

URBANO ZAGRIJAVANJE I EFEKTI URBANIH TOPLOTNIH OSTRVA

Tanja Milešević, MA zaštite životne sredine, Internacionalni univerzitet Travnik, Bunar bb,
72 270 Travnik, Bosna i Hercegovina,

e- mail: tanjamilesevic@gmail.com

Prof. dr Rade Biočanin, Internacionalni univerzitet Travnik, Bunar bb, 72 270 Travnik,
Bosna i Hercegovina, e- mail: rbiocanin@np.ac.rs

Doc. dr Nenad Stojanović, VŠ Primus, Gradiška

Sažetak: Kako se urbana područja razvijaju, dolazi do nepovratnih promjena u životnoj sredini. Zgrade, ceste i druga infrastruktura zamjenjuju otvorena prostranstva i prirodnu vegetaciju. Površine koje su nekada bile propusne i vlažne, postaju nepropusne i suhe. Ovakav razvoj dovodi do stvaranja fenomena urbanih toplotnih ostrva, koji povećavaju toplotu u urbanim područjima u odnosu na ruralno okruženje. Efekti urbanih toplotnih ostrva prvenstveno utiču, na opšte zdravlje stanovništva i to posebno rizičnijih dijelova populacije koji se znatno teže prilagođavaju promjenama. Tu je i veća potrošnja energije i drugih resursa od strane stanovništva. Indirektne posljedice su brojne poput uticaja na poljoprivredu, turizam, energetske sektor, vodoprivredu i drugo.

Ključne riječi: urbano područje, zagrijavanje, efekti, urbana toplotna ostrva.

URBAN HEAT AND THE EFFECTS OF URBAN HEAT ISLAND

Abstract: How do urban areas develop, comes to irreversible changes in the environment. Buildings, roads and other infrastructure are replaced open spaces and natural vegetation. Once permeable and moist areas, are become tight and dry. This development leads to the formation of the phenomenon of urban heat islands, which increase the heat in urban areas compared to rural surroundings. The effects of urban heat island primarily affect, the general health of the population and especially risky parts of the population that is much more difficult to adapt to changes. There is also a higher consumption of energy and other resources by the population. Indirect effects are numerous, such as the impact on agriculture, tourism, energy sector, water management and more.

Keywords: urban area, warming, effects, urban heat islands

UVOD

Istraživanja i scenariji globalnih klimatskih promjena ukazuju na vjerovatnoću učestalijih pojava olujnih nepogoda, ekstremnih vrućina, porasta rizika izumiranja vrsta i dr. (IPCC 2007). Zemljina prosječna temperatura porasla je za oko 0,7 °C samo tokom prošlog vijeka.²⁷ Takođe, jasno je da takve promjene imaju značajne implikacije i na urbane i na ruralne predjele. Urbana sredina poseduje karakteristična biofizička obilježja u poređenju sa susjednim ruralnim područjima. To je, prije svega, izmjenjena razmjena energije, što ima za

²⁷ Na primjer, prosječna temperatura u Australiji, porasla je za 0,9 °C između 1910 i 2009.godine. Većina tog povećanja je došla nakon 1950. godine (CSIRO, 2011).

rezultat stvaranje urbanih toplotnih ostrva i promjenu hidrologije urbanih područja, što utiče i na povećano površinsko oticanje kišnih voda. [1]

Proces urbanizacije zamjenjuje površine pod vegetacijom, koje obezbjeđuju sjenku, evapotranspiraciono hlađenje, zadržavaju kišne vode, imaju funkciju skladištenja i infiltracije, na nepropusnim izgrađenim površinama. Urbanizacija radikalno transformiše prirodno okruženje utičući tako i na toplotni kapacitet i toplotni profil urbanih područja, a klimatske promjene će pojačati nepovoljne efekte ovih procesa (Gill et al.2007).

Pojam "urbanog toplotnog ostrva" opisuje naseljena urbana područja, koja su toplija od okolnih ruralnih područja. Srednja godišnja temperatura zraka u gradu s 1 milionom ili više stanovnika, može biti 1-3 °C toplija od njegove okoline.[2] U večernjim satima, razlika može biti i do 12 °C. Toplotna ostrva mogu uticati na život zajednice u urbanom području na razne načine, kao na primjer: povećanjem potražnje za energijom u ljetnom vrhuncu, povećanjem troškova klimatizacije, zagađenjem vazduha i emisijama gasova s efektom staklenika. Takođe, zbog velikih vrućina, posebno su zdravstveno pogođene ranjive kategorije stanovništva, djeca, stariji i bolesni, može doći i do pojave bolesti ali i smrtnosti,²⁸ kao i uticaja na kvalitet vode i vodoopskrbu zajednice.

Gradovi su posebno osjetljivi na ekstremne toplotne događaje, jer je u centru grada ponekad 10-15 °C toplije u ljetnim popodnevim od okolnih ruralnih područja. Ovaj toplotni efekat nastaje zbog brojnih razloga:[3]

- 1) U gradovima, po pravilu, ima manje vegetacije nego u ruralnim područjima. Vegetacija snižava temperature za razliku od umjetno izgrađenih, betonskih površina, obezbjeđujući isparavanje, hlađenje površina i stvarajući hlad.
- 2) Urbana područja su centri ljudske aktivnosti. Mnoge od tih aktivnosti, stvaraju dodatnu toplotu (npr, uređaji, ispušni gasovi iz vozila, industrijski procesi i drugo).
- 3) U prosjeku, više od 50% urbane infrastrukture su tamne umjetne površine, koje akumuliraju toplotu i svjetlost.

Dok su predviđanja o klimatskim promjenama kao i njihov uticaj na globalnom nivou još uvijek nesigurna, lokalni efekti urbanizacije na klimu su odavno dokumentovani. (Landsberg H. E., 1981). U tabeli (tabela 1), date su neke karakteristike površinskog i atmosferskog urbanog toplotnog efekta.

OSOBINE	POVRŠINSKI	ATMOSFERSKI
Vremenski razvoj	Prisutni u svako doba dana i noći Najintenzivniji tokom dana i u ljetnom periodu	Može biti mali efekat ili nepostojeći za vrijeme dana Najintenzivniji noću ili prije zore i u zimskom periodu
Vršni intenzitet (Najintenzivniji uslovi)	Više prostorna i vremenska varijacija: ➤ Dan: 10 do 15 °C ➤ Noć: 5 do 10 °C	• Manje varijacije: ➤ Dan: 1 do 3 °C ➤ Noć: 7 do 12 °C
Tipična	Indirektno mjerenje:	Direktno mjerenje:

²⁸ Problem ekstremne vrućine, godišnje ubija više od 1500 ljudi u Sjedinjenim Američkim Državama, više od bilo koje druge prirodne katastrofe u prosjeku godišnje.

identifikacija Metod	➤ Daljinska istraživanja	➤ Fiksne vremenske stanice ➤ Mobilni prolazi
Tipični prikaz	➤ Termalna slika	➤ Izotermalna karta ➤ Grafički prikaz temperature

Tabela 1: Osnovne karakteristike površinskog i atmosferskog urbanog toplotnog efekta

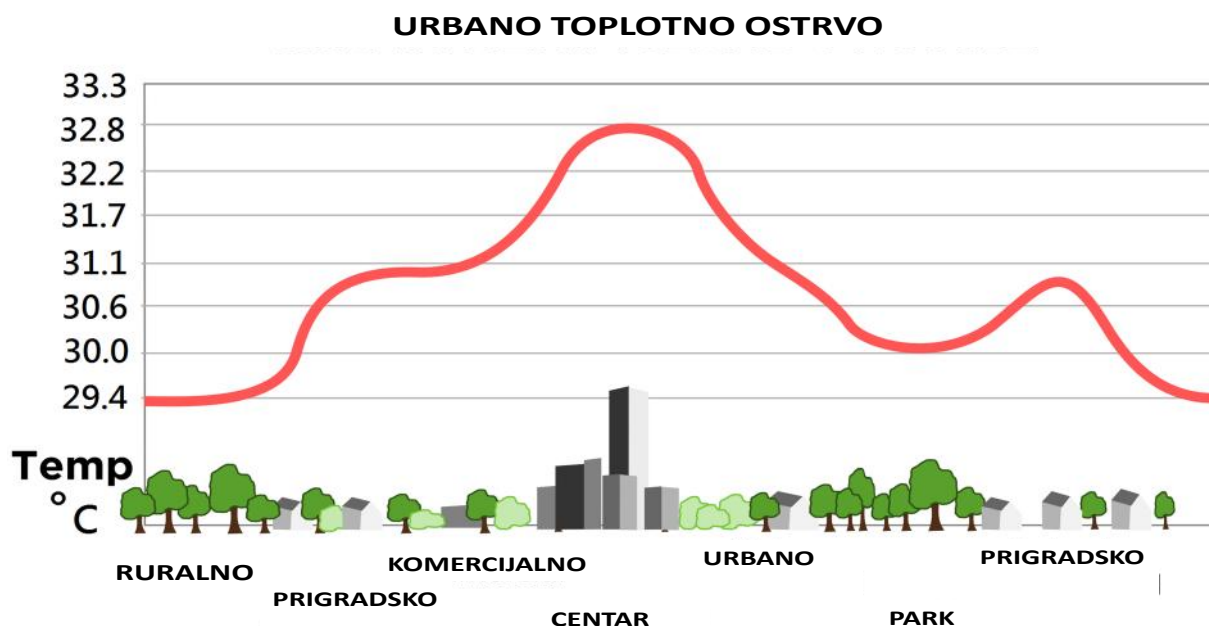
Razlika u toploti urbanog i ruralnog područja

Razlog zašto je urbano gradsko područje toplije od ruralnog područja, svodi se na razliku između energetske dobitke i gubitaka u svakoj regiji. Postoji niz faktora koji doprinose relativnoj toploti gradova:[4]

- 1) Tokom dana u ruralnim područjima, solarna energija se apsorbira u tlo, te voda isparava iz vegetacije i tla, hladeći tako ruralni prostor. U gradovima, tamo gdje je manje zelenila, više zgrada i ulica, većina solarne energije se apsorbira.
- 2) Oticanje vode je veće u gradovima, jer su pločnici, uglavnom, neporozni. Dakle, hlađenje sparavanjem je manje, što doprinosi višim temperaturama vazduha.
- 3) Otpadna toplota od gradskih zgrada, automobila i vozova je još jedan faktor koji doprinosi povećanoj toploti gradova. Toplota koju stvaraju svi ti objekti, na kraju odlazi u atmosferu.
- 4) Toplota koju stvaraju zgrade, dodatno povećava toplotu okoline. Tar, asfalt, cigla i beton, bolje akumuliraju toplotu od vegetacije ruralnog područja.
- 5) „Kanyon struktura“ koja stvaraju visoke zgrade povećava zagrijavanje. Tokom dana, solarna energija je zarobljena i zbog višestruke refleksije od zgrada.
- 6) Jaki vjetrovi smanjuju kontrast temperature miješanjem gradskog i ruralnog zraka.
- 7) Urbani toplotni otok, može povećati naoblaku i padavine u gradu, kao direktna posljedica temperaturne cirkulacije između grada i okoline.

1. EFEKTI URBANIH TOPLOTNIH OSTRVA

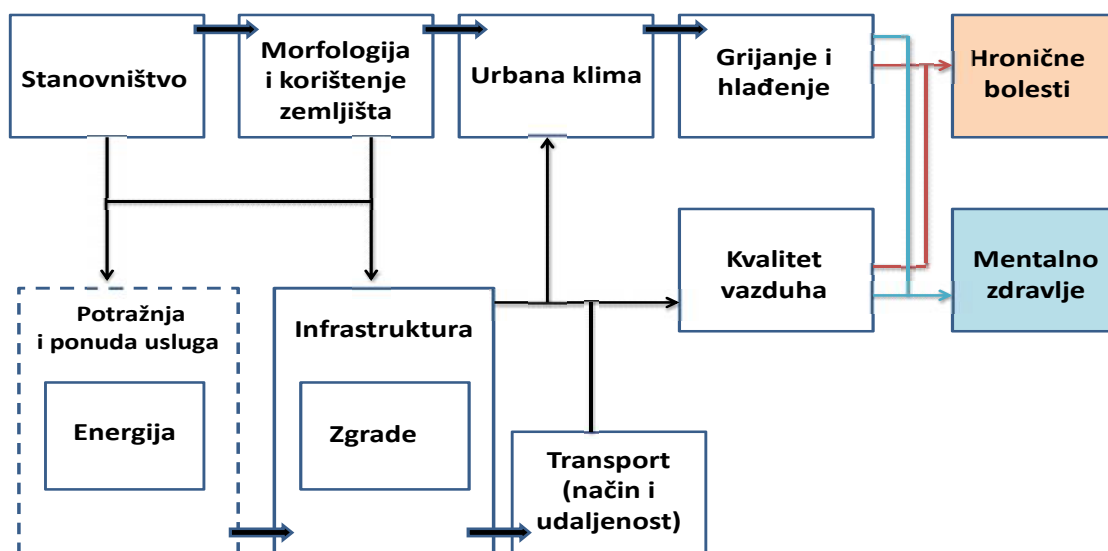
Zdravlje, ljudsko ponašanje, infrastruktura i životna sredina, su svi pogođeni visokim dnevnim temperaturama.



Slika 1. Urbano toplotno ostrvo i temperature u različitim sredinama

Efekat toplotnih ostrva, pogoršava te uticaje povećanjem, ne samo dnevne temperature u urbanim područjima, već utiče i na povećanje noćne temperature, kao i sekvence dana i noći s visokim temperaturama (slika 1). [5]

Zdravlje. Uticaj toplote na ljudsko zdravlje je veliko, naročito na opšte zdravlje ranjivih kategorija stanovništva, kao što su starije osobe, bolesnici, trudnice i djeca.

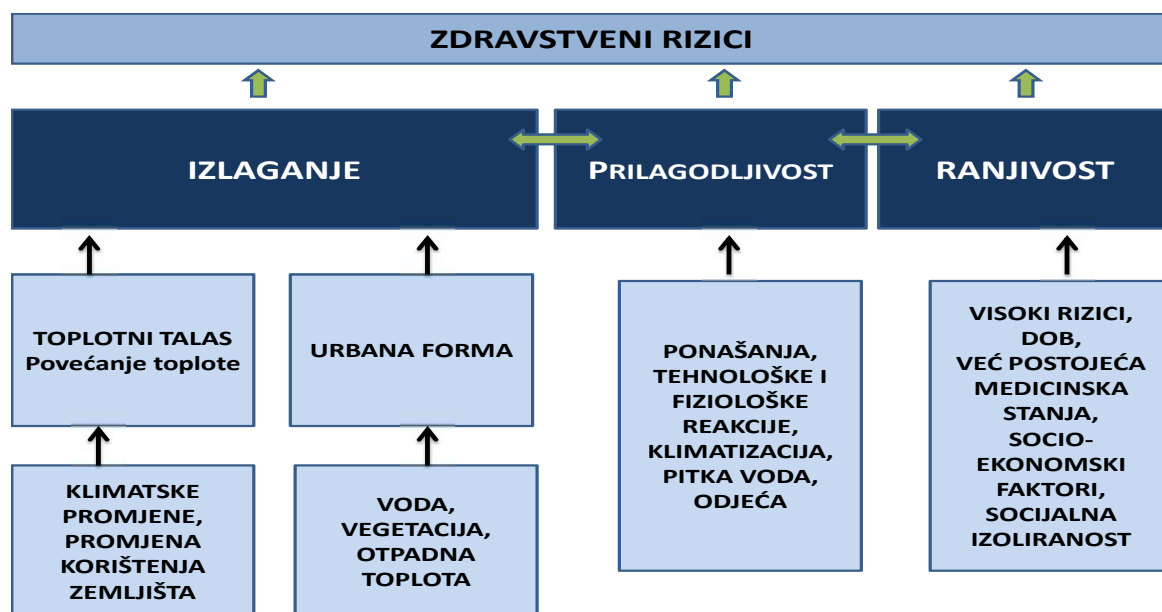


Slika 2. Povezanost urbane toplote i urbanog zdravlja

Povećana osjetljivost kod starijih osoba može se pripisati kombinaciji poremećenog prirodnog fiziološkog odgovora na toplotu (slika 2). Takođe, veća učestalost hroničnih bolesti koje uključuju kardiovaskularne i respiratorne bolesti, bolesti rada bubrega i endokrinog sistema,

povećava ranjivost ove kategorije stanovništva. (Department of Human Services, 2010). Isto tako, grupe stanovništva, kojima nedostaju kapaciteti kako bi izbjegli ili smanjili direktnu izloženost opasnosti od toplote, su među ranjivom kategorijom stanovništva. Toplotni valovi, gotovo po pravilu, dovode do naglog porasta bolesti zbog vrućine među najugroženijim grupama (NCCARF, 2010).

Konceptualni okvir uticaja urbane toplote na zdravlje ljudi prikazan je na slici (slika 3). Ishodi su funkcija tri glavna faktora: izlaganja, prilagodljivosti i ranjivosti stanovništva.



Slika 3. Uticaji toplote na zdravlje ljudi

Energija. Kroz podizanje prosječne temperature, mijenjaju se obrasci energetske potrebe. Efekat urbanih toplotnih ostrva, može imati značajan uticaj na potražnju za energijom u gradovima. Zato je razumno očekivati, da se potražnja za energijom u gradovima povećava u ljetnim periodima za potrebe rada rashladnih sistema. Hlađenje i grijanje su obično energetske intenzivni procesi i mogu dovesti do visokih troškova energije tokom ekstremnih vremenskih uslova. Potreba za kontrolom unutrašnje temperature obično ne nastaju kada su vanjske temperature u zadovoljavajućim vrijednostima. Definicija ugodnog raspona temperatura varira od osobe do osobe. Prema tome, profili potrošnje energije su promjenjiva kategorija.

Na drugoj strani povećanje potražnje za električnom energijom, može imati ozbiljne ekonomske posljedice za dobavljača energije u odnosu na njegove potrebe za nadogradnjom ili izgradnjom dodatne infrastrukture i proširenjem kapaciteta mreže. Opterećenje na distribucionoj mreži može dovesti do kvarova i prekida u isporuci električne energije. Takođe, buduća izgradnja ili proširenje infrastrukture, utiče na naknade i povećanje cijene električne energije i uključuje naknade za povećanje budućeg vršnog opterećenja.

Uticaj na potražnju za vodom i vodnu infrastrukturu. Osim povećane potrebe za navodnjavanjem u urbanim uslovima, efekat toplotnog ostrva, ima potencijal da utiče na povećanu potražnju za vodom i ima uticaj na urbanu vodnu infrastrukturu. Povećanje

prosječne vanjske temperature može ubrzati stepen isparavanja i potražnju za hlađenjem vode za ljudske potrebe i za hlađenjem mašina i drugih strojeva u toku procesa rada.

Kvalitet vode. Površina urbanih toplotnih ostrva degradira kvalitetu vode, uglavnom termalnim zagađenjem. Pločnici i krovne površine koje dostižu temperaturu 27-50 °C, veću od temperature okolnog vazduha, prenose ovaj višak toplote putem kiše. Ovako zagrijane oborinske vode, uglavnom odvede vodu putem kanalizacije u potoke, rijeke i jezera, podižući temperaturu vodoprijemnika.

Temperatura vode utiče na sve aspekte vodene površine, naročito na metabolizam i reprodukciju mnogih vodenih vrsta.

Saobraćaj. Vruće vrijeme može uticati na saobraćajne sisteme na razne načine. Sistemi za klimatizaciju, koji se koriste u autobusima i automobilima, se guraju preko granica svojih kapaciteta. Vozovi i tramvaji pregrijavaju šine, što može prouzrokovati velike probleme i opasnosti.

Motorna vozila su osjetljivija na vrućim vremenskim uslovima, posebno stariji modeli ili oni kojima se već pogoršalo vozno stanje. U odnosu na automobile, malo je informacija kojom bi se kvantifikovao odnos između automobilskih kvarova i temperature, međutim neslužbeni podaci pokazuju porast kvarova na višim temperaturama.

Ceste. Bitumenska komponenta cesta ima tendenciju da postane mekana i ljepljiva tokom vrućih vremenskih uslova koji mogu da imaju posljedice na kretanja u saobraćaju.

Drveće i vegetacija. Drveće hladi vazduh procesom evapotranspiracije. Travnata tla zadržavaju vodu duže vrijeme nego ravne betonske površine, zato evapotranspiracija može se produžiti vrijeme hlađenja tla. Krošnje drveća, također stvaraju sjenu i tako smanjuju zagrijavanje tvrdih podloga, koje bi inače upile direktno solarno zračenje. Kroz ove mehanizme drveće pruža efekat hlađenja koji sprečava urbanu toplotu, i efekat urbanog toplotnog ostrva. Kako bi se povećale ove prednosti, bitno je da grad održava odgovarajuće zelene površine, vlagu tla i drveća za vrijeme visokih temperatura. Ako vlaga tla postane ograničena ili ozbiljno ugrožena, stabla gube svoju sposobnost hlađenja okolnog ambijenta.

Toplo vrijeme utiče na različite vrste drveća različito. Autohtone vrste drveća imaju tendenciju da prežive s manje navodnjavanja tokom vrućina i sušnih perioda od drugih, na primjer, egzotičnih vrsta. Međutim, postoje vrste koje su visoko prilagođene da prežive vrućinu, jer imaju tendenciju da koriste manje vode, što znači da je njihova korist pri urbanom hlađenju velika. Dakle, odabir vrste vegetacije, koje maksimiziraju sposobnost hlađenja, mora biti uravnotežena s sposobnosti da održavaju odgovarajuću vlagu tla. U principu, uticajem visokih temperatura na drveće se može upravljati putem dodatnog navodnjavanja. Međutim, postoji temperaturni prag iza koga zdravlje drveća, može biti negativno pogođeno bez obzira na dostupnost vode.

Životinje. Gradska autohtona fauna je pogođena povišenim temperaturama direktno, preko direktnih toplotnih uticaja na zdravlje, a posredno putem uticaja na floru koja se je stanište i izvor hrane raznih životinja.

Društveni događaji. U urbanim sredinama se organizuje veliki broj društvenih događaja, od kojih se mnogi dešavaju u vrijeme ljeta. Zabavni događaji su ključna turistička atrakcija za posjetioce i za stanovnike grada. Potencijalni uticaji toplog vremena, na društvene događaje, uključuju;

- 1) Otkazivanje društvenih događaja
- 2) Smanjenje broja prisutnih posjetioca

3) Prisutnost osjećaja nelagode i negativnih uticaja na zdravlje za prisutne i za izvođače

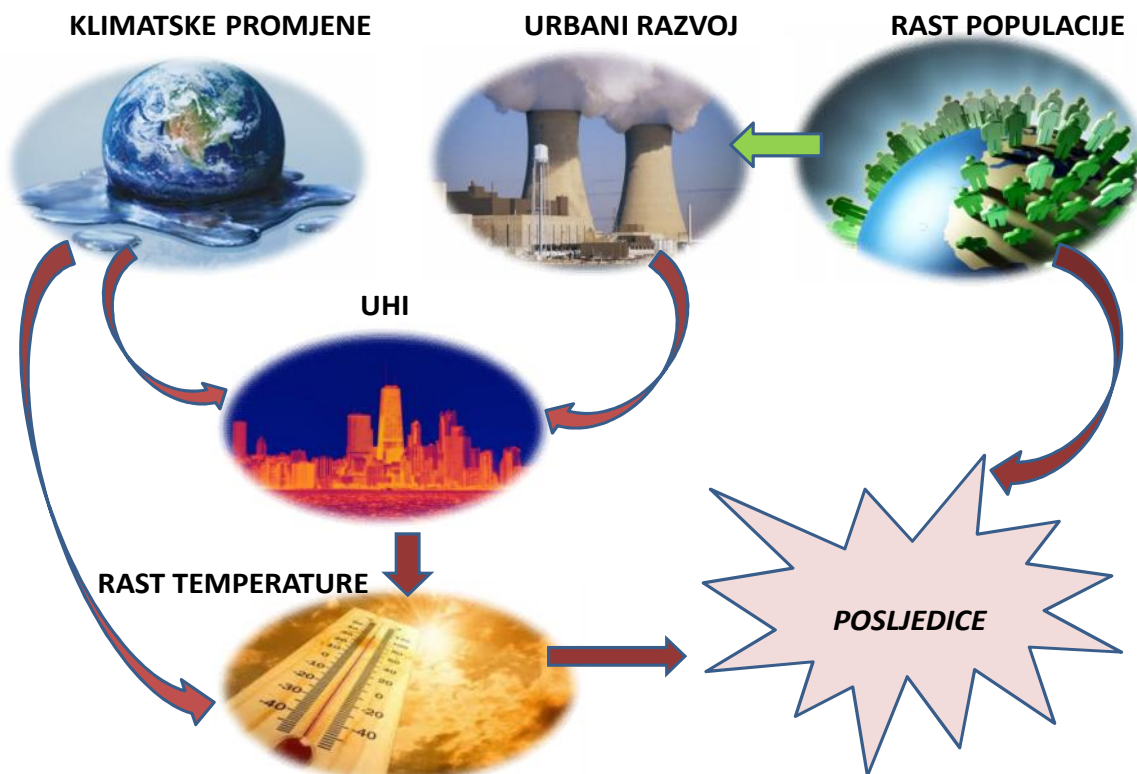
Uticaj na komercionalni sektor. Toplije temperature, koje stvara efekat toplotnog ostrva, mogu imati potencijalni uticaj na efikasnost prodaje maloprodajnih objekata, smještenih u ugroženom području. Naime, toplo vrijeme može uticati na povećanu potražnju i prodaju određenih proizvoda u određenom mjesecu ili tromjesečju, jer temperatura mijenja ljudske potrebe i ljudsko ponašanje.

Anti-socijalno ponašanje. Anti-socijalno ponašanje definisano je kao oblik ljudskog djelovanja, bilo pojedinca ili grupe, koje je štetne za ostale članove društva. Te štetne radnje, uglavnom su prepoznate kao kršenje zakona, i mogu biti vrlo skupe za društvo u kome se dešavaju. Direktni ekonomski troškovi kao rezultat pojave anti-socijalnog ponašanja, mogu uključivati finansijski gubitak zbog šteta za ljude i imovinu. Financiranje prevencije kriminala i ulaganja u policijski sistem, kao i za održavanje nezavisnog pravosudnog sistema, i ukaganje u školstvo i druge odgojne ustanove, značajno smanjuju negativna i društveno neprihvatljiva ponašanja.

Ostali uticaji. Svi gore opisani efekti urbanog toplonog ostrva, prikazani su na slici (slika 4) i mogu da utiču na ekonomsku cijenu.

Zdravstveni efekti visokih temperatura mogu dovesti do značajnih ekonomskih uticaja na društvo. Ovi uticaji uglavnom spadaju u dvije kategorije:

- 1) Troškovi vezani za liječenje članova zajednice zbog direktnog dejstva urbane toplote
- 2) Nenovčanog tereta, onih na čije zdravlje je negativno uticala vrućina





Slika 4. Ekonomska cijena koštanja urbanog zagrijavanja

ZAKLJUČAK

Veličina urbanog toplotnog ostrva zavisi od veličine grada, meteoroloških uslova kao i nekih lokalnih uslova i promjenljiva je u prostoru i vremenu. [6] Ove promjene prvenstveno utiču, na opšte zdravlje stanovništva i to posebno rizičnih dijelova populacije koji se znatno teže prilagođavaju promjenama. Indirektne posljedice su brojne poput uticaja na poljoprivredu, turizam, energetski sektor, vodoprivredu i drugo.[7]

Pojava urbanih toplotnih ostrva u mnogim gradovima ima za rezultat veću potrošnju energije i drugih resursa od strane stanovništva (kao njihov direktan pokušaj da ublaže efekte zagrijavanja) i takođe, stvara urbanu populaciju ranjivijom i podložnijom talasima vrućine i ostalim ekstremnim vremenskim uslovima. Zato je za razumijevanje razloga stvaranja efekta urbanih toplotnih ostrva, važan i uvid u strategije njegovog ublažavanja, koje najčešće, podrazumijevaju: [8]

- 1) Upotrebu materijala sa većom refleksijom
- 2) Odgovarajući razmak između izgrađenih objekata
- 3) Varijabilnost visine objekata
- 4) Poboljšana krovna izolacija
- 5) Porozan trotoar
- 6) Povećane zelene površine
- 7) Zeleni krovovi i zidovi
- 8) Sistemi pasivnog hlađenja
- 9) Sistemi kružnog i kombinovanog grijanja i hlađenja

- 10) Visoko reflektujuće farbe zbog smanjenja temperature
- 11) Kogeneratorski sistemi
- 12) Ostalo

LITERATURA

- [1] Cvejić J., Bobić A. i ostali, „*Adaptacija gradova na klimatske promene – uloga zelene infrastrukture*“, Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena, Beograd 2011
- [2] Golden J. S., „*The Built Environment Induced Urban Heat Island, Effect in Rapidly Urbanizing Arid Regions – A Sustainable Urban Engineering Complexity*“, Environmental Sciences, Vol. 1 (2004), No. 4, pp. 321-349.
- [3] Laurence S. Kalkstein, „*Assessing the Health Impacts of Urban Heat Island, Reduction Strategies in the District of Columbia*“, Inc./University of Miami
- [4] Ackerman M., „Urban Heat Islands“, UW SSEC
- [5] Santamouris M., „*Heat Island Research in Europe: State of the Art, Advances in Building Energy Research*“, Vol. 1 (2007), No. 1, pp. 123-150
- [6] Mimić G., „*Klima urbanih naselja*“, Novi Sad, 2007
- [7] Jovanović S., Savić S., Despotović M., „*Promene nekih klimatskih parametara u urbanim sredinama republike Srbije*“, Mašinski fakultet Kragujevac
- [8] Savić B., „*Urbanizacija i promena globalnog okruženja - Lokalni efekti urbanog zagrevanja*“, Građevinarstvo RS, 2011