# Vplivi vročinskih valov na umrljivost v Sloveniji

*Simona Perčič, Nacionalni Inštitut za javno zdravje, (simona.percic@nijz.si)*
*Andreja Kukec, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta*
*Tanja Cegnar, Agencija Republike Slovenije za okolje*
*Ana Hojs, Nacionalni Inštitut za javno zdravje*

## Povzetek

***Ozadje:*** *Število smrti se v času vročinskih valov dokazano poveča.*

***Namen:*** *Namen raziskave je bil prepoznati ogrožene skupine prebivalcev, ki umirajo v obdobju vročinskih valov po diagnozi, spolu in starostnih skupinah. S ciljem, da se oblikujejo in izvajajo ciljani preventivni ukrepe na področju javnega zdravja.*

***Metode:*** *Izračunali smo relativna tveganja (RT) števila smrti primerjajoč število smrti v obdobju vročinskih valov in obdobju brez vročinskih valov za opredeljene diagnoze, spol in starost in interval zaupanja (IZ) ter povečano število smrti povezano z vročinskimi valovi v Sloveniji v letu 2015. Izračunali smo relativna tveganja (RT) za umrljivosti v obdobju vročinskih valov in obdobju brez vročinskih valov za opredeljene diagnoze, spol in starost in interval zaupanja (IZ) ter umrljivost povezano z vročinskimi valovi v Sloveniji v obdobju od 2006 do 2015.*

***Rezultati:*** *V letu 2015 je bilo za celotno populacijo, za vse vzroke smrti, v obdobju vročinskih valov povečano število smrti za 137 več od pričakovanega, ni pa bilo statistično značilno. Pri analizi za leto 2015 so bili trije RT za število smrti v času vročinskih valov statistično značilni: v starostni skupini 75 let in več za vse vzroke smrti; v celotni populaciji za bolezni obtočil; v starostni skupini 75 let in več za bolezni obtočil. V obdobju od leta 2006 do 2015 je bila za celotno populacijo, za vse vzroke smrti, v obdobju vročinskih valov povečana umrljivost 43,221/100 000, ni pa bila statistično značilna. Pri analizi za obdobje od leta 2006 do 2015 sta bila samo dve RT za umrljivost v obdobju vročinskih valov, ki sta bili statistično značilni: v starostni skupini 75 let in več za vse vzroke smrti in v starostni skupini 75let in več za bolezni obtočil.*

***Zaključek:*** *Relativna tveganja za števila smrti in umrljivosti so variirala za opredeljene diagnoze, spol in starostne skupine in nekateri vzorci občutljivosti so se razlikovali od že opredeljenih v dosedanjih raziskavah. Javnozdravstvene ukrepe naj bi okrepili predvsem za prebivalce starejše od 75 let in tiste z boleznimi obtočil.*

**Ključne besede:** *vročinski valovi, povečano število smrti/povečana umrljivost, ranljive skupine, vzrok smrti, starost, spol*

## Abstract

***Background:*** *Number of deaths increases during periods of elevated heat.*

***Aim:*** *The specific goal was to identify vulnerable subgroups by diagnosis, sex and age groups which is needed for public health prevention efforts.*

***Methods:*** *We estimated relative risks (RRs) of deaths for the observed diagnoses, sex and age, and confidence intervals (CI) and excess deaths associated with large-scale Slovenian heat waves in 2015, comparing deaths during the heat waves with the reference days. We also estimated relative risks (RRs) of mortality for the observed diagnoses, sex and age, and confidence intervals (CI) and excess mortality associated with Slovenian heat waves in the period from 2006 to 2015, comparing mortality during the heat waves with the reference days.*

***Results:*** *In the year 2015, for total (whole population), all causes of death, during the heat waves, 137 excess deaths occurred, but was not statistically significant. In the analysis for 2015, there were only three RRs of deaths during heat waves, which were statistically significant: age group 75+, all causes of deaths; all population, diseases of the circulatory system and age group 75+, diseases of the circulatory system. In the period from 2006 to 2015, for total (whole population), all causes of death, during heat waves, 43,221/100 000 excess mortality occurred, but was no statistically significant. In the analysis for the 2006 to 2015 period, there were*

*only two RRs of mortality during heat waves which were statistically significant: age group 75+, all causes of deaths and age group 75+, diseases of the circulatory system.*

***Conclusions:*** *Heat wave relative risk of deaths and mortality varied across observed diagnosis, sex and age, and some patterns of vulnerability differed from those previously identified. Public health efforts should address patients with circulatory system diseases and old age groups.*

***Key words:*** *heat waves, excess deaths/excess mortality, vulnerability groups, cause of death, sex, age groups*

## Uvod

Vročinski valovi so dobro poznan javnozdravstveni problem (Kovats 2008). Povezanost med visokimi temperaturami in opazovanimi zdravstvenimi izidi, še posebej umrljivostjo so potrdile številne epidemiološke raziskave (Anderson 2009; Baccini 2008; Basu 2002; Basu 2009 ). Daljša obdobja ekstremne vročine, ki jih navadno definiramo kot vročinske valove, so bila povezana s precejšnim porastom umrljivosti (Kovats 2006) in specifični dogodki so privedli do velikih javnozdravstvenih problemov – kot na primer v Chicagu v juliju 1995 (Semenza 1996) in v Franciji v letu 2003 (Le Terte 2006). Projekcije podnebnih sprememb za Evropo kažejo, da bodo v naslednjem stoletju postali vročinski valovi pogostejši, intenzivnejši in dolgotrajnejši ne samo v mediteranski regiji, pač pa tudi v drugih predelih Evrope (Meehl 2004). Te spremembe bodo prispevale k bremenu bolezni in prezgodnji umrljivosti še posebej pri ranljivih skupinah prebivalcev z omejeno zmožnostjo prilagoditve vročinskim valovom (IPCC 2007). Najranljivejša populacija, ki jo prizadenejo vročinski valovi so starejši (Åström 2001), zaradi fizioloških sprememb, ki se pojavijo v starosti, kroničnih bolezni, uživanje nekaterih zdravil, življenjskega sloga, ki prispeva k slabši regulaciji temperature telesa in vodi v dehidracijo (Kenney 2003). Vročinski valovi lahko povzročijo ali poslabšajo številne stranske učinke zdravil pri starejših, ki jemljejo diuretike, selektivne zaviralce privzema serotonina, zaviralce angiotenzinske konvertaze, zaviralce protonske črpalke, ne-dopaminergične antiparkinsonike in antiepileptike in zaviralce adrenergičnih receptorjev beta (Sommet 2012). Raziskave kažejo, da se prebivalstvo v Evropi stara, še posebej v mestnih območjih. Populacija stara 60 in več let bo do leta 2050 predstavljala kar 21,1 % evropskega prebivalstva (United Nation 2013). Ker ljudje živijo dlje, se bo breme kroničnih in degenerativnih bolezni močno povečalo (Prince 2015). Druge ranljive skupine so prebivalci s srčno-žilnimi obolenji (Bouchama 2007), obolenji dihal (D'Ippoliti 2010; Conti 2007) obolenji ledvic (Hansen 2008a; Conti 2007), s sladkorno boleznijo (Bouchama 2007) in duševno bolni (Hansen 2008b; Kaiser 2001). Dejavniki tveganja za povečano umrljivost v času vročinskih valov so poleg bolezni še: življenje v najvišjih nadstropjih zgradb, pomanjkanje klimatskih naprav, debelost in nizek socialno – ekonomski status (Kilbourne 1982; Semenza 2008). Nekateri avtorji so v raziskavah dokazali tudi, da v obdobju vročinskih valov umre več žensk, drugi te domneve niso potrdili (Anderson 2009; Basu 2008; Hajat 2010). Prebivalci območji, kjer so visoke temperature redke, so bolj ranljiva populacija, ker nimajo ali imajo slabše razvite prilagoditvene mehanizme. Tisti, ki se rodijo in preživijo svojo mladost v toplejših krajih, so manj ogroženi zaradi učinka vročinskih valov v primerjavi s tistimi, ki se rodijo in preživijo svojo mladost v mrzlih krajih (Viggoti 2006).

V Sloveniji je bila na Nacionalnem Inštitutu za javno zdravje v Ljubljani leta 2008 izdelana analiza povečane umrljivosti v času vročinskih valov v letu 2003. V letu 2003 je v Sloveniji v vročinskem valu umrlo 81 prebivalcev več, kot jih sicer umre v tem časovnem obdobju (Tomšič 2008). Sledila je izdelava kazalca v letu 2013, v katerem se proučuje število umrlih v času vročinskih valov. Kazalec se vsako leto osvežuje in je dosegljiv na spletni strani Agencije Republike Slovenije za Okolje (ARSO). V Sloveniji se je v času vročinskih valov v letu 2013 povečalo število umrlih, kar lahko delno pripišemo obremenitvi s toploto. V letu 2013 je bilo v obdobju vročinskih valov povprečno 52 umrlih/dan ter 48 umrlih/dan v obdobju brez vročinskih valov. Za obdobje od 1.5.–30.9. v letih 2008 do 2013 se je pokazala pozitivna in statistično značilna časovna povezanost med dnevnim številom umrlih in vročinskimi valovi na populacijski ravni (ARSO medmrežje). Za boljši uvid v problematiko pa je bilo treba pregledati bolj dolgotrajen pregled povezanosti vročinskih valov in umrljivost v Sloveniji.

## Metode

### Območje opazovanja

Slovenija je evropska država z zemljepisno lego na skrajnem severu Sredozemlja in na skrajnem jugu Srednje Evrope. Leži na stičišču alpskega, sredozemskega, panonskega in dinarskega sveta. Površina 20.273 km² uvršča Slovenijo med srednje velike evropske države. Glede na popis iz leta 2011 ima Slovenija 2.050.189 prebivalcev. Podnebje je mešanica vplivov alpskega, sredozemskega in celinskega podnebja (SURS 2015).

### Zdravstveni podatki

Pregledali smo podatke o številu in vzrokih smrti po spolu in starostnih skupinah za obdobje od 1. maja do 30. septembra, v letih 2006 do 2015. Podatki so bili pridobljeni iz baze podatkov o umrlih Nacionalnega inštituta za javno zdravje. Opazovane diagnoze za vzroke smrti po Mednarodni klasifikaciji bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov MKB–10 so bile: vsi vzroki (MKB–10, A00–T98), bolezni obtočil (MKB–10, J00–J99), bolezni dihal (MKB–10, I00–I99), endokrine bolezni (MKB–10, E00–E90), sladkorna bolezen (MKB–10, E10–E14), bolezni živčevja (MKB–10, G00–G99), bolezni prebavil (MKB–10, K00–K93), bolezni sečil in splovil (MKB–10, N00–N99), kronične ledvične bolezni (MKB–10, N18) in neoplazme (MKB–10, C00–C99).

Glede starostnih skupin smo se odločili, da bomo opredelili tri starostne skupne: 0–4 leta, 5–74 let in 75 let in več. Ker je v Sloveniji dnevno število smrti zelo majhno, smo se odločili, da za starostno skupino 0–4 leta ne bomo delali analiz saj je število smrti v celotnem opazovanem obdobju v tej starostni skupini zelo majhno. Za ostali dve skupini smo se odločili, da izračunamo relativno tveganje (RT) umrljivosti/števila smrti posebej za vse vzroke smrti, bolezni obtočil in bolezni dihal.

Smrt v času vročinskega vala smo opredelili kot katerokoli smrt po MKB–10, ki se je pojavila v času vročinskega vala. Za vsako leto posebej smo izračunali dnevno umrljivost na 100 000 prebivalcev v obdobju vročinskih valov.

Pričakovano umrljivost smo izračunali iz obdobja brez vročinskih valov, prav tako v času od 1.5. do 30.9., od 2006 do 2015, v Sloveniji. Opredelili smo smrt v času brez vročinskega vala, kot katerokoli smrt po MKB–0, ki se je pojavila v obdobju brez vročinskega vala. Za vsako leto posebej smo izračunali umrljivost na 100 000 prebivalcev v obdobju brez vročinskega vala za dvakrat daljše obdobje, kot so v tem letu trajali vročinski valovi.

### Podatki o vročinskih valovih

Vročinski val smo opredelili, kot obdobje dveh ali več soslednih dni s psevdo-ekvivalentno temperaturo, ki presega 56 °C. Psevdo-ekvivalentna dnevna temperatura je izračunana kot vsota temperature zraka in 1,5-kratnika delnega pritisk vodne pare. Podatki o temperaturah so bili pridobljeni na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Obdobje vročinskih valov je obsegalo vse dneve vročinskih valov, ki smo jih opredelili v času od 1.5. do 30.9., od 2006 do 2015 v Sloveniji.

### Statistična analiza: relativno tveganje in povečana umrljivost

Za oceno povezanosti med vzrokom smrti (diagnozo) in vročinskimi valovi po spolu in starostnih skupinah smo izračunali RT za smrti/umrljivost zaradi vseh opazovanih vzrokov smrti in 95 % interval zaupanja (IZ).

Podatke smo pripravili in analizirali s pomočjo programa Microsoft Excela, verzija 2010. Podobno prejšnjim raziskavam (Knowlton 2009; Hoshiko 2010) smo uporabili pristop računanja RT primerjajoč umrljivost/število smrti v obdobju vročinskih valov z referenčno umrljivostjo v obdobju brez vročinskih valov.

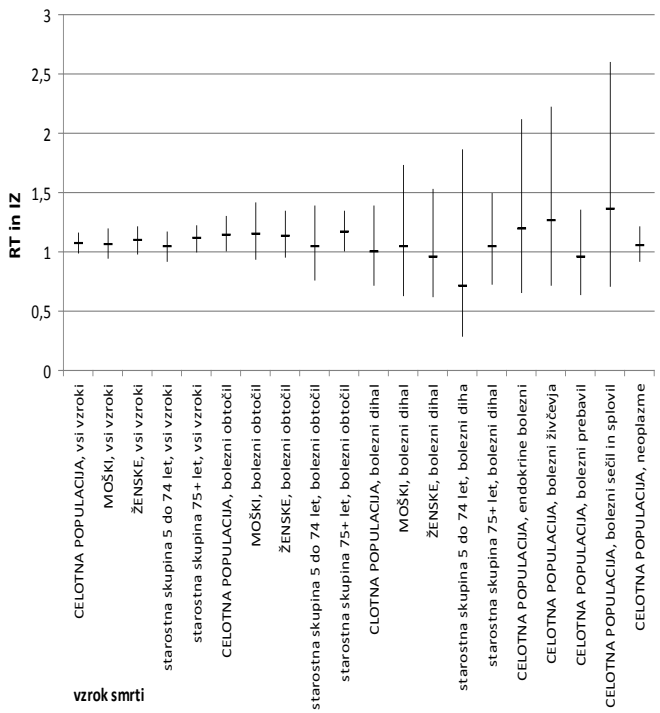
Če je bila spodnja meja 95 % IZ večja od 1,00, smo smatrali, da je povečana umrljivost v času vročinskih valov statistično značilna.

## Rezultati

### Rezultati raziskave števila smrti v obdobju vročinskih valov v letu 2015

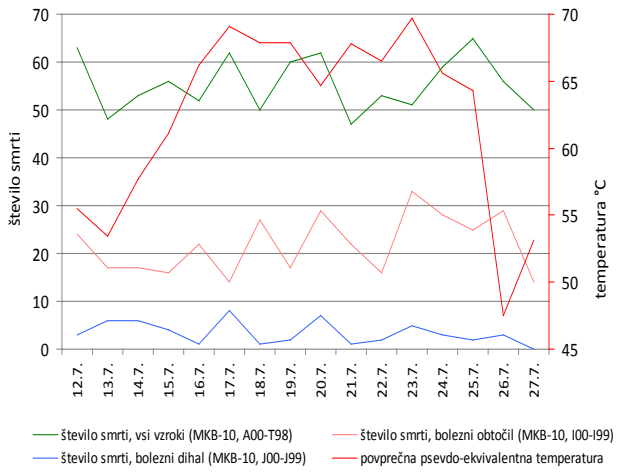
V obdobju vročinskih valov v letu 2015 je bilo v Sloveniji v celotni populaciji povečano število smrti za 137, vendar ni bilo statistično značilno. 98 teh smrti je bilo zaradi bolezni obtočil in nobenega zaradi boleznim dihal. Število smrti zaradi bolezni obtočil je bilo edino, ki je bilo statistično značilno povezano z večjim številom smrti v času vročinskih valov (RT = 1.14, 95 % IZ 1.01–1.30). Pri pregledu števila smrti zaradi drugih diagnoz (endokrine bolezni, nevrološke bolezni, bolezni prebavil, bolezni sečil in splovil, neoplazme) v obdobju vročinskih valov ni bilo statistično značilne povezave (slika 1).

Pregled števila smrti po spolu je pokazal podobno sliko kot pri različnih diagnozah. Pri moških je bilo v času vročinskih valov število smrti zaradi vseh vzrokov smrti večje od pričakovanega, in sicer 52 smrti, za ženske še nekoliko višje, 89 smrti, vendar je bilo statistično neznačilno tako za moške kot za ženske. Intervali zaupanja so preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti med moškimi in ženskami v obdobju vročinskih valov in obdobju, ko ni bilo vročinskih valov. Število smrti zaradi bolezni obtočil je bilo v obdobju vročinskih valov pri moških in ženskah višje od pričakovanega (pri moških 42 in pri ženskah 53), vendar statistično neznačilno pri obeh spolih. Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti zaradi bolezni obtočil med moškimi in ženskami v obdobju vročinskih valov in obdobju, ko ni bilo vročinskih valov. Tudi pri pregledu




*Slika 1. Relativna tveganja (RT) in 95 % intervali zaupanja (IZ) zaradi vseh smrti po spolu in starostnih skupinah, in po vzrokih smrti v obdobju vročinskih valov v letu 2015 v Sloveniji.*

*Figure 1. Relative risks (RT) and 95 % confidence intervals (IZ) for all deaths by sex and age groups, and due to different diseases in heat waves in year 2015 in Slovenia.*




*Slika 2. Dnevno število umrlih zaradi vseh vzrokov, zaradi bolezni obtočil, bolezni dihal in psevdo ekvivalentna temperatura v Sloveniji, v obdobju od 12. julija do 29. julija 2015 (vročinski val: od 14.7.2015 do 25.7.2015).*

*Figure 2. Daily number of deaths due to all causes, due to diseases of the circulatory system, due to the respiratory system diseases and pseudo equivalent temperature in Slovenia in the period from 12 July to 29 July 2015 (heat wave: from 14/7/2015 to 25/7/2015).*

števila smrti pri moških zaradi bolezni dihal je bilo število smrti v obdobju vročinskih valov večje od pričakovanega (2 smrti), pri ženskah pa ni bilo razlike. Povezanost za moške je bila statistično neznačilna. Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti zaradi bolezni dihal med moškimi in ženskami v obdobju vročinskih valov in obdobju, ko ni bilo vročinskih valov (slika 1).

Pri pregledu števila smrti pri različnih starostnih skupinah v obdobju vročinskih valov in obdobju brez vročinskih valov so rezultati pokazali večjo variabilnost. Za vse vzroke smrti, za starostno skupino 5–74 let je bilo povečano število smrti v obdobju vročinskih valov višje od pričakovanega za 22 smrti, za starostno skupino 75 let in več pa 115 smrti. Za starostno skupino 75 let in več je bila povezava med obdobjem vročinskih valov in številom smrti zaradi vseh vzrokov statistično značilna (RT = 1.11, 95 % IZ 1.00–1.22). Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti zaradi vseh vzrokov med obema starostnima skupinama. Število smrti zaradi bolezni obtočil v starostni skupini 5-74 let je bilo v obdobju vročinskih valov višje od pričakovanega za 6 smrti, prav tako za starostno skupino 75 let in več za 92 smrti. Za starostno skupino 75 let in več je bila povezava med vročinskimi valovi in številom smrti zaradi bolezni obtočil statistično značilna (RT = 1.17, 95 % IZ 1.01–1.34). Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti zaradi bolezni obtočil med obema starostnima skupinama. Pri opazovanju smrti zaradi bolezni dihal pri starostni skupini 5-74 let v obdobju vročinskih valov ni bilo večjega števila smrti od pričakovanega, za starostno skupino 75 let in več pa je bilo nekoliko večje število smrti: 4 smrti, povezava pa ni bila statistično značilna. Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečanem številu smrti zaradi bolezni dihal med obema starostnima skupinama (slika 1).

Na koncu smo grafično analizirali še najdaljši in najintenzivnejši vročinski val v letu 2015 v Sloveniji. Na grafu ni videti, da bi se število smrti v času vročinskega vala veliko spreminjalo, niti ni pričakovanega večjega ali manjšega števila smrti po vročinskem valu (slika 2).

## Rezultati raziskave umrljivosti v obdobju vročinskih valov v letih 2006–2015

V obdobju V obdobju vročinskih valov v letih od 2006 do 2015 v Sloveniji smo ugotovili povečano umrljivost za celotno populacijo in sicer 43,221/100.000 prebivalcev, vendar ni bila statistično značilna. Od povečane umrljivosti je 23,002/100.000 prebivalcev umrlo zaradi bolezni obtočil in 2,06/100 000

prebivalcev zaradi bolezni dihal. Tudi umrljivosti v obdobju 2006 do 2015 in povezanosti z vročinskimi valovi zaradi drugih diagnoz (endokrine bolezni, nevrološke bolezni, bolezni prebavil, bolezni sečil in splovil, neoplazme in duševne bolezni) so bile vse statistično neznačilne.

Pri pregledu umrljivosti po spolu so rezultati dali podobno sliko, kot pri različnih diagnozah za celotno populacijo. Za umrljivost za vsemi vzroki smo ugotovili višjo umrljivost od pričakovane v času vročinskih valov za moške 33,242/100.000 prebivalcev in za ženske 81,219/100.000 prebivalcev, vendar je bila statistično neznačilna tako za moške kot za ženske. Intervali zaupanja so preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečani umrljivosti med moškimi in ženskami. Pri pregledu števila smrti pri moških zaradi bolezni obtočil je bila umrljivost višja od pričakovane in sicer 13,078/100.000 prebivalcev v obdobju vročinskih valov in pri ženskah 32,092/100.000 prebivalcev vendar statistično neznačilno pri obeh spolih. Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v umrljivosti zaradi bolezni obtočil med moškimi in ženskami. Pri pregledu števila smrti pri moških zaradi bolezni dihal je bila umrljivost povečana od pričakovane 2,445/100.000 prebivalcev v obdobju vročinskih valov in pri ženskah 4,408/100.000 prebivalcev. Povezanost za moške in ženske je bila statistično neznačilna. Intervali zaupanja so bili zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v umrljivosti zaradi bolezni dihal med moškimi in ženskami.

Pri pregledu umrljivosti po  različnih starostnih skupinah v obdobju vročinskih valov in obdobju brez vročinskih valov so rezultati pokazali večjo variabilnost.  Za vse vzroke smrti za starostno skupino 5–74 let smo ugotovili povišano umrljivost v času vročinskih valov: 9,107/100.000 prebivalcev, za starostno skupino 75 let in več pa 455,428/100.000 prebivalcev. Za starostno skupino 75 let in več je bila povezava med vročinskimi valovi in umrljivostjo zaradi vseh vzrokov statistično značilna (RT = 1,09, 95 % IZ 1,04–1,15). Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v povečani umrljivosti zaradi vseh vzrokov med obema starostnima skupinama. Umrljivost  zaradi bolezni obtočil za starostno skupino 5–74 let je bila povečana umrljivost v času vročinskih valov višja od pričakovane 31,458/100.000 prebivalcev, za starostno skupino 75 let in več pa 307,203/100.000 prebivalcev. Za starostno skupino 75 let in več je bila povezava med vročinskimi valovi in umrljivostjo zaradi bolezni obtočil statistično značilna (RT = 1,13, 95 % IZ 1,05–1,2). Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v umrljivosti zaradi bolezni obtočil med obema starostnima skupinama. Za umrljivost zaradi bolezni dihal, za starostno skupino 5–74 let nismo ugotovili višje umrljivosti v času vročinskih valov od pričakovane, za starostno skupino 75 let in več pa je bila povišana 35,58/100.000 prebivalcev ni pa bila statistično značilna. Intervali zaupanja so zopet preširoki, da bi lahko utemeljili kakršnokoli razliko v umrljivosti zaradi bolezni dihal med obema starostnima skupinama.

## Razprava

Ekstremni vremenski dogodki, kot so na primer vročinski valovi v poletnem času, se pojavljajo tudi v Sloveniji. Pri interpretaciji zaključkov glede smrti/umrljivosti v vseh vročinskih valovih, tako tistih, ki so se pojavili samo v letu 2015 in tistih, ki so se pojavili tekom desetih let od 2006 do 2015, moramo upoštevati, da v Sloveniji umre majhno število prebivalcev na dan in rezultati slonijo tudi na definiciji vročinskih valov, ki ni poenotena med državami. Povprečno je v Sloveniji v opazovanih 10 letih umrlo v času vročinskih valov 7 % prebivalcev več od pričakovanega. Vpliv vročinskih valov v Sloveniji na število smrti/umrljivost kaže naraščajoč trend za tiste stare več kot 75 let in za tiste z boleznimi obtočil. Pri tem je potrebno omeniti, da smo v tem času že opozarjali na negativne vplive vročinskih valov. Poleg tega je iz leta v leto vse več prostorov opremljenih s klimatskimi napravami.

Starost je dobro poznan dejavnik tveganja za povečano umrljivost med vročinskimi valovi in je bil dokazan v številnih raziskavah (Åström 2011; Kenny 2003). Ogroženost starejših lahko pripišemo fiziološkim in socialnim dejavnikom, kot so: starostniki večkrat živijo sami, pogosta je polimorbidnost, uporaba različnih zdravil, počasnejša sposobnost prilagajanja in neustrezno vedenje v času vročinskih valov, omejen dostop do zdravstvene pomoči in pomanjkanje klimatskih naprav (Åström 2011; Kenny 2003).

Kar zadeva bolezni obtočil, vemo da vročina poveča minutni volumen srca, povzroči prerazporeditev krvi iz notranjih organov na periferijo, kjer povzroči razširitev žil in poveča potenje ter verjetnost za trombozo. Odgovor telesa se poslabša pri starejših še zaradi omejene termoregulacijske kapacitete in višjega nivoja holesterola, kar poveča verjetnost za akutne koronarne dogodke (Keating 1986). Poleg tega sistemi v telesu ne delujejo ločeno: okužba ali vnetje dihalnih poti lahko pospeši razvoj aterosklerotičnih plakov in posledično hiperkoagulacijo, kar vodi do trombotičnih dogodkov (Lavallee 2002).

Ostali rezultati naše raziskave se nekoliko razlikujejo od drugih objavljenih raziskavah umrljivosti v času vročinskih valov. Učinek vročinskih valov na umrljivost v Sloveniji ni bil močnejši pri ženskah kot pri moških,

tako pri celotni populaciji, kot pri boleznih obtočil ali boleznih dihal, kar so nekatere tuje raziskave potrdile (Anderson 2009, Basu 2008; Hajat 2010). Ta fenomen lahko pripišemo dejstvu, da ženske dosežejo višjo starost, kot moški in starejši več umirajo zaradi učinka vročinskih valov (Hajat 2010). Ne moremo pa izključiti tudi vpliva kulturnih razlik in različnih navad starejšega dela ženske in moške populacije v različnih okoljih. Čeprav v Sloveniji ženske prav tako živijo dlje, v raziskavi nismo potrdili takšne povezanosti. V naši raziskavi prav tako nismo potrdili povezanosti med umrljivostjo zaradi vročinskih valov zaradi bolezni dihal, endokrinih bolezni, nevroloških bolezni, bolezni prebavil, bolezni sečil in splovil ter neoplazem, kar je v nasprotju z nekaterimi do sedaj objavljenimi raziskavami (Bouchama 2007; D'Ippoliti 2010; Conti 2007, Hansen 2008a; Hansen 2008b; Kauser 2001). Izpostavljenost visokim temperaturam lahko v pljučih izzove nastajanje vnetnih dejavnikov, pospeši frekvenco dihanja in poslabša kronična, obstruktivna obolenja dihal, ki so pogosta pri starejših. Kronična obolenja, kot je sladkorna bolezen lahko povzroči presnovno, srčno-žilno, nevrološko in vedenjsko okvaro, ki oslabi ustrezen termoregulacijski odziv v obdobju vročinskega stresa. Slab nadzor nad koncentracijo glukoze v krvi in nevropatije preprečujejo potenje ob visoki vročini bolnikom s sladkorno boleznijo tipa 2, kar je zaskrbljujoče, saj pogostost debelosti in sladkorne bolezni v Sloveniji naraščata. Podobno pri izpostavljenosti vročini pride do prerazporeditve krvnega obtoka iz žil notranjih organov na periferijo, kar pomeni stres za ledvice (Kenny 2010). V več raziskavah so tudi potrdili povezanost med vročinskimi valovi in umrljivostjo zaradi bolezni živčevja in duševnih bolezni, vendar pa učinki vročine pri tovrstnih bolnikih niso natanko znani. Mehanizmi pri tistih z boleznimi živčevja so med drugim lahko: slaba skrb zase, ne dovolj dobra zdravstvena oskrba in posledice fizioloških procesov staranja (Bouchama 2007; Hansen 2008b; Kaiser 2001) .

Nekatere raziskave so potrdile domnevo, da visoke temperature povzročijo večjo umrljivost še nekaj časa po vročinskem valu (ang. tako imenovan »lag«) (Semenza 1999). Glede na naše grafične analize (sekvenčni diagrami) tega fenomena v Sloveniji nismo dokazali, zato smo zadržani pri interpretaciji. Niti nismo opazili upada števila smrti po vročinskih valovih, kar naj bi bila posledica povečanega števila smrti v času vročinskega vala (ang. tako imenovan »harvesting«) (Alberdi 1998).

Zavedamo se, da imajo rezultati naše raziskave nekatere pomanjkljivosti. Pomanjkljivost je nedvomno majhen vzorec in kot lahko vidimo na sliki 1, so 95 % intervali zaupanja zelo široki in interpretacija zato težka. To je deloma posledica majhne populacije v Sloveniji, vendar pa so po drugi strani zabeleženi samo osnovni vzroki smrti in zanimivo bi bilo vedeti še druge vzroke, kot so poškodbe, druge bolezni in stanja ali dogodki, ki so privedli do smrti. Pomanjkljivost raziskave je tudi, da nismo upoštevali drugih motečih dejavnikov, ki so prav tako povezani s povečano umrljivostjo v poletnem času.

## Pomen raziskave

Podnebne spremembe postajajo vse bolj pomembna tema v javnem zdravju na področju zdravja in okolja. V svetu in Evropi so bile izvedene številne epidemiološke raziskave, ki so ugotovile povezanost med povečano umrljivostjo in vročinskimi valovi za različne ranljive skupine. Glede na to, da se tudi v slovenskem prostoru pojavljajo ekstremni vremenski pogoji, ki vključujejo tudi visoke temperature v poletnih mesecih, je nujno, da natančneje pregledamo stanje tudi za našo državo.

Glede razvoja stroke bodo rezultati dali nujne znanstvene temelje za na dokazih podprte ukrepe v Sloveniji, pri blaženju posledic, ki jih pričakujemo v umrljivosti zaradi vročinskih valov. V raziskavi smo razjasnili, katere ranljive skupine so ogrožene v Sloveniji in ker v prihodnosti pričakujemo še daljše, močnejše ter bolj pogoste (Meehl 2004) vročinske valove, je pregled stanja pomemben za Slovenijo in druga podobna območja v Evropi. Rezultati bodo lahko pripomogli k boljši politiki pri preprečevanju posledic vročinskih valov z boljšimi strategijami za enakost do zdravja za vse.

Raziskava lahko predstavlja dobro izhodišče za nadaljnje raziskave na tem področju. V prihodnosti bodo potrebne dodatne raziskave, ki bodo lahko dale uvid v prilagoditev na vročinske valove v Sloveniji, prav tako je potrebno pregledati povezanost med obolevnostjo in vročinskimi valovi. Pomembno pomanjkljivost v raziskavi lahko predstavlja neupoštevanje potencialnih motečih dejavnikov, ki prav tako prispevajo k večji umrljivosti v poletnem času. To so predvsem troposferski ozon v poletnem obdobju, druga onesnaževala zunanjega zraka (delci različnih velikosti), kot tudi prisotnost onesnaževal v notranjem okolju. Prav tako sta pomembna tudi socialno-ekonomski status in življenje v mestu ali na podeželju.

## Viri

*Agencija Republike Slovenije za Okolje. Kazalci okolja. Število umrlih v času vročinskih valov. Pridobljeno 25.2.2017 s spletne strain: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=685*

*Alberdi J C, Diaz J, Montero J C, et al.1998: Daily mortality in Madrid community 1986-1992: relationship with meteorological variables. Eur J Epidemiol. 14: 571-578.*

*Anderson BG, Bell ML. 2009: Weather-Related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. Epidemiology. 20(2):205-2013.*

*Åström DO, Forsberg B, Rocklöv J. 2011: Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. Maturitas. 69:99-105.*

*Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, et al. 2008: Health effects on mortality in 15 European cities. Epidemiology. 19(5):711-719.*

*Basu R, Samet JM. 2002: Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of epidemiological evidence. Epidemiological Reviews. 24(2):190-202.*

*Basu R, Feng WY, Ostro BD.2008: Characterizing temperature and mortality in nine Californian countis. Epidemiology. 19:138-145.*

*Basu R .2009: High ambient temperature and mortality: a review of epidemiological studies from 2001 to 2008. Environmental health. 8(1): 40.*

*Bouchama A, Dehbi M, Mohamed G, Mattihies F, et al.2007: Prognostic Factors in heat wave related deaths: a meta-analysis. Arch Intern Med. 167:2170-2176.*

*Conti S, Masocco M, Meki P, et al. 2007: General and specific mortality among the elderly during the 2003 heatwave in Genoa (Italy). Environ Res. 103:267-274.*

*D'Ippoliti D, Michelozzi P, Marino C, et al. 2010: The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from EuroHEAT project. Environ Health. 9:37-45.*

*Hajat S, Kosatky T.2010: Heat related mortality: a review and exploration of heterogenity, J Epidemiol Community Health. 64:753-760.*

*Hansen AL (a), Bi P, Ryan P, et al.2008: The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city of Australia. Int J Epidemiology. 37:1359-1365.*

*Hansen A (b), Bi P, Nithschke M, et al. 2008: The effect of heat waves on mental health in a temperate Australian cities. Environ Health Perspect. 116:1369-1375.*

*Hoshiko S, English P, Smith D, et al. 2010: A simple methode for estimating excess mortality due to heat waves, as applied to the 2006 Claifornia heat wave. Int J Public Health. 55:133-137.*

*IPCC. Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Edited by: Solomon S, Quin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, TignorM, Miller HL. United Kingdom and New York, NY, USA. Cambridge University Press 996.*

*Kaiser R, Rubin CH, Henderson AK, et al.2001: Heat-related deathand mental ilness during the 1999 Cincinnati heat wave. Am J Forensic Med Pathol. 22:303-307.*

*Keating W R, Coleshaw S R, Easton J C, et al.1986: Increased platelet and red cell counts, blood viscosity and plasma cholesterol levels during heat stress and moratality from coronary and cerebral throbosis, Am J Med. 81: 795-800.*

*Kenney WL, Munce TA. 2003: Invited review: ageing and human temperature regulation, J Appl Physiol. 95:2598-2603.*

*Kenny G P, Yardley J, Brown C, et al.2010: Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases CMAJ. 182: 1053-1060.*

*Kilbourne EM, Choi K, Jones TS, Thacker SB.1982: Risk factors for heatstroke. A case-control study. JAMA. 247(24):3332-3336.*

*Knowlton K, Rotkin Ellman M, King G, et al.2009: The 2006 Claifornia heat wave : impact on hospitalization and emergency department visits. Environ Health Prespect. 117: 61-67.*

*Kovats RS, Kristie LE. 2006: Heat waves and public health in Europa. European Journal of Public Health. 16:592-599.*

*Kovats RS, Hajat S. 2008: Heat stress and public health: a critical review. Annual Review of Public Health. 29:41-55.*

*Lavallee P, Perchaud V, Gautier Bertrand M, et al. 2002: Assocciation between influenza vaccination and reduced risk of brain infarction. Stroke. 33: 513-518.*

*Le Terte A, Lefranc A, Eilstein D, et al. 2006: Impact of the 2003 heatwave on all cause mortality in 9 French cities. Epidemiology. 17(1):75-79.*

*Meehl GA, Tebaldi C.2004: More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in 21th century. Science. 305:994-997.*

*Prince MI, Wu F, Guo J.2015: The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. Lancet. 385:549-562.*

*Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, et al. 1996: Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. New England Journal of Medicine. 335(2):84-90.*

*Semenza JC, McCullough D, Flanders W D, et al.1999: Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. Am J prev Med. 16: 269-277.*

*Semenza JC, Wilson DJ, Parra J, Bontempo BD, Hart M, Sailor DJ, et al.2008: Public perception and behavior change in relationship to hot weather and air pollution. Environ Res. 107(3):401-411.*

*Sommet A, Durrieu G, Lapeyre-Mestre M, Montastruc JL. 2012: Association of French Pharmaco Vigilance Centres. A comparative study of adverse drug reactions during two heat waves that occurred in France in 2003 and 2006. Pharmacoepidemiol Drug Saf. 21(3):285-288.*

*Statistični Urad Republike Slovenije. Regije v številkah. Pridobljeno 25.2. 2017 s spletne strain: http://www.stat.si/StatWeb/File/DocSysFile/8941*

*Tomšič S, Šelb Šemerl J, Omerzu M. 2008: Vpliv vročinskih valov na umrljivost ljudi. In: Svetovni dan zdravja 2008. Podnebne spremembe vplivajo na zdravje: moje, tvoje, naše. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije, 22-24.*

*United Nation, 2013. Department of Economic and Social Affairs, Population Devision. World Population Ageing 2013 ST/ESA/SER.A/348.*

*Viggoti MA, Muggeo VM, Cusimano R. 2006: The effect of birth-place on heat tolerance and mortality in Milan, Italy, 1980-1989. Int J Biometeorol. 50:335-341.*