

Analiza rezultata izbora na području grada Zagreba primjenom modela difuznog polja

LUKA CAVALIERE LOKAS

Samostalni seminar iz istraživanja u fizici

luka.cavaliere.lokas@gmail.com

30. siječnja 2022.

Sažetak

U ovom radu analizirani su rezultati predsjedničkih izbora iz 2014. i 2019. godine te gradonačelničkih izbora iz 2013. i 2017. godine provedenih na području grada Zagreba. Primjenom modela difuznog polja ispitano je ponašanje logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede na pojedinim izborima. Uočena je pravilnost u distribuciji logaritamske stope izlaznosti te ovisnost srednje vrijednosti logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede o broju potencijalnih birača. Suprotno pretpostavkama modela, nisu uočene dalekosežne korelacije navedenih veličina.

I. UVOD

“Samo je prava vrsta nereda, lijepa, umjetnost.”, riječi su francuskog pjesnika Nicolasa Boileaua (1636.-1711.) napisane u vrijeme kad su ideje o modernoj demokraciji tek bile u začetku. Pitanje koje se postavlja je kako u naizgled kaotičnim pojavama i neredu, kao što je donošenje odluka u društvu, pronaći određene pravilnosti koje ukazuju na postojanje skrivenog reda te je li svaki nered jednak ili i tu postoje određene razlike? Za nalaženje odgovora na ovo pitanje, teorije prirodoslovnih znanosti najčešće zahtijevaju, uz kvalitativne, različite kvantitativne opise pojedinih pojava. Tako se matematika pojavljuje kao univerzalni jezik prirode i daje nam mogućnost opisivanja najsloženijih pojava relativno jednostavnim jezikom jednadžbi.

S druge strane, u humanističkim znanostima često se samo narativno opisuju određeni fenomeni i pojave zbog njihove složenosti i vrlo velikog broja parametara koji utječu na različita zbivanja. Stoga je nerijetko gotovo nemoguće

pronaći funkcionalni model ili pravilnost u kaotičnim sustavima kao što su društva, zajednice i skupine ljudi. No, cilj ovog rada upravo je pokazati kako formulirati relativno jednostavne modele kojima je moguće opisati način na koji pojedinci i grupe ljudi donose odluke.

Aktivni pojedinci u društvu primorani su svakodnevno donositi odluke najrazličitijih vrsta kao što su odabir prijevoznog sredstva za odlazak na posao, odabir namirnica za pripremu jela ili pak izbor osobe koja će upravljati određenom tvrtkom ili obnašati javnu dužnost. Dio odluka koje donosimo su binarnog karaktera što znači da pojedinac bira jednu od dvije ponuđene mogućnosti. Sasvim je jasno da ova vrsta izbora nije uvijek ispunjena jer nerijetko je ponuđeno više različitih mogućnosti. Sustavnim eliminacijama zapravo je moguće višestruki izbor svesti na binarni, no to nije uvijek moguće ispuniti što može dovesti do različitih složenih fenomena koje je teško analizirati.

Konkretna društvena pojava koja se proučava u ovom radu je donošenje odluke prilikom demokratskih izbora na lokalnoj i naci-

onalnoj razini. U svrhu istraživanja analizirani su rezultati drugog kruga izbora za gradonačelnika grada Zagreba iz 2013. i 2017. godine te za predsjednika Republike Hrvatske iz 2014. i 2019. godine provedenih na području grada Zagreba. Drugi krug izbora predstavlja upravo donošenje odluke binarne prirode jer punoljetni građani s pravom glasa prvo donose odluku hoće li izaći na izbore ili neće te potom, ukoliko su odlučili glasati, biraju između jednog od dvoje kandidata ili poništavaju svoj birački listić.

Pitanje koje se postavlja je kako birači donose odluku za koga glasati? Jasno je da ne postoji jednoznačan odgovor na to pitanje jer svaki pojedinac svoju odluku formira pod utjecajem niza različitih parametara koji utječu na njega. Ti parametri su društvene, ideološke, financijske i različite druge prirode. Također, ne utječu svi parametri na svakog pojedinca u jednakoj mjeri jer to uvelike ovisi o spolu, dobi, socijalnom i ekonomskom statusu i još mnogo toga. U nastavku bit će izložen jednostavni model za donošenje odluka te će biti istražena njegova primjena na primjeru četiriju izbora provedena na području grada Zagreba.

II. TEORIJSKI MODELI

U svrhu izrade modela odlučivanja, bitno je navesti neke od osnovnih primjera ponašanja pojedinaca u grupi. Oponašanje radnji članova grupe vrlo je čest oblik interakcije kojim se osobe koriste na svjesnoj i nesvjesnoj razini. Jednim dijelom, to predstavlja instinktivno ponašanje kojim se nastojimo uklopiti u grupu kojoj pripadamo, dok je drugim dijelom to racionalno uvjetovana odluka kojom se ne izlažemo nepotrebnim rizicima. Imitiranje je svakodnevno prisutno u različitim aspektima naših života, primjerice stilovi odijevanja, kupovina određenih dobara na financijskim tržištima i slično, što pokazuje određenu vrstu povezanosti svakog pojedinca s nekim drugim

pojedincem unutar grupe. Takva oponašanja u društvu mogu dovesti do pozitivnih, ali i negativnih promjena i posljedica za čitav kolektiv, no teško je kvantitativno formulirati univerzalni model koji bi opisivao sve vrste oponašanja, već svaki slučaj ima određene specifičnosti koje se na optimalan način moraju uključiti u pojedini model.

Drugi bitan aspekt, čije postojanje su predvidjeli mnogi politolozi i sociolozi te je kvantificiran empirijskom analizom u određenim istraživanjima[1], je postojanje neke vrste kulturološkog polja ovisnog o prostoru i vremenu koje utječe na sve pojedince u društvu. Termin kulturološko polje predstavlja određenu vrstu apstraktnog polja koje obuhvaća sve moguće aspekte uključene u proces odlučivanja pojedinca kao što su stavovi prema samim izborima, uvjerenja za koju političku opciju glasati, odnos prema zakonima, tradicija, povijesna ostavština i još mnogo toga. Ovakvo polje formira se pod utjecajem pojedinaca te se prenosi i mijenja njihovim djelovanjem, dok ih istovremeno nadilazi i prožima prostor na kojem se društvena grupa nalazi te se s vremenom mijenja. Bitno je naglasiti da ovakva vrsta polja postoji neovisno o održavanju samih izbora na lokalnoj ili nacionalnoj razini, već je konstantno prisutna i u određenoj mjeri utječe na svaku odluku pojedinca u društvu.

i. Model difuznog polja

Primarni model korišten za analizu rezultata ovog istraživanja je model difuznog polja. Prema tom modelu, za opisivanje procesa odlučivanja uvodi se dvodimenzionalno kulturološko polje $\phi(\mathbf{R}, t)$ koje zadovoljava stohastičku jednadžbu:

$$\frac{\partial \phi(\mathbf{R}, t)}{\partial t} = D\Delta\phi(\mathbf{R}, t) + \eta(\mathbf{R}, t) \quad (1)$$

gdje je Δ dvodimenzionalni Laplaceov operator, D je konstanta difuzije i $\eta(\mathbf{R}, t)$ predstavlja

bijeli šum sa srednjom vrijednosti nula i kratkosežnim korelacijama u prostoru i vremenu. Općenitija forma ove jednadžbe u limesu kontinuuma glasila bi:

$$\frac{\partial \phi(\mathbf{R}, t)}{\partial t} = \nabla \cdot [D(\mathbf{R}) \nabla \phi(\mathbf{R}, t)] + \eta(\mathbf{R}, t) + \nu(\mathbf{R}) F(t) \quad (2)$$

pri čemu je dozvoljena ovisnost konstante difuzije D o položaju u prostoru \mathbf{R} jer uključivanjem utjecaja geografskog reljefa i demografskih parametara, kao što je gustoća naseljenosti nekog područja, može se očekivati brža ili sporija difuzija polja $\phi(\mathbf{R}, t)$. Uz to, član $F(t)$ predstavlja javne informacije kao što su vijesti na nacionalnom ili lokalnom televizijskom programu, dok $\nu(\mathbf{R})$ predstavlja određenu vrstu reaktivnosti što znači da različita mjesta α i β mogu drugačije percipirati informacije uvedene funkcijom $F(t)$. Također, pretpostavka ovog modela je da je polje ϕ simetrično na zamjenu $\phi \rightarrow -\phi$ i da je invarijantno na promjenu prostorne skale.

Najopćenitija forma navedenih jednadžbi u linearnoj formi ima oblik:

$$\frac{\partial \phi(\mathbf{R}_\alpha, t)}{\partial t} = \sum_{\beta} \Gamma_{\alpha\beta} [\phi(\mathbf{R}_\alpha, t) - \phi(\mathbf{R}_\beta, t)] \quad (3)$$

gdje lijeva strana jednakosti predstavlja promjenu polja $\phi(\mathbf{R}_\alpha, t)$ u obliku razmjene ideja, iskustava, informacija i doživljaja, dok desna strana pokazuje da promjena tog polja na lokaciji \mathbf{R}_α isključivo ovisi o razlici polja na pozicijama α i β pri čemu je $\Gamma_{\alpha\beta}(r_{\alpha\beta})$ simetrična matrica međudjelovanja pojedinaca koji prenose polje.

Glavni razlog za definiranje kulturološkog polja ϕ na opisani način je taj da se za takvo polje može izračunati trenutna korelacijska funkcija u ravnotežnom stanju $C_\phi(r)$ opisana izrazom:

$$C_\phi(r) = \frac{\langle \phi(\mathbf{r}) \phi(0) \rangle}{\langle \phi(0)^2 \rangle} \approx -\Lambda^2 \ln \frac{r}{L} \quad (4)$$

Logaritamska ovisnost korelacijske funkcije o r trebala bi biti ispunjena u područjima $l_c \ll r \ll L$ pri čemu je l_c kratka skala do koje je logaritamsko ponašanje ispunjeno, primjerice korelacijska duljina šuma η , a L je prostorna skala sustava na kojoj se čitava promjena odvija. Vrijeme potrebno za postizanje ravnoteže, uz uvjet da je konstanta difuzije svugdje jednaka D , može se izraziti kao $T = L^2/D$.

Kako bi se napravila veza između apstraktnog polja ϕ i realno mjerljivih veličina povezanih uz izbore, potrebno je provesti opću dekompoziciju polja namjere pojedinca ϕ_i koje se sastoji od tri dijela i može se zapisati kao:

$$\phi_i(t) = \epsilon_i(t) + \phi(\mathbf{R}, t) + \sum_j J_{ij} S_j(t-1). \quad (5)$$

Pojedinac i koji obitava na položaju R u trenutku t donosi odluku pod utjecajem trenutne namjere opisane s $\epsilon_i(t)$, srednje namjere uzrokovane kulturološkim poljem $\phi(\mathbf{R}, t)$ koje dijeli sa sumještanima i pod utjecajem tuđe odluke predstavljene vezanjem J_{ij} člana koji povezuje imitacije pojedinaca i te j . Mnoge situacije mogu se opisati vezanjem na srednje polje gdje je srednja odluka svih pojedinaca opisana kao $J_{ij} = J_0/N$. Uklanjanjem člana kulturološkog polja i fiksiranjem polja $\epsilon_i(t) = \epsilon_i$ u vremenu, prethodna jednadžba pretvorila bi se u Isingov model nasumičnog polja.

Ukoliko se zanemari posljednja komponenta izravnog međudjelovanja pojedinaca, može se uvesti kumulativna raspodjela trenutne namjere ϵ kao:

$$P_{>}(x) = \int_x^\infty P(\epsilon) dx' = \frac{1}{1 + e^{\frac{x-\mu}{\sigma_\epsilon}}} \quad (6)$$

gdje je μ srednja vrijednost ϵ , a σ_ϵ širina raspodjele $P(\epsilon)$. Realizirana stopa izlaznosti u mjestu α na izborima jednaka:

$$p_\alpha = \frac{1}{N_\alpha} \sum_{i=1}^{N_\alpha} S_i \quad (7)$$

pri čemu je N_α broj osoba koje žive u mjestu α , a S_i poprima vrijednosti 1 ili 0 ovisno o tome je li osoba izašla na izbore ili nije respektivno. Definirajući logaritamsku stopu izlaznosti τ_α kao $\tau_\alpha = \ln \frac{p_\alpha}{1-p_\alpha}$, uz sve dosadašnje pretpostavke modela, moguće je doći do izravne veze između logaritamske stope izlaznosti i kulturnološkog polja kao:

$$\tau_\alpha \propto \phi(\mathbf{R}_\alpha) \quad (8)$$

gdje u limesu $N_\alpha \rightarrow \infty$ veličine τ_α i $\phi(\mathbf{R}_\alpha)$ postaju isti objekti. Upravo ta veza bit će ispitivana u nastavku istraživanja.

ii. Složeniji modeli

Radi cjelovitosti ovog rada, potrebno je navesti postojanje drugih modela koji nisu razmatrani zbog njihove kompleksnosti. Prvi značajniji faktor koji je potrebno uključiti u model su prostorne heterogenosti. Potom postojanje određenih potencijalnih barijera i metastabilnih stanja u apstraktnom smislu. Uz navedeno, utjecaj ima i mogućnost imitiranja provedenih izbora u prošlosti, postojanje samoinduciranih trendova i samoispunjavajućih proročanstava, provedba višestrukih, umjesto binarnih izbora, itd. Svi ovi efekti mogu se modelirati na određeni način, ali kao što je u uvodu navedeno, ne postoji univerzalni model primjenjiv na sve izbore jer je nerijetko teško ili nemoguće razdvojiti pojedine efekte i ocijeniti koji od njih više doprinosi konačnom rezultatu izbora

III. METODA ISTRAŽIVANJA

Za provedbu ovog istraživanja bilo je potrebno nabaviti podatke o provedenim izborima na području grada Zagreba te ih potom analizirati. Podaci o rezultatima drugog kruga izbora za gradonačelnika grada Zagreba iz 2013. i 2017.

godine te izborima za predsjednika Republike Hrvatske iz 2014. i 2019. godine preuzeti su s internetskih stranica Državnog izbornog povjerenstva Republike Hrvatske[6]. Odmah valja navesti da su također dostupni podaci za izbore za gradonačelnika u Zagrebu iz 2001., 2005. i 2009. godine te za predsjednika republike iz 2000., 2005. i 2009. godine, no ti podaci nisu bili iskoristivi za ovo istraživanje jer ne sadrže adrese pojedinih biračkih mjesta.

Korištene su ukupno četiri proračunske tablice formata *.xls* i *.xlsx* u kojima su navedena sva biračka mjesta, pripadne adrese, broj prijavljenih birača na pojedinom biračkom mjestu, broj birača koji su glasali te brojevi važećih glasova koji su pripali svakom od dvoje kandidata. Za analizu podataka korišten je programski paket *Python*.

Prvi korak u procesu analize podataka bio je uređivanje tablica s rezultatima predsjedničkih izbora na način da su izdvojeni samo oni koji se odnose na 21. županiju, odnosno Grad Zagreb. Potom su u svim tablicama sortirana biračka mjesta prema adresi zbog toga što se ne nekim adresama nalazi više biračkih mjesta i zato su sva takva biračka mjesta tretirana kao jedno koje je određeno zajedničkom adresom. Nakon sortiranja, zbrojene su sve dane numeričke vrijednosti na mjestima s istom adresom kako bi se objedinili rezultati za to biračko mjesto.

Sljedeći korak bio je definiranje veličina koje će biti analizirane. U svakoj tablici su, nakon uređivanja, zapisani podaci s 300 do 315 biračkih mjesta. Svako mjesto sadrži skup podataka o ukupnom broju birača, broju onih koji su glasovali te onih koji su glasovali za jednog, odnosno drugog kandidata na izborima. Potrebno je naglasiti kako nisu sva biračka mjesta iste veličine ovisno o ukupnom broju birača. Na nekim lokacijama upisan je velik broj birača, maksimalno 11467, dok je minimalni broj 58. Ta informacija bitna je u određenim segmentima istraživanja. Korištenjem biblioteke *geopy.geocoders* u programskom paketu *Python*,

svim lokacijama pridružene su njihove geografske koordinate koje će također kasnije biti iskorištenje.

Potom je za svako biračko mjesto α s ukupnim brojem potencijalnih birača N_α i onih koji su izašli na izbore V_α izračunata stopa izlaznosti kao $p_\alpha = V_\alpha/N_\alpha$. Uz to, ukoliko je W_α birača odabralo pobjedničkog kandidata tih izbora, definirana je i stopa pobjede kao $h_\alpha = W_\alpha/V_\alpha$. Ove varijable korištene su za konstruiranje novih veličina koje su pogodnije za daljnju statističku analizu, a to su logaritamska stopa izlaznosti τ_α i logaritamska stopa pobjede ρ_α definirane izrazima:

$$\tau_\alpha = \ln \frac{p_\alpha}{1 - p_\alpha} \quad \rho_\alpha = \ln \frac{h_\alpha}{1 - h_\alpha}. \quad (9)$$

Za svaku od navedenih veličina izračunate su srednje vrijednosti $\langle \tau \rangle$ i $\langle \rho \rangle$ kao:

$$\langle \tau \rangle = \frac{1}{n} \sum_\alpha \tau_\alpha \quad \langle \rho \rangle = \frac{1}{n} \sum_\alpha \rho_\alpha \quad (10)$$

gdje je n ukupni broj biračkih mjesta na pojedinim izborima.

Svako biračko mjesto karakterizirano je vlastitom adresom koja je pretvorena u geografsku koordinatu \mathbf{R}_α te je potom za svako biračko mjesto izračunata zračna udaljenost do svih ostalih biračkih mjesta $r_{\alpha\beta}$ prema formuli $r_{\alpha\beta} = |\mathbf{R}_\alpha - \mathbf{R}_\beta|$.

Navedeni postupak računanja prostornih udaljenosti između biračkih mjesta proveden je radi evaluiranja korelacijskih funkcija $C_\tau(r)$ i $C_\rho(r)$, no prije samog postupka izračuna vrijednosti tih funkcija, izvedeni su određeni tehnički koraci. Za svake izbore zbrojen je maksimalni i minimalni broj potencijalnih birača među svim lokacijama te je izračunata srednja vrijednost njihovog broja. Potom je svaka lokacija razvrstana u jedan od 6 mogućih razreda, ovisno o broju potencijalnih birača N_α te je za svaki od tih razreda izračunata prosječna vrijednost veličina τ i ρ prema formuli 10 pri čemu je n

predstavljao broj lokacija koje pripadaju tom razredu te su navedene srednje vrijednosti označene s m i l respektivno. Potom je za svaku lokaciju izračunata zračna udaljenost $r_{\alpha\beta}$ do svake druge lokacije te napravljena podjela udaljenosti na 8 kategorija pri čemu je uzeto u obzir da su najbliže lokacije udaljene otprilike 200 m, dok su najudaljenije razmaknute oko 18 km. Korelacijska funkcija $C_\tau(r)$ definirana je izrazom:

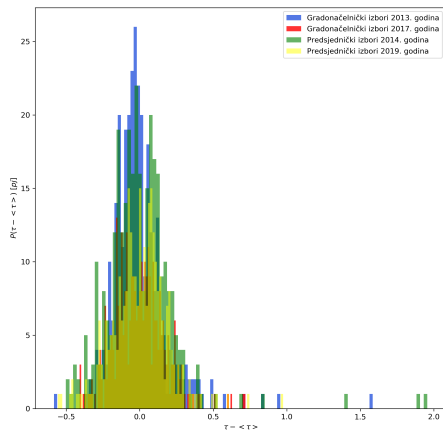
$$C_\tau(r) = \frac{\langle (\tau_\alpha - m_\alpha)(\tau_\beta - m_\beta) \rangle |_{r_{\alpha\beta}=R}}{\langle (\tau_\alpha - m_\alpha)^2 \rangle} \quad (11)$$

pri čemu su m_α i m_β srednje vrijednosti τ iz jednog od 6 razreda u kojem se nalazi logaritamska stopa izlaznosti τ_α i τ_β na lokacijama α i β . Brojnik predstavlja srednju vrijednost umnoška veličina $(\tau_\alpha - m_\alpha)$ i $(\tau_\beta - m_\beta)$ za sve lokacije α i β koje se nalaze na podjednakim udaljenostima $r_{\alpha\beta} = R$. To znači da ukoliko postoji bilo kojih 10 parova lokacija koje su udaljene primjerice oko 250 m, tada se brojnik usrednjava po tom broju parova i ovaj postupak se ponavlja za bilo koju od 8 različitih vrijednosti zračne udaljenosti R . Nazivnik predstavlja srednju vrijednost veličine $(\tau_\alpha - m_\alpha)^2$ među svim mogućim lokacijama α i konstantan je neovisno o udaljenosti drugih lokacija. Istim postupkom izračunate su vrijednosti funkcije $C_\rho(r)$ pri čemu su varijable $\tau_{\alpha,\beta}$ zamijenjene s $\rho_{\alpha,\beta}$, a srednje vrijednosti $m_{\alpha,\beta}$ s $l_{\alpha,\beta}$.

Čitav opisani postupak proveden je zasebno za svake izbore te je u tu svrhu napisan programski kod.

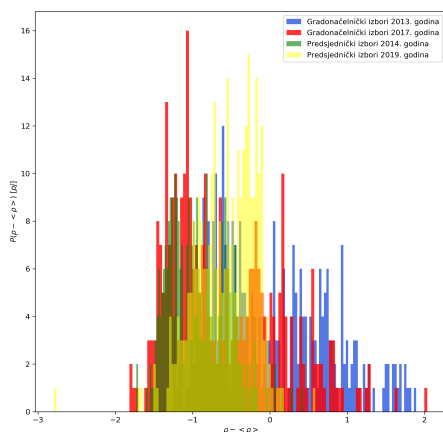
IV. REZULTATI I DISKUSIJA

Prvi test proveden na podacima bio je analiza raspodjela logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede za predsjedničke izbore 2014. i 2019. godine te za gradonačelničke izbore 2013. i 2017. godine. Na slici 1 prikazan je graf raspodjele $\tau - \langle \tau \rangle$.



Slika 1: Graf raspodjele vjerojatnosti logaritamske stope izlaznosti $\tau - \langle \tau \rangle$

Vidljivo je da se radi o simetričnim raspodjelama s relativno malim varijancama neovisno o godini u kojoj se provode izbori i neovisno o vrsti izbora. S druge strane, na slici 2 prikazan je graf raspodjele $\rho - \langle \rho \rangle$ kod koje je puno izraženija asimetrija i varijance su puno veće.



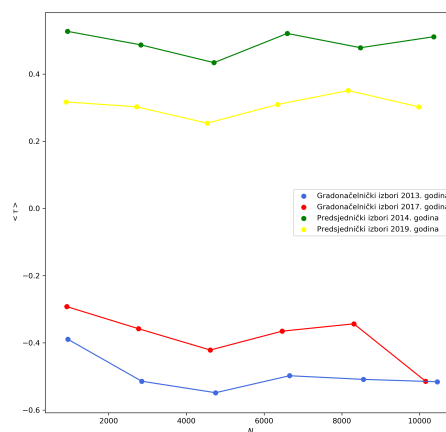
Slika 2: Graf raspodjele vjerojatnosti logaritamske stope pobjede $\rho - \langle \rho \rangle$

Ovaj dio analize potvrđuje pretpostavku da

je logaritamska stopa izlaznosti veličina koja predstavlja neku vrstu pravilnosti, neovisno o vrsti i godini izbora, dok je logaritamska stopa pobjede veličina koja pokazuje manju pravilnost od izbora do izbora.

U sljedećem dijelu istraživanja provedena je analiza ovisnosti srednjih vrijednosti logaritamske stope izlaznosti i pobjede u ovisnosti o veličini biračkog mjesta, odnosno o broju potencijalnih birača.

Na slici 3 prikazana je ovisnost srednje vrijednosti logaritamske stope izlaznosti o broju potencijalnih birača.

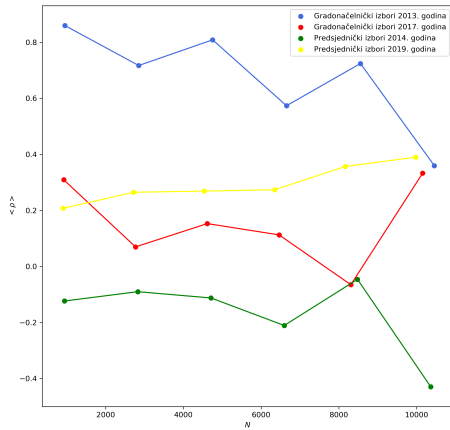


Slika 3: Graf ovisnosti srednje vrijednosti logaritamske stope izlaznosti $\langle \tau \rangle$ o broju potencijalnih birača N

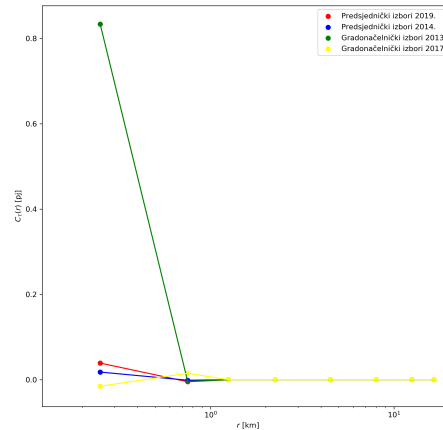
S grafa je vidljivo postojanje korelacije među predsjedničkim izborima i među gradonačelnničkim. Također, vidljivo je da je veličina $\langle \tau \rangle$ ovisna o broju potencijalnih birača N , no ta ovisnost nije u potpunosti pravilna.

Na slici 4 prikazana je ovisnost srednje vrijednosti logaritamske stope pobjede o broju potencijalnih birača.

Kao i u prethodnoj analizi, vidljiva je puno manja pravilnost kretanja $\langle \rho \rangle$ u odnosu na logaritamsku stopu izlaznosti, no vidljive su određene sličnosti između izbora koji su se odvijali



Slika 4: Graf ovisnosti srednje vrijednosti logaritamske stope pobjede $\langle \rho \rangle$ o broju potencijalnih birača N



Slika 5: Graf ovisnosti korelacijske funkcije $C_\tau(r)$ o prostornim udaljenostima r

u uzastopnim godinama. Svakako je jasno da obje veličine ovise o broju potencijalnih birača N .

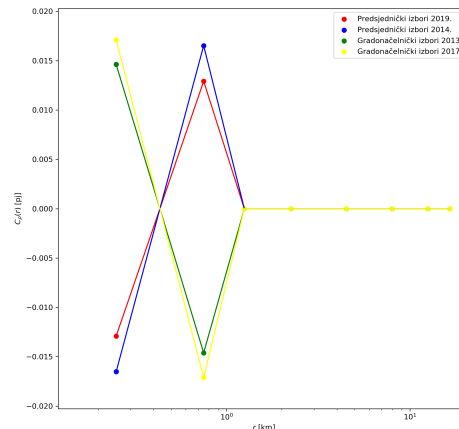
U posljednjem dijelu analize razmotrene su prostorne korelacije logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede na izborima.

Na slici 5 prikazana je ovisnost korelacijske funkcije $C_\tau(r)$ u ovisnosti o udaljenosti r pri čemu je x -os logaritamski skalirana.

Suprotno očekivanju, rezultati pokazuju da ne postoje prostorne korelacije na udaljenostima biračkih mjesta većim od 10 km jer sve vrijednosti funkcija konvergiraju k nuli. Samo je za gradonačelničke izbore iz 2013. godine izražen nagli pad korelacija unutar prvih 10 km što bi značilo da korelacije među prvim susjednim postoje, ali dalekodosežne korelacije među izbornim mjestima ne postoje. Ovaj rezultat u suprotnosti je s početnom pretpostavkom postojanja dalekodosežnih korelacija između izbornih mjesta.

Na slici 6 prikazana je ovisnost korelacijske funkcije $C_\rho(r)$ u ovisnosti o udaljenosti r pri čemu je x -os logaritamski skalirana.

Vidljiva je pravilnost u ponašanju korelacij-



Slika 6: Graf ovisnosti korelacijske funkcije $C_\rho(r)$ o prostornim udaljenostima r

ske funkcije za predsjedničke i gradonačelničke izbore, ali isto kao i na prethodnom grafu, korelacije iščezavaju na udaljenostima većim od 10 km.

Glavni razlog odstupanja konačnih rezultata od teorijski predviđane ovisnosti korelacijske funkcije o udaljenosti biračkih mjesta je taj što su u odnosu na slično istraživanje provedeno

na rezultatima izbora u Francuskoj [1], u ovom istraživanju dostupni skupovi podataka puno manji te su prostorne udaljenosti među izbornim mjestima također vrlo male u usporedbi s udaljenostima koje se pojavljuju u navedenom radu. Također, potrebno je uzeti u obzir da je Zagreb relativno malen i kulturološki donekle homogen grad te je teško očekivati značajnije promjene apstraktnog polja ϕ u različitim dijelovima grada.

V. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem provedena je statistička analiza logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede na predsjedničkim izborima 2014. i 2019. godine te na gradonačelničkim izborima 2013. i 2017. godine provedenima na području grada Zagreba. Iz rezultata istraživanja vidljivo je da se veličina predstavljena razlikom logaritamske stope izlaznosti i njezine srednje vrijednosti pravilno ponaša u vremenu jer na svima izborima raspodjele navedene veličine imaju pravilan oblik. S druge strane, veličina predstavljena razlikom logaritamske stope pobjede i njezine srednje vrijednosti uvelike varira od izbora do izbora. Također, uočena je ovisnost srednjih vrijednosti logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede o broju potencijalnih birača. Prva pokazuje pravilnost ovisno o tome radi li se o predsjedničkim ili o gradonačelničkim izborima, dok druga pokazuje pravilnost u uzastopnim godinama u kojima se provode izbori. Uz to, funkcije koje opisuju prostorne korelacije logaritamskih stopa izlaznosti i pobjede, suprotno teorijskom predviđanju ne pokazuju postojanje dalekosežnih korelacija što je objašnjeno uzimanjem u obzir veličine grada i njegovih prostornih dimenzija. Ovo istraživanje otvara mogućnosti za dodatne analize u nadolazećem razdoblju te formuliranje novih modele koji bi objasnili uočene fenomene i odstupanja od primijenjenog modela difuznog kulturološkog polja.

VI. ZAHVALE

Posebno želim zahvaliti Evi Jelavić na pomoći pruženoj prilikom obrade podataka.

LITERATURA

- [1] Borghesi, C., Bouchaud, J.-P., *Spatial correlations in vote statistics: a diffusive field model for decision-making*, Eur. Phys., (2018)
- [2] Bouchaud, J.-P., *Crises and collective socio-economic phenomena: simple models and challenges*, Eur. Phys., (2013)
- [3] Bouchaud, J.-P., Borghesi, C., Jensen, P. *On the emergence of an "intention field" for socially cohesive agents*, Eur. Phys., (2014)
- [4] Borghesi, C., Raynal, J.-C., Bouchaud, J.-P., *Election turnout statistics in many countries: similarities, differences, and a diffusive field model for decision-making*, Eur. Phys., (2018)
- [5] S. Galam, *Sociophysics: A review of Galam models*, Int. J. Mod. Phys. C 19, 409-440 (2008)
- [6] Državno izborno povjerenstvo Republike Hrvatske, <https://www.izbori.hr/site/>