

Privremene intervencije na gradskim trgovima u zimskom periodu i toplotni komfor – Trg u Kragujevcu

Lazar Mandić^{1,2}, Aleksandra Đukić², Jelena Marić²

¹Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Beograd, Republika Srbija

²JP Urbanizam - Kragujevac, Kragujevac, Srbija

archlazarmandic@gmail.com, adjukic@afrodita.rcub.bg.ac.rs, jelena.maric1989@yahoo.com

Sažetak— U radu su prikazani rezultati analize ankete posetilaca jednog gradskog trga i mikroklimatskih parametara prikupljenih na terenu tokom dva vremenska perioda u ukupnom trajanju od 15 dana, pre i posle postavljanja privremene intervencije u javnom prostoru u zimskom periodu. Izvršeno je anketiranje 210 korisnika radi ispitivanja subjektivnih stavova, ocena o ličnom toplotnom komforu u otvorenom javnom prostoru pre i posle postavljanja montažnog objekta namenjenog rekreaciji svih starosnih grupa: javnog klizališta sa opremom za korišćenje. Cilj rada je analiza efekata klimatski senzitivnog urbanog dizajna kroz proveru povezanosti pojedinačnih mikroklimatskih parametara (temperature vazduha, brzine vetra, relativne vlažnosti vazduha, vazdušnog pritiska, temperature crnog globus termometra), aktivnosti metabolizma i odevnosti ispitanika. U radu je izvršena provera subjektivne ocene toplotnog komfora i skale toplotnog komfora za PET indeks nakon postavljanja javnog klizališta u otvorenom javnom prostoru. Prikazani su identifikovani subjektivni faktori zagrevanja i hlađenja na trgu, kao i moguća dalja usmeravanja istraživanja u cilju formulisanja odgovarajućeg modela toplotno senzitivnog urbanog (re)dizajna gradskih trgova.

Ključne reči — *toplotni komfor; senzitivni urbani dizajn; gradski trg; Kragujevac;*

I. UVOD

Gradovi su generatori klimatskih promena, ali su i mesto za postizanje najvećih promena za njihovo smanjenje [1]. Javni otvoreni prostori u gradovima i prilagođavanje na klimatske promene, predstavljaju strateško mesto savremenog urbanog dizajna. Odgovarajućim dizajnom javnih prostora utiče se na način njihovog korišćenja, ponašanje i izbor aktivnosti različitih korisnika, uz istovremeno podizanje njihovog kvaliteta u smislu životnosti, komfora i atraktivnosti.

U okviru novog međuvladinog izveštaja za promenu klime, izneta su očekivanja da će se hladni ekstremni vremenski uslovi umanjiti po učestanosti i intenzitetu, ali da će hladno vreme ostati značajna pretnja za gradove, posebno za regione sa blažom klimom, gde će biti većih temperaturnih razlika između „normalnih“ zimskih dana i hladnih ekstrema, a manje kapaciteta za adaptaciju [2].

U prethodnih 50 godina, a naročito u prethodnih 20 godina, sprovedene su brojne studije i objavljeni su brojni naučni radovi o ispitivanju zavisnosti aktivnosti ljudi i toplotnog komfora u otvorenom prostoru u Evropi i u svetu i njihov broj je u porastu, što se može videti iz preglednih radova [3]–[7].

Klimatski senzitivni urbani dizajn (Climate Sensitive Urban Design – CSUD) je urbani dizajn koji ublažava klimatske rizike, umanjuje korišćenje resursa i emisije i produžava period komforog perioda u otvorenom prostoru, predstavlja svestan napor da se kreira prijatan javni otvoreni prostor koristeći dostupne dizajn alate [8]. CSUD podrazumeva intervencije koje se tiču ublažavanja i prilagođavanja na klimatske promene koje su pretežno vezane za tople periode, ali u poslednje vreme povećava se interes i za hladne periode, odnosno istražuju se mogućnosti formiranja prijatnih prostora kroz urbanističke promene i prilagođavanje vremenu za zimske gradove, odnosno za gradove u hladnom zimskom periodu [9].

Organizovanje privremenih klizališta u gradskim centrima u toku zimskog perioda je relativno nov trend u gradovima u Srbiji i nije vezan za posebne politike urbanog dizajna ili urbanih strategija. Klizalište u Kragujevcu, u čijoj je neposrednoj blizini sprovedeno istraživanje, je obezbedila lokalna gradska uprava, a namenjeno je najširoj populaciji, dostupno svim starosnim grupama, finansijski pristupačno sa simboličnom cenom korišćenja. Pozitivna slika o klizanju i klizalištu u gradu, je uneta u jugoslovenski, odnosno lokalni kulturni diskurs, nakon drugog svetskog rata iz američkog uticajnog područja i danas se vezuje za najpoznatije klizalište u Njujorku – Rokfeler plac. Posebnu popularnost klizanje na ledu je steklo nakon Zimskih olimpijskih igara organizovanih u Sarajevu 1984. godine. Klizališta se takođe vezuju za romantizovan narativ detinjstva i igre u dvorištu kuće, ili zajedničkog prostora za igru oko zgrade. Danas klizanje na ledu ima i statusni simbol s obzirom da važi za skup sport i da nije pristupačno svima.

Cilj ovog rada je da odgovori na pitanja: povezanosti privremenih intervencija u javnom otvorenom prostoru u toku zimskog perioda i subjektivne ocene toplotnog osećaja; povezanosti pojedinačnih mikroklimatskih parametara i

subjektivne ocene toplotnog komfora; povezanosti pojedinih aktivnosti u javnom prostoru i subjektivne ocene toplotnog komfora; da proveriti skalu toplotnog komfora za PET indeks uvođenjem subjektivnog faktora - klizališta; i da identifikuje subjektivni faktor rashlađivanja i zagrevanja lokacije..

II. TEORIJSKI OKVIR

A. *Toplotni komfor kao deo kvaliteta dizajna otvorenog javnog gradskog prostora*

Značajan za razumevanje subjektivne ocene kvaliteta javnog prostora je savremeni koncept prostora koji je proširen psihološkom i sociološkom komponentom, definisan kao sistem doživljaja koji uključuje lične, društvene i kulturno značajne aspekte [10]–[13]. Ovako definisani koncept koji se sastoji od tri aspekta: fizičkog (forme i prostora), funkcionalnog (aktivnosti) i psihološkog (emocionalnog i kognitivnog, značenjskog) proširio je dodatno klimatom i memorijom Knez [14], [15].

Značaj dizajna javnih prostora, koji je u skladu sa osnovnim željama čoveka, prepoznao je Jan Gel, u knjizi *Život među zgradama: Korišćenje javnog prostora* [16].

Racionalni i adaptivni pristup u određivanju toplotnog komfora

Toplotni komfor je najčešće definisan prema široko prihvaćenom standardu ISO 7730, kao „stanje uma koje izražava zadovoljstvo toplotnim okruženjem“ SRPS EN ISO 7730: , [17]. Iako navedena definicija naglašava psihološku prirodu termalnog komfora u naučnom i stručnom okviru pretežno se primenjuje racionalni, odnosno kvantitativni pristup u oceni toplotnog komfora.

Parametri koji određuju toplotni komfor su 1. fizički: temperatura vazduha, srednja temperatura zračenja, relativna brzina vazduha i vlažnost vazduha; i 2. lični parametri čoveka: nivo fizičke aktivnosti (metabolizam), oblačenje, starost i pol i masa čoveka. Najčešće korišćeni racionalni indeksi ocene toplotnog komfora su „Fangerovi indeksi“ PMV (Predicted Mean Vote) očekivani stepen izjašnjenja na skali od sedam stepena (+3 vrelo, +2 toplo, +1 mlako, 0 neutralno, -1 malo hladno, -2 hladno, -3 ledeno) i PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) pretpostavljeni procenat nezadovoljnih toplotnim komforom; SET (standardna efektivna temperatura / standard effective temperature) - standardna efektivna temperatura [18]–[21] i PET (psihološki ekvivalentna temperatura/ physiologically equivalent temperature) [22], [23].

Danas se u okviru adaptivnog pristupa ocene toplotnog komfora, sve veći značaj pridaje i psihološkim, odnosno kulturološkim i kontekstualnim uticajima [24]–[27] s obzirom da je komfor psihološki koncept, koji ne može biti opisan samo fiziološkim elementima. Korisnici prostora ne sagledavaju kao pasivni prijemnici, već imaju aktivnu ulogu u ulogu u kreiranju sopstvenih toplotnih preferencija [28].

B. *Privremene prostorne intervencije tokom zime i toplotni komfor*

Privremene intervencije u javnim prostorima grada, odnosno gradskim trgovima su uobičajene za određene periode godine u urbanom životu grada (prodaja na trgu – pokretna, mobilna pijaca, održavanje koncerta, i rekreativnih aktivnosti – zajednička vežbanja, plesne igre, klizanje na ledu i sl. aktivnosti). Ove intervencije po pravilu uvek dovode do znatno većeg korišćenja javnog prostora, poboljšavaju lokalnu ekonomiju i učvršćuju osećaj zajedništva. Jan Gel prepoznaje značaj funkcionisanja javnih prostora tokom cele zime i povezuje ga sa aktivnostima komercijalnog sektora i održive ekonomije, uz opasku da takvi aranžmani podrazumevaju dodatnu zaštitu od klimatskih prilika [16].

Male privremene intervencije su one kojima se redizajnira javni prostor, kojima se menja svakodnevnica grada i jača lokalna zajednica, a koji su mali u smislu budžeta, veličine i vremena potrebnog da se efikasno transformišu u okviru ograničenih resursa [29], [30].

Kako bi odgovorilo na hladni toplotni stres u javnom prostoru, za gradove sa hladnom klimom razvijene su dve strategije: fokusiranje na rešavanje problema hladnoće, i fokusiranje na borbu sa emocijama. Prva strategija se odnosi na razvoj što veće zaštite korišćenjem tehnologije za kreiranje veštačkog povoljnog okruženja – zagrevanjem, veštačkim nadstrešnicama, platnenim zastorima, staklenim panelima i drugim zaštitama. Druga je da se ljudi ne štite od prirode, već da se omogući da se spoje sa prirodom i na što pozitivniji način, u društvu, da dožive zimsku idilu. Postoji i treća opcija, a to je da se omogući optimalni balans između zaštite od najlošijih vremenskih uslova uz izlaganje benefitima zimskih doživljaja [31].

Brojna istraživanja otvorenih javnih prostora kako hladnih, tako i toplih klimatskih regiona, sa velikom sigurnošću ukazuju na značaj umanjavanja kvaliteta života u gradu tokom ekstremnih toplotnih događaja, uključujući pre svega umanjavanje ličnog toplotnog komfora u spoljnim uslovima koji dovode do povećane anksioznosti, depresije umanjene fizičke aktivnosti, društvenih interakcija, radne sposobnosti, turizma i rekreacije. Pojedini istraživači su primetili da ukoliko su prostori dovoljno interesantni i nude različite vrste stimulacija, da će ljudi imati veću toleranciju na ekstremne uslove pod uslovom da nisu suviše opasni, nego što bi bili pod običnim uslovima [26].

III. METODOLOGIJA I MATERIJAL

U radu se ispituje efekat privremeno postavljenog klizališta dimenzija 17,0 x 12,0 m na javnoj površini – Trgu svetog Đorđa u Kragujevcu, na subjektivni doživljaj toplotnog komfora. Klizalište je postavljeno u okviru novogodišnjeg programa u organizaciji grada Kragujevca pod nazivom „Korzo na ledu“, od 31. januara 2023. godine do 16. februara

2023. godine. Klizalište je bilo otvoreno tokom za posetioce tokom svakog dana najčešće u dva termina od 10 – 14 h i od 17 – 22 h, osim u periodu kada vremenski uslovi to nisu dozvoljavali zbog jakog sunca, odnosno temperature vazduha iznad 15°C, usled čega se topila ledena ploča klizališta, ili usled lošeg vremena - kiše. Maksimalni broj jednovremenih korisnika klizališta je 80 klizača.

A. Prikaz upitnika

Podaci o subjektivnoj oceni mikroklimatskih uslova su obezbeđeni iz ankete posetilaca prostora, uz istovremeno merenje mikroklimatskih uslova na trgu pokretnom meteorološkom stanicom i datalogerima istovremeno dok je vršeno anketiranje koje je trajalo 5 - 10 min po anketi. Anketa je vršena u dva perioda u ukupnom trajanju od 14 dana: 1) pre postavljanja klizališta – prvi period: 17. decembar 2022 – 23. decembar 2022.god, 2) nakon postavljanja klizališta - drugi period 21. januara 2023 - 27. januara 2023, u okviru različitih vremenskih uslova u periodu od 10 00 do 17 00 h. Tokom oba perioda ispitivanja temperatura vazduha je bila pretežno ispod 10°C i bez padavina.

Anketa se sastojala iz tri dela: prvi deo se odnosi na lične karakteristike ispitanika (pol, starost, dužina života povedenog u Kragujevcu, aktivnost pre intervjuja, odevenost). Drugi deo se odnosio na subjektivnu ocenu vremenskih uslova (ocena temperature vazduha, vetra, sjaj sunca i nivo oblačnosti) i dodatne subjektivne ocene koje su u vezi sa toplotnim komforom (osećaj promrzlina, željena temperatura, osećaj komfora, zdravstveno stanje). Treći deo upitnika se odnosio na subjektivnu ocenu dizajna javnog prostora (dizajn pre intervencije, dizajn posle intervencije, zaštita od vetra, zaštita od kiše i snega, zaštita od sunca i nivo ozelenjenosti lokacije) u okviru ovog dela našla su se i pitanja vezana za osnovni razlog dolaska i učestanost dolaska na lokaciju. Poslednji deo odnosio se na identifikovanje osnovnog subjektivnog faktora hlađenja odnosno zagrevanja lokacije.

Pitanja su postavljena u vidu upitnika sa ponuđenim skalabilnim odgovorima, najčešće sa pet stepena intenziteta, osim za ocenu toplotnog komfora za koji je korišćena skala sa devet stepeni koju su u svojim istraživanjima primenjivali Knez i Torsonova [27].

Za svaki pojedinačni upitnik, odnosno za svakog ispitanika, beleženo je vreme sprovođenja ankete, dok su parametri temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha, brzina vetra i temperatura globus termometra, utvrđivani naknadno, uparivanjem sa automatskim zapisima meteoroloških instrumenata.

Parametari PET i srednja radijantna temperatura (MRT) određivani su posebno, kroz proračun, korišćenjem softvera RayMan 1.2 [32]–[34]. Srednja radijantna temperatura je parametar indikacije kompleksnog fenomena radijacije urbanog okruženja, uz uvažavanje karakteristika okruženja, izgrađenosti, nivoa zračenja sunca, oblačnosti, karakteristika

ispitanika (starost, fizička konstitucija, nivo metabolizma i odevenost) [35].

Ukupni broj ispitanika koji je učestvovao u anketi bio je 210 i to 103 pre postavljanja klizališta i 107 nakon postavljanja klizališta. Procenat ispitanika prema polu je bio skoro izjednačen i to 55,2 % muških i 44,8 % ženskih ispitanika. Najveći broj ispitanika bio je starosti od 15 do 18 godina 27,6 %, nakon čega slede ispitanici starosti od 18 do 35 godina 24,8 %, zatim oni starosti do 15 godina 23,3 %, starosti od 35 do 65 godina 14,3 % i oni starosti preko 65 godina sa 10,0 %. Prema aktivnosti obavljanoj neposredno pre ankete, najviše ispitanika se izjasnilo da je bilo u šetnji i to 35,5 %, u kupovini u zatvorenom prostoru 20,0 %, sedenje u zatvorenom prostoru 14,8 %, sedenje u otvorenom prostoru 9,0 %, klizanje 8,1 % i druga aktivnost 3,8 %.

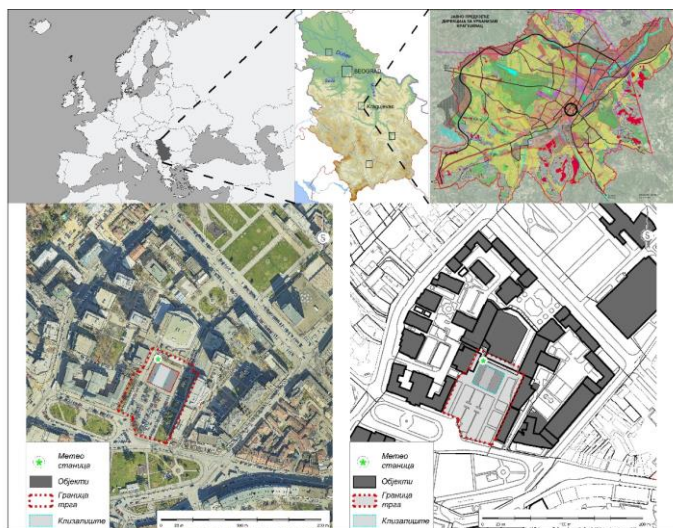
TABELA I. KARAKTERISTIKE UPITNIKA

		pre postavljanja klizališta	posle postavljanja klizališta	Ukupno	
		N=103	N=107	N=210	N=210
Pol	muški	26,7%	28,6%	55,2%	116
	ženski	22,4%	22,4%	44,8%	94
Starosna grupa	do 15 godina	10,0%	13,3%	23,3%	49
	15-18 godina	15,2%	12,4%	27,6%	58
	18-35 godina	13,8%	11,0%	24,8%	52
	35-65 godina	5,7%	8,6%	14,3%	30
	preko 65 godina	4,3%	5,7%	10,0%	21
Aktivnost	sedenje u zatvorenom prostoru	7,1%	7,6%	14,8%	31
	kupovina u zatvorenom prostoru	11,0%	9,0%	20,0%	42
	sedenje u otvorenom prostoru	5,7%	3,3%	9,0%	19
	stajanje u otvorenom prostoru	8,1%	5,7%	13,8%	29
	šetnja	16,2%	14,3%	30,5%	64
	klizanje	0,0%	8,1%	8,1%	17
	druga aktivnost	1,0%	2,9%	3,8%	8

B. Lokacija istraživanja

Za područje istraživanja „Sl. 1“, određen je Trg svetog Đorđa u gradu Kragujevcu u Srbiji (44° N, 20° E, 173 m mnv). Lokacija je izabrana s obzirom da je Kragujevac tipski grad srednje veličine, četvrti grad po veličini u Srbiji sa 171 628 stanovnika RZS, [36], oko 120 km udaljen od Beograda, politički, kulturni, obrazovni, naučni, zdravstveni, privredni i ekonomski centar Šumadijskog upravnog okruga kog čine 7 jedinica lokalne samouprave. Trg je lociran u samom centru grada, formiran kao deo veće urbanističke celine „Prodor“, koja je koncipirana nakon drugog svetskog rata na principima moderne, kroz proces radikalne urbanističke rekonstrukcije [37], [38]. Trg je okružen zgradama sa tri strane visine od P+2 do P+6, dok je sa četvrte strane oivičen saobraćajnicom. Dimenzije trga su približno 60 h 80 m. U postojećem stanju trg se sastoji od popločanih pešačkih staza širine oko 5 m koji se pružaju pravcem sever – jug, travnatom zelenom površinom u središtu trga i površinom za automobilski parking. Materijalizacija pešačkih staza je delom od behaton i delom od granitnih ploča, dok je automobilski parking izrađen od asfalta. U zoni parkinga postoje stabla visokog drveća kao i u delu trga uz objekte. Objekti koji okružuju trg su različitih pretežnih namena: administracija – reprezentativni zgrada u

kojoj je bio smešten osnovni i okružni sud, trgovina – objekat robne kuće Beograd, ugostiteljstvo – pekara „Vega“, poslovanje – kancelarijski prostori i višeporodične stambene zgrade.



Sl. 1. Lokacija istraživanja Trg svetog Đorđa u Kragujevcu

C. Klimatske karakteristike Kragujevca

Kragujevac se nalazi u zoni umereno kontinentalne klime, bez sušnog perioda i toplim letima (Dfb), sa tendencijom prelaska u zonu umereno subtropske klime, bez sušnog perioda i toplim letima (Cfb), što je u zavisnosti od posmatranih perioda, a i s obzirom na efekte promene klime i globalnog zagrevanja [39], [40].

Klimatske karakteristike za grad Kragujevac RHMZ, [41] za standardni klimatološki period 1981-2012 su određene na osnovu merenja u klimatološkim terminima u 7, 14 i 21 h, na meteorološkoj stanici Kragujevac. Najviša vrednost srednje maksimalne temperature je u avgustu i iznosi 28,8°C, dok je najniža vrednost srednje minimalne temperature u januaru i iznosi -2,6°C. Prosečna godišnja temperatura (normalna vrednost) za posmatrani period iznosi 11,6°C. Najhladniji mesec je januar sa srednjom temperaturom vazduha (normalna vrednost) od 0,9°C, a najtopliji mesec je jul sa srednjom temperaturom vazduha od 21,9°C. Prosečna godišnja vrednost relativne vlažnosti vazduha iznosi 72 %. Prosečno isijavanje sunca je 2062,9 časova. Srednja vrednost godišnjih ledenih dana iznosi 15,0, dok srednja vrednost broja mraznih dana iznosi 80,1. Najučestaliji vetar je severozapadni 92 %, srednje brzine 2,8 m/s. Za mesece koji su obuhvaćeni istraživanjem: Za mesec decembar srednja maksimalna temperatura je 6,2°C, a srednja minimalna -1,1°C, prosečna vrednost relativne vlažnosti 81 %. Za mesec januar srednja maksimalna temperatura je 5,2°C, dok je srednja minimalna -2,6°C, prosečna vrednost relativne vlažnosti 79 %.

D. Način sprovođenja mikrometeoroloških merenja i karakteristike mernih instrumenata

Vremenski podaci su prikupljeni korišćenjem mobilne meteorološke stanice Conrad WH2080 i kontrolnog data logera Dostman Log 220 sa frekvencijom automatskog zapisa od 5 min. Za temperaturu crnog globus termometra korišćen je LogTag TREX-8 Data Logger Recorder sa eksternom sondom ST-10S-30, na koju je nadograđena ofarbana crna kugla – teniska loptica ofarbana u mat crnu boju. Navedeni instrumenti u najvećoj meri zadovoljavaju standard SRPS EN ISO 7726:2008 Ergonomija toplotne sredine - Instrumenti za merenje fizičkih količina [42]. Parametri su mereni na 1,2 m prilagođena prema centru gravitacije odraslog čoveka [22].

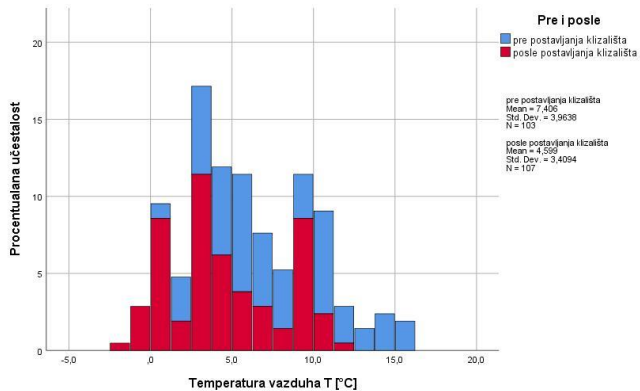
TABELA II. KARAKTERISTIKE KORIŠĆENIH MERNIH INSTRUMENATA

Instrument	Parametar	Tačnost	Rezolucija	Jedinica
Conrad WH2080	Temperatura vazduha	+/- 1	0,1	T _a [°C]
	Relativna vlažnost vazduha	+ / - 5 %	1	rH [%]
	Brzina vetra	+ / - 1	0,1	v [m/s]
	Vazdušni pritisak	+ / - 1,5	0,1	hPa
Dostman Log 220	Temperatura vazduha	+/- 0,5	0,1	°C
	Relativna vlažnost vazduha	+ / - 3 %	0,1	rH [%]
	Vazdušni pritisak	+ / - 1	0,1	hPa
LogTag TREX-8 Data Logger + LogTag ST-10S-30 sa crnom kuglom	Temperatura crnog globus termometra	N/A	0,1	T _g [°C]

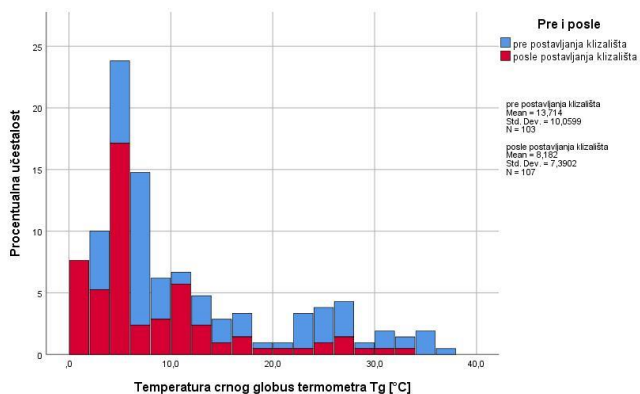
IV. REZULTATI MERENJA I ANKETE

Najveći broj intervjuua pre i posle postavljanja klizališta na trgu, je sproveden u rasponu temperatura od 0-10 °C „Sl. 2“, najčešća temperatura crnog termometra bila je oko 4-6 °C, a najviše izmerene i temperature bile su do 38 °C „Sl. 3“. Za oko 40 % uzoraka brzina vetra bila je nula odnosno - bez vetra, a relativna vlažnost vazduha se kretala u rasponu od 48 – 92 % što je vidljivo na „Sl.4“.

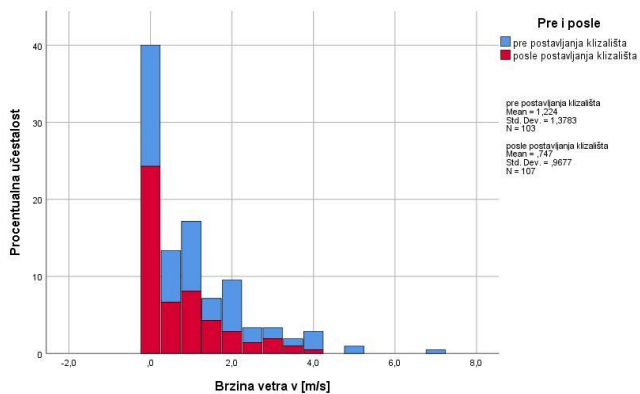
Iako su posmatrani periodi bili relativno slični, prema odgovorima ispitanika, kod ocene trenutnog subjektivnog toplotnog komfora uočeno je da se nakon postavljanja klizališta značajno više anketiranih – oko 25 % izjasnilo za blago hladno, dok je uočljivo da pre postavljanja klizališta ocena ledeno se takođe izdvaja u odnosu na set podataka prikupljenih nakon postavljanja klizališta. U oba slučaja uočeno je da su ženski ispitanici imali više odgovora ocenjenih nižim ocenama toplotnog komfora od muških „Sl. 5“. Takođe kod muških ispitanika pojavljuje se i jedan broj odgovora sa ocenama blago toplo što ukazuje na veću toleranciju muških ispitanika na hladne uslove okruženja.



Sl. 2. Odnos procentualne učestalosti i temperature vazduha pre i posle postavljanja klizališta



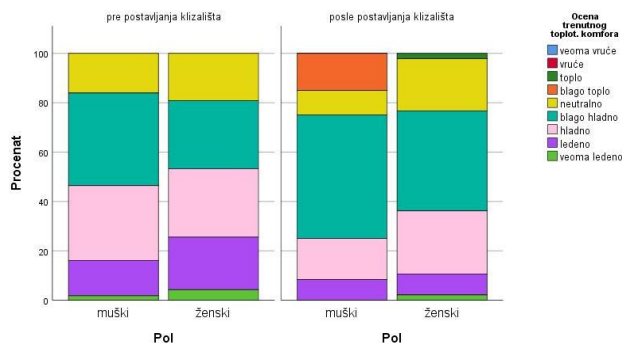
Sl. 3. Odnos procentualne učestalosti temperature crnog globus termometra pre i posle postavljanja klizališta



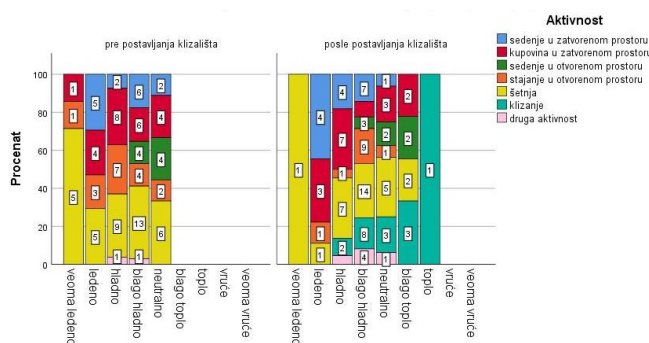
Sl. 4. Odnos procentualne učestalosti brzine vetra pre i posle postavljanja klizališta

Odnos raspodele ocena toplotnog komfora i pojedinačnih aktivnosti ispitanika pre i posle postavljanja klizališta govori o značaju ličnog metabolizma i boravka u zatvorenom ili otvorenom prostoru neposredno pre ankete. Uočljivo je da su ocenom toplo, blago toplo i neutralno označavali svoj subjektivni toplotni osećaj oni ispitanici koji su obavljali intenzivniju fizičku aktivnost (šetnja, klizanje i sl.) dok su se za hladnije ocene opredeljivali oni koji su pre ankete boravili u zatvorenom prostoru (kupovina u zatvorenom prostoru i

sedenje u zatvorenom prostoru). Takođe za toplotno pozitivne ocene izjasnili su se i oni koji su pre ankete sedeli u otvorenom prostoru, najčešće na suncu. Oni koji su stajali u otvorenom prostoru pre postavljanja klizališta pretežno su odgovarali ocenama hladno i ledeno, dok nakon postavljanja klizališta, pretežno su ocenjivali toplotni osećaj blago hladno.

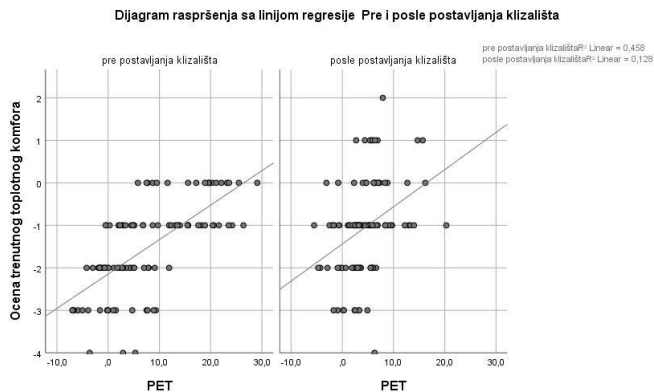


Sl. 5. Odnos procenta Ocena trenutnog toplotnog komfora i pola pre i posle postavljanja klizališta

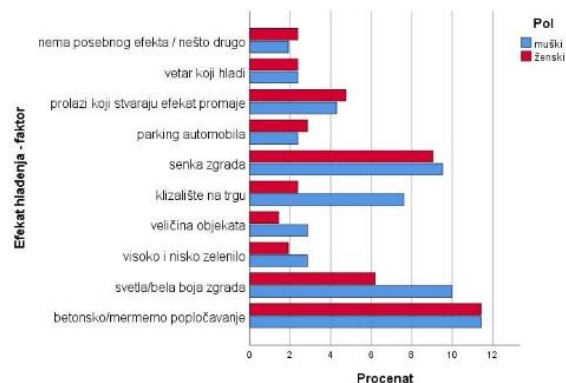


Sl. 6. Odnos procenta Ocena trenutnog toplotnog komfora i pola ispitanika pre i posle postavljanja klizališta

Da bi istražili da li postoji i kakav je uticaj postavljanja klizališta na trgu, urađen je dijagram raspršenja koji prikazuje odnos ocene trenutnog subjektivnog toplotnog komfora i PET indeksa, uz prikaz regresione linije. Za period pre postavljanja klizališta koeficijent determinacije je $R^2=0,458$ dok je nakon postavljanja klizališta $R^2=0,128$. Ova razlika ukazuje na to da pre postavljanja klizališta model psihološki ekvivalentne temperature funkcioniše odnosno postoji značajna relacija, dok uvođenjem klizališta, kao novog subjektivnog faktora, ovaj model prestaje da funkcioniše sa jakim relacijom i daje slabije predikcije. Iz grafikona se vidi da su ocene koje odstupaju od PET modela, u zoni viših ocena. Ovo se može tumačiti time da je jedan broj ispitanika pod uticajem klizališta promenio svoje ocene subjektivnog toplotnog komfora čime je narušen osnovni model.

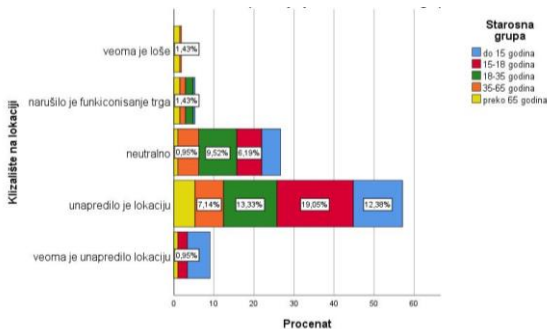


Sl. 7. Dijagram raspršenja sa linijom regresije Ocena trenutnog toplotnog komfora i PET indeksa pre i posle postavljanja klizališta



Sl. 9. efekat hlađenja-faktor - procenat prvog izbora

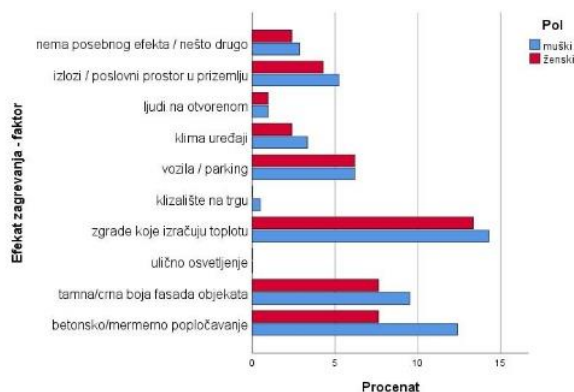
Dodatno je izvršena analiza odnosa ocene efekta postavljanja klizališta i starosne grupe ispitanika. Većina ispitanika (preko 55 %) se izjasnilo da je klizalište unapredilo lokaciju trga. Prema starosnoj strukturi to su najmlađi do 15 godina - 12 %, od 15 do 18 godina - 19%, od 18 do 35 godina - 13,5%. Sledeći najčešći odgovor na pitanje o oceni postavljanja klizališta je bio neutralan – oko 25 %, dok su ostali odgovori bili zastupljeni za manje od 10 %.



Sl. 8. Odnos ocene efekta postavljanja klizališta na trgu i starosne grupe ispitanika

Od ispitanika je kroz jedno od pitanja traženo da identifikuju osnovni faktor rashlađivanja i zagrevanja lokacije, kroz izbor tri ponuđena odgovora uz mogućnost dopisivanja. Pokazalo se na osnovu odgovora „Sl. 9“ i „Sl. 10“ da nije moguće izdvojiti jedan određeni faktor zagrevanja ili hlađenja na lokaciji koji je ključan. Najveći broj ispitanika je kao prvi faktor zagrevanja lokacije identifikovao zgrade koje izračuju toplotu, betonsko/mermerno popločanje i tamna/crna boja fasade objekata. Ostali ispitanici su kao faktore zagrevanja identifikovali izloge i poslovni prostor u prizemlju zgrada, klima uređaje i ljude u otvorenom prostoru.

Za prvi faktor hlađenja lokacije najčešći izbor je bio betonsko/mermerno popločanje, svetla boja zgrada i senka zgrada. Takođe jedan broj ispitanika identifikovao je i klizalište na trgu, vetar koji hladi, veličina objekta i visoko i nisko zelenilo kao faktor hlađenja lokacije.



Sl. 10. efekat zagrevanja-faktor - procenat prvog izbora

V. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Ova studija je obuhvatila studiju jednog slučaja toplotno senzitivnog urbanog dizajna sprovedenu u Kragujevcu u toku 14 zimskih dana, pre i posle postavljanja klizališta. Statistička analiza je pokazala odstupanja stvarnih ocena subjektivno toplotnog komfora od očekivanih rezultata toplotnih indeksa određenih softverskim alatima u smeru povišenja toplotnih ocena u slučaju sa privremenim klizalištem na ledu. Privremene intervencije na gradskim trgovima u zimskom periodu mogu da imaju značajne efekte na povećanje životnosti u gradovima uticanjem na dužinu vremena provedenu u javnom prostoru, a samim tim stvaranjem povoljnijih uslova za razvoj gradske ekonomije i energetske ušteda. Postavljanje klizališta u otvorenom javnom prostoru, gradskom trgu, doprinosi povećanju tolerantnosti pešaka na niske temperature, kao i subjektivnom tendencijom toplijeg doživljaja otvorenih prostora tokom zime, posebno kod mladih. Utvrđeno je da model PET indeksa slabi u uvođenjem novog subjektivnog faktora – klizališta, koji pozitivno utiče na subjektivni osećaj toplote u zimskom periodu. U narednom periodu potrebno je dodatno istražiti za koje starosne grupe i u kojoj meri važi ova subjektivna zavisnost. Takođe potrebno je identifikovati i istražiti druge privremene intervencije na gradskim trgovima i drugim javnim prostorima koje mogu da budu deo šire strategije urbanog dizajna u toku zimskog

perioda kojom se može uticati na način života i podizanje kvaliteta života u gradovima u Srbiji.

Ograničenja ovog istraživanja ogledaju se u relativno malom uzorku ispitanika, s obzirom na veliki broj faktora i mogućih uticaja na subjektivni doživljaj toplotnog komfora. Takođe vremenski uslovi nisu omogućavali proveru u okviru temperatura koje su niže od $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, kao i kratki vremenski intervali većih brzina vetra, koji nije dovoljno ispitan u ovoj studiji. Ovaj rad predstavlja deo obimnijeg istraživanja koje se sprovodi na gradskim trgovima u Srbiji, radi formulisanja odgovarajućeg modela toplotno senzitivnog urbanog (re) dizajna gradskih trgova.

LITERATURA

- [1] IPCC, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.
- [2] IPCC et al., "IPCC AR6 WGII Chapter 6 – Cities, Settlements and Key Infrastructure," 2022, pp. 907–1040. doi: 10.1017/9781009325844.008.
- [3] Humphreys, "Field studies of thermal comfort compared and applied," *Applied Ergonomics*, vol. 7, no. 4, p. 230, Dec. 1976, doi: 10.1016/0003-6870(76)90104-6.
- [4] L. Chen and E. Ng, "Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade," *Cities*, vol. 29, no. 2, pp. 118–125, Apr. 2012, doi: 10.1016/j.cities.2011.08.006.
- [5] J. Dunjić, "Outdoor thermal comfort research in urban areas of Central and Southeast Europe: A review," 1, vol. 23, no. 4, Art. no. 4, Dec. 2019, doi: 10.5937/gp23-24458.
- [6] D. Lai et al., "A comprehensive review of thermal comfort studies in urban open spaces," *Sci. Total Environ.*, vol. 742, p. 140092, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140092.
- [7] M. H. Elnabawi and N. Hamza, "Behavioural perspectives of outdoor thermal comfort in urban areas: a critical review," *Atmosphere*, vol. 11, no. 1, p. 51, 2020.
- [8] T. R. Oke, G. Mills, A. Christen, and J. A. Voogt, *Urban climates*. Cambridge University Press, 2017.
- [9] D. Chapman, K. Nilsson, A. Rizzo, and A. Larsson, "Updating winter: The importance of climate-sensitive urban design for winter settlements," *Arctic yearbook*, 2018.
- [10] D. Canter, *The psychology of place*. London: Architectural Press, 1977.
- [11] E. Relph, *Place and placelessness*, vol. 67. Pion London, 1976.
- [12] D. Canter and K. Craik, "Environmental psychology," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, 1981.
- [13] D. Canter, "The Facets of Place," in *Toward the Integration of Theory, Methods, Research, and Utilization*, G. T. Moore and R. W. Marans, Eds. Boston, MA: Springer US, 1997, pp. 109–147. doi: 10.1007/978-1-4757-4425-5_4.
- [14] I. Knez, "Climate: A nested physical structure in places," in *The 5th international conference on urban climate (ICUC-5)*, Lodz, Poland, 2003.
- [15] I. Knez, "Attachment and identity as related to a place and its perceived climate," *J. Environ. Psychol.*, vol. 25, no. 2, pp. 207–218, Jun. 2005, doi: 10.1016/j.jenvp.2005.03.003.
- [16] J. Gel, *Život među zgradama: Korišćenje javnog prostora*. Beograd: Urbanistički zavod Beograda, 2010.
- [17] ISO Međunarodna organizacija za standardizaciju, "SRPS EN ISO 7730:2008 Ergonomija toplotne sredine - Analitičko utvrđivanje i interpretacija toplotnih komfora korišćenjem proračuna PMV i PPD pokazatelja i lokalnih kriterijuma komfora (objavljen 9. oktobra 2008. godine)." 2008.
- [18] A. P. Gagge, J. A. J. Stolwijk, and J. D. Hardy, "Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures," *Environmental Research*, vol. 1, no. 1, pp. 1–20, Jun. 1967, doi: 10.1016/0013-9351(67)90002-3.
- [19] A. P. Gagge, J. A. J. Stolwijk, and Y. Nishi, "An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response," *Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University*, vol. 13, no. Suppl, pp. 21–36, 1971.
- [20] A. P. Gagge, Y. Nishi, and R. R. Gonzalez, "Standard effective temperature," in *CIB Commission W45-Symposium on thermal comfort and moderate heat stress*, 1972.
- [21] R. Gonzalez, Y. Nishi, and P. Gagge, "Experimental evaluation of standard effective temperature a new biometeorological index of man's thermal discomfort," *International journal of biometeorology*, vol. 18, no. 1, pp. 1–15, 1974.
- [22] H. Mayer and P. Höppe, "Thermal comfort of man in different urban environments," *Theoretical and applied climatology*, vol. 38, no. 1, pp. 43–49, 1987.
- [23] P. Höppe, "The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment," *International journal of Biometeorology*, vol. 43, no. 2, pp. 71–75, 1999.
- [24] M. Humphreys and F. Nicol, "Understanding the adaptive approach to thermal comfort," *ASHRAE Transactions*, vol. 104, pp. 991–1004, Jan. 1998.
- [25] M. Nikolopoulou, N. Baker, and K. Steemers, "Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter," *Solar Energy*, vol. 70, no. 3, pp. 227–235, Jan. 2001, doi: 10.1016/S0038-092X(00)00093-1.
- [26] M. Nikolopoulou and K. Steemers, "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces," *Energy and Buildings*, vol. 35, no. 1, pp. 95–101, Jan. 2003, doi: 10.1016/S0378-7788(02)00084-1.
- [27] I. Knez and S. Thorsson, "Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square," *International Journal of Biometeorology*, vol. 50, no. 5, pp. 258–268, 2006, doi: 10.1007/s00484-006-0024-0.
- [28] R. De Dear and G. S. Brager, "Developing an adaptive model of thermal comfort and preference," *ASHRAE Transactions*, vol. 104, pp. 145–167, 1998.
- [29] J. Lerner, *Urban Acupuncture*. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics, 2014. doi: 10.5822/978-1-61091-584-7.
- [30] J. Stanković, D. Stupar, and I. Karan, "Small interventions: Research method for [small] public spaces redesign," *SAJ-Serbian Architectural Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 213–236, 2021.
- [31] S. Li, "Users' behaviour of small urban spaces in winter and marginal seasons," *Architecture and Behaviour*, vol. 10, no. 1, pp. 95–109, 1994.
- [32] A. Matzarakis, F. Rutz, and H. Mayer, "Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures," *WCASP-50, WMO/TD*, vol. 1026, pp. 273–278, 2000.
- [33] A. Matzarakis, F. Rutz, and H. Mayer, "Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model," *International journal of biometeorology*, vol. 51, pp. 323–334, 2007.
- [34] A. Matzarakis, F. Rutz, and H. Mayer, "Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model," *International journal of biometeorology*, vol. 54, pp. 131–139, 2010.
- [35] N. Kántor and J. Unger, "The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment — the mean radiant temperature," *cent.eur.j.geo.*, vol. 3, no. 1, pp. 90–100, Mar. 2011, doi: 10.2478/s13533-011-0010-x.
- [36] Republički zavod za statistiku Republike Srbije, "Saopštenje: Prvi rezultati Popisa stanovništva, domaćinstava i stanova 2022," Dec. 21, 2022. <https://publikacije.stat.gov.rs/G2022/HtmlL/G20221350.html> (accessed Jan. 30, 2023).
- [37] V. Trifunović, *Građenje Kragujevca od 1945. do 1965. godine*. Kragujevac: Udruženje Kragujevac naš grad, Koraci, 2018.
- [38] V. Trifunović and L. Mandić, "Urbanistički pristupi u planiranju i realizaciji prostora – Gradski centar Prodor u Kragujevcu," in *Zbornik radova: I Urbanističko i prostorno planiranje u poslednjoj deceniji, II Upravljanje geoprostornim podacima – Republički geodetski zavod, III*

Izdavanje građevinskih dozvola – E dozvola, IV Sprovođenje novog zakona o stanovanju, Vršac 2017, pp. 36–49.

- [39] B. Milovanović, "Climate regionalization of Serbia according to Köppen climate classification," Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić" SANU, vol. 67, no. 2, pp. 103–114, 2017.
- [40] J. Mihajlović, "Primena savremenih klasifikacija klimata na klimatsku regionalizaciju Srbije," Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, 2018.
- [41] Republički hidrometeorološki zavod, "Hidrometeorološki uslovi u postupku izrade Generalnog urbanističkog plana 'Kragujevac 2030' - Klimatske karakteristike, varijabilnost klime i klimatske promene na teritoriji grada Kragujevca." 2016.
- [42] ISO Međunarodna organizacija za standardizaciju, "SRPS EN ISO 7726:2008 Ergonomija toplotne sredine - Ergonomija toplotne sredine - Instrumenti za merenje fizičkih količina (objavljen 9. oktobra 2008. godine)." 2008.

ABSTRACT

The paper analyzes the interdependence of the subjective evaluation of the thermal sensation based on a survey of

visitors to the city square and microclimate parameters collected on the field during 15 days, before and after the installation of the ice rink. A survey of 210 users was carried out in order to examine subjective attitudes, evaluations of personal thermal comfort in an open public space before and after the installation of a prefabricated object intended for recreation of all age groups: a public ice rink with equipment for use. The identified subjective factors of heating and cooling in the square are shown, as well as possible further direction of the research in order to formulate an appropriate model of heat-sensitive urban (re)design of city squares.

TEMPORARY INTERVENTIONS ON THE CITY SQUARE IN WINTER AND THERMAL COMFORT - SQUARE IN Kragujevac

Lazar Mandić, Aleksandra Đukić, Jelena Marić