gradsko zelenilo i klima

PEJZAŽNA ARHITEKTURA U SLUŽBI ENERGETSKE EFIKASNOSTI



Autori:
Dr. Michael Bruse
mr Orhideja Štrbac

Prevod sa nemačkog:
dipl. inž. hort. Ildiko Nemet

Sadržaj brošure ne mora nužno da predstavlja zvaničan stav
Društva ljubitelja Gradskog parka u Vršcu.

Autori ne snose bilo kakvu odgovornost za
pogrešnu interpretaciju teksta i nenamerne greške.
Sadržaj ove brošure može se isključivo koristiti u
edukativne, neprofitne svrhe. Dozvoljeno je slobodno
kopiranje i distribucija teksta uz obavezno citiranje.

Način citiranja:
Bruse M. (2012): Gradsko zelenilo i klima.
Pejzažna arhitektura u službi energetske efikasnosti, 1-9

Štrbac O. (2012): Pejzažna arhitektura u službi energetske efikasnosti.
Gradsko zelenilo i klima, 10-14

Dizajn i priprema: Aleksandar Jovančić
Štampa: Disk - Vršac
Tiraž: 200 kom.

GRADSKO ZELENILO I KLIMA

Autor: Dr. Michael Bruse
Geografski institut Rur Univerziteta Bohum

Prevod: Ildiko Nemet, dipl. inž. hortikulture

UTICAJ ZELENILA NA GRADSKU MIKROKLIMU

Klima i kvalitet vazduha u gradovima razlikuju se u zavisnosti od regionalnih uslova, i uglavnom su rezultat ličnog angažovanja nadležnih i samih građana. Istraživački projekat EU „Benefits of Urban Green Space“ (BUGS) bavio se načinom na koji se pomoću modela simulacije i merenjima, podizanjem zelenila u urbanoj sredini može popraviti mikroklima.

Promene velikih razmera u energetskom bilansu naše planete vode do promena i modifikacija u atmosferskim cirkulacijama, koje su se pod sloganom klimatske promene ili čak klimatska katastrofa urezale u našu svest. Nasuprot ovome, delimično drastičnom, ali većim delom polaganom procesu, čovek je izložen neposrednim klimatskim promenama, koje prate naš svakodnevni život: promenom naše neposredne okoline, pre svega u urbanom širenju gradova, formira se u nižim slojevima vazduha lokalni visoko diferencirani klimatski sistem, koji se naziva gradska klima.

Tipični fenomeni gradske klime su na primer: uvećane površine sa višim temperaturama vazduha naročito u noćnim časovima. Promene strujanja vazduha zbog visokih građevina dovode do stvaranja oblasti sa veoma slabom ventilacijom kao i do zona sa uvećanom brzinom vetra, koji su uslovljeni efektom mlaznice na uskim gradskim raskrsnicama. Ako proširimo klimatološka posmatranja sa aspektima čistoće vazduha, možemo utvrditi, da urbani prostor sadrži znatnu koncentraciju gasova sa česticama zagađivača, koji je u suštini prouzrokovan saobraćajem motornih vozila. Ukratko, možemo zaključiti, da je kvalitet života u gradovima, u gusto naseljenim oblastima, ovim faktorima opterećenja značajno pogoršan. Ovo na kraju



Fotografija 1. Taložni kolektor, postavljen usred Essenskog gradskog parka radi utvrđivanja količine suvih zagađivača.

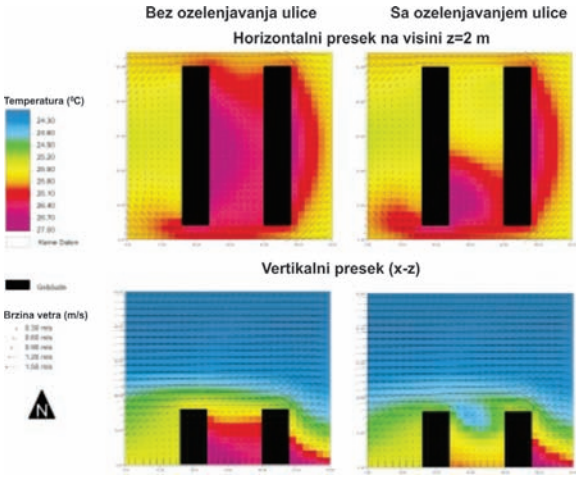
dovodi do povlačenja stanovništva iz ovih oblasti. Iz ovoga proizilazi više problema, prostornim razdvajanjem življenja i rada dolazi do povećanja gustine saobraćaja, a time raste i emisija gasova. Dalje, prostorni dispariteti u vidu socijalnog udruživanja (klasterovanja) postaju neprijatno primetni. U pozadini ovog problema kojima se bavio i projekat koji finansirala Evropska Unija BUGS (Benefits of Urban Green Space, u vremenu od 3/2001 do 2/2004), pokazuje, u kojoj meri planiranje zelenila u gradu služi popravljanju kvaliteta života u gradovima.

KLIMA U GRADOVIMA

Od mnogih faktora, koji čine gradski prostor, ovde su izdvojeni parametri klime i kvaliteta vazduha, naravno, samo kao neki od aspekata jednog mnogo većeg sveopšteg problema, čije posmatranje daleko prevazilazi tehničke i tematske granice. Cilj BUGS-a, bio je da izvrši interdisciplinarnu evaluaciju, mogućnosti praktične realizacije predloga poboljšanja i istakne je u prvi plan. Ceo istraživački projekat bio je podeljen u dve faze (godina 1 i 2) koju je činilo ukupno 6 projektnih partnera, sa njihovim tehničkim specifičnim metodama. U drugoj fazi (3 godine) istraživane su modifikovane metode zasnovane na konkretnoj studiji slučaja. Pokazalo se, kako se ove metode dopunjuju i kako se integrišu u planiranje. Različite tematske oblasti , kojima se bavio BUGS, obuhvataju mikro i makroklimu između ostalog i buku, saobraćajne tokove i sa njim povezane emisije, korišćenje prostora, socijalne aspekte i metode planiranja bliske građanima. Kompletan pregled može se naći na internetu pod www.vito.be/bugs. Ovim radom je predstavljena oblast „Mikroklima“ radne grupe za klimatska istraživanja na Geografskom institutu Ruhr-Universiteta Bochum (http://:klima.geographie.ruhr-uni-bochum.de), koja se bavila efektima ozelenjavanja malih razmera (u zoni manjoj od 100 m) na mikroklimu.

PROGRAM RADA „MIKROKLIMA“

Za uvođenje više zelenila u gradski prostor, možemo slediti, dve, u osnovi različite strategije; po jednoj; naknadna sadnja drveća i šiblja u okviru postojeće gradske strukture (ulice i trgovi), po drugoj; podizanje posebnih zelenih površina, parkova u najširem smislu reći. Obe strategije su vrlo teško zamenjive, a razlikuju se i po dejstvu. Dok se ozelenjavanje postojećih struktura obično postiže uz relativno malo napora, podizanje parkova skoro uvek prati promena namene korišćenja datog prostora i obično se sprovodi u okviru opsežnog dugoročnog planiranja. Pošto su zaključci koji podjednako odgovaraju za oba vida ozelenjavanja, veoma ograničeni, projekti BUGS iz oblasti „ozelenjavanje ulica“ i „podizanje parkova“ posmatraju ih nezavisno jedne od drugih. U domenu ozelenjavanja ulica došlo je do zastoja zbog potrebe dodatnog istraživanja u odnosu na drveće, mada tu dolaze u obzir i drugi vidovi ozelenjavanja kao što su ozelenjavanje fasada i krovova.



Sl.1. Simulirana temperatura sa strujanjem vetra u jednoj neozelenjenoj ulici (levo) i ozelenjenoj (desno). Izvor: BRUSE 2002

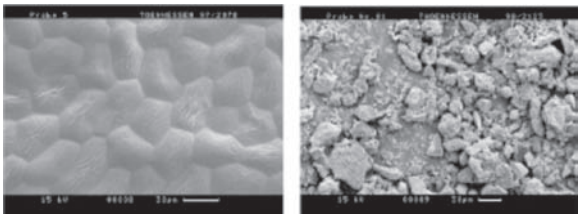
(vidi na primer THÖNNESSEN & WERNER 1996, SKINNER &BRUSE 2000).

Program rada radne grupe u okviru BUGS –projekata uključio je kako mikroskalarna klimatska i taložna merenja tako i numeričke kompjuterske simulacije, gde su se merenja dodatno koristila za obezbeđivanje kvaliteta kompjuterskog modela ENVI-met (www.envimet.com, BRUSE & FLEER 1998), a uopštene izjave donose se isključivo na osnovu kompjuterskih simulacija.

VEGETACIJA I MIKROKLIMA U GRADOVIMA

Da bi se opisao uticaj vegetacije na mikroklimu u gradovima, treba baciti pogled na već ionako komplikovanu fizičku zavisnost gradske mikroklime bez vegetacije na nedostatak isparenja, dobar toplotni skladišni kapacitet zaptivnih materijala, gde se dobar deo sunčeve svetlosti u toku dana pretvara u toplotnu energiju i skladišti u unutrašnjosti zgrada i saobraćajnicama. Ovde se zagrevaju različite površine različitim intenzitetom i mogu putem isijavanja toplote, združene često sa malom brzinom vetra, izazvati osećaj toplote. Mada značajan procenat gradskog tla leži u senci, pri cemu se konverzija primarne energije pomera ka nivou krova. Na visini od oko 1,40 m temperatura u gradu ne razlikuje se mnogo od temperature izvan urbanih sredina , često je čak niža. U noćima međutim, naročito kod tzv. radijacionih vremenskih prilika sa malom brzinom vetra, sve to izgleda sasvim drugačije: sačuvana toplota koja se u toku dana sakupila u građevinskim materijalima polako se oslobađa i značajno sprečava rashlađivanje vazduha, i taj fenomen nazivamo urbano toplotno ostrvo. (uporedi sa B. $ KUTTLER 1997). Otežavajuća okolnost pri tom su mala vazdušna pomeranja koja su usled izgrađenosti još više umanjena: vazduh stoji, i upravo tokom letnjih perioda žege, u tim uslovima teško se postize zadovoljavajuća klima za spavanje (odmor). Sadnjom drveća postoji mogućnost, da se na različitim tačkama interveniše u okviru ovog sistema. Najočigledniji i delotvorniji efekat je u tome da krošnje drveća prostor koji zahvataju, preko dana, zasenčavaju i

sprečavaju prekomerno zagrevanje. Pošto lisće drveća nema skoro nikakav kapacitet skladištenja, a osim toga deo absorbovanog zračenja koristi za isparavanje vode, ne postoji opasnost, da se energija sakupljena preko dana noću isporuči. U slučaju parkova imamo situaciju da umesto jedne građevinskim materijalom prekrivene površine, imamo prirodnu podlogu, koja uz minimalnu vlažnost, ostaje očigledno hladnija usled procesa isparavanja u odnosu na površinu ulice. U toku noćnih časova je uticaj drveća na mikroklimu znatno kompleksniji, a postignuti rezultat u mnogome zavisi od lokalnih uslova. U osnovi, hlađenje se događa relativno brzo i posledica je smanjene skladišne mase listova povezano sa transpiracijom gornjih slojeva krošnje, i na taj način se postiže hlađenje posmatranog područja. Nasuprot tome, u osnovi stabla, krošnja sprečava manje više, u zavisnosti od vrste i starosti drveća, hlađenje površine i vazduha. Tako su na primer kestenovi omiljeno drveće letnjih bašti, jer njihova gusta krošnja upija skoro kompletno isijavanje tla. Iz toga se, međutim, ne može zaključiti, da je noću ulici sa drvećem, u osnovi toplija u poređenju sa ulicom bez drveća, jer drveće preko dana svojim osenčavanjem značajno redukuje zagrevanje tla i zidove okolnih zgrada. U ovome značajnu ulogu imaju mnogi drugi faktori, kao na primer geometrijski položaj ulice i pravac pružanja ose puta. Ovim parametrima se određuje unos maksimalne energije sunčeve svetlosti u toku dana. U parkovima i zelenim površinama, skoro uopšte nema materijala koji upijaju sunčevu energiju, a i akumulacija toplote u zemlji je zbog isparavanja vode iz tla manja nego u jednoj asfaltiranoj ulici. Ovde se može očekivati da će se vazduh više ohladiti. Kompjuterska merenja i simulacije ukazuju na to da je uticaj ovako rashlađenog vazduha veoma ograničen i nema značajnijeg uticaja kod rastojanja većeg od 50 do 100 metara u zavisnosti od strukture zelene površine i same okoline. Dakle, ako neko hoće da uživa u hladovini parka, mora ga posetiti.



SL.2. Skeniranje površine lista-lisne ploče, čiste (levo) i zagađene (desno). Izvor: THÖNNESSEN 1998.

UTICAJ ZELENILA NA CIRKULACIJU I KVALITET VAZDUHA

U diskusijama o potencijalnoj koristi zelenila u gradovima ostao je zanemaren uticaj cirkulacije vazduha i samim tim i čistoća vazduha. Ovde stičemo izdiferenciraniju sliku o dejstvu uličnih drvoreda i učinka jednog parka. U osnovi uzevši, drveće je, zbog svoje relativno velike lisne mase u stanju da direktno upije ili deponuje štetne materije na svojoj površini.Ovo poslednje je pre svega interesantno za partikularne supstance, koje i nakon vidnog poboljšanja tehničke izrade motora i filtera za gasove, još uvek predstavljaju veliki problem (EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie 1 mit 1. Tochterrichtlinie,

verbindlich ab 1. 1. 2005). Ovde je značajno navesti respiratorne čestice veličine < PM10, odnosno prečnika manjeg od 10 μm, koje imaju visoku ekotoksikološku važnost, jer one prodiru u najfinije plućno tkivo-alveole i imaju potencijalni kancerogeni efekat (pogledati Baumbach 1990). Nasuprot grubljim česticama – partikulama čija je emisija opala, emisija finih čestica je ostala skoro nepromenjena. Delimično redukovanje grubljih čestica imalo je za posledicu povećanje emisije sitnijih čestica (pogledati – Savezna kancelarija za životnu sredinu 2002). Uticaj drveća na distribuciju štetnih gasovitih supstanci je relativno nizak uglavnom zbog promene pravca vetra i zaštinog efekta lisne mase. Aktivna izmena gasova putem stominih otvora na listu je sa izuzetkon CO_2 kvantitativno neznatna. Slika 2. sa leve strane pokazuje površinu jednog čistog - očišćenog lista, a levo za poređenje, lisnu ploču, lista duže vremena izloženog saobracaju snimljeno putem skeniranja elektronskim mikroskopom na univerzitetu u Kelnu (Köln).

ULIČNI DRVORED I KVALITET VAZDUHA - DELIKATAN PAR

Uticaj drveća na lokalne vetrove predstavlja kritičnu tačku, koja se mora bliže razmotriti. Tačno je da se posredstvom lisne ploče odvija filtriranje vazduha. Ipak, postavlja se pitanje kakav je odnos količina ovim putem uklonjenog zagađenja spram vidljivog porasta njegove koncentracija u stablu, a koji je prouzrokovan redukovanom izmenom vazduha. Jedno dobro provetravanje, pre svega vertikalno mešanje zagađenog vazduha sa svežim vazduhom iz gornjih slojeva atmosfere, sigurno je najefektnija metoda uklanjanja štetnih materija iz uličnog prostora i za čoveka relevantnog prostora za boravak. Podizanjem uličnih drvoreda postoji opasnost da ventilacija bude smanjena. U ekstremnim slučajevima guste krošnje, može se dogoditi da uslovi izmene vazduha u uličnom prostoru liče na onu u tunelu. Sudeći o kvalitetu vazduha ne samo po osnovu apsolutnog opterećenja, već uzimajući u obzir učestalost sa lokalnim opterećenjem na pešake i stanovništvo (vreme ekspozicije), zaključujemo da ulični drvoredi ne poboljšavaju prosečni kvalitet vazduha. U slučajevima kada su krošnje drveća jako proređene, ne može se dokazati nikakav efekat na polje vetra. Pre svega, neće moći da se dokaže, poboljšanje lokalnog kvalite-



Fotografija 2. Poprečni presek kroz ulicu Nording u Bohumu, koja je u projektu BUGS-a uzeta za primer i analizu kao neozelenjena „kanjon“ ulica



Fotografija 3. Pogled na mernu stanicu u Nordingu. Sa kombinovanim senzorom za temperaturu i vlažnost, iznad je anemometar, merač brzine vetra, a u maloj kutiji je smešten registrator u kojem se podaci digitalno obrađuju i čuvaju.
Foto: AG Klimatska istraživanja

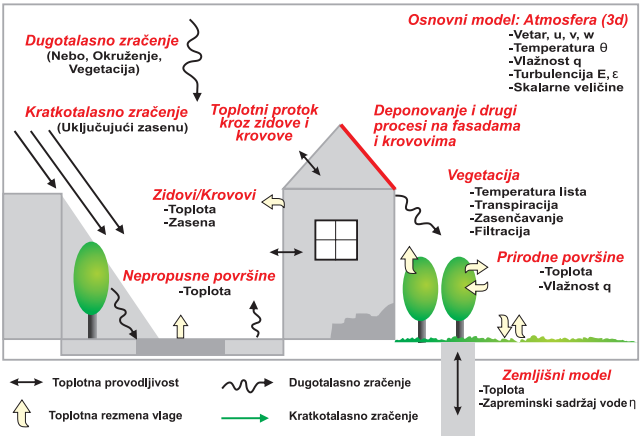
ta vazduha. Činjenica je da se emitovane štetne supstance koncentrišu u krošnji i ostaju na mestu svoga nastajanja, što znači da se one neće dalje transportovati u okolni prostor. Ukoliko se usled ozelenjavanja u uličnom prostoru pojave uvećane koncentracije zagađenja, smanjiće se emisija izvan ulice. Međutim, ovo smanjenje se odnosi na više vazdušne slojeve jer se ovde mešanje kontaminiranog vazduha sa onim iznad zemlje smanjilo. Sa stanovišta čistoće vazduha pitanje je ima li više smisla koncentraciju zagađivača svesti na nekoliko tačaka i rizikovati lokalno visoke emisione vrednosti ili je bolje emisiju zagađivača ravnomerno podeliti, i predstavlja temu jedne iskrene filozofske rasprave, manje političke, o životnoj sredini. U svakom slučaju mora se obezbediti da zagađenje ni na jednoj tački ne prekorači kritične granice. U korist ove pretpostavke, da se zanemari podizanje više zelenila, bilo bi nerazumno. S druge strane, postoji bezbroj deonica puteva kod kojih je provetrenost generalno zadovoljavajuća i kod kojih su drvoredi sa stanovišta čistote vazduha potpuno bezbedni.

EFIKASNO ZELENILO: PARKOVI I DRUGE ZELENE POVRŠINE

U prethodnom izlaganju prikazana razmišljanja važe samo onda, kada se ispod krošnji drveća nalazi značajan i snažan izvor zagađenja. Ovo generalno nije slučaj u pešačkim zonama i zelenim površinama uopšte, tako da ovde dolazimo do jednog drugog zaključka o gradskom zelenilu, u odnosu na kvalitet vazduha. Kroz smanjenje prosečne brzine vetra može doći do povećanja taloženja i deponovanja čestica. Ovaj efekat podržava porozno zemljište zelenih površina svojom hrapavošću (trava, glina) jer jednom deponovane čestice ne mogu ponovo biti otpuštene, kao što je slučaj na primer kod ravnih zaptivnih površina. Kod drvoreda pomenuta sposobnost filtriranja lisne mase dolazi naročito do izražaja u parkovima, zbog veće lisne mase. Ovde, svakako ne možemo suviše očekivati od drveća. Na listovima deponovana masa je u poređenju sa prosečno emitovanim ukupnim količinama zanemarujuće mala. To je dobro, jer bi u suprotnom drveće, nakon nekoliko nedelja, obustavilo fotosintezu i bilo bi crno umesto zeleno. Bolji kvalitet vazduha u parkovima je uglavnom rezultat odsustva i udaljenosti izvora zagađenja.

SIMULACIONI MODELI KOD PLANIRANJA SCENARIJA

Kako je u prethodnim izlaganjima nagovešteno, mikroklima i čistoća vazduha u gradovima je kompleksna interaktivna struktura na koju utice mnogo faktora. Zbog toga, tu nije moguće dati ad hoc pouzdane izjave, kao na primer da će se ukupan sistem promenom činioca, recimo, sadnjom drveća promeniti. Sa velikom sigurnošću se može dati generalna izjava u formi „ park redukuje temperaturu vazduha“ ali je nemoguće dati tačnu kvantifikaciju koliki je uticaj parka na temperaturu. Kao svaki sistem, tako i kompleks vegetacija-klima-čistoća vazduha ima oblasti u kojima promene postižu visoku efikasnost i takve u kojima nema mogucnosti optimizacije. Jedno ekonomično i ekološko ozelenjavanje gradskih oblasti je stoga moguće postići samo kada ste u mogućnosti, da identifikujete područja u kojima postoji potreba za akcijom i možete proceniti kojom strategijom i kvantitativnim zahvatom možete postići visoki koeficijenat isplativosti. Procena potrebe za akcijom, dakle jedna status-quo analiza je moguća merenjima na licu mesta, iako su istraživanja šireg područja povezana sa većim utroškom vremena i većim finansijskim troškovima. Ako upoređujemo međusobno različite planske scenarije, u odnosu na status quo, tada je upotreba numeričkih simulacionih modela neminovna. Uz pomoć kompjutera je, međutim, moguće istražiti veoma kompleksne osnove plana bez da ova istraživana oblast u stvarnosti postoji. U ovim simulacijama nije u prvom planu obračun tačnih pojedinosti – kao što su temperatura vazduha u određenom vremenskom terminu, već pre svega procena relativnih promena različitih scenarija.



SL.3. Konstrukcija numeričkog modela mikroklime ENVI –met. Izvor: BRUSE 1998

ENVI – MODEL MIKROKLIME

Grupa za istraživanje klime razvila je kompjuterski model ENVI (BRUSE &FLEER 1998, www.envimet.com), koji je takav računarski model, sa kojim se može izračunati mikroklima i kvalitet vazduha u urbanim sredinama. Njegova fizička osnova se bazira na zakonima mehanike fluida (polje vetra), termodinamike (proračuni temperature), i opšte fizike atmosfere (na primer prognoza turbulencije). Za istraživanje jedne gradske strukture u vidu modela, moraju se

svi strukturni elementi kao što su zgrade, vegetacija i različiti površinski režimi staviti u jedan pravougaon kuboidan model. Slično kao i kod zidanja lego kockama: složene strukture se podešavaju kombinovanjem jednostavnih osnovnih elemenata (na primer kocke). Ovako nastao model sveta biva numerički prostrujan vetrom i obasjan suncem. Interakcijom sunca i senke kao i različitih fizičkih osobina materijala razvijaju se u toku jednog simuliranog dana, u modelu, različite površinske temperature, čija se toplota u zavisnosti od vetra, više ili manje, prenosi na vazduh. Naravno, model ne izračunava samo raspodelu temperature, već i druge meteorološke veličine kao što je vlažnost vazduha, turbulencije i da ne zaboravimo raspodelu štetnih materija. Posebno težište se stavlja na simulacije sa vegetacijom: radi što vernije simulirane situacije koja pokazuje interakciju između vegetacije i atmosfere, simulira se i fiziološko ponašanje biljaka uključujući ciklus fotosinteze i CO_2. Ovde se ne simulira samo otvaranje i zatvaranje stoma radi kontrolisanja izbacivanja-razmene vodene pare sa okolinom, već i promene temperature lista u toku dana, ili prijem štetnih gasova preko biljke. Slika broj 3 šematski prikazuje strukturu modela sa različitim podmodulima i njihovu interakciju.

PRIMER REZULATA DOBIJEN JEDNIM MODELOM

Ako se ima u vidu, da se jedino u trodimenzionalnom modelu atmosfere dnevna promena od 43 varijable obračunava na svakoj tački modela, podrazumeva se da se kod određivanja vrednosti i predstavljanja rezultata modela, moramo ograničiti na pojedinačne pojave-gledišta. U daljem tekstu će se prikazati na jednom jednostavnom primeru, koji su podaci korisniku na raspolaganju i koji se zaključci iz toga mogu izvući.

Sl.br.1 prikazuje raspodelu temperature (boje) i područja vetra (crne strelice) u jednoj ulici sa pravcem pružanja ulice sever-jug bez drveća, a desno sa drvećem, simulacija izvedena za 23. juni, u Bohumu. Drveće je visine 20 m (dakle, nadmašuje 15 m visoke zgrade), i obezbeđuje 2 m visok prostor ispod krošnje, krošnje u ovom zelenom scenariju popunjavaju skoro kompletnu širinu ulice sve do fasada kuća. Gornje slike - grafikoni prikazuju pogled iz pticje perspektive (horizontalni presek). Kod njih su temperatura i područje vetra ucrtani u prostor visine 2 metra. Ostale slike prikazuju vertikalni presek kroz kanjon puta postavljen na polovini ulice. U horizontalnom preseku se jasno vidi smanjena-redukovana temperatura vazduha (žuta područja) u južnim delovima ulice. U vertikalnom preseku, naročito u predelu krošnji sagledava se smanjenje temperature vazduha (plava područja), koja se, iako umanjena primećuju sve do površine tla. Osenčavanje krošnjama drveća može se primetiti, blizu tla, i na zapadnoj strani ulice, gde je temperatura vazduha redukovana za 2 Kelvinova stepena. Bez obzira što se redukcija od 2 Kelvinova stepena na prvi pogled čini malom, tunel će za prolaznike subjektivno biti svežiji, pošto direktno osunčavanje utice mnogo jače na osecaj toplote u odnosu na čistu temperaturu vazduha. U ovom kontekstu je rec o tzv. „percipirananoj temperaturi“ .

REZIME

Mikroklima i kvalitet vazduha mogu u visokoj meri imati pozitivan uticaj u gradovima sa primerenim gradskim planiranjem. Pre svega planiranjem zelenih zasada može se ovim putem poboljsati kvalitet života. Istraživačkim projektom EU Benefiti urbanog zelenila, proučen je između ostalog uticaj urbanog zelenila na klimu i kvalitet vazduha. Tu se koriste merenja i simulacije sa numeričkim vrednostima u okviru ENVI. Pokazalo se da više zelenila u gradu, ne mora neminovno da dovede do poboljšanja situacije na lokalnom nivou, ukoliko se posmatranja koncentrišu na efektivnu strukturu pojedinačnih aspekata gradske klime kao što je kvalitet vazduha.

LITERATURA:

BAUMBACH, G. (1990): Luftreinhaltung. Entstehung, Ausbreitung und Wirkung von Luftverunreinigungen – Messtechnik, Emissionsminderung und Vorschriften, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio.www

BRUSE, M. & FLEER, H. (1998): Simulating surface-plant air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, Environmental Modelling and Software, 13, 373–384.

SKINNER, C. & BRUSE, M. (2000): Rooftop greening and local climate: A case study in Melbourne, in: Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium, WMO, 21–25.

THÖNNESSEN, M. & WERNER, W. (1996): Die fassadenbegrünende Dreispitzige Jungfernrebe als Akkumulationsindikator. Verteilung von Schwermetallen in Stadtstraßen unterschiedlicher Bebauungsstruktur. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56: 351–357.

UMWELTBUNDESAMT (2002): Daten und Fakten zur Emissionssituation: Staub, www.umweltbundesamt.de/luft/emissionen/situationde/schadstoffe/staub/index.htm.

KUTTLER, W. (1997): Bewertungsmaßstäbe für Stadtklima und Lufthygiene, Geographische Rundschau, Heft10, S. 576–582.

PEJZAŽNA ARHITEKTURA U SLUŽBI ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Autor: mr Orhideja Štrbac
JP "Varoš", Vršac



Fotografija 1. Bulevar Žarka Zrenjanina u Vršcu

Uvod

Uslovi življenja u gradovima sa rastućom urbanizacijom i povećanjem opšte zagađenosti, kod savremenog čoveka izazivaju pojavu zamorenosti, stresa i neodoljive potrebe za begom u prirodu. Priroda, makar i u svojim malim izmenjenim tvorevinama kao što su gradske zelene površine pruža najbolje utočište iz kojeg čovek crpi neophodnu snagu za suočavanje sa monotonijom svakodnevnog života. Mnogi stanovnici gradova nisu u stanju da shvate mir drveta pored kojeg stoje, a taj mir ipak utiče na njih. Biljke, posebno drvenaste značajno doprinose i sanaciji životne sredine i ublažavanju ekstremnih mikroklimatskih uslova.(Štrbac O.2004)

Urbano zelenilo utiče na smanjenu potražnju za ugradnjom klima uređaja u zgradama i utiče na povećanje kvaliteta vazduha kroz redukciju smoga. U vezi sa tim uštede energije i troškova održavanja, u zavisnosti od regiona mogu dostići i do 200 $ po stablu. Prema mnogim proračunima i analizama, drveće u gradovima redukuje emisiju CO_2 i na taj način povoljno utiče na klimatske promene (Abbari H.2002)

Cilj rada

Opšti cilj rada je bolja informisanost građana o značaju gradskog zelenila za energetsku efikasnost i poboljšanje kvaliteta života ljudi kroz prezentaciju rezultata istraživanja uticaja na smanjenje zagađenja i potrošnje energije i prirodnih resursa.

Uticaj urbanog zelenila na gradsku mikroklimu

Brojni istraživači potvrđuju činjenicu da biljke, pogotovo drvenaste značajno utiču na smanjivanje temperaturnih ekstrema. Temperatura površinskog sloja zemlje u parkovima je niža u toku leta nego temperatura asfaltiranih i betonskih površina, dok je tokom zimskih meseci obrnuto. Specifična toplota vegetacije je veća od specifične toplote zemlje u polju, a dnevna amplituda temperature u šumi je manja nego na golim površinama. U toku zime biljni pokrivač štiti površinu tla od jake radijacije. Zbog svega ovoga može se zaključiti da zeleni zasadi ublažavaju temperaturne ekstreme.

Biljni pokrivač ima velikog uticaja na raspored temperature u nižim slojevima vazduha. Sloj vazduha koji se nalazi neposredno iznad biljnog pokrivača, zagreva se jače od vazduha koji je ispod ili iznad ovog sloja. Temperatura vazduha je u dnevnim časovima najviša u sloju neposredno iznad biljnog pokrivača a odatle opada kako prema zemlji tako i prema visini. U toku noći je obrnuto, najniža temperatura je u sloju vazduha neposredno iznad biljnog pokrivača, od ovog sloja raste prema zemlji i prema visini na malom rastojanju.

Intenzitet isparavanja sa zemljine površine tokom leta, manji je ispod drveća nego na otvorenom polju, jer je niža temperatura vazduha, veća relativna vlažnost i manja brzina vetra. Kako vodena para isparava sa biljaka, uvećava se količina vodene pare u prizemnim slojevima vazduha. Vegetacija ima velikog uticaja i na relativnu vlažnost vazduha.

Prema austrijskim osmatranjima (Milosavljević M.,1990), maksimum relativne vlage ustanovljen je u samim krunama zbog jače transpiracije, niže temperature i veoma slabe cirkulacije vazdušnih masa. Relativna vlažnost vazduha pod vegetacijom je veća u srednjim vrednostima za više od 10%, a tokom vedrih dana za oko 20 do 40% nego na otkrivenim mestima.

Urbano zelenilo ima veliki uticaj i na uslove osunčavanja. Krune drveća zadržavaju direktno i difuzno zračenje, zbog čega se u unutrašnjosti gustog sklopa zagrevanje zemlje vrši uglavnom cirkulacijom vazduha. Izvestan deo zračenja se reflektuje nazad u atmosferu sa biljnog pokrivača. Odnos između količine reflektovanog sunčevog zračenja sa zemljine površine i količine celokupnog direktnog zračenja koje padne na zemlju zove se albedo.

Prema merenjima Angstrema 1951. godine (Milosavljević M.,1990.), albedo za travni pokrivač iznosi 20 do 23%, za vrhove borova i mlade hrastove 18% a za jelovu šumu 14%. Visoki zasadi smanjuju udare vetra i sprečavaju gubitak zemljišta eolskom erozijom. Iznad visoke vegetacije brzina vetra se povećava i stvaraju se turbulentna strujanja vazduha do visine od 200 m, dok se iza nje brzina vetra znatno smanjuje. Profesor Ljuboslavski je merenjem ustanovio da je brzina vetra u parku Šumskog instituta u Lenjingradu 2 m/s a iznad drveća 7 m/s (Milosavljev M., 1990).

Potencijal urbanog zelenila u smanjenju potrošnje energije

Monitoringom i kompjuterskim simulacijama utvrđeno je da drveće smanjuje potrošnju nekih kućnih uređaja koji se koriste u domaćinstvima. Tako je zapaženo da samo jedno drvo visine 8 metara posađeno ispred kuće, može da smanji godišnje troškove grejanja i hlađenja za 8 do 12% Analizom rezultata efekata hlađenja došlo se do podataka da su zidovi ispred kojih se nalaze zelena površina, tokom letnjih meseci hladniji za 17 ^{0}C, a da prosečna smanjenja potrošnje struje variraju od 10 do 50% (Gregory McPherson E, et Rowntree R., 1993).



Fotografija 2. Gradski park u Vršcu

Strategijama kojima se definiše povećanje površina pod zelenilom, ne samo da se obezbeđuje ušteda vlasnicima kuća već i smanjuje ukupna potrošnja energije jednog grada. Meteorološke simulacije su pokazale da drveće može da "ohladi" grad u proseku za oko 0,3 do 1 K u 14 časova, tokom vrelih letnjih dana. (Abbari H.2002)

Gradski park u Vršcu, zbog svoje površine od više od 5 ha pod visokim zelenilom predstavlja najbolji primer za dokazivanje hipoteze o značajnom ublažavanju mikroklimatskih uslova u jednom gradu. Zbog toga je izvršeno dvogodišnje ispitivanje temperature i vlažnosti, 4 puta dnevno na prosečnoj visini od 1,5 metara od tla.

Što se tiče vlažnosti vazduha, najveće procentualne razlike izmerene su tokom avgusta 1999. godine i to u 16 časova, prosečno 8,4 % i tokom maja 2000. godine, takođe u 16 časova. Opšti zaključak je da je relativna vlažnost vazduha veća u gradskom parku nego iznad betonske površine ispred parka (što uz sniženu temperaturu tokom letnjih meseci povoljno utiče na posetioce parka).

Rezultati

Na osnovu dobijenih rezultata vidi se da su tokom leta zabeležene najveće razlike u temperaturi u parku i van njega (2,2 ^{0}C), dok se neznatne razlike u prolećnem i jesenjem periodu donekle mogu objasniti i uticajem zelenila i na drugu kontrolnu tačku na ulazu u park. Bez obzira na ovakav način merenja došlo se do pokazatelja da masiv gradskog parka ima uticaja na ublažavanje mikroklimatskih uslova u svojoj neposrednoj okolini.

Na osnovu merenja osvetljenosti ispod krošnji drveća u Gradskom parku u Vršcu, može

se zaključiti da je na pojedinim mestima potrebno prosvetljavanje kruna zbog slabe osvetljenosti i cirkulacije vazduha, dok je manji broj parcela sa zadovoljavajućim odnosom između osunčanih travnih površina i površina pod hladovinom, koja je naročito značajna tokom vrelih letnjih dana.

Na osnovu merenja brzine vetra može se videti kako veliki zeleni zasadi mogu uticati na značajno smanjenje brzine vetra, što je od velikog značaja za gradove kao što je Vršac. Najveća razlika u brzini vetra između izlaza i ulaza u park, u pravcu duvanja košave iznosila je 4,5 m/s (Štrbac O.2004)



Fotografija 3. "Ruski park" u Vršcu

Preporučene mere za energetsko efikasnu pejzažnu arhitekturu

Idealna struktura energetski efikasnih pejzaža u različitim klimatskim regionima mora da sledi principe bioklimatskog arhitektonskog dizajna. Strukturne karakteristike pejzažnog projektovanja u uslovima kontinentalne klime su sledeće (Gregory McPherson E, et Rowntree R., 1993):

- Četinare saditi u gustim grupama;
- Visoke četinare i lišćare u vidu bafera, živih ograda i pojaseva saditi kako bi se umanjila snaga vetra;
- Liščarske vrste sa gustom krošnjom, žbunje i puzavice saditi prema zapadnim zidovima (u toplijim klimatima, takođe saditi i sa istočne strane) u cilju hlađenja vazduha;
- Ostaviti sa južne strane nesmetan prostor za pristup sunčeve svetlosti;
- Saditi lišćare duž pešačkih staza, parking mesta i drugih popločanih površina;
- Između objekata saditi zaštitno zelenilo od različitih vrsta drveća i žbunja.

Literatura

Akbari H.(2002): Shade trees reduce building energy use and CO_2 emissions from power plants. Environmental pollution 116, 119-126

Gregory McPherson E. and Rowntree R.(1993): Energy conservation potential of urban tree planting, Journal of Arboriculture 19(6), 321-331

Milosavljević M. (1990):Meteorologija, Naučna knjiga, Beograd

Štrbac O. (2004): Elementi funkcionalnosti Gradskog parka u Vršcu, Magistarska teza, Šumarski fakultet u Beogradu

gradsko zelenilo i klima

Zahvaljujemo se Vladimiru Bajiću
članu opštinskog veća za ekologiju i infrastrukturu
na podršci





Projekat je finansirao Fond za zaštitu i unapređenje
životne sredine Opštine Vršac

Vršac, 2012