

VROČINA POLETI 1999 IN 2000

Heat Load in the Summers of 1999 and 2000

Tanja Cegnar* UDK 551.58(497.4)»1999/2000«

Povzetek

V zmernih geografskih širinah se vsako poletje pojavljajo vročinski valovi, to so obdobja zelo vročega vremena. V mestih sta temperatura in toplotna obremenitev večji kot na neurbaniziranih območjih, zato prebivalci še bolj občutijo obremenilni vpliv vročinskega vala. Učinek vročinskega vala na prebivalstvo je odvisen od trajanja, intenzivnosti in od tega, kdaj v topli sezoni se pojavi. Vročinski valovi na začetku poletja imajo večje učinke, kot bi jih imeli na koncu poletja, ko je prebivalstvo že vajeno vročine. Tudi pri nas se skoraj vsako leto pojavi nekaj zelo vročih obdobji. Za leti 1999 in 2000 smo ocenili, kako pogosta so bila in koliko so odstopala od povprečnih poletnih razmer.

Abstract

In areas with a temperate climate, heat waves appear almost every summer. Air temperatures and heat loads are greater in cities than in rural surroundings, which is why the impact of heat waves is more pronounced in cities. The impact of heat waves on the population depends on its intensity, duration, and on the time of its occurrence, e. g. early summer heat waves cause more inconvenience. In Slovenia, heat waves appear almost every year. An assessment of their frequency and intensity in the summers of 1999 and 2000 was made.

Uvod

Meteorološki dejavniki, ki vplivajo na toplotno ugodje, so temperatura in vlažnost zraka, dolgovalovno in kratkovalovno sevanje ter veter. Vlažnost zraka je še posebej pomembna v toplem okolju, saj v zelo vlažnem zraku odpove naš najbolj učinkovit način oddajanja odvečne toplote, to je izhlapevanje potu s kože. Veter pospešuje oddajanje toplote. Na toplotno ugodje ne vplivajo le meteorološke razmere, ampak tudi obleka, mišična aktivnost, ustrezná prehrana in zadostna količina zaužite tekočine, potrebne za nadomeščanje s potenjem in dihanjem izgubljene vode. Težko fizično delo lahko veliko prispeva k ogrevanju telesa, saj ima človeško telo slab izkoristek. Pri delu učinkovito porabimo največ 20 % energije, preostanek se sprosti kot notranja toplota, ki prispeva k segrevanju telesa. Večinoma je izkoristek še manjši in ne doseže niti 10 %. Prav zaradi tako nizkega izkoristka energije nam ob težkem fizičnem delu kaj hitro postane prevročje. Na zaznavanje toplotnega okolja vplivajo tudi razpoloženje, močna čustva, pričakovane toplote razmere in prilagojenost danim klimatskim razmeram. Sposobnost prilagajanja je v splošnem zmanjšana pri otrocih, bolnikih in starejših oseb. Otroci so še posebej občutljivi, saj je njihova masa v primerjavi z odraslimi majhna, nimajo še razvitih vseh fizioloških mehanizmov za uravnavanje toplotnega stanja telesa, seveda pa tudi ne znanja, kako naj bi se v neugodnih toplotnih razmerah pravilno obnašali. Za vročino smo bolj občutljivi na začetku poletja, ko nanjo še nismo privajeni, zato jo težje prenašamo in nam povzroča več težav. Vročina, ki traja več dni zapored in ne popusti niti ponoči, tako da se ne moremo dovolj odpočiti, nas utruja in izčrpa.

Biovremenske napovedi med ostalimi informacijami opozarjajo tudi na pojav toplotne obremenitve. Obstaja več načinov, kako se lahko prilagodimo vročini in izboljšamo počutje. Naj omenimo le nekatere: uživanje lahke hrane in pitje zadostnih količin tekočine, izbira primernih aktivnosti in njihova razporeditev čez dan, izogibanje alkoholu, primerna lahka in zračna obleka svetle barve, uporaba sončnikov in druge zaščite pred neposrednimi sončnimi žarki, hlajenje prostorov in umik v naravo ali v višje ležeče kraje, saj v poletni vročini temperatura zraka na vsakih 100 m nadmorske višine pade v povprečju za 1° C. Telo se na vročino odzove z močnejšim znojenjem, če smo vročini izpostavljeni dlje časa, pa se telo prilagodi tudi z drugimi telesnimi spremembami.

V pretoplem okolju se hitreje utrudimo, naša koncentracija hitreje popusti in odzivni čas se nekoliko poveča, pri mnogih ljudeh popusti potrpežljivost ali pa se poveča agresivnost. Sončni žarki močno segrejejo na soncu parkirane avtomobile, zato jih pred začetkom vožnje dobro prezračimo. Tudi med vožnjo mora biti zračenje zadostno; med daljšo vožnjo si večkrat privoščimo počitek v senci in pijemo zadostne količine osvežilnih brezalkoholnih pijač. Klimatska naprava zrak ohladi, hkrati pa mu odvzame tudi odvečno vlago in s tem zagotavlja ugodnejše počutje. Ni pa priporočljivo pretiravati z nastavljanjem prenizke temperature zraka, saj je že nekaj stopinj dovolj (3 do 5° C nižja temperatura kot na prostem), da se počutimo ugodno.

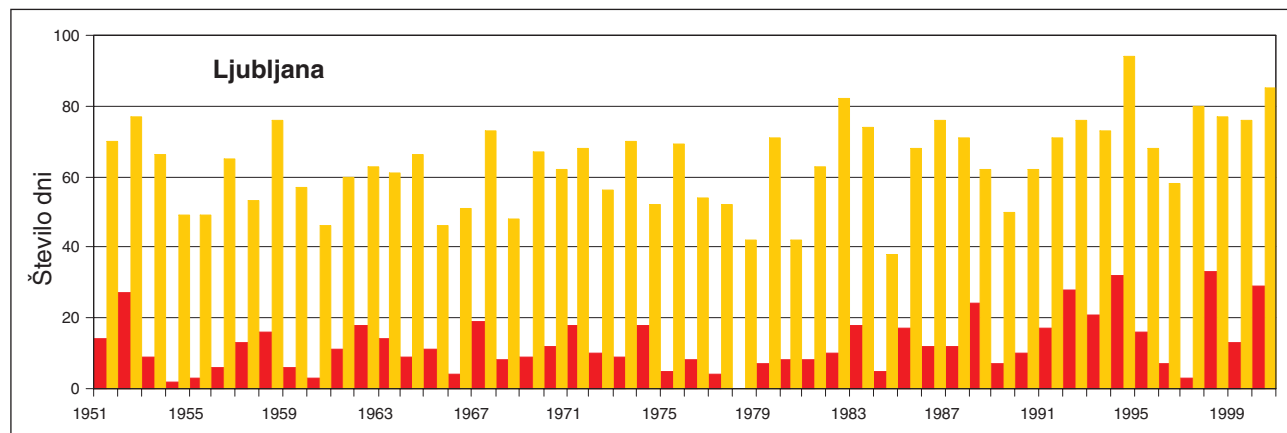
Toplotna obremenitev je v mestu večja kot v neurbaniziranem okolju. Temperaturna razlika med središčem mesta Ljubljana in okolico občasno doseže tudi 3° C, zato je toplotna obremenitev v središču mesta občutno večja kot na obrobju. Pojav toplotnega otoka je opazen tudi v drugih večjih mestih. Veliko prispevajo stavbe, ki lahko učinke vročinskih valovov ublažijo ali pa še stopnjujejo, odvisno od izolacije in načina gradnje ter uporabljenih arhitekturnih rešitev. Poleti 2000 je bilo precej več vročih dni (najvišja dnevna temperatura vsaj 30° C) in več toplih dni (najvišja dnevna temperatura vsaj 25° C) kot poleti 1999. Na sliki 1 je vidno, da je bil presežek v letu 2000 v Ljubljani pomembno velik, v letu 1999 pa je bilo dolgoletno povprečje preseženo komaj za spoznanje. Na sliki 2 je prikazan potek povprečne poletne temperature od leta 1951 do 2000. Podatki o najvišji izmerjeni temperaturi zraka in številu toplih ter vročih dni za nekaj izbranih krajev so v preglednici 1. Za Bilje, Ljubljano, Mursko Soboto in Portorož smo na sliki 3 prikazali odklon povprečne najnižje (navadno jo zabeležimo zjutraj) in povprečne najvišje (navadno jo zabeležimo zgodaj popoldne) temperature zraka od povprečja v obdobju 1961–1990. Vsi poletni meseci leta 1999 so bili toplejši od dolgoletnega povprečja, precej bolj kot popoldanske so od povprečja odstopale jutranje temperature. Drugače je bilo poleti 2000. Julij je bil zelo blizu dolgoletnega povprečja, v Biljah so bili popoldnevi celo za 1,5° C hladnejši kot v dolgoletnem povprečju. Junija in avgusta so predvsem popoldanske temperature občutno presegle dolgoletno povprečje.

Temperaturo zraka merimo v meteorološki hišici na višini 2 m nad travnato površino, ljudje pa smo pogosto izpostavljeni tudi sončnim žarkom in sevanju okolice, ki ima, vsaj

* Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Vojkova 1 b, Ljubljana, tanja.cegnar@rzs-hm.si

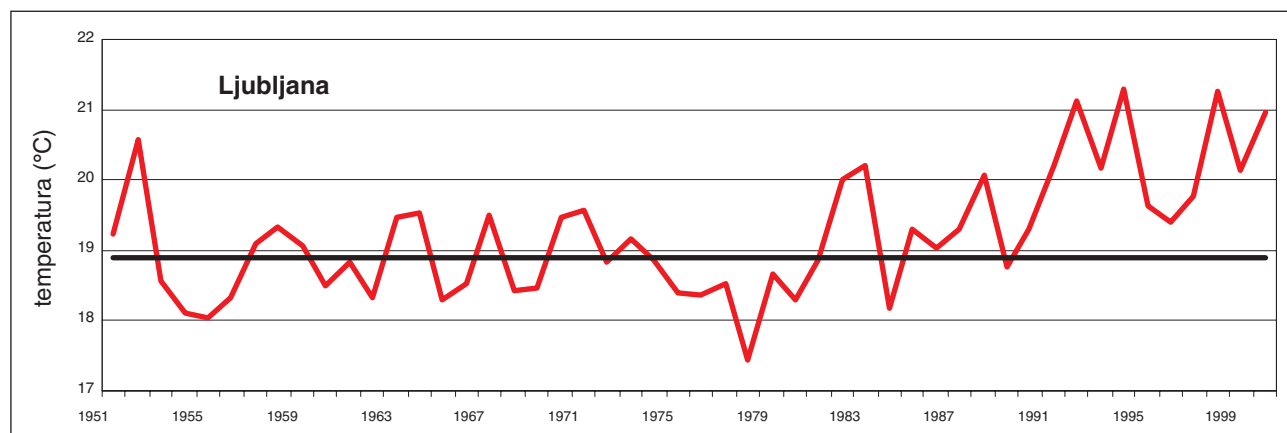
v mestu, navadno višjo temperaturo kot neurbanizirano okolje. Znanih je kar nekaj modelov, s katerimi lahko upoštevamo tudi prispevek sevanja okolice k toplotni bilanci človeka, vendar taki modeli zahtevajo veliko vhodnih podatkov. Poenostavljeno, vendar v primerih, ko je veter šibak, toplotno obremenitev ocenimo s pomočjo ekvivalentne temperature, ki je kombinacija temperature in vlažnosti zraka. Za

občutljive ljudi se toplotna obremenitev začne pri ekvivalentni temperaturi 49°C , splošno pa so toplotne razmere obremenilne, ko ekvivalentna temperatura preseže 56°C . V preglednici 2 je navedeno število dni s splošno toplotno obremenitvijo in obremenitvijo za občutljive ljudi v poletnih mesecih. Na sliki 4 je za Ljubljano, Mursko Soboto in Portorož prikazan potek ekvivalentne temperature ob 15. uri.



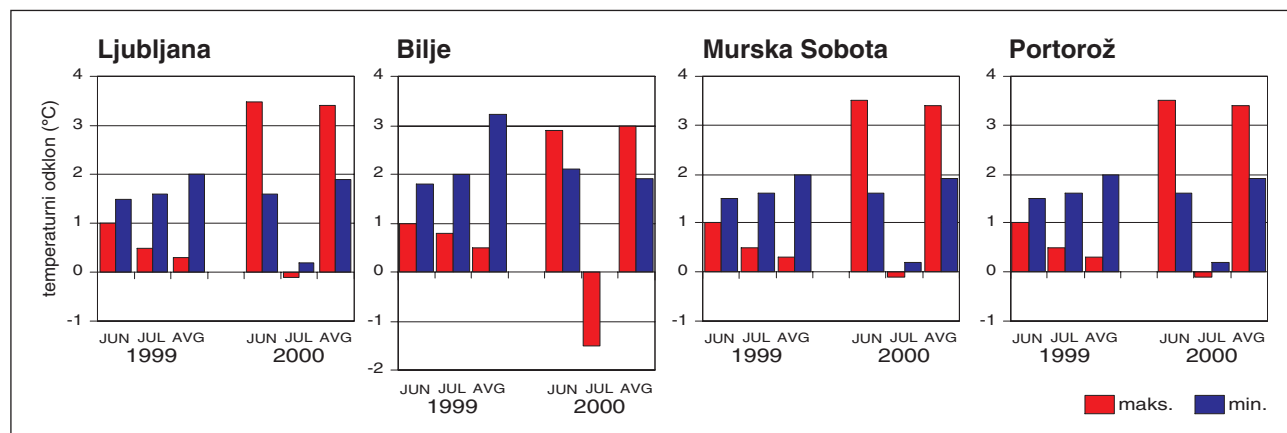
Slika 1. Poletno število dni z najvišjo temperaturo zraka vsaj 25°C (rumen stolpec) in 30°C (rdeči stolpec) od leta 1951 do 2000

Figure 1. Number of days with maximum air temperatures above 25°C (yellow bar) and 30°C (red bar) in the period from 1951–2000



Slika 2. Povprečna poletna temperatura zraka od leta 1951 do leta 2000 in povprečje obdobja 1961–1990

Figure 2. Mean summer air temperatures in the period from the year 1951 to 2000 and the 1961–1990 normals



Slika 3. Odklon povprečne najvišje in najnižje dnevne temperature zraka junija, julija in avgusta 1999 (levi del vsake slike) in 2000 (desni del vsake slike) od povprečja obdobja 1961–1990

Figure 3. Minimum and maximum air temperature anomalies in June, July and August of 1999 (left side of picture) and 2000 (right side of picture)

Poletje 1999

V Ljubljani in Murski Soboti ni bilo junija 1999 niti enega vročega dneva, to je dneva z najvišjo dnevno temperaturo zraka vsaj 30° C. Na letališču v Portorožu je bil en vroč dan, v Biljah dva. Po številu vročih dni je bil junij zelo podoben juniju leta 1997. Junija 1999 so bile toplotne razmere splošno obremenilne po vsej državi le na začetku meseca, nato se je še nekajkrat pojavila prva stopnja obremenitve, ki prizadene predvsem občutljive ljudi, večini pa ne povzroča težav. Drugače je bilo ob obali, kjer so toplotni obremenitvi v prvih dneh meseca sledile močno obremenilne razmere 7. in 8. junija ter zadnji dan v mesecu.

Julija 1999 nismo zabeležili zelo visokih temperatur zraka, obdobja s temperaturami okoli 30° C ali več so bila kratka. Ker je julij osrednji poletni mesec, smo visokih temperatur že vajeni, zato nam toplotna obremenitev ni povzročila večjih težav. Neugodno je bilo le to, da se je toplotni obremenitvi v večini primerov pridružila nevrotropna (vremenski dražljaj, ki deluje na vegetativno živčevje) obremenitev in se nam je zato zdela vročina bolj neprijetna, kot bi se nam sicer. Največja toplotna obremenitev je bila julija zabeležena ob obali, in sicer 4. in 5. julija. V dneh od 3. do 6. julija so toplotne razmere tudi po nižinah v notranjosti države presegle prag splošne toplotne obremenitve. Ohladitev 7. julija

je prinesla nekaj svežih dni, in tudi za vročino najbolj občutljivi so si lahko oddahnili. Toplotna obremenitev se je ponovno pojavila od 11. do 13. julija, občutna osvežitev, ki je sledila, je zajela v glavnem le notranjost, ob obali pa se je toplotna obremenitev le nekoliko omilila. Tretji val vročine nas je zajel v dneh od 19. do 22. julija, 23. julija pa nas je zajela najbolj občutna osvežitev v juliju. 25. in 26. julija je bilo zadnje julijsko vroče obdobje. Mesec se je končal s svežim vremenom, le ob obali je bilo za najbolj občutljive zadnji dan spet nekoliko pretoplo.

Izjemno visokih temperatur avgusta 1999 nismo zabeležili. Tudi daljših vročih obdobj v notranjosti države ni bilo; le v Primorju so bile visoke temperature zraka pogoste. V Ljubljani smo zabeležili 6 dni z najvišjo dnevno temperaturo vsaj 30° C, v Murski Soboti 5, v Biljah pri Novi Gorici 9, ob obali je bilo takih dni 14.

Avgusta je bilo povsod po državi toplotno obremenilno le obdobje od 5. do 10. avgusta. Ob ohladitvi med 12. in 14. avgustom so bile toplotne razmere povsod precej pod mejo obremenitve za najbolj občutljive ljudi. Sledilo je šestdnevno obdobje, ko je bila toplotna obremenitev na Primorskem okoli meje za splošno obremenitev. Po 21. avgustu težav zaradi pretoplega okolja, razen občasno na Primorskem, ni bilo.

Preglednica 1. Najvišja temperatura ter število toplih in vročih dni v poletjih 1999 in 2000

Table 1. Maximum air temperature, number of warm and hot summer days in the summers of 1999 and 2000

leto/year	NAJVIŠJA TEMPERATURA (° C) Maximum temperature		ŠTEVILO TOPLIH DNI No. of warm days		ŠTEVILO VROČIH DNI No. of hot days	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Rateče	29,3	31,0	23	37	0	2
Bilje	32,6	34,9	105	109	25	33
Slap pri Vipavi	33,0	35,5	114	114	38	35
Ilirska Bistrica	32,1	34,0	81	85	6	22
Postojna	30,0	32,7	40	53	2	11
Ljubljana	33,1	35,6	76	85	13	29
Bizeljsko	33,8	37,4	95	110	19	48
Novo mesto	33,3	36,7	68	85	13	31
Črnomelj	33,5	38,0	84	104	15	42
Celje	32,5	35,2	71	84	13	31
Maribor	32,9	36,8	61	80	8	25
Murska Sobota	32,9	37,9	67	86	10	33
Lesce	31,0	33,0	38	61	3	12
Portorož	33,0	35,0	114	116	29	25

Preglednica 2. Število dni v poletjih 1999 in 2000 z ekvivalentno temperaturo (Tek) vsaj 49° in 56° C ob 15. uri

Table 2. Number of days with equivalent temperatures of at least 49 and 56° C at 3 p.m.

T _{ek} ≥ 49° C	junij/June		julij/July		avgust/August		poletje/Summer	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Ljubljana	8	15	13	11	13	20	34	46
Murska Sobota	11	14	19	15	14	22	44	51
Portorož	21	16	29	17	27	30	77	63
T _{ek} ≥ 56° C	junij/June		julij/July		avgust/August		poletje/Summer	
Ljubljana	1	4	4	3	5	7	10	14
Murska Sobota	1	10	10	5	6	12	17	27
Portorož	7	7	14	9	14	20	35	36

Občutena temperatura

Tako kot ekvivalentna temperatura je tudi večina preprostih indeksov uporabna v natančno določenih klimatskih razmerah, kjer je prispevek zanemarljivih komponent k toplotni bilanci telesa majhen ali razmeroma stalen. V zadnjih desetletjih so se uveljavili modeli, ki celovito opišejo vpliv ozračja na toplotno občutje in jih lahko uporabljamo v vseh klimatskih razmerah. Temeljijo na energijski bilanci telesa. Toplotne izgube ali pregrevanje so biometeorologi in zdravniki prevedli v fiziološki občutek vročine ali mraza. V ta namen so uporabili klimatske komore, kjer so ob natančno določeni temperaturi, vlažnosti, gibanju zraka in sevanju okolice beležili toplotne občutke prostovoljcev. Tako so določili povezavo med občutkom in dejanskim pregrevanjem ali ohlajanjem telesa. Sprva so uporabljali pojem «povprečne izbire», to je prevladujoče toplotno občutje. Vendar ta pojem ni bil splošno razumljiv, zato so kasneje uvedli pojem občutene temperature zraka. To je temperatura, pri kateri bi se ob standardiziranih razmerah počutili enako kot v danih razmerah. Standardne razmere so: šibka sapica, počasno sprehajanje, odsotnost neposrednega sončnega sevanja, povprečni telesna višina in teža, povprečna starost in moški spol. Model upošteva, da se toplotnemu okolju prilagajamo z izbiro najprimernejše obleke.

Tak način opisa toplotnih razmer je lažje razumljiv, a kljub temu še vedno enako univerzalen in prenosljiv v različne klimatske razmere. O uvajanju občutene temperature v naše dnevne bioremenske napovedi razmišljamo tudi v Sloveniji. V preglednici 3 je podana povezava med občuteno temperaturo in občutjem ljudi. Nemška meteorološka služba Deutscher Wetterdienst (DWD) nam je avgusta 1999 in poleti 2000 posredovala z modelom izračunano občuteno temperaturo za nekaj krajev v naši državi za naslednji dan. Napovedi so se dobro ujemale z dejanskim stanjem. Za dan vnaprej izračunana občutena temperatura zraka je v Ljubljani med 5. in 10. avgustom ter 19. avgusta 1999 dosegla ali celo preseгла prag ekstremne toplotne obremenitve. Tudi v poletju 2000 je bila nekajkrat dosežena ekstremna toplotna obremenitev, na srečo pa je

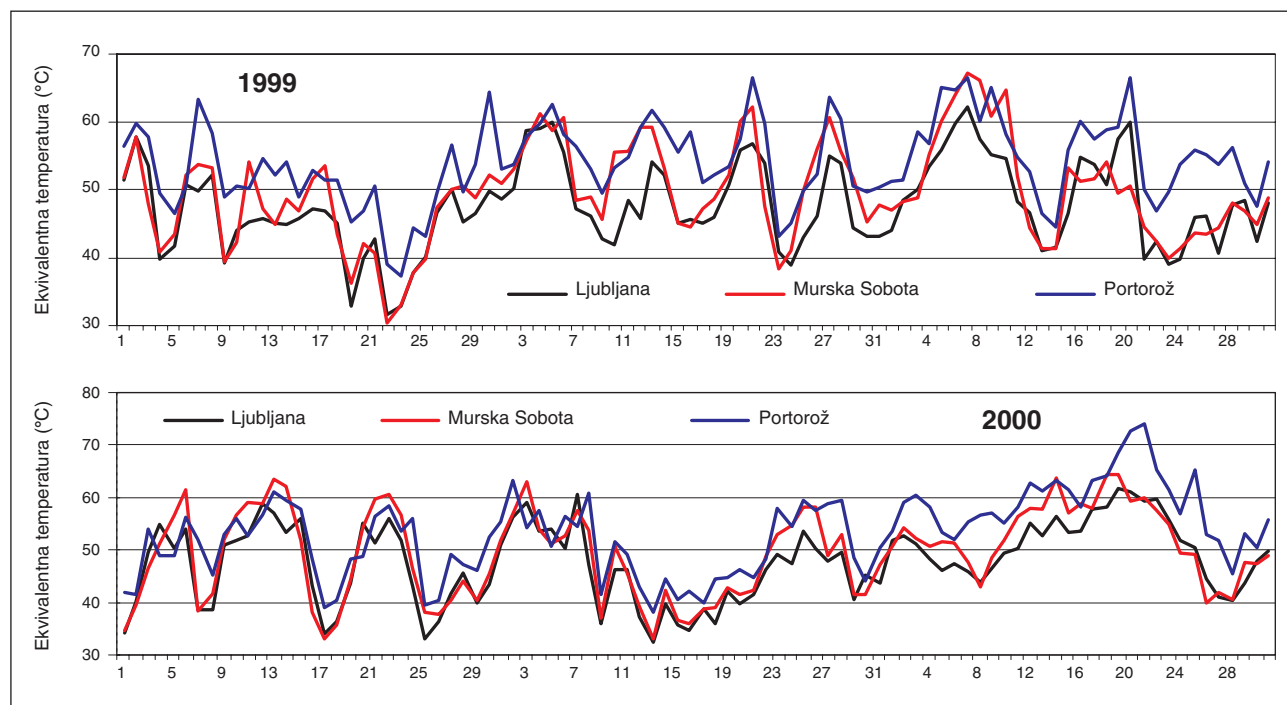
bila kratkotrajna. Mednarodne skupine strokovnjakov za biometeorologijo človeka si prizadevajo, da bi dosegli dogovor o enotni mednarodno uveljavljeni meri za toplotno obremenitev. Dogovor je težko doseči, saj so univerzalne, na vse klimatske razmere prenosljive mere zapletene in zahtevajo veliko vhodnih podatkov, zato jih najlažje računamo neposredno iz prognostičnih modelov za napovedovanje vremena, za hitre ocene pa so neprimerne. Na tem področju čaka biometeorologe še veliko izzivov.

Poletje 2000

Maja 2000 smo imeli prve zelo tople dneve, temperatura zraka se je ponekod že dvignila nad 30° C. Večeri in jutra so bili sveži, toplotna obremenitev se je občasno pojavila le sredi dneva in zgodaj popoldne, težje so jo prenašali občutljivi ljudje, zdravi ljudi pa toplotne razmere v maju še niso ogrožale. Občutljivi ljudje so po nižinah toplotno obremenitev čutili med 10. in 12. majem ter 17. in 18. maja. Najbolj obremenilne so bile razmere po nižinah severovzhodne Slovenije 11. in 12. maja.

Junij 2000 je bil izredno tople in sončen, imeli smo tri toplotno obremenilna obdobja. Mesec se je sicer začel s svežim vremenom, že 3. junija pa se je ob obali in v osrednji Sloveniji pojavila toplotna obremenitev, dan kasneje tudi na vzhodu države. Vročina je trajala do 6., ob obali do 7. junija. Drugo in najdaljše vroče obdobje se je začelo 9. in trajalo do 15. junija. Toplotna obremenitev se je zavlekla tudi v noč. Na obali in na vzhodu države je bilo nekaj dni, ko toplotna obremenitev ni popustila niti zjutraj. Sledila je občutna ohlaiditev. Zadnje vroče obdobje v juniju 2000 se je začelo 20. in končalo 24. junija. Zadnji dan meseca so bile razmere ob obali ponovno obremenilne, a le za občutljive ljudi.

Najbolj vroče obdobje julija 2000 je bilo na začetku meseca. Toplotna obremenitev se je po nižinah pojavljala od začetka meseca vse do 8. julija, le v osrednji Sloveniji je toplotna obremenitev že 8. julija popustila. 10. julija so bile razmere ponovno obremenilne, vendar le za občutljive ljudi. Po daljšem obdobju za julij hladnega vremena se je



Slika 4. Potek ekvivalentne temperature junija, julija in avgusta 1999 in 2000 v Ljubljani, Murski Soboti in Portorožu
Figure 4. "Equivalent temperatures" in the summers of 1999 and 2000 in Ljubljana, Murska Sobota and Portorož

Preglednica 3. Občutena temperatura in toplotna obremenitev
Table 3. Perceived temperature and thermal comfort

občutena temperatura (°C) Perceived temperature	toplotno občutje Thermal comfort	% ljudi v neugodju % of persons in discomfort	fiziološka obremenitev Physiological load
< -39	zelo mrzlo	> 99,5	ekstremen hladen stres
-39 do -26	mrzlo	95	močan hladen stres
-26 do -13	hladno	70	zmeren hladen stres
-13 do 0	nekoliko hladno	30	rahel hladen stres
0 do 20	prijetno	5	ugodje
20 do 26	rahlo toplo	30	rahla toplotna obremenitev
26 do 32	toplo	70	zmerna toplotna obremenitev
32 do 38	vroče	95	močna toplotna obremenitev
> 38	zelo vroče	> 99,5	ekstremna toplotna obremenitev

ponovno ogrelo 23. julija. Najprej se je toplotna obremenitev pojavila ob obali, kasneje tudi na vzhodu države, v osrednji Sloveniji pa so bile toplotne razmere obremenile le za občutljive ljudi. 29. julija se je ozračje ponovno osvežilo in toplotna obremenitev je popustila. V osrednji Sloveniji je bila toplotna obremenitev v juliju omejena le na popoldanske ure, na vzhodu države se je 3. julija zavlekla tudi v pozne večerne ure, ob morju pa se ozračje nekajkrat ni dovolj osvežilo niti čez noč.

Osrednji del avgusta 2000 je bil zelo vroč in sončen. Avgusta nas vroča obdobja ne obremenjujejo tako, kot na začetku poletja ali ob koncu pomladi, saj smo ob koncu poletja vročine že vajeni. Vročino lažje prenašamo tudi, ker so noči že dovolj dolge, da se do jutra ozračje prijetno osveži in toplotna obremenitev vsaj za nekaj ur popusti. Največ dni s toplotno obremenilnimi razmerami je bilo ob obali, prag splošne obremenitve je bil zgodaj popoldne presežen v dneh od 2. do 4., 8. in 9. in od 11. do 25. avgusta; prag obremenitve za občutljive ljudi ni bil presežen le 28. avgusta. V obdobju največje vročine je bil šestkrat presežen prag toplotne obremenitve za občutljive ljudi zjutraj, kar šestnajstkrat pa se je toplotna obremenitev za občutljive ljudi zavlekla v večer. Manj pogoste so bile obremenilne toplotne razmere drugod po državi, v Ljubljani je bil prag splošne obremenitve zgodaj popoldne presežen sedemkrat, v Murski Soboti pa dvanajstkrat. Ob tem moramo seveda upoštevati, da so naše meritve opravljene nad travnato površino; toplotna obremenitev v mestnih središčih je bila občutno večja, kot kažejo naši podatki.

Sklepne misli

Na srečo pri nas intenzivnost vročinskih valov ni taka kot v nekaterih mediteranskih državah, kjer vročinski valovi redno terjajo tudi smrtne žrtve. Kljub temu vročinski valovi tudi pri nas povzročajo zdravstvene težave občutljivim ljudem in

nelagodje veliki večini ljudi, vplivajo tudi na storilnost, verjetno pa tudi na število nesreč. Ker zadnja leta opažamo globalno naraščanje povprečne temperature in ker obstaja možnost, da bodo vročinski valovi v zmernih geografskih širinah postali pogostejši ali pa intenzivnejši, skupina strokovnjakov (poročevalci o vplivu klime na zdravje ljudi pri Komisiji za klimatologijo, v kateri sodeluje tudi avtorica članka) pri Svetovni meteorološki organizaciji v okviru tako imenovanih vzorčnih projektov proučuje možnosti napovedovanja intenzivnosti vročinskih valov in ukrepov za omilitev njihovih posledic. Prvi tak sistem je operativno stekel poleti 2000 v Rimu, poleti 2001 bodo začeli izvajati tudi ukrepe za omilitev posledic. Za drugo vzorčno mesto smo izbrali Šanghaj. Do sedaj so bile opravljene analize arhivskih podatkov, na osnovi katerih bo mogoče oblikovati ukrepe.

Ob vročinskih valovih lahko ukrepamo neposredno, torej med vročinskim valom (predvsem z nasveti o primernem obnašanju in po možnosti zadrževanju na toplotno manj obremenilnih območjih), lahko pa tudi dolgoročno, to je z ustreznimi urbanističnimi in gradbenimi ukrepi, ki lahko prispevajo k ugodnejšim mikroklimatskim razmeram v mestu. Na Hidrometeorološkem zavodu RS že več let v bioremenske napovedi vključujemo tudi opozorilo v primeru toplotne obremenitve in objavljamo nasvete, kako ravnati. Vročinski val je še posebej neprijeten, če nastane hkrati z meteorotropno obremenitvijo in povečano koncentracijo ozona oziroma drugih onesnaževalcev zraka. V okviru oddelka za klimatologijo spremljamo tudi razvoj urbane klimatologije ter metod in modelov, s katerimi bi izboljšali mikroklimatske razmere v mestih in jih naredili prebivalcem prijaznejše.