



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA MATEMATIKU I
INFORMATIKU



Melanie Benjak 290m/17

Modeli uticaja porasta cene cigareta na potrošnju

- Master rad -

Mentor: Prof. dr Zorana Lužanin

Novi Sad 2021.

Sadržaj

1 Uvod	5
1.1 Motivacija za sprovođenje istraživanja	7
1.2 Predmet i ciljevi istraživanja	9
1.3 Struktura rada	10
2 Linearna regresija	11
2.1 Model višestruke linearne regresije	11
2.2 Koeficijent korelacije	15
2.3 Izbor promenljivih koje ulaze u model	16
3 Panel podaci	18
3.1 Tipovi i karakteristike panel podataka	18
3.2 Modeli panel podataka	21
3.2.1 Model običnih najmanjih kvadrata	22
3.2.2 Model fiksnih efekata	22
3.2.3 Model slučajnih efekata	23
3.3 Ispitivanje adekvatnosti modela	23
3.3.1 F - test	24
3.3.2 Breusch - Pagan test	24
3.3.3 Hausman test	25
3.4 Mogući problemi analize panel podataka	25
3.4.1 Izostavljene promenljive	26
3.4.2 Multikolinearnost	26
3.4.3 Autokorelacija	26
3.4.4 Heteroskedastičnost	27
4 Modeli potrošnje cigareta	29
4.1 Model 1	29
4.1.1 Prikaz matematičkog modela	30
4.1.2 Podaci korišćeni u modelu	31
4.1.3 Rezultati istraživanja	32

4.2 Model 2	32
4.2.1 Prikaz matematičkog modela	33
4.2.2 Podaci korišćeni u modelu	34
4.2.3 Rezultati istraživanja	34
4.3 Model 3	34
4.3.1 Prikaz matematičkog modela	35
4.3.2 Podaci korišćeni u modelu	36
4.3.3 Rezultati istraživanja	38
5 Metodologija istraživanja i rezultati	39
5.1 Osnovne informacije o korišćenim podacima	39
5.2 Konstrukcija modela	45
5.3 Odabir modela i prikaz rezultata	47
5.3.1 OLS model	47
5.3.2 Model fiksnih efekata	49
5.3.3 Model slučajnih efekata	50
Zaključak	53
Bibliografija	55
Kratka biografija	57

Spisak slika

2.1	Metoda najmanjih kvadrata sa jednom nezavisnom promenljivom. Izvor: http://edvancer.in/	12
2.2	$t - test$. Plavom bojom je označena oblast prihvatanja Izvor: https://www.albert.io/	13
2.3	$F - test$ na nivou 95% poverenja. Izvor: https://www.researchgate.net/	14
2.4	Spearman - ov i Pearson - ov koeficijent korelacije (Spearman - ov koeficijent je 1 jer su promenljive monotone, ali nisu linearne te je Pearson - ov koeficijent manji.) Izvor: http://edvancer.in/	16
3.1	BND za 6 država u periodu od 2015. do 2020. godine Izvor: https://worldbank.org/	19
3.2	Pozitivna i negativna autokorelacija. Izvor: https://ebrary.net/	27
3.3	Homoskedastičnost i heteroskedastičnost. Izvor: https://medium.com/	28
5.1	Potrošnja cigareta kroz posmatrani period	42
5.2	Potrošnja cigareta za svaku državu kroz posmatrani period	42
5.3	Raspon cena 2005 - 2020.	43
5.4	Cene cigareta kroz posmatrani period	43
5.5	Korelaciona matrica	44
5.6	Zavisnost potrošnje cigareta među državama	45

Spisak tabela

2.1	Analiza varijanse	14
2.2	Vrednosti koeficijenata korelacije	15
3.1	BND po glavi stanovnika u Srbji od 2015. do 2020. godine	18
3.2	BND po glavi stanovnika u 2020. godini	19
3.3	Izbor najadekvatnijeg modela	25
5.1	Pregled promenljivih koje su uključene u regresionoj analizi panel podataka	40
5.2	Deskriptivna statistika podataka	41
5.3	VIF test	46
5.4	Levin Lin Chu test	47
5.5	Prikaz modela 5.1 ocenjenog OLS modelom	48
5.6	Prikaz modela 5.2 ocenjenog OLS modelom	49
5.7	Prikaz modela 5.1 ocenjenog modelom fiksnih efekata	49
5.8	Prikaz modela 5.3 ocenjenog modelom fiksnih efekata	50
5.9	Prikaz modela 5.1 ocenjenog modelom slučajnih efekata	50
5.10	Prikaz modela 5.4 ocenjenog modelom slučajnih efekata	51

Glava 1

Uvod

Prema procenama svetske zdravstvene organizacije SZO), u Srbiji preko 2,8 miliona stanovnika starijih od 15 godina konzumira cigarete, ali po istim procenama ova brojka beleži pad, kako u Srbiji tako i u svetu. Problem upotrebe cigareta i duvanskog dima koji ugrožava i one koji nisu pušači, ozbiljno je shvaćen i Vlade su se nizom mera koje su donele, uhvatile u koštac sa duvanskom industrijom. Pored svih napora koji se ulažu da se upotreba smrtonosnih duvanskih proizvoda smanji, svake godine od posledica pušenja umre 8 miliona ljudi. Od toga 7 miliona su direktni konzumenti, a oko 1,2 miliona umre od posledica izloženosti duvanskom dimu. Ove brojke su poražavajuće pogotovo ako se uzme u ozir da je pušenje stvar izbora i da se oboljenja i smrtnost može znatno smanjiti samo ako se prestane sa konzumiranjem duvana.

Istraživanja su pokazala da svaki treći odrastao stanovnik Srbije upotrebljava neki od duvanskih proizvoda. Iako je ovaj procenat veoma visok, u odnosu na prethodni period je zabeleženo znatno smanjenje. U 2000. godini preko 50% stanovništva upotrebljavalo je cigarete ili neki drugi duvanski proizvod. Pretpostavka je da će uvedene mere i dalje doprinosisi smanjenju broja pušača i predviđa se da procenat 2025. treba da bude ispod 30%.

Broj obolelih od posledica upotrebe duvana je veoma visok i kao takav značajno je opterećenje za budžet. Velike količine novca odlaze na lečenje ovih oboljenja što samo po sebi znači da se smanjuju sredstva za lečenje drugih bolesti koje nisu izazvane svesnim delovanjem i upotrebom smrtonosnih proizvoda. Jedna od mera za povećanje budžeta za lečenje retkih oboljenja je i uvođenje „duvanskog dinara“. Ova mera ima dvojako dejstvo: poskupljuje cigarete, što će dovesti do toga da određeni broj pušača prestane da puši i obezbediće se sredstva za budžet zdravstva. Procenjeno je da „duvanski dinar“ treba da obezbedi skoro jednaku količinu novca kolika se sada izdvaja za lečenje retkih oboljenja.

Iako bi potpuna zabrana upotrebe cigareta dala najbrže i najbolje rezultate, ona nije moguća i zbog toga su uvedene zakonske regulative kontrole konzumiranja duvanskih proizvoda. Ove kontrole su veoma složene, zahtevaju ozbiljna i opsežna istraživanja koja obezbeđuju jasne podatke na osnovu kojih se onda donose adekvatne mere. Značajan problem predstavlja, naravno i činjenica da je duvanska industrija veoma profitabilna i kao takva ima značajan uticaj na stvaranje političkog ambijenta. Dok Vlade zagovaraju smanjenje potrošnje, predstavnici proizvođača cigareta smatraju da je pušenje stvar ličnog izbora i prava svakog pojedinca.

Proteklo je dosta vremena dok SZO nije shvatila da je pušenje ozbiljan problem koji uzrokuje veliki niz oboljenja koja se mogu sprečiti. Tek tada je krenula u ozbiljnu kampanju protiv pušenja. Što je stanovništvo bogatije, obrazovanije to su rezultati ove kampanje veći, te je pretpostavka da će u budućnosti znatan procenat pušača biti upravo u siromašnim zemljama. Procenjuje se da su troškovi na lečenje zdravstvenih problema izazvanih pušenjem oko 3 triliona dolara na godišnjem nivou. Pored troškova lečenja, tu su i troškovi smanjene radne sposobnosti i neproduktivnosti obolelih. Ova brojka problem štetnosti pušenja svrstava u jedan od najvećih globalnih problema. Zbog toga je SZO donela Okvirnu konvenciju za kontrolu duvana (WHO FTCTC) 2005. godine. Ova konvencija je doneta sa ciljem da se čovečanstvo zaštitи, u što većoj meri od socijalnih, ekonomskih, zdravstvenih i ekoloških uticaja i posledica pušenja. Ona predviđa mere koje Vlade širom sveta donose sa ciljem smanjenja pušenja i izlaganja divanskom dimu. Mere ne predviđaju samo smanjenje potražnje za cigaretama, nego i smanjenje ponude.

Na to koliko će se duvana konzumirati, značajan uticaj imaju tri faktora:

- Država, koja reguliše tržište duvanskih proizvoda
- Potrošači, koji su veći konzumenti što su manje obavešteni
- Prizvođači, koji su ujedno i distributeri i promoteri pušenja

Osim zdravstvenih problema koji su posledica pušenja, proizvodnja i upotreba cigareta ima značajan uticaj i na poljoprivrednu, fiskalnu politiku, trgovinu, ekologiju, na tržište radne snage...

Kolika će biti potrošnja duvanskih proizvoda i koliki će efekat imati mere za smanjenje pušenja zavisi od puno faktora: od kulturnih i tradicionalnih okvira, od porodičnih i društvenih oblika ponašanja. Sredinom 20. veka pušači su bili uglavnom pripadnici muške populacije i to bogatiji sloj, pušenje je bilo stvar prestiža i gotovo svaki muškarac koji je držao do svog ugleda je bio konzument. Tek posle 20 - ak godina ovaj trend se proširuje i na žene i on tada iznosi oko 30%. Tada se državna politika kontrole pušenja svodila na kontrolu proizvodnje, zaštitu proizvođača duvana i kontrolisanje cene,

dok se zdravstvenim aspektom niko nije bavio. Kako države, tako ni pušači nisu imali razvijenu svest o štetnosti duvana. Ovim problemom prva je počela da se bavi Švedska i ona je prva uvela zabranu reklamiranja duvanskih proizvoda. Bilo je potrebno dosta istraživanja i dugo vremena da bi Vlade ostalih zemalja sledile ovaj primer. Tek 80 - ih godina kreće se u ozbiljnu kampanju za rešavanje ovog problema. Tako je 2001. godine doneta direktiva o duvanskim proizvodima koja sadrži sledeće odredbe:

- Količina katrana i ugljen - monoksida je limitirana na 10mg, i količina nikotina na 1mg u jednoj cigaretici
- Duvanska industrija ima obavezu da dostavlja podatke o aditivima u svojim proizvodima
- Zabranjuje se formulisanje koje može dovesti do zabune konzumenta, kao što su: „light“ i „mild“
- Površina kutije na kojoj mora da stoji upozorenje je 40% na zadnjoj i 30% na prednjoj strani
- Zemlje članice EU imaju izbor da li će propisati obavezno slikovno upozorenje.

Zatim je 2002. godine doneta Evropska strategija za kontrolu duvana. U ovoj strategiji uvedena je, prvi put, zabrana konzumiranja duvana na javnim mestima i uvedene su mere pooštovanja poreskih politika kojima je ovo pitanje regulisano. Oporezivanje svakako daje najefikasnije rezultate u borbi za smenjenje konzumiranja duvanskih proizvoda, međutim, značajna su i ostala sredstva kojima se Vlade koriste u rešavanju ovog problema. U poslednjih 30 godina u Srbiji, na osnovu jasnih empirijskih podataka, precizirana je politika kontrole upotrebe cigareta.

1.1 Motivacija za sprovođenje istraživanja

Saradjnjom ekonomista i zdravstvenih organizacija koje se bave lečenjem bolesti izazvanih duvanskim dimom došlo se do rezultata koji su bili zapanjujući. Ogromne količine novca trošile su se na rešavanje posledica korišćenja duvanskih proizvoda i opšti zaključak je bio da se moraju doneti mere koje će novac usmeriti na rešavanje uzroka. Prvo od čega se mora krenuti je da se kontrola korišćenja duvana ne može raditi u saradnji sa duvanskom industrijom, kako se do tada mislilo. „Saveznici“ se moraju tražiti na drugom mestu, prvenstveno u naučno - istraživačkim centrima jer samo tačni i precizni podaci o štetnosti duvana, koji se plasiraju konzumentima, mogu dati željene rezultate.

Danas su svima dostupne informacije o tome koliko duvanski dim utiče na zdravlje, o merama politika kontrole upotrebe duvana, o porezima na duvanske proizvode... Na snazi je zabrana reklamiranja duvanskih proizvoda, na svakom pakovanju je upozorenje, ali se cigarete i dalje koriste. Duvanska industrija je veoma profitabilna i kao da ih ne dotiču sve mera koje Vlade donose sa ciljem smanjenja pušenja. Svaka od mera donosi određene rezultate, ali je pitanje koja od njih je najefikasnija i da li su u svim zemljama određene mere jednako efikasne? U razvijenim zemljama reklamne kampanje, koje propagiraju štetnost duvanskog dima, su u početku dale izvanredne rezultate, ali tokom vremena ova mera je imala sve manje uticaja, te se moralo okrenuti drugim metodama. Poreska politika i kontrola šverca cigareta iz zemalja gde su one znatno jeftinije, počela je davati rezultate. Ako, ipak, posmatramo zemlje u razvoju, situacija je sasvim drugačija. Te zemlje ne mogu da se odupru lobiranjima od strane duvanskih industrijalaca i donošenje mera Vlade je znatno otežano. Tri aspekta koja ograničavaju rezultate određenih mera su:

- Okruženje koje svojim uticajima deluje na donošenje politike mera kontrole pušenja
- Sredstva koja se izdvajaju za mere kontrole pušenja
- Uticaj duvanske industrije na politiku kontrole pušenja

Istraživanja su pokazala da poreska politika i cena cigareta imaju najveći uticaj na smanjenje potražnje za cigaretama. Akcize su najefikasnije sredstvo jer dovode do značajnog povećanja maloprodajne cene, a to povećanje onda dovodi do smanjenja potražnje i upotrebe duvana, a ujedno se tako povećavaju i državni prihodi. Razlika između ostalih mera u cilju smanjenja potrošnje cigareta i akciza je i to što se one mogu povećavati u nedogled. Svaki put kada aktuelne mere prestanu da daju željene rezultate, povećanje akciza je logično rešenje. Rezultati su efikasni, brzi i odmah vidljivi. Pored toga, povećanje akciza na duvan se smatra kao veoma korisno za društvo uopšte:

- Smanjenje potrošnje usled povećanja cene dovodi do poboljšanja javnog zdravlja, te smanjuje stopu smrtnosti usled konzumiranja duvana
- Štiti se interes i zdravstveno stanje najmlađe populacije, koja ne može sama da odlučuje o tome da li će roditelji da puše ili ne
- Smanjuje se negativan uticaj na ljude koji ne puše, ali su silom prilika izloženi duvanskom dimu.

1.2 Predmet i ciljevi istraživanja

Efekti promena cene cigareta se mogu meriti kroz cenovnu elastičnost tražnje. To je koncept koji objašnjava kako promena jedne komponente (tražnja za cigaretama) zavisi od promene druge (cena cigareta), tj. ona je pokazatelj koliko je jedna komponenta zavisna od druge. Upravo ovim uticajem cene na potrošnju cigareta će se baviti ovaj rad.

Karakteristike i intenzitet odnosa u kome se nalazi cena i potrošnja cigareta je gotovo najvažnije pitanje u rešavanju problema smanjenja konzumiranja duvanskih proizvoda. U odnosu na to kolika je ta povezanost zavisće i odluke o povećanju akciza. Ako pođemo od toga da se potrošači ponašaju racionalno u donošenju svojih odluka pri kupovini cigareta, onda to znači da će oni želeti da za što manje novca dobiju što veću korisnost, ali to isključuje faktor zavisnosti od pušenja i efekat povećanja cene neće biti na očekivanom nivou, kao ni racionalnost u odlučivanju. Ako se uzme u obzir i ova komponenta zavisnosti, onda će potrošnja u ovom momentu zavisiti od prethodne visine cene cigareta, ali i od cene u budućnosti. Tu se takođe uzima u obzir i uvek prisutna želja i planovi da se u nekoj budućnosti prestane sa pušenjem i da neko buduće povećanje cene cigareta dovede do ostvarenja tog plana kod određenog broja potrošača, dok određen broj ipak nastavlja da konzumira cigarete jer je njihova zavisnost veća od racionalnog razmišljanja i svesti o štetnosti duvana na zdravlje. Tada nastupa novo povećanje akciza, pa samim tim i maloprodajnih cena cigareta što će dovesti do toga da određeni broj onih koji su do sada odolevali, prestanu sa pušenjem. Tako se dolazi do nekog optimalnog nivoa akciza i cene cigareta koji je veći od faktora zavisnosti i koji daje rezultate u smanjenju potrošnje cigareta. Istraživaja su pokazala da su pušači zadovoljni povećanjem akciza i cena cigareta jer je to bio jedini način da prestanu pušiti, te je korist višestruka. U Srbiji se primenjuju kombinovane akcize, tj. nije ista akciza za sve brendove cigareta i varira od 147 do 235 dinara po paklici. Postepeno povećanje akciza i neznatan rast cene cigareta doveli su do umerenog pada potrošnje cigareta, dok se poslednjih nekoliko godina beleži znatan pad potrošnje cigareta, ali se to može pripisati pojavi i ekspanziji alternativnih duvanskih proizvoda - rezanog duvana, elektornskih cigareta i snusa, te je cilj istraživanja u ovom radu bio koliko je zaista efikasna mera povećanja cene cigareta u padu potrošnje cigareta. Takođe, uzet je u obzir i bruto nacionalni dohodak¹ kao i procenat stanovništva koje živi u ruralnim sredinama. Cene cigareta, kao mera u borbi za smanjenje potrošnje duvanskih proizvoda ima višestruke efekte, sem što povećanje cene dovodi do smanjenja potrošnje, povećanje akciza donosi veći priliv u budžet i od toga se obezbeđuju veća sredstva za lečenje bolesti izazvanih duvanskim proizvodima, kao i bolesti zavisnosti od cigareta. Dakle, sem kvantitativnih efekata, ova mera daje i

¹BND - zbir ukupne proizvodnje robe i usluga u nacionalnoj ekonomiji i neto prihoda iz inostranstva kroz plaćanje zaposlenih, prihod od imovine i neto porezi umanjeni za subvencije na proizvodnju

značajne kvalitativne rezultate.

1.3 Struktura rada

Organizacija rada metodološki prati proces istraživanja kroz pet poglavlja.

U prvom poglavlju rada su data uvodna razmatranja na temu rada.

U drugom poglavlju je predstavljen linearni regresioni model sa pretpostavkama, izbor promenljivih i mere adekvatnosti modela. Trećim poglavljem obuhvaćene su osnovne karakteristike panel podataka, vrste panel modela i problemi koji mogu nastati usled korišćenja panel modela.

U četvrtom poglavlju je dat prikaz analize literature koja se odnosi na potrošnju cigareta i koja koristi višestruki linearni regresioni model sa panel podacima.

Petim poglavljem je obuhvaćen ceo proces istraživanja, analiza panel podataka primenom deskriptivne statistike, regresiona analiza panel modela, testiranje validnosti i pouzdanosti ocenjenih vrednosti i prestavljeni su rezultati istraživanja.

U završnom delu rada prikazana je korišćena literatura.

Glava 2

Linearna regresija

Regresijska analiza predstavlja jedan od osnovnih postupaka statističkog modeliranja. Regresijskim postupkom se želi utvrditi kako se vrednost zavisne promenljive menja promenom nezavisne promenljive. Modeli regresije se dele na jednostruku i višestruku regresiju u zavisnosti od broja nezavisnih promenljivih unutar modela. Mogu se podeliti i na linearne i nelinearne u zavisnosti od oblika matematičke funkcije koja opisuje model. U daljem radu ćemo se baviti isključivo višestrukim linearom regresijom.

2.1 Model višestruke linearne regresije

Neka su $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK}$ nezavisne promenljive dobijene i -tim merenjem, a y_i slučajna promenljiva koja zavisi od $x = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK})$ tada linearni model zavisnosti y od x je dat jednačinom 2.1

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_K x_{iK} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Postoje standardne pretpostavke koje model mora da ispunjava za svako $i = 1, 2, \dots, N$:

1. $E(\varepsilon_i) = 0$
2. $\varepsilon_i : N(m, \sigma^2)$ - normalnost
3. $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$ - homoskedastičnost
4. $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$ - odsustvo autokorelacija
5. x_k su determinističke promenljive i za svako $k = 1, 2, \dots, K$ važi

$$\sum_{i=1}^N (x_{ik} - \bar{x}_{ik})^2 \neq 0 \quad (2.2)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ik} - \bar{x}_{ik})^2}{N} < \infty \quad (2.3)$$

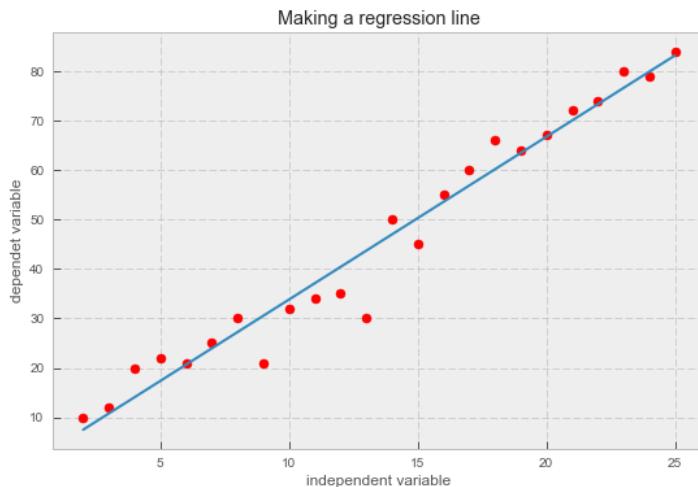
za $N \rightarrow \infty$ - nestohastičnost promenljive x

6. $K < N$

7. Ne postoji jaka linearna veza između $x_k, k = 1, 2, \dots, K$

gde ε_i predstavlja grešku (šum) pri merenju (sve ono što nismo uključili u x a utiče na y), a $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_K$ su nepoznati koeficijenti modela koji treba da se ocene, $i = 1, 2, \dots, N$ predstavlja obim uzorka.

Model 2.1 sa svojim standardnim pretpostavkama čini klasičan linearni regresioni model čije koeficijente ocenjujemo MNK.¹



Slika 2.1: Metoda najmanjih kvadrata sa jednom nezavisnom promenljivom.

Izvor: <http://edvancer.in/>

Da bismo formirali model, neophodno je ispitati i statističku značajnost ocenjivanih parametara, koja se ispituje t -testom. Kod ispitivanja pojedinačnih parametara uvođimo nultu pretpostavku, $H(0)$, da koeficijent nije statistički značajno različit od nule. Nakon izračunate vrednoti t -testa izračunava se i p -vrednost tj. verovatnoća da je pretpostavka zadata nultom hipotezom tačna, na osnovu koje se nulta hipoteza odbacuje ukoliko je p -vrednost manja od praga značajnosti.

$$H_0 : \hat{\beta}_k = 0 \quad (2.4)$$

¹Metoda najmanjih kvadrata (fitovanje) - znamo oblik krive i želimo na najbolji način da je

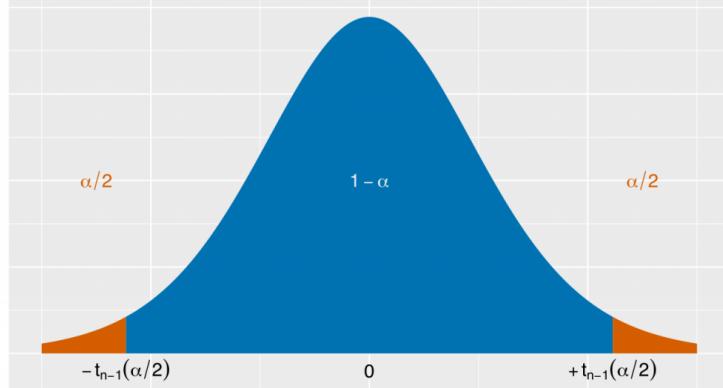
$$H_1 : \hat{\beta}_k \neq 0 \quad (2.5)$$

gde je $\hat{\beta}_k$ ocena parametra β_k .

Za ispitivanje statističke značajnosti pojedinačne promenljive može se koristi i Studentova rasodela sa $N - K$ stepeni slobode. Posmatra se

$$t_{reg} = \frac{\hat{\beta}_k - \beta}{\sigma_{\hat{\beta}_k}} : t_{N-K} \quad (2.6)$$

gde je $\sigma_{\hat{\beta}_k}$ standardno odstupanje ocene od srednje vrednosti, i ako je apsolutna vrednost t_{reg} veća od vrednosti t_{N-K} nulta hipoteza se odbacuje tj. $|t_{reg}|$ ne pripada oblasti prihvatanja.



Slika 2.2: t – test. Plavom bojom je označena oblast prihvatanja

Izvor: <https://www.albert.io/>

Ako želimo da ispitujemo statističku značajnost svih ocjenjenih parametara zajedno, onda se koristi Fišerov test $F(K - 1, N - K)$ koji za nultu hipotezu koristi prepostavku da su svi parametri statistički značajno različiti od nule, a kao alternativnu da postoji bar jedan parametar koji nije

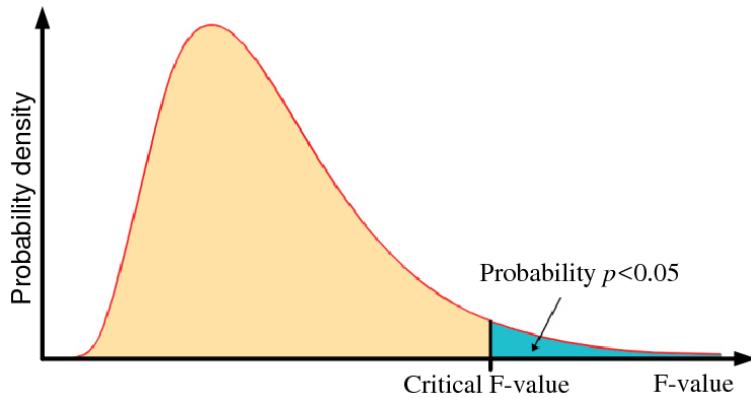
$$H_0 : \hat{\beta}_1 = \dots = \hat{\beta}_K = 0 \quad (2.7)$$

$$H_1 : \hat{\beta}_k \neq 0 \text{ za neko } k \in 1, \dots, K \quad (2.8)$$

Sada se posmatra

$$F_{reg} = \frac{\frac{SSR}{K-1}}{\frac{SSE}{N-K}} : F_{K-1, N-K} \quad (2.9)$$

i ako je dobijena vrednost manja od $F_{K-1, N-K}$ onda se nulta hipoteza ne odbacuje i sledi da su svi parametari statistički značajno različiti od nule.



Slika 2.3: F – test na nivou 95% poverenja.

Izvor: <https://www.researchgate.net/>

Parametri korišćeni u jednačini 3.8:

SSR - suma kvadrata regresije predstavlja deo odstupanja koji je objasnila nezavisna promenljiva x (suma odstupanja ocenjenih vrednosti zavisne promenljive od njenih srednjih vrednosti)

$$SSR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2 \quad (2.10)$$

SSE - suma kvadrata reziduala (grešaka), koja prikazuje još neka odstupanja koja nisu objašnjena nezavisnom promenljivom (suma odstupanja zavisne promenljive od njenih ocenjenih vrednosti)

$$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.11)$$

$SST = SSR + SSE$ - suma ukupnog odstupanja (suma odstupanja zavisne promenljive od njene srednje vrednosti vrednosti)

Tabela 2.1: Analiza varijanse

Izvor varijanse	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati	F - količnik
Model	SSR	K-1	MSR=SSR/(K-1)	MSR/MSE
Greška	SSE	N-K	MSE=SSE/(N-K)	
Ukupno	SST	N-1		

provučemo kroz neke tačke tako da odstupanja budu najmanja

2.2 Koeficijent korelaciјe

Kada želimo da ispitamo da li jedna promenljiva zavisi od neke druge tada se bavimo korelacionom između te dve promenljive. Koeficijent korelaciјe između promenljivih x_i i x_j obeležavamo sa ρ_{x_i, x_j} i on ima vrednost iz intervala $[-1, 1]$. Pozitivne vrednosti koeficijenta korelaciјe ukazuju da porast vrednosti promenljive x_i uzrokuje porast vrednosti promenljive x_j , i obrnuto. Negativne vrednosti koeficijenta korelaciјe ukazuju da sa rastom vrednosti promenljive x_i opadaju vrednosti promenljive x_j . Linearna veza je sve jača što je koeficijent bliži granicama intervala, a sve slabija kada je koeficijent blizu nule. Linearnu zavisnost između dve promenljive određujemo *Pearson* - ovim koeficijentom korelaciјe 2.12

$$\rho_{Pearson} = \rho_{x_i, x_j} = \frac{cov(x_i, x_j)}{\sigma_{x_i} \sigma_{x_j}} \quad (2.12)$$

U daljem radu, u poglavljiju 5, biće formiran *log – linearni* model. Kod ovog tipa modela, koji se formira od logaritama promenljivih, koristi se *Spearman* - ov koeficijent korelaciјe kojim se meri monotona povezanost dve promenljive.

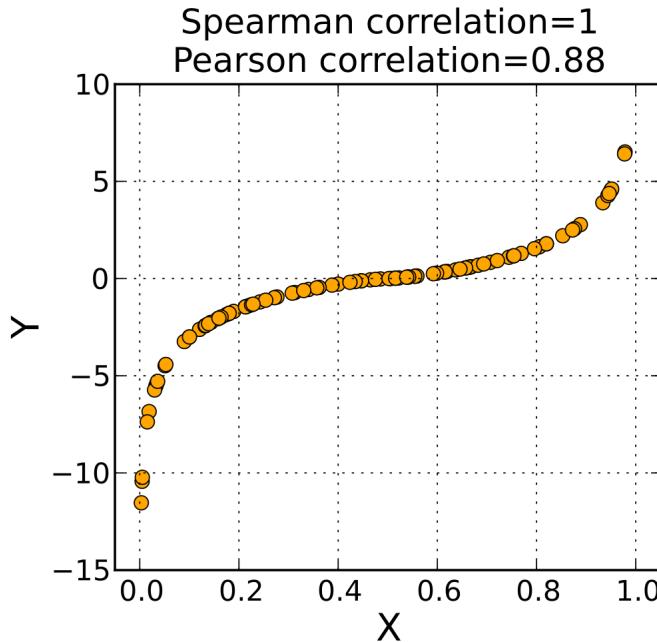
$$\rho_{Spearman} = \rho_{R(x_i), R(x_j)} = \frac{cov(R(x_i), R(x_j))}{\sigma_{R(x_i)} \sigma_{R(x_j)}} \quad (2.13)$$

gde ρ predstavlja Pearson - ov koeficijent korelaciјe, ali koristi rangirane promenljive, cov je kovarijansa rangiranih promenljivih, a σ je standardna devijacija rangiranih promenljivih.

Tabele 2.2 pokazuje jačinu povezanosti između varijabli:

Tabela 2.2: Vrednosti koeficijenata korelaciјe

Apsolutna vrednost	Jačina povezanosti
$ \rho = 1$	Potpuna (savršena) korelaciјa
$0,8 \leq \rho < 1$	Jaka korelaciјa
$0,5 \leq \rho < 0,8$	Srednje jaka korelaciјa
$0,2 \leq \rho < 0,5$	Relativno slaba korelaciјa
$0 \leq \rho < 0,2$	Slaba korelaciјa
$ \rho = 0$	Potpuno odsutna korelaciјa



Slika 2.4: Spearman - ov i Pearson - ov koeficijent korelaciije (Spearman - ov koeficijent je 1 jer su promenljive monotone, ali nisu linearne te je Pearson - ov koeficijent manji.)

Izvor: <http://edvancer.in/>

2.3 Izbor promenljivih koje ulaze u model

U različitim sferama se susrećemo sa tim da možemo da izmerimo neka obeležja. Vrlo važna odluka sa kojom se susreću analitičari, a u kojoj softver ne može da im pomogne, jeste koja od tih obeležja treba izabrati za nezavisne a koja za zavisne promenljive.

Ako prepostavimo da na raspolaganju imamo relativno velik broj nezavisnih promenljivih, n , postavlja se pitanje koje od tih promenljivih treba da se uključe u model a koje ne. Da li je bolje uključiti sve promenljive ili ipak ne izostaviti one koje su nepotrebne?

Broj različitih modela, kada na raspolaganju imamo k promenljivih, je $2^k - 1$. Izbor najadekvatnijeg modela vršimo na osnovu sledećih kriterijuma:

1. R^2 - koeficijent determinacije nam govori koliko je varijanse objašnjeno modelom.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (2.14)$$

Posmatrajući modele sa istim brojem promenljivih najbolji je onaj koji ima najveći koeficijent determinacije jer je regresija u njemu najviše varijanse objasnila, ali nije baš dobar pokazatelj jer se povećanjem broja promenljivih u modelu i on povećava što bi značilo da je najbolje imati model sa što više promenljivih, što nije uvek slučaj.

Ako uočimo da novim dodavanjem promenljivih R^2 počinje da stagnira, donosi se odluka da nema potrebe za ubacivanjem dodatnih promenljivih jer je dostignut maksimalan R^2 .

2. \bar{R}^2 - adjungovani/prilagođeni koeficijent korelacije.

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\frac{SSE}{N-K}}{\frac{SST}{N-1}} \quad (2.15)$$

Na osnovu ovog kriterijuma bolji je model čiji je ovaj koeficijent veći, on "kaznjava" uključivanje promenljivih, koje su jako malo doprinele modelu.

Glava 3

Panel podaci

3.1 Tipovi i karakteristike panel podataka

Podaci korišćeni u emspirijskoj analizi se klasificuju na osnovu porekla i osobina, i tako dobijamo tri vrste podataka:

1. Podaci vremenskih serija (Time series data) - vrednost opservacija koju neka promenljiva ima u raznim vremenskim intervalima. Podaci se mogu sakupljati dnevno, mesečno, kvartalno, godišnje,... (BND u jednoj zemlji za neki vremenski period, primer dat u tabeli 3.1, podaci preuzeti iz baze podataka Svetske banke [1]).

Tabela 3.1: BND po glavi stanovnika u Srbiji od 2015. do 2020. godine

Godina	BND
2015	5960
2016	5700
2017	5570
2018	6410
2019	7030
2020	7400

Najčešći problem podataka vremenskih serija je stacionarnost vremenske serije¹

2. Uporedni podaci (Cross selection data) - podaci o jednoj ili više varijabli koji se odnose na isti vremenski period (BND u određenoj godini u različitim zemljama 3.2, podaci preuzeti iz baze podataka Svetske banke [1]).

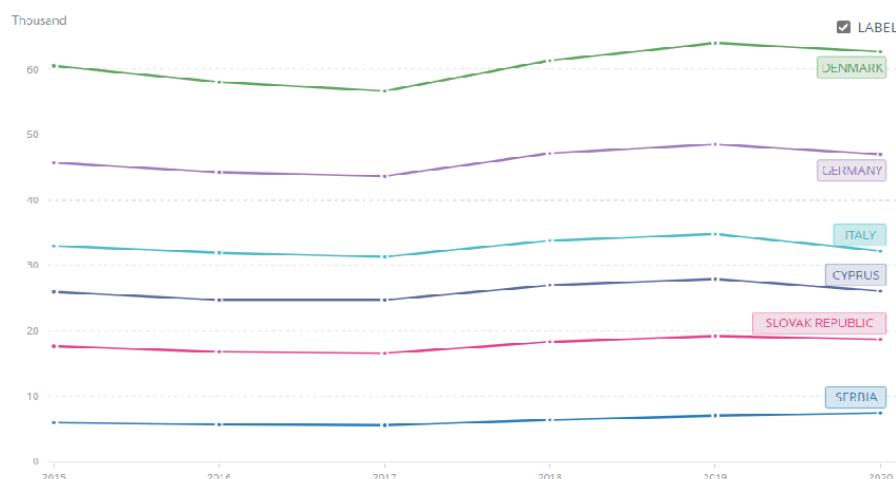
¹Vremesnka serija je stacionarna ako njena srednja vrednost i varijansa ne variraju sistematicno kroz posmatrani period

Tabela 3.2: BND po glavi stanovnika u 2020. godini

Država	BND
Slovačka	18700
Danska	62720
Kipar	26110
Italija	32200
Nemačka	46980
Srbija	7400

Problem kod korišćenja uporednih podataka je heterogenost podataka.² Ako bi se heterogene vrednosti uključili u statističku analizu, morao bi efekat skale da se uzme u obzir.

3. Panel podaci (Panel data) - kombinacija podataka vremenskih serija i uporednih podataka, tj. kroz različite vremenske periode se posmatraju iste jedinice preseka.[10] (BND za više zemalja u nekoliko vremenskih intervala istovremeno 3.1).



Slika 3.1: BND za 6 država u periodu od 2015. do 2020. godine

Izvor: <https://worldbank.org/>

Na slici je dat prikaz šest jedinica posmatranja (Srbija, Kipar, Danska, Slovačka, Nemačka, Italija), kroz šest vremenskih perioda ($t=2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020$)

²Heterogenost podataka se ogleda u velikim odstupanjima podataka jednog obeležja u odnosu na drugo u istom vremenskom periodu (U nekim zemljama je BND veoma visok a u nekim

Panel podaci, dakle, poseduju vremenske i prostorne dimenzije, beleži kretanja vrednosti određene jedinice posmatranja u određenom vremenskom periodu. Studije panel podataka su u SAD - u počele da se koriste još oko 1960. godine, a u Evropi tek 20 godina kasnije i to u raznim oblastima - u političkim istraživanjima, marketinškim, finansijskim...

Korišćenje panel podataka ima veoma velike prednosti. Ako se podje od pretpostavke da je subjekat, koji se posmatra, heterogena kategorija koju vremenske serije i uporedni podaci ne mogu da kontrolisu, što dovodi do rizika da rezultati budu pristrasni. Zbog toga je veoma važno da se kod panel podataka može kontrolisati individualna i vremenska varijabla, dok kod vremenskih serija i uporednih podataka ne može. Pored toga, panel podaci obuhvataju veći broj informacija (od n jedinica posmatranja i T vremenskih perioda imamo $n \times T$ opservaciju), veću slobodu i efikasnost.

Kod vremenskih serija se mogu javiti problemi sa multikolinearnosti. Ako analiziramo potražnju za duvanskim proizvodima u određenim vremenskim serijama, videćemo da se javlja velika kolinearnost između cene i prihoda, ali je ova kolinearnost manja ukoliko su u pitanju panel podaci jer dodajemo prostornu dimenziju, koja donosi nove podatke o ceni i prihodu u drugim državama.

Periodična nezaposlenost, promena posla, seobe, prihodi...bolje se izučavaju koristeći panel podatke nego uporedne i vremenske jer oni omogućavaju da se bolje istraži dinamika prilagođavanja. Panel podaci pružaju mogućnost da se povežu iskustvo i ponašanje u jednom momentu sa iskustvom i ponašanjem u drugom. Panel podacima se lakše mere i identifikuju efekti nego uporednim podacima ili podacima vremenskih serija. Ukoliko postoje velike razlike u vrednostima vezanim za subjekte koje poredimo, koristeći panel podatke se može doći do problema što dovodi do besmislenosti poređenja.

Pored navedenih prednosti panel podataka postoje i nedostaci: nedovoljno dug vremenski interval posmatranja, nedostupnost podataka za neku jedinicu posmatranja što dovodi do isključivanja date jedinice iz istraživanja, zavisnost među uporednim podacima koja može dovesti do grešaka u zaključivanju i najveći nedostatak je to što je prikupljanje panel podataka jedan dug i težak proces čega istraživači, koji ih koriste, moraju biti svesni.

Na osnovu kriterijuma raspoloživosti podataka panel podaci mogu biti balansirani i nebalansirani. Ako kažemo da su podaci balansirani, onda se smatra da svaka jedinica posmatranja ima vremenski period iste dužine, u suprotnom, ako različite jedinice

zemljama je veoma nizak)

posmatranja imaju vremenske periode različitih dužina, se radi o nebalansiranim podacima.

Obzirom da prilikom analize panel podataka nije uvek moguće koristiti običnu višestruku regresiju, jer se ne može pretpostaviti nezavisnost između zapažanja iste jedinice posmatranja kroz posmatrani vremenski period, modeli koji se bave ovom vrstom podataka su regresioni modeli panel podataka [12] u kojima može tačno da se utvrdi koja je zavisna (možemo da je kontrolišemo) a koja nezavisna promenljiva (ona koja je poznata, ne može da se kontroliše).

3.2 Modeli panel podataka

Posmatramo zavisnu promenljivu y objašnjenu preko K nezavisnih promenljivih x , opšti oblik regresionog panel modela dat je sledećom jednačinom:

$$y_{it} = \beta_{1it} + \sum_{k=2}^K \beta_{kit}x_{kit} + u_{it} \quad (3.1)$$

gde je:

y_{it} - vrednost zavisne promenljive za $i - tu$ jedinicu posmatranja u trenutku t

x_{kit} - vrednost $k - te$ nezavisne promenljive za $i - tu$ jedinicu posmatranja u trenutku t ($x_{1it} = 1$ za $\forall i, t$)

β_{kit} - nepoznati parametar, promenljiv po jedinici posmatranja i vremenskom periodu (nije konstantan kao u klasičnom regresionom modelu)

u_{it} - slučajna greška čije je očekivanje jednako nuli a varijansa σ^2 za $\forall i, t$

$i = 1, \dots, N$ - jedinica posmatranja

$t = 1, \dots, T$ - posmatrani vremenski trenutak

$k = 1, \dots, K$ - broj nezavisne promenljive

Obzirom da se u jednačini pojavljuju dva indeksa (i i t), može se reći da za svaku jedinicu posmatranja postoji različita reakcija zavisne promenljive na promene u nezavisnim promenljivama, ali i da se reakcije razlikuju po posmatranom vremenskom periodu.

Procena uticaja nezavisnih promenljivih na zavisnu promenljivu se ispituje pomoću sledeća tri modela:

1. Model običnih najmanjih kvadrata (Pool OLS Model)
2. Model fiksnih efekata (Fixed Effects model)

3. Model slučajnih efekata (Random Effects Model)

3.2.1 Model običnih najmanjih kvadrata

Model običnih najmanjih kvadrata³ se naziva i objedinjeni model⁴, tj. model u kom su objedinjeni svi podaci i izbačeni prosečni pojedinačni efekti. Ovaj model ne uključuje nijedan fiksni ni slučajni efekat, pa se pretpostavlja da su regresioni parametri koji se ocenjuju konstantni za sve jedinice posmatranja i za svaki vremenski trenutak ($\beta_{kit} = \beta_k$ za $\forall i, t$). Ovaj model dat je sledećom jednačinom:

$$y_{it} = \beta_1 + \sum_{k=2}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (3.2)$$

U ovom modelu je pretpostavka da su razlike između jedinica posmatranja i vremenskih perioda slučajne, ali one u većini slučajeva nisu zaista slučajne. Kod ovog modela nije uzeta u obzir heterogenost između jedinica posmatranja ni između vremenskih perioda pa on odgovara višestrukoj regresijskoj analizi u kojoj se parametri, koji nisu poznati, ocenjuju metodom najmanjih kvadrata.

3.2.2 Model fiksnih efekata

Model fiksnih efekata se koristi kada se žele analizirati uticaji promenljive koje se vremenom menjaju. Fiksni efekti istražuju odnos između zavisnih i nezavisnih promenljivih unutar jedinice posmatranja (države, firme, osobe,...), a svaka jedinica posmatranja ima svoje individualne karakteristike koje mogu ali ne moraju imati uticaj na zavisnu promenljivu (pol osobe može uticati na mišljenje o nekoj temi). Individualni efekti koji nisu promenljivi kroz vreme treba da budu uklonjeni, jer model individualnih efekata ne ispituje zavisnost pojedinačnih karakteristika.

U ovom modelu regresioni parametri koji stoje uz nezavisne promenljive su konstantni, a slobodni članovi su različiti za različite jedinice posmatranja. Model sa ovim karakteristikama je model individualnih efekata i dat je sledećom jednačinom:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \sum_{k=2}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (3.3)$$

Kada bi se slobodan član β_{1i} zapisao kao zbir srednje vrednosti slobodnog člana β_1 i odstupanja $i - te$ jedinice posmatranja od te vrednosti μ_i i na taj način sse uključila

³engl. Ordinary least squares - OLS

⁴engl. pooled - udruženi, objedinjeni

heterogenost između jedinica posmatranja, jednačina 3.3 bi izgledala na sledeći način:

$$y_{it} = \beta_1 + \sum_{k=2}^K \beta_k x_{kit} + \mu_i + u_{it} \quad (3.4)$$

Ukoliko bi $\beta_{1i} = \beta_1$ za $\forall i$ onda bi i individualni efekti μ_i bili fiksni, pa bi ovaj model predstavljao model fiksnih efekata.

Koefficijenti procenjeni modelom fiksnih efekata ne mogu da budu pristrasni zbog izostavljanja vremenski nepromenljive karakteristike jedinice posmatranja (pol, rasa,...).[20]

3.2.3 Model slučajnih efekata

U poređenju sa modelom fiksnih efekata ovde se prepostavlja da je varijacija između jedinica posmatranja slučajna i da nije u korelaciji sa nezavisnim ili zavisnim promenljivama uključenim u model. Ako se prepostavlja da razlike u nezavisnim promenljivama imaju određeni uticaj na zavisnu promenljivu, ovaj model bi se smatrao adekvatnim. Prednost ovog modela je u tome što mogu da se uključe promenljive na koje ne utiče vreme (npr. pol).

Ukoliko se slobodni član β_{1i} tretira kao stohastička promenljiva govori se o modelu sa slučajnim (stohastičkim) efektima, gde su individualni efekti μ_i stohastičke promenljive. Ovo je i model sa komponentama slučajne greške i predstavlja se:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \sum_{k=2}^K \beta_k x_{kit} + v_{it} \quad (3.5)$$

gde je $v_{it} = \mu_i + u_{it}$.

U modelu sa slučajnim efektima, individualni efekti se obuhvataju slučajnom greškom v_{it} , pa heterogenost među posmatranim subjektima nije direktno uključena u regresioni model, nego varijansom zavisne promenljive.

3.3 Ispitivanje adekvatnosti modela

Osnova ovog dela rada je da se ispita koji od gore pomenutih modela adekvatnije opisuje zavisnost promenljive y od nezavisnih promenljivih x . Neophodno je ispitati postojanje fiksnih efekata ($F - test$) i slučajnih efekata ($Breusch - Pagan test$) u panel podacima. Ako se uoči da u panel podacima postoje i fiksni i slučajni efekti onda se primenjuje $Hausman - test$, kojim se vrši poređenje modela fiksnih i slučajnih efekata,

i na osnovu rezultata tog testa se bira adekvatniji.

3.3.1 F - test

Kada treba da se proveri da li postoje fiksni individualni efekti tada se koristi F – test. Ovim testom se dobija odgovor na pitanje da li je adekvatnije da se koristi OLS model ili model fiksnih efekata. Testira se:

$$H_0 : \mu_i = 0 \text{ za } \forall i \quad (3.6)$$

$$H_1 : \mu_i \neq 0 \text{ za neko } i \quad (3.7)$$

Ovaj model se testira F – statistikom koja prati F – raspodelu sa $N - 1$ i $NT - N - K$ stepeni slobode:

$$F = \frac{\frac{SSE_{OLS} - SSE_{FE}}{N - 1}}{\frac{SSE_{FE}}{NT - N - K}} : F_{N-1, NT-N-K} \quad (3.8)$$

Ukoliko je $F < F(N - 1, NT - N - K)$ onda se ne odbacuje nulta hipoteza, tj. ne postoji nijedan statistički značajan fiksni efekat, pa se zaključuje da je adekvatniji OLS model od modela fiksnih efekata.[18]

3.3.2 Breusch - Pagan test

Breusch – Pagan(LM)⁵ testom se proverava da li postoje slučajni individualni efekti, tj. ovaj test pomaže pri odlučivanju između OLS modela i modela slučajnih efekata. Testiraju se sledeće hipoteze

$$H_0 : \sigma_{\mu_i} = 0 \text{ za svako } i \quad (3.9)$$

$$H_1 : \sigma_{\mu_i} \neq 0 \text{ za neko } i \quad (3.10)$$

Breusch – Pagan statistika prati χ^2 raspodelu sa jednim stepenom slobode

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T e_{it})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 : \chi^2(1) \quad (3.11)$$

⁵LM je skraćeno od Lagrange multiplier

gde su e_{it} reziduali OLS modela. Ukoliko je $LM > \chi^2(1)$ onda se nulta hipoteza odbacuje što znači da je model slučajnih efekata adekvatniji od OLS modela, jer model sadrži slučajne efekte.[18]

3.3.3 Hausman test

Da bi se odlučilo između modela fiksnih (*FE*) i slučajnih efekata (*RE*) koristi se *Hausman – test* u kom se testira pretpostavka:

$$H_0 : \hat{\beta}_{FE} = \hat{\beta}_{RE} - \text{adekvatni } ji \text{ je model } RE \quad (3.12)$$

$$H_1 : \hat{\beta}_{FE} \neq \hat{\beta}_{RE} - \text{adekvatni } ji \text{ je model } FE \quad (3.13)$$

Test statistika H prati χ^2 raspodelu sa K stepeni slobode:

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' \left(Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE}) \right)^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) : \chi_K^2 \quad (3.14)$$

gde $\hat{\beta}_{FE}$ predstavlja vektor ocenjenih parametara modela fiksnih efekata, $\hat{\beta}_{RE}$ vektor ocenjenih parametara modela slučajnih efekata, a $\left(Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE}) \right)$ razliku ocenjenih varijansi modela fiksnih i slučajnih efekata.[13]

Kada se sumiraju svi podaci dolazi se do zaključaka predstavljenih u tabeli 3.3

Tabela 3.3: Izbor najadekvatnijeg modela

F - test	LM t- test	Naš izbor
H_0 se prihvata	H_0 se prihvata	OLS model
H_0 se prihvata	H_0 se odbacuje	RE model
H_0 se odbacuje	H_0 se prihvata	FE model
H_0 se odbacuje	H_0 se odbacuje	Hausman test

3.4 Mogući problemi analize panel podataka

U ovom delu rada su objašnjeni potencijalni problemi koji se mogu pojaviti u skupu panel podataka

3.4.1 Izostavljene promenljive

Prilikom konstrukcije modela istraživači veruju da su obuhvatili najvažnije promenljive za predmet istraživanja, ali pošto nisu sigurni moraju da testiraju i provere model. Ako nakon testiranja dobiju razumne vrednosti pokazatelja, onda je model adekvatan za realan prikaz a ukoliko vrednosti nisu razumne postoji mogućnost da su neke važne promenljive izostavljene iz modela, loše izmerene (u upitniku nije odgovoreno na sva pitanja, greška u izveštajima, računska greška) ili da postoji problem u formi modela. Greške u merenju dovode do pristrasnosti rezultata.

3.4.2 Multikolinearnost

Prilikom korišćenja metode najmanjih kvadrata za ocenjivanje parametara modela, jedna od osnovnih prepostavki je da nezavisne promenljive nisu međusobno povezane. U ovom slučaju, izostavljene promenljive neće poremetiti ocene parametara. Multikolinearnost je problem koji je vezan za same podatke, a ne za model, i javlja se u slučaju veoma velike korelacije između dve i više promenljivih⁶.

Uzroci pojave multikolinearnosti mogu biti: mali obim uzorka (nedovoljno podataka), nezavisna promenljiva koja je kombinacija drugih nezavisnih promenljivih iz modela ili je ista kao druga promenljiva iz modela. Provera postojanja multikolinearnosti se vrši uz pomoć VIF testa⁷

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (3.15)$$

$VIF = 1$ bi značilo da se j -ta nezavisna promenljiva ne može objasniti preko ostalih nezavisnih promenljivih, i to bi bio najbolji slučaj. Ukoliko je $VIF > 10$ smatralo bi se da postoji jaka multikolinearnost⁸, takođe i tolerancija ispod 0,1 ukazuje na prisustvo multikolinearnosti.

3.4.3 Autokorelacija

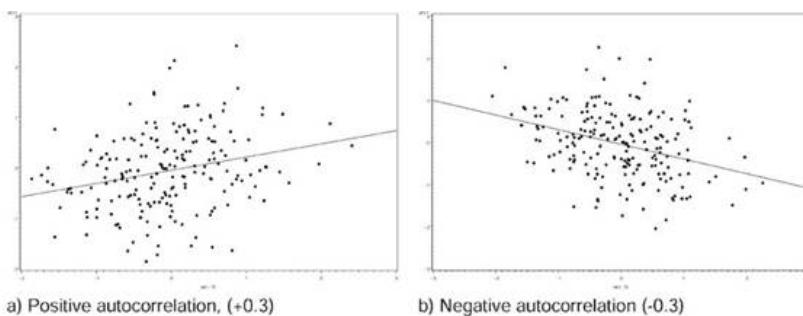
Autokorelacija, ili serijska korelacija, predstavlja zavisnost slučajne greške koja se odnosi na jednu opservaciju sa slučajnom greškom koja se odnosi na drugu opservaciju.

$$\text{cov}(u_i, u_j) \neq 0 \quad (3.16)$$

⁶Veza između zavisne i nezavisne promenljive ne predstavlja multikolinearnost

⁷engl. Variance Inflation Factor test. Procenat varijanse jedne nezavisne promenljive objasnjen varijansom ostalih nezavisnih promenljivih

⁸Ova vrednost se koristi najčešće, ali pošto ta granica varira, uzima se i vrednost $VIF > 4,5$



Slika 3.2: Pozitivna i negativna autokorelacija. Izvor: <https://ebrary.net/>

Prisustvo autokorelacije u linearnim panel modelima može da dovede do pristrasnosti slučajne greške i do smanjene efikasnosti. Uzroci pojave autokorelacije su: opservacije nastale u različitim periodima zavise jedna od druge, loša formulacija modela, izostavljena promenljiva (ako je u korelaciji tokom vremena onda je ona deo slučajne greške).

Otkrivanje njene postojanosti među podacima vrši se na osnovu testa, a najpoznatiji su *Durbin – Watson*, *Lagrange Multiplier* i *Box – Pierce test*.

3.4.4 Heteroskedastičnost

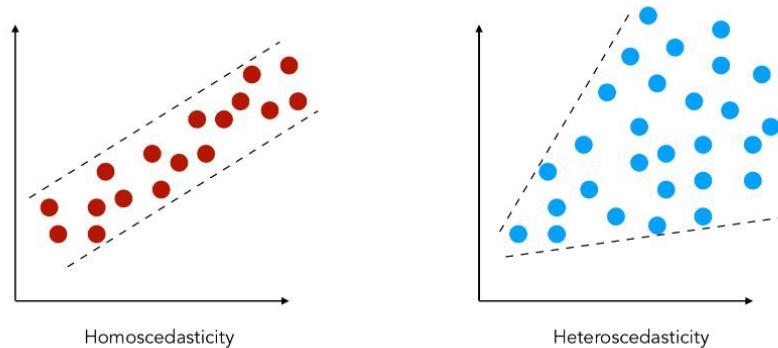
U regresionim modelima se polazi od pretpostavke da je model homoskedastičan⁹, sve slučajne greške su isto raspoređene za sve nezavisne promenljive. Varijansa slučajne greške može da bude i varijabilna, u toj situaciji je reč o heteroskedastičnosti¹⁰.

$$\text{Var}(u_i) = \sigma_{u_i}^2 \quad (3.17)$$

Ukoliko je slučajna greška heteroskedastična a vodi se pretpostavkom da je homoskedastična, ocjenjeni koeficijenti iz regresije će biti konzistentni ali ne i efikasni a standardna greška ovih koeficijenta će biti pristrasna i neobjektivna što predstavlja problem u analizi panel podataka.

⁹Model je homoskedastičan ako sve slučajne greške imaju istu varijansu

¹⁰hetero - različito, skedasis - raspršenost



Slika 3.3: Homoskedastičnost i heteroskedastičnost. Izvor: <https://medium.com/>

Uzroci pojave heteroskedastičnosti su ekstremne vrednosti (opservacije koje mnogo odstupaju), loše formiran model i asimetrija (nagib) distribucije, nekorektna transformacija podataka (ratio) i nekorektna funkcionalna forma (log - model). Testovi kojim se otkriva prisutnost heteroskedastičnosti a da su najčešće korišćeni su *Breusch – Pagan test* i *White – test*.

Kod *BP – testa* pažnja je usmerena na nezavisne promenljive koje i uzrokuju heteroskedastičnosti ali se moraju poznavati regresori koji razdvajaju set podataka što predstavlja nedostatak ovog testa, kao i moguće uključivanje više regresora. *White – test* predstavlja opšti test za ispitivanje postojanja heteroskedastičnosti, ali pruža mogućnost detektovanja nekih drugih grešaka vezanih za model.

Glava 4

Modeli potrošnje cigareta

4.1 Model 1

C.Y. Yeh i drugi su 2017. godine[7] istraživali uticaj porasta cene cigareta na potrošnju cigareta, prihod od oporezivanje duvana i smrtnе slučajeva uzrokovane pušenjem u 28 zemalja EU između 2005. i 2014. godine.

U modelu su korišćeni zaključci nekih ranijih istraživanja u kojima je razmatran uticaj raznih mera na potražnju za cigaretama. D. L. Levy i drugi su u svom radu istraživali efekat jedne od šest MPOWER kontrolnih politika (povećanje poreza na duvan, praćenje upotrebe duvana, tretmani za prestanak pušenja, stvaranje nepušačkog okruženja, zdravstvena upozorenja i zabrana reklamiranja, sponzorstva i promocije duvana), koje su predložene od strane Svetske zdravstvene organizacije, na smanjenje broja pušača i smrtnih slučajeva uzrokovanih duvanom u period od 2007. do 2010. godine.[8] L.Nguyen, G. Rosenqvist i M. Pekurinen su u svom radu izneli činjenicu da se potražnja za duvanom najbolje kontroliše cenom, tako da je konzumiranje duvana više zastupljeno u zemljama u kojima je cena duvana niža.[16] S. Ahmed i G. A. Franz u svom radu dolaze do zaključka da je povećanje poreza na duvan jedina kontrolna politika koja osim smanjenja potražnje za cigaretama, rezultira povećanjem prihoda od poreza i uštedom troškova medicinske zaštite.[5] B.I. Idris i drugi su istraživali uticaj geografskog položaja na potražnju za cigaretama i otkrili su da istočnoevropske zemlje (Slovenija, Rumunija i Slovačka), u kojima su cene niže nego u ostalim delovima Evrope, u ruralnim krajevima su naklonjeniji duvanu od urbanijih sredina, dok je u zapadnoevropskim zemljama (Nemačka, Švedska, Finska i Danska) obrnuto, ali se oni zbog nižeg ekonomskog statusa češće odlučuju za prestanak.[6] B.N. Huang i C.W. Yang su istražili potražnju za cigaretama u svim državama širom SAD i utvrdili da postoji granični prihod u potražnji za duvanom što ukazuje na različitost elastičnosti cena cigareta u zavisnosti od različitih graničnih prihoda.[15]

Visoki izdaci Evropske unije za lečenje bolesti, koje su posledica konzumiranja duvana, predstavljaju znatno opterećenje sistema javnog zdravlja, zbog čega je smanjenje konzumiranja duvana postala jedna od glavnih društvenih politika EU.

4.1.1 Prikaz matematičkog modela

U ovom modelu je potražnja za cigaretama konstruisana korišćenjem potrošnje cigareta kao zavisne promenljive i cene cigareta, BND, procenta stanovništva u ruralnim sredinama, najvećem broju primenjenih MPOWER politika i cene cigareta u zemljama Istočne Evrope kao nezavisnih promenljivih.

Opšti oblik strukturne funkcije potražnje za cigaretama u 28 zemalja EU je dat kao:

$$\ln \text{Potrosnja}_{it} = \beta_1 i + \beta_2 \ln \text{Cena}_{it} + \beta_3 \ln \text{BND}_{it} + \beta_4 \text{Rural}_{it} + \beta_5 \text{MP}_{it} + \beta_6 \ln \text{CenIE}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

gde je:

Potrosnja_{it} - potrošnja cigareta

Cena_{it} – cena cigareta

BND_{it} - bruto nacionalni dohodak po glavi stanovnika

Rural_{it} – procenat stanovništva u ruralnim sredinama

MP_{it} – najveći broj MPOWER politika koje su implementirane

CenIE_{it} - cena cigareta po cigaretu u Istočnoj Evropi

$i = 1, 2, \dots, 28$ – posmatrana država

t – vremenski trend

$\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ - udeo cene cigareta, prihoda, ruralnog stanovništva, MPOWER politika i cene cigareta u istočnoj Evropi, respektivno

ε_{it} – greške

$\beta_1 i$ - odsečak

Jednačina 4.1 je osnovni model loglinearne potražnje za stalnom elastičnošću. U cilju procene elastičnosti cene cigareta korišćen je BND kao granična promenljiva i granični regresioni model panel podataka od B.E. Hansen (1999).[14] Ako model sadrži tri nivoa BND uslovljena sa graničnim vrednostima (γ_1 i γ_2), onda jednačina 4.1 se može zapisati kao:

$$\begin{aligned}
 \ln Potrosnja_{it}^* = & \beta_{21} \ln Cena_{it}^*(BND \leq \gamma_1) + \beta_{22} \ln Cena_{it}^*(\gamma_1 < BND \leq \gamma_2) \\
 & + \beta_{23} \ln Cena_{it}^*(BND > \gamma_2) + \beta_{31} \ln BND_{it}^*(BND \leq \gamma_1) \\
 & + \beta_{32} \ln BND_{it}^*(\gamma_1 < BND \leq \gamma_2) + \beta_{33} \ln BND_{it}^*(BND > \gamma_2) \\
 & + \beta_4 Rural_{it}^* + \beta_5 MP_{it}^* + \beta_6 \ln CenaIE_{it}^* + \varepsilon_{it}^*
 \end{aligned} \tag{4.2}$$

gde je:

$$\begin{aligned}
 Potrosnja_i &= T^{-1}; \\
 Potrosnja_{it}^* &= Potrosnja_{it} - \overline{Potrosnja}_i; \\
 Cena_{it}^* &= Cena_{it} - \overline{Cena}_i; \\
 BND_{it}^* &= BND_{it} - \overline{BND}_i; \\
 Rural_{it}^* &= Rural_{it} - \overline{Rural}_i; \\
 CenaIE_{it}^* &= CenaIE_{it} - \overline{CenaIE}_i; \\
 \varepsilon_{it}^* &= \varepsilon_{it} - \overline{\varepsilon}_i
 \end{aligned}$$

a γ_1 i γ_2 su granične vrednosti koje kontrolisu BND_{it} . Da bi se procenila jednačina 4.2 koriste se obični najmanji kvadrati.

4.1.2 Podaci korišćeni u modelu

- Potrošnja cigareta je izračunata na osnovu godišnje potrošnje cigareta po glavi stanovnika starih 15 ili više godina
- Cena cigareta je merena indeksom potrošačkih cena
- Cena cigareta u istočnoevropskim zemljama (Estoniji, Letoniji, Litvanija, Poljska, Češka, Slovačka, Mađarska, Rumunija, Slovenija, Hrvatska i Bugarska) je uzeta kao prosečna kombinovana cena cigareta
- Bruto nacionalni dohodak po glavi stanovnika je izražen u američkim dolarima, podeljen je brojem sredovečne populacije i deflacijom indeksa potrošačkih cena
- Procenat stanovništvo iz ruralnih sredina: koristi se udeo stanovništva iz ruralnih sredina u ukupnom stanovništvu
- MPOWER kontrolne mere: koristi se najviši dostignut broj mera u periodu između 2007. i 2014. godine (2005, 2006. i 2015. godina nisu bile dostupne)
- Vreme je promenljiva koja određuje godinu, gde je 2005. prva godina, a deseta godina po redu je 2014.

4.1.3 Rezultati istraživanja

U ovom istraživanju je procenjena elastičnost cene, interval je negativan što ukazuje na to da je potražnja bila neelastična tokom perioda istraživanja. Promene nivoa BND su uticale na promenu elastičnosti cene cigareta. U ovom istraživanju su korišćena tri nivoa BND i došlo se do zaključka da zemlje sa nižim BND imaju veću elastičnost cene cigareta. Povećanje cena cigareta u zemljama Istočne Evrope je imalo negativan uticaj na potrošnju cigareta. Broj MPOWER kontrolnih politika je imao negativan, a život u ruralnim krajevima pozitivan statistički značajan uticaj na potrošnju cigareta. Povećanje cene cigareta za 10%, koje dovodi do povećanja prosečnog BND za oko 6,67%, bi najviše uticalo na smanjenje potražnje za cigaretama u zemljama sa najnižom cenom cigareta, dok bi u drugim zemljama efekat bio manji. Slično važi i za porast poreza, zemlje sa nižim BND su bile mnogo više pogodjene ovom kontrolnom merom nego bogatije zemlje. Znatnim povećanjem cena cigareta bi se jedino moglo uticati na smanjenje potrošnje, jer bi paralelan rast BND imao manji efekat. Povećanje prihoda od oporezivanja duvana može da se potroši na programe prevencije i kontrole bolesti koje su povezane sa cigaretama.

Nedozvoljena trgovina duvanskim proizvodima nije uključena u istraživanje jer po uzdani podaci nisu bili dostupni za sve zemlje. Podaci o potrošnji se odnose samo na fabrički napravljene cigarete, a motani duvan je sve popularniji u EU i utiče na ponašanje potrošača.

4.2 Model 2

M. Stoklosa i drugi su 2016. godine[19] istraživali uticaj poreza na elektronske cigarete u 6 zemalja EU (Estonija, Irska, Letonija, Litvanija, Švedska i Velika Britanija) na potrošnju cigareta u period između 2011. i 2014. godine i analizirali su efekat cene snusa na prodaju elektronskih cigareta u Švedskoj.

Elektronske cigarete su sve popularnije u zemljama EU, ali pitanje oporezivanja elektronskih cigareta još uvek nije razjašnjeno. Povećanje poreza na duvanske proizvode bi uticalo na povećanje cene cigareta, a samim tim bi moglo da podstakne potrošače na korišćenje elektronskih cigareta. Potražnja za elektronskim cigaretama je osetljivija na promene cene od potražnje za zapaljivim duvanom.

U Švedskoj se na tržištu pojavljuje duvan bez dima, snus, koji se promoviše kao proizvod smanjenog rizika i može da se koristi na mestima gde je upotreba cigareta zabranjena.[17]

4.2.1 Prikaz matematičkog modela

U ovom modelu su korišćeni podaci vremenskih serija za procenu efekta cene elektronskih cigareta na potražnju. Za kontrolu stabilnih karakteristika zemlje korišćeni su i modeli fiksnih efekata, kao što su društvena prihvatljivost duvana i nivo propisa o kontroli upotrebe duvana.

Osnovi model dat je sledećom jednačinom:

$$\ln ePotrosnja_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln eCena_{it} + \beta_2 Godina_{it} + \beta_3 Kvartal_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

gde su:

β_i - odsečak

α_0 - skup fiksnih konstanti

ε_{it} - greške

$ePotrosnja_{it}$ - potrošnja elektronskih cigareta (obim prodaje)

$eCena_{it}$ - prosečna cena elektronskih cigareta

$Godina_{it}$ - godina (vektor dihotomnih promenljivih)

$Kvartal_{it}$ - kvartal (vektor dihotomnih promenljivih)

β_1 - koeficijent cenovne elastičnosti potražnje elektronskih cigareta

β_2 - hvatanje vremenskog trenda

β_3 - hvatanje sezona u prodaji elektronskih cigareta

$i = 1, 2, \dots, 6$ - posmatrana država

t - vremenski trend

U drugom modelu specifikacije uključuje se inflacija prilagođena prosečnoj ceni redovnih cigareta kako bi se zabeležio unakrsni efekat elastičnosti cene redovnih cigareta i elektronskih cigareta. Obzirom da podaci o platama nisu bili dostupni za sve navedene zemlje, u trećem modelu specifikacije je uključena nezaposlenost kao promenljiva, da bi se zabeležio efekat ekonomskih uslova na kupovinu elektronskih cigareta. U četvrtom modelu su uključeni i cena cigareta i nezaposlenost. Specifikacije 5. do 8. obuhvataju i neke druge mere u cilju kontrole prodaje elektronskih cigareta

Procena se vršila i samo za Švedsku, u kojoj pored cene redovnih i elektronskih cigareta, model zavisi i od snusa koji ima efekat na prodaju elektronskih cigareta.

4.2.2 Podaci korišćeni u modelu

Podaci su prikupljeni iz Nilsen kompanije koja ima pristup elektronskim skenerima u prodajnim objektima (supermarket, hipermarketi, razne prodavnice i pumpe) i zbog toga je dostupna velika količina informacija o prodaji zapaljivog duvana. Nilsen kompanija ima slabiji uvid u prodaju elektronskih cigareta jer se distribucija češće vrši putem online i vape prodavnica.

- Cena elektronskih cigareta: izvedena je prosečna cena proizvoda za određenu zemlju u datom periodu u evrima, koristeći indekse potrošačkih cena (korigovane inflacijom)

$$\frac{\text{Prihod od prodaje}}{\text{Broj prodatih artikala}} \quad (4.4)$$

- Vreme je promenljiva koja se odnosi na četvoronedeljni period
- Godina: 2011, 2012, 2013. i 2014.

4.2.3 Rezultati istraživanja

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da potražnja za elektronskim cigaretama zнатно zavisi od cene, što sugerise da će porez na elektronske cigarete imati velik uticaj na upotrebu istih, kao i da povećanje cene redovnih cigareta uzrokuje povećanje prodaje elektronskih cigareta, koje se smatraju zamenom. Specifikacija modela koji obuhvata i nezaposlenost predviđa da povećanje stope nezaposlenosti za 1% rezultira padom prodaje elektronskih cigareta od 0,16%. Rezultati svih specifikacija modela pokazuju da je 2013. godina bila značajno povezana sa povećanjem tržišta elektronskih cigareta.

Model za Švedsku je takođe potvrdio da se prodaja elektronskih cigareta smanjuje porastom cene, a da raste porastom cena redovnih cigareta. Dugoročno, cene snusa su takođe pozitivno povezane sa prodajom elektronskih cigareta, što sugerise da su snus i elektronske cigarete zamena. Efekat cena snusa na prodaju elektronskih cigareta je jači od efekta koji ostavlja cena redovnih cigareta.

4.3 Model 3

Upotreba duvana je štetna po zdravlju i prvi uzrok uranjene smrti i raznih bolesti, koje su veliko finansijsko opterećenje nacije. A. Yurekli i P. Zhang su 2000. godine[21] istraživali uticaj zakona o zabrani pušenja u zatvorenom prostoru na potrošnju stanov-

ništva i proceni gubitka prihoda od poreza pripisanog švercu u 50 država i administrativnom centru Kolumbija u SAD – u od 1970. do 1995. godine, i došli su do zaključaka da zakoni protiv upotrebe cigareta imaju značajan negativan uticaj na potrošnju.

Države su počele da uvode akcize kako bi redukovale potrošnju cigareta, što je rezultiralo gubitkom prihoda od poreza za države sa viskim porezima. Zbog visokih cena cigareta uzrokovanih porezima na cigarete, ljudi se odlučuju za neobavezu kupovinu cigareta iz susednih država sa nižim porezima ili organizovani šverci cigareta iz država sa niskim porezima (Kentaki, Virdžinija, Severna Karolina).

4.3.1 Prikaz matematičkog modela

Pretpostavke modela:

1. Korišćeni su ažurirani podaci za SAD – u period od 26 godina
2. Indeks zakona o zabrani pušenja u zatvorenom prostoru će imati značaj na ponašanje potrošača
3. Zakon o zabrani pušenja ima postepen uticaj na potrošače
4. Procenjeni su gubici državnih prihoda kroz krijumčarenje

Jednačina potrošnje cigareta data je sledećom formulom:

$$Potrosnja_{it} = \beta_0 + \beta_1 Cena_{it} + \beta_2 Dohodak_{it} + \beta_3 Zakoni_{it} + \beta_4 Sverci_{it} + \beta_5 Ostalo_{it} + \epsilon_{it} \quad (4.5)$$

gde je:

Potrosnja_{it} - potrošnja cigareta po glavi stanovnika

Cena_{it} - cena cigareta

Dohodak_{it} - raspoloživi dohodak po glavi stanovnika

Zakoni_{it} - indeks koji meri zakone o zabrani pušenja u zatvorenom prostoru

Sverci_{it} - vektor koji predstavlja krijumčarenje na duge i kratke relacije

Ostalo_{it} - vektor drugih nezavisnih promenljivih

i - država

t - godina

β_0 - odsečak

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ - deo cene cigareta, dohotka, zakona, šverca i ostalih nezavisnih promenljivih, respektivno

4.3.2 Podaci korišćeni u modelu

- Potrošnja cigareta: meri se porezom od prodaje cigareta
- Cena cigareta: prosečna cena po glavi stanovnika premijum brenda uključujući sve poreze
- Prihod po glavi stanovnika
- Promenljiva indeks je kreirana tako što su uzete u obzir dve varijante zabrane pušenja u zatvorenom prostoru, jedna u kojoj je pušenje potpuno zabranjeno i druga u kojoj postoje delovi prostorija u kojima je pušenje dozvoljeno i data je sledećom formulom:

$$Zakoni_k = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 \left(1 - \frac{1}{t+1}\right)^{\alpha_i \times \omega_j} \quad (4.6)$$

t - broj godina od donošenja zakona

k - država

α - težina koja se koristi za predviđanje vremena provedenog na mestima na kojima je zabranjeno pušenje

$i = 1$ - državna i privatna radna mesta

$i = 2$ - prehrambene prodavnice, restorani i zdravstvene ustanove

$i = 3$ - druga javna mesta

ω - težina koja se koristi za prilagođavanje restrikciji zakona

$j = 1$ - zakon zahteva 100% pridržavanja

$j = 2$ - zakon dozvoljava pušenje u ograničenom prostoru

- Promenljive krijumčarenja na kratke relacije, na osnovu Backer i drugi[9] i Chaloupka i Saffer[11], su kreirane na sledeći način:

1. Krijumčarenje cigareta u državu i iz susednih zemalja sa nižim porezom

$$KSverc_i = \sum_j K_{ij} (Cena_i - Cena_j) \quad (4.7)$$

$KSverc_i$ - indeks koji predstavlja krijumčarenje cigareta iz države sa nižom cenom cigareta j u susedne države sa višom cenom cigareta i

K_{ij} - udeo stanovništva zemlje sa višom cenom i koji žive 20 milja od zemlje sa nižom cenom cigareta j

$Cena_i$ - cena cigareta u zemlji sa višom cenom

$Cena_j$ - cena cigareta u zemlji sa nižom cenom

2. Krijumčarenje cigareta iz države sa nižom cenom cigareta i u susednu državu sa višom cenom cigareta j

$$KSverc_i = \sum_j K_{ji} (Cena_i - Cena_j) \frac{POP_j}{POP_i} \quad (4.8)$$

$KSverc_i$ - indeks koji predstavlja krijumčarenje cigareta iz države sa nižom cenom cigareta i u susedne države sa višom cenom cigareta j

K_{ji} - deo stanovništva zemlje sa nižom cenom cigareta i koji žive 20 milja od zemlje sa višom cenom cigareta j

POP_i, POP_j - ukupno stanovništvo zemlje sa niskom i visokom cenom cigareta, respektivno

- Promenljive za krijumčarenje na daljinu:

1. Zemlje s visokim cenama cigareta i krijumčare iz Kentakija

$$DSverc_i = Cena_i - Cena_K \quad (4.9)$$

$Cena_i$ - cena cigareta u zemlji u koju se krijumčari

$Cena_K$ - cena cigareta u Kentakiju

Zemle s visokim cenama cigareta i krijumčare iz Virdžinije i Severne Karoline

$$DSverc_i = TB_{SK}(Cena_i - Cena_{SK}) + TB_V(Cena_i - Cena_V) \quad (4.10)$$

$Cena_{SK}$ - cena cigareta u Severnoj Karolini

$Cena_V$ - cena cigareta u Virdžiniji

$$TB_{SK} = \frac{\text{Bruto državna proizvodnja Severne Karoline}}{\text{Ukupna bruto državna proizvodnja Severne Karoline i Virdžinije}} \quad (4.11)$$

$$TB_V = \frac{\text{Bruto državna proizvodnja Virdžinije}}{\text{Ukupna bruto državna proizvodnja Severne Karoline i Virdžinije}} \quad (4.12)$$

2. Kentaki krijumčari u zemlje sa višim cenama cigareta j

$$DSverc_K = \sum_j (Cena_K - Cena_j) \frac{POP_j}{POP_K} \quad (4.13)$$

K - Kentaki

j - zemlja u koju krijumčari

POP - veličina populacije

Virdžinija i Severna Karolina krijumčare u zemlje sa višim cenama cigareta j

$$DSverc_i = \sum_j TB_i (Cena_i - Cena_j) \frac{POP_j}{POP_i} \quad (4.14)$$

i - Severna Karolina, Virdžinija

j - zemlje u koje se krijumčari

- Ostalo: religija, godine, pol, rasa, obrazovanje, nezaposlenost, prihodi od turizma

4.3.3 Rezultati istraživanja

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da zakoni o zabrani pušenja u zatvorenom prostoru i krujumčarenju na kraće ili duže razdaljine imaju negativan uticaj na potrošnju cigareta. Krijumčarenje na kratke razdaljine nije toliko značajan izvor gubitka prihoda u poređenju sa gubitkom prihoda od krijumčarenja na daljinu.

Obrazovani ljudi manje konzumiraju cigareta, belci konzumiraju cigarete u znatno većoj meri od ostalih rasa. Neke religije zabranjuju upotrebu cigareta što znatno utiče na potrošnju u zemljama u kojima su takve religije više zastupljene. Niski prihodi po glavi stanovnika ukazuju na smanjenu potrošnju. Stopa nezaposlenosti bi trebala da poveća stres i smanji potrošnju cigareta, ali nije baš dobar pokazatelj jer povećanje stresa može i da uzrokuje poveće potrošnje cigareta.

Glava 5

Metodologija istraživanja i rezultati

Više od milijardu ljudi konzumira cigarete bez obzira na to što nekoliko hiljada ljudi dnevno umre od posledica duvana. Velika većina pušača živi u zemljama nižih prihoda. Srbija je zemlja koja se nalazi baš u toj situaciji, mnogi su pušači a najveći deo njih ima mala primanja ili su nezaposleni.

Pojavljuju se mnoga istraživanja na temu kontrole potrošnje cigareta jer je u opštem interesu da se potrošnja smanji. U istraživanjima su korišćeni razni modeli, ispitivani su uticaji raznih faktora na potrošnju cigareta, među kojima se cena pokazala kao najefikasnija. Istraživanja su takođe pokazala da geografski položaj utiče na potrošnju, u istočnoevropskim zemljama je za razliku od zapadnoevropskih zemalja potrošnja cigareta rasprostranjenija, što važi i za ruralne sredine u odnosu na urbane. Poznato je da su u ruralnim krajevima stanovnici nižeg socijalnog i ekonomskog statusa pa su i osetljiviji na promene cene, dok niža cena u istočnoevropskim zemljama podstiče šverc.

Cilj istraživanja je da se analizira potrošnja cigareta u zavisnosti od najuticajnijih faktora na potrošnju.

5.1 Osnovne informacije o korišćenim podacima

U ovom poglavlju je analiziran model potrošnje cigareta na osnovu panel podataka 28 država EU i Srbije za period od 16 godina, koristeći softverski program Rstudio. Posmatrana je jedna zavisna i četiri nezavisne promenljive.

Kao zavisna poromenljiva u modelu je korišćena potrošnja cigareta, koja predstavlja prosečnu dnevnu potrošnju po pušaču u toku jedne posmatrane godine. Iz baze podataka OWID [2] preuzeti su podaci o potrošnji za period od 2005. do 2012. godine, dok su

podaci za preostalih osam godina prognozirani eksponencijalnim trendom.

Za opisivanje modela potrošnje cigareta korišćene su sledeće nezavisne promenljive:

1. Cena cigareta – cena cigareta je predstavljena indeksom potrošačkih cena gde je za baznu godinu uzeta 2010. godina (Cena=100), preuzeto iz baze podataka UNECE [3] za svih 16 godina.
2. Bruto nacionalni dohodak – ovaj pokazatelj predstavlja ukupnu vrednost koja se proizvede unutar zemlje, koja se sastoji od bruto domaćeg proizvoda (BDP) i faktorskih usluga pruženih inostranstvu (dividende, kamate). Temelji se na vlasništvu, prizvode je svi građani. Bruto nacionalni dohodak je prikazan po glavi stanovnika u okviru jedne godine. Podaci o ovoj promenljivoj preuzeti su iz baze podataka Svetske banke [1], s tim da su podaci za neke države (Austrija, Belgija, Kipar, Estonija, Grčka, Francuska, Mađarska, Letonija, Litvanija, Luksemburg, Holandija, Slovenija, Španija i Velika Britanija) u 2020. godini nedostajali. Podaci koji su nedostajali su predviđeni linearnim trendom.
3. Cena cigareta u zemljama Istočne Evrope – predstavljena je cenom za 20 cigareta najprodavanijeg brenda u svakoj državi Istočne Evrope (Bugarska, Češka, Grčka, Hrvatska, Estonija, Litvanija, Letonija, Mađarska, Poljska, Rumunija, Slovačka, Slovenija, Srbija) po godini. Podaci su preuzeti iz baze podataka Svetske zdravstvene organizacije [4]. Podaci koji su nedostajali su predviđeni linearnim trendom.
4. Procenat stanovništva u ruralnim krajevima – Predstavlja odnos razlike ukupnog i stanovništva iz urbanih sredina u odnosu na ukupno stanovništvo. Podaci su preuzeti iz baze podataka Svetske banke [1].

Zbog bolje preglednosti, promenljive u modelu biće prikazane oznakama navedenim u tabeli 5.1

Tabela 5.1: Pregled promenljivih koje su uključene u regresionoj analizi panel podataka

Promenljive	Oznaka	Tip promenljive
Potrošnja cigareta po glavi stanovnika	Potrošnja	Zavisna
Indeks potrošačkih cena	Cena	Nezavisna
Bruto nacionalni dohodak	BND	Nezavisna
Cena cigareta u Istočnoj Evropi	CenaIE	Nezavisna
Procenat stanovništva u ruralnim krajevima	Rural	Nezavisna

U modelu će biti korišćeni logaritmi svih promenljivih izuzev procenta stanovništva u ruralnim krajevima, tj koristi se log - linearni model, kako bi se postigla stacionarnost

panel podataka.

Nakon definisanja zavisne i nezavisnih promenljivih, neophodno je definisati jedinice posmatranja i vremensku seriju u okviru koje će se prethodno pomenute promenljive razmatrati.

Za jedinice posmatranja uzeto je 28 zemalja Evropske Unije (Austrija, Bugarska, Belgija, Kipar, Hrvatska, Češka, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Grčka, Nemačka, Mađarska, Irska, Italija, Latvija, Litvanija, Luksemburg, Malta, Holandija, Poljska, Portugalija, Rumunija, Slovenija, Slovačka, Španija, Švedska, Velika Britanija) i Srbija. Vremenska serija koja je uzeta u razmatranje je period od 2005. do 2020. godine

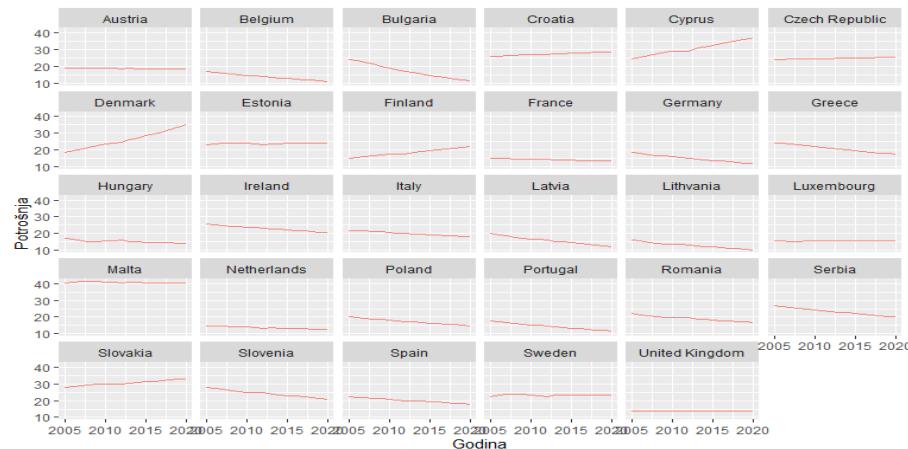
Osnovne karakteristike promenljivih – srednja vrednost, standardna devijacija, maksimalna, minimalna vrednost i medijana dobijaju se iz deskriptivne statistike. Pregled tih podataka dat je u tabeli 5.2.

Tabela 5.2: Deskriptivna statistika podataka

	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Maksimum	Medijana	Minimum
Potrošnja	20,51	6,616	41,4	19,3	10,31
Cena	103,7	10,477	146,3	105,2	65,2
BND	30426	18200,76	88000	24739	3800
CenaIE	2,581	12,312	4,875	2,56	0,032
Rural	27,848	12,799	48,467	29,531	1,921

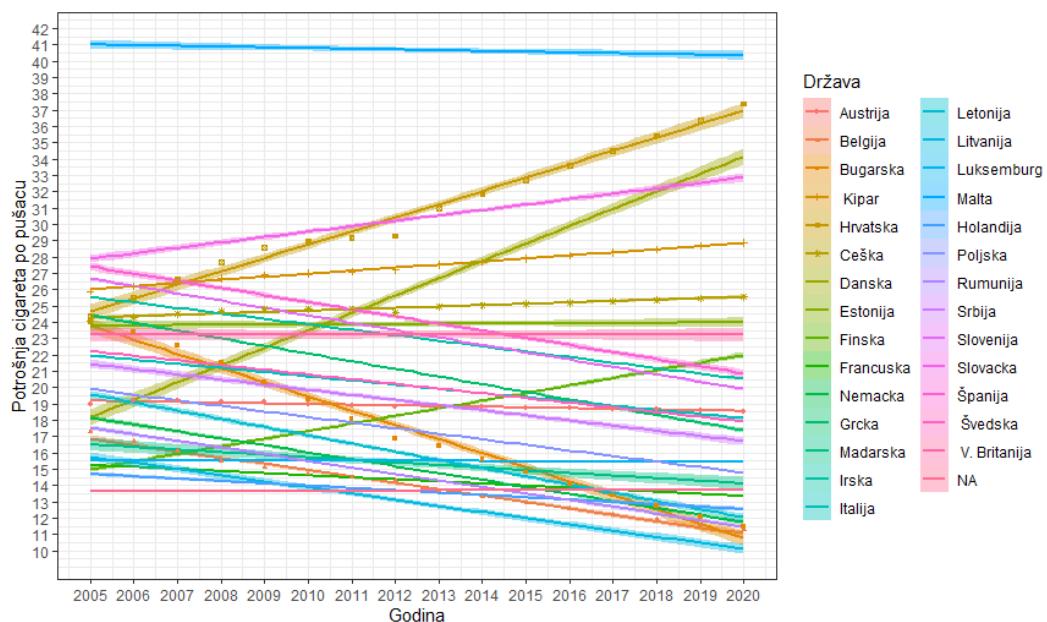
Prosečna potrošnja po pušaču iznosi 20,51 cigaretu dnevno, dok je najveća potrošnja od 41,4 cigarete dnevno evidentirana na Malti 2008. godine, a najmanja 10,31 cigareta u Litvaniji 2020. godine (podatak prognoziran eksponencijalnim trendom).

Slika 5.1 prikazuje krive potrošnje cigareta za svaku državu pojedinačno, što omogućava veću preglednost. Može da se primeti da postoje države u kojima nije došlo do značajne promene u potrošnji cigareta za ovih 16 godina (Švedska, Velika Britanija, Luksemburg, Malta, Holandija, Francuska, Mađarska, Austrija, Hrvatska, Češka, Estonija), kao i one u kojima je došlo do porasta (Slovačka, Finska, Kipar, Danska) ili pada (Slovenija, Španija, Litvanija, Poljska, Portugal, Rumunija, Srbija, Nemačka, Grčka, Irska, Italija, Letonija, Belgija, Bugarska). Najveći porast zabeležen je u Danskoj i Kipru, dok je najveći pad potrošnje zabeležen u Srbiji i Bugarskoj.



Slika 5.1: Potrošnja cigareta kroz posmatrani period

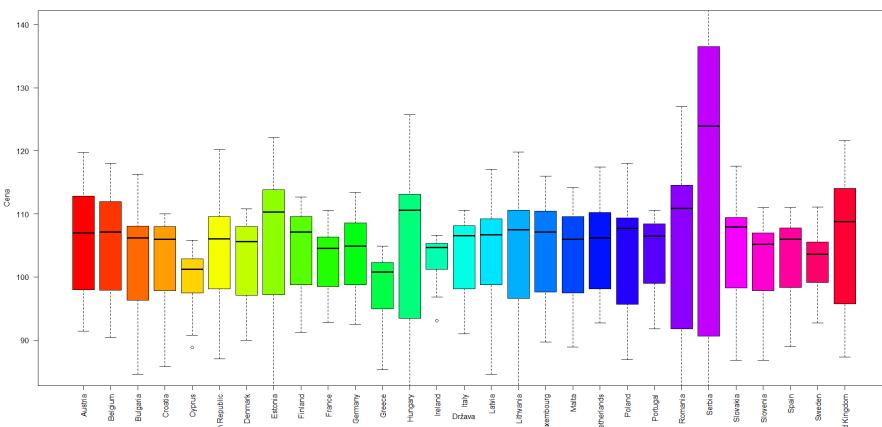
Slika 5.2 daje prikaz potrošnje cigareta linearnom regresijom za sve države istovremeno. Plava prava, koja značajno odstupa od svih ostalih, predstavlja potrošnju cigareta u Malti, gde je i dostignuta maksimalna potrošnja.



Slika 5.2: Potrošnja cigareta za svaku državu kroz posmatrani period

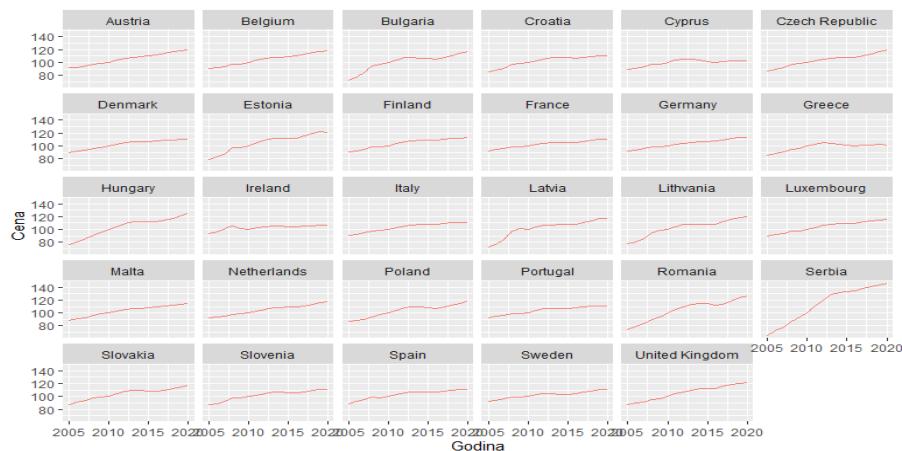
Na slici 5.3 je prikazan raspon cena za svaku državu u posmatranom periodu. Interesantno je to da su i minimalna i maksimalna cena zabeležene u Srbiji, minimalna na početku istraživačkog perioda, a maksimalna na kraju, što je na plotu i prikazano kao

država sa najvećim rasponom. Na slici 5.4 je prikazano kretanje cena kroz posmatrani period za svaku državu pojedinačno. Može da se primeti da se u zemljama Istočne Evrope desila velika promena u ceni za razliku od ostalih evropskih zemalja. Od istočnoevropskih zemalja najmanja promena u ceni zabeležena je u Hrvatskoj što se i očekivalo na osnovu podatka da je potrošnja ostala skoro nepromenjena za 16 godina. U Srbiji je zabeležen najveći porast cena, a i potrošnja je značajno opala.

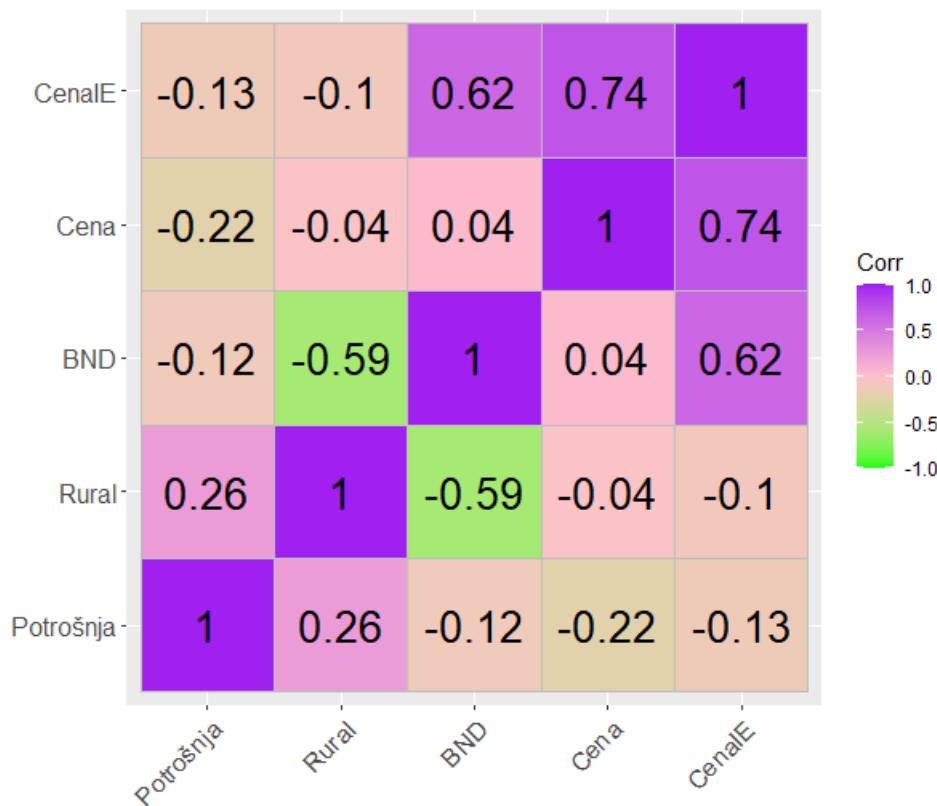


Slika 5.3: Raspon cena 2005 - 2020.

Neophodno je utvrditi da li postoji povezanost između promenljivih, a to se utvrđuje testom korelacije. Za utvrđivanje koeficijenta korelacije između parova promenljivih korišćen je Spearman koeficijent korelacije.



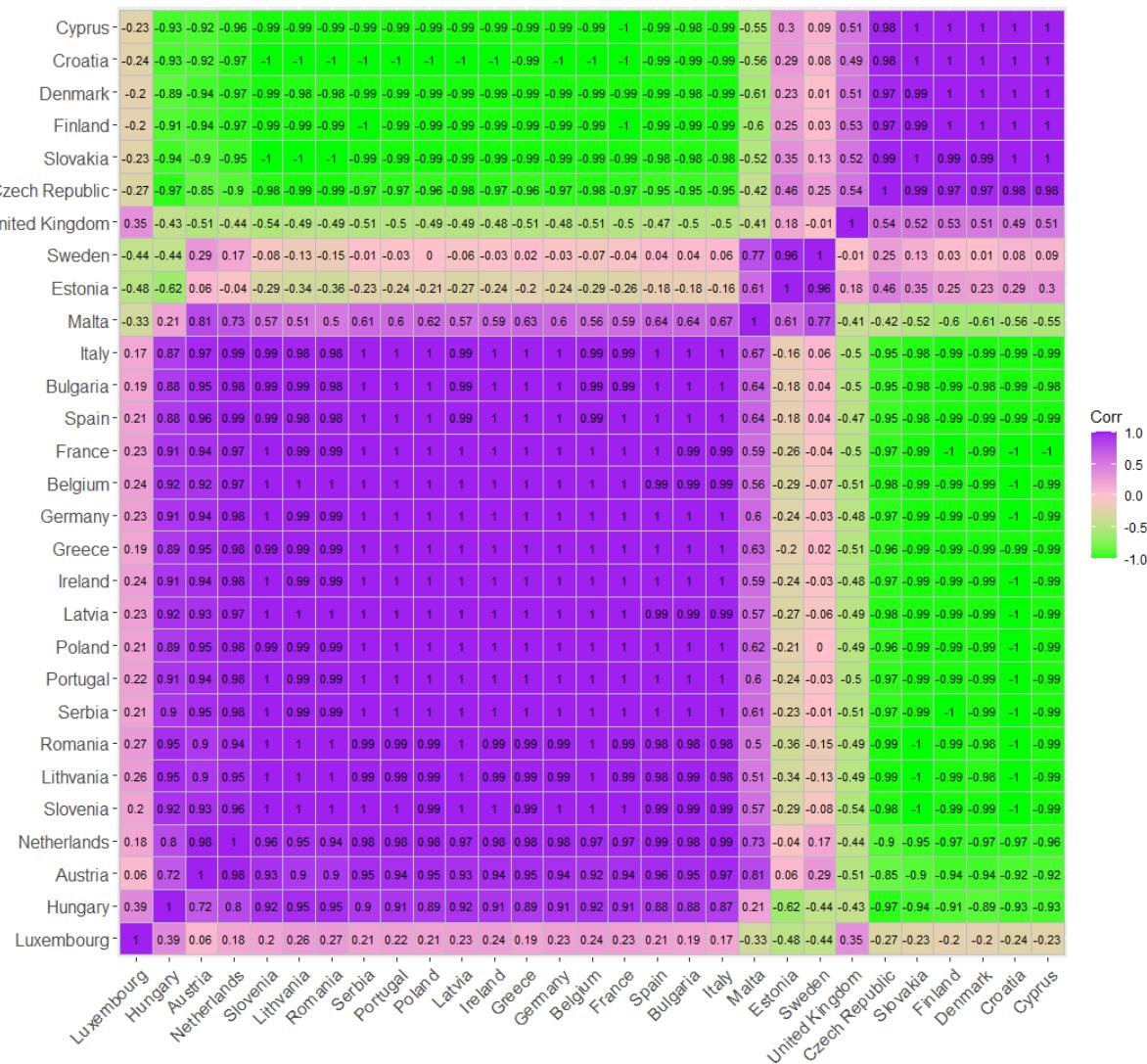
Slika 5.4: Cene cigareta kroz posmatrani period



Slika 5.5: Korelaciona matrica

Na slici 5.5 je prikazana matrica korelacije promenljivih, na kojoj ljubičasta boja predstavlja izrazito visok nivo pozitivne korelacije, dok zelena boja predstavlja jako nisku negativnu korelaciju. Rezultati testa ukazuju na visoku pozitivnu korelaciju između cene cigareta u Istočnoj Evropi i cene cigareta, srednju pozitivnu korelaciju između cene cigareta u Istočnoj Evropi i BND, srednju negativnu korelaciju između BND i procenta stanovništva u ruralnim sredinama. Najveću povezanost sa potrošnjom cigareta imaju cena cigareta (negativna korelacija koja ukazuje da potrošnja opada porastom cene) i stopa stanovništva u ruralnim sredinama (pozitivna korelacija koja ukazuje da potrošnja raste sa porastom procenta stanovništva u ruralnim sredinama).

Ispitivanjem zavisnosti potrošnje cigareta među državama može se primetiti da postoji ili izrazito jaka pozitivna ili izrazito jaka negativna korelisanost, što se moglo zaključiti i iz slike 5.1 na kojoj je prikazana potrošnja za svaku državu pojedinačno. To bi značilo da se potrošnja kreće ili u istom ili u suprotnom smeru za sve zemlje. Izuzetak su Velika Britanija, Malta, Estonija, Švedska i Luksemburg, koje imaju srednju pozitivnu/negativnu do nisku korelisanost sa ostalim državama. Matrica korelacijske matrice je na slici 5.6.



Slika 5.6: Zavisnost potrošnje cigareta među državama

5.2 Konstrukcija modela

U ovom delu se formira model panel podataka za 29 zemalja i period od 16 godina, što čini ukupno 464 observacije. Model je dat jednačinom

$$\ln Potrosnja_{it} = \beta_1 i + \beta_2 \ln Cena_{it} + \beta_3 \ln BND_{it} + \beta_4 Rural_{it} + \beta_5 \ln CenaIE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

gde je:

$Potrosnja_{it}$ - prosečna potrošnja cigareta po pušaču na dnevnom nivou u državi i i godini t

$Cena_{it}$ - cena cigareta po kutiji (20 komada) u državi i i godini t

BND_{it} - bruto nacionalni dohodak po glavi stanovnika u državi i i godini t

$Rural_{it}$ - procenat stanovništva u ruralnim sredinama u državi i i godini t

$CenaIE_{it}$ - cena cigareta po kutiji (20 komada) u zemljama Istočne Evrope u državi i i godini t

$i = 1, 2, \dots, 29$ – posmatrana država

t – posmatrana godina

$\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$, - deo cene cigareta, BND - a, ruralnog stanovništva, i cene cigareta u Istočnoj Evropi, respektivno

ε_{it} – greške

β_{1i} - odsečak

Prvo su proverene vrednosti VIF testa za svaku nezavisnu promenljivu i rezultati su dati u tabeli 5.3

Tabela 5.3: VIF test

	VIF vrednost
InCena	1,8235
InBND	1,7995
Rural	1,0547
InCenaIE	2,9115

Iz tabele 5.3 uočavamo da nijedna vrednost VIF testa nije veća od 4,5 (granica korišćena u ovom radu), što znači da ne postoji multikolinearnost između nezavisnih promenljivih, tj. da se vrednosti jedne promenljive ne mogu predvideti nekom drugom promenljivom iz modela.

Zatim je ispitana stacionarnost promenljivih Levih Lin Chu testom, koji proverava prisutnost jediničnih korena u panel podacima. Ako panel podaci imaju jedinične korene, onda se prihvata nulta hipoteza kojom se pretpostavlja da podaci nisu stacionarni, u suprotno se odbaciju zbog stacionarnosti nekih podataka. Rezultati ovog testa dati su u tabeli 5.4

Tabela 5.4: Levin Lin Chu test

	p - vrednost
lnPotrosnja	0,000
lnCena	0,000
lnBND	0,000
Rural	0,001

Rezultati iz tabele 5.4 nam pokazuju da nijedna promenljiva ne sadrži jedinične korene (p - vrednost je blizu nule), pa se prihvata alternativna hipoteza tj. sve promenljive sadrže stacionarne podatke.

Da bi se ocenio model panel podataka, neophodno je napraviti adekvatan izbor modela. Za izbor modela biće korišćeni testovi navedeni u teoriji o panel podacima: *Hausman test*, *Breusch – Pagan LM test* i *Fisher test*.

Kako bi se ocenio uticaj nezavnisnih promenljivih na zavisnu promenljivu primenjena su tri modela, takođe pomenuta u teorijskom delu o panel podacima:

1. Model običnih najmanjih kvadrata
2. Model fiksnih efekata
3. Model slučajnih efekata

5.3 Odabir modela i prikaz rezultata

5.3.1 OLS model

OLS model je višestruki regresioni model gde su parametri modela ocenjeni preko modela najmanjih kvadrata.

U tabeli 5.5 je dat pregled rezultata regresione analize na osnovu modela 5.1 ocenjenog OLS modelom

Tabela 5.5: Prikaz modela 5.1 ocjenjenog OLS modelom

	Ocena	Standardne greške	T - statistika	p - vrednost
Odsečak	1,7478	0,9469	1,8458	0,066
Cena	-0,2654	0,1663	-1,5963	0,112
BND	0,2117	0,0523	4,0512	0,000
Rural	0,016	0,0022	7,1077	0,000
CenaIE	-0,1224	0,0528	-2,3173	0,022

	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati	F - test	p - vrednost
Regresija	4,593	4	1,14825	21,1376	0,000
Greška	10,157	187	0,0543		
Ukupno	14,75	191			

$$R^2 = 0,31136$$

$$\bar{R}^2 = 0,29663$$

R^2 predstavlja relativnu meru fitovanja podataka tj. procenat objašnjjenja varijanse. Obzirom da je $R^2 = 0,31136$ može se reći da je oko 31% varijanse promene potrošnje cigareta može objasniti preko varijansi datih nezavisnih promenljivih. F - test govori da li je regresioni model dobar za ove vrednosti. Iz tabele se vidi da je $F(4, 187) = 21,1376$, pa se može zaključiti da je regresioni model dobar.

Nakon analize celokupnog modela, neophodno je analizirati model po promenljivima. Iz tabele se vidi da cena i cena u zemljama Istočne Evrope imaju negativan predznak, što je i očekivano jer porast ovih pokazatelja utiče na smanjenje potrošnje cigareta, i obrnuto. Dalje može da se vidi da procenat stanovništva u ruralnim sredinama i BND imaju pozitivan koeficijent, iz čega se zaključuje da porastom (smanjenjem) ove dve nezavisne promenljive dolazi i do rasta (smanjenja) zavisne promenljive. Neophodno je i da se proveri značajnost svake nezavisne promenljive iz modela, jer svaka promenljiva koja ima koeficijent statistički značajno različit od nule je neophodna u istraživanju. Posmatrajući rezultate testa, zaključuje se da cena nije statistički značajna promenljiva obzirom da je njena p – vrednost veća od 0,05. Novi model se kreiran izbacivanjem te promenljive, i tako se dobije jednačina 5.2

$$\ln \text{Potrosnja}_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln \text{BND}_{it} + \beta_3 \ln \text{Rural}_{it} + \beta_4 \ln \text{CenaIE}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

U tabeli 5.6 je dat pregled rezultata regresione analize na osnovu modela 5.2 ocjenjenog OLS modelom

Tabela 5.6: Prikaz modela 5.2 ocjenjenog OLS modelom

	Ocena	Standardne greške	T - statistika	p - vrednost
Odsečak	0,4305	0,4663	0,9232	0,357
BND	0,2277	0,0515	4,220	0,000
Rural	0,0155	0,0022	6,9194	0,000
CenaIE	-0,1751	0,0414	-4,2298	0,000
	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati	F - test
Regresija	4,454	3	1,4847	27,1108
Greška	10,296	188	0,0548	
Ukupno	14,75	191		

$R^2 = 0,30198$
 $\bar{R}^2 = 0,29084$

Iz novih rezultata $F(3, 188) = 27,1108$ se može zaključiti da je i ovaj model dobar, da se izbacivanjem jedne nezavisne promenljive (*Cena*) poboljšala statistička značajnost zavisne promenljive. Obzirom da se smanjio broj promenljivih opao je i R^2 .

5.3.2 Model fiksnih efekata

Rezultati regresione analize dobijeni modelom fiksnih efekata su dati u tabeli 5.7

Tabela 5.7: Prikaz modela 5.1 ocjenjenog modelom fiksnih efekata

	Ocena	Standardne greške	T - statistika	p - vrednost
Cena	0,0694	0,1266	0,5483	0,584
BND	-0,2828	0,0499	-5,6682	0,000
Rural	0,0496	0,0073	6,8003	0,000
CenaIE	-0,0146	0,0285	-0,5133	0,608
	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati	F - test
Regresija	1,19257	4	0,2981	58,1483
Greška	0,90243	176	0,00513	
Ukupno	2,095	180		

$R^2 = 0,56925$
 $\bar{R}^2 = 0,53254$

Iz $F(4, 176) = 58,1483$ se zaključuje da je model dobar. $R^2 = 0,56925$ govori da se oko 57% varijanse potrošnje cigareta može objasniti preko varijansi datih nezavisnih

promenljivih. Ovaj model bolje objašnjava zavisnu promenljivu. Procenat stanovništva iz ruralnih sredina i BND imaju koeficijent statistički značajno različit od nule. Sledeći korak je izbaciti promenljive koje nisu statistički značajno različite od nule, cena i cena u zemljama Istočne Evrope, i tako se dobije jednačina

$$\ln Potrosnja_{it} = \beta_1 i + \beta_2 \ln BND_{it} + \beta_3 Rural_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

U tabeli 5.8 je dat pregled rezultata regresione analize na osnovu modela 5.3 ocenjenog modelom fiksnih efekata

Tabela 5.8: Prikaz modela 5.3 ocenjenog modelom fiksnih efekata

	Ocena	Standardne greške	T - statistika	p - vrednost
BND	-0,2169	0,0279	-7,8334	0,000
Rural	0,0319	0,0034	9,3536	0,000
	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati	F - test
Regresija	1,2891	2	0,64455	90,131
Greška	3,0964	433	0,00715	
Ukupno	4,3855	435		

$$R^2 = 0,29394$$

$$\bar{R}^2 = 0,24502$$

Na osnovu $F(2, 433) = 90,131$ se zaključuje da je model dobar. R^2 se mnogo smanjio, što je posledica izbacivanja dve promenljive.

5.3.3 Model slučajnih efekata

U tabeli 5.9 je dat pregleda rezultata regresione analize modela 5.1 ocenjenog modelom slučajnih efekata

Tabela 5.9: Prikaz modela 5.1 ocenjenog modelom slučajnih efekata

	Ocena	Standardne greške	Z - statistika	p - vrednost
Odsečak	4,2341	0,5516	7,6759	0,000
Cena	-0,0797	0,1214	-0,6563	0,512
BND	-0,2362	0,0489	-4,8253	0,000
Rural	0,0368	0,006	6,1720	0,000
CenaIE	0,0011	0,0286	0,0368	0,971

$$R^2 = 0,531$$

$$\bar{R}^2 = 0,52097$$

$\chi^2 = 211,723 (p = 0,000)$ pokazuje da je model dobar. $R^2 = 0,531$, govori da je oko 53% varijanse potrošnje cigareta objašnjeno preko varijansi ovih promenljivih. Promenljive cena i cena u zemljama Istočne Evrope nisu statistički značajne, a preostale dve jesu na nivou poverenja 95%. Izbacuju se statistički neznačajne promenljive kako bi model sadržao samo statistički značajne promenljive, pa je jednačina modela 5.4

$$\ln Potrosnja_{it} = \beta_1 i + \beta_2 \ln BND_{it} + \beta_3 Rural_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.4)$$

U tabeli 5.10 je dat pregled rezultata regresione analize na osnovu modela 5.4 ocenjenog modelom slučajnih efekata

Tabela 5.10: Prikaz modela 5.4 ocenjenog modelom slučajnih efekata

	Ocena	Standardne greške	Z - statistika	p - vrednost
Odsečak	4,3903	0,3166	13,8669	0,000
BND	-0,1938	0,0279	-6,9497	0,000
Rural	0,0195	0,0029	6,8173	0,000

$R^2 = 0,21428$
 $\bar{R}^2 = 0,21087$

$\chi^2(2) = 125,722 (p = 0,000)$ Ovaj podatak pokazuje da je model dobar. $R^2 = 0,21428$ je znatno niži, zbog isključenja dve promenljive. Sve promenljive su statistički značajno različite od nule na nivou 95%. BND ima negativan predznak, njegov porast rezultira smanjenjem potrošnje cigareta.

Testirani su modeli kako bi se izabrao najadekvatniji. Fišerovim testom dobijen je rezultat $F(11, 176) = 164,09 (p = 0,000)$ koji ukazuje na to da je model fiksnih efekata adekvatniji od OLS modela. Breusch-Pagan test, $\chi^2(66) = 733,35 (p = 0,000)$ ukazuje na to da je adekvatniji model slučajnih efekata od OLS modela, što bi značilo da postoje slučajni efekti pojedinačnih zemalja. Na osnovu oba testa se zaključuje da OLS model nije pravi izbor. Hausmanovim testom se dolazi do konačnog odgovora, $\chi^2(4) = 17,924 (p = 0,001)$ ukazuje na veću adekvatnost korišćenja modela fiksnih efekata u odnosu na model slučajnih efekata.

Najadekvatnijim modelom se smatra model fiksnih efekata sa jednačinom 5.5

$$\begin{aligned} \ln Potrosnja_{it} = & 0,0694 \ln Cena_{it} - 0,2828 \ln BND_{it} + 0,0496 Rural_{it} \\ & - 0,0146 \ln CenaIE_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5.5)$$

Iz dobijene jednačine se zaključuje da ukoliko se cena poveća za jednu jedinicu, a svi ostali faktori ostanu nepromenjeni onda će se potrošnja povećati za 0,0694. Povećanje BND-a za jednu jedinicu rezultira smanjenjem potrošnje za 0,2828. Ukoliko se

procenat stanovništva iz ruralnih sredina poveća za jednu jedinicu, onda će se potrošnja povećati za 0,0496. Ukoliko se cena u zemljama Istočne Evrope poveća za jednu jedinicu, potrošnja će se smanjiti za 0,0146.

Zaključak

Svetska zdravstvena organizacija navodi da je povećanje cene cigareta uzrokovano višim porezima najuticajniji faktor za smanjenje broja pušača (onih koji prestaju da puše i oni koji se odlučuju da ne počnu sa konzumacijom), ali i uticaj ostalih kontrolnih politika ne sme da se zanemari. Otkrivanje svih faktora koji utiču na smanjenje potrošnje cigareta može mnogo da doprinese poboljšanju zdravlja ljudi i smanjenju smrtnih slučajeva uzrokovanih cigaretama i duvanskim dimom. U 20. veku je od posledica duvanskog dima uranjeno umrlo sto miliona ljudi, a pretpostavlja se da će u 21. veku umreti jedna milijarda ljudi, većinom u zemljama sa srednjim i niskim dohotkom gde je pušenje mnogo zastupljenije. Stoga se u prvoj deceniji 21. veka povećala zainteresovanost SZO za rešavanje problema pušenja na globalnom nivou. [4]

U prvom delu rada su predstavljene matematičke osnove za dalji tok istraživanja. Predstavljeni su regresioni panel modeli: OLS model, model fiksnih efekata i model slučajnih efekata, testovi koji pomažu prilikom odlučivanja za najadekvatniji kao i problemi sa kojima se može susresti ukoliko se koriste panel podaci. Nakon teorijske osnove za rad sledi istraživački deo koji je baziran na modeliranju potrošnje cigareta primenom panel podataka. Korišćeni su strogo balansirani panel podaci, jer je za svih 29 država koje se posmatraju u modelu koršćena potpuna vremenska serija od 2005. do 2020. godine. Model je formiran na osnovu detaljne analize prethodnih istraživanja na ovu temu i na osnovu jasno očekivanog uticaja cene na potrošnju cigareta.

Prvo je posmatran OLS model čije su performanse bile slabije u odnosu na model fiksnih efekata i model slučajnih efekata i zbog toga nije dalje razmatran. Testirana je statistička značajnost nezavisnih promenljivih kako bi se izbacile one koje nisu statistički značajne i kako bi model bio kvalitetniji. Nakon odabira promenljivih koje su statistički značajne i kreiranja modela se dolazi do krajnjeg rezultata. Izbor se vrši *Hausman* testom koji ukazuje na to da je model fiksnih efekata adekvatniji od modela slučajnih efekata, koji je objasnio oko 57% zavisne promenljive. Na osnovu podataka testiranih modelom fiksnih efekata najveći (negativan) uticaj na potrošnju cigareta je imao BND, iz čega se može zaključiti da zemlje sa većim BND imaju manju potrošnju cigareta, a posmatrajući podatke primećuje se da su to zemlje u kojima je cena cigareta visoka.

Istočnoevropske zemlje su zemlje u kojima je BND nizak, kao i cena, a potrošnja je viša od ostalih zemalja Evrope.

Bibliografija

- [1] URL: <https://www.worldbank.org>.
- [2] URL: <https://www.ourworldindata.org>.
- [3] URL: <https://www.unece.org>.
- [4] URL: <https://www.who.int>.
- [5] Sajjad Ahmad **and** Gregor A Franz. “Raising taxes to reduce smoking prevalence in the US: a simulation of the anticipated health and economic impacts”. **in:** *Public health* 122.1 (2008), **pages** 3–10.
- [6] Berlian I Idris et al. “Higher smoking prevalence in urban compared to non-urban areas: time trends in six European countries”. **in:** *Health & place* 13.3 (2007), **pages** 702–712.
- [7] Chun-Yuan Yeh et al. “The effects of a rise in cigarette price on cigarette consumption, tobacco taxation revenues, and of smoking-related deaths in 28 EU countries—applying threshold regression modelling”. **in:** *BMC Public Health* 17.1 (2017), **pages** 1–9.
- [8] David T Levi et al. “Smoking-related deaths averted due to three years of policy progress”. **in:** *Bulletin of the World Health Organization* 91 (2013), **pages** 509–518.
- [9] GS Becker, M Grossman **and** KM Murphy. “An Empirical Analysis of Cigarette Addiction”, *American Economic Review*, 84 (3), June, 396-418”. **in:** *International library of critical writings in economics* 223.1 (2008), **page** 421.
- [10] Alen Belullo. “Uvod u ekonometriju”. **in:** *Pula, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za ekonomiju i turizam „Dr. Mijo Mirković* (2011).
- [11] Frank J Chaloupka **and** Henry Saffer. “Clean indoor air laws and the demand for cigarettes”. **in:** *Contemporary Economic Policy* 10.2 (1992), **pages** 72–83.
- [12] Gujarati Damodar N. *Basic econometrics*. 2004.
- [13] Tae Ho Eom, Sock Hwan Lee **and** Hua Xu. “32Introduction to Panel Data Analysis: Concepts and Practices”. **in:** () .

- [14] BE Hansen. “Threshold Effects in Non-Dynamic Panels: Estimation”. in: *Testing and Inference*, Boston College, manuscript (1997).
- [15] Bwo-Nung Huang and Chin-Wei Yang. “Demand for cigarettes revisited: an application of the threshold regression model”. in: *Agricultural Economics* 34.1 (2006), pages 81–86.
- [16] Lien Nguyen, Gunnar Rosenqvist and Markku Pekurinen. “Demand for tobacco in Europe-An econometric analysis of 11 countries for the PPACTE Project”. in: (2012).
- [17] Richard J O’Connor. “Non-cigarette tobacco products: what have we learnt and where are we headed?” in: *Tobacco control* 21.2 (2012), pages 181–190.
- [18] Hun Myoung Park. “Practical guides to panel data modeling: a step-by-step analysis using stata”. in: *Public Management and Policy Analysis Program, Graduate School of International Relations, International University of Japan* 12 (2011), pages 1–52.
- [19] Michal Stoklosa, Jeffrey Droege and Frank J Chaloupka. “Prices and e-cigarette demand: evidence from the European Union”. in: *Nicotine & Tobacco Research* 18.10 (2016), pages 1973–1980.
- [20] Oscar Torres-Reyna. “Panel data analysis fixed and random effects using Stata (v. 4.2)”. in: *Data & Statistical Services, Princeton University* 112 (2007).
- [21] Ayda A Yurekli and Ping Zhang. “The impact of clean indoor-air laws and cigarette smuggling on demand for cigarettes: an empirical model”. in: *Health economics* 9.2 (2000), pages 159–170.

Kratka biografija



Melanie Benjak je rođena 03. juna 1992. godine u Bielefeldu u Nemačkoj. Kao dete dolazi u Sombor gde 2007. godine završava osnovnu školu "Bratstvo jedinstvo" odličnim uspehom. Zatim upisuje Srednju ekonomsku školu u Somboru, smer Finansijski administrator koju završava 2011. godine kao odličan učenik, Odmah nakon završetka srednje škole upisuje Prirodno - matematički fakultet, smer Primjenjena matematika, modul matematika finansija. Osnovne studije završava 2016. godine i nakon pauze od godinu dana upisuje master studije na istom departmanu na kom polaže sve ispite predviđene planom i programom zaključno sa 2020. godinom. Tokom master studija je polagala i predmete neophodne za rad u nastavno - obrazovnom procesu. Neposredno pre upisa na master studije, 2017. godine, zaposlila se u osnovnoj školi "Ivan Goran Kovačić", u Sonti, u kojoj i danas radi.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: *Monografska dokumentacija*

TD

Tip zapisa: *Tekstualni štampani materijal*

TZ

Vrsta rada: *Master rad*

VR

Autor: *Melanie Benjak*

AU

Mentor: *Prof. dr Zorana Lužanin*

MN

Naslov rada: *Modeli uticaja porasta cene cigareta na potrošnju*

NR

Jezik publikacije: *Srpski (latinica)*

JP

Jezik izvoda: *srpski/engleski*

JI

Zemlja publikovanja: *Republika Srbija*

ZP

Uže geografsko područje: *Vojvodina*

UGP

Godina: 2021.

GO

Izdavač: *Autorski reprint*

IZ

Mesto i adresa: *Departman za matematiku i informatiku, Prirodno – matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad*

MA

Fizički opis rada: *5 poglavlja, 51 stranica, 21 referenca, 15 tabela, 13 grafika*

FO

Naučna oblast: *Primenjena matematika*

NO

Naučna disciplina: *Statistička analiza*

ND

Predmetna odrednica/Ključne reči: *Cigarette, statistika, linearni regresioni model, panel podaci*

PO

UDK

Čuva se: *Biblioteka Departmana za matematiku i informatiku Prirodno - matematičkog fakulteta u Novom Sadu*

ČU

Važna napomena:

VN

Izvod: *Cilj master rada je da se analizira uticaj raznih faktora na potrošnju cigareta, sa akcentom na ceni cigareta. Prvo su predstavljena uvodna razmatranja na temu rada, motivacija, predmet i cilj istraživanja. Zatim su predstavljene matematičke osnove rada, linearni regresioni model sa pretpostavkama, izborom promenljivih i merama adekvatnosti modela i karakteristike, vrste i potencijalni problemi panel podataka. Potom je dat prikaz analize literature koja se odnosi na linearni regresioni model koji objašnjava zavisnost potrošnje cigareta od raznih faktora. Formiran je panel model potrošnje cigareta u 28 zemalja EU i Srbiji i analiziran je uticaj cene cigareta, bruto nacionalnog dohotka, procenta stanovništva koje živi u ruralnim sredinama i cene cigareta u istočnoevropskim zemljama na potrošnju cigareta. Modeli su testirani i izabran je najadekvatniji.*

IZ

Datum prihvatanja teme od strane NN veća:

DP

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik: dr Andreja Tepavčević, redovni profesor

Mentor: dr Zorana Lužanin, redovni profesor

Član: dr Sanja Rapajić, redovni professor

**UNIVERSITY OF NOVI SAD FACULTY OF SCIENCES
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: *Monograph type*

DT

Type of record: *Printed text*

TR

Contents code: *Master thesis*

CC

Author: *Melanie Benjak*

AU

Mentor: *Zorana Lužanin, PhD*

MN

Title: *Models of the impact of rising cigarette prices on consumption*

TI

Language of text: *Serbian (latin)*

LT

Language of abstract: *Serbian/English*

LA

Country of publication: *Republic of Serbia*

CP

Locality of publication: *Vojvodina*

LP

Publication year: *2021.*

PY

Publisher: *Author's reprint*

PU

Publication place: *Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Sciences,
University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4 Novi Sad*

PP

Physical description: *5 chapters, 51 pages, 21 references, 15 tables, 13 graphics*

PD

Scientific field: *Applied mathematics*

SF

Scientific discipline: *Statistical analysis*

SD

Key words: *Cigarette, statistics, linear regression model, panel data*

UC

Holding data: *The Library of Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad*

HD

Note:

N

Abstract: *This master thesis aims to analyze the impact of various factors on cigarettes consumption, with an emphasis on the prices of cigarettes. First, introductory considerations on the topic of thesis, motivation, subject and goal of research are presented. Then, the mathematical bases of the thesis are presented, a linear regression model with assumptions, choice of variables and model adequacy measures and characteristics, types and potential problems of panel data. Then, a review of the literature, related to the linear regression model that explains the dependence of cigarettes consumption of various factors, is given. Panel model for cigarettes consumption in 28 EU countries as well as in Serbia was constructed and the impact of price, gross national income, percentage of rural population and prices in Eastern European countries were analyzed. The models were tested and one of the most adequate was chosen.*

AB

Accepted by the Scientific Board on:

ASB

Defended:

DE

Thesis defended board:

DB

President: Prof. Andreja Tepavčević, PhD

Mentor: Prof. Zorana Lužanin, PhD

Member: Prof. Sanja Rapajić, PhD