



geografija v šoli

letnik XXI » leto 2012

1-2

VSEBINA

- 1 Nevenka Cigler, Uvodnik

PODNEBJE OD LOKALNE DO GLOBALNE RAVNI

- 4 Matej Ogrin, Jaka Ortar, Iztok Senjur, Topoklimatska pestrost Slovenije
14 Miha Pavšek, Kjer vreme ne šepeta – vremenske in podnebne značilnosti
vzpetih pokrajin
25 Anton Planinšek, Onesnaženje zraka kot posledica emisij in lokalnih vremenskih
pojavov
33 Igor Žiberna, Mestna klima na primeru Maribora
43 Darko Ogrin, Sončevo obsevanje zemlje, vremenski in podnebni generator

PODNEBNE SPREMEMBE

- 51 Jože Rakovec, Vzroki za spreminjanje podnebja
61 Žiga Zwitter, Podnebne spremembe na slovenskem v zadnjem tisočletju
72 Darko Ogrin, Podnebni trendi po letu 1850
83 Klemen Bergant, Podnebne spremembe v prihodnosti in negotovost njihovih
napovedi

POUK O PODNEBJU

- 92 Ivica Krek, Anica Šaljaj, Medpredmetno povezovanje geografije s fiziko –
zračni pritisk
100 Matej Ogrin, Podnebne klasifikacije in pouk geografije
110 Zdenka Schauer, Dileme poimenovanja tipov podnebja v osnovni šoli
119 Katarina Kalan, Obravnava podnebja v 6. razredu
125 Branka Svobljak, Obravnavanje učne teme podnebje Afrike
132 Eva Konečnik Kotnik, Nataša Harl, Obravnava podnebja v gimnazijskem
programu
140 Helena Križaj Smrdel, Učni sklop Podnebje v gimnaziji

AKTUALNO

- 144 Dušan Rojko, Geografska tekmovanja kot oblika vzgojno-izobraževalnega
procesa
151 Igor Lipovšek, Novice
151 – Kocenova sobota na Ponikvi
151 – 17. geografsko tekmovanje
153 – Strokovna ekskurzija v Južnoafriško republiko
153 – 9. geografska olimpijada
155 – Srečanje mladih raziskovalcev
156 – 32. kongres Mednarodne geografske zveze (IGU)
156 Tatjana Resnik Planinc, Ilešičevi dnevi 2012

NOVO IZ ZALOŽB

- 158 Kocenov srednješolski atlas
158 Svet v presežnikih
159 Narava, naša pot do znanja
159 Visokogorska območja in njihovo odzivanje na razvoj turizma.

Drage bralke, bralci!

Nevenka Cigler



Vremena bodo Kranjcem se zjasnile, je napovedal naš pesnik pred več kot 150 leti. Naj bo ta verz optimističen uvod v tokratno dvojno številko Geografije v šoli, posvečeno eni najbolj zahtevnih tem pri pouku geografije, v času, ko lahko tudi v šolstvu pričakujemo varčevanje. Tematika o podnebjju in vremenu, ki jo vsebuje, je aktualna, kompleksna, zadeva vse nas, vsak dan. Z njo začnemo pogovore, nešteto je rekov in pregovorov, ki večinoma še vedno držijo, čeprav se podnebje spreminja.

V šoli si ob učnem sklopu o podnebjju bistrijo možgane tako učenci kot učitelji. Elementi in dejavniki podnebjja so številni, njihovi medsebojni vplivi so komplicirani, tipov podnebjja je za marsikaterega učenca ali dijaka čisto preveč, da bi si jih brez težav zapomnil. Pa še rastlinstvo in prst sta odvisna od njih. Če pouk ni prilagojen zmožnostim dojemanja učencev, ni uspeha. Uspešen pa naj pouk bo. Tako se povrne vloženi trud učenca in učitelja, kar je v teh »varčevalnih« časih še posebej pomembno.

Podnebje se spreminja, grozi nam s katastrofami, marsikje na svetu s posledičnim pomanjkanjem hrane, vode. Kako se bo razvijalo v prihodnje, kakšne posledice se nam še obetajo, težko napovedujejo celo strokovnjaki. Svarijo pa, da bomo morali krepko spremeniti svoje obnašanje, če bomo hoteli preživeti. To bomo lažje storili, če bomo razumeli dejavnike, ki oblikujejo naše vreme, podnebje. Geografija skupaj z drugimi sorodnimi vedami nam lahko da veliko znanja s tega področja.

K sodelovanju pri izdaji te dvojne številke Geografije v šoli smo poleg geografov povabili tudi druge strokovnjake. Pri tem nam je prijazno priskočil na pomoč dr. Darko Ogrin, izredni profesor na Oddelku za geografijo na Filozofski fakulteti v Ljubljani, ki je nagovoril strokovne sodelavce, da so prispevali znanje s svojega delovnega področja. Seveda ga je dodal tudi sam.

Članke smo razdelili v tri sklope. V prvega so uvrščeni prispevki, ki se nanašajo na tipe podnebjja na splošno in v Sloveniji, v drugega o spreminjanju podnebjja, v tretjem pa boste našli takšne, ki se nanašajo na pouk o podnebjju in vremenu v osnovni in srednji šoli.

Rubrika **Podnebje od lokalne do globalne ravni**

Čeprav je majhna, je Slovenija zelo pestra dežela; kar zadeva relief in tudi tipe podnebjja. V prvem članku nam soavtorji dr. M. Ogrin in J. Ortar iz Oddelka za geografijo v Ljubljani ter I. Sinjur z Gozdarskega inštituta predstavijo podnebne tipe, ki jih oblikujejo prav različni tipi površja: doline, kotline, prisojna pobočja, gorske pregrade, gozdna odeja ... Izvedeli boste tudi, zakaj najnižja doslej izmerjena temperatura pri nas ni na Kredarici, ampak na Babnem polju.

Vremensko dogajanje v gorskem svetu nam je še podrobneje razložil mag. M. Pavšek, ki ga marsikdo pozna po njegovih poljudnih člankih o za-

nimivih vremenskih situacijah, ki jih objavlja v časopisu Dnevnik. V našem članku opozarja na zanke, uganke in pasti, v katere se lahko ujamemo, kadar hodimo po gorah.

Dr. I. Žiberna, docent na Oddelku za geografijo v Mariboru, je za Geografijo v šoli prikazal dejavnike, ki oblikujejo klimo v mestih. Posebej se je osredotočil na podnebje Maribora, ki ga je podrobneje raziskoval sam.

Vsakdo si želi živeti v čistem okolju in dihati čist zrak. Da je ta tudi pri nas onesnažen, vemo vsi. Kateri so naši glavni viri onesnaževanja zraka, nam prikaže dr. I. Planinšek, ki deluje na ARSO, Agenciji Republike Slovenije za okolje. Onesnaževalce deli na antropogene in naravne. V članku boste našli tudi spletne naslove, na katerih lahko dobite podatke o stopnji onesnaženosti zraka glede na onesnaževalce.

Dr. D. Ogrin nam osveži znanje o matematični geografiji, vrtenju in kroženju Zemlje okoli Sonca, ki sta temeljna dejavnika za nastanek letnih časov in podnebja v različnih zemljepisnih širinah, zlasti v naših in tistih v višjih geografskih širinah. Vplivata na spreminjanje količine toplote, ki jo med letom prejema Zemlja od Sonca, O tem se učijo učenci v osnovni šoli, v gimnaziji pa se pričakuje, da dijaki to znanje že imajo. Pa vedno ni tako.

Rubrika **Spreminjanje podnebja**

Dokazov, da je bilo v geološki preteklosti podnebje popolnoma drugačno, kot je danes, najdemo veliko: kamnine, ki so nastale v vročem podnebjju, najdemo v zmernem, na Grenlandiji so našli pod ledom ostanke naselbin, v Južni Angliji je uspevala vinska trta. Vino so pridelovali tudi na Gorenjskem: za tlačane škofjeloškega gospostva je bila najhujša tlaka, da so ga morali tovoriti čez Alpe škofovom v Freising.

Kako se je spreminjalo podnebje v zadnjih 1000 letih v Evropi in pri nas, je raziskoval Ž. Zwitter, zgodovinar in geograf, mladi raziskovalec na FF v Ljubljani. Pove, da je toplemu obdobju med 10. in 13. stoletjem sledilo hladnejše, temu pa mala ledena doba med 16. in 19. stoletjem. Človek se je spreminjanju podnebja sproti prilagajal, kar počne še danes.

Dr. D. Ogrin je raziskoval podnebje po letu 1850, ko se je podnebje postopno spet začelo segrevati. Pove, da se v zadnjih desetletjih ne segreva več samo ozračje, ampak tudi oceani, za kar naj bi bil glavni vzrok človekovo izkoriščanje naravnih virov, zlasti fosilnih goriv. V članku so navedeni podatki o spremembah podnebnih elementov v Sloveniji, ki jasno dokumentirajo trend segrevanja.

Dr. K. Bergant z Urada za meteorologijo in stalni predstavnik pri Svetovni meteorološki organizaciji nadaljuje prejšnje članke o spreminjanju podnebja s tem, da nam prikaže, kaj vse je treba upoštevati pri izračunu napovedi podnebnih sprememb na celotni zemeljski obli in posebej v Sloveniji. Opozarja, da so takšne podnebne napovedi kljub temu negotove.

Kaj se nam piše v prihodnje, torej bolj slutimo, kot vemo. Obilica vremenskih ekstremov, ki smo jim priča zadnja leta, pa napoveduje prav pestro prihodnost.

Dr. J. Rakovec, profesor na Katedri za meteorologijo Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, pojasnjuje različne vzroke za spreminjanje podnebja v zemeljski zgodovini v kratkih in dolgih obdobjih s tekto-

niko plošč, dejavnostjo sonca, vulkanskimi izbruhi, v zadnjem obdobju pa tudi s človekovim izpusti toplogrednih plinov.

Tretjo rubriko **Pouk o podnebnju** začena dr. M. Ogrin s podnebnimi klasifikacijami za pouk geografije, ki jih deli na genetske, ki pojasnjujejo značilnosti podnebij s prevladujočimi procesi v ozračju in so primerne predvsem za velika območja, in učinkovite, ki razlikujejo podnebja glede na njihove posledice v naravnem okolju, zlasti po vplivu na rastje. Avtor prikaže nekaj tipičnih primerov podnebnih klasifikacij. Za podnebje Slovenije obstajajo v učbenikih različna poimenovanja podnebnih tipov. Po Köppenenu jih opredeljujejo pet, glede nato pa jih D. Ogrin in D. Plut zaradi velikih razlik v namočenosti razlikujeta še več. Za učitelje bo posebno zanimiv predlog za poimenovanje prevladujočih tipov podnebij v Sloveniji, s katerimi bi lahko hkrati odpravili zdajšnje moteče razlike v učbenikih. Zaradi višanja temperatur, ki je posledica klimatskih sprememb, avtor nakaže tudi potrebo po novi podnebni tipizaciji v prihodnje.

V osnovni šoli imajo učitelji geografije na izbiro učbenike več avtorjev. Tipov podnebja ne poimenujejo vsi enako, kar povzroča nelagodje. Učitelji se sprašujejo, katera so prava. Z. Schauer je preučila razlike v poimenovanju tipov podnebja v učbenikih geografije od 6. do 9. razreda v povezavi z učnim načrtom.

Sledita dva primera obravnave podnebja v osnovni šoli: kako usvajajo to znanje njeni učenci v drugem triletju, nam je napisala K. Kalan iz osnovne šole Stane Žagar Kranj, B. Svoljšak iz Škofje Loke pa, kako to napravijo v tretjem triletju, ko spoznavajo podnebje Afrike. Dodajata tudi vprašanja in naloge za preverjanje in ocenjevanje znanja.

Dr. E. Konečnik Kotnik in mag. N. Harl iz Srednje gradbene šole in Gimnazije Maribor sta se poglobili v učne cilje obravnave podnebja po učnem načrtu za gimnazije in v učna gradiva zanje. Opozarjata na dileme, na katere ob uporabi teh gradiv pogosto naletijo dijaki in profesorji geografije v gimnazijah.

Kako se loteva obravnave učnega sklopa o podnebnju v kranjski gimnaziji, nam predstavi mag. H. Križaj Smrdel. Prikaže časovno razporeditev učnih enot in opiše, čemu daje poudarek pri preverjanju in ocenjevanju znanja.

Za gimnazijske učitelje bo zanimiv tudi prikaz medpredmetnega povezovanja geografije in fizike na škofjeloški gimnaziji, ki sta ga prispevali I. Krek in A. Šaljaj. Predmeta imata veliko skupnih točk, žal pa se mora pouk geografije v prvem letniku nasloniti na predznanje iz osnovne šole, ker je fizika v programu gimnazije šele kasneje. Medpredmetno povezovanje ta problem nekoliko odpravi, zato je še kako smiselno. Avtorici sta se osredotočili na obravnavo zračnega tlaka v povezavi s planetarnim kroženjem zraka in vetrovi.

V rubriki Aktualno boste tokrat lahko prebrali mnenje mag. Dušana Rojka, ki je preučil dosedanja geografska tekmovanja in predlagal nekaj sprememb zanje.

Kot v vsaki številki tudi to pot Igor Lipovšek sporoča novice s področja dejavnosti študijske skupine za geografijo in DUGS-a ter kaj novega za geografe je prišlo na knjižne police.

TOPOKLIMATSKA PESTROST SLOVENIJE

Matej Ogrin*, Jaka Ortar**, Iztok Sinjur***



Povzetek

V pokrajinsko pestri Sloveniji se na kratkih razdaljah menjavajo pokrajinski tipi, ki vplivajo na oblikovanje različnih topoklimatskih tipov. Vpliv tal in izoblikovanosti površja na oblikovanje lokalnih podnebnih značilnosti je nesporen, v posameznih primerih celo ključen, saj vpliva na nastanek vremenskih razmer, kot na primer burje ali izdatnih orografskih padavin. Namen članka je prikazati glavne topoklimatske tipe, ki jih najdemo v Sloveniji. To so topoklima kotlin, dolin, kraških polj in mrazišč, topoklima termalnega pasu, topoklima območij z burjo, topoklima območij z izrazitimi orografskimi padavinami, antropogena topoklima in tudi topoklima gozda. Neupoštevanje lokalnih podnebnih zakonitosti lahko vodi do napak v prostorskem načrtovanju in gradnji objektov, kar ima lahko negativne posledice v smislu materialne škode, kot tudi pri ogrožanju življenj.

Ključne besede: podnebje Slovenije, topoklima, mezoklima, mikroklima

TOPOCLIMATIC DIVERSITY IN SLOVENIA

Abstract:

In Slovenia, various landscape types occur within short distances, which results in different topoclimatic types. The influence of relief upon local climate is obvious, in some cases even crucial, for example in the case of the bora wind or of heavy orographic precipitations. The aim of this article is to present the main topoclimatic types in Slovenia, such as those of basins, karst fields and frost hollows, the topoclimate of a thermal belt, of areas with heavy orographic precipitations, the antropogene topoclimate, and the forest topoclimate. If local climatic conditions are not taken into account in spatial planning and building, this may have negative impact on human lives and it may cause material damage.

Keywords: climate of Slovenia, topoclimate, mesoclimate, microclimate

Uvod

Površje je dejavnik, ki pomembno vpliva na vreme in podnebje v najnižji plasti ozračja. Ker se v primerjavi s spremembami vremena in tudi spremembami podnebja spreminja v bistveno daljšem časovnem obdobju, njegovo spreminjanje ne vpliva na podnebne spremembe. Površje vpliva na to, kakšen tip vremena in podnebja se pojavi na določenem območju Zemlje.

* Dr. Matej Ogrin je docent na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani
ogrin.matej@siol.net

** Jaka Ortar je študent podiplomskega študija Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani
jaka@freeapproved.com

***Iztok Sinjur je inženir gozdarstva, zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije
iztok.sinjur@gozdis.si

Velik vpliv površja in rabe tal na vreme in podnebje v prizemni plasti ozračja je tudi posledica dejstva, da se zrak nad tlemi pogosto navzame značilnosti, ki jih površje ima. Na primer, zrak se segreva in ohlaja od površja. Za prenos toplote s tal v tanko plast zraka nad tlemi poskrbi kondukcija, ko pa se prva plast zraka nad tlemi ogreje, se toplota s te v preostale plasti zraka najučinkoviteje prenaša s termičnim mešanjem ali konvekcijo, če piha veter, tudi z advekcijo. Vroča tla, na primer vroča puščava v Sahari, tako zrak pri tleh precej segreje, mrzla tla, denimo antarktični led, pa ohladijo. Toplo morje, iz katerega voda hitro izhlapeva, povzroča tople in vlažne zračne gmote. Iz hladnih morij voda izhlapeva počasneje, a je tudi nad hladnimi morji zrak vlažen, le da je zaradi nižje temperature njegova absolutna vlažnost manjša, torej vsebuje manj vodne pare.

Značilnosti površja niso le temperatura in vlažnost, ampak tudi oblikovanost. Oblikovanost površja pomembno vpliva na hitrost in smer gibanja zraka nad tlemi, in bolj kot je površje raznoliko, bolj zapleten je tok zraka nad njimi. To pa ima na takih območjih lahko pomembne posledice pri oblikovanju vremena, na daljše obdobje tudi podnebja. Stik sredozemskega, panonskega, dinarskega in alpskega sveta je na območju Slovenije povzročil pravi mozaik reliefne razgibanosti, nič manj pa ne zaostaja tudi mikro- in mezoklimatska, pa tudi topoklimatska pestrost. Tako v Sloveniji lahko ločimo naslednje tipe topoklime:

- topoklima kotlin in dolin ter kraških polj in mrazišč,
- topoklima termalnega pasu,
- topoklima območij z burjo,
- topoklima območij z izrazitimi orografskimi padavinami,
- antropogena topoklima,
- topoklima gozda.

Topoklima kotlin in dolin ter kraških polj in mrazišč

V razgibanem reliefu Slovenije imamo mnogo dolin, kotlin, vrtač, kraških polj ter drugih konkavnih oblik, kjer so nočne in jutranje, včasih pa tudi dnevne temperature, nižje od tistih na nekoliko višjih območjih. Za ta območja je značilna manjša prevetrenost, bolj pogosta zamegljenost, višja povprečna vlažnost ozračja, pogostejše so pozebe, lahko tudi žled in zmrzal. Ker gre za oblike zelo različnih razsežnosti in različnih oblik, na primer kotline so mnogo večje kot vrtače, ali pa kraške udornice precej drugačne od alpskih dolin, se bomo v tem članku posvetili predvsem mehanizmu ohlajanja v mraziščih, ki so pravzaprav precej podobni mehanizmu ohlajanja v drugih konkavnih oblikah, le da so pri mraziščih pogosto bolj izraziti.

»Območjem, kjer se temperatura zraka v jasnih in mirnih nočeh spusti precej nižje kot v okolici na podobni nadmorski višini, pravimo mrazišča.« (Trošt, 2008, str. 10.) Ta območja so marsikje poznana kot območja lokalnega mraza. Babno polje je gotovo najbolj znano slovensko mrazišče, saj se tam že več kot 60 let meri temperatura zraka in tam je bila uradno izmerjena najnižja temperatura zraka pri nas, to je $-34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Slovenski vremenski rekordi, 2012). Toda marca 2005 so terenske meritve temperature zraka na Komni, ko smo izmerili $-41\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ogrin, 2005), potrdile predvidevanja, da se tudi drugod v Sloveniji lahko na nekaterih mikrolokacijah temperatura zraka spusti še precej nižje. Podatki iz nekaterih alpskih mrazišč v tujini nakazujejo možnost, da lahko temperatura zraka

v izjemnih primerih tudi pri nas pade pod $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Trošt, 2008). 9. januarja 2009 smo se na Lepi Komni (1592 m) tej vrednosti zelo približali. V sklopu večletnih meritev Slovenskega meteorološkega foruma in Oddelka za geografijo je bilo s klasičnim minimalnim termometrom približno 2 m nad snežno odejo zabeleženo $-49,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar velja za najnižjo izmerjeno temperaturo v Sloveniji. Toda zakaj je ravno v mraziščih – kotanjah – tako mraz in ne na vrhovih? Na Kredarici, 2515 m nad morjem, je najnižja izmerjena temperatura »le« $-28,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. (ARSO, spletni arhiv, 2012).

V jasnem in mirnem vremenu se kmalu po prihodu v senco površje prične močno sevalno ohlajati. Intenzivnost ohlajanja je odvisna od začetne temperature in vlažnosti zraka ter od temperature in poraščenosti oziroma zasneženosti tal. Najbolj izrazito ohlajanje poteka, ko je začetna temperatura zraka in tal nizka, ko je vlažnost zraka nizka in ko na tleh leži sveži sneg. Ohlajena tla ohladijo še tanko plast (največ nekaj mm) zraka tik nad sabo in pojavi se pritalni temperaturni obrat. Seveda tudi temperatura višjih plasti zraka do nekaj 10 m počasi sledi temperaturi zraka tik nad tlemi, a je do konca ohlajanja ne doseže in najhladneje ostane pri tleh.

Na razgibanem površju ohlajeni zrak tik nad tlemi odteka po pobočjih navzdol in to zaznamo kot pobočni veter, ki mu rečemo gornik. Na pobočjih ta zrak neprestano nadomešča toplejši zrak iz okolice, zato se zrak nad pobočji s sevanjem ne more prav močno ohladiti. Na obširnih ravninah, na primer na Ljubljanskem polju, kjer zrak odteka izjemno počasi (nekaj cm/minuto), se ohladi bolj kot na pobočjih, nastane tudi zelo izrazit temperaturni gradient med višino 5 cm in 2 m nad tlemi, ohlajanje pa je enakomerno skozi vso noč. V kotanjah, ki so zaprte z vseh strani, to so na primer kraška polja, vrtače, uvale, konte, pa se prepletajo značilnosti ohlajanja pobočij in ravnin.

Najprej se začnejo močno ohlajati pobočja kotanje, saj »vidijo« več neba kot dno kotanje in izsevajo več toplote. S pobočij ohlajeni zrak odteka proti dnu kotanje in se tam kopiči v jezero hladnega zraka, zato se temperatura na dnu kotanje znižuje zelo hitro, lahko celo do 20 stopinj na uro. Po nekaj urah ohlajanja se v kotanji v jezeru hladnega zraka nakopiči toliko močno ohlajenega zraka s pobočij, da zrak, ki priteka s pobočij, ne prodre več pod »gladino« jezera hladnega zraka. Ta zrak zato teče po »gladini« jezera hladnega zraka in čez robove kotanje, v kotanji, znotraj jezera hladnega zraka, pa je ozračje povsem mirno. Pobočja kotanje, ki so potopljena v jezero hladnega zraka, so takrat že močno ohlajena, zato se tam lahko nadaljuje izrazito sevalno ohlajanje, zrak pa se ves čas vertikalno premešča glede na temperaturo zraka. Ob koncu ohlajanja je zato najnižja temperatura zraka na dnu kotanje. Z dna proti robu kotanje temperatura torej narašča, v izjemnih primerih celo za več kot eno stopinjo na en meter višine. Sevalno ohlajanje se lahko prekine zaradi vzida Sonca, pooblačitve, vetra, pritoka bolj vlažnega zraka in zaradi nastanka megle. Takrat se temperatura spreminja različno hitro. Če ozračje ostane enako hladno, suho in mirno, posije pa Sonce, se temperatura zraka v kotanjah le počasi dviga in sploh ni nujno, da se jezero hladnega zraka čez dan razkroji. Tudi najvišja dnevna temperatura je zato lahko globoko pod lediščem. Naj navedemo le dva izmed izrazitih primerov: v mrazišču Valoviti do v Durmitorju v Črni gori je bila 4. 1. 2011 ob 13.30 temperatura zraka $-37,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (meritve Slovenskega meteorološkega foruma in Oddelka za geografijo), povprečna dnevna temperatura pa je bila v mrazišču Glattalp v Švici 6. 2. 2012 le $-40,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Wetteraktuell, 2012).

Drugače je ob prekinitvah ohlajanja zaradi vdora vetra v jezero hladnega zraka. Takrat temperatura bliskovito poskoči, lahko več kot 20 stopinj v 15 minutah, saj veter v mrazišče prinese okoliški toplejši zrak. Ob dotoku bolj vlažnega zraka nad mrazišče se v primeru, da ostane še naprej jasno vreme, ohlajanje zaustavi in temperatura zraka ostaja nespremenjena ali pa počasi raste. V primeru pooblačitve se temperatura enakomerno dviguje in sčasoma temperaturni obrat izgine.

Večletne meritve v različnih slovenskih mraziščih so dale širši vpogled v pomen lege in reliefne oblikovanosti kotanj na izrazitost nočnega sevalnega ohlajanja zraka. Najbolj izrazit temperaturni obrat in tudi najnižje temperature zraka se pojavljajo v kotanjah, ki ležijo na gorskih planotah, na primer na Komni, Fužinarskih planinah, Pokljuki, Jelovici, Dleskovškovi planoti, Veliki planini, Menini planini, Snežniku, Kaninskih podih in še kje. Nad planotami se namreč ob ugodnih vremenskih razmerah ohladi debelejša plast zraka kot nad grebeni in pobočji, to pa pomeni nižjo začetno temperaturo ohlajanja v mraziščih in tudi manj vetra na robu mrazišča. Kotanj, ki so globlje od pet metrov, je v Sloveniji malo manj kot 11.000 in v vseh izmed njih se v ugodnih vremenskih razmerah pojavlja izrazit temperaturni obrat, vendar nikoli v vseh hkrati. Ko na primer na južnem Primorskem piha burja, v tamkajšnjih mraziščih ne nastane temperaturni obrat, v mraziščih savskega dela Julijskih Alp pa je lahko sočasno izjemen mraz. Ugodne razmere za nastanek temperaturnega obrata v mraziščih po navadi najprej nastopijo v višje ležečih mraziščih, nekaj ur ali pa celo nekaj dni kasneje pa v nižjih mraziščih (Ortar, 2011).

V mraziščih z dolgotrajnim in pogostim temperaturnim obratom se oblikuje tudi rastlinski obrat, kar pomeni, da se temperaturnim razmeram prilagodi tudi rastje, ki je na dnu takih mrazišč podobno rastju na precej višjih nadmorskih višinah izven mrazišč. Znan primer rastlinskega obrata je v Smrekovi dragi Trnovskem gozdu. V številnih nižinskih mraziščih Slovenije tudi poletne slane niso nobena redkost in zlasti poseljena notranjska mrazišča, poleg Babnega Polja še na primer Retje, Loški potok, Rakitna, Podpreska in številna naselja na Blokah so znani po reku, da je tam »pol leta zima, pol leta pa mraz«.

Topoklima termalnega pasu

V hribovitih in gričevnatih območjih Slovenije, ki so v vseh slovenskih pokrajinah z izjemo visokogorja, je del površja vedno na nadmorskih višinah, ki ustrezajo definiciji termalnega pasu. Termalni pas je območje, ki je vezano na relativno višino glede na nižje uravnave, večinoma so to manjše ali večje kotline, doline ali ravnine. Termalni pas se nahaja neposredno nad območjem dolin, kotlin, ravnin ter kraških depresij in je z njimi neposredno povezan. V Sloveniji igra pomembno vlogo, verjetno precej bolj, kot pa se nam zdi na prvi pogled. Omogoča kakovostno uspevanje vinske trte, v njem so bistveno boljše razmere za rast tudi drugih vrst sadja, na primorskem tudi oljk (Ogrin D., Vysoudil, 2011). Poleg tega pa je ta del pomemben zaradi boljših bivalnih razmer, kar izkoriščajo ljudje za gradnjo sekundarnih bivališč. V času vse dražjih energetskih virov in vse bolj kakovostnih in okolju prijaznih načinov gradenj stavb, dobivajo prisojne lege termalnega pasu tudi pomen za poselitev, saj je poraba toplote v teh bivališčih lahko bistveno manjša kot na dnu kotlin in dolin.

Lego in obseg termalnega pasu določa lega jezera hladnega zraka pod njim. Seveda jezero hladnega zraka ni povsod, niti ni vedno enako debelo, zato je tudi določitev natančne relativne višine termalnega pasu teoretično nemogoča. Pri tem pa nam je precej v pomoč raba tal, ki nam pogosto pokaže, do katere minimalne relativne višine še segajo nasadi toploljubnih vrst, kot so oljke, češnje, marelice, breskve in seveda vinska trta (npr. Žiberna, 1992, Ogrin, 2007).

V splošnem je nemogoče določiti natančno zgornjo in spodnjo mejo termalnega pasu, predvsem zaradi spremenljivosti inverzije po času in kraju ter seveda tudi zaradi tega, ker imajo posamezne toploljubne vrste drugačne toplotne zahteve in uspevajo različno visoko nad dnem kotlin in dolin. Lahko bi celo rekli, da toplotnega pasu ni tam, kjer ni inverzijske celice povsem pri tleh. V splošnem je temperatura zraka v termalnem pasu precej manj odvisna od neposrednega vpliva površja in bolj povezana s temperaturnim gradientom v »prosti atmosferi«. In ker v vseh preostalih pasovih, ki so nad termalnim pasom, velja, da temperature z višino padajo, je razumljivo, da je ta pas najtoplejši, saj leži najnižje. Če pa se ponoči po dolinah in kotlinah ne bi oblikovale celice hladnega zraka, bi bil pas dolin in kotlin toplejši. To je opazno v nočeh, ko je vetrovno vreme. Tedaj temperatura z višino pada od najnižjih nadmorskih višin navzgor.

Topoklima območij z burjo

Naslednji topoklimatski tip, ki je bistveno povezan z reliefom in vpliva na mezoklimo Dinarskokraških in Obsredozemskih pokrajin, je topoklima območij z burjo. Vsakemu, ki vsaj enkrat občuti sunkovit in mrzel veter severovzhodne do vzhodne smeri, se burja takoj vtisne v spomin. Toliko bolj zato, ker Slovenija v splošnem ne sodi med prevetrene dežele, zato so mnoge nižine v hladni polovici leta zavite v meglo ali pa se nahajajo pod pokrovom nizke oblačnosti. Ravno v letu 2012 je burja ne le v Sloveniji, ampak tudi drugje vzdolž Dinarskega gorstva ob Jadranu pokazala svojo moč, ki je skozi stoletja oblikovala posebno arhitekturo in način življenja. Burja je močan, sunkovit veter, ki piha iz vzhodnega kvadranta vzdolž jadranskega primorja. V sunkih pogosto doseže hitrost 180 km/h, v izjemnih primerih pa je hitrost še večja in lahko doseže tudi več kot 200 km/h. V Sloveniji burja piha jugozahodno od sklenjene dinarske gorske pregrade, ki jo sestavljajo visoke kraške planote Trnovski gozd, Hrušica, Nanos, Javorniki in Snežnik (Paradiž, 1957). Pojavlja se na približno desetini slovenskega ozemlja (Masatoshi, 1976) in močnejše ali šibkeje jo občuti okoli 220.000 ljudi.

Nastanek burje je povezan z dvema pogojema, ob ustreznem makrometeorološkem položaju morajo biti tudi ustrezni reliefni pogoji. V našem primeru je to gorska pregrada, ki omogoča zastajanje zraka za njo. Pomemben pa je tudi vpliv trenja zemeljske podlage (Masatoshi, 1976).

Prvi vzrok za nastanek burje je prodor hladnega zraka v notranjost Slovenije s severovzhoda ali vzhoda. Hladen zrak preplavi pokrajine severovzhodno od dinarske pregrade, medtem ko na jugozahodni strani ostane starejši, toplejši zrak. Na jugozahodni strani imamo tako topel, redkejši in lažji zrak, na celinski strani pregrade pa hladen, gostejši in težji zrak. Ko jezero hladnega zraka doseže vrhove teh planot ali sedla (npr. Postojnska vrata), ima hladen zrak neovirano pot za napredovanje

naprej proti jugozahodu. Trajanje burje pa bi bilo kratkotrajno, oziroma bi trajalo le toliko časa, dokler se pritiskovne in temperaturne razmere ne bi izenačile. To ponavadi traja le nekaj ur, kar se zgodi ob kratkotrajnih burjah poleti. Iz izkušenj pa vemo, da lahko burja, zlasti pozimi, piha tudi več dni nepretrgoma. To pomeni, da se morajo temperaturne in pritiskovne razlike vzdrževati. To je mogoče, kadar je hladnejši zrak, ki priteka na primorsko stran, vedno znova odveden proč. Taki primeri nastopijo takrat, ko se v srednjem ali severnem Sredozemlju oblikuje ciklonsko jedro, nad celinsko Evropo pa se oblikuje anticiklonsko območje ali greben visokega zračnega pritiska. Vidimo torej, da je za dolgotrajno burjo nujen nizek zračni pritisk nad Jadranskim morjem, lahko tudi nad srednjim Sredozemljem. Ta tvorba odvaja hladen zrak, ki ga anticiklon iznad celine v obliki vzhodnih do severovzhodnih vetrov pošilja nad morje. Če tega območja nizkega zračnega pritiska ni oziroma se pomakne proti vzhodu ali napolni, burja preneha, ker v zračnem pritisku ni več razlik.

Slika 1: Burja oblikuje tudi vetrovne krošnje, ki so značilne za privetna območja Visokih Dinarskih planot

(foto: D. Ogrin)



Topoklima območij z izrazitimi orografskimi padavinami

Osnovni pogoj za nastanek padavin je dviganje zraka, kar privede do adiabatnega ohlajanja zraka, kondenzacije vodne pare v njem in nastajanja oblakov. V oblaku se vodna para spreminja v kondenzirane kapljice ali ledene kristale, nastajajo dežne kaplje in snežinke, lahko tudi ledena zrna. Zrak se lahko dviga ob vremenski fronti, na primer ko se hladen zrak podriva pod toplega in ga dviguje (hladna fronta) ali ko se topel zrak vzpenja po hladnem pred njim (topla fronta), kar povzroča frontalne padavine. Lahko se dviga zaradi termičnega vzgona, na primer poleti, ko popoldne nastajajo vročinske nevihte nad močno ogretim območji, tedaj gre za konvekcijo in nastanek konvekcijskih padavin. Lahko pa se dviga, ko ga veter žene čez gorske pregrade. Temu rečemo prisilni dvig in tedaj nastane orografska oblačnost in posledično orografske padavine.

Gorske in hribovite pokrajine Slovenije imajo ravno zaradi orografskega učinka kar veliko padavin, zlasti namočene pa so gorske in hribovite pokrajine zahodne in jugozahodne Slovenije, kot na primer Visoke Dinarske planote od Banjšic do Snežnika, Škofjeloško in Cerkljansko hribovje, Julijske Alpe (predvsem zahodni del in gore nad Bohinjem). Na teh območjih

ob južnih in jugozahodnih vetrovih, ki prinašajo vlažen sredozemski zrak, se zrak hitro dviga. Na teh območjih pade kar od 2000 do okoli 3500 mm padavin na leto (lokalno, nekatera leta tudi več). Tudi gorovja severne (Kamniško Savinjske Alpe, Karavanke in del severnih ter vzhodnih Julijskih Alp) ter hribovja osrednje Slovenije (na primer zahodno Posavsko hribovje, Polhograjsko hribovje) so deležna višje količine padavin kot okoliški nižje ležeči predeli, a je padavin že manj kot na zahodu, saj pade približno od 1300 do okoli 2000 mm padavin. Prirast padavin pa se pozna tudi v hribovskih ter gričevskih vzhodne (vzhodno Posavsko hribovje, Bizeljsko, Kozjansko), jugovzhodne (Gorjanci, Kočevska Mala Gora) ter severovzhodne Slovenije (Pohorje, Slovenske gorice, Goričko, Lendavske Gorice) pri čemer se v gričevskih ta vpliv komaj pozna, na hribovskih pa je bolj izrazit, tako tudi na Pohorju pade okoli 1500 mm padavin.

Pri pretakanju zračnih mas čez gore pa ni pomembno le dviganje zraka, ampak tudi njegovo spuščanje za pregrado. Zrak teče čez gore približno tako kot voda v strugi čez skale. Pred njo in nad njo se dvigne, za njo pa se začne spuščati. Spuščajoči zrak pa se, obratno kot pri dvigajočem, segreva in suši, zato je tam padavin manj, jasnega neba pa več. Pravimo, da je to območje padavinske sence, na nebu pa nastaja fensko okno. Topel in suh veter, ki pride vse do tal, pa imenujemo fen. Ob jugozahodnih ali južnih vetrovih se padavinska senca pojavlja marsikje na severni strani Julijskih Alp, npr. v Dolini (Mojstrana, Rateče), v Deželi, tudi nad Ljubljano in nad Kamniško Bistriško ravnino, v Beli krajini, marsikje v Savinjski dolini in drugje. Ob severnih vetrovih pa nastaja fen pod Karavankami in na južni strani Kamniško-Savinjskih Alp, na južni strani pod Pohorjem, v Posočju in še kje. Tako je gorska pregrada ob eni smeri vetrov lahko vzrok nastanka orografskih padavin, ob nasprotni smeri pa vzrok nastanka padavinske sence (Ogrin, 2003).

Topoklima gozda

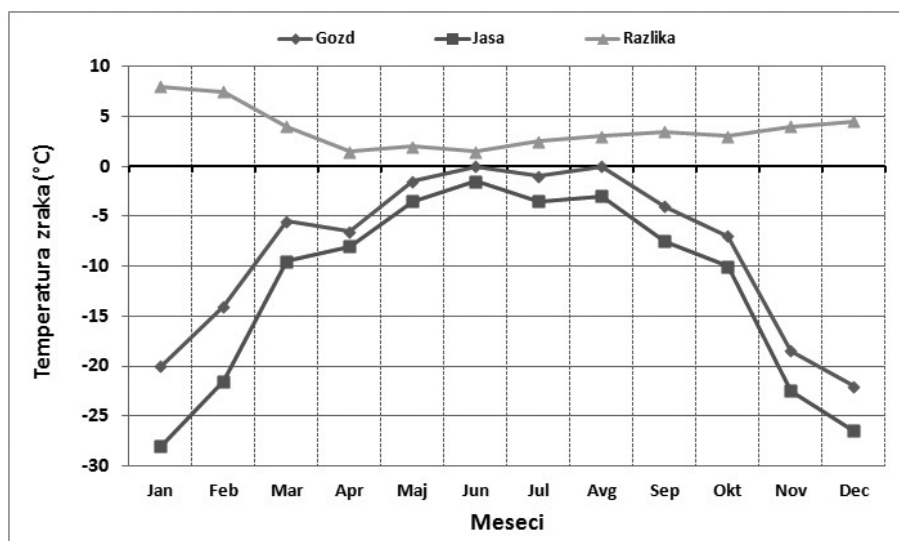
V Sloveniji so se gozdovi v tisočletjih po zadnji poledenitvi zlasti zaradi spreminjajočega se podnebja postopno preoblikovali. Današnji videz gozdov je tako rezultat naravnih in človekovih vplivov, ki je s svojo dejavnostjo v zadnjih stoletjih ponekod opazno posegel v naravni gozdni prostor. S tem so se ponekod spremenila tla, oblika površja, pa tudi lokalna klima. Že eno drevo s svojo višino, velikostjo in obliko krošnje v svoji neposredni okolici vpliva na klimo, veliko dreves skupaj pa pod krošnjami ustvari povsem drugačne rastne razmere in te vplivajo tudi v okolici. Človek je pozitivne vplive zavetja dreves spoznal že v daljni preteklosti, podrobno pa so jih raziskovalci preučili z razvojem merilnih naprav, s katerimi so lahko dokazali razlike med klimo v gozdu in zunaj njega. Gozd pomembno vpliva na: temperaturo zraka in tal, vlažnost zraka in tal, svetlobne razmere, smer in hitrost vetra ter na količino in razporeditev padavin.

V splošnem so razlike v **temperaturi zraka** med dnevom in nočjo v gozdu manjše. Pravimo, da gozd klimo »atlantificira«, saj je izguba toplote s sevanjem ponoči zaradi zastora krošenj manjša (Lindkvist, 1997), svoje pa pri tem doda še zrak z višjo vlažnostjo. Iz tega izhaja, da se z naraščanjem velikosti gozdnih jas temperaturne razmere v njih približujejo razmeram na prostem (Kotar, 1999). Pogojena je tudi z lego v gozdni jasi (Jordan, 1995). Pri temperaturnih razlikah med dnevom in nočjo imajo bistven pomen višje nočne oziroma jutranje temperature. Najvišje dnevne

temperature zraka dva metra nad tlemi na splošno, v primerjavi s prostorom zunaj gozda, v vročih dnevih niso nižje (Sinjur in sod., 2007), kot se nam običajno dozdeva – vzrok moramo iskati v dejstvu, da v gozdu nismo izpostavljeni neposrednemu Sončevemu sevanju, ki nam povzroča občutek vročine. Temperaturne razmere v gozdovih so v primerjavi s tistimi zunaj njih zelo spremenljive. Nanje poleg letnega časa in vremenskih razmer vpliva še: vrsta gozda (listnati ali iglasti gozd), višina dreves, število dreves na določeni površini (od česar je odvisna zastrtost tal s krošnjami), vertikalna zgradba gozda (ta nam pove, ali je prisotna grmovna plast, ali so v gozdu tudi nižja drevesa), vrsta in stanje tal (grohotna, zmrznjena, zasnežena tla), oblika površja (gozd v konkavnem ali konveksnem površju, gozd na pobočju), ekspozicija gozda (prisojno, osojno pobočje) in drugo.

Slika 2: Najnižja dnevna temperatura zraka in razlika med njima po mesecih v letu 2007 v mrazišču Velika Padežnica (11.27 m) pod Snežnikom glede na meritve v gozdu in na jasi

(Sinjur, 2008)



Relativna vlažnost zraka je na splošno v gozdu zaradi nižje povprečne temperature zraka višja, svoje pa dodajo še dlje časa vlažna tla zaradi zasenčenja in izhlapevanje vode iz listov. Je zelo odvisna od drevesnih vrst, vertikalne zgradbe gozda, vremenskih razmer, letnega časa idr.

Svetlobne razmere so v gozdu zelo spremenljive in pomembno vplivajo tako na pomlajevanje gozda kot na pestrost rastlinskih vrst v grmovnem, zeliščnem in mahovnem sloju. Osvetljenost praviloma pada od vrha krošenj proti tlu, izraziteje od polovice višine dreves navzdol, a v višini debel lahko zopet nekoliko naraste zaradi vpliva difuzne svetlobe (Kotar, 1999). V gozdu je pomembna tako neposredna kot difuzna svetloba v fotosintetsko aktivnem delu spektra in je pri tleh odvisna od slojevitosti gozda, sklepa krošenj, vrste in starosti dreves idr.

Gozd pomembno vpliva na **vetrovnost**. Ker za veter pomeni oviro, nastajajo spremembe v hitrosti, ki so v gozdu nižje, spremeni se smer vetra, pojavi se tudi vrtninjenje (Young-Hee, 2005). V gozdu pa je tudi večji delež brezvetrja.

Poleg tega da je **količina padavin** na gozdnih tleh prostorsko neenakomerno razporejena, tudi nasplošno količina, ki dospe do gozdnih tal, ni enaka tisti, ki jo prejmejo tla zunaj gozda. Količino vode, ki ostane na drevesu in tam izhlapi ter tako nikoli ne dospe do gozdnih tal, imenujemo »intercepcijska voda«. Količina intercepcije je odvisna od več dejavnikov:

- od drevesne vrste: pri iglavcih je zaradi večje listne površine višja,
- od sklepa krošenj: gostejši, kot je sklep, višja je intercepcija,
- od oblike: sneg lahko obleži na vejah in tam ostane več dni, pri toči je skorajda ni,
- od intenzitete in pojavnosti padavin: če rosi večkrat po malem, je intercepcija višja,
- od vremenskih razmer: ob višjih temperaturah je intercepcija višja,
- ter od letnega časa: pozimi je manjša, ker je izhlapevanje manjše.

Zaradi raznolikosti gozdov, ki v Sloveniji zavoljo dolgoletnega strokovnega gospodarjenja še vedno izpolnjujejo številne funkcije in vloge, zakonitosti o klimi v gozdu težko posplošujemo.

Sklep

Raznolikost podnebja v Sloveniji sledi raznolikosti površja in tako se oblikuje pokrajinska pestrost, ki se kaže v rabi tal, fiziognomiji pokrajine ter tudi naravni in kulturni dediščini prostora. Poznavanje lokalnih lastnosti vremena in podnebja je v sodobnem času, prežetem s trendi globalizacije in težnjo po hitrem zaslužku, pogosto potisnjeno na rob, saj nam uniformirana arhitektura, ki teži po enotnih oblikah ne glede na pokrajinske značilnosti, vsiljuje oblike rabe prostora in tehnike gradenj, ki so marsikje tujek in tudi nefunkcionalne. Hudourniške poplave v Železnikih septembra 2007 in poplave v Ljubljani ter na Ljubljanskem barju leta 2010 so pokazale na velike napake pri gospodarjenju s poplavnimi območji. Orkanska burja februarja 2012 v slovenskih Dinarskokraških in Obsredozemskih pokrajinah je jasno pokazala na nepravilnosti pri gradnji in prostorskem načrtovanju, ki so posledica neupoštevanja tradicionalnega znanja, izhajajočega iz dobrega poznavanja lokalnih razmer. Menimo, da je naloga geografije tudi, da na prostorsko spremenljivost podnebja in njegovo topoklimatsko pestrost opozarja z izobraževalnim sistemom ter tudi na ravni stroke in odločevalcev v prostoru.

Viri in literatura

1. Gams I., 1996. Termalni pas v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 5–37.
2. Hočevnar A., Petkovšek Z., 1984. Meteorologija, osnove in nekatere aplikacije. Ljubljana. 219 str.
3. Jordan D. N., Smith W. K., 1995. Microclimate factors influencing the frequency and duration of growth season frost for subalpine plants. Agricultural and Forest Meteorology 77, str. 17–30.
4. Kotar, M., 1999. Gojenje gozdov, Ekologija gozda in gozdoslovje. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete. Ljubljana. 128 str.
5. Lindkvist L., Lindqvist S., 1997. Spatial and temporal variability of nocturnal summer frost in elevated complex terrain. Agricultural and Forest Meteorology 87, str. 139–153.
6. Masatoshi M. Y., 1976. Localwinds bora. Tokyo, University of Tokyo, 289 str.
7. Ogrin D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik 68, Ljubljana, str. 39–56.
8. Ogrin D., 2007. Uporabnost kartiranja vinogradov kot metoda za ugotavljanje prostorskih značilnosti termalnega pasu. Dela 28, Oddelek za geografijo FF UL, Ljubljana, str. 121–132.
9. Ogrin D., Ogrin M., 2005. Predhodno poročilo o raziskovanju minimalnih temperatur v mraziščih pozimi 2004/2005. Dela 23. Ljubljana, Oddelek za geografijo FF UL, str. 221–223.

10. Ogrin D., Vysoudil M., 2011. Topoklimatska karta obalnega pasu Slovenske Istre. Dela 35. Oddelek za geografijo FF, UL, Ljubljana, str. 5–27.
11. Ogrin M., 2003. Vpliv reliefa na oblikovanje nekaterih mezoklimatskih tipov v Sloveniji. Geografski vestnik 75 – 1, Ljubljana, str. 9–24.
12. Ortar J., 2011. Tipizacija in regionalizacija slovenskih mrazišč. diplomsko delo, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana, 65 str.
URL: http://geo2.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_201105_jaka_ortar.pdf
13. Paradiž B., 1957. Burja v Sloveniji. Diplomsko delo, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za fiziko, Ljubljana, 35 str.
14. Sinjur I., 2008. Mrazišča kot klimatološki in vegetacijski fenomen. predavanja. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete UL, Ljubljana, 9. 4. 2008.
15. Sinjur I., Ferreira A., Božič G., 2007. Analiza temperaturnih nihanj v posebnih okoljskih razmerah mrazišča na Snežniku. Studia forestalia Slovenica, št. 130. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, str. 415–427.
16. Slovenski vremenski rekordi, ARSO. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/slo_vremenski_rekordi.pdf (citirano 17. 2. 2012)
17. Trošt A., 2008. Mrazišča na Komni. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete UL, Ljubljana, 86 str.
URL: http://geo2.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_200810_andrej_trost.pdf (citirano 15. 2. 2012).
18. Vremenski arhiv, ARSO. URL: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/> (citirano 17. 2. 2012).
19. Wetteraktuell, EBS-Gruppe. URL: <http://www.ebs-gruppe.ch/glattalp/webcam-wetter/wetter-aktuell.html> (citirano 17. 2. 2012).
20. Young-Hee L., Mahrt L., 2005. Effect of stability on mixing in open canopies. Agricultural and Forest Meteorology 135, str. 169–179.
21. Žiberna I., 1992. Vpliv klime na lego in razširjenost vinogradov na primeru srednjih Slovenskih goric. Geografski zbornik 32, Ljubljana, str. 50–139.

KJER VREME NE ŠEPETA – VREMENSKE IN PODNEBNE ZNAČILNOSTI VZPETIH POKRAJIN

Miha Pavšek*



Povzetek

Vreme zadeva prav vsakega od prebivalcev modrega planeta, saj je ena njegovih najpomembnejših sestavin. Najbolj »se dogaja« prav nad vzpetinami vse od bližnjih gorc pa do bolj oddaljenih vrhov in vse do tja, kjer je še dovolj vlage za nastanek oblakov in z njimi povezanih padavin. Več kot dovolj razlogov za to, da se ukvarjamo z njim tudi pri pouku geografije. Prav vreme je ena tistih sestavin pokrajine, ki lahko precej in zelo nazorno povezuje fizično in družbeno geografijo. To velja za aktualno in predvideno vremensko oziroma podnebno dogajanje, zato je eden najbolj priročnih učnih pripomočkov in ga velja povsod in venomer izkoristiti. Vzpeti svet pozna tudi nekaj vremenskih zank, ugank in pasti, v katere se nikakor ni dobro ujeti. Poleg splošne predstavitve vremenskih in podnebnih posebnosti vzpetih pokrajin je v prispevku še nekaj nasvetov o tem, kako se lahko na terenu ali že doma oziroma preventivno izognemo nekaterim z vremenom povezanim nevarnostim.

Ključne besede: gorsko vreme, gorsko podnebje

WHERE THE WEATHER DOES NOT WHISPER – METEOROLOGICAL AND CLIMATIC CHARACTERISTICS OF MOUNTAINOUS AREAS

Abstract:

The weather has impact on every individual inhabitant of the Blue planet, as it is one of its most important components. Most often its »origins« are in the mountainous areas, from the hilly slopes to more distant mountain peaks, and to places where sufficient humidity can result in formation of clouds, and ensuing precipitations. It is evident that the weather deserves to be studied as content of geography lessons. The weather is one of those components of the countryside which relate both to physical and social geography. This is true for the current and for the anticipated weather or climatic conditions; so this is one of the most suitable teaching content and it should always and everywhere be applied. But the mountainous areas can provide some meteorological snares, riddles and traps that one had better avoid. In addition to the general presentation of meteorological and climatic characteristics of mountainous areas some advice is given, concerning the possibilities of avoiding some meteorological dangers, whether outdoors or indoors.

* Mag. Miha Pavšek je univerzitetni diplomirani geograf in etnolog, višji raziskovalni asistent na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU v Ljubljani
miha.pavsek@zrc-sazu.si

Uvod

Pravijo, da je poleg nogometa in seveda geografije vreme najbolj postranska stvar na svetu. V resnici pa zadeva skoraj vsak dan vsakega od nas. Obleka in s tem posredno tudi vreme naredita človeka, od njega pa je ne nazadnje odvisno tudi naše počutje. Vsakdanje vreme se začne že prejšnji večer z aktualno vremensko napovedjo, nadaljuje ob jutranjem meglenem pogledu skozi okno ter med spremljanjem poplesavanja snežink na poti v šolo ali službo, in se konča popoldne ali zvečer, ko damo s sebe premočeno obleko ali pa le poiščemo ustrezen prostor za sušenje dežnika. Lahko pa tudi brez vsega prej omenjenega in s celodnevnim sončnim nasmehom. Dejansko je vreme ena od najpomembnejših sestavin modrega planeta. Če ga želimo opazovati, se moramo pogosto ozreti navzgor, proti vzpetinam, in sicer vse od bližnjih goric do bolj oddaljenih vrhov, kjer je glavno vremensko torišče. Natančneje vse do nadmorske višine, na kateri je še dovolj vlage za nastanek oblakov in z njimi povezanih padavin. Več kot dovolj razlogov za to, da se ukvarjamo z njim tudi pri pouku geografije. In to ne le po učnem načrtu, temveč tudi po načelu aktualnih geografskih dogajanj in procesov. Vreme je tudi ena tistih sestavin pokrajin, ki precej povezuje fizično in družbeno geografijo tako na vsakdanji kot tudi dolgoročni ravni.

Vremensko dogajanje nad vzpetimi pokrajinami je precej drugačno, predvsem bolj burno in hitrejše od tistega v pokrajinskem »pritličju«. Domači »višinci« že vedo, kako se streže vremenskim muham, drugače pa je z njihovimi večinskimi obiskovalci oziroma »dolinci«. Seveda sta domača pokrajina in njene vremenske ter podnebne značilnosti še kako priročen geografski »laboratorij« pred domačim pragom, ki ga velja izkoristiti prav v vsakem letnem času. Za ta namen potrebujemo le nekaj dodatnih znanj, predvsem pa veliko iznajdljivosti in tudi naklonjenost nadrejenih. Vremenski pojavi in procesi so eni redkih, ki jih lahko v pokrajini spremljamo »in situ« in z lastnimi očmi, zato so uporaben pripomoček pri razlagi nekaterih geografskih pojavov in procesov. Če ne drugega, lahko že ob vzponu na bližnji hrib učencem pojasnimo, da smo ob tem zamenjali podnebni pas. Seveda pa skrivata tudi v vzpetih pokrajinah vreme in njegova dolgoročna – natančneje vsaj 30letna – različica, ki ji pravimo podnebje, kar nekaj pasti, na katere je dobro biti pozoren. Ker je snežna sezona za nami, se tokrat osredotočamo na tiste v toplejši polovici leta.

Vremenski primorci

Vreme je kot ženska, nikoli ne veš kak(šn)o bo jutri, je zapisal nekoč na vremenskem forumu eden od številnih domačih ljubiteljskih »vremenzalcev«, med katerimi je veliko geografov. Temeljna značilnost vremena vzpetih pokrajin je njegova velika časovna in prostorska spremenljivost. Opisujemo ga kot trenutno dogajanje v ozračju nad določenim krajem ali pokrajino, njegovi povprečni različici pa pravimo podnebje. Nanj vplivajo vesoljski in zemeljski dejavniki (razporeditev kopnega in oceanov, oblike površja – posebej gorovja), glavno vremensko gibalno pa je Sonce. Zaradi kroženja Zemlje okoli njega ter vrtenja okoli lastne in hkrati nagnjene osi prejmejo posamezni deli površja različno količino energije. Vzpeti svet precej več kot okoliški ravninski. Različne temperature zraka povzročijo razlike v zračnem pritisku, te pa premikanje zraka in nastanek vetra. Ker se vrtilni ozračje skupaj z Zemljo, delujejo nanj še druge sile. V območju zmernih geografskih širin prevladujejo zahodni višinski vetrovi, zato pride k nam večina vremena iz smeri med jugo in severozahodom. V teh širinah

nastajajo velike pritiskove tvorbe: cikloni ali območja nizkega zračnega pritiska (povezani v glavnem s slabim vremenom; bojte se »sredozemca« iznad Genovskega zaliva in z njim ciklonskih padavin) in anticikloni ali območja visokega zračnega pritiska, s katerimi praviloma ni večjih vremenskih težav, če odmislimo zimsko meglo.

Tudi v našem delu Alp ima največji vpliv na vreme morje, ki zagotavlja sorazmerno redno »dostavo« vlage. Zato smo tudi Slovenci – vremensko gledano – primorci, saj pride nad naše kraje večina vlage iznad severnega Sredozemlja in vzhodnega dela Atlantskega oceana. Ko naletijo vlažne zračne gmote na gorsko oviro, se morajo prek nje dvigniti, pri čemer oddajo vso odvečno vlago (orografske padavine). Ni vseeno, kako zadane vlažen veter ob gorski greben, zelo pomemben je namreč kot med smerjo vetra in usmerjenostjo gorskega grebena. Največji učinek za povečanje padavinske intenzitete imamo pri pravem kotu. Nad vzpetim svetom se poleti zrak hitreje in močneje segreva (tako imenovani vpliv gorskih gmot), saj imamo opravka z večjo specifično površino. To lahko ponazorimo tako, da ob ravnini na enaki razdalji raztegnemo še obris prereza prek gorskega grebena ali skupine gora. Zato nastanejo plohe in nevihte hitreje, pa tudi padavin (zadnja, tretja vrsta padavin nad gorami so konvekcijske padavine) je več kot v okoliškem svetu brez vzpetin. Poleti se spreminja vreme izraziteje kot pozimi. Včasih je sicer lahko dolgo časa podobno (poletna vročina), potem pa se hitro spremeni. Zaradi bližine Jadranskega morja velja to zlasti za naše zahodne gorate in hribovite pokrajine.

Slika 1: Poznopoletni obla(č)ki lepega vremena nad zahodnim delom Julijskih Alp in Megvarskimi vrati, kot jih lahko opazujemo med pohajkovanjem po grebenu Dobrača.

(Foto: Miha Pavšek)

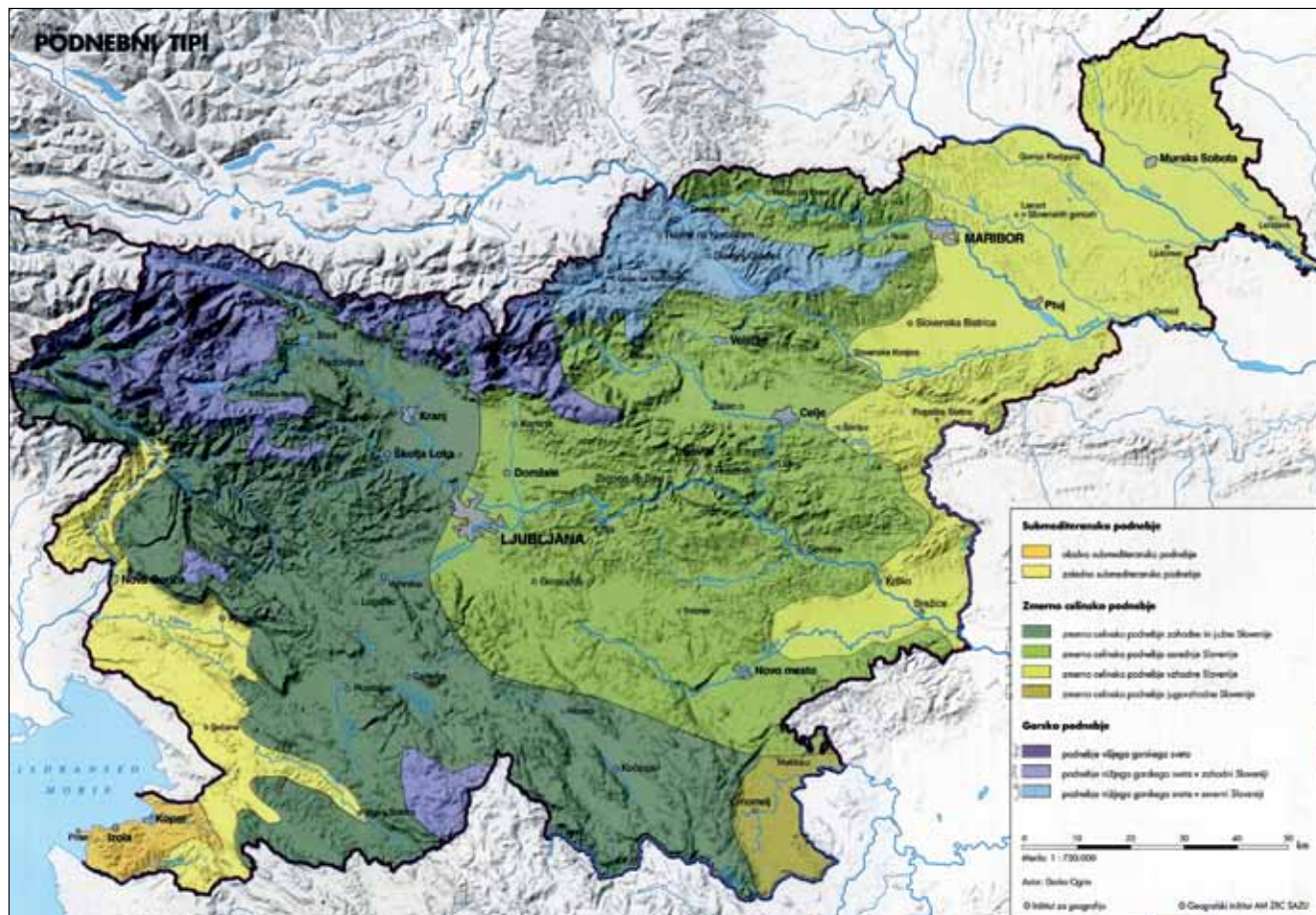


Gorsko podnebje

Tudi gorsko podnebje Alp je odvisno od geografske širine, lege, bližine morja in nekaterih drugih dejavnikov, najpomembnejša pa je nadmorska višina. Za gorsko podnebje so značilne mrzle in dolge zime ter kratka in sveža poletja. V obeh obdobjih je tam več padavin kot pa v sosedstvu. Kratkotrajno poletno sneženje v najvišjem delu naših gora ni nič posebnega, zato morajo biti ob obisku gora v nahrbtniku vedno tudi topla oblačila in rokavice. Občutek mraza še stopnjujejo okrepljeni vetrovi (več

Slika 2: Podnebni tipi Slovenije. Pravo gorsko podnebje imajo le najvišji deli visokogorskih pokrajin.

(Vir: Geografski atlas Slovenije, DZS, 1998)



Dnevno menjavanje podnebnih pasov

Podnebni pasovi se spreminjajo na velike razdalje, kar pa ne velja za gore. Na Zemlji ločimo šest glavnih podnebnih območij, gorsko vključuje večino vzpetega sveta. Zaradi hitrega dvigovanja površja je menjavanje podnebnih pasov v gorah zelo hitro. Med vzponom na afriški Kilimandžaro boste tako prečkali kar pet podnebnih pasov. Pot na našega Očaka pa vas bo popeljala skozi najmanj dva do tri podnebne pasove. Poleti je to še bolj občutno, pa čeprav se na primer iz doline Vrat nanj ne vzpemo niti za dva višinska kilometra. V splošnem je podnebje z vzpenjanjem vse hladnejše. Sončni žarki so v resnici močnejši, kot jih občutimo, saj je zrak višje redkejši in prepušča več kratkovalovnega sevanja. Ozračje se nam zdi toplo, vendar segreva sonce le molekule zraka. Pomnimo – Sonce nas lahko v gorah pošteno ogreje, ne more pa segreti ozračja okrog nas in nad nami oziroma vsaj ne s tako lahkoto, kot v podnebnih pasovih zunaj gora.

Značilnosti vremenskih pojavov vzpetega sveta

Kar zadeva sevanje Sonca, ozračja in tal, moramo vedeti, da je sonce najmočnejše na pobočjih, na katera padajo sončni žarki blizu ali pod pravim kotom. Ne le vročina, temveč tudi nevihte so tiste, zaradi katerih moramo

biti poleti najkasneje sredi dneva že precej pod grebeni in slemeni. Pozorni moramo biti tudi na delež odbite svetlobe (albedo), ki je odvisen od optičnih lastnosti tal. Temna absorbirajo precejšen delež, svetla (večina apnencev, snežišča) prav nasprotno. Ker je količina UVsevanja odvisna od sestave ozračja in dolžine poti sončnih žarkov, ima UVindeks (podan v vsakodnevni biometeorološki napovedi ARSO) svoj značilen dnevni hod. Največji je med 11. in 15. uro ter v jasnem vremenu, ko je zrak suh in je sonce visoko na nebu. V povprečju je na nadmorski višini 2000 metrov okrog 15 % več UV-sevanja kot ob morju. Zato se izogibajmo daljšim popoldanskim vzponom ali spustom prek »sončnega« sveta, še posebej, če so z nami otroci, starejši ali telesno slabše pripravljene. V gorah smo mnogo bolj izpostavljeni sončnim žarkom kot pa v dolini. Pomembno je, da se pravočasno in ustrezno zaščitimo s pokrivalom (tudi zatilje), dolgimi svetlimi oblačili, zaščitnim »premazom« soncu izpostavljenega dela telesa (zaščitni faktor je odvisen tudi od kožnega tipa vsakega posameznika) in sončnimi očali, posebej na mestih z velikim albedom.

Glavni »krivec« za ohlajanje zraka z dvigom nadmorske višine je zračni pritisk. Zrak se namreč adiabatno, to je neposredno oziroma brez dovajanja ali odvajanja toplote ohlaja, tudi kadar ga ne »motijo« drugi vplivi, izjema je Sonce. V enotni zračni masi, kjer je padec temperature z višino normalen, pomeni to – velja za troposfero zmernih geografskih širin – v povprečju 6,5 °C na vsak višinski kilometer. Temperatura zraka je torej na 2000 metrih okrog 13 °C nižja kot ob vznožju gore. Kadar je zrak suh, je padec temperature z nadmorsko višino nekoliko večji, pri vlažnem pa manjši. Ob manjši vlažnosti zraka in njegovi višji temperaturi nastajajo oblaki na višji nadmorski višini, kar je z vidika varnosti ugodneje. Dnevni hod temperature v gorah ob lepem vremenu je naslednji: najnižja temperatura zraka je tik pred sončnim vzhodom, najvišja pa uro do dve po sončnem poldnevu (poleti pazite na enourno razliko med »sončnim« in srednjeevropskim časom). Popoldne, zvečer in ponoči temperatura praviloma pada. Seveda pa vplivajo na njen potek še veter, padavine, oblaki in megla. Ob oblačnem vremenu so dnevne temperaturne spremembe majhne. Zato pa so večje med skalo in snegom, kjer lahko nastanejo tudi do več metrov globoke razpoke – krajne ali robne zevi. Nanje moramo biti pozorni pri prehodu s snežišča na kopni del poti in obratno. Na površini vsaj del dneva osončenih snežišč se naredijo značilne vdolbinice – talilne ponvice, v katerih se zaustavi kamenje. To daje na strmini lažno upanje za čvrst in varen korak, saj je le navidez primrznjeno. Zato so konec poletja snežišča lahko trda in neprijetna za prečkanje oziroma potrebujemo pri tem cepin.

Padec zračnega pritiska z nadmorsko višino – če se peljete z žičnico, si lahko pri izenačevanju pritiska pomagata s požiranjem slin ali pa hkrati pihnete in si zatisnete nos – okrog 1 hPa (hektopaskal, ekvivalent nekdanjemu milibaru/mb) na 10 metrov nima le temperaturnih posledic, temveč vpliva tudi na fiziologijo in storilnost. To še posebej velja ob obisku tujih, višjih gor. Na 3000 metrih meri pritisk le še 700 hPa (po nižinah okrog 1000 hPa), kar pomeni, da je tam tudi okrog 30 % zraka manj kot v nižinah. To na primer vpliva tudi na kuhanje na bivaku, saj voda pri nižjem zračnem pritisku zavre prej, zato ne doseže »dolinske« temperature vrelišča, temveč nekoliko nižjo. Zmanjšanemu zračnemu pritisku v visokih gorah se moramo prilagoditi postopno, čemur pravimo aklimatizacija. Za fiziološke procese (ohlajanje, potenje, občutek mraza) je pomembna re-

Slika 3: Krajna ali robna zev in talilne ponvice na zgornjem robu ledenika pod Skuto

(Foto: Miha Pavšek)



lativna vlaga oziroma razmerje med dejansko in nasičeno (100odstotno) vlažnostjo zraka. Če je ta velika, se bomo močno znojili. Nekateri cvetovi se odpirajo pri nizki vlagi in zapirajo pri visoki (zaprta bodeča neža pomeni poslabšanje vremena). Visoka relativna vlažnost je praviloma znak za prihajajoče slabo vreme. Ustaviti se moramo še pri padavinah. Te so morda bolj kot za to, da bomo pošteno premočeni in premraženi, pomembne zaradi tega, ker lahko sprožijo intenzivne naravne procese (zemeljski plaz, podor, drobirski tok, hudourniški slap ...). Zato se moramo ob močnih padavinah, ki so v vzpetem svetu pogostejše, čim prej umakniti v dolino. Če smo na varnem, pa raje počakajmo, da padavine ponehajo. Po močnem dežju so namreč vzpete pokrajine precej bolj »razrahljane« in tudi drseče kot v suhih razmerah.

Oblaki in nevihte – duša neba

Najbolje viden in priročen vremenski kazalec v gorah so oblaki. Praviloma se pri nas pojavijo vsaj dan pred poslabšanjem, ko zapihajo nad nami jugozahodni vetrovi (takrat nas v dolini že trga v sklepah ...). Sprva so to visoki in prosojni cirusni oblaki, ki se postopoma odebelijo, zato so videti kasneje sivi. Nad vrhovi so značilni oblaki lečastih oblik, kmalu pa jih ovijejo oblačne kape, katerih spodnja nadmorska višina (kondenzacijski nivo) se sčasoma znižuje. V takih razmerah nikar ne odlašajmo s sestopom, pot je lahko pošteno spolzka tudi od meglene moče. Poslabšanje nakazujejo tudi fenski oblaki, ki se prelivajo čez posamezne grebene (na primer prek Spodnjih Bohinjskih gora) iz privetrne na zavetrno stran. Če jih opazujete od daleč, si nikar ne mislite, da je še dovolj časa za umik (v zavetrju ne »vidimo« vetrov), saj lahko že naslednji hip nastanejo nad vašo glavo. Posebno poglavje so kopasti oblaki. Tisti bolj sramežljivi, nastanejo nad prisojnimi pobočji ob lepem vremenu že čez dan, saj se tamkajšnji zrak hitreje segreva (konvekcija). Od vlage je odvisno, kolikšen del neba bodo prekrili. Od temperaturnih značilnosti v navpični smeri pa, kako daleč bo šel njihov navzgornji razvoj. Če je atmosfera labilna, se lahko razvijejo tudi večji kopasti oblaki (kumulonimbusi), ki prinašajo nevihte. Prav ti se pojavijo najprej nad gorami, ker pa jih od spodaj ne vidimo, je nujno

Slika 4: Vse bolj temni dopoldanski oblaki nad leseno kapelico na Bibi planini ne obetajo nič dobrega.

(Foto: Miha Pavšek)

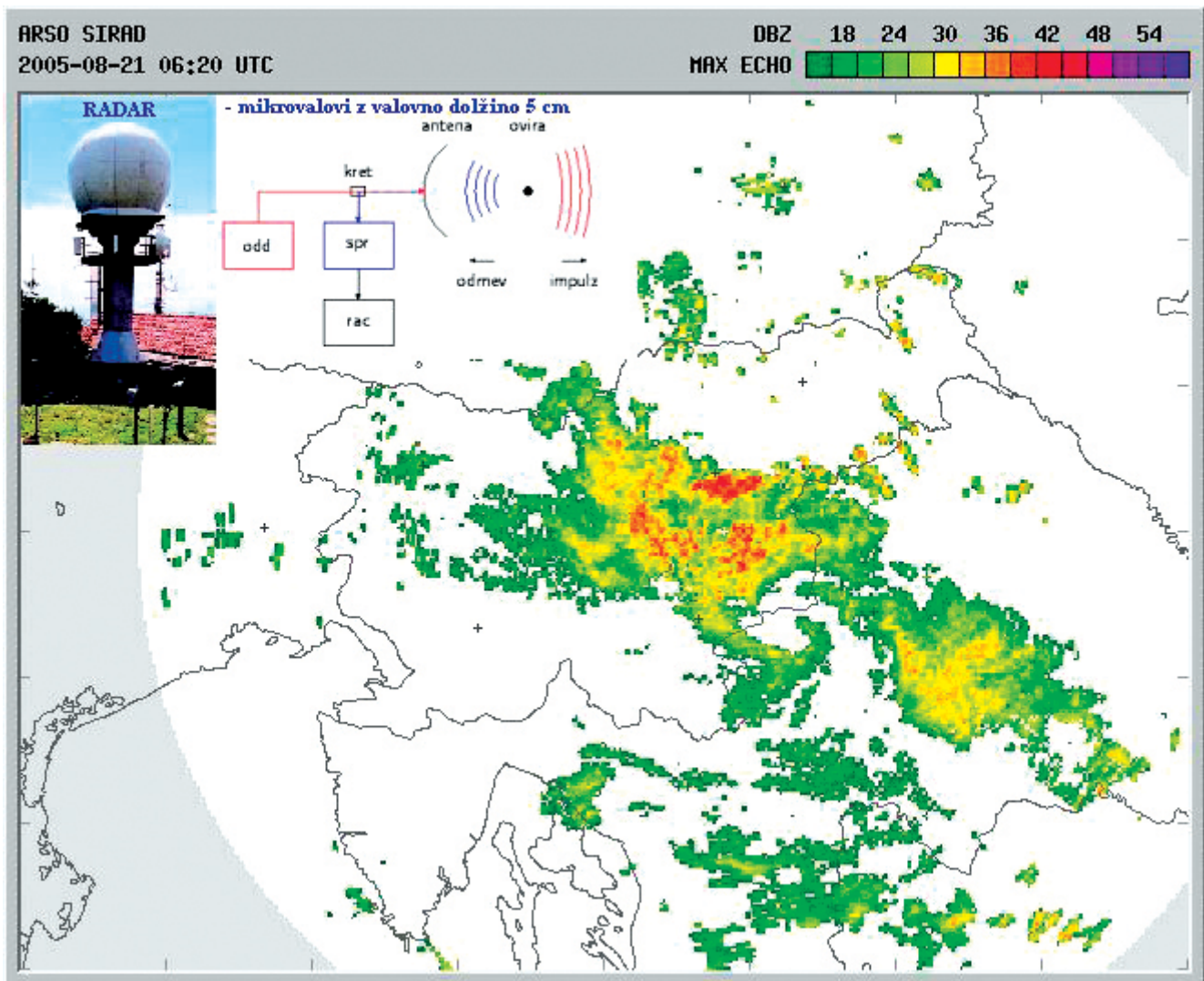


stransko opazovanje njihovih »sosedov« nad okoliškimi vrhovi. Nikar si ne privoščite, da vas ujame nevihta »zgoraj«. Kako je med nevihto v bivaku, lahko po novem tudi zvočno izkusite v okviru stalne razstave Slovenskega planinskega muzeja v Mojstrani.

Nevihte so večinoma prehodnega značaja, ob prehodu hladne fronte pa lahko vztrajajo tudi več ur. Za gore torej ne velja pregovor, da »hude nevihte ne trajajo dolgo«. Tudi na višku poletja se lahko končajo s snegom. Pred nevihto se najbolje zaščitimo tako, da ji sploh ne dovolimo, da bi nas ujela kje višje oziroma se še pravočasno umaknemo z izpostavljenih, najvišjih delov gore pod gozdno mejo ali pa vsaj pod kak suh previs. Tik pred zdajci lahko spremljamo nevihto tudi z radarsko sliko.

Vreme lahko preseneti tudi ali celo geografa

V najtoplejšem delu leta so zaradi večje nestabilnosti ozračja vremenske napovedi za vzpeti svet manj zanesljive. Če so sredi tedna obeti za konec tedna dobri, to še ne pomeni, da bodo takšni tudi tik pred koncem tedna, in obratno, če vas »težijo« vremenski obeti med tednom. Trditev, da niste natančno vedeli, kakšno vreme vas čaka, je vse prej kot upravičen izgovor geografa. Z razvojem medmrežja je dostop in nabor uporabnih vremenskih informacij dovolj zanesljiv, spremljanje aktualnega vremena s »pametnimi« mobilniki pa sorazmerno poceni. Tudi v vremenskem smislu se je treba na dejavnosti v vzpetem svetu pripraviti tako, da se ob tem čim manj ukvarjate z vremenom oziroma ga spremljate le z »enim očesom in ušesom«. To pomeni, da izberete vremenski napovedi primerno dejavnost, cilj in potek poti ali pa ostanete doma, če so obeti res slabi. Kadar smo zgoraj oviti v oblak, so razmere enake kot v nižinah ob megli, v kateri »hodijo« ptiči«. Prav zaradi vremenskih presenečenj niso v vzpetem geografskem terenu nikdar odveč kompas ali pa GPS-naprava ter ustrezen zemljevid.



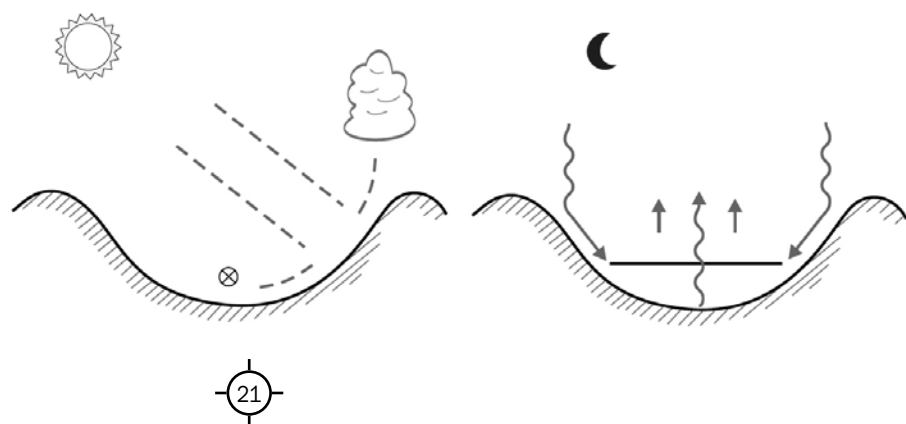
Slika 5: Radarska slika padavin z Lisce v nedeljo 21. 8. 2005 ob 8.20 po krajevnem času. Na njej lahko opazujemo močno deževje s posameznimi nevihtami v osrednji in delu vzhodne Slovenije.

(Vir: http://astro.sentvid.org/meteorologija/neurja_in_ljudje/neurja_in_ljudje.htm)

Višje vzpetine so gotovo najprimernejše opazovališče vremena, seveda pa ne ob vsakem vremenu! Slabega vremena v vzpetem svetu ni, le na primeren način se mu moramo izogniti. Pa saj se tudi tam človek lepega vremena, enako kot sitega trebuha, enkrat naveliča. Tik pred odhodom le še preverite najnovjšo vremensko napoved. Eden od domačih gornjskih piscev je nekoč napisal knjigo z naslovom »Kjer tišina šepeta«, a verjemite – če vas bo tam zalotilo slabo vreme, vam to prav gotovo ne bo šepetalo. Nasprotno pa je prav tamkajšnje spremljanje vremena z varnega, toplega in suhega mesta lahko eno največjih geografskih doživetij. Če ste o vsem in na pravi način seznanjeni, bo tudi obisk vremenskega »laboratorija« vzpetih pokrajin le še eno v nizu lepih doživetij toplejše polovice leta, pisano z veliko začetnico.

Slika 7: Dnevni in nočni pobočni vetrovi ob jasnem vremenu

(Vir: Planinska šola, PZS, 2005)



Viri in literatura

1. Kastelec, D., Petkovšek, Z., Vrhovec, T., 2006: Vreme in podnebje v gorah, TZS, Ljubljana, 241 str.
2. Mandel, M., 2000: Mladi vremenoslovec, Didakta, 128 str.
3. Ogrin, D., 1998: Podnebje. Geografski atlas Slovenije, DZS, str. 110–111.
4. Pučnik, J., 1980: Velika knjiga o vremenu, CZ, Ljubljana, 363 str.
5. Rakovec, J., Vrhovec, T., 2007: Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike (3. izdaja), DMFA, Ljubljana, 316 str.
6. Reynolds, R., 2004: Vremenski vodnik, TZS, 192 str.
7. Roth, D. G., 1992: Vremenoslovje za vsakogar, DZS, 265 str.
8. Vrhovec, T., 1998: Vreme. Geografski atlas Slovenije, DZS, str. 110–111.

Poudarki/dodatki:

1 – Vremenske razlike med ravninskim in vzpetim svetom

V splošnem v gorah rado piha in pada, vremenske spremembe so hitrejše (oblaki se prej pojavijo, a tudi hitreje izginejo), vremenski pojavi pa intenzivnejši (močnejši veter, več padavin, ...). Na izpostavljenih mestih (grebeni, sedla, nad gozdno mejo v splošnem ...) so vetrovi hitrejši in sunkovitejši. Nad gorami je pogostejše in bolj oblačno kot v dolini. Pogostejše in silovitejše so tudi nevihte, več je udarov strel. V gorah se pojavljajo ob lepem vremenu lokalni pobočni (zvečer in ponoči gornik – navzdol, zjutraj in del dopoldneva dolnik – navzgor) in ob večjih vremenskih spremembah dolinski vetrovi (Bohinj, Zgornjesavska in Logarska dolina ...). V kotanjah večinoma zakraselega sveta nastajajo jezera hladnega zraka ali mrazišča, za katere je značilen izrazit toplotni obrat (pri bivačiranju se jih izogibajte, čeprav ponujajo zavetje pred vetrom). Spremembe vremena čutimo v gorah izraziteje, saj smo pogosto kar sami del vremenskega dogajanja (kadar smo v megli oziroma oblaku). Ker smo »na prostem«, se ne moremo učinkovito zaščititi pred vremenskimi vplivi. Z vsakim višinskim metrom postajajo vremenska stanja vse bolj izjemna: če v dolini piha, lahko po gorah divja vihar. Oblačne kape se pojavijo, ko doseže gore vlažen veter, ki se mora dvigniti prek gora. Če nastajajo oblačne kape na privetrni strani gora vse nižje, to pomeni, da priteka čedalje bolj vlažen zrak – znak za poslabšanja vremena. Če se spodnji rob oblačne kape dviga, se bo vreme izboljšalo. Nad prisojami nastajajo v toplem delu leta vsako dopoldne kopasti oblaki, opazujte njihovo rast, da vam popoldne ne bodo prilezli čez glavo s kakšno hudo nevihto. Če se vrh kape hitro dviga, je ta že blizu, če pa je nizek in gladek, je to znak za močne vetrove okoli vrha. Kadar je kapa potlačena ali pa sploh ne sega do vrha gore, kaže to na stabilno ozračje brez neviht. Zgodnji znanilec poslabšanja vremena so poleg višinskih jugozahodnih do zahodnih vetrov tudi oblaki, imenovani ovčice (cirokumulusi).

2 – Vetrovne zanimivosti iz domačih logov

Fen je topel in suh veter, ki nastane pri spuščanju zraka z gorskih območij v doline in kotline. V Srednji Evropi je znan predvsem v alpskem in predalpskem svetu. Razlikujemo severni in južni fen, oba pa nastajata v povezavi z vsakokratno značilno razporeditvijo polj zračnega pritiska na širšem območju Alp oziroma v srednjeevropskem vremenskem prostoru. Severni fen se pojavlja, ko imamo področje nizkega zračnega pritiska (ciklon) nad Sredozemljem, medtem ko je nad Severno in Srednjo Evropo polje visokega zračnega pritiska (anticiklon). Južni fen pa nastane ob bolj ali manj obrnjenem stanju razporeditve polj zračnega pritiska, pri čemer je središče ciklona najpogostejše nad Severovzhodno Evropo. Fen je mo-

čan in sunkovit ter topel veter, zato povzroča pogosto škodo v gozdovih in na zgradbah, vpliva pa tudi na počutje in zdravstveno stanje ljudi. V Sloveniji imamo obe različici fena. Severni se pojavlja predvsem v dolini Save Bohinjke, v Logarski dolini, pod Pohorjem, v dolini Krke in dalje v novomeški kotlini, južni pa vzdolž Karavank in Grintovcev. Zadnji, znan tudi kot karavanški fen, je pri nas anticiklonalnega nastanka (piha vzdolž izobar polja visokega zračnega pritiska), zato je precej bolj sunkovit in hladnejši od svojega toplejšega brata, ki pa je precej bolj vztrajen.

Bolj razvpita je »fenova sestra« burja, vetrovna kraljica naših primorskih pokrajin. V splošnem imamo pri nas opravka z anticiklonalno in ciklonalno. Slednjo povzročajo cikloni, ki se bližajo iznad zahodnega Sredozemlja proti vzhodni jadranski obali in z veliko močjo sesajo zrak iz primorja in obale proti morju. Tovrstna burja, imenovana tudi mračna ali škura burja (iz italijanščine – bora scura), je sorazmerno stalen veter, ki piha s severovzhoda do vzhoda, spremlja pa jo mračno in deževno vreme. Pozimi in zgodaj spomladi pa tudi snežno neurje ter mraz. Od anticiklonalne, ki piha vzdolž celotne jadranske obale, gostuje ciklonalna v njegovem manjšem delu, predvsem pa je njen pojav precej bolj nenaden. Njena gonilna sila je velika razlika v zračnem pritisku med kopnim in morjem, nad katerim se pogloblja »ciklonski« vrtinec. Obe vrsti burje precej slabita z oddaljevanjem od obale proti sredini Jadranskega morja.

3 – Jakost vetra po domače

Prebivalci najbolj prepisnih območij v Sloveniji imajo nekaj povsem samosvojih značilnosti. Tako kot imajo Eskimi skoraj sto besed za različne vrste snega, imajo menda tudi Vipavci in Ajdovci (nikar jih ne enačite!) vetrovno lestvico za »domačo uporabo«. Oglejmo si jo malo podrobneje:

- glih de dhne: do 50 km/h;
- diha: 50–70 km/h;
- mlčkulejče: 70–90 km/h;
- ulejče: 90–100 km/h;
- vejtrč: 100–120 km/h;
- nejhudha: 120–150 km/h;
- piha: 150–200 km/h.

Odkar pelje prek Rebrnic odsek hitre ceste Razdrto–Vrtojba, ima DARS tudi tu ob robu ceste mrežo svojih vremenskih postaj. V nekaj od teh se prav radi ujamejo tudi najmočnejši, blizu 200 kilometrski sunki burje. A nikar ne mislite, da so zaradi burje samo težave. Eden od študentov geografije je nekoč na pisnem izpitu zapisal: »Burja ni le nadležen veter, ki ga ne zatrejo niti dobro zaprta vrata in okna, temveč tudi zelo koristen. Med drugim nam očisti ozračje in poveča vidljivost (najlepši razgled!), predvsem pa je koristen, kadar prijetno osuši prašičje noge, natančneje njihove zgornje dele, iz katerih dozori slastni kraški pršut.«

4 – Občutek mraza zaradi vetra

Za ocenjevanje vetrnega učinka so strokovnjaki razvili poseben indeks ohlajanja zaradi vetra, angleško »windchillindex«. V vetrovnem vremenu izgublja naše telo toploto hitreje kot ob brezvetrju, zato je občutek mraza veliko večji, kot bi bil pri enaki temperaturi ob brezvetrju. To lahko razberemo tudi iz priložene preglednice. Izračunani indeks ohlajanja zaradi vetra temelji na meritvah na višini 1,5 metra, kar ustreza dejanski višini našega obraza med vzpenjanjem ali spuščanjem po strmini.

Podnebje od lokalne do globalne ravni

		Temperatura (stopinje Celzija)												
		10 °C	5 °C	0 °C	-5 °C	-10 °C	-15 °C	-20 °C	-25 °C	-30 °C	-35 °C	-40 °C	-45 °C	-50 °C
Hitrost vetra (km/h)	10 km/h	8,6	2,7	-3,3	-9,3	-15,3	-21,1	-27,2	-33,2	-39,2	-45,1	-51,1	-57,1	-63,0
	15 km/h	7,9	1,7	-4,4	-10,6	-16,7	-22,9	-29,1	-35,2	-41,4	-47,6	-53,7	-59,9	-66,1
	20 km/h	7,4	1,1	-5,2	-11,6	-17,9	-24,2	-30,5	-36,8	-43,1	-49,4	-55,7	-62,0	-68,3
	25 km/h	6,9	0,5	-5,9	-12,3	-18,8	-25,2	-31,6	-38,0	-44,5	-50,9	-57,3	-63,7	-70,2
	30 km/h	6,6	0,1	-6,5	-13,0	-19,5	-26,0	-32,6	-39,1	-45,6	-52,1	-58,7	-65,2	-71,7
	35 km/h	6,3	-0,4	-7,0	-13,6	-20,2	-26,8	-33,4	-40,0	-46,6	-53,2	-59,8	-66,4	-73,1
	40 km/h	6,0	-0,7	-7,4	-14,1	-20,8	-27,4	-34,1	-40,8	-47,5	-54,2	-60,9	-67,6	-74,2
	45 km/h	5,7	-1,0	-7,8	-14,5	-21,3	-28,0	-34,8	-41,5	-48,3	-55,1	-61,8	-68,6	-75,3
	50 km/h	5,5	-1,3	-8,1	-15,0	-21,8	-28,6	-35,4	-42,2	-49,0	-55,8	-62,7	-69,5	-76,3
	55 km/h	5,3	-1,6	-8,5	-15,3	-22,2	-29,1	-36,0	-42,8	-49,7	-56,6	-63,4	-70,3	-77,2
	60 km/h	5,1	-1,8	-8,8	-15,7	-22,6	-29,5	-36,5	-43,4	-50,3	-57,2	-64,2	-71,1	-78,0

Preglednica: Indeks ohlajanja zaradi vetra
ali tako imenovani windchillindex

(Vir: <http://www.accuracyproject.org/WindChill.html>)

ONESNAŽENOST ZRAKA KOT POSLEDICA EMISIJ IN LOKALNIH VREMENSKIH POJAVOV

Anton Planinšek*



Povzetek

V članku so opisani viri onesnaževanja v Sloveniji in najpogostejša onesnaževala, stanje kakovosti zunanjega zraka in opis vzrokov za takšno stanje. Na koncu je podana še povezava onesnaženosti zraka s klimatskimi spremembami.

Ključne besede: zrak, onesnaženost, emisija, antropogeni viri, naravni viri, onesnaževalo

AIR POLLUTION AS THE CONSEQUENCE OF EMISSION AND OF LOCAL METEOROLOGICAL PHENOMENA

Abstract:

The article deals with the causes of pollution in Slovenia, the most frequent pollutants, the quality of the air, and gives the description of the causes for the present situation. In the final part the connection between the air pollution and the climate change is presented.

Keywords: air, pollution, emission, anthropogenic sources, natural resources, pollutant

Namen tega članka je podati nekaj dejstev o problematiki onesnaženosti zraka, ki jih redkeje srečujemo v učbenikih. Poleg tega sem dodal nekaj spletnih povezav do podatkovnih baz, v katerih so shranjeni podatki o virih onesnaževal (emisije) in stanja onesnaženosti v zunanjem zraku (emisija). Na razpolago je veliko podatkov, ki so lahko dobra osnova za naloge in projekte.

Zrak, ki nas obdaja, je zmes plinov, večinoma dušika in kisika. V kubičnem metru je na morsk gladini okoli 1,3 kg zraka, odvisno od temperature in trenutnega zračnega tlaka. Z višino se gostota zraka zmanjšuje, razmerje deležev posameznih plinov pa se z višino pravzaprav ne spreminja. V manjših količinah so v zraku zastopani tudi drugi plini, argon okoli 1 %, ogljikov dioksid okoli 0,3 % in vodna para, katere delež se spreminja in je lahko do 4 %. Količine preostalih plinov so bistveno manjše. Nekateri plini so naravnega izvora, drugi so posledica človeške dejavnosti (antropogene emisije). V zraku so lahko prisotni tudi trdni delci in kapljevine. Če so delci dovolj majhni, lebdijo v zraku. Nekatere snovi v zraku so neškodljive za

* Anton Planinšek je zaposlen na Agenciji RS za okolje v Ljubljani.
anton.planinsek@gov.si

zdravje ljudi, živali, rastline in nežive materiale, druge pa lahko pri dovolj veliki koncentraciji povzročajo škodo. Snovi, ki sestavljajo zrak, so lahko kemično nevtralne, večinoma pa med seboj reagirajo in nastajajo nove spojine, ki so lahko nevarne ali pa ne. Nevarnim snovem pravimo onesnaževala, definirana v Uredbi o kakovosti zunanjega zraka Ur. l. RS, št. **9/2011: Onesnaževalo je katera koli snov, ki je prisotna v zraku in za katero je verjetno, da ima škodljive učinke na zdravje ljudi oziroma na okolje.** Količino onesnaževal merimo v mikrogramih v kubičnem metru zraka. Mejne vrednosti koncentracij, pri katere se smatra, da pod to vrednostjo ne povzročajo škodljivih učinkov, so predpisane v prej navedeni uredbi.

Emisije

Z besedo **emisija** mislimo na **izpuščanje onesnaževal v zunanji zrak.** Delimo jih na naravne in antropogene. **Naravne** emisije so predvsem posledica preperevanja kamnin, ki jih dviguje veter, in vulkanskih pojavov, kot so vulkanski izbruhi ter emisije iz vulkanskih kraterjev, fumarol in podobnega, ter sol iz morja zaradi izhlapevanja kapljic. Velik del naravnih emisij nastaja tudi zaradi delovanja rastlin in živali, na primer cvetni prah in organske spojine, ki izhlapevajo iz listov in iglic, pa amoniak zaradi živali.

Z rastjo števila prebivalcev in svojo dejavnostjo je **človeštvo** v zadnjih nekaj tisoč letih, posebno pa zadnjih dvesto let, močno povečalo emisije onesnaževal v zrak. Največ so se emisije povečale ob industrijski revoluciji s povečano uporabo premoga. V začetku 20. stoletja se je začela z razvojem avtomobilizma povečevati poraba nafte, z razvojem kemijske industrije pa je v ozračje prihajalo vedno več kemikalij, tudi strupenih organskih spojin. S povečanjem števila prebivalcev in vedno višjega standarda, predvsem v zahodnih državah, se je pojavila potreba po velikih količinah energije za ogrevanje bivalnih in poslovnih prostorov pozimi in njihovo hlajenje poleti. Povečana poraba energije je seveda povezana z emisijami onesnaževal.

Podatke o emisiji posameznih onesnaževal v Sloveniji lahko dobimo za državo kot celoto in za posamezne naprave. Podatki so navadno porazdeljeni po posameznih sektorjih, kot je energetika, promet, kmetijstvo in podobno. Dostopni so na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) po posameznih letih do leta 2008 na naslovu: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/vsebine/onesnazevala-zraka

Podatki za žveplov dioksid in dušikove dioksidge od leta 1980 ter za delce PM10 od leta 2000 so prikazani na sliki 1. Pri žveplovem dioksidu se je emisija močno zmanjšala zaradi izgradnje čistilnih naprav v termoelektrarnah, zmanjšanja industrijske dejavnosti, boljših goriv in večje uporabe zemeljskega plina za ogrevanje.

Pri dušikovih oksidih emisije ne padajo. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja se pozna padec emisij zaradi vedno večje uporabe katalizatorjev v avtomobilih, v zadnjem času pa je ta trend izničil povečani promet. Emisije v energetiki ostajajo na približno enakem nivoju, ker termoelektrarne še nimajo čistilnih naprav za dušikove okside.

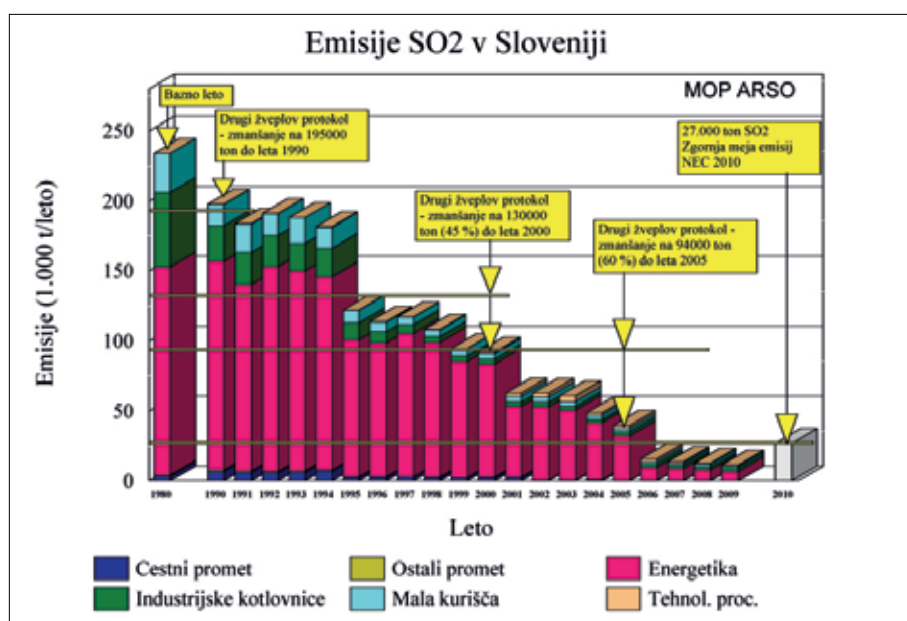
Tabela 1: Nacionalni izpusti za osnovna onesnaževala in delce za leto 2008

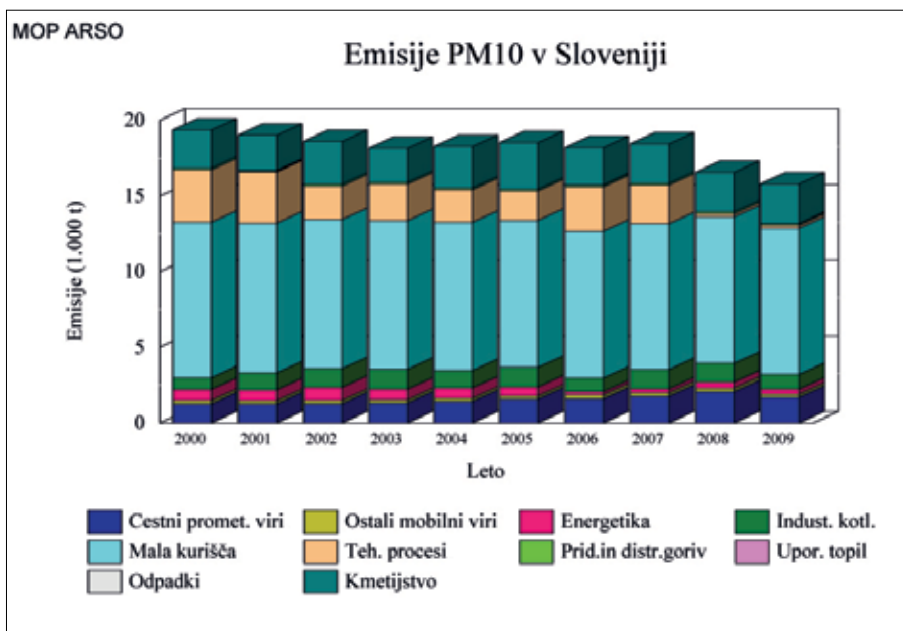
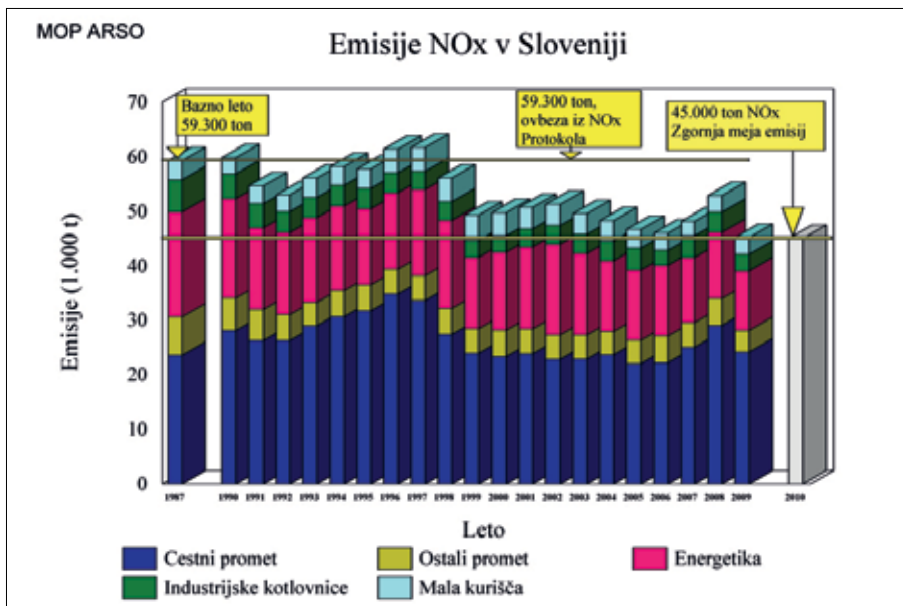
LETO : 2008	OSNOVNA ONESNAŽEVALA					DELCI		
ONESNAŽEVALO	SOx (as SO ₂)	NOx (as NO ₂)	NH ₃	NM ₂ VOC	CO	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP
ENOTA	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg
Termoelektrarne - toplarne in kotlovnice za daljinsko ogrevanje (NFR 1)	7,256	12,186	0	1,805	1,788	0,252	0,404	0,587
Kotlovnice za ogrevanje in mala kurišča (NFR 2)	1,755	3,101	0,000	8,484	73,051	9,668	9,714	10,245
Industrijske kotlovnice in procesi z izgorevanjem (NFR 3)	3,592	4,044	0,000	1,372	1,788	1,142	1,211	1,289
Tehnološki procesi brez izgorevanja (NFR 4)	0,707			3,468		0,107	0,204	0,632
Pridobivanje in distribucija fosilnih goriv (NFR 5)				2,7873		0,017	0,112	0,229
Uporaba topil (NFR 6)				10,450		0,000	0,000	0,012
Cestni promet (NFR 7)	0,191	20,803	0,851	8,542	67,255	1,762	2,140	2,608
Ostali promet (NFR 8)	0,128	7,018	0,001	0,985	3,529	0,443	0,474	0,509
Ravnanje z odpadki (NFR 9)						0,003	0,008	0,017
Kmetijstvo, gozdarstvo in živinoreja (NFR 10)			16,667			0,193	1,207	2,671
SKUPAJ 2008	13,629	47,152	17,518	37,894	147,392	13,586	15,474	18,798

Na področju cele Slovenije spustijo v zrak največjo količino delcev mala kurišča. Drugačni deleži so seveda v mestih, kjer posebej izstopa Ljubljana. Večina energije za ogrevanje pride iz toplarne in iz kotlovnice, ki uporabljajo zemeljski plin. Tako več kot polovica delcev nastane zaradi prometa z motornimi vozili. Ta emisija prihaja v zrak pri tleh in zato na višini, kjer dihamo, povzročajo previsoke koncentracije.

Podatki o emisijah iz posameznih naprav so zelo podrobni in zajemajo veliko onesnaževal. Podani so v excelovih datotekah po posameznih letih. Ta baza podatkov nastaja na podlagi poročil, ki so jih upravljavci naprav dolžni vsako leto pošiljati na ARSO na podlagi okoljevarstvenih dovoljenj. Spletna stran je nekoliko nepregledna, zato podajam polni naslov do podatkov: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/devices#Naprave (splošno)

Slika 1: Trendi emisij žveplovega dioksida, dušikovih oksidov in delcev PM₁₀.





Ti podatki so lahko osnova za naloge in projekte s tega področja.

Stanje kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji

Kakovost zraka se je v času, od kar so na razpolago meritve koncentracij onesnaževal, od leta 1968, precej spremenila. To je predvsem posledica spremenjenih emisij, delno pa tudi klimatskih sprememb.

Stanje kakovosti zunanjega zraka za leto 2010 nam pokaže tabela, vzeta iz poročila ARSO **Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2010**.

(http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/kakovost_letna.html)

Iz tabele 1 se vidi, da so prekoračene mejne vrednosti predvsem pri delcih PM₁₀, delno pri ozonu in benzo(a)pirenu, ki se ga upošteva kot indikator za prisotnost policikličnih ogljikovodikov.

V zadnjih letih je bilo največ prekoračitev mejne vrednosti pri delcih PM_{10} . To so delci, ki imajo aerodinamični premer manjši od 10 mikronov. Takšni delci so dovolj majhni, da jih dlačice v nosu ne zadržijo, zato pridejo v pljuča. Še nevarnejši so delci, manjši od 2,5 mikronov, ki prodrejo do pljučnih mešičkov. V večini primerov so delci, ki lebdijo v zraku, porozni in imajo veliko površino. Posebej v hladni polovici leta se v delce adsorbirajo precejšnje količine plinov, predvsem onesnaževal. Ko pride takšen delec v pljuča, se zaradi toplejšega okolja plini v delcu sprostijo, v pljučih nastane visoka koncentracija onesnaževal, ki povzroča škodljive posledice za zdravje. Koncentracije delcev so najvišje v hladni polovici leta, ko so njihove emisije zaradi ogrevanja večje, vremenske razmere za redčenje emisij pa so slabše.

Situacija pri ozonu je ravno nasprotna kot pri delcih. Ozon je fotokemijsko onesnaževalo. Nastaja s kemičnimi reakcijami med predhodniki ozona, pri katerih kot katalizator nastopa sončna svetloba. Predhodniki ozona so dušikovi oksidi in ogljikovodiki. Antropogene emisije predhodnikov ozona se čez leto ne spreminjajo veliko. Glavni vir teh snovi je promet z motornimi vozili. Poleti je več naravnih emisij ogljikovodikov, ki jih oddajajo rastline, pa tudi sončne svetlobe je bistveno več. Ozon lahko kljub svoji veliki reaktivnosti prepotuje velike razdalje. Tak pojav opazujemo na Primorskem, kjer so najvišje koncentracije v Sloveniji. Najvišje vrednosti koncentracij se praviloma pojavljajo ob jugozahodnem vetru, ko prinese ozon iz sosednjih pokrajin v Italiji, ki spada med najbolj z ozonom obremenjena območja v Evropi. Koncentracije ozona so visoke tudi nekaj tisoč metrov nad morjem. V Sloveniji je izmerjena najvišja povprečna letna koncentracija ozona na Krvavcu. Primerjave z enostavnejšimi meritvami so celo pokazale, da je nivo koncentracij ozona na Krvavcu in Kredarici enak. Tega dejstva se morajo zavedati planinci, saj je intenziven napor ob visokih koncentracijah ozona škodljiv za zdravje.

V poletnem času ARSO izdaja napoved najvišjih urnih koncentracij za posamezne predele v Sloveniji. Napovedi so objavljene na spletni strani ARSO. Na tej spletni strani so tudi sprotni podatki o koncentracijah onesnaževal, v mesečnih biltenih in letnih poročilih (od leta 1997 dalje) pa so objavljene obdelave podatkov za določeno leto in trendi koncentracij za več let.

Prostorska razporeditev posameznih onesnaževal pa je ocenjena v elaboratu OCENA ONESNAŽENOSTI ZRAKA z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM_{10} , ogljikovim monoksidom, benzenom, težkimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policiklicnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH), ki je objavljen na spletni strani ARSO.

Sprotnne podatke o koncentracijah onesnaževal z merilnih mest okoli termoenergetskih objektov so na spletni strani Elektroinštituta Milan Vidmar: <http://www.okolje.info/>.

Podatke iz Slovenije lahko primerjamo s koncentracijami drugih evropskih držav. Države članice Evropske agencije za okolje letno pošiljajo izmerjene podatke v skupno bazo EIONET, ki je dostopna na spletu: <http://www.eionet.europa.eu/>.

Merilno mesto/ site	območje/ Zone code	Zveptov dioksid SO ₂ *		dušikov dioksid NO ₂ *	dušikovi oksidi NO _x *	ogljikov monoksid CO*	ozon O ₃		delci PM ₁₀ *	delci PM _{2,5}	benzen C ₆ H ₆ *	arzen v PM ₁₀ As*	kadmij v PM ₁₀ Cd*	nikelj v PM ₁₀ Ni*	svinec v PM ₁₀ Pb*	ž.srebro v PM ₁₀ Hg	benzo(a) piren v PM ₁₀ *
		z	e	z	v	z	z	v	z	z	z	z	z	z	z	z	z
DMKZ																	
Ljubljana Bežigrad	SI1																
Ljubljana Biotehniška f.	SI1																
Maribor center	SI1																
Maribor Vrbanški plato	SI1																
Kranj	SI3																
Novo mesto	SI3																
Celje	SI2																
Trbovlje	SI2																
Hrastnik	SI2																
Zagorje	SI2																
Murska S.-Rakičan	SI1																
Nova Gorica	SI4																
Koper	SI4																
Zerjav	SI3																
ravac	SI3																
Iskrba	SI3																
Otlica	SI3																
EIS TES																	
Soštanj	SI2																
Topolšica	SI2																
Veliki Vrh	SI2																
Zavodnje	SI2																
Velenje	SI2																
Graška Gora	SI2																
Pesje	SI2																
Skale	SI2																
EIS TET																	
Kovk	SI2																
Dobovec	SI2																
Kum	SI2																
Ravenska Vas	SI2																
Prapretno	SI2																
OMS Ljubljana center	SI1																
TE-TO Ljubljana (V nainarie)	SI3																
MO Maribor-Tabor	SI1																
MO Maribor-Pohorje	SI1																
EIS TEB (sv.Mohor)	SI2																
EIS Anhovo (Morsko)	SI4																
EIS Anhovo (Gor. Polje)	SI4																

Legenda:

- * določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna (ciljna) vrednost/ limit (target) value exceeded
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag/ upper assessment threshold exceeded
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag/ lower assessment threshold exceeded
- koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom oz. mejno ali ciljno vrednostjo/ concentration below the lower assessment threshold (or limit or target value)
- prekoračena opozorilna vrednost/ information threshold exceeded
- mejna vrednost ni določena/ limit value is not prescribed
- ni meritev/ no monitoring
- ni podatkov/ no data

Tabela 1: Nivo koncentracij na merilnih postajah za onesnaženost zraka

Vzroki visokih koncentracij zaradi lokalnih vremenskih pojavov

Visoke koncentracije niso odvisne le od emisij onesnaževal, ampak so tudi lahko posledica neugodnih vremenskih razmer, ki onemogočajo razredčenje emisij v večji volumen. Slovenija ima glede tega precej neugodne razmere. Imamo območja z različnimi klimatskimi pasovi – sredozemsko, alpsko in celinsko, razgiban relief in šibke vetrove. Ob jasnem vremenu nastajajo temperaturne inverzije, ki onemogočajo vertikalno izmenjavo zraka. To pomeni, da vsa emisija, ki nastane pri tleh, tam tudi ostane in so zato koncentracije bistveno višje kot na dobro prevetrenem območju. Omeniti je treba še pojav mestnega toplotnega otoka. Zaradi večje porabe energije v mestih se zrak v mestu dodatno segreje in je toplejši kot v okolici. Ob šibkih vetrovih, ki v Sloveniji prevladujejo, posebej ponoči in v kotlinah, se zato v mestih in okolici pojavi posebna cirkulacija zraka. Toplejši zrak se nad mestom dviguje do višine temperaturne inverzije oz. do višine, ki mu jo omogoča večja toplotna energija. Nadomešča ga zrak iz okolice, ki v plasti debeline nekaj deset metrov z vseh strani piha proti središču mesta. Zrak, ki se je prej dvignil do temperaturne inverzije pa se ob robu mesta spušča nazaj proti tlom in delno vstopa v tok zraka, ki leze proti središču mesta. Tako imamo delno zaprt krog, ki zato zadrži večino emisij onesnaževal, ki jih oddaja mesto s svojo dejavnostjo. Ti pojavi so opisani v raziskavi o klimi Ljubljane (Jernej 2000), opazili in izmerili pa so ga tudi v drugih mestih.

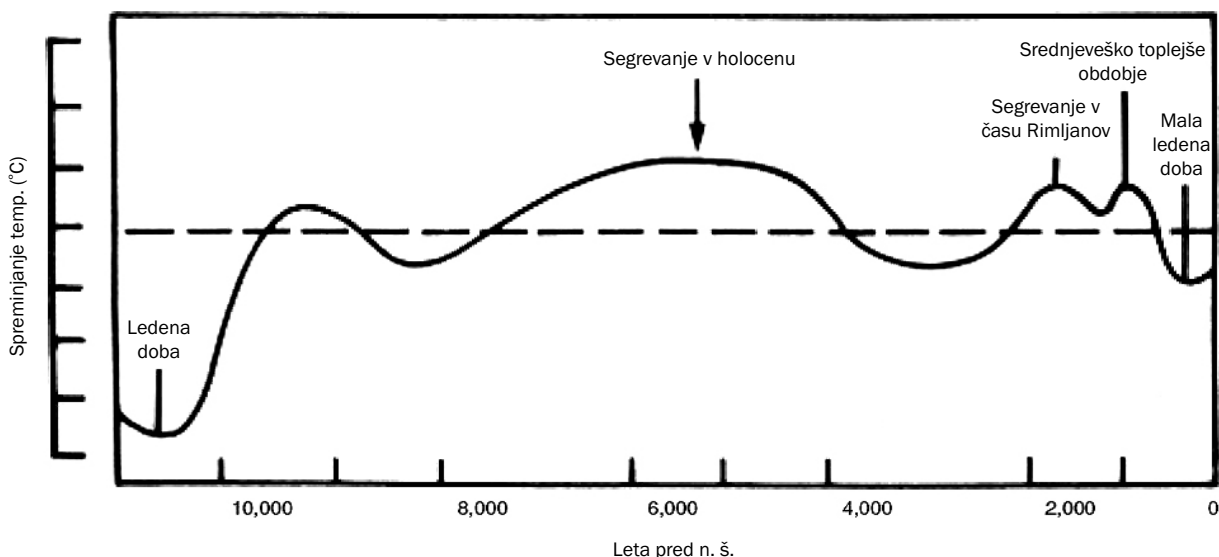
Sklep

Onesnaženost zraka v Sloveniji je občasno slabša, kot so predpisane vrednosti. To velja predvsem za mesta, kjer so glavni problem koncentracije

delcev. Koncentracije ozona spomladi in poleti presegajo mejne vrednosti po celi državi, tudi v gorah. Glavni povzročitelj prekomernega onesnaženja zraka sta promet in ogrevanje v zimskem času. Po osamosvojitvi Slovenije je propadlo precej industrije, ki je s svojimi emisijami onesnaževala okolje, sedaj pa je teh emisij znatno manj. Tudi termoelektrarne so z izgradnjo čistilnih naprav emisije znižale do te meje, da okolja ne onesnažujejo prekomerno. Večji viri onesnaženja morajo pridobiti za obratovanje okoljevarstveno dovoljenje, v katerih so predpisani pogoji za obratovanje naprave, pri katerih ne obremenjuje okolja prekomerno. Nadzor nad napravami opravlja inšpekcija za okolje.

V zadnjem času se veliko govori o klimatskih spremembah. Toplejše podnebje pomeni, da porabimo manj energije za ogrevanje, kar pomeni tudi manjše emisije onesnaževal v zrak. Pomeni tudi večjo prevetrenost naših krajev in s tem zniževanje koncentracij. Glede na to, da je Zemlja že doživljala v ne preveč oddaljeni preteklosti toplejša obdobja kot to, v katerem se nahajamo (npr. pred 800 leti je rasla vinska trta na Koroškem, pa tudi v Angliji), pa tudi bistveno hladnejša, ko so se v 6. stoletju narodi s severa preselili v srednjo Evropo, ker se na severu zaradi mraza ni dalo preživeti. Spremembe temperature v zadnjih 10.000 letih so prikazane na sliki 2. Obstajajo sicer novejšje raziskave, ki so pokazale podrobnejše spremembe temperatur na več lokacijah na Zemlji, povzetek pa je podoben kot na sliki 2. Antropogene emisije toplogrednih plinov so bile takrat bistveno manjše, kot so sedaj, zato ne moremo z gotovostjo trditi, da so povečane emisije teh plinov edini vzrok za segrevanje Zemlje. Vendar imajo prizadevanja za zmanjšanje emisij ogljikovega dioksida (brezogljična družba) tudi zelo blagodejen stranski učinek – veliko zmanjšanje emisij onesnaževal in s tem boljši zrak.

Slika 2: Spremembe temperature na Zemlji zadnjih 10.000 let

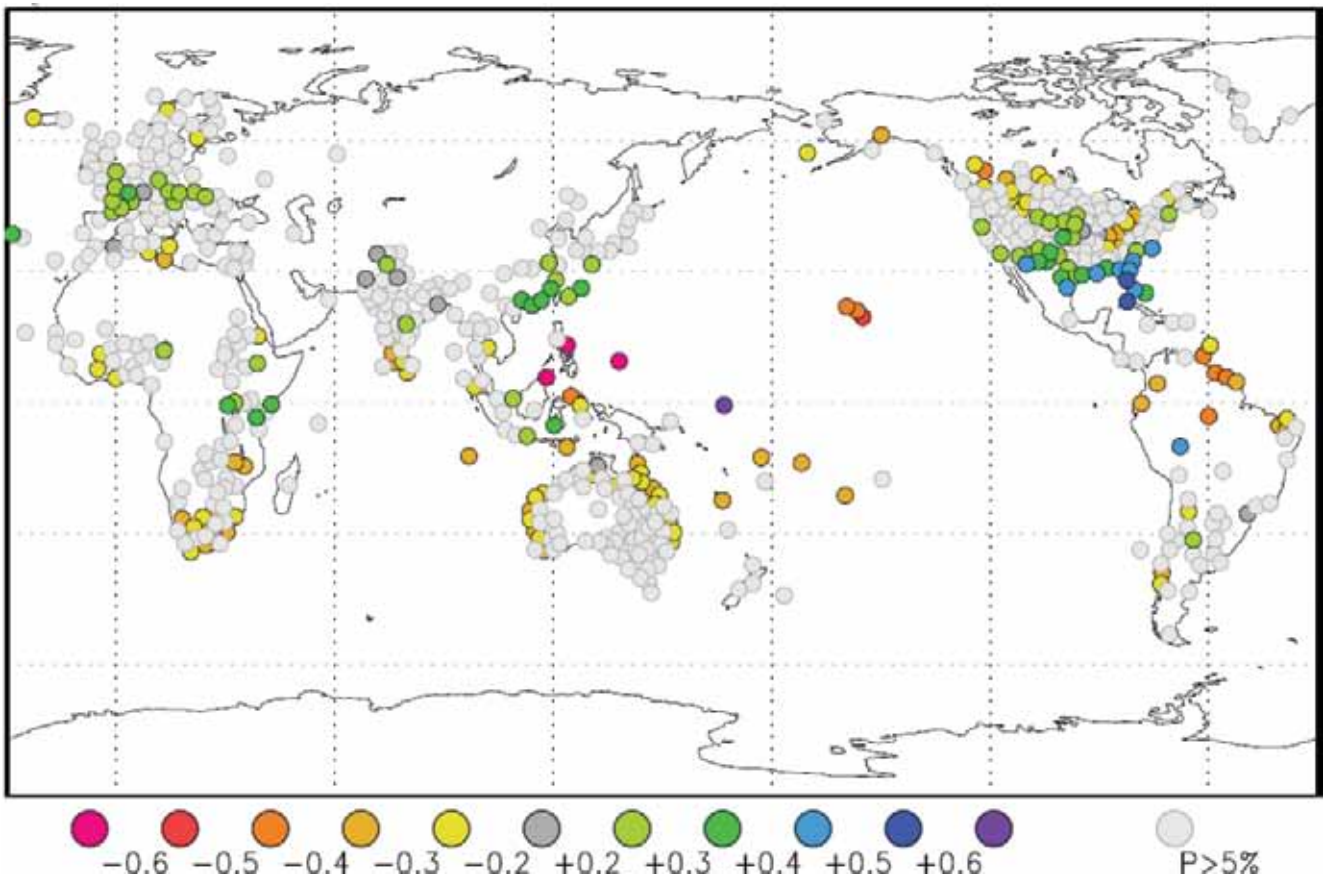


Vir: IPCC 1990.

Črtna črta predstavlja temperature okoli začetka 20. stoletja.

Literatura

1. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2010, julij 2011, Ljubljana. Agencija republike Slovenije za okolje.
2. Silvester Jernej in ostali, 2000, Analiza klime mesta Ljubljana: z dodatkom aplikacij za uporabo klimatskih izhodišč pri načrtovanju rabe prostora



Korelacijski koeficienti med količino padavin in indeksom za pojav El Niño¹

Korelacijski koeficienti med količino padavin na 658 merilnih postajah po svetu in nekoliko prilagojenim indeksom za pojav El Niño za prve tri mesece v letu (jan.-mar.). Zeleni in modri toni označujejo pozitivne korelacijske koeficiente (višji indeks – več padavin), rumeni in rdeči pa negativne. V začetku leta so statistično pomembno povezane močnejše padavine z močnejšim pojavim El Niño v južnem in osrednjem delu Združenih držav, pa tudi v Evropi – torej precej daleč od tropskega Pacifika.

(Oldenborghetal., 2005, dostopno na KNMI, http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/decadal_copy1.pdf in http://www.knmi.nl/research/global_climate/enso/effects/#temperature, z dovoljenjem za reproduciranje.)

1 Karta korelacijskih koeficientov sodi k članku Jožeta Rakovca, Vzroki za spreminjanje podnebja (str. 51-60).

MESTNA KLIMA NA PRIMERU MARIBORA

Igor Žiberna*



Povzetek

Človekovi vplivi, predvsem širjenje pozidanih površin, ogrevanje, promet in onesnaževanje zraka, so pripomogli k nastajanju specifičnega mestnega ekosistema. Med njegove pomembne značilnosti sodi nastanek značilnega mestnega podnebja, ki se najbolj manifestira s pojavom mestnega toplotnega otoka. V članku so prikazani vzroki za oblikovanje mestne klime in nastanek mestnega toplotnega otoka. Na primeru Maribora so prikazane nekatere značilnosti mestne klime in mestnega toplotnega otoka..

Ključne besede: mestna klima, mestni toplotni otok, Maribor

CITY CLIMATE, AS OBSERVED IN MARIBOR

Abstract:

The man's influence on the natural environment, particularly the extension of built surfaces, heating, traffic, and air pollution have contributed to the development of specific city ecosystem. One of its important characteristics is the existence of typical city climate, most evidently manifested by the city thermal island. In the article the causes of the development of the city climate and of the city thermal island are presented. Some characteristics of the above mentioned features are described, as they were observed and studied in the city of Maribor.

Keywords: city climate, city thermal island, Maribor

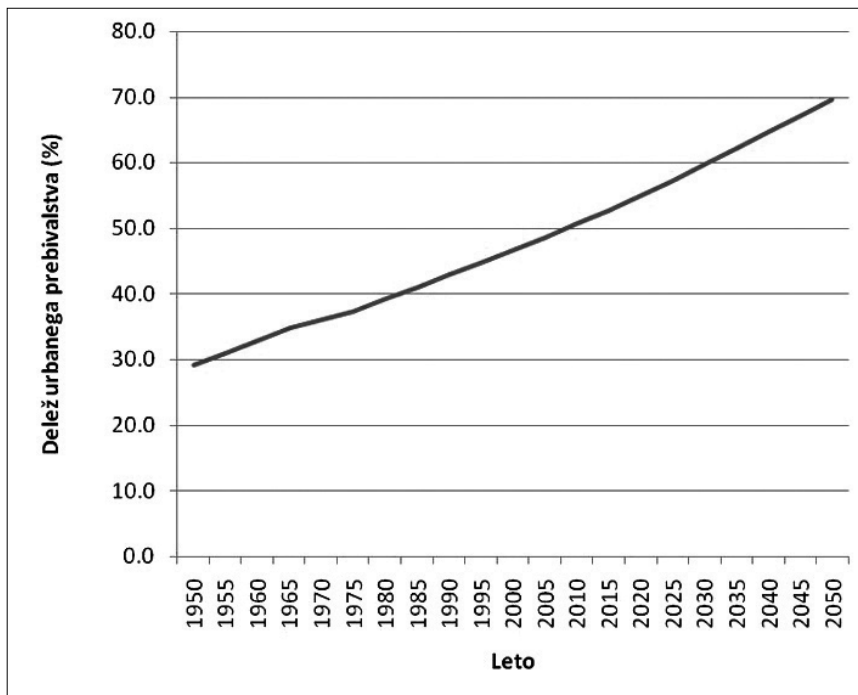
Uvod

Demografske ocene govorijo, da danes več kot polovica svetovnega prebivalstva že prebiva v mestnem okolju. Po podatkih OZN je leta 1950 v mestih živelo 29,1 % vsega prebivalstva. Ta delež se je do leta 2010 dvignil na 50,6 % in po napovedih naj bi do leta 2050 v urbanih okoljih živelo že 69,6 % vsega svetovnega prebivalstva (Med mrežje 1). Zaradi prebivalstvene eksplozije velemest bi naj leta 2015 v Tokiu prebivalo 30 milj., v Ciudad de Mexico pa 20 milj. prebivalcev. Mesta z nad 10 milj. prebivalcev naj ne bi bila več redkost (Sukopp in Wittig, 1993, str. 58). Velika gostota prebivalstva v gosto pozidanih območjih, umetno proizvedena energija in spremenjena vodna bilanca bodo v prihodnosti krojile okolje večine prebivalstva našega planeta.

* Dr. Igor Žiberna je docent na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Mariboru
e-mail: igor.ziberna@uni-mb.si

Slika 1: Spreminjanje deleža mestnega prebivalstva na našem planetu med letoma 1950 in 2050

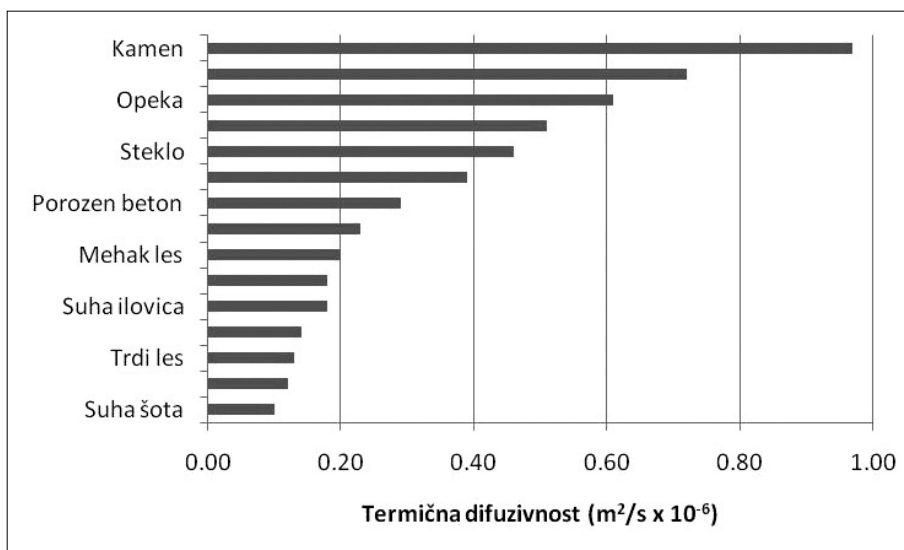
Vir: <http://esa.un.org/unup/>



Specifična raba tal v mestu (večji delež betonskih in asfaltnih površin na račun z vegetacijo poraslih tal) pomembno modificira energijsko bilanco mesta. Beton ima v primerjavi z vlažnimi tlemi tudi do šestkrat večjo toplotno prevodnost (konduktivnost)¹ in skoraj dvakrat večjo toplotno kapaciteto² (Oke, 1990, str. 259), zato se podnevi počasi segreva, ponoči pa počasi ohlaja. Prav ta lastnost močno vpliva na dnevni režim razlik v temperaturi zraka med mestom in okolico. Pri določanju termičnih lastnosti materialov v urbanem okolju pogosto uporabljamo tudi termično difuzivnost.³ Umetni materiali, ki jih pogosteje najdemo v urbanih okoljih, imajo v splošnem višjo termično difuzivnost (slika 2).

Slika 2: Termična difuzivnost za nekatere vrste materialov

Vir: Gartland, 2008



- 1 Toplotna konduktivnost neke snovi je merilo sposobnosti toplotnega prevajanja te snovi. Predstavlja količino toplote, ki preteče skozi enoto površine v enoti časa (Kladnik 1988, str. 200).
- 2 Toplotna kapaciteta snovi nam pove množino toplote, ki je potrebna, da se snov segreje za 1 K, oziroma koliko toplote mora snov oddati, da se ohladi za 1 K (Kladnik 1988, str. 197).
- 3 Termična difuzivnost je definirana kot razmerje med toplotno prevodnostjo in gostoto ter toplotno kapaciteto (Monteith, Unsworth 1990, str. 19).

Mesto s svojimi pozidanimi površinami deluje kot termoakumulacijska peč, ki čez dan absorbira kratkovalovno sevanje Sonca, nato pa v nočnem in jutranjem času sama oddaja dolgovalovno sevanje v ohlajeno okolico. Temperaturne razlike med mestom in okolico so zato najvišje v času nastopa minimalnih temperatur. Fezer (1994, str. 53–54) govori tudi o letnem režimu intenzivnosti nastajanja mestnega toplotnega otoka. Medtem ko mesta v subpolarnih območjih beležijo najintenzivnejši razvoj mestnega toplotnega otoka v zimskih mesecih, je v submediteranskih mestih ta najbolj razvit v poletnih mesecih. Kontinentalni del Evrope, še zlasti Panonska nižina z obrobjem kaže, da je mestni toplotni otok običajno najbolj razvit pozimi.

Manj z vegetacijo poraslih površin pomeni manjšo evapotranspiracijo, s tem pa tudi manj porabljene latentne energije, kar dviga temperaturo zraka podnevi in blaži pretirano ohlajanje ponoči. Končni rezultat omejenega je večji prebitek v energijski bilanci mesta v primerjavi s tisto v okolici. Ena najbolj vidnih posledic tega je nastanek »mestnega toplotnega otoka«. Energijsko bilanco spreminja tudi človek, ki s svojo aktivnostjo v mestu (ogrevanje, industrija, promet) vnaša energijo v ozračje. V ozračje vnaša tudi materijo, predvsem v obliki onesnaževal in vodne pare. Prašni delci tudi modificirajo energijsko bilanco, saj manjšajo delež direktnega, večajo pa delež difuznega sončnega obsevanja. Regionalna klima z vremenskimi tipi, relief ter antropogeni dejavniki so torej vzrok za lokalne spremembe v energijski bilanci, spremembe v vodni bilanci, spremembe v sestavi zraka, spremembe v kroženju zraka in končno spremembe v vrednostih klimatskih elementov, kar vodi v oblikovanje specifičnih klimatskih razmer v mestu, tj. do »mestne klime« (Žiberna, 1996, str. 5).

Energijsko bilanco v mestu lahko zapišemo kot :

$$Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$$

pri čemer pomenijo:

- Q^* - neto sevanje
 - Q_F - antropogeni vnos energije v ozračje
 - Q_H - energijski tok zaznavne toplote
 - Q_E - energijski tok latentne toplote
 - ΔQ_S - akumulacija energije
 - ΔQ_A - advekcija energije
- (Oke 1990, str. 274).

Neto sevanje oblikuje kratkovalovno sevanje Sonca in dolgovalovno sevanje zemeljskega površja :

$$Q^* = Q_{kd} + Q_{kr} - a(Q_{kd} + Q_{kr}) + Q_{da} + Q_{dg}$$

pri tem pomenijo :

- Q_{kd} - direktno sončno sevanje (kratkovalovno)
 - Q_{kr} - difuzno sevanje neba (kratkovalovno)
 - a - albedo
 - Q_{da} - protisevanje atmosfere (dolgovalovno)
 - Q_{dg} - sevanje zemeljske površine (dolgovalovno)
- (Hočevar in Petkovšek 1988, str. 95).

Zaradi onesnažene atmosfere so členi kratkovalovnega sevanja v mestu modificirani. Povečana količina prašnih delcev lahko oslabi direktno sončno sevanje tudi za 20 %, po drugi strani pa poveča delež difuznega krat-

kovalovnega sevanja. Spremenjena je še zastopanost posameznih valovnih dolžin. Oslabljen je zlasti ultravijolični del spektra (do 40 %), kar lahko rahlo zmanjša intenzivnost fotosinteze, zmanjša možnost nastajanje kožnega raka in omili produkcijo vitamina D (Oke, 1990, str. 304–310). Zaradi enakomerne sipanja vseh valovnih dolžin je nebo v mestih vidno kot blede modro ali sivo. Povprečni albedo mesta je v primerjavi s tistim v okolici zmanjšan.⁴ Tako je zaradi manjšega albeda asfaltnih in betonskih površin ter večje hrapavosti mestnega površja. Manjši albedo pomeni tudi manjši del od tal odbitega kratkovalovnega sevanja. Po splošnih ocenah naj bi povprečni albedo mesta znašal okoli 0,15, kar je nekaj manj od albeda ruralne okolice (Monteith in Unsworth, 1990, str. 80–82; Oke, 1990, str. 281). Seveda so to le okvirne vrednosti, ki se v odvisnosti od barve pozidanih površin lahko tudi bistveno spremenijo. Manjše kratkovalovno direktno sevanje v mestih se izravna z manjšim od tal odbitim kratkovalovnim sevanjem. Razlike v kratkovalovnem sevanju med mestom in okolico niso velike. Nekaj večje so razlike v dolgovalovnem sevanju zemeljske površine. Te izhajajo predvsem iz razlik v fizikalnih lastnosti podlage med mestom in okolico in so največje ponoči ter pozimi. Tudi dolgovalovno protisevanje atmosfere je zaradi večjih količin prašnih delcev v mestu nekaj večje. Oboje pripomore zlasti k zmanjšani stopnji ohlajanja mesta ponoči (Oke, 1990, str. 282). Energijska toka zaznavne in latentne toplote se med mestom in okolico vidno razlikujeta. Asfaltne in betonske površine v mestu podnevi akumulirajo od Sonca sprejeto kratkovalovno sevanje. Ponoči, ko ni več kratkovalovnega sevanja Sonca, postane gonilna spremenljivka neto sevanja dolgovalovno sevanje površja, ki pa je v mestu povišano zaradi večje akumulacije kratkovalovnega sevanja. Po drugi strani pa je zaradi manj zelenih površin v mestu manjša evapotranspiracija. Posledica tega so manjši pretoki latentne toplote v mestu, kar pomeni tudi manjše energijske izgube in dodatno intenzivnejše segrevanje mesta. Pri mestih, ki jih obkrožajo polpuščavska ali puščavska okolja, pa je delež porabljene latentne energije zaradi večjega namakanja v mestih večji. Prebitek toka latentne toplote se čez dan akumulira, sprošča pa se ponoči in zjutraj. Po ocenah je tok zaznavne toplote v mestu za 60 % višji, tok latentne toplote pa za 52 % nižji od tistega na podeželju. Akumulacija toplote je v mestih višja za okoli 400 % (Oke, 1990, str. 284). Vse to dodatno vodi k formiranju toplotnega otoka in nižje relativne vlage v mestih. Velikostni razredi obeh členov so postali znani šele v zadnjem času, predvsem zaradi izpopolnjene metodologije meritev.

Spremembe v vodni bilanci so posledica spremenjenih lastnosti površja v mestu. Zaradi hitrega odtekanja meteorne vode po kanalizacijskih ceveh in zaradi manj vegetacije v mestih je tudi evapotranspiracija zmanjšana, kar se med drugim kaže tudi v manjši absolutni in relativni vlagi ter manjšemu parnemu pritisku. Zmanjšana evapotranspiracija pomeni tudi bistveno zmanjšane izgube latentne energije, kar zopet modificira energijsko bilanco mesta (Landsberg, 1981, str. 179–182).

Mestni toplotni otok na primeru Maribora

Meteorološka postaja Maribor Tabor omogoča idealno lokacijo za študij vpliva mesta na spreminjanje lokalnega podnebja, saj se je okolica v za-

4 Albedo golih tal znaša med 0,05 in 0,40, travnikov med 0,16 in 0,26, njivskih površin med 0,18 in 0,25, sadovnjakov med 0,15 in 0,20 ter gozda med 0,15 in 0,20. Planet Zemlja naj bi imel albedo 0,34 (Monteith in Unsworth, 1990, str. 80–82).

dnjih 50 letih močno spremenila. Letalski posnetki lokacije meteorološke postaje Maribor Tabor za leti 1963 in 2003 nazorno prikazujejo spremembo rabe tal (sliki 3 in 4). Pred letom 1963 so se v neposredni bližini opazovalnega prostora nahajale njivske površine in vrtovi, okoli 200 m vzhodneje od opazovalnega prostora pa vrstna pritlična stanovanjska stavba. Intenzivno priseljevanje prebivalstva iz širšega mestnega zaledja je povzročilo nove potrebe po stanovanjskih površinah. Te so se začele naglo širiti na južnem robu tedanjega območja sklenjene pozidave ob današnji Radvanjski in Ljubljanski ulici.

Slika 3: Lokacija meteorološke postaje Maribor Tabor leta 1963

Vir: Arhiv GURS, 2005



Slika 4: Lokacija meteorološke postaje Maribor Tabor leta 2003

Vir: Arhiv GURS, 2005



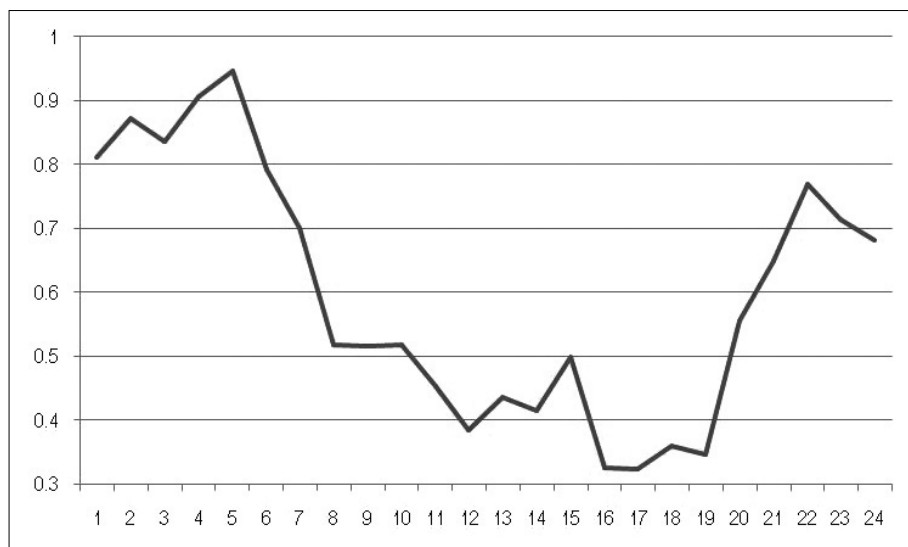
Zlasti po letu 1965 so se v širši okolici meteorološke postaje Maribor Tabor začele širiti stanovanjske soseske blokovne gradnje (severozahodno od tod, ob Regentovi in Rapočevi ulici), ter kompleksi s proizvodno in storitveno dejavnostjo (severno, zahodno in južno od tod). Leta 1980 so severovzhodno od meteorološke postaje odprli večje križišče cest z odcepi proti Ptujju, Ljubljani in soseski Maribor jug, zahodno od tod pa bistveno razširili Jadransko cesto, kar je delež okoliških asfaltnih površin še povečalo. Pomembno se je spremenila raba tal južno od meteorološke postaje, med Tržaško in Jadransko cesto. Tu se je razvilo območje z avtomobilskimi trgovinami in servisi, s čimer se je povečal delež asfaltnih površin. Trend širjenja pozidanih površin v okolici še ni končan. Južno od meteorološke postaje so po letu 2000 bližnje stavbe nadzidali, medtem ko je leta 2011 na vrtičarskih površinah zahodno od opazovalnega prostora med Jadransko in Ljubljansko cesto nastal novi stanovanjski in poslovni objekt. Še najmanjšo transformacijo – če odštejemo magistralno cesto proti Hočam in večje cestno križišče – je doživela vzhodna okolica opazovalnega prostora postaje. Okolica meteorološke postaje je torej prav v desetletjih, ki jih obravnavamo v analizi trendov klimatskih parametrov, doživela intenzivno preobrazbo rabe tal od nekdanjih njivskih površin v gosto pozidano območje.

V okolici mesta delujeta dve meteorološki postaji z daljšim nizom opazovanj: Starše (od leta 1961) in letališče Edvarda Rusjana (od leta 1977 naprej). Obe lahko ponudita dovolj kakovostne podatke, ki so reprezentativni za ruralno območje.

Primerjava povprečnih urnih temperatur za leto 1993 za meteorološki postaji Maribor Tabor in Letališče Edvarda Rusjana kažejo, da so razlike med mestom in okolico najnižje v popoldanskem času, ko je mesto še vedno za 0,3 °C toplejše od okolice. Proti večernem času pričnejo razlike naraščati in dosežejo prvi vrhunec ob 22. uri. Manjšanje razlik proti polnoči si lahko razlagamo s pojavom lokalnih vetrov. Mestni toplotni otok je v prvi polovici noči dovolj razvit, da se pojavi gradientni veter, ki piha od okolice proti središču mesta in s tem nekoliko zniža temperature. Razlike se v drugi polovici noči ponovno pričnejo stopnjevati in dosežejo maksimum okoli 4. ure zjutraj. Seveda je prikazani dnevni režim razlik med mestom in okolico le neko povprečje. Ob anticiklonalnem vremenskem tipu so razlike lahko še večje (v ekstremnih primerih tudi 10 °C), ob advektivnem ali ciklonalnem vremenskem tipu pa nižje.

Slika 5: Dnevni režim razlik urnih temperatur med Mariborom in Letališčem Edvarda Rusjana leta 1993

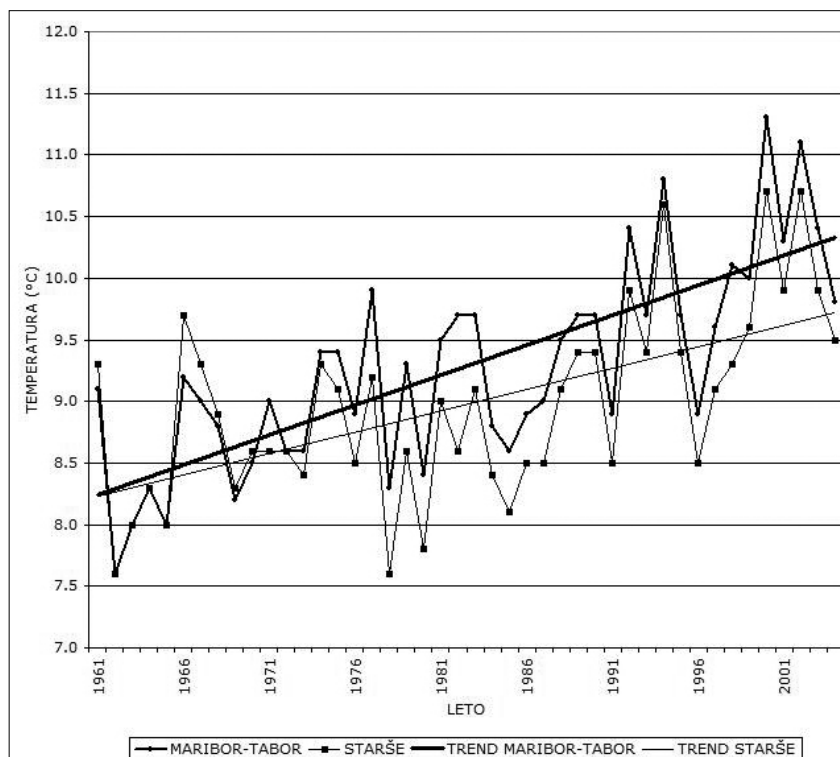
Vir: Žiberna, 1996



Zaradi intenzivnejšega širjenja pozidanih površin v mestu se razlike med mestom in okolico s časom stopnjujejo. To najlažje opazimo pri analizi razlik trendov temperatur in drugih klimatskih elementov. Za ta namen je zanimiva primerjava trendov temperatur na meteorološki postaji Maribor Tabor in Starše v obdobju 1961–2004. Razlike v trendih srednjih mesečnih temperatur ob 7. uri so največje v jesenskem in zimskem času. V obdobju 1961–2004 se je razlika v jutranjih temperaturah med Mariborom in Staršami jeseni letno povečevala za 0,0053 °C, pozimi pa za 0,0171 °C v prid mesta. Meseci, v katerih so se razlike v srednjih mesečnih temperaturah ob 7. uri najbolj povečale, so februar (za 0,0309 °C/leto) in avgust (0,0151 °C/leto), najbolj pa so se razlike zmanjšale v oktobru, a le za 0,0019 °C/leto. Razlike v trendih srednjih mesečnih temperatur ob 14. uri niso tako visoke kot tiste zjutraj. Toplotni otok v Mariboru je namreč podnevi manj intenziven. Razlike v trendih v zimskem času so največje in kažejo, da so temperature v mestu na vsakih deset let višje od tistih v okolici za 0,225 °C. Visok je tudi trend razlik srednjih mesečnih temperatur ob 21. uri, ko največje razlike nastopajo poleti (za 0,0312 °C/leto) in jeseni (0,0268 °C/leto). Spomladi in pozimi so trendi razlik le nekaj manjši. Srednje mesečne temperature v mestu torej najhitreje rastejo pozimi (za 0,0283 °C/leto) in jeseni (za 0,0244 °C/leto), nekaj počasneje pa poleti (0,0186 °C/leto) in spomladi (0,0169 °C/leto). V poletnih mesecih je mestni toplotni otok v Mariboru slabše razvit, spomladanske razlike pa duši siceršnja večja prevetrenost atmosfere. Pregled razlik v trendih srednjih mesečnih temperatur med mestom in okolico prinaša več spoznanj. Srednje mesečne temperature v mestu najhitreje rastejo ob 21. uri, sledijo pa temperature ob 7. in temperature ob 14. uri. Razlike v trendih srednjih mesečnih temperatur kažejo, da se razlike med mestom in okolico najbolj povečujejo pozimi in jeseni, le ob 21. uri pa tudi poleti. Razlike v trendih ekstremnih temperatur kažejo, da se razlike med mestom in okolico hitreje večajo pri minimalnih kot maksimalnih temperaturah (Žiberna, 2006).

Slika 6: Trendi povprečnih temperatur zraka ob 21. uri na meteorološki postaji Maribor Tabor in Starše (1961–2004)

Vir: arhiv Urada za meteorologijo, ARSO, 2011.



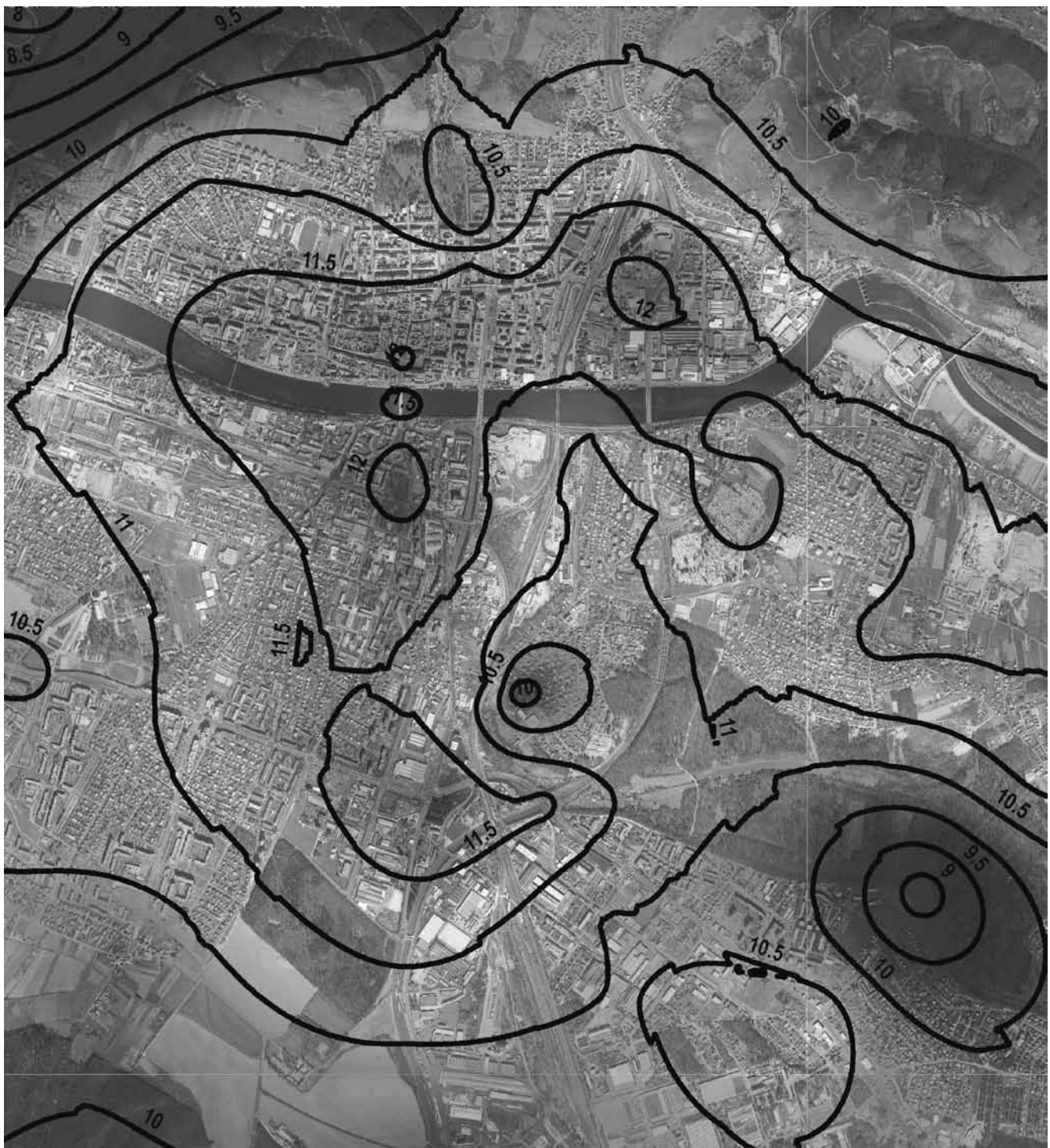
S povečano intenzivnostjo mestnega toplotnega otoka se kažejo celo vplivi na bioklimatske razmere v mestih. White in ostali (2002) so za nekatera mesta na vzhodu ZDA ugotavljali vpliv toplotnega otoka na dolžino vegetacijske dobe. Ta je v mestih za dober teden daljša kot v ruralni okolici. Roetzer in ostali (2000) so analizirali vpliv mestnega toplotnega otoka na pojave fenofaz nekaterih kulturnih rastlin v izbranih srednjeevropskih mestih. Rezultati so pokazali, da fenofaze v mestih nastopajo 6 do 10 dni pred tistimi v okolici mest. Da vegetacijska odeja v mestih tudi sama oblikuje specifične klimatske razmere v mestih, so ugotavljali Emmanuel (2003), Jonsson (2004) ter Thorsson in ostali (2004). Zelene površine v mestih zaradi transpiracije pomenijo dodaten vnos energije v obliki toka latentne toplote, zaradi česar so zelene površine hladnejše od pozidane okolice. Tako Maribor kot Starše kažeta pozitivne trende dolžine vegetacijske dobe, in sicer Maribor za 0,2623 dneva/leto, Starše pa 0,2189 dneva/leto. Razlika v dolžini vegetacijske dobe med Mariborom in Staršami se vsako leto poveča za 0,0434 dneva. Vendar pa so omenjeni podatki le povprečje za celotno obravnavano obdobje. Zaradi različne dinamike gradnje v Mariboru in Staršah so razlike v dolžini vegetacijske dobe v zadnjih 44 letih nihale. Do sredine 70. let 20. stoletja ni bilo vidnih razlik, te pa so se po izgradnji stanovanjskih blokov v Rapočevi in Regentovi ulici severozahodno od opazovalnega prostora začele povečevati. Zaradi prej omenjenih vzrokov so razlike dosegle najvišje vrednosti v začetku osemdesetih let. Takrat je bila dolžina vegetacijske dobe v Mariboru v primerjavi s Staršami daljša za 8 dni, kar je primerljivo tudi z nekaterimi večjimi srednjeevropskimi mesti (Roetzer in ostali 2000). Do sredine 90. let so se te razlike zmanjšale, vendar so ponovno narasle v začetku 21. stoletja. Ob tem je treba pripomniti, da so nadpovprečno topla poletja razlike med Mariborom in Staršami dodatno dušila. Tako datumi temperaturnih pragov kot dolžine vegetacijske dobe kažejo začetke in konce obdobja oziroma trajanje, manj pa to, kakšne so kumulativne kvantitativne razlike v temperaturah. Za ta namen so za analizo pripravni podatki o vsotah aktivnih temperatur nad 10,0 °C. Te predstavljajo kumulativne vsote vseh temperatur nad 10,0 °C. Povprečne vsote aktivnih temperatur v Mariboru so v obdobju 1961–2004 znašale 1302,2 °C, v Staršah pa 1273,4 °C (Žiberna, 2006).

Mestna klima pa se ne manifestira le v povečanih razlikah med mestom in okolico, ampak se zaradi različne gostote pozidanosti in razlik v antropogenih virih energije kaže tudi znotraj samega mesta. Izraz »mestni toplotni otok« v tem smislu pravzaprav ne odraža dovolj natančno resničnega stanja. Za prikaz temperaturnih razmer znotraj bi bil ustrežnejši izraz »mestno toplotno otočje (arhipelag)«, saj se tudi znotraj mesta pojavljajo sorazmerno velike razlike. Razen že omenjenih dejavnikov (raba tal, umetni viri energije) na obseg, obliko predvsem pa intenzivnost toplotnega otoka v mestih vplivata vremenski tip in relief. Anticiklonalni vremenski tip (mirno, jasno vreme) potencira temperaturne razlike med posameznimi deli mesta, medtem ko jih advektivni (vetrovi pihajo ves dan iz stalnih smeri) in ciklonalni vremenski tip (oblačno, deževno vreme) dušijo. Konkavne reliefne oblike (kotanje, nižje terase) znižujejo temperature zraka zlasti v nočnem času. Za pridobivanje podatkov o temperaturnem polju je na voljo več metod, ki jih na tem mestu zaradi omejenega obsega ne bom predstavljal. Med zelo enostavne in priljubljene metode sodijo t. i. maršrutne meritve, pri čemer na kolo ali avto montiramo merilnik tempe-

ratur in nato z vožnjo po vnaprej določeni poti na izbranih merilnih mestih izmerimo temperaturo. Slika 7 prikazuje rezultate več meritev, opravljenih v Mariboru v spomladanskih mesecih ob anticiklonskih (slika 7) in ciklonalno-advektivnih vremenskih situacijah. Jasno so vidne večje razlike v temperaturah ob anticiklonskih vremenskih situacijah, ki so posledica razlik v gostoti pozidanosti in reliefa. Pobrežje, ki leži na nižji terasi, beleži nekoliko nižje temperature kot Tabor (kjer je gostota pozidanosti največja) in Tezno. Jedra toplotnih otokov se pojavljajo tam, kjer se večji gostoti pozidanosti pridruži še vpliv prometa in industrije (južni del Tabora ob križišču Titove, Tržaške, Ptujске in Ceste proletarskih brigad, severni del Tabora, staro mestno jedro, območje med avtobusno in železniško postajo z

Slika 7: Mestni toplotni otok v Mariboru ob anticiklonskih vremenskih situacijah spomladi

Vir: Lastne meritve



industrijskim delom Melja). Najnižje temperature nastopajo na območjih z manjšimi relativnimi višinami in naravno vegetacijo (depresija v stari strugi Drave, ki je pokrita izključno z gozdom in travniki, mestni park). Ob ciklonalno-advektivnih vremenskih situacijah je temperaturno polje mnogo bolj homogeno. Zelene površine v mestih pomagajo zniževati stres zaradi visokih temperatur v poletnih mesecih, hkrati pa modificirajo vodno bilanco. Prav iz tega razloga bi morali zelenim otokom v mestnih jedrih posvečati posebno pozornost.

Sklep Danes že več kot polovica svetovnega prebivalstva živi v urbanih okoljih. Ta zaradi specifične rabe tal in človekovega vnosa energije v ozračje oblikuje specifične podnebne razmere. Te se kažejo predvsem v oblikovanju mestnega toplotnega otoka. V splošnem so mesta toplejša od okolice. Največje temperaturne razlike med mestom in okolico se praviloma pojavljajo ponoči, pozimi in ob anticiklonalnih vremenskih tipih. Znotraj mesta obliko, obseg in intenzivnost mestnega toplotnega otoka modificirajo gostota pozidanosti, človekove dejavnosti in relief. Ob globalnem segrevanju se zlasti v mestih, ki ležijo v nižjih in zmernih geografskih širinah, pojavlja toplotni stres, zaradi česar se pomen zelenih površin v mestih še dodatno poveča, saj te poleg ostalih pozitivnih učinkov blažijo pretirano segrevanje v mestnih središčih in modificirajo vodno bilanco.

Viri in literatura

1. Aerofotoposnetki Maribora in Starš, CAS 1963 in 2003.
2. Arhiv Urada za meteorologijo, Ljubljana 2011.
3. Emmanuel, R., 2003, Assessment of impact of land cover changes on urban bioclimate: the case of Colombo, Sri Lanka. *Architectural Science Review*, 46, 151–158.
4. Fezer, F., 1994, *Das Klima der Städte*. Justus Perthes Verlag, Gotha.
5. Gartland, L., *Heat Island. Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas*, London. Earthscan.
6. Jonsson, P., 2004, Vegetation as an urban climate control in the subtropical city of Gaborone, Botswana. *International Journal of Climatology*, 24, 1307–1322.
7. Kladnik, R., 1988, *Termodinamika*, Ljubljana. Tehniška založba Slovenije.
8. Landsberg, H., 1981, *The City Climate*, New York. Academic Press.
9. Mekinda-Majaron, Tajda (ur.), 1998, *Klimatografija Slovenije. Stopinjski dnevi in trajanje kurilne sezone 1961–1997*. Ljubljana. HMZ RS.
10. Monteith J.L., Unsworth M.H., 1990, *Principles Of Environmental Physics*, New York. Edward Arnold.
11. Oke, T.R., 1992, *Boundary Layer Climates*, London. Routledge.
12. Petkovšek, Z., Hočevar, Z., 1995, *Meteorologija. Osnove in nekatere aplikacije*. Ljubljana. Biotehnična fakulteta.
13. Roetzer, T., Wittenzeller, M., Haeckel, H. and Nekovar, J., 2000, Phenology in central Europe - differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas, *International Journal of Biometeorology*, 44, 60–66.
14. Sukopp, H., Wittig, R. ur, 1993, *Stadtökologie*, Stuttgart. Gustav Fischer.
15. Thorsson, S., Lindqvist, M. and Lindqvist, S. 2004, Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Goteborg Sweden. *International Journal of Biometeorology*, 48, 149–156.
16. Žiberna, I., 1996, *Mestna klima Maribora*, Doktorska disertacija, Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.
17. Žiberna, I., 2006, Trendi temperatur zraka v Mariboru kot posledica razvoja mestnega toplotnega otoka, *Revija za geografijo*, 2006, 1, št. 1. Medmrežje 1: <http://esa.un.org/unup/>

SONČEVO OBSEVANJE ZEMLJE, VREMENSKI IN PODNEBNI GENERATOR

Darko Ogrin*



Povzetek

Sončevo obsevanje Zemljinega površja se spreminja v odvisnosti od astronomskih, atmosferskih in terestričnih dejavnikov. V prispevku je prikazano spreminjanje toplotnih letnih časov v srednjih in visokih geografskih širinah. Ti so posledica sezonskih sprememb dotoka energije Sončevega sevanja zaradi kroženja Zemlje okoli Sonca, nagnjenosti Zemljine rotacijske osi in dejstva, da se nagib in smer nagiba osi pri kroženju okoli Sonca ne spreminjata.

Ključne besede: kroženje Zemlje okoli Sonca, Sončevo obsevanje, višina Sonca nad ravnino obzorja, letni časi, dolžina dneva in noči

INSOLATION OF THE EARTH'S SURFACE – METEOROLOGICAL AND CLIMATIC GENERATOR

Abstract:

Insolation of the Earth's surface is subject to change, depending on astronomic, atmospheric and terrestrial factors. The paper presents the changing temperatures of seasons in the medium and high geographical latitudes. They result from seasonal change in the incoming solar radiation energy because of the earth's revolution, inclination of the earth's rotational axis, and the fact that the angle and the direction of the axis inclination do not change during the earth's revolution.

Keywords: revolution of the earth, insolation (incoming solar radiation), solar elevation angle, the seasons, day and night lengths.

Uvod

V vsakdanjem življenju se le redko zavedamo dejstva, da potujemo skupaj z našim planetom okoli Sonca s hitrostjo več kot sto tisoč km/h (natančneje okoli 30 km/s) in da se istočasno vrtimo okoli Zemljine rotacijske osi v smeri od zahoda proti vzhodu. Na naših geografskih širinah znaša hitrost vrtenja okoli 320 m/s, kar je več kot 1100 km/h. Če ta dejstva združimo z dejstvom, da je Zemljina rotacijska os nagnjena in da se nagib in smer nagiba pri kroženju okoli Sonca ne spreminjata, kar je vzrok za različno trajanje svetlega dela dneva čez leto, za različno višino Sonca nad ravnino obzorja (horizonta) in pojav letnih časov, potem se teh gibanj in njihovih posledic za vsakdanje življenje še kako zavemo. Najbolj občutimo temperaturne spremembe, bodisi tiste, ki izhajajo iz menjave letnih

* Dr. Darko Ogrin je izredni profesor na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. darko.ogrin@ff.uni-lj.si

časov ali dneva in noči, bodisi tiste, ki so posledica vpliva atmosfere (npr. oblačnosti) ali značilnosti Zemljinega površja (reliefa, vegetacije) na Sončevo obsevanje.

Vsebine iz planetarne geografije so velikega pomena za razumevanje podnebnih razmer v različnih prostorskih skalah. Od globalne ravni, kamor npr. sodijo splošno kroženje ozračja in podnebne klasifikacije, pa do lokalne in mikro ravni, kjer so pomembne za razumevanje topoklimatskih razmer. V našem šolskem sistemu so te vsebine najbolj zastopane v šestem razredu osnovne šole, ko se učencem večinoma zdijo preveč abstraktne in pretežke (Resnik Planinc, 2002). Težave povzročajo tudi učiteljem pri poučevanju. V srednji šoli se jih delno dotaknejo pri obči geografiji v prvih letnikih pri obravnavi podnebnih dejavnikov in vzrokov za različno segrevanje Zemlje in nastanek toplotnih pasov. Učitelju je prepuščeno, kako temeljito bo ponovil in nadgradil osnove iz osnovne šole ter poskrbel za učinkovito razumevanje temeljev podnebnega sistema. Veliko je dokazov, da je to znanje in razumevanje tudi pri univerzitetno izobraženih ljudeh precej pomanjkljivo. Samo primer iz medijev, ko je eden od novinarjev nastop zadnje zime razlagal z večjo oddaljenostjo Zemlje od Sonca. Zaradi opisanih razlogov se zdi piscu tega prispevka zato zelo pomembno, da učitelji na vseh stopnjah šolanja skrbijo za utrjevanje in nadgrajevanje znanja iz osnov planetarne (astronomske, matematične) geografije, prav tako, da se tudi učitelji neprestano izpopolnjujejo v tem znanju.

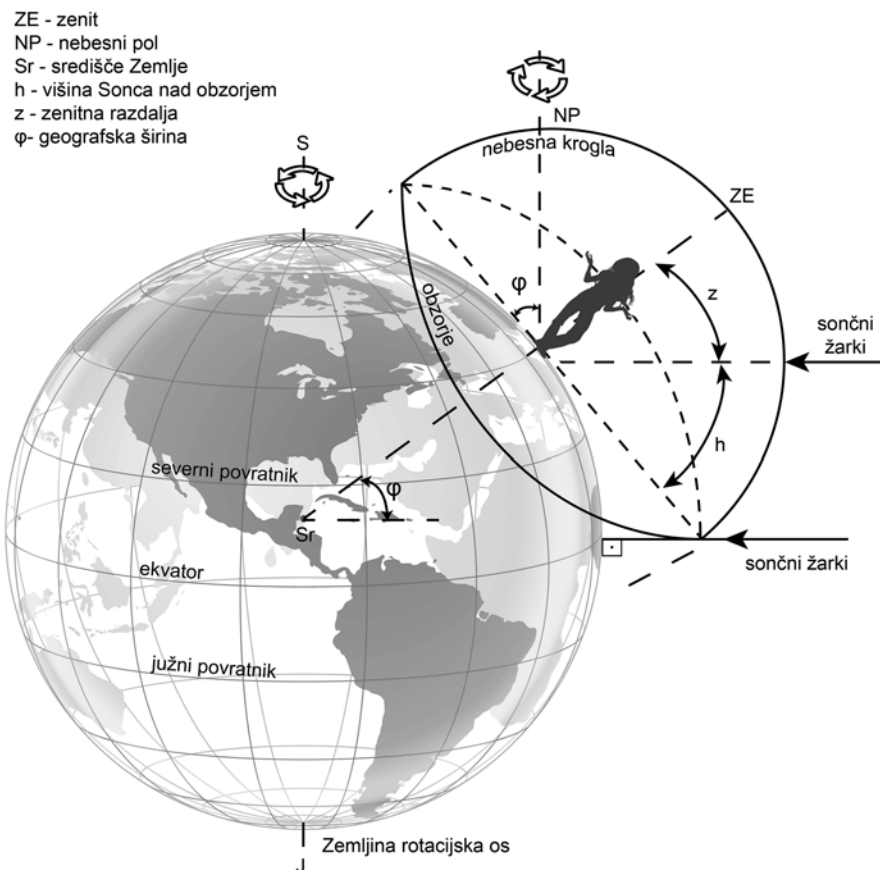
Letni časi kot posledica spreminjanja višine sonca nad obzorjem in trajanja obsevanja

Zemlja kroži okoli Sonca po eliptičnem tiru, dolgem okoli 942 milijonov km. Za polni obhod porabi nekaj več kot 365 dni (eno leto). Povprečno je od Sonca oddaljena 150 milijonov km. Ker pa ima njena revolucijska pot obliko elipse, se oddaljenost med Zemljo in Soncem čez leto spreminja. Najbližje Soncu (perihelij) je v začetku januarja (147 milijonov km), najdlje (afelij) pa v začetku julija (152 milijonov km). Iz tega bi lahko sklepali, da bi moral biti januar najtoplejši mesec, julij pa najhladnejši, ker pride tedaj do Zemlje zaradi večje oddaljenosti nekoliko manj energije Sončevega sevanja. Toda vsi vemo, da na severni polobli ni tako.

Naši letni časi so sicer posledica razlik v prejeti energiji Sončevega sevanja, toda ta je bolj kot od oddaljenosti Zemlje od Sonca odvisna od višine Sonca nad ravnino obzorja (oziroma zenitne razdalje Sonca; slika 1) in od trajanja Sončevega obsevanja (dolžine svetlega dela dneva). Energija, ki jo prejme Zemljino površje, je veliko večja, če je Sonce visoko nad obzorjem (če je zenitna razdalja Sonca majhna) in sončni žarki strmo vpadajo na površje. Sončni žarki, ki obsevajo Zemljino površje pod ostrejšim kotom, grejejo večjo površino kot npr. pri zenitnem položaju Sonca. Zaradi tega so nizke geografske širine, kjer imajo Sonce v zenitu ali je zenitna razdalja Sonca med letom majhna, toplejše od višjih geografskih širin. Razen tega je ob večji zenitni razdalji pot sončnih žarkov skozi atmosfero daljša, s tem sta večji tudi absorbcija in razpršitev sevanja v atmosferi.

Drugi pomemben dejavnik, od katerega je odvisno ogrevanje Zemljinega površja in ozračja, je trajanje Sončevega obsevanja. Daljše obsevanje pomeni več energije, ki jo prejme površje, in s tem višje temperature. Iz vsakdanjega življenja vemo, da so poletni dnevi daljši od zimskih. Prav

Slika 1: Zenit, zenitna razdalja in višina Sonca nad ravnino obzorja



tako, da je poleti Sonce opoldne višje nad ravnino obzorja kakor pozimi. Oboje je posledica nagnjenosti Zemljine osi in kroženja Zemlje okoli Sonca. Zemljina vrtilna os je nagnjena za $23,5^{\circ}$ od navpičnice na ravnino orbite okoli Sonca, njena smer v prostoru ostaja med kroženjem okoli Sonca nespremenjena. Zaradi tega je severna polobla v topli polovici leta nagnjena proti Soncu, v hladni pa vstran od njega. Sonce je 21. junija v zenitu na severnem povratniku, zenitna razdalja Sonca je v višjih geografskih širinah severne poloble manjša, zaradi česar prejme Zemljino površje več energije Sončevega sevanja. Temperature so višje kot pozimi, ko je zenitna razdalja Sonca večja (Sonce je nižje nad obzorjem) in sije na površje pod ostrejšim kotom.

Letni časi severne poloble

V ekvatorialnih in delno tropskih predelih so sezonske spremembe v prejeti energiji Sončevega obsevanja majhne, zato so minimalna tudi sezonska temperaturna nihanja. Večje razlike so v srednjih in višjih geografskih širinah, kjer govorimo o dveh glavnih in dveh prehodnih toplotnih letnih časih. Prehodna letna časa pomlad in jesen sta v visokih geografskih širinah kratka in neizrazita, izstopata dolga in hladna zima ter kratko, sveže poletje. O letnih časih govorimo tudi v nizkih geografskih širinah, vendar so ti zaradi neizrazitega letnega temperaturnega režima opredeljeni predvsem s spremembami splošne cirkulacije atmosfere in padavinami (npr. deževna in sušna doba).

Astronomsko poletje nastopi 21. junija (poletni obrat ali solsticij, tudi astronomski kres). Ob poldnevu tega dne je Sonce v zenitu nad severnim povratnikom, severneje je Sonce najvišje nad obzorjem v letu. Na geo-

geografskih širinah Slovenije (46° s.g.š.) je višina Sonca $67,5^{\circ}$, nad obzorjem severnega tečajnika 47° , nad severnim polom pa $23,5^{\circ}$. Tega dne sta dan in noč enako dolga na ekvatorju, severno od njega je dan daljši od noči, južno pa je obratno. Če Zemljina os ne bi bila nagnjena, bi bilo Sonce stalno v zenitu nad ekvatorjem, na vseh geografskih širinah bi bila dan in noč enako dolga, po 12 ur. Na severnem tečajniku je 21. junija ves dan svetlo (polarni dan), na južnem pa noč (polarna noč). Na severnem polu Sonce dejansko vzide nad obzorje 20. marca in zaide čez pol leta, 22. septembra. Območju znotraj polarnega kroga, kjer Sonce vsaj enkrat na leto ne zaide, pravimo tudi »dežela polnočnega Sonca«.

Preglednica 1: Dolžina polarnega dneva in polarne noči v različnih geografskih širinah severne poloble

(Ahrens in Samson, 2011, str. 57)

Geografska širina	Polarni dan	Polarna noč
$66,5^{\circ}$	1 dan (21. junij)	1 dan (21. december)
70°	2 meseca	2 meseca
80°	4 mesece	4 mesece
90°	6 mesecev (21. 3. do 23. 9.)	6 mesecev (23. 9. do 21. 3.)

Štiriindvajseturni dan in zelo dolgo Sončevo obsevanje znotraj polarnega kroga pa še ne pomenita, da imajo ti kraji tudi visoke poletne temperature. Povprečne poletne temperature so tu kljub polnočnemu Soncu nižje kot v Sloveniji, kjer svetli del dneva traja največ nekaj manj kot 16 ur. V Ljubljani (46° s.g.š., n.v. 300 m) je bila npr. povprečna julijska temperatura zraka v obdobju 1961–1990 $19,9^{\circ}\text{C}$ (Climate of Slovenia, 1996, str. 26), v Pallasjärviu na Finskem (68° s.g.š., n.v. 197 m) pa le $13,7^{\circ}\text{C}$ (Müller, 1983, str. 19). Take razmere so posledica velike zenitne razdalje Sonca v visokih geografskih širinah, zaradi katere je pot žarkov skozi atmosfero dolga. Na tej poti se zato velik del sevanja odbije, razprši ali absorbira. Učinek dolgega dne zmanjša tudi velika oblačnost polarnih predelov pleti, zaradi katere se velik del sevanja odbije od oblakov. Sončevo sevanje, ki doseže Zemljino površje, pa tega večinoma ne segreje, ker se ga veliko odbije od zasneženih in poledenelih površin (albedo snega je, odvisno od njegove starosti in čistoče, med 40 in 95 %; Moran in Morgan, 1997, str. 56) ali se porabi za taljenje zamrznjenih tal. Razen tega se, zaradi velike zenitne razdalje Sonca, absorbira na veliko večji površini kakor v nižjih geografskih širinah. Učinkovitost Sončevega obsevanja je torej v visokih geografskih širinah, kljub dolgemu dnevu, zaradi velike zenitne razdalje, večjega albeda in velike porabe energije za taljenje snega in zamrznjenih tal nižja kot v nižjih geografskih širinah, kjer je dan krajši, vendar je Sonce višje nad obzorjem.

Slika 2: Polarni dan na otoku Loppa (Norveška) med 21. (19.00) in 22. julijem (18.00)

(po razglednici, Kusmo-foto, Oslo, Norveška)



Meritve so pokazale, da prejmejo ob poletnem obratu največ energije Sončevega sevanja predeli okoli 30° s.g.š. in ne okoli severnega povratnika, kjer je Sonce v zenitu. To neskladje je posledica dejstva, da so največje puščave na svetu ravno okoli 30° s.g.š. Nad puščavami je oblačnosti zelo malo, zrak je zelo suh, površje je neporaščeno in suho, zato lahko površje absorbira veliko vpadlega sevanja (še posebej, če je temnejše barve) in ogreje zrak. Okoli severnega povratnika je ozračje bolj vlažno in z večjo stopnjo oblačnosti, zato se več sevanja razprši in odbije. Razen tega so poletni dnevi okoli severnega povratnika nekoliko krajši kot na 30° s.g.š.

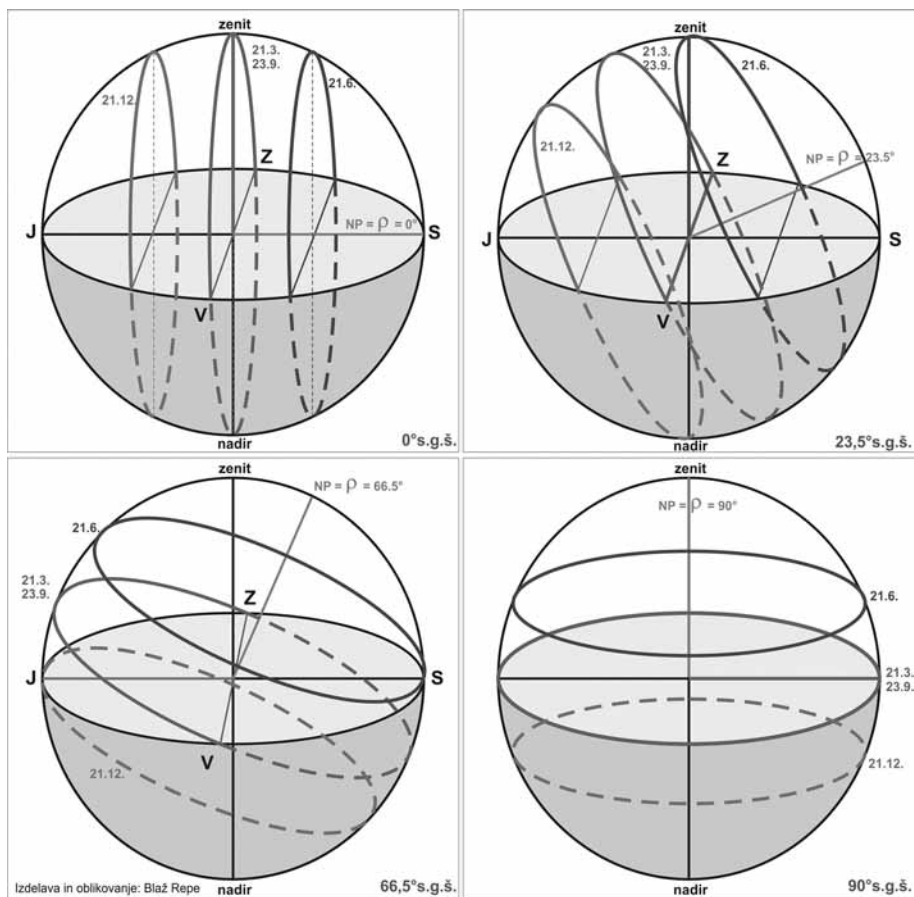
Po poletnem obratu se višina Sonca nad ravnino obzorja ob njegovi zgornji kulminaciji počasi zmanjšuje (povečuje se zenitna razdalja), poletni dnevi postajajo vse krajši, dokler ne nastopi 23. septembra enakonočje (jesenski ekvinokcij). Ob jesenskem enakonočju je Sonce v zenitu nad ekvatorjem. Razen na obeh polih sta dan in noč po celem svetu enako dolga. S tem datumom se začne **astronomska jesen** severne poloble (meteorološka se začne s 1. septembrom). Na severnem polu kroži Sonce na ta dan po ravnini obzorja, čez nekaj dni pa zaide pod obzorje in je pod njim dolgih šest mesecev. To pa ne pomeni, da imajo na polu pol leta temo, ker tema nastopi šele, ko se Sonce spusti pod 18° pod obzorje. Do tedaj je mrak, ki znotraj polarnega kroga bistveno zmanjša obdobje s pravo polarno temo. Na polih tako traja mrak vsega skupaj okoli 91 dni, prava polarna noč okoli 88 dni, polarnega dneva pa je skupaj za 186 dni (Lovrenčak, 1996, str. 102). Po 23. septembru se na severni polobli dnevi krajšajo, noči pa daljšajo, Sonce je ob zgornji kulminaciji vse nižje nad ravnino obzorja. Zaradi manj prejete energije Sončevega obsevanja in krajšanja svetlega dela dneva postajajo dnevi vse hladnejši, vegetacija se prične pripravljati na zimsko mirovanje.

Enaindvajsetega decembra (zimski obrat ali solsticij, tudi astronomski božič) je severna polobla nagnjena najbolj v stran od Sonca. Noči so dolge, dnevi pa kratki. Dolžina svetle polovice dneva traja od 12 ur na ekvatorju, do 0 ur na severnem tečajniku. Pri nas je dan dolg okoli 8 ur in 40 minut, preostalo je noč (Naše nebo, 2012, str. 19). Zimski solsticij označuje začetek **astronomske zime** severne poloble (meteorološka se začne s 1. decembrom). Sonce je na ta dan v zenitu na južnem povratniku, na severni polobli je ob zgornji kulminaciji najnižje nad ravnino obzorja v letu. Na ekvatorju je $66,5^{\circ}$ nad njo, na severnem povratniku 43° , na geografski širini Slovenije $20,5^{\circ}$, na severnem tečajniku je točno na obzorju, na severnem tečaju pa je Sonce najgloblje pod obzorjem ($-23,5^{\circ}$). Zaradi velike zenitne razdalje imajo sončni žarki zelo dolgo pot skozi atmosfero in ogrevajo veliko površino, zato postajajo dnevi vse hladnejši. K hitrejšemu ohlajevanju ozračja lahko še dodatno pripomore snežna odeja, ki ima zelo velik albedo, hkrati pa je ponoči odličen sevalec dolgovalovnega sevanja. Na severu Evrope in Azije (v Sibiriji) se lahko zrak ekstremno ohladi, tudi do -50°C in več. Občasno ta zelo hladen zrak preplavi srednjo Evropo in vdre v Sredozemlje, kjer lahko povzroči pozebe na mrz občutljivih kultur, npr. oljk. V Slovenski Istri so bile v 20. stoletju večje pozebe oljk, ko so se temperature spustile tudi pod -10°C , leta 1901, 1929, 1956, 1985 in 1996 (Ogrin D., 2007).

Po 21. decembru postajajo dnevi vse daljši, opoldansko Sonce je vse višje nad obzorjem, dokler nimamo 21. marca spet enakonočja. S spo-

mladanskim enakonočjem se začne **astronomska pomlad** (meteorološka nastopi s 1. marcem), ki traja do poletnega obrata. Na dan spomladanskega enakonočja je Sonce v zenitu nad ekvatorjem, na severnem polu se po šestih mesecih pojavi na obzorju. Višina Sonca nad obzorjem je na severnem povratniku $66,5^\circ$, v Sloveniji 44° , na severnem tečajniku pa $23,5^\circ$. Zaradi vse daljših dni in višjega Sonca postajajo dnevi vse toplejši.

Slika 3: Navidezne dnevne poti Sonca nad ravnino obzorja na ekvatorju, na geografski širini Slovenije, na severnem tečajniku in na severnem polu



Če primerjamo oba obrata s pojavom najvišjih oziroma najnižjih temperatur, opazimo, da nastane v srednjih geografskih širinah severne poloble do dvomesečni zamik. Sončevo obsevanje je najmočnejše 21. junija, temperature pa so najvišje nekaj tednov kasneje, običajno julija ali v začetku avgusta. Zamik nastaja, ker so še nekaj časa po poletnem obratu izgube energije z Zemljinega površja velike. Ko se izgube dolgovalovnega (terestričnega) sevanja Zemlje izravnajo oziroma so manjše od dotoka energije Sončevega sevanja, nastopijo tudi najvišje temperature zraka. Pozimi je dotok energije Sončevega sevanja najmanjši ob zimskem obratu, vendar so v tem času izgube energije z Zemljinega površja še vedno manjše od dotoka energije. Šele ko so izgube večje od dotoka energije, to je v januarju ali celo februarju, nastopijo najnižje temperature zraka.

Preglednica 2: Spreminjanje dolžine svetlega dela dneva glede na letni čas in geografsko širino na severni polobli (Ahrens, 2005, str. 46)

GŠ	21. marec	21. junij	23. september	21. december
0°	12 ur	12 ur	12 ur	12 ur
10°	12 ur	12,6 ure	12 ur	11,4 ure
20°	12 ur	13,2 ure	12 ur	10,8 ure
30°	12 ur	13,9 ure	12 ur	10,1 ure

GŠ	21. marec	21. junij	23. september	21. december
40°	12 ur	14,9 ure	12 ur	9,1 ure
50°	12 ur	16,3 ure	12 ur	7,7 ure
60°	12 ur	18,4 ure	12 ur	5,6 ure
70°	12 ur	2 meseca	12 ur	0 ur
80°	12 ur	4 meseci	12 ur	0 ur
90°	12 ur	6 mesecev	12 ur	0 ur

Letni časi južne poloble

Letni časi na južni polobli so inverzni letnim časom severne poloble. 21. junija se začne astronomska zima, 23. septembra pomlad, 21. decembra poletje in 21. marca jesen. Ker je Zemlja v začetku januarja bližje Soncu kot v začetku julija, dobi na zgornjo mejo atmosfere 3. januarja okoli 7 % več energije kakor 4. julija (Ahrens, 2005, str. 50). Iz tega bi lahko sklepali, da so poletja na južni polobli toplejša od poletij severne poloble. Vendar ni tako, ker večino južne poloble predstavljajo vodne površine (morja pokrivajo 81 % južne poloble in 61 % severne poloble). Višek energije, ki ga dobi južna polobla poleti zaradi večje bližine Sonca, se absorbira v večjem vodnem telesu, kjer se s konvekcijskim mešanjem in morskimi tokovi še dodatno prerazporedi. Zaradi tega so povprečne poletne (januarske) temperature južne poloble nižje od povprečnih poletnih (julijskih) temperatur severne poloble, kjer je več kopnih površin. Zaradi velike toplotne kapacitete vode pa so zime južne poloble milejše od zim severne poloble. Na splošno ima južna polobla bolj oceansko podnebje, z veliko manjšimi temperaturnimi amplitudami kot severna polobla (preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečne temperature na Zemlji (Šegota in Filipčič, 1996, str. 88)

	Januar	Julij	Leto	Amplituda
S polobla	8,6 °C	22,4 °C	15,2 °C	13,8 °C
J polobla	17,5 °C	11,3 °C	13,3 °C	6,2 °C
Zemlja	13,0 °C	16,8 °C	14,3 °C	3,8 °C

Obe polobli se razlikujeta tudi v dolžini letnih časov. Ker kroži Zemlja okoli Sonca po eliptičnem tiru, je njena revolucijska hitrost večja (30,3 km/s), ko je v območju perihelija, to pa je v času zime severne poloble in manjša (29,3 km/s) v območju afelija (poletje severne poloble). Zaradi tega je obdobje med spomladanskim in jesenskim enakonočjem (topla polovica leta severne poloble) okoli 7 dni daljše od obdobja med jesenskim in spomladanskim enakonočjem (topla polovica leta južne poloble). To pomeni, da sta pomlad in poletje na severni polobli teden dni daljša od zime in jeseni ter hkrati teden dni daljša od pomladi in poletja na južni polobli. Krajša pomlad in poletje na južni polobli prav tako pripomoreta k zmanjšanju pomena več prejete energije Sončevega sevanja zaradi večje bližine Sonca.

Sklep

V prispevku je poudarek na razlagi toplotnih letnih časov, ki so posledica sezonskih sprememb dotoka energije Sončevega sevanja zaradi kroženja Zemlje okoli Sonca, nagnjenosti Zemljine rotacijske osi in dejstva, da se nagib in smer nagiba osi pri kroženju okoli Sonca ne spreminjata. Poleg

našteti astronomski dejavniki se Sončevo obsevanje Zemljinega površja spreminja tudi v odvisnosti od atmosferskih in terestričnih dejavnikov. Od atmosferskih poudarjamo pomen oblačnosti. Nekateri predeli sveta imajo zaradi prevlade procesov dviganja zraka več oblačnega vremena (npr. območje intertropske konvergenčne cone in frontogenetska območja), drugi pa zaradi prevladujočega grezanja zraka (območja subtropskih anticiklonov) več jasnega vremena, zato prejmejo več energije Sončevega sevanja. Med terestričnimi sta pomembna albedo in relief. Albedo narašča od ekvatorialnih predelov, kjer je veliko morja in gozdnih površin in je Sonce visoko nad obzorjem, proti polarnim predelom, kjer se veliko vpadlega sevanja odbije zaradi stalno zasneženih površin in s tem manj segreva površje in ozračje. Relief zelo modificira Sončevo obsevanje na lokalnem nivoju, tako z naklonom in ekspozicijo kot tudi z višino južnega dela obzorja. Na severni polobli so ugodna prisojna (južna) pobočja z nakloni, ki so pravokotni na smer Sončevega obsevanja, južno obzorje, po katerem potekajo poti Sonca, pa mora biti nizko, da ne nastaja zasenčenost. Višina južnega dela obzorja je pomembnejša v zimski polovici leta, ko je Sonce nizko nad obzorjem. Tedaj so lahko globoke doline in kraške depresije dlje časa brez neposrednega Sončevega sevanja. Tako je npr. vas Čezsoča na Bovškem pozimi okoli tri mesece v senci Polovnika.

Viri in literatura

1. Ahrens C. D., 2005, *Essentials of Meteorology, An Invitation to the Atmosphere*, Thomson Brooks/Cole, 473 str.
2. Ahrens C. D., Samson P., 2011, *Extreme Weather and Climate*, Brooks/Cole, 508 str.
3. Avsec F., Prosen M., 1993, *Astronomija za 4. razred gimnazije*, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, Ljubljana, 176 str.
4. Carbone G., 2007, *Exercises for Weather and Climate*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 204 str.
5. *Climate of Slovenia*, 1996, Ur.: Cegnar T., Ministry of Environment and Physical Planning, Hidrometeorological Institut of Slovenia, Ljubljana, 70 str.
6. Hidore J. J., Oliver J. E., Snow M., Snow R., 2010, *Climatology, An Atmospheric Science*, Prentice Hall, 385 str.
7. Lovrenčak F., 1996, *Matematična geografija*, Oddelek za geografijo FF UL, 266 str.
8. Moran J.M., Morgan M.D., 1997, *Meteorology – The Atmosphere and the Science of Weather*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 530 str.
9. Müller M. J., 1983, *Handbuch Ausgewählter Klimastationen der Erde*, Trier, 400 str.
10. Naše nebo 2012, *Astronomske efemeride*, letnik 65, Oddelek za fiziko FMF in DMFA – založništvo, Ljubljana, 75 str.
11. Ogrin D., 2007, *Olive growing in Slovenian Istria and climatic limitations to its development*, *Moravian Geographical Report* 15-3, Brno, str. 34–40.
12. Resnik Planinc T., 2002, *Vrednotenje zahtevnejših geografskih učnih vsebin na vseh ravneh izobraževanja*, *Dela* 18, *Geografija in njene aplikativne možnosti*, Oddelek za geografijo FF UL, Ljubljana, str. 333–347.
13. Strahler A.I., Strahler A., 2000, *Introducing Physical Geography*. Wiley, New York, 575 str.
14. Šegota T., Filipčić A., 1996, *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb, 471 str.

VZROKI ZA SPREMINJANJE PODNEBJA

Jože Rakovec*



Povzetek

Podnebje se ves čas spreminja, velikost in hitrost teh sprememb pa sta odvisna od časovnega obdobja, v katerem spremembe obravnavamo. Celine se po Zemlji znatno premaknejo v stotinah milijonov let. Nekaj deset ali pa sto tisoč let so dolge periode načinov kroženja Zemlje okrog Sonca in njenega vrtenja okrog lastne osi. Izsev Sonca, ki je praktično edini vir energije za vsa dogajanja na Zemlji, se spreminja v tisočih, stotinah ali desetinah let, nekatere močne spremembe pa so tudi zelo kratkotrajne. Posledice močnih vulkanskih izbruhov puščajo zaznavne posledice nekaj let. Tudi človeštvo vpliva na spremembe podnebja – npr. s pospešenim kurjenjem fosilnih goriv in z nekaterimi drugimi dejavnostmi povečuje toplogredne vplive; časovna skala teh vplivov so desetine in stotine let.

Ključne besede: tektonika, premikanje celin, orbitalne spremembe, Milankovičevi cikli, aktivnost Sonca, vulkanska aktivnost, naravna topla greda, človeški vpliv na podnebje

Abstract

Climate changes all the time, the magnitude and the rate of these changes depend on the time-scale of interest. Continents considerably displace in hundred million years. Earth's orbital changes, predicted by Milutin Milankovic have periods of several ten or several hundred thousand years. The effects of relatively small changes of solar activity with major period of 11 years are in general negligible, but may have a considerable impact if some departure from the average periodicity lasts long - for several decades. Also humans affect climate, for example with intensified fossil fuels burning that increases the greenhouse effect of the atmosphere; the consequences of that may last for tens and hundreds years. Several years is a cycle of La Niña and El Niño in tropical Pacific, that has an impact also in other regions on the Earth. A couple years may last noticeable impacts on climate after strong volcanic eruptions – until the dust and smoke sediment to the ground

Key words: tectonics, plate movement, orbital changes, Milankovićs' cycles, Solar activity, volcanic activity, natural greenhouse effect, anthropogenic impacts on climate

* Dr. Jože Rakovec je redni profesor na Katedri za meteorologijo Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani

COBISS: 1.02

Uvod

Klasični opisi podnebja kakega kraja so se naslanjali predvsem na časovne poteke temperature in vlažnosti (npr. Köppen in Geiger, Thorntwaite) in na osnovi tega na prevladujočo vegetacijo v tem kraju. Temperatura zraka

v nekem kraju je odvisna od sevalne bilance v tem kraju samem (sončni obsev in infrardeči izsev) ter od tega, kako tople ali hladne zračne mase vetrovi po navadi prinašajo v ta kraj. Podobno glede vlažnosti: padavine oz. izhlapevanje v samem kraju ter dotok vodne pare z zračnimi tokovi od drugod.

Ravno razlike med kraji na Zemlji poganjajo vremenske procese in s tem oblikujejo tudi podnebje: na splošno je v krajih okrog ekvatorja sevalni presežek med okrog 50 in 90 Wm⁻² (največji v tropskem Indijskem oceanu in zahodnem Pacifiku, najmanjši v tropski vzhodni Afriki in zahodni Južni Ameriki), ob obeh tečajih pa primanjkljaj okrog - 80 Wm⁻². Presežek padavin nad izhlapevanjem v tropih je dobrih 500 mm na leto, primanjkljaj v subtropih več kot 500 mm in presežek v visokih geografskih širinah med 200 in 300 mm letno (večji na južni polobli). Zračni in morski tokovi te razlike delno izravnavajo in sicer glede toplote okrog 40 % morski tokovi in okrog 60 % zračni tokovi – pol z zaznavno toploto in pol z latentno toploto. Zato je poleg same geografske širine pomembna tudi lega: ali je kak kraj sredi kontinenta ali ob obalah oceana, in če je ob oceanu, ali ga obliva topli morski tok (kot npr. Evropo Zalivski tok), ali pa morda hladen tok (kot npr. vzhodne obale Severne Amerike Labradorski tok, zahodne obale Južne Amerike pa Humboldtov tok). Lokalno je važen še relief (prisojnost / osojnost, privetrje / zavetrje za prevladujoče vetrove) in še kaj.

Podnebje so po Meteorološkem terminološkem slovarju (Petkovšek in Leder, 1990) značilnosti vremena nad kakim območjem v daljšem obdobju. Ob taki definiciji bi lahko rekli, da se podnebje ves čas spreminja: pomladi so drugačne od zim in od poletij, jeseni so čas, ko se poletja prevešajo v zimo. Ta vsem razumljiva spremenljivost je v zmernih in visokih geografskih širinah posledica velikih razlik v energetskih bilancah posameznih krajev iz enega letnega časa v drugega. Pa ni povsod tako: ponekod, predvsem v tropskih predelih, imajo skorajda en sam letni čas, ali pa morda le dva: bolj vlažnega in bolj suhega. Takim spreminjanjem podnebja rečemo sezonske spremembe in marsikdo tega sploh ne šteje med spremenljivost podnebja. Toda medletne ali nekajletne spremembe pa so pogosto že predmet velikega zanimanja, saj imajo lahko pomembne posledice: pri nas poznamo pojem »sedem suhih let« ali pa »sedem debelih krav«, ribiči ob perujski obali pa so imeli ali bogat ulov ali pa le revnega ob izmenjevanju El Niña z La Niño v tri do sedem-letnih ciklih. Kaj povzroča te variacije, dandanes že kar dobro vemo.

Ko gremo v času na vse daljša obdobja pridemo do desetletnih in stoletnih sprememb podnebja. Za taka časovna obdobja so glavni dejavniki nenadni močni vulkanski izbruhi, obstajajo pa tudi zveze med dogajanjem v ozračju in npr. v oceanih, ki puščajo desetletne ali še dalj časa trajajoče sledi. Med stoletna dogajanja lahko štejemo tudi človeški vpliv na spreminjanje podnebja.

Za časovna obdobja tisočev in stotisočev let so zelo značilne izmenjave hladnih obdobj, morda tudi ledenih dob, s precej toplejšimi obdobji. Zelo dobro razlago vzrokov za te spremembe, ki se tudi odlično skladajo s podatki iz narave, je v času ob začetku druge svetovne vojne podal srbski matematik in astronom Milutin Milanković – žal pa ni dočakal nedvoumne potrditve z že omenjenimi podatki.

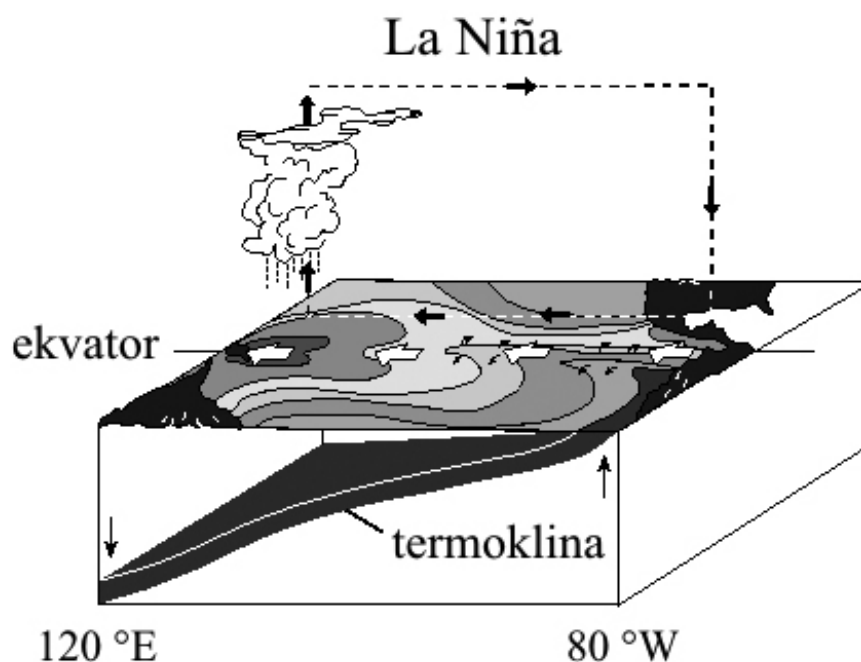
Glavni vzrok za močne spremembe podnebja v desetinah in stotinah milijonov let niso spremembe za celotno Zemljo, temveč to, da celine plavajo sem in tja po tekočem zemeljskem plašču. Kako je moralo biti šele toplo v poznem karbonu, pred 300 milijoni leti, ko je bila današnje ozemlje Švice na ekvatorju! Vzroki za spreminjane podnebja so torej zelo drugačni za spremembe v krajših obdobjih od tistih, ki morda segajo iz ene geološke dobe v drugo.

Medletne in nekajletne spremembe podnebja

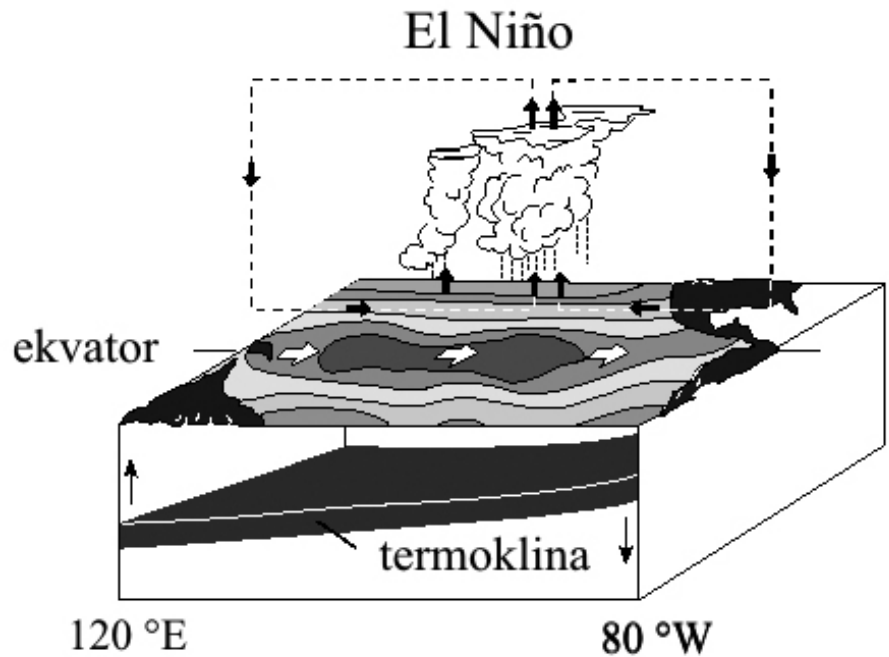
O sezonskih spremembah ne bomo posebej govorili. Na kratko pa opišimo najbolj znane medletne spremembe: posledice izmenjevanja enega prevladujočega režima La Niñe z drugim režimom - El Niñom v tropskem Pacifiku in posledice močnih vulkanskih izbruhov.

Kadar je ob La Niñi najbolj ogret zahodni in osrednji Pacifik (Slika 1, levo), je tam najmočnejše konvekcijsko dviganje z oblačnostjo; tja pri tleh zato doteka zrak iz Indijskega oceana in z druge strani od Amerike. Ta zračni tok poriva tudi površinsko morskovo vodo proč od Amerike, kjer jo nadomešča s hranili bogata voda Humboldtovega toka, ki se dviga iz globin. Kadar je ta režim še posebej močan, imajo perujski ribiči še posebej dober ulov. Ta režim se v tri do sedemletnem ciklu izmenjuje z El Niñom, ko se najtoplejša pacifiška površinska voda razlije precej bolj na vzhod, bližje Ameriki (Slika 1, desno). Tedaj je najmočnejša konvekcija znatno bolj vzhodno, kar povzroči kompenzacijski tok v spodnjih plasteh ozračja iz osrednjega Pacifika proti Ameriki. Tedaj vetrovi porivajo površinsko vodo proti ameriški obali in zato tam ni dviganja s hranilnimi snovmi bogate vode iz globin – nasprotno, voda ob obali tone in to so revna leta za ribištvo. Izmenjevanju La Niñe z El Niñom rečemo tudi El Niño/La Niña-Southern Oscillation ali na kratko ENSO.

Slika 1: La Niña in El Niño



Ob La Niñi je najtoplejši zahodni Pacifik, kjer je zato močnejša konvekcija in več oblačnosti, v vzhodnem Pacifiku pa je voda hladnejša: tam se proti površju dviga voda iz globin. Vsakih tri do sedem let se pojavi El Niño (na naslednji strani), ko se območje pregrete površinske vode ter s tem konvekcije in oblačnosti pomakne bolj na vzhod, ob južnoameriške obale. Termoklina je plast v morju z močnim vertikalnim gradientom temperature, ki loči premešano površinsko vodo od vode v globinah.



(Iz NOAA, http://www.pmel.noaa.gov/tao/proj_over/diagrams/index.html, z dovoljenjem za reprodukcijo in z zahvalo NOAA/PMEL/TAO Project Office, direktor dr. Michael J. McPhaden).

Kaj povzroča te približno periodične izmenjave iz enega v drugi režim? Na temperaturo površinske vode deluje en učinek neposredno, drugi pa s časovnim zamikom. Prvi učinek je tak, da oslabljeni pasatni vetrovi omogočajo zviševanje temperature površinske morske vode v brezvetrju, kar potem še oslabi vetrove in s tem še dvigne temperaturo in tako naprej. Drugi učinek, ki je povezan z mešanjem površinske vode z vodo iz globin, pa deluje v nasprotno smer, toda tudi z nekim časovnim zamikom. Po navadi je v oceanih le vrhnjih 100 ali 200 m vode izrazito tople. Globina, do katere je oceanska voda znatneje premešana, se poveča, kar pomeni zniževanje temperature površinske vode zaradi mešanja s hladnejšo vodo iz globin. Ker pa imajo debele plasti oceanske vode tudi veliko toplotno kapaciteto, ta učinek traja še kar nekaj časa, tako da ta učinek ohlajanja prevlada potem, ko prvi neposredni učinek ogrevanja že preneha delovati – in pregreto se preobrne nazaj v hladnejši režim. Kombinacija neposrednega učinka v eno smer in zakasnelega učinka v drugo smer se izide v ponovitvah na 3-4 leta, kar je približno enako povprečni periodi izmenjevanja med El Niňom in La Niňo.

Ta dogajanja v tropskem Pacifiku se po nekem času odrazijo tudi drugod po Zemlji. Z le kratkim zaostankom ga čuti deževni monsunski režim v Indiji, ki je ob El Niňu izrazito šibkejši kot ob La Niňi. Tako npr. Maity in Kumar (2006) poročata o močni povezavi med La Niňo in padavinskimi presežkom v Indiji, Rajevan in Pai (2007) pa, da so skoraj vse hude suše in okrog polovica primanjkljajev padavin v Indiji povezani z El Niňom. Dlje od tropov in dlje od Pacifika pa se pokaže vpliv El Niňa ali La Niňe manj intenzivno in z večjim zamikom (Slika 2). Morda je to izmenjevanje glavni vzrok za »sedem lepih in debelih krav« in »sedem drugih, grdih in suhih krav«, ki se pojavljajo že v 1. Mojzesovi knjigi (1-41) in ki jih dobro pozna tudi slovensko izročilo.

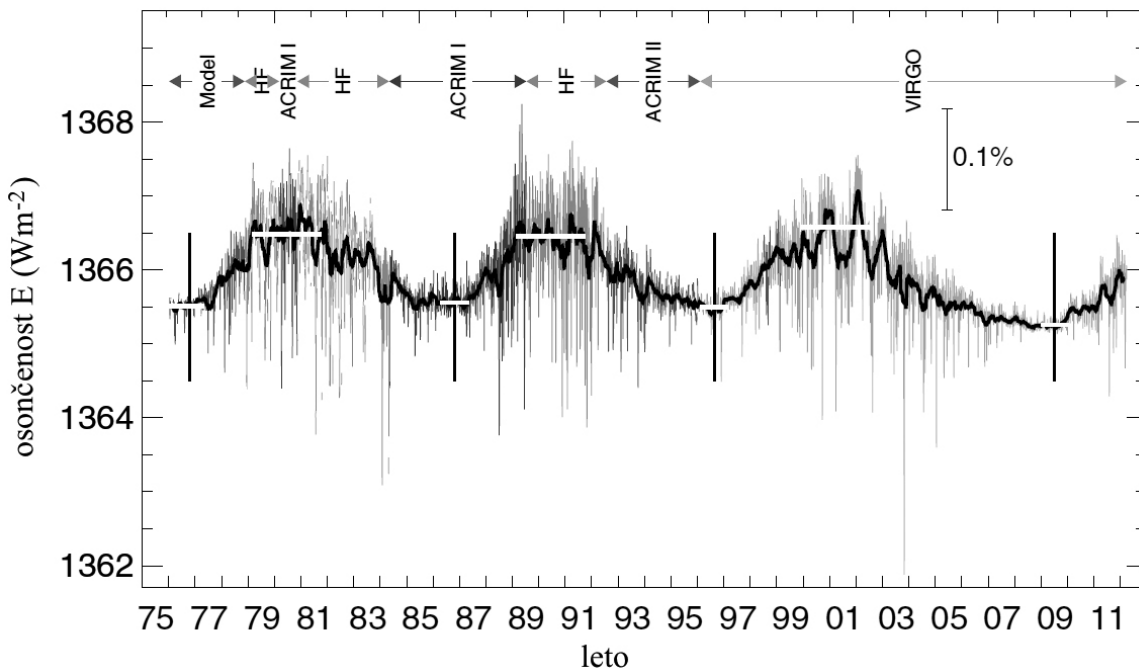
Slika 2: Korelacijski koeficienti med količino padavin in indeksom za pojav El Niño¹

Ob močnih vulkanskih izbruhih pride visoko ozračje ogromno prahu in dima - tudi do tisoč milijard ton. Vetrovi ta bolj ali manj bel prah in dim raznesejo po vsem ozračju in Zemlja tako postane nekoliko bolj svetla – od nje se odbija več sončne svetlobe, kot običajno. Willicki in sod. (2005) poročajo, da se je odbojnost Zemlje po izbruhu vulkana Pinatubo leta 1991 za dve leti toliko povečala, da je prejela za $2,5 \text{ Wm}^{-2}$ manj moči od Sonca kot običajno, kar se je potem dve leti poznalo z $0,4$ do $0,5^\circ \text{C}$ nižji temperaturi po vsej Zemlji (Rosenberg, internetni vir). Po še močnejšem izbruhu Krakataua je bilo znižanje globalne temperature še večje.

Desetletne do stoletne spremembe

Med vzroki za desetletne in stoletne spremembe podnebja precej omenjajo spremenljivo aktivnost Sonca, pa tudi nekatere notranje vzroke samega podnebnega sistema. Sem spadajo tudi sedanje podnebne spremembe, ki jih pripisujemo povečevanju količine plinov tople grede v zraku.

Sonce ne sveti ves čas enako. Četudi pravimo gostoti energijskega toka sončnega sevanja $j_0 = 1467 \text{ Wm}^{-2}$ »solarna konstanta«, se ta v resnici spreminja: najbolj znani so enajstletni cikli peg na Soncu, ki jih spremljajo precej periodične spremembe gostote energijskega toka. Velja: več peg, močnejše osončenje, manj peg – šibkejša osončenja: pri maksimumu Sončevih peg za okrog 1 Wm^{-2} več od povprečja, pri minimumu pa za okrog 1 Wm^{-2} manj od povprečja. Te spremembe – manj kot ena tisočinka solarne konstante – pa so premajhne, da bi z njimi lahko razložili npr. sedanje globalno ogrevanje Zemlje v zadnjih 150 letih!



Slika 3: Spremembe obsevanosti zemlje

Dokaj periodične so 11-letne spremembe obsevanosti Zemlje za kak $\pm 1 \text{ Wm}^{-2}$ (črna črta), medtem ko so spremembe iz dneva v dan (sive črte) lahko velike več Wm^{-2} . Bele vodoravne črte označujejo povprečja v minimumih in maksimumih, navpične črne pa razpone preko vsakega cikla. Podatki so bili dobljeni v različnih eksperimentih (ACRIM, VIRGO) ter za leti 1977 in 1978 ekstrapolirane z modelom Frölich in Leana (1998).

(Iz Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos – World Radiation Center, <http://www.pmodwrc.ch/pmod.php?topic=tsi/composite/SolarConstant>, z dovoljenjem za reproduciranje)

1 Barvno karto korelacijskih koeficientov objavljamo na strani 32.

Aktivnost Sonca pa se lahko spremeni tudi za dalj časa. Precej natančna Cassinijeva opazovanja na Pariškem observatoriju so pokazala, da je bilo med približno leti 1645 in 1715 celih sedemdeset let zapored izrazito malo Sončevih peg – tudi manj kot deset letno; kako leto sploh nobene. Ob tem je bila takrat mala ledena doba – še danes jo gledamo na slikah flamskega slikarja Pietra Bruegla starejšega. Nekateri to dvoje povezujejo kot vzrok in posledico: 1 Wm^{-2} je resda samo okrog ena tisočinka solarne konstante, toda če naj bi zmanjšanje za kak Wm^{-2} trajalo celih sedemdeset let, pa bi se to morda lahko že poznalo!

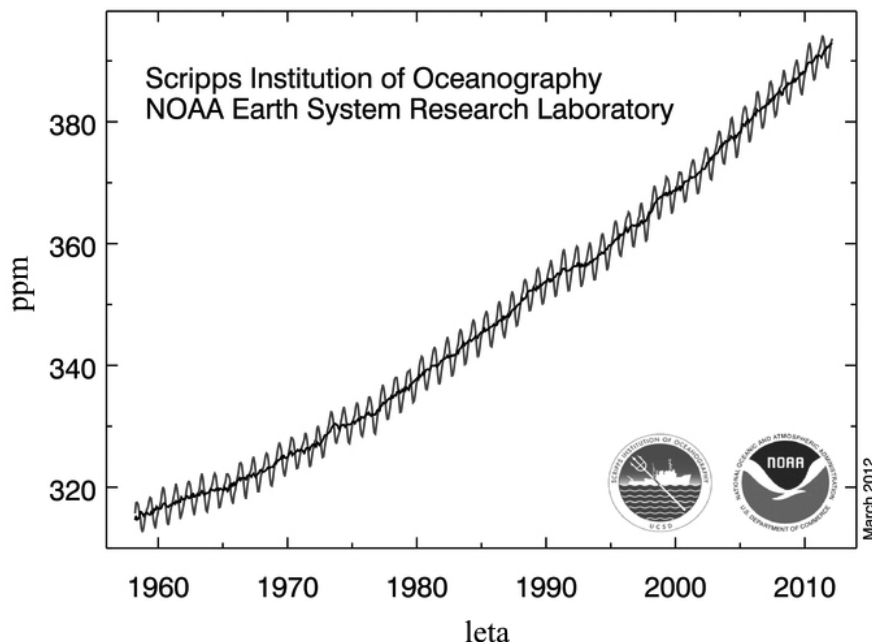
Ali se lahko oceni aktivnost Sonca še dlje v preteklost? Od Cassinijevih opazovanj dalje so za zadnjih 400 let na razpolago dokaj dobri podatki o številu peg na Soncu. Po drugi strani pa lahko pridobimo tudi podatke o izotopu ogljika ^{14}C , vgrajenega v fosilne ostanke organizmov živih bitij. Povezava naj bi bila naslednja: v spremenjenem magnetnem polju okrog Zemlje zaradi spremenjene aktivnosti Sonca nastaja v gornjih plasteh ozračja manj ^{14}C in ga potem organizmi zato tudi manj vgradijo v svoja telesa. S pomočjo primerjave za 400 let s podatki o Sončevih pegah so npr. Solanki in sod. (2005) z dendrokronološko analizo vsebnosti ^{14}C v fosilih ocenili število peg za zadnjih 11 tisoč let. Toda tudi za teh 11 tisoč let so dobili le majhne spremembe – spet samo okrog ene tisočinke solarne konstante. Zgleda, da bolj kot sama aktivnost na podnebje vpliva trajanje cikla Sončeve aktivnosti (Friis-Christensen in Lassen, 1991).

Tudi v samem zemeljskem sistemu so nekateri notranji vzroki za desetletne variacije podnebja. Npr. sprememba temperature površine oceanov se, ko se La Niña sprevača v El Niño, sicer hitro seli preko Pacifika. Toda v oceanih z visoko toplotno kapaciteto se dalj časa ohranijo in poznajo samo počasne komponente, ki potem le počasi vplivajo nazaj na ozračje in s tem na podnebje (pa tudi na počasne desetletne variacije močnejših in šibkejših sprememb ENSO).

Desetletja ali tudi stoletja so lahko časovna obdobja za sedanje podnebne spremembe zaradi spremenjenega vpliva tople grede. Te spremembe pripisujemo vplivom človeštva na toplo gredo, ki je sicer naravni pojav. Wienov zakona $I_{\text{max}} = a/T$ pove, pri kateri valovni dolžini I_{max} je maksimum sevanja teles s temperaturo T ; pri tem je $a = 2,9 \text{ mmK}$. Iz tega izvemo, da je to za telesa s temperaturo $290 \text{ K} = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ pri $I_{\text{max}} = 2,9/290 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$, kar je v infrardečem (IR) območju, (in da Sonce s temperaturo 6000 K najmočnejše pri $I_{\text{max}} = 2,9/6000 \text{ mm} = 0,48 \text{ mm}$, kar pomeni vidno svetlobo). Za vidno svetlobo so vsi plini ozračja praktično prozorni, zato ta neovirano prihaja do dal in se je del v tleh absorbira. Tla s temperaturo okrog 290 K pa sevajo infrardeče sevanje. Pri nekaterih valovnih dolžinah IR sevanje tri- in več atomni plini v ozračju dokaj močno absorbirajo – tako močno, da ga le okrog 30 % neovirano pride navzgor skozi ozračje v vesolje, okrog 70 % pa ga ozračje absorbira. Molekule, ki zmorejo absorbirati, zmorejo tudi oddajati sevanje enakih valovnih dolžin. Zato tudi ozračje seva v IR območju – navzgor in navzdol. Tisti del, ki gre navzdol torej prejmejo tla: tako IR izsev tal delno nadoknadi z IR obsevom iz ozračja. Posledica je, da je pri tleh za okrog $35 \text{ }^\circ\text{C}$ topleje, kot bi bilo brez toplogrednega vpliva. Toplogredni vpliv je torej na splošno zaželen. Problem pa se pojavi, če ga je preveč: tedaj se Zemlja pri tleh segreva, ali pa, če ga je premalo: tedaj se Zemlja pri tleh hladi. Zadnjih 150 let se, predvsem

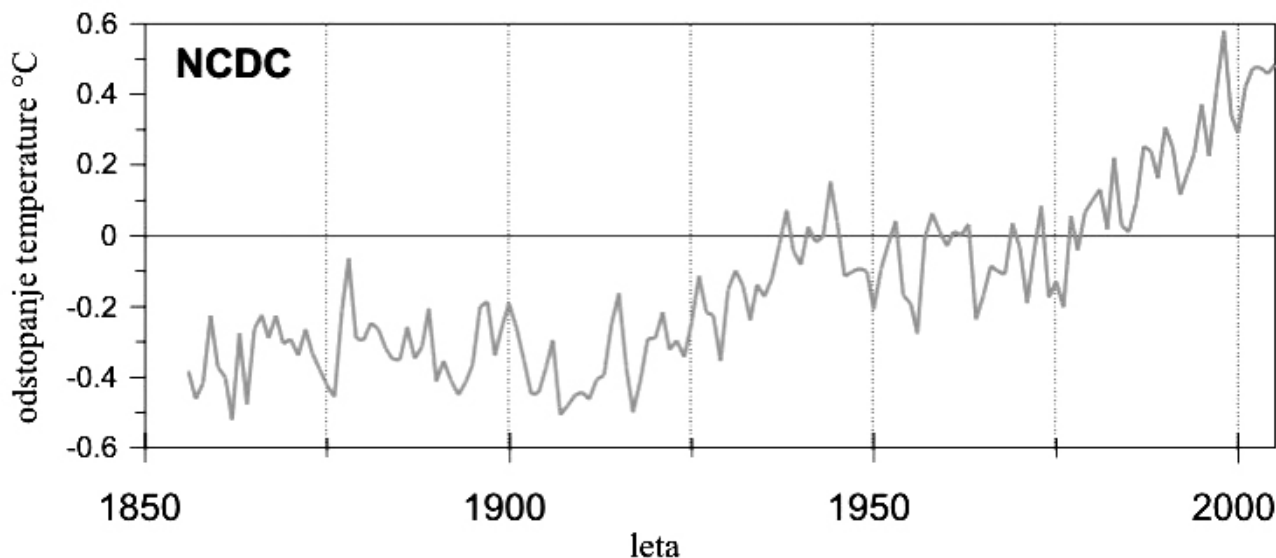
zaradi pospešenega kurjenja fosilnih goriv, ki gorijo v CO_2 in v vodno paro H_2O , povečuje koncentracija CO_2 v zraku (dodatna vodna para se v hidrološkem ciklu dokaj hitro kondenzira v padavine). Ni pa to edini vpliv: povečuje se tudi koncentracija metana CH_4 v zraku, pa koncentracija dušikovih oksidov NO_x in še nekaterih toplogrednih plinov.

Slika 4: Koncentracija CO_2 v zraku, izmerjena na Mauna Loa na Havajih



Povečevanje koncentracije ogljikovega dioksida (CO_2) v ozračju v zadnjih petdesetih letih, kot so jo izmerili na lokaciji brez kakih lokalnih vplivov.

(Iz NOAA ESRL Global Monitoring Division, http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_full, z dovoljenji za reproduciranje)



Slika 5: Globalno naraščanje temperature

Globalno naraščanje temperature pri tleh, kot sledi iz vseh meritev, ki so bile opravljene s termometri pri tleh (temperaturo pri tleh pa že dalj časa merimo tudi s satelitov).

(Iz NOAA, NCDC/NESDIS, Paleoclimatology, <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/globalwarming/instrumental.html>, z dovoljenji za reproduciranje)

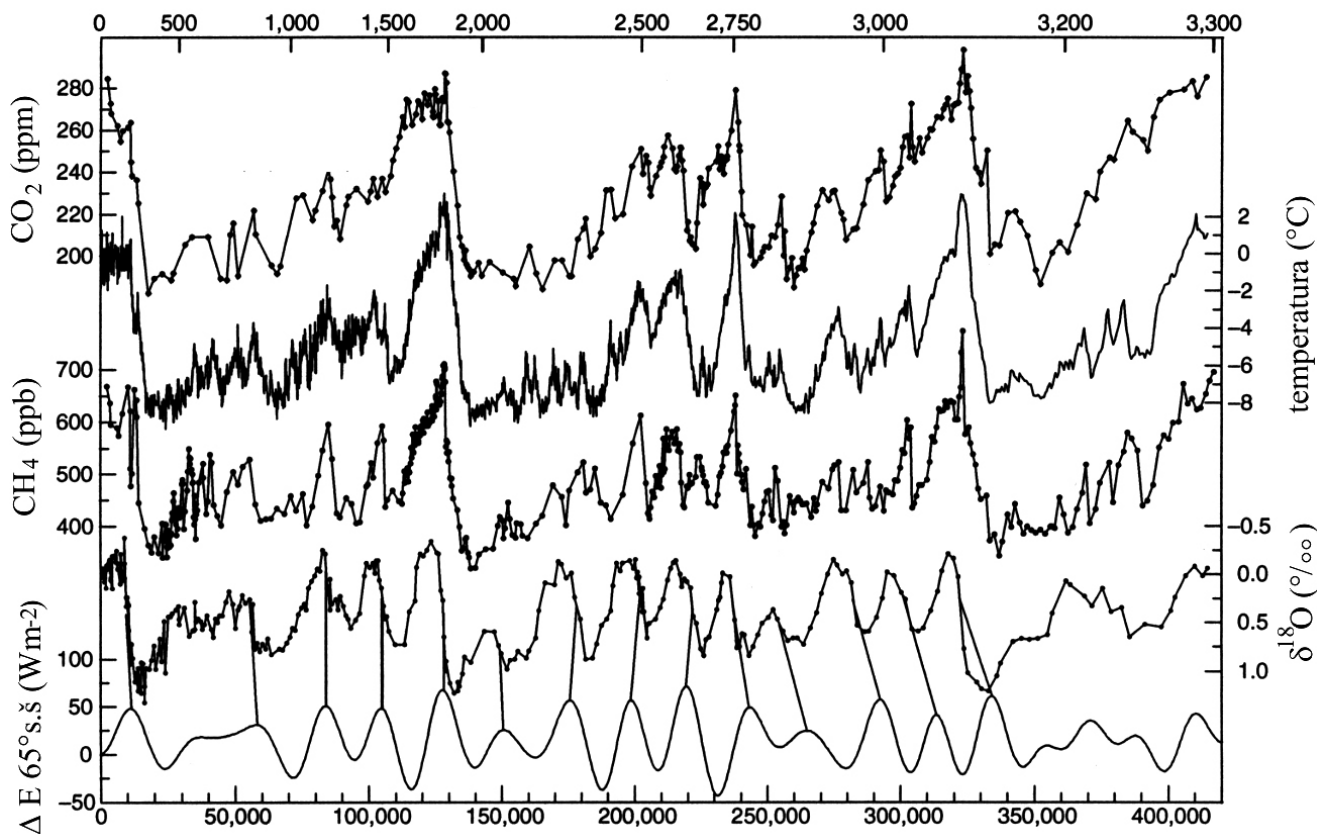
Ker je plin z najmočnejšim toplogrednim vplivom vodna para (okrog 60 % vsega vpliva tople grede) in ker obstajajo tudi nekateri negativni vplivi, se temperatura pri tleh ni povečala toliko, kot bi morda kdo pričakoval glede na povečanje količine CO₂ v zraku: za eno tretjino – od okrog 300 ppm na okrog 400 ppm (ppm pomeni volumensko milijoninko »parts per milion«). Temperatura pa se nedvomno povečuje – kar se vidi na Sliki 5. Razne sestavine zraka vremenska dogajanja dokaj hitro dodobra premešajo, zato je koncentracija toplogrednih plinov po vsem ozračju Zemlje praktično enaka. Posledice pa niso povsem enake po vsem planetu. Izračuni s klimatskimi modeli napovedujejo najmočnejše ogrevanja pri tleh v severnih polarnih predelih, najmanjše pa v območju južnih oceanov med Južno Ameriko, Afriko, Avstralijo in Antarktiko (iz IPCC, AR4). Poleg otoplitve vsega planeta pa so predvidene še druge posledice: spremenjen padavinski režim (na splošno v polarnih predelih in prav ob ekvatorju več padavin, v subtropih pa manj), dvig gladine oceanov (predvsem zaradi temperaturne razteznosti vode), taljenje permafrosta, in še glede marsikaterega dejavnika podnebja.

Tisoči in stotisoči let

Najpomembnejše spremembe podnebja v tisočih in stotisočih let imajo astronomske vzroke. Pred približno 70 leti je srbski astronom in matematik Milutin Milanković (1941) izdal obsežno knjigo o astronomskih vzrokih za bolj ali manj periodično pojavljanje ledenih dob. Ko je opazoval pomladno umikanje snežne meje vse više v hribe, je pomislil, da je morda tudi umikanje ledenega pokrova proti polom ob koncu ledene dobe posledica močnejšega osončenja. Upošteval je, da se spreminjata tako oblika oz. ekscentričnost elipse po kateri Zemlja kroži okrog Sonca (perioda okrog 100 tisoč let), kot tudi smer njenih osi (smer perihelija, perioda okrog 25 tisoč let). Poleg tega se spreminja kot nagiba Zemljine osi glede na ravnino elipse od 22,1° do 24,5° (s periodo okrog 41 tisoč let – sedaj je nagib 23,4° in se zmanjšuje), pa tudi njena smer (s periodo okrog 26 tisoč let – sedaj kaže proti Severnici, pred in čez 13 tisoč let pa proti Vegi). Milanković je izračunal, da vse to in še nekatere druge orbitalne spremembe osončenosti Zemlje, npr. pri 65° severne geografske širine, spreminjajo osončenost za tja do ± 50 Wm², kar pa ni tako malo – okrog 10 %! To pa se lahko že močno odrazi na podnebjju!

Dolgo časa ni bili nobene potrditve Milankovićeve teorije ledenih dob. Šele ko so na Antarktiki in na Grenlandiji izvrtali globoke vrtine v 600 tisoč in več let stare globoke ledene kotanje, se je pokazalo zelo dobro ujemanje med količino težkega izotopa kisika ¹⁸O v ledu in med Milankovičevimi cikli osončenja. Kakšna je zveza med količino ¹⁸O v ledu in podnebjem? Skoraj vsak element v naravi obstaja v različnih izotopskih oblikah. Tako je npr. razmerje med običajnim kisikom ¹⁶O z atomsko maso 16 in težjim kisikom ¹⁸O, ki ima v jedru dva nevtrona več, v naravi okrog 500:1 (npr. Baertschi, 1976). Največ je seveda "navadne" vode iz kisika z atomsko maso 16 in navadnega vodika. So pa tudi druge kombinacije, med njimi je v oceanih kar nekaj "težje vode" H₂¹⁸O. Težje snovi pa težje izhlapevajo, zato v obdobjih, ko je bolj mraz, izhlapeva manj težje vode, ko je toplo, pa nekaj več. Ko je torej mraz, je v pari v zraku in potem v padavinah ter v ledu manj težje vode, v ocenanih ter potem v lupinicah morskih organizmov pa več. Vrtanje v led in v sedimente morskega dna torej preko deleža ¹⁸O govori o toplih in hladnih obdobjih. Na dveh krivuljah na Sliki

6 se vidi, da vsakemu obdobju povečanega osončenja pri 65° severne geografske širine pripada en vrh v krivulji ^{18}O v ledu iz vrtine Vostok na Antarktiki. Poleg teh dveh krivulj so narisane še vsebnosti CO_2 in metana, ujetih v mehurčkih v ledu, pa tudi temperatura. To je dokaj zanesljiv znak, da so Milankovičeve orbitalne spremembe tiste, ki povzročajo ledene dobe na približno vsakih 100 tisoč let.



Slika 6: Primerjave med različnimi podatki iz vrtine Vostok na Antarktiki z Milankovičevimi cikli osončenja.

Spremembe povprečne osončenosti pri 65° s. g.š. so označene kot DE, ppm pomeni volumnske deleže v milijoninah, ppb pa v milijardinah, $\delta^{18}\text{O}$ pa so relativne spremembe koncentracije težkega izotopa kisika 180 glede na njegovo povprečno prisotnost v morski vodi (v promilih).

(Iz US Climate Change Science Program / US Global Change Research Program, <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/images/Vostok.jpg>, z dovoljenji za reproduciranje.)

Milijoni in stotine milijonov let

Glavni vzrok za spreminjanje nekega območja skozi geološke dobe je ta, da je bilo to območje pred sto ali več sto milijoni let morda precej drugače, kot je sedaj. Tako je bila npr. sedanja Sahara, ki je sedaj v severnih subtropih, pred 400 do 500 milijoni let na južnem tečaju. In seveda je imela sedanja Sahara takrat polarno podnebje: zato ni čudno, da poročajo o ledene pokrovi nad današnjo jugozahodno Libijo v tistem času (npr. Le Heron in Howard, 2011). Najnazornejši je animacijski prikaz premikanja celin na <http://en.wikipedia.org/wiki/File:TectonicReconstructionGlobal2.gif>. Jaz sem se tega dobro zavedel pred leti, ko sem v Luzernu v Švici obiskal majhen, a zelo poučen muzej Gletscher Garten (<http://www.gletschergarten.ch/Luzern-vor-20-Millionen-Jahren.70.0.html>), v katerem prikazujejo toplo in vlažno podnebje Švice pred dvajsetimi milijoni let. Glavni vzrok za močne spremembe podnebja v desetinah in stotinah let seveda niso spremembe za celotno Zemljo, temveč to, da celine plavajo

sem in tja po tekočem zemeljskem plašču. Kako je moralo biti šele toplo v poznem karbonu, pred 300 milijoni leti, ko je bilo današnje ozemlje Švice na ekvatorju!

Sklep

Spreminjanje podnebja je različno intenzivno za različno dolga obdobja obravnave. Pa tudi vzroki so za različno dolge časovne skale različni: od tektonike s premikanjem kontinentov, preko astronomskih vzrokov, pa človeškega vpliva na podnebje, do krajših variacij podnebja, ki pa imajo bolj ali manj notranje vzroke v samem sistemu ozračja z vremenom in s tem posledično vplivajo na podnebje.

Viri in literatura

1. Baertschi P., 1976, Absolute¹⁸O content of standard mean ocean water, *Earth and Planetary Science Letters*, 31, str. 341–344.
2. Friis-Christensen E. and Lassen K., 1991, Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate, *Science*, 254, str. 698–700.
3. Fröhlich C., and Lean J., 1998, The Sun's total irradiance: Cycles and trends in the past two decades and associated climate change uncertainties, *Geophys. Res. Lett.*, 25, str. 4377–4380.
4. Le Heron D. P, Howard J., 2010, Evidence for Late Ordovician glaciation of Al Kufrah Basin, Libya, *Journal of African Earth Sciences*, 58, str. 354–364.
5. IPCC AR4. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.), IPCC, Geneva, 104 str., http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html
6. Maity R. and Kumar D. N., 2006, Bayesian dynamic modeling for monthly Indian summer monsoon rainfall using El Niño–Southern Oscillation (ENSO) and Equatorial Indian Ocean Oscillation (EQUINOO), *J. Geoph. Res.* 111, doi:10.1029/2005JD006539
7. Milanković M., 1941, *Kanon der Erbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproble.* Belgrad: Königlich Serbische Akademie, XX + 633 str.
8. Petkovšek Z. in Leder Z. (ur.), 1990, *Meteorološki terminološki slovar*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti in Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana, 125 str.
9. Rajeevan M. and Pai D.S., 2007, On the El Niño-Indian monsoon predictive relationships, *Geophysical Research Letters* 34, doi:10.1029/2006GL028916
10. Rosenberg M., 2012, Mount Pinatubo Eruption, The Volcanic Mount Pinatubo Eruption of 1991 that Cooled the Planet, <http://geography.about.com/od/globalproblemsandissues/a/pinatubo.htm>, (cit.: marec 2012).
11. Solanki S. K. in ost., 2005, 11,000 Year Sunspot Number Reconstruction, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2005-015. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA. Dostopno na http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspots_11000_years.svg in na ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/climate_forcing/solar_variability/solanki2004-ssn.txt
12. Wielicki B. A., Takmeng W., Loeb N., Minnis P., Priestley K., Kandel R., 2005, Changes in Earth's Albedo Measured by Satellite, *Science* 308, DOI: 10.1126/science.1106484.

PODNEBNE SPREMEMBE NA SLOVENSKEM V ZADNJEM TISOČLETJU

Žiga Zwitter*



Povzetek

Podnebje na Slovenskem se je v obravnavanem času, katerega začetek sodi v srednjeveško toplo obdobje, konec pa v zaključni del male ledene dobe, močno spreminjalo. Podnebne spremembe so v Srednji Evropi potekale povsem drugače kot v Sredozemlju, Slovenija leži na stiku obeh. Poleg soočenja splošnih značilnosti podnebnih sprememb obeh območij predstavljamo tri študije primera – iz Slovenske Istre, iz jugovzhodne Slovenije in iz Zgornje Savinjske doline. V sklepu sledijo izbrani temeljni vplivi podnebja in njegovih sprememb na pokrajino in družbo.

Ključne besede: okoljska zgodovina, klimatska zgodovina, klimatske spremembe, srednji vek, novi vek, Slovenija

CLIMATE CHANGE IN SLOVENIA DURING THE LAST MILLENIUM

Abstract

Climate on Slovenian territory in the timeframe observed, beginning in the Medieval Warm Period and ending in the last phase of the Little Ice Age, was changing greatly. Climatic change in Central Europe and the Mediterranean was entirely different, Slovenia lies in the contact zone between them. Having discussed the major characteristics of climatic fluctuations of both areas three case studies are presented - from Slovene Istria, from southeastern Slovenia and from the Upper Savinja Valley, followed by some of the basic climatic influences on landscape and society in the ending part.

Key words: environmental history, history of climate, climatic change, middle ages, modern period, Slovenia

* Žiga Zwitter, prof. geografije in univ. dipl. zgodovinar, je mladi raziskovalec na Oddelku za zgodovino Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. zwitterz@ff.uni-lj.si

COBISS 1.02

Podnebna zgodovina med srednjo Evropo in Sredozemljem v zadnjih 1000 letih

Periodizacija podnebne zgodovine obravnavanega časa ni enotna. Ena od možnosti je členitev na tri obdobja – srednjeveško toplo obdobje (10. do 13. stoletje), prehodno obdobje in malo ledeno dobo, ki je dosegla prvi višek v drugi polovici 16. stoletja in trajala do sredine 19. stoletja. Temperaturne in padavinske razmere so se iz leta v leto v vseh treh obdobjih močno spreminjale. Ker so se padavinske razmere prostorsko bolj spreminjale od temperaturnih, se bomo v prikazu značilnosti srednjeevropskih in sredozemskih podnebnih sprememb po letnih časih omejili na temperature (Glaser, 2001, 181–182, 209; Pfister et al., 1998, 541, 546; Pfister,

Srednjeveško toplo obdobje

1999, 33, 52; Rohr, 2007, 210). Podnebne spremembe so v Srednji Evropi potekale drugače kot v Sredozemlju (Alexandre, 1987, npr. 786–788, Pfister et al., 1996, 91), slovensko ozemlje leži na stiku obeh.

Poimenovanje srednjeveškega toplega obdobja temelji na poletnih temperaturah, saj so prevladovale višje od današnjih, zimske in povprečne letne temperature pa so marsikdaj zaostajale za današnjimi. Odseki, ko so bili toplejši vsi štirje letni časi, so bili redki. V Srednji Evropi denimo v zadnjih dveh desetletjih 12. stoletja. Raziskava podnebnih razmer v zahodnem delu Srednje Evrope je pokazala, da so bile v srednjeveškem toplem obdobju, glede na čas prej in pozneje, redkejša ekstremne zime (Glaser, 2001, 181–182; Pfister et al., 1998, 547, 549).

V 11. stoletju v Srednji Evropi skoraj ni bilo ekstremnih zim. Med koncem 11. in koncem 12. stoletja so v zahodnem delu Srednje Evrope, razen vmesne otoplitve, prevladovale zime, podobne tistim v 18. in 19. stoletju, ki sodita v malo ledeno dobo. Ob koncu 12. in vse 13. stoletje so bile zime toplejše – takšne kot v 20. stoletju in občasno še toplejše. To se kaže tudi v širšem arealu pridelovanja oljk ob severnem Jadranu, ki poleg višjih povprečnih temperatur kažejo tudi na redkost močnih pozreb. V prvih treh desetletjih 14. stoletja so bile zime skoraj brez izjeme mrzle, od prejšnjih so bile hladnejše za okoli 1° C. Dve od njih (1305/06 in 1322/23) sta bili podobni najhujšim v zadnjih 300 letih, denimo tisti 1962/63. Nato so do sredine 14. stoletja prevladovale povprečne zime, v tretji četrtini 14. stoletja so se izmenjevale ostre in mile zime, v zadnji četrtini stoletja so bile nekoliko pod današnjim povprečjem. Med letoma 1430 in 1490 so bile pogoste mrzle zime (Pfister et al., 1996, 100–102; Pfister et al., 1998, 541–542, 548–549; Pfister, 2004, 235).

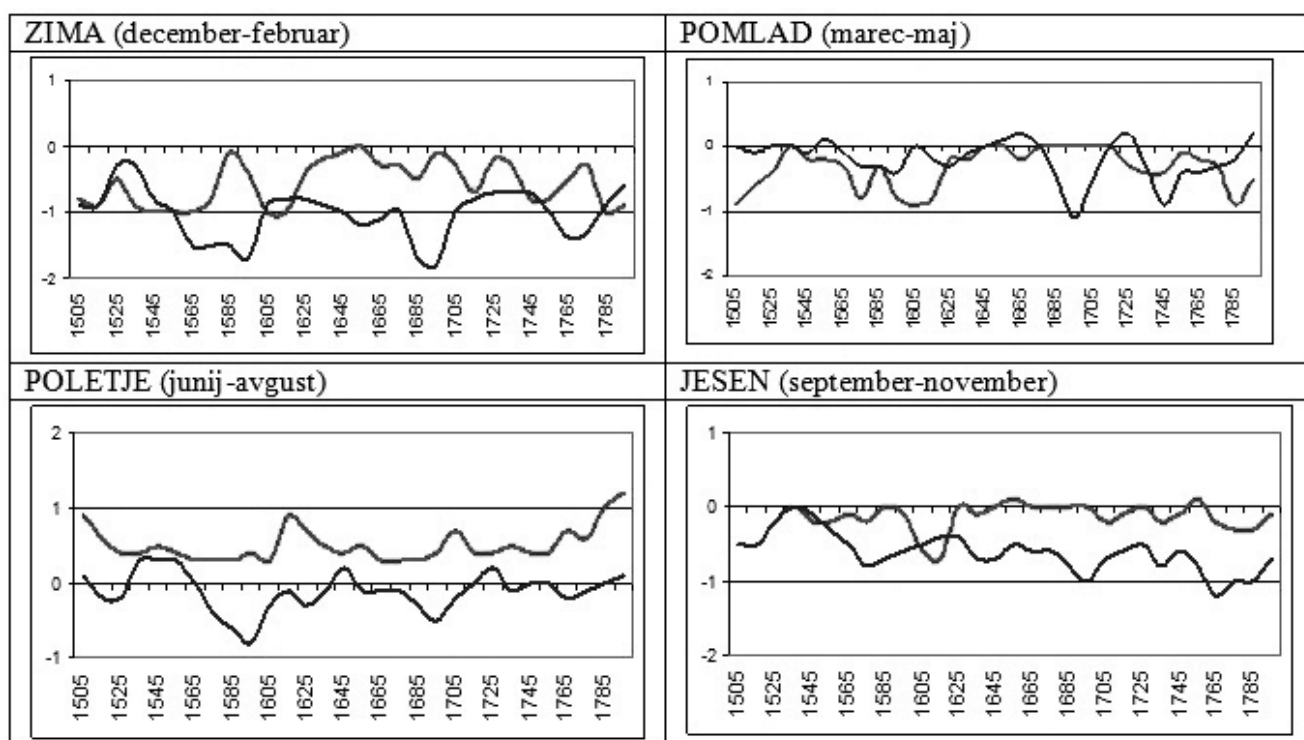
Najhladnejše zime srednjeveškega toplega obdobja so bile v letih 1076/77, 1149/50 in 1233/34. Prva je izpričana v Srednji Evropi, kjer je mrzlo obdobje trajalo vsaj tri mesece, in v severni Italiji, kjer je že novembra zamrznila reka Pad. Pri interpretaciji podatkov o zamrznjenih rekah je potrebna pazljivost, saj so številne, danes v ožjo strugo ujete reke v preteklosti v srednjem in spodnjem toku tekle počasneje po širokih strugah, kar je bilo za zamrzovanje ugodno. Poleg tega temperaturo današnjih rek višata industrija in energetika. Ostrina zime 1149/50, ko je zamrznil Ren, verjetno ni segla v severno Italijo. Po drugi strani pa ni jasno, ali je mrzla zima 1215/16, izpričana v severni Italiji, kjer je zamrznil Pad, zajela tudi obsežna območja Srednje Evrope. Tretja ekstremna zima je zopet zajela obe območji, očitno tudi naše kraje, saj viri izpričujejo zamrznjene reke v Avstriji ter Pad in Beneško laguno. Zima je bila ostrejša od tiste leta 1076/77 ali 1962/63. Verjetno najtoplejša zima srednjeveškega toplega obdobja pa je bila leta 1289/90, ko so na Dunaju za božič cvetele vijolice, januarja pa sadno drevje. Verjetno se je jesen glede temperaturnih razmer zlila brez zime s pomladjo. Takšnih primerov v 20. stoletju ne poznamo. Sklepamo, da so bile srednje temperature najtoplejših zim srednjeveškega toplega obdobja verjetno višje kot pri najtoplejših današnjih zimah (Pfister et al., 1998, 538–539, 542, 544–546, 549).

Poletja Srednje Evrope so bila v 13. stoletju večinoma topla, v 14. stoletju so se menjavala obdobja toplih in hladnih poletij. Poletja petih desetletij poznega 14. in zgodnjega 15. stoletja so bila topla kot v 20. stoletju (Pfister, 2004, 235).

Mala ledena doba Razmere v Srednji Evropi

Mala ledena doba ni bila enotno hladno obdobje. Njene skupne značilnosti v Srednji Evropi so večji obseg alpskih ledenikov kot danes, občasno pojavljanje ekstremno hladnih poletij posamič ali v skupinah ter nižje temperature in manj padavin v mesecih od novembra do marca (Pfister, 1999, 52).

Okvire zgodnjenovoveških temperaturnih sprememb na Slovenskem predstavlja slika 1, ki prikazuje temperaturne spremembe po letnih časih v Srednji Evropi. Prikaz združuje podatke za Švico, južno Nemčijo, Avstrijo in Češko, ločeno pa prikazuje severni del srednje Italije. Potek srednjeevropske temperature zraka od leta 1760 dalje temelji na podatkih instrumentalnih meritev. Ujemanje med švicarskimi, nemškimi, avstrijskimi in češkimi podatki po letnih časih je zelo veliko. Vir podatkov za čas med 1500 in 1759 so raznovrstni pisni viri iz Švice, Nemčije in Češke. Sovpadanje teh podatkov je bolj spremenljivo in večinoma manjše kot pri instrumentalnih podatkih. Vsi trije nacionalni sklopi podatkov se pred sredino 18. stoletja najbolj ujemajo pozimi. Najmanjše je sovpadanje švicarskih, nemških in čeških podatkov o pomladih ob koncu 17. stoletja, o poletjih sredi 18. stoletja ter o jesenih sredi 17. in na začetku 18. stoletja. Pomen srednjeevropske krivulje za podnebne razmere na Slovenskem je v splošnem nekoliko manjši za poletja, zlasti za južnejše predele (Dobrovolný et al., 2010, 79–84).



Slika 1: Shematični prikaz odstopanj temperatur letnih časov [v °C] v Srednji Evropi (modra) in na severu srednje Italije (rdeča) med letoma 1500 in 1800 od povprečja 1961–1990 po najnovejših referenčnih delih. Prikazana so desetletna povprečja zglajenih vrednosti.

Vira podatkov: Camuffo et al., 2011, 6–7; Dobrovolný et al., 2010, 92–93.

Avtor: Ž. Zwitter

[geografija v šolih] 1.2.2012

Najhladnejše **zime** v zadnji polovici tisočletja so bile v Srednji Evropi najverjetneje v 90. letih 17. stoletja, sledile so jim zime v drugi polovici 16. stoletja. Sredi 19. stoletja so se zimske temperature spustile na nivo tistih iz tretje četrtine 18. stoletja. Prehod iz 17. v 18. stoletje sodi v pozni Maunderjev minimum, ko so v obdobju 1675–1715 v večini Evrope prevladoval mrzle (in suhe) zime, v Srednji Evropi in ponekod drugod so bile temperature vseh štirih letnih časov nizke. Mrzle zime so najprej nastopile na zahodu Evrope in bile od sredine 80. let značilne za Ogrsko. Kljub prevladovanju mrzlih zim pa je iz 80. let 17. stoletja znanih v Srednji Evropi nekaj osamljenih milih zim. Tudi konec obdobja mrzlih zim je nastopil z zamikom od zahoda proti vzhodu. Leta 1704 se je to obdobje končalo v Srednji Evropi, leta 1714 pa na Ogrskem. Najtoplejše zime male ledene dobe so bile v Srednji Evropi najverjetneje ob koncu prve tretjine 16. stoletja, ko so bile v povprečju podobne tistim v obdobju 1961–1990 (Dobrovolný et al., 2010, 93, 95; Pfister, 1999, 60). Izjemno topli sta bili zimi 1529/30 in 1833/34, ko so bile temperature v Avstriji 4 do 5 ° C nad povprečjem obdobja 1901–1990 (Pfister et al., 1998, 546). Ob koncu 16. in na začetku 17. stoletja je bilo menjavanje ostrih in milih zim še izrazitejše kot v tretji četrtini 14. stoletja (Pfister et al., 1996, 101–102).

Tudi najhladnejše **pomladi** zadnje polovice tisočletja so bile v Srednji Evropi in velikem delu preostale Evrope najverjetneje v 90. letih 17. stoletja. Podobno mrzle so bile tudi sredi 19. in le malenkost toplejše sredi 18. stoletja. Za nekatere dele male ledene dobe, npr. sredino 16., tretjo četrtino 17., del prve četrtine in konec 18. stoletja, so bile značilne pomladi, toplejše od povprečja 1961–1990 (Dobrovolný et al., 2010, 93, 95).

Najhladnejša **poletja** zadnjih 500 let so bila v Srednji Evropi najverjetneje v 90. letih 16. stoletja. Do sredine 19. stoletja so bila hladna poletja tudi ob koncu 17. stoletja ter okoli leta 1820 in sredi 19. stoletja. Temperature junija, julija in avgusta 1816, ki se ga je oprijelo ime »leto brez poletja«, niso presegale zmernih majskih. Zelo verjetno so bile razmere leta 1675 še hujše. Poletja, toplejša od povprečja 1961–1990, so bila do sredine 19. stoletja v Srednji Evropi značilna zlasti za drugo tretjino 16., sredino 17., del prve tretjine in konec 18. stoletja (Dobrovolný et al., 2010, 93, 95; Pfister, 1999, 70).

Najhladnejše **jeseni** zadnje polovice tisočletja so v Srednji Evropi najbrž nastopile v 60. letih 18. stoletja, ko so bile podobne tistim v 20. letih 20. stoletja. Le malo toplejše so sledile do konca 80. let 18. stoletja ter ob koncu 17. in sredi 19. stoletja. Na ravni povprečja obdobja 1961–1990 so se v času male ledene dobe gibale jesenske temperature le v 30. letih 16. stoletja (Dobrovolný et al., 2010, 93, 95).

Podnebje v severnem delu srednje Italije

Podatki o spreminjanju temperaturnih razmer na severu srednje Italije so v celoti iz virov, ki ne temeljijo na instrumentalnih opazovanjih, dopolnili smo jih le z nekaj spoznanji instrumentalnih meritev iz 18. in prve polovice 19. stoletja (Camuffo et al., 2011, 7, 13). Primerjava obeh krivulj na sliki 1 nazorno pokaže povsem drugačen potek podnebnih razmer na severu srednje Italije v primerjavi s Srednjo Evropo. Neredko so bile podnebne razmere v posameznih obdobjih povsem nasprotno. Zime, pomladi in jeseni v mali ledeni dobi so bile v srednji Italiji v tem času večinoma podobne ali hladnejše, poletja pa toplejša od povprečja 1961–1990. V

času najhujših zgodnjenovoveških zim v Srednji Evropi v drugi polovici 16. in ob koncu 17. stoletja so bile te v srednji Italiji v povprečju blizu tistim v obdobju 1961–1990. V obravnavanem delu Sredozemlja so bila najhladnejša zimska obdobja v času med 1500 in 1800 na začetku in sredini 16. stoletja, na začetku 17., sredi in ob koncu 18. stoletja. Nobeno od teh obdobji pa se ne ujema z obdobji hudih zim v Srednji Evropi.

V obravnavanem delu Sredozemlja so bile pomladi v poznem 17. stoletja, ko so bile v Srednji Evropi najhladnejše, na ravni povprečnih v obdobju 1961–1990. Hladnejše pomladi so bile v severnem delu srednje Italije zlasti v zgodnjem 16., v drugi polovici 16. in v zgodnjem 17. stoletju, ob koncu 18. stoletja (instrumentalne meritve sicer kažejo na nižek pred sredino 18. stoletja), pa tudi v drugi četrtini 19. stoletja. V času hladnih srednjeevropskih poletij druge polovice 16. stoletja so bila ta v srednji Italiji večinoma rahlo toplejša od povprečja 1961–1990. Najtoplejša poletja so bila verjetno značilna za zgodnje 16., zgodnje 17. in pozno 18. stoletje (slednje po podatkih instrumentalnih meritev ne izstopa). Po relativno hladnih poletjih zgodnjega 19. stoletja so se ta okoli leta 1825 segrela. Hladne jeseni so bile za severni del srednje Italije značilne za zgodnje 17. in drugo četrtino 19. stoletja, ne pa v času hladnih srednjeevropskih jeseni v 60. letih 18. stoletja.

Predstavljene ugotovitve so zaradi velikih količin podatkov, na katerih temeljijo, zlasti za Srednjo Evropo, zanesljive, a prikazujejo povprečne razmere. Tako je bilo denimo med nič kaj ostrimi zimami poznega 17. stoletja tudi v Sredozemlju nekaj mrzlih in sneženih zim (Pfister, 1999, 60). Redko je prihajalo do kopičenja zaporednih let z obratnimi ekstremi. Izrazite menjave toplih in hladnih poletij, kakršne so bile za Srednjo Evropo značilne v 30. letih 16. stoletja, se v času instrumentalnih meritev po sredini 19. stoletja niso več ponovile (Glaser, 2001, 209). Morebitne netočnosti prikazanih podnebnih razmer so posledica omejenih možnosti interpretacije predinstrumentalnih podatkov. Ti temeljijo na dojetju vremena in podnebja opisovalcev, na katere so vplivale tudi splošne podnebne značilnosti njihove sodobnosti. Zapis »zelo mrzla zima« v obdobju, za katero so bile značilne mile zime, lahko pomeni drugačne temperaturne razmere od enakega zapisa v času, za katerega so bile že sicer značilne mrzle zime. Zato so počasnejše podnebne spremembe v predinstrumentalni dobi verjetno podcenjene. Pomembna podnebna značilnost v Srednji Evropi, ki se je na sliki 1 zaradi didaktične transformacije ne vidi, je dolgoročno zmanjševanje variabilnosti zimskih, pomladanskih in poletnih temperatur (Dobrovolný et al., 2010, 95, 99, 103).

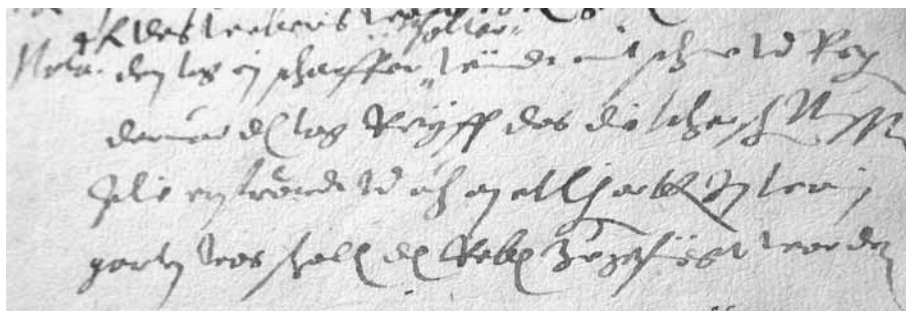
Srednjeveško toplo obdobje in mala ledena doba na Slovenskem

Pri predstavitvi nekaterih dejstev iz podnebne zgodovine našega ozemlja se bomo osredotočili na izbrana časovna obdobja treh, z vidika podnebne zgodovine bolje raziskanih območij – Slovenske Istre, jugovzhodne Slovenije in dela alpske Slovenije. V nekaterih podatkih odsevajo razmere, značilne za vse slovensko ozemlje. Pomen drugih je omejen na posamezni podnebni tip, denimo zmerno sredozemsko, zmerno celinsko ali gorsko podnebje, pri čemer so se ločnice med podnebnimi tipi in podtipi, zlasti meja med zmerno sredozemskim in zmerno celinskim padavinskim režimom, v zgodovini spreminjale (Ogrin, 1996, 43). Tretji podatki, zlasti številni padavinski, so bolj lokalnega pomena in se ne nanašajo niti na

večino območja z istim podnebnim (pod)tipom. Datumske navedbe so v nadaljevanju pretvorjene v gregorijanski koledar.

Slika 2: Opis vremenskega dogajanja iz doline Mirne na Dolenjskem ali okolice, ki očitno ni bilo lokalno omejeno. Leta 1579 je ob koncu aprila zapihal močan veter, ob tem je snežilo in deževalo. Pozeble so cvetoče češnje in orehi, škoda je nastala tudi v vinogradih in na drugem sadnem drevju

(ARS, AS 1073, 160 r).



Vreme in podnebje v obsredozemski Sloveniji s poudarkom na Slovenski Istri

Za zahodni del slovenskega ozemlja imamo iz 70. let 13. stoletja in s prehoda iz 13. v 14. stoletje nekaj časovno bližnjih in zlasti s preloma stoletja zanesljivih vremenskih notic. Iz sekundarnega vira vemo, da je 11. julija 1270 toča povzročila škodo na pridelku vsaj na območju Čedad. Tridesetega junija 1272 je neurje prizadelo Posočje. Osemnajstega septembra 1276 je Nadiža poplavljala vsaj v Čedadu, pridelek pšenice in prosa je bil na čedajskem območju slab. Ohranjeni primarni vir izpričuje neurje v Čedadu 1. julija 1299, toča na Čedajskem 11. julija 1301 in obilno petnajstdnevno sneženje na Tolminskem in Čedajskem, ki se je začelo 11. februarja 1304 ali 1305 in povzročilo škodo na sadnem drevju v Furlaniji. Sedmega novembra 1306 je toča na Čedajskem povzročila škodo na vrtovih in v vinogradih (Alexandre, 1987, 295, 312, 400, 402, 406, 424, 425, 430).

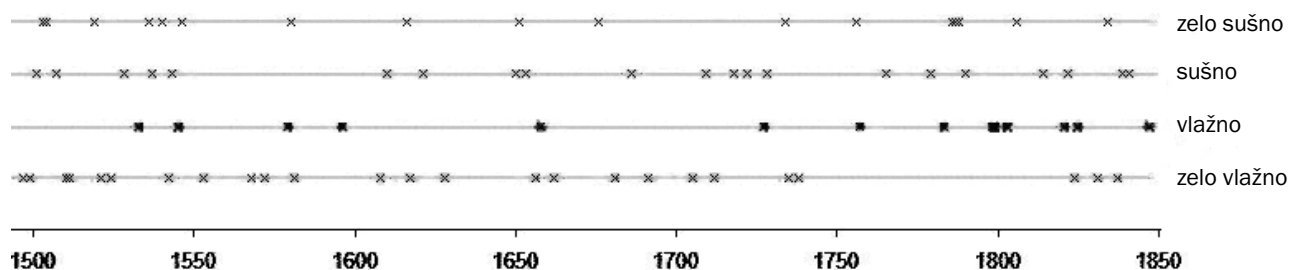
Kompleksne zaključke o spreminjanju podnebja ob Tržaškem zalivu prinaša Ogrinova študija (Ogrin, 1995), ki kombinira izsledke enega vodilnih sredozemskih podnebnih zgodovinarjev Daria Camuffa, nadaljnje preučevanje primarnih virov ter informacije iz na splošno manj zanesljivih sekundarnih in terciarnih virov. Predpostavka, da so bile zime obdobja 1475–1491 v povprečju za okoli 0,8° C hladnejše od druge polovice 20. stoletja, temelji na podatkih o zmrzalih Beneške lagune (Ogrin, 1995, 284–286, 288, 305) in jo lahko smiselno priključimo zimskim temperaturnim odklonom v severnem delu srednje Italije, ki so razvidni iz slike 1. Suše v Sredozemlju niso nujno povezane z višjimi temperaturami, v zgodovini Sredozemlja so se menjavale različne kombinacije suhih, vlažnih, toplih in hladnih obdobj (Camuffo et al., 2011, 22). Ena od zgostitev suš je bila v Slovenski Istri zelo verjetno sredi 16. stoletja. Glede na vpade kobilic je mogoče, da je bilo v Istri v krajših odsekih zadnjega tisočletja bolj sušno in vroče kot danes (Ogrin, 2003, 68, 72). Pomembni so prikazi padavinskih razmer v Slovenski Istri med aprilom in septembrom v letih 1791–1824, ki so narejeni na podlagi primarnih virov o pridelavi soli v Sečoveljskih solinah. Deževna poletja so se vrstila zlasti ob koncu 18. stoletja ter okoli leta 1815 (Ogrin, 1995, 309–321). Slednja torej vsaj po letnicah delno sovpadajo s slabimi žitnimi letinami, ki so bile tedaj značilne za naše kraje (Gestrin, 1969, 66). Vsaj na ravni letnega časa je torej šlo za podobno vreme ob morju in na večini slovenskega ozemlja. Sledila so jim zaporedna sušna poletja (Ogrin, 1995, 318).

Poletja v jugovzhodni Sloveniji

Temperaturne in padavinske značilnosti junijev na območju jugovzhodne Slovenije v zadnji polovici tisočletja so rekonstruirali z dendrokronološko in dendroklimatološko raziskavo hrastovega lesa (slika 3). Po štiri sušna in topla poletja v desetih letih so nastopila v prvem desetletju in na začetku druge tretjine 16. stoletja ter na začetku zadnje četrtine 18. stoletja. Po trije juniji pa so bili v desetih letih vlažni in hladni na prehodu iz 70. v 80. leta 16. stoletja, sredi 17., na koncu 18. in v 20. letih 19. stoletja. Sušni juniji so bili redki v drugi polovici 16. in na začetku 17. stoletja, v drugi četrtini 17. stoletja, od sredine do tretje četrtine 17. stoletja, od sredine 80. let 17. do konca prvega desetletja 18. stoletja ter sredi in na koncu tega stoletja. Vlažnih junijev pa ni bilo zlasti pred sredino 17. in okoli tretje četrtine 18. stoletja. Daljše obdobje zelo povprečnih junijev je bilo predvsem pred sredino 17. stoletja. Povprečna temperatura zelo sušnih junijev je znašala okoli 20° C, padavin je padlo okoli 40 mm, povprečna temperatura zelo vlažnih junijev pa okoli 16° C pri okoli 240 mm padavin (Čufar, De Luis, Eckstein et al., 2008, 611, 613). Glede na podobnosti z vzhodnoavstrijskimi in madžarskimi izsledki (Čufar, De Luis, Zupančič et al., 2008, 7), vsaj v zmerno celinskih predelih, veljavnost rekonstrukcije ni omejena zgolj na jugovzhodno Slovenijo.

Slika 3: Sušni in vlažni juniji v JV Sloveniji med letoma 1497 in 1850. Odebeljeni znak označuje pojav v zaporednih letih

(Vir podatkov: Čufar, De Luis, Eckstein et al., 2008, 613).



Poletja v slovenskih Alpah s poudarkom na poletjih nižjega gorskega sveta

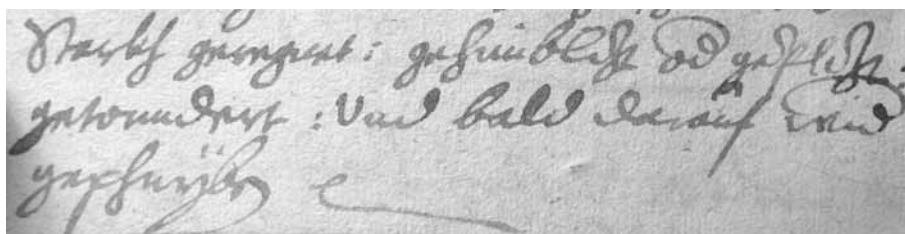
Uvodoma pogledimo podnebni utrinek iz zaporedja let v 14. stoletju z osrednje Štajerske, ki sodi v čas spremenljivega podnebja med srednjeveškim toplim obdobjem in malo ledeno dobo. Menih iz samostana Neuberg v alpski dolini ob Murici je zabeležil hudo in dolgo zimo 1338/39, visoke temperature za božič 1339 in 1. marca 1340, ki jih je primerjal z zgodnje-poletnimi, 2. marca pa se je začel hud mraz, ki je trajal pet tednov. Jeseni je 24. septembra v gorah med Leobnom in Bruckom na Muri snežilo, sneg je obležal dva dneva. Nato se je spet ogrelo, zima 1340/41 se je po neuberških opažanjih začela ob koncu decembra, hud mraz je nastopil aprila in se zavlekel v maj 1341 (Alexandre, 1987, 292–293, 312, 466–467).

Vsaj nekatere slabe letine, izpričane na Kranjskem v poznem 17. stoletju (Valenčič, 1977, 20, 122–123) so nastopile hkrati tudi v Zgornji Savinjski dolini. Viri tu denimo v 90. letih 17. stoletja izpričujejo zaporedna hladna in deževna poletja, ki so privedla do predvsem kratkotrajnih opustitev nekaterih kmetij (Zwitter, 2012 a). To območje, kjer stalna poselitev na območju Slovenije seže najvišje, v širšem alpskem kontekstu agrarne poselitve sicer ne dosega izjemnih višin, a so podnebne razmere kljub temu robne. Tudi najvišje kmetije so namreč v obravnavanem času pridelovale žito za lastne potrebe, žitno pridelavo pa pomembno omejuje kombinacija temperatur in padavin. Pri srednji julijski temperaturi 13° C je žitna pridelava še mogoča, če je srednja količina padavin okoli 1000 mm, pri srednji

julijski temperaturi 16° C je padavin lahko 1400 do 1500 mm (Zwitkovits, 1983, 47). Dejstvo, da na Solčavskem kmetije segajo na območja, ki so imela v obdobju 1961–1990 srednjo julijsko temperaturo pod 16° C (Cegnar, 1998, 103), pri čemer je letna količina padavin ponekod znatno nad 1600 mm (Zupančič, 1998, 99), od tega velik del v rastni dobi jarega žita (Meze, 1963, 235), razloži njihovo nekdanj veliko klimatsko ranljivost, toliko bolj v hladnejših obdobjih. Predolge zime s snežno odejo marca in aprila so podaljšale sezono hlevske reje in povzročale težave s krmo. Predolgo trajanje snežne odeje je uničevalo ozimno žito. Mrzle pomladi so nevarno krajšale vegetacijsko dobo jarih žit (Pfister et al. 1998, 538; isti, 1999, 59, 64). Dodati moramo zlasti še znatno izpostavljenost nevihtnim pišem in toči. Medsosedska pomoč, delujoča mreža kmečkih kreditov, ukrepi zemljiškega gospodarstva in dežele ter neagrarni viri dohodkov so bila, poleg velikega pomena podnebno nezahtevne ovčereje, pomembna sredstva ohranjanja poselitve tega območja v podnebno težavnih obdobjih (Zwitter, 2010, 41–51; isti 2012 a in b).

Slika 4: Opis dežja, sneženja, bliskanja in grmenja 8. marca 1610 v Zgornji Savinjski dolini

(ARS, AS 1073, 114 r).



Raziskava temperaturnih razmer junija in julija v slovenskih Alpah na podlagi macesnovega prirastka je od sredine 18. stoletja dalje pokazala izrazito hladni obdobji okoli leta 1770 in 1820. Rekonstrukcija ni povsem zanesljiva, kviri jo denimo negativni vpliv toplih marcev (Levanič, 2006, 46, 50; Levanič, 2007, 312). Hladne (in vlažne) pozne pomladi oz. poletja v 20. letih 19. stoletja potrjujejo tudi raziskave bukve na Tolminskem pri Planini na Kalu (Čufar, De Luis, Berdajs et al., 2008, 126, 128).

Izbor vplivov srednjeveškega in zgodnjenovoveškega podnebja na (kulturno) pokrajino in družbo

Razširitev gojenja subtropskih kulturnih rastlin ponekod v severni Italiji in v Porenju na območja, ki jih danes ne dosejajo, hipotetično sodi v čas milih zim poznega 12. in 13. stoletja. V 14. stoletju pa so morali zaradi pogostejših hladnih zim nekatera od teh rastišč opustiti. V Porenju naj bi v skromnem obsegu pridelovali celo granatna jabolka, zlasti pa fige, ki so tam na začetku 20. stoletja rasle le na brajdah. V naših krajih so med drugim v ekstremni zimi 1233/34 pozeble oljke – v severni Italiji še pri Parmu, kjer je bila srednja januarska temperatura v obdobju 1951–1980 zanje 2° C prenizka (Pfister et al., 1998, 548–549). Marsikje se je v času male ledene dobe močno spustila meja gojenja trte, vendar pa je k temu poleg podnebja bistveno pripomogla izboljšana prometna infrastruktura, ki je olajšala preskrbo z boljšim vinom in posledično opustitev vinogradov tam, kjer podnebje še ne bi preprečevalo zorenja grozdja, a je bilo vino slabše kakovosti (Gestrin, 1969, 67). Obtoževanje čaranja slabega vremena, neplodnosti prsti in ljudi ter nenavadnih bolezni je značilno za čas male ledene dobe (Behringer, 2009, 174–178). To velja tudi za naše kraje, kjer so čarovniški procesi dosegli vrhunec ravno v času drugega viška male ledene dobe v poznem 17. in zgodnjem 18. Stoletju. Značilni so bili

zlasti za vinogradniška območja, obtožbe, povezane z vremenom, so bile pogoste (Rajšp, 1988, 389–391).

Lakota, ki je v letih 1315–1322 zajela obsežne dele Evrope od Britanskega otočja do Rusije in Sredozemlja, je bila precej posledica hladnih in vlažnih poletij, ki so se začela že nekaj let prej. V tem času so izbruhnile tudi bolezni. Posledice te lakote, ki so jo ljudje preživeli v otroštvu, so se verjetno odražale tudi v učinkih velike kuge, ki je hkrati z vnovičnim hladnim in vlažnim vremenom razsajala sredi stoletja (Behringer, 2009, 142–147).

Opuščanje domačij smo omenili, ustavimo pa se ob gospodarskem posloju – kozolcu. Njegova temeljna funkcija je bilo sušenje žita, sena ipd. Kozolce so morda na Koroškem in Gorenjskem večinoma začeli graditi šele v 16. stoletju, vsaj v 17. stoletju so bili na Kranjskem splošno prisotni, ponekod na Štajerskem so jih zgradili v 17. in 18. stoletju (Makarovič, 2007, 219–220, 227). Kozolec je zmanjšal tveganje, da bo žito v vlažnem vremenu zgnilo, hkrati pa preprečil izgubo hranilne vrednosti zaradi spiranja (Pfister, 1984, 119–120). Vendar pa se tudi zaradi izpostavljenosti vetrovom ni uveljavil povsod na Slovenskem (slika 5).

Slika 5: Opis neurja na Škofjeloškem v pratiki za leto 1851, iz katerega je razvidno, da je veter je podiral kozolce (vir: NMS 2345¹). Pogostost uporabe pratik je na Slovenskem v 18. stoletju močno narasla. Z ustaljenimi znaki, tudi za vremenske pojave, so bile prilagojene nepismenim. Izdajatelji so se dobro zavedali omejene vrednosti tako napovedane vremena, kar kaže odlomek iz pratike za leto 1848: »Nekteri, kteri snajo brati, shelé, de bi v nashi pratiki pri spreminji lune prerokovanje vremena brali; toraj shelé, de bi jim pratikar to, kar sam dobro ne vé, dvakrat povedal.«

(Makarovič, 1981, 343–345.)



Slabe letine so lahko povečale zanimanje za uvajanje novih poljščin. Tako se je v času slabih žitnih letin sredi drugega desetletja 19. stoletja povsem uveljavilo pridelovanje krompirja za človeško hrano, sicer že desetletja znane kulturne rastline (Gestrin, 1969, 66).

Podnebne spremembe vplivajo na gozdno mejo. Zgornja gozdna meja je bila v srednjeveškem toplem obdobju v Alpah do 200 m višje kot danes (Ogrin, 2005, 61). Nižanje gozdne meje v Visokih Turah je leta 1820 opisal preprost opazovalec, ki ugotavlja, da ledeniki rastejo, gozd se umika, mlada drevesa odmirajo (Jäger, 2006, 36). Podnebne spremembe so lahko povzročale tudi spremembe v gozdnih sestojih, denimo umik bukve v suhih in toplih ter njeno širitev v vlažnih obdobjih (Alexandre, 1987, 798).

Po pol stoletja stari, a še referenčni domnevi je v času male ledene dobe nastal Triglavski ledenik (Ogrin, 2005, 61). Podnebne spremembe vplivajo tudi na nihanje morske gladine. V Beneški laguni se je višina najvišjih plim od 70. let 16. stoletja do danes relativno dvignila za okoli 80 cm. Vendar je poleg podnebne vzroka k temu pomembno pripomoglo tudi

1 Hvala vodji knjižnice NMS dr. Anji Dular, ki me je opozorila na vir.

pogrezanje kopnega, s čimer podatek še ni korigiran. Nadaljnji podatki kažejo, da gladina morja raste eksponentno (Camuffo et al., 2011, 20–21).

Vreme je vplivalo na energetske in prometne infrastrukture. Uporabo številnih vodnih koles so preprečevali zlasti led na vodotokih (Gašperšič, 1956, 19), prenizki vodostaji ob suši ali preveč narasli vodotoki (Behringer, 2009, 216). Transport težkih tovorov se je ustavil ali prestavil s plovniških rek na ceste, po drugi strani pa je sneg na območjih kopenskega transporta olajšal prevoz težkih bremen s sanmi in omogočil spravilo lesa iz gozdov (Pfister et al., 1996, 97; Pfister, 1999, 38). V kontekst velikih izboljšav cestnega omrežja v 18. stoletju sodi denimo prestavitev dela ljubeljske ceste, ki jo je prej begunjski snežni plaz na več stometrskem odseku redno zasipal več kot 10 metrov na debelo. Skozi naplazen sneg so morali zato iz leta v leto kopati predor (Šorn, 1977, 79–80). Napredek prometne infrastrukture je zmanjšal podnebno ranljivost družbe (Behringer, 2009, 208).

Viri in literatura

1. Arhiv Republike Slovenije, AS 1073, Zbirka rokopisov, 114 r, 1610.
2. Arhiv Republike Slovenije, AS 1073, Zbirka rokopisov, 160 r, 1579.
3. Narodni muzej Slovenije, 2345, Pratika sa navadno léto 1851.
4. Alexandre P., 1987, *Le climat en Europe au moyen age*, Paris, École des hautes études en sciences sociales.
5. Behringer W., 2009, *Kulturgeschichte des Klimas*, München, C. H. Beck.
6. Camuffo D. et al., 2011, *Climate change in the Mediterranean over the last five hundred years*. URL: http://www.rdp.uevora.pt/bitstream/10174/4251/1/InTech-Climate_change_in_the_mediterranean_over_the_last_five_hundred_years.pdf (citirano marca 2012).
7. Cegnar T., 1998, *Temperatura zraka*, (v: *Geografski atlas Slovenije*), Ljubljana, DZS.
8. Čufar K., De Luis M., Berdajs E., Prislán P., 2008, *Main patterns of variability in beech tree-ring chronologies from different sites in Slovenia and their relation to climate*, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 87.
9. Čufar K., De Luis M., Eckstein D., Kajfež-Bogataj L., 2008, *Reconstructing dry and wet summers in SE Slovenia from oak tree-ring series*, *International Journal of Biometeorology*, 52.
10. Čufar K., De Luis M., Zupančič M., Eckstein D., 2008, *A 548-year tree-ring chronology of oak (*Quercus* spp.) for southeast Slovenia and its significance as a dating tool and climate archive*, *Tree-ring research*, 64.
11. Dobrovolný P., Moberg A., Brázdil R., Pfister C., Glaser R., Wilson R., van Engelen A., Limanówka D., Kiss A., Halíčková M., Macková J., Riemann D., Luterbacher J., Böhm R., 2010, *Monthly, seasonal and annual temperature reconstructions for Central Europe derived from documentary evidence and instrumental records since AD 1500*, *Climatic change*, 101.
12. Gašperšič J., 1956, *Vigenjc*, Ljubljana, Tehniški muzej Slovenije.
13. Gestrin F., 1969, *Oris gospodarstva na Slovenskem v obdobju agrarne revolucije in prevladujoče manufakturne proizvodnje*, *Kronika*, 17.
14. Glaser R., 2001, *Klimageschichte Mitteleuropas*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
15. Jäger G., 2006, *Hochweidewirtschaft, Klimaverschlechterung («Kleine Eiszeit») und Gletschervorstöße in Tirol zwischen 1600 und 1850*, *Tiroler Heimat*, 70.

16. Levanič T., 2006, Vpliv klime na debelinsko rast macesna (*Larix decidua* Mill.) na zgornji gozdni meji v JV Alpah, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 78.
17. Levanič T., 2007, Odziv macesnov (*Larix decidua* Mill.) na klimo na zgornji gozdni meji in prognoze razvoja debelinskega prirastka v luči klimatskih sprememb, (Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo), Ljubljana, Biotehniška fakulteta.
18. Makarovič G., 1981, Slovenska ljudska umetnost, Ljubljana, DZS.
19. Makarovič G., 2007, Kdaj so nastali kozolci?, Etnolog, 17.
20. Meze D., 1963, Samotne kmetije na Solčavskem, Geografski zbornik, 8.
21. Ogrin D., 1995, Podnebje Slovenske Istre. Knjižnica Annales 11, Koper.
22. Ogrin D., 1996, Podnebni tipi v Sloveniji, Geografski vestnik, 68.
23. Ogrin D., 2003, Suha in mokra leta v submediteranski Sloveniji od 14. do srede 19. stoletja, Annales 13.
24. Ogrin D., 2005, Spreminjanje podnebja v holocenu, Geografski vestnik, 77.
25. Pfister C., 1984, Das Klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft, 2. Bd., Bern, Stuttgart, Haupt.
26. Pfister C., 1999, Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen, Bern, Wien, Stuttgart, Paul Haupt.
27. Pfister C., 2004, Climate, (Encyclopedia of world environmental history, 1), New York, London, Routledge.
28. Pfister C., Luterbacher J., Schwarz-Zanetti G., Wegmann M., 1998, Winter air temperature variations in western Europe during the early and high middle ages (AD 750–1300), The Holocene, 8.
29. Pfister C., Schwarz-Zanetti G., Wegmann M., 1996, Winter severity in Europe: the fourteenth century, Climatic Change, 34.
30. Rajšp V., 1988, Čarovniški procesi na Slovenskem, Zgodovinski časopis, 42.
31. Rohr C., 2007, Extreme Naturereignisse im Ostalpenraum, Köln, Weimar, Wien, Böhlau.
32. Šorn J., 1977, Modernizacija cestnega in vodnega omrežja v času od leta 1713 do 1830 na ozemlju današnje Socialistične Republike Slovenije, (Razvoj prometnih zvez v panonskem prostoru do 1918. leta), Maribor, Univerza v Mariboru.
33. Valenčič V., 1977, Žitna trgovina na Kranjskem in ljubljanske žitne cene od srede 17. stoletja do prve svetovne vojne, Ljubljana, SAZU.
34. Zupančič B., 1998, Padavine, (v: Geografski atlas Slovenije), Ljubljana, DZS.
35. Zwitter Ž., 2010, Vpliv »male ledene dobe« na agrarno poselitev na ozemlju današnje Slovenije: na primeru izbranih območij v Zgornji Savinjski dolini, Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljana, Filozofska fakulteta.
37. Zwitter Ž., 2012, Podložniški zapuščinski inventarji 17. in zgodnjega 18. stoletja kot vir za okoljsko, gospodarsko in družbeno zgodovino. predavanje, SAZU, 23. 2. 2012.
36. Zwitter Ž., 2012, Zapisnik škode neurja s točo v Zgornji Savinjski dolini leta 1796, v pripravi za tisk.
38. Zwittkovits F., 1983, Klimatypen - Klimabereiche - Klimafacetten: Erläuterungen zur Klimatypenkarte von Österreich, Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften.

PODNEBNI TRENDI PO LETU 1850

Darko Ogrin*



Povzetek

Za globalno raven, kakor tudi za Slovenijo, je za čas po drugi polovici 19. stoletja značilen trend postopnega segrevanja ozračja, ki je še posebej izrazit po letu 1980. Ne segreva se samo ozračje, ampak tudi oceani, opazne so tudi druge spremembe v podnebnem sistemu, ki že vplivajo na naravne in družbene razmere po svetu. Po večinskem prepričanju znanstvenikov je glavni vzrok za sodobno spreminjanje podnebja človek in njegovo izkoriščanje naravnih virov. Problematična je množična raba fosilnih goriv, zaradi česar se v ozračju povečuje koncentracija toplogrednih plinov in stopnjuje toplogredni učinek.

Ključne besede: podnebne spremembe, spreminjanje podnebja v instrumentalnem obdobju, globalno segrevanje ozračja, efekt tople grede, trendi segrevanja ozračja

CLIMATE TRENDS AFTER 1850

Abstract:

Typical of the second half of 19th century, at the global level – and consequently also on the territory of Slovenia – is a trend of gradual warming of the atmosphere, which has been particularly explicit since the year 1980. Not only the atmosphere but also the oceans are getting warmer, and other change has been observed in the climate system, which has already had an impact on natural and social conditions of the world. According to the majority belief of scientists, it is humans and their exploitation of natural resources that are the main cause of contemporary climate change. Problematic appears the mass use of fossil fuels due to which the concentration of greenhouse gasses in the atmosphere increases and the greenhouse effect intensifies.

Key words: climate changes, climate change in the instrumental period, global warming, greenhouse effect, atmosphere warming trends

Uvod

V zadnjih 25 letih znanost namenja veliko pozornost t. i. historični klimatologiji (paleoklimatologiji), ki se ukvarja z raziskovanjem preteklega podnebja. Eden glavnih vzrokov za povečano zanimanje so prav gotovo sodobne globalne in regionalne podnebne spremembe s trendi naraščanja temperatur, ki že puščajo posledice v okolju, ter subjektivne zaznave, da je v zadnjih letih vse več vremenskih ujm, od suš do močnih nalivov, nevihtnih neurij, zelenih in milih zim do vročinskih valov poleti. Za pravilno ovrednotenje spreminjanja podnebja v zadnjih desetletjih, pojavnosti t. i. izrednih vremenskih in podnebnih dogodkov ter za pripravo scenarijev možnega poteka podnebja v prihodnje, je potrebno čim bolj natančno

* Dr. Darko Ogrin je izredni profesor na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani darko.ogrin@ff.uni-lj.si

poznavanje zgodovine podnebja. Tako v instrumentalnem obdobju, za katerega imamo podatke meritev in opazovanj meteoroloških postaj, v zadnjih desetletjih tudi satelitskih meritev, kot v predinstrumentalnem obdobju, za katerega so na razpolago druga metodološka orodja, s katerimi si pomagamo rekonstruirati preteklo podnebje. V prispevku se bomo osredotočili na najpomembnejše poteze spreminjanja podnebja v zadnjih 150 letih na globalni ravni in na Slovenskem, na glavni vzrok za te spremembe in na nekatere posledice, ki se že kažejo v naravnem in družbenem okolju.

Globalno segrevanje ozračja in dokazi zanj

Po sredini 19. stoletja so številne meteorološke postaje po svetu začele meritve, ki nam omogočajo vpogled v podnebno dogajanje v zadnjih 100 do 150 letih. Podatki teh postaj, ki jih v sodobnosti kombinirajo s satelitskimi meritvami, kažejo, da se ozračje našega planeta segreva. V zadnjih 100 letih se je temperatura ozračja pri tleh dvignila za okoli 0,8 °C. Naraščanje ni linearno, prvi višek otoplitve je bil v prvi polovici 20. stoletja, drugi se je začel po letu 1980 in še traja. Na dvig temperature zraka po 1980 odpade tudi večina trenda, ki velja za zadnjih 100 let. Desetletje 1990–2000 je bilo na severni polobli najtoplejše v 20. stoletju, obdobje med 1998 in 2005 pa po mnenju nekaterih celo najtoplejše v zadnjih 1000 letih (Ahrens in Samson, 2011, str. 436). Leta 2010, 2005 in 1998 so bila doslej globalno najtoplejša leta (Stališče SMD o podnebnih spremembah, 2011, str. 9).

Stopnja segrevanja ni po vsem svetu enotna, prav tako segrevanje ni časovno enakomerno. Najbolj so se ogreli arktični predeli in večina kopna v srednjih geografskih širinah. Ponekod se ozračje tudi rahlo ohlaja, npr. nekateri oceanski predeli južne poloble, del Antarktike in morje okoli nje. Na splošno velja, da se je ozračje močnejše segrelo nad kopnim, manj nad morjem. Zime so se v zadnjem stoletju ogrele bolj kot poletja. Segrevanje ozračja v troposferi ima za posledico dvig tropopavze, to je meje med troposfero in stratosfero. Nasprotno pa se stratosfera zaradi zmanjševanja koncentracije ozona ohlaja. Opazno je tudi segrevanje oceanov. Po meritvah globinske vode v subtropskem delu Atlantika pri Bermudih znaša trend segrevanja 0,2 °C na 40 let (Ruddiman, 2001, str. 416).

S segrevanjem ozračja se spreminjajo tudi druge podnebne in pokrajinske značilnosti. Spremembe so največje tam, kjer je segrevanje najbolj izrazito, to je v višjih geografskih širinah severne poloble. Spreminjajo se količina, prostorska razporeditev padavin in padavinski režim. Količina padavin se je povečala v visokih geografskih širinah severne poloble, še posebno v hladni polovici leta, zmanjšala pa predvsem v subtropskih predelih. V teh predelih, h katerim lahko priključimo tudi Sredozemlje, se povečuje sušnost. Zaradi izrazitega naraščanja temperatur v visokih geografskih širinah severne poloble zapade manj snega. Grenlandija je npr. v zadnjih 50 letih izgubila okoli 20 % snežne odeje (Maslin, 2007). Povečuje se tudi pogostost in intenziteta vremenskih ujm, kakor so močne nevihte, suše in vročinski valovi.

Tali in krči se Grenlandski ledeni pokrov, umika se večina gorskih ledenikov, med njimi tudi Triglavski (Slika 1) in Ledenik pod Skuto. V hladni polovici leta se zmanjšuje obseg arktičnega morskega ledu, ki je tudi vse

tanjši. Satelitska opazovanja kažejo, da se je po letu 1978 arktični led krčil za skoraj 3 % na desetletje, poleti pa za več kot 7 % na desetletje (Kajfež Bogataj, 2008, str. 32). Manjši je tudi spomladanski obseg zasneženih površin na severni polobli. V visokih geografskih širinah se zaradi vse toplejših tal v poletnem času do vse večjih globlin tali permafrost. To povzroča številne težave, saj v njem temeljijo različni objekti in infrastruktura, pogreza se površje, spreminja se hidrološki režim ipd.

Slika 1: Triglavski ledenik okoli leta 1945
(po razglednici)
in poleti 1998

(foto: D. Ogrin).

Ledenik se je od druge polovice 19. stoletja, ko je meril okoli 45 ha, do današnjih dni skrčil na vsega 2,5 ha.



Čeprav je dvigovanje morske gladine zaradi globalnega segrevanja težje dokazovati, saj se ta spreminja tudi zaradi tektonskih vzrokov, pa na splošno kaže, da se gladina svetovnega morja viša. Po nekaterih podatkih naj bi se v zadnjih 100 letih dvignila za 10 do 20 cm (Vrhovec, 2005, str. 74; Ackerman in Knox, 2003, str. 451), v obdobju 1961–2003 znaša trend dvigovanja 1,3 do 2,3 mm na leto (IPCC, 2007). Večina dviga je posledica termične ekspanzije vode, preostalo pa taljenja polarnih ledenih pokrovov in gorskih ledenikov. Zaradi dviga gladine sta dva nenaseljena otoka v

Kiribatih leta 1999 že izginila pod gladino morja, 2000 prebivalcev otoka Carteret na Papui Novi Gvineji pa se je bilo prisiljeno preseliti (Melting ice-rising seas, 2006, str. 17). Veliko hujše posledice pa utegne imeti nadaljevanje tega trenda, saj živi ob zelo nizkih obalah več kot 100 milijonov ljudi.

Oceani postajajo tudi vedno bolj kisli, ker se zaradi večje koncentracije CO₂ v ozračju vse več tega plina raztopi v vodi. Ogljikov dioksid tvori pri raztapljanju šibko ogljikovo kislino, ki znižuje pH oceanske vode. Čeprav so spremembe kislosti majhne (od začetka industrializacije se je povprečni pH oceanov zmanjšal za 0,1 pH enot (Kajfež Bogataj, 2008, str. 34)), nastajajo zaradi zakisanja pomembne spremembe v oceanskih ekosistemih. V bolj kislem okolju začne primanjkovati karbonatnih ionov, ki so osnovni gradniki lupin in ogrodij številnih morskih organizmov, npr. koral in školjk, zato ti propadajo.

Zaradi toplejše morske vode v srednjih geografski širinah tropske živali in rastline migrirajo proti severu. Pojav t. i. tropske migracije opazimo tudi v Sredozemskem in Jadranskem morju. Proti severnim delom Sredozemskega morja se širijo toploljubne vrste sredozemskih rib. Severni Jadran je dosegla balestra (*Balistes carolinensis*), ki že z zunanjo podobo opozarja na tropske korenine. Na prelomu tisočletja se je v slovenskem morju pojavil tudi knez (*Coris julis*) (Lipej in Kerma, 2012). Proti severu se iz tropskih in subtropskih predelov širijo različni insekti. Na drugi strani pa so zaradi sodobnega spreminjanja podnebja ogroženi nekateri ekosistemi (npr. koralni grebeni, mangrove, gorski ekosistemi), določenim vrstam grozi celo izumrtje. Prva žival, ki je uradno uvrščena na seznam ogroženih vrst zaradi podnebnih sprememb oz. segrevanja ozračja, je severni beli medved; na seznam so ga uvrstile Združene države Amerike (IUCN, 2008; cit. po: Stališče SMD o podnebnih spremembah, 2011, str. 14).

Vzroki za sodobno segrevanje ozračja

Podnebje se v krajših časovnih obdobjih spreminja iz različnih vzrokov, npr. zaradi sprememb Sončeve aktivnosti (11-letni cikel Sončevih peg), velikih izbruhov vulkanov, ki lahko zmanjšajo dotok Sončeve energije na Zemljino površje, in oceanskih nihanj (severnoatlantska oscilacija, južna oscilacija El Niño). Močno prevladujoče mnenje znanstvenikov pa je, da je za sodobne spremembe podnebja vzrok v človeku in njegovem izkoriščanju naravnih virov, predvsem fosilnih goriv. Od industrijske dobe se je v ozračju zaradi kurjenja fosilnih goriv, prometa, emisij tovarn, kmetijstva ipd. močno povečala koncentracija toplogrednih plinov, predvsem ogljikovega dioksida (CO₂), s tem pa se je povečal toplogredni učinek ter sposobnost ozračja za zadrževanje toplote. Rezultati numeričnih podnebnih modelov kažejo, da bi se brez vpliva človeka, z upoštevanjem samo naravnih dejavnikov, ozračje po sredini 20. stoletja celo nekoliko ohladilo (IPCC, 2007).

Učinek tople grede, ki ga povzročajo vodna para, ogljikov dioksid, metan idr., je naravni pojav in za podnebje na Zemlji zelo pomemben. Toplogredni plini pomenijo manj kot 0,1 % volumna suhega zraka, imajo pa pomembno lastnost, da absorbirajo del dolgovalovnega sevanja Zemljinega površja. Del absorbiranega sevanja gre v vesolje, del pa nazaj proti površju. Tako Zemljino površje prejme več sevanja, kot bi ga samo zaradi sevanja Sonca. Toplogredni plini delujejo podobno kot steklo v rastlinjakih,

zato tudi »učinek tople grede«. Ta učinek omogoča življenje na Zemlji v obliki, kakor ga poznamo, Zaradi njega je povprečna temperatura površja Zemlje višja za 33 °C. Brez toplogrednih plinov bi bila temperatura Zemljinega površja okoli -18 °C, tako pa je okoli 15 °C. Od toplogrednih plinov je najpomembnejša vodna para: ta prispeva 31 °C od 33 °C naravnega učinka tople grede, CO₂ 2 °C, preostali toplogredni plini pa le 1 °C).

Današnja koncentracija ogljikovega dioksida v volumnu zraka blizu Zemljinega površja je več kot 380 ppm, kar je skoraj 40 % nad vrednostjo predindustrijske koncentracije. Tako velik porast pa ne more ostati brez posledic, čeprav je prispevek CO₂ k naravnemu učinku tople grede (toplogredni potencial, Preglednica 1) razmeroma majhen – le okoli 2 °C. Pri tem pa ne smemo prezreti t. i. pozitivnega odziva ozračja, saj se zaradi naraščanja koncentracije CO₂ povečuje tudi temperatura oceanov, kar povzroča povečano izhlapevanje. Dodatna vodna para v ozračju, ki je primarni toplogredni plin, pa bistveno pripomore k porastu temperature. Modeli napovedujejo, da se bo ob podvojitvi predindustrijske ravni koncentracije CO₂, ki je znašala okoli 280 ppm, globalna temperatura povišala za 2 do 6 °C. Podoben učinek, kot ga ima ogljikov dioksid, imajo tudi metan (CH₄), dušikov oksid (N₂O) in klorofluorogljiki (CFCs), katerih koncentracije v ozračju, z izjemo CFC, v zadnjih letih tudi naraščajo (Preglednica 1).

Preglednica 1: Lastnosti najpomembnejših toplogrednih plinov v ozračju

(povzeto po: Stališče SMD o podnebnih spremembah, 2011, str. 24).

Toplogredni plin	Antropogeni vir	Življenjska doba v ozračju	Toplogredni potencial	Konc. pred industrijsko dobo	Današnja koncentracija
vodna para (H₂O)				0–4 %	nekaj % več
ogljikov dioksid (CO₂)	fosilna goriva, spremembe rabe tal	50–200 let	1	270 ppm	380 ppm
metan (CH₄)	fosilna goriva, smetišča	12	23	700 ppb	1700 ppb
dušikov oksid (N₂O)	gnojila, industrija	114	296	275 ppb	315 ppb
CFC-12 (CCl₂F₂)	hladilna sredstva, pene	100	10.600	0	0,54 ppb

ppm – delcev na milijon ppb – delcev na milijardo

Za izpuste toplogrednih plinov v ozračje nosijo največjo odgovornost razvite države (ZDA, evropske države, Japonska), in države, ki se v zadnjem času najhitreje razvijajo (Kitajska, Indija, Brazilija). Izpust ogljikovega dioksida na prebivalca je v teh državah še vedno bistveno večji kot v razvijajočih se državah. Tudi v Sloveniji, kjer je bil letni izpust leta 2009 14 ton na prebivalca (Kazalci okolja, 2009), kar je krepko nad svetovnim povprečjem, ki znaša 4 tone. Problematiko izpustov toplogrednih plinov in globalnega segrevanja ozračja na svetovni ravni poskuša mednarodna skupnost reševati na podnebnih konferencah, ki pa niso kaj prida uspešne. Cilj, ki si ga pogosto zastavljajo, je, da dvig globalne temperature ne bi presegel 2 °C glede na predindustrijsko raven, kar je glede na sedanje

trende in pripravljenost največjih onesnaževalcev za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov težko uresničljiva naloga. Če bi cilj želeli doseči, bi morali na globalni ravni ukrepati takoj, prelaganje ukrepov bo zahtevalo le še bolj drastične ukrepe.

Spremembe podnebja v Sloveniji v zadnjih 150 letih

Sredi 19. stoletja, ko je temperatura zraka po mali ledeni dobi začela naraščati, so nekatere meteorološke postaje na ozemlju današnje Slovenije in v sosedstvu začele redna in neprekinjena opazovanja, s katerimi lahko rekonstruiramo potek podnebja v zadnjih 150 letih. Od leta 1841 imamo podatke za Trst, od 1851 za Ljubljano in od leta 1876 za Maribor. S podatki za Ljubljano lahko ponazorimo spreminjanje zmerno celinskega podnebja v osrednji Sloveniji, s podatki za Trst zmerno sredozemskega (submediteranskega) v jugozahodni Sloveniji, s podatki za Maribor pa zmerno celinskega (subpanonskega) v vzhodni in SV Sloveniji. Postaje so v svoji zgodovini večkrat spremenile lego in merilne naprave, zato je homogenost njihovih podatkovnih nizov nekoliko vprašljiva. Še posebej za Ljubljano, saj se je postaja po 2. svetovni vojni preselila na obrobje mesta, ki je do konca 20. stoletja postalo del strnjenegega mestnega kompleksa. Glede na to, da podatki niso bili korigirani, se pri Ljubljani, še posebej pri ugotavljanju spreminjanja temperature zraka, prepletajo vplivi mestne klime in splošnih tendenc spreminjanja podnebja. Podobno je pri Mariboru, za katerega Žiberna (2011) ugotavlja, da širitev mesta pomeni manjši prispevek k dvigu temperature zraka. Bolj homogeni so podatkovni nizi za Trst, kjer se je postaja tudi selila, vendar nikoli iz območja mesta. Razen tega so temperaturne podatke tudi korigirali, tako da ustrezajo meritvam, kot bi jih imeli, če bi postaja stalno delovala na današnji lokaciji v centru mesta nedaleč stran od morja (Ogrin D., 2003).

Splošni potek temperature zraka in nekoliko manj padavin je med postajami skladen, z razliko, da je variabilnost večja pri Ljubljani in Mariboru. Na vseh treh postajah kažejo temperature, še posebej zimske, splošni trend naraščanja. V Mariboru znaša trend naraščanja povprečne letne temperature 1,2 °C/100 let (Žiberna, 2011), v Ljubljani 1 °C/100 let), v Trstu, ki je pod podnebnim vplivom morja, pa le 0,2 °C/100 let. Trenda za Maribor in Ljubljano sta pomembna, za Trst pa ne. Med letnimi časi so se najbolj segrele zime (trend za Ljubljano je 1,6 °C/100 let, za Maribor 1,4 °C/100 let, za Trst 0,7 °C/100 let) in pomladi, najmanj pa jeseni in poletja. Zime so zadnja leta v Ljubljani, v primerjavi z zimami sredi 19. stoletja, toplejše za okoli 2,5 °C. Poletja izkazujejo v Trstu celo rahlo negativen trend (-0,2 °C/100 let), kar je posledica nadpovprečno toplih poletij v začetku delovanja te postaje in relativno hladnih v drugi polovici 20. stoletja do 80. let. Po letu 1980 so se začela tudi poletja v Trstu bolj intenzivno ogrevati.

Padavine se od leta do leta in od letnega časa do letnega časa bolj spreminjajo od temperature zraka. Povprečna sezonska relativna variabilnost je med 30 in 40 %, letna pa okoli 20 %. Pri vseh treh postajah je opazen trend zmanjševanja letne količine padavin (Trst: -80 mm/100 let; Maribor -40 mm/100 let; Ljubljana: -36 mm/100 let), ki pa ni značilen. V Trstu in Ljubljani se zmanjšujejo predvsem jesenske padavine (linearni trend je za Ljubljano -38 mm/100 let; za Trst: -44 mm/100 let), v Mariboru pa spomladanske (trend -34 mm/100 let). Zmanjševanje jesenskih padavin

je v Ljubljani po drugi polovici 20. stoletja pripeljalo do spremembe padavinskega režima. Zmerno sredozemski režim s primarnim viškom v jeseni, ki je prevladoval v prvi polovici stoletja, so zamenjale značilnosti zmerno celinskega režima, ki ima glavni višek padavin v poletnih mesecih. Nestabilnost padavinskega režima v osrednji Sloveniji dokazuje dejstvo, da se v zadnjih desetletjih v osrednji Sloveniji ponovno uveljavlja zmerno sredozemski padavinski režim in da se njegove značilnosti postopno selijo proti vzhodu države (Ogrin D., 2009). V Trstu se ob jesenskih rahlo zmanjšujejo tudi poletne in spomladanske padavine, medtem ko zimske ne kažejo nobene tendence. V Ljubljani se ob jesenskih zmanjšujejo spomladanske padavine, rahlo pa naraščajo poletne in zimske. V Mariboru pa se ob spomladanskih rahlo zmanjšujejo tudi jesenske in poletne padavine, medtem ko zimske neznatno naraščajo.

Naraščanje temperatur ob hkratnem zmanjševanju padavin povečuje potencialno evapotranspiracijo, kar vodi v slabšanje vodne bilance. Trend je najbolj skrb zbujajoč v vzhodni in SV Sloveniji, kjer pade manj padavin in kjer so naši najbolj intenzivni kmetijski predeli. Po podatkih za Maribor v obdobju 1876–2010 se je vodna bilanca (razlika med padavinami in potencialno evapotranspiracijo) zmanjšala za stopnjo 240 mm/100 let (Žiberna, 2011). To pomeni, da postaja deficit vlage v topli polovici leta običajno stanje in da je sušna ogroženost vedno večja.

Podnebne tendence po 2. svetovni vojni

Po 2. svetovni vojni se je pokritost slovenskega ozemlja z meteorološkimi postajami povečala, tako da imamo celovitejšo predstavbo o tendencah spreminjanja podnebja po posameznih pokrajinah. Žal nimamo t. i. referenčnih meteoroloških postaj, kjer bi opazovanja in meritve potekale v nespremenjeni okolici opazovalnega prostora in kontinuirano, kar bi nam zagotovilo homogene nize podnebnih podatkov, ki bi verodostojno odsevali spremembe podnebja.

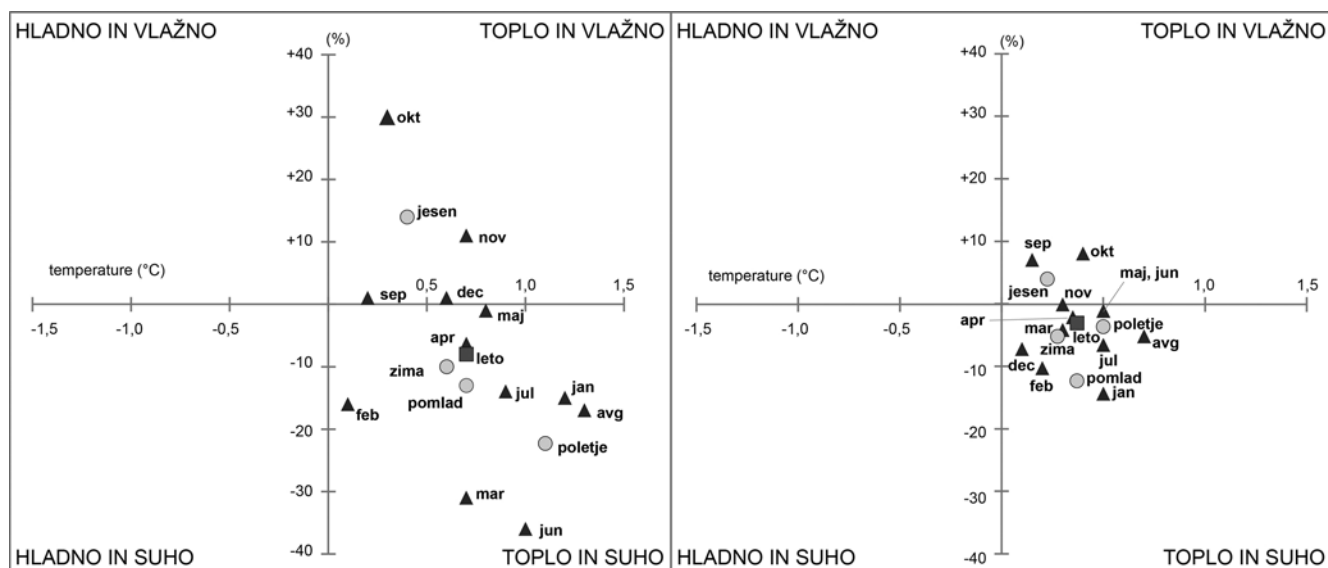
V obdobju 1951–2000 se je povprečna temperatura zraka statistično značilno zvišala za $1,1 \pm 0,6$ °C. Najbolj se je dvignila v urbaniziranih okoljih (Maribor $1,7 \pm 0,6$ °C/50 let, Ljubljana $1,4 \pm 0,6$ °C/50 let) in v gorskem svetu (Kredarica $1,2 \pm 0,6$ °C/47 let), manj pa v manj urbaniziranih in neurbaniziranih okoljih ter ob morju ($0,6-0,8 \pm 0,6$ °C/50 let). Ogrevanje je najizrazitejše pozimi in spomladi, kar se npr. kaže v zmanjšanju števila dni s snežno odejo in zgodnejšem nastopu fenoloških faz rastlin (Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji, 2004; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006). Zelo izrazit trend ogrevanja je v zadnjih treh desetletjih. Za obdobje 1979–2008 znaša za Slovenijo, preračunan na 100 let, kar okoli 6 °C, kar daleč presega svetovno povprečje (Dolinar in Vertačnik, 2010, str. 38). Študije kažejo, da se spomladanske razvojne faze pri rastlinah (cvetenje, olistanje drevja) v zadnjih desetletjih začnejo 6 do 10 dni prej, kakor v 50. letih 20. stoletja (Črepinšek in Zrnec, 2005).

Zaradi poviševanja temperature se po vsej Sloveniji, še najmanj v obsredozemskih pokrajinah, povečuje število toplih in vročih dni, zmanjšuje pa število hladnih in ledenih dni. Število toplih dni, ko najvišje dnevne temperature presežejo 25 °C, se je v obdobju 1950–2009 povečevalo s stopnjo od 2,2 (Novo mesto) do 4,8 dni (Postojna) na desetletje. Ledenih dni, ko tudi najvišje dnevne temperature ne presežejo 0 °C, pa je bilo od

2,7 (Rateče) do 5,2 dneva (Novo mesto) na desetletje manj. Tropske noči (najnižje nočne temperature nad 20 °C), ki so bile z izjemo obalnega pasu Slovenske Istre v notranjosti Slovenije redek pojav, so postale v nekaterih mestih v notranjosti Slovenije že vsakoleten pojav (Bertalanič in sod., 2010, str. 4). Opazno je tudi zmanjševanje števila dni z meglo in podaljševanje trajanja Sončevega obsevanja.

Letna količina padavin v obdobju 1971–2005 ne kaže enotnega vzorca spreminjanja. Ta ponekod statistično značilno narašča, drugod se zmanjšuje, veliko je tudi merilnih mest, kjer trend ni statistično značilen. Zelo očitno pa je, da se skorajda po vsej državi povečuje jesenska količina padavin in da se, razen v visokogorju, zmanjšujejo poletne padavine. V zadnjih 15 do 20 letih je vse več jesenskih padavin tudi v Prekmurju, ki med slovenskimi pokrajinami izstopa po svojih celinskih podnebnih potezah, manj pa je padavin spomladi in poleti, ko so velikega pomena za kmetijstvo. V Murski Soboti je npr. jesenski višek padavin že zamenjal poletnega, v Lendavi sta se oba viška poravnala. Naraščanje zimskih temperatur in manj padavin pozimi vpliva tudi na sneg in snežno odejo. Za Slovenijo je značilno, da se po 2. svetovni vojni višina novozapadlega snega znižuje s stopnjo od 2 (Murska Sobota) do 22 cm (Rateče) na desetletje, število dni s snežno odejo v sezoni pa od 2 do 4 dni na desetletje (Bertalanič in sod., 2010, str. 4). To pomeni velike težave z zagotavljanjem dovolj dolgega obdobja z zadostno višino snežne odeje v naših smučarskih središčih, še posebej v nižje ležečih (Ogrin M. in sod., 2011).

Če združimo spreminjanje temperature zraka in padavin po letnih časih, ugotovimo, da postajajo zime, pomladi in poletja v zadnjih desetletjih vedno bolj topli in suhi, jeseni pa toplejše in bolj vlažne. Leta kot celota pa so vedno bolj topla in samo zaradi krepitev jesenskega viška padavin nekoliko bolj vlažna (Slika 2, Preglednica 2).



Slika 2: Odklon temperature zraka (v °C) in padavin (v %) v obdobju 1991–2009 od povprečja standardnega klimatološkega obdobja 1961–1990 za Trst (levo) in Mursko Sobotu (desno).

Spreminjanje podnebnih elementov ima za posledico določene spremembe v prostorski razporeditvi podnebnih tipov pri nas. Primerjava karte podnebnih tipov za obdobje 1961–1990 (Ogrin D., 1996) s tipizacijo za 1971–2000 (Ogrin D. in Plut, 2009) razkriva širjenje zmerno sredozem-

skega podnebja proti notranjosti Slovenije, pomik podnebja nižjega gorskega sveta v višje lege (otopnilo se je tudi v gorskih dolinah in kotlinah) ter ublažitev zmerno celinskega temperaturnega režima (povprečne januarske temperature po nižinah vzhodne Slovenije so postale pozitivne). Pri padavinskem režimu je najočitnejši pomik meje med zmerno sredozemskim in zmerno celinskim padavinskim režimom proti vzhodu zaradi povečevanja količine jesenskih padavin. Po podatkih za obdobje 1971–2000 je meja približno tam, kjer je bila v obdobju 1931–1960.

Preglednica 2: Odklon temperatur in padavin v obdobju 1991–2005 od povprečja 1961–1990 po podnebnih tipih Slovenije.

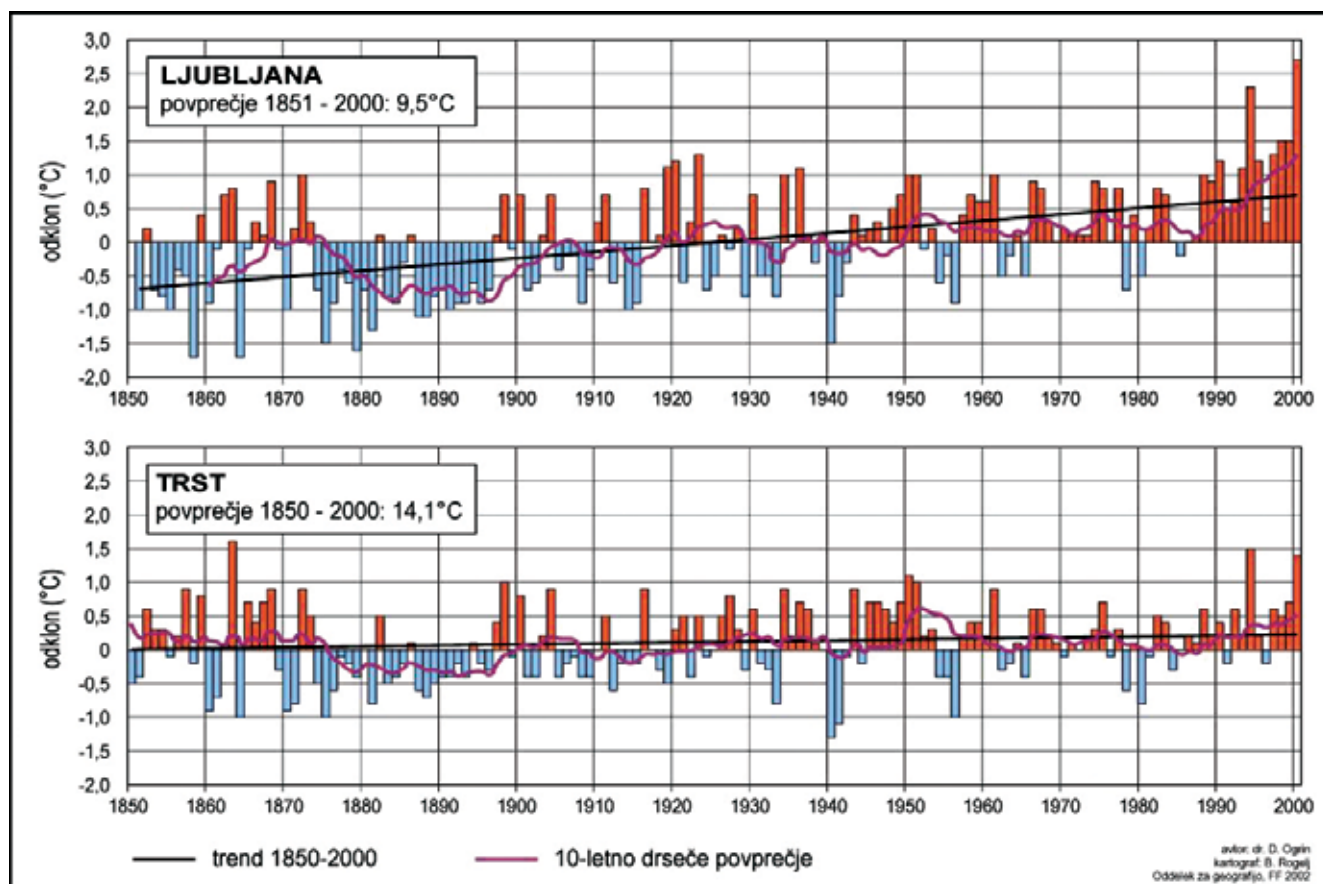
Gorsko podnebje (Kredarica, 2514 m)					
	Pomlad	Poletje	Jesen	Zima	Leto
Temp. (v °C)	0,3	0,5	0,0	0,2	0,4
Pad. (v %)	-3	-1	7	-6	0
Zmerno sredozemsko podnebje (Bilje, 55 m)					
Temp. (v °C)	0,3	0,4	0,2	0,0	0,3
Pad. (v %)	-4	-4	9	-7	0
Zmerno celinsko podnebje (Murska Sobota, 188 m)					
Temp. (v °C)	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3
Pad. (v %)	-12	-4	4	-5	-12
Zmerno celinsko podnebje (Celje, 244 m)					
Temp. (v °C)	0,3	0,5	0,2	0,0	0,4
Pad. (v %)	-5	-3	7	-4	-1
Zmerno celinsko podnebje (Nova vas na Blokah, 722 m)					
Temp. (v °C)	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
Pad. (v %)	-1	-1	9	-2	2
Zmerno celinsko podnebje (Ljubljana, 299 m)					
Temp. (v °C)	0,4	0,6	0,2	0,3	0,4
Pad. (v %)	-5	-4	9	-7	-1

Sklep

Glavni trendi spreminjanja podnebja v zadnjem stoletju so nedvoumni. Tako na globalni kakor tudi na regionalni ravni. Na to, da so nekatere spremembe podnebnih elementov pomembne in že presegajo meje običajne variabilnosti, opozarjajo spremembe v okolju. O vzrokih za sodobno spreminjanje podnebja se je znanost večinoma poenotila. Ni pa se občestvo poenotilo v ukrepih, da bi ublažili globalno segrevanje, čeprav nam v glavnem prinaša le negativne posledice in nam projekcije bodočega podnebja ne obetajo nič dobrega. Ukrepi ne zadevajo samo mednarodne skupnosti, držav in vlad, ampak tudi vsakega posameznika. Vsak od nas ima možnost vplivanja na emisije toplogrednih plinov, npr. z zelo drobnimi koraki, kakor je izogibanje vožnje z avtom na kratke razdalje ali da ne damo vroče hrane v hladilnik.

Zelo malo smo pripravljeni narediti tudi pri zmanjševanju ranljivosti družbe zaradi izrednih vremenskih in podnebnih pojavov, ki utegnejo biti v prihodnje še bolj pogosti in intenzivni. V povezavi z njimi imamo še vedno zelo kratek spomin, tudi tisti, ki ga ne bi smeli imeti. To so načrtovalci in odločevalci o družbenem razvoju, zato na negativne posledice, ki nam jih ti pojavi povzročajo, zelo hitro pozabimo. Nič čudnega torej, da nas

vreme in podnebje vedno znova najdeta nepripravljene in presenečene ter da vremenskim pojavom vse pre pogosto pripisujemo »izjemnost« in »izrednost«, kar nas še ni doletelo (»Kaj takega ne pomnijo niti najstarejši ljudje«), čeprav večinoma to niso.



Slika 3: Odklon in trend povprečne letne temperature zraka v Ljubljani in Trstu v obdobju 1850–2002.

Viri in literatura

1. Ackerman S. A., Knox J. A., 2003, *Meteorology, Understanding the Atmosphere*, Thomson Brooks/Cole, 486 str.
2. Ahrens C. D., Samson P., 2011, *Extreme Weather and Climate*, Brooks/ Cole, 508 str.
3. Bertalanič R., Demšar M., Dolinar M., Dvoršek D., Nadbath M., Pavčič B., Roethel-Kovač M., Vertačnik G., Vičar Z., 2010, *Spremenljivost podnebja v Sloveniji*, MOP ARSO, Ljubljana, 11 str.
4. Črepinšek Z., Zrnec C., 2005, *Petinpetdeset let fenoloških opazovanj v Sloveniji, 1951–2005*, *Acta Agriculturae Slovenica* 85 – 2, Ljubljana, str. 283–297.
5. Dolinar M., Vertačnik G., 2010, *Spremenljivost temperaturnih in padavinskih razmer v Sloveniji, Okolje se spreminja – Podnebna spreminljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje* (Ur.: T. Cegnar), MOP ARSO, Ljubljana, str. 37–40.
6. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, 996 str.
7. Kajfež Bogataj L., 2008, *Kaj nam prinašajo podnebne spremembe?* Pedagoški inštitut, Ljubljana, 127 str.

8. Kazalci okolja 2009, Izpusti toplogrednih plinov, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO.
9. Lipej L., Kerma S., 2012, Stanje in ogroženost biološke raznovrstnosti slovenskega morja. Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva (Ur.: Ogrin D.), GeograFF 12, FF UL, Ljubljana, v tisku.
10. Maslin M., 2007, Globalno segrevanje, zelo kratek uvod, Založb Krtina, Ljubljana, 183 str.
11. Melting ice-rising seas, 2006, Understanding global issues, Cheltenham, str. 17.
12. Ogrin D., 1996, Podnebni tipi v Sloveniji, Geografski vestnik 68, Ljubljana, str. 39–56.
13. Ogrin D., 2003, Spreminjanje temperature zraka in padavin po letnih časih v Ljubljani in Trstu v obdobju 1851–2002, Dela 20, Ljubljana, str. 115–131.
14. Ogrin D., 2009, Slabitev celinskih podnebnih značilnosti v zadnjih desetletjih. Pomurje, geografski pogledi na pokrajino ob Muri (Ur.: T. Kikec), ZGS in Društvo geografov Pomurja, Murska Sobota, str. 66–78.
15. Ogrin D., Plut D., 2009, Aplikativna fizična geografija Slovenije, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 246 str.
16. Ogrin M., Ogrin D., Rodman N., Močnik M., Vengar R., Smolej A., Bunčič G., 2011, Climate change and the future of winter tourism in Slovenia, Hrvatski geografski glasnik 73 – 1, Zagreb, str. 215–228.
17. Podnebne razmere v Sloveniji, obdobje 1971–2000, ARSO, Ljubljana 2006, Medmrežje: http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_slo71_00.pdf (cit. marec 2012).
18. Ruddiman W. F., 2001, Earth's Climate, Past and Future, W. H. Freeman and Company, New York, 465 str.
19. Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji (Ur.: A. Sušnik), 2004, MOPE ARSO, Ljubljana, 40 str.
20. Stališče SMD o podnebnih spremembah, 2011, Vetrnica, ločeni odtis številke 03–11, Slovensko meteorološko društvo, Ljubljana, 29 str.
21. Vrhovec T., 2005, Oceani in spreminjanje podnebja, Geografski vestnik 77 – 1, Ljubljana, str. 67–77.
22. Žiberna I., 2011, Trendi temperatur, višine padavin in vodne bilance v Mariboru v obdobju 1876–2010, Revija za geografijo 6 – 1, Maribor, str. 23–31.

PODNEBNE SPREMEMBE V PRIHODNOSTI IN NEGOTOVOST NJIHOVIH NAPOVEDI

Klemen Bergant*



Povzetek

Podnebne napovedi temeljijo na izračunih podnebnih modelov, pri katerih so upoštevani različni možni scenariji izpustov toplogrednih plinov in delcev. Modeli splošne cirkulacije omogočajo izračune prihodnjih stanj podnebja za celotno zemeljsko oblo in dobro opišejo splošne lastnosti podnebja na obsežnejših območjih. Vendar je prostorska natančnost izračunov s takšnimi modeli običajno premajhna, da bi bili njihovi rezultati uporabni v študijah vpliva podnebnih sprememb. Takrat si pomagamo z različnimi pristopi prehoda na višjo ločljivost, ki nam omogočijo prostorsko natančnejšo informacijo o predvidenih podnebnih spremembah. V članku so prikazani primeri podnebnih napovedi ob uporabi modelov splošne cirkulacije in dinamičnega prehoda na višjo ločljivost, s katerimi so bile narejene ocene podnebnih sprememb za Slovenijo. Takšne podnebne napovedi spremljajo številne negotovosti, ki se jih moramo pri njihovi razlagi zavedati.

Ključne besede: podnebne spremembe, napovedi, negotovost

Abstract

Climate predictions are based on climate model calculations that take into account different emission scenarios for greenhouse gasses and aerosols. Global circulation models provide useful information on future climate for the entire globe and reliably describe climate variability in large scale. On the other hand, their results are often not useful in climate impact studies, due to their low spatial resolution. In such cases, downscaling to higher resolution is needed to obtain the needed climate information. The paper present some examples of the use of global circulation models, and dynamical downscaling that can provide information on expected climate change for Slovenia. Such climate predictions are accompanied by a large amount of uncertainty that we need to be aware of when interpreting the results of climate models.

Key words: climate change, predictions, uncertainty

* Doc. dr. Klemen Bergant, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo, Ljubljana
Univerza v Novi Gorici, Center za raziskave atmosfere, Nova Gorica
Klemen.Bergant@gov.si

COBISS: 1.02

Uvod

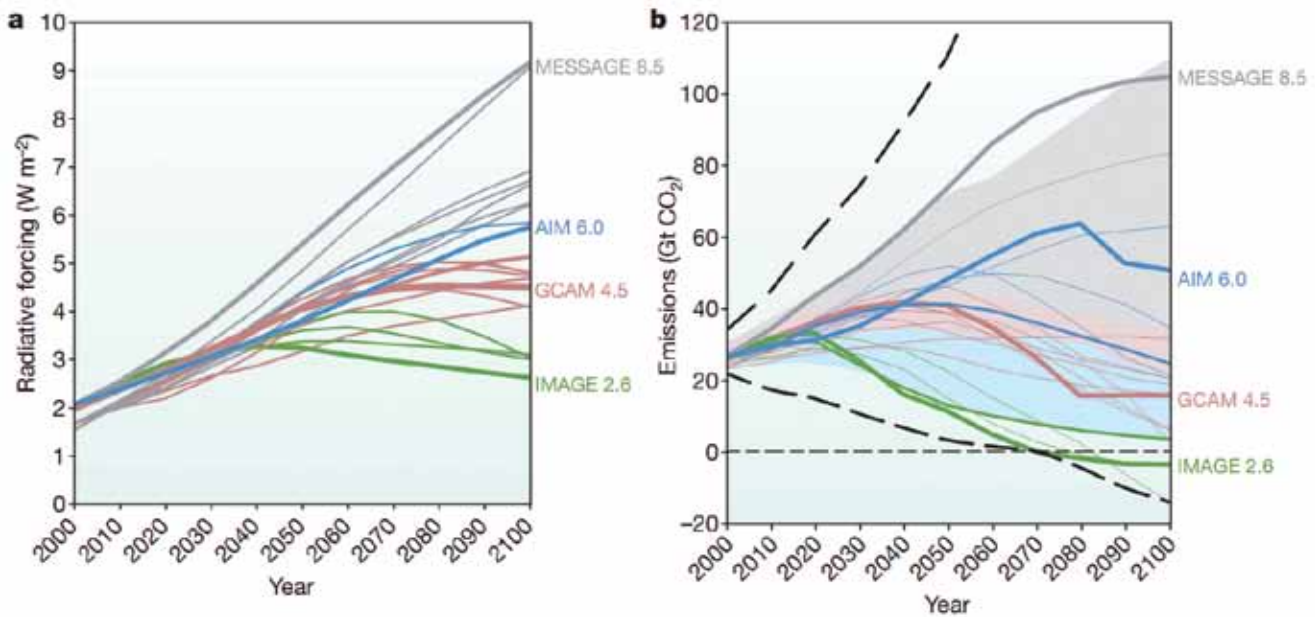
Razvoj znanosti in opazovanj na področju podnebnih sprememb nam omogoča boljše razumevanje spremenljivosti podnebja na Zemlji in odziva podnebnega sistema na naravne in človeške dejavnike (Moss in sod., 2010). Dejavniki, ki povzročajo podnebne spremembe, imajo raznoliko

Scenariji izpustov toplogrednih plinov in delcev

časovno skalo. Za pojav ledenih dob, ki se ponavljajo približno vsakih 120.000 let, so krive predvsem ponavljajoče se spremembe poti kroženja Zemlje okrog Sonca, nagiba osi vrtenja Zemlje glede na ravnino kroženja ter usmerjenosti te osi (npr. Hartman, 1994). Ti dejavniki vplivajo na sončno energijo, ki prispe do Zemlje, in njeno razporeditev po geografskih širinah. Po drugi strani pa hitrim podnebnim spremembam v zadnjih 150 letih botruje predvsem človek (Solomon in sod., 2007). Z izpusti toplogrednih plinov in trdnih delcev človeštvo spreminja lastnosti ozračja, z naseljevanjem in obdelovanjem lastnosti zemeljskega površja. Oba človeška dejavnika vplivata na energijsko bilanco površja in s tem na segrevanje kopnega in oceanov ter na vzorce kroženja oceanov in ozračja.

Posledice podnebnih sprememb na okolje in družbo ne bodo odvisne le od odziva zemeljskega sistema na spremenjeno energijsko bilanco, temveč tudi od odziva človeštva prek sprememb v tehnologiji, gospodarstvu, življenjskih navadah in politiki (Moss in sod., 2010). Upoštevajoč takšne spremembe lahko izdelamo različne možne scenarije izpustov toplogrednih plinov in delcev, ki nam služijo za oceno predvidenega vpliva človeštva na podnebje v prihodnosti. Spremenjena vsebnost toplogrednih plinov in delcev v ozračju pomeni ključni vhodni podatek za podnebne modele, s katerimi ocenjujemo spremembe v energijski bilanci Zemlje, in posledičen odziv podnebnega sistema. K spremembam podnebja pa ne pripomore zgolj spremenjena energijska bilanca, temveč tudi sama notranja spremenljivost podnebnega sistema. In prav scenariji izpustov toplogrednih plinov in delcev, podnebni modeli in notranja spremenljivost podnebnega sistema pomenijo tri osnovne vire negotovosti v podnebnih napovedih (Hawkins in Sutton, 2009, 2011; Yip in sod., 2011).

Za potrebe petega poročila Medvladnega foruma za podnebne spremembe (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), katerega izdaja je predvidena za leto 2013, so bili pripravljene novi scenariji izpustov toplogrednih plinov in delcev. Razdeljeni so v štiri osnovne skupine, katerih oznake kažejo na prispevek povišanih vsebnosti toplogrednih plinov k energijski bilanci površja Zemlje ob koncu 21. stoletja (Slika 1). V primeru RCP8.5/MESSAGE bo ta prispevek večji od $8,5 \text{ W/m}^2$, v primeru RCP6.0/AIM bo znašal približno 6 W/m^2 in se po letu 2100 ustalil, v primeru RCP4.5/GCAM približno $4,5 \text{ W/m}^2$, v primeru RCP2.6/IMAGE pa naj bi bil največji prispevek povišanih vsebnosti toplogrednih plinov dosežen že pred letom 2100 in bi znašal približno 3 W/m^2 ter se nato postopoma zmanjševal in leta 2100 dosegel približno $2,6 \text{ W/m}^2$ (Moss in sod., 2010). Pri tem je dobro poudariti, da bi se glede na predindustrijsko dobo povprečne temperature zemeljskega površja do konca 21. stoletja povečale za manj kot dve stopinji Celzija samo ob uresničitvi najbolj optimističnega scenarija izpustov toplogrednih plinov in delcev RCP2.6/IMAGE, ki predvideva hitro zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov že po letu 2020. Če se bo uresničil kateri koli od preostalih skupin scenarijev, bo meja dveh stopinj presežena, pri najbolj črnem scenariju RCP8.5/MESSAGE s stalno rastjo izpustov toplogrednih plinov že pred letom 2020 (Furevik in Jansen, 2011). Prag 2° C se namreč šteje kot meja, do katere naj bi bile razmere na Zemlji še varne za človeštvo z vidika negativnih posledic podnebnih sprememb (Rockström in sod., 2009).



Slika 1: Spremenjena globalna energijska bilanca površja zaradi povečanih vsebnosti toplogrednih plinov in delcev glede na predindustrijsko dobo (a) in predvideni izpusti ogljikovega dioksida iz energije in industrije (b). Odebeljene črte pomenijo izbrane scenarije štirih ključnih skupin, tanke črte pa posamezne predstavnike teh skupin

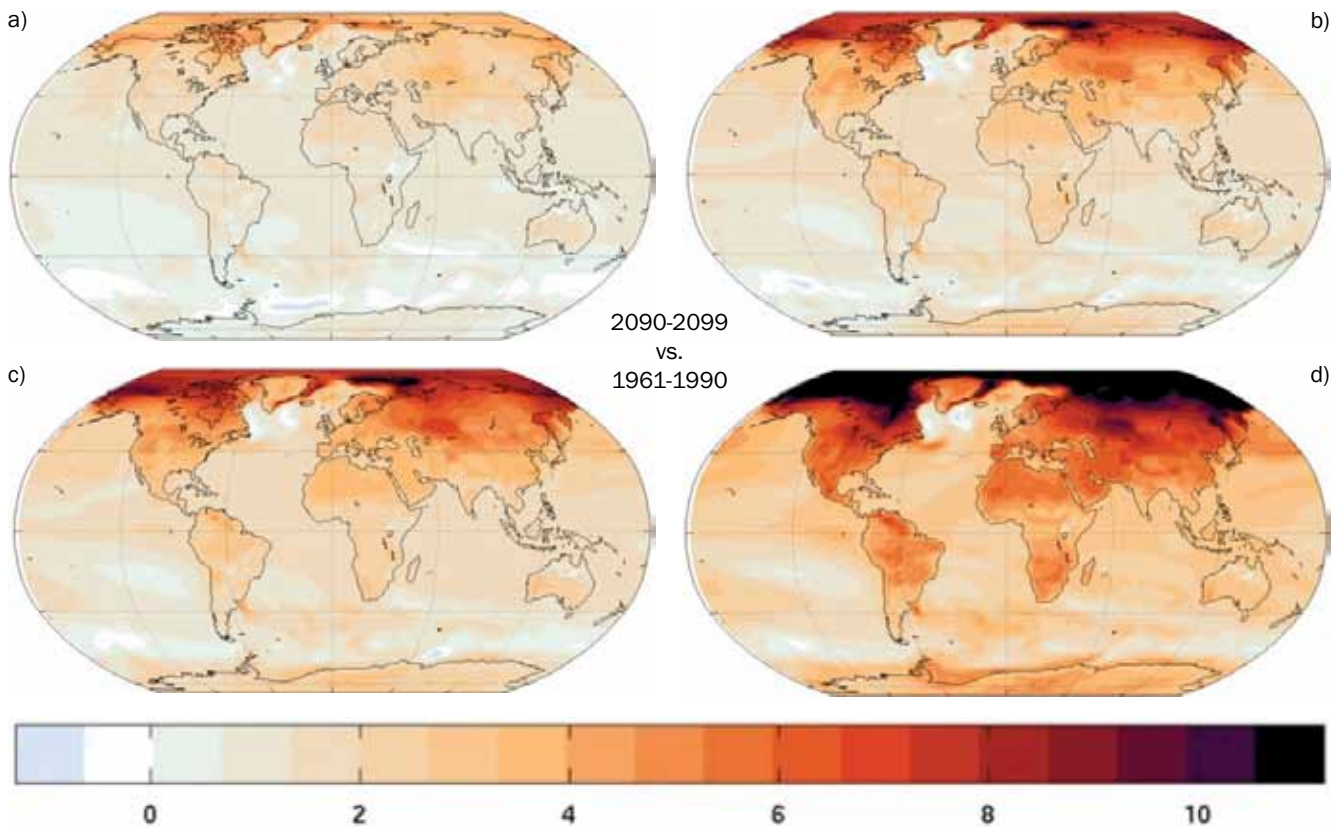
(Moss in sod., 2010).

Napovedi podnebnih sprememb

Podnebje je sicer kaotičen sistem, ki mu ne moremo leta vnaprej natančno napovedati stanja (Lorenz, 1963). Ob predpostavkah o razvoju družbe, posledičnih izpustih toplogrednih plinov in delcev pa lahko ocenimo, kako bo človeštvo vplivalo na lastnosti ozračja in kako se bo to odražalo na podnebju (Benestad, 2003). Pri tem si pomagamo z različnimi podnebnimi modeli.

Ocene prihodnjih podnebnih razmer za celotno zemeljsko oblo običajno temeljijo na izračunih sklopljenih modelov splošne cirkulacije. Gre za tri-dimenzionalne numerične modele, ki vključujejo opise glavnih fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov v ozračju, oceanih, ledu in na zemeljskem površju ter njihovo medsebojno odvisnost (McGuffie in Handerson-Sellers, 1997). Primer izračunov sprememb temperature zemeljskega površja ob koncu 21. stoletja v primerjavi z obdobjem 1961–1990 s sklopljenim modelom splošne cirkulacije je ob uresničitvi različnih scenarijev izpustov toplogrednih plinov in delcev prikazan na sliki 2 (Furevik in Jansen, 2011). Ne glede na scenarij izpustov lahko opazimo podobne prostorske vzorce spremembe temperature, in sicer močnejše ogrevanje kopnega od oceanov ter še posebej izrazito ogrevanje visokih severnih geografskih širin. Izračuni istega modela tudi kažejo (Furevik in Jansen, 2011), da bo na večjem delu kopnega dvig temperature, ne glede na scenarij, v nekaj desetletjih presegel 2 °C glede na predindustrijsko dobo.

Nezadostna prostorska natančnost rezultatov splošne cirkulacije ostaja ena glavnih slabosti z njimi pridobljenih podnebnih napovedi. Kljub temu da se z razvojem računalnikov in vse bolj podrobnim opisom podnebnih procesov prostorska ločljivost modelov splošne cirkulacije povečuje, njihovi rezultati dovolj dobro opišejo podnebje in njegovo spremenljivost nad obsežnimi geografskimi območji. V študijah vpliva pa pogosto potre-



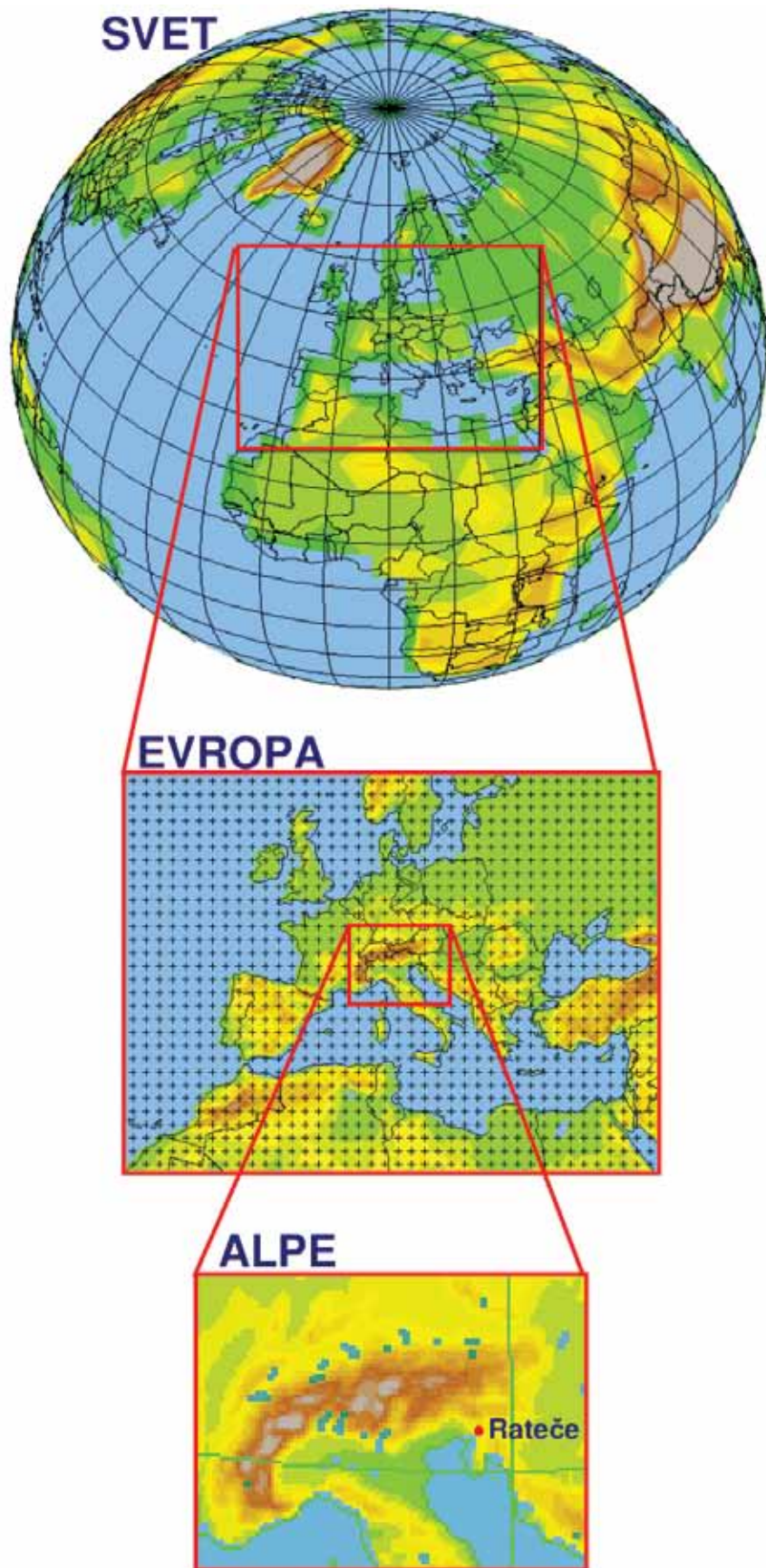
Slika 2: Predvidene spremembe temperature zemeljskega površja (v °C) ob uresničitvi različni scenarijev izpustov toplogrednih plinov in delcev:
a) RCP2.6/IMAGE,
b) RCP4.5/GCAM,
c) RCP6.0/AIM,
d) RCP8.5/MESSAGE.

Izračuni so bili narejeni na Bjerknesevem centru za podnebne raziskave (www.bjerknes.uib.no) (Furevik in Jansen, 2011).

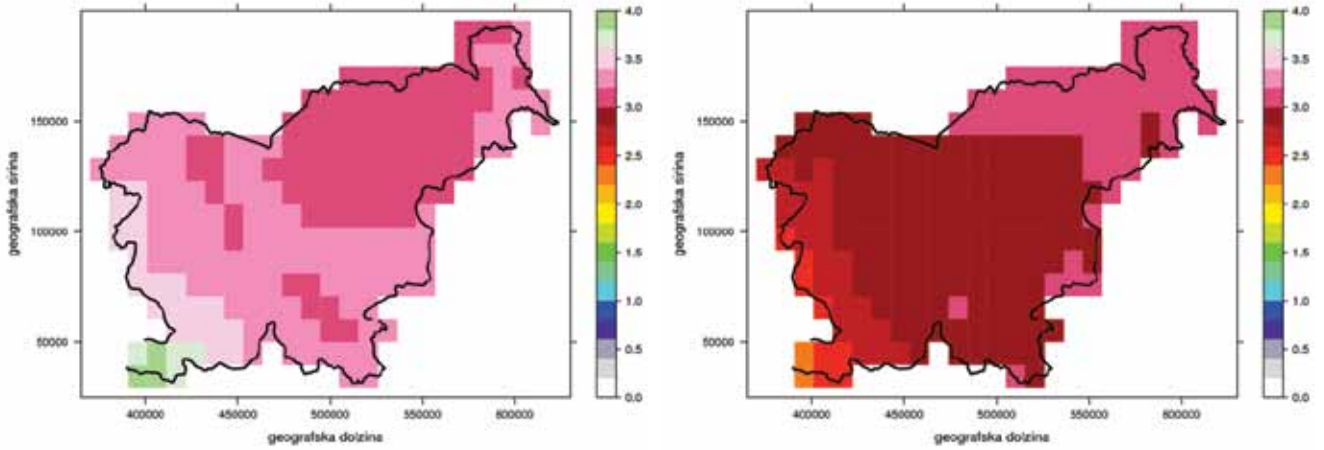
bujemo ocene podnebnih sprememb za posamezne lokacije ali manjša geografska območja, kjer izvajamo dejavnost, ki je izrazito odvisna od podnebja. Takrat si pomagamo s *prehodom na višjo ločljivost*, pri čemer sta uveljavljena dva pristopa. Pri prvem prostorsko natančnejše napovedi pridobimo s pomočjo gnezdenja regionalnih podnebnih modelov, čemur pravimo *dinamični prehod na višjo ločljivost*, (npr. Giorgi in Mearns, 1999; Wang s sod., 2004). Drugi pristop pa temelji na empirični oceni odziva podnebja nekega manjšega geografskega območja ali posamezne lokacije na spremenljivost podnebnih vzorcev nad obsežnejšim geografskih območjem. Temu načinu pravimo *empirični prehod na višjo ločljivost* (npr. Zorita in Storch, 1999; Crane s sod., 2002).

Dinamični prehod na višjo ločljivost je na primeru modelskega reliefa ob dvakratnem gnezdenju regionalnega podnebnega modela v model splošne cirkulacije shematično prikazan na sliki 3. Na takšen način so bile na Karlovi univerzi v Pragi narejene tudi podnebne napovedi za 21. stoletje, kjer so na območju osrednje Evrope v globalni model splošne cirkulacije ECHAM5 z ločljivostjo 110 km dvakrat gnezdili regionalni podnebni model RegCM3, najprej z ločljivostjo 25 nato še 10 km (Muri, 2009). Kot vhodni podatek v ECHAM5 je bil uporabljen srednji scenarij izpustov toplogrednih plinov in delcev iz drugega poročila IPCC (Nakičenović in Swart, 2000). Primeri rezultatov za območje Slovenije so prikazani na slikah 4 do 6. Iz rezultatov je razvidno, da naj bi se do konca 21. stoletja poletja ogrela bistveno bolj kot zime (slika 4). Prav tako lahko pričakujemo bolj sušna poletja in bolj mokre zime (slika 5), pri čemer bodo ob predvidenem dvigu temperature prevladovala tekoče padavine. Zanimivo je tudi, da naj bi se kljub manjši povprečni poletni količini padavin (slika 5, levo) in daljših poletnih obdobjih brez padavin (slika 6, levo) povečale največje enodnevnne količine padavin (slika 6, desno). To pomeni, da bi ob uresničitvi teh

Slika 3: Shematični prikaz večplastnega prehoda na višjo ločljivost modelskih napovedi podnebja (prirejeno po Giorgi, 2008). Osnovno predstavljajo izračuni modela splošne cirkulacije in potreba po oceni podnebja in njegovih sprememb na lokaciji Rateče. Z dvakratnim gnezdenjem regionalnega podnebne modela, najprej na območju celotne Evrope in dodatno še na območju Alp, rezultate o prihodnjem podnebnju z vidika prostorske ločljivosti toliko izboljšamo, da opišejo posebnosti podnebja Rateč in njihove okolice.

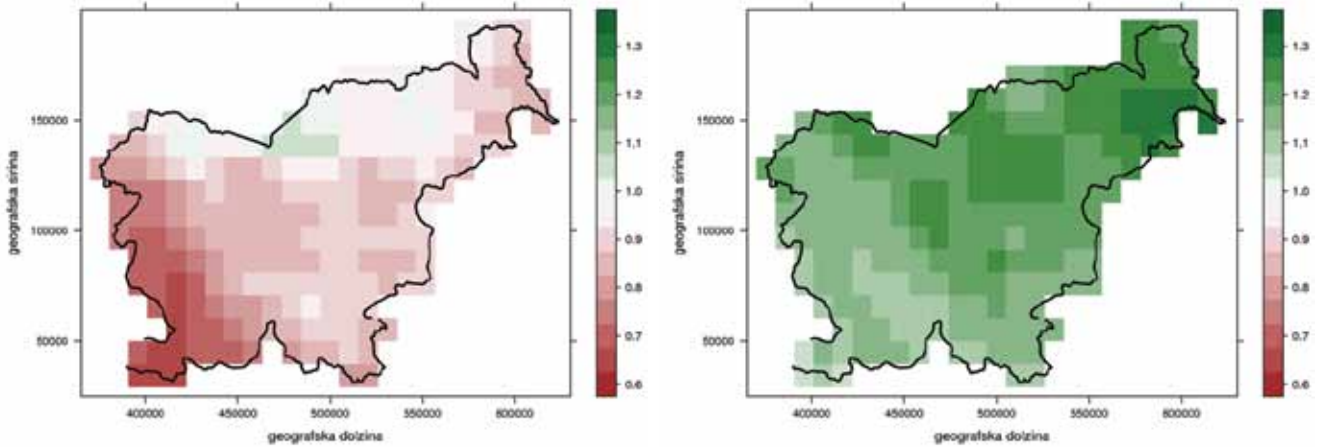


napovedi kljub pogostejšim in intenzivnejšim sušam v poletnem obdobju lahko bili priča tudi pogostejšim hudourniškim poplavam, saj naj bi bile padavine manj pogoste, a takrat bolj intenzivne.



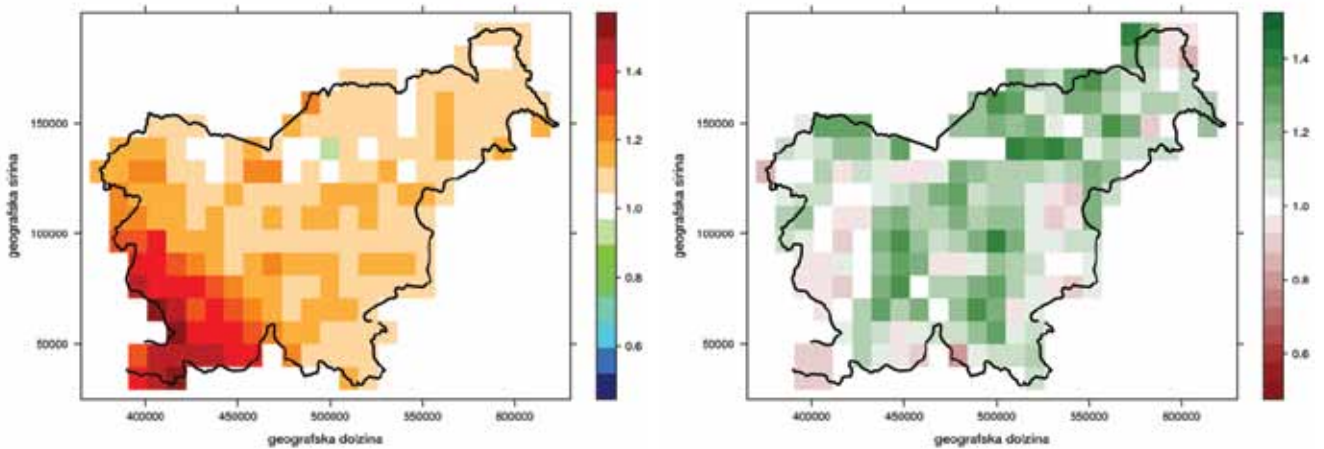
Slika 4: Ocenjene spremembe povprečne temperature zraka ($v^{\circ}C$) poleti (levo) in pozimi (desno) ob primerjavi obdobj 2071-2100 in 1961-1990

(Muri, 2009)



Slika 5: Ocenjeno razmerje povprečne poletne (levo) in zimske (desno) količine padavin ob primerjavi obdobj 2071-2100 in 1961-1990

(Muri, 2009)



Slika 6: Ocenjeno razmerje dolžine trajanja najdaljšega poletnega obdobja brez padavin (levo) in največje poletne enodnevne količine padavin (desno) ob primerjavi obdobj 2071-2100 in 1961-1990

(Muri, 2009)

Izračuni, prikazani na slikah 4 in 5 okvirno sovpadajo s predhodnimi izračuni ob uporabi empiričnega prehoda na višjo ločljivost za izbrane kraje v Sloveniji (Bergant, 2007). Kljub temu se je pri njihovi razlagi treba zavedati, da gre za izračune z enim samim modelom, upoštevajoč en sam scenarij izpustov in da ima uporabljeni model določene pomanjkljivosti že pri opisu preteklih podnebnih razmer (Muri, 2009). V splošnem podnebne napovedi, ki temeljijo na modelskih izračunih, spremljajo številne negotovosti, ki jih moramo ob njihovi uporabi ustrezno upoštevati.

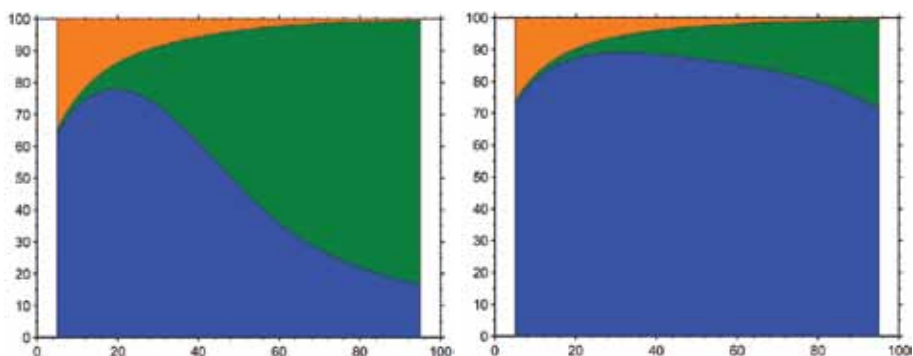
Negotovosti v podnebnih napovedih

Negotovosti v podnebnih napovedih izhajajo iz treh osnovnih virov (Hawkins in Sutton, 2009, 2011; Yip in sod., 2011). Prvi vir je notranja spremenljivost podnebnega sistema, ki je prisotna, tudi če nimamo sprememb v energijski bilanci zemeljskega površja. Gre za naključni del spremenljivosti podnebja, ki je posledica tega, da je podnebni sistem kaotičen (Lorenz, 1963).

Drugi vir negotovosti so sami podnebni modeli, saj se različni modeli odzivajo nekoliko različno na enake spremembe sevalne bilance. Modeli, ki jih uporabljamo za podnebne napovedi, so poenostavljen opis podnebnega sistema. Zanesljivost izračunov s podnebnimi modeli je tako odvisna od teoretičnega poznavanja procesov, ki jih vključuje model in od natančnosti njihovega zapisa v modelu, od natančnosti poznavanja začetnih razmer, s katerimi zaženemo model in od robnih razmer, s katerimi model omejimo pri izračunavanju prihodnjih stanj podnebja.

Enega ključnih robnih razmer predstavljajo scenariji izpustov toplogrednih plinov in delcev, ki so tretji vir negotovosti v podnebnih napovedih. Kako se bo razvijala družba in kakšni bodo zaradi tega izpusti toplogrednih plinov in delcev ter posledične vsebnosti v ozračju, lahko le sklepamo glede na sedanje trende, nimamo pa vpogleda v dejansko prihodnost. Zato se pri podnebnih napovedih uporablja različne scenarije izpustov (Moss in sod., 2010; Nakićenović in Swart, 2000), ki privedejo do različnih ocen podnebnih sprememb, predvsem kar zadeva njihovo izrazitost.

Slika 7: Pomembnost posameznih virov negotovosti (v %) (scenariji izpustov, modelska negotovost, notranja spremenljivost podnebja) v globalnih podnebnih napovedih temperature površja (levo – Hawkins in Sutton, 2009) in količine padavin (desno – Hawkins in Sutton, 2010) za 21. stoletje (časovna skala je odmik od leta 2000)



K negotovosti ocen globalne temperature površja (slika 7 – levo) za prvih nekaj desetletij največ prispeva modelska negotovost in najmanj scenariji, saj pri teh bistvene razlike nastanejo šele po letu 2020. Podobno je tudi pri napovedih sprememb globalne količine padavin (slika 7 – desno). Ker se negotovost zaradi notranje spremenljivosti podnebnega sistema s

časom ne povečuje, se njen prispevek k skupni negotovosti v relativnem smislu s časom zmanjšuje. Se pa s časom povečuje relativni prispevek k negotovosti zaradi scenarijev izpustov, saj po letu 2020 postajajo razlike med njimi vse večje. Če primerjamo globalne projekcije temperature površja in količine padavin, lahko opazimo, da je pri padavinah prispevek modelske negotovosti pomembnejši kot pri temperaturi, kar kaže na zahtevnost modeliranja padavinskih procesov. Ob prehodu z globalnega na regionalni nivo pa se izrazito poveča relativni prispevek zaradi notranje spremenljivosti podnebja (Moss in sod., 2010).

Sklep Podnebne napovedi večinoma temeljijo na izračunih podnebnih modelov, tako globalnih kot regionalnih. Te izračune spremljajo številne negotovosti, saj ne poznamo do potankosti podnebnega sistema, niti ne njegovega odziva na spremenjeno sestavo ozračja in na druge spremembe podnebnih dejavnikov. In tudi če bi do potankosti poznali odvisnost odziva podnebnega sistema na spremenjeno sestavo ozračja, lahko podnebje modeliramo le z omejeno prostorsko natančnostjo, ki ne zajame vseh regionalnih in lokalnih posebnosti izbranega območja. Slovenija je temu še posebej izpostavljena, saj leži na prepletu alpskega, sredozemskega in panonskega podnebnega vpliva, zaradi česar je ob veliki razgibanosti njenega površja raznolikost podnebnih razmer na njenem območju izredna. Kljub navedenim omejitvam pa so podnebni modeli trenutno najboljše razpoložljivo orodje za vpogled v našo podnebno prihodnost.

Viri in literatura

1. Benestad, R. E., 2003, What can present climate models tell us about climate change? *Climatic Change*, 59, 311–331.
2. Bergant, K., 2007, Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo, *Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo*, Studia forestalia Slovenica, 130, 67–86.
3. Crane, R. G., Yarnal, B., Barron, E. J., Hewitson, B., 2002, Scale interactions and regional climate: examples from Susquehanna river basin, *Human and Ecological Risk Assessment*, 8 (1), 147–158.
4. Furevik, T., Jansen, E., 2011, New Climate Projection Submitted to IPCC AR6. *Presentation during COP 17*, Bjerknes Centre for Climate Research (dostopno na spletu 5. 4. 2012).
5. http://www.uib.no/People/ngfhd/EarthClim/Div/COP17_NorESM-out.pdf
6. Giorgi, F., Mearns, L. O., 1999, Introduction to special section: Regional climate modeling revisited, *Journal of Geophysical Research*, 104, 6335–6352.
7. Giorgi, F., 2008, Uncertainties in regional climate change projections, Predstavitev na konferenci »Bridging the Gap«, Portorož, 15. maj 2008 (dostopno na spletu 5. 4. 2012).
8. <http://www.bridgingthegap.si/pdf/Adapation%20to%20climate%20change/Filippo%20Giorgi%20UNCERTAINTIES%20IN%20REGIONAL%20CLIMATE%20CHANGE%20PROJECTIONS.pdf>.
9. Hawkins, E., Sutton, R. T., 2009, The Potential to Narrow Uncertainty in Regional Climate Predictions, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90 (8), 1095–1107.
10. Hawkins, E., Sutton, R. T., 2011, The Potential to Narrow Uncertainty in Projections of Regional Precipitation Change, *Climate Dynamics*, 37 (1–2), 407–418.

11. Lorenz, E., 1967. *The nature and theory of general circulation of the atmosphere*. WMO Publication 218, 59–96.
12. Moss, R.H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic N., Raihi, K., Smith, S. J., Stoufer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., Wilbanks, T. J., 2010, The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment, *Nature*, 463, 747–756.
13. Muri, B., 2009, *Projekcije podnebnih sprememb na območju Slovenije z modelom RegCM3*. Diplomsko delo, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, 60 str. + CD.
14. Nakićenović, N., Swart, R., 2000, *IPCC Special Report: Emission Scenarios*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 570 str.
15. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, M. , Scheffer, M. , Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B. , de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U. , Falkenmark, M. , Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D. , Richardson, K. , Crutzen, P., Foley, J.A., 2009, A safe operating space for humanity, *Nature*, 461, 472–475, doi:10.1038/461472a.
16. Solomon, S., Qin, M. Manning, D., Chen Z., Marquis M., Averyt, K. B., Tignor M., Miller H. L., 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 str.
17. Yip, S., Ferro, C. A. T., Stephenson, D. B., Hawkins, E., 2011, A Simple, Coherent Framework for Partitioning Uncertainty in Climate Predictions, *Journal of Climate*, 24, 463–472.
18. Wang, Y., Leung, L. R., McGregor, J. L., Lee, D.-K., Wang, W.-C., Ding, J., Kimura, F., 2004, Regional climate modeling: Progress, challenges, and prospects, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 82 (6), 1599–1628.
19. Zorita, E., Storch von, H, 1999, The analog method as a simple statistical downscaling technique: comparison with more complicated methods, *Journal of Climate*, 12, 2474–2489.

MEDPREDMETNI POUK NA PRIMERU ZRAČNEGA TLAKA

Ivica Krek*, Anica Šaljaj**



Povzetek

V članku je predstavljena medpredmetna povezava med fiziko in geografijo na primeru obravnavanja zračnega tlaka. Težišče je na fizikalnih osnovah. Zapisana je osnovna definicija tlaka, sledi opis tlaka v tekočinah in tlaka zaradi teže tekočine. Poudarek je na spreminjanju zračnega tlaka z nadmorsko višino ter njegova odvisnost od gostote in temperature zraka. Razumevanje teh zakonitosti se pri geografiji uporablja za razlago nastajanja vetrov ter delovanja ciklonov in anticiklonov.

Ključne besede: zračni tlak, gostota zraka, nadmorska višina, enote za tlak, veter, ciklon, anticiklon, stalni vetrovi, planetarno kroženje zraka

INTERDISCIPLINARY TEACHING ABOUT THE ATMOSPHERIC PRESSURE

Abstract:

In the article the interdisciplinary connection between physics and geography is presented, when teaching about atmospheric pressure. The emphasis is on physics. First the basic definition of the atmospheric pressure is given, followed by the description of the pressure in liquids, and the pressure caused by the weight of liquids. The emphasis is on the variation of the atmospheric pressure, according to the altitude, and depending on the density and the temperature of the air. Understanding those principles is of use in geography when explaining the origin of winds and the effect of cyclones and anticyclones.

Keywords: atmospheric pressure, air density, altitude, unit of pressure, wind, cyclone, anticyclone, constant winds, planetary air circulation

Uvod

Značilnosti vremena in nastanek različnih vetrov, s tem pa tudi zračni tlak, se po učnem načrtu v gimnaziji obravnava približno na sredini prvega letnika. Pri fiziki so omenjene vsebine na vrsti šele proti koncu prvega ali na začetku drugega letnika. Zato je smiselno, da se obravnavanje tako zahtevne snovi za lažje razumevanje izpelje medpredmetno, torej da se k uri geografije povabi učitelja fizike, ki dijakom na kratko in nazorno predstavi fizikalno ozadje. Učitelj geografije na pridobljeno znanje o zračnem tlaku naveže pouk o nastajanju vetrov, vrste vetrov in planetarno kroženje zraka.

Pri izvajanju pouka se oba učitelje držita ciljev v učnem načrtu. Zato so so nekatere vsebine predstavljene bolj poglobljeno, kot bi jih predstavil

* Ivica Krek je prof. geografije v Gimnaziji Škofja Loka, ivica.krek@guest.arnes.si

** Anica Šaljaj je prof. fizike v Gimnaziji Škofja Loka, anica_hvala@t-2.net

učitelj geografije sam, kar pa je tudi glavni namen medpredmetnega sodelovanja. Predstavljene vsebine so preobsežne za eno šolsko uro, priložljiva je blok ura. Doseženo znanje dijakov po svojih kriterijih ocenjujeta učitelja vsak pri svojem predmetu.

Preglednica: Korelacije med učnimi cilji geografije in fizike s temo *podnebje*

GEOGRAFIJA	FIZIKA
Splošni predmetni cilji	
<ul style="list-style-type: none"> - Dijaki spoznajo planetarno kroženje zraka, - pojasnijo procese nastajanja vremena. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dijaki ponovijo definicijo tlaka, - opišejo merjenje zračnega tlaka in kvalitativno razložijo, kako se ta spreminja z nadmorsko višino.
Operativni predmetni cilji	
<ul style="list-style-type: none"> - Dijaki spoznajo različne razmere in dejavnike, ki vplivajo na vrednost zračnega tlaka, - znajo razložiti vzroke za nastanek različnih vrst vetrov. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dijaki ponovijo osnovno definicijo tlaka, - naštejejo enote za tlak, ki se uporabljajo, - pojasnijo vpliv gostote snovi na hidrostatični tlak, - znajo razložiti, kako se z globino spreminja hidrostatični tlak.
Splošni cilj	
<ul style="list-style-type: none"> - Dijaki znajo utemeljiti, zakaj se pojavlja različen zračni tlak, - zakonitosti spreminjanja vrednosti zračnega tlaka znajo prenesti na konkretne primere: vetrovi, cikloni ... 	

Fizika:

1. TLAK

Pojma tlak in pritisk

- V pogovorni rabi se pogosto uporablja izraz »pritisk« v pomenu kvocienta med velikostjo sile in površine, npr.»pritisk v gumah«, »krvni pritisk« ipd.
- V tehniki ima izraz »pritisk« drug pomen: to je sila, ki deluje na kaj, npr. »dovoljeni pritisk na os«.

a) Osnovna definicija tlaka

Tlak je ena od osnovnih termodinamskih spremenljivk, od katere je odvisno stanje kapljevine ali plina. Fizikalno je tlak definiran kot kvocient sile in površine, na katero sila deluje. Z enačbo to zapišemo:

$$p = \frac{F}{S}, \text{ kjer je } p \text{ tlak, } F \text{ sila in } S \text{ površina, na katero sila deluje.}$$

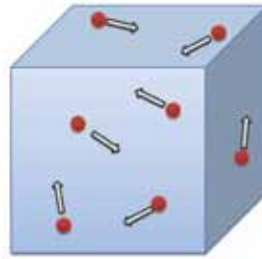
Ugotovimo lahko, da je tlak tem večji, čim večja je delujoča sila ter čim manjša je ploskev, na katero sila deluje. To je tudi razlog, zakaj imajo težka vozila široke gume. Teža se porazdeli po večji površini, tla pod njimi pa se manj deformirajo.

b) Tlak v tekočini

Kapljevine in plini so sestavljeni iz velikega števila majhnih delcev (molekul), ki se termično gibljejo in trkajo drug ob drugega. Gibanja posameznih molekul ne moremo zaznati. Znotraj mirujoče tekočine se molekule gibljejo povsem neurejeno. Učinki ogromnega števila trkov v različnih smereh se med seboj izničijo. Tekočinske molekule udarjajo tudi ob steno posode in s tem povzročajo tlak.

Slika 1: Gibanje posameznih molekul in trki ob steno posode

Vir: Žiga Kokelj



c) Tlak zaradi teže tekočine

Ko se potapljamo, v ušesih začutimo bolečino zaradi povišanja tlaka. Zgornje plasti tekočine namreč pritiskajo na spodnje in s tem povzročajo tlak. Podobno bolečino v ušesih (zamašena ušesa) čutimo tudi pri hitrem spuščanju s hribov, ko se povečuje zračni tlak. Tlak z globino narašča, v vodoravni smeri pa se ne spreminja. V homogenih nestisljivih tekočinah je gostota povsod enaka. Tlak teže tekočine je tako premo sorazmeren z višino. Ugotovitve zapišemo z enačbo: $p = \rho \cdot g \cdot h$, kjer p pomeni vrednost tlaka, ρ je oznaka za gostoto tekočine, g je težni pospešek z vrednostjo 10 m/s^2 in h višina.

2. ZRAČNI TLAK

a) Enote

Za zapis vrednosti tlaka se uporabljajo:

- **Pascal (Pa)** – osnovna enota po mednarodnem sistemu enot – enak je 1 N/m^2
- V meteorologiji se uporablja enota **milibar** – $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$
- **PSI** - funt na kvadratni palec – $1 \text{ bar} = 14,504 \text{ psi}$
- **Atmosfera** je starejša enota za tlak, ki ni v sistemu SI. Ločimo
 - fizikalno atmosfero, ki je definirana kot atmosferski tlak na nivoju morske gladine in je enaka tlaku 760 mm visokega živosrebrnega stolpca pri temperaturi 288 K (15°C) - $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1013,25 \text{ mbar} = 760 \text{ torr}$ ter
 - tehnično (tehniško) atmosfero, ki je definirana kot tlak, ki ga povzroči 10 m visok vodni stolp – $1 \text{ at} = 98\,066,0 \text{ Pa}$

b) Vertikalne spremembe zračnega tlaka

Ali je zrak tekočina? Ponovimo, kaj velja za tekočine:

- tečejo, se prelivajo in medsebojno mešajo,
- nimajo lastne oblike,
- prilagodijo se obliki posode.

Zrak je plin, ki ga skupaj s kapljevinami uvrščamo med tekočine. Čeprav ga ne vidimo, ima maso in težo, zato pritiska na zemeljsko površje.

Slika 2: Prikaz teže stolpa zraka s presežkom 1 m^2

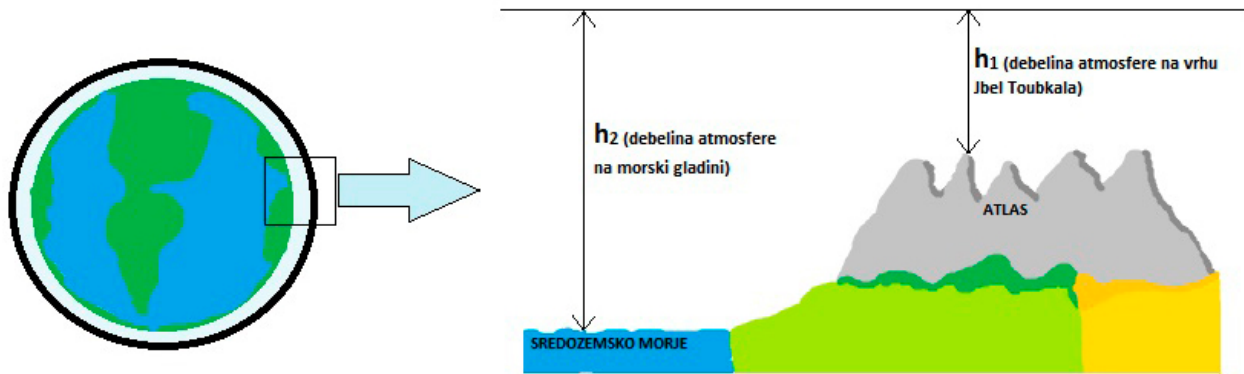
Vir: Marko Marhl, Matjaž Mastnak, Romana Čuješ in Vladimir Grubelnik. Raziskujem in ustvarjam 5. Učbenik za naravoslovje in tehniko v petem razredu OŠ. Mladinska knjiga, Ljubljana 2006.



Zgornje plasti zraka s svojo težo pritiskajo na površje Zemlje in s tem povzročajo tlak. Kje je torej tlak, ki ga povzroča zrak nad nami, večji, na morskni gladini ali na vrhu Triglava?

Slika 3: Plast zraka je debelejša nad morskno gladino – tlak je tam višji.

Vir: Žiga Kokelj, Peter Kovač



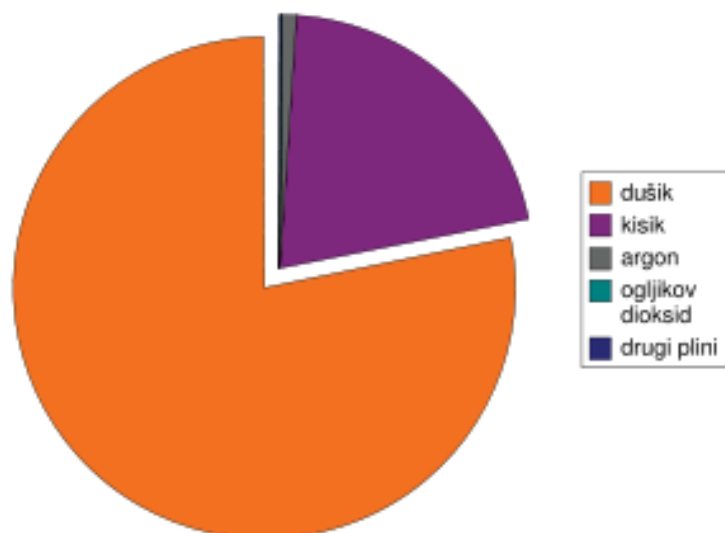
V normalnih razmerah je vrednost zračnega tlak na morskni gladini $p_0 = 1013$ milibarov.

Ozračje nima ostre meje, zato ga ne moremo natančno ločiti od zunanjega vesoljskega prostora. Vemo pa, da 75 % ozračja leži znotraj 11 km debele plasti. Tlak na višini 31 km je približno 1 % tlaka na višini morske gladine.

Vemo tudi, da je zrak mešanica plinov. Skupni tlak je zato vsota delnih ali parcialnih tlakov, ki sestavljajo zmes. V suhem zraku je približno 78 % dušika, 21 % kisika, 0,9 % argona ter majhna količina drugih plinov. Njegova sestava se z nadmorsko višino spreminja.

Slika 4: Sestava suhega zraka

Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>



Plinsko enačbo $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$ preoblikujemo in pri tem upoštevamo, da je $N = m/(M \cdot u)$ in $\rho = m/V$. Konstantne vrednosti k (Boltzmanova konstanta = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K), relativno molekulska masa zraka $M = 29$ in atomsko enoto mase ($u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) združimo in zapišemo s specifično plinsko konstanto za zrak $R = 287$ J/(kgK).

Dobimo enačbo $p = \rho \cdot R \cdot T$. Vidimo, da je **tlak premo sorazmeren in gostoto in s temperaturo zraka**. Večja gostota povzroči višji tlak, enako višja temperatura pomeni višji tlak.

Na vrednost zračnega tlaka močno vpliva tudi **vlačnost zraka**. Pomembna je relativna molekulska masa zraka (pri kemiji to količino poimenujejo molska masa). Vrednost relativne molekulske mase za suh zrak je 29, relativna molekulska masa vode pa 18. Posledično je **suh zrak težji od vlažnega**, kar privede do dejstva, da je tlak višji, ko je vreme lepo, in nižji, ko je vreme slabo oz. je v zraku veliko vodne pare.

Poudarimo še, da zrak ni homogen, saj se njegova gostota z višino zmanjšuje.

Slika 5: Spreminjanje zračnega tlaka, temperature in gostote zraka z nadmorsko višino

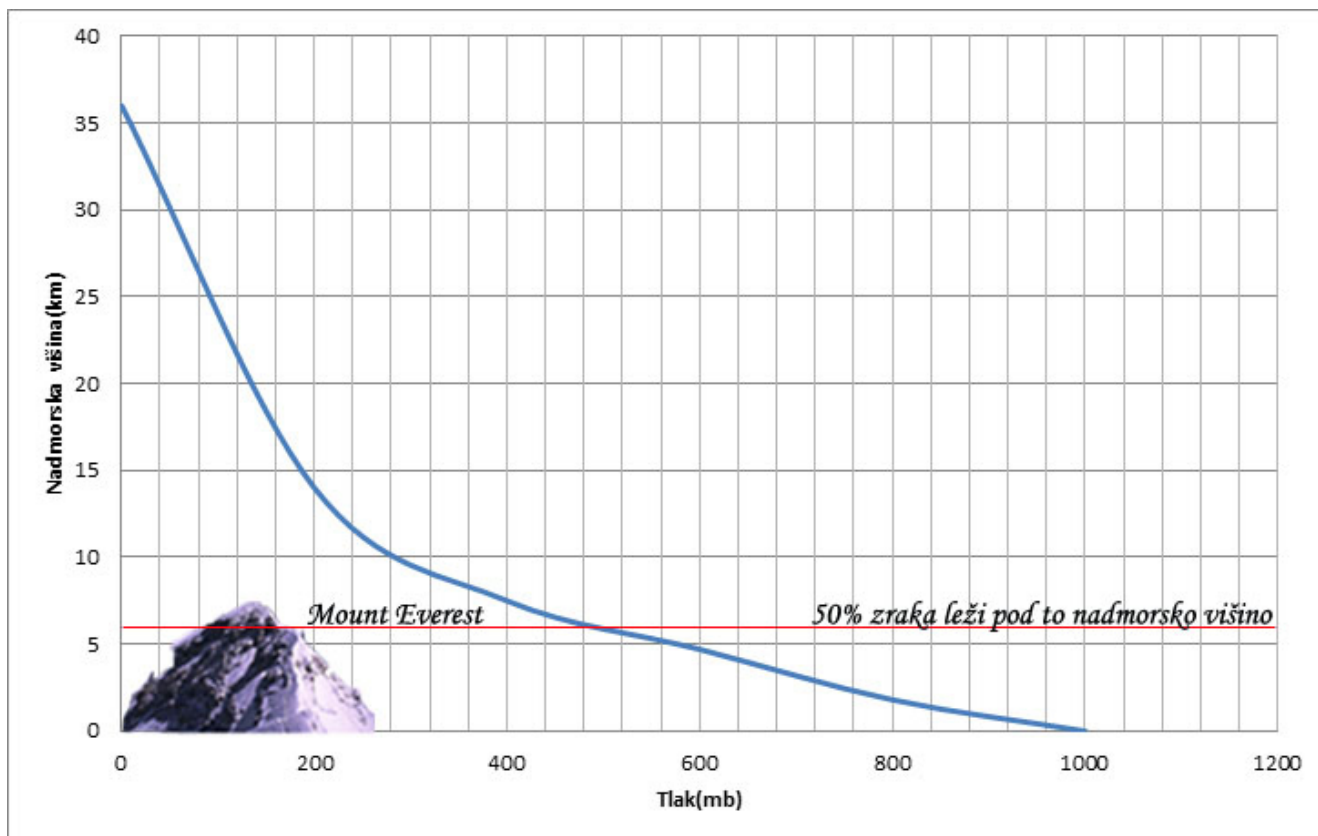
Vir: Beznec, B., Cedilnik, B., Černilec, B., Gulič, T., Loriger, J., Vončina, D., 2006. Moja prva fizika 1, Ljubljana, Modrijan

Nadmorska višina, tlak, temperatura in gostota zraka

višina [m]	tlak [mbar]	temperatura [°C]	gostota [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]
0	1013	15,0	1,225
111	1000	14,3	1,212
988	900	8,6	1,113
1949	800	2,6	1,012
3012	700	-4,6	0,908
4206	600	-12,3	0,802
5574	500	-21,2	0,692
16180	100	-56,5	0,161

Slika 6: Zračni tlak pada z višino eksponentno.

Vir: Žiga Kokelj, Peter Kovac



c) Horizontalne spremembe zračnega tlaka

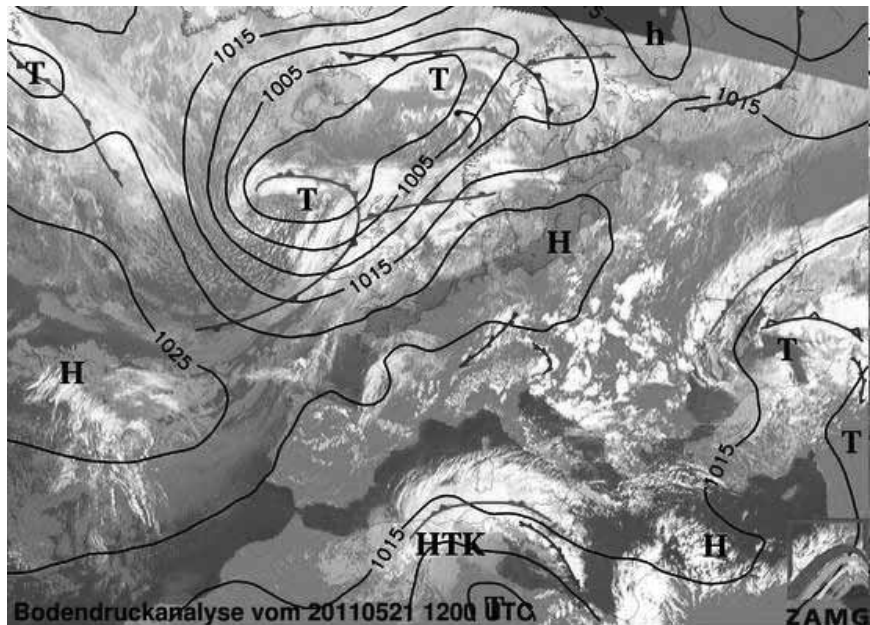
V primerjavi z vertikalnimi spremembami zračnega tlaka so horizontalne spremembe majhne, vendar zelo pomembne, saj so vzrok za nastanek vetrov.

Če je nad določenim krajem zaradi razvoja in gibanj vremenskih tvorb več zraka kot na nekem drugem kraju z enako nadmorsko višino, je tam teža stolpca zraka večja in posledično je večji tudi zračni tlak. To velja upoštevati pri razporeditvi stalnih območij visokega zračnega tlaka na 30. vzporedniku (zrak se spušča, gosti, segreva, suši vlago) in na polu. Prav tako sta pomembna tudi stalno območje nizkega zračnega tlaka na ekvatorju (močno segrevanje površja) in na 60. vzporedniku. Z gibanjem zraka v nižjih plasteh v vodoravni smeri, od višjega k nižjemu zračnemu tlaku, nastajajo različni stalni vetrovi.

d) Barične tvorbe (cikloni, anticikloni) in tornado

Slika 7: Izobara je črta na zemljevidu, ki povezuje točke z enakim tlakom.

Vir: <http://www.google.si/imgres?q=horizontalne+spremembe+zracnega+tlaka&hl>

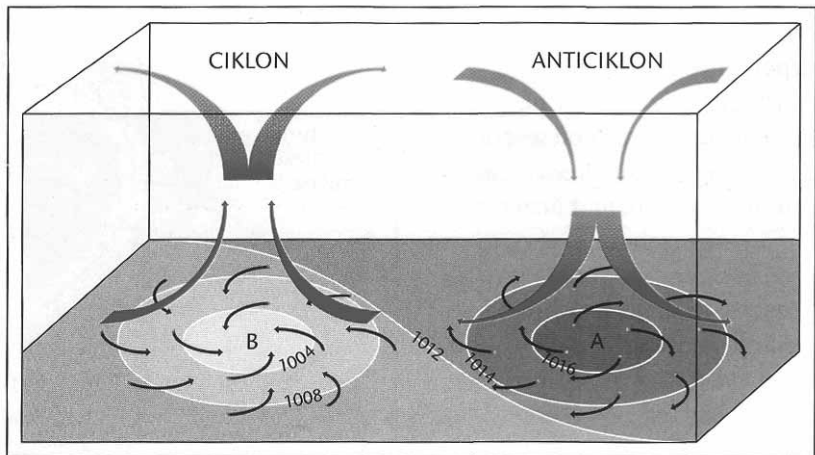


Kakšen je zračni tlak v ciklonu?

Ciklon je sklenjeno območje nizkega zračnega tlaka. Zrak v ciklonu vsebuje veliko vodne pare. Masa vlažnega zraka je manjša od mase enakega volumna suhega zraka. Relativna molekulska masa vode je 18 kg/kmol, relativna molekulska masa suhega zraka pa je približno 29 kg/kmol. Iz robnih delov ciklona, kjer je zračni tlak višji kot v njegovem središču, se pri tleh vanj stekajo vetrovi. Zrak se nato v središču ciklona dviga in pri tem ohlaja, zato je tam tudi zračni tlak nižji. Posledica dviganja, adiabatnega ohlajanja in kondenzacije zraka pa so tudi padavine.

Slika 8: Gibanje zraka v ciklonu in anticiklonu

Vir: Senegačnik, J., 2009: Obča geografija za gimnazije. Ljubljana. Modrijan



Kaj pa v anticiklonu?

To je obsežno območje visokega zračnega tlaka. Zrak se v njegovem središču giblje z višin proti tlom. Ob spuščanju se zrak ogreva, oblaki izhlapijo in imamo lepo vreme. Vetrovi se pri tleh raztekajo iz anticiklona.

Tornado

To je uničujoč vrtinčast vihar, značilen za ZDA.

Zračni tlak se v sredini vrtinčaste troblje zaradi vrtenja zračnih mas zelo zmanjša. Tlak v sredini je za 200 – 250 milibarov nižji kot v okolici. Občutek imamo, da tornado »posrka« predmete, na katere naleti, v svojo notranjost. Pravzaprav jih v notranjost tornada potisne zunanji višji zračni tlak.

Slika 9: Tornado

Vir: <http://www.google.si/imgres?q=tornado&um>



Sklep

Sodelovanje dveh različnih učiteljev pri obravnavanju določene snovi pomeni večstransko obogatitev, saj pri tem pridobijo tako dijaki kot oba učitelja. Nazorno podana snov pomeni dijakom boljše razumevanje, kar potrjujejo na novih, drugačnih primerih. Ni jim treba dvakrat, čeprav pri dveh različnih predmetih, poslušati razlage iste snovi oz. teme. Če se v razredu pojavita hkrati dva učitelja, jim je to tudi zanimivo in so zato pri pouku še bolj aktivni. Za učitelja pa medpredmetno sodelovanje pomeni kolegialno strokovno sodelovanje, osebnostno rast in pedagoško izpopolnjevanje.

Literatura

1. Kuščar, I., Moljk, A., Kranjc, T., Peternej, J., Fizika za srednje šole 1. del. Ljubljana, DZS.
2. Kladnik, R., Fizika za srednješolce 1 – Gibanja, sila, snov. Ljubljana, DZS
3. <http://sl.wikipedia.org>
4. Senegačnik, J., 2004: Obča geografija za 1. Letnik gimnazij. Ljubljana, Modrijan.

PODNEBNE KLASIFIKACIJE IN POUK GEOGRAFIJE

Matej Ogrin*



Povzetek

V klimatologiji sta se razvila dva prevladujoča pristopa k podnebnim klasifikacijam, in sicer genetski in efektivni. Genetski teži k pojasnjevanju nastanka in značilnosti podnebij kot posledico prevladujočih procesov v ozračju, efektivni pa zagovarja razlikovanje podnebij glede na njihove posledice v naravnem okolju, najpogosteje na naravnem rastju. V Sloveniji se v šolski geografiji uporabljajo v glavnem efektivne podnebne klasifikacije. Delitev podnebij izhaja iz tega pristopa, iz genetskega pristopa izhaja le delitev planeta na tri osnovna podnebna območja, s tem pa tudi podnebij: ekvatorialno, zmerno toplo in polarno. Prispevek predstavlja pogloblitve razlike med obema pristopoma, prikaže nekaj tipičnih primerov podnebnih klasifikacij in podnebno členitev Slovenije ter se posveti obravnavanju podnebnih klasifikacij v sklopu šolske geografije v Sloveniji.

Ključne besede: podnebne klasifikacije, genetske (vzročne) klasifikacije, efektivne (posledične) klasifikacije, podnebni tipi

CLIMATE CLASSIFICATIONS AND GEOGRAPHY TEACHING

Abstract

In climatology two prevailing approaches to climate classifications have developed, the genetic and effective. While the first focuses on the factors that are the origin of the climate, the second deals with the consequences of different types of climate on the natural environment, most often on the vegetation. In the Slovenian school system the use of effective climate classifications prevail. The division of climate types results from the above-mentioned approach; according to the genetic approach the planet is divided into three climate zones: equatorial, moderate and polar. The article deals with the main differences between these two approaches, showing some typical examples of climate classifications and climate types in Slovenia. It also concentrates on the teaching of climate classifications in Slovenian schools.

Keywords: climate classifications, genetic classifications, generic (effective) classifications, climate types.

Uvod

Podnebne razmere na Zemlji so odvisne od številnih dejavnikov. Na globalni ravni najbolj vplivajo geografska širina, razporeditev kopnega in morja oziroma oddaljenost od morja ter nadmorska višina. Tem dejavnikom lahko dodamo še nekatere druge in tako se lahko podnebne

* Dr. Matej Ogrin je docent na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.
ogrin.matej@siol.net

značilnosti v podrobnostih razlikujejo tudi na krajše razdalje, zlasti na heterogenih območjih. Če smo povsem natančni, ima vsak del zemeljskega površja svoje podnebje. A prevelika raznolikost prikazov podnebnih razmer na Zemlji bi lahko hitro vodila k nepreglednosti, razlike med mnogimi podnebnimi tipi pa bi bile pogosto zelo majhne, lahko tudi neznatne. Zato raziskovalci podnebja že od nekdaj težijo k opisu podnebja Zemlje ali njenih večjih območij s podnebnimi klasifikacijami, ki poskušajo podnebno raznolikost in pestrost našega planeta ali njegovih delov prikazati na transparenten in dovolj posplošen način, ki ima sporočilno vrednost tudi za širšo javnost, hkrati pa ohranja pogloblitve razlike med tipi podnebij na proučevanih območjih. Pri kartografskem prikazovanju podnebnih klasifikacij se pojavlja vprašanje meja oziroma prehodov med posameznimi podnebnimi tipi, kjer so bolj ali manj izražene lastnosti sosednjih podnebnih tipov. Meje so lahko ostre ločnice, kot na primer v gorskem svetu, ali na reliefnih stopnjah, lahko pa potekajo v obliki širokih prehodnih pasov, kot je to na primer v odprtih nižinah. Seveda je kartografski prikaz podnebnih tipov omejen na poligone in črte, zarisane so ostre meje, ki so v naravi skoraj vedno precej manj izrazite. Črta, ki nakazuje oster prehod, navadno ne ustreza dejanskemu stanju, kjer gre za bolj ali manj izrazite prehode.

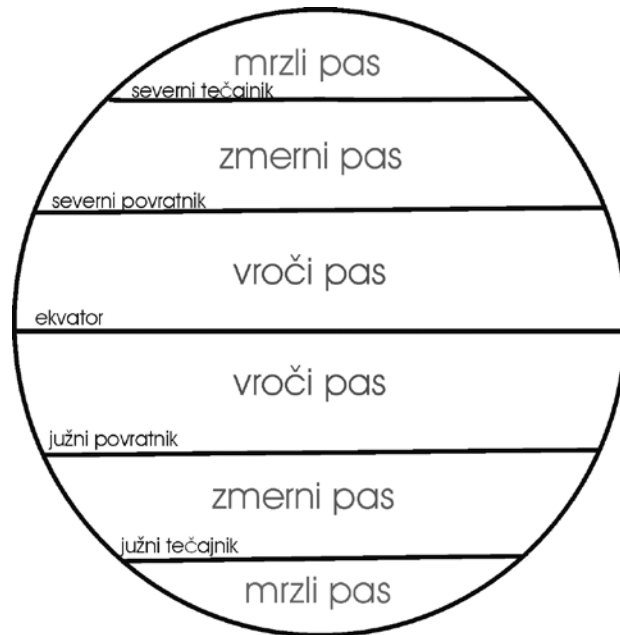
Podnebne klasifikacije

Podnebne klasifikacije ločimo v dve glavni skupini: **genetske** in **efektivne** (tipološke, empirične). Genetske klasifikacije so zasnovane na splošni cirkulaciji atmosfere, na vplivu zračnih gmot in front, razporeditvi kopnega in morja ter tudi na vplivu reliefa na podnebje. Genetska klasifikacija ne zarisuje jasnih ločnic med podnebnimi tipi (Spahić, 2002). Posveča se atmosferski dinamiki, splošnim zakonitostim in razumevanju atmosferskih procesov, kot že ime pove, zanima jo geneza lastnosti zračnih gmot, ki oblikujejo svetovno podnebje. Slabost teh klasifikacij je, da ne vsebuje kvantitativnih podatkov podnebnih elementov, kot je količina padavin, povprečne in druge karakteristične temperature, zato jih je skoraj nemogoče preslikati na zemeljsko površje in z njimi pripraviti podnebne regionalizacije (Henderson-Sellers, Robinson, 2002). Efektivne klasifikacije pa se posvečajo razlikovanju podnebnih tipov, ki se kažejo v značilnostih pokrajine. Ne zanimajo jih torej vzroki za nastanek različnih podnebij, ampak predvsem posledice v naravnem okolju, najpogosteje se to kaže pri naravnem rasti, lahko pa tudi pri snežni odeji.

Genetske klasifikacije podnebij

Že stari Grki so poznali klasifikacijo podnebja, ki jo je pripravil Aristotel. Lahko bi rekli, da je to najstarejša poznana genetska klasifikacija, saj temelji na odvisnosti podnebja od geografske širine in prejete količine Sončeve energije. Aristotel je definiral vroči pas, zmerni pas in mrzli ali ledeni pas. Za vroči pas, ki obsega območja od ekvatorja do obeh povratnikov, naj bi po njegovem veljalo, da zaradi previsokih temperatur ni naklonjen razvoju civilizacij, enako, le da zaradi prehudega mraza, naj bi veljalo tudi za mrzli pas nad obema tečajnikoma. Zares ugoden za razvoj civilizacij naj bi bil zmerni pas med povratnikoma in tečajnikoma. Danes vemo, da je izhajal iz preveč poenostavljenih trditev o možnostih življenja na Zemlji, saj naj bi mnoge civilizacije izhajale tako iz tropskih kot iz polarnih območij (About geography, 2012).

Slika 1: Podnebni pasovi po Aristotelu



Primeri genetskih klasifikacij sta tudi Flohnova (1950) in Strahlerjeva (1969) podnebna klasifikacija.

Flohn je predlagal semigenetsko klasifikacijo v obliki sedmih podnebnih območij s prevladujočimi zonalnimi vetrovi in zračnim tlakom ter prevladujočimi vetrovi pozimi in poleti. Podnebna območja, ki jih je definiral Flohn, so (Trewartha, 1954):

- notranje tropsko območje: vse leto vlažno z obilnimi padavinami;
- zunanje tropsko območje: poletne (zenitalne) padavine;
- subtropsko suho območje: večinoma suho;
- subtropsko območje z dežjem pozimi: padavine pozimi, deloma ob ekvinokcijah;
- zmerno toplo vlažno območje: dež skozi vse leto;
- borealno območje in subpolarno območje: dež večinoma poleti, pozimi sneg in snežna odeja (borealno); malo padavin skozi vse leto (subpolarno);
- polarno območje: skromne snežne padavine skozi vse leto.

Strahlerjeva klasifikacija temelji na vplivu zračnih gmot, ki oblikujejo določeno podnebje, ter interakciji med zračnimi gmotami. Loči tri glavne podnebne skupine (Strahler Al., Strahler Ar. 2000; Rumney 1968):

- **skupina I:** na podnebje vplivajo ekvatorialne zračne gmote z izvornim območjem okoli ekvatorja in tropske zračne gmote z izvornim območjem znotraj povratnikov;
- **skupina II:** podnebje je posledica interakcije tropskih in polarnih zračnih gmot, tako morskih kot celinskih;
- **skupina III:** podnebne značilnosti so v glavnem posledica polarnih zračnih gmot.

Vsako od skupin sestavlja po nekaj podnebnih tipov, skupaj 13, ki pokrijejo vse kopne predele sveta.

Efektivne ali empirične klasifikacije podnebjja

Na drugi strani imamo tipološke podnebne klasifikacije, ki jim pravimo tudi **empirične** ali **efektivne** (Spahić, 2002; Henderson-Sellers, Robinson

2002; Šegota, 1988). Te temeljijo na merjenih podnebnih parametrih, kot na primer povprečna količina padavin, razporeditev padavin čez leto, povprečne letne temperature, razmerje med padavinami in evapotranspiracijo ipd. Z njihovo pomočjo lahko naredimo uporabne podnebne tipizacije oziroma členitve prostora, ki ponavadi temeljijo na dveh, morda treh ključnih spremenljivkah, kot na primer na namočenosti tal, povprečnih poletnih ali zimskih temperaturah ipd. Njihova uporabnost se kaže zlasti v jasni delitvi prostora po posameznih tipih podnebjja, ki jih uporabniki z osnovnim znanjem geografije hitro usvojijo, saj ne zahtevajo poglobljeneega procesnega znanja. Pogosto izhajajo tudi iz učinkov podnebjja v pokrajini, ki se kažejo npr. v namočenosti tal ali v naravni vegetaciji. Primera znanih in uveljavljenih tipoloških podnebnih klasifikacij sta Köppenova in Thornthwaitova podnebna klasifikacija.

Köppenova podnebna klasifikacija

Je verjetno najbolj razširjena podnebna klasifikacija, ki jo najdemo v mnogih atlasih sveta, podnebnih kartah in regionalno geografskih študijah kontinentov in držav. Njen utemeljitelj je Wladimir Köppen, rusko-nemški meteorolog in klimatolog ter amaterski botanik, ki je osnoval podnebno klasifikacijo na podlagi avtohtonega rastlinstva nekega območja. Po njegovem je to rastlinstvo najboljši odraz podnebjja na tem območju. Prva klasifikacija je nastala okoli leta 1900, nato je bila dopolnjena še v letih 1918 in 1936, danes pa jo srečamo tudi v drugih dopolnjenih izdajah kot na primer Köppen-Geigerjeva, Hornova ali Geiger-Pohlova podnebna klasifikacija. Klasifikacija upošteva podnebne pragove, ki sovpadajo z vegetacijskimi tipi, poleg rastja pa upošteva tudi povprečne mesečne temperature, povprečne mesečne padavine in razporeditev padavin čez leto. Köppen je definiral pet glavnih podnebnih skupin, ki jih je nato razdelil na podnebne tipe z dodatnimi kriteriji glede na sušnost, glede na razporeditev padavin med letom, glede na razmerje poletnih in zimskih padavin in glede na povprečne temperature poleti ali pozimi.

Preglednica 1: Glavne podnebne skupine po Köppenu (Strasser, 1998)

Podnebna skupina	Tipi podnebjja	Osnovne značilnosti
A	tropska podnebja	povprečna temperatura najhladnejšega meseca presega 18 °C
B	suha podnebja	letna količina padavin je manjša od potencialne evapotranspiracije, kar pomeni, da ni pogojev za rast drevja
C	zmerno topla podnebja	povprečna temperatura najhladnejšega meseca je med -3 in 18 °C
D	hladna celinska (borealna, snežna gozdna) podnebja, (sem sodijo tudi subpolarna podnebja)	temperatura najhladnejšega meseca je pod -3 °C in nad -38 °C; najtoplejši poletni mesec pa ima vsaj 10 °C, kar še zadostuje za gozdno vegetacijo
E	polarna podnebja	povprečna temperatura najtoplejšega meseca je pod 10 °C kar pomeni, da ni pogojev za rast gozda

Nadalje deli posamezne tipe podnebjij še na več podtipov glede na dodatne kriterije, vsakemu podnebnemu tipu pa pripada posebna oblika avtohtone vegetacije, (Strasser, 1998).

Thornthwaitova podnebna klasifikacija

Ameriški klimatolog Charles Warren Thornthwaite je leta 1931 predstavil podnebno klasifikacijo, ki jo je potem nadgradil še leta 1933 in 1948. V svoji prvi klasifikaciji je izhajal podobno kot Köppen iz dejstva, da je rastlina, ki uspeva na nekem območju, dober pokazatelj podnebnih razmer. Definiral je učinkovitost padavin in termično učinkovitost. Razmerje med mesečnimi padavinami (P) in mesečnim izhlapevanjem (E) (evaporacija) je imenoval učinkovitost padavin, seštevek 12-mesečnih razmerij pa je imenoval P/E-indeks. Na podlagi tega indeksa je oblikoval pet vlažnostnih provinc z ustreznim tipom rastlinstva (Trewartha, 1954).

Preglednica 2: Thornthwaitove vlažnostne province (Trewartha, 1954)

Vlažnostna provinca	Naravno rastlinstvo	P/E-indeks
A, vlažna	deževni gozd	≥128
B, humidna	gozd	64 - 127
C, subhumidna	travniki	32 - 63
D, semiaridna	stepe	16 - 31
E, aridna	puščave	< 16

Vlažnostne province je nato razdelil še v podtipe. Podobno je definiral tudi termične province, in sicer z razmerjem med povprečnimi mesečnimi temperaturami in mesečnim izhlapevanjem.

Preglednica 3: Thornthwaitove termične province (Trewartha, 1954)

Termična provinca	T/E-indeks
A', tropska	≥128
B', mezotermična	64 - 127
C', mikrotermična	32 - 63
D', tajga	16 - 31
E', tundra	1 - 15
E', večni sneg in led	0

Podnebni tipi v Sloveniji

Omenjene in druge podnebne klasifikacije so primerne za velika območja, kot so celine, lahko tudi ves svet. Na manjših območjih pa podnebja z omenjenimi kriteriji navadno ne moremo dovolj natančno opredeliti, oziroma so razlike v podnebjju tudi znotraj enega tipa lahko dovolj velike, da zahtevajo nadaljnjo členitev. Lep primer velike podnebne spremenljivosti je Slovenija, v kateri lahko po Köppenovi podnebni klasifikaciji izdvojimo vsaj pet podnebnih tipov (preglednica 4).

Preglednica 4: Köppenovi podnebni tipi v Sloveniji

Podnebni tip (simbolna oznaka)	Ime podnebne tipa	Značilnosti
Cfb	Zmerno toplo vlažno (oceansko) podnebje s toplimi poletji	najhladnejši mesec s T povp. > -3 °C in < 18 °C; vse leto vlažno; štirje meseci ali več s T povp > 10 °C, a nobeden nad 22 °C
Cfa	Zmerno toplo vlažno (oceansko) podnebje z vročimi poletji	najhladnejši mesec ima T povp. > -3 °C in < 18 °C, vse leto vlažno; štirje meseci ali več s T povp. nad 10 °C; najtoplejši mesec T povp. > 22 °C

Dfb	Snežno gozdno (borealno) ali vlažno kontinentalno podnebje s toplimi poletji	najhladnejši mesec T povp. < -3 in nad -38 °C; vse leto vlažno; štiri ali več mesecev s T povp. > 10 °C, a nobeden nad 22 °C
Dfc	Snežno gozdno (borealno) ali vlažno kontinentalno podnebje s svežimi poletji	Najhladnejši mesec T povp. < -3 in nad -38 °C; vse leto vlažno; eden do trije meseci s T povp. > 10 °C, a nobeden nad 22 °C
ET (H)	Podnebje tundre. Ker ne gre za območje tundre, ampak za gorska območja, se lahko uporablja tudi tip gorska podnebja s simbolom H, ki se nanaša na prostor nad gozdno mejo. Razlika glede na skupino E je predvsem v tem, da so gorska območja zunaj polarnih območij, imajo sicer podobne temperature kot polarna, so pa precej bolj namočena, a gozd kljub vsemu ne uspeva.	Najtoplejši mesec nad 0 °C, a nobeden nad 10 °C, ni pogojev za rast drevoja.

A tudi omenjenih pet Köppenovih tipov ne odseva regionalnih razlik podnebja Slovenije. Zlasti zaradi velikih razlik v namočenosti in ponekod bolj, drugje pa precej manj izraziti celinskosti. Zato je za razlikovanje podnebnih tipov v Sloveniji zelo primerna Ogrinova tipizacija podnebja, objavljena leta 1996 in dopolnjena leta 2009 (Ogrin D., 1996; Ogrin D., Plut, 2009). Izhaja sicer iz Köppenove klasifikacije, nato pa podrobneje razdeli podnebne tipe glede na povprečno temperaturo najtoplejšega meseca, in sicer podnebni tip Cfb deli na tista območja s povprečno temperaturo najtoplejšega meseca od 15 do 20 °C in na območje s temperaturo 20 do 22 °C.

Pri povprečnih temperaturah najhladnejšega meseca pa tip Cfb deli glede na območja s temperaturo med -3 in 0 °C, na območja s temperaturo med 0 in 4 °C ter na območja s temperaturo nad 4 °C, kar po drugih značilnostih sicer že ustreza podnebnemu tipu Cfa. Tako je avtor želel slediti funkcionalnemu vplivu temperature, saj povprečna januarska temperatura 4 °C približno sovпада z mejo oljke, januarska temperatura 0 °C in julijska 20 °C pa približno z mejo submediteranskega rastlinstva (Ogrin D., 1996). Ogrin upošteva tudi padavinski režim in letno količino padavin, kar doseže z uporabo indeksa mediteranskosti.

Tako območje Slovenije razdeli na:

- Zmerno sredozemsko** (submediteransko) **podnebje**, ki ga deli na
 - **obalno podnebje** (podnebje oljke) in na
 - **zaledno zmerno sredozemsko** (submediteransko) **podnebje**;
- Zmerno celinsko podnebje**: skupne značilnosti so povprečne julijske temperature od 15 do 20 °C, januarske pa med 0 in -3 °C; Deli pa se na:
 - **zmerno celinsko podnebje južne in zahodne Slovenije**,
 - **zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije**,
 - **zmerno celinsko podnebje jugovzhodne Slovenije** (subpanonsko podnebje Bele krajine),
 - **zmerno celinsko podnebje vzhodne Slovenije** (subpanonsko podnebje).

Glavni modifikatorji podtipov zmerno celinskega podnebjja so količina padavin, ki od zahodnih predelov do skrajnega severovzhoda Slovenije pade na vsega eno tretjino, padavinski režim in temperaturne razlike med oktobrom ter aprilom, kar nakazuje vpliv celinskosti.

- 3. Gorsko podnebjje** je v najširšem pomenu definirano kot območje z januarskimi temperaturami pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in veliko količino padavin. Deli se na:
- **podnebjje nižjega gorskega sveta v zahodni Sloveniji,**
 - **podnebjje nižjega gorskega sveta in vmesnih dolin v severni Sloveniji,**
 - **podnebjje višjega gorskega sveta.**

Po Köppenovi klasifikaciji bi oba »nižinska« tipa gorskih podnebjj v Sloveniji, ki se med seboj ločita po padavinskem režimu in količini padavin, glede na temperature lahko uvrstili tudi v tip celinskih ali borealnih podnebjj D, vendar pa prejmeta bistveno več padavin, kot je to običajno za hladna celinska območja.

Uporabnost te tipizacije je predvsem v njeni prirejenosti za Slovenijo, tako glede padavin kot temperatur, posrečeno pa je tudi poimenovanje prevladujočega podnebnega tipa kot zmerno celinsko podnebjje. V številnih opisih podnebjja Slovenije najdemo zelo različne opredelitve tega podnebjja, od osrednjeslovenskega (npr. Natek K. in Natek M, 2006), oceanskega (Strasser, 1998) ali celo celinskega (Orožen Adamič in Perko, 1998; Gams in Vrišer, 1998). Problem, zlasti zadnjih dveh poimenovanj, je, da imamo na primer tipična oceanska podnebjja na območjih, kot so Islandija, Velika Britanija ali Bretanija, in ta se v marsičem precej razlikujejo od razmer pri nas. Na primer v temperaturnih amplitudah, razporeditvi in obliki padavin, poleg tega pa za Slovenijo ne moremo reči, da se v podnebjju tako zelo izraža vpliv oceana kot na atlantskih obalah ali otokih. Zato tudi če bi imeli podnebnne poteze, podobne oceanskim, tega termina ne bi bilo smiselno uporabljati, saj je od Slovenije najbližji ocean oddaljen približno 1000 km, vmes pa ležijo še Alpe. Podobno kot pri Köppenovi podnebni klasifikaciji uporaba termina polarna podnebjja za gorska območja zunaj polarnih predelov ni povsem ustrezna, saj ta območja ne ležijo v polarnih predelih, poleg tega pa navadno prejmejo bistveno več padavin.

Tudi uporaba termina celinsko podnebjje je neprimerna, saj se podnebjje v Sloveniji v večjem delu močno razlikuje od pravega celinskega podnebjja, tako po letni razporeditvi padavin (jesenska deževja, zmerno namočene zime, pogost vpliv sredozemskih ciklonov v hladni polovici leta) kot tudi po letni količini padavin, ki samo na skrajnem severovzhodu pade pod 800 mm, kar je še vedno precej vlažno za celinske razmere. V večjem delu Slovenije pa količina preseže 1000 mm, na zahodu celo 2000 mm. Uporaba termina zmerno celinsko (subpanonsko) in zmerno sredozemsko (submediteransko) podnebjje v Ogrinovi klasifikaciji je zelo na mestu, saj nakazuje ravno to, da pravih celinskih in sredozemskih podnebnih razmer v Sloveniji pravzaprav nimamo. Tipizacija iz leta 1996 temelji na podatkih za obdobje 1961–1990, ki je bilo zaradi podnebnih sprememb in posledičnega dviga povprečnih temperatur v primerjavi z nizi 1971–2000 ali 1991–2010 bistveno hladnejše (Dolinar in Vertačnik, 2010), zato jo je

avtor 13 let kasneje tipizacijo dopolnil in spremenil območja, ki sodijo v posamezne podnebne tipe (Ogrin D., Plut D., 2009).

Podnebne klasifikacije in učni načrti za geografijo

Delitev podnebij, ki jih srečamo pri poučevanju šolske geografije v Sloveniji, se pogosto začne kar z osnovno delitvijo na polarna, zmerno topla in tropska podnebja, ki je uporabna tudi zunaj klimatogeografije. Ta delitev se iz osnovne šole nadaljuje v srednjo šolo. Pravzaprav gre za genetsko delitev, čeprav opisi procesov pogosto izostanejo in delitev bolj temelji na prepoznavanju treh glavnih podnebnih območij na Zemlji oziroma na vsaki hemisferi. Pri podrobnejših opisih svetovnih podnebij v šolskih geografskih učbenikih pa pogosteje naletimo na delitve podnebij, ki izhajajo iz učinkovitih klasifikacij, a se ne sklicujejo na nobeno od uveljavljenih. Pogosto za poimenovanja podnebij uporabljajo izraze, kot so savansko, ekvatorialno, stepsko podnebje itd., kar nakazuje na prevladujoče rastje, ki je odvisno od podnebnih razmer, kot na primer pri Köppenovi podnebni klasifikaciji.

Uporaba učinkovitih klasifikacij je verjetno bolj nazorna in bližje učencem, saj s prevladujočim rastjem ali biomi lažje usvojijo podnebne lastnosti prostora, pogosto tudi z nazornimi fotografijami ali filmi, saj je videz savanske ali tropske pokrajine zelo tipičen. Slabost uporabe samo tovrstnih klasifikacij pa je, da učencem ne omogočajo razumevanja procesov v ozračju in zato ne omogočajo, da učenci dobijo vpogled v vzroke za pojav določenega podnebjja v določenem prostoru ter bolje razumejo ne le pestrost podnebnih tipov na Zemlji, ampak tudi njihovih vzrokov. Učinkovite klasifikacije so zelo uporabne pri splošni delitvi na globalni ravni ter pri povezovanju podnebjja z drugimi pokrajnotvornimi prvinami, na primer z rastjem in odejo prsti, ter na primer pri sklepanju o razmerah za kmetijstvo in drugo rabo tal. Pri manjših prostorskih enotah pa pogosto naletimo na težave, saj lahko različne talne razmere, kot na primer sestava tal, vodne razmere in podobno, povzročijo tip rastja, ki ga samo s poznavanjem podnebjja ne moremo zadovoljivo razložiti. Tak primer so lahko oaze v puščavah, kjer rastje nikakor ni odraz padavinskih razmer. Tako lahko uporaba učinkovitih klasifikacij povzroči poenostavljeno predstavo o podnebjih, njihovih posledicah in tudi vzrokih. Poznavanje genetskih klasifikacij pa krepi procesno razmišljanje, zahteva tudi več naravoslovnega in geografskega znanja ter poglobljen vzročno-posledični način razmišljanja.

Glede na to, da v šolski geografiji najdemo procesne opise posameznih meteoroloških pojavov, kot na primer temperaturnega obrata, nastanka El Niña, nastanka orografskih padavin in padavinske sence (npr. Popit, 2011), bi se lahko otesili stereotipa, da je procesno razmišljanje pri podnebnih tipih preveč povezano z naravoslovjem in fiziko in zato manj priljubljeno. Zato morda ne bi bilo narobe, če bi na ravni srednješolske geografije zahtevnejših programov (na primer maturitetni program) dijaki dobili vpogled v eno genetsko in eno učinkovito podnebno klasifikacijo. Na ravni slovenske delitve podnebij pa predlagam, da se za poimenovanje treh glavnih podnebnih tipov dosledno uporablja imena gorsko, zmerno sredozemsko in zmerno celinsko podnebje ter v okviru tega tudi obpanonsko (subpanonsko) podnebje. Kot sem v tem članku že napisal, ta imena ustrezno opišejo podnebne razmere v Sloveniji in jasno nakazujejo, da so podnebja modifikacija pravih celinskih, panonskih in sredozemskih pod-

nebij. Podnebne spremembe, ki so zajele ves svet in se kažejo v globalnem porastu temperature, so v Evropi hitrejše, kot je svetovno povprečje, na območju Alp pa hitrejše, kot je evropsko povprečje (Cegnar, 2010). Za Slovenijo se v zadnjih 30 letih kaže trend visokega porasta temperatur, ki bi v 100 letih dosegel celo 6 °C (Dolinar, Vertačnik, 2010). Zato se že kažejo potrebe, da se za Slovenijo priredi nova podnebna tipizacija, ki bo upoštevala povišanje temperatur glede na referenčno obdobje 1970–2000.

Sklep

Svetovne podnebne klasifikacije poskušajo podnebja prikazati bodisi kot posledico prevladujočih procesov v ozračju (genetske klasifikacije) bodisi kot dejavnike spreminjanja pokrajine, zlasti naravnega rastja (efektivne klasifikacije). Čeprav v zadnjih desetletjih preučevanje klimatologov ni več toliko usmerjeno v izpopolnjevanje klasifikacij, so te zelo uporabne na ravni šolske geografije, saj dopolnjujejo znanja o svetovnem podnebnem sistemu. Za potrebe šolske geografije je potrebno in koristno spoznavanje obeh pristopov, saj genetski pristop ločevanja podnebij zahteva od učenca ali dijaka procesno razmišljanje, nekaj osnov naravoslovnega znanja in tudi povezovanje teoretičnega znanja s praktičnim. Na drugi strani pa učinkoviti pristop pripomore k tesnejšemu povezovanju podnebjja s preostalimi pokrajnotvornimi sestavinami na makro ravni in tako povečuje prepoznavanje glavnih pokrajinskih tipov našega planeta. Podobno kot so geografi ljubljanske in mariborske univerze leta 2004 pripravili predlog enotne fizičnogeografske regionalizacije Slovenije za potrebe šolske geografije, bi bilo dobro razmisliti tudi o pripravi enotne svetovne podnebne tipizacije za potrebe šolanja na vseh stopnjah, hkrati pa tudi tipizacijo, ki bi upoštevala podnebno prehodnost slovenskega ozemlja in s tem povezano rabo predpon kot so sub-, zmerno-, ob-, omiljeno- ipd. ter vsebino teh pridevnikov argumentirano predstavila dijakom.

Viri in literatura

1. About geography, 2012, URL: <http://geography.about.com/od/physicalgeography/a/torridfrigid.htm> (citirano 8. 4. 2012)
2. Cegnar, T., 2010, Podnebne spremembe in potreba po prilagajanju nanje, v: Okolje se spreminja. Podnebna spremenljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje. MOP ARSO, Ljubljana, str. 3–17.
3. Dolinar M., Vertačnik G. 2010, Spremenljivost temperaturnih in padavinskih razmer v Sloveniji, v: Okolje se spreminja. Podnebna spremenljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje. MOP ARSO, Ljubljana, str. 37–43.
4. Gams I., Vrišer I. (ur.), 1998, Geografija Slovenije, Slovenska matica, Ljubljana, 501 str.
5. Henderson – Sellers A., Robinson P. J., 1991, Contemporary Climatology, Longman Scientific & Tehnical, Essex, 439 str.
6. Natek K., Natek M., 2006, Države sveta, Mladinska knjiga, Ljubljana, 710 str.
7. Ogrin D., 1996, Podnebni tipi v Sloveniji, Geografski vestnik 68, Ljubljana, str. 39–56.
8. Ogrin D, Plut D., 2009, Aplikativna fizična geografije Slovenije, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 246 str.
9. Orožen Adamič M., Perko D., (ur.) 1998, Slovenija – pokrajine in ljudje, Mladinska knjiga, Ljubljana, 735 str.
10. Popit S., 2011, Geografija 1, učbenik za prvi letnik gimnazije, DZS, Ljubljana, 190 str.

11. Rumney G. R., 1968, Climatology and the World's Climates, The Macmillian Company, London, 656 str.
12. Spahić M., 2002, Opća klimatologija. Geografsko društvo Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 288 str.
13. Strahler A.I., Strahler A.R., 2000, Introducing Physical Geography, Wiley, New York, 575 str.
14. Strasser M., 1998, Klimadiagramm zur Köppenschen Klimaklassifikation, Klett – Perthes. Gotha in Stuttgart. 95 str.
15. Šegota T., 1988, Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb, 486 str.
16. Trewartha G. T., 1954, An Introduction to Climate, McGraw – Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 395 str.

DILEME POIMENOVANJA TIPOV PODNEBJA V OSNOVNI ŠOLI

Zdenka Schauer*



Povzetek

Poznavanje podnebja je za geografe izrednega pomena, saj je z njim vzročno in posledično povezanih veliko dejavnikov in procesov v pokrajini. Zato ni zanemarljivo, kako ga spoznavajo učenci, za katere je pri tem glavni pripomoček učbenik za geografijo. S člankom, v katerem je prikazan pregled poimenovanja tipov podnebja v učbenikih geografije za osnovno šolo, želimo opozoriti na problematiko ne povsem enotnega poimenovanja posameznega tipa podnebja v učbenikih, kar nemalokrat povzroči vprašanja in dileme o pravilnosti njihovih imen in tudi umeščanja v prostoru.

Ključne besede: tipi podnebja, poimenovanje, osnovnošolski učbeniki

DILEMMAS OF CLIMATE CLASSIFICATION AT PRIMARY LEVEL

Abstract:

The knowledge of climate is very important for geographers, as numerous factors and processes in the environment are connected with it, either as the cause or as the result. Therefore it is not unimportant in what way pupils are taught about it, and how it is explained in the geography manual. The aim of this article, containing the survey of climate classification in primary level manuals, is to pay attention to the problems of not entirely uniform definitions of certain climate types in the manuals, which can result in questions and dilemmas about the right terms used, and with regard to localization.

Keywords: types of climate, denomination, primary level manuals

Uvod

V programu osnovne šole je v učnem načrtu geografija opredeljena kot »obvezen šolski predmet s temeljno izobraževalno vrednostjo ..., celostno in problemsko učno področje, ki učence usmerja v razumevanje sveta, dojetanje dinamičnega součinkovanja elementov, ki ga sestavljajo, ter v prepoznavanje njegovega nenehnega razvoja in preoblikovanja«. (Učni načrt, 2011.) Iz tega je razvidno, da geografija v šolah že dolgo ni več le golo pridobivanje informacij oziroma spoznavanje dejstev, temveč sloni na celostni in kritični obravnavi – pridobivanju znanja; predvsem na podlagi miselnih veščin, praktičnih spretnosti, oblikovanju stališč in vrednot. Ena od vsebin obravnavanja geografije je tudi podnebje, kateremu zaradi ugotovljenega spreminjanja in posledic tega vedno več pozornosti namenjajo tudi druge vede.

* Zdenka Schauer je učiteljica geografije in zgodovine. Poučuje v Osnovni šoli Martina Krpana v Ljubljani.
zdenka.schauer@guest.arnes.si

Podnebje v učnem načrtu za osnovne šole

Tako kot druge vsebine tudi podnebje v učnem načrtu ni opredeljeno in obravnavano kot izključno samostojna vsebina. V splošnih ciljih je opredeljeno v okviru *poznavanja* in *razumevanja* glavnih naravnih sistemov na Zemlji, in sicer tako, da učenci spoznavajo podnebje v povezanosti z vsemi dejavniki, ki vplivajo nanj v obravnavanem območju oziroma prostoru, in njegovimi posledicami za druge elemente ali dejavnike v tem prostoru. Tako učenci z osnovnim geografskim znanjem, podkrepljenim tudi z znanjem drugih učnih področij, prepoznavajo in razumejo vzroke za oblikovanje podnebja v določeni pokrajini, jih kritično presojujejo in vrednotijo. Pri tem razvijajo tudi v splošnih ciljih omenjene *spretnosti*, kot so kartografska, numerična in funkcionalna pismenost, terenske metode in tehnike dela, vrednotenje protislovij v okolju, prepoznavanje nujnosti trajnostnega razvoja itd., in hkrati tudi *vrednote*, ki se nanašajo na ozaveščanje o trajnostnem razvoju na lokalni in širši ter planetarni ravni, o ohranjanju zdravega okolja za prihodnje generacije ... (podnebne spremembe – vzroki, posledice, preprečevanje in reševanje problemov).

V operativnih ciljih in vsebinah učnega načrta pojem podnebja ni pogosto naveden, vendar pa ga lahko zasledimo kot del obravnavane vsebine, saj celosten pristop ne dopušča, da bi se obravnavanju podnebja ognili. V *šestem razredu* je tako na primer podnebje vključeno v cilje, ki opredeljujejo razumevanje osnovnih značilnosti toplotnih in rastlinskih pasov, spoznavanje različnega načina življenja ljudi glede na prevladujoče reliefne oblike, podnebje in rastlinstvo ter primerjanje osnovnih temperaturnih in padavinskih značilnosti posameznih toplotnih pasov ter njihov vpliv na rastlinstvo in živalstvo. V *tretji triadi* se podnebje obravnava v okviru različnega okolja – toplotni pas, kontinent, ožja regija oz. naravna enota, vendar vedno v povezavi z drugimi dejavniki pokrajine. V učnem načrtu je tudi pri operativnih ciljih za sedmi, osmi in deveti razred pojem podnebja zaslediti redko. V glavnem je naveden v povezavi z rastlinstvom, reliefom in lego obravnavane pokrajine ter s toplotnimi pasovi in klimogrami. Učenci sklepajo o razmerah v podobni ali drugačni pokrajini in ob tem ugotavljajo enakosti ali podobnosti v podnebjju. Ob tem spoznavajo določene tipe podnebja. V učnem načrtu ni ciljev, v katerih bi bilo navedeno poznavanje določenega tipa podnebja, tudi ne v operativnih ciljih, ki so označeni kot izbirni cilji. Iz teh je razvidno, da znajo učenci sklepati o vplivih na podnebje, ugotavljati, razložiti in utemeljevati povezanost podnebja, rastlinstva, reliefa, prsti v pokrajini, vrednotiti pomen določenih dejavnikov na podnebje in obratno, vrednotiti vpliv podnebja na naravno in družbeno okolje (poselitev, gospodarstvo, način življenja ...).

Tipi podnebja po razredih v osnovnošolskih učbenikih

V članku so predstavljena poimenovanja tipov podnebja v osnovnošolskih učbenikih, ki jih je potrdil Strokovni svet RS za splošno izobraževanje, in so v osnovnih šolah v uporabi kot učni pripomoček. Pregledani so bili vsi imenovani učbeniki za geografijo 6.–9. razreda za osnovno šolo. To so učbeniki, ki so jih izdale založbe: DZS, Mladinska knjiga (MK), Modrijan in Rokus Klett.

Tipi podnebja, ki so navedeni v omenjenih učbenikih, so v razpredelnicah razporejeni po razredih, v okviru določene teme in po učbenikih posameznih založb. Iz razpredelnic je razvidno, da se v učbenikih posameznih založb navajanje tipov podnebja pojavlja dokaj različno. Pri nekaterih

so tipi navedeni v okviru vsake obravnavane teme, na primer v uvodni predstavitvi kontinenta kot celote, in nato še pri naravnih enotah posameznega kontinenta. Pri drugih učbenikih pa opazimo, da so se pri obravnavanju in navajanju tipov podnebja avtorji omejili le na prvi del (kontinent kot celota) ali pa na drugi del (naravne enote). Glede na to je pogostost zapisa posameznega tipa podnebja v vsakem učbeniku drugačna. Kaj je bolj ustrezno, je po vsej verjetnosti odvisno od tistega, ki učbenik uporablja (njegove potrebe in navade ...). Bolj kot pogostost omenjanja tipov podnebja pa je pomembno njihovo poimenovanje. Tu naletimo na celo paleto imen, med katerimi hitro izluščimo »že ustaljena« in v praksi pogosteje navedena. Večkrat jih zasledimo tako v učbenikih ene založbe kot tudi drugih založb. Srečujemo pa se tudi s številnimi »enkratnimi« poimenovanji tipov podnebja.

Preglednica št. 1: Tipi podnebja v učbenikih za šesti razred

Tip podnebja v okviru teme <i>TOPLOTNI PASOVI</i>	ZALOŽBA			
	MK - 2011	DZS - 2004	Modrijan - 2008	Rokus Klett - 2008
vlažno ali ekvatorialno		str. 56		
ekvatorialno				str. 48
savansko		str. 56		str. 48
puščavsko		str. 56		str. 48
monsunsko				str. 49
sredozemsko		str. 57		str. 49
oceansko		str. 58		str. 50
celinsko		str. 58		str. 50
omiljeno sredozemsko				str. 51
gorsko		str. 58		str. 51
zmerno celinsko				str. 51
zmerno hladno				str. 51
tundrsko				str. 52
polarno		str. 62		str. 52

Preglednica št. 2: Tipi podnebja, ki so navedeni samo v enem učbeniku

ZALOŽBA	
DZS - 2004 - vlažno ekvatorialno	Rokus Klett - 2008 - ekvatorialno - monsunsko - omiljeno sredozemsko - zmerno celinsko - zmerno hladno - tundrsko

V učbenikih za šesti razred sta opazni dve večji nasprotji, in sicer da učbenika založb Mladinska knjiga in Modrijan v okviru teme Toplotni pasovi ne navajata tipov podnebja, medtem ko jih preostala dva učbenika, založbi DZS in Rokus Klett, navajata. In drugo opazno nasprotje; v navajanju tipov podnebja izstopa učbenik založbe Rokus Klett, v katerem se učenci seznanijo pravzaprav že kar z vsemi tipi podnebja za osnovnošolski nivo. Pri pregledu pa ne moremo zanemariti tudi dejstva, da so, gledano primerjalno, navedena različna poimenovanja tipov podnebja.

Preglednica št. 3: Tipi podnebja v učbenikih za sedmi razred

Tip podnebja v okviru teme	ZALOŽBA			
	MK - 2000	DZS - 2005	Modrijan - 2009	Rokus Klett - 2009
<i>EVROPA</i>				
oceansko			str. 9	str. 12

celinsko			str. 10	str. 12
zmerno hladno				str. 12
tundrsko			str. 10	
tundrsko subpolarno				str. 12
sredozemsko			str. 10	str. 12
gorsko			str. 10	
JUŽNA EVROPA				
sredozemsko	str. 44	str. 16	str. 18, 19	str. 40
mediteransko			str. 19	
gorsko				str. 40
celinsko		str. 17	str. 19	str. 40
oceansko				str. 40
JUGOVZHODNA EVROPA				
celinsko	str. 54	str. 17		str. 34
sredozemsko		str. 16		str. 34
gorsko	str. 54			str. 34
SREDNJA EVROPA				
celinsko	str. 64, 66	str. 26, 29	str. 39	str. 22
prehodno celinsko		str. 26		
oceansko	str. 64	str. 26, 34		str. 22
gorsko	str. 64, 68, 74	str. 26, 31	str. 39	str. 22
ZAHODNA EVROPA				
oceansko	str. 84, 85	str. 36, 38	str. 61	str. 50
atlantsko			str. 61	
sredozemsko	str. 85			str. 50
celinsko				str. 50
gorsko				str. 50
SEVERNA EVROPA				
tundrsko				str. 58
zmerno hladno				str. 58
oceansko	str. 93	str. 40	str. 84	str. 58
celinsko		str. 40	str. 84	
prehodno celinsko		str. 41	str. 85	
VZHODNA EVROPA IN SEVERNA AZIJA				
tundrsko				str. 67
zmerno hladno				str. 67
celinsko	str. 101		str. 99	str. 67
AZIJA				
polarno				str. 76
celinsko				str. 76
puščavsko	str. 101			str. 76
monsunsko	str. 116			str. 76
ekvatorialno				str. 76
sredozemsko				str. 76
gorsko				str. 76
VZHODNA AZIJA				
monsunsko		str. 50		
gorsko		str. 50		
puščavsko		str. 50		
JUGOVZHODNA AZIJA				
monsunsko				str. 93
JUŽNA AZIJA				

monsunsko				str. 94
JUGOZAHODNA AZIJA				
sredozemsko				str. 96
puščavsko	str. 130			
SREDNJA AZIJA				
celinsko				str. 98

Preglednica št. 4: Tipi podnebja, ki so navedeni samo v enem učbeniku

ZALOŽBA			
MK - 2000 - prehodno med celinskim in oceanskim	DZS - 2005	Modrijan - 2009 - mediteransko - atlantsko	Rokus Klett - 2009 - zmerno hladno - tundrsko subpolarno - polarno - ekvatorialno

Tudi za sedmi razred je očitno, da učbenik založbe Mladinska knjiga ne navaja tipov podnebja v uvodni temi – spoznavanje kontinenta Evropa. Sicer pa je iz preglednice opazno, da posamezni učbeniki različno pogosto navajajo posamezni tip podnebja tudi po temah – naravnih enotah, tako za Evropo kot Azijo. Samo učbenik založbe Modrijan navaja tudi pojma mediteransko – za sredozemsko in atlantsko – za oceansko podnebje. V učbeniku Rokus Klett pa so navedeni tudi nekateri tipi podnebja (zmerno hladno, tundrsko subpolarno, polarno in ekvatorialno), ki jih drugi učbeniki ne navajajo.

Preglednica št. 5: Tipi podnebja v učbenikih za osmi razred

Tip podnebja v okviru teme	ZALOŽBA			
	MK - 2003	DZS - 2004	Modrijan - 2010	Rokus Klett - 2010
AFRIKA				
ekvatorialno	str. 12	str. 16	str. 10	str. 15, 26
podnebje tropskega deževnega gozda	str. 12			
vlažno tropsko		str. 16		
omiljeno ekvatorialno				str. 15, 27
savansko	str. 12	str. 16	str. 10	str. 15
puščavsko			str. 10	str. 15, 24
tropsko puščavsko	str. 12			
subtropsko puščavsko	str. 12			
polpuščavsko		str. 16	str. 10	str. 15
sredozemsko	str. 12, 32	str. 16	str. 11	str. 15, 19, 24
mediteransko		str. 16		
vlažno subtropsko		str. 16	str. 12	str. 15
AVSTRALIJA in OCEANIJA				
sredozemsko	str. 32		str. 37	str. 68
subtropsko		str. 78		
vlažno subtropsko	str. 32, 38			
oceansko	str. 32, 36	str. 84	str. 44	str. 68
zmerno toplo		str. 78		
tropsko	str. 38		str. 47	
monsunsko				str. 68
puščavsko				str. 68
SEVERNA AMERIKA				
polarno	str. 47	str. 44		str. 38

tundrsko			str. 63	str. 38
podnebje večnega snega in ledu			str. 63	
subpolarno	str. 47	str. 44		
hladno celinsko		str. 44		
zmerno hladno	str. 47			str. 38
celinsko zmerno toplo	str. 47			
suho celinsko	str. 47	str. 45		
vlažno celinsko			str. 62	
celinsko		str. 44		str. 38
oceansko	str. 47			str. 38
vlažno subtropsko	str. 47	str. 45	str. 62	str. 38
sredozemsko	str. 47		str. 62	str. 38
polpuščavsko				str. 38
puščavsko		str. 45		str. 38
gorsko				str. 38
SREDNJA AMERIKA				
savansko				str. 38
stepsko		str. 63		
vlažno tropsko		str. 63		
JUŽNA AMERIKA				
ekvatorialno	str. 62	str. 63	str. 92	str. 56
vlažno tropsko		str. 63		
savansko	str. 63	str. 63		str. 56
subtropsko	str. 63			
vlažno subtropsko				str. 56
zmerno toplo	str. 63		str. 92	
sredozemsko	str. 63			str. 56
oceansko	str. 63			str. 56
tundrsko				str. 56
gorsko				str. 56
visokogorsko		str. 64		
puščavsko				str. 56
POLARNI SVET				
polarno			str. 104	str. 81
tundrsko			str. 104	

Preglednica št. 6: Tipi podnebja, ki so navedeni samo v enem učbeniku

ZALOŽBA			
MK - 2003 - podnebje tropskega deževnega gozda - tropsko puščavsko - subtropsko puščavsko - celinsko zmerno toplo	DZS - 2004 - vlažno tropsko - mediteransko - hladno celinsko - celinsko - stepsko - visokogorsko	Modrijan - 2010 - podnebje večnega snega in ledu	Rokus Klett - 2010 - omiljeno ekvatorialno - gorsko

Iz navedenega je razvidno, da je obravnavanje podnebja in s tem tipov podnebja v učbenikih za osmi razred dobro zastopano, čeprav ne enakomerno pri vseh. Po pogostosti navajanja tipov podnebja ponovno izstopa učbenik založbe Rokus Klett, obratno pa učbenik založbe Modrijan. Čeprav prvi prednjači v navajanju, pa navaja le dva tipa podnebja (omiljeno ekvatorialno in gorsko), ki ju preostali učbeniki za osmi razred ne omenjajo. Ravno tako tudi učbenik založbe Modrijan navaja tip podnebja (podnebje večnega snega in ledu), ki ga ni zaslediti v nobenem od preostalih učbenikov, ne glede na razred. Učbenika preostalih dveh založb imata

zapisane tipe podnebjja, Mladinska knjiga štiri tipe in DZS šest tipov, ki so kot enkratni v zapisu učbenikov za osmi razred.

Preglednica št. 7: Tipi podnebjja v učbenikih za deveti razred

Tip podnebjja v okviru teme	ZALOŽBA			
	MK - 2003	DZS - 2003	Modrijan - 1999	Rokus Klett - 2011
ALPSKE POKRAJINE				
gorsko	str. 42	str. 23	str. 27, 103	str. 19, 55, 81
celinsko		str. 23		
PREDALPSKE POKRAJINE				
zmerno celinsko	str. 51	str. 39	str. 27, 108,	str. 19, 63
DINARSKE POKRAJINE				
zmerno celinsko	str. 63	str. 56	str. 27, 121	str. 19, 81
gorsko			str. 121	
PRIMORSKE POKRAJINE				
submediteransko	str. 74			
primorsko			str. 27, 127	
zmerno sredozemsko		str. 70		str. 19, 89
PANONSKE POKRAJINE				
celinsko	str. 84	str. 83		str. 73
zmerno celinsko			str. 27, 136	

Preglednica št. 8: Tipi podnebjja, ki so navedeni samo v enem učbeniku

ZALOŽBA			
MK - 2003	DZS - 2003	Modrijan - 1999	Rokus Klett - 2011
- submediteransko	- primorsko		

V učbenikih za deveti razred je opaziti najmanj odstopanj glede pogostosti navajanja in tudi glede poimenovanja tipov podnebjja. Samo pri temi Primorski svet Slovenije sta v dveh učbenikih navedena tipa podnebjja, ki ju v preostalih treh učbenikih ne zasledimo. Preostala poimenovanja se ujemajo v vseh obravnavanih učbenikih.

Med vsemi navedenimi tipi podnebjja izstopajo nekateri, ki so pri navajanju v učbenikih zastopani posamično ne le za določen razred, temveč tudi v primerjavi z učbeniki za vse razrede. Več jih zasledimo v učbenikih geografije za osnovno šolo založbe Mladinska knjiga, in sicer pet: podnebjje tropskega deževnega gozda, tropsko puščavsko, subtropsko puščavsko, celinsko zmerno toplo, submediteransko; v učbenikih založbe DZS ravno tako pet tipov podnebjja: vlažno ekvatorialno, vlažno tropsko, hladno celinsko, stepsko in visokogorsko. Pri založbi Rokus Klett so navedli tri tipe podnebjja, ki jih zasledimo le v njihovih učbenikih: omiljeno sredozemsko, omiljeno ekvatorialno in tundrsko subpolarno. Ravno toliko izjem imajo učbeniki založbe Modrijan, in sicer tri tipe podnebjja: primorsko, podnebjje večnega snega in ledu in vlažno celinsko.

Koliko tipov podnebjja in kateri so navedeni v učbenikih geografije za osnovno šolo?

Taka in podobna vprašanja so bila že večkrat zastavljena. Tokrat se je ponudila priložnost, da to ugotovimo in pregledamo, v čem so si avtorji enotni in kje se razhajajo. Izkazalo se je, da je v geografskih učbenikih za osnovno šolo navedenih kar šestintrideset poimenovanj tipov podnebjja. Od teh je dvajset takih, ki se pojavljajo v učbenikih vseh štirih založb. Ti tipi podnebjja so: oceansko, celinsko, zmerno celinsko, suho celinsko, pre-

hodno celinsko, gorsko, zmerno hladno, tundrsko, subpolarno, polarno, sredozemsko, mediteransko, zmerno sredozemsko, puščavsko, polpuščavsko, monsunsko, ekvatorialno, savansko, vlažno subtropsko, tropsko. Naštete tipe podnebja tudi največkrat omenjamo in tako poimenovane obravnavamo pri pouku. Drugače pa je, ko se srečamo z nekaterimi od šestnajstih, ki se navajajo v učbenikih posameznih založb le enkratno. Torej jih v drugih učbenikih ne najdemo. To so: vlažno ekvatorialno, vlažno tropsko, podnebje tropskega deževnega gozda, omiljeno ekvatorialno, tropsko puščavsko, subtropsko puščavsko, stepsko, celinsko zmerno toplo, vlažno celinsko, hladno celinsko, submediteransko, primorsko, omiljeno sredozemsko, visokogorsko, tundrsko subpolarno, podnebje večnega snega in ledu.

Za konec

Ob vsej tej množici tipov podnebja se postavlja vprašanje, ali znamo vse navedene pravilno prostorsko umestiti. Včasih se zazdi, da je avtor želel le opisno podkrepiti poimenovanje posameznega podnebja, čeprav to iz besedila ni razvidno. Zlasti ne, kadar so imena tipov podnebja, in to je v večini primerov, v učbeniku napisana z odebeljenimi črkami, da jih učenci kot pomembne pojme lažje zaznajo in usvojijo. Zaradi tolikšne pestrosti v poimenovanju se kaj hitro lahko zgodi, da učenci ne znajo pravilno razlikovati posameznih tipov ali ugotoviti, da gre za isti tip podnebja, ki je le drugače poimenovano. Ob tem pride tudi do problema pravilne lokacije v pokrajini. Postavi se lahko tudi vprašanje pravilnosti poimenovanja, zlasti če učenec uporablja učbenike različnih založb (v posameznem razredu), v katerih je določen tip podnebja različno poimenovan. Verjetno tudi učitelji kdaj naletijo na podobna vprašanja oziroma se znajdejo v dilemi glede pojasnjevanja. To bi lahko poudarili tudi zato, ker v učnem načrtu, tako v splošnih kot v operativnih ciljeh, niso navedeni tipi podnebij. Drugače rečeno, »ni konkretnih zahtev« po znanju poimenovanja tipov podnebja. Verjetno pa je določeno poimenovanje na neki ravni potrebno, da je mogoče podnebje obravnavati v kontekstu vsebin in ciljev učnega načrta. Ker v prenovljenem učnem načrtu (2011) ne zasledimo več pojmov (v preteklosti so bili učiteljem v pomoč glede vsebin in standardov znanja), je to prepuščeno strokovni odločitvi posameznega učitelja. Pri tem pa se odpira tudi vprašanje upoštevanja pravilnosti in doslednosti poimenovanja tipov podnebij pri zunanem – nacionalnem preverjanju znanja. Prav v šolskem letu 2010/11, ko je potekal NPZ iz geografije, je bila namreč ugotovljena velika neusklajenost, ali in tudi »neznanje« glede poimenovanja posameznih tipov podnebja.

Morda so ugotovitve tega članka lahko izziv za bodoče pisce učbenikov geografije za osnovno šolo, za katero velja, da učenci pridobivajo osnovna znanja, ki jih bodo nadgradili z bolj zahtevnimi v srednji šoli. Ali bomo morda odprli tudi diskusijo o uvedbi ključnih pojmov v učni načrt?

Viri in literatura

1. Bahar, I., Košak, M., 2000, Geografija 7, za sedmi razred 9-letne osnovne šole, Ljubljana, Mladinska knjiga Založba.
2. Bahar, I., Račič, J., Resnik Planinc, T., 2003, Geografija 8, za osmi razred 9-letne osnovne šole, Ljubljana, Mladinska knjiga Založba.
3. Baloh, E., Lenart, B., 2011, Geografija 6, Učbenik za geografijo v šestem razredu osnovne šole, Ljubljana, Mladinska knjiga Založba.

4. Kolenc Kolnik, K., 2004, Geografija za 6. razred, Učbenik , Ljubljana, DZS.
5. Kolenc-Kolnik, K., Vovk Korže, A., Otič, M., Senegačnik, J., 2010, Geografija Afrike in Novega sveta, Ljubljana, Modrijan.
6. Novak, F., Otič, M., dr. Vovk Korže, A., 2004, Geografija za 8. razred, Učbenik, Ljubljana, DZS.
7. Novak, F., 2003, Geografija Slovenije , Učbenik z 9. razred devetletne in 8. razred osemletne osnovne šole, Ljubljana, DZS.
8. Miklavc Pintarič, S., Popit, S., 2005, Geografija 7, Učbenik za pouk geografije v sedmem razredu devetletne osnovne šole, Ljubljana, DZS.
9. Program osnovna šola. Geografija. Učni načrt. 2011. Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana.
10. Račič, J., Večerič, 2003, D. Geografija za osmi razred 8-letne in deveti razred 9-letne osnovne šole, Ljubljana, Mladinska knjiga Založba.
11. Senegačnik, J., 2008, Moja prva geografija, Geografija za šesti razred osnovne šole, Ljubljana, Modrijan.
12. Senegačnik, J., 2009, Geografija Evrope in Azije, Učbenik za 7. razred osnovne šole, Ljubljana, Modrijan.
13. Senegačnik, J., Drobnjak, B., Otič, M., 1999, Živim v Sloveniji, Geografija za 8. razred osnovne šole, Modrijan
14. Verdev, H., 2008, Raziskujem Zemljo 6, Učbenik za geografijo v šestem razredu osnovne šole, Ljubljana, Založba Rokus Klett.
15. Verdev, H., 2009, Raziskujem Stari svet 7, Učbenik za geografijo v sedmem razredu osnovne šole, Ljubljana, Založba Rokus Klett.
16. Verdev, H., 2010, Raziskujem Novi svet 8, Učbenik za geografijo v osmem razredu osnovne šole, Ljubljana, Založba Rokus Klett.
17. Verdev, H., 2011, Raziskujem Slovenijo 9, Učbenik za geografijo v devetem razredu osnovne šole, Ljubljana, Založba Rokus Klett.

OBRAVNAVA PODNEBJJA V 6. RAZREDU

Katarina Kalan*



Povzetek

Prispevek opisuje, kako učenci 6. razredov pri predmetu geografija spoznavajo vreme in podnebje, ugotavljajo razliko med njima, spoznavajo elemente klimograma in se ga učijo brati, primerjati med seboj, razložiti vzroke za razlike med podnebjji na Zemlji. Dodana so vprašanja in naloge za preverjanje znanja.

Ključne besede: vreme, podnebje, klimogram, dežemer, termometer, povprečna temperatura, količina padavin

TEACHING ABOUT CLIMATE IN GRADE SIX

Abstract:

In the article the reader finds the description of the way how the sixth grade pupils are taught about the weather and the climate during the geography lessons. They learn how to distinguish between them, and they get to know about the elements of climograms, how to read them, compare them, and explain the causes of different types of climate on the Earth. Evaluation tasks are added.

Keywords: weather, climate, climogram, pluviometer, thermometer, average temperature, rainfall

* Katarina Kalan je učiteljica geografije, zgodovine, državlanske vzgoje in etike ter geografskih izbirnih predmetov na Osnovni šoli Staneta Žagarja Kranj. Kati.Kalan@gmail.com

COBISS 1.04

Uvod

Učni načrt geografije V 6. razredu določa, da učenci podnebje spoznavajo v okviru učnega sklopa Podnebne značilnosti Zemlje. Določa naslednje operativne cilje:

Učenec

- našteje letne čase in razloži vzroke zanje
- določi lego posameznih toplotnih pasov na zemljevidu sveta
- primerja osnovne temperaturne in padavinske značilnosti posameznih toplotnih pasov ter njihov vpliv na rastlinstvo in živalstvo
- na fotografiji prepozna značilnosti rastlinstva posameznih toplotnih pasov
- ob izbranih primerih opiše življenjske razmere ljudi v posameznih toplotnih pasovih (izbirni cilj, namenjen le nekaterim učencem)

Preverjanje predznanja

Učenci se že **v petem razredu** pri urah naravoslovja podrobneje seznanijo s pojmom **vreme**. Pri urah spoznavanja družbe se pri spoznavanju pokrajinskih enot seznanijo s **podnebjem**. Povedo, kaj je podnebje, navedejo,

katere tipe podnebij imamo v Sloveniji in ugotovijo razliko v temperaturi in količini padavin med temi tipi podnebjja.

V šestem razredu pred učno temo **Življenjske razmere v toplotnih pasovih** najprej dve učni uri namenim pojmu podnebjje, pri čemer se učenci učijo risati in brati klimogram. To je sestavni del tega poglavja in tudi ponovitev iz 5. razreda.

Učni snovi **podnebne značilnosti Zemlje** namenim dve uri.

Prva učna ura:

Razložimo pojem vreme. Učenci znajo zelo veliko povedati o vremenu. Vreme se spreminja. Je sončno, oblačno, deževno, je muhasto, je aprilsko

Ko jih povprašam, kaj pa je to podnebjje, pa le redki znajo odgovoriti. Izvedo, koliko let moramo opazovati vreme, da lahko izračunamo podnebjje nekega kraja.

Nato si ogledamo klimogram. Skupaj ugotavljamo, kaj vse lahko razberemo iz tega grafičnega prikaza podnebjja nekega kraja.

Učenci znajo povedati, da so padavine označene z modrimi stolpiči, temperature pa z rdečo črto. Zatakne pa se pri merskih enotah – mm padavin in stopinjah temperature. Začudijo se, da so v poletnih mesecih nižje temperature, kot bi pričakovali. Zelo težko razumejo, da gre za povprečne temperature. Zato po navadi nekaj dni merimo temperaturo zraka ob določenem času in nato izračunamo povprečno temperaturo.

Ko jih vprašam, kako si predstavljajo, da nekje naenkrat pade 400 mm padavin, je zelo zanimivo poslušati njihove odgovore. Učencem pokažem napravo za merjenje količine padavin – dežemer.

Nato se urimo v **branju** klimogramov različnih krajev, iz katerih učenci z veseljem ugotavljajo značilnosti. Izberem takšne z zelo nizkimi temperaturami in druge z veliko količino padavin ter visokimi temperaturami. Ker učenci že poznajo toplotne pasove, ugotavljajo, kje na Zemlji bi lahko bili ti kraji.

Preverjanje razumevanja klimograma

Vprašanja:

- največ padavin pade meseca _____
- koliko padavin pade ta mesec? _____
- najmanj padavin pade meseca _____
- koliko padavin pade ta mesec? _____
- najvišja temperatura je meseca _____
- koliko je povprečna temperatura ta mesec? _____
- najnižja temperatura je meseca _____
- koliko je povprečna temperatura ta mesec? _____
- poletja so _____
- zime so _____
- ime podnebjja _____
- lega v toplotnem pasu _____
- lega na poloblah: _____

Drugo uro namenimo **risanju** klimograma. Najprej izdelamo klimogram Spodnjega Brnika – podatki za letališče Jožeta Pučnika Ljubljana, ki je le nekaj km oddaljeno od naše šole. Učenci tako spoznavajo značilnosti podnebja domače pokrajine.

PODATKI ZA RISANJE KLIMOGRAMA

TEMPERATURE ° C

JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC
-1,6	0,3	2,3	9,0	12,2	16,9	18,6	18,5	13,8	11,6	3,0	0,0

PADAVINE V MM

JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC
88	117	97	132	135	180	132	177	110	219	83	150

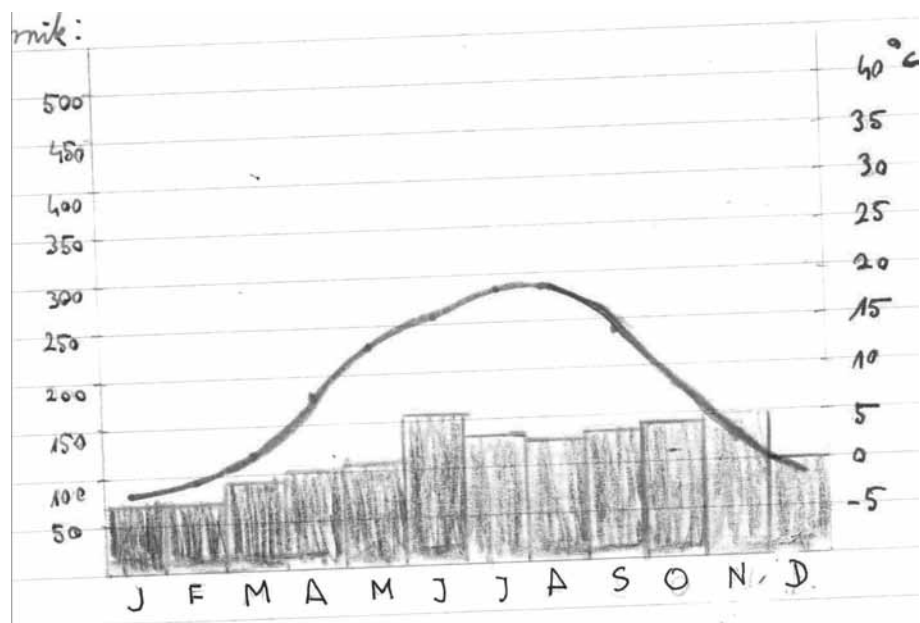
VIR: Agencija Republike Slovenije za varstvo okolja: meteorološki zavod

Risanje klimograma

Risanje klimogramov pomeni hkrati tudi medpredmetno povezovanje z matematiko in fiziko. Kako koristno je to za učence, sem spoznala v projektu Pedagoške fakultete MODEL IV: Partnerstvo fakultet in šol v letih 2006 in 2007: Učitelj raziskovalec in medpredmetno povezovanje, kjer sva sodelovali z našo učiteljico naravoslovja in kemije in pri katerem so sodelovale tudi učiteljice matematike in fizike. Projekt je potekal celo šolsko leto 2006/2007. Učenci (8. razreda) so zelo napredovali v grafičnem prikazovanju.

Učenci radi rišejo klimograme. Nekoliko težav jim povzroča risanje temperaturnih stolpcev. Pri risanju klimogramov učence navajam tudi na uporabo geotrikotnika, uporabo pravih barv (modra za padavine in rdeča za temperature).

Primer klimograma za letališče Brnik, ki ga je narisal učenec 6. razreda



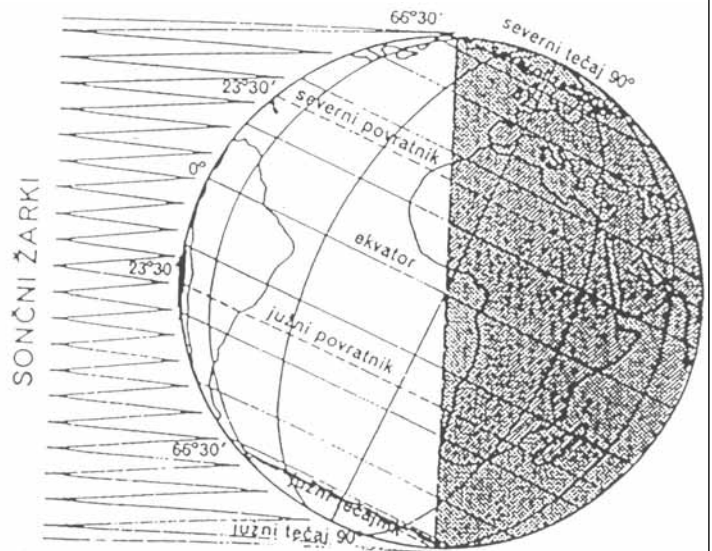
Tudi pri naslednjih urah učnega sklopa Življenjske razmere v toplotnih pasovih pokažem učencem klimograme, da po njih sklepajo, kakšne so v

posameznih toplotnih pasovih življenjske razmere. Učenci s pomočjo atlasa iščejo mesta, spoznajo države in se urijo v branju zemljevida.

Pri urah, ko se učenci seznanijo s klimogramom, jih ne obremenjujem z imeni podnebij. Učno snov o podnebjih nadgrajujemo v sedmem, osmem in devetem razredu.

Ko v 7. razredu spoznavajo podnebje Evrope, samo nadgrajujem učno snov. Učenci zdaj iz klimogramov že znajo razbrati padavine in temperature, vedo, kakšna so poletja, kakšne zime.

Vprašanja in naloge za ustno in pisno ocenjevanja znanja



Položai Zemlie 21. decembra

1. OGLEJ SI SKICO IN ODGOVORI NA VPRŠANJA.

Kako je obrnjena zemeljska os na severni in kako na južni polobli?

Severna polobla _____

Južna polobla _____

Na kateri vzporednik padajo sončevi žarki pravokotni?

Kateri letni čas se začne na severni in kateri na južni polobli?

- severna polobla _____

- južna polobla _____

Kje na Zemlji imajo polarni dan in kje polarno noč?

- polarni dan _____

- polarna noč _____

2. OGLEJ SI KARTO SVETA IN ODGOVORI.



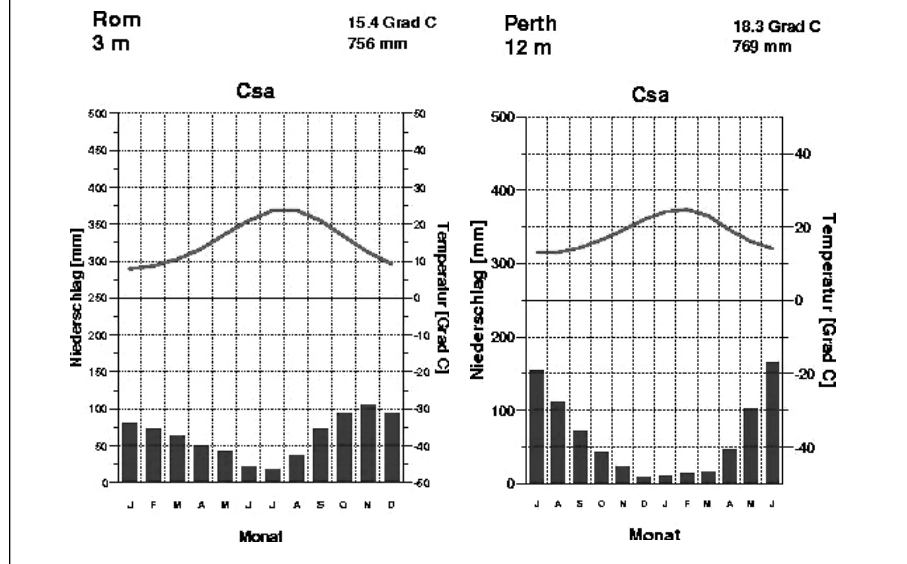
POBARVAJ VROČI PAS. POIMENUJ VZPOREDNIKE, KI GA OMEJUJEJO.
 NAŠTEJ CELINE, KI IMAJO VROČI PAS.

3. NAVEDI DATUME, S KATERIMI SE ZAČNEJO LETNI ČASI PRI NAS!

- _____
 - _____
 - _____
 - _____

4. KATERI LETNI ČAS JE SEDAJ NA JUŽNI POLOBLI?

5. PRIMERJAJ KLIMOGRAMA ZA RIM IN PERTH.



Da je branje klimogramov bolj zanimivo, izberem en klimogram za kraj iz severne poloble, drugega pa z južne poloble. Redki so učenci, ki takoj ugotovijo, da so na južni polobli temperature in padavine po mesecih drugače razporejene kot na severni.

Sklep

Večina učencev zna ob koncu te učne teme naštetih letne čase, povedati, kdaj se začnejo (tudi na južni polobli) ter zakaj se spreminjajo. Znajo

razložiti vzroke za nastanek toplotnih pasov in določiti lego toplotnih pasov na karti sveta.

Največ težav jim povzroča primerjava osnovnih temperaturnih in padavinskih značilnosti posameznih toplotnih pasov ter njihov vpliv na rastlinstvo in živalstvo ter prepoznavanje značilnosti rastlinstva v posameznih toplotnih pasovih. To učno snov nadgrajujejo v višjih razredih. Veliko učencev se marsikaj nauči tudi, ko spremljajo dokumentarne oddaje na televiziji, zlasti tuje, ki govorijo o življenju ljudi po svetu.

Viri in literatura

1. Bahar Igor, Geografija 6, Učbenik za pouk geografije v šestem razredu, Založba Mladinska knjiga.
2. Program osnovna šola, Geografija,, Učni načrt, Republika Slovenija, Ministrstvo za šolstvo in šport, Ljubljana 2011.
3. Atlas sveta za osnovne in srednje šole. Mladinska knjiga, Ljubljana 2002.
4. [Http://www. Klimadigramme Weltvelt.](http://www.KlimadigrammeWeltvelt)

OBRAVNAVANJE UČNE TEME PODNEBJE AFRIKE

Branka Svolfjšak*



Povzetek

Učna enota Podnebjje Afrike sodi med zahtevnejše vsebine v osmem razredu. Zelo celovito obravnava podnebne značilnosti Afrike, ki jih učenci morajo poznati, da razumejo vpliv temperatur in padavin na rastlinstvo in živalstvo ter na pogoje za naselitev in možnosti za življenje ljudi. Pri usvajanju vsebin je pomembna motivacija, nazornost in čim večja aktivnost učencev. Zastavljenim ciljem sledim s sprotnim ponavljanjem in utrjevanjem. Usvojeno znanje preverim ustno in pisno.

Ključne besede: podnebjje Afrike, motivacija, nazornost, aktivnost učencev

THE CLIMATE IN AFRICA, THE EIGHTH GRADE TOPIC

Abstract:

The Climate in Africa is one of the more complex topics in grade eight. It deals thoroughly with the African climate characteristics that students have to learn about to understand to what extent the flora and fauna, the settlement and living conditions are influenced by temperatures and precipitations. Motivation is important when learning about the topic, together with the visual aids used, and pupil participation. Regular revision helps to reach the appointed goal. Oral and written evaluation is used.

Keywords: African climate, motivation, illustrative examples, pupil participation

Doseganje ciljev

Za usvajanje znanja o podnebjju Afrike porabimo dve učni uri. Pri vsaki nadaljnji učni uri nekaj časa namenimo ponavljanju in utrjevanju usvojenega znanja. Ure potekajo ob uporabi učbenika, geografskih kart Afrike v Atlasu, stenske karte Afrike, elektronskih prosojnic, klimogramov in fotografij. Za doseganje zastavljenih ciljev je nujno upoštevanje didaktičnih načel pouka geografije, posebno načela opazovanja ter načela prostorske razmestitve pojavov in procesov in njihovih medsebojnih odnosov. Naravnogeografski dejavniki se povezujejo in kompleksno učinkujejo na življenje in delo ljudi. Neprestano navajanje učencev na uporabo geografskih kart je zelo pomembno tako pri usvajanju znanja kot pri utrjevanju in ponavljanju. Ena težjih nalog je namreč prostorsko opredeliti določene pojme in pojave ter njihovo medsebojno zvezo.

* Branka Svolfjšak poučuje geografijo v Osnovni šoli Škofja Loka.
branka.svolfjsak@guest.arnes.si

V Učnem načrtu geografije (2001) so za osmi razred predvideni vzgojno-izobraževalni cilji, na podlagi katerih učenci:

- po geografski legi Afrike sklepajo o toplotnih pasovih,
- spoznajo dejavnike, ki vplivajo na podnebje Afrike,
- primerjajo količino in razporeditev padavin v Afriki.
- imenujejo in opišejo posamezne podnebne in rastlinske pasove Afrike, jih primerjajo med seboj in opišejo možnosti za življenje ljudi v njih.

Za doseg zastavljenih ciljev morajo učenci usvojiti pojme: kondenzacija, pasati, zenitno deževje, ekvatorialno podnebje, savansko podnebje, puščavsko podnebje.

Učni cilji so zahtevni, saj od učencev zahtevajo sposobnost kompleksnega geografskega razmišljanja. Potrebni so dobro opazovanje, analiza in sinteza ter prostorska predstava, česar od vseh učencev ni mogoče pričakovati.

Upoštevanje predznanja

Pri načrtovanju dela upoštevam znanje, ki so ga učenci pridobili v šestem in sedmem razredu. V šestem razredu so učenci usvojili znanje o toplotnih pasovih in njihovih značilnostih. Pri učnih urah, ki obravnavajo podnebje, vedno ponovimo tudi značilnosti ustreznih toplotnih pasov. Učenci jih pokažejo na karti. Iz predznanja izhajamo tudi pri ugotavljanju dejavnikov, ki vplivajo na podnebje v pokrajinah, ki smo jih že obravnavali, npr. v Alpah in v določenih pokrajinah Azije. Učenci iz sedmega razreda poznajo Sredozemlje, v katerem leži tudi del Severne Afrike. Pri iskanju dejavnikov, od katerih je odvisno podnebje, učencem pomaga medpredmetno povezovanje, posebno z naravoslovjem, saj v sedmem razredu obravnavajo gibanje zraka. Učenci, vključeni v planinski krožek, se izkažejo z izkušnjami o upadanju temperature z nadmorsko višino in višinskimi rastlinskimi pasovi. Praviloma je večkrat ponovljeno znanje bolj utrjeno in trajno, zato mi ni žal časa za ponovitev vsebinsko povezanih snovi. Vedno uporabljamo tudi klimograme. Učenci jih narišejo po pripravljenih podatkih, jih analizirajo in primerjajo med seboj.

Motivacija in nazornost pri usvajanju snovi o podnebjju

Ko načrtujem urno pripravo, izberem slikovno gradivo, s katerim je razumevanje snovi nazornejše. Za večjo učinkovitost in zanimivost pouka je pomemben element učne ure tudi motivacija, ne le na začetku ure, ampak tudi med posameznimi učnimi koraki. Zelo dobrodošla pomoč pri ustvarjanju motivacije so elektronske prosojnice in številne možnosti, ki jih ponujajo elektronske table. Z njimi dosežemo, da je pouk sodoben in nazoren. Uporabim fotografije posameznih pokrajin. Za prikaz in razumevanje procesa kondenzacije uporabim vnaprej pripravljeno pokrito posodo vrele vode. Učenci opazujejo dogajanje in ga primerjajo z dogajanjem v razgretem ozračju krajev ob ekvatorju. Za analizo temperatur in količine ter razporeditve padavin uporabim klimograme različnih krajev v Afriki. Pri izdelavi klimogramov je učencem motivacija računalniški program Klimo, ki ga uporabimo za ponovitev podnebjja. Z računalniškim programom izdelan klimogram natisnejo, nalepijo v zvezek in ustrezno barvno opremijo. Posredujem jim podatke, na podlagi katerih narišejo klimograme tudi za domačo nalogo, vendar jih doma ne rišejo z računalniškim programom.

Klimograme vedno tudi analiziramo in jih primerjamo med seboj. Učenci ugotavljajo tip podnebja in imenujejo ustrezen rastlinski pas. Karto razporeditve padavin in temperatur si ogledajo tudi v Atlasu. Učenci stran zabeležijo v zvezke za lažje domače delo. Tudi sicer pri obravnavi vsake snovi na rob zvezka beležijo stran z ustreznimi kartami v Atlasu. Za večjo nazornost gibanja zračnih mas v Afriki še gradivo za učitelje, ki je pripravljeno na spletnih straneh.

Za spoznavanje vpliva nadmorske višine na podnebje Afrike v tropskem pasu uporabim fotografiji Kilimandžara in Triglava.

Učenci poznajo podnebje, značilno za severno Afriko, iz sedmega razreda. Na karti pokažem in pojasnim, da je tako podnebje tudi na jugu Afrike, v okolici Cape Towna.

Za domačo nalogo dobijo podatke in navodilo za izdelavo klimogramov. Te tudi analizirajo in ugotavljajo podnebni tip. V šoli izdelke pregledamo, kar motivira, a zahteva nekaj časa.

Učenci, ki pri pouku sodelujejo, doma delajo redno in sproti, večjih težav z razumevanjem snovi o podnebjju nimajo. Učenci, ki imajo težave z razumevanjem, potrebujejo več časa, ponavljanja in utrjevanja, da snov usvojijo. Učenci pri ustnem spraševanju v zvezek zapišejo zastavljena vprašanja, ki so jim nato doma v pomoč pri učenju. Pri odgovorih se pogosto pokaže, da so določeni odgovori učencev z učnimi težavami naučeni na pamet, saj se ob vprašanju, ki je zastavljeno drugače, kot ga poznajo, pogosto zmedejo. Težava pri analizi klimogramov je pomanjkanje natančnosti, ki jo odpravimo postopno. Pri reševanju pisnih nalog učenci velikokrat površno preberejo navodila.

V preteklih letih se je pri kontinuirani obravnavi snovi kot težava pokazala razporeditev ur geografije v urniku. Ena ura na teden je bila stalna, druga pa le na vsaka dva tedna (izmenjava z biologijo). Nemalokrat se je zgodilo, da je ura odpadla zaradi načrtovanih dni dejavnosti, zato se je obravnavana snov zelo oddaljila, kar je negativno vplivalo na delo. V tekočem šolskem letu, ko je bila geografija v prvem ocenjevalnem obdobju dve uri na teden, se s tem problemom nisem srečevala.

Domače delo

Primer naloge:

Nariši klimograma po podatkih za kraja Walvisbaai in Kinšasa. Zapiši, v čem se podnebje v obeh krajih najbolj razlikuje. Katera podnebna tipa prepoznaš iz klimogramov? Pokaži območje s takim podnebjem na karti. Imenuj rastlinska pasova, značilna za podnebna tipa, ki si ju prepoznal.

Walvisbaai, Namibija

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP./°c	49	49	48	47	45	45	40	40	42	43	45	48
PADAVINE/MM	0	5	10	5	5	0	0	0	0	0	0	0

Vir: www.dijaski.net; geo_sno_afrika_11_klimogrami_predstavitev

Kinšasa, Kongo

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP./°c	25	26	27	26	25	23	21	22	23	25	25	25
PADAVINE/MM	175	140	180	230	130	15	20	10	40	120	250	140

Vir: www.dijaski.net;geo_sno_Afrika_11_klimogrami_predstavitev

Vprašanja za ustno utrjevanje in ponavljanje

Ustno utrjevanje in ponavljanje poteka z uporabo zemljevida, izbranega slikovnega in elektronskega gradiva. Največja težava je oblikovanje odgovorov, ki zahtevajo opisovanje. Opažam, da imajo učenci skromen besedni zaklad. Učenci z učnimi težavami usvojijo minimalne standarde znanja in odgovarjajo predvsem na vprašanja, ki zahtevajo le reprodukcijo naučenega. Sposobnejši učenci klimograme analizirajo samostojno in jih med seboj primerjajo. Učenci z učnimi težavami zmorejo klimogram analizirati le ob vodenih vprašanjih. Kot zahtevnejša so se pokazala tudi vprašanja, ki zahtevajo odgovore ob uporabi zemljevida, logičnega sklepanja in povezovanja. Tak primer je povezovanje podnebnih in rastlinskih pasov s pogoji za naselitev in gospodarstvo. Težje jim je tudi povezati razporeditev padavin v Afriki z rastlinskimi pasovi. Zelo uspešno pa odgovarjajo na vprašanja ob uporabi elektronskega gradiva.

1. Pokaži na karti toplotne pasove, v katerih leži Afrika.
2. Kateri dejavniki vplivajo na podnebje Afrike?
3. Imenuj vetrove, značilne za Afriko, in pojasni, kako pihajo in kakšni so.
4. Utemelji, zakaj Afriko upravičeno imenujemo tropska celina.
5. Naštej podnebne tipe Afrike.
6. Ob karti Afrike pojasni razporeditev padavin.
7. Ob sliki opiši vremensko dogajanje v krajih ob ekvatorju.
8. Pojasni, zakaj je v pokrajinah ob povratnikih v Afriki najbolj suho.
9. Ob karti pojasni kroženje zraka med ekvatorjem in povratnikoma.
10. Kako nastanejo zenitne padavine?
11. Analiziraj klimograme krajev: Alžir, Kisangani, In Salah, Jos. Poime-nuj tipe podnebja, ki jih klimogrami predstavljajo.
12. Kako nadmorska višina vpliva na podnebje v Visoki ekvatorialni Afriki?
13. Kakšno pokrajino vidiš na fotografiji? Opiši značilnosti puščavskega podnebja. Pokaži puščavske pokrajine na karti.
14. Kakšno pokrajino prepoznaš na fotografiji? Opiši značilnosti temperatur in padavin ekvatorialnega podnebja. Pokaži na karti, kje v Afriki je razširjeno.
15. Opiši značilnosti sredozemskega podnebja. Za katere pokrajine v Afriki je značilno?
16. Od česa so odvisne padavine med ekvatorjem in povratnikoma? Kako jih imenujemo?
17. Pokaži na karti pokrajine, ki so najgosteje naseljene. Kako na njihovo naseljenost vpliva podnebje?

Naloge pisnega ocenjevanja znanja o Afriki

Pri reševanju nalog bodi natančen, piši pravopisno pravilno in čitljivo.

1. Utemelji trditev, da je Afrika tropska celina. _____ 1T

Svojo razlago potrdi še na karti Afrike, tako da pobarvaš del celine, ki ga imenujemo tropska Afrika.

Pravilno in natančno pobarvan tropski del Afrike _____ 1T



- V nemi zemljevid Afrike vriši ekvator in ga označi. _____ 1T

- Vpiši morji in oceana, ki oblivajo Afriko. _____ 1T

Karta št. 1: Afrika

Vir: www.dijaski.net, geo_sno_afrika_07_nema_karta

2. Naštej podnebne tipe, razširjene v Afriki. _____ 2T

_____ , _____ ,
 _____ , _____ ,
 _____ .

Ekvatorialno, savansko, puščavsko, polpuščavsko, sredozemsko podnebje, če našteje le tri ali štiri pravilne podnebne tipe

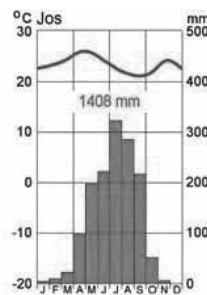
_____ 1T

Natančno si oglej spodnje klimograme in odgovori.

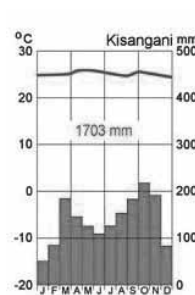
V čem se podnebni tipi, prikazani s spodnjimi klimogrami, najbolj razlikujejo? _____ 1T

V čem so si podnebni tipi, prikazani s spodnjimi klimogrami, najbolj podobni? _____ 1T

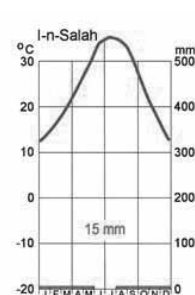
Klimogram št. 1



Klimogram št. 2



Klimogram št. 3



Vir: www.modrijan.si/solski-program/gradiva-za-ucitelje/osnovna:Padavine-in-temperature-v-Afriki.jpg

Najmanj padavin letno pade v kraju _____, to je _____ mm. 1T

Temperaturna razlika med najtoplejšim in najhladnejšim mesecem je _____ °C. 1T

Temperature so najbolj enakomerno razporejene preko leta v kraju _____ 1T

Eno deževno dobo ima kraj _____. Ena deževna doba je posledica _____ 2T

Največ padavin letno pade v kraju _____, in sicer _____ mm. 1T

Za življenje ljudi je najugodnejše podnebje v kraju _____ 1T

Imenuj in na črte zapiši podnebne tipe, ki jih prepoznaš v klimogramih št. 1, št. 2 in št. 3 ter vsakemu pripiši ustrezen rastlinski pas.

TIP PODNEBJA

RASTLINSKI PAS

Klimogram št. 1 _____ 1T

Klimogram št. 2 _____ 1T

Klimogram št. 3 _____ 1T

Številke, s katerimi so označeni klimogrami, zapiši v prazne kvadratke na zemljevidu Afrike (karta št.1). Številka pomeni, da je na označenem ozemlju določen tip podnebja.

Vrednotenje: v zemljevid pravilno vpisana posamezna številka klimograma pomeni 1T.

3. Nariši klimogram po podatkih, ki so zapisani v spodnji preglednici za mesto Alžir. Mesto je označeno s piko na zemljevidu Afrike (karta št.1). Pri risanju klimograma bodi natančen, uporabi ustrezne barve. 3T

Vrednotenje: pravilno narisani podatki temperatur _____ 1T

pravilno narisani podatki padavin _____ 1T

ustrezno uporabljeni modra in rdeča barva _____ 1T

ALŽIR, Alžirija

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP./°c	11	12	14	17	20	23	25	26	23	20	16	12
PADAVINE/MM	110	80	70	60	40	15	10	15	35	80	105	120

Vir: www.dijaski.net: geo_sno_Afrika_11_klimogrami_predstavitev

Odgovori s pomočjo analize izdelanega klimograma.

a) Najvišja povprečna temperatura je meseca _____, to je _____ °C. 1T

b) Glede na količino padavin so poletja v Alžiru _____ 1T

- c) Temperaturna razlika med najtoplejšim in najhladnejšim mesecem je _____ °C. _____ 1T
- d) Najnižja temperatura je meseca _____, to je _____ °C, kar pomeni, da je zima _____. _____ 1T
- e) Kateri podnebni tip prikazuje klimogram Alžira? _____ 1T
- f) Kateri rastlinski pas je razširjen v pokrajinah s takim podnebjem, kot ga prikazuje klimogram? _____
_____ 1T
- g) Katere kulturne rastline v krajih s takim podnebjem dobro uspevajo? Zapiši štiri najbolj značilne. _____
_____ 2T

Sklep

Naloge, s katerimi ugotavljam usvojeno znanje iz učne enote o podnebjju Afrike, so del preglednega pisnega preizkusa znanja Afrike. Izbrane naloge sem vključila v pisni preizkus znanja letošnje šolsko leto (vsako leto jih nekoliko spremenim). Učenci so zelo uspešno reševali nalogo o legi Afrike v toplotnih pasovih. Le nekaj posameznikov je odgovorilo, da je Afrika tropska celina, ker jo prečka ekvator, kar nisem upoštevala kot zadovoljivo utemeljitev. Pri analizi in risanju klimogramov ni bilo večjih napak. Učenci so bili dovolj natančni. Opažam, da se natančnost iz leta v leto izboljšuje. Klimogram Alžira, ki ga narišejo na pripravljen milimetrski papir, so pravilno narisali. Tudi barvno so ga ustrezno opremili. Le trije učenci s prilagoditvami so imeli težave. Eden se je dela lotil popolnoma napačno, drugi je pri risanju zamenjal temperature s padavinami. Petina učencev ni zapisala pravilnega vzroka za eno deževno dobo v kraju Jos. Skoraj vsi so pravilno ugotovili, da so življenjske razmere za naselitev v Josu najboljši med izbranimi kraji. Določanje tipa podnebjja v povezavi z lego kraja na karti je sicer težja naloga, a so jo zadovoljivo rešili. Po opravljeni analizi pisnega preizkusa znanja učenci doma napišejo popravo. Rezultati analize so pokazali, da je generacija osmošolcev naloge reševala zadovoljivo.

Literatura in viri

1. Kolenc-Kolnik, K., Korže Vovk, A., Otič, M., Senegačnik, J., 2010, Geografija Afrike in Novega sveta, Učbenik za 8. razred osnovne šole, Ljubljana, Založba Modrijan, Str. 8-13.
2. Atlas sveta za osnovne in srednje šole, 2010, Ljubljana, Mladinska knjiga, stran 120.
3. Učni načrt, Program osnovnošolskega izobraževanja 2001, Geografija, Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.
4. Brinovec, S., 2004, Kako poučevati geografijo, didaktika pouka, ZRSŠ.
5. <http://www.modrijan.si/slv/Solski-program/Gradiva-za-ucitelje/Osnovna>.
6. wiki.sio.si/klimogram/.
7. <http://www.dijaski.net>.
8. Sodobni pristopi k pouku družboslovnih predmetov v osnovni šoli. Usposabljanje strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju, 2006, Zavod republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana.

OBRAVNAVA PODNEBJA V GIMNAZIJSKEM PROGRAMU

Nataša Harl*, Eva Konečnik Kotnik**



Povzetek

V pričujočem sestavku so predstavljeni cilji učnega načrta za geografijo v gimnazijah pri obravnavi podnebja. Ovrednoteni so z vidika primerjave sedaj veljavnega učnega načrta z učnim načrtom iz leta 1998 in s strokovno-didaktičnega vidika. V sestavku predstavljamo tudi rezultate pregleda ključnih učnih gradiv za gimnazije na področju podnebja in opozarjamo na dileme, s katerimi se ob uporabi teh gradiv vsak dan spoprijemajo dijaki in profesorji geografije v gimnazijah.



Ključne besede: gimnazija, podnebje, tipi podnebja, učni načrt, učbenik

TEACHING ABOUT CLIMATE IN GENERAL HIGH SCHOOLS

Abstract:

In the article the aims of the geography syllabus for general high schools, concerning the climate, are presented. The comparison between the current syllabus and the one of 1998 is evaluated from the point of view of content and didactics. The article also includes the survey of major general high school teaching materials about climate, and exposes the dilemmas that face the students and the teachers when using those materials.

Keywords: climate, types of climate, syllabus, manual, general high school

Uvod

Podnebje je eden ključnih tematskih sklopov pri pouku geografije na vseh nivojih izobraževanja; tako pri nas kot v mednarodnem prostoru. V sodobnem času je zaradi podnebnih sprememb, ki jih lahko razločno občuti vsak posameznik, še posebej aktualen. Sproža vrsto vprašanj dijakov in pogloblja občutek »življenjske pomembnosti« geografije, kar je, med drugim, eden najpomembnejših vzgibov kakovostne motivacije za predmet. Obenem je podnebje izkustveni element, ki ga lahko dijaki razločno doumejo v njegovi vpetosti v kompleksni sistem povezav med fizičnimi in družbenimi prvinami našega življenjskega prostora. Prav razumevanje sistemske povezanosti teh prvin pa je osnova geografskega mišljenja kot enega ključnih poslanstev geografije.

Pričujoči prispevek je razdeljen na dva dela. V prvem delu izpostavljam učne cilje s področja podnebja v učnem načrtu za geografijo v gimnazijah iz leta 2008. Te učne cilje primerjamo z učnimi cilji iz učnega načrta iz

* Mag. Nataša Harl poučuje geografijo na Srednji gradbeni šoli in gimnaziji Maribor
natasa.harl@guest.arnes.si

** Dr. Eva Konečnik Kotnik je asistentka za didaktiko geografije in družbeno geografijo na Filozofski fakulteti Univerze v Mariboru.
eva.konecnik@uni-mb.si

leta 1998 ter jih vrednotimo s strokovno-didaktičnega vidika. V drugem delu predstavljamo rezultate pregleda izbranih učbeniških in nekaterih drugih gradiv za pouk geografije v gimnazijah in opozarjamo na dileme, s katerimi se vsak dan spoprijemajo dijaki in profesorji geografije na gimnazijah.

Učni načrt

V učnem načrtu za geografijo za splošne, klasične in ekonomske gimnazije (2008, 12) so zapisani sledeči cilji, vezani na obravnavo vremena in podnebja (v pokončnem tisku so zapisana splošna, v ležečem pa posebna znanja):

Dijaki:

- spoznajo sestavo atmosfere in planetarno kroženje zraka,
- pojasnijo procese nastajanja vremena, vremenskih front in spremembe vremena med njenimi prehodi,
- spoznajo dejavnike pri nastanku različnih vrst padavin,
- s klimogrami razlikujejo toplotne pasove in podnebne tipe,
- pojasnijo višinske podnebne pasove,
- razumejo in vrednotijo vplive podnebja na gospodarstvo in človekove vsakdanje dejavnosti,
- spremljajo vremensko napoved in njeno spreminjanje glede na različne pokrajine in glede na nadmorsko višino, ter posebne vremenske pojave (pozeba, žled, neurja),
- spremljajo in vrednotijo vremenska poročila in najnovejše planetarne podnebne spremembe,
- razumejo povezanost povečanih izpustov toplogrednih plinov z nenadnimi podnebnimi spremembami,
- iščejo vire onesnaževanja zraka v svojem okolju,
- ovrednotijo različna podnebja za življenje človeka in jih primerjajo med seboj,
- razumejo predvidevanja prihodnjih podnebnih sprememb in vlogo človeka pri tem,
- spoznajo in razumejo naravne nesreče v povezavi s posledicami podnebnih sprememb ter rabo prostora,
- razumejo povezanost različnih možnosti (scenarijev) podnebnih sprememb z naravnimi viri za preživetje,
- znajo definirati potrebo po varčevanju in spremembi življenjskega sloga v odnosu do nenehnih tehnoloških sprememb kot nujnosti za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov.

Struktura učnih ciljev, ki se nanašajo na tipe podnebij, se je v učnem načrtu iz leta 2008 poenostavila glede na prej veljavni učni načrt (1998). Namesto šestih učnih ciljev (1998): »opiše značilnosti tropskih podnebnih tipov in vzroke, ki vplivajo na nastanek«, »ovrednoti tropska podnebja za življenje«, »opiše značilnosti subtropskih podnebnih tipov in vzroke, ki vplivajo na nastanek«, »opiše značilnosti zmerno toplih podnebnih tipov in vzroke, ki vplivajo na nastanek«, »primerja različna zmerno topla podnebja in razloži vzroke za razlike« ter »opiše značilnosti podnebij v mrzlem (polarnem) pasu, ju primerja, razloži vzroke za razlike in ovrednoti pomen za človeka«, se v učnem načrtu iz leta 2008 (12) na podnebne tipe neposredno nanaša le splošno zasnovan cilj »ob pomoči klimogramov razlikujejo toplotne pasove in podnebne tipe«. V tej povezavi naj bi dijaki

tudi »razumeli in vrednotili vplive podnebjja na gospodarstvo in človekove vsakdanje dejavnosti«, »spremljali in vrednotili najnovejše planetarne podnebnne spremembe« ter »razumeli povezanost povečanih izpustov toplogrednih plinov s strani človeka z nenadnimi podnebnimi spremembami«.

Leta 2007 je bila izvedena poglobljena evalvacija učnega načrta iz leta 1998 (Konečnik Kotnik 2008), v kateri je izbrani visokošolski evalvator namesto zgoraj navedenih šestih učnih ciljev predlagal enega: »opiše značilnosti podnebij različnih geografskih širin (nizkih, srednjih, visokih) in vzroke za njihov nastanek ter ovrednoti življenjsko okolje v teh predelih« (prav tam). Poenostavitev strukture splošnih učnih ciljev v učnem načrtu iz leta 2008 v glavnem sovпада z rezultati evalvacije v navedeni študiji. Glede na to evalvacijo pa lahko ugotovimo, da bi bilo v sedaj veljavnem učnem načrtu vendarle smiselno še posebej poudariti dejavnike podnebij oz. razloge za nastanek posameznih podnebnih tipov. Tudi vloga in odgovornost človeka kot preoblikovalca sestave in procesov v ozračju oz. podnebjja je v sedanjem učnem načrtu precej ozko omejena na posledice »povečanih izpustov toplogrednih plinov«. Večplastna vloga človeka v odnosu do podnebnih sprememb je vredna poglobljene obravnave zaradi očitnih možnosti razvijanja systemskega mišljenja, močnega »vzgojnega naboja« in življenjske aktualnosti.

Za razliko od preteklega učnega načrta sedaj veljavni učni načrt ne vsebuje pojmov, ki bi natančneje določili oz. opredelili posamezne cilje, kar je lahko sploh pri tipih podnebij dvorezen meč. Sedanje stanje je lahko pozitivno z vidika dejstva, da je (bila) na gimnazijskem nivoju sistematika podnebnih tipov v nekaterih primerih zapletena in je povzročala nekaj pojmovnih in lokacijskih težav (kakšen podroben tip podnebjja je kje) ter s tem vnašala zmedo v temeljno razumevanje podnebjja pri dijakih. To je ugotavljal tudi eden od evalvatorjev v že omenjeni študiji iz leta 2008. Tako je npr. ugotavljal, da je za področje podnebjja in vremena za srednje šole nepotrebna členitev podnebij na tropsko suho/polsuho in subtropsko suho/polsuho, ker je razlika med tropskimi in subtropskimi podnebjji v navedenih primerih minimalna. Ta predlog je pomenil z vidika učne vsebine osredotočenost na bistvo, z vidika didaktike pa večjo nazornost (preglednost) miselnih shem ter večjo verjetnost razumevanja in pomnjenja dijakov. V zvezi s preteklim učnim načrtom je bilo problematično tudi primerjanje pojmov, povezanih s podnebjem, med osnovno šolo in gimnazijo. Na gimnazijskem nivoju v nekaterih primerih ni šlo le za podrobnejšo členitev v primerjavi z osnovno šolo, temveč tudi za drugačno terminologijo za isti pojav, npr. določen tip podnebjja. Tako so (bili) pojmi, povezani s podnebjem, zlasti s podnebnimi tipi, eni najbolj problematičnih z vidika gimnazijskih profesorjev in dijakov. (Konečnik Kotnik 2008.) Dejstvo, da pojmi (imena podnebnih tipov) niso več del učnega načrta, pa ne prinaša nujno le pozitivnih posledic, temveč lahko prinese še več pojmovne zmede, prav zaradi pogostih terminoloških razlik, ki se pojavljajo na tem področju. Primer različnih interpretacij podnebnih tipov lahko vidimo tudi v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Primer poimenovanja skupin in tipov podnebij v učnem načrtu iz leta 1998 in glede na mnenje izbranega visokošolskega evalvatorja

(Konečnik Kotnik 2008)

SKUPINE IN TIPI PODNEBIJ PO UČNEM NAČRTU 1998	SKUPINE IN TIPI PODNEBIJ GLEDE NA EVALVACIJO Z ZNANSTVENEGA VIDIKA (Konečnik Kotnik 2008)
TROPSKA PODNEBJA	PODNEBJA NIZKIH GEOGRAFSKIH ŠIRIN
ekvatorialno podnebje	vlažno ekvatorialno podnebje
savansko podnebje	tropsko podnebje z menjavanjem sušne in deževne dobe (savansko podnebje)
tropsko polsuho (stepsko) podnebje.	tropska in subtropska suha in polsuha podnebja
tropsko suho (puščavsko) podnebje	monsunsko in obalno pasatno podnebje
SUBTROPSKA PODNEBJA	PODNEBJA SREDNIH GEOGRAFSKIH ŠIRIN
sredozemsko podnebje	mediteransko podnebje
subtropsko polsuho podnebje	oceansko podnebje ob zahodnih obalah kontinentov
subtropsko suho podnebje	vlažno subtropsko podnebje
monsunsko podnebje	vlažno kontinentalno podnebje
	suho in polsuho podnebje zmernih širin
ZMerno TOPLA PODNEBJA	
oceansko podnebje	
celinsko (kontinentalno) podnebje	
SUBPOLARNA PODNEBJA	PODNEBJA VISOKIH GEOGRAFSKIH ŠIRIN
subpolarno (tundrsko) podnebje	borealno (snežno gozdno) podnebje
polarno podnebje	tundrsko podnebje
	podnebje ledenih pokrovov (polarno podnebje)
PODNEBJE GLEDE NA NADMORSKO VIŠINO	PODNEBJE GLEDE NA NADMORSKO VIŠINO
gorsko podnebje	gorsko podnebje

Vir: Učni načrt za geografijo v splošni gimnaziji 1998, 11, 12 in Konečnik Kotnik (Zbirnik 2007)

Razlaga k razpredelnici 1: Evalvator je v študiji (Konečnik Kotnik 2008) predlagal drugačen pristop k poimenovanju podnebnih skupin in podnebnih tipov. Število skupin podnebij je skrčil na tri. Imena tipov podnebij so le deloma enaka. Evalvator jih večinoma razširi na opisni način, ki lahko bolje vpliva na pomnjenje in razumevanje dijakov: npr. podnebje ledenih pokrovov, tropsko podnebje z menjavanjem sušne in deževne dobe, vlažno ekvatorialno podnebje, oceansko podnebje na zahodnih obalah kontinentov, borealno (snežno gozdno) podnebje ... Z vidika razumevanja in pomnjenja je dobro tudi to, da evalvator združuje podnebja, med katerimi obstajajo minimalne razlike: npr. tropska in subtropska suha in polsuha podnebja, suho in polsuho podnebje zmernih širin in podnebja, na katera vpliva določen ključni podnebni dejavnik, npr. veter (monsunsko in obalno pasatno podnebje).

Ker je terminologija na tem področju raznolika, če primerjamo med seboj različne učbenike, delovne zvezke, tematske karte ..., bi navedba domišljenih pojmov v učnem načrtu lahko bila dobro vodilo pouka geografije.

Učbeniška in druga učna gradiva

Pojmi oz. imena podnebnih tipov so sicer navedena v Predmetnem izpitnem katalogu za splošno matura za geografijo, ob čemer pa se ponovno zastavi vprašanje razmerja med učnim načrtom in izpitnim katalogom (s katerim bodo ob takšni strukturi delali učitelji, dijaki pa se pripravljali na matura?!).

Učitelji geografije lahko pri svojem delu v splošnih, klasičnih in ekonomskih gimnazijah izbirajo med potrjenimi učbeniki treh založb, pri čemer založbi Modrijan in Mladinska knjiga ponujata geografske učbenike za vse letnike, DZS pa le za nekatere. Poseben problem so strokovne gimnazije, ki imajo po ciljih in vsebinah drugače zastavljen učni načrt, ki mu, če bi se sklicevali samo na kazalo, ne ustreza nobeden izmed potrjenih učbenikov. To poučevanje in učenje geografije v strokovnih gimnazijah precej zaplete, še posebej zato, ker na koncu sledi enaka (splošna) matura kot na ostalih gimnazijah in geografija je zelo pogosto izbran maturitetni predmet v vseh vrstah gimnazije. Omenjena »zapletenost« je med drugim posledica pogoste miselnosti učiteljev, da že od prvega letnika poučujejo »maturitetno« oz. da treningu za matura ni posvečen samo čas po odločitvi za matura.

Primerjali smo poimenovanja posameznih podnebnih tipov in opise njihovih značilnosti v vseh potrjenih geografskih učbenikih za gimnazijo, v predmetnem izpitnem katalogu za matura iz geografije in v maturitetnih polah ter njihovih rešitvah. Pregledali smo tudi nekaj dodatnega gradiva, ki ga pri svojem delu lahko uporabljajo učitelji. V nadaljevanju navajamo nekaj ugotovitev.

V večini učbenikov, v predmetnem izpitnem katalogu za matura ter v maturitetnih polah in njihovih rešitvah najdemo enaka (uskaljena) poimenovanja podnebnih tipov. Ponekod pa so ta poimenovanja nekoliko različna. To ni problem, dokler ne učitelj oz. šola, ki se odloči za uporabo nekega učbenika, ta poimenovanja upošteva tudi pri ocenjevanju znanja. Zaplete se lahko tudi pri maturi, kjer včasih v naboru pravih odgovorov ne najdemo vseh, ki se uporabljajo v potrjenih učbenikih. Na primer v enem od učbenikov založbe Mladinska knjiga za 1. letnik najdemo poleg običajnih poimenovanj tudi poimenovanja po vrsti rastlinstva za vsak podnebni tip (npr. subtropsko vlažno podnebje je tudi podnebje subtropskih zimzelenih in monsunskih gozdov, oceansko podnebje je podnebje listnatih in mešanih gozdov itd.) (Cunder, Hajdinjak, Kandrič in Kürbus 2006, 71–75). Poimenovanja po vrsti rastlinstva dijaku olajšajo učenje, saj – med drugim – hkrati spoznava že vse vrste naravnega rastlinstva po svetu. Če učitelj pri pouku uporablja ta učbenik, mora dijake opozoriti, naj pri maturi ne uporabljajo poimenovanj po vrsti rastlinstva, saj se takšna poimenovanja v predvidenih rešitvah ne znajdejo med možnimi pravih poimenovanji (npr. Geografija, Navodila za ocenjevanje, 3. 6. 2010, 4). Če gre za uradno potrjene učbenike, ki bi morali biti skladni z učnim načrtom, bi bilo najbolje, da bi pri maturi upoštevali tudi navedena poimenovanja. Tako se v navedenem učbeniku najde poimenovanje subtropsko vlažno podnebje ali podnebje subtropskih zimzelenih in monsunskih gozdov, namesto monsunskega podnebja (Cunder, Hajdinjak, Kandrič in Kürbus, 2006, 72), pri maturi pa se prizna le poimenovanje monsunskega podnebja oz. podnebni tip (Geografija, Navodila za ocenjevanje, 30. 8. 2010, 5).

Ugotavljamo, da se ponekod v učbenikih na enem mestu uporablja eno, na drugem pa drugačno poimenovanje nekega podnebnega tipa. V enem od učbenikov za 3. letnik preberemo, da imamo v Sloveniji tri tipe podnebjja: submediteransko, gorsko in zmerno celinsko, v učbeniku za 4. letnik iste založbe pa se namesto izraza zmerno celinsko podnebjje pojavi izraz subpanonsko podnebjje. Boljša bi bila poenotena terminologija.

Precej razlik lahko opazimo tudi pri opisu značilnosti temperatur in višine padavin v posameznih podnebnih tipih, kar je pravzaprav razumljivo, saj prehodi med podnebnimi tipi niso ostri. Ta možna odstopanja je treba upoštevati tudi pri odgovorih na maturi, kjer je treba na podlagi klimograma prepoznati določen podnebni tip. Predmetni izpitni katalog za splošno maturo za geografijo namreč med cilji obče geografije navaja cilj: »Ob uporabi klimogramov razlikuje in opiše podnebne tipe (ekvatorialno, savansko, sredozemsko, vlažno subtropsko, monsunsko, oceansko, kontinentalno vlažno, zmerno hladno, tundrsko, polarno ter suho in polsuho podnebjje v vseh toplotnih pasovih)« (2010, 13), podobni cilji pa se večkrat pojavijo še pri regionalni geografiji.

Ponekod se v posameznem učbeniku pojavljajo nedoslednosti, ko klimogram, ki naj bi služil kot primer določenega podnebnega tipa, ne ustreza opisu tega podnebnega tipa v istem učbeniku. V enem od učbenikov npr. najdemo v opisu značilnosti subpolarnega ali tundrskega podnebjja podatek, da so v tem podnebjju temperature poletnih mesecev okrog 10° C, klimogram, ki je predstavljen, jih v najtoplejšem mesecu kaže 14° C, v učbeniku iste založbe za 1. letnik pa piše, da je za subpolarno podnebjje značilna temperatura najtoplejšega meseca pod 10° C, takšen je tudi opis tega tipa v eni izmed maturitetnih izpitnih pol (2009, 5). Čeprav so razlike na videz minimalne, lahko dijake precej begajo in potrebujejo dodatno razlago učitelja.

Ponekod se pojavijo razlike v opisu značilnosti podnebnih tipov v različnih učbenikih iste založbe. Tako v enem od učbenikov za 1. letnik piše, da ima ekvatorialno podnebjje več kot 2000 mm padavin na leto, savansko pa 500 do 2000 mm. V drugem učbeniku iste založbe pa je kot primer ekvatorialnega podnebjja podan klimogram Lagosa, ki ima 1640 mm padavin, v opisu savanskega podnebjja pa najdemo podatek, da ima to med 1500 in 250 mm padavin.

V enem od učbenikov za prvi letnik gimnazije piše, da ima ekvatorialno podnebjje 1500 do 2000 mm padavin. Ob tem je prikazan primer klimograma ekvatorialnega podnebjja, kjer je 2104 mm padavin na leto. V istem učbeniku je še precej drugih nejasnosti, povezanih s podnebnimi tipi tropskega toplotnega pasu. Tako je npr. prikazan klimogram Timbuktuja v Maliju, ki naj bi predstavljal primer savanskega podnebjja. Skupna količina padavin v letu sicer ni posebej navedena, vendar pa pregled po posameznih mesecih pokaže, da jih pade največ 300 mm na leto. Razen tega tudi piše, da savansko podnebjje najdemo do 15° severne in južne geografske širine, zraven klimograma za Timbuktu, ki naj bi bil primer savanskega podnebjja, pa je zapisano, da se nahaja na 16°43' severne geografske širine. Ponovno primer, ki bega dijake.

Vodnik po naravni geografiji, ki ga je izdala Tehniška založba Slovenije, je delo, ki lahko služi kot zelo zanimiva dopolnitev učenja iz učbenikov, ven-

dar pa je treba vedeti, da so tam poimenovanja podnebnih tipov ponovno nekoliko drugačna. Tako v omenjenem vodniku ločijo naslednja podnebja ali podnebne pasove, ki so opredeljeni kot precej velika območja na Zemlji z enotnimi podnebnimi razmerami: vlažno tropsko, suho, zmerno vlažno, hladno vlažno in polarno podnebje. Ta se naprej delijo na tipe. Tako se vlažno tropsko deli na ekvatorialno deževno in tropsko z dvema doba, suho na polsuho in celinsko suho, zmerno vlažno na sredozemsko, ravninsko in oceansko, hladno vlažno na celinsko in atlantsko ter polarno na subarktično, subpolarno in ledeniško ali polarno (Tola in Lovrenčak, 2005, 52 do 55). Po opisu značilnosti posameznih tipov bi tako npr. subarktično bilo zmerno hladno. Nekoliko begajo tudi opisi višine padavin. Tako ima subarktično 375 do 600 mm padavin, subpolarno pa 250 do 300 mm (Tola in Lovrenčak, 2005, 55). Dijake zanima, kam uvrstiti kraj z 320 mm padavin.

Sklep

V prispevku smo analizirali učne cilje v učnem načrtu za geografijo v gimnazijah ter učbeniške zapise na področju obravnave podnebja v gimnazijah. Ugotavljamo, da so zapisi »podrobnih« učnih ciljev v veljavnem učnem načrtu (2008) poenostavljeni glede na pretekli učni načrt (1998). Ugotavljamo tudi, da bi bilo v sedaj veljavnem učnem načrtu smiselno posebej poudariti dejavnike podnebij oz. razloge za nastanek posameznih ali izbranih podnebnih tipov. Prav tako je vredna poglobljene obravnave večplastna vloga človeka v odnosu do podnebnih sprememb zaradi očitnih možnosti razvijanja systemskega mišljenja, močnega »vzgojnega naboja« in življenjske aktualnosti. Glede pojmovnih razsežnosti obravnave podnebja (npr. imena podnebnih tipov) utegne biti problem dejstvo, da pojmi niso del učnega načrta. Dejstvo, da so pojmi oz. imena podnebnih tipov sicer zapisani v maturitetnem katalogu, v operativnem smislu postavlja pod vprašaj vlogo učnega načrta, čeprav je v formalnem smislu le ta nadrejen maturitetnemu katalogu (kot npr. Ustava posameznim zakonskim aktom) vzbuja dvome o vlogi učnega načrta.

Pri primerjavi učnih gradiv se kažejo dileme v usklajenosti nekaterih potrjenih učbenikov in maturitetnega kataloga, (čeprav formalno ni predpisana skladnost učbenikov in maturitetnega kataloga, je ta skladnost še kako pomembna za učitelja in dijake), v občasni vertikalni ali celo horizontalni (ne)poenotenosti imen oz. opisov posameznih podnebnih tipov, v občasni neusklajenosti vsebin in ilustrativno-grafičnih gradiv v učbenikih ter v občasni nejasni opisi podnebnih tipov.

Ključne »zagate« se torej pojavljajo pretežno na kognitivnem področju pouka geografije, ki pa je le eno od področij, s katerimi se ukvarja »šolska geografija«, vendar pogosto temelj za strokovno sporazumevanje na vseh ravneh izobraževalnega in upamo življenjskega komuniciranja

Poznamo primere, ko se t. i. geografska znanost ter t. i. šolska geografija kljub trudu le s težavo poenotita ali pa se ne moreta poenotiti glede ustrezne strokovne terminologije, ki jo uvajamo v pouk geografije (primeri iz regionalizacije Slovenije). Zdi se, da je morda podobno težavno področje obravnava podnebja. Dobro bi bilo sprejeti nekatere kompromisne rešitve ob upoštevanju didaktičnih načel, ki naj bi bila vodilo pouku geografije.

Literatura in viri

1. Brinovec, S. in drugi 2006, Geografija. Priloge in rešitve 1999–2005. Ljubljana, Državni izpitni center.
2. Brinovec, S. in drugi 2006, Geografija, Zbirka maturitetnih nalog 1999–2005, Ljubljana, Državni izpitni center.
3. Cunder, K. in drugi 2006, Geografske značilnosti Evrope: za 2. in 3. letnik gimnazij, Ljubljana, Mladinska knjiga.
4. Cunder, K., Hajdinjak, B., Kandrič, B. in Kürbus, T. 2006, Obča geografija za 1. letnik gimnazijskega in srednjega tehniškega oz. strokovnega izobraževanja, Ljubljana, Mladinska knjiga.
5. Geografija, Izpitna pola 1 (27. 8. 2009), Ljubljana, Državni izpitni center.
6. Geografija, Navodila za ocenjevanje (3. 6. 2010), Ljubljana, Državni izpitni center.
7. Geografija, Navodila za ocenjevanje (30. 8. 2010), Ljubljana, Državni izpitni center.
8. Geografija, Predmetni izpitni katalog za splošno maturo (2010), Ljubljana, Državni izpitni center.
9. Klemenčič, M. M. in Lipovšek, I. 2008, Geografija Slovenije I. Učbenik za 3. letnik gimnazije, Ljubljana, DZS.
10. Klemenčič, M. M. in Lipovšek, I. 2008, Geografija Slovenije 2, Priprava na maturo: učbenik za 4. letnik gimnazij, Ljubljana: DZS.
11. Konečnik Kotnik, E. 2008, Vrednotenje učnega načrta za pouk geografije v splošni gimnaziji v Sloveniji z vidikom družbenih potreb, izobraževalnih smernic in geografske znanosti, Doktorska disertacija, Maribor, Filozofska fakulteta.
12. Kürbus, T., Hajdinjak, B. in Kandrič, B. 2007, Geografske značilnosti sveta za 2. letnik gimnazijskega in srednjega tehniškega oz. strokovnega izobraževanja, Ljubljana, Mladinska knjiga.
13. Popit, S. 2011, Geografija 1. Učbenik za 1. letnik gimnazije, Ljubljana, DZS.
14. Senegačnik, J. in Drobnjak, B. 2010, Obča geografija za 1. letnik gimnazij, Ljubljana, Modrijan.
15. Senegačnik, J., Lipovšek, I. in Pak, M. 2011, Evropa: geografija za 2. in 3. Letnik gimnazij, Ljubljana, Modrijan.
16. Senegačnik, J. 2011, Svet: geografija za 2. letnik gimnazij, Ljubljana, Modrijan.
17. Tola, J. in Lovrenčak, F. 2005, Vodnik po naravni geografiji, Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.

UČNI SKLOP PODNEBJJE V GIMNAZIJI

Helena Križaj Smrdel*



Povzetek

Podnebje je za dijake eno najtežjih, lahko pa tudi eno najzanimivejših poglavij v sklopu obče geografije. Poudarek tematskega sklopa je na spoznavanju in medsebojnem povezovanju klimatskih elementov in dejavnikov ter na spoznavanju različnih tipov podnebja znotraj toplotnih pasov. Obravnava in ponavljanje poglavja sta smotrna ob povezavi poglavij o prsti in rastju, ki kot sestavni del geosfere močno vplivajo drug na drugega. Le tako bodo dijaki spoznali pomen in součinkovitost posameznih elementov na zemeljskem površju.

Ključne besede: podnebje, tematski sklop, vsebinski sklop, učna ura

THE CLIMATE AS A TOPIC OF GENERAL HIGH SCHOOL SYLLABUS

Abstract:

The climate can be one of the most difficult, or one of the most interesting topics of general geography teaching. The emphasis of this topic is on learning about and finding the connections between the climatic elements and factors, and also on becoming aware of different types of climate within the thermal zones. It is reasonable to connect the teaching and revision of this topic with the topic about the soil and the flora, as they belong to the geosphere and have a strong impact on one another. In that way the students will become aware of the importance and co-efficiency of individual elements on the Earth's surface..

Keywords: climate, topic, content, lesson

Uvod

Podnebje kot drugi tematski sklop obče geografije v prvem letniku gimnazijskega programa je eno najpomembnejših, hkrati pa za dijake eno najtežjih poglavij geografskega izobraževanja, saj je obvladovanje in razumevanje tega poglavja pogoj za razumevanje preostalih tematskih sklopov obče geografije in celotne regionalne geografije.

Podnebje namreč odločilno vpliva na naravne in na družbenogeografske elemente in procese na zemeljskem površju. Pri tem lahko pomislimo na odločilen pomen povezanosti podnebja, rastja, prsti, vodovja, razporeditve prebivalstva, kmetijske usmerjenosti in še bi lahko naštevali.

Brez razumevanja tega poglavja dijaki ne morejo celostno razumeti osnovnih pojavov in procesov na zemeljskem površju, ki so ključ za pravilno razumevanje tako obče kot regionalne geografije.

* Mag. Helena Križaj Smrdel je profesorica geografije v Gimnaziji Kranj
helena.krizaj-smrdel@guest.arnes.si

Obravnava učnega sklopa Podnebje

Tematski sklop Podnebje na kranjski gimnaziji obravnavamo po učbeniku Obča geografija avtorjev Jurija Senegačnika in Boruta Drobnjaka v petih vsebinskih sklopih oziroma zaokroženih poglavjih, ki jim namenjam v povprečju 12 ali 13 učnih ur, s tem da je pri vsaki učni uri na začetku ponavljanje in utrjevanje snovi, sledi obravnava nove učne teme in na koncu kratka ponovitev ob vajah v delovnem zvezku ali delovnih listih. Vsak vsebinski sklop se deli še naprej na dve učni uri ali več.

Prvi vsebinski sklop, ki govori o ozračju, vremenu in podnebjju, razdelim na dve šolski uri. V prvi uri se dijaki seznanijo s pojmom atmosfera in z njim povezanimi problemi ter z razlikami med definicijami vreme in podnebje. V drugi uri tega sklopa dijaki spoznajo osnovne podnebne elemente in dejavnike ter njihov vpliv na podnebje. Prav razumevanje teh dejavnikov je ključno za razumevanje podnebja v višjih letnikih pri obravnavi regionalne geografije.

Naslednje ure so namenjene spoznavanju geografskih elementov. Prva je na vrsti temperatura, ki jo obravnavam v dveh učnih urah. Pogoj za razumevanje tega poglavja je predhodno znanje o toplotnih pasovih, stopinjski mreži, pomenu glavnih vzporednikov in poldnevnikov, navideznega gibanja sonca in posledično pomenu različnega vpadnega kota sončnih žarkov, ki so vzrok za različno segrevanje Zemlje. To znanje naj bi dijaki usvojili že v osnovni šoli, ker predstavlja temelj za nadaljnje razumevanje snovi. Če to znanje pri dijakih še ni dovolj utrjeno, je treba vsebine ponovno ponoviti in utrditi, kar pa lahko postane časovni problem. Mogoče ne bi bilo narobe v gimnazijske učbenike na novo umestiti kratkega poglavja o matematični geografiji.

Prva učna ura o temperaturi je namenjena spoznavanju načinov ogrevanja ozračja, druga pa merjenju temperatur, pri čemer lahko za boljše utrditev snovi damo dijakom domačo nalogo o merjenju temperatur v domačem kraju za nekaj dni v tednu. Tako bodo dijaki lažje usvojili pojme, kot so temperaturne amplitude, srednje in ekstremne temperature ter iz analize in sinteze podatkov opisali značilnosti krajevnega podnebja. Vajo prakticiramo tudi v četrth letnikih kot terensko delo za maturo. Zaželen je obisk meteorološke hišice, če je dijaki ne poznajo že iz osnovne šole.

Sledi vsebinski sklop o vlagi v zraku in padavinah, ki jo obravnavam običajno dve šolski uri zaradi predhodnega ponavljanja in tudi zaradi številnih novih pojmov, kot so relativna, absolutna in maksimalna vlaga, orografske, konvekcijske in ciklonske padavine itd. Snov lahko obdelamo tudi v eni učni uri. Vsebinski sklop lahko popestrimo tudi s kratkimi poglavji o vrstah padavin ali oblakih, če imamo v razredu dijake, ki jih zanima meteorologija. Na žalost je spet čas tisti, ki nam ne dopušča, da bi se pri določenih vsebinah ustavljali. Poleg tega je treba dovolj dobro utrditi pojme, kot so vrste padavin, ker se z njimi dijaki srečujejo pri vseh poglavjih regionalne geografije v višjih letnikih.

Sledi obsežen vsebinski sklop o zračnem tlaku in različnih kroženjih zraka. Ker se veliko pojmov navezuje na fiziko, si nekateri profesorji pomagajo z medpredmetnim povezovanjem fizike in geografije tako, da v razred povabijo profesorja fizike, ki s fizikalnega stališča pomaga pri razumevanju novih pojmov, kot so zračni tlak, izobare itd. Tematiko o zračnem tlaku

in kroženjih zraka obravnavam v štirih urah. Poglavje je težko, a velikokrat aktualno in zanimivo, ker se dijaki na koncu poglavja ob branju prognostičnih kart lahko naučijo napovedovanja vremena.

V prvi uri definiramo zračni tlak in njegovo spreminjanje v navpični in vodoravni smeri ter razložimo vzrok za nastanek vetrov. Drugo uro spoznamo lokalno kroženje zrake ter kroženje zraka v ciklonih in anticiklonih. Tretjo uro obravnavamo planetarno kroženje zraka, polarno fronto ter nastanek ciklonov, četrto uro pa monsunsko kroženje zraka in tropske ciklone.

Na koncu je še poglavje oziroma vsebinski sklop o toplotnih pasovih in podnebnih tipih, ki jim v povprečju namenim tri ure. V teh urah dijaki spoznajo razliko med toplotnimi pasovi in podnebnimi tipi ter glavne značilnosti podnebnih tipov znotraj toplotnih pasov. Sledi še ura ponavljanja ob klimogramih. O tem nazorno govori vaja v delovnem zvezku, kjer dijaki utrdijo postopke za prepoznavanje tipa podnebjja iz določenega klimograma.

Primer časovne razporeditve tematskega sklopa podnebjja

Prvi vsebinski sklop: Ozračje, vreme, podnebjje

1. ura: Značilnosti in problemi ozračja, razlika med vremenom in podnebjjem
2. ura: Podnebni elementi in podnebni dejavniki

Drugi vsebinski sklop: Segrevanje ozračja in temperatura zraka

3. ura: Načini segrevanja ozračja
4. ura: Merjenje temperatur

Tretji vsebinski sklop: Vlaga v zraku in vrste padavin

5. ura: Vlaga v zraku, vrste padavin in merjenje padavin

Četrty vsebinski sklop: Zračni tlak in zračna kroženja

6. ura: Kaj je zračni tlak in kako nastane veter
7. ura: Krajevno kroženje zraka ter kroženje zraka v ciklonih in anticiklonih
8. ura: Planetarno kroženje zraka in polarna fronta
9. ura: Monsunsko kroženje zraka in tropski cikloni

Peti vsebinski sklop: Toplotni pasovi in podnebni tipi

10. ura: Tropska in subtropska podnebjja
11. ura: Zmerno topla in mrzla podnebjja
12. ura: Ponavljanje ob klimogramih

Ponavljjanje in utrjevanje učnega sklopa podnebjja

Ker je tematski sklop podnebjje precej obsežen in vsebuje tudi veliko novih pojmov, ki so za dijake pogosto težko razumljivi, kot je na primer okluzija, potujoča depresija, izobare itd., je treba učno snov dobro utrditi in ponoviti. To lahko opravimo z delovnimi zvezki, lahko tudi z delovnimi listi ali z dodatnimi vajami in nalogami. Poglavje o podnebjju bi bilo treba obravnavati na tak način, da bi dijaki dobili čim več uporabnega znanja. Poudarek je na praktičnih vajah, merjenju temperatur, vlage v zraku, določanju klimogramov, njihovi primerjavi in ostalimi analizami.

Tematski sklop podnebjje se močno povezuje s tematskim sklopom o rastju in prsti, zato je smiselno povezovati vse tri tematske sklope, tako pri utrjevanju, ponavljanju in tudi preverjanju za oceno. Sama v prvih letnikih običajno preverjam za oceno vse tri tematske sklope, ker predstavljajo neko celoto. Pogosto v kontrolno nalogo vključim, da morajo dijaki ob danem klimogramu določiti toplotni pas, tip podnebjja, tip rastja in tip prsti. To je seveda mogoče določiti samo ob predhodnem ponavljanju in utrjevanju snovi ob klimogramih.

Lep primer take sinteze vseh treh geografskih elementov je modri tisk v učbeniku Jurija Senegačnika, ki ga uporabljamo na naši šoli. V tem povezovanju vseh treh geografskih elementov, tako podnebjja, rastja in prsti, vidim smisel geografskega razumevanja in dijakovega trajnostnega znanja.

Sklep

Kljub temu da spada tematski sklop Podnebjje med težje in bolj zahtevne sklope obče geografije, večina dijakov ob aktivnem sodelovanju in spremljanju pouka lahko novo znanje zelo dobro usvoji. To pomeni, da dijaki usvojijo osnovne pojme, jih znajo definirati in ob kartah v učbeniku tudi razložiti, usvojijo tudi značilnosti glavnih tipov podnebjja znotraj toplotnih pasov in jih med seboj primerjajo. Nekoliko težje je prepoznavanje tipov podnebjja iz klimogramov in povezovanje vseh treh elementov, podnebjja, rastja in prsti. Vendar za dijake, ki sledijo navodilom in aktivno sodelujejo pri pouku, tudi to ne bi smelo biti večji problem.

Znanje, ki ga dijaki najbolj pogosto dobro usvojijo in ki ga lahko uporabijo tudi v nadaljnjem življenju, je branje prognostičnih kart, napovedovanje vremena, merjenje temperatur in drugih podnebnih elementov.

Vsa splošna znanja o podnebjju je običajno, odvisno tudi od razreda, treba v višjih letnikih ponoviti, ker so temeljno znanje pri obravnavi regionalne geografije. Zaradi velikega števila novih pojmov in hitrem obravnavanju snovi jih dijaki namreč radi pozabijo ali celo pomešajo. Lep primer nadgradnje znanja tematskega sklopa podnebjje je terensko delo v četrtem letniku pri izbirnem predmetu geografija, ko dijaki ob tedenskih merjenjih klimatskih elementov in opazovanju vremena spoznajo značilnostih svojega krajevnega podnebjja. Ob tem izdelajo tudi tabele merjenj, njihove sinteze in analize, kar privede do trajnejšega in bogatejšega znanja.

Viri in literatura

1. Senegačnik, Jurij, Drobnjak, Borut, 2000, Obča geografija za 1. letnik gimnazij, Ljubljana, Modrijan.
2. Senegačnik, Jurij, Drobnjak, Borut, 2003, Obča geografija za 1. letnik gimnazij, Delovni zvezek, Ljubljana, Modrijan.

GEOGRAFSKA TEKMOVANJA KOT OBLIKA VZGOJNO- IZOBAŽEVALNEGA PROCESA

Mag. Dušan Rojko*



Povzetek

Prispevek predstavlja nekatere ključne ugotovitve magistrskega dela Geografska tekmovanja kot oblika vzgojno-izobraževalnega procesa, v katerem so raziskane smernice geografskega izobraževanja v svetu, časovni pregled območnih in državnih tekmovanj v Sloveniji, analiza nalog geografskih tekmovanj v Sloveniji in primerjava geografskih tekmovanj v Sloveniji z geografskimi tekmovanji v tujini, stališča slovenskih učencev, dijakov in profesorjev o geografskih tekmovanjih in predlogi drugačnega modela geografskega tekmovanja.

Ključne besede: geografija, izobraževanje, šolska tekmovanja, pedagoški eksperiment

Abstract

The present master thesis deals with the theme of geographical competitions as a form of educational process and is divided into two parts, theoretical and empirical. The content consists of geographical education guidelines worldwide, Slovenian local and national geographical competitions, and the comparison between the Slovenian geographical and the competitions organized in other countries, as well as with the results of the survey conducted among pupils, students and teachers, concerning their ideas about geographical competitions and possible changes.

Key words: geography, education, school competitions and pedagogical experiment

Vsebina raziskave

V magistrski nalogi smo proučili potek geografskih tekmovanj v Sloveniji z vidika njihovega vpliva na popularizacijo geografije med mladimi, analizirali učno vsebino in zastopanost učnih metod ter oblik dela pri reševanju geografskih nalog na geografskih tekmovanjih, ugotovili razmerje med tematskimi in regionalnimi nalogami, analizirali značilnosti dosedanjih geografskih tekmovanj – prednosti in pomanjkljivosti (vsebinske, organizacijske) ter analizirali prevladujoče tipe nalog na podlagi tehnike reševanja in nivoja učne zahtevnosti. Evalvirali smo tudi organizacijski vidik dosedanjih geografskih šolskih tekmovanj: čas in kraj izvedbe, čas trajanja posamezne naloge, vlogo mentorjev, financiranje tekmovanj, povezanost nalog z vsebino učnega načrta, načini priprav na tekmovanje in oblike preverjanja rezultatov.

* Mag. Dušan Rojko, profesor geografije na III. gimnaziji Maribor
dusan.rojko@guest.arnes.si

Na podlagi ugotovitev smo v zaključnem, sintetičnem poglavju strnili nekatere predloge, ki bi lahko bili vodilo, da bi tekmovanje še bolje predstavljalo geografijo kot zanimiv in raziskovalni šolski predmet.

Predlogi za izboljšanje geografskih šolskih tekmovanj

Ključne ugotovitve raziskovalnih ciljev na teoretičnem nivoju

Namen in cilji magistrske naloge so bili razdeljeni na raziskovalne cilje teoretičnega in empiričnega nivoja.

Izdelali smo časovno, prostorsko in vsebinsko analizo geografskih šolskih tekmovanj v Sloveniji od šolskega leta 1999/2000 do šolskega leta 2008/2009.

Predlagamo, da pri testnih nalogah še naprej prevladujejo naloge objektivnega tipa, da niso več različno točkovane, da se zviša nivo učne zahtevnosti in da se podaljša čas pisanja testa z 10 minut na 15 ali 20 minut. V šolskem letu 2008/2009 so učenci in dijaki pisali test 30 minut. Veljalo bi razmisliti tudi o skupinskem pisanju testa.

Pri vsebini terenskih nalog predlagamo večjo uravnoteženost med fizično-geografskimi in družbenogeografskimi nalogami.

Na osnovi tehnike reševanja nalog so prevladovali naloge merjenja, ugotavljanja in utemeljevanja. Pri kriteriju tehnike reševanja nalog predlagamo večjo zastopanost nalog, v katerih je potrebno opisovanje, razlaganje, primerjanje in vrednotenje.

Pri kriteriju nivoja zahtevnosti predlagamo večji delež nalog višje taksonomske stopnje, kot so analiza, sinteza in predvsem vrednotenje.

Predlagamo tudi več nalog, v katerih bo v ospredju kompleksno geografsko mišljenje, vzročno - posledična povezava in smiselno reševanje problemov. To predlagamo zato, ker pri dosedanjih tekmovanjih opažamo manjše število nalog, ki spodbujajo kompleksno geografsko mišljenje, vzročno-posledične povezave in reševanje problemov. Menimo, da je potrebno učence in dijake pripravljati na reševanje tovrstnih nalog, saj ravno takšne cilje predpisujejo in priporočajo novi učni načrt za geografijo in sodobne smernice geografskega izobraževanja.

Primerjava slovenskega geografskega tekmovanja z izbranimi geografskimi tekmovanji v tujini po kriteriju strukture tekmovanja pokaže, da so tekmovanja v tujini sestavljena bolj raznoliko, vsaj iz treh delov. V Sloveniji za zdaj poznamo pisni del (test) in praktični del (terensko delo). Predlagamo, da so tudi slovenska geografska tekmovanja po strukturi tekmovanja sestavljena iz treh delov (geografskega testa, geografskega eseja in terenskega dela).

Po kriteriju načina testiranja nalog ugotovimo, da imajo vsa izbrana tekmovanja v tujini vključene naloge objektivnega tipa in esejske (Poljska, Nizozemska) ali problemske naloge (Hrvaška). V Sloveniji imamo na tekmovanjih pisne naloge objektivnega tipa (test) in naloge praktičnega dela, kjer so tudi prisotne naloge objektivnega tipa. V Sloveniji prevladujejo po

kriteriju načina testiranja nalog naloge izbiranja (test in terensko delo), malo je nalog odprtih odgovorov (terensko delo) in nalog kratkih odgovorov (test). Predlagamo, da po načinu testiranja nalog na geografskih šolskih tekmovanjih uvedemo esejske ali problemske naloge.

Po kriteriju tehnike reševanja nalog so v izbranih državah na geografskih tekmovanjih v ospredju naloge izbiranja (vse tri države) ter naloge kratkih odgovorov (Poljska, Nizozemska) in naloge odprtih odgovorov (Nizozemska, Hrvaška). Predlagamo, da po kriteriju tehnike reševanja nalog na geografskih šolskih tekmovanjih v Sloveniji uvedemo več nalog odprtih odgovorov.

Za prihodnja geografska tekmovanja v Sloveniji bi uvedba teh predlogov prinesla večjo kvaliteto z vidika pestrejšje strukture tekmovanja, z reševanjem problemskih nalog pa tudi spodbujala kompleksno geografsko mišljenje (vzroki, posledice, problemi, rešitve).

S primerjavo slovenskih geografskih tekmovanj in geografskih olimpijad po kriteriju strukture tekmovanja ugotovimo, da so geografske olimpijade večinoma sestavljene iz treh delov oz. disciplin. Najpogosteje so to test, terensko delo in kviz. Slovenska geografska tekmovanja so sestavljena iz dveh delov: test in terensko delo.

Pri primerjavi slovenskih geografskih tekmovanj z geografskimi olimpijadami po kriteriju tipa naloge na podlagi načina testiranja ugotovimo, da so na geografskih olimpijadah, podobno kot na geografskih tekmovanjih v Sloveniji, prevladovale naloge objektivnega tipa. Na olimpijadi v Durbanu so prevladovale naloge esejskega tipa.

Pri primerjavi slovenskih geografskih tekmovanj z geografskimi olimpijadami po kriteriju tipa naloge na podlagi tehnike reševanja naloge ugotovimo, da se na geografskih olimpijadah pojavljajo naloge izbiranja (pri testih), naloge kratkih odgovorov (pri kvizu in testu) in naloge odprtih odgovorov (predvsem pri terenskem delu, pa tudi pri kvizu in delu s karto). Pri slovenskih geografskih tekmovanjih prevladujejo naloge izbirnega tipa (pri testu) in naloge odprtih odgovorov (pri terenskem delu).

Pri primerjavi slovenskih geografskih tekmovanj z geografskimi olimpijadami po kriteriju taksonomskih stopenj po Bloomu ugotovimo, da za razliko od slovenskih geografskih tekmovanj na geografskih olimpijadah prevladujejo taksonomske stopnje višjega zahtevnostnega nivoja (analiza, sinteza, vrednotenje).

Razlika je tudi v dolžini trajanja tekmovanja. Slovenska šolska, območna in državna tekmovanja so zaključena v enem dnevu, geografske olimpijade pa trajajo od štiri do šest dni.

Predlagamo, da bi v Sloveniji razmišljali o podobnem konceptu strukture tekmovanja (trije deli), o dvigu zahtevnostnih stopenj in daljšem trajanju tekmovanja. Državno tekmovanje naj bi trajalo dva dni, sestavljeno bi bilo iz testa, eseja ali kviza in terenskega dela, vsebovalo naj bi vprašanja višjega zahtevnostnega nivoja.

Velika podobnost med geografskimi tekmovanji v Slovenji in med tekmovanji na geografskih olimpijadah je v tem, kdo ocenjuje, saj na vseh tekmovanjih to delo opravljajo mentorji. Podobnosti najdemo pri tipu naloge glede na način testiranja, saj predvsem pri testih na obeh tekmovanjih prevladujejo naloge objektivnega tipa. Podobnosti najdemo tudi pri tipu naloge glede na tehniko reševanja naloge, saj na obeh tekmovanjih prevladujejo naloge izbiranja pri testih in naloge odprtih odgovorov pri terenskem delu. Razlike med obema tekmovanjema so predvsem pri strukturi tekmovanja, taksonomskih stopnjah zahtevnostnega nivoja in v dolžini trajanja tekmovanja.

Ključne ugotovitve raziskovalnih ciljev na empiričnem nivoju

Z anketnim vprašalnikom smo opravili raziskavo stališč anketiranih mentorjev osnovnih in srednjih šol, anketiranih učencev in anketiranih dijakov. Spraševali smo o geografskih modelih v Sloveniji in tujini, o geografskih tekmovanjih v Sloveniji in o stališčih anketirancev do novih idej glede geografskih tekmovanj v prihodnosti. Na podlagi analize odgovorov anketiranih skupin z geografskih šolskih tekmovanj je glede prihodnjega razvoja geografskih šolskih tekmovanj mogoče predlagati:

1. Organizacija tekmovanja:

- geografsko tekmovanje naj bo sestavljeno iz treh delov,
- ekipno pisanje testa,
- ustanovitev nacionalne komisije za geografska tekmovanja,
- dosedanja izvedba tekmovanj na treh nivojih naj ostane (šolsko, pokrajinsko in državno tekmovanje),
- šole naj izvedejo šolsko tekmovanje na svoj način,
- vse anketirane skupine, razen anketiranih učencev, so bile proti predlogu, da bi bile vse lokacije geografskih tekmovanj znane na začetku šolskega leta,
- lokacija geografskega tekmovanja bi morala biti nevtralna,
- vsem anketirancem se zdi organizatorji geografskih tekmovanj preobremenjeni,
- podpirajo poimenovanje geografskega tekmovanja po znanem geografu, uvedbo različnih oblik motivacije za mentorje in tekmovalce, nagradno ekskurzijo za zmagovalce, okrepljeno sodelovanje z mediji in to, da bi gospodarske družbe postale sponzorji geografskega tekmovanja.

2. Vsebina tekmovanja:

- uvedba kviza,
- večji poudarek terenskemu delu,
- različna mnenja anketirancev o uvedbi večjega števila fizičnogeografskih nalog,
- različna mnenja anketirancev glede povezanosti nalog na geografskih tekmovanjih z vsebino učnega načrta,
- 82-odstotna podpora anketiranih skupin za uvedbo več regionalnih nalog na geografskih tekmovanjih, ki bi se nanašale na prizorišče tekmovanja in bi bile bolj problemsko in ustvarjalno zasnovane, da bi učenci in dijaki iskali rešitve za ugotovljene probleme.

3. Čas trajanja tekmovanja:

- daljše trajanje tekmovanja,
- deljena mnenja anketirancev glede časovne (jeseni ali spomladi) izvedbe tekmovanja,

- vse anketirane skupine so podprle časovno omejitev testa in terenskega dela,
- 60 odstotkov anketirancev je menilo, da bi morala državna tekmovanja trajati več kot en dan in da bi morala biti sestavljena iz treh delov.

4. Nivo zahtevnosti nalog:

- višja zahtevnost nalog, saj so na dosedanjih geografskih tekmovanjih prevladovale naloge nižje taksonomske stopnje.

5. Ocenjevanje in nadzor tekmovanja:

- deljena mnenja anketirancev glede neodvisnih in zunanjih ocenjevalcev in nadzornikov,
- zgolj slaba četrtnina anketiranih udeležencev geografskih tekmovanj je menila, da je delo mentorjev ovrednoteno neustrezno.

6. Financiranje tekmovanja

Vsi anketiranci so soglašali o predlogih za pomoč Zavodu RS za šolstvo pri organizaciji in izvedbi tekmovanja. Predlagali so ustanovitev nacionalne komisije za geografska tekmovanja, iskanje sponzorjev in večjo finančno pomoč Ministrstva za šolstvo in šport.

Predlog drugačnega modela tekmovanja

Izdelali smo model novega geografskega tekmovanja, ki je bil preizkušen v pedagoškem eksperimentu na vzorcu treh ekip III. gimnazije Maribor. Predlagamo za prihodnja geografska tekmovanja v Sloveniji: dijaki naj se poleg testa in terenskega dela preizkusijo še v pisanju geografskega eseja, prevladujejo naj regionalno usmerjene naloge pred občegeografskimi nalogami, naloge na geografskih tekmovanjih naj obravnavajo aktualne geografske teme o spreminjanju pokrajine in prostora, naloge naj se nanašajo na lokalno okolje in naj bodo problemsko zastavljene, na geografskih tekmovanjih naj se poveča delež nalog višjega taksonomskega nivoja zahtevnosti (sinteza, vrednotenje), ki so povezane s problemskim učenjem in kritičnim geografskim mišljenjem.

Preglednica 1 : Predlog novega modela geografskih tekmovanj

Številka preizkusa	1	2	3
Oblika izvajanja	Test	Geografski esej	Terensko delo
Vrsta preizkusa	Posamično	Posamično	Skupinsko
Čas reševanja	30 minut	30 minut	120 minut
Delež pri oceni	30 %	30 %	40 %
Vsebina preizkusa	Test iz obče geografije – tematski sklop Podnebje	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podnebne spremembe – greh človeštva ali običajen naravni cikelus? 2. Energetska prihodnost planeta – fosilna goriva ali alternativni energijski viri? 3. Naravne katastrofe in vpliv človeka na njih 	10 geografskih raziskovalnih polj: <ol style="list-style-type: none"> 1. Orientacija in merjenje razdalj 2. Relief in raba tal 3. Podnebje v Mestnem parku 4. Kartiranje ulice 5. Promet 6. Trajnostni razvoj 7. Fotografski album o ekoloških konfliktih v naselju 8. Univerzijada 2011 9. Podnebje v mestu 10. Turizem

Fotografija št. 1: Pisanje geografskega testa

(foto: D. Rojko, oktober 2008)



Fotografija št. 2: Delo na terenu

(foto: D. Rojko, oktober 2008)



Fotografija št. 3: Pisanje geografskega eseja

(foto: D. Rojko, oktober 2008)



Literatura in viri

1. Bilteni geografskih tekmovanj. Zavod republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana.
2. Brinovec, S. (2004) – Kako poučevati geografijo. Didaktika pouka. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
3. Gradiva za natjecanje iz geografije učenica i učenika osnovnih i srednjih škola (2006/2007). Ministarstvo znanosti, obrazovanja in športa, Agencija za odgoj i obrazovanje i Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb.

4. IGU 2002 Schools Geography Competition: Field Observation and Skills, General Geographical Knowledge Quiz, Problem Solving Activity and Planning for Development in rural areas.
5. International Geography Competition (2003): Working without map, Working with the map.
6. 7th International Geographical Olympiad (2008): Marking Scheme, Questions, Sources.
7. Kolenc-Kolnik, K. (2000): Terenske in laboratorijske vaje ter ekskurzija na maturi. Geografija v šoli. 1. Letnik IX, št. 1.
8. Kolenc-Kolnik, K. (2005): Učenje za odgovorno prihodnost: primer učenja za kompetentno ravnanje s prostorom. Didactica Slovenica, Pedagoška obzorja, št. 3–4. Novo mesto, 58–67.
9. Zavod RS za šolstvo (2003): Pravilnik za tekmovanje iz znanja geografije.
10. Schallhorn, E. (2004): Erdkunde Didaktik, Praxishandbuch für Sekundarstufe I und II. Scriptor – Geographieunterricht international: USA, England, Japan. Cornelsen.
11. Veljavni učni načrti za osnovno in srednje izobraževanje ter informacije o tekmovanju:
12. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Geografija (25. 4. 2009)
13. http://www.zrss.si/pdf/GEO_UN_GEOGRAFIJA_gimn.pdf (25. 4. 2009)
14. <http://www.zrss.si> (25. 2. 2009)

NOVICE

Igor Lipovšek



Kocenova sobota na Ponikvi

Na Ponikvi in Hotunju je 31. marca potekala tradicionalna Kocenova sobota. Letos je bila posvečena 150-letnici prvega Kocenovega atlasa. Tokrat se je vabilu odzvalo malo geografov. Precej več je prišlo okoličanov in gostiteljev, ki so pripravili prireditev. Organizator je bilo Turistično olepševalno društvo Ponikva ob pomoči Društva učiteljev geografije Slovenije, pokrovitelj pa občina Šentjur, ki je pripravila toplo malico za vse udeležence, nekateri pokrovitelji so večino udeležencev nagradili z lepimi knjižnimi in kartografskimi nagradami.

Na prijetni kulturni prireditvi, ki jo je pred pohodom pripravila Osnovna šola Blaža Kocena, in na pohodu po geografsko zanimivi Ponkovski okoličici pod vodstvom Toma Goloba, se je zbralo okoli 40 udeležencev. Organizatorji so bili s tako udeležbo zadovoljni, DUGS pa nekoliko manj. Zato v stanovskem društvu razmišljajo, kako doseči, da bi se Kocenova sobota tudi med geografi bolj prijela ali pa od tega odstopiti in jo v celoti prepustiti gostoljubnim domačinom.

Uspešen je bil tudi seminar oziroma študijsko srečanje za celjske učitelje geografije, ki ga je Zavod RS za šolstvo s podobnim programom pripravil v petek popoldne; novost, ki bi jo lahko ponovili v prihodnje – študijsko srečanje za didaktiko geografije v naravi.

Na Geolisti je dr. Kunaver za razmislek povprašal:

- ali je morda vsakoletno proslavljanje Kocena kot inovatorja moderne didaktike geografije v srednjeevropskem prostoru nekaj, kar ni v duhu časa, kar ne združuje dovolj, kot nasprotno npr. Jurčič ali Levstik z Jurčičevo ali Levstikovo potjo;
- ali je je Kocen premalo umetnosten in nacionalen in preveč naravo-sloven in izobraževalen ter ozko usmerjen v geografsko izobraževanje, pisanje učbenikov in kartografijo ter zato premalo združevalen;
- ali ni druženje tudi tisto, kar vsi potrebujemo; kot ljudje in kot geografi;
- kako pripraviti Kocenovo soboto v prihodnje?

17. geografsko tekmovanje

Na OŠ Rudolfa Maistra v Šentilju je 13. aprila potekalo 17. tekmovanje iz znanja geografije. Na njem je sodelovalo 124 osnovnošolskih, 10 strokovnošolskih in 44 gimnazijskih tekmovalcev. Kljub temu da je zaradi krovnega, državnega pravilnika tekmovanje v možnostih za preverjanje raznovrstnega geografskega znanja precej okrnjeno, so tekmovalci z opravljenimi pisnimi in terenskimi nalogami pokazali visoko raven geografskega opazovanja naravnih in družbenih pojavov in procesov ter povezovanja dejavnikov in sklepanja, celostnega utemeljevanja in napove-

dovanja procesov v pokrajini ter vrednotenja gospodarske rabe pokrajine v občini Šentilj.

Na začetku tekmovanja je tekmovalce in mentorje s kulturnim programom počastila šola gostiteljica, njena ravnateljica Jelka Weldt in župan Šentilja Edvard Čagran. Danijel Lilek, državni koordinator tekmovanja, je čestital tekmovalcem za uvrstitev na državno tekmovanje in se zahvalil mentorjem, ki so tekmovalce pripravljali za tekmovalni preskus.

Srednješolci so odšli na teren skozi novo središče Šentilja, opazujoč cestni in železniški promet, do starega središča ob cerkvi. Nato so opazovali kmetijsko rabo tal in specifiko gričevnate pokrajine. Po prihodu na cilj so reševali naloge teoretičnega in praktičnega dela tekmovanja.

Osnovnošolci so teoretični del napisali v šoli in v zamiku v petih skupinah odšli na teren. Skicirati so si morali morebitne odgovore, na vprašanja pa so odgovarjali po prihodu na cilj. Ko so mentorji vrednotili izdelke, so organizatorji pripravili malico za tekmovalce v prijetnem ambientu.

Po enotedenskem pritožbenem roku so bili razglašeni rezultati. 80 tekmovalcev je prejelo zlata priznanja.

Najboljši med osnovnošolci so bili: Anže Turk, OŠ Cerklje ob Krki (mentor Drago Ivanšek), 44 točk od 50; Domen Stepančič, OŠ Antona Ukmarja Koper (Peter Grbec), 43; Vesna Černec, OŠ bratov Polančičev Maribor (Stojan Berlič), 42; Blaž Pavlakovič, OŠ Mirana Jarca Črnomelj (Boris Staršinič), 42; Aljaž Trebušak, OŠ Tončke Čeč Trbovlje (Karl Bračko), 42; Nik Krajnc, OŠ Borisa Kidriča Kidričevo (Romana Lepoša), 42; Urška Pečarič Strnad, OŠ Ledina Ljubljana (Danijela Jerina), 42; Zala Sekne, OŠ Šenčur (Nada Kralj), 42; Žiga Vrevc Žlajpah, OŠ Trnovo Ljubljana (Franc Ferdo Kukec), 42; Ana Medja, OŠ Gorje (Neva Ažman), 42; Ana Simončič, I. OŠ Žalec (Marjeta Hleb),; Eva Lavrenčič, OŠ Litija (Alojzija Boncelj), 41; Lucija Bastarda, OŠ Horjul (Barbara Jagodic), 41; Marjetka Modrijan, OŠ Rovte (Majda Prebil), 41.

Najboljši tekmovalci iz strokovnih šol so bili: Gašper Stanonik, Biotehniški center Naklo (Bernarda Božnar), 32; Andreas Sarjaš, Dvojezična srednja šola Lendava (Mária Gaál), 31; Sara Rogel, Sr. šola za gostinstvo in turizem Celje (Vida Strašek Čokl), 29; Tina Zdravec, Ekonomska šola Murska Sobota (Evelina Katalinič), 29; Marina Kovač, Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje (Lidija Oblak), 29.

Najboljši gimnazijci so bili: Armando Tratenšek, ŠC Rogaška Slatina (Alenka Virant), 42; Dorotea Gašpar, Gimnazija Murska Sobota (Drago Balajc), 42; Gašper Horvat, Gimnazija Bežigrad (Valentina Maver), 39; Miha Nahtigal, ŠC Postojna (Saša Mislej), 39; Mateja Čarman, Sr. vzgojiteljska šola in gimnazija Ljubljana (Drago Radoman), 38; Mitja Šadl, Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer (Franc Čuš), 38.

Tekmovanje že četrto leto poteka z računalniško podporo strežnika DMFA, mentorji in tekmovalci pa so sprejeli in prevzeli tudi posamični način tekmovanja. Zato je čas, da ob drobnih spremembah pravilnika geografi razmislijo, kako bi na terenskem delu omogočili tekmovalcem manj opa-

zovalnega in več raziskovalnega dela. Razprava o tem že živahno poteka v učiteljskih spletnih učilnicah.

Strokovna ekskurzija v Južnoafriško republiko

Zavod RS za šolstvo je v zimskih počitnicah pripravil že tradicionalno geografsko ekskurzijo v eno od regij sveta. Tokrat so učitelji geografije v dveh tednih raziskovalno prečkali Južnoafriško republiko in si ogledali tudi Viktorijine slapove.

Zaradi pompozni naslovov v časopisih pa je javnost v domovini bolj zanimalo, kako si lahko učitelji privoščijo tako razkošen izlet.

Novinarji tiskanih in elektronskih občil so ZRSS zasuli z vprašanji. Po odgovorih:

- da gre za strokovno izobraževanje, ki je že eno leto objavljeno tudi v katalogu izobraževanj ZRSS;
- da gre za tradicionalno obliko, ki poteka že 20 let;
- da gre za usposabljanje, ki ga osmišljajo cilji učnih načrtov;
- da se mora učitelj na ekskurzijo pripraviti v obliki referata;
- da je objavljen zbornik referatov kot trajni dokument za podporo pouka;
- da na strokovni ekskurziji učitelji, avtorji referatov te predstavijo in vzpostavljajo kritično primerjavo med doživeto ter raziskano in med po literaturi preiskano pokrajino ter opravljajo tudi geološke, hidrološke, pedološke, geomorfološke, klimatološke, vegetacijske, naselbinske, prebivalstvene in socialno-gospodarske raziskave in merjenja;
- da je v naslednjem šolskem letu tematika ekskurzije tudi vsebina strokovnih in študijskih srečanj učiteljev geografije;
- da kateri od udeležencev napiše članek v Geografski obzornik, Geografijo v šoli ali drug časopis in posname film;
- da ne gre za obisk (turističnih) destinacij, ampak za raziskovanje krajev, območij in pokrajin s pedagoško oz. didaktično pomembnimi geografskimi pojavi in procesi;
- da so udeleženci pretežno samoplačniki in je bilo sofinanciranje šol v povprečju med 100 in 200 evri – torej do 5-odstotno;
- da večji del ekskurzije poteka v prostem času učiteljev, neopravljene ure pouka pa morajo učitelji nadomestiti;
- da učitelji za svoj denar posnamejo obilo filmov in fotografij, nakupijo zemljevidov, knjig in predmetov, ki jih po ekskurziji brezplačno uporabljajo pri pouku;
- idr.;

je zanimanje novinarjev in javnosti mimogrede pojenjalo.

9. geografska olimpijada

Od 21. do 26. avgusta je v nemškem mestu Kölnu potekala 9. geografska olimpijada. Slovenijo so zastopali Armando Tratenšek s Srednješolskega centra Rogaška Slatina, Dorotea Gašpar z Gimnazije Murska Sobota, Gašper Horvat z Gimnazije Bežigrad in Miha Nahtigal z Gimnazije Postojna. Spremljala sta jih Danijel Lilek z Zavoda RS za šolstvo, ki je koordinator državnega tekmovanja, in Alenka Virant, mentorica najuspešnejšega dijak, profesorica na Srednješolskem centru Rogaška Slatina, ki je poskrbela tudi za varno vožnjo s kombijem na tisočkilometrski poti.

Slika 1: Na fotografiji z leve: Alenka Virant, Gašper Horvat, Dorotea Gašpar, Miha Nahtigal, Armando Tratenšek in Danijel Lilek.



V petih tekmovalnih dneh se je 132 udeležencev iz 33 držav pomerilo v pisnem testu, ki je zajemal naloge iz šestih tematskih sklopov: vulkanizma, planetarnega segrevanja, naravnih nesreč, prebivalstva, sonaravnega gospodarjenja, kmetijstva in prometa. Pri pisanju odgovorov na vsakega od tematskih sklopov so se udeleženci poleg svojega znanja morali sklicevati tudi na literaturo in vire, ki so jih prejeli ob nalogah.

Druga disciplina je bilo terensko raziskovanje v obrečnem delu mesta, ki je pomembno tovorno pristanišče ob Renu. Obrežje mesta se je od srednjega veka intenzivno spreminjalo in se bo zaradi novih pretovornih tehnologij tudi v prihodnje. Zato so morali tekmovalci na podlagi opazovanja in raziskovanja odgovoriti na vprašanje: kako se bo obrečna pokrajina spreminjala v prihodnje in zakaj. Ključno je bilo v odgovoru zajeti zgodovinski razvoj, utemeljiti vzroke za spreminjanje pokrajine ob Renu in na podlagi sodobnih potreb čim bolj verodostojno predvideti prihodnji razvoj. Tudi slovenskim tekmovalcem je ta naloga pomenila največji izziv.

Tretja disciplina je bil geografski kviz, ki so ga udeleženci opravljali ob računalniku. Petdeset pronicljivih vprašanj je bilo zastavljenih ob fotografijah, zemljevidih, podatkih, preglednicah in grafih. Nobeno vprašanje ni bilo neposredno, ampak je tekmovalec nanj lahko odgovoril šele z razmislekom o kraju in času, na katerega se podoba nanaša.

Na razglasitvi rezultatov se je pokazalo, da so najboljši Singapurci; tako ekipno kot posamično. Slovenska ekipa se je razveselila dveh bronastih medalj; osvojila sta ju Armando Tratenšek in Gašper Horvat.

Zanimivo, da smo Slovenci ob Nizozemcih in Poljaki edini, ki smo doslej nastopili na vseh olimpijadah. Jubilejna, deseta, bo julija prihodnje leto v japonskem Kjotu, vendar se še ne ve, ali bodo slovenski dijaki lahko sodelovali. Stroški kotizacije in prevoza bodo namreč dosegli petmestno evrsko številko.

Srečanje mladih raziskovalcev

V Murski Soboti je bilo 21. maja 46. državno Srečanje mladih raziskovalcev Slovenije. Namen vsakokratnega srečanja je populariziranje znanosti in tehnike, zgodnje uvajanje mladih v znanost, odkrivanje mladih talentov in njihovo spodbujanje k poglobljanju znanja, ustvarjalnosti ter raziskovalni dejavnosti.

Na državnem srečanju so z raziskovalnimi nalogami sodelovali učenci in učenke zadnjih štirih razredov osnovnih šol ter dijaki in dijakinje srednjih šol. Razpisanih je bilo 20 različnih področij, zaključni del državnega srečanja pa so bile predstavitve in zagovori raziskovalnih nalog, ki so potekali na Gimnaziji Murska Sobota in Srednji poklicni in tehniški šoli Murska Sobota. Izmed najboljših z območnih tekmovanj je geografske raziskovalne naloge komisija razvrstila takole:

Zlato priznanje – osnovna šola

- Ljubljana: Mestni toplotni otok in vpliv širjenja mesta na spremembo povprečnih temperatur; Osnovna šola Prežihovega Voranca Ljubljana
- Primerjava temperatur zraka v središču in na obrobju Celja; Osnovna šola Hudinja

Srebrno priznanje – osnovna šola

- Prebivalci in Krajinski park Lahinja; Osnovna šola komandanta Staneta Dragatuš
- Raziskovanje jamskega potenciala v Moravški dolini; Osnovna šola Jurija Vege Moravče;
- Javni promet v Mariboru; Osnovna šola Toneta Čufarja Maribor
- Rojstva v Framu z okoliši po letu 1945; Osnovna šola Fram

Bronasto priznanje – osnovna šola

- Geografija Evrope v učbenikih izbranih evropskih držav; Osnovna šola Kašelj
- Raba interneta v Sloveniji; Osnovna šola Ledina
- Poškodovanost gozda v Mestni občini Ljubljana; Osnovna šola Polje
- Kopališče v Poljanah v 20. stoletju; Osnovna šola Poljane
- Skrivnosti Siama in Nipona; Osnovna šola Prežihovega Voranca Maribor
- Možnosti izrabe Šaleških jezer za energetske namene; Osnovna šola Šalek

Zlato priznanje – srednja šola

- Vpliv globalizacije na trgovsko ponudbo v Mestni občini Celje; I. gimnazija v Celju
- Potek Južnoalpske narivne meje med Kropo in Kamnikom; Gimnazija Kranj

Srebrno priznanje – srednja šola

- Analiza poti v krajinskem parku Rožnik, Tivoli in Šišenski hrib; Srednja gradbena, geodetska in ekonomska šola Ljubljana
- Vetrolom Črnivec in njegova sanacija; Šolski center Rudolfa Maistra Kamnik

Bronasto priznanje – srednja šola

- Vodnjaki kot alternativni viri vode na Krasu; Gimnazija Poljane
- Analiza laških rizlingov Podravja; II. gimnazija Maribor

32. kongres Mednarodne geografske zveze (IGU)

V zadnjem tednu letošnjega avgusta je v nemškem Kölnu potekal 32. kongres Mednarodne geografske zveze (IGU). Slovenski udeleženci iz GIAM ZRC SAZU, Univerze na Primorskem, Univerze v Ljubljani ter Društva učiteljev geografije Slovenije so bili, kot poročajo dr. Jurij Kunaver, dr. Stanko Pelc in dr. Tatjana Resnik Planinc, zelo dejavni. Pozornost je zbudila posebna številka Geografskega vestnika z naslovom »Geographical tidbits from Slovenia«, ki so jo delili slovenski geografi, a je še zdaleč ni bilo dovolj za več kot 2400 geografov iz 80 držav.

Poleg plenarnega zasedanja je potekalo delo v skupinah, simpozijih in komisijah, v katerih so tudi naši geografi z referati predstavili raziskovalne dosežke slovenske geografije.

V Freiburgu ob Renu je bil simpozij o didaktiki geografije, kjer se je Slovenija pokazala v svetli luči. Že na otvoritveni slovesnosti se je prof. Haubrich v slavnostnem govoru posebej spomnil sodelovanja v projektu Moja prihodnost v Evropi ter posebej Lare Prosenc, ene od takratnih sodelujočih dijakinj iz gimnazije Poljane. Aktivna je slovenska šolska geografija tudi v Evropski zvezi geografov, ki je zrasla iz »European Standing Conference of Geography Teachers' Associations«.

Slovenski geografi vodijo tudi kongresne komisije. Dr. Anton Gosar je predsednik Komisije za politično geografijo, dr. Stanko Pelc pa predsednik komisije z naslovom »Marginalization, globalization and local and regional response«.

Kongresi IGU so vsako četrto leto. Vmes so konference: v Kjotu 2013, v Krakovu 2014, v Moskvi 2015. Naslednji kongres bo v Pekingu leta 2016. Generalna skupščina IGU je na volilni seji poleg štirih novih podpredsednikov (iz Indije, Nemčije, Nizozemske in Finske) izvolila tudi novega predsednika IGU, Vladimirja Kolosova iz Rusije. Med članice je sprejela »zvezi geografov« Palestine in Kuvajta ter podelila organizacijo kongresa 2020 turški zvezi, ki bo kongres organizirala v Istanbulu. To pomeni, da bo kongres prvič potekal na dveh celinah hkrati; tako so vsaj zatrdili turški geografi v svoji predstavitvi. Sklenili so še, da bo leta 2022, ob stoletnici ustanovitve IGU, organiziran tudi izredni kongres.

Tatjana Resnik Planinc

17. Ilešičevi dnevi: Mednarodna konferenca o evropski identiteti

Letošnji 17. Ilešičevi dnevi so potekali v sklopu Mednarodne konference o evropski identiteti od 14. do 15. septembra 2012 na Filozofski fakulteti v Ljubljani v organizaciji Oddelka za geografijo in v sodelovanju s konzorcijem projekta Perception, Attitude, Movement – Identity Needs Action. Ta je potekal pod okriljem Programa vseživljenjskega učenja Evropske unije, katerega cilj ugotoviti razumevanje ideje evropske identitete med mladimi v Evropi.

Udeležba je bila mednarodna in zelo pestra. Med udeleženci so bili osnovnošolski, srednješolski in univerzitetni učitelji ter predstavniki mednarodnih inštitucij, predstavniki vseh treh slovenskih geografskih oddelkov (Ljubljana, Maribor in Koper) ter predstavniki inštitucij (GIAM ZRC SAZU, Zavod za šolstvo RS). Žal pa moramo ugotoviti, da smo med njimi pogrešali slovenske učitelje geografije. Upamo, da je vzrok predvsem izjemno

pereče stanje na področju izobraževanja in ne pomanjkanje potrebe po strokovnem izpopolnjevanju in druženju s stanovskimi kolegi in kolegicami. Več o vsebini Ilešičevih dni pa v prispevku, ki bo objavljen v naslednji številki Geografije v šoli.

NOVO IZ ZALOŽB

Kocenov srednješolski atlas

SAZU je v 22. knjigi zbirke Geografija Slovenije izdal delo Kocenov srednješolski atlas kot didaktična prelomnica.

V njem na 120 straneh Rožle Mrvar Bratec, Lukas Birsak, Jerneja Fridl, Drago Kladnik in Jurij Kunaver predstavljajo Blaža Kocena (1821–1871) in njegov prispevek k razvoju šolske geografije in kartografije za šolsko rabo.

O knjigi so spregovorili 17. januarja 2012 na uradni predstavitvi. Avtorji (manjkal je gospod Birsak z Dunaja) so zanimivo in z mnogimi v knjigi nezapisanimi podrobnostmi iz Kocenovega življenja in dela opisali in ovrednotili pomen Kocena za evropsko šolstvo in geografijo ter utrjevanje slovenske narodne zavesti.

Poleg krajšega predgovora, uvoda, sklepa, seznama virov in literature, seznama slik in seznama preglednic je osrednjih poglavij pet.

Blaž Kocen – Slovenec z veliko začetnico opisuje njegovo življenje od rojstva do zaključka šolanja in bogato poklicno pot. V Kocenovih delih so nanizana in predstavljena znanstvena dela, učbeniki, stenski in namizni zemljevidi in šolski atlasi. Prvi Kocenov atlas oriše okoliščine nastanka, predstavi prvo izdajo in njeno kartografsko podobo, spregovori o zemljepisnih imenih in ovrednoti njegov didaktični pomen. Poznejše izdaje srednješolskega atlasa prikazujejo nadaljnje življenje, razvoj in nadgradnjo srednješolskega atlasa, ki se še vedno trži pod znamko Kotzen in je lani izšel natisnjen z dodano zgoščenko. Drugi Kocenovi atlasi pa opisujejo nemške izdaje, izdaje v drugih jezikih in licenčne izdaje.

Knjiga je na voljo v spletni različici na <http://gjam2.zrc-sazu.si/sl/publikacije/kocenov-srednjesholski-atlas-kot-didakticna-prelomnica#v>.

Svet v presežnikih – ilustrirana geografija posebnosti in značilnosti

Marjeta in Karel Natek sta pripravila bogato ilustrirano knjigo Svet v presežnikih. Za razloček od mnogih podobnih del, ki se zadovoljijo zgolj s fotografijami ter kratkimi opisi, ki povedo, kje je kaj, sta avtorja opise razširila v geografska sporočila, ki razlagajo zakaj in kako. Knjiga je izšla pri Mladinski knjigi in ima 240 strani velikega formata.

Poleg informativne vrednosti je Svet v presežnikih uporaben tudi didaktično, saj vešče izrablja motivacijsko vrednost pridevnikov največji, najmočnejši, najvišji, najdaljši, najbolj razširjeni, največičastnejši in jih opremja s strokovnim besedilom ter nazornimi fotografijami.

Opisanih je 110 svetovnih rekordov, ki so bodisi delo narave bodisi človeka. Razvrščeni so v več kot 30 skupin: celine, države, otoki, oceani in morja, gorstva, vrhovi, slapovi, ognjeniki, puščave, jezera, mokrišča, geozirji, ledeniki, gozdovi, depresije, jame in brezna, skalni monoliti, polotoki,

reke, kanjoni, narodni parki, mesta, metropolitanska območja, ceste, predori, železnice, mostovi, letališča, pristanišča, prekopi, zgradbe, verstva in jeziki.

Na koncu je brez fotografij na kratko opisanih še 50 presežnikov; podnebne, vremenske, vodne, geološke, geomorfološke in druge posebnosti ter razdalje in razsežnosti.

Narava, naša pot do znanja – mednarodni publikaciji OŠ Cerklje ob Krki

Pod uredniškim vodstvom Draga Ivanška sta nastali dvojezični publikaciji. Povzemata rezultate mednarodnega projekta, ki ga je podprla Evropska zveza in v katerem so se povezale osnovne šole Cerklje ob Krki, Kostanjevica ob Krki, Podbočje, Velika Dolina in hrvaška občina Fužine.

Prva publikacija je delovni učbenik za spoznavanje značilnosti pokrajine, ki na 150 straneh prinaša navodila, priporočila, usmeritve, namige in delovne liste za raziskovanje pokrajine:

- Šolska učna pot Cerklje ob Krki–Gadova Peč–Izvir;
- Učilnica na prostem v Podbočju;
- Kostanjevica na Krki: danes za jutri;
- Dediščina na Veliki Dolini;
- Naravna in kulturna dediščina občine Fužine.

Delovni listi so prevedeni v hrvaščino, v publikaciji pa najdemo tudi fotografije, ki ilustrirajo tako dejavnost učencev na terenu kot procese in pojave v pokrajini, skice, preglednice, tabelske slike, miselne vzorce in sheme.

Druga publikacija je didaktični priročnik, ki osmišlja dejavnosti, za učence opisane v prvi publikaciji. Učitelju pomaga z napotki in razlagami, kako načrtovati pokrajinsko raziskovanje, kako si pomagati s predhodnimi izkušnjami, katere rekvizite vzeti s seboj na teren in kako rezultate interpretirati.

Visokogorska območja in njihovo odzivanje na razvoj turizma

V zbirki monografij GeograFF Oddelka za geografijo ljubljanske Filozofske fakultete je izšla monografija Irene Mrak, ki uspešno združuje svojo alpinistično in znanstveno kariero. Naslov monografije je Visokogorska območja in njihovo odzivanje na razvoj turizma.

Novo iz založbe Zavoda RS za šolstvo



Liljana Kač (ur.)

VEČJEZIČNOST NAS BOGATI: Tuji jeziki v osnovni šoli

2012, ISBN 978-961-03-0022-9, 301 str., 24,40 €

V širšem smislu se monografija loteva tematike pouka tujih jezikov, v ožjem smislu pa obravnava uvajanje obveznega drugega tujega jezika v slovenske osnovne šole. Sestavlja jo pet vsebinsko zaokroženih poglavij, in sicer: Strokovna podpora učiteljem, Načrtovanje pouka drugega tujega jezika, Obetavni primeri učnih ur, Vrednotenje znanja in Ugotovitve ob zaključku poskusa. Monografija dokumentira in analiza obdobje poskusa uvajanja obveznega drugega tujega jezika. Poudarki so na naslednjih področjih: ocenjevanje in vrednotenje znanja, diferenciacija pri ocenjevanju znanja, razvijanje digitalne zmožnosti pri pouku drugega tujega jezika, medpredmetno povezovanje in načrtovanje pouka tujih jezikov z Evropskim jezikovnim listovnikom. Monografija temelji na sodobnem pristopu k poučevanju tujih jezikov t. j., da se pouk tujega jezika mora povezovati z vsemi šolskimi predmeti in vsebinami, da je naravnana na učenca, na njegovo aktivno vlogo pri učenju in na njegovo obstoječe splošno in jezikovno znanje. Gre za celostno in dejavnostno naravnana pouk tujih jezikov prek branja

umetnostnih in avtentičnih besedil. Predstavljeni primeri učnih ur so bili pri pouku preizkušeni, prispevki pa vsebujejo vse tri korake pri izpeljavi pouka: načrt, izvedbo in učiteljevo ovrednotenje pouka. Večjezičnost nas bogati in povezuje, nam daje naš vsakdanji kruh in gradi samospoštovanje.



Tanja Bezić (ur.)

VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNO DELO Z NADARJENIMI UČENCI OSNOVNE ŠOLE: priročnik

2012, ISBN 978-961-03-0028-1, 359 str., 31,40 €

Priročnik temelji na najsodobnejših spoznanjih edukacijskih ved in ugotovitvah svetovno znanih strokovnjakov s področja odkrivanja in dela z nadarjenimi učenci. Sestavljen iz teoretičnega uvoda o učni diferenciaciji in individualizaciji ter konkretnih primerov prepoznavanja nadarjenih učencev pri pouku različnih predmetov in področij. Posebni prispevek je namenjen tudi individualiziranim načrtom vzgojno-izobraževalnega dela (INDEP), ki naj bi predstavljali osnovno sintezo spoznanj o značilnostih učenca, njegovih potrebah, interesih in željah ter idej in dogovorov učiteljev in učenca ter staršev o tem, kako učencu čim bolj prilagoditi vzgojno-izobraževalno delo v šoli, pa tudi dejavnosti zunaj nje. V priročniku so predstavljena izhodišča za prilagajanje vzgojno-izobraževalnega dela pri posameznih predmetih in drugih vzgojno-izobraževalnih aktivnostih ter primeri uspešne prakse. V veliko pomoč bo vsem strokovnim delavcem, še posebej učiteljem razrednega in predmetnega pouka ter ravnateljem. Priročnik pomembno prispeva k

pregledu, smislu in pomenu posebne skrbi za nadarjene učence v osnovni šoli.



Tatjana Ažman

SODOBNI RAZREDNIK

2012, ISBN 978-961-03-0019-9, 204 str., 27,00 €

Priročnik je namenjen vsem, ki opravljajo razredniške naloge, še posebno pa: razrednikom začetnikom, ki si želijo in iščejo vir, ki bi jim ponudil sistematično razlago različnih vidikov razredništva, izkušenim razrednikom, ki želijo pri svojem delu kaj preveriti ali spremeniti, ne nazadnje pa tudi ekspertom, ki bi radi preverili, če res delajo odlično. V priročniku predstavljene vsebine kot celota učitelju ponujajo dovolj možnosti, da glede na svoje trenutne potrebe, razpoložljivi čas in interes v njih poišče ustrezne odgovore in se postopoma izpopolnjuje v izvedbi svoje funkcije razrednika. Delo je obogateno z reflektivnimi vprašanji in delovnimi listi kot spodbuda za razmislek in pripravo lastnega stališča do vsebine. Večino delovnih listov je mogoče prilagoditi tudi za sodelovanje z učenci in s starši.

Naročanje:

- **po pošti:** Zavod RS za šolstvo, Poljanska 28, 1000 Ljubljana
- **po faksu:** 01 / 3005-199
- **po elektronski pošti:** zalozba@zrss.si
- **na spletni strani:** <http://www.zrss.si>



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

- Geografija v šoli** Letnik 21, številka 1-2, leto 2012, ISSN 1318-4717
- Izdajatelj:** Zavod Republike Slovenije za šolstvo
- Predstavniki:** mag. Gregor Mohorčič
- Odgovorna urednica:** Nevenka Cigler
- Uredniški odbor:** Aleksander Jeršič, Andragoški zavod Maribor, dr. Eva Konečnik Kotnik, Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, dr. Jurij Kunaver, Igor Lipovšek, Zavod RS za šolstvo, Marjan Luževič, Gimnazija Škofja Loka, dr. Anton Polšak, Zavod RS za šolstvo, Zdenka Schauer, Osnovna šola Martin Krpan, Ljubljana
- Jezikovni pregled:** Tina Sovič
- Prevod povzetkov:** Boris Klemenčič
- Urednica:** Simona Vozelj
- Naslov uredništva:** Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Založba, Poljanska 28, 1000 Ljubljana
- Naročnina:** Na leto izidejo 3 številke. Letna naročnina: 26,29 € za šole in ustanove, 22,53 € za posameznike in 21,28 € za dijake, študente in upokojene; cena posamezne številke v prosti prodaji je 8,76 € oz. 17,52 € za dvojno številko.
- Naročila:** Nataša Bokan, ZRSS, Založba, Poljanska cesta 28, 1000 Ljubljana, faks: 01 3005 199, e-naslov: zalozba@zrss.si
- Naklada:** 600 izvodov
- Naslovnica:** Anže Škerjanec
- Oblikovanje vsebine:** Sonja Eržen
- Grafična priprava in tisk:** Present d.o.o.

Revija je vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo, pod zaporedno številko 571.

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2012

Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega dovoljenja ni dovoljeno nobenega dela te revije na kakršenkoli način reproducirati, kopirati ali kako drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske oblike reprodukcije (fotokopiranje) kot na elektronske (snemanje ali prepisovanje na kakršenkoli pomnilniški medij).

NAVODILA AVTORJEM PRISPEVKOV ZA OBJAVO V GEOGRAFIJI V ŠOLI

Obseg prispevkov naj ne bo daljši od šest strani, vključno z grafičnimi prikazi. Prispevek mora imeti v uvodu kratek povzetek (do sedem vrstic) in ključne besede. Če je mogoče, naj bo oboje prevedeno v katerega od svetovnih jezikov, sicer za prevod poskrbi uredništvo. Besedila, ki so bila pripravljena kot seminarske naloge, poročila o projektih ali referati, morajo biti prirejena za objavo v reviji po merilih za članke.

Ocenam knjig, učbenikov naj bo priložen posnetek naslovnice, navedeni naj bodo tudi natančni bibliografski podatki (avtor, založba, leto izida). Prispevek na CD-ju, ki mu priložite Prijavnico prispevka za objavo v reviji, pošljite na naslov: Uredništvo revije Geografija v šoli, Zavod RS za šolstvo, Založba, Poljanska 28, 1000 Ljubljana. Besedilo brez grafičnih elementov lahko pošljete tudi po e-pošti na naslov revija.geografija@zrss.si.

Oblikovanje: Besedilo naj ne bo računalniško oblikovano (razlomljeno na strani), besede naj ne bodo deljene. Slikovno in grafično gradivo je lahko priloženo tudi na fotografijah ali na diapozitivih ustreznе kakovosti. V tem primeru naj ima vsaka enota svojo številko. V osnovnem besedilu članka naj bo označeno mesto, kamor spada in dodan podnapis. Zaželeno je tudi osebna fotografija avtorja; objavili jo bomo ob naslovu članka. Priložene diapozitive vam bomo vrnili.

Reference v besedilu na bodo v obliki: (Kunaver, 2000), ob navajanju strani pa (Kunaver, 2000, 12). Literatura na koncu prispevka naj bo citirana tako: Kunaver, Jurij, 2000, Naslov knjige, Ljubljana, Založba.

Svoje podatke posredujte na obrazcu Prijavnica prispevka za objavo v reviji, ki je dostopna v založbi ali na e-naslovu: http://www.zrss.si/pdf/prijavnica_prispevka.pdf.



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

podnebje od lokalne
do globalne ravni

podnebne spremembe

pouk o podnebj

aktualno

ISSN 1318-4717



9 771318 471004