

EFEKTI TOPLIH DANA NA STOPU RAĐANJA U GLAVNOM GRADU SRBIJE

Natalija Mirić¹, Petar Vasić²

Abstrakt: Cilj rada jeste da ispita efekte toplih dana na stopu rađanja u Regionu Beograda. Činjenice da su čak četvrtina stanovništva i živorođenja skoncentrisane u prestonici i da se Beograd izdvaja kao ostrvo toplote sa iznadprosečnom temperaturom vazduha, čine ovu analizu u potpunosti opravdanom i značajnom. U radu se koriste podaci Demografske statistike o skoro 108 hiljada živorođenih u prestonici u periodu 2015-2020, kao i podaci Digitalnog atlasa Srbije o dnevnim prosečnim temperaturama u istom periodu. Naš pristup, baziran na regresionoj analizi, omogućava ispitivanje efekata slučajnih varijacija u distribuciji dnevnih temperatura vazduha (fokus je na danima sa prosečnom temperaturom iznad 26.6) na stopu rađanja do 10 meseci nakon izloženosti (visokim temperaturama vazduha). Glavni rezultati ukazuju na jak negativan efekat vrelih dana na stopu rađanja 9 meseci nakon izloženosti visokim temperaturama. Ovakvi nalazi pomažu u objašnjavanju uočenog pada nataliteta tokom prolećnih meseci, i kao takvi mogu biti korisni pri formulisanoj strategiji za ublažavanje efekata vrućih temperaturnih šokova kojima će populacija Beograda sve više biti izložena u budućnosti. Pitanja koja se nameću za buduća istraživanja su sledeća: da li se može govoriti o kompenzacionom periodu u domenu rađanja nakon toplotnih talasa, i da li će klimatske promene sve više pomerati rađanje u letnje mesece imajući u vidu da je izloženost stanovništva visokim temperaturama u trećem kvartalu godine sve veća.

Ključne reči: stopa rađanja, fertilitet, temperatura, klimatske promene, Beograd.

THE EFFECTS OF HEATWAVES DAYS ON THE BIRTH RATE IN THE CAPITAL CITY OF SERBIA

Abstract: The aim of the paper is to examine the effects of hot days on the birth rate in the Belgrade Region. The facts that even a quarter of the population and live births are concentrated in the capital and that Belgrade stands out as a heat island with an above-average air temperature make this analysis fully justified and significant. The authors use data from the Demographic Statistics on almost 108.000 live births in the capital in the period 2015-2020, as well as data from the Digital Atlas of Serbia on daily average temperatures in the same period. Our approach, based on regression analysis, allows examining the effects of random variations in the distribution of daily air temperatures (the focus is on days with an average temperature above 26.6°C) on the birth rate up to 10 months after exposure (to high air temperatures). The main results indicate a strong negative effect of hot days on the birth rate 9 months after exposure to high temperatures. Such findings help explain the observed decline in birth rates during the spring months, and as such may be useful in formulating strategies to mitigate the effects of hot temperature shocks to which the

¹ Univerzitet u Beogradu Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, natalija.miric@gef.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0020-3847

² Univerzitet u Beogradu Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, petar.vasic@gef.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1302-2260

population of Belgrade will be increasingly exposed in the future. The questions that arise for future research are the following: can we talk about a birth compensation period after heat waves, and will climate change increasingly move births to the summer months, bearing in mind that the population's exposure to high temperatures in the third quarter of the year is increasing.

Keywords: birth rate, fertility, temperature, climate change, Belgrade.

UVOD

Srbija jeste jedno od područja koje će jako biti pogođeno klimatskim promenama, naročito u smislu rasta prosečnih temperatura. Od sredine prošlog veka zabeležen je pozitivan porast prosečne temperature za 0.36°C po dekadi, dok scenariji predviđaju da će ukupni porast temperature biti između 2°C i 4.3°C do 2100. godine (Božanić, Mitrović, 2019, Janković i sar. 2019). U okvirima naše države, region glavnog grada se izdvaja kao najtopliji sa prosečnom temperaturom koja je za skoro 2°C viša u odnosu na ostatak Srbije (13.3°C naspram 11.5°C u poslednjoj deceniji). Prosečna temperatura u Beogradskom regionu sredinom prošlog veka bila je skoro 2°C niža u odnosu na poslednju deceniju, što nažalost sugerise na to da će se ovakvi trendovi najverovatnije nastaviti, kao i to da će različiti vremenski i klimatski ekstremi postati sve intenzivniji u budućnosti. Sa druge strane, Beograd je pol koncentracije koji integriše ¼ stanovništva i živorođenja Srbije. Prema najnovijim podacima iz 2023. godine od ukupnog broja živorođenih u Srbiji (61.062) njih 17.327 ili skoro 29% je rođeno u Beogradu. *Pull* (privlačni) faktori prestonice još uvek nadjačavaju negativne klimatske uslove, ali postavlja se pitanje budućnosti - da li će klimatske promene preokrenuti demografske trendove?

Intenziviranje klimatskih promena u svetu implicira sve veću zabrinutost zbog snažnog uticaja tih promena na stanovništvo u celini, a takođe i sve veću usmerenost naučnika ka istraživanjima uticaja tih promena na natalitet i uopšteno populacionu dinamiku. Novija istraživanja bave se ispitivanjem dinamike odnosa između temperature i nataliteta na mesečnom nivou (Barreca i saradnici, 2018, Cho, 2020; Conte Keivabu i saradnici, 2023; Hajdu, 2024). Generalni zaključak ovih studija je da visoke temperature smanjuje stopu nataliteta osam do deset meseci kasnije sugerisući na to da izloženost visokim temperaturama dovodi do smanjenja verovatnoće začeća, ali i rasta fetalnih gubitaka. Pokušavajući da objasne ovu vezu, istraživači su se bavili uticajem visokih temperatura na vezu između fertiliteta i razvoja fetusa, i to na dva načina: jedna grupa autora je pokazala da izlaganje visokim temperaturama povećava rizik od pobačaja (Bonell i saradnici, 2023; Hajdu, Hajdu, 2021, 2023), dok je druga grupa autora ukazivala na to visoke temperature nepovoljno uticu na spermatogenezu (Kumar, Singh, 2022; Zhang i saradnici, 2015). Takođe, Hajdu, Hajdu (2022) su utvrdili da stres izazvan visokim temperaturama može dovesti do manjeg broja začeća.

Ovo istraživanje svakako doprinosi literaturi koja tretira uticaje temperatura vazduha na natalitet. Specifičnost ovog istraživanja je ta što se datom tematikom bavi na lokalnom nivou, tj. u Beogradskom regionu. Cilj rada jeste da ispita efekte toplih dana na dinamiku stope rađanja u regionu glavnog grada Srbije, fokusirajući se, zbog dostupnosti podataka, na period između 2015. i 2020. godine. Metod koji se koristi u ovom radu sličan je pristupu koji su imali Barreca i saradnici (2018) baveći se ovom problematikom kroz duži vremenski period u Sjedinjenim Američkim državama.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Podaci o broju živorođenih na dnevnom i mesečnom nivou od 2015. do 2020. godine za Region Beograda (i sve njegove opštine) dobijeni su iz Demografske statistike Republičkog zavoda za statistiku. Za potrebe ovog rada, stope nataliteta na dnevnom/mesečnom nivou definisana je kao broj živorođenih u datom danu/mesecu odnosu na procenjeni broj stanovnika na 100.000/10.000.

Izvor klimatskih podataka jeste Digitalni atlas Srbije koji nudi dnevne informacije o minimalnoj, maksimalnoj, prosečnoj temperaturi i padavinama. Digitalni atlas Srbije nudi osmotrene klimatske podatke na nivou okruga i opština koji su izrađeni na osnovu izmerenih klimatskih veličina na meteorološkim i klimatološkim stanicama u Srbiji, a koji su zatim interpolisani na pravilnu mrežu tačaka, horizontalnog razlaganja od 10x10 km. Baza Digitalnog atlasa Srbije jesu E-OBS podaci (E-OBS data access). Ova baza podataka je jedan od je produkata ECA&D projekta (European Climate Assessment & Dataset project). U okviru ovog projekta odvija se redovna razmena osmatranja sa meteoroloških i klimatoloških stanica koje su u nadležnosti nacionalnih meteoroloških službi evropskih zemlja i zemalja u okruženju. Kada se iz svih zemalja osmotreni podaci sakupe, oni se iz nepravilne mreže osmatračkih stanica interpolišu u pravilnu mrežu tačaka približnog razlaganja od 10 km, tako da na svakih 10 km postoji tačka u kojoj su vrednosti odgovarajućih promenljivih (Mapa - Digitalni atlas klime Srbije).

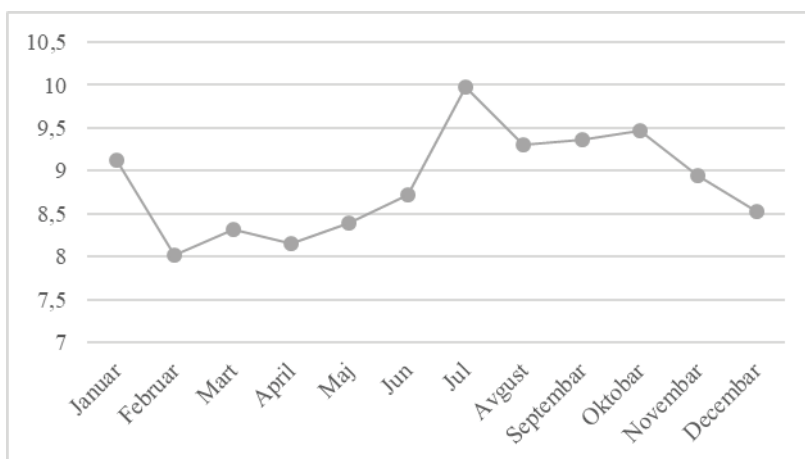
U tabeli 1. predstavljeni su podaci o stopi rađanja i klimatskim varijablama za Beogradski region u periodu 2015-2020. Kao što je prikazano, u prestonici se dnevno rađalo oko 2.9 beba na 100.000 stanovnika u proseku, dok ukupan broj živorođenih u navedenom periodu iznosi 107.671. Sezonalnost rađanja jako je izražena u regionu glavnog grada. U celom regionu, stopa nataliteta dostiže vrhunac između jula i oktobra, što ukazuje na to da se najveći broj začeca ostvaruje između novembra i februara. Sa druge strane, stopa nataliteta je najniža u periodu između februara i aprila, što ukazuje na to da se najmanji broj začeca ostvari između juna i avgusta. Međutim, nije sigurno da li se ovakav sezonalitet može sasvim pripisati sezonalnosti pokušaja začeca, ili varijabilnoj verovatnoći začeca u odnosu na temperaturna kolebanja. U svakom slučaju sezonski model rađanja sugerise da temperatura može imati značajnu ulogu u tajmingu rađanja (Grafikon 1). Drugim rečima, pretpostavka je da toplotni talasi tokom letnjih meseci mogu prolongirati začeca za period nakon vrućina imajući u vidu negativan uticaj visokih temperatura na spermatogenezu (Kumar, Singh, 2022; Zhang i saradnici, 2015).

U Beogradu je u periodu 2015-2020. registrovano čak vrelih 111 dana. Vrelim danima smatraju se oni u kojima je prosečna temperatura vazduha bila iznad 26.6°C. Ovakva temperaturna klasifikacija uobičajena je u studijama koje ispituju temperaturne efekte, kao i u spomenutim radovima koji su bili inspiracija ovom istraživanju (Dell i saradnici 2014; Barreca i saradnici 2012, 2018). Mesečna distribucija vrelih dana u Beogradu bila je sledeća: 19 vrelih dana registrovano je u junu; 42 u julu; 46 u avgustu i 4 vrela dana su registrovana u septembru.

Tabela 1. Sumarna statistika o prosečnoj stopi rađanja i temperaturi na dnevnom nivou, Beogradski region, 2015-2020.

	Beogradski region
Prosečan broj živorođenih u jednom danu na 100.000 stanovnika	2.9
Prosečna tem. <-1.1°C	1.2
Prosečna tem. -1.1°C - 4.4°C	4.2
Prosečna tem. 4.4°C - 10.0°C	6.5
Prosečna tem. 10.0°C - 15.5°C	6.2
Prosečna tem. 15.5°C - 21.1°C	6.1
Prosečna tem. 21.1°C - 26.6°C	4.3
Prosečna tem. 26.6°C - 32.2°C	1.9
Broj meseci	580
Broj opština	17

Izvor: Kalkulacija autora



Grafikon 1. Sezonalnost stope rađanja na mesečnom nivou, Beogradski region, 2015-2020
Izvor: Kalkulacija autora

U radu je primenjena regresiona analiza u cilju identifikacije uticaja vrućih temperaturnih šokova na rađanje u beogradskom regionu. Regresioni model bazira se na varijacijama u distribuciji temperature (temperaturnih opsega) (Tabela 1) na mesečnom nivou za 17 beogradskih opština, s tim što je fokus ovog rada na poslednjem tj, najtoplijem temperaturnom opsegu (iznad 26.6°C). Kao takav, ovaj model je sličan modelu koji su Barreca et al. (2012, 2015, 2018) primenili na demografskim i klimatskim podacima za Sjedinjene Američke države, pritom analizirajući uticaje i toplih i hladnih temperaturnih šokova. Regresioni model primenjen u ovom radu je sledeći:

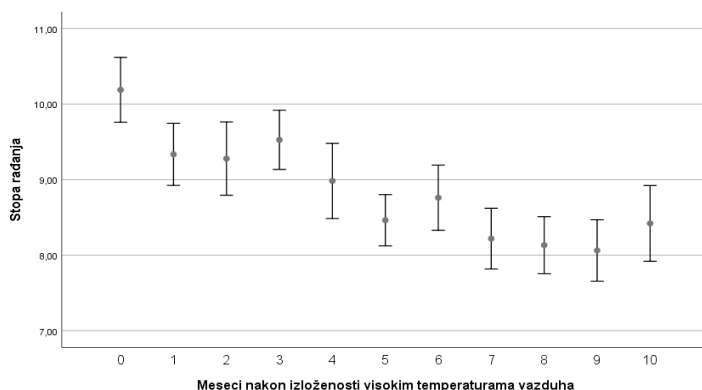
$$Y_{o,m} = \sum_j^J \sum_k^K \beta_k^j TEMP_{o,m-k}^j + \alpha_{o,m} + \theta_{o,g} + e_{o,m}$$

Gde je Y stopa rađanja u opštini o u godini-mesecu m . $TEMP$ je vektor J temperaturnih binova koji obuhvataju distribuciju dnevnih prosečnih temperatura u opštini o u mesecu $m-k$. Temperaturni binovi predstavljaju sume broja dana u mesecu kada su dnevne presečne temperature bile $<-1,1^\circ\text{C}$, $-1,1^\circ\text{C}-4,4^\circ\text{C}$, $4,4^\circ\text{C}-10,0^\circ\text{C}$, $15,5^\circ\text{C}-21,1^\circ\text{C}$, $21,1^\circ\text{C}-26,6^\circ\text{C}$, $26,6^\circ\text{C}-32,2^\circ\text{C}$. Uspostavljanje odnosa između stope rađanja i temperature je omogućena time što se dozvoljava da na stopu rađanja u mesecu m utiču temperaturni binovi do 10 meseci uključujući mesec m tj. mesec u kojem su registrovani topli dani sa prosečnom temperaturom preko 26.6 °C (označeno indeksom $k=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$). Dakle, formirano je šest temperaturnih varijabli za 10 meseci, počevši od meseca u kojem su registrovani topli dani sa prosečnom temperaturom preko 26.6 °C, pa do 10 meseci nakon toga, i to za sve beogradske opštine i sve ispitivane godine. Ukupno za sve opštine i svih 6 godina, u analizu je uključeno 580 meseci. Imajući u vidu da se generalno, pa tako i u Beogradu, 57% beba rađa u gestacionoj dobi preko 36 nedelja i 38% u gestacionoj starosti preko 40 nedelja (RZS, 2023), naročito će biti značajno ispitati efekat najtoplijeg temperaturnog bina 9 i 10 meseci nakon toplog temperaturnog šoka. U cilju što bolje kontrole varijabilnosti i što bolje procene efekata temperature na stopu rađanja, u regresioni model uvedena su dva fiksna efekta kao konstante koje se ne menjaju u okviru opština i tokom posmatranih meseci i godina. $\alpha_{o,m}$ i $\theta_{o,g}$ predstavlja fiksni efekat opština po mesecima odnosno opština po godinama koji se uzimaju u obzir kako bi specifične varijacije koje su karakteristične za svaku beogradsku opštinu o u određenom mesecu m odnosno godini g bile kontrolisane kao konstante u modelu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na grafikonu 2 prikazana je stopa nataliteta tokom 10 meseci od izloženosti visokim temperaturama vazduha u Regionu Beograda, počevši od meseca toplog temperaturnog šoka pa do 10 meseci nakon toga, tokom perioda 2015-2020. Prosečna stopa rađanja tokom celog perioda izloženosti iznosila je 8.8 živorođenja na 10000 stanovnika sa standardnom devijacijom 1.6. Međutim, stopa značajno varira između pojedinih meseci, beležeći najveću vrednost u mesecu 0 i najnižu vrednost u mesecu 9. Stopa rađanja se kretala u rasponu od 10.2 bebe na 10000 stanovnika (standardna devijacija 1.5) u mesecu sa registrovanim vrelim danima do 8.0 bebe na 10000 (standardna devijacija 1.4) devet meseci nakon toga.

Grafikon 2. Stopa rađanja po mesecima izloženosti, Beogradski region, 2015-2020



Izvor: Kalkulacija autora

U tabeli 2 prikazani su efekti visokih temperatura vazduha na stopu rađanja u pojedinim mesecima nakon izloženosti (0, 9, 10).

Regresioni model pokazuje da se naveći efekat visoke temperature vazduha uočava 9 meseci nakon izloženosti. Procene pokazuju da svaki dodatni vreli dan sa temperaturom preko 26.6°C uzrokuje pad stope rađanja za približno 0.008 ili za 0.85% 9 meseci kasnije, sa statističkom značajnošću na nivou od pet procenata. Činjenica da se najveći efekat primećuje 9 meseci nakon toplog temperaturnog šoka je u skladu sa navodima prethodnih istraživanja koja potvrđuju da vreli dani mogu imati neposredan uticaj na reproduktivno zdravlje u vreme kada dolazi do začeća. Iako se to ne može tvrditi na osnovu dostupnih podataka, takode, ovakvi rezultati sugerišu da visoke temperature vazduha u prvih nekoliko meseci trudnoće mogu biti povezane sa povećanim rizikom od pobačaja (Hajdu, 2024).

Efekat visoke temperature vazduha u 10. mesecu nakon šoka takode je veliki i iznosi -0.005. Ovo znači da svaki dodatni dan sa prosečnom temperaturom preko 26.6°C uzrokuje pad stope rađanja za približno 0.005 ili za 0.53% deset meseci nakon registrovanih vrelih dana. Sa jedne strane, činjenica je da padu može doprineti manji udeo žena koji ima duže trudnoće (preko 40 nedelja), ali sa druge strane, kako pretpostavljaju prethodna istraživanja, izlaganje visokim temperaturama smanjuje verovatnoću začeća do dva meseca (Barreca i saradnici, 2018), ali i ima direktan i neposredan uticaj na prevremeni porođaj (Guo et al., 2023).

Kada je u pitanju efekat visokih temperatura u samom mesecu izloženosti (mesec 0), rezultati pokazuju da svaki dodatni vreli dan >26,6°C uzrokuje statistički značajno povećanje nataliteta od 0,11% u mesecu izloženosti (mesec 0). Iako se ne može sa sigurnošću tvrditi, ovakav nalaz sugeriše na pretpostavku da topli temperaturni šokovi mogu smanjiti dužinu gestacije.

Efekti toplih dana na stopu rađanja u glavnom gradu Srbije

Tabela 2. Efekat visokih temperatura vazduha na stopu rađanja u Beogradskom regionu, u pojedinim mesecima nakon izloženosti visokim temperaturama (2015-2020)

	Meseci nakon izloženosti visokim temperaturama vazduha		
Topli dani >26.6°C	0	9	10
Regresioni koeficijent	0.001	-0.008	-0.005
Relativna promena	0.11	-0.85	-0.53

Nivo značajnosti 5%

Izvor: Kalkulacija autora

Efekat izlaganja jednom dodatnom vrelom danu uzrokuje pad stope rađanja za 0,85% odnosno za 0,53% devet odnosno deset meseci nakon toplotnog šoka u regionu glavnog grada Srbije. Nalik sličnim studijama u drugim zemljama, uočeni negativni efekti visokih temperatura vazduha sugerišu da toplota može imati štetan uticaj na reproduktivno zdravlje u periodu pre začeća, kao i to da visoke temperature u prvih nekoliko meseci trudnoće mogu biti povezane sa povećanim rizikom od pobačaja. Ono što se nameće kao jedan od logičnih zaključaka jeste da će klimatske promene sve više pomerati period začeća u zimske mesece imajući u vidu da će izloženost stanovništva visokim temperaturama u trećem kvartalu godine biti sve veća. To će posledično implicirati sve izraženiju sezonalnost nataliteta koje će značiti sve veću koncentraciju rađanja u letnjim mesecima. Imajući u vidu da je Beograd „ostrvo toplote“, kao i to da će u budućnosti sve više biti izložen ekstremnim temperaturnim vrednostima, ovakvi nalazi mogu biti korisni za formulisanje strategija za ublažavanje efekata klimatskih promena na natalitet na lokalnom nivou. Postavlja se pitanje da li bi klimatizacija mogla doprineti ublažavanju gubitaka nataliteta izazvanih klimatskim promenama.

Iako ovakvi nalazi pomažu u objašnjavanju uočenog pada nataliteta tokom prolećnih meseci, ipak treba na kraju istaći i na određena ograničenja ovog istraživanja. Najpre, ovo istraživanje ne dozvoljava identifikaciju i razumevanje mehanizama putem kojih temperatura utiče na natalitet. Iako vremenski raspored efekata sugerise da uticaj postoji, mehanizmi tj. kanali putem kojih se uticaj ostvaruje ostaju nepoznati. Takođe, ova analiza nije uključila informaciju o dužini trudnoće, pa je samim time ostalo nepoznato kako visoka temperatura utiče na broj dece rođene u terminu ili prevremeno rođene dece, kao i to da li se vremenska dinamika ovih efekata razlikuje. Na kraju, nije poznato psihološko i socio-ekonomsko okruženje rađanja koje potencijalno može uticati na heterogenost efekta vrelih dana. Na primer, sama činjenica da je frekventnost rađanja najveća tokom letnjih meseci može potencijalno sugerisati i na značajan uticaj psiholoških ili kulturoloških motiva, poput praznika, na samu odluku o začeću i frekvenciju seksualnih odnosa.

ZAHVALNICA

Istraživanje je sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije (naziv projekta: Population dynamics under environmental challenges in Serbia; akronim projekta: POPENVIROS; broj projekta: 7358).

LITERATURA

- Barreca, A. i saradnici (2018). Maybe Next Month? Temperature Shocks and Dynamic Adjustments in Birth Rates. *Demography*, 55(4), pp. 1269–1293. <https://doi.org/10.1007/s13524-018-0690-7>.
- Barreca, A. (2012). Climate Change, Humidity, and Mortality in the United States. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63(1), pp. 19–34.
- Bonell, A. i saradnici (2023). An expert review of environmental heat exposure and stillbirth in the face of climate change: Clinical implications and priority issues. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.17622>
- Božanić, D., Mitrović, Đ. (2019). Studija o socio-ekonomskim aspektima klimatskih promena u Republici Srbiji. Beograd: UNDP.
- Cho, H. (2020). Ambient temperature, birth rate, and birth outcomes: Evidence from South Korea. *Population and Environment*, 41(3), pp. 330–346. <https://doi.org/10.1007/s11111-019-00333-6>
- Conte Keivabu, R. i saradnici (2023). Temperature and Fertility: Evidence from Spanish Register Data. *IZA Discussion Papers* 16110.
- Dell, M. i saradnici (2014). What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), pp. 740–798. <https://doi.org/10.1257/jel.52.3.740>
- Guo, Y., Xie, Y., Wei, X., Guo, C., Chen, P., Wang, Y., Mui, Y., Shi, X., Zhu, J., Liang, J., & Liu, Q. (2023). Disparities of Heatwave-Related Preterm Birth in Climate Types — China, 2012–2019. *China CDC Weekly*, 5(49), 1094–1099. <https://doi.org/10.46234/ccdcw2023.205>
- Hajdu, T. (2024). The effect of temperature on birth rates in Europe. *Popul Environ* 46, 9. <https://doi.org/10.1007/s11111-024-00450-x>.
- Hajdu, T., Hajdu, G. (2021). Post-conception heat exposure increases clinically unobserved pregnancy losses. *Scientific Reports*, 11(1987). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81496-x>
- Hajdu, T., Hajdu, G. (2022). Temperature, Climate Change, and Fertility. In K. F. Zimmermann (Ed.),
- Hajdu, T., Hajdu, G. (2023). Climate change and the mortality of the unborn. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102771. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102771>
- Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics (pp. 1–25). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57365-6_262-1
- Janković, A. i saradnici (2019). Future climate change impacts on residential heating and cooling degree days in Serbia. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 123 (3), pp. 351–370. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2019.3.6>
- Kumar, N., Singh, A. K. (2022). Impact of environmental factors on human semen quality and male fertility: A narrative review. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00585>
- RZS (2024). Demografska statistika 2023. Beograd: Republički zavod za statistiku.
- Zhang, M. i saradnici (2015). Scrotal heat stress causes sperm chromatin damage and cysteinyl aspartate-specific proteinases 3 changes in fertile men. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 32(5), pp. 747–755. <https://doi.org/10.1007/s10815-0150451-0>