

MESTNA KLIMA LJUBLJANE

Mitja Nikolič

UDK 911.2:551.58(497.12"Ljubljana")

MESTNA KLIMA LJUBLJANE

Mitja Nikolič, Gimnazija Šentvid, Prušnikova
98, 61000 Ljubljana, Slovenija

UDC 911.2:551.58(497.12"Ljubljana")

LJUBLJANA'S URBAN CLIMATE

Mitja Nikolič, Gimnazija Šentvid, Prušnikova
98, 61000 Ljubljana, Slovenia

Rezultati raziskovalne naloge kažejo, da je Ljubljana dovolj veliko mesto, z zadostnim številom industrijskih objektov, da kot taka opazno vpliva na spremembo mikroklimatskih parametrov v primerjavi z okolico, razlike pa smo opazili tudi v primerjavi med posameznimi deli mesta - med centrom Ljubljane in Šentvidom.

The results of the research work show that Ljubljana is big enough and has enough industry to cause some noticeable changes in its microclimate. I established some changes in the microclimate between Ljubljana and its rural suburb, but also between the centre of Ljubljana and its urbanized suburb - Šentvid.

Mestna klima je pojav, ki so ga potrdili rezultati mnogih raziskav. Povzroči ga mesto, ki s tvorbo dodatne energije (predvsem s sproščanjem dodatne toplote) in s spremembo površine ustvari nad mestom t.i. **toplotni otok** (1, 2). Po Munnu nastaja mehanizem mestne klime kot funkcija sprememb v **radiacijski bilanci, vodni bilanci in cirkulaciji zraka** (5). Osnovni namen moje raziskave je bil ugotoviti, ali Ljubljana vpliva na spremembo mikroklimatske območja, oziroma če tvori mestno klimo. Omeniti je potrebno tudi lego Ljubljane, saj leži v Ljubljanski kotlini, obdani z visokim hribovjem, kar le še dodatno poveča vpliv mesta na spremembo klimatskih parametrov v primerjavi z neurbanizirano okolico (3).

Odločil sem se za **dvojno primerjavo podatkov**. Prvo skupino podatkov sem dobil z lastnimi merjenji in opazovanji v Šentvidu, urbaniziranem obrobju Ljubljane, in v strogem centru mesta Ljubljane, na Slomškovi ulici. S primerjavo teh podatkov sem skušal ugotoviti morebitne razlike v mikroklimatskih parametrih med posameznimi deli Ljubljane. Da bi podkrepil domneve o tem, da tudi Ljubljana ustvarja svojo mestno klimo, sem opravil še primerjavo med podatki za meteorološki postaji Ljubljana-Bežigrad in Brnik. Ti podatki naj bi pokazali razlike med Ljubljano in okolico, v katero vpliv mesta ne seže več. Obe skupini podatkov se nanašata na čas med 1.1.1992 in 24.1.1992 (3).

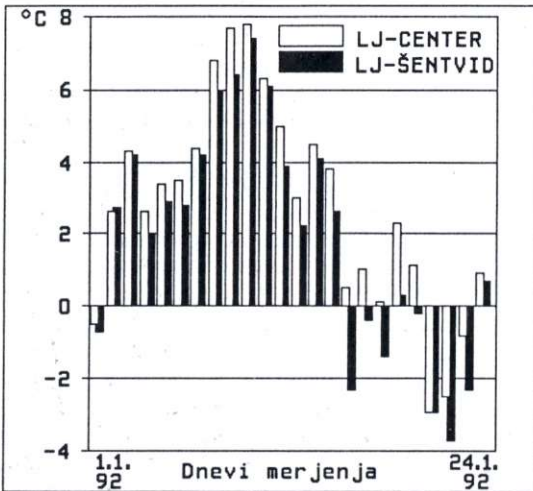
Na lastnih improviziranih opazovalnicah sem opazoval in meril naslednje

parametre: temperaturo zraka, maksimalno in minimalno temperaturo zraka, temperaturo prsti na 10-ih in 30-ih centimetrih, relativno vlažnost zraka, smer in hitrost vetra, vidljivost, oblačnost, višino snežne odeje ter prisotnost nekaterih atmosferskih pojavov (dež, pršenje, sneg, dež in sneg istočasno, toča, ploha, megla, megla z vidnim nebom, rosa, slana, ivje, poledica, mavrica, nevihta, bliskanje ter grmenje). Meritve so potekale ob 7., 14. in 21. uri. Za primerjavo meteoroloških postaj Ljubljana - Bežigrad in Brnik pa sem izbral naslednje klimatske parametre: temperatura zraka, maksimalna in minimalna temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, pojav katerekoli oblike megle, višina snežne odeje ter smer in hitrost vetra (3).

Rezultati so potrdili, da Ljubljana ustvarja svojo mikroklimo. Meritve na obeh improviziranih opazovalnicah so podale najbolj vidne razlike pri primerjavi **temperature zraka**. V povprečju so bile temperature zraka v centru mesta višje kar za 0,8°C. Navedeni podatek je povprečna razlika v dnevni temperaturi zraka, ki sem jih dobil s formulo: $T(\text{dnevna}) = (T(7.\text{ura}) + T(14.\text{ura}) + (2 \cdot T(21.\text{ura}))) : 4$.

Primerjava posameznih terminskih temperatur zraka pa kaže na največje razlike pri temperaturah zraka ob 7. uri, ko je najhladnejše obdobje dneva. V tem terminu so razlike znašale v povprečju 1,0°C, medtem ko so bile najmanjše razlike ob 14. uri (0,7°C), ob 21. uri pa so razlike znašale 0,8°C. Na večje razlike

Slika 1: Primerjava dnevnih temperatur zraka med improviziranimi opazovalnicama Ljubljana-Center in Ljubljana Šentvid v obdobju od 1.1.1992 do 24.1.1992.



pri nižjih temperaturah kažejo tudi podatki za minimalne in maksimalne temperature zraka. V centru mesta so bile maksimalne temperature zraka v povprečju višje za $0,9^{\circ}\text{C}$, medtem ko je znašala razlika v minimalnih temperaturah zraka kar $1,5^{\circ}\text{C}$. Nekoliko večja je razlika pri dnevnih temperaturah zraka med meteorološkima postajama Ljubljana-Bežigrad in Brnik, saj v povprečju znaša $1,1^{\circ}\text{C}$ (1). Razlike pri temperaturah zraka so posledica človekove aktivnosti, ki naravnemu "inputu" energije dodaja še opazen lastni delež z dovajanjem toplote z gorivi, življenjskim metabolizmom... Večje razlike pri nižjih temperaturah so logična posledica večjega inputa energije zaradi ogrevanja. Iz tega sledi, da so temperaturne in druge klimatske razlike med mestom in okolico (ali obrobjem) poleti nekoliko manjše ter da je bila s tem moja merilna doba mnogo prekratka, da bi lahko govorili o nekih trdnih številkah in razlikah. Kljub temu rezultati le dovolj zgovorno kažejo vpliv Ljubljane na mikroklimo območja. Sprememba površja v mestih (iz nepozidanega v pozidano) povzroči razlike v termičnih lastnostih prsti med mestom in okolico, s tem pa se spreminja tudi toplotna prevodnost, pri čemer se v mestih ustvarjajo toplotne zaloge, dočim ima okolica večjo izgubo

sevanja (1, 2 in 3). Vse naštetu vodi k pojavu že prej omenjenega toplotnega otoka, na nastanek katerega vplivajo še spremembe v kroženju zraka in vodni bilanci (3).

Toplotni otok nad mestom povzroča tudi razliko v **temperaturi prsti**. Pri meritvah sem opazil stalno višjo temperaturo prsti v centru mesta. Končni izračun kaže, da je bila temperatura prsti na 10-ih centimetrih v centru mesta v povprečju višja za $1,1^{\circ}\text{C}$, na 30-ih centimetrih pa za $0,8^{\circ}\text{C}$. Možno pa je, da je razlika delno tudi posledica različne strukture prsti, v katerih so bili pedotermometri (3).

Na **relativno vlažnost zraka** v mestu vplivajo različni dejavniki. Velik vpliv ima temperatura zraka. Omenil sem tudi že spremenjene lastnosti površja v mestih, ki povzročijo, da se voda na površini mest ne zadržuje, temveč zaradi strukture tal (asfalt, beton) hitro odteče po kanalizacijskih ceveh. Ker so v mestih manjše površine z zelenjem, je s tem zmanjšan tudi proces evapotranspiracije (prehajanje vodne pare z zemeljske površine skozi listne reže rastlin v ozračje). Vse to vodi k manjši količini vlage v mestnem zraku. Po drugi strani pa zgorevanje fosilnih goriv povzroči večjo količino aerosolov in s tem tudi količine vlage v mestu (2, 3 in 5). V raziskavi nisem opazil bistvenih razlik pri podatkih za relativno vlažnost zraka. Pri primerjavi podatkov iz lastnih improviziranih opazovalnic v Šentvidu in centru mesta se je izkazalo, da je količina vlage v centru mesta celo višja, vendar razlika znaša le 1 %, enaka razlika pa se je pojavila tudi ob primerjavi podatkov iz HMZS-ja in spet je bila količina vlage v Ljubljani višja kot pa na Brniku. Čeprav torej večina virov navaja višjo relativno vlažnost zraka v okolici mesta, predvsem zaradi že omenjene manjše izgube vode, se je izkazalo, da je bila v mojem merilnem obdobju količina vlage pri obeh primerjavah v mestu višja. Vse kaže torej na to, da je bistveni dejavnik za količino vlage v ljubljanskem zraku količina aerosolov, ki jih "proizvajajo" tovarniški dimniki. K temu pa pripomore še zaprtost in s tem neprevetrenost Ljubljanske kotline v zimskem času, kar organske in mineralne

delce nad Ljubljano še dodatno zadržuje (3).

Pri opazovanju **oblačnosti** in **vidljivosti** na lastnih opazovalnicah nisem odkril bistvenih razlik. Čeprav je za nekatera velemesta dokazano, da s svojimi visokimi zgradbami vplivajo na nastanek in premikanje oblakov, podobno kot na to vplivajo gozdnati griči ali hribi, torej upočasnjujejo njihovo premikanje in omogočajo njihovo koncentracijo nad mestom, pa menim, da je Ljubljana še vedno dosti premajhna in "prenizko" mesto, da bi lahko opazili razlike med oblačnostjo nad posameznimi deli mesta (2, 3).

Naslednji pomemben parameter za obravnavo mestne klime je **pojavnost megle**. Število meglenih dni je bilo v Šentvidu in v centru mesta povsem enako, vendar se vpliv mesta kaže v terminskem neujemanju pojava megle na obeh opazovalnih točkah. Opazna pa je razlika v številu dni z meglo na meteoroloških postajah Ljubljana-Bežigrad in Brnik, saj je bilo na Brniku kar 12 dni z meglo, medtem ko jih je bilo v Ljubljani le 7. Razlog tiči v tem, da urbanizacija preko energija, ki jo ustvari toplotni otok z višjimi temperaturami, nižjo relativno vlažnostjo zraka in izdatnejšim mešanjem kotlinske atmosfere, povzroči dvig megle v nizek stratus, kar zmanjšuje pogostost megle v mestu. Omenil sem nižjo relativno vlažnost zraka v Ljubljani, pri obravnavi relativne vlažnosti zraka pa sem ugotovil, da je bila relativna vlažnost zraka v povprečju v Ljubljani celo višja. Treba je povedati, da je bila v našem opazovalnem obdobju relativna vlažnost zraka v Ljubljani višja le ob 14. uri, medtem ko je bila ob 7. in 21. uri višja količina vlage na Brniku. Ker pa je dokazano, da je v Ljubljanski kotlini najbolj pogost pojav radiacijske megle, ki nastane ob ohlajevanju zraka, je povsem na dlani, da megla nastaja predvsem čez noč oziroma zjutraj, iz česar sledi, da podatek, ki kaže na višjo relativno vlažnost zraka v Ljubljani ob 14. uri, nima vpliva na nastanek megle (3).

V povezavi s temperaturami zraka je tudi **višina snežne odeje**. Za primerjavo sem vzel maksimalno izmerjeno višino snežne odeje. Največja debelina snežne odeje je bila v Šentvidu za 1,5 cm višja

kot v centru, na Brniku pa kar za 12 cm višja kot v Ljubljani. Pri razliki med centrom Ljubljane in Šentvidom gre le za višjo temperaturo zraka v centru, kar povzroči hitrejšo taljenje snega, medtem ko je razlika med Ljubljano in Brnikom, poleg že omenjenega hitrejšega taljenja snega, tudi posledica večje količine padavin na Brniku, kar sem prikazal pri obdelavi nekaterih podnebnih značilnosti Ljubljanske kotline.

Na **vetrovnost**, predvsem na smer vetra, je, kot sem pričakoval, zelo vplivala hrapavost površja (razporeditev zazidanih in nezazidanih površin), saj so bile smeri vetra na obeh lastnih opazovalnih točkah zelo različne. Podatki kažejo na večjo vetrovnost v centru Ljubljane, saj sem veter opazil kar 17-krat, v Šentvidu pa le 6-krat. Zaznal pa sem le sapice, ne pa močnejšega vetra. Višja vetrovnost je v mestu ob šibkih in splošnejših vetrovih povsem normalen pojav, medtem ko se ob močnejših vetrovih zaradi "trenja" v mestu hitrost vetra nekoliko zmanjša in je večja vetrovnost v okolici mesta, kjer veter ne naleti na ovire. Prav tako je bila po podatkih HMZS-ja v Ljubljani v primerjavi z Brnikom vetrovnost večja (3 in 4).

Opazovanje **atmosferskih pojavov** je podalo predvsem razlike v številu pojavov, na katere vpliva temperatura zraka: slana, poledica, ivje... Teh pojavov je bilo opazno več v Šentvidu, kjer je nižja temperatura zraka to tudi omogočala (3).

Ugotovil sem torej, da Ljubljana kot mesto vpliva na svojo mikroklimo, to pa podkrepil še s razlikami med Ljubljano in njeno neurbanizirano okolico.

1. Brazdil, R., Kolar, M., Prošek, P. 1984: *The study of climatological conditions of towns*. Sbornik Československe geografske společnosti.
2. Đukić, D. 1981: *Klima gradova*. Klimatologija. Beograd.
3. Nikolič, M. 1992: *Mestna klima Ljubljane*. Raziskovalna naloga. Ljubljana.
4. Petkovšek, Z. 1984: *Vpliv širjenja Ljubljane na spremembo njenih klimatskih razmer*. IB-revija za planiranje 10. Ljubljana.
5. Žiberna, I. 1991: *Nekatere značilnosti klime Maribora*. Dela 8. Ljubljana.