 bila je 15,67 µg/m<sup>3</sup>, što je više od 3 puta više od trenutnih preporuka Svetske zdravstvene organizacije da godišnji prosek koncentracije PM<sub>2.5</sub> bude ispod 5 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 2022a). Prosečna vrednost dobijena za Srbiju (analizom satelitskih snimaka) je zapravo konzervativna, tj. manja od očekivanog, kako su neke prethodne analize bazirane na mernim stanicama dobijale značajno više vrednosti prosečnog godišnjeg zagađenja – 20,8 µg/m<sup>3</sup> u 2019 (Artur Gsella i ostali, 2021). Kao varijacija dobijenih podataka do sličnih rezultata za Srbiju je došla i nezavisna analiza koja je za Srbiju procenila prisustvo PM<sub>2.5</sub> na 15,78 µg/m<sup>3</sup> u 2015. god (World Bank & Institute for Health Metrics and Evaluation, 2016).

Agregirano po opštinama, prosečno godišnje prisustvo PM<sub>2.5</sub> zagađenja izgleda prilično regionalizovano<sup>39</sup> (Karta 7). Vojvodina je generalno zagađenija PM<sub>2.5</sub> česticama od Centralne Srbije, čiji su ruralniji krajevi najmanje zagađeni u celoj republici. Vojvodina je takođe uniformna, tako da ne postoji velika razlika među opštinama. To nije slučaj kod Centralne Srbije, gde su jasno vidljive velike razlike između opština. Aerozagađenje PM<sub>2.5</sub> česticama je tipično za veće urbane centre. Tri opštine sa najvećom količinom PM<sub>2.5</sub> zagađenja su: Stari Grad, Novi Beograd i Lapovo, dok su opštine sa najmanje čestica bile: Nova Varoš, Bosilegrad i Crna Trava. Od svih beogradskih opština jedino Sopot sa 14,93 µg/m<sup>3</sup> ima prosečnu godišnju koncentraciju PM<sub>2.5</sub> čestica ispod 15 µg/m<sup>3</sup>. Jasno je da osim industrijske aktivnosti i koncentracije stanovništva postoji fizičko-geografski faktor u prisustvu zagađenja. Opštine sa višom nadmorskom visinom imaju nižu koncentraciju PM<sub>2.5</sub> (Stanojevic i ostali, 2019).

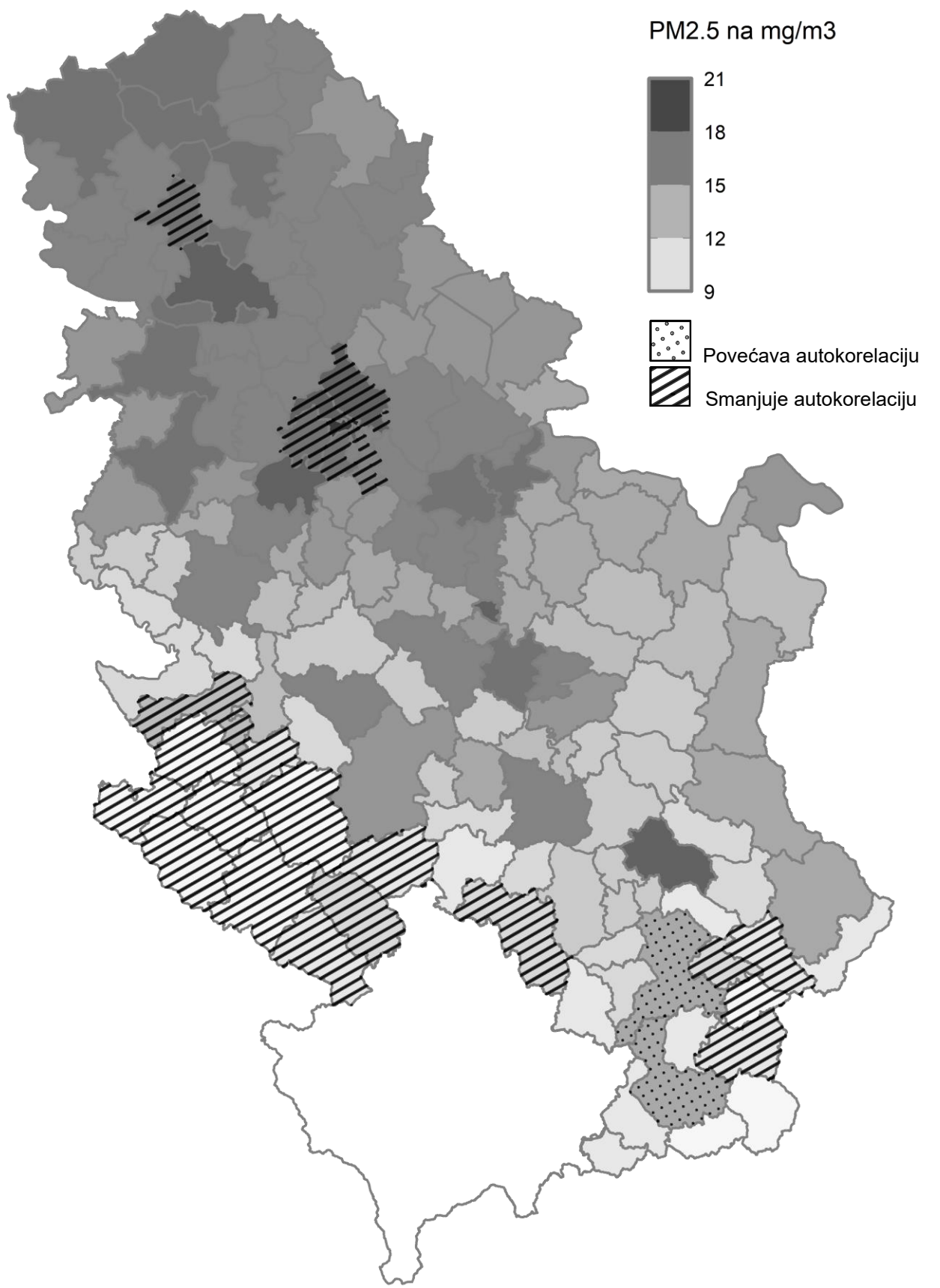
Zagađenje PM<sub>2.5</sub> u Srbiji je u veoma autokorelisano (Moranov I=0,686), drugim rečima, ako susedne opštine imaju visoke vrednosti, onda je i veća verovatnoća da će posmatrana opština imati više prosečne godišnje vrednosti PM<sub>2.5</sub>. Toj autokorelaciji najviše idu u prilog rezultati iz jugozapadne Srbije gde sve opštine imaju niže nivoe ovog zagađenja nego što je to slučaj u drugim delovima republike. Opštine sa netipično višim vrednostima zagađenja u odnosu na svoje okruženje (bez čijih visokih vrednosti bi nivo autokorelacije bio još viši) su Vranje i Leskovac (Karta 8).

Kako pokazana distribucija aerozagađenja utiče na prevremeni mortalitet u Srbiji? Proračunom uticaja PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja na prevremeni mortalitet (starijih od 30 godina) izračunato je da je u periodu od 2017. do 2019. u Srbiji godišnje umiralo 3.972 lica, stvorivši teret od 45.852 izgubljene godine potencijalnog života svake godine.

---

<sup>39</sup> Ta racionalizacija nije rezultat različitog merenja aerozagađenja, budući da su korišćeni podaci dobijeni satelitskim osmatranjem celokupne planete





Moran's I: 0.686 (p<0.0001)

Karta 7. Nivo prosečnog godišnjeg prisustva PM<sub>2.5</sub> zagađenja po opštinama Srbije



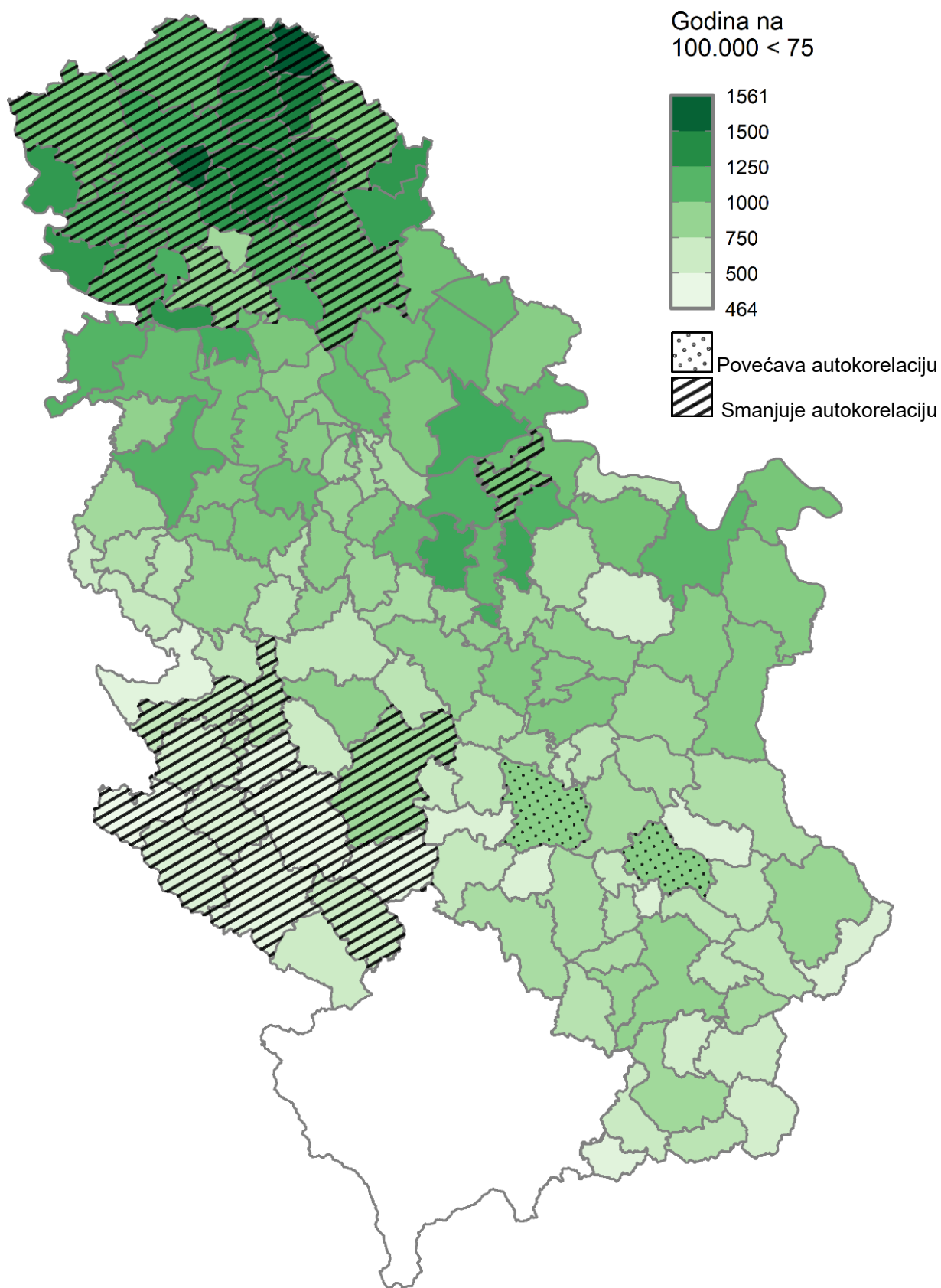
Geografska distribucija prevremenog mortaliteta izazvanog aerozagađenjem PM<sub>2.5</sub> česticama se većim delom preklapa sa distribucijom aerozagađenja (Karta 7), što je i bilo očekivano. Najpogođenije opštine su opštine Vojvodine, i to: Novi Knjaževac, Mali Idoš i Čoka, a najmanje pogođene opštine su Priboj, Ivanjica i Raška (sve tri u jugozapadnoj Srbiji). U prethodnim delovima disertacije bilo je reči o ukupnom prevremenom mortalitetu u Severnobanatskoj oblasti. Rezultati dati ovde pokazuju da je jedan od faktora visokog mortaliteta u vojvođanskim opštinama zasigurno i aerozagađenje.

Centralna Srbija je u daleko manjoj meri pogođena teretom prevremenog mortaliteta izazvanog aerozagađenjem PM<sub>2.5</sub> česticama. Od opština centralne Srbije najugroženije su Smederevska Palanka, Žabari, beogradska opština Savski Venac i Smederevo. Urbani centri u centralnoj Srbiji najčešće su značajno više pogođeni od opština koje ih okružuju (primeri Niša i Kruševca).

Interesantno je da ne postoji nikakva statistički značajna korelacija između nivoa PM<sub>2.5</sub> zagađenja i pokazatelja prevremenog mortaliteta. Nikakva korelacija ne postoji kada su u pitanju opšti prevremeni mortalitet ( $\rho = -0,07$ ,  $p < 0,37$ ), onaj koji se smatra izbežnim ( $\rho = -0,01$ ,  $p < 0,91$ ), bez obzira da li se radi o predupredivom ( $\rho = -0,06$ ,  $p < 0,41$ ) ili preventabilnom ( $\rho = -0,04$ ,  $p < 0,60$ ). Ono što bi se očekivalo je da opštine koje su zagađenije imaju povećan mortalitet (jer je to ono što nam teorija govori). Ipak, važno je imati u vidu da je PM<sub>2.5</sub> zagađenje korelisano sa urbanošću, tako da najveći gradovi imaju veće zagađenje od ruralnih sredina. U isto vreme ti gradovi imaju i bolju zdravstvenu infrastrukturu i viši nivo društvenog razvoja. U jednom od narednih poglavlja (Statističko modeliranje, str.62) biće reči o interakcijama ovih faktora.

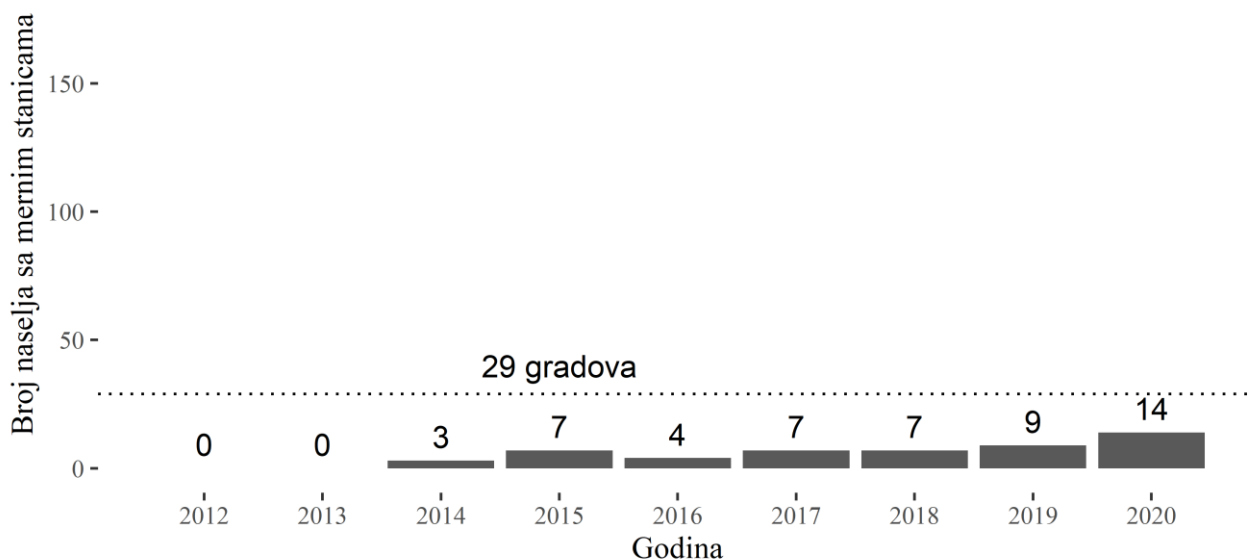
Još jedno od otvorenih i pitanja je i kako aerozagađenje utiče na prevremenu smrtnost od SARS-CoV-2. Da li su u tom smislu zagađenije opštine beležile više stope prevremene smrtnosti od virusa korona? Prema podacima korišćenim ovoj disertaciji to nije slučaj. Ne postoji nikakva korelacija između prevremene smrtnosti od SARS-CoV-2 i nivoa aerozagađenja ( $\rho = -0,07$ ,  $p < 0,37$ ).

Prethodna istraživanja Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ o zagađenju vazduha u Srbiji imaju dva velika nedostatka. Prvi je taj što su fokusirane na mnoštvo različitih polutanata, među kojima je onaj koji izaziva najviše prevremenih smrti (PM<sub>2.5</sub>) gotovo skrajnut. Drugi je taj što se bazira na malobrojnim mernim stanicama (Ilustracija 16), koje u 2020 pokrivaju tek 14 gradskih naselja (Matić Savičević, 2021), što u praksi znači da mnogi gradovi u Republici Srbiji nisu pokriveni nijednom mernom stanicom. Takvi podaci nam ne dozvoljavaju da generalizujemo uticaj na prevremeni mortalitet čitave opštine (već samo na stanovnike koji žive u neposrednoj blizini mernih mesta).



Moran's I: 0.682 (p<0.0001)

Karta 8. Procenjene standardizovane stope izgubljenih godina potencijalnog života usled PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja po opštinama Srbije od 2017. do 2019 god.



Ilustracija 16. Broj naselja u kojima se meri nivo  $PM_{2.5}$  čestica, čiji godišnji prosek izveštava Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ prema (Matić, 2013; Matić i ostali, 2017; Matić & Stojanović, 2014, 2015, 2016; Matić Savičević, 2020, 2021; Matić Savičević & Stojanović, 2018, 2019, 2019)

Podaci o aerozagađenju dobijeni satelitskim osmatranjem su konzervativni. Naime, mnoge studije bazirane na rezultatima dobijenim pomoću mernih stanica po gradovima Srbije (Matić Savičević, 2020, 2021) pokazuju više prosečne vrednosti od onih dobijenih analizom izvedenom u ovoj disertaciji (baziranim na principu daljinske detekcije pomoću satelita). Sa te strane uticaj aerozagađenja na prevremeni mortalitet u Srbiji dobijen u ovoj disertaciji predstavlja najmanji mogući uticaj. Drugim rečima, taj uticaj bi verovatno bio još i veći u prisustvu preciznijih merenja kroz celu Srbiju. Još jedno ograničenje je i sama metodologija Svetske zdravstvene organizacije za procenu uticaja zagađenja  $PM_{2.5}$  česticama na prevremeni mortalitet, koja je vrlo indirektna i gruba. Tačnije, nemoguće je bilo koji specifičan slučaj smrti povezati sa aerozagađenjem, tako da su rezultati dobijeni u ovoj analizi ipak samo procena, jer čak i u idealnim uslovima kada bi se za svaku smrt radila procena uticaja aerozagađenja najčešće je nemoguće uspostaviti uzročno-posledičnu vezu, već se radi o jednom od faktora koji je doveo do zdravstvenih problema koji su doveli do smrti. Zbog toga je i u principu (ne samo u praksi) takve podatke nemoguće proizvesti<sup>40</sup>.

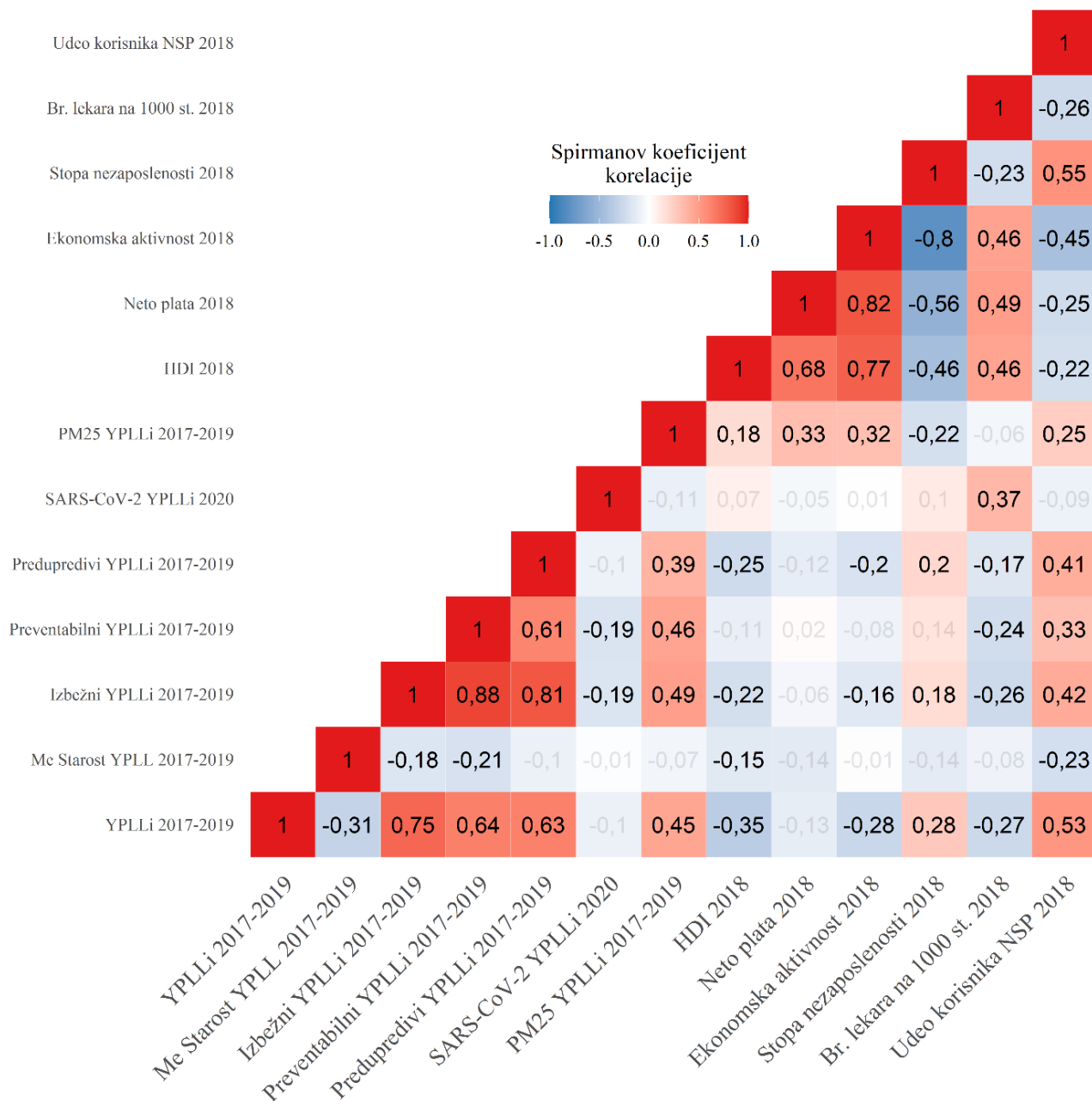
### 3.5 Kako objašnjavati razlike u nivou prevremenog mortaliteta među opštinama Srbije

#### 3.5.1 Korelacija pokazatelja prevremenog mortaliteta sa pokazateljima ekonomskog i društvenog razvoja

Poznato je da su pokazatelji mortaliteta poput očekivanog trajanja života jako pozitivno korelisani sa pokazateljima ekonomskog razvoja (Preston, 1975; Galjak, 2014b). Kako bi se ispitala

<sup>40</sup> Za razliku od ovoga, vitalna statistika može imati svoje nedostatke, ali je u principu moguće dobiti tačan broj umrlih od neke smrti. Kod procena uticaja aerozagađenja tako nešto nije moguće ni u principu, oslanjanje na procene je neminovno.

korelacija pokazatelja korišćenih u ovoj disertaciji sa pokazateljima ekonomskog i društvenog razvoja koriste se podaci Tima (Republike Srbije) za socijalno uključivanje i smanjenje siromaštva (Tim za socijalno uključivanje i smanjenje siromaštva, 2022). Izabrano je nekoliko različitih pokazatelja društvenog i zasebno ekonomskog razvoja koji ulaze u kompozitni indeks društvenog razvoja, kao i sam indeks društvenog razvoja, i nad tim podacima je testirana korelacija sa pokazateljima prevremenog mortaliteta (Ilustracija 17).



Ilustracija 17. Korelaciona matrica pokazatelja mortaliteta i drugih razmatranih pokazatelja (vrednosti koje nisu statistički značajne su predstavljene bledim brojevima).

YPLL – standardizovane stope izgubljenih godina potencijalnog života  
HDI – indeks društvenog razvoja (engl. Human Development Index)  
NSP – nacionalna socijalna pomoć  
PM<sub>2.5</sub> – prosečno godišnje aerozagađenje česticama manjim od 2.5 mikrona

Očekivano, postoji korelacija između različitih oblika prevremenog mortaliteta. Predupredivi

i preventabilni mortalitet su takođe međusobno veoma jako korelisani. To ne iznenađuje s obzirom na to da su mnogi uzroci smrti u isto vreme i preventabilni i predupredivi. Kada se testira korelacija između prevremenog mortaliteta koji je izazvan samo uzrocima koji su preventabilni (ali ne i predupredivi) i prevremenog mortaliteta koji je izazvan samo uzrocima koji su predupredivi (ali ne i preventabilni), dobija se takođe veoma jak stepen pozitivne korelacije ( $\rho=0,533$ ,  $p<0,0001$ ). To nam govori da su ova dva pokazatelja povezana ne samo zato što dele iste podatke, već zato što na njih utiču isti faktori.

Kada je u pitanju korelacija sa pokazateljima ekonomskog razvoja rezultati su iznenađujući jer pokazuju da ne postoji statistički značajna korelacija između prevremenog mortaliteta i nivoa neto zarada u Republici Srbiji. Postoji blaga negativna korelacija između medijalne starosti izgubljenih godina potencijalnog života i neto zarada, što u praksi znači da što su više plate u nekoj opštini to je distribucija izgubljenih godina pomešana „u levo“ tj. mlađa, ali taj efekat je mali. Jedno objašnjenje takvog ishoda leži u razlikama u starosnoj strukturi<sup>41</sup>, tj. u tome da opštine koje imaju mnogo starih, a samim tim i staru starosnu strukturu umrlih imaju i niže plate (jer su to najčešće ruralne i ekonomski manje razvijene opštine). Pokazatelji mortaliteta, čak i oni koji se odnose na SARS-CoV-2 i smrti od aerozagađenja ne pokazuju nikakav nivo statistički značajne korelacije sa prosečnim zaradama<sup>42</sup>. Važno je napomenuti da podaci o prosečnim zaradama dolaze iz Poreske uprave, tj. podaci prikazuju samo zvanične zarade na koje su plaćeni porezi i doprinosi, što znači da značajan deo zarada nije uključen. Ipak, može se očekivati da razvijenije opštine imaju i veći obuhvat plata koje se isplaćuju na legalan način, a manje onih gde se zvanično isplaćuje minimalni iznos zarade u Republici Srbiji, a ostatak iznosa zarade direktno „na ruke“ (što zaobilazi statistiku poreske uprave). To nam ukazuje na to da bi potencijalna iskrivljenost koja postoji u podacima o prosečnim zaradama bila u obrnutom smeru, tj. da siromašnije opštine (sa potencijalno većim udelom minimalaca) u realnosti imaju nešto više plate od onoga što beleži evidencija poreske uprave. Metodologija korišćena u ovom radu se bazira na neparаметarskom pristupu korelacije rangova, pa su podaci poreske uprave dovoljno pouzdani barem kada je u pitanju rangiranje opština.

Pokazatelji društvenog razvoja, sa druge strane, su i te kako korelisani za pokazateljima nivoa prevremenog mortaliteta. Svi pokazatelji prevremenog mortaliteta su korelisani sa indeksom društvenog razvoja, i to ukupni i mortalitet koji se može izbeći (i obe njegove varijante) negativno, a prevremeni mortalitet usled aerozagađenja PM2.5 česticama pozitivno. Drugim rečima, urbane, gusto naseljene sredine, su generalno bolje mesto za život, ali su istovremeno njihovi žitelji više izloženi efektima aerozagađenja.

Pokazatelj koji je najviše korelisan sa prevremenim mortalitetom je udeo korisnika nacionalne socijalne pomoći (NSP). Radi se o izuzetno jakoj pozitivnoj korelaciji, koja je dobar indikator siromaštva. Na osnovu svih analiziranih varijabli na opštinskom nivou može se zaključiti da je siromaštvo najbolji prediktor nivoa prevremenog mortaliteta u Srbiji. Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine nalazi da upravo dva najsiromašnja kvintila stanovništva Srbije boluje od dugotrajnih bolesti značajno više od najbogatijeg kvintila, što je naročito slučaj kod

---

<sup>41</sup> Zbog načina izračunavanja na pokazatelj medijalne starosti izgubljenih godina potencijalnog života utiče struktura stanovništva (tj. starosna struktura umrlih), za razliku od YPLL koji je standarizovani pokazatelj.

<sup>42</sup> Na prvi pogled ovo može izgledati logično, jer kako bi novac mogao spasti ljude od pandemije i aerozagađenja? Ipak, verovatno se radi o faktoru koji nedostaje. Pandemija je učesnicima u ekonomiji znanja omogućila rad od kuće, dok su ljudi koji se bave manuelnim, fizičkim radom (i generalno manje plaćenim zanimanjima) bili primorani da i u vreme pandemije odlaze na posao (što znači i povećan rizik od zaražavanja). Takođe, aerozagađenje više pogađa ljude koji rade napolju (za razliku od onih koji rade u kancelarijama i kod kuće). Ipak, faktor koji najverovatnije utiče da odsustvo korelacije je ruralnost. Naime, ruralno stanovništvo koje je bilo manje zahvaćeno pandemijom (barem u prvoj godini pandemije), i koje je generalno izloženo nižim vrednostima aerozagađenja (u poređenju sa žiteljima iste opštine koji žive u gradskom naselju) uobičajeno ima i niža primanja.

hipertenzije (Milić i ostali, 2021).

Interesantno je da pokazatelj prevremene smrtnosti od SARS-CoV-2 ne prati korelacije drugih pokazatelja prevremenog mortaliteta. Postoji negativna korelacija sa pokazateljima koji se u redovnim uslovima mogu smatrati poželjnim za mortalitetnu situaciju. Naime, postoji veoma jaka pozitivna korelacija sa pokazateljem broja lekara na 1000 stanovnika. Drugim rečima, opštine koje imaju više lekara su imale više stope prevremene smrtnosti od SARS-CoV-2. Da li je to posledica toga što je zdravstvena infrastruktura bila jedan od vektora širenja virusa u prvoj godini pandemije, ili su u pitanju drugi faktori koji proističu iz ruralno-urbane podele, kao što su razlike u koncentraciji stanovništva, broju svakodnevnih kontakata, stilova života itd.? Potrebna su dodatna istraživanja, kao i završetak same pandemije kako bi se na ovo pitanje dao konačan odgovor.

### **3.5.2 Korelacija pokazatelja prevremenog mortaliteta sa prisustvom zdravstvene infrastrukture**

Zdravstvena infrastruktura je ključan faktor u borbi protiv prevremenog mortaliteta. U ranijim poglavljima formirana je hipoteza da je jedno od potencijalnih objašnjenja razlika između opština u prevremenom mortalitetu koji se može izbeći i prisustvo infrastrukture. Naime, hipoteza je formirana tako što je uočeno da neke opštine u pojedinim oblastima imaju niže stope standardizovanih izgubljenih godina potencijalnog života od opština koje predstavljaju sedište oblasti (administrativno i populaciono najvažnije opštine u oblasti). Za ispitivanje ove hipoteze korišćene su lokacije svih 296 državnih zdravstvenih ustanova u Republici Srbiji. Među njima su primarne (n=151), sekundarne (n=41) i tercijarne zdravstvene ustanove (n=3), kao i specijalizovane institucije (n=38), specijalne bolnice (n=33), vojnomedicinske institucije (n=2) i zavodi i instituti za javno zdravlje (n=28)<sup>43</sup>.

Kao dodatak postojećim varijablama koje opisuju udaljenost različitih nivoa zdravstvene infrastrukture, primenjen je i metod analize glavnih komponenti, kako bi se sa manje promenljivih opisali glavni pravci informacija o udaljenosti. To je bilo potrebno jer su neke od promenljivih bile značajno međusobno korelisane, a smanjenjem broja varijabli koje bi opisala olakšava se dalja analiza i modelovanje koje će uslediti.

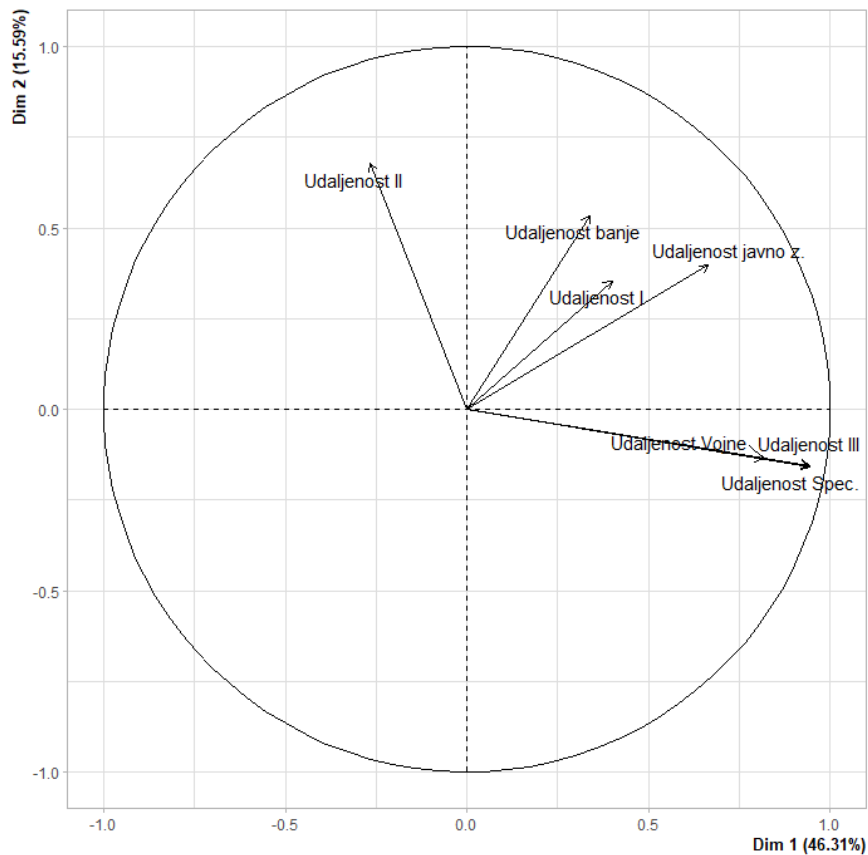
Analiza glavnih komponenti dala je tri glavne komponente, od kojih prva i najvažnija komponenta opisuje udaljenost od tercijarnih, vojnih, i specijalizovanih bolnica, druga udaljenost od opštih bolnica, a treća, najmanje značajna, udaljenost od banja (Ilustracija 18). Pošto druga i treća komponenta ne donose nikakve benefite u poređenju sa varijablama sa kojima su korelisane, u daljoj analizi ispod će se naći samo prva i najznačajnija glavna komponenta.

Rezultati korelacione analize pokazuju da su pokazatelji udaljenosti statistički značajno korelisane sa pokazateljima prevremenog mortaliteta (Ilustracija 19). Međutim, takva korelacija nije detektovana za sve vrste zdravstvenih infrastruktura, već samo za naprednije nivoe. Daljina od doma zdravlja ili opšte bolnice ne pravi razliku kada je u pitanju prevremeni mortalitet, što je suprotno od onoga što bi se moglo očekivati. Posebno iznenađuje to što predupredivi mortalitet koji pokriva uzroke smrti koji zavise od pravovremene i adekvatne zdravstvene nege nije korelisano sa udaljenošću od primarne i sekundarne zdravstvene infrastrukture. Na primer, ako neko doživi šlog, poznato je da je potrebno brzo reagovati kako bi se sprečio smrtni ishod, te je logično da bi mortalitet od ovog uzroka smrti trebalo da bude niži u opštinama koje imaju opšte bolnice. Međutim, takva korelacija ne

---

<sup>43</sup> Primarne zdravstvene ustanove su praktično domovi zdravlja (koje poseduje gotovo svaka opština u Srbiji), sekundarne zdravstvene ustanove su opšte bolnice. Tercijarne ustanove su klinički centri. Primer specijalizovane institucije je Institut za kardio-vaskularne bolesti „Dedinje“. Specijalne bolnice su najčešće banje. Dodatni detalji o korišćenim podacima dati su u sekciji Analiza blizine (str. 61).

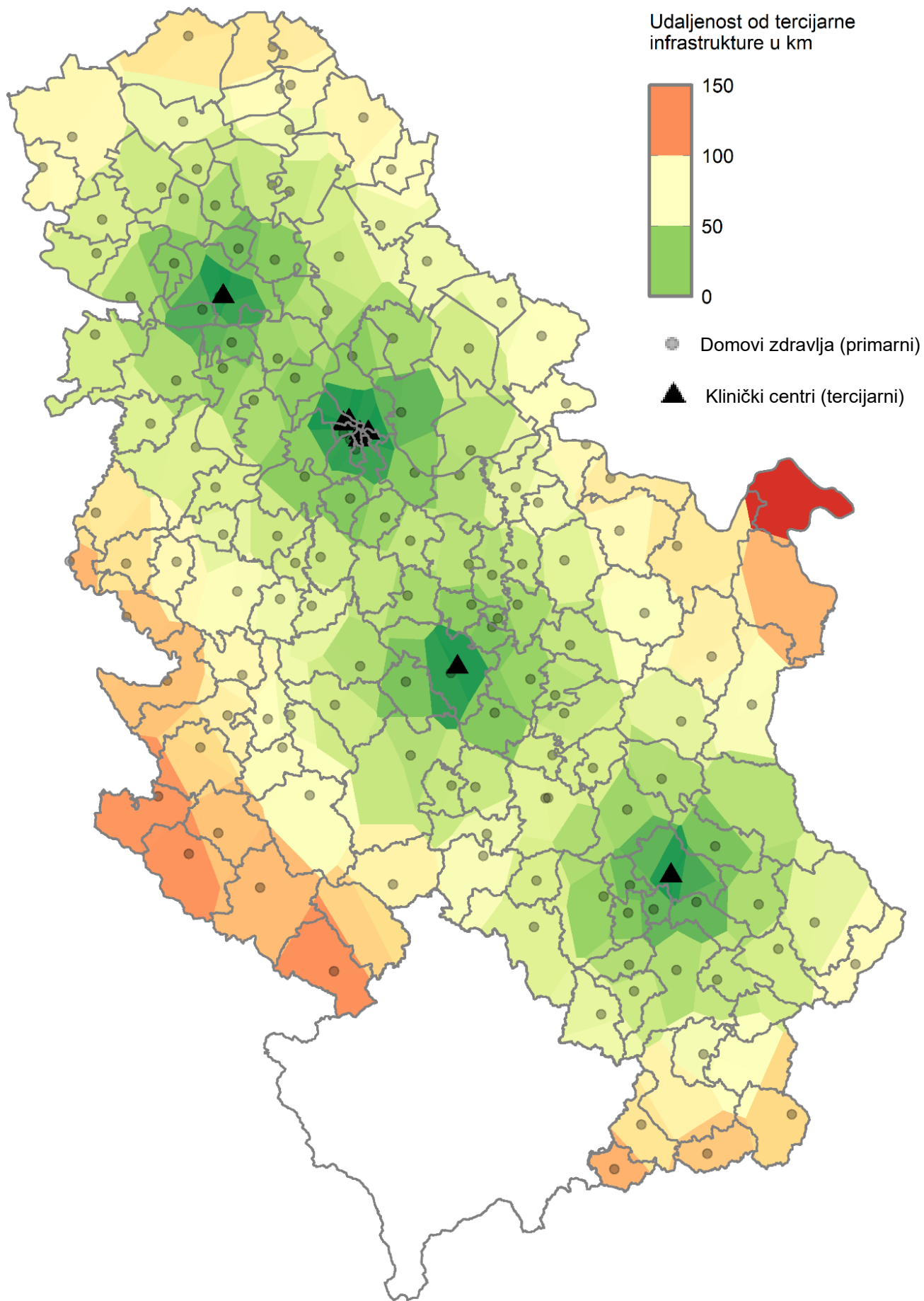
postoji, čak ni u slučaju šloga kao konkretnog uzroka smrti (što je potvrđeno ad hoc analizom za uzrok smrti I63).



Ilustracija 18. Vektori promenljivih u odnosu na dve najznačajnije glavne komponente

Takođe je neočekivano odsustvo korelacije između preventabilnog mortaliteta i udaljenosti od primarne zdravstvene infrastrukture. Prevenciju ostvaruju domovi zdravlja (primarna zdravstvena zaštita), zahvaljujući njima se stiču zdravstvene navike, dok se u bolnice pacijenti upućuju na lečenje. Nepostojanje korelacije proističe iz činjenice da skoro sve opštine imaju domove zdravlja (Karta 9), pa je udaljenost skoro svih opština 0 (i onih koje imaju visoke vrednosti i onih koje imaju veoma niske vrednosti).

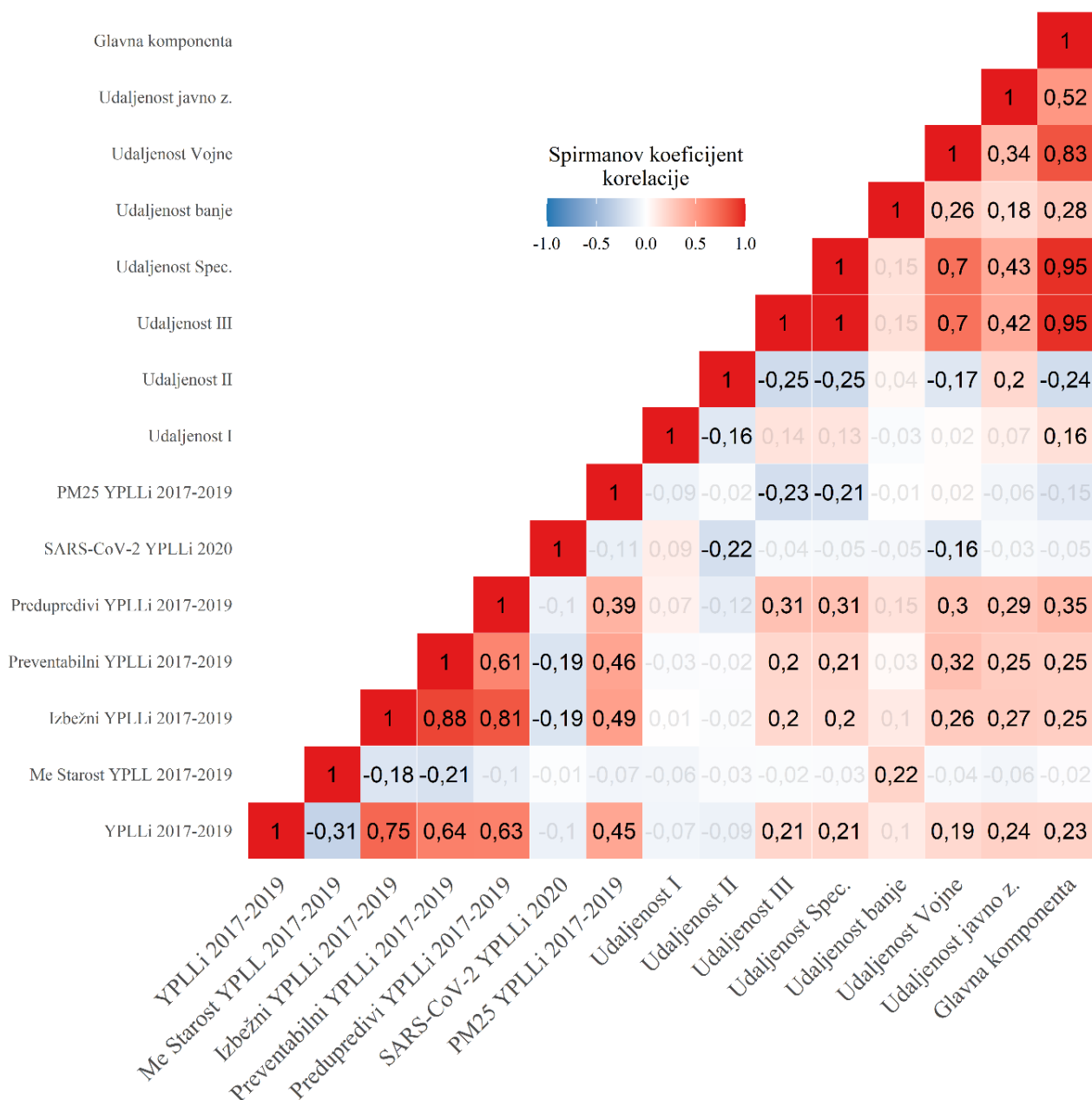
Korelacija postoji kod blizine tercijarne zdravstvene infrastrukture, tj. kliničkih centara i drugih specijalizovanih bolnica. Naravno, lokacije takvih ustanova su u najznačajnijim urbanim centrima, pa je prostor za tzv. zbunjivanje (engl. confounding) veliki, naročito kada su u pitanju svi korelati povezani sa društvenim razvojem. U sekciji Statističko modeliranje (str. 66) biće adresirana interakcija različitih promenljivih prilikom konstruisanja modela.



Karta 9. Udaljenost primarne od tercijarne zdravstvene infrastrukture u Republici Srbiji



Interesantno je da prisustvo banja u opštini (tj. udaljenost od banja) ne igra nikakvu ulogu kada je u pitanju prevremeni mortalitet, tj. ne postoji statistički značajna korelacija ni sa jednim od pokazatelja intenziteta prevremenog mortaliteta, ali postoji značajna negativna korelacija sa pokazateljem starosne distribucije izgubljenih godina potencijalnog života. Naime, prisustvo banja ukazuje na stariju strukturu umrlih (mlađih od 75. god). Razlog za to je evidentno razlika u starosnoj strukturi opština gde su banje obično locirane. Najčešće se radi o ruralnijim sredinama u kojima često žive stariji. Ranija hipoteza o tome da opštine poput Vrnjačke Banje imaju niži mortalitet koji se može izbeći od najveće opštine u svojoj oblasti (iz sekcije o geografskoj distribuciji prevremenog mortaliteta koji se može izbeći na str. 43) nije potvrđena korelacionom analizom. Banje obično ne koristi lokalno stanovništvo.



Ilustracija 19. Korelaciona matrica pokazatelja mortaliteta i udaljenosti od zdravstvene infrastrukture (vrednosti koje nisu statistički značajne su predstavljene bledim brojevima).

Kao što je primećeno gore, udaljenost od sekundarne zdravstvene infrastrukture nije korelisana sa prevremenim mortalitetom. Međutim, interesantno je da kada je u pitanju smrtnost od

SARS-CoV-2 u 2020. godini, prisustvo tj. blizina sekundarne zdravstvene infrastrukture je značila povećanu smrtnost od ovog virusa. To je u skladu sa nalazima iz ove disertacije da je broj lekara na 1000 st. u opštinama bio korelisan sa povećanom smrtnošću od SARS-CoV-2 u 2020. Ovakvo stanje potencijalno proizilazi iz činjenice da je zdravstveni sistem potencijalno bio značajno mesto širenja virusa (Aghalari i ostali, 2021; C. Y. H. Ng i ostali, 2022; Ribaric i ostali, 2022), naročito u prvoj godini pandemije kada su ljudi u Srbiji bili mahom izolovani (što nije važno u slučajevima kada im je bila potrebna medicinska nega). Posmatrati samo 2020. god. nije dovoljno. Može se očekivati da se u narednim godinama pandemije (2021. i 2022.) ova korelacija izgubi, kako virus bude dosegao do svih delova zemlje. Za sada nisu dostupni detaljni podaci o mortalitetu iz 2021. godine, te je ovu hipotezu još uvek nemoguće testirati.

Važno je napomenuti da je u analizu uključena samo državna infrastruktura, a građani Srbije se takođe u značajnoj meri oslanjaju i na privatnu zdravstvenu infrastrukturu. Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine je pokazalo da je čak 27,7% koristilo usluge privatne prakse u poslednjih godinu dana (od izvođenja istraživanja) (Milić i ostali, 2021). Ipak, privatna infrastruktura često geografski korespondira sa državnom infrastrukturom, zbog pojave rada i u državnim institucijama i u privatnim praksama (engl. dual practice). Jedno istraživanje (Gacevic i ostali, 2018) je pokazalo da 17% lekara, pored toga što radi u državnim ustanovama, radi i u privatnim praksama. Drugim rečima, privatne prakse su zastupljenije tamo gde se nalazi državna infrastruktura.

### 3.5.3 Statističko modeliranje

Sa rezultatima iz prethodna dva poglavlja data je slika o interakciji promenljivih koje pokazuju društveni razvoj i promenljivih koje opisuju udaljenost od infrastrukture. U ovom poglavlju će se ispitati njihove međusobne interakcije, kao i mogućnost modeliranja nivoa prevremenog mortaliteta na osnovu pokazatelja koji su se u prethodnoj analizi pokazali kao značajni.

Ono što je pokazano u prethodnoj analizi je da promenljive društvenog razvoja igraju veliku ulogu i da ih indeks humanog razvoja dobro opisuje, kao kompozitnu varijablu koja uključuje druge pokazatelje društvenog razvoja. Osim ove promenljive postoji još jedna promenljiva koja ulazi u ovaj kompozitni pokazatelj, koja je još jače korelisan sa pokazateljima prevremenog mortaliteta, a to je udeo korisnika nacionalne socijalne pomoći. Stoga su u modelovanju izabrane ove dve promenljive iz kategorije promenljivih koje opisuju društveni razvoj. Kod udaljenosti, izabrana je prva glavna komponenta koja opisuje udaljenost od najnaprednije zdravstvene infrastrukture. Dodatno, u modelovanje je uključena i promenljiva nivoa  $PM_{2,5}$  aerozagađenja koja inicijalno nije pokazala korelaciju sa pokazateljima prevremenog mortaliteta, ali koja u interakciji sa drugim varijablama statistički može doprineti izgradnji modela.

Razmatrano je pet statističkih modela baziranih na višestrukoj linearnoj regresiji (Tabela 4). Prvi model je uključivao samo dve varijable koje opisuju društveni razvoj. Sam po sebi taj model već u velikoj meri objašnjava varijaciju u prevremenom mortalitetu. Međutim, takav model je bio lošiji od modela koji su uključivali podatke o  $PM_{2,5}$  aerozagađenju i podatke o udaljenosti od najnaprednije zdravstvene infrastrukture.

Drugi model nije uključivao podatke o udaljenosti, dok treći model nije uključivao podatke o aerozagađenju. Četvrti i najlošiji model uključivao je sve promenljive osim indeksa društvenog razvoja, što je automatski učinilo podatke o aerozagađenju beskorisnim. Peti i najbolji model je uključivao sve razmatrane promenljive i donosio je najviše eksplanatorne moći, tj. tim modelom je moguće objasniti skoro 37% ukupne varijacije u prevremenom mortalitetu među opštinama Republike Srbije.

Tabela 4. Statistički modeli prevremenog mortalita u Srbiji (2017-2019. god)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
(Presek)	8792,15*** (641,07)	8467,73*** (651,29)	8419,19*** (675,12)	5284,19*** (506,85)	7689,62*** (701,15)
Udeo korisnika NSP	146,96*** (22,12)	148,23*** (21,88)	146,27*** (22,00)	163,97*** (22,52)	147,67*** (21,46)
Indeks društvenog razvoja	-58,57*** (12,80)	-72,96*** (14,29)	-50,70*** (13,56)		-66,51*** (14,22)
PM <sub>2.5</sub>		71,30* (32,94)		45,33 (34,25)	104,81** (34,62)
Udaljenost PC1			137,48 (81,94)	298,04** (89,79)	230,64** (85,64)
R <sup>2</sup>	0,34	0,35	0,35	0,30	0,38
$\bar{R}^2$	0,33	0,34	0,33	0,28	0,37

\*\*\* p < 0,001; \*\* p < 0,01; \* p < 0,05

NSP – nacionalna socijalna pomoć

Udaljenost PC1 – prva, glavna komponenta udaljenosti od zdravstvene infrastrukture (vidi str. 62)

Iz priloženog je jasno da model koji uključuje podatke o udaljenosti infrastrukture pomaže da se objasni samo 3% više varijacije u prevremenom mortalitetu, pa se postavlja pitanje potrebe za njegovim uključivanjem. Prethodna literatura prema kojoj je poznato da je mortalitet korelisan sa pokazateljima ekonomskog i društvenog razvoja (Galjak, 2014b; Preston, 1975) nam potvrđuje da je to slučaj i sa podacima iz ove disertacije. Model koji uključuje samo takve podatke (Model 1 u Tabela 4) je već dovoljno dobar i prost. Dodavanjem aerozagađenja i udaljenosti od zdravstvene infrastrukture objašnjava se samo 4% dodane varijacije, što nije malo, ali govori o komparativnom značaju ovih promenljivih.

Ovakvi rezultati se poklapaju sa Istraživanjem zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine koje je pokazalo da među stanovništvom kod kog se javila potreba za zdravstvenom zaštitom, 4,1% nije uspelo da ostvari tu zaštitu zbog udaljenosti, 15,4% predugog čekanja, a 31,3% zbog finansijskih razloga (Milić i ostali, 2021).

Buduća istraživanja bi trebalo u potencijalno modeliranje prevremenog mortaliteta da ubace i faktore ponašanja, koji imaju potencijal da značajno podignu eksplanatornu moć modela. Bilo bi dobro uključiti najvažnije faktore ponašanja, kao što su udeo pušača u opštini, potrošnja alkohola, upotreba opijata i sl.

### 3.6 Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta u Srbiji

Prevremeni mortalitet predstavlja veliki problem za svako društvo na individualnom i kolektivnom nivou. Jedan od načina na koji se može izmeriti teret prevremenog mortaliteta je i ekonomski. Ljudski kapital je najvredniji resurs svakog modernog društva, a samim tim i gubitak ljudskih života, tj. skraćenje života, predstavlja gubitak koji se može monetarno izraziti.

Računanje ekonomskog troška<sup>44</sup> ima najviše smisla ako se analiza ograniči na prevremeni mortalitet koji se mogao izbeći, zato što se samim tim dobija trošak koji je stvarno mogao da se

<sup>44</sup> Za postupak računanja vidi sekciju Trošak izgubljene produktivnosti (po uzroku smrti) na str. 55

izbегне (jer nije sav prevremeni mortalitet moguće izbeći). Koristeći poznate brojeve bruto domaćeg proizvoda može jednostavno da se pomnoži broj izgubljenih godina kako bi se procenio trošak izgubljene produktivnosti. Način procene korišćen u ovoj disertaciji je vrlo konzervativan jer ne uračunava zaista izgubljenu produktivnost za koju se može očekivati da će vremenom rasti (sa rastom bruto domaćeg proizvoda), tj. podrazumeva da će npr. za umrlog dvadesetpetogodišnjaka svih 40 godina izgubljene produktivnosti ostati isti bruto domaći proizvod po glavi stanovnika.

Računanje izgubljene produktivnosti pomoću BDP-a je zgodan, iako grub, način računanja ekonomskog troška prevremenog mortaliteta. Nepoznate varijable kao što su: koliko mlađih bi bilo aktivno, kao i to u kojoj godini starosti bi se aktivirali, kolike bi bile njihove godine (dužina) aktivnog života, da li bi umrli tokom radnog veka ili proživeli i bili produktivni tokom celog perioda, koje zavise od privrede, dužine školovanja i drugih sličnih faktora su već sadržani u pokazatelju BDP po glavi stanovnika (u smislu da svi ovi faktori utiču na to koliki će biti ukupan BDP). Važno je naglasiti da je i BDP sam po sebi pokazatelj koji je veoma grub, koji je nasuprot tome veoma široko korišćen u naučnom, javnom i naročito političkom diskursu.

Izračunavanje ekonomskog troška prevremenog mortaliteta vršeno je za period od 2015 do 2020. godine. Korišćen je kriterijum mortaliteta koji se može izbeći, kako bismo dobili ekonomski trošak koji se mogao izbeći. Mortalitet koji se može izbeći nije dalje raščlanjivan na svoje dve komponente (preventabilni i predupredivi mortalitet) zato što među njima ima mnogo preklapanja i njihov zbir ne bi imao smisla.

Rezultati pokazuju da je u periodu od 2015 do 2020. godine izgubljeno više od 9.8 milijardi američkih dolara kroz prevremeni mortalitet koji se mogao izbeći (Tabela 5). U taj račun ne ulaze smrti izazvane virusom SARS-CoV-2 čiji je trošak u 2020. godini procenjen na 0,3 milijarde dolara (Galjak, 2021). Zajedno taj broj prelazi 10 milijardi za posmrtni šestogodišnji period. Još smrtonosniji nastavak pandemije u 2021. godini će zasigurno dodatno podići ekonomski trošak prevremenog mortaliteta.

Tabela 5. Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta koji se može izbeći

<b>Godina</b>	<b>YPPLL</b>	<b>BDPPC</b>	<b>CPL</b>
2015.	270.440	\$5.586,8	\$1.510.894.192
2016.	255.457	\$5.764,6	\$1.472.607.422
2017.	251.234	\$6.307,8	\$1.584.733.825
2018.	237.760	\$7.244,9	\$1.722.547.424
2019.	233.886	\$7.415,3	\$1.734.334.856
2020.	233.783	\$7.742,2	\$1.809.994.743
<b>UKUPNO</b>	<b>1.482.560</b>	<b>\$6.676,9 (prosek)</b>	<b>\$9.835.112.462</b>

YPPLL– izgubljene godine potencijalnog produktivnog života lica starijih od 30 godina

BDPPC – bruto domaći proizvod po glavi stanovnika za datu godinu

CPL – trošak izgubljene produktivnosti izražen u američkim dolarima

Još jedna od vrsta mortaliteta na koji je moguće suzbijati i čije se nesuzbijanje može izraziti kroz ekonomski trošak je i prevremeni mortalitet nastao usled aerozagađenja PM<sub>2.5</sub> česticama. Godine izgubljene od ovog uzroka se računaju za starije od 30 godina, ali način računanja troška je identičan kao i kod prevremenog mortaliteta koji se mogao izbeći. Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta izazvanog aerozagađenjem PM<sub>2.5</sub> za poslednjih šest godina iznosi preko \$1,3 milijarde američkih

dolara (Tabela 6).

Tabela 6. Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta izazvanog aerozagađenjem PM<sub>2.5</sub>

Godina	YPPLL > 30	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	YPPLL-PM <sub>2.5</sub> > 30	BDPPC	CPL-PM <sub>2.5</sub>
2015.	374.774	15,78 <sup>a</sup>	36.666,4	\$5.586,8	\$204.847.782
2016.	351.270	15,67 <sup>b</sup>	34.127,3	\$5.764,6	\$196.730.150
2017.	349.530	15,67 <sup>b</sup>	33.958,2	\$6.307,8	\$214.201.771
2018.	330.249	15,67 <sup>b</sup>	32.085,0	\$7.244,9	\$232.452.699
2019.	330.592	15,67 <sup>b</sup>	32.118,3	\$7.415,3	\$238.167.091
2020	378.061	15,67 <sup>b</sup>	36.730,1	\$7.742,2	\$284.372.077
<b>UKUPNO</b>	<b>2.114.476</b>		<b>205.685,4</b>	<b>\$6.676,9 (prosek)</b>	<b>\$1.370.771.571</b>

YPPLL >30 - izgubljene godine potencijalnog produktivnog života lica starijih od 30 godina

PM<sub>2.5</sub> – prosečno godišnje aerozagađenje česticama manjim od 2.5 mikrona

BDPPC – bruto domaći proizvod po glavi stanovnika za datu godinu

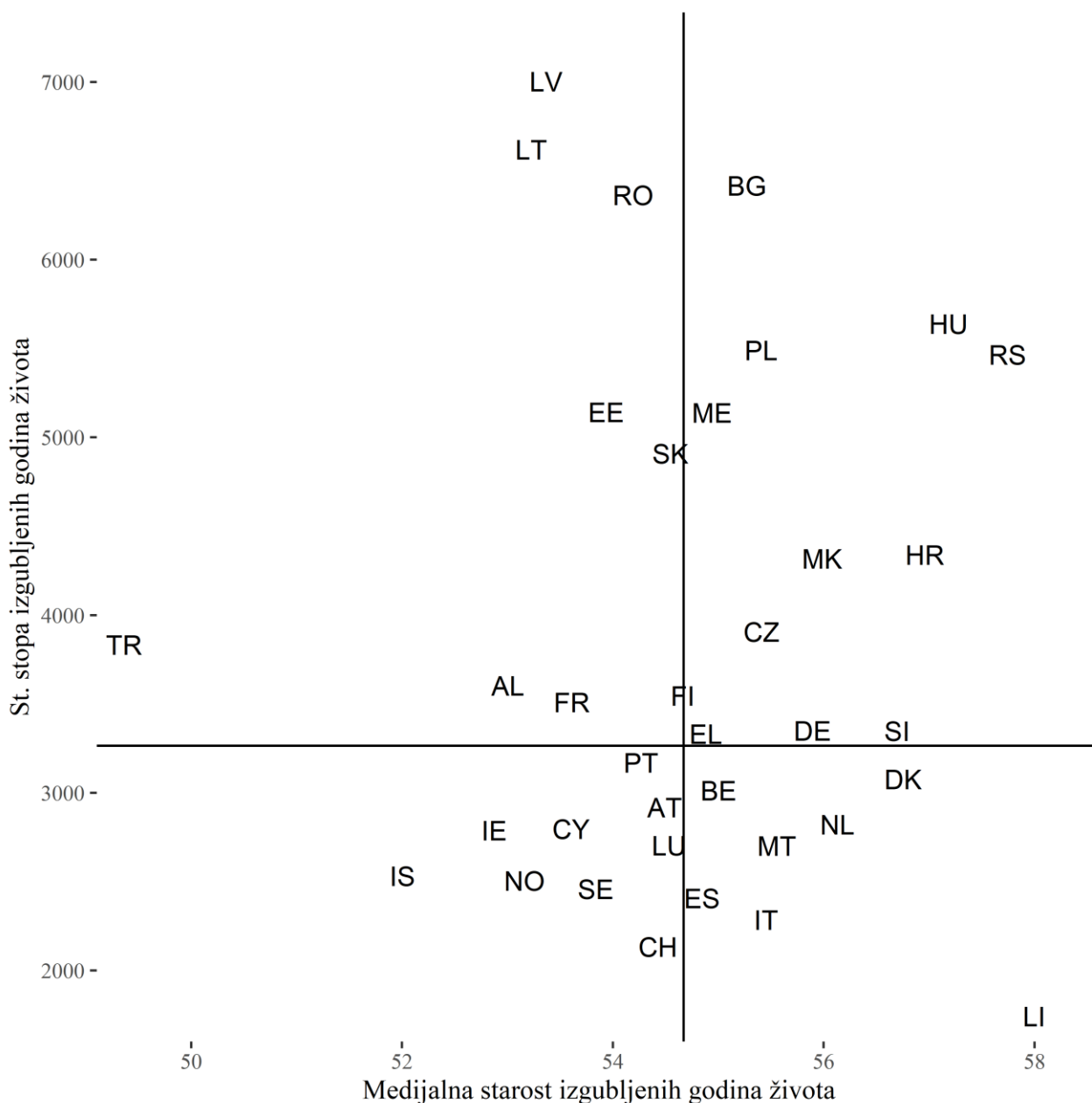
CPL – trošak izgubljene produktivnosti izražen u američkim dolarima

a -Prema (World Bank & Institute for Health Metrics and Evaluation, 2016)

b -Proračuni autora bazirani na podacima za 2016. godinu (van Donkelaar i ostali, 2018)

### 3.7 Prevremeni mortalitet u drugim evropskim državama

Kako bi se situacija prevremenog mortaliteta u Srbiji u potpunosti sagledala neophodno je staviti podatke iz Srbije u širi kontekst (Ilustracija 20). Evropa, kada je mortalitet u pitanju, obuhvata skup zemalja kojima je Srbija u velikoj meri slična (demografski, socioekonomski), a među njima su i razvijenije zemlje na koje Srbija (u cilju spuštanja prevremenog mortaliteta) može da se ugleda (i potencijalno kopira njihove uspehe).



Ilustracija 20. Odnos nivoa prevremenog mortaliteta i starosti prevremenog mortaliteta u evropskim državama 2019. god. (horizontalna i vertikalna linija predstavljaju medijalne vrednosti pokazatelja)

Prema standardizovanoj stopi izgubljenih godina potencijalnog života (YPLL<sub>i</sub>) Srbija je među državama koje su u samom vrhu Evrope, zajedno sa ostalim bivšim socijalističkim državama. Letonija, Litvanija, Bugarska i Rumunija su zemlje sa najvišim stopama, dok za njima slede tri zemlje

sa jako sličnim vrednostima: Mađarska, Poljska i Srbija<sup>45</sup>. Ako ne se računa Lihtenštajn (koji je mikro država pa ne treba učitavati mnogo u ekstremne vrednosti), najbolje vrednosti ovog pokazatelja imaju Švajcarska, sa skoro dvostruko nižim prevremenim mortalitetom, Italija i Španija.

Intenzitet prevremenog mortaliteta je samo jedna njegova dimenzija, dok je druga dimenzija starost prevremenog mortaliteta. Ta dimenzija je važna jer zemlje mogu imati slične vrednosti nivoa prevremenog mortaliteta, ali potpuno različitu strukturu umrlih. Tako npr. Srbija i Poljska imaju slične vrednosti intenziteta prevremenog mortaliteta, dok je starosna struktura značajno drugačija jer u Poljskoj se većina izgubljenih godina života ostvari dve godine ranije nego u Srbiji. Razlog za ovo verovatnije leži i u strukturi umrlih od različitih uzroka smrti. Države sa dobro ustanovljenom tendencijom da imaju mnogo umrlih od eksternih smrti, 3 bivše komunističke baltičke države, ostvaruju mlađi prevremeni mortalitet od drugih zemalja. Kod ovog pokazatelja je važno istaći da na njega utiče i starosna struktura populacije, što je očigledno kod Turske. Drugim rečima, ako je stanovništvo u nekoj državi veoma mlado, to će se manifestovati i kroz pokazatelj medijalne starosti izgubljenih godina života.

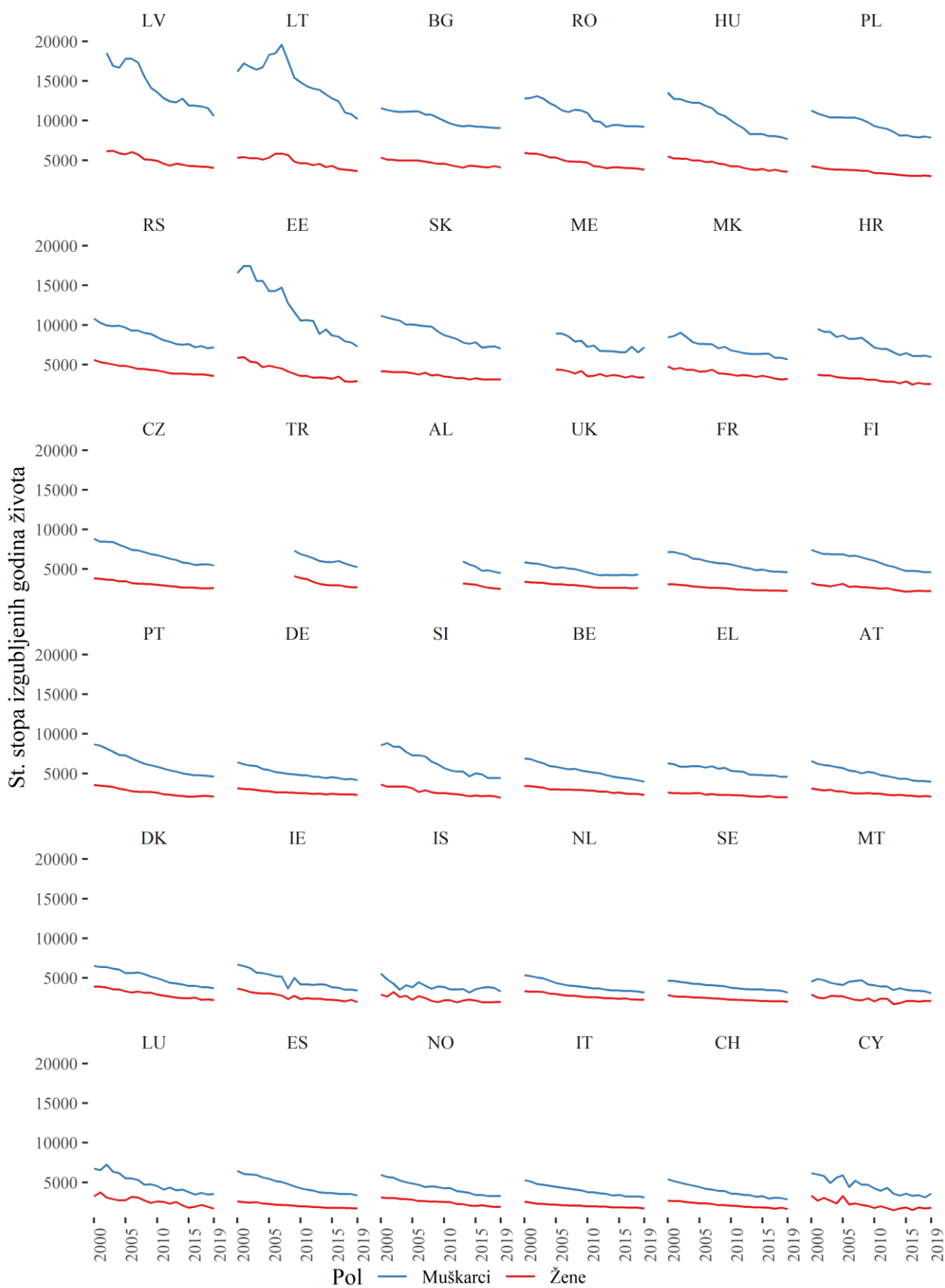
Interesantno je poređenje Hrvatske sa Srbijom jer su one demografski veoma slične. Ove dve zemlje imaju veoma sličnu medijalnu starost izgubljenih godina potencijalnog života, ali u isto vreme Hrvatska ima značajno niže stope prevremenog mortaliteta i to skoro za onoliko za koliko Slovenija ima nižu stopu od Hrvatske. Osim demografskih sličnosti postoje i brojne druge sličnosti kada je u pitanju ustrojenost zdravstvenog sistema jer su ove zemlje bile deo iste države. Najveća razlika je u izdvajanjima za zdravstveni sistem, za koji Srbija izdvaja 641 američki dolar po glavi stanovnika, dok Hrvatska izdvaja 1040 američkih dolara po glavi stanovnika (WHO, 2022c). Pušenje, kao jedna od glavnih determinanti zdravlja (Milić i ostali, 2021), je gotovo podjednako prevalentno i u Srbiji i u Hrvatskoj (neke studije plasiraju Srbiju kao zemlju sa većom prevalencijom pušenja, dok druge plasiraju Hrvatsku kao zemlju sa većom prevalencijom, ali, koja god studija da se uzme u obzir, razlike između Hrvatske i Srbije u navikama kada je pušenje u pitanju, nisu velike. To nas navodi na zaključak da bi Srbija, čak i da zadrži iste navike, mogla mnogo da učini ulaganjima u zdravstveni sistem i dođe do sličnih rezultata koje je ostvarila Hrvatska. Slovenija, sa druge strane, ima drastično nižu prevalenciju pušenja, i to je svakako jedan od faktora kojim se može objasniti razlika između Hrvatske i Slovenije.

Primer Hrvatske je značajan jer Srbija može imati jasnu viziju šta može ostvariti u narednom periodu. Hrvatska je deset godina ranije (2009. godine) imala nivo prevremenog mortaliteta koji danas ima Srbija (Ilustracija 21). Slovenija je sličan nivo imala 2004. godine.

Razlike između zemalja prema nivou prevremenog mortaliteta su u velikoj meri uslovljene razlikom prevremenog mortaliteta između polova. Najveće razlike su među pripadnicima muških populacija različitih zemalja (Ilustracija 21), dok je prevremeni mortalitet žena sličniji. Drugim rečima, da li će neka zemlja imati visok nivo prevremenog mortaliteta najviše zavisi od toga koliko je ta zemlja uspela da izađe na kraj sa prevremenim mortalitetom muškaraca. Kod zemalja sa niskim prevremenim mortalitetom kao po pravilu, standardizovane stope izgubljenih godina potencijalnog života muškaraca teže konvergenciji, mada nikada u potpunosti ne konvergiraju, sa ženskim stopama. Najveće razlike između muškaraca i žena su upravo u bivšim komunističkim državama. Estonija, Letonija i Litvanija su od početka 21. veka imale veoma visoke vrednosti prevremenog mortaliteta muškaraca, ali su u narednih 20. godina uspele da ga značajno smanje. Estonija je u tome bila uspešnija.

---

<sup>45</sup> Ovakav rezultat ne iznenađuje uzevši u obzir da su mortalitetni uslovi lošiji u višim socijalističkim zemljama (Meslé, 2004; Vallin & Meslé, 2004; Grigoriev i ostali, 2014; Galjak, 2018a). Postoji mnoštvo faktora koji utiču na takvo stanje, a među njima su najznačajniji faktori ponašanja (pušenje i alkohol) kao i kvalitet zdravstvene zaštite.



Ilustracija 21. Trendovi prevremenog mortaliteta u Srbiji i drugim evropskim državama po polu od 2000. do 2019. god.



## 4 Zaključak

Za izvođenje zaključaka neophodno je prvo osvrnuti se na hipoteze koje su testirane u disertaciji.

*H1* Prva hipoteza – nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši u Republici Srbiji u odnosu na razvijene zapadnoevropske države – je potvrđena. Nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši u Srbiji u odnosu na najrazvijenije zemlje Evropske unije. Međutim, postoje države poput istočnoevropskih država (novih članica Evropske unije), koje i pored toga što su ekonomski razvijenije od Srbije imaju više stope prevremenog mortaliteta. Srbija je među 7 država sa najvišim prevremenim mortalitetom (od 35 analiziranih). Hrvatska i (naročito) Slovenija pokazuju značajno bolje rezultate i Srbija može slediti njihov primer u daljoj borbi protiv prevremenog mortaliteta.

*H2* Druga hipoteza – nivo prevremenog mortaliteta je značajno viši kod muškaraca nego kod žena u Republici Srbiji – je potvrđena. Osim u Srbiji, to je univerzalni nalaz i za sve druge analizirane države. Mortalitet muškaraca, ne samo što je viši, već je i mnogo varijabilniji od prevremenog mortaliteta žena. Razlike između različitih nivoa prevremenog mortaliteta među zemljama, ali i na subnacionalnom nivou, najviše zavisi od mortaliteta muškaraca, dok je mortalitet žena gotovo uniforman. Veliki jaz postoji i kod prevremenog mortaliteta koji se može izbeći, međutim, on je daleko manji kod preventabilnog mortaliteta.

*H3* Treća hipoteza – nivo prevremenog mortaliteta na nižim administrativnim nivoima u Republici Srbiji nije uniforman – je potvrđena. Nivo prevremenog mortaliteta nije uniforman i značajno varira među opštinama Republike Srbije. Postoji i statistički značajna geografska autokorelacija ovog pokazatelja, tako da susedne opštine obično imaju sličnije vrednosti. Urbanije i ekonomski razvijenije opštine imaju niže vrednosti prevremenog mortaliteta.

*H4* Četvrta hipoteza – postoji korelacija između predupredivog i preventabilnog prevremenog mortaliteta u Republici Srbiji – je potvrđena. Ovakav rezultat ne iznenađuje jer su mnogi uzroci smrti koji su preventabilni u isto vreme i predupredivi. Kada se testira korelacija bez preklapanja ovih uzroka smrti (tj. korelacija između predupredivih smrti koje nisu preventabilne i preventabilnih smrti koje nisu predupredive) i dalje postoji jaka korelacija, što predstavlja dodatnu validaciju ove hipoteze.

*H5* Peta hipoteza – pokazatelji prevremenog mortaliteta su korelisani sa pokazateljima ekonomskog i društvenog razvoja na nivou opština u Republici Srbiji – je potvrđena. Postoji značajna negativna korelacija između pokazatelja indeksa društvenog razvoja i ekonomske aktivnosti sa pokazateljima prevremenog mortaliteta u Republici Srbiji. Međutim, prevremeni mortalitet je najjače korelisani sa pokazateljem siromaštva (udelom korisnika nacionalne socijalne pomoći).

*H6* Šesta hipoteza – pokazatelji prevremenog mortaliteta opština u Republici Srbiji su u korelaciji sa udaljenošću od zdravstvene infrastrukture – je potvrđena. Međutim, nije udaljenost bilo koje infrastrukture značajna. Udaljenost primarne i sekundarne infrastrukture, kao ni udaljenost od banja, nije korelisana sa nivoom prevremenog mortaliteta. Ono što je korelisano jeste udaljenost od tercijarnih zdravstvenih ustanova, specijalističkih i vojnih bolnica. U pitanju je pozitivna korelacija, dakle, što je udaljenost veća, to je i nivo prevremenog mortaliteta viši.

*H7* Sedma hipoteza – pokazatelji prevremenog mortaliteta opština u Republici Srbiji su u korelaciji sa nivoom aerozagađenja u tim opštinama – nije potvrđena. Nije nađena direktna korelacija između PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja i nivoa prevremenog mortaliteta. Međutim, kada se kontroliše za indeks društvenog razvoja, nivo PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja statistički značajno doprinosi objašnjenju visine prevremenog mortaliteta. Efekat nije veliki.

*H8* Osma hipoteza – prevremeni mortalitet usled pandemije SARS-CoV-2 nije uniformno distribuiran među opštinama u Republici Srbiji – je potvrđena. Prevremeni mortalitet izazvan SARS-CoV-2 nije uniformno distribuiran. Važno je ograditi se i napomenuti da je u pitanju samo prva godina pandemije. U različitim opštinama virus je u prvoj godini zarazio različit procenat populacije, što je naravno uticalo i na različit mortalitet među opštinama. Hipotezu treba ponovo testirati na kraju pandemije.

*H9* Deveta hipoteza – varijacija u nivou prevremenog mortaliteta izazvanog SARS-CoV-2 se može delimično objasniti prisustvom PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja – nije potvrđena. Nivo PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja nije korelisan sa smrtnošću od SARS-CoV-2 među opštinama Srbije tokom 2020. godine. Čak ni kada se kontroliše indeks društvenog razvoja i udaljenost od napredne zdravstvene strukture, podaci o nivou aerozagađenja PM<sub>2.5</sub> česticama statistički ne mogu da objasne varijaciju prevremenog mortaliteta usled SARS-CoV-2. Kao i prethodnu hipotezu, ovu hipotezu bi valjalo ponovo testirati kada se pandemija završi.

Na osnovu testiranih hipoteza i analize u ovoj doktorskoj disertaciji, kao i pregleda literature, moguće je dati sledeće preporuke za buduća istraživanja prevremenog mortaliteta u Srbiji.

Standardizacija podataka – standardizacija pokazatelja mortaliteta po starosti, je ključna za bilo kakva poređenja. Međutim, u analizama prevremenog mortaliteta najčešće se koristi samo stopa godina izgubljenih života u svojoj nestandardizovanoj varijanti. Ovaj postupak posmatra samo jedan podskup populacije (mlađi od 75 godina), i tu razlike u starosnoj strukturi nisu toliko značajne kao što je to slučaj sa ukupnom populacijom. Iako je ta tvrdnja donekle tačna, razlike između različitih populacija po starosti mogu biti velike i značajne čak i ukoliko se radi o podskupovima. Te razlike su još evidentnije na nižim administrativnim jedinicama, gde starosna struktura može mnogo varirati (naročito u zonama emigracije, gde je malo mladih).

Komparativna analiza prevremenog mortaliteta sa drugim državama treba da se fokusira na države koje su slične Srbiji (socioekonomski i demografski), koje su u bliskoj prošlosti imale sličan nivo prevremenog mortaliteta kao što Srbija ima danas. U tom smislu, progres Srbije u savladavanju prevremenog mortaliteta treba porediti sa putem koji su prošle Hrvatska i Slovenija. Takođe, bilo bi dobro uraditi komparativnu analizu u narednih 5 do 10 godina i uporediti rezultate Srbije i rezultate koje su ostvarile druge evropske zemlje koje trenutno imaju sličan nivo prevremenog mortaliteta kao Srbija – takve zemlje su: Poljska, Mađarska i Slovačka.

Medijalna starost izgubljenih godina potencijalnog života – pokazatelj koji ranije nije korišćen – pokazao se kao koristan, ali samo u kombinaciji sa drugim pokazateljima intenziteta prevremenog mortaliteta. Jedan od problema ovog pokazatelja je i teška fasetizacija jer može biti osetljiv na ekstremne vrednosti kod malih opština. Naime, broj umrlih lica mlađih od 75 godina u nekim opštinama može biti izuzetno mali, a još je manji ako se posmatra jedan uzrok smrti ili čak grupa uzroka smrti, tako da može da se dogodi da neka opština ima neočekivane vrednosti ovog pokazatelja. Preporuka je da se ovaj pokazatelj koristi u analizama prevremenog mortaliteta, ali zajedno sa pokazateljem standardizovane stope izgubljenih godina života. Naredna istraživanja bi mogla da relativizuju ovaj pokazatelj tako što bi ga stavila u odnos sa medijalnom starošću mlađih od referentnog godišta.

Mortalitet koji se može izbeći – analiza u obliku smrti koje se mogu izbeći (i obe njene podvarijante) predstavlja značajnu dimenziju mortaliteta. Međutim, analiza u ovoj disertaciji je pokazala da ovakvi pokazatelji mogu biti prilično nestabilni na nižim administrativnim nivoima. Uzimanje trogodišnjih proseka u velikoj meri pomaže, ali još uvek postoji problem razlike u pridržavanju metodoloških standarda i malih populacija. Preporuka za dalja istraživanja u vezi sa ovim podvrstama prevremenog mortaliteta je da se vrše na višem nivou od opštinskog, tj. barem na

nivou oblasti (NUTS 3) i višem.

Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta – dalja istraživanja na ovu temu, koja bi dala dodatnu snagu analizi u ovoj disertaciji i predstavljala njen nastavak, odnosila bi se na kreiranje projekcija za naredni period (10 god. i više) i predstavljanje različitih scenarija kretanja prevremenog mortaliteta: brzu konvergenciju sa razvijenim državama, usporenu konvergenciju i stagnaciju. Takve projekcije bi dale dodatnu snagu postojećim argumentima, i bile bi dobar podsticaj za veća ulaganja u javno zdravlje.

Pandemija SARS-CoV-2 – na kraju pandemije potrebno je ponoviti analizu prevremenog mortaliteta od koronavirusa. Analiza predstavljena u ovoj disertaciji je ograničena na 2020. godinu i ona nije potpuna. Naročito je problematično govoriti o prostornoj analizi tokom samo prve godine pandemije. Tek na kraju pandemije, kada virus bude prošao kroz celu populaciju, moći će da se izmeri kako je koja opština prošla u borbi protiv virusa i koji je trošak prevremenog mortaliteta. Prema rezultatima prikazanim u ovoj disertaciji postoje indicije da je (barem u prvoj godini pandemije) poremećen i šablon umiranja po starosti, a ne samo povećan intenzitet umiranja. Starosna distribucija umrlih pomerena je tako da specifične stope smrtnosti počinju naglo da rastu od 35. godine starosti, umesto od 40. godine kako je to bio slučaj pre pandemije. Naredna istraživanja trebalo bi da ispituju efekat pandemije na promenu šablona umiranja u Srbiji.

Uticaj PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja na prevremeni mortalitet – metodologija korišćena u ovoj doktorskoj disertaciji ima svoje prednosti i mane. Velika prednost je to što ne zahteva detaljne podatke o uzroku smrti, ali zato zahteva podatke o prosečnom nivou izlaganja PM<sub>2.5</sub> česticama. Nažalost, do ovih podataka je gotovo nemoguće doći. Podaci korišćeni u ovoj disertaciji se zasnivaju na daljinskoj detekciji (pomoću satelitskog osmatranja), ali podaci dobijeni korišćenjem mernih stanica i metodologija koja se koristi da se izračuna prosečni uticaj na delovima teritorije može pružiti mnogo drugačije rezultate. Ova neegzaktnost, netipična za demografske analize, predstavlja problem, i zato je važno posmatrati analizu prevremenog mortaliteta od aerozagađenja u ovoj disertaciji, ali i sve druge slične analize, sa velikom dozom rezerve, uzimajući u obzir sve ograde koje dolaze uz takve analize.

Svaka smrt je sama po sebi lična tragedija, a posebno kada je reč o prevremenim smrtima. Međutim, ekonomska cena smrtnosti se često zanemaruje. Kada se razmatra ulaganje u zdravstvo, moguće je doći do ciničnog stava (naročito u demografskom smislu), da se na taj način ulaže u zdravlje starijih, koji više nisu reproduktivno značajni, i da to predstavlja ne samo gubljenje resursa, već i produbljanje starosnog disbalansa. Takva teza isprva može navesti na zaključak da se za državu sa starosnom strukturom poput Srbije ne isplati da radi na zdravlju starijih, jer je penzioni fond već odavno neodrživ (Zdravković i ostali, 2012), pa je svako smanjenje mortaliteta onih koji su u penziji, za državu (i društvo) neisplativo. Takav stav, osim toga što je ciničan, ne uzima u obzir činjenicu da su stari, iako u penziji, i dalje produktivni članovi zajednice, čiji gubitak ima i te kakvu ekonomsku cenu, a ne samo ljudsku. Kada je reč o prevremenom mortalitetu, takva računica nema smisla jer se radi primarno o smanjenju mortaliteta mlađih od granice za odlazak u penziju. U ovoj doktorskoj disertaciji je pokazano da se više od polovine godina izgubljenog potencijalnog života u Srbiji izgubi među mlađima od 60 godina. Drugim rečima, rad na smanjenju prevremenog mortaliteta bi se u najvećoj meri odnosio na ljude koji nisu u penziji.

Izračunati stvarnu ekonomsku cenu prevremene smrtnosti je nemoguć zadatak. Procena data u ovoj disertaciji od skoro 10 milijardi dolara za 6 godina (od 2015 do 2020) pretpostavlja da BDP po glavi stanovnika ostaje konstantan. Ako se uzmu u obzir kontinuirani ekonomski rast i drugi faktori (kao što je akumulacija bogatstva), onda je ekonomska cena prevremene smrtnosti još veća.

Kada je u pitanju pandemija SARS-CoV-2 s obzirom na to da pandemija još nije gotova i da

još nema pouzdanih podataka za 2021. i 2022. godinu, ukupna ekonomska cena prevremene smrtnosti od ovog virusa je još uvek nepoznata. Na osnovu najnovijih podataka o smrtnosti u 2021. godini (Statistical Office of the Republic of Serbia, 2022) u Srbiji je prekomerna smrtnost bila oko 3 puta veća od one iz 2020. godine, što će zasigurno značiti da će trošak pandemije na prevremeni mortalitet prevazići milijardu dolara.

Pored ekonomskih, prevremeni mortalitet potencijalno može ostaviti i demografske posledice. Uticaj prevremenih smrti na natalitet je posredan i odnosi se na smanjenje obima fertilnog kontingenta stanovništva. Jedan od najupečatljivijih nalaza kada je u pitanju prevremena smrtnost je polna nejednakost. Prevremena smrtnost je fenomen koji mnogo intenzivnije pogađa mušku populaciju nego žensku. U tom smislu uticaj prevremenog mortaliteta žena na ukupni obim fertilnog kontingenta nije veoma značajan. Čak i kada bi se izbegle sve smrti žena koje je bilo moguće izbeći, efekat koji bi se dobio u realizovanom natalitetu ne bi bio velik.

Kada je u pitanju godina pandemije i smrtnost usled SARS-CoV-2 situacija je jako slična. Poznato je da muškarci čine većinu smrtnih slučajeva od SARS-CoV-2 (Bienvenu i ostali, 2020). Muškarci u Srbiji prevremeno umiru od SARS-CoV-2 po 2,5 puta većoj stopi nego žene. Od SARS-CoV-2 je u 2020. godini umrlo 117 žena mlađih od 50 godina, a 40 je bilo mlađih od 40 godina. Pandemija je donela mnoge društvene promene, i iako još uvek može da ostavi značajan trag na stopu nataliteta tokom krize (Aassve i ostali, 2021; Ullah i ostali, 2020), to će verovatno učiniti na neki drugi način, pored direktnog efekta prevremenog mortaliteta koji je skroman.

Postoji nekoliko argumenata u prilog tome da se mora raditi na suzbijanju prevremenog mortaliteta.

Ekonomski argument – prevremeni mortalitet predstavlja ogroman ekonomski teret po društvo. Njegovim smanjenjem država, tj. Društvo, bi dugoročno stvorilo mnogo više vrednosti. Ne računajući ekonomski trošak SARS-CoV-2 koji je u 2020. godini bio oko \$0.3 milijarde, a koji će za celo trajanje pandemije verovatno prevazići milijardu dolara izgubljene produktivnosti od prevremenog mortaliteta (Galjak, 2021), postoji ogroman prostor da se sa relativno malim ulaganjima dugoročno investiranje višestruko isplati (engl. low hanging fruit). Redukcijom PM<sub>25</sub> aerozagađenja i ulaganjem u zdravlje moguće je sačuvati milijarde dolara u narednom periodu.

Demografski argument – od tri najvažnija demografska problema koje Srbija ima (nedovoljno rađanje, negativan migracioni saldo i prevremeno umiranje), problem prevremenog mortaliteta je najlakše rešiti. Naime, sa jedne strane, iskustva drugih zemalja su pokazala da bez obzira na to koliko se novca troši na podsticanje rađanja, dobijeni efekti su minorni. Sa druge strane, takođe je pokazano da države ne mogu da učine mnogo da spreče emigraciju, osim poboljšavanja socioekonomskih uslova u svom društvu. Najefektivniji način smanjenja depopulacije bio bi smanjenje prevremenog mortaliteta.

Humanistički argument – ekonomski efekat gubitka produktivnih ljudi je samo jedna strana. Druga strana je vrednost izgubljenih života, koja je nemerljiva. Na individualnom nivou svakako, ali i u društvenom smislu. Manje ljudi znači manje umetnosti, inovacije, nauke i manje glasova u javnom diskursu. Gubitak javnih ličnosti (naročito u vreme pandemije) to čini najevidentnijim, ali na nivou čitave države mnoštvo izgubljenih života znači i siromašnije društvo.

Kvalitet a ne samo kvantitet – Kvalitetno javno zdravlje koje efektivnije predupređuje prevremenu smrtnost će značiti ne samo manje prevremenih smrti, veći i kvalitetniji život onih koji žive. Drugim rečima, ulaganje u zdravlje ne dovodi do binarnog ishoda: život umesto smrti, već do kvalitetnijeg života svih.

Argumentovanje protiv smrti može izgledati nepotrebno jer tema uopšte nije kontroverzna. Ipak, nivo prevremenog mortaliteta u Srbiji je (i pored opšte tendencije pada) u kontinuitetu nedopustivo visok. Jedan od ciljeva ove disertacije, i istraživanja prevremenog mortaliteta generalno, treba da bude da ukaže na to da je ulaganje u zdravstveni sistem veoma važno.

Na osnovu analize u ovoj doktorskoj disertaciji, kao i pregleda strateških dokumenata Republike Srbije, moguće je dati sledeće preporuke donosiocima odluka Republike Srbije:

Prevremeni mortalitet u Srbiji nije prepoznat kao problem per se, već kao deo mnogih drugih problema, naročito u vezi sa javnim zdravljem. U tom smislu, Republika Srbija se kroz različita strateška dokumenta<sup>46</sup> na posredni način bavi i problemom prevremenog mortaliteta. Zajednička karakteristika svih ovih strateških dokumenata je ta da odlično dijagnostikuju probleme, međutim, ciljevi tih strategija su često nedovoljno ambiciozni i generalno ne čine dovoljno. Drugi problem sa strateškim dokumentima je taj što su mnogi zastareli i više nisu aktivni. Jedan od takvih je i „Strategija o kontroli duvana“. Ova strategija, iako možda ključna za suzbijanje prevremenog mortaliteta u Srbiji, je doneta još 2007. godine.

Jedan od primera dobrog identifikovanja problema u strateškim dokumentima odnosi sa na Program unapređenja kontrole raka. U njemu se (ispravno) identifikuje problem nedostatka opreme, tj. konkretno se navodi da je problem to što postoje samo dva PET skenera u celoj Srbiji, ali se nigde potom u akcionom planu ne navodi da je neophodno kupiti PET skener. Čak i na mestima gde se u akcionim planovima navode konkretne operacionalizacije, često nedostaje konkretna budžetska linija, tj. alociranje konkretnih sredstava da se oni sprovedu.

Još jedan od problema kod postojećih strateških dokumenata jesu i nedovoljno ambiciozni ciljevi, koji najčešće predstavljaju veoma ostvariva marginalna poboljšanja koja bi se verovatno dogodila i bez implementacije koraka iz akcionih planova. Ambicioznost nacionalnih strateških dokumenata u tom smislu ne reflektuje ambicioznost Ciljeva održivog razvoja i Milenijumskih ciljeva Organizacije ujedinjenih nacija (2022).

Konkretna preporuka bi bila izrada nove strategije suzbijanja prevremenog mortaliteta u Republici Srbiji koja bi objedinila mnoge delove postojećih strategija i uključila novi adekvatni akcioni plan sa konkretnim budžetskim linijama. Takva strategija bi trebalo da pokrije nedostatke i operacionalizuje rešenja trenutnih strateških dokumenata koji se bave ovom temom u Republici Srbiji.

Još jedna konkretna preporuka se odnosi na hitno usvajanje nove strategije o kontroli duvana. Uzevši u obzir da se pušenje dovodi u vezu sa više od četvrtine ukupne smrtnosti u Srbiji (Marinkovic, 2017), nužno je najpre obračunati se sa ovim veoma značajnim faktorom mortaliteta. Takav dokument bi morao da dovede do drastične redukcije u prevalenciji pušenja u Srbiji i verovatno je najvažniji strateški dokument koji bi mogao da utiče na prevremeni mortalitet u Srbiji. U tom smislu, Srbija ima mnogo primera iz drugih država na koje može da se ugleda. Najnoviji primer iz Novog Zelanda podrazumeva trajnu zabranu kupovine duvana ljudima koji su rođeni posle 2008. godine i ovakva mera spada u kategoriju tzv. endgame (engl. završna igra) mera koje za cilj nemaju redukciju pušenja, već potpuno obračunavanje sa ovom epidemijom (McDaniel i ostali, 2016). Takva mera je inovativna jer se odnosi na generacije koje još uvek nemaju pravo glasa i ne utiču na to da trenutno stanovništvo koje bi se protivilo identičnoj, njima namenjenoj, meri. U Srbiji, gde je prevalencija pušenja velika, postoji prilika da se i manje drastičnim merama smanji broj pušača (naročito mladih). Kontrola (povećanje nameta ili eventualna zabrana) duvana nema smisla ako postoji veliko sivo tržište duvana,

---

<sup>46</sup> Vidi Prilog 3 – Strateška dokumenta Republike Srbije u vezi sa prevremenim mortalitetom

pa je neophodno izboriti se i sa ovim, za Srbiju veoma značajnim problemom, i to ne iz finansijskih, veći iz javno-zdravstvenih razloga.

U disertaciji je (ne očekivano) pronađeno da je najbolji prediktor prevremenog mortaliteta u Srbiji pokazatelj siromaštva. Strategija za smanjenje siromaštva je doneta pre skoro 20 godina (Vlada Republike Srbije, 2003), i potrebno je pristupiti izradi nove strategije koja bi bila usklađena i sa ostalim pomenutim strateškim dokumentima, i koja kao svoj sastavni deo mora imati i problem prevremenog mortaliteta. Strategija iz 2003. se mortalitetom ne bavi direktno, već samo na nivou pokazatelja smrti dece ispod 5 godina i odojčadi.

Jedna preporuka se odnosi na racionalno trošenje ograničenih resursa, tj. ulaganje u zdravstvo kao populaciona politika.

Srbija ne izdvaja dovoljno sredstava za sistem zdravstva koji je odavno zastareo, ni u apsolutnom iznosu (2019. godine to je bilo 641 američkih dolara per capita godišnje) ni u relativnom (oko 9% bruto domaćeg proizvoda u 2019. god.) (Galjak, 2014b; WHO, 2022c). Na primer, Hrvatska izdvaja 1040 dolara (7% svog BDP-a), Slovenija 2219 dolara (9% svog BDP-a), a Švajcarska, koja je među državama sa najnižim prevremenim mortalitetom u svetu, 9.666 dolara (tj. 11% svog BDP-a).

Najveći deo novca koji se izdvaja za zdravstveni sistem ide na još uvek niske plate (čak i sa uzimanjem pariteta kupovne moći u obzir). To u praksi znači da, u poređenju sa ekonomski moćnijim zemljama, Srbija uspeva da zaposli značajan broj neophodnih lekara per capita (Srbija 31,13, Hrvatska 34,65, Slovenije 32,77, Ujedinjeno Kraljevstvo 29,09 na 10.000 st.) (WHO, 2022b). Pošto broj lekara per capita ne odstupa od ekonomski moćnijih zemalja (koje imaju niže stope prevremenog mortaliteta), onda je potrebno razliku u mortalitetnoj situaciji objasniti drugim varijablama kao što su: oprema (koja može biti izuzetno skupa), organizacija i drugim parametrima ljudskih resursa (npr. obučenosť u upotrebi najsavremenijih metoda). Nedostatak lekara specijalista postaje sve prisutniji problem u javnosti, naročito u vezi sa pandemijom SARS-CoV-2, ali i šireg demografskog narativa u kontekstu emigracije u ekonomski razvijenije zemlje zapadne Evrope (npr. Nemačku). Celokupni sistem zdravstvene zaštite Republike Srbije osmišljen je kada je ovo društvo imalo daleko manji udeo starih, i više nije adekvatan za savremene zdravstvene izazove (Galjak, 2018b).

Uzevši u obzir to da su se mere podsticanja rađanja u vidu direktnih novčanih davanja pokazale kao nedelotvorne (De Santis, 2006; Demeny, 1986, 2011), uputno je postaviti pitanje oportunitetnih troškova takvih politika. Sa strane prihoda, veći nameti kojim se finansiraju ovakvi programi, po svojoj definiciji čine tzv. „push“ faktor, i na taj način doprinose emigraciji. Sa strane rashoda, taj novac bi mogao da se uloži tamo gde je mnogo potrebniji – u sistem zdravstvene zaštite. Kao što je pokazano, ekonomski trošak prevremenog mortaliteta je ogroman, a uzevši u obzir da za zdravstveni sistem Republika Srbija izdvaja jako malo sredstava (u apsolutnim brojevima), evidentno je da bi se daljim ulaganjima taj novac mnogostruko vratio kroz naredne decenije. Čak i manja ulaganja, pre svega u vidu moderne opreme, mogu da donesu mnogo opipljivih rezultata.

Naredna preporuka je insistiranje na prevenciji. Poznato je da prevencija najčešće predstavlja mnogo jeftiniju opciju od lečenja (Hankey & Warlow, 1999; Herman i ostali, 2003). Prevencija je prilika da se dugoročno, sa malo resursa, postignu značajni rezultati. Iskustva iz drugih zemalja ukazuju na to da najveću ulogu mogu imati programi primarne prevencije (Laatikainen i ostali, 2005). Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine pokazalo je da su u odnosu na prethodne periode (2013. i 2006.) napravljeni ogromni pomaci naročito kada je u pitanju merenje krvnog pritiska, šećera i holesterola u krvi (Milić i ostali, 2021). Isto istraživanje je pokazalo da postoji zabrinjavajuće veliki jaz između bogatih i siromašnih kada su u pitanju drugi vidovi prevencije (poput Papanikolau testa) (Milić i ostali, 2021).

Primarna prevencija – iako su napravljeni veliki pomaci, postoji veliki prostor da se dela na polju prevencije kardio-vaskularnih bolesti i to daljim smanjenjem procenta ljudi koji ne kontrolišu krvni pritisak, nivo šećera i holesterola u krvi. Takođe, jedan od važnih aspekata primarne prevencije predstavlja imunizacija. Delovanjem na mlađe populacije može se smanjiti njihov mortalitet u bliskoj budućnosti, ali i mortalitet tih kohorti u daljoj budućnosti. Trajne, pozitivne promene stila života zasigurno utiču na zdravstvene ishode u budućnosti. Tokom pandemije SARS-CoV-2 evidentan je značaj imunizacije protiv ovog virusa baš kada je mortalitet u pitanju, međutim, postoje mnoge druge forme imunizacije koje u Srbiji nisu veoma razvijene. Jedna od njih je i vakcina protiv humanog papiloma virusa (HPV). Vakcina koja sprečava virus koji izaziva rak grlića materice (ali i još neke tipove zloćudnih tumora), još uvek nije besplatna u Srbiji, mada postoje najave da će besplatna imunizacija biti omogućena od aprila 2022. god (RFZO, 2021).

Sekundarna prevencija – je izuzetno važna za Srbiju jer tu postoji mnogo više prostora nego kada je reč o primarnoj prevenciji. Sekundarna prevencija podrazumeva ranu detekciju i pravovremeno lečenje bolesti, kao i delovanje lekovima, pre nego što nastanu bilo kakvi simptomi. Rezultati ove doktorske disertacije su pokazali da je ogroman udeo prevremenog mortaliteta moguće veoma često izbeći i sekundarnim metodama prevencije. Posebno je tragično to što su u Srbiji veoma zastupljeni upravo uzroci smrti koji kada se otkriju rano mogu u potpunosti da se preduprede (kao npr. rak grlića materice, rak dojke, kardio-vaskularne bolesti koje bi se adekvatnom sekundarnom farmakološkom prevencijom mogli potpuno izbeći). Dobar primer za to je upotreba statina, lekova za smanjenje holesterola u krvi, koji predstavljaju veoma efektivan i jeftin način za smanjenje ukupnog mortaliteta (Nunes, 2017), čija upotreba u Srbiji još uvek nije na nivou kakav je u najrazvijenijim državama (Blais i ostali, 2021).

Sledeća preporuka je redukcija nivoa aerozagađenja. Kao što je pokazano u disertaciji, dugoročni ekonomski trošak PM<sub>2.5</sub> aerozagađenja je ogroman. Njegova eliminacija verovatno nije moguća, međutim, moguća je njegova redukcija. Koliko bi redukcija ovakvog zagađenja koštala je zasebno pitanje, ali neophodno je da postoji strategija za umanjenje ovakve vrste zagađenja. Trenutno je u društvu podignuta svest kada je ova tema u pitanju, postoji zamah i treba ga pametno iskoristiti.

Potencijalne akcije države mogu se odnositi na striktniju primenu postojećih ekoloških standarda i njihovo pooštavanje. Iako postoji dobar Plan za smanjenje emisija glavnih zagađujućih materija koje potiču iz starih velikih postrojenja za sagorevanje (Prilog 3 – Strateška dokumenta Republike Srbije u vezi sa prevremenim mortalitetom), koji predviđa drastičnu redukciju aerozagađenja iz velikih postrojenja, problem individualnih ložišta, koja su identifikovana kao veliki problem (Đorđević, 2018; Ilić i ostali, 2016; Jovicic i ostali, 2013) kada je u pitanju aerozagađenje, ostaje nerešen. Problem sagorevanja najjeftinijeg uglja u individualnim ložištimima se može rešiti tako što bi se taj način grejanja učinio skupljim. Takva mera bi najteže pogodila najsiromašnije, i imala bi smisla samo ako bi istovremeno bile aktivne i mere podsticaja za čistije načine grejanja. Država može da poveća namete na eksploataciju uglja sa jedne strane, i da subvencionise čistije vrste grejanja, sa druge strane. Takve mere bi verovatno bile izuzetno skupe, ali su kongruentne sa drugim ciljevima održivog razvoja i obavezama kojima se Republika Srbija obavezala Pariskim sporazumom (Negotiators of the Paris Agreement, 2016), kada je u pitanju smanjenje emisija koje vode globalnom zagrevanju.

Dalje, otvoreni podaci predstavljaju jeftin način za poboljšanje istraživanja i informisanje javnosti o prevremenom mortalitetu. Detaljni podaci o mortalitetu su veoma važni kada su u pitanju istraživanja i donošenje odluka. Srbija, iako ima odavno uspostavljen regulisan i institucionalno definisan sistem vitalne statistike, još uvek nije realizovala potencijal koji otvoreni podaci daju društvu. Napravljeni su veliki pomaci kada je otvaranje mnogih baza u pitanju, u vidu Open Data portala Republičkog zavoda za statistiku (RZS, 2022), i Portala otvorenih podataka Republike Srbije (Vlada Republike Srbije, 2022), međutim, postoji još mnogo prostora za unapređenje – konkretno,

uključivanjem sirovih, anonimizovanih podataka iz vitalne statistike.

Problem u 2020. godini sa mortalitetom usled SARS-CoV-2 i nepoverenjem koje je u javnosti nastalo (Jovanović, 2020) bi se moglo u potpunosti izbeći kada bi podaci o smrtnosti bili otvoreni. To važi za podatke od smrtnosti usled virusa koji je izazvao pandemiju, ali i u redovnim uslovima postoje brojne dobre strane otvaranja takvih podataka. Naravno, uvek postoji tenzija između privatnosti građana (što je naročito problematično za podatke na nivou naselja) i koristi za javno dobro. Međutim, interes javnog zdravlja je izuzetno značajan, što je naročito evidentno bilo za vreme pandemije.

Postoje i dodatni argumenti protiv takvog otvaranja podatka. Jedan od glavnih je nepouzdanost preliminarnih podataka. Procedure i kontrola podataka sastavni su deo svakog prikupljanja podataka, pa tako i vitalne statistike. Glavni argument u tom smislu je da su otvoreni podaci (dostupni odmah, ili sa kašnjenjem merenim danima ili nedeljama) potencijalno na neki način nepouzdati jer još uvek nisu prošli procedure kontrole i korekcije. Međutim, preliminarni podaci mogu biti obeleženi kao takvi, a da uz njih postoje i finalni podaci da se objavljuju nakon svih kontrola. Čak i u tom slučaju potpuna transparentnost je uputna.

Otvaranjem podataka o mortalitetu država bi omogućila lakši pristup istraživačima (a samim tim osigurala i brojnija istraživanja na ovu temu), ali i javnosti, pa bi tako ova tema zauzimala i više prostora u javnom i naučnom diskursu. Kada su u pitanju podaci iz vitalne statistike takvo otvaranje bi moglo biti veoma jeftino (uz jako malo dodatnih procedura u institucijama koje su uključene u produkciju takvih podataka). Međutim, država bi mogla da stimuliše institucije u kreiranju novih setova podataka koji bi bili otvoreni. To uključuje i podatke koji nisu u direktnoj vezi sa mortalitetom, ali jesu u vezi sa javnim zdravljem (podaci o morbiditetu, izdatim lekovima, i sl.).

Podaci o aerozagađenju, i drugim uticajima sredine na zdravlje su i te kako potrebni i istraživačima i institucijama. Tako da i u ovoj oblasti država može da radi na implementaciji projekata koji bi za cilj imali prikupljanje više sirovih podataka koji bi takođe mogli biti otvoreni.

Rečenica koja u sebi sadrži sintagmu „nalazimo se na prekretnici“ je verovatno izgovorena u svakom vremenskom periodu od početka istorije čovečanstva. Međutim, postoje jaki argumenti zašto se može tvrditi da se trenutno zaista nalazimo na prekretnici kada su u pitanju biomedicinska istraživanja. Razlog za optimizam predstavlja činjenica da je u prethodnih nekoliko decenija došlo do mnoštva ključnih otkrića koja zajedno imaju potencijal da radikalno produže životni vek čoveka kroz lečenje trenutno neizlečivih bolesti i smanjenje efekata starenja. Te tehnologije uključuju inicijalno sekvenciranje celokupnog ljudskog genoma 1999. godine, i kontinuirano padanje cene tog postupka sa milijardi američkih dolara na manje od 1000 američkih dolara koliko to danas košta (sa tendencijom daljeg pada). Takve okolnosti vode ka personalizovanoj medicini i brojnim otkrićima koja se svake godine dešavaju u ovoj oblasti.

Još jedna ključna tehnologija koja može voditi svetlijoj budućnosti sa manje smrtnosti je i tzv. Krispr (engl. CRISPR - clustered regularly interspaced short palindromic repeats), otkriće za koje je u 2020. dodeljena Nobelova nagrada, kolokvijalno nazvan genetske makaze, koje omogućava promenu DNK ljudi i lečenje nekih bolesti koje je ranije bilo nezamislivo izlečiti. Ovo otkriće i dodatna otkrića koja su usledila, omogućavaju potpuno novu dimenziju u medicini i predstavljaju polje koje ima potencijal da radikalno izmeni način na koji se danas posmatraju bolesti.

Tokom pandemije virusa SARS-CoV-2 mnogo ekonomskih resursa se fokusiralo na razvoj vakcina baziranih na informacionoj RNK i tehnologiji koja je inicijalno razvijana za tretman tumora. To je dovelo do brzog napretka tehnologije koja je već dugo godina bila u povoju. Potencijal ove tehnologije je izuzetan i moguće je da će dovesti do tretmana mnogih vrsta tumora, ali i infektivnih bolesti.



Promena paradigme na to da se starost smatra stanjem koje treba tretirati, umesto fokusa na individualne bolesti, može dovesti do značajnog povećanja očekivanog trajanja života što bi sa sobom donelo ogromne benefite po društvo, ekonomiju (Scott i ostali, 2021), ali i ogroman benefit u humanističkom smislu. Cinično posmatranje napretka u produžetku očekivanog trajanja života može dovesti do zaključka da se ono zasniva na obaranju mortaliteta najmlađih (u prvoj fazi), i kasnije borbe sa kardio-vaskularnim bolestima, a da se već nekoliko decenija taj rast očekivanog trajanja života usporio (u nekim državama čak stagnira ili opada). Nove tehnologije koje su prethodnih decenija bile u povoju, a koje će sazreti narednih decenija, imaju potencijal da pruže čovečanstvu velike pomake u produženju očekivanog trajanja života, veće od onih na koje je čovečanstvo naviklo u prethodnom periodu. Izjava kodirektora laboratorije za starenje Medicinske škole Harvard univerziteta, Dejvida Sinklera: „Prva osoba koja će doživeti 150. godinu je već rođena“ (Sinclair, 2015), ukazuje na optimizam koji vlada u biomedicinskoj naučnoistraživačkoj zajednici. Šta će očekivano trajanje života od preko 100 godina značiti za demografiju, ekonomiju i društvo?

Prema transverzalnom pokazatelju očekivanog trajanja života, osoba rođena danas u Srbiji može očekivati da će živeti oko 75 godina, pod uslovom da mortalitetni uslovi ostanu nepromenjeni narednih 75 godina. Ipak, ako se očekuje da se za tih 75 godina mortalitetni uslovi poboljšavaju, osoba rođena danas u Srbiji može očekivati da živi značajno duže od 75 godina. Kada se na taj način sagleda potencijalno trajanje života, onda problem prevremenog mortaliteta izgleda još značajnije. To se ne odnosi samo na najmlađe koji mogu da očekuju duži život, već i na sve druge segmente stanovništva, uključujući i sredovečne ljude koji danas umiru od smrti koje su se mogle izbeći. Društvo ima moralnu obavezu da spreči, prevenira i predupredi sve prevremene smrti koje može.

## 5 Literatura i izvori

- Aassve, A., Cavalli, N., Mencarini, L., Plach, S., & Sanders, S. (2021). Early assessment of the relationship between the COVID-19 pandemic and births in high-income countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(36), e2105709118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2105709118>
- Aghalari, Z., Dahms, H.-U., Sosa-Hernandez, J. E., Oyervides-Muñoz, M. A., & Parra-Saldívar, R. (2021). Evaluation of SARS-COV-2 transmission through indoor air in hospitals and prevention methods: A systematic review. *Environmental Research*, *195*, 110841. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110841>
- Alwani, M., Yassin, A., Al-Zoubi, R. M., Aboumarzouk, O. M., Nettleship, J., Kelly, D., AL-Qudimat, A. R., & Shabsigh, R. (2021). Sex-based differences in severity and mortality in COVID-19. *Reviews in Medical Virology*, *31*(6). <https://doi.org/10.1002/rmv.2223>
- Anselin, L. (2010). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, *27*(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Armelagos, G. J., Barnes, K. C., & Lin, J. (1996). Disease in Human Evolution: The Reemergence of Infectious Disease in the Third Epidemiological Transition. *AnthroNotes : Museum of Natural History publication for educators*, *18*(3), 1. <https://doi.org/10.5479/10088/22354>
- Artnik, B., Vidmar, G., Javornik, J., & Laaser, U. (2006). Premature mortality in Slovenia in relation to selected biological, socioeconomic, and geographical determinants. *Croatian Medical Journal*, *47*(1), 103–113.
- Artur Gsella, A. G. O., Cristina Guerreiro, J. S., & Horálek, J. (2021). *ETC/ATNI Report 10/2021: Health risk assessments of air pollution. Estimations of the 2019 HRA, benefit analysis of reaching specific air quality standards and more*. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etc-atni-report-10-2021-health-risk-assessments-of-air-pollution-estimations-of-the-2019-hra-benefit-analysis-of-reaching-specific-air-quality-standards-and-more>
- Atanaskovic-Markovic, Z., Serbia, & Ministarstvo zdravlja. (2003). *The burden of disease and injury in Serbia*. Ministry of Health of the Republic of Serbia. (ISBN 978-86-83607-13-6)
- Atanasković-Marković, Z., Bjegović, V., Janković, S., Kocev, N., Laser, U., Marinković, J., Marković-Denić, L., Pejin-Stokić, L., Penev, G., Stanisavljević, D., & al, et. (2003). *Opterećenje bolestima i povredama u Srbiji*. Ministarstvo zdravlja Republike Srbije. (ISBN 86-83607-14-3)
- Barrett, R., Kuzawa, C. W., McDade, T., & Armelagos, G. J. (1998). EMERGING AND RE-EMERGING INFECTIOUS DISEASES: The Third Epidemiologic Transition. *Annual Review of Anthropology*, *27*(1), 247–271. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.27.1.247>
- Bassett, M. T., Chen, J. T., & Krieger, N. (2020). Variation in racial/ethnic disparities in COVID-19 mortality by age in the United States: A cross-sectional study. *PLOS Medicine*, *17*(10), e1003402. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003402>
- Beltrán-Sánchez, H., Preston, S. H., & Canudas-Romo, V. (2008). An integrated approach to cause-of-death analysis: cause-deleted life tables and decompositions of life expectancy.

*Demographic Research*, 19, 1323–1350. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2008.19.35>

- Best, D. J., & Roberts, D. E. (1975). Algorithm AS 89: The Upper Tail Probabilities of Spearman's Rho. *Applied Statistics*, 24(3), 377. <https://doi.org/10.2307/2347111>
- Bienvenu, L. A., Noonan, J., Wang, X., & Peter, K. (2020). Higher mortality of COVID-19 in males: sex differences in immune response and cardiovascular comorbidities. *Cardiovascular Research*, 116(14), 2197–2206. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa284>
- Bill & Melinda Gates Foundation. (2021). *Our work*. Bill & Melinda Gates Foundation. <https://web.archive.org/web/20211222174649/https://www.gatesfoundation.org/our-work>
- Billingsley, S. (2009). Casualties of turbulent economic transition: premature mortality and foregone fertility in the post-communist countries [Ph.D. Thesis, Universitat Pompeu Fabra]. U TDX (*Tesis Doctorals en Xarxa*). (ISBN 9788469500163) <http://www.tdx.cat/handle/10803/38107>
- Bivand, R., & Lewin-Koh, N. (2021). *maptools: Tools for Handling Spatial Objects*. <https://CRAN.R-project.org/package=maptools>
- Bivand, R., & Rundel, C. (2021). *rgeos: Interface to Geometry Engine - Open Source ('GEOS')*. <https://CRAN.R-project.org/package=rgeos>
- Bivand, R., & Wong, D. W. S. (2018). Comparing implementations of global and local indicators of spatial association. *TEST*, 27(3), 716–748.
- Blais, J. E., Wei, Y., Yap, K. K. W., Alwafi, H., Ma, T.-T., Brauer, R., Lau, W. C. Y., Man, K. K. C., Siu, C. W., Tan, K. C. B., Wong, I. C. K., Wei, L., & Chan, E. W. (2021). Trends in lipid-modifying agent use in 83 countries. *Atherosclerosis*, 328, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2021.05.016>
- Bonneux, L. (2002). How to measure the burden of mortality? *Journal of Epidemiology & Community Health*, 56(2), 128–131. <https://doi.org/10.1136/jech.56.2.128>
- Boričić, K., Vasić, M., Vasić, M., Grozdanov, J., Grozdanov, J., Gudelj Rakić, J., Živković Šulović, M., Jačović Knežević, N., Jovanović, V., Kilibarda, B., & al, et. (2014). *Rezultati istraživanja zdravlja stanovništva Srbije: 2013. godina*. Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. (ISBN 978-86-7358-060-9)
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R. V., Mittleman, M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S. C., Whitsel, L., & Kaufman, J. D. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331–2378. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1>
- Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The Lancet*, 360(9341), 1233–1242. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11274-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11274-8)
- Carter, H. E. (2016). *The productivity costs of premature mortality in Australia* [Thesis]. <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/17129>
- Castro, A. P. B. de, Moreira, M. F., Bermejo, P. H. de S., Rodrigues, W., & Prata, D. N. (2021). Mortality and Years of Potential Life Lost Due to COVID-19 in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7626.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18147626>

- Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University. (2018). *Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density, Revision 11*. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H49C6VHW>
- Chamberlain, S., & Teucher, A. (2021). *geojsonio: Convert Data from and to „GeoJSON“ or „TopoJSON“*. <https://CRAN.R-project.org/package=geojsonio>
- Chanana, N., Palmo, T., Sharma, K., Kumar, R., Graham, B. B., & Pasha, Q. (2020). Sex-derived attributes contributing to SARS-CoV-2 mortality. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 319(3), E562–E567. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00295.2020>
- Chasteen, A. L., & Madey, S. F. (2003). Belief in a Just World and the Perceived Injustice of Dying Young or Old. *OMEGA - Journal of Death and Dying*, 47(4), 313–326. <https://doi.org/10.2190/W7H7-TE9E-1FWN-B8XD>
- Chow, J. C., Watson, J. G., Mauderly, J. L., Costa, D. L., Wyzga, R. E., Vedal, S., Hidy, G. M., Altshuler, S. L., Marrack, D., Heuss, J. M., Wolff, G. T., Arden Pope III, C., & Dockery, D. W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(10), 1368–1380. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464545>
- Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., Balakrishnan, K., Brunekreef, B., Dandona, L., Dandona, R., Feigin, V., Freedman, G., Hubbell, B., Jobling, A., Kan, H., Knibbs, L., Liu, Y., Martin, R., Morawska, L., ... Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907–1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)
- De Santis, G. (2006). Pronatalist Policy in Industrialized Nations. U G. Caselli, J. Vallin, & G. J. Wunsch (Ur.), *Demography: analysis and synthesis* (Sv. 3, str. 137–146). Elsevier. (ISBN 978-0-12-765660-1)
- Dedoussi, I. C., Eastham, S. D., Monier, E., & Barrett, S. R. H. (2020). Premature mortality related to United States cross-state air pollution. *Nature*, 578(7794), 261–265. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-1983-8>
- Demeny, P. (1986). Pronatalist Policies in Low-Fertility Countries: Patterns, Performance, and Prospects. *Population and Development Review*, 12, 335. <https://doi.org/10.2307/2807916>
- Demeny, P. (2011). Population Policy and the Demographic Transition: Performance, Prospects, and Options. *Population and Development Review*, 37, 249–274. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2011.00386.x>
- Dempsey, M. (1947). Decline in tuberculosis; the death rate fails to tell the entire story. *American Review of Tuberculosis*, 56(2), 157–164. <https://doi.org/10.1164/art.1947.56.2.157>
- Devedzic, M., & Stojilkovic, J. (2012). New concept of age(ing): Prospective age. *Stanovnistvo*, 50(1), 45–68. <https://doi.org/10.2298/STNV1201045D>

- Dickinson, F., & Welker, E. (1948). What is the leading cause of death? *AMA Bulletin*, 64, 1–25.
- Dukić, D., & Savnković, S. (2018). *Analiza rada vanbolničkih zdravstvenih ustanova i korišćenje primarne zdravstvene zaštite u republici srbiji u 2017. godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”. (ISBN 978-86-7358-101-9)
- Đorđević, M. (2018). Zagađivanje i zaštita vazduha, vode i zemljišta. *Vojno Delo*, 70(4), 465–474. <https://doi.org/10.5937/vojdelo1807465D>
- Eurostat. (2021). *Bulk Download Repository - dataset: demo\_r\_mwk3\_ts*. Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/estat-navtree-portlet-prod/BulkDownloadListing>
- Everitt, B. (1998). *The Cambridge dictionary of statistics*. Cambridge University Press. (ISBN 978-0-521-59346-5)
- Fitzmaurice, C., Allen, C., Barber, R., Barregard, L., Bhutta, Z., Brenner, H., Dicker, D., Chimed-Orchir, O., Dandona, R., Dandona, L., Fleming, T., Forouzanfar, M., Hancock, J., Hay, R., Hunter-Merrill, R., Huynh, C., Hosgood, H., Johnson, C., Jonas, J., ... Global Burden Disease Cancer Coll. (2017). Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015 A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA ONCOLOGY*, 3(4), 524–548. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2016.5688>
- Fitzmaurice, C., Dicker, D., Pain, A., Hamavid, H., Moradi-Lakeh, M., MacIntyre, M., Allen, C., Hansen, G., Woodbrook, R., Wolfe, C., Hamadeh, R., Moore, A., Werdecker, A., Gessner, B., Te Ao, B., McMahon, B., Karimkhani, C., Yu, C., Cooke, G., ... Global Burden Dis. (2015). The Global Burden of Cancer 2013 Global Burden of Disease Cancer Collaboration. *JAMA ONCOLOGY*, 1(4), 505–527. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2015.0735>
- Florinis, D. (2013). *Avoidable mortality in South Eastern Europe: inequalities between and within countries* [Doctoral Thesis, University of Macedonia of Economics and Social Sciences . Department of Balkan, Slavic and Oriental Studies]. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/28623>
- Forouzanfar, M., Alexander, L., Anderson, H., Bachman, V., Biryukov, S., Brauer, M., Burnett, R., Casey, D., Coates, M., Cohen, A., Delwiche, K., Estep, K., Frostad, J., Astha, K., Kyu, H., Moradi-Lakeh, M., Ng, M., Slepak, E., Thomas, B., ... GBD 2013 Risk Factors. (2015). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *LANCET*, 386(10010), 2287–2323. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00128-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00128-2)
- Gacevic, M., Santric Milicevic, M., Vasic, M., Horozovic, V., Milicevic, M., & Milic, N. (2018). The relationship between dual practice, intention to work abroad and job satisfaction: A population-based study in the Serbian public healthcare sector. *Health Policy*, 122(10), 1132–1139. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.09.004>
- Galjak, M. (2014a). *Mortalitet u Srbiji i Evropskoj uniji - komparativna analiza* [Master rad]. Univerzitet u Beogradu, geografski fakultet.
- Galjak, M. (2014b). Preduprediv mortalitet u Srbiji i Evropskoj uniji - komparativna analiza. *Demografija - međunarodni časopis za demografska i ostala društvena istraživanja*, 11, 135–146.

- Galjak, M. (2018a). East-west demographic divide in the EU: A regional overview. *Stanovnistvo*, 56(2), 1–21. <https://doi.org/10.2298/STNV181003004G>
- Galjak, M. (2018b). Fight against the early mortality in Serbia: Finland as an example of good practice. *Zbornik Matice Srpske Za Drustvene Nauke*, 167, 585–595. <https://doi.org/10.2298/ZMSDN1867585G>
- Galjak, M. (2021). The Effects of COVID-19 Pandemic on the Premature Mortality in Serbia in 2020. *Demografija - međunarodni časopis za demografska i ostala društvena istraživanja*, 17, 57–70. <https://doi.org/10.5937/demografija2118057G>
- Galjak, M. (2022). *Predupredimo.rs*. Predupredimo.rs. <https://predupredimo.rs/>
- Galjak, M., Magdalenic, I., & Vojkovic, G. (2016). Osobenosti mortaliteta stanovništva jugoistočne Srbije. U L. Mitrović (Ur.), *Socijalni i zdravstveni problemi jugoistočne Srbije - sa posebnim osvrtom na položaj ostarelih* (str. 77–92). Niš: Srpska akademija nauka i umetnosti. (ISBN 978-86-7025-587-6)
- Gamino, L. A., Sewell, K. W., & Easterling, L. W. (1998). SCOTT & WHITE GRIEF STUDY: AN EMPIRICAL TEST OF PREDICTORS OF INTENSIFIED MOURNING. *Death Studies*, 22(4), 333–355. <https://doi.org/10.1080/074811898201524>
- Gamino, L. A., Sewell, K. W., & Easterling, L. W. (2000). SCOTT AND WHITE GRIEF STUDY PHASE 2: TOWARD AN ADAPTIVE MODEL OF GRIEF. *Death Studies*, 24(7), 633–660. <https://doi.org/10.1080/07481180050132820>
- Garrett, R. C., Nar, A., & Fisher, T. J. (2021). *ggvoronoi: Voronoi Diagrams and Heatmaps with „ggplot2“*. <https://CRAN.R-project.org/package=ggvoronoi>
- Getis, A., & Ord, J. K. (2010). The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 189–206. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
- Gledovic, Z., Vlajinac, H., Pekmezovic, T., Grujicic-Sipetic, S., Grgurevic, A., & Pesut, D. (2006). Burden of tuberculosis in Serbia. *American Journal of Infection Control*, 34(10), 676–679. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2006.03.013>
- Gnjatović Stojilković, J. (2018). *Teorijsko-metodološka preispitivanja fenomena demografskog starenja u Srbiji* [Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet]. <https://uvidok.rcub.bg.ac.rs/handle/123456789/3043>
- Google. (2022). *Google Geocoding API*. Google Developers. <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview>
- Grigoriev, P., Meslé, F., Shkolnikov, V. M., Andreev, E., Fihel, A., Pechholdova, M., & Vallin, J. (2014). The Recent Mortality Decline in Russia: Beginning of the Cardiovascular Revolution? *Population and Development Review*, 40(1), 107–129. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2014.00652.x>
- Guy, G. P., & Ekwueme, D. U. (2011). Years of Potential Life Lost and Indirect Costs of Melanoma and Non-Melanoma Skin Cancer: A Systematic Review of the Literature. *PharmacoEconomics*, 29(10), 863–874. <https://doi.org/10.2165/11589300-000000000-00000>
- Hankey, G. J., & Warlow, C. P. (1999). Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs,

and effects on individuals and populations\*. *The Lancet*, 354(9188), 1457–1463. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)04407-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)04407-4)

Harrower, M., & Brewer, C. A. (2003). ColorBrewer.org: An Online Tool for Selecting Colour Schemes for Maps. *The Cartographic Journal*, 40(1), 27–37. <https://doi.org/10.1179/000870403235002042>

Herman, W., Brande, M., Zhang, P., Williamson, D., Matulik, M., Ratner, R., Lachin, J., Engelgau, M., & Diabet Prevention Program Res Grp. (2003). Costs associated with the primary prevention of type 2 diabetes mellitus in the Diabetes Prevention Program. *DIABETES CARE*, 26(1), 36–47.

Hijmans, R. J. (2021). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>

Hollander, M., Wolfe, D. A., & Chicken, E. (2014). *Nonparametric statistical methods* (Third edition). John Wiley & Sons, Inc. (ISBN 978-0-470-38737-5)

Horozović, V., Dimitrijević, S., & Stanković, T. (2008). Pušenje kao faktor rizika u opterećenju bolestima kod starih. *Zdravstvena zaštita*, 37(1), 47–52.

Hume, D., & Selby-Bigge, L. A. (1888). *A treatise of human nature*. Clarendon Press; /z-wcorg/. (ISBN 0-19-824130-5)

Ilić, D., Jović, J., Mirković, M., Milošević, J., Đurić, S., Bukumirić, Z., & Ćorac, A. (2016). The concentration of soot as a factor of change in the air quality. *Praxis medica*, 45(1), 35–39. <https://doi.org/10.5937/pramed1601035I>

Jankovic, S., Vlajinac, H., Bjegovic, V., Marinkovic, J., Sipetic-Grujicic, S., Markovic-Denic, L., Kocev, N., Santric-Milicevic, M., Terzic-Supic, Z., Maksimovic, N., & Laaser, U. (2007). The burden of disease and injury in Serbia. *The European Journal of Public Health*, 17(1), 80–85. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl072>

John, D., Narassima, M. S., Menon, J., Rajesh, J. G., & Banerjee, A. (2021). Estimation of the economic burden of COVID-19 using disability-adjusted life years (DALYs) and productivity losses in Kerala, India: a model-based analysis. *BMJ Open*, 11(8), e049619. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049619>

Jovanović, N. (2020). Korona: Broj umrlih i zaraženih višestruko veći od zvanično saopštenog. *BIRN*. <https://web.archive.org/web/20200622141934/https://javno.rs/analiza/korona-broj-umrlih-i-zarazenih-visestruko-veci-od-zvanicno-saopstenog>

Jovic, N., Radonic, J., Turk-Sekulic, M., Vojinovic-Miloradov, M., & Popov, S. (2013). Identification of emission sources of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in the vicinity of the industrial zone of the city of Novi Sad. *Hemijska Industrija*, 67(2), 337–348. <https://doi.org/10.2298/HEMIND120113062J>

Kahle, D., & Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1), 144–161.

Kenny, K. E. (2015). The biopolitics of global health: Life and death in neoliberal time. *Journal of Sociology*, 51(1), 9–27. <https://doi.org/10.1177/1440783314562313>

- Konnopka, A., Bödemann, M., & König, H.-H. (2011). Health burden and costs of obesity and overweight in Germany. *The European Journal of Health Economics*, 12(4), 345–352. <https://doi.org/10.1007/s10198-010-0242-6>
- Laatikainen, T., Critchley, J., Vartiainen, E., Salomaa, V., Ketonen, M., & Capewell, S. (2005). Explaining the Decline in Coronary Heart Disease Mortality in Finland between 1982 and 1997. *American Journal of Epidemiology*, 162(8), 764–773. <https://doi.org/10.1093/aje/kwi274>
- Lapostolle, A., Lefranc, A., Gremy, I., & Spira, A. (2008). La mesure de la mortalité prématurée : comparaison des décès avant 65 ans et des années espérées de vie perdues. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 56(4), 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2008.05.025>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: A Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lee, R. (2009). Früher Tod und langes Leben in historischer Perspektive: Der vorzeitige Tod in Europa und seine kulturelle, ökonomische und soziale Bedeutung Early Death and Long Life in History: Establishing the Scale of Premature Death in Europe and its Cultural, Economic and Social Significance. *Historical Social Research Vol. 34, No. 4*, Volumes per year: 1. <https://doi.org/10.12759/HSR.34.2009.4.23-60>
- Li, M., Vietri, J., Galvani, A. P., & Chapman, G. B. (2010). How Do People Value Life? *Psychological Science*, 21(2), 163–167. <https://doi.org/10.1177/0956797609357707>
- Lilly, D., Akintorin, S., Unruh, L. H., Dharmapuri, S., & Soyemi, K. (2021). Years of potential life lost secondary to COVID-19: Cook County, Illinois. *Annals of Epidemiology*, 58, 124–127. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2021.03.005>
- Lim, S., Vos, T., Flaxman, A., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., Amann, M., Anderson, H., Andrews, K., Aryee, M., Atkinson, C., Bacchus, L., Bahalim, A., Balakrishnan, K., Balmes, J., Barker-Collo, S., Baxter, A., Bell, M., Blore, J., ... Ezzati, M. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *LANCET*, 380(9859), 2224–2260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Lloyd-Jones, D. M. (1998). Accuracy of Death Certificates for Coding Coronary Heart Disease as the Cause of Death. *Annals of Internal Medicine*, 129(12), 1020. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-129-12-199812150-00005>
- Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., Abraham, J., Adair, T., Aggarwal, R., Ahn, S., Alvarado, M., Anderson, H., Anderson, L., Andrews, K., Atkinson, C., Baddour, L., Barker-Collo, S., Bartels, D., Bell, M., ... Murray, C. (2012). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *LANCET*, 380(9859), 2095–2128. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61728-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61728-0)
- Magdalenic, I., & Galjak, M. (2016). Ageing map of the Balkan Peninsula. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA*, 66(1), 75–89. <https://doi.org/10.2298/IJGI1601075M>



- Majdic, G. (2020). Could Sex/Gender Differences in ACE2 Expression in the Lungs Contribute to the Large Gender Disparity in the Morbidity and Mortality of Patients Infected With the SARS-CoV-2 Virus? *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 327. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00327>
- Marco-Gracia, F. J., & Puche, J. (2021). The association between male height and lifespan in rural Spain, birth cohorts 1835-1939. *Economics & Human Biology*, 43, 101022. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2021.101022>
- Marinkovic, I. (2012). Prerana smrtnost: Potencijalno izgubljene godine života stanovništva Srbije, 1950-2010. U M. Rašević & M. M. Marković (Ur.), *Pomeraćemo granice* (str. 9–24). Institut društvenih nauka. (ISBN 978-86-7093-141-1)
- Marinkovic, I. (2017). Smoking as the main factor of preventable mortality in Serbia. *Stanovništvo*, 55(1), 87–106. <https://doi.org/10.2298/STNV170610001M>
- Marinkovic, I. (2021). *Demografska analiza uticaja zdravstvene zastite i javnog zdravlja na trendove smrtnosti stanovništva Srbije monografije*. Institute of Social Sciences. (ISBN 978-86-7093-241-8) [http://idn.org.rs/wp-content/uploads/2021/02/Demografska\\_analiza\\_uticaja\\_zdravstvene\\_zastite\\_i\\_javnog\\_zdravlja\\_na\\_trendove\\_smrtnosti\\_stanovnistva\\_Srbije.pdf](http://idn.org.rs/wp-content/uploads/2021/02/Demografska_analiza_uticaja_zdravstvene_zastite_i_javnog_zdravlja_na_trendove_smrtnosti_stanovnistva_Srbije.pdf)
- Marinkovic, I., & Radivojevic, B. (2016). Mortality trends and depopulation in Serbia. *Geographica Pannonica*, 20(4), 220–226. <https://doi.org/10.5937/GeoPan1604220M>
- Marinković, I. (2010). *Uzroci smrtnosti stanovništva Srbije u periodu 1950-2006* [Magistarski rad]. Univerzitet u Beogradu, ekonomski fakultet.
- Marinković, I. (2016). *Razlike u smrtnosti stanovništva Srbije po polu* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.
- Matić, B. (2013). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2012. Godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”. <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/Zagadjenost%20vazduha%20u%20mrezi%20urbanih%20stanica%202012.pdf>
- Matić, B., & Stojanović, M. (2014). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2013. Godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”. <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/izvestajVazduh2013.pdf>
- Matić, B., & Stojanović, M. (2015). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2014. Godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”. <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/Zagadjenost%20vazduha%202014.pdf>
- Matić, B., & Stojanović, M. (2016). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2015. Godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”. <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/Zagadjenost%20vazduh%202015.pdf>
- Matić, B., Stojanović, M., & Rakić, U. (2017). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike*

- Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2016. Godini.* Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”.  
<https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/Zagadjenost%20vazduha%202016.pdf>
- Matić Savičević, B. (2020). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2019. Godini.* Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”.  
<https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/GodisnjiIzvestajVazduh%202019.pdf>
- Matić Savičević, B. (2021). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2020. Godini.* Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”.  
<https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/Godisnji%20izvestaj%20vazduh%202020.pdf>
- Matić Savičević, B., & Stojanović, M. (2018). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2017. Godini.* Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”.  
<https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/ZagadjenosUrbanogVazduha2017.pdf>
- Matić Savičević, B., & Stojanović, M. (2019). *Zagađenost urbanog vazduha na teritoriji Republike Srbije merena u mreži institucija javnog zdravlja u 2018. Godini.* Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”.  
<https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/higijena/ZagadjenostUrbanogVazduha2018.pdf>
- Maximova, K., Rozen, S., Springett, J., & Stachenko, S. (2016). The use of potential years of life lost for monitoring premature mortality from chronic diseases: Canadian perspectives. *Canadian Journal of Public Health, 107*(2), e202–e204. <https://doi.org/10.17269/cjph.107.5261>
- Mazzuco, S. S., Suhrcke, M. M., & Zanotto, L. L. (2021). How to measure premature mortality? A proposal combining “relative” and “absolute” approaches. *Population Health Metrics, 19*(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12963-021-00267-y>
- McDaniel, P. A., Smith, E. A., & Malone, R. E. (2016). The tobacco endgame: a qualitative review and synthesis. *Tobacco Control, 25*(5), 594. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2015-052356>
- Meslé, F. (2004). Mortality in Central and Eastern Europe: Long-term trends and recent upturns. *Demographic Research, Special 2*, 45–70. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2004.S2.3>
- Milić, N., Stanisavljević, D., Krstić, M., Jovanović, V., Brcanski, J., & al, et. (2021). *Istraživanje zdravlja stanovništva Srbije 2019. godine.* OMNIA BGD. (ISBN 978-86-903192-0-6)
- Miljuš, D., Mickovski Katalina, N., & Božić, Z. (2021). *Incidencija i mortalitet od akutnog koronarnog sindroma u Srbiji* (Izd. 15). Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanovic Batut”.
- Mirković, M., Đurić, S., Trajković, G., Milošević, J., & Timotijević-Sojević, Z. (2015). Predictors of depression problems of adults who live in the security endangered territory. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo, 143*(9–10), 584–589. <https://doi.org/10.2298/SARH1510584M>
- Moran, P. A. P. (1950). Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika, 37*(1/2), 17. <https://doi.org/10.2307/2332142>

- Murray, C. J. (1994). Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. *Bulletin of the World Health Organization*, 72(3), 429–445.
- Murray, C. J. L. (Ur.). (1996). *The global burden of disease: summary; a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. World Health Organization [u.a.]. (ISBN 978-0-9655466-0-7)
- Murray, C. J., Salomon, J. A., & Mathers, C. (2000). A critical examination of summary measures of population health. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(8), 981–994.
- Murray, C., & Lopez, A. (1997). Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global burden of disease study. *LANCET*, 349(9064), 1498–1504. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)07492-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)07492-2)
- Murray, C., Vos, T., Lozano, R., Naghavi, M., Flaxman, A., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, J., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, S., Ali, M., Alvarado, M., Anderson, H., Anderson, L., ... Lopez, A. (2012). Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *LANCET*, 380(9859), 2197–2223. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61689-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61689-4)
- Myers, K. A., & Farquhar, D. R. (1998). Improving the accuracy of death certification. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Medicale Canadienne*, 158(10), 1317–1323.
- Naghavi, M., Abajobir, A., Abbafati, C., Abbas, K., Abd-Allah, F., Abera, S., Aboyans, V., Adetokunboh, O., Arnlov, J., Afshin, A., Agrawal, A., Kiadaliri, A., Ahmadi, A., Ahmed, M., Aichour, A., Aichour, I., Aichour, M., Aiyar, S., Al-Eyadhy, A., ... GBD 2016 Causes Death Collaborato. (2017). Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *LANCET*, 390(10100), 1151–1210. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32152-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32152-9)
- Najafi, F., Karami-Matin, B., Rezaei, S., Khosravi, A., & Soofi, M. (2016). Productivity costs and years of potential life lost associated with five leading causes of death: Evidence from Iran (2006-2010). *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 30, 412.
- Nawaz, M. (2018). *Benefits Of Reduced Premature Mortality From Decreases In Pm2.5 And Ozone In The United States From 1999 To 2015* (UNC-Chapel Hill) [Masters Thesis]. University of North Carolina at Chapel Hill Graduate School. <https://doi.org/10.17615/knvf-j529>
- Negotiators of the Paris Agreement. (2016). *Paris Agreement*. Wikisource.
- Nelson, D. E., Jarman, D. W., Rehm, J., Greenfield, T. K., Rey, G., Kerr, W. C., Miller, P., Shield, K. D., Ye, Y., & Naimi, T. S. (2013). Alcohol-Attributable Cancer Deaths and Years of Potential Life Lost in the United States. *American Journal of Public Health*, 103(4), 641–648. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301199>
- Ng, C. Y. H., Lim, N.-A., Bao, L. X. Y., Quek, A. M. L., & Seet, R. C. S. (2022). Mitigating SARS-CoV-2 Transmission in Hospitals: A Systematic Literature Review. *Public Health Reviews*, 43, 1604572. <https://doi.org/10.3389/phrs.2022.1604572>
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., Mullany, E., Biryukov, S., Abbafati, C., Abera, S., Abraham, J., Abu-Rmeileh, N., Achoki, T., AlBuhairan, F., Alemu,

- Z., Alfonso, R., Ali, M., Ali, R., Guzman, N., ... Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *LANCET*, 384(9945), 766–781. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
- Nolte, E., & McKee, M. (2004). *Does health care save lives?: avoidable mortality revisited*. Nuffield Trust. (ISBN 978-1-902089-94-2)
- Nunes, J. P. (2017). Statins in primary prevention: impact on mortality. A meta-analysis study. *Minerva Cardiology and Angiology*, 65(5). <https://doi.org/10.23736/S0026-4725.17.04323-7>
- O'Donovan, M. R., Gapp, C., & Stein, C. (2018). Burden of disease studies in the WHO European Region—a mapping exercise. *European Journal of Public Health*, 28(4), 773–778. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky060>
- Olatunde, O., Windsor-Shellard, B., & Campbell, A. (2016). *Review of Avoidable Mortality Definition*. Office for National Statistics.
- Omran, A. R. (1971). The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, 49(4), 509. <https://doi.org/10.2307/3349375>
- Omran, A. R. (2005). The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change: *The Epidemiologic Transition*. *Milbank Quarterly*, 83(4), 731–757. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x>
- OpenStreetMap contributors. (2021). *Planet dump* retrieved from <https://planet.osm.org>.
- Pakovic, L., Todorovic, J., Santric-Milicevic, M., Bukumiric, D., & Terzic-Supic, Z. (2019). The association between social characteristics, alcoholic beverage preferences, and binge drinking in a Serbian adult population. *Nordic Studies on Alcohol and Drugs*, 36(1), 36–50. <https://doi.org/10.1177/1455072518803281>
- Paunovic, K., & Belojević, G. (2014). Burden of myocardial infarction attributable to road-traffic noise: A pilot study in Belgrade. *Noise and Health*, 16(73), 374. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.144415>
- Pekmezovic, T., Vlajinac, H., Sipetic-Grujicic, S., Kocev, N., Tepavcevic, D. K., & Bumbasirevic, L. B. (2010). Burden of Cerebrovascular Diseases (Stroke) in Serbia. U V. R. Preedy & R. R. Watson (Ur.), *Handbook of Disease Burdens and Quality of Life Measures* (str. 949–964). Springer New York. (ISBN 978-0-387-78665-0) [https://doi.org/10.1007/978-0-387-78665-0\\_54](https://doi.org/10.1007/978-0-387-78665-0_54)
- Penev, G. (2003). Mortality trends in Serbia during the 1990s. *Stanovništvo*, 41(1–4), 93–130. <https://doi.org/10.2298/STNV0304093P>
- Penev, G., & Stankovic, B. (2007). Suicides in Serbia at the beginning of the 21st century and trends in the past fifty years. *Stanovništvo*, 45(2), 25–62. <https://doi.org/10.2298/STNV0702025P>
- Penev, G., & Stankovic, B. (2010). On suicide of the elderly and young in Vojvodina. *Zbornik Matice Srpske Za Drustvene Nauke*, 131, 137–148. <https://doi.org/10.2298/ZMSDN1031137P>
- Pierce, J. B., Harrington, K., McCabe, M. E., Petite, L. C., Kershaw, K. N., Pool, L. R., Allen, N. B., & Khan, S. S. (2021). Racial/ethnic minority and neighborhood disadvantage leads to

- disproportionate mortality burden and years of potential life lost due to COVID-19 in Chicago, Illinois. *Health & Place*, 68, 102540. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102540>
- Pope III, C. A. (2002). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA*, 287(9), 1132. <https://doi.org/10.1001/jama.287.9.1132>
- Preston, S. H. (1975). The Changing Relation between Mortality and Level of Economic Development. *Population Studies*, 29(2), 231. <https://doi.org/10.2307/2173509>
- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Radio89, !Original: PlanemadVector: (2012). *English: Infographic for DALY Disability adjusted life year*. This file was derived from: DALY disability affected life year infographic.png: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DALY\\_disability\\_affected\\_life\\_year\\_infographic.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DALY_disability_affected_life_year_infographic.svg)
- Radivojevic, B. (2002). Decrease of old age population mortality in Yugoslavia: Chance to increase anticipated life expectancy. *Stanovništvo*, 40(1–4), 35–52. <https://doi.org/10.2298/STNV0201035R>
- Radivojević, B. (2006). Актуелни проблеми смртности становништва Србије. *Demografija*, 3, 23–32.
- Radivojević, B., & Marinković, I. (2017). *Recent changes in mortality in Serbia* (V. Janeska & A. Lozanoska, Ur.; str. 99–118). Institut économique Université Saints-Cyrille-et-Méthode de Skopje / Institute of Economics, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje. (ISBN 978-608-4519-19-5) <http://iriss.idn.org.rs/54/>
- Rašević, M., & Galjak, M. (2022). Demographic Challenges in Serbia. U E. Manić, V. Nikitović, & P. Djurović (Ur.), *The Geography of Serbia: Nature, People, Economy* (str. 143–155). Springer International Publishing. (ISBN 978-3-030-74701-5) [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74701-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74701-5_11)
- Republički zavod za statistiku. (2021a). *Procene stanovništva sredinom godine (prosek)*. <https://opendata.stat.gov.rs/data/WcfJsonRestService.Service1.svc/dataset/18010403IND03/3/csv>
- Republički zavod za statistiku. (2021b). *Umrli po polu, starosti, uzroku smrti i opštinama*. Podaci dobijeni posebnom obradom
- Revelle, W. (2019). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Northwestern University. <https://CRAN.R-project.org/package=psych>
- RFZO. (2021). *Besplatna HPV vakcina za uzrast od 9 do 19 godina*. N1. <https://rs.n1info.com/zdravlje/besplatna-vakcina-protiv-hpv-virusa-za-uzrast-od-9-do-19-godina/>
- Ribaric, N. L., Vincent, C., Jonitz, G., Hellinger, A., & Ribaric, G. (2022). Hidden hazards of SARS-CoV-2 transmission in hospitals: A systematic review. *Indoor Air*, 32(1). <https://doi.org/10.1111/ina.12968>

- Ritz, B., Hoffmann, B., & Peters, A. (2019). The Effects of Fine Dust, Ozone, and Nitrogen Dioxide on Health. *Deutsches Ärzteblatt international*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0881>
- Roth, G., Abate, D., Abate, K., Abay, S., Abbafati, C., Abbasi, N., Abastabar, H., Abd-Allah, L., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R., Abebe, H., Abebe, M., Abebe, Z., Abejie, A., Abera, S., Abil, O., Abraha, H., ... GBD Causes Death Collaborators. (2018). Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *LANCET*, 392(10159), 1736–1788. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7)
- Rumisha, S. F., George, J., Bwana, V. M., & Mboera, L. E. G. (2020). Years of potential life lost and productivity costs due to premature mortality from six priority diseases in Tanzania, 2006-2015. *PLOS ONE*, 15(6), e0234300. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234300>
- RZS. (2022). *Open Data*. <https://opendata.stat.gov.rs/odata/>
- Samaras, T. T., Elrick, H., & Storms, L. H. (2003). Is height related to longevity? *Life Sciences*, 72(16), 1781–1802. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(02\)02503-1](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(02)02503-1)
- Schauberger, P., & Walker, A. (2021). *openxlsx: Read, Write and Edit xlsx Files*. <https://CRAN.R-project.org/package=openxlsx>
- Scott, A. J., Ellison, M., & Sinclair, D. A. (2021). The economic value of targeting aging. *Nature Aging*, 1(7), 616–623. <https://doi.org/10.1038/s43587-021-00080-0>
- Sehdev, A. E. S., & Hutchins, G. M. (2001). Problems With Proper Completion and Accuracy of the Cause-of-Death Statement. *Archives of Internal Medicine*, 161(2), 277. <https://doi.org/10.1001/archinte.161.2.277>
- Silver, B., Conibear, L., Reddington, C. L., Knute, C., Arnold, S. R., & Spracklen, D. V. (2020). Pollutant emission reductions deliver decreased PM<sub>2.5</sub>-caused mortality across China during 2015–2017. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(20), 11683–11695. <https://doi.org/10.5194/acp-20-11683-2020>
- Sinclair, D. A. (2015). „The first person to live to 150 has already been born.“ The World from PRX. <https://web.archive.org/web/20220108190626/https://theworld.org/stories/2015-08-08/first-person-live-150-has-already-been-born-it-you>
- Sipetic, S., Bjegovic-Mikanovic, V., Vlajinac, H., Marinkovic, J., Jankovic, S., Terzic, Z., Atanackovic-Markovic, Z., Saulic, A., & Laaser, U. (2013). The burden of disease preventable by risk factor reduction in Serbia. *Vojnosanitetski Pregled*, 70(5), 445–451. <https://doi.org/10.2298/VSP111024049S>
- Skinner, G. (2021). *Offending, Physical Health and Premature Mortality: Associations Derived from Longitudinal and Meta-Analytic Evidence* [Thesis, University of Cambridge]. <https://doi.org/10.17863/CAM.78151>
- Small, R. (2002). The Ethics of Life Expectancy. *Bioethics*, 16(4), 307–334. <https://doi.org/10.1111/1467-8519.00291>
- Smith, S., Morbey, R., Pebody, R. G., Hughes, T. C., de Lusignan, S., Yeates, F. A., Thomas, H., O'Brien, S. J., Smith, G. E., & Elliot, A. J. (2017). Retrospective Observational Study of

- Atypical Winter Respiratory Illness Season Using Real-Time Syndromic Surveillance, England, 2014–15. *Emerging Infectious Diseases*, 23(11), 1834–1842. <https://doi.org/10.3201/eid2311.161632>
- Stanojevic, G., Miljanovic, D., Doljak, D., Curcic, N., Radovanovic, M., Malinovic-Milicevic, S., & Hauriak, O. (2019). Spatio-temporal variability of annual PM2.5 concentrations and population exposure assessment in Serbia for the period 2001-2016. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA*, 69(3), 197–211. <https://doi.org/10.2298/IJGI1903197S>
- Statistical Office of the Republic of Serbia. (2022). Live births and deaths, January-December 2021–Preliminary data. *Statistical Release*, 41(14). <https://publikacije.stat.gov.rs/G2022/PdfE/G20221014.pdf>
- Tennekes, M. (2021). *treemap: Treemap Visualization*. <https://CRAN.R-project.org/package=treemap>
- Thacker, S. B., Stroup, D. F., Carande-Kulis, V., Marks, J. S., Roy, K., & Gerberding, J. L. (2006). Measuring the Public's Health. *Public Health Reports*, 121(1), 14–22. <https://doi.org/10.1177/003335490612100107>
- Tim za socijalno uključivanje i smanjenje siromaštva. (2022). *Indeks društvenog razvoja*. Indeks društvenog razvoja. <https://socijalnoukljucivanje.gov.rs/indeks/>
- Ullah, Md. A., Moin, A. T., Araf, Y., Bhuiyan, A. R., Griffiths, M. D., & Gozal, D. (2020). Potential Effects of the COVID-19 Pandemic on Future Birth Rate. *Frontiers in Public Health*, 8, 578438. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.578438>
- UN. (2022). *United Nations Millennium Development Goals*. United Nations. <https://www.un.org/millenniumgoals/childhealth.shtml>
- United Nations. (2021). Health. *United Nations Sustainable Development*. <https://web.archive.org/web/20211222013937/https://www.un.org/sustainabledevelopment/health/#tab-3f22056b0e91266e8b2>
- Vallin, J., & Meslé, F. (2004). Convergences and divergences in mortality: A new approach of health transition. *Demographic Research, Special* 2, 11–44. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2004.S2.2>
- van Donkelaar, A., Martin, R. V., Brauer, M., Hsu, N. C., Kahn, R. A., Levy, R. C., Lyapustin, A., Sayer, A. M., & Winker, D. M. (2018). *Global Annual PM2.5 Grids from MODIS, MISR and SeaWiFS Aerosol Optical Depth (AOD) with GWR, 1998-2016*. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4ZK5DQS>
- van Raalte, A. A. (2021). What have we learned about mortality patterns over the past 25 years? *Population Studies*, 75(sup1), 105–132. <https://doi.org/10.1080/00324728.2021.1967430>
- Vasishtha, G., Mohanty, S. K., Mishra, U. S., Dubey, M., & Sahoo, U. (2021). Impact of COVID-19 infection on life expectancy, premature mortality, and DALY in Maharashtra, India. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 343. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06026-6>
- Villani, L., Pastorino, R., Ricciardi, W., Ioannidis, J., & Boccia, S. (2021). Inverse correlates of COVID-19 mortality across European countries during the first versus subsequent waves.

- Vlada Republike Srbije. (2003). *Strategija za smanjenje siromaštva u Srbiji*. [https://www.srbija.gov.rs/extfile/sr/211704/strategija-za-smanjenje-siromastva-u-srbiji\\_cyr.pdf](https://www.srbija.gov.rs/extfile/sr/211704/strategija-za-smanjenje-siromastva-u-srbiji_cyr.pdf)
- Vlada Republike Srbije. (2009a). *Strategija za prevenciju i kontrolu hroničnih nezaraznih bolesti: 22/2009-46*. <https://web.archive.org/web/20211229185255/https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2009/22/2/reg>
- Vlada Republike Srbije. (2009b). *Uredba o Nacionalnom programu „Srbija protiv raka“: 20/2009-50*. <https://web.archive.org/web/20211229190905/https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2009/20/1/reg>
- Vlada Republike Srbije. (2022). *Portal otvorenih podataka Republike Srbije*. <https://data.gov.rs/sr/>
- Vlajinac, H., Sipetic, S., Saulic, A., Atanackovic, Z., Marinković, J., & Bjegovic, V. (2006). Burden of ischaemic heart disease and cerebrovascular diseases in Serbia without Kosovo and Metohia, 2000. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 13(5), 753–759. <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000238395.04600.b5>
- Vlajinac, H., Sipetic-Grujicic, S., Jankovic, S., Marinkovic, J., Kocev, N., Markovic-Denic, L., & Bjegovic, V. (2006). Burden of cancer in Serbia. U *CROATIAN MEDICAL JOURNAL* (Sv. 47, Izdanje 1, str. 134–141). MEDICINSKA NAKLADA.
- Vos, T., Allen, C., Arora, M., Barber, R., Bhutta, Z., Brown, A., Carter, A., Casey, D., Charlson, F., Chen, A., Coggeshall, M., Cornaby, L., Dandona, L., Dicker, D., Dilegge, T., Erskine, H., Ferrari, A., Fitzmaurice, C., Fleming, T., ... GBD 2015 Dis Injury Incidence. (2016). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *LANCET*, 388(10053), 1545–1602. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)31678-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)31678-6)
- Vos, T., Flaxman, A., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, J., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, S., Ali, M., Alvarado, M., Anderson, H., Anderson, L., Andrews, K., ... Murray, C. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *LANCET*, 380(9859), 2163–2196. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61729-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61729-2)
- Wahlberg, A., & Rose, N. (2015). The governmentalization of living: calculating global health. *Economy and Society*, 44(1), 60–90. <https://doi.org/10.1080/03085147.2014.983830>
- Wang, H., Naghavi, M., Allen, C., Barber, R., Bhutta, Z., Carter, A., Casey, D., Charlson, F., Chen, A., Coates, M., Coggeshall, M., Dandona, L., Dicker, D., Erskine, H., Ferrari, A., Fitzmaurice, C., Foreman, K., Forouzanfar, M., Fraser, M., ... GBD 015 Mortality and Causes Death. (2016). Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *LANCET*, 388(10053), 1459–1544. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31012-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31012-1)
- Weng, S. F. (2013). *The health and economic costs of smoking in the workforce: premature mortality, sickness absence and workplace interventions for smoking cessation* [Thesis, University of Nottingham]. <http://eprints.nottingham.ac.uk/27653/>



- Whiteford, H., Degenhardt, L., Rehm, J., Baxter, A., Ferrari, A., Erskine, H., Charlson, F., Norman, R., Flaxman, A., Johns, N., Burstein, R., Murray, C., & Vos, T. (2013). Global burden of disease attributable to mental and substance use disorders: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *LANCET*, 382(9904), 1575–1586. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61611-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61611-6)
- WHO. (2022a). *Ambient (outdoor) air pollution*. [http://web.archive.org/web/20220108073354/https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://web.archive.org/web/20220108073354/https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- WHO. (2022b). *Density of physicians (total number per 1000 population, latest available year)*. Global Health Observatory (GHO) data. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/health-workforce>
- WHO. (2022c). *Global Health Expenditure Database*. World Health Organization. <http://apps.who.int/nha/database/Select/Indicators/en>
- WHO/Europe, 2010. (2010). *Evaluation of the organization and provision of primary care in Serbia*. <https://www.euro.who.int/en/countries/serbia/publications/evaluation-of-the-organization-and-provision-of-primary-care-in-serbia>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- World Bank. (2020). *Regional Note on Air Quality Management in the Western Balkans* [Report]. World Bank, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/33557>
- World Bank & Institute for Health Metrics and Evaluation. (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/25013>
- World Health Organization. (2013). *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-of-air-pollution-in-europe-hrapie-project.-recommendations-for-concentrationresponse-functions-for-costbenefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide>
- Xu, J. J., Chen, J. T., Belin, T. R., Brookmeyer, R. S., Suchard, M. A., & Ramirez, C. M. (2021). Racial and Ethnic Disparities in Years of Potential Life Lost Attributable to COVID-19 in the United States: An Analysis of 45 States and the District of Columbia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2921. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062921>
- Yuen, P., Haybittle, J., & Machin, D. (1997). Geographical variation in the standardized years of potential life lost ratio (SYPLR) in women dying from malignancies of the breast in England and Wales. *British Journal of Cancer*, 75(7), 1069–1074. <https://doi.org/10.1038/bjc.1997.182>
- Zander, K. (2020). *Kako bi kovid-19 mogao povećati izazove zagađenja vazduha na Zapadnom Balkanu*. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/153971590707344905-0080022020/original/AirPollutionNoteSRB.pdf>

- Zdravkovic, A., Domazet, I., & Nikitovic, V. (2012). Impact of demographic ageing on sustainability of public finance in Serbia. *Stanovnistvo*, 50(1), 19–44. <https://doi.org/10.2298/STNV1201019Z>
- Zeng, F., Dai, C., Cai, P., Wang, J., Xu, L., Li, J., Hu, G., Wang, Z., Zheng, F., & Wang, L. (2020). A comparison study of SARS-CoV-2 IgG antibody between male and female COVID-19 patients: A possible reason underlying different outcome between sex. *Journal of Medical Virology*, 92(10), 2050–2054. <https://doi.org/10.1002/jmv.25989>
- Килибарда, Б., & Николић, Н. (2015). *Резултати истраживања о ефектима и ставовима у вези са Законом о заштити становништва од изложености дуванском диму*. Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. (ISBN 978-86-7358-066-1)
- Кораћ, В., Хорозовић, В., Живковић-Шуловић, М., Крстић, М., Грозданов, Ј., Grozdanov, J., Васић, М., & Vasić, М. (2010). *Праћење показатеља квалитета здравствене заштите: приказ изабраних показатеља: Србија 2005-2009*. (Т. Кнежевић, Ур.). Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. (ISBN 978-86-7358-050-0)
- Николић, Н., Nikolić, N., Килибарда, Б., Kilibarda, В., Гудељ Ракић, Ј., & Gudelj Rakić, J. (2020). *Истраживање о ефектима и ставовима у вези са Законом о заштити становништва од изложености дуванском диму: [поређење резултата од 2010. до 2019. године]*. Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. (ISBN 978-86-7358-115-6)



<b>1. За умрле ван здравствене установе:</b>			
а) Назив последње здравствене установе у којој је лечен _____			
б) Презиме и име последњег ординирајућег лекара _____			
<b>2. Порекло смрти</b>	Природна..... 1	Насилна..... 2	
	1.1. Незаразна		
	1.2. Заразна	Неутврђено..... 3	
<b>3. Да ли је тражена обдукција</b>			
	Не ..... 1		
	Да - клиничка ..... 2		
	Да - судско-медицинска..... 3		
	Да - леш је ослобођен обдукције..... 4		(назив суда и број предмета)
<b>ПОДАЦИ О НАСИЛНОЈ СМРТИ</b>			
<b>1. Порекло насилне смрти:</b>		<b>2. Време догађаја (према анамнестичким подацима) који је изазвао насилну смрт</b>	
Несрећни случај - задес ..... 1			
Самоубиство..... 2		_____ (дан)	_____ (месец)
Убиство..... 3		_____ (година)	_____ (час)
Остало..... 4			_____ (минут)
		Дан у недељи _____ (понедељак, уторак, итд)	
<b>3. Место догађаја</b>		<b>4. У тренутку догађаја умрли је био</b>	
Кућа, стан, колективни стан ..... 1		На послу..... 1	
Школа, друга јавна места и институције ..... 2		При одласку или повратку са посла..... 2	
Спортски објекти ..... 3		На раду у домаћинству..... 3	
Саобраћајнице ..... 4		У току спортске активности..... 4	
Фабрика, рудник, градилиште и сл. .... 5		Код куће - у слободно време..... 5	
Пољопривредна газдинства ..... 6		Ван куће - у слободно време..... 6	
Поље, планина, река, језеро, море и сл. .... 7			
<b>УЗРОК СМРТИ</b>			
<b>I</b>			
а) Непосредни узрок _____		_ _ _ _	
б) Претходни узрок _____ (болест или повреда)		_ _ _ _	
в) Основни узрок _____ (болест или спољашње околности повређивања)		_ _ _ _	
_____		_ _ _ _	
<b>II</b>			
Друга значајна стања, болести _____ и повреде које су допринеле смрти _____		_ _ _ _	
_____		_ _ _ _	
<b>Да ли је умрли био лечен од болести, повреде од које је умро</b>			
Да..... 1		Не..... 2	
		Неутврђено..... 3	
<b>Ко је дао податке о узроку смрти</b>		<b>4. Подаци о узроку смрти су дати из:</b>	
Ординирајући лекар ..... 1		а) Здравственог картона бр. _____	
Мртвозорник (са медицинском документацијом) ..... 2		б) Историје болести бр. _____	
Мртвозорник (без медицинске документације) ..... 3		в) Обдукционог налаза бр. _____	
Обдуцент ..... 4		г) Остале документације бр. _____	
<b>НАПОМЕНА:</b>			

На основу извршеног детаљног прегледа необученог леша \_\_\_\_\_ потврђујем смртни исход.  
(датум, час, минут)

у \_\_\_\_\_ (М.П.) \_\_\_\_\_ Потпис и факсимил лекара  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_

БЕЛЕШКА МАТИЧАРА: Овај случај је уписан у матичну књигу умрлих која се води  
За место (насеље) \_\_\_\_\_ општину \_\_\_\_\_  
под текућим бројем \_\_\_\_\_ за годину \_\_\_\_\_  
(М.П.) \_\_\_\_\_ Потпис матичара  
\_\_\_\_\_

## Prilog 2 – Uzroci smrti koji se mogu izbeći

Uzroci i grupe uzroka	MKB-10 Šifre	Starost	Predupredivi	Preventabilni
<b>Infekcije</b>				
Tuberkuloza	A15-A19, B90	0-74	X	X
Odabrane invazivne bakterijske i protozojske infekcije	A38-A41, A46, A48.1, B50-B54, G00, G03, J02, L03	0-74	X	
Hepatitis C	B17.1, B18.2	0-74	X	X
Pertusis (veliki kašalj)	A37	0-14	X	X
Morbili	B05	1-14	X	X
Rubela	B06	0-14		X
Druge infekcije (difterija, tetanus, poliomijelitis i varičela)	A35, A36, A80, B01	0-19	X	X
Intestinalne infekcije	A00-A09	0-14	X	
HIV/AIDS	B20-B24	All	X	X
<b>Neoplazme</b>				
Maligna neoplazma usne, usne duplje i ždrela	C00-C14	0-74		X
Maligna neoplazma jednjaka	C15	0-74		X
Maligna neoplazma želuca	C16	0-74		X
Maligna neoplazma debelog creva i rektuma	C18-C21	0-74	X	X
Maligna neoplazma jetre	C22	0-74		X
Maligna neoplazma traheje, bronha i pluća	C33-C34	0-74		X
Maligni melanom kože	C43	0-74	X	X
mezotelioma	C45	0-74		X
Maligna neoplazma dojke	C50	0-74	X	X
Maligna neoplazma grlića materice	C53	0-74	X	X
Maligna neoplazma bešike	C67	0-74	X	
Maligna neoplazma štitaste žlezde	C73	0-74	X	
Hodgkinova bolest	C81	0-74	X	
leukemija	C91, C92.0	0-44	X	
Maligna neoplazma testisa	C62	0-74	X	
Maligna neoplazma neodređenih delova materice i tela materice	C54-C55	0-44	X	
Benigne neoplazme	D10-D36	0-74	X	
<b>Ishrana, endokrini i metabolički</b>				
Šećerna bolest	E10-E14	0-74	X	X
Bolesti štitne žlezde	E00-E07	0-74	X	

Addisonova bolest	E27.1	0-74	X	
<b>Poremećaji upotrebe droga</b>				
Bolesti povezane sa alkoholom, isključujući spoljašnje uzroke	F10, G31.2, G62.1, I42.6, K29.2, K70, K73, K74 (excl. K74.3-K74.5), K86.0	0-74		X
Poremećaji upotrebe nedozvoljenih droga	F11-F16, F18-F19	0-74		X
<b>Neurološki poremećaji</b>				
Epilepsija i epileptični status	G40-G41	0-74	X	
<b>Kardio-vaskularne bolesti</b>				
Reumatske i druge valvularne bolesti srca	I01-I09	0-74	X	
Hipertenzivne bolesti	I10-I15	0-74	X	
Ishemijska bolest srca	I20-I25	0-74	X	X
DVT sa plućnom embolijom	I26, I80.1-I80.3, I80.9, I82.9	0-74		X
Cerebrovaskularne bolesti	I60-I69	0-74	X	
Aneurizma i disekcija aorte	I71	0-74		X
<b>Bolesti disajnih organa</b>				
Grip (uključujući svinjski grip)	J09-J11	0-74	X	X
Upala pluća	J12-J18	0-74	X	
Hronični opstruktivni plućni poremećaj	J40-J44	0-74	X	X
astma	J45-J46	0-74	X	
Odabrane respiratorne bolesti	J00-J06, J20-J22, J30-J39	1-14	X	
<b>Digestivni poremećaji</b>				
Čir na želucu i dvanaestopalačnom crevu	K25-K28	0-74	X	
Akutni abdomen, upala slepog creva, opstrukcija creva, holecistitis/litijaza, pankreatitis, hernija	K35-K38, K40-K46, K80-K83, K85, K86.1-K86.9, K91.5	0-74	X	
<b>Poremećaji genitourinarnog sistema</b>				
Nefritis i nefroza	N00-N07, N17-N19, N25-N27	0-74	X	
Opstruktivna uropatija i hiperplazija prostate	N13, N20-N21, N35, N40, N99.1	0-74	X	
<b>Majka i beba</b>				
Komplikacije perinatalnog perioda	P00-P96, A33	All	X	
Urođene malformacije cirkulatornog sistema	Q20-Q28	0-74	X	
Spina bifida	Q05	0-74		X
<b>Nenamerne povrede</b>				
Transportne nezgode	V01-V99	All		X
Slučajna povreda	W00-X59	All		X

Namerne povrede				
Samoubistvo i samopovređivanje	X60-X84, Y10-Y34	All		<b>X</b>
Ubistvo/napad	X85-Y09, U50.9	All		<b>X</b>
	Y60-Y69, Y83-Y84	All	<b>X</b>	<b>X</b>

Izvor: (Olatunde i ostali, 2016)

### Prilog 3 – Strateška dokumenta Republike Srbije u vezi sa prevremenim mortalitetom

Vrsta	Tema strateškog dokumenta	Početak	Kraj	Status
Strategija	Sprečavanje zloupotrebe droga	2014	2021	Nije aktivna
Strategija	Stalno unapređenje kvaliteta zdravstvene zaštite i bezbednosti pacijenata	2009	2015	Nije aktivna
Strategija	Borba protiv droga	2009	2013	Nije aktivna
Strategija	Prevenција i kontrola hroničnih nezaraznih bolesti	2009		<b>Aktivna</b>
Strategija	Razvoj zdravlja mladih	2006		<b>Aktivna</b>
Strategija	Obezbeđenje adekvatnih količina bezbedne krvi i komponentata krvi	2009	2015	Nije aktivna
Strategija	Kontrola duvana	2007		Nije aktivna
Strategija	Smanjenje siromaštva	2003		Nije aktivna
Strategija	Javno zdravlje	2018	2026	<b>Aktivna</b>
Strategija	Strategija za prevenciju i kontrolu HIV infekcije i AIDS-a	2018	2025	<b>Aktivna</b>
Program	Unapređenje kontrole raka	2020	2022	<b>Aktivan</b>
Strategija	Održivi urbani razvoj	2019	2030	<b>Aktivna</b>
Plan	Smanjenje emisija glavnih zagađujućih materija koje potiču iz starih velikih postrojenja za sagorevanje	2020	2027	<b>Aktivan</b>



## Prilog 4 - R kod

### R kod korišćen za sređivanje podataka

U doktorskoj disertaciji su korišćeni detaljni podaci o smrti u Srbiji za 6 godina od 2015. do 2020. godine. Datoteka za svaku godinu ima više od 80.000 redova podataka jer su podaci dati po polu, starosti, opštini i tačnom (četvoroznačnom) uzroku smrti. U pripremi podatka prvo se objedinjuju u jedan veliki dataframe i nakon toga svaki red se svrstava po kategorijama Međunarodne kategorizacije bolesti i prema tome da li su uzroci smrti oni koji se mogu izbeći, preventabilni ili predupredivi.

```
require(tidyverse)
require(iterators)
require(openxlsx)
require(ggpattern)
require(spdep)
require(rgdal)
require(mapttools)
require(ggthemes)
require(geojsonio)
require(ggpubr)
require(treemap)

#Učitavaju se datoteke
mort_podaci_postoje <- file.exists("umrli15-20.xlsx")
if (!mort_podaci_postoje) {
  umrli15 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2015.xlsx")
  umrli16 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2016.xlsx")
  umrli17 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2017.xlsx")
  umrli19 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2019.xlsx")
  umrli18 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2018.xlsx")
  umrli20 <- read.xlsx("RZS/Umrli_2020.xlsx")

  colnames(umrli15)[2] <- "Opstina"
  colnames(umrli16)[2] <- "Opstina"
  colnames(umrli17)[2] <- "Opstina"
  colnames(umrli18)[2] <- "Opstina"
  colnames(umrli19)[2] <- "Opstina"
  colnames(umrli20)[2] <- "Opstina"

  umrli <- rbind(umrli15,
                 umrli16,
                 umrli17,
                 umrli18,
                 umrli19,
                 umrli20)

  rm(list = c(
    "umrli15",
    "umrli16",
    "umrli17",
    "umrli18",
    "umrli19",
    "umrli20"
  ))
  d <-
  as.data.frame(
    read.csv(
```

```

file = "Mortality Coding/Diagnosis2.txt",
sep = "\t",
quote = "\"\"",
header = F,
stringsAsFactors = F,
encoding = "UTF-8"
)
)
d <- d[, 1:5]
colnames(d) <- c("Chapter", "List", "Cause", "Title", "TilteSR")
d <- d[d$List == 103, ]

ch <-
as.data.frame(
read.csv(
file = "Mortality Coding/CodingChapters2.txt",
sep = "\t",
quote = "\"\"",
header = F,
stringsAsFactors = F,
encoding = "UTF-8"
)
)
colnames(ch) <-
c("Chapeter", "List", "Title", "TilteSR", "TitleSRCyr")
ch <- ch[ch$List == 103, c(1, 3)]
colnames(ch)[1] <- "Chapter"
amenmort <- read_csv(file = "Mortality Coding/amort.csv")
amenmort$Cause <-
gsub(pattern = "[.]",
replacement = "",
x = amenmort$Cause)

ages <- list(
`0-14` = 0:14,
`0-19` = 0:19,
`0-44` = 0:44,
`0-74` = 0:74,
`1-14` = 1:14,
All = 1:150
)

MortClassifier <-
function(dataset = NULL,
cause = NULL,
age = NULL,
ages = NULL,
i = NULL) {
if (nrow(amenmort[amenmort$Cause == cause,]) != 0) {
if (age %in% unlist(ages[as.character(amenmort[amenmort$Cause == cause, "AGE"])])) {
return(cbind(data.frame(rn = i), amenmort[amenmort$Cause == cause, c(5, 6)]))
}
} else{
if (nrow(amenmort[amenmort$Cause == substring(cause, 1, 3),]) != 0) {
if (age %in% unlist(ages[as.character(amenmort[amenmort$Cause == substring(cause, 1, 3), "AGE"])])) {
return(cbind(data.frame(rn = i), amenmort[amenmort$Cause == substring(cause, 1, 3), c(5, 6)]))
}
}
}
}
return(data.frame(

```

```

    rn = i,
    Amenable = 0,
    Preventable = 0
  ))
}

require(foreach)
library(doParallel)

cl <- makeCluster(11)
registerDoParallel(cl)

s2 <- data.frame(
  rn = 1:nrow(umrli),
  Amenable = NA,
  Preventable = NA
)
for (i in 1:nrow(umrli)) {
  s2[i, ] <-
  MortClassifier(
    dataset = amenmort,
    cause = umrli$Uzrok.smrti[i],
    age = umrli$Starost[i],
    ages = ages,
    i = i
  )
}

umrli <- cbind(umrli, s2)
umrli$rn <- NULL
umrli$Avoidable <- umrli$Preventable + umrli$Amenable
umrli$Avoidable <- ifelse(umrli$Avoidable > 0, 1, 0)

write.xlsx(umrli, "umrli15-20Avoidable.xlsx")
} else {
  umrli <- read.xlsx("umrli15-20Avoidable.xlsx")
}

#Sređivanje Grada Niša
opstine_nisa <-
  c("71285", "71307", "71315", "71323", "71331") #5 opština Grada Niša
umrli[umrli$Opstina %in% opstine_nisa, "Opstina"] <- "79022"

#Sređivanje Grada Novog Sada
opstine_novog_sada <-
  c("80284", "80519")

umrli[umrli$Opstina %in% opstine_novog_sada, "Opstina"] <- "89010"

#Učitavanje podataka o proceni broja stanovnika sredini godine.
pop <- read.csv("RZS/Populacija.csv", sep = ";")

#Dodati podaci sa šifarnikom opština
opstine <- read.csv(file = "Serbia Map/opstine.csv")

```

## Definisanje funkcije za izračunavanje medijalne starosti izgubljenih godina potencijalnog života

```
FindMedian <- function(x) {
  intervals <- cbind(1:length(x)-1, 1:length(x))
  cf <- cumsum(x)
  if(max(cf)==0){
    return(NA)
  }
  Midrow <- findInterval(max(cf)/2, cf)+1
  L <- intervals[Midrow,1 ]
  h <- diff(intervals[Midrow, ])
  f <- x[Midrow]
  cf2 <- cf[Midrow - 1]
  n_2 <- max(cf)/2
  unname(L + (n_2 - cf2)/f * h)
}
```

## Dodavanje podatka o broju stanovnika i računanje pokazatelja YPLL

U prvo delu se učitavaju podaci o populaciji koji se mogu preuzeti sa portala otvorenih podataka RZS. Takođe je U ovom delu je dato računanje pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života.

```
#Učitavanja podataka o standardnoj evropskoj populaciji
standpop <- read.xlsx("StPopSingleYear.xlsx")
```

```
#svođenje standardne populacije na pondere (tako da zbir ukupne populacije bude 1)
standpop$stpop <- standpop$stpop / 1000000
```

```
#Kreiranje pondera za mlade od 75 godina na osnovu standardne populacije koja ide do 85 godina.
```

```
standardpop75 <- standpop[1:75, ]
standardpop75$stpop <- (standpop$stpop[1:75] / sum(standpop$stpop[1:75]) * (sum(standpop$stpop) - sum(standpop$stpop[1:75]))) + standpop$stpop[1:75]
colnames(standardpop75)[1] <- "Starost"
```

```
#Kreiranje pondera za mlade od 75 godina a starije od 30 na osnovu standardne populacije koja ide do 85 godina.
```

```
standardpop30_75 <- standpop[31:75, ]
standardpop30_75$stpop <- (standpop$stpop[31:75] / sum(standpop$stpop[31:75]) * (sum(standpop$stpop) - sum(standpop$stpop[31:75]))) + standpop$stpop[31:75]
colnames(standardpop30_75)[1] <- "Starost"
```

```
#Definisanje referentnog godišta za računanje pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života
YPLL_Age <- 75
```

```
#Definisanje fukcije za računanje Standardizovanih godina izgubljenog života
```

```
stadnardize_ypll <- function(umrli=NULL, pop=NULL,standardpopulation=NULL,years=NULL, standard_age=NUL
L, causes=NULL ) {
  standardized_mortality <- left_join(
    left_join(
      pop %>% filter(god %in% years , nPol == "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(Starost = as.in
teger(IDStarost)) %>% filter(Starost < YPLL_Age) %>% group_by(Opstina = IDTer, Starost) %>% summarise(Pop =
sum(vrednost)), umrli %>% filter(Godina.materijala %in% years, Starost < YPLL_Age,if(!is.null(causes)){eval(parse(t
ext = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()}) %>% mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava), 0, Broj.pojava)) %
>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Opstina, Starost) %>% summarise(YPLL =
sum(YPLL), Broj.pojava=sum(Broj.pojava, na.rm = T))) %>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% m
utate(YPLLr = YPLL /Pop * 100000), standardpopulation) %>% group_by(Opstina) %>% summarise(
  Median_AGE_YPLL=FindMedian(YPLL),
```

```

        YPLLi = sum(YPLLR * stpop, na.rm = T),
        YPLLR = sum(YPLL) / sum(Pop) * 100000,
        YPLL = sum(YPLL),
        Pop = sum(Pop),
        Broj.pojava= sum(Broj.pojava, na.rm = T)
    )
    return(standardized_mortality)
}
stadnardize_ypll_republic <- function(umrli=NULL, pop=NULL,standardpopulation=NULL,years=NULL, standard_a
ge=NULL, causes=NULL ) {

standardized_mortality_republic <- left_join(
  left_join(
    pop %>% filter(god %in% years , nPol == "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(Starost = as.in
teger(IDStarost)) %>% filter(Starost < YPLL_Age,IDTer %in% umrli$Opstina ) %>% group_by(Starost) %>% summa
rise(Pop = sum(vrednost)), umrli %>% filter(Godina.materijala %in% years, Starost < YPLL_Age,if(!is.null(causes)){e
val(parse(text = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()}) %>% mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava), 0, Broj.p
ojava)) %>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by( Starost) %>% summarise(YPLL
= sum(YPLL), smrti=sum(Broj.pojava))) %>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% mutate(YPLLR =
YPLL /Pop * 100000), standardpopulation) %>% group_by() %>% summarise(
  Median_AGE_YPLL=FindMedian(YPLL),
  smrti= sum(smrti),
  YPLLi = sum(YPLLR * stpop, na.rm = T),
  YPLLR = sum(YPLL) / sum(Pop) * 100000,
  YPLL = sum(YPLL),
  Pop = sum(Pop)
)
)
return(standardized_mortality_republic)
}

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od bolesti COVID-19
standardized_YPLL_Covid <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c( 2020),YPLL_Age, causes='Uzrok.smrti
%in% c("U071", "U072")')

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života koji nisu umrli od bolesti COVID-19

```

```

standardized_YPLL_NoN_Covid <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c( 2020),YPLL_Age, causes='!Uzrok.
smrti %in% c("U071", "U072")')

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih
standardized_YPLL_TOTAL <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c( 2020),YPLL_Age )

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih 2017-2019
standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),YPLL_A
ge)

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od uzroka smrti koji se mogu
izbeći

```

```

standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),YPLL
_Age,causes='Avoidable==1')

```

```

#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od uzroka smrti koji se mogu
izbeći

```

```
standardized_YPLL_Avoidable <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Avoidable
==1')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od uzroka smrti koji se mogu
izbeći prevencijom
```

```
standardized_YPLL_Preventable <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Preventa
ble==1')
```

```
standardized_YPLL_Preventable_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),YPLL
L_Age,causes='Preventable==1')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od uzroka smrti koji se mogu
izbeći adekvatnom i pravovremenom zdravstvenom zaštitom
```

```
standardized_YPLL_Amenable <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Amenable
==1')
```

```
standardized_YPLL_Amenable_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),YPLL
_Age,causes='Amenable==1')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od smrti koje su se mogle izb
eći 2017-2019
```

```
standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),YPLL
_Age,causes='Avoidable==1')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od smrti koje su se NISU mo
gle izbeći 2017-2019
```

```
standardized_YPLL_NoNAvoidable_2017_2019 <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017,2018, 2019),Y
PLL_Age,causes='Avoidable!=1')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od šloga za 2017-2019
```

```
standardized_YPLL_Stroke <- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age, causes='substring(Uzr
ok.smrti,1,3) %in% c("I63")')
```

```
#Računanje standardizovanog pokazatelja izgubljenih godina potencijalnog života umrlih od respiratornih bolesti 2017
-2019
```

```
standardized_YPLL_respiratory_2017_2019 <- left_join(
  left_join(
    pop %>% filter(god %in% c(2017,2018, 2019) , nPol == "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(
      Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < YPLL_Age) %>% group_by(Opstina = IDTer, Starost) %>% sum
      marise(Pop = sum(vrednost)), umrli %>% filter(Godina.materijala %in% c(2017,2018, 2019), Starost < YPLL_Age,sub
      string(Uzrok.smrti,1,3)=='J44') %>% mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava), 0, Broj.pojava)) %>% mutate(YP
      LL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Opstina, Starost) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)))
    %>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% mutate(YPLLR = YPLL /Pop * 100000, standardpop75) %
    %>% group_by(Opstina) %>% summarise(
      Median_AGE_YPLL=FindMedian(YPLL),
      YPLLi = sum(YPLLR * stpop, na.rm = T),
      YPLLR = sum(YPLL) / sum(Pop) * 100000,
      YPLL = sum(YPLL),
      Pop = sum(Pop)
  )
)
```

```
#Standardizovane godine izgubljenog života za celu Srbiju 2017-2019
```

```
stadnardize_ypll_republic(umrli, pop, standardpop75, c(2017, 2018, 2019),YPLL_Age)
```

```
## # A tibble: 1 x 6
```

```
## Median_AGE_YPLL smrti YPLLi YPLLR YPLL Pop
```

```

##      <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <int>
## 1      57.6 127374 6081. 8423. 1618774 19218938

#TEST
standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019 <- left_join(
  left_join(
    pop %>% filter(god %in% c(2017,2018, 2019) , nPol == "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>%
      mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by(Opstina = IDTer, Starost) %>% su
mmarise(Pop = sum(vrednost)),
    umrli %>% filter(Godina.materijala %in% c(2017,2018, 2019) , Starost < YPLL_Age) %>%
      mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava), 0, Broj.pojava)) %>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Bro
j.pojava) %>% group_by(Opstina, Starost) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL))
  ) %>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% mutate(YPLLR = YPLL /Pop * 100000),
  standardpop75) %>% mutate(YPLLi = YPLL/Pop*stpop) %>% group_by(Opstina) %>% summarise( Median_AGE_
YPLL=FindMedian(YPLL), YPLLi = sum(YPLLi, na.rm = T)*100000, YPLLR = sum(YPLL) / sum(Pop) * 100000,
  YPLL = sum(YPLL),
  Pop = sum(Pop)
)

#Koeficijent varijacije
standardized_YPLL_Covid %>% group_by() %>% summarise(CV = sd(YPLLi) /
  mean(YPLLi))

## # A tibble: 1 x 1
##   CV
##   <dbl>
## 1 0.846

standardized_YPLL_NoN_Covid %>% group_by() %>% summarise(CV = sd(YPLLi) /
  mean(YPLLi))

## # A tibble: 1 x 1
##   CV
##   <dbl>
## 1 0.562

standardized_YPLL_Covid %>% group_by() %>% summarise(CV = sd(YPLLi) /
  mean(YPLLi))

## # A tibble: 1 x 1
##   CV
##   <dbl>
## 1 0.846

```

## Tabela o generalnim informacijama o prevremenom mortalitetu

```

serbia_overall_premature <- left_join(
  umrli %>% filter(Starost < YPLL_Age) %>%
    mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Godina.materijala) %>% summarise(YPLL =
sum(YPLL), `Umrlı <75` = sum(Broj.pojava)),
  umrli %>% filter() %>% group_by(Godina.materijala) %>% summarise(Ukupno = sum(Broj.pojava))
) %>% mutate(`Umrlı <75 (%)` = round(`Umrlı <75` / Ukupno * 100, 2))

```

## Računanje YPLL za pojedinačne godine

```

#Populacija Srbije
popsr2020 <-
  pop %>% filter(god == 2020,
    nPol == "Ukupno",
    !IDStarost %in% c("0", "V85"),
    IDTer == "RS") %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost <
75) %>% group_by() %>% summarise(Pop = sum(vrednost))

```

```

popsr2019 <-
  pop %>% filter(god == 2019,
    nPol == "Ukupno",
    !IDStarost %in% c("0", "V85"),
    IDTer == "RS") %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost <
    75) %>% group_by() %>% summarise(Pop = sum(vrednost))

popsr2018 <-
  pop %>% filter(god == 2018,
    nPol == "Ukupno",
    !IDStarost %in% c("0", "V85"),
    IDTer == "RS") %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost <
    75) %>% group_by() %>% summarise(Pop = sum(vrednost))

popsr2017 <-
  pop %>% filter(god == 2017,
    nPol == "Ukupno",
    !IDStarost %in% c("0", "V85"),
    IDTer == "RS") %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost <
    75) %>% group_by() %>% summarise(Pop = sum(vrednost))

popsr2020m <-
  pop %>% filter(god == 2020, !IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", IDPol ==
    1) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by() %>% summaris
e(Pop =
    sum(vrednost))

popsr2020f <-
  pop %>% filter(god == 2020, !IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", IDPol ==
    2) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by() %>% summaris
e(Pop =
    sum(vrednost))

YPPL2020_C <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2020,
  Starost < YPLL_Age,
  Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2020

YPPL2020_O <- umrli %>% filter(
  Godina.materijala == 2020,
  Starost < YPLL_Age,
  !Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072"),
  Avoidable != 1
) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2020

YPPL2020_Avoidable <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2020,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable == 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2020

umrli %>% filter(Godina.materijala == 2020,
  Starost < YPLL_Age,) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2020

```



```

## YPLL
## 1 9688.452

YPPL2019 <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2019,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable != 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2019

YPPL2019_Avoidable <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2019,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable == 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2019

YPPL2018 <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2018,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable != 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2018

YPPL2018_Avoidable <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2018,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable == 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2018

YPPL2017 <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2017,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable != 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2017

YPPL2017_Avoidable <- umrli %>% filter(Godina.materijala == 2017,
  Starost < YPLL_Age, Avoidable == 1) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)) * 100
000 /
  popsr2017

umrli %>% filter(Godina.materijala == 2020,
  Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")) %>% filter((Pol == "1" &
  Starost < 65) | (Pol == "2" & Starost < 63)) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL))

## # A tibble: 1 x 1
## YPLL
## <dbl>
## 1 44285

covid_bar_plot <-
data.frame(
  Year = c(2017, 2017, 2018, 2018, 2019, 2019, 2020, 2020, 2020),
  Type = c(
    "Other",
    "Avoidable",
    "Other",

```

```

"Avoidable",
"Other",
"Avoidable",
"SARS-CoV-2",
"Avoidable",
"Other"
),
YPLL = unname(
c(
  unlist(YPPL2017),
  unlist(YPPL2017_Avoidable),
  unlist(YPPL2018),
  unlist(YPPL2018_Avoidable),
  unlist(YPPL2019),
  unlist(YPPL2019_Avoidable),
  unlist(YPPL2020_C),
  unlist(YPPL2020_Avoidable),
  unlist(YPPL2020_O)
)
)
)
)
covid_bar_plot$Type <-
  factor(covid_bar_plot$Type,
    levels = c("SARS-CoV-2", "Other", "Avoidable"))

fig2plos <-
  ggplot(covid_bar_plot , aes(x = Year, y = YPLL, fill = Type)) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") + coord_flip() +
  scale_fill_manual(values = c("#d95f02", "#1b9e77", "#7570b3")) + # c( "#abdda4", "#2b83ba", "#d7191c"))+
  #guides(NULL)+
  theme_tufte() + #theme(legend.position = "none",text=element_text(size=10, family="TT Arial"))+
  theme(text = element_text(size = 10, family = "TT Arial")) +
  scale_y_continuous(breaks = c(2000, 4000, 6000, 8000, 10000)) +
  #annotate("text", x=2020, y=9150,label="COVID-19", size=2.5, angle = 90, color="black" )+
  geom_hline(
    yintercept = c(2000, 4000, 6000, 8000, 10000),
    lwd = 1,
    color = "white"
  ) +
  ylab("Izgubljene godine potencijalnog života na 100.000 stanovnika") +
  xlab(NULL)
fig2plos

# ggsave(fig2plos,filename = "Figure2plos.svg", units = "mm", width = 175, height = 50)
# ggsave(fig2plos,filename = "figure2plos.png", units = "mm", width = 175, height = 50)
# ggsave(fig2plos,filename = "figure2plos.jpg", units = "mm", width = 175, height = 50, dpi = 600)
#

```

## Računanje specifičnih stopa smrtnosti i kreiranje grafikona

```

ss_starost_covid <- left_join(
  umrli %>% filter(
    Godina.materijala == 2020,
    Starost < YPLL_Age,
    Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")
  ) %>% dplyr::mutate(Starost=car::recode(Starost,c("85", "86", "87", "88",
"89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99",
"100", "101", "102", "103", "104", "105", "106", "107", "108",
"109", "111", "112", "114", "999")="85")) %>% group_by(Starost,Pol) %>% summarise(Smrti=sum(Broj.pojava)),

```

```
pop %>% filter(god==2020, IDTer=="RS",IDPol!=0, IDStarost!=0) %>% mutate(Starost=c(0:85,0:85) , Pol=as.character(IDPol))) %>%
```

```
mutate(`Specifična stopa smrtnosti`=Smrti/vrednost*1000, Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski")) %>% ggplot() +
geom_line(aes(x=Starost, y=`Specifična stopa smrtnosti`, col=Pol),size=1) + theme_tufte() + scale_color_manual(value
s = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) +ylab("Specifična stopa sm
rtnosti (%)") + scale_y_continuous(breaks = c(10, 20, 30, 40, 50, 60),limits = c(0,60))
```

```
ss_starost_2020 <- left_join(
```

```
umrli %>% filter(
```

```
Godina.materijala == 2020,
```

```
Starost < YPLL_Age,
```

```
) %>% dplyr::mutate(Starost=car::recode(Starost,'c("85", "86", "87", "88",
```

```
"89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99",
```

```
"100", "101", "102", "103", "104", "105", "106", "107", "108",
```

```
"109", "111", "112", "114", "999")="85"))%>% group_by(Starost,Pol) %>% summarise(Smrti=sum(Broj.pojava)),
```

```
pop %>% filter(god==2020, IDTer=="RS",IDPol!=0, IDStarost!=0) %>% mutate(Starost=c(0:85,0:85) , Pol=as.character(IDPol))) %>%
```

```
mutate(`Specifična stopa smrtnosti`=Smrti/vrednost*1000, Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski")) %>% ggplot() +
geom_line(aes(x=Starost, y=`Specifična stopa smrtnosti`, col=Pol),size=1) + theme_tufte() + scale_color_manual(value
s = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) +ylab("Specifična stopa sm
rtnosti (%)") + scale_y_continuous(breaks = c(10, 20, 30, 40, 50, 60),limits = c(0,60))
```

```
ss_starost_2017_2019 <- left_join(
```

```
umrli %>% filter(
```

```
Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019),
```

```
Starost < YPLL_Age,
```

```
# Uzrok.smrtnosti %in% c("U071", "U072")
```

```
) %>% dplyr::mutate(Starost=car::recode(Starost,'c("85", "86", "87", "88",
```

```
"89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99", "100", "101", "102", "103", "104", "105", "106", "107", "
```

```
108", "109", "111", "112", "114", "999")="85"))%>% group_by(Starost,Pol) %>% summarise(Smrti=sum(Broj.pojava))
```

```
,
```

```
pop %>% filter(god %in% c(2017,2018,2019) , IDTer=="RS",IDPol!=0, IDStarost!=0) %>% mutate(Starost=rep(c(0:8
```

```
5,0:85),3) , Pol=as.character(IDPol))%>% group_by(Pol, Starost) %>% summarise(vrednost=sum(vrednost))) %>% mu
tate(`Specifična stopa smrtnosti`=Smrti/vrednost*1000, Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski")) %>% ggplot() + geo
m_line(aes(x=Starost, y=`Specifična stopa smrtnosti`, col=Pol),size=1) + theme_tufte()+ scale_color_manual(values =
c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) + ylab("Specifična stopa smrtn
osti (%)") + scale_y_continuous(breaks = c(10, 20, 30, 40, 50, 60),limits = c(0,60))
```

```
left_join(
```

```
left_join(
```

```
umrli %>% filter(
```

```
Godina.materijala == 2020,
```

```
Starost < YPLL_Age,
```

```
) %>% dplyr::mutate(Starost=car::recode(Starost,'c("85", "86", "87", "88",
```

```
"89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99",
```

```
"100", "101", "102", "103", "104", "105", "106", "107", "108",
```

```
"109", "111", "112", "114", "999")="85"))%>% group_by(Starost,Pol) %>% summarise(Smrti=sum(Broj.pojava)),
```

```
pop %>% filter(god==2020, IDTer=="RS",IDPol!=0, IDStarost!=0) %>% mutate(Starost=c(0:85,0:85) , Pol=as.character(IDPol))) %>%
```

```
mutate(`Specifična stopa smrtnosti`=Smrti/vrednost*1000, Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski")) %>% select(Star
ost,Pol, SS20 = `Specifična stopa smrtnosti`),
```

```
left_join(
```

```
umrli %>% filter(
```

```
Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019),
```

```
Starost < YPLL_Age,
```

```
# Uzrok.smrtnosti %in% c("U071", "U072")
```

```
) %>% dplyr::mutate(Starost=car::recode(Starost,'c("85", "86", "87", "88",
```

```
"89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99", "100", "101", "102", "103", "104", "105", "106", "107", "
```

```
108", "109", "111", "112", "114", "999")="85"))%>% group_by(Starost,Pol) %>% summarise(Smrti=sum(Broj.pojava))
```

```

pop %>% filter(god %in% c(2017,2018,2019) , IDTer=="RS",IDPol!=0, IDStarost!=0) %>% mutate(Starost=rep(c(0:8
5,0:85),3) , Pol=as.character(IDPol))%>% group_by(Pol, Starost) %>% summarise(vrednost=sum(vrednost))) %>% mu
tate(`Specifična stopa smrtnosti`=Smrti/vrednost*1000, Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski")) %>% select(Starost,P
ol, SS1719 = `Specifična stopa smrtnosti`)
) %>% mutate(VisakSS=((SS20-SS1719)/SS20) *100)

```

```

## # A tibble: 149 x 5
## # Groups:   Starost [75]
##   Starost Pol    SS20 SS1719 VisakSS
##   <dbl> <chr> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1     0 Muški  5.64  5.24  7.11
## 2     0 Ženski 4.17  4.34 -3.99
## 3     1 Muški  0.303 0.421 -38.8
## 4     1 Ženski 0.162 0.481 -197.
## 5     2 Muški  0.212 0.248 -17.4
## 6     2 Ženski 0.129 0.244 -89.2
## 7     3 Muški  0.0904 0.138 -53.0
## 8     3 Ženski 0.192 0.169 12.1
## 9     4 Muški  0.179 0.197 -10.0
## 10    4 Ženski 0.192 0.115 40.0
## # ... with 139 more rows

```

```

ypll_ages_2020 <- umrli %>% filter(
  Godina.materijala == 2020,
  Starost < YPLL_Age) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(Y
PLL),Broj.pojava=sum(Broj.pojava) ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"))

```

```

ypll_ages_2020_plot <- ypll_ages_2020 %>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + them
e_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_brea
ks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 2
0000, 25000),limits = c(0,25000)) + geom_vline(xintercept =ypll_ages_2020%>% group_by(Starost) %>% summarise(
YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size=1.5)+ geom_hline(yintercept = c(50
00, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")

```

*#Starosna distribucija izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji (trogodišnji prosek 2017-2019)*

```

ypll_ages_1719<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019),
  Starost < 75) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(Y
PLL)/3,Broj.pojava=sum(Broj.pojava)/3 ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"))

```

```

ypll_ages_1719_plot<- ypll_ages_1719 %>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + theme
_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_brea
ks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 2
0000, 25000),limits = c(0,25000))+ geom_vline(xintercept =ypll_ages_1719%>% group_by(Starost) %>% summarise(
YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size=1.5)+ geom_hline(yintercept = c(50
00, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")

```

*#Starosna distribucija izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji smrti koje je bilo moguće izbeći (trogodišnji pro
sek 2017-2019)*

```

ypll_ages_1719_avoidable<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019), Avoidable==1,
  Starost < 75) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(Y
PLL)/3,Broj.pojava=sum(Broj.pojava)/3 ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"))

```

```
ypll_ages_1719_avoidable_plot<- ypll_ages_1719_avoidable %>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + theme_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c")) +scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000),limits = c(0,25000))+ geom_vline(xintercept =ypll_ages_1719_avoidable%>% group_by(Starost) %>% summarise(YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size=1.5)+ geom_hline(yintercept = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")
```

*#Starosna distribucija izgubljenih godina potencijalnog života u Srbiji smrti koje je bilo moguće izbeći prevencijom (tro godišnji prosek 2017-2019)*

```
ypll_ages_1719_preventable<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019), Preventable==1,
  Starost < 75) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)/3,Broj.pojava=sum(Broj.pojava)/3 ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"))
```

```
ypll_ages_1719_preventable_plot<- ypll_ages_1719_preventable %>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + theme_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks =scales::extended_breaks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c")) +scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000),limits = c(0,25000))+ geom_vline(xintercept =ypll_ages_1719_preventable%>% group_by(Starost) %>% summarise(YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size =1.5)+ geom_hline(yintercept = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")
```

```
ypll_ages_1719_amenable<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017,2018,2019), Amenable==1,
  Starost < 75) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL)/3,Broj.pojava=sum(Broj.pojava)/3 ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"))
```

```
ypll_ages_1719_amenable_plot<- ypll_ages_1719_amenable %>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + theme_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c")) +scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000),limits = c(0,25000))+ geom_vline(xintercept =ypll_ages_1719_amenable%>% group_by(Starost) %>% summarise(YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size=1.5)+ geom_hline(yintercept = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")
```

*#U slučaju COVID-a treba da se postaramo da se uzmu u obzir i rana godišta za kojih nema smrti.*

```
ypll_ages_2020_cov <-
  left_join(
    pop %>% filter(god == 2020, nPol != "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(Starost =as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by(Starost, Pol=as.character(IDPol)) %>% summarise(Pop =sum(vrednost)),
    umrli %>% filter(
      Godina.materijala == 2020,
      Starost < YPLL_Age,
      Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")) %>%
      mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Starost, Pol) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL),Broj.pojava=sum(Broj.pojava) )
    ) %>% mutate( Pol=ifelse(Pol=="1","Muški", "Ženski"),Broj.pojava=ifelse(is.na(Broj.pojava),0, Broj.pojava), YPLL=ifelse(is.na(YPLL),0, YPLL) )
```

```
ypll_ages_2020_cov_plot<- ypll_ages_2020_cov%>% ggplot() + geom_area(aes(x=Starost, y=YPLL, fill=Pol),size=1) + theme_tufte()+ scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+ scale_x_continuous(breaks=scales::extended_breaks(n=20)) +scale_fill_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c")) +scale_y_continuous(breaks = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000),limits = c(0,25000))+geom_vline(xintercept =ypll_ages_2020_cov%>% group_by(Starost) %>% summarise(YPLL=sum(YPLL)) %>% pull(YPLL) %>% FindMedian(), col="#FFFFFF", size=1.5)+ geom_hline(yintercept = c(5000, 10000, 15000, 20000, 25000), col="#FFFFFF")
```

```
ggsave(ss_starost_covid,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ss_starost_covid  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```
ggsave(ss_starost_2017_2019,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ss_starost_2017_2019  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```
ggsave(ss_starost_2020,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ss_starost_2020  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```
ggsave(ypll_ages_1719_plot,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ypll_ages_1719_plot  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```
ggsave(ypll_ages_2020_plot,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ypll_ages_2020_plot  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```
ggsave(ypll_ages_2020_cov_plot,  
  filename = paste0(deparse(substitute(  
    ypll_ages_2020_cov_plot  
  )), ".png"),  
  units = "mm",  
  width = 160,  
  height = 80,  
  dpi = 600  
)
```

```

ggsave(ypll_ages_1719_avoidable_plot,
  filename = paste0(deparse(substitute(
    ypll_ages_1719_avoidable_plot
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 160,
  height = 80,
  dpi = 600
)
ggsave(ypll_ages_1719_amenable_plot,
  filename = paste0(deparse(substitute(
    ypll_ages_1719_amenable_plot
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 160,
  height = 80,
  dpi = 600
)

```

```

ggsave(ypll_ages_1719_preventable_plot,
  filename = paste0(deparse(substitute(
    ypll_ages_1719_preventable_plot
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 160,
  height = 80,
  dpi = 600
)

```

## Kartiranje pokazatelja mortaliteta

U ovom delu osim kartiranja koriste se Moranov globalni i lokalni indeks.

```

Serbia <- readShapePoly("SRdrMap/Serbia.shp")
Serbia@data$code[39] <- 71366
#Sređivanje grada Niša
Serbia@data$code[Serbia@data$code == 71285] = 79022
SRMAP <- fortify(Serbia, region = "code")
SRMAP$region <- SRMAP$id
Serbia@data$country[163] <- "SRB"
Kosovo <- geojson_read("Kosovo/Kosovo.geojson", what = "sp")

```

```

spatial_processing <-
  function(map = NULL,
    foritfied_map = NULL,
    motality_dataframe = NULL,
    variable = NULL) {
  nb <- poly2nb(map, queen = TRUE)
  lw <- nb2listw(nb, style = "W", zero.policy = TRUE)

  x <-
    left_join(data.frame(Opstina = as.character(map@data$code)), motality_dataframe, by =
      "Opstina")
  locmor <-
    localmoran(unname(unlist(c(x[, variable]))), lw, p.adjust.method = "bonferroni")
  locmor <- as.data.frame(locmor)
  return(left_join(
    foritfied_map,

```

```

data.frame(
  Opstina = as.character(map@data$code),
  Ii = locmor$Ii,
  Pat = ifelse(locmor$`Pr(z != E(Ii))` < 0.1, "circle", "none")
),
by = c("region" = "Opstina")
) %>% mutate(Pat = ifelse(Ii > 0 & Pat == "circle", "stripe", Pat))
}

```

```

getMorans <-
function(map = NULL,
  mortality_dataframe = NULL,
  variable) {
nb <- poly2nb(map, queen = TRUE)
lw <- nb2listw(nb, style = "W", zero.policy = TRUE)
x <-
  left_join(data.frame(Opstina = as.character(map@data$code)),
    mortality_dataframe,
    by = "Opstina")
a <- moran.test(unname(unlist(c(x[, variable])))), lw)
return(paste0(
  "Moran's I: ",
  round(a$estimate[1], 3),
  " (",
  scales::pvalue(a$p.value, accuracy = 0.0001, add_p = T),
  ")")
))
}

```

```
probs <- c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)
```

```

buildMap <-
function(map = NULL,
  foritfied_map = NULL,
  motality_dataframe = NULL,
  variable = NULL,
  paleta = NULL,
  direction = 1,
  save_map = T,
  legend_title="Broj godina na\n100.000 < 75") {
l2<- sort(motality_dataframe[,variable] %>% unlist %>% unname) %>% tail(2)

```

```

ggplotdata <-
spatial_processing(
  map = map,
  foritfied_map = foritfied_map,
  motality_dataframe = motality_dataframe,
  variable = variable
)

```

```

built_map <-
ggplot(data = left_join(foritfied_map, motality_dataframe, by = c("region" =
  "Opstina")),
  aes(x = long, y = lat)) +
geom_map(
  map = foritfied_map,
  aes(
    map_id = id,
    x = long,
    y = lat,

```



```

    fill = round(eval(parse(text=variable)), 0),
    group = group,
    label = region
  ),
  color = "#808080",
  na.rm = F
) +
coord_map("mercator") +
scale_fill_distiller(palette = paleta, direction = direction) +
guides(
  fill = guide_colorsteps(
    show.limits = T,
    frame.linewidth = 2,
    ticks.colour = "#808080",
    frame.linetype = 1,
    frame.colour = "#808080",
    ticks = T,
    even.steps = T,
    title = legend_title
  )
) +
theme_tufte() + theme(
  legend.position = c(.80, .85),
  text = element_text(size = 10, family = "TT Arial"),
  legend.title = element_text(size = 8, margin = margin(b = 10, unit = "pt"))
) +
xlab(NULL) + ylab(NULL) + theme(
  axis.title.x = element_blank(),
  axis.text.x = element_blank(),
  axis.ticks.x = element_blank(),
  axis.title.y = element_blank(),
  axis.text.y = element_blank(),
  axis.ticks.y = element_blank()
) +
geom_polygon(
  data = Kosovo,
  aes(x = long, y = lat, group = group),
  color = "#808080",
  alpha = 0,
  linetype = 1
) +
labs(caption = getMorans(map, motality_dataframe, variable)) +
geom_map_pattern(
  map = foritfied_map,
  aes(map_id = id),
  pattern = ggplotdata$Pat ,
  pattern_alpha = 0.8,
  pattern_aspect_ratio = 1.75,
  pattern_density = 0.1,
  pattern_spacing = 0.01,
  fill = NA,
  pattern_color = "#000000",
  pattern_fill = "#000000"
)
if (save_map) {
  ggsave(
    built_map,
    filename = paste0(deparse(substitute(
      motality_dataframe
    )), ".png"),
    units = "mm",
    width = 210,

```

```

    height = 210,
    dpi = 600
  )
  knitr::plot_crop(x = paste0(deparse(substitute(
    motality_dataframe
  )), ".png"))
}
return(built_map)
}

```

*#Avoidable standardized YPLL map*

```

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Avoidable,
  variable = "YPLLi",
  paleta = "OrRd"
)

```

*#Amenable standardized YPLL map*

```

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Amenable,
  variable = "YPLLi",
  paleta = "Reds"
)

```

*#Preventable standardized YPLL map*

```

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Preventable,
  variable = "YPLLi",
  paleta = "Oranges"
)

```

*#Overall standardized YPLL map 2020*

```

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe = standardized_YPLL_TOTAL,
  variable = "YPLL",
  paleta = "BuPu"
)

```

*#Overall standardized YPLL map 2017-2019*

```

standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019fixed<- standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019 %>% mutate(YPLL=i
else(YPLLi>20796, 10289.861, YPLLi)) #izbacivanje Crne Trave

```

```

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe = standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019fixed,
  variable = "YPLLi",
  paleta = "BuPu"
)

```

```
#Covid standardized YPLL map
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Covid,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "Purples"  
)
```

```
#NoNCovid standardized YPLL map
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_NoN_Covid,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "Blues"  
)
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Amenable,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "Reds"  
)
```

```
#Avoidable standardized YPLL map 2017-2019
```

```
standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019fixed<- standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019 %>% mutate(YPLLi  
=ifelse(YPLLi>13100, 7290.976, YPLLi)) #izbacivanje Crne Trave
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019fixed,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "OrRd"  
)
```

```
#Amenable standardized YPLL map 2017 -2019
```

```
standardized_YPLL_Amenable_2017_2019fixed<- standardized_YPLL_Amenable_2017_2019 %>% mutate(YPLLi  
i=ifelse(YPLLi>10917, 4005.083, YPLLi)) #izbacivanje Crne Trave
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Amenable_2017_2019fixed,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "OrRd"  
)
```

```
#Prevetnable standardized YPLL map 2017 -2019
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,  
  foritfied_map = SRMAP,  
  motality_dataframe = standardized_YPLL_Preventable_2017_2019,  
  variable = "YPLLi",  
  paleta = "Reds"  
)
```

```
buildMap(  
  map = Serbia,
```

```

foritfied_map = SRMAP,
mortality_dataframe = standardized_YPLL_NoNAvoidable_2017_2019,
variable = "YPLLi",
paleta = "OrRd"
)

```

## U narednom delu se dodaju podaci koji se koriste za korelacionu analizu

```

#b<- standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019[standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019$Opstina!="71226",]
#Procena površine opština

```

```

Serbia@data$area <- raster::area(Serbia)/1000000

```

```

#Dodavanje zarada

```

```

zaradaOpstina<- read.xlsx(xlsxFile = "Prosecne NETO zarade RSD.xlsx")

```

```

Serbia@data$wageGross <- left_join(Serbia@data,zaradaOpstina %>% filter(skrIndikator=="Просечне бруто зараде"
) %>% mutate(code=as.numeric(IDTer) ) %>% select(code, Vrednost) %>% group_by(code) %>% summarise(Vrednost=
ost=mean(as.numeric(Vrednost))))$Vrednost

```

```

Serbia@data$wageNet <- left_join(Serbia@data,zaradaOpstina %>% filter(skrIndikator=="Просечне нето зараде") %
>% mutate(code=as.numeric(IDTer) ) %>% select(code, Vrednost) %>% group_by(code) %>% summarise(Vrednost=
mean(as.numeric(Vrednost))))$Vrednost

```

```

#Računaje koefijenta korelacije između gustine naseljenosti i nivoa YPLLi

```

```

cortestdata<- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019fi
xed, by=c("code"="Opstina"))

```

```

cor.test(cortestdata$Pop/cortestdata$area,cortestdata$YPLLi,method = "spearman")

```

```

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: cortestdata$Pop/cortestdata$area and cortestdata$YPLLi
## S = 1039308, p-value = 6.102e-09
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
## rho
## -0.4399554

```

```

cortestdata$density <- cortestdata$Pop/cortestdata$area

```

```

#Testiranje korelacije prevremene smrtnosti od isključivo prevrentabilnih i isključivo preudpredivih smrti

```

```

cor.test(stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Preventable==1 & Amenable!=1')$Y
PLLi,stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Preventable!=1 & Amenable==1')$YPL
Li, method="spearman")

```

```

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020), YPLL_Age, causes = "Preventable==1 & Amenable!=1"
)$YPLLi and stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020), YPLL_Age, causes = "Preventable!=1 & Amenable
==1")$YPLLi
## S = 660166, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
## rho
## 0.5334221

```

```

standardized_YPLL_Avoidable$AmenPrevRankDiff <- rank(stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Preventable==1 & Amenable!=1')$YPLLi) - rank(stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2020),YPLL_Age,causes='Preventable!=1 & Amenable==1')$YPLLi) %>% abs
Serbia@data$AmenPrevRankDiff<- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Avoidable, by=c("code"="Opstina"))$AmenPrevRankDiff

```

```

Serbia@data$YPLL17_19 <- corstestdata$YPLL/3
Serbia@data$MedianAgeYPLL17_19 <- corstestdata$Median_AGE_YPLL
Serbia@data$density <- corstestdata$Pop/corstestdata$area
Serbia@data$YPLLi17_19 <- corstestdata$YPLLi

```

```

Serbia@data$pop <- corstestdata$Pop
Serbia@data$YPLLi20172019Total <- corstestdata$YPLLi20172019Total
Serbia@data$YPLLiSARS <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Covid, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)
Serbia@data$YPLLi20172019avoidable <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)
Serbia@data$YPLL20172019avoidable <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLL)/3

```

```

Serbia@data$Broj20172019avoidableBroj <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Avoidable_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(Broj.pojava)

```

```

#Serbia@data$Broj20172019TotalBroj <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(Broj.pojava)
Serbia@data$BrojSARS <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Covid, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(Broj.pojava)
Serbia@data$YPLLSARS <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Covid, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLL)

```

```

Serbia@data$YPLLi20172019preventable <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Preventable_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)
Serbia@data$YPLLi20172019amenable <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Amenable_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)

```

```

Serbia@data$YPLLi20172019stroke <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_Stroke, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)

```

```

Serbia@data$YPLLi20172019respiratory <- left_join(Serbia@data %>% mutate(code=as.character(code)), standardized_YPLL_respiratory_2017_2019, by=c("code"="Opstina")) %>% pull(YPLLi)

```

```

left_join(Serbia@data , opstine, by=c("code"="Code")) %>% group_by(Oblast) %>% summarize(YPLLi20172019avoidable=min(YPLLi20172019avoidable) )%>% left_join(Serbia@data)

```

```
## # A tibble: 26 x 36
```

```

## Oblast YPLLi20172019av~ id country name enname locname offname boundary
## <chr> <dbl> <int> <fct> <fct> <fct> <fct> <fct>
## 1 "Å uma~ 2573. 2.87e6 SRB Raca~ Raca ~ ??????~ <NA> adminis~
## 2 "Beogr~ 2350. 5.73e6 SRB Vrac~ Vraca~ ??????~ <NA> adminis~
## 3 "Borsk~ 3806. 1.71e6 SRB Klad~ Klado~ ??????~ <NA> adminis~
## 4 "Brani~ 2734. 2.87e6 SRB Golu~ Golub~ ??????~ <NA> adminis~
## 5 "Jabla~ 3386. 2.86e6 SRB Lesk~ Lesko~ ??? ?~ <NA> adminis~
## 6 "JuÅ¾an~ 2731. 1.65e6 SRB Teme~ Temer~ ??????~ <NA> adminis~
## 7 "JuÅ¾an~ 3248. 1.64e6 SRB Panc~ Pance~ ??? ?~ <NA> adminis~
## 8 "Kolub~ 2659. 2.87e6 SRB Lajk~ Lajko~ ??????~ <NA> adminis~
## 9 "MaÄu~ 3092. 1.76e6 SRB Lozn~ Lozni~ ??? ?~ <NA> adminis~
## 10 "Morav~ 2552. 2.87e6 SRB Caca~ Cacak~ ??? ?~ <NA> adminis~
## # ... with 16 more rows, and 27 more variables: adminlevel <int>,

```

```

### # wikidata <fct>, wikimedia <fct>, timestamp <fct>, note <fct>, rpath <fct>,
### # ISO3166_2 <fct>, Region <fct>, code <dbl>, area <dbl>, wageGross <dbl>,
### # wageNet <dbl>, AmenPrevRankDiff <dbl>, YPLL17_19 <dbl>,
### # MedianAgeYPLL17_19 <dbl>, density <dbl>, YPLLi17_19 <dbl>, pop <int>,
### # YPLLiSARS <dbl>, YPLL20172019avoidable <dbl>,
### # Broj20172019avoidableBroj <dbl>, BrojSARS <dbl>, YPLLSARS <dbl>, ...

cor.test(log(cortestdata$density),log(cortestdata$YPLLi),method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: log(cortestdata$density) and log(cortestdata$YPLLi)
## S = 1039308, p-value = 6.102e-09
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.4399554

lm(data=cortestdata, formula = log(density)~log(YPLLi)) %>% summary

##
## Call:
## lm(formula = log(density) ~ log(YPLLi), data = cortestdata)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.2293 -0.7081 -0.0693  0.4914  4.1360
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  36.0116    4.1636   8.649 5.02e-15 ***
## log(YPLLi)   -3.4987    0.4741  -7.380 7.95e-12 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1.067 on 161 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2528, Adjusted R-squared:  0.2482
## F-statistic: 54.47 on 1 and 161 DF, p-value: 7.954e-12

getscatterplot <- function(mortalitydataframe=NULL,map=NULL, x=NULL, y=NULL) {
  if(is.null(mortalitydataframe)){
    cortestdata <- map@data
  } else{
    cortestdata<- left_join(mortalitydataframe, map@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)))
  }

scatterplottosave<- cortestdata %>% ggplot(aes(x=eval(parse(text=x)),y=eval(parse(text=y)))) + geom_point() + theme
_tufte() +stat_cor(p.digits = 2, aes(label = paste(..rr.label..., ..p.label..., sep = "~`,`~")))+xlab(x)+ylab(y)

ggsave(scatterplottosave,
        filename = paste0(paste(deparse(substitute(
          mortalitydataframe)),x,y, sep = "-"), ".png"),
        units = "mm",
        width = 160,
        height = 80,
        dpi = 600
        )
}

```

```

getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_NoN_Covid, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
)
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_TOTAL, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Covid, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Amenable, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Avoidable, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Preventable, map = Serbia,x= "log(density)",y= "log(YPLLi)")
)

getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_TOTAL_2017_2019, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Avoidable, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
)
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Amenable, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
)
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Preventable, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
)
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_Covid, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_NoN_Covid, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
)
getscatterplot(mortalitydataframe = standardized_YPLL_TOTAL, map = Serbia,x= "log(wageNet)",y= "log(YPLLi)")
)

```

## Kreiranje grafikona trendova

*#Gender*

```

popsr2020m <-
  pop %>% filter(god == 2020,!IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", IDPol ==
    1) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by() %>% summaris
e(Pop =
                                                                    sum(vrednost))
popsr2020f <-
  pop %>% filter(god == 2020,!IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", IDPol ==
    2) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by() %>% summaris
e(Pop =
                                                                    sum(vrednost))

```

```

sex_avoidable_years<- rbind(
  left_join(
    pop %>% filter(!IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", god >= 2015, IDPol !=
      0) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by(Year =
                                                                    god, Sex = IDPol) %>% summarise(Pop = sum(vred
nost)),
    umrli %>% filter(Starost < YPLL_Age,
      Avoidable == 1,) %>%
      mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Sex = as.integer(Pol), Year =
                                                                    as.integer(Godina.materijala)) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL))
  ) %>% mutate(Cause = "Avoidable"),
  left_join(
    pop %>% filter(!IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", god >= 2015, IDPol !=
      0) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by(Year =
                                                                    god, Sex = IDPol) %>% summarise(Pop = sum(vred
nost)),
    umrli %>% filter(
      Starost < YPLL_Age,
      Avoidable != 1,
      !Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")
    ) %>%
      mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Sex =

```

```

as.integer(Pol), Year = as.integer(Godina.materijala)) %>% summarise(YP
LL = sum(YPLL)) %>% mutate(Cause =
                                "Other")
),
left_join(
  pop %>% filter(!IDStarost %in% c("0", "V85"), IDTer == "RS", god == 2020, IDPol !=
    0) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < 75) %>% group_by(Year =
    god, Sex = IDPol) %>% summarise(Pop = sum(vred
nost)),
  umrli %>% filter(Starost < YPLL_Age,
    Uzrok.smrti %in% c("U071", "U072")) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Sex =
    as.integer(Pol), Year = as.integer(Godina.materijala)) %>% summarise(YP
LL = sum(YPLL)) %>% mutate(Cause =
                                "SARS-CoV
-2")
)
) %>% mutate(YPLLR=YPLL/Pop*100000)

```

```

sex_avoidable_years$Cause <- factor(sex_avoidable_years$Cause, levels =c("SARS-CoV-2", "Other", "Avoidable"))
levels(sex_avoidable_years$Cause) <- c("SARS-CoV-2", "Ostali", "Moguće izbeći")

```

```

barwidth = 0.35
plot_sex_years <- ggplot() +
  geom_bar(
    data = sex_avoidable_years %>% filter(Sex == 2),
    position = "stack",
    stat = "identity",
    aes(x = Year, y = YPLLR, fill = Cause),
    width = barwidth
  ) +
  geom_bar(
    data = sex_avoidable_years %>% filter(Sex == 1),
    position = "stack",
    stat = "identity",
    aes(
      x = Year + barwidth + 0.1,
      y = YPLLR,
      fill = Cause
    ),
    width = barwidth
  ) +
  coord_flip() +
  scale_fill_manual(values = c("#d95f02", "#1b9e77", "#7570b3")) + # c( "#abdda4", "#2b83ba", "#d7191c")+
  #guides(NULL)+
  theme_tufte() + #theme(legend.position = "none",text=element_text(size=10, family="TT Arial"))+
  theme(
    text = element_text(size = 10, family = "TT Arial"),
    axis.ticks.y = element_blank(),
    axis.text.y = element_text(
      hjust = -0.05,
      vjust = -5,
      face = "bold",
      angle = 90
    )
  ) +
  annotate(
    "text",
    x = c(2020, 2019, 2018, 2017, 2016, 2015),

```



```

y = -150,
label = "Ž",
size = 3,
color = "black"
)+
annotate(
  "text",
  x = c(2020.5, 2019.5, 2018.5, 2017.5, 2016.5, 2015.5),
  y = -150,
  label = "M",
  size = 3,
  color = "black"
)+
# scale_y_continuous(breaks = c(2000, 4000, 6000, 8000, 10000))+
# annotate("text", x=2020, y=9150, label="COVID-19", size=2.5, angle = 90, color="black" )+
# geom_hline(yintercept =c(2000, 4000, 6000, 8000, 10000),lwd=1, color="white")+
ylab("YPLL na 100000 < 75") +
xlab(NULL) +
scale_y_continuous(breaks = seq(0, 12000, 2000)) +
geom_hline(yintercept = seq(0, 12000, 2000), color = "white")

```

```
#plot_sex_years
```

```

ggsave(
  plot_sex_years,
  filename = "plot_sex_years.png",
  units = "mm",
  width = 175,
  height = 100,
  dpi = 600
)
#knitr::plot_crop(x = "plot_sex_years.png")

```

## Kreiranje treemap vizualizacija uzroka smrti

```
#Učitavanje podataka o dijagnozama
```

```

d <- as.data.frame(read.csv(file = "Mortality Coding/Diagnosis2.txt",sep = "\t", quote = "", header = F,stringsAsFactors
= F, encoding = "UTF-8"))
d <- d[,1:5]
colnames(d) <- c("Chapter", "List", "Cause", "Title", "TilteSR")
d <- d[d$List==103,]

```

```
#Učitavanje podataka o kategorijama dijagnoza
```

```

ch <- as.data.frame(read.csv(file = "Mortality Coding/CodingChapters2.txt",sep = "\t", quote = "", header = F, stringsAs
Factors = F,encoding = "UTF-8"))
colnames(ch) <- c("Chapeter", "List", "Title", "TilteSR")
ch <- ch[ch$List==103,c(1,3)]
colnames(ch)[1] <- "Chapter"

```

```
#Definisanje funkcije koja priprema podatke o mortalitetu za treemap vizualizaciju
```

```

prep_for_treemap <- name <- function(x, sr=F, size_col=NULL, category_col=NULL, title_col=NULL, negative=F){
  palet <-
  c(
    "9" = "#de2d26",

```

```

"2" = "#636363",
"20" = "#8DD3C7",
"5" = "#FFFB3",
"6" = "#BEBADA",
"3" = "#FB8072",
"10" = "#80B1D3",
"12" = "#FDB462",
"1" = "#B3DE69",
"4" = "#FCCDE5",
"13" = "#D9D9D9",
"14" = "#BC80BD",
"18" = "#CCEBC5",
"8" = "#FFED6F",
"21" = "#7FC97F",
"15" = "#BEAED4",
"11" = "#FDC086",
"16" = "#FFFF99",
"22" = "#386CB0",
"17" = "#F0027F",
"19" = "#BF5B17",
"7" = "#666666"
)
lista <- vector()
tl <- vector
for(i in 1:22){
  lista[i] <- sum(x[x[,category_col]==i,size_col]) # (sum(x[x[,category_col]==i, size_col ]))
}
ccc <- as.data.frame(lista)
ccc[, 2] <- seq(1:22)
ccc <- ccc[order(-ccc$lista, ccc$V2) , ]
rl <- as.vector(ccc$V2)#ova lista su chapteri po zastupljenosti, tim redosledom se pojavljuju na treemapu

eval(parse(text = paste0("x <- x[with(x, order(",category_col,", ", title_col,")), ]"))) #da poredjam po kategorijama za lo
op ispod
j <- 0
repeat
{
  j <- j+1

if(is.na(x[j,category_col])) next

x[j,"Order"] <- which(rl==unname(unlist(x[j,category_col])))

x[j,"Color"] <- unname(unlist(palet[ as.character(unname(unlist(x[j,category_col])))]))
if(j==(nrow(x))){
  x <- x %>% mutate(Percent= paste0(as.character(round(eval(parse(text = size_col))/sum(x[,size_col])*100, 2)), "%")
))
  if(sr){
    x <-x %>% mutate(Percent=sub("\\.", "", as.character.default(Percent)))
  }
  return(x)}
}
}

#Definisanje funkcije koja za kreiranje palete

palette_for_chapters <- function(Chapter) {
palet <-
c(
  "9" = "#de2d26",

```

```

"2" = "#636363",
"20" = "#8DD3C7",
"5" = "#FFFB3",
"6" = "#BEBADA",
"3" = "#FB8072",
"10" = "#80B1D3",
"12" = "#FDB462",
"1" = "#B3DE69",
"4" = "#FCCDE5",
"13" = "#D9D9D9",
"14" = "#BC80BD",
"18" = "#CCEBC5",
"8" = "#FFED6F",
"21" = "#7FC97F",
"15" = "#BEAED4",
"11" = "#FDC086",
"16" = "#FFFF99",
"22" = "#386CB0",
"17" = "#F0027F",
"19" = "#BF5B17",
"7" = "#666666"
)
palet_for_c <- c()
for(i in unique(Chapter)){
  palet_for_c <- c(palet_for_c, palet[i])
}
return(unname(unlist(palet_for_c)))
}

#Omotačka funkcija za lakšu produkciju treemap vizualizacije

create_treemap <- function(mortalitydataframe=NULL,diagnosisdataframe=NULL,sr=T, size_col =NULL, category_c
ol=NULL, title_col=NULL, aspect.ratio=1.5, width=5670, height=3780) {
  treefilename<- paste0(paste0(deparse(substitute(mortalitydataframe))),"treemap.png")
  print(treefilename)

  mortalitydataframe<- left_join(mortalitydataframe, diagnosisdataframe)
  treemapdata <-mortalitydataframe %>% prep_for_treemap(sr=sr, size_col =size_col,category_col = category_col , titl
e_col = title_col)

  paleta<- treemapdata %>% arrange(Order) %>% pull(Color) %>% unique
png(filename = treefilename,width=width, height=height)
treemap(dtf=treemapdata, index=c(title_col, size_col), vSize=size_col, vColor = "Order", type = "manual",
  palette=paleta,
  title = "",
  range=c(1,length(paleta)),
  fontfamily.labels=c("sans","sans"),
  fontsize.labels=c(6,2),
  aspRatio=aspect.ratio,
  align.labels=list(c("center", "center"), c("right", "bottom")),
  overlap.labels=0.1,
  bg.labels=0,
  lowerbound.cex.labels=0.1,
  border.lwds=0.5,
  inflate.labels = T,
  border.col = "white",
  algorithm= "pivotSize",
  sortID= "color",
  position.legend = "none",
  #format.legend= "Chapter"

```

```

)
dev.off()

}

#Pripremanje mortalitetnih podatak
umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),
  Starost < YPLL_Age
) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
  % summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019$Cause <- factor(umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019$Cause)
create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col = "YPLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR")

## [1] "umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019treemap.png"

## png
## 2

umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019m<- umrli %>% filter(
  Pol=="1",
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),
  Starost < YPLL_Age,
) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
  % summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019m$Cause <- factor(umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019m$Cause)

umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019f<- umrli %>% filter(
  Pol=="2",
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),
  Starost < YPLL_Age,
) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
  % summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019f$Cause <- factor(umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019f$Cause)

create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019m,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col = "YPLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR",aspect.ratio = 1.5, height = 2520, width = 3780)

## [1] "umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019mtreemap.png"

## png
## 2

create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019f,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col = "YPLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR",aspect.ratio = 0.84, height =2520, width = 2117)

## [1] "umrli_YPLL_TOTAL_2017_2019ftreemap.png"

## png
## 2

#Treemap prevremenog mortalitea koji se može izbeći
umrli_YPLL_Avoidable_2017_2019<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),Avoidable==1,
  Starost < YPLL_Age
) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>

```

```

% summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_Avoidable_2017_2019$Cause <- factor(umrli_YPLL_Avoidable_2017_2019$Cause)
create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_Avoidable_2017_2019,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col ="Y
PLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR")

## [1] "umrli_YPLL_Avoidable_2017_2019treemap.png"

## png
## 2

#Treemap prevremenog mortalitea koji se može izbeći

umrli_YPLL_Preventable_2017_2019<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),Preventable==1,
  Starost < YPLL_Age
) %>%
mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
% summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_Preventable_2017_2019$Cause <- factor(umrli_YPLL_Preventable_2017_2019$Cause)
create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_Preventable_2017_2019,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col ="
YPLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR")

## [1] "umrli_YPLL_Preventable_2017_2019treemap.png"

## png
## 2

#Treemap prevremenog mortalitea koji se može izbeći

umrli_YPLL_Amenable_2017_2019<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),Amenable==1,
  Starost < YPLL_Age
) %>%
mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
% summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))
umrli_YPLL_Amenable_2017_2019$Cause <- factor(umrli_YPLL_Amenable_2017_2019$Cause)
create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_Amenable_2017_2019,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col ="Y
PLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR")

## [1] "umrli_YPLL_Amenable_2017_2019treemap.png"

## png
## 2

d<- rbind(d,c(22, 103, "U07", "SARS-CoV-2", "SARS-CoV-2"))

umrli_YPLL_2020<- umrli %>% filter(
  Godina.materijala %in% c(2020),
  Starost < YPLL_Age
) %>%
mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>
% summarise(YPLL = round(sum(YPLL),1))

umrli_YPLL_2020$Cause <- factor(umrli_YPLL_2020$Cause)

create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_2020,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col ="YPLL",category_col
= "Chapter", title_col = "TilteSR")

## [1] "umrli_YPLL_2020treemap.png"

## png
## 2

```

```
#Uzroci smrti za pet opština severnobanatskog okruga
```

```
umrli_YPLL_Severnibanat_2017_2019<- umrli %>% filter(  
  Godina.materijala %in% c(2017:2019),Opstina %in% c(80012,80195,80276, 80365,80489 ), Avoidable==1,  
  Starost < YPLL_Age  
) %>%  
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava, Cause=substring(Uzrok.smrti,1,3)) %>% group_by(Cause) %>  
  % summarise(YPLL = round(sum(YPLL)/3,1))  
umrli_YPLL_Severnibanat_2017_2019$Cause <- factor(umrli_YPLL_Severnibanat_2017_2019$Cause)  
create_treemap(mortalitydataframe = umrli_YPLL_Severnibanat_2017_2019,diagnosisdataframe = d, sr=T, size_col ="  
YPLL",category_col = "Chapter", title_col = "TilteSR")
```

```
## [1] "umrli_YPLL_Severnibanat_2017_2019treemap.png"
```

```
## png
```

```
## 2
```

## **Dodavanje podataka o aerozagađenju**

```
require(sp)
```

```
#GIS podaci o PM2.5 zagađenju na celoj Zemlji, preuzeto sa https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/sdei-global-annual-gwr-pm2-5-modis-misr-seawifs-aod
```

```
world_pm25_postoje <- file.exists("SerbiaPolution")  
if(!world_pm25_postoje){  
  world <- raster::stack("AeroZag/pm25 geotiff global 2016/gwr_pm25_2016.tif")  
  cr<- raster::crop(world, Serbia)  
  fr<- raster::rasterize(Serbia, cr)  
  SerbiaPolution<- raster::mask(x=cr, mask=fr)  
}else{  
  SerbiaPolution<- readRDS(file = "SerbiaPolution")  
}
```

```
#Gis podaci o distribuciji stanovništva su preuzeti sa https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4  
world_urban2<- raster::stack("AeroZag/gpw-v4-population-density-rev11_2020_30_sec_tif/gpw_v4_population_densit  
y_rev11_2020_30_sec.tif")
```

```
cr<-raster:: crop(world_urban2, Serbia)  
fr<-raster::rasterize(Serbia, cr)  
urban<-raster::mask(x=cr, mask=fr)
```

```
#Promena rezolucije, tako da se poklapa sa podacima o zagađenju  
urban<- raster::resample(urban,SerbiaPolution, method='bilinear')
```

```
#Ponderisanje prosečnog zagađenja i računanje po opštini
```

```
WeigthedPolution <- SerbiaPolution  
WeigthedPolution@data@values= SerbiaPolution@data@values * urban@data@values  
WeigthedPolution_stats<- raster::extract(WeigthedPolution, Serbia)  
WeigthedPolution_stats<- lapply(WeigthedPolution_stats, FUN=sum,na.rm=TRUE)  
urban_stats<- raster::extract(urban, Serbia)  
urban_stats<- lapply(urban_stats, FUN=sum,na.rm=TRUE)  
a <- raster::extract(urban, Serbia)  
#Serbia@data$PopGini<- lapply(a, FUN=function(x){ unlist(x)}) %>% unlist
```

```
Serbia@data$pm25 <- WeigthedPolution_stats %>% unlist / urban_stats %>% unlist
```

```

m_d_f_p<- Serbia@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)) %>% dplyr::select(Opstina, pm25)
#m_d_f_popgini<- Serbia@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)) %>% dplyr::select(Opstina, PopGini)

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe =m_d_f_p,
  variable = "pm25",
  paleta = "Greys",
  legend_title = "PM2.5 na mg/m3"
)

Serbia@data<- cbind(Serbia@data , left_join(m_d_f_p,
  umrli %>% filter(Godina.materijala %in% c(2017:2019),
    Starost>30,
    Starost < YPLL_Age) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Opstina) %>% summarise(YPLL=sum(YPLL
)/3, Broj=sum(Broj.pojava)/3) %>% mutate(code=as.numeric(Opstina)) %>% mutate(YPLLpm2.5=(pm25/10*6.2*YPL
LL)/100, BrojPM25=(pm25/10*6.2*Broj)/100) %>% select(YPLLpm2.5, BrojPM25))

standardized_mortality_pm25 <-
left_join(
left_join(
left_join(
  pop %>% filter(god %in% c(2017:2019) , nPol == "Ukupno",!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(Staro
st = as.integer(IDStarost)) %>% filter(Starost < YPLL_Age, Starost>30) %>% group_by(Opstina = IDTer, Starost) %>
% summarise(Pop = sum(vrednost)),
  umrli %>% filter(Godina.materijala %in% c(2017:2019),
    Starost < YPLL_Age,Starost>30 ) %>%
  mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava), 0, Broj.pojava)) %>%
  mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>%
  group_by(Opstina, Starost) %>% summarise(YPLL = sum(YPLL), Broj.pojava = sum(Broj.pojava, na.rm = T)))
%>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% mutate(YPLLR = (YPLL) /Pop * 100000), standardpop30_
75),m_d_f_p) %>%
group_by(Opstina) %>% summarise(
  Median_AGE_YPLL=FindMedian(YPLL),
  YPLLi = sum(((pm25/10*6.2)/100)*YPLLR * stopop, na.rm = T),
  YPLLR = sum(((pm25/10*6.2)/100*YPLL) / sum(Pop) * 100000,
  Pop = sum(Pop)/3),
  YPLL = sum(((pm25/10*6.2)/100)*YPLL)/3,
  Broj.pojava = sum(((pm25/10*6.2)/100)*Broj.pojava, na.rm = T)/3,
)

buildMap(
  map = Serbia,
  foritfied_map = SRMAP,
  motality_dataframe =standardized_mortality_pm25,
  variable = "YPLLi",
  paleta = "Greens",
  legend_title = "Broj godina na\n100.000 30-75"
)

Serbia@data$YPLLi17_19_PM25 <- left_join(Serbia@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)), standardized_
mortality_pm25)$YPLLi

Serbia@data$Broj17_19_PM25 <- left_join(Serbia@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)), standardized_m
ortality_pm25)$Broj.pojava

```

```

cor.test(Serbia@data$pm25,Serbia@data$YPLLi17_19, method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: Serbia@data$pm25 and Serbia@data$YPLLi17_19
## S = 770720, p-value = 0.3892
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.06782827

cor.test(Serbia@data$pm25,Serbia@data$YPLLi20172019avoidable, method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: Serbia@data$pm25 and Serbia@data$YPLLi20172019avoidable
## S = 715574, p-value = 0.9134
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## 0.008576211

cor.test(Serbia@data$pm25,Serbia@data$YPLLi20172019amenable, method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: Serbia@data$pm25 and Serbia@data$YPLLi20172019amenable
## S = 768238, p-value = 0.4138
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.06438947

cor.test(Serbia@data$pm25,Serbia@data$YPLLi20172019preventable, method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: Serbia@data$pm25 and Serbia@data$YPLLi20172019preventable
## S = 692220, p-value = 0.6035
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## 0.04093305

cor.test(Serbia@data$pm25,Serbia@data$YPLLiSARS, method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: Serbia@data$pm25 and Serbia@data$YPLLiSARS
## S = 773112, p-value = 0.3664
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.07114237

# Serbia@data$pm25 <- WeighedPolution_stats %>% unlist / urban_stats %>% unlist
#

```



```

#
# Serbia@data$pm25
#

#
# lm(Zagadjenje, formula = pm25~log(wageNet)+log(pop))
#
# lm(Zagadjenje, formula = YPLLiSARS~wageNet) %>% summary()
#
# Zagadjenje$residuali<- lm(Zagadjenje, formula = pm25~log(wageNet)+log(pop)) %>% residuals() %>% unlist %>%
% unname
#
#
#
# lm(Serbia@data, formula = YPLLi20172019respiratory~pm25)
#
#
# WeighedPolution_stats<- raster::extract(WeighedPolution, unionSpatialPolygons(Serbia,IDs =Serbia@data$count
ry ))
# WeighedPolution_stats<- lapply(WeighedPolution_stats, FUN=sum,na.rm=TRUE)
# urban_stats<- raster::extract(urban, unionSpatialPolygons(Serbia,IDs =Serbia@data$country ))
# urban_stats<- lapply(urban_stats, FUN=sum,na.rm=TRUE)
# WeighedPolution_stats %>% unlist / urban_stats %>% unlist
#
Causes_AirPolution<- c( paste0("I60",0:9 ),paste0("I61",0:9 ),paste0("I62",0:9 ), paste0("I63",0:9 ),paste0("I64",0:9 ),
paste0("I65",0:9 ), paste0("I66",0:9 ), paste0("I67",0:9 ), paste0("I69",0:3 ),paste0("I20",0:9 ),paste0("I21",0:9 ), paste0
("I22",0:9 ), paste0("I23",0:9 ), paste0("I24",0:9 ),paste0("I25",0:9 ),paste0("J40",0:9 ),paste0("J41",0:9 ),paste0("J42",
0:9 ),paste0("J43",0:9 ),paste0("J44",0:9 ),paste0("J47",0:9 ),paste0("C33",0:9 ),paste0("C34",0:9 ), paste0("D02",1:2 )
, "D381" )
#

standardized_YPLL_aeropolution<- stadnardize_ypll(umrli, pop, standardpop75, c(2017:2019),YPLL_Age,causes='sub
string(Uzrok.smrti,1,3) %in% c("J40", "J41", "J42", "J43", "J44"))

Serbia@data$YPLLi17_19_aero <- left_join(Serbia@data %>% mutate(Opstina=as.character(code)), standardized_Y
PLL_aeropolution)$YPLLi

#Broj mernih stanica PM25 zagađenja
plot_mernih_stanica<- data.frame(God=2012:2020,Br.Naselja=c(0,0,3,7,4,7,7,9,14)) %>% ggplot + geom_b
ar(aes(x=God, y=Br.Naselja),stat = "identity")+theme_tufte() + geom_hline(yintercept = 29,,linetype=3)+sca
le_y_continuous(limits = c(0,190))+ scale_x_continuous(labels=as.character(2012:2020),breaks=2012:2020
)+geom_text(aes(x=God,y=Br.Naselja,label=Br.Naselja),vjust=0,nudge_y = 5)+ annotate(geom = "text",x=2
015, y=40,label="29 gradova")+ ylab("Broj naselja sa mernim stanicama")+xlab("Godina")

ggsave(
  filename = paste0(deparse(substitute(
    plot_mernih_stanica
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 160,
  height = 80,
  dpi = 600
)

```

## Korelacija pokazatelje društvenog razvoja sa pokazateljima prevremenog mortaliteta

```
socioecon<- read.xlsx("SRdrMap/SociEconomicIndicators.xlsx")
```

```
Serbia@data <- left_join(Serbia@data, socioecon, by=c("code"="Code" ))
```

```
cordata<- Serbia@data %>% select('YPLLi 2017-2019'= YPLLi17_19,'Me Starost YPLL 2017-2019'= MedianAgeYPL
L17_19, 'Izbežni YPLLi 2017-2019'=YPLLi20172019avoidable,'Preventabilni YPLLi 2017-2019'= YPLLi20172019pre
ventable, 'Predupredivi YPLLi 2017-2019'=YPLLi20172019amenable, 'SARS-CoV-2 YPLLi 2020'=YPLLiSARS, 'PM
25 YPLLi 2017-2019'= YPLLi17_19_PM25, 'HDI 2018'="Indeks.društvenog.razvoja", 'Neto plata 2018'= Prosečna.net
o.zarada,'Ekonomska aktivnost 2018'="Ekonomska.aktivnost", "Stopa nezaposlenosti 2018"="Stopa.nezaposlenosti", "
Br. lekara na 1000 st. 2018"="Broj.lekara.na.1000.stanovnika","Udeo korisnika NSP 2018"="Udeo.korisnika.NSP" )
```

```
cormat<-cordata %>% cor(method = "spearman")
pmat<- cordata %>% rstatix::cor_pmat(
  method = "spearman")
pmat$rowname <- NULL
rownames(pmat) <- pmat %>% colnames()
```

```
get_lower_tri<-function(cormat){
  cormat[upper.tri(cormat)] <- NA
  return(cormat)
}
```

```
# Get upper triangle of the correlation matrix
```

```
get_upper_tri <- function(cormat){
  cormat[lower.tri(cormat)]<- NA
  return(cormat)
}
```

```
#cormat <- reorder_cormat(cormat)
```

```
upper_tri <- get_upper_tri(cormat)
```

```
upper_tri_pmat <- get_upper_tri(pmat)
```

```
# Melt the correlation matrix
```

```
melted_cormat <- reshape2::melt(upper_tri, na.rm = TRUE)
```

```
melted_pmat <- reshape2::melt(upper_tri_pmat, na.rm = TRUE)
```

```
melted_cormat$pvalue <- melted_pmat$pvalue
```

```
# Create a ggheatmap
```

```
ggheatmap <- ggplot(melted_cormat, aes(Var2, Var1, fill = value))+
```

```
geom_tile(color = "white")+
```

```
scale_fill_gradient2(low = "#1f78b4", high = "#e31a1c", mid = "white",
```

```
  midpoint = 0, limit = c(-1,1), space = "Lab",
```

```
  name="Spirmanov koeficijent\nkorelacije") +
```

```
theme_tufte()+ # minimal theme
```

```
theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, vjust = 1,
```

```
  size = 12, hjust = 1))+
```

```
coord_fixed()
```

```
# Print the heatmap
```

```
final_cormat_heatmap<- ggheatmap +
```

```
geom_text(aes(Var2, Var1, label = gsub(pattern = '[.]', replacement = ',',x = round(value,2)),alpha=ifelse(pvalue<0.05, 1
,0)), color = "#000000",guide="none", size = 4) +
```

```
theme(
```

```
  axis.title.x = element_blank(),
```

```
  axis.title.y = element_blank(),
```

```
  panel.grid.major = element_blank(),
```

```
  panel.border = element_blank(),
```

```
  panel.background = element_blank(),
```

```
  axis.ticks = element_blank(),
```

```
  legend.justification = c(1, 0),
```

```
  legend.position = c(0.6, 0.7),
```

```
  legend.direction = "horizontal")+
```

```

guides(fill = guide_colorbar(barwidth = 7, barheight = 1,
  title.position = "top", title.hjust = 0.5))+ scale_alpha(guide = 'none')

ggsave(final_cormat_heatmap,
  filename = paste0(deparse(substitute(
    final_cormat_heatmap
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 200,
  height = 200,
  dpi = 600
)

getscatterplot( map = Serbia,x= "log(YPLLi17_19)",y= "log(Indeks.društvenog.razvoja)")
#lm(data=Serbia@data, formula = YPLLi17_19~log(density)+pm25:log(density)) %>% summary

#lm(data=Serbia@data, formula = YPLLiSARS~YPLLi17_19+pm25+log(density)+pm25:YPLLi17_19+log(density):Y
PLLi17_19) %>% plot

# partykit::lmtree(data=Serbia@data, formula = YPLLi17_19~ pm25/wageNet/density) %>% summary
#
# a <- glm(YPLLi17_19~pm25, data = Serbia@data)
# b<- glmulti::glmulti(a)
# glmulti::glmulti(y="YPLLiSARS",xr=c("YPLLi17_19", "pm25", "log(wageNet)", "log(density)"),data=Serbia@data)
#
# require(mgcv)
# gam(data=Serbia@data, formula = YPLLi17_19~pm25+s(wageNet)) %>% plot
#
# lm(data=Serbia@data, formula = YPLLi17_19~pm25) %>% summary

```

## Ekonomski trošak prevremenog mortaliteta

```

ypll_prod <- function(mdf, years, causes) {

  mdf %>% filter(
    Godina.materijala %in% years,
    if(!is.null(causes)){eval(parse(text = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()})
  ) %>% filter((Pol=="2" & Starost<15)) %>% group_by() %>% summarise(sum(Broj.pojava)*(63-15)+
  mdf %>% filter(
    Godina.materijala %in% years,
    if(!is.null(causes)){eval(parse(text = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()})
  ) %>% filter((Pol=="1" & Starost<15)) %>% group_by() %>% summarise(sum(Broj.pojava)*(65-15)+

  mdf %>% filter(
    Godina.materijala %in% years,
    if(!is.null(causes)){eval(parse(text = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()})
  ) %>% filter((Pol=="1" & Starost>=15 & Starost<65)) %>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava)
  %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL))+

  mdf %>% filter(
    Godina.materijala %in% years,
    if(!is.null(causes)){eval(parse(text = causes))} else {!Uzrok.smrti %in% c()})
  ) %>% filter((Pol=="2" & Starost>=15 & Starost<63)) %>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava)
  %>% group_by() %>% summarise(YPLL = sum(YPLL))
  }

#Ekonomska cena SARS-CoV-2

```

```

ypll_prod( umrli, c(2015), "Avoidable==1")+
ypll_prod( umrli, c(2016), "Avoidable==1")+
ypll_prod( umrli, c(2017), "Avoidable==1")+
ypll_prod( umrli, c(2018), "Avoidable==1")+
ypll_prod( umrli, c(2019), "Avoidable==1")+
ypll_prod( umrli, c(2020), "Avoidable==1")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      1482560

```

```

ypll_prod( umrli, c(2015), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      374774

```

```

ypll_prod( umrli, c(2016), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      351270

```

```

ypll_prod( umrli, c(2017), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      349530

```

```

ypll_prod( umrli, c(2018), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      330249

```

```

ypll_prod( umrli, c(2019), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      330592

```

```

ypll_prod( umrli, c(2020), "Starost>30")

```

```

## sum(Broj.pojava)
## 1      378061

```

## Prevremani mortalitet u Srbiji i Evropskoj uniji

```

# countries <- read.csv(file = "country_codes.csv", stringsAsFactors = F)
# colnames(countries)[1] <- "Country"
#
#
#
#
# amenmort <- read.csv(file = "amort.csv")
# amenmort$Cause <- gsub(pattern = "[.]", replacement = "", x = amenmort$Cause)
# detailedICD10 <- read.csv(file = "Detailed ICD10.csv")
#
#
#
# p <- read.csv(file = "WHOMart2021/pop")
# p <- p[p$Fmat %in% c(0,1,2),]
# p[is.na(p)] <- 0
# p <- p %>% mutate(Pop3=Pop3+Pop4+Pop5+Pop6) #transmute(p, Pop3=Pop3+Pop4+Pop5+Pop6)
# p <- p %>% mutate(Pop23=Pop23 + Pop24 + Pop25) #transmute(p, Pop23=Pop23 + Pop24 + Pop25)
# #p <- p[, -c("Pop4", "Pop5", "Pop6", "Pop24", "Pop25", "Pop26", "Lb" )]
# p <- p %>% select(colnames(.)[!colnames(.) %in% c("Pop4", "Pop5", "Pop6", "Pop24", "Pop25", "Pop26", "Lb" )])

```

```

#
# colnames(p[,8:26]) <- c("0", "1-4", "5-9", "10-14", "15-19", "20-24", "25-29", "30-34",
# "35-39", "40-44", "45-49", "50-54", "55-59", "60-64",
# "65-69", "70-74", "75-79", "80-84", "85+")
#
# umrliEU <- rbind(
# data.table::fread(file = "WHOMart2021/Mortcid10_part1", sep = ",", header = T, stringsAsFactors = F),
# data.table::fread(file = "WHOMart2021/Mortcid10_part2", sep = ",", header = T, stringsAsFactors = F),
# data.table::fread(file = "WHOMart2021/Mortcid10_part3", sep = ",", header = T, stringsAsFactors = F),
# data.table::fread(file = "WHOMart2021/Mortcid10_part4", sep = ",", header = T, stringsAsFactors = F),
# data.table::fread(file = "WHOMart2021/Mortcid10_part5", sep = ",", header = T, stringsAsFactors = F)
# )
#
# umrliEU <- umrliEU[!umrliEU$List %in% c("101", "UE10", "10M", "UE1"),]
#
# #exclusion of countries with age format that doesn't go up to 85+
# umrliEU <- umrliEU[umrliEU$Fmat %in% c(0,1,2),]
# umrliEU <- umrliEU[umrliEU$Sex!=9,]
# umrliEU <- umrliEU[umrliEU$SubDiv!="A30",]
# umrliEU[is.na(umrliEU)] <- 0
# umrliEU <- umrliEU[umrliEU$Admin1==0,]
#
# umrliEU <- umrliEU %>% mutate( Deaths3= Deaths3+Deaths4+Deaths5+Deaths6)
# umrliEU <- umrliEU %>% mutate(Deaths23=Deaths23 + Deaths24 + Deaths25)
# umrliEU <- umrliEU %>% select(colnames(.)[!colnames(.) %in% c("Deaths1", "Deaths4", "Deaths5", "Deaths6", "Deaths24"
# "Deaths25", "Deaths26", "IM_Deaths1", "IM_Deaths2", "IM_Deaths3", "IM_Deaths4" )])
#
# umrliEU$Cause <- as.character(umrliEU$Cause)
# umrliEU$Cause[umrliEU$List==104 & nchar(umrliEU$Cause)==4] <- substring(umrliEU$Cause[umrliEU$List=
# =104 & nchar(umrliEU$Cause)==4],1,3)
# umrliEU$Cause <- factor(umrliEU$Cause)
#
# umrliEU <- umrliEU[, -c(2,3,5,8,9)]
#
# temp <- left_join(umrliEU[umrliEU$Sex==1, ], umrliEU[umrliEU$Sex==2, ], by= c( "Country", "Year", "Cause"))
# st <- is.na(temp[, c(5:23, 25:43)])
# temp[,c(5:23, 25:43)][st] <- 0
# rm(st)
# temp2 <- temp[,1:23]
# temp2$Sex.x <- 3
# temp2[,5:23] <- temp[,5:23]+temp[,25:43]
# colnames(temp2)[3:23] <- colnames(umrliEU)[3:23]
# umrliEU <- rbind(umrliEU[,1:23], temp2[,1:23])
# rm(temp, temp2)
#
# umrliEU <- left_join(umrliEU, d, by=c("Cause"="Cause"))
# umrliEU <- left_join(umrliEU, amenmort)
#
# colnames(umrliEU)[5:23] <- c("0", "1-4", "5-9", "10-14", "15-19", "20-24", "25-29", "30-34",
# "35-39", "40-44", "45-49", "50-54", "55-59", "60-64",
# "65-69", "70-74", "75-79", "80-84", "85+")

#m$Chapter <- unlist(lapply(m$Cause, FUN=function(x){return(d$Chapeter[as.character(d$Cause)==as.character(x
)])}))

#m <- left_join(m, d[,c("Cause", "Chapter")], "Cause")

#umrliEU <- left_join(umrliEU, ch %>% mutate(Chapter_name=Title, Chapter=as.character(Chapter)) %>% select(
Chapter, Chapter_name))

```

```

#umrliEU$Chapter_name <- as.factor(umrliEU$Chapter_name)

require(eurostat)

euroDeaths<- eurostat::get_eurostat("demo_magec")
euroPop<- eurostat::get_eurostat("demo_r_d2jan")

euroDeaths <- euroDeaths %>% filter(nchar(geo)==2,age %in% c("Y_LT1",paste0("Y",1:74)), sex %in% c("F", "M") )
%>% mutate(Godina.materijala= substring(time, 1,4), Pol=ifelse(sex=="M","1","2"), Opstina=geo, age=ifelse(age=="Y
_LT1","Y0", age)) %>% mutate(age=as.integer(substring(age,2, nchar(age)))) %>% select(Godina.materijala, Pol, Opst
ina, Broj.pojava=values, Starost=age)

euroPop <-
euroPop %>% filter(nchar(geo)==2,age %in% c("Y_LT1",paste0("Y",1:74)), sex %in% c("F", "M") ) %>% mutate(G
odina.materijala= substring(time, 1,4), Pol=ifelse(sex=="M","1","2"), Opstina=geo, age=ifelse(age=="Y_LT1","Y0", a
ge)) %>% mutate(age=substring(age,2, nchar(age))) %>% select(god=Godina.materijala, nPol=Pol, IDTer=Opstina, vre
dnost=values, IDStarost=age )

stadnardize_ypll_EU <- function(umrli=NULL, pop=NULL,standardpopulation=NULL,years=NULL, standard_age=N
ULL, causes=NULL ) {
standardized_mortality <- left_join(
left_join(
pop %>% filter(god %in% years ,!IDStarost %in% c("0", "V85")) %>% mutate(Starost = as.integer(IDStarost)) %
>% filter(Starost < YPLL_Age) %>% group_by(Opstina = IDTer, Starost) %>% summarise(Pop = sum(vrednost)), umr
li %>% filter(Godina.materijala %in% years, Starost < YPLL_Age) %>% mutate(Broj.pojava = ifelse(is.na(Broj.pojava
), 0, Broj.pojava)) %>% mutate(YPLL = (YPLL_Age - Starost) * Broj.pojava) %>% group_by(Opstina, Starost) %>%
summarise(YPLL = sum(YPLL)) %>% mutate(YPLL = ifelse(is.na(YPLL), 0, YPLL)) %>% mutate(YPLLR = YPLL
/Pop * 100000), standardpopulation) %>% group_by(Opstina) %>% summarise(
Median_AGE_YPLL=FindMedian(YPLL),
YPLL_i = sum(YPLLR * stpop, na.rm = T),
YPLLR = sum(YPLL) / sum(Pop) * 100000,
YPLL = sum(YPLL),
Pop = sum(Pop)
)
return(standardized_mortality)
}

stadnardize_ypll_EU(umrli = euroDeaths, pop =euroPop, standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75, year
s = 2017:2019 )

## # A tibble: 37 x 6
## Opstina Median_AGE_YPLL YPLL_i YPLLR YPLL Pop
## <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1 AL 52.7 3610. 4375. 351792 8040502
## 2 AT 54.7 3064. 4212. 1000030 23740899
## 3 BE 54.6 3253. 4350. 1340244 30812343
## 4 BG 55.4 6584. 9456. 1807865 19117959
## 5 CH 54.2 2353. 3159. 726602 23001980
## 6 CY 53.9 2553. 3187. 76309 2394702
## 7 CZ 56.0 4059. 5683. 1655356 29130363
## 8 DE 55.8 3289. 4856. 10577965 217819801
## 9 DK 56.3 3023. 4184. 658720 15744082
## 10 EE 54.2 5181. 6977. 246854 3537889
## # ... with 27 more rows

#EU Muškarci
for(i in 2000:2019){
if(i==2000){
standardizeEURates21stCm <- cbind(Godina=i,stadnardize_ypll_EU(umrli = euroDeaths %>% filter(Pol==1), pop =e
uroPop%>% filter(nPol==1), standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75, years = i ))

```

```

}else{
standardizedEURates21stCm <- rbind(standardizedEURates21stCm,cbind(Godina=i, stadnardize_ypll_EU(umrli = euro
Deaths%>% filter(Pol==1), pop =euroPop%>% filter(nPol==1), standardpopulation = standardpop75, standard_age = 7
5, years = i )))
}
}
#EU Žene
for(i in 2000:2019){
if(i==2000){
standardizedEURates21stCz <- cbind(Godina=i,stadnardize_ypll_EU(umrli = euroDeaths %>% filter(Pol==2), pop =eu
roPop%>% filter(nPol==2), standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75, years = i ))
}else{
standardizedEURates21stCz <- rbind(standardizedEURates21stCz,cbind(Godina=i, stadnardize_ypll_EU(umrli = euroD
eaths %>% filter(Pol==2), pop =euroPop%>% filter(nPol==2), standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75
, years = i )))
}
}

#EU svi
for(i in 2000:2019){
if(i==2000){
standardizedEURates21stAll<- cbind(Godina=i,stadnardize_ypll_EU(
umrli = euroDeaths %>% group_by(Godina.materijala,Opstina, Starost) %>% summarise(Broj.pojava=sum(Broj.poj
ava,na.rm = T)),
pop =euroPop %>% group_by(god, IDTer, IDStarost) %>% summarise(vrednost=sum(vrednost,na.rm = T)),
standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75, years = i ))
}else{
standardizedEURates21stAll <- rbind(standardizedEURates21stAll,cbind(Godina=i, stadnardize_ypll_EU(
umrli = euroDeaths %>% group_by(Godina.materijala,Opstina, Starost) %>% summarise(Broj.pojava=sum(Broj.poja
va,na.rm = T)),
pop = euroPop %>% group_by(god, IDTer, IDStarost) %>% summarise(vrednost=sum(vrednost,na.rm = T)),
standardpopulation = standardpop75, standard_age = 75, years = i )))
}
}

standardizedEURates21stC <- rbind(cbind(Pol="Muškarci",standardizedEURates21stCm ),
cbind(Pol="Žene",standardizedEURates21stCz ))

EU_scatter<- standardizedEURates21stAll %>% filter(Godina==2019, Opstina!="UK") %>% ggplot()+
ggrepel::geom_text_repel(aes(x=Median_AGE_YPLL ,y=YPLL_i,label=Opstina))+
theme_tufte()+
geom_vline(xintercept = standardizedEURates21stAll %>% filter(Godina==2019) %>% pull(Median_AGE_YPLL) %
>% median(na.rm = T))+
geom_hline(yintercept = standardizedEURates21stAll %>% filter(Godina==2019) %>% pull(YPLL_i) %>% median(na
.rm = T))+
xlab("Medijalna starost izgubljenih godina života")+
ylab("St. stopa izgubljenih godina života")

ggsave(EU_scatter,
filename = paste0(deparse(substitute(
EU_scatter
)), ".png"),
units = "mm",
width = 160,
height = 160,
dpi = 600
)

```

```

standardizedEUplot<- standardizedEURates21stC %>%mutate(YPLLi=ifelse(YPLLi==0,NA,YPLLi)) %>% mutate(Op
stina=factor(Opstina, levels=standardizedEURates21stAll %>%filter(Godina==2018) %>% arrange(-YPLLi) %>% pull(
Opstina )) %>% filter(!Opstina %in% c("LI"))%>% ggplot()+
  geom_line(aes(x=Godina, y=YPLLi, col=Pol))+
  facet_wrap(~Opstina)+
  theme_tufte()+
  scale_color_manual(values = c("#377eb8", "#e41a1c"))+
  scale_x_continuous(breaks = c(2000,2005, 2010,2015, 2019))+
  theme( legend.justification = c(1, 0),
  legend.position = c(0.6, -0.075),
  legend.direction = "horizontal",
  axis.text.x = element_text(angle = 90,size = 8),
  axis.text.y = element_text(size = 8))+
  xlab(" ")
  ylab("St. stopa izgubljenih godina života")

```

```

ggsave(standardizedEUplot,
  filename = paste0(deparse(substitute(
  standardizedEUplot
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 160,
  height = 220,
  dpi = 600
)

```

## Udaljena zdravstvena infrastruktura

```

serb_proj <- "+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=21 +k=0.9999 +x_0=7500000 +y_0=0 +ellps=bessel +towgs84=574.027,1
70.175,401.545,4.88786,-0.66524,-13.24673,6.89 +units=m"
#serb_proj <- "+proj=aea +zone=34T +ellps=WGS84"

```

```

zdrv_infra <- read.xlsx("HealthInfrastructure - Final.xlsx")
zdrv_infra1 <- read.xlsx("HealthInfrastructure - Final.xlsx")

```

```

zdrv_infra<- SpatialPointsDataFrame(coords = zdrv_infra[,c("long","lat")], data = zdrv_infra,
  proj4string = CRS("+proj=longlat +datum=WGS84 +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0"))
zdrv_infra<- spTransform( zdrv_infra, CRS("+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=21 +k=0.9999 +x_0=7500000 +y_0=0 +ell
ps=bessel +units=m +no_defs"))

```

```

SerbiaGIS <- Serbia
proj4string(SerbiaGIS) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84 +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0")
SerbiaGIS <- spTransform(SerbiaGIS,CRS(serb_proj))

```

```
require(rgeos)
```

```
a<- over(zdrv_infra,SerbiaGIS)
```

```
rgeos::gDistance(spgeom1 = zdrv_infra[1,],spgeom2 = zdrv_infra[129,],byid = T)
```

```
##      1
## 129 363860.5
```

```
apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra, byid = T),2,min)
```

```
##      0      1      2      3      4      5      6      7
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
```



```

##      8      9      10      11      12      13      14      15
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      16      17      18      19      20      21      22      23
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      24      25      26      27      28      29      30      31
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 9657.5094 0.0000 0.0000
##      32      33      34      35      36      37      38      39
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1342.8464 0.0000
##      40      41      42      43      44      45      46      47
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      48      49      50      51      52      53      54      55
## 0.0000 5357.5650 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      56      57      58      59      60      61      62      63
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      64      65      66      67      68      69      70      71
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      72      73      74      75      76      77      78      79
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      80      81      82      83      84      85      86      87
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      88      89      90      91      92      93      94      95
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      96      97      98      99      100      101      102      103
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      104      105      106      107      108      109      110      111
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 3508.4537 0.0000 0.0000 2528.6283
##      112      113      114      115      116      117      118      119
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      120      121      122      123      124      125      126      127
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      128      129      130      131      132      133      134      135
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      136      137      138      139      140      141      142      143
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      144      145      146      147      148      149      150      151
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      152      153      154      155      156      157      158      159
## 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
##      160      161      162
## 0.0000 0.0000 998.9489

```

```
gDistance(spgeom1 = SerbiaGIS[1,],spgeom2 = zdrv_infra[129,],byid = T,hausdorff = T)
```

```
##      0
## 129 354897.2
```

```

Serbia$distance_from_primary<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Primary"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_secondary<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Secondary"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_tertiary<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Tertiary"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_special<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Special"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_specialized<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Specialised"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_public_health<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Public Health"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_military<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Military"], byid = T),2,min)/1000)
Serbia$distance_from_non_primary<- unname(apply(gDistance(SerbiaGIS,zdrv_infra[zdrv_infra$Level!="Primary"], byid = T),2,min)/1000)

```

```

SerbiaGIS_sf<- st_as_sf(SerbiaGIS)
zdrv_infra_sf<- st_as_sf(zdrv_infra)
a<- st_intersection(x = SerbiaGIS_sf, y = zdrv_infra_sf)

plot(SerbiaGIS_sf, graticule = st_crs(4326))
plot(a[1], col = "black", pch = 19, add = TRUE)

serb_proj <- #" +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=21 +k=0.9999 +x_0=7500000 +y_0=0 +ellps=bessel +towgs84=53
4.8017"
rgeos::gDistance(SerbiaGIS[111,],SerbiaGIS[12,],hausdorff = T,densifyFrac = 0.1)

library(ggvoronoi)

distance_voronoi<- apply(gDistance(zdrv_infra,zdrv_infra[zdrv_infra$Level=="Tertiary"], byid = T),2, min)/1000 %>
% unname

voronoi_map <- ggplot(SRMAP) +
  guides(
    fill = guide_colorsteps(
      show.limits = T,
      frame.linewidth = 2,
      ticks.colour = "#808080",
      frame.linetype = 1,
      frame.colour = "#808080",
      ticks = T,
      even.steps = T,
      title = "Udaljenost od tercijarne\ninfrastrukture u km"
    )
  ) +
  theme_tufte() + theme(
    legend.position = c(.80, .85),
    text = element_text(size = 10, family = "TT Arial"),
    legend.title = element_text(size = 8, margin = margin(b = 10, unit = "pt"))
  ) +
  xlab(NULL) + ylab(NULL) + theme(
    axis.title.x = element_blank(),
    axis.text.x = element_blank(),
    axis.ticks.x = element_blank(),
    axis.title.y = element_blank(),
    axis.text.y = element_blank(),
    axis.ticks.y = element_blank()
  ) + geom_voronoi(data =zdrv_infra1, aes(x=long, y=lat,fill=round(distance_voronoi,0)),outline = SRMAP)+
# geom_path(stat = "voronoi",data =zdrv_infra1[zdrv_infra1$Level=="Primary"], aes(x=long, y=lat),color="red",al
pha=1,size=0.25 )+
#geom_path(stat = "voronoi",data =zdrv_infra1[zdrv_infra1$Level=="Tertiary"], aes(x=long, y=lat),color="red",alp
ha=1,size=0.25 )+
geom_point(data=zdrv_infra1[zdrv_infra1$Level=="Primary"],aes(x=long,y=lat),shape=19,alpha=0.3,show.legend = T
)+
geom_point(data=zdrv_infra1[zdrv_infra1$Level=="Tertiary"],aes(x=long,y=lat),shape=17, size=3)+

```

```

geom_map(
  map = SRMAP,
  aes(
    map_id = id,
    x = long,
    y = lat
    # group = group,
  ),
  color = "#808080",fill="NA",
  na.rm = F
)+
  geom_polygon(
    data = Kosovo,
    aes(x = long, y = lat, group = group),
    color = "#808080",
    alpha = 0,
    linetype = 1
  )+
  coord_map("mercator")+
  scale_fill_distiller(palette = "RdYlGn")

ggsave(
  vornoi_map,
  filename = paste0(deparse(substitute(
    vornoi_map
  )), ".png"),
  units = "mm",
  width = 210,
  height = 210,
  dpi = 600
)

knitr::plot_crop(x = paste0(deparse(substitute(
  vornoi_map
)), ".png"))

## [1] "vornoi_map.png"

#geom_voronoi(data =zdrv_infra1, aes(x=long, y=lat,fill=Serbia@data$YPLLi17_19))
#Dodati po opštini vrednosti, ako pada na opštinu koordinata
voronoi_polygon(data=zdrv_infra1[zdrv_infra1$Level=="Tertiary",],
  x="long",y="lat",
  outline=SRMAP)

## class      : SpatialPolygonsDataFrame
## features   : 240
## extent    : 18.81429, 23.00631, 42.23224, 46.19005 (xmin, xmax, ymin, ymax)
## crs       : NA
## variables  : 8
## names     :
##           Name, Municipality, Website, Level, Beds, lat, long, group
## min values : Klinicki bolnicki centar "Dr Dragiša Mišovic "Dedinje, Beograd, kbczemun.bg.ac.rs, Tertiary, 315,
43.3157039, 19.8222521, 70017.1
## max values :
Klinicki centar Vojvodine, Zemun, www.kcv.rs, Tertiary, 1525, 45.2511837,
21.9125579, 89010.1

lm(YPLLi20172019avoidable~1+distance_from_secondary+distance_from_secondary:Indeks.društvenog.razvoja, Serbia@data) %>% summary

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ 1 + distance_from_secondary +

```

```

## distance_from_secondary:Indeks.društvenog.razvoja, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q      Max
## -1696.1 -603.8 -191.9  302.1  8760.2
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      3888.255   139.369  27.899
## distance_from_secondary      205.775    58.575   3.513
## distance_from_secondary:Indeks.društvenog.razvoja    -4.130     1.135  -3.639
##              Pr(>|t|)
## (Intercept)              < 2e-16 ***
## distance_from_secondary      0.000576 ***
## distance_from_secondary:Indeks.društvenog.razvoja 0.000369 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1115 on 160 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.07681, Adjusted R-squared:  0.06527
## F-statistic: 6.656 on 2 and 160 DF, p-value: 0.001672

lm(YPLLi17_19~1 + distance_from_primary+distance_from_secondary+distance_from_tertiary+ distance_from_milita
ry+ distance_from_specialized+distance_from_special+distance_from_public_health, Serbia@data) %>% summary

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ 1 + distance_from_primary + distance_from_secondary +
## distance_from_tertiary + distance_from_military + distance_from_specialized +
## distance_from_special + distance_from_public_health, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q      Max
## -2274.9 -865.0 -102.4  811.6  3481.9
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      6198.479   246.799  25.116 <2e-16 ***
## distance_from_primary      6.502    33.554   0.194  0.8466
## distance_from_secondary    -17.062    13.165  -1.296  0.1969
## distance_from_tertiary     25.822    55.917   0.462  0.6449
## distance_from_military      6.569     3.734   1.759  0.0805 .
## distance_from_specialized  -28.171    56.991  -0.494  0.6218
## distance_from_special       4.138     8.085   0.512  0.6095
## distance_from_public_health  11.193     9.261   1.209  0.2287
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1171 on 155 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.08143, Adjusted R-squared:  0.03994
## F-statistic: 1.963 on 7 and 155 DF, p-value: 0.06349

require(psych)
distance_vars<- c("distance_from_primary", "distance_from_secondary", "distance_from_tertiary", "distance_from_mil
itary", "distance_from_specialized", "distance_from_special", "distance_from_public_health")

psych::alpha(Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))

## Some items ( distance_from_secondary ) were negatively correlated with the total scale and
## probably should be reversed.
## To do this, run the function again with the 'check.keys=TRUE' option

```

```

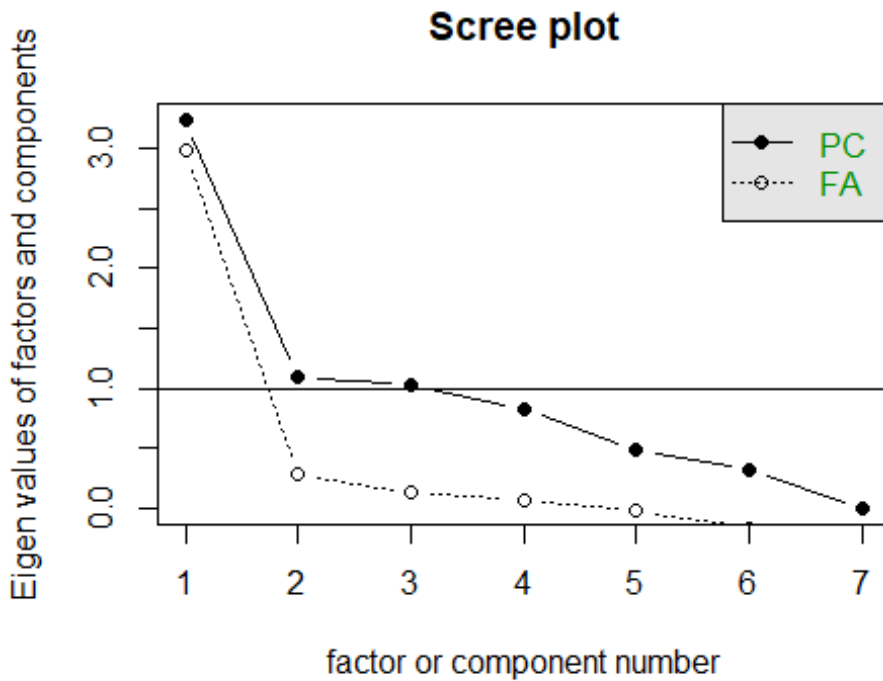
##
## Reliability analysis
## Call: psych::alpha(x = Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))
##
## raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mean sd median_r
## 0.76 0.69 0.79 0.24 2.3 0.015 25 14 0.22
##
## lower alpha upper 95% confidence boundaries
## 0.73 0.76 0.79
##
## Reliability if an item is dropped:
## raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N alpha se
## distance_from_primary 0.77 0.69 0.80 0.27 2.3 0.016
## distance_from_secondary 0.79 0.79 0.84 0.39 3.9 0.014
## distance_from_tertiary 0.61 0.56 0.64 0.18 1.3 0.027
## distance_from_military 0.68 0.61 0.73 0.20 1.5 0.022
## distance_from_specialized 0.61 0.56 0.64 0.18 1.3 0.027
## distance_from_special 0.77 0.70 0.80 0.28 2.3 0.014
## distance_from_public_health 0.73 0.61 0.74 0.21 1.6 0.016
## var.r med.r
## distance_from_primary 0.140 0.20
## distance_from_secondary 0.067 0.27
## distance_from_tertiary 0.069 0.20
## distance_from_military 0.102 0.20
## distance_from_specialized 0.068 0.20
## distance_from_special 0.146 0.27
## distance_from_public_health 0.136 0.18
##
## Item statistics
## n raw.r std.r r.cor r.drop mean sd
## distance_from_primary 163 0.28 0.484 0.32 0.25 0.61 3.0
## distance_from_secondary 163 -0.12 0.064 -0.17 -0.20 9.09 7.5
## distance_from_tertiary 163 0.94 0.834 0.94 0.88 40.23 28.5
## distance_from_military 163 0.88 0.736 0.71 0.72 61.91 37.4
## distance_from_specialized 163 0.94 0.834 0.94 0.88 38.85 28.2
## distance_from_special 163 0.35 0.477 0.30 0.23 13.31 12.1
## distance_from_public_health 163 0.63 0.727 0.64 0.54 14.39 12.4

psych::KMO(Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))

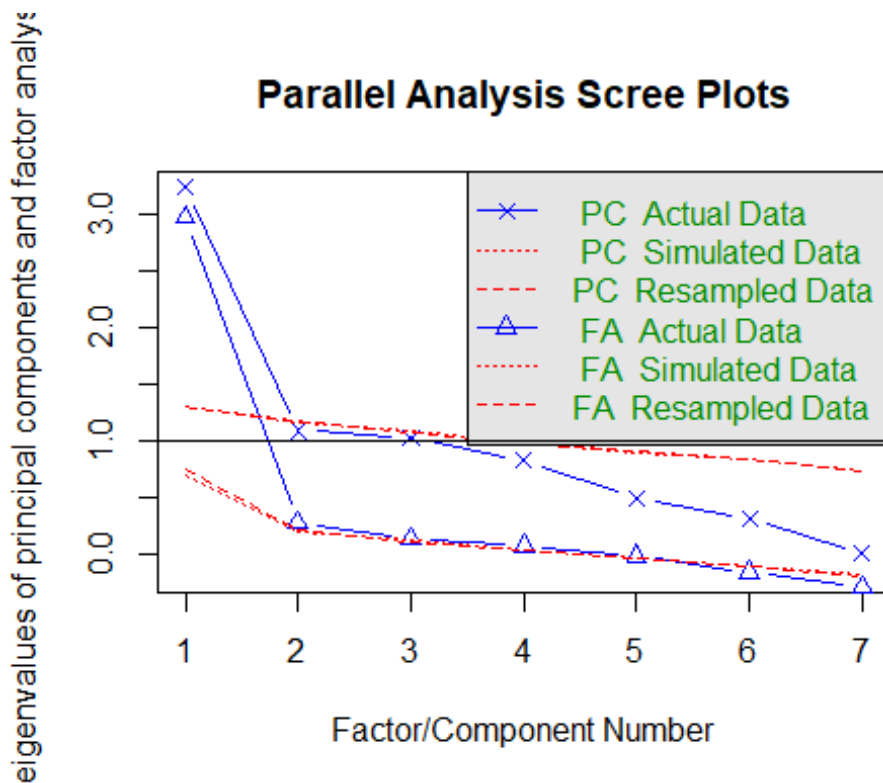
## Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
## Call: psych::KMO(r = Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))
## Overall MSA = 0.72
## MSA for each item =
## distance_from_primary distance_from_secondary
## 0.74 0.64
## distance_from_tertiary distance_from_military
## 0.66 0.93
## distance_from_specialized distance_from_special
## 0.65 0.67
## distance_from_public_health
## 0.87

psych::scree(Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))

```



```
psych::fa.parallel(Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)))
```



## Parallel analysis suggests that the number of factors = 2 and the number of components = 1

```
fa(
Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)),
nfactors = 2,
rotate = "oblimin",
covar = F
)
```

```

## Factor Analysis using method = minres
## Call: fa(r = Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)), nfactors = 2,
## rotate = "oblimin", covar = F)
## Standardized loadings (pattern matrix) based upon correlation matrix
##           MR1 MR2 h2 u2 com
## distance_from_primary    0.18 0.18 0.095 0.9048 2.0
## distance_from_secondary  -0.38 0.25 0.107 0.8932 1.8
## distance_from_tertiary    0.99 0.00 0.982 0.0175 1.0
## distance_from_military    0.72 0.03 0.541 0.4589 1.0
## distance_from_specialized  0.99 0.00 0.992 0.0083 1.0
## distance_from_special     0.14 0.15 0.065 0.9353 2.0
## distance_from_public_health 0.01 0.99 0.998 0.0024 1.0
##
##           MR1 MR2
## SS loadings    2.67 1.10
## Proportion Var  0.38 0.16
## Cumulative Var  0.38 0.54
## Proportion Explained 0.71 0.29
## Cumulative Proportion 0.71 1.00
##
## With factor correlations of
##   MR1 MR2
## MR1 1.00 0.52
## MR2 0.52 1.00
##
## Mean item complexity = 1.4
## Test of the hypothesis that 2 factors are sufficient.
##
## The degrees of freedom for the null model are 21 and the objective function was 7.16 with Chi Square of 1138.02
## The degrees of freedom for the model are 8 and the objective function was 1.29
##
## The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.05
## The df corrected root mean square of the residuals is 0.08
##
## The harmonic number of observations is 163 with the empirical chi square 15.88 with prob < 0.044
## The total number of observations was 163 with Likelihood Chi Square = 202.87 with prob < 1.6e-39
##
## Tucker Lewis Index of factoring reliability = 0.538
## RMSEA index = 0.387 and the 90 % confidence intervals are 0.343 0.435
## BIC = 162.12
## Fit based upon off diagonal values = 0.99
## Measures of factor score adequacy
##           MR1 MR2
## Correlation of (regression) scores with factors 1.00 1
## Multiple R square of scores with factors      1.00 1
## Minimum correlation of possible factor scores  0.99 1

principal(
Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)),
nfactors = 3,
)

## Principal Components Analysis
## Call: principal(r = Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)),
## nfactors = 3)
## Standardized loadings (pattern matrix) based upon correlation matrix
##           RC1 RC3 RC2 h2 u2 com
## distance_from_primary    0.13 0.78 -0.17 0.65 0.352 1.2
## distance_from_secondary  -0.15 -0.08 0.94 0.90 0.098 1.1
## distance_from_tertiary    0.95 0.12 -0.13 0.93 0.066 1.1
## distance_from_military    0.84 0.07 -0.09 0.71 0.286 1.0
## distance_from_specialized  0.95 0.12 -0.13 0.94 0.062 1.1

```

```

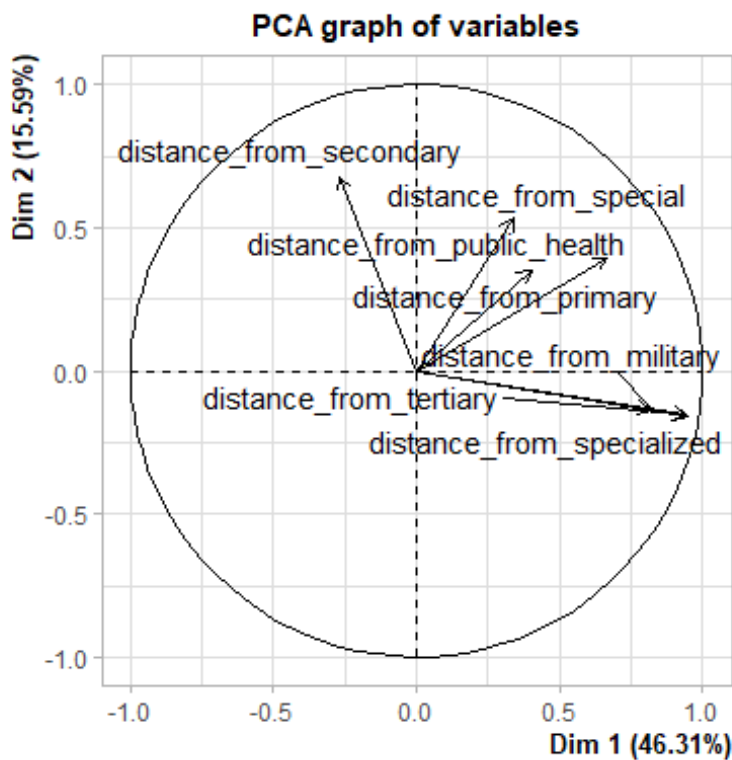
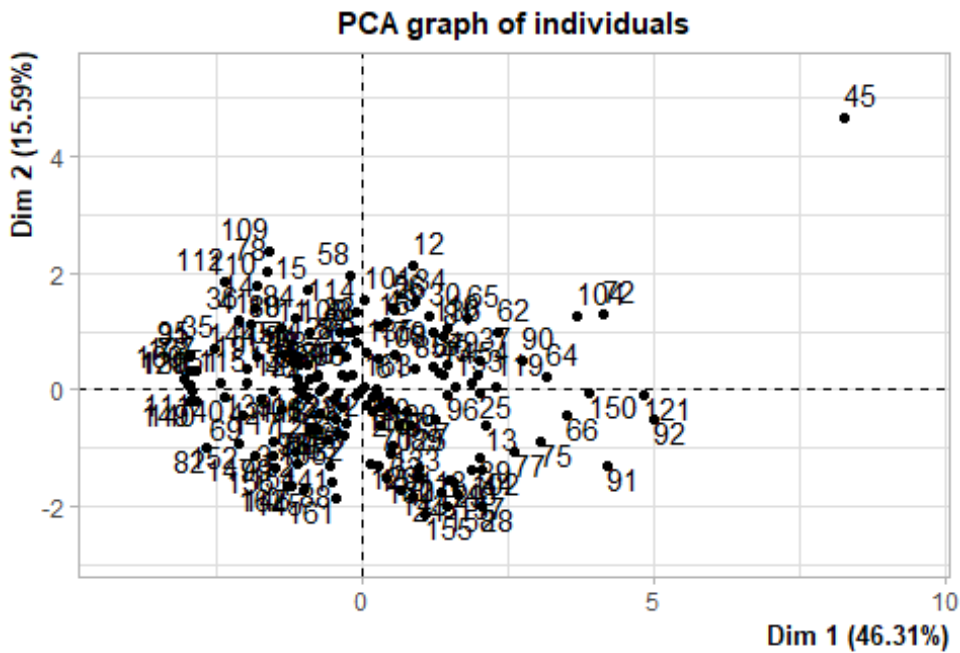
## distance_from_special    0.10 0.75 0.09 0.58 0.423 1.1
## distance_from_public_health 0.64 0.32 0.37 0.65 0.349 2.1
##
##           RC1 RC3 RC2
## SS loadings    2.97 1.30 1.09
## Proportion Var    0.42 0.19 0.16
## Cumulative Var    0.42 0.61 0.77
## Proportion Explained 0.55 0.24 0.20
## Cumulative Proportion 0.55 0.80 1.00
##
## Mean item complexity = 1.2
## Test of the hypothesis that 3 components are sufficient.
##
## The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.11
## with the empirical chi square 81.54 with prob < 1.4e-17
##
## Fit based upon off diagonal values = 0.93

require("FactoMineR")

pca_solution<- FactoMineR::PCA(Serbia@data[,distance_vars])

```





```
Serbia@data$distance_PC<- pca_solution$ind$coord[,1] %>% unname
Serbia@data$distance_PC2<- pca_solution$ind$coord[,2] %>% unname
```

```
pca_solution<- psych::principal(Serbia@data %>% select(all_of(distance_vars)),nfactors = 1)
Serbia@data$distance_PC <- pca_solution$scores
lm(data=Serbia@data, formula = YPLLi17_19~distance_PC+Indeks.društvenog.razvoja+pm25) %>% summary()
```

```
##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ distance_PC + Indeks.društvenog.razvoja +
```

```

## pm25, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q      Max
## -2172.8 -768.0 -103.2  626.7 3268.0
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    9142.88   759.80  12.033 < 2e-16 ***
## distance_PC     236.35    97.32   2.429  0.0163 *
## Indeks.društvenog.razvoja -82.40   15.95 -5.167 7.04e-07 ***
## pm25           99.68    39.34   2.534  0.0122 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1080 on 159 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1975, Adjusted R-squared:  0.1824
## F-statistic: 13.05 on 3 and 159 DF, p-value: 1.16e-07

```

## Statističko modelovanje

```

## **Results for the Principal Component Analysis (PCA)**
## The analysis was performed on 163 individuals, described by 7 variables
## *The results are available in the following objects:
##
##   name          description
## 1 "$eig"        "eigenvalues"
## 2 "$var"        "results for the variables"
## 3 "$var$coord"  "coord. for the variables"
## 4 "$var$cor"    "correlations variables - dimensions"
## 5 "$var$cos2"   "cos2 for the variables"
## 6 "$var$contrib" "contributions of the variables"
## 7 "$ind"        "results for the individuals"
## 8 "$ind$coord"  "coord. for the individuals"
## 9 "$ind$cos2"   "cos2 for the individuals"
## 10 "$ind$contrib" "contributions of the individuals"
## 11 "$call"      "summary statistics"
## 12 "$call$centre" "mean of the variables"
## 13 "$call$cart.type" "standard error of the variables"
## 14 "$call$row.w"  "weights for the individuals"
## 15 "$call$col.w"  "weights for the variables"
##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ Udeo.korisnika.NSP + distance_PC +
## pm25 + Indeks.društvenog.razvoja, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q      Max
## -2386.32 -644.28  12.75  511.45 2759.73
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    7689.62   701.15  10.967 < 2e-16 ***
## Udeo.korisnika.NSP  147.67    21.46   6.881 1.31e-10 ***
## distance_PC     230.64    85.64   2.693  0.00784 **
## pm25           104.81    34.62   3.027  0.00288 **
## Indeks.društvenog.razvoja -66.51   14.22 -4.677 6.21e-06 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##

```

```

## Residual standard error: 950.6 on 158 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.3826, Adjusted R-squared: 0.3669
## F-statistic: 24.48 on 4 and 158 DF, p-value: 8.926e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ Udeo.korisnika.NSP + pm25:log(distance_PC) +
## Indeks.društvenog.razvoja, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -2335.72 -746.32 -90.18  642.32 2867.61
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    9503.954   1314.466   7.230 4.74e-10 ***
## Udeo.korisnika.NSP    174.013    35.941   4.842 7.43e-06 ***
## Indeks.društvenog.razvoja  -72.313    28.127  -2.571  0.0123 *
## pm25:log(distance_PC)     2.968     8.662   0.343  0.7329
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1171 on 70 degrees of freedom
## (89 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared: 0.2899, Adjusted R-squared: 0.2595
## F-statistic: 9.525 on 3 and 70 DF, p-value: 2.349e-05

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ pm25 + distance_PC + Indeks.društvenog.razvoja,
## data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -2172.8 -768.0 -103.2  626.7 3268.0
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    9142.88    759.80  12.033 < 2e-16 ***
## pm25             99.68     39.34   2.534  0.0122 *
## distance_PC     236.35     97.32   2.429  0.0163 *
## Indeks.društvenog.razvoja  -82.40    15.95  -5.167 7.04e-07 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1080 on 159 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.1975, Adjusted R-squared: 0.1824
## F-statistic: 13.05 on 3 and 159 DF, p-value: 1.16e-07

##
## Call:
## lm(formula = YPLLiSARS ~ pm25:Broj.lekara.na.1000.stanovnika +
## Indeks.društvenog.razvoja:pm25, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -772.70 -218.58 -56.22  131.38 1784.67
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    767.6178   104.7587   7.327 1.09e-11 ***
## pm25:Broj.lekara.na.1000.stanovnika  7.6514    1.8402   4.158 5.22e-05 ***

```

```

## pm25:Indeks.društvenog.razvoja    -0.6203   0.1884 -3.292 0.00122 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 347.6 on 160 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1008, Adjusted R-squared:  0.08959
## F-statistic: 8.971 on 2 and 160 DF, p-value: 0.0002029

##
## Call:
## lm(formula = YPLLiSARS ~ log(Broj.lekara.na.1000.stanovnika) +
##   log(Indeks.društvenog.razvoja), data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -801.61 -211.17  -60.36  170.08 1692.01
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      3081.20   887.27   3.473 0.000663 ***
## log(Broj.lekara.na.1000.stanovnika)  274.90    60.74  4.526 1.17e-05 ***
## log(Indeks.društvenog.razvoja)    -693.58   234.43 -2.959 0.003560 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 344.1 on 160 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1188, Adjusted R-squared:  0.1077
## F-statistic: 10.78 on 2 and 160 DF, p-value: 4.051e-05

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ 1 + distance_PC + pm25:distance_PC +
##   Udeo.korisnika.NSP:pm25, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -2429.5 -698.5  -95.4   577.1 3228.6
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      6081.477   136.037  44.705 < 2e-16 ***
## distance_PC       -838.304   384.505  -2.180 0.03071 *
## distance_PC:pm25    80.514    27.429  2.935 0.00383 **
## pm25:Udeo.korisnika.NSP 10.817    1.669  6.481 1.09e-09 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 973.2 on 159 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3488, Adjusted R-squared:  0.3365
## F-statistic: 28.39 on 3 and 159 DF, p-value: 9.376e-15

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ Indeks.društvenog.razvoja + Udeo.korisnika.NSP:distance_PC +
##   Udeo.korisnika.NSP:pm25 + Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP,
##   data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -2182.18 -618.88  -12.47  518.14 2705.16
##
## Coefficients:

```

```

##                               Estimate Std. Error t value
## (Intercept)                   8906.533   597.491 14.907
## Indeks.društvenog.razvoja      -61.532   12.068 -5.099
## Udeo.korisnika.NSP:distance_PC   39.064   15.306  2.552
## Udeo.korisnika.NSP:pm25         21.747    6.200  3.507
## Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP -3.225    1.845 -1.748
##                               Pr(>|t|)
## (Intercept)                   < 2e-16 ***
## Indeks.društvenog.razvoja       9.68e-07 ***
## Udeo.korisnika.NSP:distance_PC   0.011655 *
## Udeo.korisnika.NSP:pm25         0.000589 ***
## Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP 0.082399 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 933.4 on 158 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4047, Adjusted R-squared:  0.3896
## F-statistic: 26.85 on 4 and 158 DF, p-value: < 2.2e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ Indeks.društvenog.razvoja + Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP,
##   data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -2834.40 -672.09 -34.49  512.83 3071.24
##
## Coefficients:
##                               Estimate Std. Error t value
## (Intercept)                   9157.1460  622.7624 14.704
## Indeks.društvenog.razvoja      -66.3709  12.5803 -5.276
## Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP  3.1841   0.4739  6.719
##                               Pr(>|t|)
## (Intercept)                   < 2e-16 ***
## Indeks.društvenog.razvoja       4.24e-07 ***
## Indeks.društvenog.razvoja:Udeo.korisnika.NSP 3.05e-10 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 977.8 on 160 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3384, Adjusted R-squared:  0.3302
## F-statistic: 40.93 on 2 and 160 DF, p-value: 4.423e-15

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019preventable ~ 1 + pm25 + distance_PC +
##   distance_PC:pm25 + distance_PC2:distance_PC + Indeks.društvenog.razvoja:distance_PC,
##   data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q   Median     3Q    Max
## -1251.71 -387.09 -57.64  240.75 2025.22
##
## Coefficients:
##                               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)                   1883.88   331.07  5.690 6.05e-08 ***
## pm25                           67.21    23.25  2.890 0.00439 **
## distance_PC                    -1136.36  363.33 -3.128 0.00210 **
## pm25:distance_PC                 50.68    23.09  2.195 0.02967 *
## distance_PC:distance_PC2         -67.22    30.60 -2.197 0.02951 *
## distance_PC:Indeks.društvenog.razvoja  14.73    10.46  1.409 0.16077

```

```

## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 605.2 on 157 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2163, Adjusted R-squared:  0.1913
## F-statistic: 8.664 on 5 and 157 DF, p-value: 2.841e-07

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ 1 + distance_from_tertiary +
## distance_from_non_primary + distance_from_secondary:distance_from_primary +
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary + distance_from_non_primary:distance_from_primary +
## distance_from_non_primary:distance_from_tertiary, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q  Median     3Q    Max
## -2406.6 -555.0 -121.5  500.5 3360.2
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      3347.7067   157.1897  21.297
## distance_from_tertiary      9.0769    3.1574   2.875
## distance_from_non_primary    71.3089   23.5986   3.022
## distance_from_secondary:distance_from_primary  -14.7437    5.4766  -2.692
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary   0.5029    0.3639   1.382
## distance_from_non_primary:distance_from_primary  98.7266   11.3303   8.713
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary  -1.6656    0.5735  -2.904
##              Pr(>|t|)
## (Intercept)      < 2e-16 ***
## distance_from_tertiary      0.00461 **
## distance_from_non_primary    0.00294 **
## distance_from_secondary:distance_from_primary   0.00787 **
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary   0.16897
## distance_from_non_primary:distance_from_primary  4.06e-15 ***
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary  0.00422 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 901.4 on 156 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4122, Adjusted R-squared:  0.3896
## F-statistic: 18.23 on 6 and 156 DF, p-value: 5.557e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ 1 + distance_from_tertiary +
## distance_from_non_primary + distance_from_secondary:distance_from_primary +
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary + distance_from_non_primary:distance_from_primary +
## distance_from_non_primary:distance_from_tertiary, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min     1Q  Median     3Q    Max
## -2406.6 -555.0 -121.5  500.5 3360.2
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      3347.7067   157.1897  21.297
## distance_from_tertiary      9.0769    3.1574   2.875
## distance_from_non_primary    71.3089   23.5986   3.022
## distance_from_secondary:distance_from_primary  -14.7437    5.4766  -2.692
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary   0.5029    0.3639   1.382
## distance_from_non_primary:distance_from_primary  98.7266   11.3303   8.713
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary  -1.6656    0.5735  -2.904

```

```

##                               Pr(>|t|)
## (Intercept)                   < 2e-16 ***
## distance_from_tertiary         0.00461 **
## distance_from_non_primary      0.00294 **
## distance_from_secondary:distance_from_primary 0.00787 **
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary 0.16897
## distance_from_non_primary:distance_from_primary 4.06e-15 ***
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary 0.00422 **
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 901.4 on 156 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.4122, Adjusted R-squared: 0.3896
## F-statistic: 18.23 on 6 and 156 DF, p-value: 5.557e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ 1 + distance_from_secondary:distance_from_primary +
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary +
## Indeks.drustvenog.razvoja, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min    1Q  Median    3Q   Max
## -1937.0 -571.1 -157.1  342.4 3309.4
##
## Coefficients:
##
##              Estimate
## (Intercept)      5628.8795
## Indeks.drustvenog.razvoja      -36.9176
## distance_from_secondary:distance_from_primary      -16.9224
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary      1.9589
##
##              Std. Error
## (Intercept)      557.1138
## Indeks.drustvenog.razvoja      11.5726
## distance_from_secondary:distance_from_primary      5.6162
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary      0.2249
##
##              t value
## (Intercept)      10.104
## Indeks.drustvenog.razvoja      -3.190
## distance_from_secondary:distance_from_primary      -3.013
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary      8.709
##
##              Pr(>|t|)
## (Intercept)      < 2e-16
## Indeks.drustvenog.razvoja      0.00171
## distance_from_secondary:distance_from_primary      0.00301
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary 3.75e-15
##
##              ***
## Indeks.drustvenog.razvoja      **
## distance_from_secondary:distance_from_primary      **
## distance_from_secondary:distance_from_primary:distance_from_tertiary ***
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 897.1 on 159 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.4067, Adjusted R-squared: 0.3955
## F-statistic: 36.32 on 3 and 159 DF, p-value: < 2.2e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ pm25:Indeks.drustvenog.razvoja,
## data = Serbia@data)

```

```

##
## Residuals:
##   Min    1Q  Median    3Q   Max
## -1698.8 -657.3 -211.6  307.6 8829.5
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      4618.2556   335.1858  13.778 <2e-16 ***
## pm25:Indeks.društvenog.razvoja -0.9995    0.4741  -2.108  0.0366 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1142 on 161 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.02686, Adjusted R-squared:  0.02082
## F-statistic: 4.444 on 1 and 161 DF, p-value: 0.03658

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi20172019avoidable ~ 1 + distance_from_primary +
##   distance_from_tertiary + distance_from_non_primary + distance_from_tertiary:distance_from_primary +
##   distance_from_tertiary:distance_from_secondary + pm25:distance_from_primary +
##   pm25:distance_from_tertiary + distance_from_non_primary:distance_from_primary +
##   distance_from_non_primary:distance_from_tertiary, data = Serbia@data)
##
## Residuals:
##   Min    1Q  Median    3Q   Max
## -1814.9 -515.2 -129.0  442.7 2827.3
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      3203.7276   152.0320  21.073
## distance_from_primary      670.4165   249.8643   2.683
## distance_from_tertiary     -23.7526    7.5849  -3.132
## distance_from_non_primary    55.7481   22.1065   2.522
## distance_from_primary:distance_from_tertiary    1.4094   0.8660   1.628
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary    0.6457   0.3427   1.884
## distance_from_primary:pm25     -60.9119   16.1238  -3.778
## distance_from_tertiary:pm25     2.7683    0.5702   4.855
## distance_from_primary:distance_from_non_primary    74.8974   12.2636   6.107
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary  -1.4060    0.5318  -2.644
##              Pr(>|t|)
## (Intercept)      < 2e-16 ***
## distance_from_primary    0.008096 **
## distance_from_tertiary    0.002084 **
## distance_from_non_primary  0.012699 *
## distance_from_primary:distance_from_tertiary  0.105669
## distance_from_tertiary:distance_from_secondary 0.061395 .
## distance_from_primary:pm25    0.000226 ***
## distance_from_tertiary:pm25    2.95e-06 ***
## distance_from_primary:distance_from_non_primary 8.02e-09 ***
## distance_from_tertiary:distance_from_non_primary 0.009048 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 831.3 on 153 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5097, Adjusted R-squared:  0.4808
## F-statistic: 17.67 on 9 and 153 DF, p-value: < 2.2e-16

##
## Call:
## lm(formula = YPLLi17_19 ~ Indeks.društvenog.razvoja + distance_PC:Indeks.društvenog.razvoja,
##   data = Serbia@data)

```



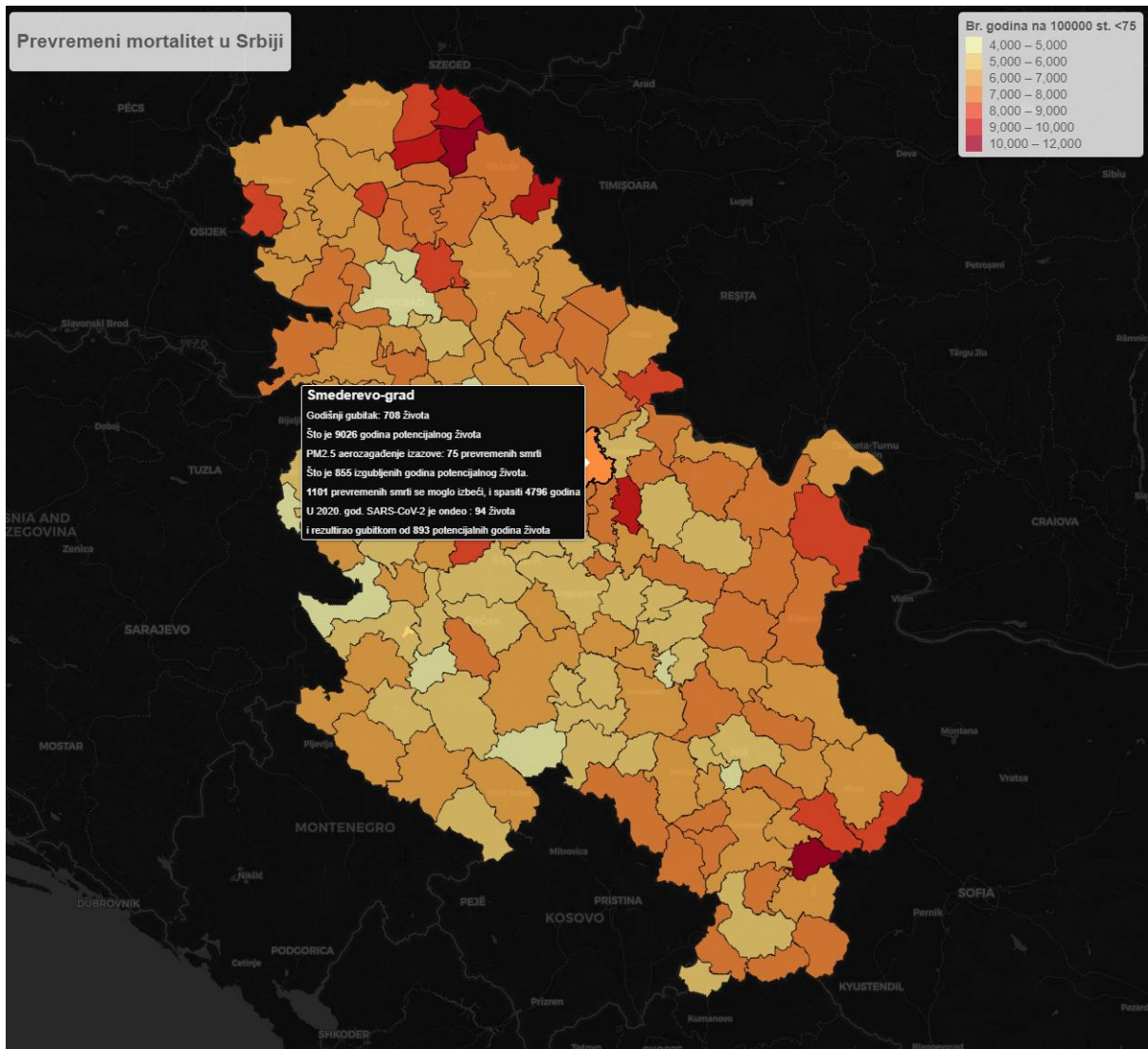
```

##
## Residuals:
##  Min   1Q Median   3Q   Max
## -2235.6 -700.3 -102.9  543.6 3335.3
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      9708.461    739.026  13.137 < 2e-16 ***
## Indeks.društvenog.razvoja      -64.641    15.409  -4.195 4.51e-05 ***
## Indeks.društvenog.razvoja:distance_PC   3.350     1.924   1.741  0.0836 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1097 on 160 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1676, Adjusted R-squared:  0.1572
## F-statistic: 16.1 on 2 and 160 DF, p-value: 4.246e-07

```

## **Prilog 5 – Predupredimo.rs — online alat za razumevanje prevremenog mortaliteta**

Kao sastavni deo ove disertacije napravljen je i online alat za pregledanje prevremenog mortaliteta u Srbiji. Odlaskom na stranicu <https://predupredimo.rs/> korisnik prvo vidi kartu (horoplet) koji pokazuje standardizovane stope izgubljenih godina potencijalnog života. Prelaskom preko pojedinačnih opština, korisnik dobija dodatne informacije o prevremenom mortalitetu u toj opštini.



## Biografija autora

Marko Galjak je rođen u Smederevu gde je završio osnovnu školu i gimnaziju. U trećem razredu srednje škole Marko sa svojim vršnjacima osniva omladinsku nevladinu organizaciju „Mreže kreativne omladine – EIDOS“ koja za cilj ima unapređenje položaja mladih u lokalnoj zajednici kroz programe neformalnog obrazovanja i jačanje njihovog uticaja na proces donošenja odluka. Nakon gimnazije upisuje Geografski fakultet u Beogradu, smer demografija. Diplomski rad pod nazivom „Odnos države prema demografskom razvoju – primer SAD“ odbranio je u martu 2011. god. Dve godine nakon završetka osnovnih studija, Marko kroz svoju nevladinu organizaciju radi na različitim projektima edukacije omladine. Master studije demografije na Geografskom fakultetu u Beogradu upisuje 2013. god, i završava ih odbranom master rada „Mortalitet u Srbiji i Evropskoj uniji – komparativna analiza“ u oktobru 2014. god. Te godine, njegov master rad nagrađen je kao najbolji master rad na studijskoj grupi. Iste godine Marko upisuje doktorske studije na Geografskom fakultetu. Tokom školske 2014/2015 god. kao demonstrator, drži vežbe studentima iz dva predmeta: Poslovna statistika i Računarstvo. Nakon završene prve godine doktorskih studija Marko upisuje dodatne master studije Računarstvo u društvenim naukama pri Univerzitetu u Beogradu. Tokom 2016. paralelno pohađa doktorske i master studije, i pri tom daje sve ispite u roku sa prosečnom ocenom 10. Marko u januaru 2017. god. stiče drugu master diplomu završim radom pod imenom: „Primena programskog jezika R u računarskoj analizi društvenih mreža - Primer izbora u Srbiji 2016.“. Marko se 2017. zapošljava kao naučnik podataka u Fondaciji Katalist gde pronalazi sebe objedinjujući strasti prema analizi podataka i aktivizmu. Od jula 2018. Marko radi u Institutu društvenih nauka kao istraživač saradnik.

### **Izjava o autorstvu**

Ime i prezime autora: **Marko Galjak**

Broj indeksa: 14/2014

Izjavljujem da je doktorska disertacija pod naslovom **Prevremeni mortalitet u Srbiji**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis autora \_\_\_\_\_

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada**

Ime i prezime autora: **Marko Galjak**

Broj indeksa: **14/2014**

Studijski program: **Geonauka**

Naslov rada: **Prevremeni mortalitet u Srbiji**

Mentor: **prof. dr Mirjana Devedžić**

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu**

**Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada. Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis autora \_\_\_\_\_

## **Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

### **Prevremeni mortalitet u Srbiji**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)

2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)

**3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)**

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)

5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.

Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis autora \_\_\_\_\_

**Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

**Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

**Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava

korišćenja dela.

Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

Autorstvo – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

Autorstvo – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.