

Urbani toplinski otok

Urbani toplinski otok je gradsko područje u godišnjem prosjeku toplije od ruralne okolice. Promet, gusti raspored kuća i zgrada te industrijski pogoni neki su od primjera oslobađanja velikih količina energije u obliku topline. Zbog različitih ljudski uzrokovanih faktora toplina ne uspijeva napustiti područje grada te temperatura pa dnevna razlika temperatura bude po nekoliko stupnjeva (čak do 10 °C) veća od okolice. Efekt urbanog toplinskog otoka najviše dolazi do izražaja ljeti i zimi, a na dnevnoj razini temperaturna razlika grada i okolice veća je noću.

Ruralna područja imaju značajno veću **prekrivenost vegetacijom** od urbanih. Biljke vrše proces transpiracije – izbacuju vodu kroz puči. Da bi voda prešla iz tekućeg u plinovito agregatno stanje, potrebna je toplina. Toplina se zato uzima od same biljke i okoline te tako biljke hlade sebe i okolini zrak. Još jedan doprinos vegetacije smanjenju lokalne temperature je taj što krošnje drveća tijekom dana stvaraju hlad sprječavajući zrake Sunca da dopru do površine pa smanjuju zagrijavanje.

Urbana su područja pak karakterizirana asfaltiranim površinama. Asfalt je najčešće crne boje što znači da jako **dobro apsorbira** Sunčevo zračenje. Tvari koje su dobri apsorberi su ujedno i dobri emiteri zračenja, a dio spektra u kojemu asfalt **emitira** zračenje je infracrveni, odnosno emitira toplinu. Emitiranje zračenja ne odvija se trenutno, već se toplina otpušta tijekom cijelog dana pa tako i noću zbog čega je noću ljeti u gradu mnogo toplije nego u okolici.

Osim svojstva dobre apsorpcije Sunčevog zračenja, materijali poput betona i asfalta kojima je gradska sredina obično izgrađena imaju i mali **specifični toplinski kapacitet**. Specifični toplinski kapacitet je fizička veličina svojstvena materijalu koja govori koliko je džula (J) topline potrebno dovesti ili odvesti kilogramu određenog materijala da bi mu se promijenila temperatura za 1 K (ili 1 °C). Što je specifični toplinski kapacitet tijela manji, to ga je lakše ugrijati, ali i ohladiti. Primjerice, specifični toplinski kapacitet vode je 4100 J/kgK, dok je toplinski kapacitet betona 880 J/kgK. Veliki toplinski kapacitet vode je glavni razlog zašto su ljeta i zime blaže na obali nego na kontinentu – more se sporije zagrijava od kopna, ali se zato i sporije hladi. Prisutnost rijeka, potoka i jezera u ruralnim sredinama stoga također utječe na optimizaciju temperature.

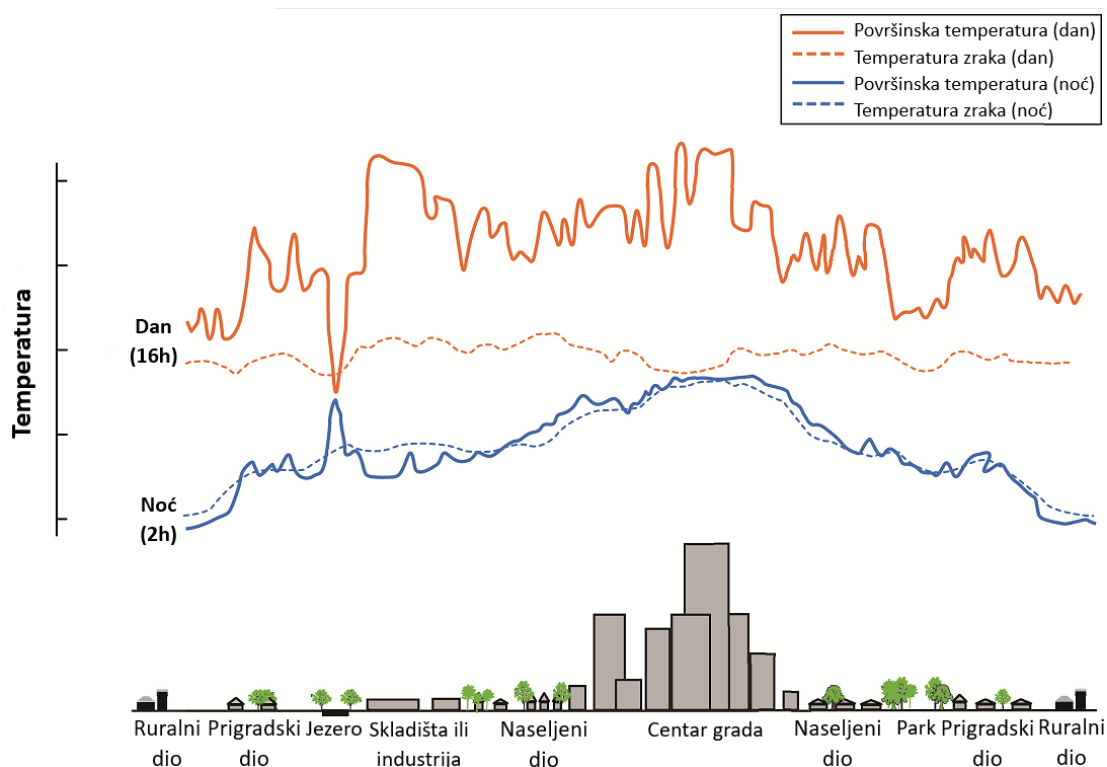
Specifični toplinski kapacitet zemljanog tla ne može se jednoznačno odrediti zbog različitosti sastava ovisno o području, kao i zbog različitih udjela vode u tlu. Zbog vode koja se najčešće nalazi u tlu, a koja ima veliki specifični toplinski kapacitet, toplina uglavnom odlazi kao latentna (što znači da nije osjetna, ne zagrijava okolni prostor) zbog isparavanja vode. Sadržaj vode u zemljanom tlu i u vegetaciji još je jedan od razloga zašto vegetacija utječe na smanjenje efekta urbanog toplinskog otoka. Površine koje

imaju sposobnost upijanja vode zamjenjuju se površinama koje su **vodonepropusne**. Voda s takvih površina brzo otječe što znači da nema postupnog isparavanja koje hladi zrak. Druga negativna posljedica brzog otjecanja je što se otjecanjem po zagrijanim površinama voda zagrijava pa može povećati temperaturu manjih vodenih spremnika poput jezera, potok i slično.

Gradsko područje je uz smanjenu prekrivenost vegetacijom i materijale poput asfalta i betona karakterizirano gustom naseljenošću, odnosno **gustim rasporedom** kuća i zgrada kao i **visokim građevinama**. Zagrijane zgrade emitiraju toplinu, no isto tako upijaju toplinu emitiranu od susjednih zgrada što otežava proces hlađenja. Takav raspored građevina smanjuje i cirkulaciju zraka i što utječe na zadržavanje topline.

Velika koncentracija građevina, industrije, prometa, itd. u okolni prostor otpušta velike količine **otpadne topline**. Pri prijenosu energije, bilo mehaničkim radom ili prijenosom topline, gotovo pa neizbježno se zagrijava okolni prostor. Radom rashladnih uređaja toplina se iz unutrašnjosti izbacuje u vanjski prostor. Zbog visokih temperatura, ljeti se pojačano koriste rashladni uređaji što dodatno doprinosi povećanju otpadne topline. Ako su zgrade gusto raspoređene, ta dodatna toplina ostaje zarobljena između njih. Pojačan rad rashladnih uređaja zahtjeva pojačanu potrošnju električne energije te uzrokuje opterećenje elektroenergetskog sustava.

Temperature kod toplinskih otoka variraju od jednog do drugog dijela grada i ovise o rasporedu zgrada, pločnika, parkova i slično. Pokazalo se da je efekt urbanog toplinskog otoka izraženiji što je veći kontrast između prirodne vegetacije i urbanog materijala koji je zamijenio tu vegetaciju. Npr. efekt će biti izraženiji ako je urbano područje zamijenilo šumu, nego ako je zamijenilo pustinju.



Slika 11.1 Dnevna (narančasto) i noćna (plavo) temperatura od središta urbanog otoka prema okolici. (izvor: <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>)

Slika 11.1 prikazuje kako se temperatura mijenja ovisno o dijelu naselja. Središte karakterizirano visokim gusto raspoređenim zgradama, betonom i drugim nepropusnim materijalima zadržava najviše topline. Udaljavanjem od središta i povećanjem vegetacije dnevna temperatura se smanjuje. Područje uz jezero zbog velikog toplinskog kapaciteta vode ima nižu dnevnu, a višu noćnu temperaturu od okolnog područja. Također, na slici vidimo da se temperatura zraka s obzirom na udaljenost od središta ne mijenja značajno tokom dana, ali temperatura noću u urbanom dijelu ostaje gotovo jednaka kao tijekom dana.

Smatra se da na povećanu smrtnost ne utječu toliko visoke dnevne koliko visoke noćne temperature. Izloženost ljudi velikim vrućinama ima veliki utjecaj na ljudsko zdravlje pa urbani toplinski otok povećava rizik smrti od kardiovaskularnih i respiratornih bolesti, naročito kod starije populacije. Razlog toga je što se toplina iz urbanih materijala otpušta noću, a situaciju dodatno otežava smanjeni protok zraka. Zato ljudski organizam nema odmora od izloženosti velikim vrućinama, a to nerijetko dovodi do dehidracije i smrti. Što se tiče respiratornih bolesti, njihovom razvoju doprinosi povećana koncentracija polutanata u zraku urbanog toplinskog otoka do koje dolazi zbog smanjenog protoka zraka. U slučaju temperaturne inverzije (temperatura raste porastom visine) koja se dogodi zbog konvergencije hladnijeg i gušćeg zraka iz okolnog područja promovirane uzdizanjem toplog zraka u urbanom području, polutanti se koncentriraju nad urbanim područjem zbog čega se stvara **urbana kupola** (prašine).

Iako efekt urbanog toplinskog otoka ima veći utjecaj na lokalnu nego na globalnu klimu¹, najbolji je primjer kako ljudske aktivnosti mogu utjecati na lokalnu klimu. Utjecaj urbanog toplinskog otoka može se smanjiti povećanjem zelenih gradskih površina, bojenjem krovova u bijelo kako bi se povećala refleksija Sunčeva zračenja, korištenjem propusnih materijala koji će omogućavati kruženje vode i tako evaporacijom vode hladiti okolinu. Boravak uz vodene površine može olakšati ljudima i drugim živim bićima podnošenje toplinskih valova.

¹ Globalna klima najviše je određena odnosom ulaznog i izlaznog zračenja. Međutim, većina ljudskih aktivnosti koje doprinose razvoju urbanog toplinskog otoka ujedno doprinose i smanjenju izlaznog zračenja.