

# NOVA DINAMIČKA METODOLOGIJA TOPLOTNE UGODNOSTI U ZGRADAMA

A NEW DYNAMIC THERMAL COMFORT  
METHODOLOGY FOR BUILDINGS

S. Kyritsis i P. Axaopoulos,  
Agricultural University of Athens, Greece

---

*Razvijena je nova dinamička metodologija da bi se izračunali toplotna ugodnost u zgradama, potrošnja energije po gradskim zonama izabranog grada, buduće potrebe u energiji i tehnički sunčani potencijal – primenom kompjuterskih algoritama. Uz pomoć geografskog informacionog sistema (GIS), s jedne strane, i prenosnog građevinskog simulacionog programa, s druge strane, upoređene su informaciona manipulacija i prezentacija podataka koji se tiču zgrada u gradu i odnosnih geografskih karakteristika (gradski blokovi i zone potrošnje energije).*

---

*A new dynamic methodology has been developed in order to calculate the thermal comfort for buildings, the energy consumption per urban zone of a chosen city, the future energy demand and the technical solar potential using computer algorithms. The information manipulation and presentation of the data concerning the buildings of the city and related geographic characteristics (city blocks and zones of energy consumption) has been done through the utilization of Geographic Information System (GIS) on one hand, and a transient building simulation program on the other.*

---

**Ključne reči:** toplotna ugodnost; zgrada; metodologija; urbanizam

**Key words:** thermal comfort; building; methodology; city planning

## Uvod

Analiza toplotne energije za zgradu uglavnom zavisi od klimatskih uslova i građevinskih parametara. Senke od elemenata drugih zgrada ili čitavih zgrada, moraju takođe biti uzete u obzir. Pored toga, uticaj vegetacije u okolini zgrade je vrlo važan za stvaranje senke ili apsorbovanje zračenja. Čak i uticaj evapotranspiracije biljaka treba uzeti u razmatranje. Proračuni se obično rade za svaku zgradu posebno i po teoriji stacionarnog stanja. Tako ukupno sunčevo zračenje i senke na omotaču jedne zgrade u svako doba dana nisu poznati. Osim toga, da bi se obezbedio najveći procenat energetskih potreba zgrada u gradu pomoću aktivnih sunčanih uređaja, neophodno je

instalirati ih na mnogim različitim površinama, a ne prosto na onima koje ispunjavaju idealne uslove.

Cilj metodologije je razvoj korisnika – prijateljskog softverskog alata za izučavanje energetskog potencijala pojedinih lokacija u gradu. On se može ostvariti korišćenjem trodimenzionalnog kompjuterskog rekonstruktivnog algoritma za izabrane lokacije. Krajnji proizvod će biti brzi projektantski alat za urbaniste, arhitekte i inženjere, radi trenutnog dobijanja pouzdanih rezultata o insolaciji planirane zgrade ili grupe zgrada tokom godine i olakšavanja integracije pasivnih i aktivnih solarnih komponenata, kao i sofisticirane integracije vegetacije dodate zgradi ili njenoj okolini. Ta metodologija je deo projekta [1] koji je finansijski pomogla Evropska komisija. Ovaj rad predstavlja novu metodologiju i koristi je u izučavanju tehničkog sunčevog potencijala za izabrani grad.

## Metodologija

Izvedene su informaciona manipulacija i prezentacija podataka koji se odnose na gradske zgrade i odgovarajuće geografske karakteristike (gradske blokove i zone energetske potrošnje), korišćenjem Geografskog informacionog sistema (GIS), s jedne strane, i tranzijentnog simulacionog modela, s druge strane. GIS može dati odgovore na pitanja koja se odnose na mesto podataka, ili na promene koje su nastale, ili na odnose između događaja i lokacija. Konačno, on može združiti rezultate simulacionog modela.

Napravljena je digitalizovana karta grčkog grada Larise, pomoću listova mape, u razmeri 1:5000. Geografska osnova gradske mape, koju je napravio GIS, sastoji se od tri zone, od kojih svaka sadrži poligone zgrada, poligone blokova i ostale geografske elemente. Atributska baza podataka sadrži informacije koje se tiču visine zgrade, broja spratova, vrste krova, starosti zgrade i njene namene, potrošnje energije, vrste građenja i zone potrošnje energije u koju spada svaka zgrada.

Sve postojeće mape većih ili srednjih razmera (1:5000 ili 1:1000) grada Larise, zastarele su, pošto je najnovija među njima načinjena 1978. godine. Da bi se dobila tačnija kartografska prezentacija grada, ocenjeno je da bi najpogodnije bilo fotografisanje iz vazduha, pa su korišćene najnovije fotografije iz vazduha. One su u razmeri 1:1000 i približno pokrivaju celo područje grada. Bile su skenirane i unesene u GIS, izdvojeno. Digitalizovana mapa grada bila je stavljena iznad slika i ažurirana digitalizacijom svih novih zgrada. Tako dobijena mapa grada sadrži sve informacije o zgradi do 1994. Slika 1 prikazuje deo digitalizovane mape grada. Korišćenjem stereoparova ovih fotografija, omogućeno je prikupljanje informacija u pogledu visine zgrade i vrste krova, koje su unesene u atributsku bazu podataka.

Nakon digitalizacije gradskih mapa i njihovog ažuriranja, korišćenjem fotografija iz vazduha kao i stvaranja atributske baze podataka, nastavili smo postupak davanja novog polja, u pogledu visine zgrade. Konačno, baza podataka sadrži sve neophodne informacije za prenosnu simulaciju zgrade. Da bi se u potpunosti ispitalo dinamičko tpolotno ponašanje zgrada, razvijen je prenosni simulacioni program [2]. On pojednostavljuje postupak izračunavanja da bi se predvidele temperatura i relativna vlažnost unutar zgrade zajedno sa toplotno-rashladnim opterećenjem traženim radi održavanja temperature na postavljenoj tački. Program se može koristiti na personalnim računarima i potpuno je interaktivan. On prihvata časovne klimatske podatke i združuje biblioteku sa različitim svojstvima strukturalnog i izolacionog materijala. Pored toga, gornja prenosna simulacija uzima u obzir toplotnu inerciju zgrade, kao i efekat elemenata zgrada poput sredstava za osenčenje i senčanja od okolnih zgrada i

drveća. Ovi parametri znatno utiču na toplotno ponašanje zgrada. Program se odvijao sa stvarnim klimatskim podacima za Larisu i za različite tipove zgrada.

Potencijal proizvodnje toplotne i električne energije sa površina zgrade može se očekivati da zavisi od karakteristika mesta uključujući klimu, različite zgrade, njihov raspored i tipičnu orijentaciju površina. Procena potencijala sunčeve energije je izvedena izračunavanjem sunčevog dobitka na sve površine zgrade u gradu. Ove površine su određene iz atributske baze podataka. Unutar svake energetske zone raspoloživa površina krova svake zgrade je proračunavana uzimajući u obzir orijentaciju, nagib i mesto zgrade u gradu.

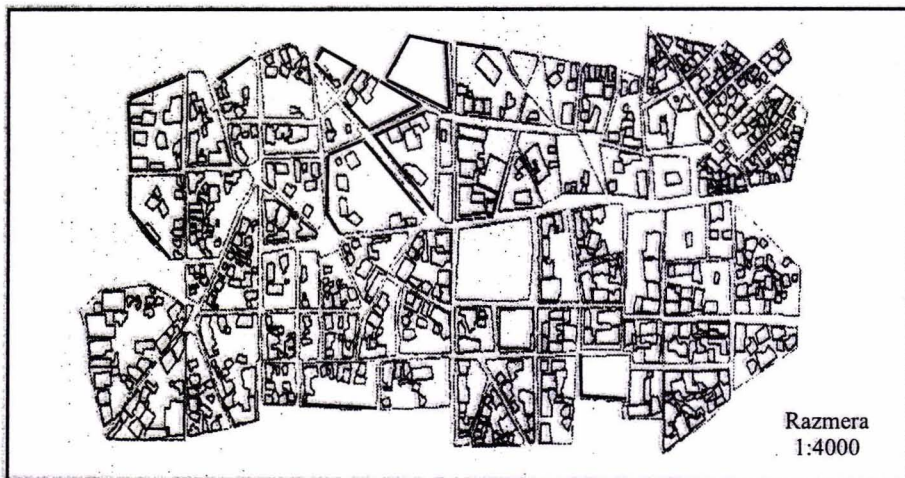
## Rezultati

Godišnja potrošnja energije za svaki tip zgrade unutar jedne zone izračunata je pomoću softvera simulacije zgrade, koji je korišćen kao ulazni podatak obezbeđen atributskom bazom podataka GIS-a. Na taj način je izračunata ukupna potrošnja energije u zoni.

## Zaključci

Opisana metodologija u kombinaciji sa razvijenim softverom može se koristiti kao projektantski alat za urbanistu, arhitekte i inženjere u velikom opsegu primene, kao:

- urbanizam, uključujući zaklone od osvetljenja i potencijal sunčeve energije (ukupni, reflektovani) na površinama zgrade;
- integracija biljaka, drveća i vegetacije u zgradama i u gradu;
- postavljanje prijemnika sunčeve energije, fotovoltaičkih modula i komponenta pasivne sunčeve energije, kao što su prozori i Trombeov zid;
- projektovanja zgrada i razmeštaj i njihov odnos sa gledišta uštede energije i njihovog izgleda;
- optimizacija mesta zgrade i njene orijentacije na izabranom mestu.



Slika 1. Deo digitalizovane mape grada

Prema tome, stvaranje atributske baze podataka za zgradu povezane sa geografskom bazom kroz GIS, zajedno sa softverom prenosne simulacije, vrlo je korisna alatka za manipulisanje podacima i informacijama radi korisnog zaključivanja u pogledu energetskog ponašanja grada. Pored toga, primena takve alatke može se posmatrati u okviru primene projekata obnovljive energije na nivou grada za njihov integracioni potencijal. Za očekivati je da će u zemljama južne Evrope takva tehnika korišćenja pasivne sunčeve energije tokom leta smanjiti unutrašnju temperaturu za 7°C [3].

### Literatura

- [1] **Lautenschlager, T., P. Axaopoulos, Y. Diab:** *Energy concepts for large scale utilisation of solar energy and biomass in small and medium sized cities in Europe*, APAS contractors meeting, Venice, 22–25 Nov., 1995.
- [2] **Axaopoulos, P., G. Pitsilis, S. Kyritsis:** *A. P. C. user friendly transient building simulation program*, Report, AUA, 1995.
- [3] **Kyritsis, S., G. Papadakis, P. Axaopoulos:** *The role playing by plants to the moderation of energy load in dwellings during the summer conditions*, Proceedings of 1st Greek Congress of Floriculture, Volos, 27–29 May, 1998.