

Odziv zagrebačke klime na globalno zatopljenje i urbanizaciju

Izv. prof. dr. sc. Ivana Herceg Bulić

Geofizički odsjek PMF-a

Klimatske promjene predstavljaju jednu od najvećih prirodnih prijetnji zbog velikog broja negativnih učinaka na prirodni i izgrađeni okoliš, infrastrukturu i društvo u cjelini. U gradovima se javljaju specifični klimatski uvjeti uslijed klimatskih utjecaja različitih prostorno-vremenskih skala i urbanizacije. Poput brojnih drugih europskih gradova, i Zagreb se ubrzano zagrijava. Meteorološka mjerenja ukazuju na pozitivan temperaturni trend na svim gradskim postajama (Grič, Maksimir, Pleso), ali i na zatopljenje Medvednice. Posljedično je došlo i do promjene klimatskih klasa – prvo na Medvednici gdje se klima promijenila iz snježno-šumske u vlažnu umjereno toplu klimu zbog porasta srednje mjesečne temperature najhladnijeg mjeseca (siječanj) koja više ne poprima vrijednosti ispod -3°C , a zatim i u gradu gdje su ljeta od umjereno toplih postala vruća uslijed porasta srednje mjesečne temperature najtoplijeg mjeseca (srpanj) iznad 22°C . Nadalje, prostorna raspodjela toplinskog opterećenja pokazuje da nisu svi dijelovi grada jednako topli. Gusto izgrađeni dijelovi grada su najtopliji, dok se zelene površine, a posebno parkovi s visokom vegetacijom, ističu kao hladniji dijelovi. Zatopljenje Zagreba primarno je posljedica globalnog zatopljenja. Iako je utjecaj urbanizacije relativno slabiji, on utječe na prostornu raspodjelu toplinskog opterećenja te se superponira na klimatski utjecaj što pojedine dijelove grada čini iznimno toplima. U ovako zagrijanom gradu, površine s vegetacijom ublažavaju toplinsko opterećenje. Međutim, njihov ohlađujući učinak ovisan je dostupnoj vlazi u tlu. Naime, evaporativno hlađenje bitno je smanjeno u sušnim uvjetima, a posebno u slučaju dugotrajnih sušnih razdoblja kada je ohlađujući učinak zelenih površina značajno oslabljen. S obzirom da klimatske projekcije ukazuju na učestalije i dugotrajnije suše u budućnosti, potrebno je predvidjeti sakupljanje i pohranjivanje oborinskih voda za navodnjavanje urbanih zelenih površina tijekom sušnih razdoblja. Pored prirodnog ohlađivanja grada, zelene površine (parkovi, travnjaci, urbane šume) istovremeno pružaju mnogobrojne druge dobrobiti jer smanjuju opasnost od urbanih poplava, povećavaju bioraznolikost te pružaju građanima prostor za odmor i rekreaciju. Za zagrebačku klimu posebno je važna Medvednica i njene šume jer omogućavaju prirodno strujanje zraka, ohlađivanje grada i pročišćavanje zraka. Stoga je nužno očuvati postojeće zelene površine u gradu i njegovoj okolini, a po mogućnosti dodati i nove.

Zaključno, zagrebačka klima se značajno promijenila. Globalno zatopljenje je uzrokovalo porast toplinskog opterećenja grada, a urbanizacija je dovela do njegovog prostornog širenja. Takvi klimatski uvjeti predstavljaju opasnost za infrastrukturu i zdravlje građana, posebno ako se uzmu u obzir očekivane promjene i drugih klimatskih elemenata, primjerice, vjetra i oborine. Uvažavajući očekivano daljnje zagrijavanje Zemlje, u Zagrebu će se nastaviti porast temperature uz učestalije i intenzivnije ekstremne vremenske pojave. Kako bismo se što bolje pripremili na nove klimatske uvjete, omogućili održivi razvoj grada te zaštitili imovinu i građane, neophodno je sustavno provoditi znanstvena istraživanja klimatskih promjena i njihovih posljedica kako bismo bolje razumjeli fizikalne procese koji ih uvjetuju te što pouzdanije predvidjeli buduće klimatske uvjete.

Primjenom odgovarajućih znanstvenih metoda moguće je odrediti klimatski hazard za određeno područje (tj. vjerojatnost pojavljivanja potencijalno štetnih klimatskih pojava), ali i klimatski rizik (tj. očekivani stupanj štete). Na temelju toga, neophodno je donijeti promišljena, znanstveno utemeljena i provediva rješenja za prilagodbu i obranu od neželjenog utjecaja klimatskih promjena usklađena s obilježjima i potrebama određenog područja ili grada. Pritom je važno sagledati i socijalni aspekt utjecaja klimatskih promjena, identificirati posebno ranjive skupine građana i procijeniti njihove mogućnosti i kapacitet za obranu od neželjenog klimatskog utjecaja s ciljem planiranja i implementiranja mjera i protokola za adekvatnu pomoć u slučaju iznimnih vremenskih nepogoda. Neophodno je povećati otpornost cjelokupnog društva na klimatske promjene uz pravilno informiranje i osvještavanje građana o nužnosti prilagodbe i ublažavanja posljedica klimatskih promjena. Iznimno je važno uključiti ekološke teme i problematiku klimatskih promjena u obrazovni sustav svih razina kako bi djeca od najranije dobi razvila pravilan odnos prema okolišu, klimatskim promjenama i njihovim posljedicama te naučila zaštititi sebe i imovinu od ekstremnih vremenskih pojava.

Suočavanje i borba s klimatskim promjenama zahtjeva konkretne mjere i njihovu ustrajnu provedbu. To je moguće ostvariti jedino uz pozitivan i podržavajući stav društva pri čemu svaki pojedinac treba biti odgovoran i svjestan klimatskog otiska kojeg ostavlja na Zemlji. Da bismo to postigli, potrebno je kontinuirano komuniciranje znanstvene zajednice s javnošću i donositeljima odluka uz isticanje pozitivnih primjera ekološki osviještenog i štedljivog odnosa prema ograničenim prirodnim resursima kojima raspolažemo.

Reference:

Nimac, I. Obilježja i modeliranje urbanoga toplinskoga otoka (2022), doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

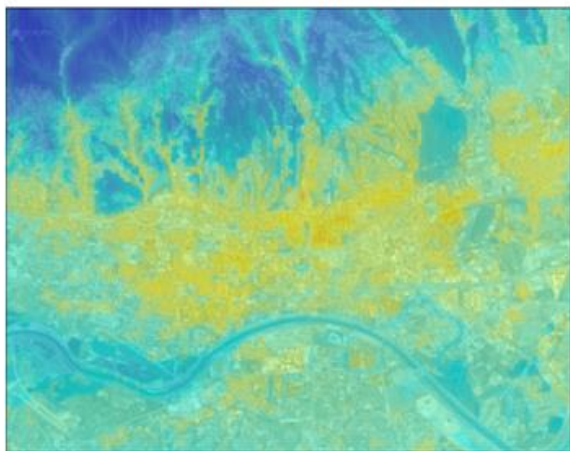
Nimac, I.; Herceg-Bulić, I.; Žuvela-Aloise, M. The Contribution of Urbanisation and Climate Conditions to Increased Urban Heat Load in Zagreb (Croatia) since the 1960s. *Urban Climate*, 46 (2022). doi:10.1016/j.uclim.2022.101343

Nimac, I.; Herceg-Bulić, I.; Žuvela-Aloise, M.; Žgela, M. Impact of North Atlantic Oscillation and drought conditions on summer urban heat load - a case study for Zagreb. *International Journal of Climatology*, 42(9) (2022). doi:10.1002/joc.7507

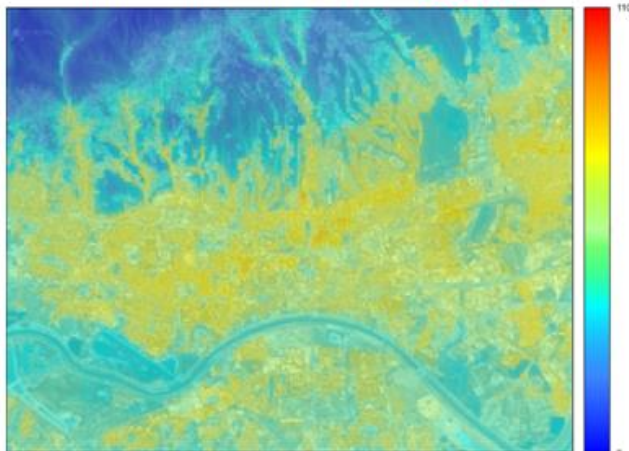
Nimac, I.; Herceg-Bulić, I.; Cindrić Kalin, K.; Perčec Tadić, M. Changes in Extreme Air Temperatures in the Mid-Sized European City Situated on Southern Base of a Mountain (Zagreb, Croatia). *Theoretical and Applied Climatology* 146 (2021). doi:10.1007/s00704-021-03689-8

Relativni doprinos klimatskog utjecaja i urbanizacije na toplinsko opterećenje grada Zagreba

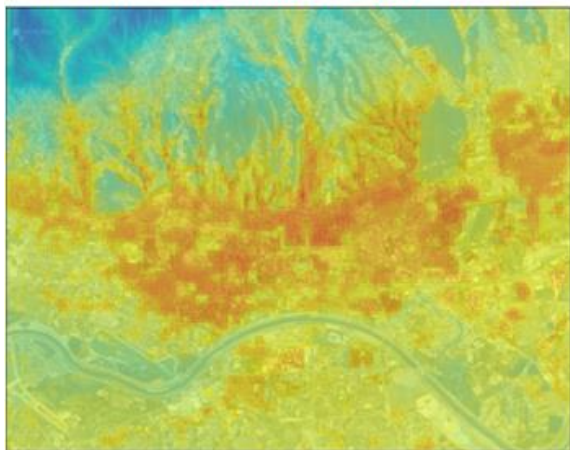
Broj ljetnih dana, klima 1951-1980, grad 1968



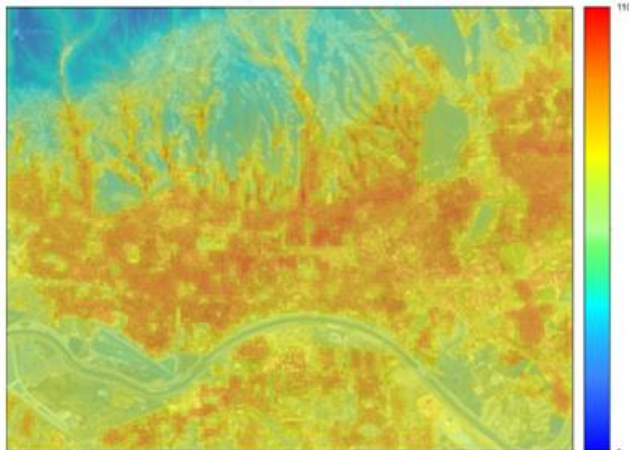
Broj ljetnih dana, klima 1951-1980, grad 2012



Broj ljetnih dana, klima 1981-2010, grad 1968



Broj ljetnih dana, klima 1981-2010, grad 2012



Toplinsko opterećenje grada Zagreba (izraženo u broju ljetnih dana) dobiveno ciljanim numeričkim simulacijama za različite kombinacije klime (prošla klima: 1951-1980; recentna klima: 1981-2010) i izgrađenosti grada (stanje grada 1968. godine; stanje grada 2012. godine). Rezultati ukazuju na dominantan klimatski utjecaj koji uzrokuje značajno povećanje amplitude toplinskog opterećenja Zagreba, dok je urbanizacija dovela do prostornog širenja područja s izraženim toplinskim opterećenjem.