Kdaj so vročinski valovi postali javnozdravstveni problem?

Tanja Cegnar, Agencija Republike Slovenije za okolje, (tanja.cegnar@gov.si)

Povzetek

V Evropi so od sredine minulega stoletja številna območja prizadeli vročinski valovi z znatnim učinkom na zdravje ljudi in družbeno-ekonomske razmere, večina jih je bila v tem stoletju. V študijah o vplivu ekstremne temperature na zdravje, ki jih v svojih poročilih navaja Evropska agencija za okolje (EEA, 2012), vročinski valovi izstopajo kot največji ubijalci med ekstremnimi vremenskimi dogodki. Umrljivost je največja v južni in zahodni Evropi, a se moramo vprašati, če morda uporabljena metodologija za pripis smrti zaradi vročinskih valov ne podcenjuje števila v nekaterih regijah. Zaradi družbenih, gospodarskih in okoljskih sprememb, predvsem pa podnebnih sprememb, ki jih Evropska agencija za okolje obravnava v globalnih megatrendih (Bernard Vukadin in sod., 2017), postajajo vročinski valovi vse bolj pereč problem sodobne in bodoče družbe. Vročinski valovi so že vključeni v številnih strategijah za prilagajanje na podnebne spremembe, kratkoročni ukrepi pa temeljijo na sistemih zgodnjega opozarjanja na vročinske valove in ukrepanja za blaženje njihovih posledic. Na kratko povzemamo razvoj ideje o zgodnjem opozarjanju na vročinske valove v Evropi in svetu ter o spletanju tesne povezave med meteorološko stroko in javnozdravstvenimi institucijami.

Ključne besede: *podnebni tipi, Slovenija, spremenljivost podnebja, trend podnebnih spremenljivk*

Abstract

Heat waves have significant impact on human health and wellbeing. Due to climate change they are becoming more frequent, intense and last longer. Among extreme weather events this makes heat waves combined with increasing ratio of population living in urbanized areas one of the major threats to public health. Heat waves are already included in many adaptation to climate change strategies at national and local level. They are addressed also in the European adaptation strategy. In this paper a brief outline of development of the first heat health watch warning systems is presented. From the very beginning two approaches were proposed, the first one based on air masses, and the second on models assessing thermal (dis)comfort. To describe health impacts of heat waves mortality data were used, and this approach is still the most used nowadays in spite the fact that morbidity data would give us a more comprehensive insight in impacts of heath waves on human health. Mitigation measures to prevent or alleviate the impacts of heat waves were considered in systems development from the beginning.

Key wards: *climate types, Slovenia, climate variability, trends of climate variables*

Uvod

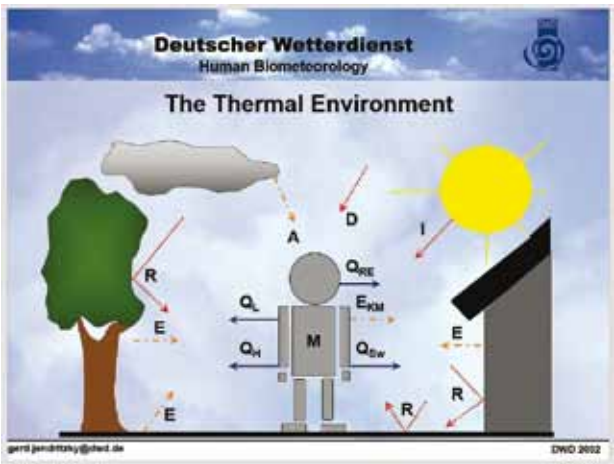
Več dejavnikov je bilo, ki so spodbudili skrb in sprožili razvoj sistemov za opozarjanje na vročinske valove. V času, ko je svetovna skupnost začela spoznavati, da smo ljudje z rabo fosilnih goriv in posledično spuščanjem toplogrednih plinov v ozračje sprožili globalno ogrevanje ozračja, je postalo očitno, da se bodo težave zaradi vročinskih valov v prihodnosti zaostrile. Tudi številke, ki so in še vedno kažejo, da se vse večji delež svetovnega prebivalstva steka v mesta, so zaradi toplotnega otoka mest, krepile spoznanje, da je čas za ukrepanje. Poleg tega je bila znanost na področju razvoja mer za vrednotenje toplotnega učinka okolja na telo na ravni, ki je omogočala učinkovito ugotavljanje pragov, kdaj gre pričakovati nezaželene posledice.

Že več kot stoletje strokovnjaki, ki se ukvarjajo z vplivom vremenskih razmer na počutje in zdravje ljudi vpliv toplotnega okolja postavljajo na prvo mesto pred drugimi vplivi, saj je ohranjanje jedrne temperature v ozkih mejah optimuma ključno. Vsako večje odstopanje od uravnotežene izmenjave toplote

Slika 1. Vročinski valovi so tesno povezani s podnebnimi spremembami (Vir: IPCC SREX Report 2012)

Figure 1. Heatwaves are strongly related to climate change (Source: IPCC SREX Report 2012)

med telesom in okoljem povzroči nelagodje, če se odmik stopnjuje, začne ogrožati zdravje in v končni posledici življenje. Življenja terjata tako izpostavljenost mrzlemu kot tudi pretoplemu okolju. Medtem ko se pred mrazom lahko dokaj dobro zaščitimo z reguliranimi toplotnimi razmerami v zaprtih prostorih in s toplimi oblačili ter obutvijo, nam zaščita pred zelo toplim okoljem predstavlja večje težave. Pomembno vlogo igrajo tudi podnebne razmere.Tam, kjer so ljudje običajno izpostavljeni toplemu podnebju, so z načinom življenja vročini prilagojeni, prav tako so stavbe tradicionalno zasnovane tako, da omogočajo še znosne toplotne razmere. V zmernih geografskih širinah so obdobja hude vročine redka, prebivalci in stavbe temu niso ali pa so slabo prilagojene in tako lahko ob vročinskih valovih prebivalstvo, predvsem občutljive skupine, hitro občutijo obremenilni učinke vročine, predvsem ranljive skupine tudi z resnimi



Slika 2. Shematski prikaz toplotne izmenjave med telesom in okolico v modelu toplotne bilance Klima Michel, ki ga je razvil Gerd Jendritzky (DWD, 2002)

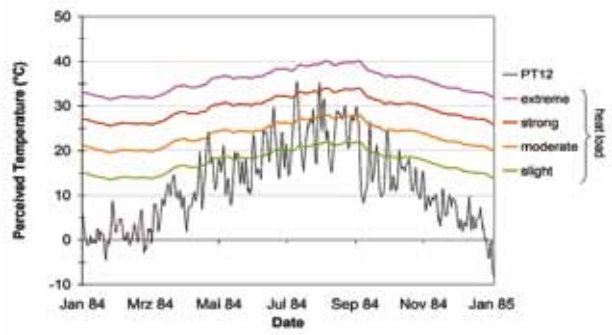
Figure 2. Thermal environment represented in Klima Michel Modell developed by Gerd Jendritzky (DWD, 2002)

posledicami. Za omilitev škodljivih posledic vročinskih valov se da veliko narediti s primernim obnašanjem in ukrepi za omilitev učinkov, pa tudi z ozaveščanjem. Znanost na področju vrednotenja občutja in učinkov toplotnega okolja na počutje in zdravje ljudi že dolgo ponuja veliko orodij. V članku »A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices«, ki je objavljen v Internatonal Journal of Biometeoorlogy, je navedenih in ovrednotenih 164 mer oz. kazalcev (de Freitas, Grigorieva, 2016). Vendar je še pred nekaj desetletji manjkala povezava med meteorološko oceno toplotne obremenitve in dejanskimi posledicami za zdravje prebivalstva ter ukrepi za omilitev posledic, zato je bilo potrebno vzpostaviti tesno povezavo med meteorološkimi in zdravstvenimi institucijami.

Kako ovrednotiti toplotno obremenitev ?

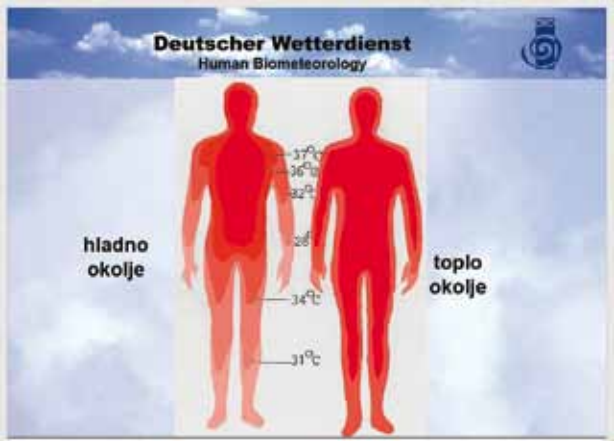
Da je na voljo res veliko načinov za vrednotenje toplotnega ugodja priča tudi že zgoraj naveden podatek, da je na voljo vsaj 164 takih mer. Metode za opis izmenjave toplote med telesom in ozračjem se med seboj razlikujejo glede na vključene meteorološke spremenljivke kot tudi glede na opis telesnih lastnosti in odzivov.

Preproste metode za vrednotenje toplotnega okolja ljudi so v toplem okolju večinoma upoštevale različne kombinacije temperature in vlažnosti zraka. Take preproste mere je lahko izračunati in napovedovati. Standardno jih posredujejo v primeru potrebe različni deležniki. Vendar take mere ne glede na kombinacijo spremenljivk ne bodo nikoli omogočile, da bi za vsako vrednost te mere enoznačno pripisali telesno obremenitev. Njihovi rezultati niso primerljivi oz. prenosljivi med različnimi podnebnimi okolji. Ko je Fanger razvil PMV (Predicted Mean Vote) enačbo (Fanger 1970), je bil narejen velik napredek, čeprav je bila razvita za notranje okolje in je veljala le za razmere blizu toplotnega ugodja. Izboljšavo je ponudil Jendritzky s sodelavci leta 1979 z modelom Klima Michel, ki je bil nekaj časa v operativni rabi v Nemški meteorološki službi (DWD). Model je temeljil na Fangerjevi PMV enačbi, a je bil prirejen za vrednotenje toplotnega okolja na prostem. Glavna novost je bil opis povprečne sevalne temperature okolja na osnovi običajnih sinoptičnih vremenskih spremenljivk. Model ni bil prosto dostopen, zato je imel omejen doseg. Kasneje je model izpopolnil Staiger s sodelavci (Steiger in sodelavci, 1997, VDI 2008) z izhodom PT (percieved temperature), upošteval je tudi vpliv obleke na prilagoditveno sposobnost. Oba modela sta računala vrednosti na osnovi sinoptičnih podatkov v svetovni izmenjavi pod okriljem SMO. V naslednjih letih so se vrstili modeli, ki pa so za opis telesa še vedno upoštevali le jedro in ovojnico telesa.



Slika 3. Primer nemških pragov za različne stopnje toplotne obremenitve na osnovi zaznane temperature (vir: WMO-No. 1142)

Figure 3. Example of DWD thresholds for heat load based on perceived temperature (WMO-No. 1142)



Slika 4. Temperatura telesa v toplem in hladnem okolju (Vir: DWD, 2003)

Figure 4. Body temperature in hot and cold environment (Source: DWD, 2003)

Höppe je leta 1984 objavil model MEMI (Munich Energy Balance Model for Individuals), čeprav je model še vedno upošteval le jedro in ovojnico telesa, je računal vrsto fizioloških telesnih spremenljivk, kot so npr. temperatura kože, hitrost znojenja, jedrna temperatura. V model smo lahko vnašali različne telesne spremenljivke in sledili prilagajanju telesa na spremembo toplotnega okolja npr. pri prehodu iz hlajenega v pretoplo okolje ali obratno.

V praksi se model ni uveljavil zaradi kompleksnosti v izračunanih veličinah, saj je bil preveč zahteven za obveščanje javnosti. Zato se je Höppe usmeril v računanje efektivne temperature, torej temperature, ki v poznanem toplotnem okolju izzove enak fiziološki odziv oz. zaznavo kot dejansko okolje, rezultat je objavil leta 1999 (Höppe, 1999) in takrat je model postal dosegljiv za široko uporabo. Model je temeljil na podmeni, da večina ljudi živi v zaprtih prostorih in vrednoti toplotno okolje na osnovi te izkušnje. Primerjalno okolje za PET je sedeč človek (metabolizem 80 W/m^2), z obleko 0,9 clo. Gibanje zraka je določeno na 0,1 m/s, temperatura zraka pa enaka povprečni sevalni temperaturi okolice. Delni tlak vodne pare je 12 hPa, kar pomeni, da bi relativna vlaga pri temperaturi pod 9 °C presegla 100 %. Model je pod tem temperaturnim pragom to ustrezno obravnaval. Nekatere študije so kazale, da je tok latentne toplote v modelu podcenjen. PET je uporabnikom približal Matzarakis, ko je PET vključil v svoj sevalni model Ray Man (Matzarakis in sod. , 2007), ki je postal najbolj citiran model v IJB (international Journal of Biometeorology) doslej.

Naslednji korak je bil model UTCI, ki naj bi odpravil pomanjkljivosti modelov PET in Ray Man. Komisija International Society of Biometeorology (ISB) o UTCI in COST 730 sta omogočila strokovnjakom 23 držav, da so skupaj razvili UTCI, SMO pa je zagotovila UTCI večjo prepoznavnost. UTCI ima veliko uporabnikov in je bil najbolj preverjana metoda za vrednotenje toplotne obremenitve doslej. Uporablja ga tudi ECMWF (Pappenberger s sodelavci, 2015) za napoved globalne toplotne obremenitve v okviru projekta EURO Heat. Številne metode vrednotenja toplotnega okolja so bile razvite za različne potrebe, nekatere med njimi so preproste, druge zelo zapletene, najpopolnejše so tiste, ki temeljijo na bilančnem modelu telesa. Vendar sistemi za zgodnje opozarjanje na vročinske valove pogosto uporabljajo preprostejše mere namesto najpopolnejših, ki so zelo zapletene in zato nepraktične za operativno rabo.

Razvoj sistemov za zgodnje opozarjanje na vročino v Evropi

Čeprav so bili evropski strokovnjaki že več desetletij v vrhu svetovnih biometeorologov, je bil 14. kongres Mednarodnega društva za biometeorologijo od 1. do 8. septembra 1996 v Ljubljani (ISB, 1996) prelomen za obravnavanje vročinskih valov. Z Ivanko Gale sva predstavili analizo vpliva vročinskega vala na umrljivost poleti 1994 v Ljubljani (Cegnar, Gale, 1995). Na kongresu se je prvič zbralo zadostno število biometeorologov, ki smo bili prepričani, da je vloga biometeorologov poleg proučevanja vplivov toplotnega okolja na ljudi tudi razvoj zgodnjega sistema za opozarjanje na vročinske valove in povezava s službami javnega zdravstva z namenom, da bi omilili posledice vročinskih valov.

Takrat še ni bilo moderno govoriti o sistemih za zgodnje opozarjanje in v meteorološki srenji je bil v ospredju še vedno pogled ozke stroke, manj pa interdisciplinarnost in izpostavljanje učinkov ter posledic izrednih vremenskih dogodkov in razmer. V tistem času najnaprednejši pristop in tudi že prvi operativni sistem za zgodnje opozarjanje na vročinske

Slika 5. Shema sistema za opozarjanje na vročinske valove (Vir: DWD, 1999)

Figure 5. Heat Watch Warning System procedure (Source: DWD, 1999)

valove je na kongresu v Ljubljani leta 1996 predstavil prof. dr. Larry Kalkstein iz Univerze v Delawaru. Najprej je v ZDA razvil sistem s pomočjo Agencije za zaščito okolja (EPA - Environment protection agency), kasneje pa so razvoj sistemov za posamezna mesta financirale lokalne institucije.

Sistem prof. Klaksteina je temeljil na razvrstitvi dni v razrede glede lastnosti zračnih mas. Navadno sta po povečani umrljivosti v času vročinskih valov izstopali dve zračni masi. Metoda na osnovi zračnih mas je omogočala spremljanje vročinskega vala preko obsežnih regij in celo prek celine, v tem primeru pero Severne Amerike. Za ti dve je bilo nato s pomočjo multiple regresijske analize izbranih več vremenskih in nevremenskih spremenljivk, ki so odločale o

Slika 7. Ekspertna skupina SMO Komisije za klimatologijo med delom v Freiburgu leta 1998

Figure 7. WMO Commission for Climatology Expert team working in Freiburg in the year 1998

Prostorska sinoptična klasifikacija

- Suha zmerna (DM)
- Suha polarna (DP)
- Suha tropska (DT)
- Vlažna zmerna (MM)
- Vlažna polarna (MP)
- Vlažna tropska (MT)
- Vlažna tropska plus (MT+)
- Prehodna (TR)

Slika 6. Klasifikacija zračnih mas v sistemu za opozarjanje na vročinske valove

Figure 6. Air mass classification for Heat Health Watch System

posledicah vročinskega vala za ljudi. Upoštevani so bili le smrtni primeri, saj je ta podatek zanesljivejši in bolj primerljiv med posameznimi državami, kot je podatek o obolevnosti. Lažje je pridobiti podatke o smrtnih primerih kot o številu obolelih. S podatki o obolelih je težava z zbiranjem podatkov in z diagnozo. V prizadevanjih za vzpostavitev učinkovite povezave med meteorologi in zdravstvenimi delavci sta zelo pomembno vlogo odigrali Svetovna meteorološka organizacija (SMO) in Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). V okviru SMO je ledino oral dr. Lars Olsson, ki je tudi omogočil, da sem na 12. zasedanju Komisije za klimatologijo SMO, ki je potekalo od 4. do 14. avgusta 1997 v Ženevi (WMO-No. 870), delegatom predstavila pomen biometeorologije človeka, kar je

Slika 8. Uvodna prosojnica ene izmed delavnic na temo vročinskih valov v Freiburgu leta 2003

Figure 8. Initial slide of one of the workshops on heatwaves in Freiburg in the year 2003

bil temelj za sklep zasedanja o imenovanju strokovne poročevalske skupine za »Podnebje in zdravje ljudi« v zasedbi: G. Jendritzky (Nemčija), T. Cegnar (Slovenija), A. McMichael (Združeno Kraljestvo), L. Kalkstein (ZDA), L. Lecha Estela (Kuba) in V. Razuvaev (Ruska federacija).

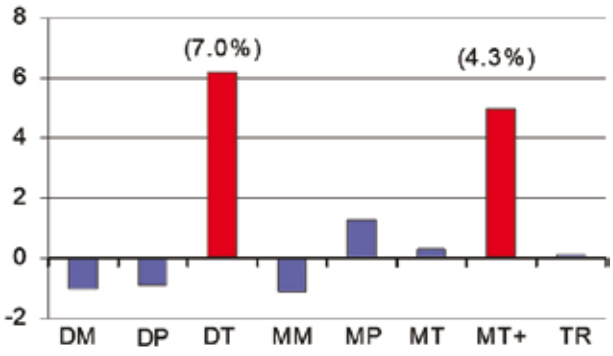
Podrobno smo metodologijo za razvoj sistema za zgodnje opozarjanje na vročinske valove opisali v publikaciji SMO WCASP-42 WMO/TD-No. 822, iz junija 1997, strani 25-50, ki poleg vsebine, ki smo jo pripravili na delovnem sestanku v Freiburgu, vsebuje kot primer tudi tehnična navodila za opozarjanje na vročinske valove v Filadelfiji. K poročilu so poleg članov strokovne skupine Komisije za klimatologijo pri SMO sodelovali tudi predstavniki SMO (L. Olsson) in SZO (R. Slooff) ter K. Bucher (DWD).

Na 15. kongresu za biometeorologijo novembra 1999 v Sydneyu (WMO/TD No. 1026, WCASP-50 Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium, izdano avgusta 2000) so bili vročinski valovi in njihove zdravstvene posledice ter potreba po ukrepanju že uveljavljena tema. Larry Kalkstein je na enem izmed osrednjih predavanj predstavil »Climate Helath showcase projects: international heat/health Watch-warning systems«. A orisani so bili tudi primeri hudih posledic nekaterih vročinskih valov iz preteklosti, K. Leiker je svoje predavanje naslovil »Deadly summer: The new England heat wave of July 1911«. Opisani vročinski val je zahteval okoli 2000 življenj, v Bostonu je 4. julija temperatura dosegla 39,7 °C. Razčlenil je vzroke, ki so vodili do tako velikega števila mrtvih zaradi vročine. Vzroke za visok človeški davek je našel v urbanistični ureditvi in arhitekturi, ki je bila prilagojena hladnemu podnebju, prebivalci pa so bili slabo aklimatizirani na vročinski val, nočna temperatura zraka je ostala visoka, lokalni veter je bil šibak ali ga sploh ni bilo, v zraku je bilo neobičajno veliko vlage, rosišče je bilo med 22,0 in 23,6 °C.

V času razvoja sistemov za zgodnje opozarjanje in ukrepanje ob vročinskih valovih smo razčlenili še več preteklih vročinskih valov in njihovih posledic. Vročinski valovi so se pojavljali tudi v preteklosti, a veliko redkeje kot v zadnjih desetletjih.

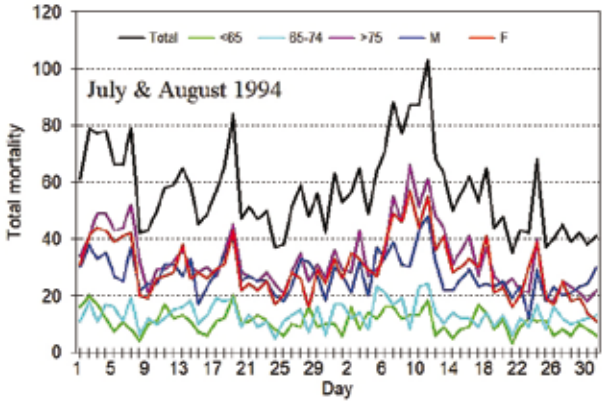
Kako do sistemov za opozarjanje na vročinske valove?

Na nekaj delovnih sestankih je strokovni skupini uspelo oblikovati smernice za pripravo sistema za zgodnje opozarjanje na vročinske valove, ki so bile objavljene v dokumentih SMO. V smernicah SMO za razvoj sistemov za zgodnje opozarjanje na vročinske valove so bile podane osnove za razvoj sistema, ki so še danes veljavne, kljub temu, da smo bili tudi na tem področju priča hitremu razvoju. Vzporedno smo razvijali tesno sodelovanje z zdravstvenimi službami, ki so zadolžene za javno zdravje in preventivne ukrepe. Skupaj s prof. Kalksteinom in njegovo skupino podiplomskih študentov sem med gostovanjem na Univerzi v Delawaru sodelovala pri oblikovanju strategije promocije smernic za razvoj sistemov v večjih mestih zmernih geografskih širin. UNEP in SMO in SZO so kasneje podprli razvoj sistema za zgodnje opozarjanje na vročinske valove v Šanghaju. Del pogodbe je bilo tudi izobraževanje kitajskih strokovnjakov na Univerzi v Delawaru. To je bil velik uspeh, saj je bilo v tistem času sodelovanje in izvajanje mednarodnih projektov na Kitajskem še dokaj zapleten proces. A že takrat smo bili med delovnim sestankom v Shangahju prijetno presenečeni nad opremljenostjo in usposobljenostjo meteoroloških regionalnih in lokalnih centrov na Kitajskem.



Slika 9. Povprečen odklon umrljivosti glede na zračno maso v Rimu (delovno gradivo v razvoju sistema za opozarjanje na vročinske valove v okviru projekta PHEWE)

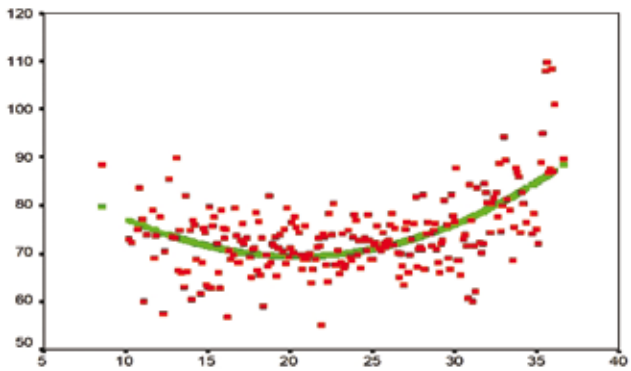
Figure 9. Mean mortality anomaly for air masses in Rome (Source: working material PHEWE)



Slika 10. Delovno gradivo za razčlenjevanje umrljivosti po spolu in starostnih skupinah med vročinskim valom v Rimu (Vir: delovno gradivo PHEWE)

Figure 10. Working material on analysis of mortality structured by age groups and gender (Source: working material PHEWE)

V Evropi sta SMO in SZO združila moči pri razvoju sistema za opozarjanje v Rimu. V Rimu smo se naučili, da ni nujno, da so najbolj ogroženi prebivalci mestnega jedra, ampak so zaradi načina gradnje stavb lahko bolj ogroženi prebivalci sosesk na obdobju mesta, čeprav so te stavbe novejše in grajene po sodobnejših standardih. Spoznali smo, da vročinski val ni enak vročinskemu valu, vsak ima svoje posebnosti, ki odločajo o posledicah. Najbolj ranljive skupine so bile že dobro znane, prav tako tudi znaki velike toplotne obremenitve in možni ukrepi, za omilitev posledic vročinskega vala. Nabirali smo tudi izkušnje o učinkovitih povezavah med udeleženimi službami in težavami ob uvajanju sistema v praksi. Soočali smo se s težavo lažnih alarmov in zgrešenih dogodkov;



Slika 11. Število vseh smrti v Budimpešti v odvisnosti od najvišje dnevne temperature zraka, na abscisi je temperature v °C, na ordinati pa število smrti (Vir: delovno gradivo v projektu PHEWE, 2005)

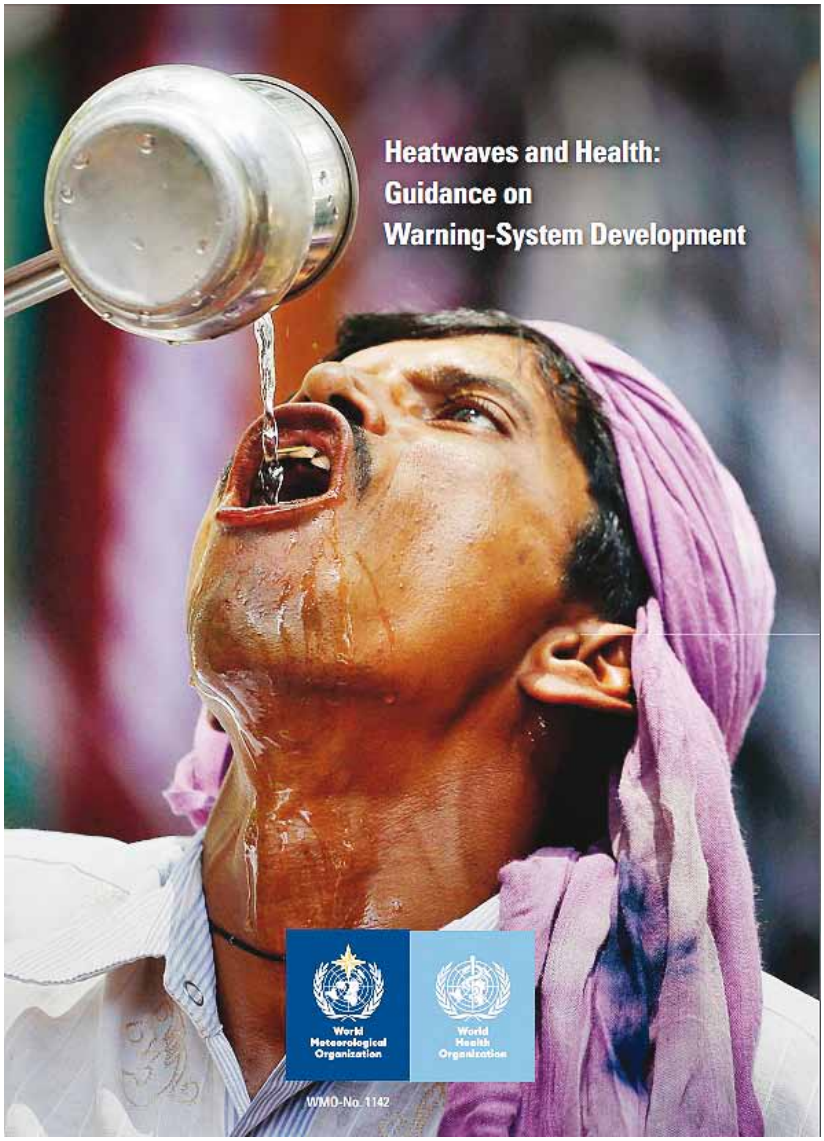
Figure 11. Number of total deaths per day in relation to maximum daily temperature (in °C) (Source: working material PHEWE, 2005)

iskali smo optimalne odločitve, ki so upoštevale vse dejavnike in posledice ter finančne vidike ukrepanja.

SMO je krepila sodelovanje s SZO in tako kot v Rimu so tudi v Budimpešti pobudo prevzeli strokovnjaki s področja zdravstva. Spoznanje, da so vročinski valovi resen javnozdravstveni problem, se je krepilo tudi po zaslugi raziskovalnih projektov. Omembe vredna je tudi publikacija Agencije za zaščito okolja ZDA »Excessive heat events guidebook« ter poročila projektov, ki jih je financirala EK v petem (1998–2002) in šestem (2002–2006) programskem okviru: Assessment and prevention of acute health effects and weather conditions in Europe (PHEWE), Climate change and adaptation strategies for human health (cCASHh) in Improving public health responses to extreme weather/heat-waves (EuroHeat). Prof. Glen Mc Gregor je v okviru projekta PHEWE zajel pet Evropskih velemest in zanje na osnovi arhivskih podatkov razvil sistem zgodnjega opozarjanja na vročinske valove. Tudi v tem projektu smo spoznali nove dejavnike, ki vplivajo na posledice vročinskih valov. Nismo se ustavili le pri kratkoročnih ukrepih, ampak smo pripravili tudi nabor srednje in dolgoročnih ukrepov in priporočil za arhitekte in urbaniste ter za upravljalce mest. Ugotovili smo, da mora biti vzorec prebivalstva dovolj velik, da omogoča verodostojne statistične rezultate, da upoštevano obdobje ne sme biti niti prekratko niti predlogo, da lahko privzamemo stabilnost vzorca in zajamemo dovolj veliko število dogodkov. V priporočila smo zajeli kar najširši nabor spoznanj s področja širokega nabora biometeorologije človeka in spoznanj v posameznih mestih.

Veliki preobrat

Kljub zglednemu napredku pri razvoju sistemov za zgodnje opozarjanje in ukrepanje ob vročinskih valovih, so le-ti v Evropi dočakali pravo uveljavitev šele po katastrofalnem vročinskem valu leta 2003, ki je po nekaterih ocenah v zahodni Evropi, kjer je bil tudi najbolj izrazit, terjal okoli 70.000 življenj. Zaradi njega je odstopil tudi tedanji francoski minister za zdravje. Ta dogodek je sprožil zanimanje javnozdravstvenih služb za razvoj in uvajanje sistemov za zgodnje opozarjanje na vročinske valove. Žalostno je, da so vročinski valovi pritegnili potrebno pozornost šele po tako tragičnem dogodku. Operativni programi za ukrepanje na osnovi zgodnjih opozoril so v velikih mestih pridobili legitimnost. Mnoge med njimi smo povzeli v pregledu projekta raziskovalnega projekta PHEWE. SZD je izdala že vrsto publikacij s podrobnimi navodili za obnašanje in ukrepanje ob vročinskih valovih. Vročinski valovi kot resna grožnja zdravju ljudi pa ostajajo visoko na njihovi agendi.



Slika 12. Naslovnica SMO publikacije Št. 1142 Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development

Figure 12. Frontpage of WMO-No 1142 Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development

Prilagajanje na podnebne spremembe

O prilagajanju na podnebne spremembe v zadnjih letih precej slišimo in beremo. Nabor možnih ukrepov prilagajanja je obsežen. Ustrezno načrtovanje prilagoditvenih strategij na področju zdravstva lahko prepreči ali omili negativne posledice, a tudi če vidik zdravja ni upoštevan že pri načrtovanju prilagajanja, lahko ukrepi kljub temu prispevajo k boljšemu zdravstvenemu stanju in počutju. Vročinski valovi predstavljajo grožnjo javnemu zdravju tudi zato, ker se bolezni, ki se prenašajo z vodo in hrano navadno v času vročinskih valov pojavljajo pogosteje.

Za prilagajanje na toplejše ozračje je odločilno ustrezno urbanistično načrtovanje in boljše senčenje, velik učinek pa dosežemo tudi z ozaveščanjem in z zgodnjim opozarjanjem na vročinske valove in z ukrepi za blaženje njihovih posledic. Dopolnilo teh ukrepov so okrepljene družbene vezi med stanovalci v soseskah in skrb za bolj ogrožene posameznike, saj se najbolj ogroženi posamezniki pogosto ne zavedajo nevarnosti, ki so jim izpostavljeni.

Podatki kažejo, da se vročinski valovi pojavljajo pogosteje in so izrazitejši, kot so bili v preteklosti. V prihodnje se bo trend nadaljeval. 5. poročilo IPCC (IPCC, 2013) izpostavlja povezavo med podnebnimi spremembami in pogostejšimi ter izrazitejšimi vročinskimi valovi. Prihodnost bo stopnjevala sedanje težave zaradi vročinskih valov, zato so potrebni načrti za zmanjšanje škodljivih vplivov. Zdravje prebivalcev je tako pomembno, da je zdravstveni vidik prilagajanja na podnebne spremembe vključen v vse prilagoditvene strategije od Evropske ravni do državnih in mestnih strategij prilagajanja na podnebne spremembe. Vročinski valovi so med najbolj izpostavljenimi grožnjami, ki jih za javno zdravje prinašajo podnebne spremembe.

Sicer že od vsega začetka razvoja sistemov za opozarjanje na vročinske valove govorimo tudi o

prilagoditveni sposobnosti. Prilagajanje poteka na kratek rok, srednjeročno in dolgoročno. Predvsem srednjeročno in dolgoročno prilagajanje zahteva sodelovanje različnih sektorjev in je povezano tudi s spremembami v gradnji in urbanističnih načrtih. Kratkoročno je prilagajanje večinoma temelji na primernem obnašanju, ukrepih, ki jih lahko izvedemo sami, vedno bolj pa se tudi v Evropi širijo klimatske naprave. Ključni dejavnik za učinkovito kratkoročno ukrepanje pa so sistemi za opozarjanje na vročinske valove.

Kljub Pariškemu sporazumu ostajajo izpusti toplogrednih plinov nad nivojem, ki bi omejil porast povprečne temperature pod 2 °C, torej je prilagajanje na vročinske valove nujnost, saj lastna sposobnost prilagajanja ob nadaljevanju naraščanja temperature na neki stopnji ne bo zadoščala in bodo potrebni celovitejši ukrepi za prilagajanje. Po najbolj črnogledih projekcijah naraščanja temperature zemeljskega površja bo visoka temperatura spremenila vzorce vsakodnevnega življenja in dela. Južna polovica Evrope bo bolj prizadeta od severne. Prilagoditve v gradbeništvu in urbanističnih rešitvah bodo pomagale, vendar veliki umetno hlajeni prostori niso najprimernejša rešitev, saj so veliki porabniki energije, zato uvajanje klimatskih naprav pogosto označujejo za neustrezno prilagajanje z vidika blaženja podnebnih spremembe.

Bela knjiga iz leta 2009 „Prilagajanje podnebnim spremembam: evropskemu okviru za ukrepanje naproti“ je določila številne ukrepe, ki so bili večinoma izvedeni, ključni rezultat pa je spletna evropska platforma za prilagajanje podnebju (Climate-ADAPT), ki je začela delovati marca 2012. Ta vsebuje najnovejše podatke o prilagoditvenih ukrepih v EU in različna uporabna orodja v podporo odločevalcem in politikom. EU je začela prilagajanje vključevati v več svojih politik in finančnih programov. Tudi Globalni okvir za podnebne storitve (http://www.gfcs-climate.org/) uvršča zdravje med 5 prioritetnih področij.

Poleg segrevanja ozračja bodo težave zaostrovali tudi staranje prebivalstva in preseljevanje. Predvsem urbana okolja so bolj ranljiva. Z naraščanjem temperature v prihodnjih desetletjih bodo stavbe z naravno ventilacijo in hlajenjem vse bolj na preizkušnji. Toplotni otok mest je dejavnik, ki še poslabšuje toplotne razmere v mestih. Vročina vpliva na občutek ugodja, produktivnost, porabo energije in zdravje ljudi. Ocena, da se število prebivalcev v Evropskih mestih ne povečuje zelo hitro, se bo lahko z vidika priseljevanja v Evropo spremenila.

Kako naprej

Poročilo (EEA, 2012) navaja, da se bodo trajanje, intenziteta in pogostost vročinskih valov povečali. V preteklosti so vročinski valovi v zahodni Evropi že terjali več deset tisoč življenj. Poletje 2003 je bilo izjemen dokaz povezave med umrljivostjo in vročinskim valom. Vročina je pogosto kosila tudi v naslednjih poletjih. Projekt PESETA je ocenil, da se bodo pod določenimi podnebnimi projekcijami vročinsko pogojene smrti v Evropi znatno povečale glede na sedanje stanje. Če upoštevamo prilagoditve in fiziološko aklimatizacijo bo porast počasnejši, a kljub temu velik. Z vročino so povezali umrljivost in obolevnost zaradi vročinskih valov, upoštevali so tudi vpliv vročine na kakovost in varnost hrane, torej bolezni, ki se prenašajo s hrano in vodo. Projekcije umrljivosti ob vročinskih valovih so najbolj nazoren pokazatelj, kako bodo podnebne spremembe vplivale na zdravje ljudi. Ne glede na negotovosti v podnebnih projekcijah in ocenjenem številu dodatnih smrti zaradi vročinskih valov, so številke zastrašujoče. Poleg tega je potrebno upoštevati, da se ob vročinskih valovih poleg povečane umrljivosti srečujemo tudi s povečano obolevnostjo in vrsto drugih težav, na primer slabim počutjem in zmanjšano delovno storilnostjo.

Na svetu živi 7,5 milijarde prebivalcev, do leta 2050 pa naj bi se število povečalo na 8,3 – 10,9 milijard (Bernard Vukadin in sod., 2017). V razvitem svetu se prebivalstvo stara, zato postaja tudi vse bolj ranljivo na ekstremne vremenske dogodke, torej tudi na vročinske valove. Vročinski valovi zaradi toplotnega otoka mesta bolj ogrožajo prebivalce mest, ki že zdaj predstavljajo več kot polovico svetovnega prebivalstva, do sredine stoletja pa naj bi v mestih živelo že približno 70 % ljudi. Mesta se lahko v primeru slabega upravljanja sprevržejo v prenaseljena, onesnažena in revna območja, ki nudijo najmanj možnosti za uspešno prilagajanje na intenzivnejše, daljše in pogostejše vročinske valove, ki bodo zelo verjetna posledica svetovnega ogrevanja ozračja (IPCC, 2013. Med pet ključnih posledic podnebnih sprememb, ki lahko vplivajo na zdravstveno stanje prebivalcev, uvrščamo tudi močnejše in pogostejše vročinske valove. Svetovna zdravstvena organizacija je pozvala k blaženju podnebnih sprememb in k prilagajanju nanje, izdali so več publikacij, ki obravnavajo posledice podnebnih sprememb vključno z vročinskimi valovi na zdravje. Na tem področju je veliko prispevala Evropska pisarna SZO (WHO, 2008, WMO, WHO, 2015). Tudi službe za javno zdravje so podnebne spremembe v večini držav prepoznale za resno grožnjo zdravju prebivalstva. Posledice spreminjanja se ne odražajo

zgolj na vremenskih in podnebnih razmerah, ampak vplivajo na celotno okolje, v katerem živimo. Podnebne spremembe lahko poslabšajo zdravstveno stanje prebivalstva neposredno in posredno, saj vplivajo na preskrbo z vodo in hrano, v državah v razvoju tudi na politično stabilnost, lahko pa sprožijo tudi množične migracije prebivalstva.

Danes se zdi nenavadno, da smo do uspešnih sistemov za opozarjanje in ukrepanje ob vročinskih valovih morali »prehoditi dolgo pot«, a pred več desetletji tovrstni operativni sistemi za meteorološke službe niso bili običajni.

V Šanghaju so že v zadnjem desetletju prejšnjega stoletja sistem opozarjanja na vročinske valove razširili z opozarjanjem na onesnaženost zraka. Že dolgo je znano, da so vroča in sončna obdobja pogosto povezana s povišano koncentracijo onesnaževal v zraku, med njimi je najbolj izpostavljen ozon. Predvidevamo, da je bodočnost v sistemih celovitega opozarjanja na vse nevarnosti, ki nam pretijo iz okolja in ne samo zaradi vremena.

Viri

Bernad Vukadin in sod, Globalni megatrendi – znanilci sprememb, Mesečni bilten Naše okolje, št. 7, 2017, http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/

Cegnar, Gale, Pojavnost in povezanost umrljivosti z biovremenskimi pogoji v nekaterih večjih slovenskih občinah julija in avgusta 1994, Zdravstveno Varstvo, letnik 34, št. 11-12, 1995

Climate ADAPT, http://climate-adapt.eea.europa.eu/eu-adaptation-policy/strategy

De Freitas CR, Grigorieva ES: A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int J Biometeorol 1–26. DOI:10.1007/s00484-016-1228-6, 2016

EC, https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en#tab-0-1 EU Adaptation Strategy Package, Bruselj, 16.4.2013 COM(2013) 216 final, Strategija Evropske unije za prilagajanje podnebnim spremembam

EEA, Human health, Climate change, impacts and vulnerability in Europe, EEA Report No. 12/2012 ,183-200, 2012

Fanger P.O.: Thermal comfort. Analysis and application in environmental engineering. Danish Technical Press, Copenhagen, 1970

Höppe P.: The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int J Biometeorol 43:71–75, 1999

http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-change-adaptation/field-of-action-human-health#textpart-3

Pappenberger F., Jendritzky G., Staiger H., Dutra E., Di Giuseppe F., Richardson D.S., Cloke H.L.: Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the universal thermal climate index (UTCI). Int J Biometeorol 59:311–324, 2015

Höppe P.: The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int J Biometeorol 43:71–75, 1999

ISB, 14th ICB, 1996, September 1-8, Slovenia, Ljubljana, http://www.biometeorology.org/

Matzarakis A., Rutz F., Mayer H.: Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. Int J Biometeorol 51:323–334, 2007

PESETA II Project, https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/climate-impacts-europe-jrc-peseta-ii-project

PHEWE - Assessment and Prevention of acute Health Effects of Weather conditions in Europe, 2001-2005, (http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-change-adaptation/adaptation-tools/project-catalog/phewe-assessment-prevention-of-acute-health-effects)

Staiger H., Bucher K., Jendritzky G: Gefühlte Temperatur. Die physiologisch gerechte Bewertung von Wärmebelastung und Kältestress beim Aufenthalt im Freien in der Maßzahl Grad Celsius. Annalen der Meteorologie, Deutscher Wetterdienst, Offenbach 33:100–107, 1997

VDI-Guideline 3787-2: Environmental meteorology. Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning. Verein Deutscher Ingenieure VDI. Part I: climate. Beuth, Berlin, 2008

WHO EUROPE, Heat-health action plans guidance, 2008, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf

WMO, Commission for climatology 12th session, Geneva, 4–14 August 1997, WMO-No.870, 1997, http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/documents/cclxii_report.pdf

WMO: TD No. 1026, WCASP-50 Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium, 2000

WMO: WCASP-42 WMO/TD-No. 822, Geneva, 1997

WMO, WHO (2015) Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development. McGregor GR (lead editor), Bessemoulin P, Ebi K, Menne B (eds.) WMO-No 1142, Geneva, 96 pp