

Agrovoc descriptors: climatic change, damage, greenhouse effect, air temperature, storms, disasters, heat, thermal stress, social change, mankind, population dynamics, quality of life, environmental factors

Agris category code: P10, A01, E50

COBISS code 1.02

Podnebne spremembe in njihovi vplivi na kakovost življenja ljudi

Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ¹

Delo je prispelo 15. aprila 2005; sprejeto 15. maja 2005
Received: April 15, 2005; accepted: May 15, 2005

IZVLEČEK

Podnebne spremembe bodo vplivale na počutje in zdravje ljudi ter v splošnem na kakovost življenja, zato je preučevanje teh učinkov pomemben izziv za znanstvenike. Možne posledice podnebnih sprememb za zdravje ljudi bodo odvisne tako od velikosti in poteka podnebnih sprememb kot tudi od socio-ekonomskih dejavnikov. Glavni neposredni dejavnik, ki bo povzročal ranljivost na podnebne spremembe, bo povečana pogostnost in intenzivnost ekstremnih vremenskih dogodkov (poplave, neurja, suše). To bo povzročalo materialne škode, selitve prebivalstva, pomanjkanje hrane in vode, povečano smrtnost in širjenje bolezni. Ženska populacija bo bolj ranljiva. Vročinski valovi bodo usodni predvsem za stararostnike, kot bilo razvidno v Evropi poleti 2003. Povečana koncentracija CO₂ in višje temperature bodo spodbudile rast alergogenih rastlin in podaljšale pelodno sezono. Podnebne spremembe bodo ogrožale tudi socio-ekonomski razvoj, demografske tokove, turizem in zdravstveno infrastrukturo. Učinski podnebnih sprememb bodo še posebej izraziti v velikih mestih, obalnih področjih in v gorskem svetu.

Ključne besede: podnebje, globalno ogrevanje, temperatura zraka, ujme, počutje in zdravje ljudi, Slovenija

ABSTRACT CLIMATE CHANGE IMPACTS ON QUALITY OF HUMAN LIFE

Global climate change affecting patterns of human health and quality of life in general poses a central challenge to scientists and policymakers. Impacts of climate change on human health will depend on the type, intensity, frequency and distribution of the climatic hazards and on the social vulnerability of the population. There is increasing evidence on the pathways on how climate variability and change affect health. Quality of life is directly tied to regional increases in climate extremes (storms, floods, cyclones) which will cause physical damage, population displacement, and adverse effects on food production, freshwater availability and adverse health effects such as deaths, cardio vascular and respiratory morbidity and infectious or food borne disease outbreaks. Women tend to be more vulnerable and marginalized. Heat-waves cause significant mortality in the aging populations as has

¹ Prof.dr., univ.dipl.meteor., Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za agronomijo, 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101, Slovenija

been shown in the European heat-wave in 2003. Increased concentrations of carbon dioxide and increases in temperature are projected to increase the growth rate of allergen-producing plants and the length of the pollen season. Climate change may also affect demographic shifts, socio-economic development, tourism and health services infrastructure. There are areas where the impacts might be higher: urban areas, coastal and low lying areas and mountainous areas.

Key words: climate, global warming, air temperature, extreme climatic events, diseases, mortality, Slovenia

1. UVOD

Vpliv vremena in podnebja na človeka preučuje biometeorologija (Kalkstein, 2001). To je razmeroma mlada veda, ki združuje biologijo, meteorologijo, medicino in druge. Zajema zelo široko strokovno področje, čeprav se največkrat osredotoča na atmosferski vpliv na počutje in zdravje ljudi, ki se izraža s kratkotrajnimi vremenskimi učinki (sinoptična skala) oziroma s povprečnimi pokazatelji dolgotrajnih ali sezonskih vremenskih vplivov (klimatološka skala). Njene izsledke lahko uporabljajo zdravniki, arhitekti, gradbeniki in tudi najširša javnost (Cegnar, 2001).

Ozračje deluje na telo kot celoto in tudi vpliv posameznih meteoroloških spremenljivk upoštevamo glede na njihov skupni učinek na telo, zato jih glede na učinke združujemo v štiri skupine: toplotne, aktične, kemične ter nevrotropne. Najbolje so raziskani toplotni učinki, ki so odvisni od temperature in vlažnosti zraka, toplotnega in sončnega sevanja ter vetra. Za vrednotenje toplotnega ugodja oziroma neugodja je na voljo več modelov (Anderson, 1999; Havenith, 2001), ki temeljijo na energijski bilanci človeka telesa in poleg meteoroloških razmer upoštevajo tudi izolacijsko vlogo obleke in notranje sproščanje toplote v telesu v odvisnosti od njegove aktivnosti. Manj raziskani so vplivi različnih sevanj in onesnaženja zraka na človekovo počutje (Hočevar in Kajfež-Bogataj, 1989). Te raziskave so osredotočene predvsem na vplive UV sevanja in pa slabšanje kakovosti zraka v urbanih območjih (WMO, 1998). Najmanj je raziskan nevrotropni vpliv vremena, ki deluje predvsem na vegetativno živčevje in se ga večinoma ne zavedamo. Vegetativno živčevje se odziva na vremenske spremembe, rezultat je nenehno prilagajanje ali neskladje posameznih funkcij, ki jih uravnava živčevje neposredno (npr. krvni tlak) ali posredno (razdražljivost, motnje pri koncentraciji, zaspanost). Raziskava o vplivu biovremenskih razmer na prometno varnost je npr. pokazala, da se število nesreč ob prehodu hladne fronte in ob bližanju oz. nastanku ciklona nad severnim Sredozemljem zelo poveča (Cegnar, 1995).

V zadnjem desetletju pa se biometeorologija človeka predvsem usmerja v raziskovanje vplivov podnebnih sprememb na zdravje ljudi, še zlasti po letu 2003, ko je predvsem Evropa doživela ekstremno vroče poletje z vročinskimi valovi, ki so terjali na tisoče življenj. V zadnjih desetletjih smo priča izraziti spremenljivosti podnebja, ki ji z vse večjimi izpusti toplogrednih plinov in spreminjanjem površja planeta v veliki meri botruje človek (Houghton in sod., 2001). Ogrevanje podnebja spremljajo tudi že posledične spremembe v naravi (Hughes, 2000) in družbi. Na območju Evrope se je rastna doba v obdobju 1960-2000 podaljšala za dobrih 10 dni. Tudi različne študije posameznih rastlin v ZDA in tudi pri nas (Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2003) kažejo na zgodnejši razvoj zaradi višjih spomladanskih temperatur. V

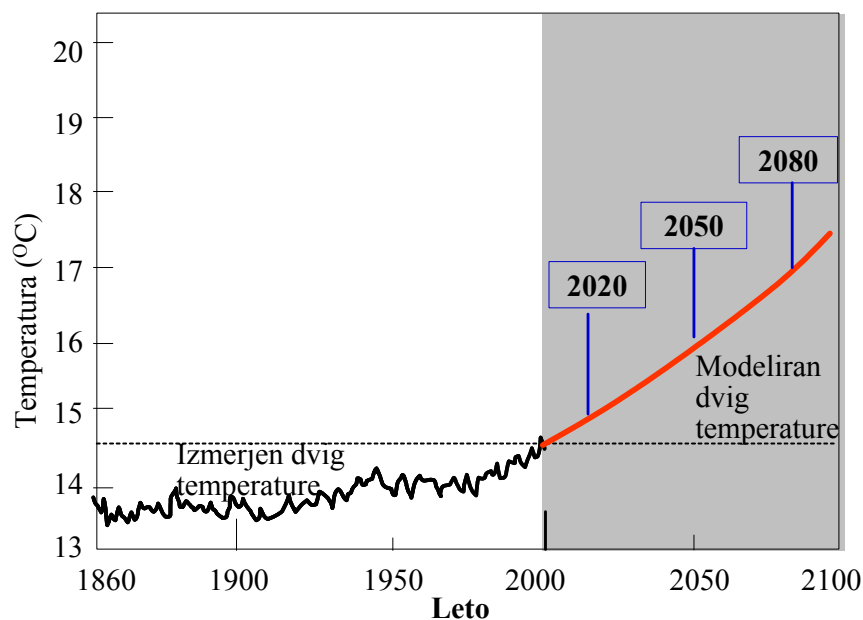
20. stoletju se je povprečna morska gladina zvišala za 10-20 cm, kar je desetkrat hitrejši dvig kot v predhodnih tri tisoč letih. Škoda zaradi ekstremnih vremenskih pojavov v zadnjih letih strmo narašča. V primerjavi z letom 1960 je povprečno letno število svetovnih vremenskih katastrof štirikrat večje, realna gospodarska škoda pa sedemkrat večja. Ocenjeno je, da so se realne letne škode povečale od 3,9 milijarde USD v petdesetih letih na 40 milijard USD v devetdesetih letih. Del škod zaradi tovrstnih katastrof lahko pripišemo tudi hitremu naraščanju prebivalstva in neprimernemu prostorskemu planiranju.

Ker različni družbeno-gospodarski kazalci tudi v prihodnje predvidevajo pomembno vlogo človeka pri spremenljivosti podnebja (slika 1), bodo spremembe podnebja močno vplivale na človeštvo (Kajfež-Bogataj, 2001). Kmetijstvo je usodno odvisno od vremena, enako tudi energetika, vodni viri, pa turizem, promet in seveda naše počutje in zdravje. Posledice globalnega ogrevanja bodo raznovrstne, nekatere tudi pozitivne, vendar pa bodo v večini primerov za naše zdravje negativne. Omenimo naj le prerazporeditev padavin, oteženo preskrbo s pitno vodo, hrano, več poplav, požarov in suš, širjenje nekaterih bolezni na nova območja. Se bodo lahko starostniki, bolniki, brezdomci, nosečnice in otroci, ki imajo v splošnem manjšo prilagoditveno sposobnost, prilagodili na nove razmere? Kaj nas torej čaka in ali smo na to pripravljeni?

2. VELIKOST PODNEBNIH SPREMEMB IN NEGOTOVOSTI

Scenariji bodočega podnebja za Slovenijo so bili izdelani na osnovi rezultatov tretjega poročila Medvladnega panela o klimatskih spremembah (Houghton in sod., 2001) in na simulacijah globalnih modelov splošne cirkulacije zraka (Bergant, 2003). Globalno ogrevanje se bo nadaljevalo in povprečna temperatura površine Zemlje, ki je znašala ob prelomu stoletja 14,5 °C, se bo do leta 2050 zvišala na okrog 16 °C, do konec 21. stoletja pa že na 17 °C (Slika 1), predvsem kot posledica naraščanja števila prebivalstva (od 8,4 do 11,3 milijarde) in človeškega spreminjanja transmisivskih lastnosti atmosfere. Ogrevanje bo izrazitejše v hladni polovici leta in v severnih geografskih širinah (Carter in sod., 2000). Količina padavin naj bi se globalno povečala, a ne v vseh regijah.

Ob predvidenem povečanju vsebnosti toplogrednih plinov in sulfatnih aerosolov se bo dvignila temperatura zraka na celotnem območju Slovenije (Bergant in Kajfež-Bogataj, 2004). Velikih razlik med posameznimi območji Slovenije ni. Do leta 2030 se bodo v Sloveniji temperature zraka predvidoma povečale za 0,5 °C do 2,5 °C, do leta 2060 pa za 1 °C do 3,5 °C. Manj zanesljive so napovedi spremembe povprečne količine padavin, razpon je od +10 % do -30 % ob enaki spremembi variance in verjetnosti pojava padavin. Količina padavin v topli polovici leta se bo najverjetneje zmanjšala v povprečju za do 20%, v zimskem času pa lahko računamo z dokaj nespremenjeno količino padavin. Možno pa je celo tudi zmanjšanje količine padavin v jesenskem času. Kako bo z ostalimi vremenskimi spremenljivkami, ki vplivajo na človekovo zdravje, je še težje napovedati, saj predviden dvig temperature do konca 21. stoletja presega variabilnost temperature v obdobju od začetka meritev meteoroloških spremenljivk v Sloveniji. Zato lahko podnebne razmere dosežejo tudi stanja, ki si jih na osnovi poznavanja preteklosti ne moremo predstavljati. Poletje leta 2003, kakršnega Evropa ni doživela vsaj zadnjih 500 let, je bilo tak ekstremen primer.

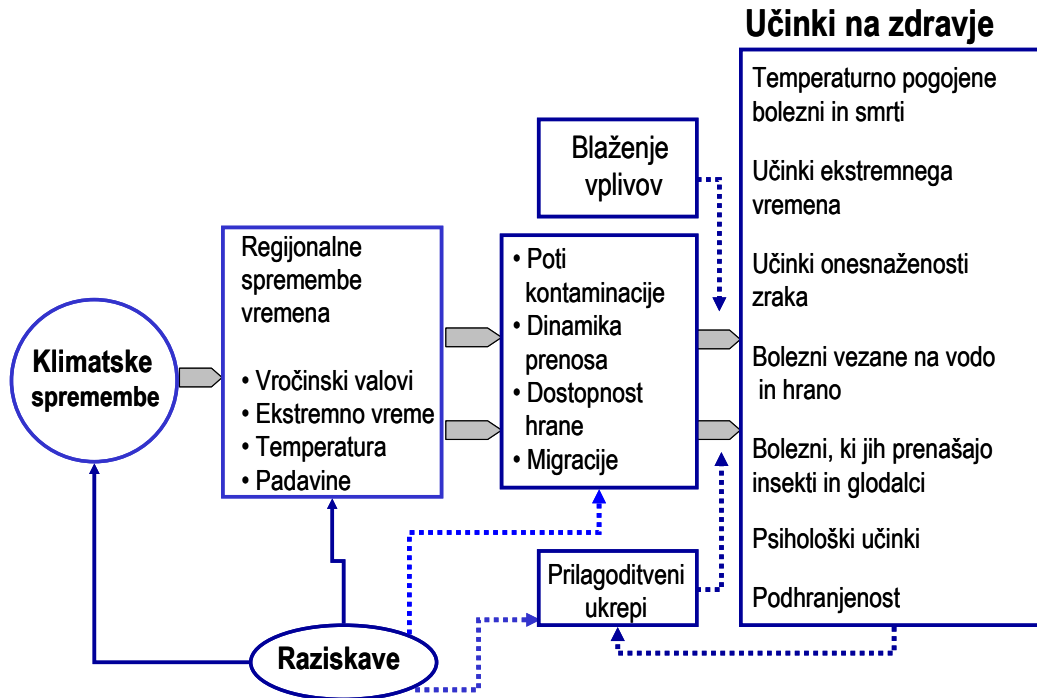


Slika 1: Povprečje scenarijev spreminjanja povprečne globalne temperature površja Zemlje (prirejeno po Houghton in sod., 2001)

3. VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA ZDRAVJE IN POČUTJE LJUDI

Podnebne spremembe bodo zaradi višje temperature površja in zraka spremenile globalno cirkulacijo zraka in s tem krajevne vzorce vremena. Pogostost in razporeditev sinoptičnih situacij nad Sredozemljem in srednjo Evropo bo spremenjena v vseh letnih časih. Posledično bodo na zdravje in počutje ljudi vplivale spremenjene toplotne razmere (dvig temperature in povečana toplotna obremenitev), padavinski režim, intenziteta in pogostosti ekstremnih vremenskih dogodkov (Slika 2). Vzporedno se bo dvigala gladina morja, tanjšal se bo ozonski plašč v stratosferi in posledično naraščala jakost UV sevanja in spreminjala se bo tudi kakovost zraka.

V globalnem merilu je dokaj preprosto naštetih možne posledice podnebnih sprememb za zdravje ljudi (Kalkstein in Smoyer, 1993). Že sedaj marsikje nezadostne vodne zaloge bodo še bolj ogrožene in ponekod bo vode primanjkovalo, še posebno pitne. Zaradi dviga morske gladine bo ponekod slana morska voda vdrla v podtalnico. Pogostejši in močnejši vročinski vali bodo v velemestih zahtevali več življenj, neurja bodo ogrožala lastnino, zdravje in življenja pogosteje kot danes. Višja temperatura bo omogočila širjenje tropskih bolezni tudi izven ekvatorialnega območja. Povečala se bo podhranjenost v nerazvitih državah, podnebne spremembe pa bodo imele tudi negativne psihološke učinke. Učinki podnebnih sprememb bodo zlasti prizadeli žensko populacijo, tako po fiziološki plati kot tudi zaradi življenjskega sloga. Zlasti ženske v nerazvitih državah so še vedno marginalizirane in manj izobražena populacija (Anneck, 2002), ki jo učinki suš in poplav, ob skrbi za otroke in družino, bistveno bolj prizadanejo (Parikh in Denton, 2003).



Slika 2: Povezave med podnebnimi spremembami, raziskavami in učinki na zdravje ljudi (prirejeno po McMichael in sod., 2003)

Veliko težje je predvideti vplive podnebnih sprememb na kvaliteto življenja na regionalnem in lokalnem nivoju, saj napovedi spremlja velika negotovost. Sistematične raziskave na tem področju so se šele začele v razvitih državah (Rehdanz in Maddison, 2005), medtem ko celo v Evropi izsledkov primankuje.

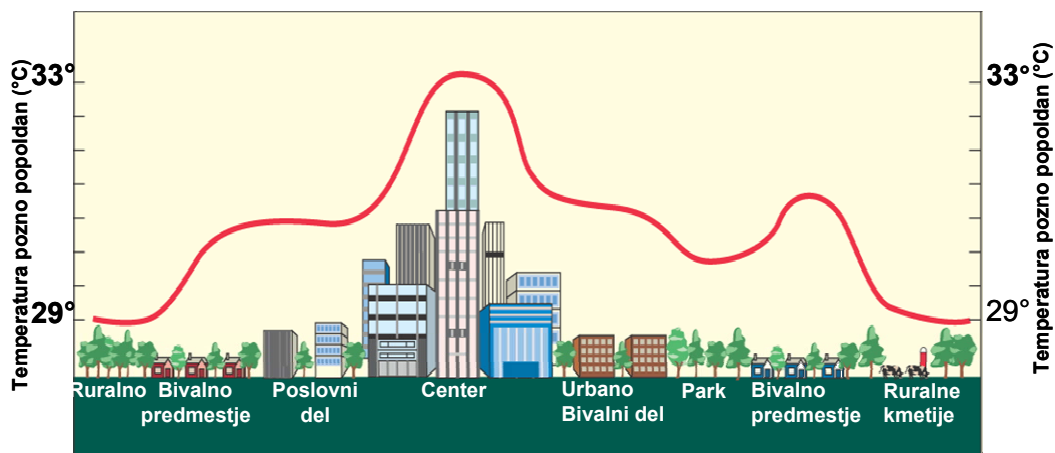
Ob podnebnih spremembah lahko pričakujemo tako neposredne kot tudi posredne vplive na zdravje in počutje ljudi. Lažje je oceniti posledice neposrednih vplivov, npr. povečano število težav in tudi smrti ob vročinskih valih. Veliko težje je oceniti posredne vplive prek porušenega ravnovesja ekosistemov, sprememb v prehrani zaradi sprememb v kmetijski proizvodnji in bolezni rastlin, porazdelitvi zajedalcev in škodljivcev, povečani onesnaženosti okolja ipd. Večala se bo tudi stopnja urbanizacije, spreminjal se bo življenjski standard prebivalcev, povečani bodo migracijski tokovi. Podnebne spremembe bodo vplivale tudi na turistično ponudbo (Nicholls, 2004).

3.1 NEPOSREDNI UČINKI PODNEBNIH SPREMEMB

STRES VROČINE IN MRAZA

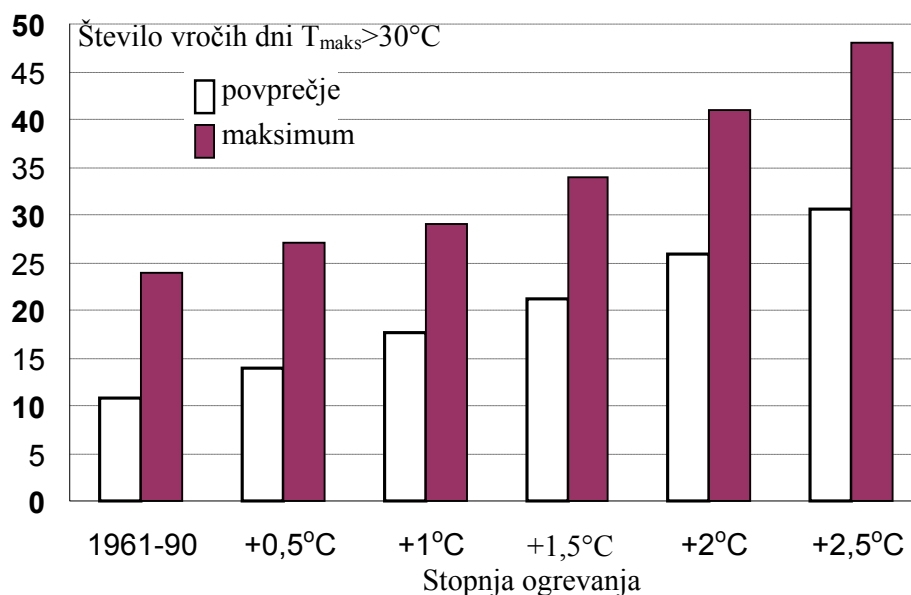
Vročinski vali vsako leto pokosijo kar nekaj življenj predvsem v velemestih zmernih geografskih širin (Davis in sod., 2003, Alberdi in sod., 1998), poleti 2003 pa je vročinski val zahteval več kot 12.000 življenj samo v Franciji, več tisoč mrtvih pa tudi v drugih državah (Martinez-Navarro in sod., 2004). Velika je bila umrljivost v mestih, kjer so bile zaradi toplotnega otoka razmere še posebej obremenilne (Arnfield,

2003). Vročina se v mestu prek dneva močno podaljša v večer, saj je središče mest dokazano za nekaj stopinj toplejše od podeželja v okolici mesta (slika 3). Že v Ljubljani toplotni otok v središču mesta poleti dosega take temperaturne razlike glede na podežeje, kot so predvidene temperaturne spremembe po scenarijih.



Slika 3: Shematičen prikaz mestnega toplotnega otoka v poletnih popoldanskih urah – (prirejeno po Oke, 1997).

Povečalo se bo torej število dni z izjemno visokimi maksimalnimi temperaturami, npr. nad 30 °C. V Ljubljani je bilo v obdobju 1961 do 1990 v povprečju 11 takih dni, največ pa 24 dni (slika 4). Ob zvišanju temperature zraka za 2,5 °C bo v povprečju 31 vročih dni letno. Za primerjavo: leta 2003 je bilo v Ljubljani kar 53 vročih dni. Ob stresu vročine so še posebej izpostavljeni bolniki, otroci, starejše osebe, brezdomci in nosečnice.

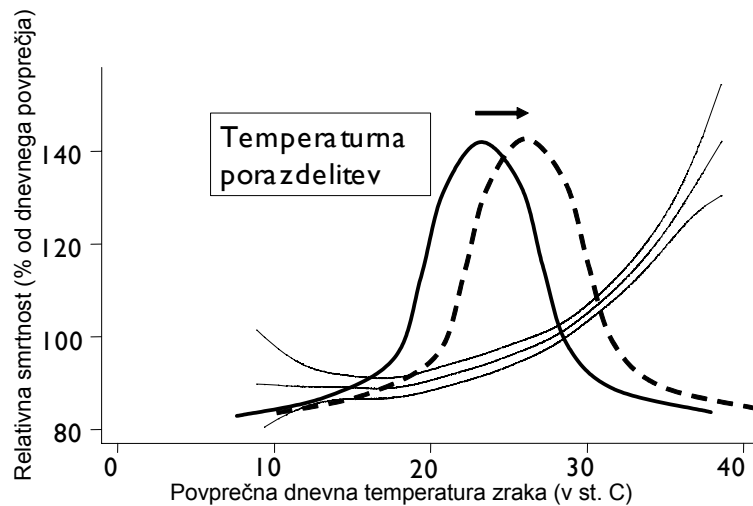


Slika 4: Naraščanje povprečnega letnega in najvišjega števila vročih dni, ko najvišja dnevna temperatura zraka preseže 30 °C, v Ljubljani

Stres vročine ob prihodnjih vročinskih valovih je težko presoditi le na osnovi temperature zraka, saj se lahko pojavijo še razlike v vlažnosti zračnih mas, ki spremljajo obdobja z visokimi temperaturami zraka. Ob takih razmerah ni vetra, pojavljajo se le lokalni vetrovi, zato so najbolj obremenilne razmere na dnu kotlin in na ravninskem območju in seveda v urbaniziranem okolju. Pričakujemo lahko, da se bo jakost toplotnega otoka naših mest še krepila, s tem pa se bodo toplotne razmere v mestnih jedrih slabšale, ne glede na predvidene splošne toplotne razmere.

Znana je povezava med temperaturo zraka in smrtnostjo (Ballester in sod., 1997; Keatinge in sod., 2000). Globalno ogrevanje bo povečalo tudi relativno smrtnost ob vročinskih valovih (slika 5). Ti povzročajo tudi poslabšanje bolezenskih simptomov, močno zmanjšajo delovno storilnost, večjo verjetnost pojavljanja nesreč pri delu in v prometu ter znižanje kakovosti življenja, saj slabo vplivajo na splošno počutje (Kalkstein in Greene, 1997).

Povečana uporaba klimatskih naprav v zaprtih prostorih je lahko celo dodaten vzrok zdravstvenih težav, ob tem pa je prav hlajenje energijsko zelo potratno in še dodatno povečuje količino sproščene toplote v mestih (WHO, 1990). Temu pojavu bi se lahko vsaj deloma izognili z izbiro gradbenih materialov, razporeditvijo in orientacijo stavb, izbiro velikosti in razporeditve oken (Oke, 1997). Tudi zelenje in vodne površine v mestih prispevajo k boljšemu počutju prebivalcev (Jauregui, 1993).



Slika 5: Povezava med povečanjem smrtnosti pri visokih povprečnih temperaturah zraka in spremenjeno temperaturno porazdelitvijo (Ballester in sod., 1997).

Ker bodo naše zime v prihodnje v povprečju bolj mile, bi to lahko zmanjšalo umrljivost zaradi mraza (Jendritzky, 2000). Pri presoji vplivov mraza pa je potrebno upoštevati tudi vetrovne razmere in lahko se zgodi, da bi se kljub višji temperaturi zraka pogosteje pojavljali prodori hladnega in suhega zraka. Zaradi stresa mraza so ogrožena skupina brezdomci in izrazito revni sloji prebivalcev. Navkljub vsemu ocenjujemo, da se bo zimska umrljivost vendarle nekoliko zmanjšala.

UV SEVANJE

Posledica uničevanja zaščitnega ozonskega plašča v višjih plasteh ozračja je naraščanje moči UV žarkov. Pri vsakem enoodstotnem znižanju ozona v stratosferi se povprečni letni odstotek pojavnosti kožnega raka, ki ni melanom, poveča v razponu od 1 do 6 %, pri skvamoznem karcinomu in karcinomu bazalnih celic pa od 1,5 do 2,5% (EEA, 2003). Zaradi dolge življenjske dobe plinov, ki načenjajo ozonski plašč v stratosferi, se bo uničevanje stratosferskega ozona še nadaljevalo in to kljub učinkovitim mednarodnim dogovorom in akcijam za odpravo škodljivih plinov. Ocenjujejo, da se bo koncentracija ozona vrnila na nivo iz začetka devetdesetih let šele sredi tega stoletja.

KAKOVOST ZRAKA IN ALERGOGENI CVETNI PRAH

Dim, saje in škodljivi plini, vključno z ozonom v prizemni plasti ozračja, vplivajo na astmatike in bolnike z boleznimi dihal, še posebno močno v mestih in okolici industrijskih virov onesnaženja. Ocena smrtnosti zaradi dolgotrajne izpostavljenosti v 124 evropskih mestih, za skupaj 80 milijonov prebivalcev, je pokazala, da je okrog 60.000 smrti letno mogoče povezati z dolgotrajno izpostavljenostjo onesnaženosti zraka z lebdečimi delci, ki presega raven $PM_{10} = 5 \mu g/m^3$ (EEA, 2003). Že dandanes je velik problem predvsem poletno onesnaženje zraka, globalno ogrevanje pa bo problem še poglobilo. Sezona pojavljanja fotokemičnega smoga se bo podaljšala, hkrati pa lahko pričakujemo sinergistične stresne učinke ob toplotnih valovih. Vse manj je verjetno, da bomo omejili onesnaževanje zraka s prometom v naslednjih desetletjih, kvečjemu pričakujemo njegov porast. S tem pa tudi bolj onesnažen zrak z organskimi spojinami, inhalabilnimi delci, ozonom in dušikovimi oksidi in drugimi organskimi snovmi. Epidemiološke raziskave namreč potrjujejo povezave med obolevnostjo in onesnaženim zrakom. Ocenjujemo, da bo ob večji poletni vročini tudi ob morebiti nespremenjenih koncentracijah škodljivih plinov njihov učinek večji, ker bo toplotna obremenitev večja.

Višje zimske temperature že sprožajo pojav zgodnejšega cvetenja vetrocvetk (Laaidi, 2001), mnoge med njimi so alergogene in tako lahko pričakujemo, da se bo sezona senenega nahoda začela prej, kot se zdaj. Prišlo pa bo tudi do prostorskega širjenja alergogenih rastlin, tudi takih, ki niso avtohtone, kot je pri nas primer ambrozija.

EKSTREMNI VREMENSKI POJAVI

Izjemni vremenski dogodki lahko neposredno ogrožajo življenja in zdravje ljudi s svojo rušilno močjo in uničujejo imetje. S tehničnim razvojem postajamo še bolj dovzetni za nevarne in škodljive posledice močnih nalivov, poplav ali pa zemeljskih plazov. Predvidevamo, da bodo le-ti postali intenzivnejši, torej bodo tudi njihovi negativni učinki večji. Tudi huda suša lahko ogrozi prebivalce, čeprav se njeni učinki pokažejo počasi. Ljudje se lahko uspešno prilagajamo različnim podnebnim razmeram, vendar kljub temu ostajamo občutljivi na izrazite vremenske spremembe in ekstremne razmere. Posebno občutljivi so starejši ljudje, bolniki in otroci. Ekstremni vremenski pogoji lahko ustvarjajo razmere za širjenje različnih bolezni. Vremenske ujme pogosto uničijo letino in onesnažijo pitno vodo, posledica pa je lahko širjenje bolezni. Podobne so tudi posledice hude suše, razlika je le, da se pokažejo postopoma.

Poplave so najpogostejše naravne nesreče v Evropi. Po mednarodni zbirki podatkov o nesrečah so poplave v obdobju od 1998 do 2002 pomenile kar 43 odstotkov vseh naravnih nesreč. V tem obdobju je bilo v Evropi približno 100 poplav, v katerih je umrlo okoli 700 ljudi, svoje. Zaradi podnebnih sprememb, vključno s pogostejšimi nalivi, naj bi v nekaterih območjih srednje, severne in severovzhodne Evrope ekstremno poplavljanje rek postalo še pogostejše (EEA, 2004). Predvsem je pričakovati, da se bo število lokalnih, nenadnih in silovitih, tj. hudourniških poplav, povečalo, kar povečuje tudi tveganja za ljudi. Poplave lahko terjajo življenja ljudi in živali, povzročijo izbruh različnih bolezni in uničijo domove. Škoda lahko nastane tudi v okolju, na infrastrukturi in lastnini. Neugodni učinki izjemnih poplav na zdravje ljudi so kompleksni in daljnosežni. Zdravje ljudi ob poplavah je ogroženo tudi zaradi omejene zdravstvene oskrbe ter posledičnega povečanja prebavnih in kožnih obolenj, kakor tudi psihičnih motenj. Na zdravje ljudi lahko poplave vplivajo tudi posredno, preko poškodb, nastalih v okolju. Poplave velikih rek lahko povzročijo zamašitev čistilnih naprav (posledica je lahko izpust neprečiščene vode v okolje), poškodbe vegetacije ter sprostitev v tleh uskladiščenih strupenih snovi. V poplavah lahko reke in vodonosnike onesnažijo poškodovani podzemni cevovodi, rezervoarji, zalita odlagališča nevarnih odpadkov in iz usedlin sproščene strupene snovi. Hudourniki lahko povzročijo opustošenje ter okoljsko škodo, kot je erozija prsti, še posebej v povezavi z drugimi naravnimi procesi, kot so npr. zemeljski plazovi, vendar običajno na omejenih površinah. Meteorologija lahko s pravočasnimi opozorili na izredne in nevarne vremenske dogodke prispeva k ohranitvi imetja, zdravja ali celo življenja mnogih ljudi.

3.2 POSREDNI VPLIVI

Podnebje vpliva na zdravje tudi neposredno, prek ekosistemov, hidrološkega cikla, proizvodnje hrane in prenašalcev bolezni. Podnebne spremembe bodo spremenile razvoj in širjenje prenašalcev bolezni, na primer komarjev, klopotov, podgan in podobno (Daniel in Kríž, 2002). Tudi preživetje in razmnoževanje bakterij in virusov je odvisno od temperature in vlage v okolju. Spremenjene podnebne razmere bi lahko vplivale na povečanje odpornosti posameznih vrst bakterij na obstoječa zdravila, s tem problemom se zdravstvo že srečuje, lahko pa se v naslednjih letih problem še zaostri. Tudi možnost razvoja novih vrst bakterij in virusov ni zanemarljiva, še posebej, če se bodo porušila biološka usklajenost ekosistemov, kar bi lahko povzročilo vdor novih vrst prenašalcev virusov in bakterij brez pravih naravnih sovražnikov.

Podnebne spremembe bi lahko povzročile pogostejši pojav cvetenja morja, kar lahko prizadene turizem in zmoti ravnovesje morskega ekosistema ter posledično vpliva na kakovost in razpoložljivost hrane morskega izvora. Dvig morske gladine bi lahko povečal močvirna območja ob obali in s tem povečal območja, kjer se gojijo komarji in ostali mrčes.

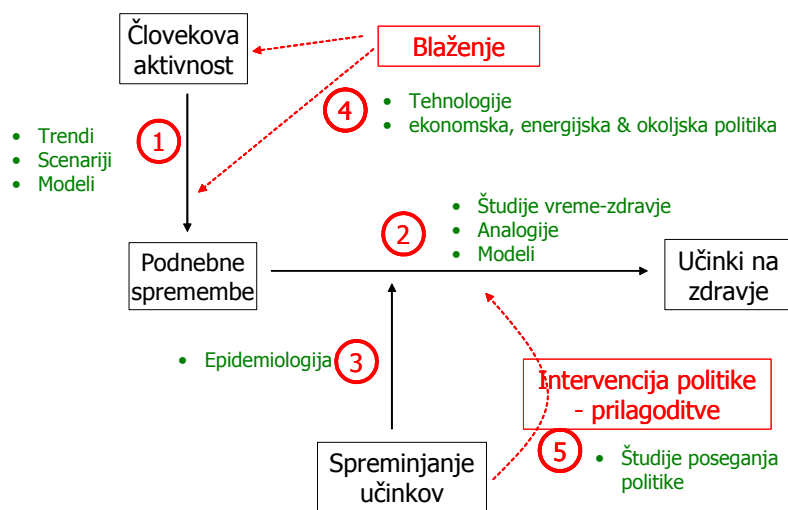
Morebitna daljša sušna obdobja bodo povzročila težave z oskrbo s pitno vodo zaradi znižanja nivoja podtalnice ali pa s presihanjem vodnih virov. Ob tem se tudi pri nas z onesnaževanjem podtalnice krčijo razpoložljivi viri kakovostne pitne vode. Spremenjeno razmerje med dežjem in sneženjem bo lahko zmanjšalo zaloge vode, ki se zdaj sproščajo šele spomladi ali ob začetku poletja. Na zaloge pitne vode lahko

vplivajo tudi poplave in intenzivne padavine, ki bi hitro odtekle in pospeševale erozijo tal.

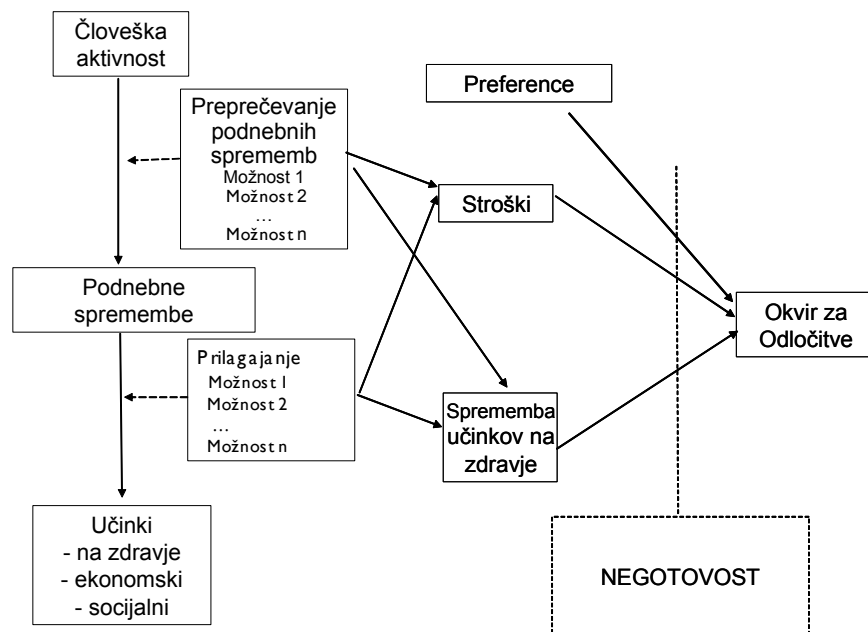
Nekatere bolezni so tipično vezane na letne čase. Podnebne spremembe in povečana variabilnost podnebja bi lahko pospešile njihovo širjenje in podaljšala obdobje, ko se te bolezni pojavljajo. Podnebne razmere vplivajo na navade in druženje ljudi ter zbiranje v zaprtih prostorih, ki so idealni za prenos nalezljivih bolezni (Kovats in sod., 2001). Med boleznimi, katerih pogostost naj bi se v prihodnje povečala, sodijo gotovo tiste, ki so posledica sprememb v okolju: kronične bolezni dihal, rakasta obolenja, kardiovaskularne bolezni, zastrupitve in bolezni, ki jih prenašajo posredniki (Epstein, 2001). Kot posledico močnega onesnaženja zraka lahko prištejemo tudi akutne bolezni dihal in kronične bolezni dihal, obtočil in srca, raka. Večja dovzetnost za bakterije in viruse je prav tako možna. Opazno je naraščanje primerov astme pri otrocih v razvitem svetu.

Mednarodne ocene predvidevajo večje migracijske tokove, ki jih bodo sprožile podnebne spremembe. Večje število priseljencev bi verjetno povečalo našo ranljivost, saj bi le-ti lahko s seboj prinesli nekatere nalezljive bolezni, zaradi neprilagojenosti našim podnebnim razmeram bi lahko pogosteje obolevali; verjetno pa ne moremo tudi mimo dejstva, da so doseljenci navadno socialno najbolj ogrožen sloj. Podnebne spremembe bodo torej zmanjšale nacionalno varnost., saj bo lahko zaradi beguncev prihajalo tudi do političnih napetosti med državami ali celo do novih voljih žarišč (Brauch in sod., 2003).

Zvišanje temperature bo pospešilo tudi okužbe hrane, na primer s salmonelo, množenje škodljivcev in zajedalcev v hrani rastlinskega in živalskega izvora (Kovats in sod., 2003). Ni izključeno, da se bodo namnožile posamezne vrste živali, ki sedaj živijo v ravnotežju in bistveno ne ogrožajo ljudi, npr. klopi, ki prenašajo boreliozo in virusni meningitis. Spremenjene podnebne razmere bi lahko povečale njihovo prostorsko razširjenost kot tudi številčnost na že obstoječih območjih.



Slika 6: Pomen interdisciplinarnih raziskav pri prilagajanju na podnebne spremembe (McMichael in sod, 2003)



Slika 7: Kompleksnost priprave strategije za odločanje o vplivu podnebnih sprememb na zdravje (McMichael in sod, 2003)

Po večinskih ocenah bodo učinki podnebnih sprememb na zdravje ljudi še posebej izraziti v velikih mestih, obalnih območjih in v gorskem svetu. Velika milijonska mesta, zlasti v tropskem pasu, se večajo in pričakujemo lahko še dodatne priseljence, ki jih bodo povzročile podnebne spremembe (Norris, 2002). Velika mesta imajo že brez podnebnih sprememb onesnažen zrak, probleme s kakovostno pitno vodo, izrazit toplotni otok, neurejeno infrastrukturo, gost promet in pogosto velike socialne razlike – npr. barakarska naselja, kjer ljudje živijo brez osnovnega higienskega minimuma in so možne epidemije. Vse omenjene težave bodo podnebne spremembe še okrepile.

Obalna območja bodo imela težave zaradi dviga morske gladine, poplavljanja, zasoljevanja, pomanjkanja pitne vode in negativnih vplivov na morsko fauno in floro. Predvidimo lahko velike migracije prebivalcev v notranjost kontinentov. Tudi ljudi v goratih predelih bodo podnebne spremembe bolj ogrozile. V ta območja se bodo naseljevale nove rastlinske in živalske vrste, med njimi tudi prenašalci novih bolezni. Visokogorske kraje ogrožajo tudi vetrolomi, neurja, hudourniške poplave ter snežni in zemeljski plazovi.

4. SKLEPI

Čeprav so raziskave na področju vpliva podnebnih sprememb na zdravje šele na začetku, je vseeno nujno začeti razmišljati o strategiji prilagajanja. Ta mora upoštevati trende spreminjanja meteoroloških spremenljivk in modelne napovedi scenarijev za prihodnje podnebje (slika 6). Politika mora pretehtati tako možnosti za blaženje podnebnih sprememb kot različne opcije za prilagajanje. Nujno je vlaganje

sredstev v interdisciplinarne raziskave in pri odločitvah upoštevanje preferenc in stroškov.

Slovenija mora nameniti veliko pozornost usposabljanju in krepitvi meteoroloških služb in raziskav za bdenje nad podnebnimi in vremenskimi razmerami ter njihovo pravočasno napovedovanje. Če podnebnih sprememb ne moremo preprečiti, se lahko nanje vsaj pravočasno strateško pripravimo (Slika 7). Izsledki raziskav bodo pomagali oblikovati napotke in smernice za delovanje tako ustreznih zdravstvenih služb, kot tudi meteorološke službe, da bodo lahko nudile pravočasne in pravilne strokovne informacije. Zanašanje na tradicionalne eksperimentalne znanstvene pristope, v tem primeru ni dovolj, saj je potrebno predvideti povsem nove razmere in njihov vpliv na zdravje in počutje ljudi. Pri preučevanju naštetega moramo uporabljati holističen pristop, ki celovito zajame vse vidike vplivov podnebja na kakovost našega življenja. Ob tem se moramo zavedati, da sta tako podnebje kot tudi človeški organizem sta vsak zase zapletena sistema, ki ju niti vsakega zase še nismo povsem raziskali, zato je težko predvideti vse povezave in vplive spremenjenega podnebja na ljudi.

Obstaja še veliko negotovosti pri trenutnih ocenah posledic, kar moramo pri hitrih in dragih odločitvah tudi upoštevati. Presoja podnebnih sprememb na zdravje in počutje ljudi v prihodnjih desetletjih je težavna tudi zaradi vpliva številnih drugih dejavnikov, kot so spremembe standarda, tehnologije, socialnih in političnih razmer. To pomeni, da se soočamo s kompleksnim problemom, še zlasti, ker nam že »sedanje vremek« pogosto povzroča težave in včasih nepopravljive zdravstvene posledice. Zavedati se tudi moramo, da so ocene izdelane za populacijo v celoti in da se bodo lahko posamezniki odzivali tudi bistveno drugače, pač glede na raven prilagoditvene sposobnosti na spremenjene vplive iz okolja.

5. LITERATURA

- Alberdi, J.C. et al., 1998. Daily mortality in Madrid Community (Spain) 1986–1991: relationship with atmospheric variables. *European Journal of Epidemiology*, 14:571–578.
- Annecke, W., 2002. Climate change, energy-related activities and the likely social impacts on women in Africa. *Int. Journal of Global Environment Issues*, 2, (3-4): 206-222.
- Anderson, G.S., 1999. Human morphology and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 43:99–109.
- Arnfield, A.J., 2003. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *Intern. Journal of Climatology*, 23:1–26.
- Auliciems, A., 1992. Greenhouse warmed Europe: thermoregulatory criteria for future indoor climate management. *International Journal of Biometeorology*, 36:201–209.
- Ballester, D.F. et al., 1997. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991–1993. *International Journal of Epidemiology*, 26:551–561.
- Bergant K. 2003. Projekcije simulacij globalne klime na lokalni nivo in njihova uporaba v agrometeorologiji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, 170 s.
- Bergant, K., Kajfež-Bogataj L., 2004. Nekatere metode za pripravo regionalnih scenarijev podnebnih sprememb. *Acta agric. slov.*, 2004, vol. 83, št. 2, str. 273-287.

- Brauch, H.G., Marquina, P.H., Rogers, P.F., Selim, M.E., 2003. Security and environment in the Mediterranean. Springer-Verlag, Berlin. 1134 p.
- Carter, T.R., Hulme, M., Crossley, J.F., Malyshev, S., New, M.G., Schlesinger, M.E., and Tuomenvirta, H. 2000. Climate Change in the 21st Century: Interim Characterizations based on the New IPCC Emissions Scenarios. *The Finnish Environment* 433, Finnish Environment Institute, Helsinki. 150 pp.
- Cegnar, T., 1995. Bioregionalni vplivi na prometne nesreče. *Ujma* (5): 163-165
- Cegnar, T., 2001. Vpliv vremena na ljudi. Prešernov koledar 2002, Prešernova družba, Ljubljana, s. 205-222.
- Črepinšek, Z. 2002. Napovedovanje fenološkega razvoja rastlin na osnovi agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, 135 s.
- Črepinšek, Z. in Kajfež-Bogataj, L., 2003. Spring phenological trends in Slovenia. *Ann. Ser. hist. nat.*, 13: 57-64
- Daniel M, Kríž, B., 2002. Tick-borne encephalitis in the Czech Republic: I. Predictive maps of *Ixodes ricinus* tick high-occurrence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment in Czech regions; II. Maps of tick-borne encephalitis incidence in the Czech Republic in 1971–2000. Project 1420cCASHh EVK2 — 2000–2002.
- Davis, R.E. et al., 2003. Changing heat-related mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 111(14):1712–1718.
- Díaz, J. et al., 2002. Effects of extremely hot days on people older than 65 in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology*, 46:145–149
- EEA, 2003. Okolje Evrope: tretja presoja. Zbirno poročilo. Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti. Luxemburg, 2003, 61pp.
- EEA, 2004. Impacts of Europe's changing climate, EEA Report No 2/2004, Copenhagen, 100 p.
- Eliasson, I., 2000. The use of climate knowledge in urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 48:31–44.
- Epstein, P.R., 2001. Climate change and emerging infectious diseases, *Microbes and Infection*, (3), 9: 747-754.
- Hočevar, A., Kajfež-Bogataj, L., 1989. Človek in vreme: problematika biometeorologije človeka. V: *Medicinska meteorologija z vidika higiene: seminar*. Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za higieno: Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, s. 7-18.
- Havenith, G., 2001. Individualized model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, 90:1943–1954.
- Houghton J. T., in sod., 2001. *IPCC Climate change 2001: The scientific basis*, Cambridge University Press: 752 s.
- Hughes, L., 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already. *Tree*, 15(2):56-61.
- Jauregui, E., 1993. Urban bioclimatology in developing countries. *Experimentia*, 49:964–968.
- Jendritzky, G., 2000. Impacts of extreme and persistent temperatures – cold waves and heat waves. In: *Proceedings of the WMO/UNESCO Sub-Forum on Science and Technology in Support of Natural Disaster Reduction, Geneva, 6–8 July 1999*. Geneva, World Meteorological Organization:43–53 (WMO No. 914).

- Kajfež-Bogataj, L., 2001. Kakšna bo klima 21. stoletja?. *Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet. (1990)*, 77 (2): 309-318
- Kalkstein, L.S., Greene J.S., 1997. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change. *Environ Health Perspect* 105:84–93
- Kalkstein, L.S., Smoyer K.E., 1993. The impact of climate change on human health: some international implications. *Experientia* 49:969–979
- Kalkstein, L.S., 2001. Biometeorology – looking at the links between weather, climate and health. *WMO Bulletin*, 2:136–142.
- Keatinge, W.R. et al. 2000. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *British Medical Journal*, 321:670–673.
- Kovats, R.S. et al, 2003. Environmental temperature and foodborne diseases in 8 European countries. *Epidemiology*, 14(5):3-15.
- Kovats, S., et al., 2001. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne diseases? *Philos. Trans. R. Soc. London. B., Biol. Sci.*, 356:1057-1068.
- Laaidi , K., 2001. Predicting days of high allergenic risk during *Betula* pollination using weather types. *Int. J. Biometeorol.*, 45, 124-132
- Martinez-Navarro F, Simon-Soria F, Lopez-Abente G., 2004. Evaluation of the impact of the heat wave in the summer of 2003 on mortality. *Gac-Sanit* (18): 250-258
- McGeehin, M.A. and Mirabelli, M., 2001. The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States. *Environ Health Perspect* 109(suppl 2):185-189
- McMichael, A.J., et al. (Eds), 2003. *Climate Change and Human Health. Risks and Responses*. WHO, Geneva, pp. 322
- Nakamura, Y., 1998. Characteristics of human mortality in Japan concerning global warming. *Global Environmental Research*, 2:121–131.
- Nicholls, S., 2004. Climate Change and Tourism, *Annals of Tourism Research*, Volume 31 (1): 238-240.
- Norris, F.H., 2002. Disasters in urban context, *Jour. of Urban Health*, 79: 308-314
- Oke, T.R., 1997. Urban climates and global environmental change. In: Thompson R.D., Parry A.H., eds. *Applied climatology: principles and practice*. London: Routledge:273–287.
- Parikh, J., Denton, F., 2003. Gender and climate change. *Tiempo* (47) p. 12-17
- Rehdanz, K. and Maddison, D., 2005. Climate and happiness, *Ecological Economics*, (52), 5: p. 111-125.
- Theurillat, J.P. and Guisan, A., 2001. 'Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review', *Climatic Change* 50, pp. 77–109.
- WHO, 1990. *Indoor environment: health aspects of air quality, thermal environment and noise*. Geneva, World Health Organization (http://whqlibdoc.who.int/hq/1990/WHO_EHE_RUD_90.2.pdf).
- WMO (World Meteorological Organization), 1998. *Climate and Human Health*, No. 843, WMO, Geneva.