



Vetrnica

ISSN 1855-7457

*glasilo Slovenskega
meteorološkega društva*

WWW.METEO-DRUSTVO.SI

0513



Ljubiteljska meteorologija

Razprave

Podnebje Zaplane - Mrazišča

**Merilna napaka
temperature zraka**

VSEBINA:

3 UVODNIK

4 V SPOMIN

POD DROBNOGLEDOM

- 10 TEMPERATURNE RAZMERE V LETIH 2011 IN 2012 NA JAVORNIKU NAD ČRNIM VRHOM NAD IDRIFO**
- 18 PREDSTAVITEV POSTAVITVE SAMODEJNIH METEOROLOŠKIH MERILNIH POSTAJ ZA POSEBNE NAMENE V SPLETNIH UČNIH VSEBINAH**
- 22 MATJAŽ, DOMŽALSKI VREMENKO**
- 25 VREME – NAŠ VSAKDAN**
- 28 VREMENSKO DRUŠTVO ZEVS**

ZANIMIVOSTI

- 30 ZASEDANJE COP18/CMP8 V DOHI**
- 33 12. SREČANJE EMS IN 9. EVROPSKA KONFERENCA APLIKATIVNE KLIMATOLOGIJE**
- 38 VIŠINA GLADINE MORJA**

IZ ŽIVLJENJA DRUŠTVA

- 40 STROKOVNI IZLET SMD V ŠALEŠKO KOTLINO**
- 42 LETNI OBČNI ZBOR SMD 2012**
- 43 LETNI OBČNI ZBOR SMD 2013**
- 44 PREDNOVOLETNO SREČANJE ČLANOV SMD**

ŠTUDENSKI KOTIČEK

- 45 POVZETEK MAGISTRSKE NALOGE**
- 52 POVZETKI DIPLOMSKIH NALOG**

RAZPRAVE

- 54 PODNEBJE ZAPLANE: TEMPERATURNE RAZMERE V MRAZIŠČIH**
- 62 MERILNA NAPAKA TEMPERATURE ZRAKA V ALUMINIJASTO-PLASTIČNEM ZAKLONU SLOVENSKEGA METEOROLOŠKEGA FORUMA**

NOVOSTI V MEDIJIH

- 76 VROČI NOVI SVET**
- 77 STROKOVNI VODNIK PO DVOMIH O GLOBALNEM SEGREVANJU**

NAPOVEDNIK

- 78 POMEMBNEJŠI DOGODKI**

 **UVODNIK**

Pred vami je 5. številka Vetrnice. Kar pomeni, da je stara že 5 let. Od prvotnih ambicioznih načrtov, da bo glasilo izhajalo večkrat letno, smo pristali pri eni številki letno. Je pa ta zato toliko bolj bogata, kot je bilo sprva načrtovano. Proces zbiranja in recenzije prispevkov terja svoj čas, nekaj pa prispeva tudi dejstvo, da glasilo nastaja v našem prostem času. Vsekakor upamo, da vam bogata vsebina glasila predstavlja zanimivo branje.

Že v tretji številki smo del glasila posvetili vodilni temi, takrat podnebnim spremembam. Nadaljevali smo s četrto številko, ki je bila posvečena dvajsetletnici modela Aladin. Ideja vodilne teme je bila dobro sprejeta tudi pri vas, bralcih, zato smo sklenili, da bomo s tem nadaljevali. Tokratna številka je posvečena ljubiteljski meteorologiji. V zadnjih letih so se našemu društvu pridružili številni ljubiteljski meteorologi. V tej številki smo jim ponudili prostor, da nam predstavijo svoje delo. Dobra povezava med ljubiteljsko in profesionalno meteorologijo ima namreč velik potencial. Po eni strani lahko ljubiteljem prenašamo bogato znanje in izkušnje profesionalnih meteorologov, po drugi strani pa ljubitelji s svojo mrežo opazovanj in meritev marsikje prekašajo uradne merilne mreže in tako močno izboljšajo spremljanje vremenskih procesov majhni skali pri tleh. To dokazuje tudi letošnji dobitnik prestižne nagrade Evropskega meteorološkega društva za najboljšega mladega znanstvenika Gert-Jan Steeneveld, katerega nagrajeno delo »*Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in The Netherlands*« temelji na ljubiteljskih meritvah. Brez njih analiza sploh ne bi bila mogoča. Poročanja ljubiteljskih meteorologov so tudi temelj evropske baze nevarnih vremenskih pojavov (ESWD - *European Severe Weather Database*), ki je v pomoč službam

za napovedovanje vremena po vsej Evropi, tudi naši. Ravno dobro sodelovanje med profesionalci in ljubitelji omogoča, da so ljubiteljske meritve in opazovanja kvalitativno primerljiva s tistimi iz profesionalne mreže in tako uporabna tudi za resne študije. Kar nekaj takih lepih primerov je opisanih tudi v prispevkih na naslednjih straneh.

Med slovenskimi ljubitelji vremena je tudi precej dobrih fotografov, ki imajo bogate arhive fotografij vremenskih pojavov. Nekatere fotografije imajo veliko dokumentarno vrednost, druge so prava umetniška dela. V tokratni številki se zato nismo omejili le na dokumentarni vidik slikovnega materiala, ampak smo si dovolili tudi nekaj umetniške svobode. Z dodatkom zanimivih fotografij vremenskih pojavov je Vetrnica tokrat še bolj »pisana« kot običajno

Pogosto poudarjamo, da je Vetrnica glasilo vseh članov društva. Zato smo vedno veseli vaših prispevkov pa tudi idej, kako izboljšati in obogatiti njeno vsebino. Želimo si, da bi bila Vetrnica medij, ki bi sledil dogajanju v slovenski meteorologiji. Zato vas pozivamo k pripravi lahko tudi zelo kratkih prispevkov, v katerih kolege opozorite na določeno novost, razvoj, dogodek... v slovenskem prostoru. Zainteresirani bodo nato podrobnosti lahko poiskali sami. Pomembno je, da smo v poplavi informacij opozorjeni na tiste, ki so za nas in našo stroko pomembne.

Žal veselje ob rojstvu nove številke spremlja tudi grenkoba. V času od izida zadnje številke nas je prezgodaj zapustilo več naših vidnih članov, ki so v slovenski meteorologiji pustili viden pečat. Njihovemu bogatemu življenju in delu namenjamo prve strani številke, ki je pred vami.

Uredništvo

**Izdaja:**

Slovensko meteorološko društvo
Vojkova 1b,
SI - 1000, Ljubljana
<http://www.meteo-drustvo.si>

Glavna urednica: Mojca DOLINAR

Uredniški odbor: Matjaž ČESEN, Damijana KASTELEC, Jožef ROŠKAR, Iztok SINJUR, Gregor VERTAČNIK

Tehnično urejanje: Mojca DOLINAR, Jožef ROŠKAR

Oblikovna zasnova: Sabina KOŠAK, Solos, d.o.o.

Ljubljana, JULIJ 2013

ISSN 1855-7457

Fotografija na naslovnici:

Ljubiteljska meteorološka postaja v Trbojah
Foto: Blaž Šter

Fotografija na zadnji strani:

Mavrici nad klimatološko postajo v Šmartnem pri Slovenj Gradcu
Foto: Iztok Sinjur

Naslov uredništva:

Vojkova 1b
SI-1000, Ljubljana
vetrnica.smd@gmail.com



**Slovensko
meteorološko
društvo**

Od 1954



BOJAN PARADIŽ
1930–2012

Sredi poletja 2012 se je od nas za vedno poslovil meteorolog Bojan Paradiž, pionir prizadevanj za zmanjšanje onesnaženosti zraka v Sloveniji.

Rodil se je v Kočevju. Še kot otrok je pomagal v Narodno osvobodilni borbi. Srednjo meteorološko šolo je obiskoval v Beogradu in nato študiral meteorologijo na Naravoslovni fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je diplomiral leta 1957. Strokovno se je leta 1961 izpopolnjeval v Leningradu. Na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije je v letih od 1950 do 1982 delal pri meteoroloških in ekoloških meritvah, od leta 1975 pa vodil Republiško službo za varstvo zraka. Na Elektroinštitutu Milan Vidmar se je nato do leta 1991 ukvarjal z onesnaževanjem zraka v energetiki in cestnem prometu. Sodobnim in inovativnim metodam za učinkovite rešitve spremljanja, ohranjanja in zaščite okolja je nato sledil v svojem podjetju Studio okolje.

Bojan Paradiž nam je v več kot 60 letih strokovne aktivnosti zapustil izjemno dediščino, in to zlasti na področju meteoroloških meritev in varstva zraka v Sloveniji. Ni se ustrašil nobene nove in težke naloge. Zato ni čudno, da je že leta 1954 organiziral priprave za prve visokogorske meteorološke meritve v Sloveniji, na Kredarici. Konec tega leta je s sodelavcem Andrejem Hočevarjem začel z zahtevnimi opazovanji na tej visokogorski postaji in od takrat naprej tam potekajo nepretrgane meritve.

Leta 1965 je vpeljal prve sistematične meritve onesnaženosti zraka v Sloveniji. Rezultati meritev so bili alarmantni: onesnaženost zraka je bila zelo visoka in je po merilih Svetovne zdravstvene organizacije vplivala na povečano smrtnost prebivalstva v Zasavju, Celju, Ljubljani in Mežiški dolini. Zato se je z veliko energije lotil raziskovanja vzrokov za tako onesnaženost zraka. Ugotovil je, da v primerjavi z industrijsko razvitimi državami izpusti onesnažil v zrak pri nas niso bili tako visoki, pač pa so bile izredno visoke koncentracije posameznih onesnažil v sloju zraka pri tleh. To je značilnost slovenskih dolin in kotlin s pogostimi temperaturnimi obrati in šibkimi vetrovi. Na osnovi te ugotovitve je bil s svojo skrbno izbrano strokovno skupino in v sodelovanju z raziskovalnimi inštituti kos najzahtevnejšim nalogam.

Med prvimi je bila določitev ustrezne višine dimnika Termoelektrarne Trbovlje (TET) v času, ko metode čiščenja dimnih plinov v praksi še niso bile preizkušene. Predlagal je skoraj dvakrat višji dimnik, kot so ga določili nemški strokovnjaki. S strokovnostjo in vztrajnostjo je s svojim predlogom uspel in dosegel, da je bil zgrajen še danes najvišji dimnik v Evropi. To je bil za tisti čas najustreznejši ekološki sanacijski ukrep za TET, ki je pripomogel k izrazitemu izboljšanju kakovosti zraka v okolici elektrarne. Tudi za jedrsko elektrarno Krško je pripravil in uveljavil lokalnim razmeram ustreznejši način za ocenjevanje širjenja radioaktivnega oblaka, kot ga je sprva zahtevala Mednarodna agencija za jedrsko energijo.

Po prvih uspehih je sledila še vrsta zahtevnih in uspešnih projektov v zvezi z varstvom zraka v okolici Termoelektrarne Šoštanj, Rudnika urana Žirovski vrh, v Ljubljani, Celju, Mežiški dolini, Mariboru itd. Slovenske izkušnje je prenesel tudi na podobne projekte v Bosni in Hercegovini, na Kosovu in v Črni Gori. S svojim strokovnim znanjem in pristopom, naravnanim k trajnostnemu razvoju, je odločilno prispeval, da smo razmeroma zgodaj z zakonom uredili varstvo zraka v Sloveniji, zato se je onesnaženost zraka začela zmanjševati prej kot v nekaterih drugih državah srednje Evrope. Med prvimi je doumel pomen in dimenzijo podnebnih sprememb in že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja opozarjal na nujnost ukrepov za brzdanje največje okoljske grožnje človeštvu.

Treba je omeniti tudi njegove uspehe pri razvoju in uporabi novih merilnih metod. Njegov izum merilnika vetra z možnostjo določanja majhnih hitrosti so uporabljali marsikje po svetu. Skupaj z Inštitutom Jožef Stefan je zasnoval tudi sistem avtomatskih postaj za spremljanje onesnaženosti zraka, ki so bile zaradi mikroprocesorske podpore tedaj med najsodobnejšimi na svetu. Poleg tega je bil njegov pristop pionirski pri meritvah vetra na smučarskih skakalnicah, kjer je v Planici, pa tudi drugod po svetu, od 1950. leta pomagal zagotavljati varnost skakalcem. Prav te meritve so bile njegov priljubljen »hobi«. Kot strokovnjak na področju meteoroloških instrumentov je svoje znanje kot zunanji predavatelj posredoval tudi študentom meteorologije na tedanji Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Bojan je bil čudovit človek in tak bo ostal v našem spominu. Skromen in vztrajen v vsem svojem delovanju, predan družini in stroki, ki jo je tako zelo ljubil. Ljubil zato, ker je bila tesno povezana z njegovim zanimanjem za naravo, gibanjem po vodi in v ozračju. Temu je pripisati zanimanje za vodne športe, ki se je začelo z gradnjo sandolinov v otroških letih in kasneje nabavo jadrnice Flying juniorja ter večjih jadrnic. Ne smemo pozabiti tudi njegovega veselja do jadrnega letenja, saj je opravil izpit za jadrnega pilota. Iz tega mladeniškega obdobja je tudi njegov vzdevek Slamca, ki še vedno živi med prijatelji.

Podobni interesi so povezovali Bojana Paradiža in Andreja Hočevarja in se prepletali od daljnega leta 1936 v osebnem in v začetku tudi strokovnem življenju. Tu je bil študij meteorologije, ki ga je on opravljal med delom, ki se mu je poleg študija z vnemo predajal. Andrej Hočevar se spominja prijetnega sodelovanja, ko sta v zimi 1954/55 opazovala vreme na Kredarici. Izmenoma sta opazovala vreme in s pomočjo Morsejeve abecede oddajala podatke v dolino ter skrbela za prehrano in kurjavo, zvečer pa igrala šah ali se ukvarjala z glasbo. Bojan je poleg violine lepo igral tudi kitaro. V kasnejšem obdobju, ko sta imela družine, so bili prijetni časi, ki sta jih preživljala skupaj na kampiranju in jadraniu v Filipu i Jakovu.

Za svoje delo je Bojan Paradiž prejel vrsto nagrad in pohval. Med drugimi je bil ustanovni član Slovenske-

ga meteorološkega društva, ki mu je leta 2010 podelilo nagrado za življenjsko delo. Za delo na konstrukciji anemometra za šibke vetrove je skupaj z g. Bojanom Glavičem z inštituta Jožef Stefan prejel nagrado sklada Borisa Kidriča za izume in izpopolnitve. Letos je pripravil razpravo o vhodnih podatkih za modeliranje onesnaženosti zraka pri šibkih vetrovih, ki naj bi zapolnila vrzel v strokovni literaturi. Žal ga je nenadna smrt prehitela.

Skromen, natančen ter neskončno vztrajen je bil pri svojem delu in življenju naš kolega Bojan Paradiž, predan družini in stroki. Takega se bomo spominjali in pogrešali njegovo človeško toplino in vedno koristen nasvet.

Andrej Hočevar in Dušan Hrček



MIRAN TRONTELJ
1940–2012

Rodil se je tik pred II. vojno v Ljubljani in ostal Šiškar vse življenje. Ker je že v mladosti rad jadrал in smučal ter hodil po hribih, je kmalu ugotovil, kako so te aktivnosti odvisne od vremena. Čeprav je najprej študiral matematiko, ga je želja, da bi čim bolje spoznal vremenske zakonitosti, pripeljala na študij vremenoslovja. Po končanem študiju meteorologije na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani se je zaposlil v Hidrometeorološkem zavodu v Ljubljani, ki je bil takrat edina institucija, kjer so se meteorologi lahko zaposlili v svojem poklicu.

Od prvega dne svoje delovne kariere se je ukvarjal z napovedovanjem vremena. Že kmalu pa se je srečal s težavami, saj takratno vedenje o vremenu, pa tudi tehnične možnosti, niso bili dovolj dobri za zanesljive vremenske napovedi. Takoj se je srečal s tako imenovanimi polomljenimi napovedmi. Spoznal pa je

tudi, da mnogokrat dobre vremenske napovedi ljudje napak razumejo, ker pač niso dobro predstavljene. Ljudje so se namreč vedno bolj zavedali pomena dobre vremenske napovedi. Takrat so televizijski sprejemniki prihajali v vedno več hiš in Miran je ugotovil, da je to odličen medij za popularizacijo meteorologije. Že 1971. leta je začel sodelovati s televizijo in v živo napovedovati vreme. Začetek je bil težak, saj pri nas nihče ni imel izkušenj, kako najbolje predstaviti vreme najširši javnosti. Na tem področju je oral ledino. Sčasoma sta njegova pojava in glas postala domača večini Slovencev. Celih štirideset let nam je z malih zaslonov posredoval vremenske podatke in napovedi, vse do decembra leta 2011. Njegov prispevek ima neprecenljivo vrednost, saj je vsem kolegom, ki so se kasneje vključevali v javno napovedovanje vremena, stal ob strani z dragocenimi nasveti in izkušnjami. S svojim delom je prispeval ogromen delež k popularizaciji vremenoslovja.

Od 1976. leta je bil načelnik oddelka za napoved vremena. V sedemdesetih letih preteklega stoletja je kot metoda dela pri pripravi analize in napovedi vremena še prevladovala tako imenovana sinoptična metoda. Podatke, ki so jih takrat sprejemali po teleprinterju, so tehniki vnašali v posebej za to pripravljene karte, meteorolog sinoptik pa je karte analiziral in poskušal ugotoviti, kakšno je stanje vremenskih procesov. Pri tem je seveda veliko pomenila izkušnost, pa tudi znanje. Brez dobre analize vremena tudi ni bilo dobre napovedi. Svoje znanje in izkušnje je Miran z veliko dobre volje prenašal na mlajše kolege, saj je bil mentor

celi generaciji mlajših kolegov, tudi večini, ki jih danes srečujemo na malih zaslonih.

Do sodelavcev je bil tovariški in nikoli ni odrekel pomoči, kdor koli jo je potreboval. Bil je komunikativen in družaben in poznal je mnogo ljudi. Tudi mene je med meteorologe pripeljal on. Po diplomi sem po spletu okoliščin namesto na Institutu Jožef Stefan v Podgorici pristal za Bežigradom. Moj mentor pri diplomski, ki je bil Miranov jadralski prijatelj, me je napotil na Hidrometeorološki zavod povprašat za službo. Tam je bil Miran prvi meteorolog, ki sem ga srečal in je bil kriv, da sem še danes tisti matematik, ki pravi »mi meteorologi«.

Na prehodu iz sedemdesetih v osemdeseta leta preteklega stoletja so veliki meteorološki centri že posredovali napovedi, ki so jih izračunali s pomočjo računalniških modelov. Take prognostične karte so bile kljub začetni relativni nezanesljivosti vse bolj učinkovit pripomoček pri pripravi vremenskih napovedi. Miran je kmalu spoznal, da je potrebno za boljše kakovost naših napovedi pridobiti proizvode najbolj kakovostnih centrov. Kot človek, ki je zlahka vzpostavil stike z ljudmi, je kmalu postal prijatelj in kolega prognostikom v avstrijski meteorološki službi. Tako jih je uspel že leta 1982 nagovoriti, da smo vzpostavili računalniško povezavo med avstrijsko meteorološko službo in Hidrometeorološkim zavodom, s pomočjo katere smo v Ljubljani začeli prejemati prognostične karte Evropskega centra za srednjeročne vremenske napovedi. Obdobje, ko je pri analizi in pripravi vremenske napovedi prevladovala sinoptična metoda, je počasi šlo h koncu, saj je bilo iz leta v leto več produktov, narejenih z modeli, pa tudi njihova kakovost se je vidno izboljševala. Miran se je zavedal, da je potrebno pluti z novimi jadrji in je s svojimi prizadevanji pomagal slovenskim meteorologom, da so bili pri pripravi vremenskih napovedi seznanjeni z najboljšimi takrat dostopnimi orodji. Računalniška povezava, ki smo jo takrat vzpostavili, je trajala vse do naše osamosvojitve leta 1991. Ob prekinitvi zvez z Beogradom konec junija smo se že v juliju 1991 s pomočjo te povezave z Dunajem vključili v mednarodno izmenjavo podatkov in se tako tudi „vremensko“ osamosvojili.

Miran je bil v svojem prostem času zelo aktiven na mnogih področjih, kjer je prišla do izraza njegova izredna organizatorska žilica. Naj omenim le jadrce, smučarje, numizmatike in filateliste. Bil je tudi sodnik na smučarskih tekmah, celo na olimpiadi v Sarajevu. V študentskih letih je svoj žametni bas pilil v Akademskem pevskem zboru Tone Tomšič, zadnja leta pa v seniorskem zboru Lipa zelenela je. Kljub vsemu pa je bila njegova največja ljubezen meteorologija. Poleg dela v dežurni službi, spremljanja in napovedo-

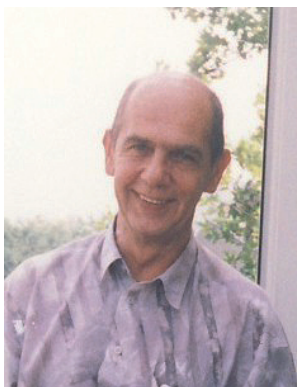
vanja vremena ter strokovnega dela in nastopanja v javnosti, je napisal kar nekaj knjig, v katerih je bralcem približal nekatera osnovna spoznanja o vremenu. Že 1987. leta sta skupaj s prof. Petkovškom napisala knjigo Skice vremena, eno prvih takih pri nas. Kot ljubitelj gora je ob 40. obletnici opazovanj na Kredarici leta 1994 napisal Vreme v visokogorju, leto kasneje pa knjigo Podnebje od Bohinja do Bleda.

Od začetka svoje profesionalne poti je aktivno sodeloval tudi v Društvu meteorologov Slovenije, predhodniku Slovenskega meteorološkega društva in bil v nekaj mandatih tudi predsednik Upravnega odbora društva. Nekaj let je bil odgovorni urednik strokovne revije Razprave Papers, ki jo je izdajalo društvo. Z zelo omejenimi finančnimi možnostmi mu je uspevalo poskrbeti za redno izdajanje revije.

Vlada Republike Slovenije je na predlog takratnega poveljnika Republiškega štaba Civilne zaščite Republike Slovenije Mirana Trontlja 1.6.1995 imenovala v Štab Civilne zaščite Republike Slovenije, v katerem je aktivno deloval do konca leta 2004. V tem času je Slovenijo prizadelo večje število naravnih nesreč kot sta potresa na območju Ilirske Bistrice, v zgornjem Posočju, plazovi Stože, Slano Blato ter drugi, različne poplave, suše, pozebe in druge naravne nesreče. Miran je bil vedno pripravljen pomagati in predvsem nuditi svojo strokovno znanje pri odpravljanju posledic različnih naravnih in drugih nesreč, ki so prizadele našo državo. Predvsem pa je bil v veliko pomoč poveljniku Civilne zaščite Republike Slovenije pri iskanju in sprejemanju odločitev, ki so pomembno vplivale na uspešnost ukrepov ob različnih naravnih nesrečah ter posledično zagotavljanje osnovnih pogojev za bivanje v nesrečah prizadetih prebivalcev.

Leta 2002 pa ga je takratni minister za obrambo imenoval za glavnega in odgovornega urednika strokovne revije Ujma. Miran je ves čas izdajanja aktivno sodeloval pri pripravi in izdajah te strokovne revije kot pisec člankov, recenzent in v zadnjih desetih letih kot njen glavni in odgovorni urednik. Pod njegovim vodstvom je bilo pripravljenih, strokovno obdelanih in izdanih deset številk revije. Zadnja je izšla nekaj dni pred njegovo prezgodnjo smrtjo.

Ko nam je decembra 2011 ob slovesu na POP TV dejal, da je to samo konec rednega nastopanja na televiziji in da se bo gotovo še kdaj oglasil, smo seveda pričakovali njegovo sodelovanje ob kakšnih pomembnih priložnostih. Na žalost pa ne bomo več slišali njegovih napotkov in kritik. Slovenski meteorologi smo z njim izgubili dobrega strokovnjaka, vsi ostali, s katerimi je sodeloval, pa srčnega tovariša in dobrega prijatelja.



IZTOK MATAJČ 1947–2013

*Ko ostanemo brez besed
in govori le cvetoča
pomlad*

Po dolgi zimi, v težko pričakovani pomladi, ki jo je kot ljubitelj narave in agrometeorolog s srcem, vsako leto z velikim veseljem pričakoval tudi Iztok, je konec aprila 2013 veselje zamrlo, saj je letošnja pomlad prezgodaj zaključila njegovo življenjsko pot. Pot očeta treh otrok, moža, kolega, prijatelja, agrometeorologa in izjemnega človeka.

Iztok Matajč se je rodil 8. februarja 1947 v Stražišču pri Kranju. Po končani gimnaziji se je njegova strokovna pot začela spomladi leta 1971 s končanim študijem na Agronomskem oddelku Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer je zaključil sadjarsko vrtnarsko usmeritev in postal diplomirani kmetijski inženir. Istega leta se je zaposlil na Katedri za melioracije kot asistent za kmetijske melioracije, kjer je deloval do leta 1985.

Leta 1974 je pol leta znanje izpopolnjeval na italijanskem Inštitutu za hidravliko Univerze v Padovi v sklopu podiplomske specializacije iz hidrologije. Od septembra 1976 do septembra 1977 je bil na študiju na Ecole Nationale Supérieure Agronomique v Rennes-u v Franciji, kjer je opravil teoretični del magistrskega in leta 1980 v Ljubljani z zagovorom magistrskega naloge pod naslovom »Proučevanje evapotranspiracije trave kot osnove za prognoziranje namakanja« študij uspešno zaključil.

Njegova pot se je od leta 1985 do leta 1988 nadaljevala v vlogi projektanta IRC Planum-a v Ljubljani in leta 1989 svetovalca za kmetijstvo in gozdarstvo pri Občini Ljubljana–Moste–Polje. Ker je bila v njegovi naravi vedno vpeta želja po širšem in okrepljenem znanju, se je leta 1989 javil na razpisano delovno mesto samostojnega svetovalca v Oddelku za agrometeorologijo Hidrometeorološkega zavoda SRS, kjer je leta 1990 postal tudi načelnik Oddelka. Oddelak, v sklopu Urada za meteorologijo Agencije RS za okolje, je vodil vse do leta 2007, v skupini pa je aktivno deloval do leta 2008, ko se je septembra upokojil.

Ob upokojitvi se je izjemno veselil več prostega časa, ki ga bo preživel na morju, v hribih, v naravi,

z družino. Žal se mu je ta želja že kmalu po odhodu v pokoj izjalovila, ko mu je bolezen prekrizala načrte. Od tistega dne dalje je bila v njegove misli vpeta skrb zaradi zdravja in njegova radost je počasi ugašala. Kot da bi slutil usodnost.

Strokovno delo Iztoka Matajč je vključevalo tudi delovanje v različnih domačih in tujih strokovnih skupinah s področja agrometeorologije in številnih projektih. Močno vpet je bil v delovanje Komisije za agrometeorologijo Svetovne meteorološke organizacije, spletel pa je tudi številne poslovne stike doma in v svetu. Bil je izjemno pisoč človek, kar se odraža tudi v številnih objavah v poljudni in strokovni literaturi.

Iztok je oral ledino na področju modeliranja vodne bilance kmetijskih rastlin, njegovo delo še danes živi v operativni agrometeorologiji in kaže, da je imel tudi vizijo. Delovanje sušnega centra in tudi sledenje kmetijske suše nadaljuje tudi njegove korake. Imel je izjemen občutek za razvoj in tudi za prenos znanja na svoje sodelavce. Pomagal nam je gojiti ljubezen do dela na področju agrometeorologije.

Iztok Matajč pa ni bil samo strokoven človek, pač pa kolega z veliko čustveno inteligenco. Trdil je, da v svojem delu večjo moč dosežemo tudi na strokovnem področju, če sta prisotna dobro delovno okolje in občutek do sočloveka. Kot človek, ki je ljubil naravo in spoštoval njene zakonitosti, je zgradil podobo agrometeorologa, ki si ga v naši družbi želimo. Delo z ljudmi iz kmetijstva pogosto ni lahko, saj tovarna na prostem, kar kmetijstvo zagotovo je, zahteva razumevanje človeka, katerega delo je trdo in pogostokrat premalo cenjeno. Ta pristop je bil Iztokova mantra. S svojim znanjem in pravilnim pristopom je marsikatero kompleksno informacijo znal preleviti v jezik, ki je dosegel želeno publiko. Tudi znanje tujih jezikov mu je pri tem pomagalo.

In na koncu lahko zaključim, da ga bomo izjemno pogrešali tudi v družabnem delu. Kolegi »štukarji«, kot smo poimenovali našo družčino, smo ga pogosto, nazadnje decembra 2012 na novoletnem srečanju na Robežu, vabili na srečanja, kjer smo poskušali zvabiti na naše obraze tudi veselje in pozabiti na kakšne manj srečne in prijetne stvari v življenju. Tudi ob teh klepetih je bil Iztok neverjeten sogovornik, saj je v debato vnašal številne vsebine, ki jih je črpal iz branja, ki je bil njegov srčni hobi in njegovih številnih življenjskih izkušenj. Bil je dober govorec in dober poslušalec. O stvareh je imel jasna mnenja. Rad je imel ljudi, naravo ter domače in dobre stvari. V mojem hladilniku je še vedno njegova marmelada iz aronije in domač višnjev liker.

Pogrešali ga bomo.

Andreja Sušnik



ALOJZ ŽVOKELJ
1949–2013

Mnogi, ki smo ga poznali, smo obnemeli, ko nas je dosegla vest, da je Slavc odšel. Dolga leta je bil med nami, neopazen. Skrbel je za mrežo meteoroloških postaj s honorarnimi opazovalci, ki so bili pred obdobjem samodejnih postaj dragoceni vir podatkov o vremenskem dogajanju. Ljubil je naravo in gore. Rodil se je med njimi, v Kranju, 13. junija 1949. Ves njegov svet se je vrtil okoli narave, gora, družine in meteoroloških postaj.

Po končani srednji hidrometeorološki šoli v Beogradu leta 1969 je tri leta v izmenah, ki so včasih, zaradi vremena, trajale več mesecev, delal kot meteorološki opazovalec na visokogorski postaji Kredarica. Po vrnitvi v dolino je delal v Ljubljani na Hidrometeorološkem zavodu, oziroma od 2001 do upokojitve leta 2009 naprej na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Ukvarjal se je predvsem z mrežo meteoroloških opazovalnic in skrbel za opremo na postajah. Dolga leta je skrbel tudi za izplačila honorarnim opazovalcem na klimatoloških in padavinskih postajah.

Svoja doživetja je po upokojitvi želel zapisati in nekaj tednov pred smrtjo nam je poslal prispevek z opisom, kaj ga je pritegnilo na Kredarico. Takrat je bilo življenje na naši edini visokogorski opazovalnici mnogo težje kot danes in zanesenjakom, kakršen je bil Slavc, se moramo zahvaliti za podatke takratnega obdobja. O sebi in kako se je odločil za Kredarico, je najbolje povedal sam, zato njegovo besedilo objavljamo, kot ga je zapisal.

Jožef Roškar

Moja Kredarica!

Alojz Žvokelj

Začelo se je že leta 1963, ko sem zaradi zdrsa in razbitih sončnih očal in posledično zaradi snežne slepote zataval na Triglavskem ledeniku. Rešil me je takratni dežurni meteorolog in me spravil v kočo na Kredarici, kjer sem, namesto ene noči, ostal en teden, da sem toliko videl, da sem se lahko vrnil v dolino. Takrat se je v meni pojavila želja, da bi delal tam gori.

Ko sem končeval osemletko, ta želja še vedno ni izgini-la. Kot šestnajstletnik sem si uredil šolanje v Beogradu, kjer je bila v takratni državi edina meteorološka šola. V Ljubljani na Hidrometeorološkem zavodu sem si pridobil štipendijo in dva dni pred odhodom prosil očeta za denar za vozovnico za vlak. Mislim, da si šele danes predstavljam, kakšen šok sta doživela starša. In tako sem šel za štiri leta v Srbijo, v neznano. A sem preživel, čeprav dve leti ob krožniku pasulja in kosu kruha na dan. Za kaj več ni bilo denarja.

Ko sem se po štirih letih vrnil v Ljubljano, so me čez dva dni zaposlili na Hidrometeorološkem zavodu in 1. novembra 1969 sem šel prvič za en teden na Kredarico. Pot gor je bila kopna, trava še zelena, prav prijetno je bilo. Ko sem se vrnil domov, sem si na hitro nakupil za 7 mesecev hrane, ki so mi jo s konji dostavili na Kredarico.

Dne 24. novembra 1969 se je pa pričelo zares. Oče mojega sošolca iz osnovne šole, ki je bil miličnik v Kranju, se je ponudil, da me pelje v Krmo, kjer smo meteorologi imeli kočo. Z nama je šel tudi moj oče. V koči smo se malo zaklepetali in ob 19. uri sta se odpeljala. Zakuril sem v štedilniku in ob 22. uri postal lačen. Izvir vode za kuhanje klobase iz nahrbtnika, ki sem si je zaželel, je bil 5 minut od tam. Ko sem stopil iz kočice, sem zabredel v 60 cm svežega snega. Sneg je padal tako močno, da sem ga prvič in edino krat slišal,



Čiščenje vhoda v kočo pozimi 1969/70.

ko je priletel na tla. Če bi se malo bolj zaklepetali, bi ostal miličnikov avto vsaj do meseca maja v Krmi.

Zjutraj, ko sem bil zmenjen z spremljevalcem, sicer domačinom, sem nameril že 150 cm snega. Revez je potreboval 6 ur za slabih 6 km. Odločil je, da greva nazaj domov. Jaz pa da ne, da greva na Kredarico, ker sem obljubil sodelavcu, da pridem. On je bil čez štiri dni poročna priča svojemu stricu. Zmagala je moja. Tri dni in dve noči je trajala ta kalvarija. Snega je bilo ravno do mojih oči. Enkrat sva prespala v lovski koči na Zgornji Krmi, drugič v izkopani luknji kar tako nekje. Temperatura se je spustila na $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nisva kaj dosti čutila, ker sva bila do glave v snegu. Ko sva se pa prebila pod Kredarico, je bil sneg spihan in od tam naprej živ led. Ko sem si nadel dereze, se nisem več mogel poravnati, ker so mi zmrznile premočene hlače. Pozno zvečer, okoli 22. ure, sva bila kljub vsemu pred kočjo. Sodelavec pozdrav je bil »vidva nista normalna«. Moj odgovor pa »Janko hitro prinesi kombinirke, da se ne bom v hlače poscal«. S kleščami sem odstranil zmrznjene gumbje na zadrgi in si oddahnil. Drugo jutro sem jih poiskal v snegu in prišil nazaj. Naslednji dan sta bila sodelavec in spremljevalec s smučmi v 40 minutah v dolini.

Ko ostaneš naenkrat sam v tisti belini, odrezan od sveta, ti najprej postane tesno in dolgčas. Sklenil sem, da si bom prvič, ko grem v dolino, priskrbel psa. A to je že druga zgodba.

Začeli so se dnevi službe od 03:20 zjutraj do 22. ure zvečer. Med temi urami sem vsako uro opravljaj opazovanja, vsako tretjo uro pa sem po kratkovalovnem oddajniku v Morsejevi abecedi pošiljal podatke v Ljubljano. To je bila edina povezava – kratki in daljši piski. Tudi tega se navadiš. Med opazovanji sem si kuhal, pekel kruh, smučal, poslušal radio tranzistor, gledal televizijo na malem Sonyjevem televizorju, ki je bil kot vse ostalo priklopljen na tankovske akumulatorje. Te je polnil dinamo, ki ga je poganjal veter ali mali Tomosov agregat na bencinsko mešanico, kadar je bilo zatišje. Agregat, drva in premog so bili v drvarnici za kočjo. Če si pozimi hotel priti vanjo, si moral dva metra globoko kidati sneg, da si prišel do vrat. Ker je na Kredarici skoraj vedno pihalo, je bil vhod v kočjo v nekaj urah zaradi nanešenega snega zrvan z okolico. Kidal sem tudi po trikrat dnevno. Kadar je močno pihalo, med 150-200 km/h, je bilo moje prvo opravilo, da sem počistil sneg s pisalne mize. Ta suhi sneg je bil kot puščavski pesek, ki je prišel skozi vsako špranjo pri oknih. Pa ne samo tam, nabil se je tudi v dimnik. Kakšno veselje, ko ob treh zjutraj prižgeš štedilnik in si zakadiš bivalne prostore. Včasih sem si pomagal z malo bencina. Ko to ni pomagalo, sem moral na streho in očistiti dimnik. Ko je bil veter zmeren, ni bilo problema. Pri močnem vetru je bilo pa hudo. Nekoč me je veter vrgel s strehe in priletel sem s prsmi na eno od jeklenic, ki so držale streho. Obležal sem na zasneženi strehi drvarnice in kar dolgo lovil

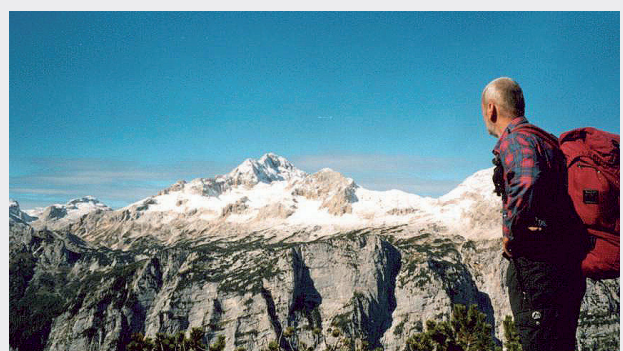
sapo, da sem se lahko pobral. Spet drugič je bil pa tak vlek v dimniku, da mi je iz štedilnika odneslo papir in trske. Toda vedno sem zmagal in pristal na toplem. Na mrazu sem se znašel samo zjutraj, ko sem vstal. Koča je bila lesena in skoraj nič izolirana. Tako se je v tistih dobrih štirih urah spanja shladila na zunanjo temperaturo. Neko jutro, 6. marca 1970, sem v kuhinji nameril -25 , zunaj pa $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Človek mora tudi jesti in če si hočeš kaj skuhati, potrebuješ vodo. Bilo je dovolj, saj snega ni manjkalo. Ob štedilniku je bil velik rezervoar, v katerega sem nosil sneg, da se je talil. Toda od vedra pršica sem dobil le kaka 2 l vode. Pa sem začel zadaj za kočjo, kjer je bilo tudi do 8 m snega kopati rov. Tisto prvo zimo sem skopal okoli 50 m rova, visokega 2 m. Iz tega zbitega snega sem dobil več vode na vedro, pa še hladilnico sem imel v rovu. Kruh sem pekel dvakrat na teden. Vsak dan sem si skuhal kosilo. Najraje sem kuhal pasulj. Hrane, ki so jo jeseni dostavili s konji, je bilo dovolj za vso zimo.

Ker se mora človek tudi gibati, sem šel vsak dan med opazovalnimi termini na vrh Triglava, včasih tudi večkrat. Mislim, da sem bil v tistem času vsaj 1500-krat na vrhu, poleti in pozimi. Na vrhu sem šel okoli stolpa, pozimi do tam, kjer sem vedel, da je stolp pod snegom, in nazaj na Kredarico. Pozimi sem se vračal samo do grebena med Triglavom in malim Triglavom. Tam sem se usedel in se po zadnji plati odpeljal na ledenik. Od tam sem bil hitro v koči. S tako vožnjo sem pozimi prihranil uro hoje. No, če sem odkrit, to sploh ni bila vožnja. Bilo je bolj tako, kot bi se utrgalo dvigalo in zdrvelo navzdol. Mladost je norost.

Ko me je zamenjal sodelavec, je bilo smučanje s Kredarice v dolino Krme prava fantazija. Malo je bilo nevarno, zgoraj zaradi plazov, nižje spodaj pa zaradi gozda. Peljal si kot sneta sekira in gledal samo na to, da se izogneš vsakemu naslednjemu drevesu.

V »dolini« sem bil kakšne tri tedne. Med tem časom sem hodil po hribih v Kranjskem koncu, potem pa nazaj na službeno mesto. Ker je bila pot navzgor v snegu še bolj nevarna kot za dol, se je zgodilo da me je odnesel plaz. To je pa zopet druga zgodba.



Slavc in njegovi hribi.

Temperaturne razmere v letih 2011 in 2012 na Javorniku pri Črnem Vrhu nad Idrijo

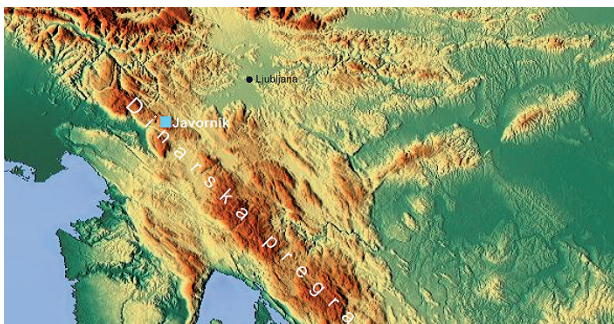
Iztok Miklavčič, Luka Likar, Martin Gustinčič, Veronika Hladnik, Društvo za raziskovanje vremena in podnebja

Uvod

Društvo za raziskovanje vremena in podnebja združuje posameznike, ki jih zanima praktično raziskovanje vremena in podnebja. Člani društva smo dejavni zlasti v delu Notranjske in na severnem Primorskem. Tu razpolagamo z več višje ležečimi merilnimi mesti, med katerimi je tudi Javornik pri Črnem Vrhu nad Idrijo. Čeprav so na vseh merilnih mestih meritve avtomatizirane, pa zahtevajo pogosto kontrolo. Kontrolo podatkov izvajamo v meteoroloških hišicah, kjer sočasno merimo z različnimi termometri, nato pa ob morebitnem odstopanju upoštevamo napake meritev. Pri obdelavi podatkov se soočamo z nekoliko slabšo natančnostjo uporabljenih termometrov.

Javornik

Območje Javornika med Hotedršico in Colom obsega skupino vrhov med 1000 in 1240 m nadmorske višine. Dinarska gorska pregrada (slika 1) je usmerjena v smeri jugovzhod–severozahod. Ob vetru, ki piha pravokotno na pregrado (jugozahodnik, severovzhodnik), pride do prisilnega dviga zračne mase ob pobočjih. Posledica je povečana količina padavin in pogostejše pojavljanje megle in ivja. Vse to so razlogi, da je Javornik že pred štirimi leti vzbudil zanimanje pri ustanoviteljih društva, ki so na tem mestu decembra 2010 vzpostavili stalne meritve temperature zraka. V načrtu imamo tudi vzpostavitev meritev padavin.



Slika 1. Relief Dinarske pregrade. Vir: Medmrežje



Slika 2. Domačija Medved in zgornji del smučišča Javornik v njenem ozadju (Foto: M. Gustinčič)

Od druge polovice prejšnjega stoletja pa do konca 70. let je na obravnavanem območju delovala padavinska postaja državne meteorološke mreže. Postaja Javornik nad Colom je stala ob domačiji Medved na nadmorski višini 1142 m (vir: Meteorološki arhiv ARSO). Med letoma 1961 in 1977 je bila povprečna letna višina padavin (2264 mm) nižja kot v za slovenske razmere precej nadpovprečno namočenem Črnem Vrhu (2573 mm). Najvišja izmerjena snežna odeja je 20. februarja 1969 segala 245 cm visoko, nekaj cm debela snežna odeja pa je bila dvakrat zabeležena tudi še v juniju (vir: medmrežje 1). Pri interpretaciji podatkov je potrebno upoštevati mikrolokacijo meritev na nekoliko prisojni, odprti in s tem prevetreni legi. Glede na naša opažanja iz minulih nekaj let se snežne razmere na naši izbrani lokaciji 100 m višje lahko precej razlikujejo od razmer na lokaciji nekdanje padavinske postaje.

Podrobnosti o meritvah

V društvu merimo z digitalnim regulatorjem temperature Madgetech Transitemp II, ki je tovarniško umerjen na natančnost $\pm 0,5$ °C. Kljub temu vse termometre ponovno umerjamo v meteorološki hiški



Slika 3. Vrtanje lukenj za zračenje zaklona (Foto: L. Likar)

glede na tekočinske termometre in na vremenske postaje WMR 928. Tako dosegamo nekoliko večjo natančnost v razponu vsaj od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Termometer je na višini dveh metrov od tal pred Sončevim sevanjem in padavinami zaščiten s termometrijskim zaklonom, ki smo ga v zadnjih nekaj letih razvili s pomočjo Slovenskega meteorološkega foruma. Zaklon je izdelan iz lahko dostopnih materialov, plastičnih cvetličnih podstavkov (slika 3), ovitih v aluminijasto folijo. To je cenovno ugodna rešitev za meritve temperature na odročnih lokacijah. Primerjavo lastnosti različnih zaklonov sta v okviru Slovenskega meteorološkega foruma izvedla Gregor Vertačnik in Iztok Sinjur (objavljeno v tej številki Vetrnice v rubriki Razprave). V testiranje, ki je potekalo julija 2010 v nekaj dni trajajočem obdobju jasnih dni na vremenski postaji v Šmartnem pri Slovenj Gradcu, je bil vključen tudi zaklon, ki ga uporabljamo v društvu. Glede na rezultate je bilo največje odstopanje od meritev samodejne postaje v vremenski hišici v dopoldanskem času. Takrat je bila temperatura v zaklonu v povprečju višja za $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, nato pa je razlika preko dneva padala (zjutraj termometer v zaklonu hitreje sledi spremembi temperature zraka kot pa senzor samodejne postaje, ki je kljub meteorološki hišici postavljen še v dodatnem zaklonu). V popoldanskem času je temperaturna razlika znašala približno $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, v večernih urah okoli $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, v nočnem času pa so bile temperaturne razlike manjše, saj je senzor v zaklonu v povprečju beležil za $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ nižje temperature kot samodejna postaja.

Termometri Madgetech so se skupaj s programsko opremo izkazali za uporabniku prijazne merilnike, v nekaterih temperaturnih območjih pa glede na preostale termometre sistematično odstopajo.

Merilno mesto na Javorniku

Merilno mesto društva (slika 4) se nahaja nedaleč od vrha Javornika na manjši travnati uravnavi na nadmorski višini 1200 m. V primerjavi z našimi drugimi merilnimi mesti je ta lokacija ena od bolj primernih za meteorološke meritve, tako iz varnostnih razlogov (lahka dostopnost, a hkrati zadovoljiva oddaljenost od bolj obljudenih planinskih poti), kot z vidika relativno zatišne lege, ki na tem sicer precej vetrovnem



Slika 4. Društveno merilno mesto na Javorniku (Foto: L. Likar)

območju omogoča meritve snežne odeje. Skoraj vse meritve temperature zraka zadnjih let so bile izvedene z digitalnim registratorjem temperature Madgetech, ki ob izbranem merilnem intervalu 5 minut omogoča skoraj štiri mesece meritev. Na novo kupljene termometre umerjamo s priloženo programsko opremo na naših nižinskih meteoroloških postajah, medtem ko že pridobljene podatkovne nize postopoma popravljamo s pomočjo programa napisanega v programskem jeziku Python.

Prvi rezultati meritev

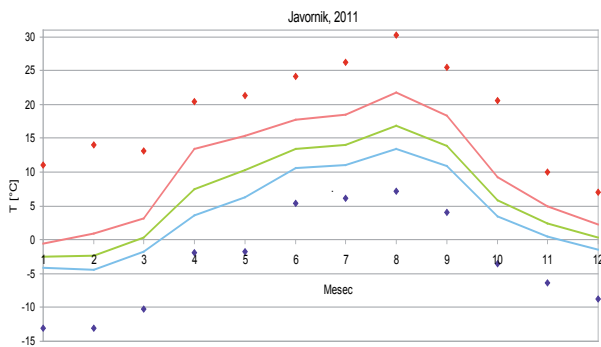
Leto 2011

Leto 2011 (slika 5) se je na Javorniku začelo z mesecema s povprečno temperaturo dobri dve stopinji pod lediščem. Januar je bil s povprečno temperaturo $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tudi najhladnejši mesec v letu. Med poletnimi meseci je bil s povprečno temperaturo $16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ in absolutno maksimalno temperaturo $30,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ najtoplejši avgust. Posebej velja omeniti tudi novembrsko temperaturno povprečje, ki znaša $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Takrat je nad našimi kraji daljše obdobje vztrajala izrazita temperaturna inverzija, zaradi katere so mnoge višje ležeče vremenske postaje beležile izjemno visoke temperature, nižine pa so bile v glavnem hladnejše od dolgoletnega novembrskega povprečja.

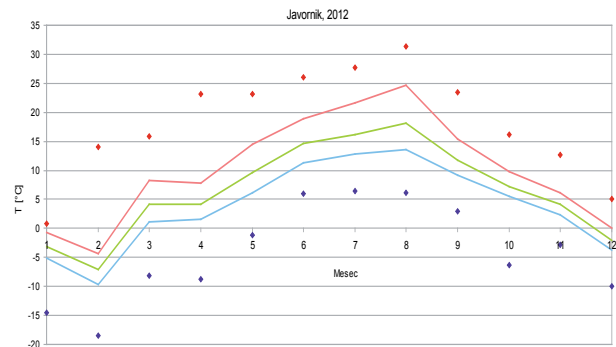
Letna povprečna temperatura na Javorniku je bila $6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, povprečje dnevni maksimalnih oziroma minimalnih temperatur, beleženih ob 21h, pa $10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oziroma $4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Od skupno petdesetih dni, ko se temperatura ni dvignila nad ledišče, jih je bilo največ januarja – 17, 11 jih je bilo februarja, 9 marca, 1 oktobra, 4 novembra in 8 decembra. Ob tem velja izpostaviti neprekinjeno obdobje ledenih dni¹ od 19. februarja do 8. marca, ko je bila povprečna temperatura zraka $-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. V dveh zaporednih dneh, 24. in 25.2., pa je bila dosežena tudi absolutna minimalna temperatura v letu 2011, $-13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatura se je tako nizko

1 Ledeni dnevi so dnevi, ko se temperatura ne dvigne nad ledišče.



Slika 5. Mesečna povprečja in ekstremne vrednosti temperature zraka na Javorniku v letu 2011. Zelena črta označuje povprečno temperaturo, rdeča povprečje maksimalnih in modra povprečje minimalnih dnevnih temperatur. S kvadrati so prikazane najvišje in najnižje izmerjene temperature po mesecih.



Slika 6. Mesečna povprečja in ekstremne vrednosti temperature zraka na Javorniku v letu 2012. Rdeča črta prikazuje povprečje maksimalnih, modra povprečje minimalnih dnevnih temperatur in zelena črta označuje povprečno temperaturo. Z rombi so prikazane najvišje oziroma najnižje izmerjene temperature po mesecih.

spustila še enkrat, in sicer 5.1., v kratkem zaporedju mrzlih dni na začetku leta.

Topli dnevi¹ so bili zgoščeni v juliju in predvsem v avgustu, ko jih je bilo kar osem od skupno enajstih v letu 2011 in od tega sedem zapored od 21. avgusta dalje. Temperatura se je dve desetinki nad 25 °C povzpela še 4. septembra. Ta dan so tudi mnoge postaje po nižinah zabeležile izjemno visoke in ponekod celo rekordne septembrske temperature.

V vročinskem valu v zadnji tretjini avgusta je temperatura preseгла tudi 30 °C in enkrat tudi ponoči ostala nad 20 °C. To se je zgodilo triindvajsetega v mesecu, ko se je ogrelo do 30,2 °C, minimalna temperatura pa je bila 20,1 °C. V tem obdobju je bila povprečna dnevna temperatura šest dni zapored krepko nad 20 °C. Z dnevnim povprečjem 22,9 °C sta bila najtoplejša 22. in 23. avgusta.

Leto 2012

Povprečna temperatura v prvih dveh mesecih leta 2012 (slika 6) je bila na Javorniku precej nižja od tiste iz leta 2011. Kljub temu je bila v obdobju med decembrom 2011 in decembrom 2012 povprečna letna temperatura enaka tisti iz leta 2011, saj je bilo poletje 2012 precej toplejše od poletja 2011. Za desetinko nižji od leta 2011 pa sta bili povprečji maksimalnih ter minimalnih temperatur.

Na Javorniku je bilo od 1. januarja do 30. novembra 2012 skupaj 88 hladnih², 34 ledenih in 26 toplih dni (preglednica 2). Zaporednih hladnih dni je bilo na

Javorniku 31, od 24. januarja pa vse do vključno 23. februarja. V tem obdobju je bilo zabeleženih tudi največ zaporednih ledenih dni, in sicer 20, od 25. 1. do vključno 13. 2. Kar 13 zaporednih dni, od 31. januarja pa vse do 12. februarja, se maksimalna temperatura ni dvignila nad -10 °C. V tem obdobju se temperatura tudi na mnogih nižinskih postajah ni dvignila nad ledišče, vrednost maksimalne temperature pa je 3. februarja znašala le -16 °C. Največ zaporednih toplih dni je bilo v času vročinskega vala, ki je zajel osrednji del Evrope, v obdobju med 18. in 25. avgustom, najvišja temperatura je bila takrat osem dni zapored enaka ali višja od 25 °C.

Najtoplejši mesec v letu 2012 je bil avgust. Povprečna mesečna temperatura je bila takrat 18,1 °C. Avgusta je bila izmerjena tudi maksimalna temperatura v obdobju med 1. januarjem 2012 in 30. novembrom 2012; 21.8. je znašala 31,3 °C. Istega dne je bila zabeležena tudi tropska noč³, saj je bila minimalna dnevna temperatura enaka 20,5 °C (preglednica 1).

Najhladnejši mesec v opisanem obdobju je bil februar. Na Javorniku je bila povprečna mesečna temperatura enaka -7,1 °C. Minimalna dnevna temperatura je bila najnižja 6. februarja, ko je bilo -18,5 °C.

Zanimivi vremenski dogodki na Javorniku

V sklopu naših meritev smo zabeležili nekaj dogodkov, ki so se nam z meteorološkega stališča zdeli zanimivi. V našem članku podrobneje predstavljamo dva izmed njih, dodajamo pa še dve primerjavi podatkov s postaje na Javorniku s podatki na postaji Vojsko (ARSO).

1 Topli so dnevi, ko se temperatura povzpne na ali preko 25 °C.

2 Hladni so dnevi, ko je minimalna temperatura nižja ali enaka 0 °C.

3 Tropska noč je pojav, ko se temperatura preko noči ne spusti pod 20 °C

Preglednica 1. Temperaturni podatki po mesecih za leti 2011 in 2012. V prvem stolpcu so navedene povprečne mesečne vrednosti, v drugem in četrtem mesečna povprečja maksimalne in minimalne dnevne temperature. Tretji in peti stolpec vsebuje najvišje in najnižje zabeležene vrednosti v posameznih mesecih. Z rdečo in modro so označeni topli in hladni ekstremi v posameznih kategorijah.

Leto	Povprečna T		Povprečna Tmax		Najvišja T		Povprečna Tmin		Najnižja T	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Januar	-2,5	-2	-0,5	-0,7	11,0	0,8	-4,1	-5,1	-13,0	-14,5
Februar	-2,3	-7,1	1,0	-4,3	14,0	14,0	-4,4	-9,6	-13,0	-18,5
Marec	0,4	4,2	3,1	8,2	13,2	15,8	-1,8	1,1	-10,3	-8,1
April	7,5	4,2	13,5	7,8	20,4	23,2	3,6	1,6	-1,9	-8,7
Maj	10,3	9,7	15,3	14,5	21,3	23,2	6,3	6,2	-1,8	-1,1
Junij	13,5	14,7	17,7	18,9	24,1	26,1	10,6	11,3	5,4	6,0
Julij	14,1	16,2	18,5	21,7	26,3	27,7	11,0	12,8	6,1	6,4
Avgust	16,8	18,1	21,7	24,6	30,2	31,3	13,5	13,6	7,2	6,2
September	13,9	11,7	18,3	15,4	25,2	23,4	10,9	9,2	4,0	2,9
Oktober	5,9	7,2	9,2	9,8	20,6	16,1	3,4	5,5	-3,6	-6,4
November	2,4	4,1	5,0	6,1	10	12,7	0,5	2,4	-6,3	-2,8
December	0,4	-2,1	2,3	0,1	7,0	5,1	-1,4	-3,8	-8,8	-10,0

Preglednica 2. Statistika značilnih dni po mesecih v letih 2011 in 2012.

Leto	Št. ledenih dni		Št. hladnih dni		Št. toplih dni	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Januar	17	11	20	28	0	0
Februar	11	20	23	27	0	0
Marec	9	2	17	11	0	0
April	0	0	5	8	0	0
Maj	0	0	2	4	0	0
Junij	0	0	0	0	0	4
Julij	0	0	0	0	3	7
Avgust	0	0	0	0	7	15
September	0	0	0	0	1	0
Oktober	1	1	10	4	0	0
November	4	0	12	6	0	0
December	8	12	18	27	0	0
Vsota	50	46	107	115	11	26

Temperaturna inverzija januarja in februarja 2011

Pri izračunu klimatološkega temperaturnega povprečja (preglednica 3) na Javorniku za januar in februar 2011 smo ugotovili, da je bil Javornik hladnejši od dveh višjeležečih uradnih meteoroloških postaj (Krvavec 1740 m, Vogel 1535 m) in nižjeležeče uradne postaje Vojsko (1067 m) (vir: medmrežje 1).

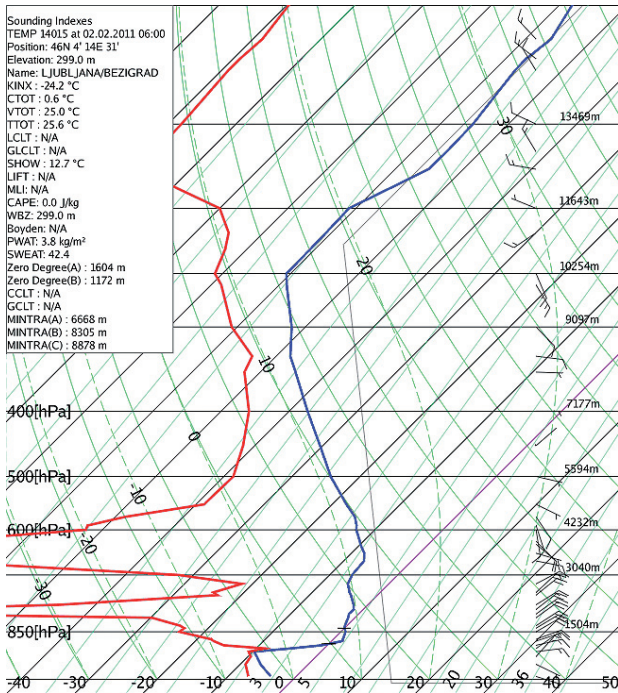
Vzrok za to je bila subsidenčna inverzija (slika 7). V anticiklonu se zrak spušča, ob tem pa se segreva in suši. V „bližini“ tal se ta toplejši zrak razteka nad hladnejšo zračno maso spodaj. Na stiku med obema zračnima masama temperatura naglo narašča z

višino. Najhladnejši zrak je običajno v zgornjem delu meglene oziroma oblačne plasti, kjer se je pogosto nahajal tudi Javornik. Višji vrhovi so bili v toplejši zračni masi.

Največje razlike med postajama dinarske gorske pregrade (Vojsko, Javornik) ter Voglom in Krvavcem so bile med 30. januarjem in 3. februarjem. V tem času so bili naši kraji pod vplivom anticiklona, ki je iznad zahodne Evrope segal nad Panonsko nižino in Balkan. Sprva je nizka oblačnost segala do nadmorske višine 1100 metrov, nato pa se je vsak dan spuščala. Drugega februarja se je nizka oblačnost povsod razkrojila, le na vzhodu države je še vztrajala megla (vir: medmrežje 2).

Preglednica 3. Mesečna povprečja temperature na izbranih višinskih postajah v °C. Tpov predstavlja klimatološko povprečje. Tmin povprečje dnevni minimumov in Tmax povprečje dnevni maksimumov.

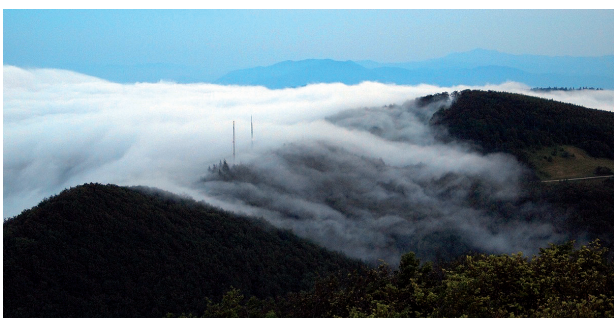
Postaja	Javornik			Vogel			Vojsko			Krvavec		
	Tpov	Tmin	Tmax	Tpov	Tmin	Tmax	Tpov	Tmin	Tmax	Tpov	Tmin	Tmax
januar	-2,75	-4,49	-0,7	-1,91	-4,21	0,85	-2,74	-5,09	0,34	-0,58	-6,88	-0,58
februar	-2,42	-5,01	0,93	-1,5	-3,93	2,54	-0,9	-3,83	2,66	-1,67	-5,16	2,26



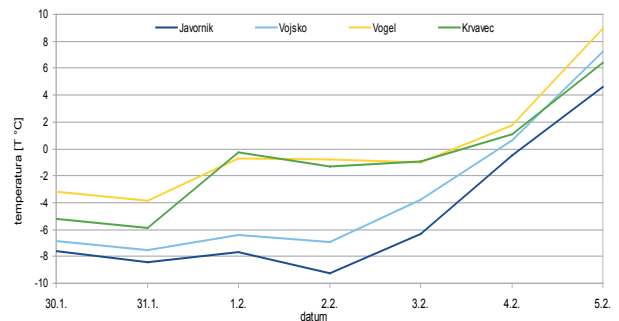
Slika 7. Izrazita temperaturna inverzija 2.2.2011 ob 6. uri zjutraj (vir: medmrežje 3)

V obravnavanem obdobju je bila povprečna temperatura na postajah dinarske gorske pregrade precej nižja od višjih postaj Vogel in Krvavec (slika 9). Povprečna temperatura na Javorniku je znašala $-5,0$ °C, na Vojskem $-3,4$ °C, bila na Voglu $0,2$ °C in na Krvavcu $-0,9$ °C.

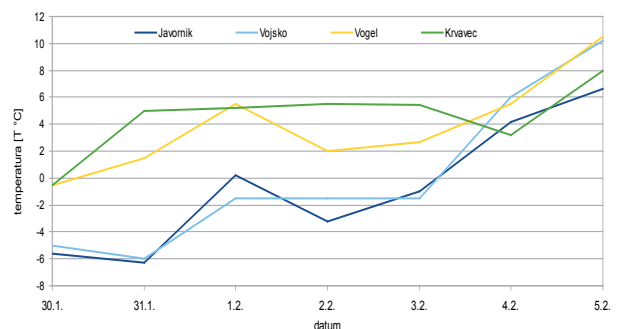
Podobno velike razlike so bile pri dnevni maksimalni temperaturi zraka (slika 10). Povprečna maksimalna temperatura je bila na Krvavcu $4,5$ °C, Voglu $3,9$ °C, Vojskem $0,1$ °C in Javorniku $-0,7$ °C. Največja razlika



Slika 8. Prelivanje nizke oblačnosti z vzhodnim vetrom čez greben Javornika (Foto: L. Likar)



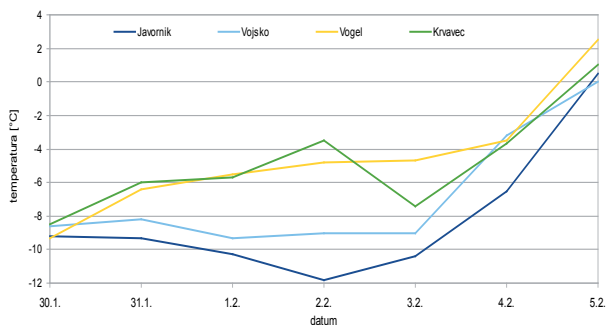
Slika 9. Časovni potek povprečne dnevne temperature v obdobju med 30.1.2011 in 5.2.2011



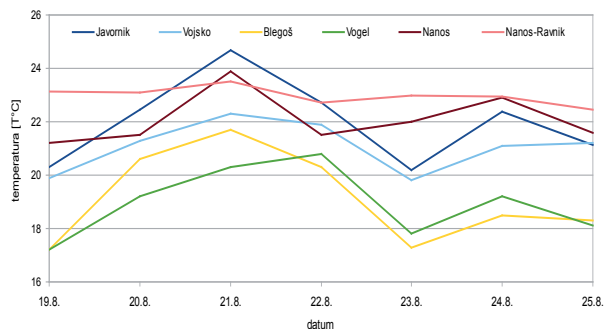
Slika 10. Časovni potek maksimalne dnevne temperature v obdobju med 30.1.2011 in 5.2.2011

je bila 31. januarja. Krvavec je imel maksimalno temperaturo $5,0$ °C, Vogel $1,5$ °C, Vojsko $-6,0$ °C in Javornik $-6,3$ °C. Razlika med Krvavcem in Javornikom je tako znašala kar $11,3$ °C. K temu pomembno prispeva tudi razlika v legi obeh postaj. Javornik je namreč postavljen na grebenu kjer je pogosta megla.. Postaja na Krvavcu pa leži 500 metrov višje na južni prisojni strani Krvavca. Tako je bil tistega dne Javornik v megli, Krvavec pa je zaradi 500 metrov višje lege segal iznad megle v območje toplega zraka inverzije.

Pri minimalnih temperaturah so bile razlike manjše. Krvavec je imel v obravnavanem obdobju povprečno minimalno temperaturo $-4,8$ °C, Vogel $-4,5$ °C, Vojsko $-6,8$ °C in Javornik $-8,1$ °C (slika 11). Največja razlika v minimalni temperaturi je bila 2. februarja, ko je bilo na Krvavcu $-3,5$ °C, Voglu $-4,8$ °C, Vojskem $-9,0$ °C in Javorniku celo $-11,8$ °C. To je bila v obravnavanem obdobju tudi najnižja minimalna temperatura med vsemi postajami.



Slika 11. Časovni potek minimalne dnevne temperature v obdobju med 30.1.2011 in 5.2. 2011



Slika 13. Časovni potek povprečne dnevne temperature temperature v avgustovskem vročinskem valu



Slika 12. Posledica prehajanje nizke oblačnosti čez Javornik je tudi več kot pol metra dolgo ivje na stolpu na Javorniku 24.1.2010 (Foto: M. Gustinčič)

Vročinski val v avgustu 2012

Na Javorniku smo v dneh od 19.8. do 25.8. zabeležili najvišjo temperaturo od začetka meritev na tej lokaciji. Slovenija je bila pod vplivom anticiklona, ki je postopno slabel. Vremenska fronta nas je dosegla 23.8. dopoldne. Dne 24. in 25.8. je pihal jugozahodni veter, nad naše kraje pa je dotekal zelo toplel in suh zrak. Vročinski val se je končal 26. dne v mesecu, ko je v severni Italiji in nad severnim Jadranom nastal sekundarni ciklon. Prek Slovenije se je pomikala hladna fronta s padavinami in vmesnimi nevihtami, na Primorskem je zapihala burja.

V analizo vročinskega vala smo poleg prej omenjene četverice postaj, vključili še dve postaji društva Nanos (1170 m) in Blegoš (1540 m) in samodejno uradno meteorološko postajo Nanos-Ravnik¹ (915 m). Povprečna temperatura v času vročinskega vala

¹ Na postaji Nanos-Ravnik so na voljo le urne vrednosti. Potrebno je upoštevati, da je lahko maksimalna ali minimalna temperatura tudi za več kot 0,5 °C višja oz. nižja kot ob času meritve.

(slika 13) je na Javorniku znašala 22,0 °C. Blegoš je imel 19,1 °C in Nanos 22,1 °C. Na postajah državne meteorološke službe so bili podatki sledeči: Vojsko je imelo povprečno temperaturo 21,1 °C, Vogel 18,9 °C in Kravvec 18,1 °C. Z izjemo postaje Nanos-Ravnik je bila najvišja temperatura izmerjena 21. avgusta.

Javornik je bil v času vročinskega vala toplel zlasti v nočnem času. V vsem obdobju meritev smo zabeležili prvo tropsko noč (20,5 °C). Ponoči je bil med toplejšimi postajami še Blegoš (18,9 °C). Vojsko, ki je Javorniku najbližje od vseh postaj, je bilo v povprečju za 2,5 °C hladnejše, zaradi bolj planotastega reliefa v primerjavi s postajo Javornik na izpostavljenem grebenu. Povprečna minimalna temperatura na Javorniku je znašala 17,4 °C in s tem je bila ta postaja toplejša od vseh ostalih obravnavanih meteoroloških postaj. Na Nanosu-Ravniku je povprečna minimalna temperatura znašala 17,2 °C, na društvenem merilnem mestu Nanos 16,7 °C, na Vojskem 14,9 °C, na Voglu 15,0 °C in na Kravvcu 14,0 °C.

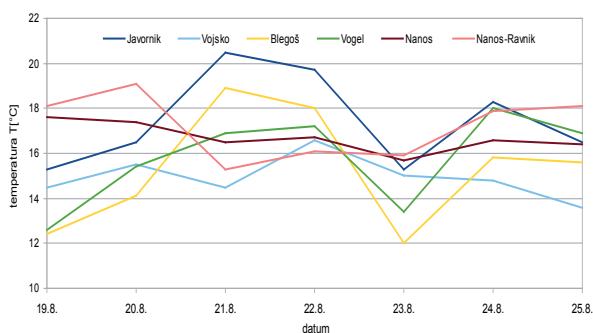
Primerjava Javornika in Vojskega v poletnem anticiklonalnem tipu vremena

V vročinskem valu v drugi polovici avgusta 2012 se je tako na Javorniku kot na Vojskem zvrstilo več dni, ko je temperatura zraka presegla 25 °C. Za primerjavo postaj v poletni anticiklonalni situaciji smo izbrali dneve od 18. do 25. 8. To obdobje lahko glede na primerjavo temperatur razdelimo na dva dela: v prvem so najvišje dnevne temperature višje na Vojskem, v drugem pa tako najvišje in predvsem najnižje temperature na Javorniku odstopajo od Vojskega tudi za več kot stopinjo v pozitivni smeri.

V prvih treh dneh je bila najvišja temperatura na Javorniku od pol stopinje do stopinjo nižja kot na Vojskem, minimalne temperature pa so bile podobne. Poleg tega lahko opazimo še, da so v teh dneh najvišje vrednosti na Javorniku dosežene uro do dve prej kot na Vojskem, vsakič ob istem terminu meritev (13:45 CET).

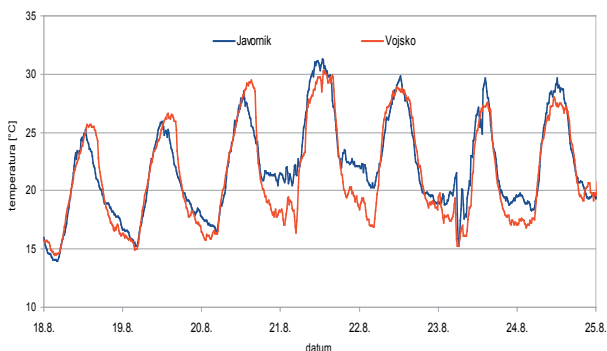
Preglednica 4. Maksimalna dnevna temperatura v avgustovskem vročinskem valu.

Datum	Javornik	Vojsko	Blegoš	Vogel	Krvavec	Nanos	Nanos-Ravnik
19.08.2012	26,1	26,5	23,8	22,4	23,7	25,8	29,8
20.08.2012	28,5	28,8	26,2	24,6	26,7	29,6	32,9
21.08.2012	31,3	30,2	26,2	26,4	28,7	30,9	31,3
22.08.2012	29,8	28,8	25,2	26	26,8	29,6	29,7
23.08.2012	29,4	27	22,8	23	21,3	30,7	31,4
24.08.2012	29,5	28,2	23,1	25,1	22,4	29,7	30
25.08.2012	28,6	28	22,6	21,6	21,4	28,2	28,6
povprečje	29,0	28,2	24,3	24,2	24,4	29,2	30,5



Slika 14. Časovni potek minimalne dnevne temperature v avgustovskem vročinskem valu

V naslednjih štirih dneh so najvišje temperature na Javorniku vsakič za več kot stopinjo presegle vrednosti na Vojskem. Največja razlika, 2 °C, je bila izmerjena 24. 8. Tudi v tem obdobju so najvišje vrednosti na Javorniku dosežene prej, le da so tokrat časovne razlike manjše - od 30 do 45 minut. Ohlajanje na postajah se v nočeh od 21. 8. do konca obravnavanega obdobja bistveno razlikuje. Izjema je le noč iz 22. na 23. 8., ko je postaji proti jutru prešla močnejša nevihta in je na obeh lokacijah opazen hiter in velik padec temperature. Preostale tri noči so razlike minimalnih temperatur med postajama tudi do 5 °C. Na Javorniku so temperature v nočeh iz 20. na 21. in iz



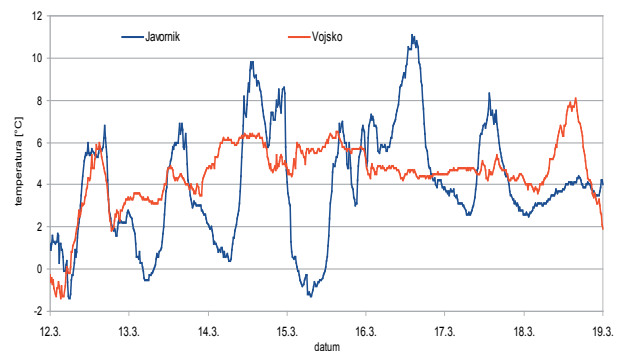
Slika 15. Potek temperature v anticiklonalnem tipu vremena

21. na 22. 8. ostale nad 20 °C, med tem ko so se na Vojskem spustile do okoli 16 °C.

Z dostopnimi podatki je težko določiti glavne razloge za temperaturne razlike med postajama v izbranem obdobju. Glede na bližnje, nižje ležeče postaje, bi lahko sklepali, da je na najvišje temperature močno vplivala smer vetra. V prvih dneh je namreč pihal vzhodnik, nato pa jugozahodnik. Obrat vetra se zgodi skladno s spremembo lokacije z najvišjo temperaturo. Na temperature ponoči zagotovo vpliva prevetrena lokacija postaje na Javorniku, ki stoji na grebenu Di-narske pregrade, med tem ko ima postaja na Vojskem bolj zatišno lego.

Primerjava postaj Javornik in Vojsko v ciklonalni situaciji

Podrobneje smo si pogledali še eno izmed ciklonalnih situacij v obdobju med 12. in 19. marcem 2011. Dva-najstega je bilo še suho in večinoma jasno v večjem delu Slovenije. Tega dne je še opazen izrazit dnevni hod temperature na obeh postajah, trinajstega pa je v večernem času že začelo rahlo deževati. Precej obilne padavine so bile zabeležene na nižinskih postajah 14. in 16. marca, rahlo pa je deževalo tudi 15. in 17.



Slika 16. Potek temperature v ciklonalnem tipu vremena

V celotnem časovnem obdobju se je temperatura na Vojskem spreminjala le za okrog 4 stopinje med maksimalnimi ter minimalnimi vrednostmi, medtem ko je bil v celotnem obdobju na Javorniku opazen izrazit dnevni hod z razlikami med maksimalnimi in minimalnimi dnevnimi temperaturami tudi več kot 10 stopinj Celzija. Minimalna dnevna temperatura je bila na Javorniku 15. marca za kar 7 stopinj Celzija nižja od temperature izmerjene na Vojskem, 16. pa je bila maksimalna dnevna temperatura na Javorniku za 6,4 °C višja kot na Vojskem. Temperatura se je tako na Javorniku v času ciklonalne situacije spustila tudi pod ledišče ter preseгла 11 °C, medtem ko se je na Vojskem gibala med 3 in 7 stopinjami celzija. Predvidoma je bila torej v času ciklonalne situacije na Vojskem megla, saj je po koncu padavin 18. marca na Vojskem spet opazen izrazit dnevni hod.

Zaključki

Obravnavani del dinarske gorske pregrade predstavlja oviro vlažnim zračnim masam iz jugozahoda, kot tudi vzhodnim zračnim tokovom. Zaradi specifične izoblikovanosti reliefa se zračne mase dvigujejo, kar pomembno prispeva k vremenski pestrosti obravnavanega območja. Z društvenimi meritvami smo prišli do zaključka, da so pridobljeni podatki pomembni tako za prebivalce tega območja kot tudi za širšo javnost.

Meritve na Javorniku potekajo že tretje leto, v tem času pa smo izmerili kar nekaj zanimivih vrednosti. Izmerjena temperatura na tem območju se lahko znatno razlikuje od temperature na podobni nadmorski višini v drugih delih Slovenije.

V letu 2011 smo društveno merilno mrežo razširili na področje Nanosa in v letu 2012 na Golake in bližnje mrazišče na Trnovskem gozdu. Poleg meritev temperature načrtujemo v društvu tudi vzpostavitev mreže višinskih padavinskih postaj, kjer bomo poskušali čim bolj natančno izmeriti letno višino padavin.

Viri

Arhiv opazovanih in merjenih meteoroloških podatkov ARSO-meteo.si. Medmrežje 1: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>

Meteorološki arhiv ARSO – podatki s postaje Nanos-Ravnik in informacije o nekdanji padavinski postaji Javornik nad Colom.

Naše okolje, februar 2011. Medmrežje 2: <http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%c5%benica/mese%c4%8dni%20bilten/NASE%20OKO-LJE2011%2002.pdf>

Reliefne slike za Google zemljevide. Medmrežje 3: <http://www.maps-for-free.com/>

Vertikalna sondaža s postaje Ljubljana Bežigrad. Medmrežje 4: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/aviation/>

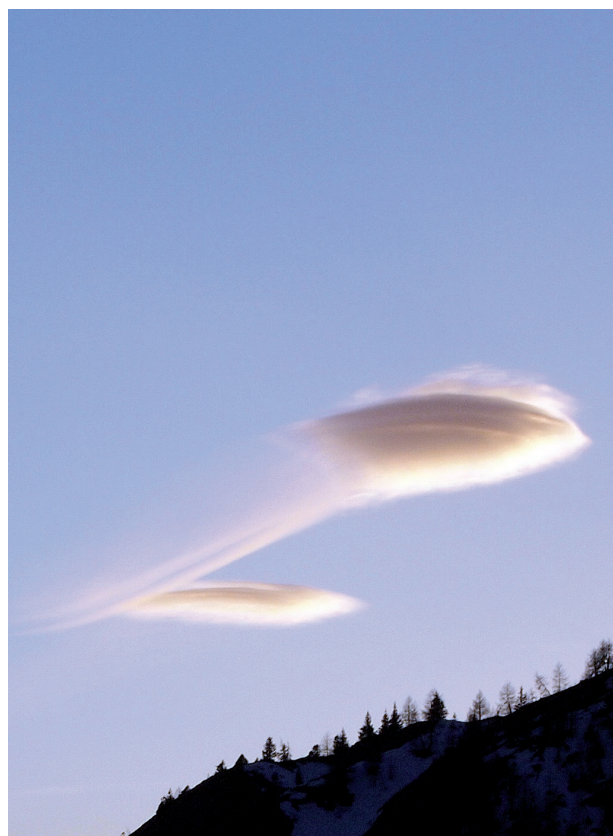


Foto: L. Likar

Predstavitev postavitve samodejnih meteoroloških merilnih postaj za posebne namene v spletnih učnih vsebinah

Sašo Vrbinc, Darko Popović, Boštjan Grašič, Primož Mlakar in Marija Zlata Božnar,
MEIS d.o.o., info@meis.si

Povzetek

V okviru evropskega projekta "eLearning-DTN" iz programa Leonardo da Vinci smo v MEISu izdelali spletne učne vsebine, ki ponazarjajo konkretno izvedbo postavitve samodejnih meteoroloških merilnih postaj, primernih za posebne razmere na odročnih področjih in v kraških jamah ter izvedbe komunikacij za prenos izmerjenih podatkov.

Samodejne merilne postaje, kot so predstavljene v teh učnih vsebinah, so primerne za posebne namenske meritve, kot so to naprimer spremljanje meteoroloških razmer na območjih vrednotenja vpliva velikih industrijskih onesnaževalcev ozračja ali pa za spremljanje mikro-meteoroloških razmer v naravnih kraških jamah.

Namen učnih vsebin je potencialnemu laičnemu izvajalcu prikazati postopke postavitve in vzdrževanja takih postaj ter vzpostavitev t.i. »DTN spletnih komunikacij« s tako postajo.

Uvod

Vsi smo že kdaj opazili v okolju merilno postajo, na katero so pritrjeni različni merilniki za merjenje meteoroloških veličin. Ali smo se tudi kdaj vprašali, koliko

dela zahtevajo in kako potekajo izgradnja, vzdrževanje in v končni fazi razstavljanje meteorološke postaje? Ali pa, kako se meritve prenesejo v podatkovna središča? Nedvomno je potrebno imeti določeno mero inženirskih sposobnosti in izkušenj z različnih področij,



Slika 1. Samodejna meteorološka merilna postaja na eni od lokacij v okolici tovarne Acroni na Jesenicah. Postaja je zbirala podatke za modeliranje širjenja onesnaževal iz izpustov tovarne v ozračje v podrobni krajevni in časovni ločljivosti. Foto: Boštjan Grašič

vendar to lahko uspe tudi nekoliko manj izkušenim, če le imajo na voljo ustrezne učbenike. S tem namenom smo znanje in več desetletne izkušnje o samodejnih meteoroloških postajah prenesli na svetovni splet v obliki spletnih učnih vsebin, bolj znanih pod imenom e-učenje.

V okviru projekta "eLearning-DTN" smo s temi učnimi vsebinami ponazorili, kako je lahko napredna DTN tehnologija prenosa podatkov preko spleta koristna tudi za spremljanje meteoroloških veličin. DTN je okrajšava za angleško oznako »delay and disruption tolerant networking« kar lahko opisno prevedemo z izrazom »spletne mrežne komunikacije za primere velikih zakašnitev in prekinitev«. Koristnost DTN tehnologije smo utemeljili na dveh primerih iz naše prakse.

Najprej je to samodejno spremljanje lokalnih meteoroloških razmer v okolici velikih industrijskih objektov z izpusti onesnaževal v ozračje. Slednji so morali v postopku pridobivanja okoljevarstvenega dovoljenja izvesti tudi modeliranje vpliva izpustov svojih onesnaževal na okoliško področje. Za realistično modeliranje širjenja onesnaženja v ozračju nad kompleksnim terenom, kakršen je v velikem delu Slovenije, pa nujno potrebujemo meritve meteoroloških razmer, saj so žal podatki, izvedeni iz prognostičnih modelov, še premalo zanesljivi.

Drugi primer uporabe DTN tehnologije prenosa podatkov pa je zbiranje mikro-meteoroloških podatkov v Postojnski jami. Tam smo v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta skupaj z Inštitutom za raziskave Krasa iz Postojne postavili merilni sistem, ki na več krajih znotraj jame meri mikro-meteorološke razmere in koncentracijo CO₂. Merilni sistem je del jamske raziskovalne infrastrukture in je prvenstveno namenjen poglobljenemu razumevanju izmenjave zračnih mas in energije v veliki kraški jami.

Komunikacije za samodejne meteorološke merilne postaje za posebne naloge

Samodejne meteorološke merilne postaje, ki zbirajo podatke za podrobno modeliranje širjenja onesnaženja v ozračju, so najpogosteje v obliki stolpa (Slika 1) na katerega so pritrjeni merilniki na različnih višinah. Potrebujemo še obnovljiv vir energije ali stalen priključek na omrežno napetost in računalniške komponente za shranjevanje in pošiljanje meritev. Taka merilna postaja meri različne meteorološke veličine, kot so:

- hitrost in smer vetra,
- temperatura zraka,
- relativna vlažnost zraka,
- globalno sončno obsevanje,
- zračni tlak, itd.

Način prenosa izmerjenih podatkov v podatkovno skladišče je močno odvisen od lokacije postaje, vendar v splošnem obstajajo naslednji načini:

- stalni priključek na medmrežje,
- radijska komunikacija,
- DTN način,
- ročno, s pomočjo pomnilniškega medija.

Najbolj avtonomni rešitvi sta stalni priključek na medmrežje in radijska komunikacija, saj zagotavljata ažurno pošiljanje meritev brez večjih zamud. Na merilni postaji, prikazani na sliki 1, je nameščen radijski oddajnik, ki pošilja podatke sprejemniku približno 500 m daleč.

Preostali načini prenosa podatkov so primerni za oddaljene lokacije, kjer radijska komunikacija ni mogoča. Zato se v takšnih primerih uporabljajo inovativni pristopi, med katerimi izstopa DTN (Delay and Disruption Tolerant Networking – www.n4c.eu) tehnologija. Za vse tiste postaje, ki imajo vgrajeno DTN tehnologijo, je omogočen prenos izmerjenih podatkov na področjih, kjer splošno uveljavljene telekomunikacijske rešitve niso mogoče ali smotrne. DTN omogoča izmenjavo podatkov v takšnih okoljih. Pri tem za prenos poskrbi posrednik, ki zagotovi dostavo podatkov na želeni cilj. Več o tej tehnologiji lahko bralec poišče na spletnih straneh navedenega N4C evropskega raziskovalnega



Slika 2 ponazarja eno od dejanj iz video vsebine o postopku demontaže avtomatske merilne postaje. Na sliki je druga lokacija, kjer smo izvajali meteorološke meritve v okolici tovarne Acroni. Video vsebine so na voljo za pregledovanje na internetni strani www.e-learning.si
Foto Darko Popović

projekta v okviru katerega smo sodelovali pri razvoju te tehnologije.

Na spletnih straneh "eLearning-DTN" projekta pa smo predstavili možnosti za konkretno izvedbo DTN komunikacij za različne namene prenosa podatkov z oddaljenih področij. Več o teh vsebinah opisujemo v nadaljevanju.

Samodejna meteorološka merilna postaja za podporo modeliranju onesnaženja ozračja v okolici industrijskih objektov

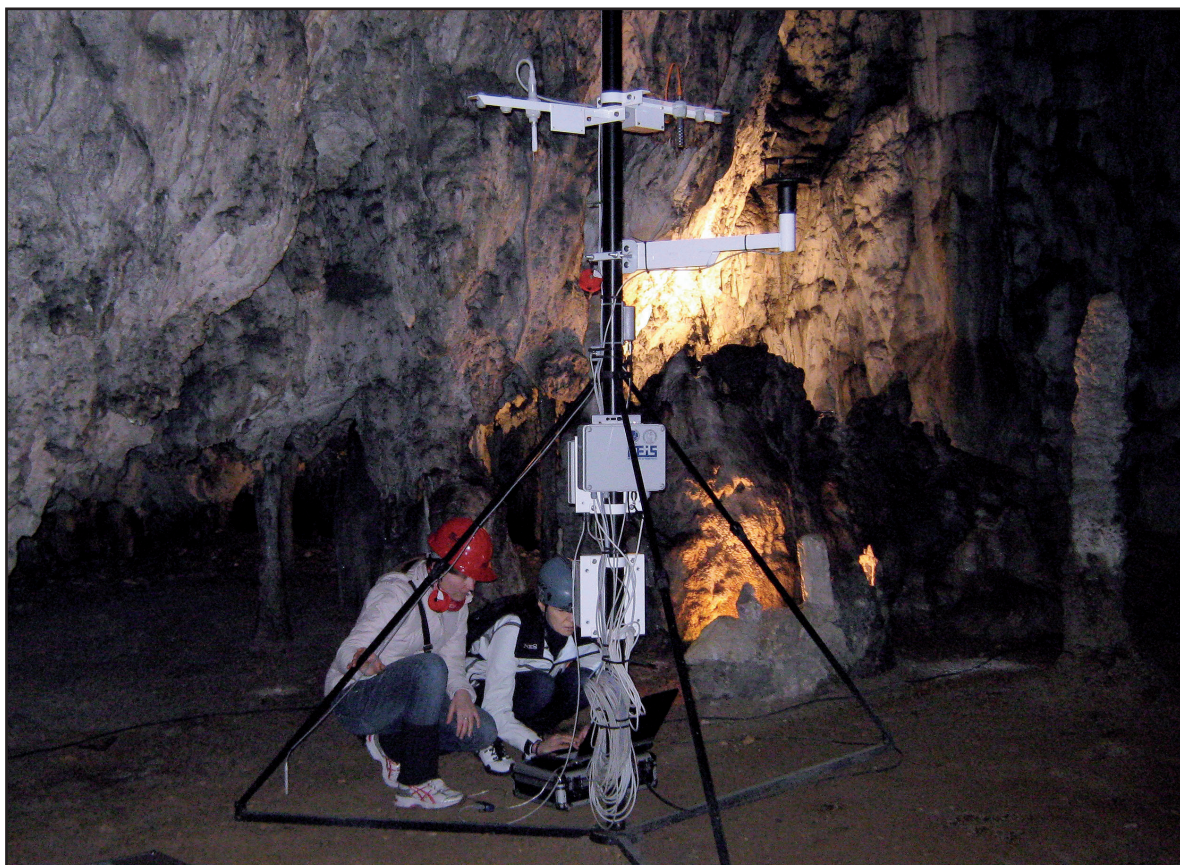
Prvi primer merilne postaje, ki jo obravnavamo v okviru učnih vsebin "eLearning-DTN" razvitih v MEISu (www.e-learning.si), je merilna postaja, ki posreduje podatke za podporo modeliranju onesnaževanja ozračja v okolici velikih industrijskih objektov z izpusti v ozračje. V okviru evropske direktive za nadzor velikih industrijskih onesnaževalcev so slednji morali ovrednotiti svoj vpliv na kakovost zunanjega zraka. Modeliranje industrijskih izpustov v ozračje nad kompleksnim terenom zahteva kakovostne vhodne meteorološke podatke, če želimo realistične izračune koncentracij. Izračuni so realistični takrat, ko v kontroliranih pogojih (na primer pri sledilnem poizkusu) zmoremo dosegati

ujemanje meritev koncentracij onesnaževal in modelskih izračunov. Zaenkrat je to možno dosegati le, če imamo poleg izračunov meteoroloških prognoističnih modelov na voljo tudi meritve meteoroloških veličin pri tleh na več reprezentativnih lokacijah v okolici izpustov.

V okviru učnih vsebin so predstavljeni postavitve, vzdrževanje in razstavljanje prizemne samodejne meteorološke postaje na dveh lokacijah v okolici tovarne Acroni. Podatke za kasnejše modeliranje širjenja onesnaženja v ozračju smo zbirali v DTN režimu. Uporabnik učnih vsebin si iz predstavljenih primerov lahko ustvari podrobno sliko o tem, kako se take meritve izvede. Na sliki 2 je primer iz predstavitve razstavljanja merilne postaje.

Jamska samodejna mikro-meteorološka merilna postaja

Druge vrste merilnih postaj, primernih za DTN komunikacije, so jamske mikro-meteorološke merilne postaje, ki so v osnovi podobne samodejni meteorološki postaji na površju, a zajemajo le določene vrste meteoroloških veličin, kot so:



Slika 3 ponazarja razmere ob rednem vzdrževalnem posegu na samodejni merilni postaji za spremljanje jamskih mikro-meteoroloških pogojev neposredno ob trasi jamske železnice za prevoz turistov v Postojnski jami. Foto Sašo Vrbinc

- hitrost in smer gibanja zračnih mas (prepih),
- temperatura zraka,
- koncentracija CO₂.

Na sliki 3 je prikazana merilna postaja, ki je nameščena ob progi turističnega vlaka v Postojnski jami. Za prenos meritev v jamskih meteoroloških merilnih postajah med drugimi uporabljamo DTN tehnologijo, kjer dejanski prenos podatkov izvede turistični vlak, ki potuje med postajo in vvhodom. S tem omogočimo samodejen prenos brez človekovega sodelovanja. Za postaje, ki se nahajajo v odročnih delih jam, izmerjene podatke še vedno prenašamo s pomočjo prenosnih pomnilniških medijev (spominske kartice, USB ključki).

Spletne učne vsebine za pomoč pri izgradnji, vzdrževanju in razstavljanju meteorološke postaje

Vsakašna pomoč pri delu je tudi izkušenim inženirjem vsekakor dobrodošla, saj se tako lažje izognemo marsikaterim oviram in napakam, ki nam utegnejo zagreniti življenje. Montaža meteoroloških postaj je zahtevno opravilo, pri katerem sta za uspešno izvedbo nujna natančnost in znanje. Prva pomoč pri izgradnji je navadno dokumentacija, ki jo zagotavlja proizvajalec. Dokumentacija je običajno celovita in zelo obsežna, vendar nobena ne nudi praktičnih izkušenj in mnenj inženirjev, ki bi nam lahko privarčevala precejšnjo mero časa in energije. V ta namen smo v okviru projekta eLearning – DTN (<http://www.elearning-dtn.eu>) izdelali kratke in izčrpne učne vsebine v obliki multimedijevskih posnetkov, ki nazorno prikazujejo postopek montaže meteoroloških postaj, kot tudi njihovo vzdrževanje in razstavljanje.


Učne vsebine so namenjene vsem vrstam strokovnjakov, laikom, učiteljem, kot tudi podjetjem in nevladnim organizacijam. Spletne učne vsebine se nahajajo na spletnem naslovu www.e-learning.si kjer je možno neomejeno pregledovanje tudi ostalih učnih vsebin, v katerih smo prikazali izgradnjo in demontažo tipične meteorološke postaje ter vzdrževanje jamske meteorološke postaje. Velik poudarek smo namenili tudi uporabi in namestitvi DTN komunikacij v meteorologiji na različnih strojnih in programskih platformah.

Vljudno vas vabimo na našo spletno stran (www.e-learning.si). Četudi še nimate svoje postaje zapakirane v škatli, pa vam zagotavljamo, da se boste prav prijetno zabavali ob ogledu naših sicer zelo resnih vsebin.

Zahvale

Uporabljene tehnologije v merilnih postajah in spletne učne vsebine so nastale v okviru naslednjih projektov:






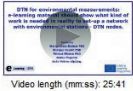














- Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, “Meritve in analiza izbranih klimatskih parametrov v kraških jamah: Primer sistema Postojnskih jam (aplikativni raziskovalni projekt)”, Oznaka projekta: L6-2156 (B);
- SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME GRANT AGREEMENT No 223994, “Networking for Communications Challenged Communities: Architecture, Test Beds and Innovative Alliances” N4C, Collaborative Project, Web site: www.n4c.eu;
- Leonardo da Vinci programme (EU Lifelong Learning Programme), “eLearning-DTN”, Web sites: www.elearning-dtn.eu, www.e-learning.si.



[Questionnaires](#) | [About project](#) | [O projektu \(in Slovenian\)](#) | [Home](#)

[eLearning project home page](#)

1 2 3 4 5 6 >>

 Video length (mm:ss): 01:11	1) DTN deployment to Postojna karst cave (overall introduction)  Like  Send  You and Boštjan Gračič like this.		This is a short introductory video on deployment of DTN technology in karst cave monitoring systems. It is based on the case example deployment made in Postojna cave in Slovenia.
 Video length (mm:ss): 25:41	2) From laboratory to users  Like  Send  Be the first of your friends to like this.		The video presents an overview of environmental laboratory tests and methodology of publishing the results in a form of e-learning course. The video presents the most prominent results of N4C project, such as SymbioNode, DTN data transfer of meteo and cave data, DTN meteo station construction, etc. Moreover, different methods of knowledge presentation are described in the video.
 Video length (mm:ss): 01:50	3) DTN deployment to Postojna cave (description)  Like  Send  Boštjan Gračič likes this.		The video shows very detailed description of DTN deployment in cave monitoring system. It is based on the case example deployment made in Postojna cave - Slovenia. There are several automatic cave stations installed in the cave to monitor micro meteorological conditions of the cave on different locations. Some stations are equipped with DTN nodes to transfer data to the central computer located outside the cave. The data are transferred with DTN mule node installed on the cave train. The train is primarily used to transport tourists inside the cave. Near the cave entrance a DTN gateway is placed that's responsible to transfer data from the train and over the Internet to its final destination.
 Video length (mm:ss): 04:56	4) DTN deployment to Postojna cave (testing)  Like  Send  Boštjan Gračič likes this.		The movie presents functional testing of DTN technology in cave monitoring systems. It is based on the case example deployment made in Postojna cave in Slovenia and presents DTN testing and maintenance that has been made inside the cave.

Copyright MEIS d.o.o., 2012



Matjaž, domžalski vremeniko

Matjaž Černevshek, Domžale

Ljudje marsikdaj rečejo, da jih nekaj »briga kot lanski sneg«. A med nami obstaja nekaj ljudi, ki jih pa še kako zanima lanski sneg. Pa ne samo sneg, tudi vse ostale oblike padavin, spreminjanje temperature in vse kar spada pod pojem vreme in si brez tega sploh ne predstavljajo več vsakdanjika. Med njimi sem tudi jaz.

Začetki

Ko pomislim, kdaj se je vse skupaj začelo, nimam odgovora. Proti koncu osnovne šole, v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, sem si občasno že delal zapiske, a le kadar se je dogajalo kaj zanimivega. V srednji šoli je to zapisovanje postalo rutina, sočasno pa je raslo zanimanje za meteorologijo (slika 1). Že pred srednjo šolo sem si v knjižnici izposojal knjige o astronomiji (še en moj konjiček), vremenoslovju in jih bral, namesto da bi se učil za šolo. To je bilo malce pred prihodom svetovnega spleta, ki je stvari precej spremenil. Včasih si moral res iskati gradivo, zdaj pa te spletni brskalniki dobesedno zasujejo z informacijami, kar se kaže tudi v povečanem številu ljubiteljskih vremenarjev in raznih vremenskih forumov.

APRIL							MALI TRAVEN 2011																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																
SODNIK							SREDA							SOBOTA																
TORNEK							ČETRTEK							NEDELJA																
PONEDELJEK							TORNEK							PETEK																



Slika 4. 60 centimetrska snežna odeja konec februarja 2013 v Bočni (Foto: M. Černevshek)

še kako drži v tem primeru. V tem članku ne bom podrobneje predstavljal svoje amaterske postaje v Bočni. Le na kratko bi rad omenil nekaj spoznanj, ki so mi že kmalu vzbudile zanimanje:

- Zaradi izrazitega gornika (pobočnega vetra) so tam nenavadno hladni večeri v primerjavi z okolico.
- Včasih zaradi stacionarne ali obnavljajoče se oblačnosti nad Menino planino (oblaki, ki se zbirajo nad njo mečejo popoldne senco na njeno SV stran in seveda tudi nad nas; včasih je ta senca omejena na zelo majhno območje) opažam občutno manj sončnega obsevanja.
- Zaradi razgibanega površja je tam nekoliko več padavin kot v nižji okolici in zaradi polsenčne lege pozimi več dni s snežno odejo kot v okolici. Nasploh v tem delu Slovenije šteje vsak kilometer, saj komaj 25 kilometrov od Savinjskih Alp do Nazarij prestavlja prehod od 2300 do 1300 mi-



Slika 5. Pogled na Bočno, obdano z Menino planino (Foto: M. Černevshek)

limetrov povprečnih letnih padavin, Bočna je pa nekje vmes. Če se malo poigramo s številkami, predstavlja vsak kilometer proti vzhodu 40 mm manj letnih padavin!

- Pogosto piha zelo močan jugozahodni veter v večjem delu Zadrebčke doline. V našem delu vasi zaradi reliefa malo zaokroži in piha celo od severne in severozahodne smeri; od jugozahoda pač ne more, saj je vetru »na poti« Menina planina. Lokalno spremenjena smer sicer ne vpliva na fenski učinek jugozahodnega vetra. Se pa tudi zgodi, da smo zaradi njega kakšen dan med najtoplejšimi kraji v Sloveniji, saj nas pogosto prepriha med prvimi, a kasneje kot Gornji Grad in dolino Nove Štifte.

Ko pod vse to potegnemo črto, lahko vidimo, da je to povsem drug svet kot bolj monotona Ljubljanska, Celjska ali kakšna druga kotlina, kjer se vreme ravna precej bolj »po učbeniku«. Sicer sem opazil, da se tu ljudje nekoliko bolj zanimajo za vremenske pojave kot recimo v Ljubljani, kar glede na opisano sploh ni čudno. Veter, padavine in temperatura zraka lahko konkretno vplivajo na življenje. Še najbolj je »razvpit« t.i. gornik, ki ob lepem vremenu zvečer rahlo zapihlja po pobočjih Menine planine in k nam v dolino prinese tako hladni zrak, da se je treba celo sredi poletja zvečer toplo obleči. Čeprav je temperatura še recimo $+18^{\circ}\text{C}$, je občutek mraza prav nenavaden. Medtem ko po drugih nižinah še vlada vročina in sopara, imamo mi že pošteno hladna ušesa in prste na rokah. Ob sončnem zahodu se pogosto v uri in pol ohladi za okoli 10 stopinj, vlaga hitro narašča in še pred nočjo je včasih na tleh rosa. Temperature so ob npr. osmih zvečer zelo podobne tistim na Lisci, včasih celo Rogli in Menini planini, od koder v bistvu prihaja ta hlad. A pozor, tako je le v našem delu vasi, ki je v nekakšnem kanalu povsem pod vznožjem Menine planine (slika 6). Takoj za ovinkom, približno 400 metrov niže, je še prijetno toplo vreme, ki se hladi precej bolj umirjeno.



Slika 6. Dolina pod Menino planino. Naš del vasi, izpostavljen gorniku. Pozno popoldne in zvečer pihlja v smeri ceste navzdol (Foto: M. Černevshek)

Moram še omeniti, da je v zavetrju, recimo za hišo ali uto, še prijetno in v skladu z dejansko temperaturo zraka. Povsem drugače pa je v tem hladnem gorniku...morda si lahko predstavljate, če ga primerjam s klimatsko napravo, nastavljeno na minimum, ki zopno pihlja v vas, medtem ko je v prostoru še toplo.

Seveda človeka zanima, kaj se nato dogaja ponoči, zato imam zdaj že nekaj let zapisovalnik podatkov, ki v poljubnih intervalih beleži temperaturo zraka in njen potek v obliki grafa. Zanimivo je, da se že pozno zvečer ohlajanje precej ustavi, gornik oslabi in čez noč temperatura le počasi pada vse do jutranje minimalne temperature, ki je pri nas celo nekoliko višja kot niže v dolini, sploh ob hudem zimskem mrazu. Zasluga gre nekoliko vzdignjeni legi nad dolinskim dnom ter bližnjim smrekovim gozdom, ki nas obkrožajo iz treh smeri. A povprečne temperature so kljub temu nižje, kot v večjem delu doline, saj malce višje minimalne temperature povsem izničijo malce nižje dnevne temperature in občutno hladnejši večeri. O razmerah tu pa veliko pove že vegetacija in to je tukajšnjim ljudem že hitro padlo v oči. Fenološke faze v našem delu vasi zastajajo od nekaj dni pa do enega tedna za preostalim delom vasi in doline ter 10 do 14 dni za Ljubljansko in Celjsko kotlino. Zakasnitev fenološke faze je odvisna od vremenskih razmer v konkretni pomladi.

Po vsem napisanem je zdaj verjetno jasno, zakaj me je, v iskanju odgovorov in želje po znanju, tako prevzela meteorologija. Bočni pripisujem levji delež zaslug, saj dvomim, da bi tako močno zašel v vremenske vode, če bi vso mladost preživel v ravninskih Domžalah. Sicer se spominjam, kako me je že kot osnovnošolca čudila gosta jutranja megla ter poletne nevihte, vendar ti pojavi niso nič kaj posebnega v primerjavi s tistimi lokalnimi na severni strani Menine planine.

Vsakdanjik vremenskega navdušenca

Ko si enkrat tako odvisen od spremljanja vremena, le-to že začne vplivati na tvoj vsakdanjik. Kot uradni opazovalec imaš dolžnost izmeriti padavine ob 7.00 zjutraj (poleti ob 8.00). To je treba uskladiti s službo, včasih pomaga kak družinski član, včasih se pa tudi ne izide in kasneje izmerim skupno količino padavin, ki se jo nato kasneje porazdeli po dnevih s pomočjo radarskih slik padavin in bližnjih postaj. Sicer je najbolj pomembna skupna količina padavin, tako da kar se tega tiče ni večjih problemov. Od približno 170 padavinskih postaj po Sloveniji je moja verjetno najdlje od mojega bivališča. Ker živim v centru Domžal, smo dežemer postavili na dobro in varno lokacijo v bližini športnega parka Domžale, pri teniškem klubu. Sprva me je bilo strah, koliko časa bo tam zdržala (bližina otrok, obča-

sen vandalizem v bližini, itd.), a v petih letih ni bilo še nobenih problemov. Zahvaliti se je treba žičnati ograji okoli teniškega kluba, pa tudi precej nevpadljivemu videzu hellmannovega dežemera, saj na prvi pogled deluje kot navadno vedro na stojalu. Do te postaje imam 15 minut hoje ali 5 minut z avtom. A za stvari, ki jih imamo radi, razdalje niso ovira...



Slika 7. Meritve snežne odeje na padavinski postaji v Domžalah (Foto: M. Černešek)

Biti vremenski navdušenec tudi pomeni, da na dopustu z enim očesom pogleduješ proti nebu in se sprašuješ, kaj se dogaja doma. Pomeni, da celo na delovnem mestu zvedavo pogleduješ skozi okno, kaj se dogaja zunaj. Pomeni, da imaš na svojem spletnem brskalniku med priljubljenimi zaznamki najprej cel kup z vremenom povezanih povezav. In seveda pomeni, da te ljudje sprašujejo za vreme na skoraj vsakem koraku. Jaz sicer vedno poudarjam, da sem bolj analitik kot prognostik. Večina ljudi pač misli, da je meteorologija samo napovedovanje vremena in ne vedo, da zraven spada še statistika, kontrola in analiza podatkov, klimatologija, itd. In ravno to me najbolj veseli, napovedovanje pa raje pustim za to bolj usposobljenim strokovnjakom. Moja velika želja je, da bi nekoč lahko delal na področju opazovanja vremena ali analize podatkov in morda se mi nekoč ta želja uresniči. V vsakem primeru pa bom vsak dan zapisoval podatke in pogledoval v nebo.

Vreme – naš vsakdan

Iztok Sinjur, Gozdarski inštitut Slovenije

Vremenski pojavi že od nekdaj burijo človeško domišljijo, bolj ali manj vplivajo na vsakdanje aktivnosti in nenazadnje na naše počutje. Ker je bil v preteklosti človek mnogo bolj izpostavljen vremenskim razmeram, poznavanje njihovih zakonitosti pa je sprva temeljilo zgolj na izkušnjah prednikov pomešanih z različnimi verovanji, so ti pogosto odločali celo o preživetju. S časom se je neposredna izpostavljenost vremenskim pojavom zmanjšala, a vreme še vedno ostaja pomemben človekov spremljevalec.

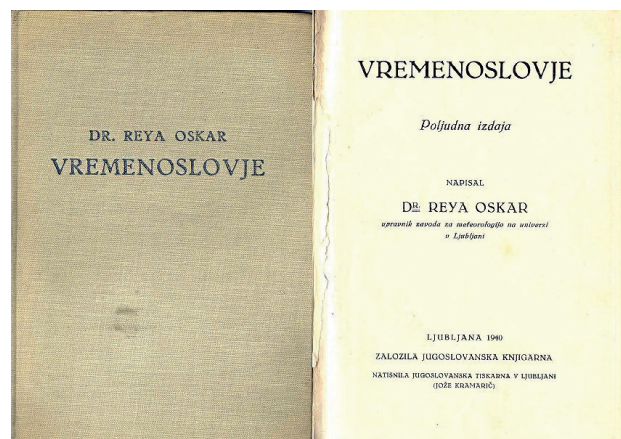
O vremenu do danes

Vremenske pojave človek spremlja že tisočletja. Sprva je šlo za upodabljanje s slikanjem, z razvojem pisave pa so pričeli nastajati še danes pomembni viri. Zapisi vremenskih dogodkov, ki so bodisi omogočili dobre letine pridelkov, bodisi vzeli življenja domačih živali in ljudi, tako še po stoletjih predstavljajo pomemben vir za preučevanje podnebja. Z ozemlja današnje Slovenije pa imamo, zahvaljujoč izjemni sposobnosti opazovanja in pisanja barona Janeza Vajkarda Valvasorja, že iz 17. stoletja mnogo podrobnih zapisov o lokalnem podnebju in njegovem vplivu na življenje ljudi.



Slika 1. Slava vojvodine Kranjske (Foto: I. Sinjur)

Med drugim v najnovjšem prevodu Slave vojvodine Kranjske (Die Ehre des Hertzogthums Crain) izvemo, da je »leta 1190 jeseni tri tedne močno deževalo, da se je reka Ljubljanica razlila na dolgo in široko in se je bilo treba skozi mesto voziti s čolni. Voda se je na mnogih krajih povzpela do zgornjih oken«. Precej besed je napisal tudi o ljubljanski megli, ki da je tudi koristna, saj »pridejo nekateri do visoke starosti in če tega pri mnogih ne bi preprečila prekomerna pijača, bi jih to doseglo še več«.



Slika 2. Naslovnica knjige Vremenoslovje Oskarja Reya (Foto: I. Sinjur)

Iz tedanjega časa so se ohranili tudi številni zapisi o lokalnih vremenskih razmerah v kronikah, ki so jih pisali zlasti duhovniki in drugi posamezniki. Z napredkom znanosti smo dobili tudi pomembna pisna dela s področja vremenoslovja. Eno takih del je nedvomno »Vremenoslovje« iz leta 1940. Z lepo pisano slovensko besedo je dr. Oskar Reya, upravnik Zavoda za meteorologijo na ljubljanski univerzi, skušal takratno znanje o vremenu predstaviti tako strokovnjakom kot preprostim, podeželskim ljudem. S pojavom novih medijev za zapis dogodkov sta se zlasti v 20. stoletju začela širiti tudi nabor in kakovost virov za preučevanje vremenskih pojavov. Slikovne in pisne vire so pričeli dopolnjevati še fotografije in filmi, v devetdesetih letih s skokovitim razvojem svetovnega spleta tudi izjemen porast t.i. elektronskih virov.

O vremenu danes

Vremenski pojavi spremljajo tudi sodobno družbo. Zahvaljujoč tehniki prenosa podatkov in načinu njihove hrambe lahko na svetovnem spletu - internetu najdemo vse do sedaj omenjene vire. Z razvojem merilnih naprav in svetovnega spleta je skokovito narasla množica podatkov o vremenu in njihov hiter prenos do posameznikov. Pravzaprav lahko šele sedaj opazimo, kako veliko je zanimanje za vremenske pojave. Ne samo, da na spletu zasledimo podatke neštetihih amaterskih vremenskih postaj iz vseh koncev sveta, ampak tudi vremenske kronike (t.i. bloge). Te običajno pišejo posamezniki. Vremenska društva ali skupine vremenskih zanesenjakov pa razpravljajo na t.i. forumih.



Slika 3. Merilne naprave v meteorološki hišici amaterske meteorološke postaje. Grosuplje, 21. 10. 2007 (Foto: I. Sinjur)

Spletni forumi

V splošnem so spletni forumi prostovoljna združenja posameznikov različnih starosti, ki jih združujejo podobni interesi. Lahko so javno dostopni in objave prebirajo vsi obiskovalci spletne strani, lahko pa so zaprtega tipa in je prebiranje ter pisanje omogočeno le registriranim uporabnikom. Spletna aplikacija foruma predstavlja nekakšno omizje, kjer med posamezniki poteka pisna komunikacija, kar omogoča hiter prenos podatkov ne glede na čas in kraj. Nekateri forumi za pridobitev vstopnega gesla zahtevajo tudi nekaj osnovnih podatkov o uporabniku in obrazložitev želje po sodelovanju. Obstoj tako nastale spletne skupnosti je precej odvisen od razvoja odnosov med sodelujočimi. Pisne razprave običajno nadzirajo skrbniki foruma, moderatorji in administratorji, ki skrbijo, da vsebina sledi tematiki in po potrebi rešujejo ali prekinajo neso-glasja. V primerih, ko uporabnik krši pravila skupnosti in ne upošteva opozorila moderatorja ali administratorja, začasno ali trajno izgubi možnost sodelovanja.

Spletni vremenski forumi – sodobne vremenske kronike v Sloveniji

Prvi spletni vremenski forum se je v Sloveniji pojavil leta 2004 (Prvi slovenski vremenski forum). Pionir na tem področju, Marko Korošec, je s tem vzpodbudil mnoge, da so svoje zanimanje za vreme lažje delili in nadgrajevali. Sledil je hiter porast amaterskih vremenskih opazovalcev, ki so z medsebojno pomočjo izpopolnili znanje o vremenoslovju in podatke samodejnih vremenskih postaj pričeli objavljati na spletu. Potem, ko je omenjeni forum po dveh letih prenehal z delovanjem, se je razvoj prvotne vremenske spletne skupnosti razcepil v dve smeri. Del skupnosti se je združil v forumu, kasneje Vremenskem društvu ZEVS,

Novogovorne teme	Titel	Prispevkov	Skupni prispevkov
Analize vremena	Trenutno stanje in vreme v prihodnosti	216	19923
Priloga vremena	Deleži in razporedi in prilagojenih	116	3183
Izradni vremenski dopiski	Črna urenila, naravnih dogodkov, vremenski ekstremi in rekord...	110	882
Klimatologija	Debate o klimi in klimatskih spremembah	38	796
Vegetacija	Vegetacija	11	263
Razlaga vremenskih kart	Uvod v pomen različnih kart	10	10
Statistika	Statistika z vremenskih postaj	88	717

ZEVS forum	Titel	Prispevkov	Skupni prispevkov
Problem - napake - predlogi	Tukaj lahko napišete svoja opažanja napak in probleme pri delovanju foruma	1480	59001
ZEVS forum - novo na forumu	Tukaj boste obveščeni o novostih (v programskem smislu) na forumu	253	59001
ZEVS forum - prvi vtisi	Tukaj lahko napišete svoje prve vtise, opombe, predloge o novem forumu.	304	59001
ZEVS	Organizacija društva ZEVS	1748	59001
Portali	O vremenskih portalih ZEVS	321	59001
Ekstremni vremenski pojavi po SLOVENIJI	Redna revija o ekstremnih vremenskih pojavih: jabolki, STORM, cikloni	394	59001
Trenutno vreme	Vreme po območjih v tem trenutku	8972	59001

Slika 4. Vstopni strani dveh spletnih vremenskih forumov

del pa v Slovenskem meteorološkem forumu. Četudi je do sedaj v Sloveniji nastalo že več tovrstnih forumov (s pomočjo spletnih brskalnikov ob hitrem pregledu danes lahko naletimo na vsaj 5 vremenskih forumov), sta prav omenjena najbolj aktivna. Slednja s pomočjo opisov in fotografskega gradiva gradita obsežne vremenske kronike, tako za območje Slovenije kot širše. Kljub temu pa se med seboj nekoliko razlikujeta. Za javno prebiranje odprt forum Vremenskega društva ZEVS s pomočjo amaterskih opazovalcev in mreže samodejnih vremenskih postaj omogoča hiter pregled vremenskih razmer po Sloveniji, javnosti zaprt Slovenski meteorološki forum pa deluje zlasti na področju raziskovalno usmerjenih nalog, na primer raziskavi

mrazišč. V obeh forumih sodeluje od nekaj deset do nekaj sto članov, ki sicer povečini prihajajo iz Slovenije, nekaj pa tudi iz tujine. Ker gre za spletno delovanje in se večina članov osebno ne pozna, so organizirana občasna skupna srečanja, na katerih je poleg samega druženja poskrbljeno tudi za kakšno predavanje ali ogled zanimivosti.

Forumi so stičišče mladih in starejših, osnovnošolcev in doktorjev znanosti. Predstavljajo idealno možnost za prenos znanja med posamezniki, obenem pa tudi za objavo podatkov o aktualnih, lahko tudi nevarnih vremenskih razmerah, zaradi česar se lahko nekateri pravočasno odzovejo in imetje obvarujejo pred škodo.



Mavrica v Šmartnem pri Slovenj Gradcu, 22. 7. 2011 (Foto: I. Sinjur)

Vremensko društvo ZEVS

Marko Premelč, predsednik Vremenskega društva ZEVS

Prvi koraki

Pravijo, da je vsak začetek težak in ustanavljanje društva je vsekakor nekaj, kar zahteva veliko mero predanosti in zanosa. V primeru, ko gre za ljubitelje vremena, pa bi lahko dejali, da kar velja tista pregovorna o »muhastem vremenu« - in tako tudi o muhavosti vseh, ki jim spremljanje vremenskih pojavov pomeni nekaj več. Ko pa se muhavost spremeni v predanost in tudi malo trme, potem je to druga pesem.

Skupina vremenskih zanesenjakov oziroma lastnikov zasebnih vremenskih postaj razpršenih po vseh koncih naše domovine se je začela spoznavati, izmenjavati nasvete in izkušnje - sprva le preko interneta, nato pa tudi na prvih srečanjih. Pred skoraj sedmimi leti je tako dozorela ideja, beseda je dala besedo

in rodilo se je Vremensko društvo ZEVS. Zakaj ravno ZEVS? Sprva kot »Združenje vremenskih skupnosti«, nato pa kar po vzoru vrhovnega med starogrškimi bogovi – bogu groma Zevsu.

Dejavnosti društva in članstvo

Društvo vsaj enkrat letno organizira srečanje tako članov, kot tudi drugih ljubiteljev vremena in vseh pojavov, povezanih z vremenom. V zadnjih letih je uveljavljena praksa izvedbe dvodnevni srečanj, kamor so povabljeni tudi predavatelji oziroma strokovnjaki s področja meteorologije oziroma s sorodnih področij in društev. Do leta 2012 je društvo gostilo že 15 srečanj, ki se jih je skupno udeležilo že več kot 300 udeležencev.



Slika 1. Razporeditev vremenskih postaj, vključenih v vremensko društvo ZEVS

Število članov na naše največje veselje narašča, tako je bilo v letu 2012 v društvo včlanjenih že 60 članov. Med člani je večina lastnikov zasebnih vremenskih postaj (50), ki gostujejo na najetem strežniku društva. Podatki teh vremenskih postaj so neprecenljivi in poleg tega, da so v veliko veselje samim lastnikom, pomenijo veliko tudi za spremljanje trenutnega vremena po Sloveniji. Podatki so objavljeni in prosto dostopni na spletnih straneh društva (<http://geostik.com/mv40.asp>). Pomembno je, da se tudi arhivirajo in mesečno oziroma letno objavljajo v društvenem biltenu, ki ga ureja mlada zagnana ekipa ljubiteljev vremena. Bilten ZEVS je dostopen na naslednjem spletnem naslovu: <http://zevs.si>.

Poleg zgoraj naštetega, društvo omogoča tudi objavo 10-dnevne vremenske napovedi, ki je ena izmed redkih alternativnih vremenskih napovedi v Sloveniji za katero »stoji« predana stalna ekipa napovedovalcev ter tudi druge storitve (na primer vremenska napoved za pametne telefone android: <http://www.krtina.com/podatki/Napoved.apk>).

Društvo skrbi (tudi finančno) za delovanje vremenskega portala ZEVS (<http://zevs.si>) in vremenskega foruma ZEVS (<http://forum.zevs.si>). Slednji ima okoli 900 uporabnikov in je največji vremenski forum v Sloveniji. Uporabniki si lahko izmenjavajo mnenja o vremenu, napovedujejo vreme, spremljajo trenutne vremenske razmere, objavljajo fotografije, se dogovorijo za skupna spremljanja vremenskih dogodkov, iščejo tehnično pomoč, ipd.

Kako naprej?

V prihodnje načrtujemo bolj pogosta, mesečna srečanja članov, postavitev kakšne društvene vremenske postaje v sodelovanju s sorodnimi društvi, organiziranje fotografske razstave z vremensko tematiko in še marsikaj.

Vse bralce vabim, da za več informacij, tudi za morebitno sodelovanje, pišejo na naš elektronski naslov: vd.zevs@gmail.com oziroma se včlanijo v društvo na vremenskem portalu ZEVS (<http://zevs.si>). Veseli bomo novih idej in svežih moči.



Slika 2. Nevihta nad Sorškim poljem (Foto: D. Košir)

Zasedanje COP18/CMP8 v Dohi

18. zasedanje Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (COP18) in 8. zasedanje Konference pogodbenic Kyotskega protokola (CMP8), 26. november – 7. december 2012, Doha, Katar

Andrej Kranjc, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje

Uvod

Zasedanje COP18/CMP8 je bilo prvo tovrstno zasedanje v kakšni državi organizacije OPEC, zato so ga mnogi pričakovali z nezaupanjem. Kot je znano, te države ne slovijo ravno po navdušenju za ukrepanje proti podnebnim spremembam, saj le-to zajema tudi zmanjševanje rabe nafte in njenih derivatov, kar pa posledično pomeni manjši zaslužek za države izvoznice nafte. No, kljub temu je predsednik COP18/CMP8 Abdullah bin Hamad Al-Attiyah, namestnik predsednika vlade Katarja, korektno predsedoval in si po svojih močeh prizadeval za uspeh zasedanja.

Pričakovanja od tega zasedanja niso bila prav visoko postavljena in je bilo v tem pogledu pravo nasprotje zasedanja v Kopenhavnu decembra 2009. Kljub temu pa je bilo zasedanje v Dohi zelo pomembno, saj je bila prihodnost pogajalskega procesa pod okriljem UNFCCC (Okvirne konvencije ZN o podnebnih spremembah) in s tem mednarodnega spoprijemanja s podnebnimi spremembami v veliki meri odvisna od vsaj enega predmeta pogajanj – drugega ciljnega obdobja Kyotskega protokola. Na eni strani so države v razvoju vse ostalo pogojevale s sprejetjem drugega ciljnega obdobja, na drugi strani pa so EU in nekatere druge razvite države pogojevale njegovo sprejetje z uravnoteženim napredkom na vseh področjih, predvsem pri pripravah na nov, globalni sporazum. Kot vemo, je bilo drugo ciljno obdobje sprejeto, to pa pomeni, da so bili izpolnjeni tudi pogoji na »drugi strani«.

Iz Slovenije sva se zasedanja udeležila Mag. Ksenija Škrilec (Ministrstvo za zunanje zadeve) in podpisani (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, vodja delegacije), ki sem tudi vodil en segment pogajanj, in sicer o obveznostih zmanjšanja izpustov v razvitih državah.

Vsebina pogajanj

Glavnina pozornosti je bila v Dohi namenjena delu vseh treh ad hoc delovnih skupin, ki je bilo osredotočeno predvsem na naslednje teme:

- AWG-KP (Ad hoc delovna skupina za Kyotski protokol): Dolžina drugega ciljnega obdobja; pravica do prenosa presežkov kvot izpustov iz prvega ciljnega obdobja v drugo in njihove uporabe; način

obračunavanja gozdov kot ponora CO₂; potrebne spremembe protokola za izvajanje obveznosti razvitih držav v drugem ciljnem obdobju; zagotovitev začetka veljavnosti drugega ciljnega obdobja s 1. januarjem 2013. V bistvu je šlo torej za pripravo vseh potrebnih določil za sprejetje drugega ciljnega obdobja in za začetek njegovega delovanja dne 1.1.2013.

- WG-LCA (Ad hoc delovna skupina za dolgoročno sodelovanje v okviru konvencije): Priprava sklepov za izvajanje Balijskega akcijskega načrta, katerega glavna področja so: dejavnosti in obveznosti razvitih držav in držav v razvoju za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov; nujnost dviga ciljev zmanjšanja izpustov; prilagajanje podnebnim spremembam; razvoj in prenos tehnologij; financiranje za pomoč državam v razvoju pri spoprijemanju s podnebnimi spremembami. Področja, za katera ni bilo mogoče doseči soglasja in pripraviti sklepov, so bila prenesena pod okrilje drugih delovnih teles (SBSTA, SBI ali ADP).
- ADP (Ad hoc delovna skupina za Durbanško platformo): Začetek vsebinskega dela za pripravo celovitega, globalnega sporazuma, ki bi zajemal vse države in naj bi ga sprejeli leta 2015.

Med najtežje rešljivimi problemi so bili na pogajanjih: dolžina drugega ciljnega obdobja, finančna pomoč državam v razvoju po letu 2012, vprašanje škod zaradi podnebnih sprememb v najbolj ranljivih državah v razvoju in kompenzacij za te škode, ter program dela za leto 2013 skupine ADP, ki je bila ustanovljena decembra 2011 v Durbanu za pripravo novega, globalnega sporazuma.

Eden največjih problemov znotraj EU, prisoten že več



Predsednik Abdullah bin Hamad Al-Attiyah v pogovoru s predstavniki držav v razvoju



Pogled v plenarno dvorano med zasedanjem

kot dve leti, je bil, kako priti do soglasja glede prenosa presežkov enot izpustov v drugo ciljno obdobje in njihove uporabe, predvsem zaradi nasprotovanja Poljske kakršnim koli omejitvam pri tem. Ministri so se v Dohi o tem končno uspeli dogovoriti, pogajanja med njimi pa je vodil finski minister za okolje Ville Niinistö.

Rezultati

Na zasedanju v Dohi je EU dosegla svoje glavne pogajalske cilje s prejetjem svežnja sklepov, imenovanega »Doha Climate Gateway«. Osnova za ta sveženj je bil soliden napredek na predhodnih pogajanjih v Cancunu in Durbanu. Glavni sklepi v tem svežnju so:

- amandma h Kyotskemu protokolu, ki vzpostavlja njegovo drugo ciljno obdobje;
- napredek pri Delovni skupini za Durbansko platformo (ADP) s sprejetjem programa dela za njeni dve področji: 1) priprava novega, globalnega sporazuma, in 2) dvig ambicij zmanjšanja izpustov pred letom 2020;
- odločitev glede presežkov enot izpustov (AAU) – neomejen prenos v drugo ciljno obdobje, a omejitve pri uporabi;
- izhodišče za pregled ambicije, pri čemer bo pomembno vlogo igralo Peto poročilo IPCC (gre za ambicijo zmanjševanja izpustov);
- zaključek dela in obstoja dveh pogajalskih ad hoc skupin: AWG-LCA in AWG-KP.

Kyotski protokol

Drugo ciljno obdobje Kyotskega protokola bo trajalo 8 let, tako da ne bo vrzeli med njegovim koncem in začetkom veljavnosti novega, globalnega sporazuma v letu 2020. EU bo 1. januarja 2013 začela izvajati sprejeti amandma, čeprav ga države članice in evropske institucije še nekaj časa ne bodo ratificirale.

Za drugo ciljno obdobje se je EU zavezala zmanjšati svoje izpuste v skladu s cilji, sprejetimi leta 2009 v okviru podnebno-energetskega svežnja, kar pomeni zmanjšanje izpustov za 20 % do leta 2020 glede na leto 1990. Vendar pa, v skladu s sklepom Sveta EU,

še vedno velja ponudba EU, da bo zvišala svojo obveznost na -30 %, če bodo ustrezno ravnale tudi druge države.

Poleg EU bo v drugem ciljnem obdobju sodelovalo le majhno število držav: Avstralija, Norveška, Švica, Liechtenstein in Monako. Japonska, Nova Zelandija in Rusija v drugem ciljnem obdobju ne bodo sodelovale, prav tako ne Kanada, ki je že pred tem iz Kyotskega protokola formalno izstopila. ZDA seveda ostajajo še naprej izven protokola. Še vedno obstaja nekaj dvomov, če bodo amandma ratificirale Ukrajina, Belorusija in Kazahstan, ker se ne strinjajo z določilom, ki omejuje uporabo presežkov enot izpustov. Enako kot v prvem ciljnem obdobju države v razvoju tudi v drugem ciljnem obdobju nimajo obveznosti zmanjšanja izpustov. Razmeroma skromna zastopanost držav v drugem ciljnem obdobju kaže na nujnost novega sporazuma, ki bo z različnimi obveznostmi vključeval vse države.

Naloge Delovne skupine za Durbansko platformo (ADP)

V okviru Delovne skupine za Durbansko Platformo so pogodbenice sprejele program dela za leto 2013 z jasnimi mejniki. Področji dela ADP sta naslednji:

- vizija in struktura novega sporazuma, po katerem bodo imele obveznost zmanjšanja izpustov vse države pogodbenice UNFCCC (ob upoštevanju njihovih različnih zmožnosti in odgovornosti), in ki mora biti sprejet leta 2015, veljati pa bo začel leta 2020;
- dvig ambicij zmanjšanja izpustov pred letom 2020, s čimer bi premostili vrzel med sedanjimi cilji zmanjšanja izpustov in zmanjšanjem, ki je potrebno, da bi omejili dvig povprečne globalne temperature pod 2 °C.

Zaključek dela pogajalskih skupin AWG-LCA in AWG-KP

Zaključek dela (in obstoja) teh dveh skupin je bila ena glavnih zahtev EU na zasedanju v Dohi. Posledično naj bi se pogajalci bolj osredotočili na delo ADP in omogočili sprejem novega, globalnega sporazuma do leta 2015. Glede končanja dela delovne skupine AWG-LCA v skladu z dogovorom v Durbanu so se razhajala stališča držav v razvoju in razvitih držav. Države v razvoju, vključno s Kitajsko in Indijo, so vztrajale, da ključna vprašanja, kot so finance in prenos tehnologij, niso bila primerno naslovljena. Sprejet je bil dogovor, da se nedokončane zadeve prenese na dnevne rede stalnih delovnih teles SBSTA (Delovno telo za znanstveno in tehnološko svetovanje) in SBI (Delovno telo za implementacijo) ali v pristojnost Odbora za prilaganje in Odbora za tehnologijo.



Predsednik (Abdullah bin Hamad Al-Attiah) in podpredsednik (avtor) COP18/CMP8 v pogovoru med prekinitvijo zasedanja

V letu 2013 bo velik poudarek na zmanjševanju vrzeli glede ambicij zmanjševanja izpustov pred letom 2020 z iskanjem dodatnih možnosti v mednarodnem sodelovanju izven procesa v okviru UNFCCC.

Podnebno financiranje

EU je v Dohi potrdila, da bo v celoti izpolnila svojo obljubo o zagotovitvi 7,2 mrd EUR v okviru »hitrega financiranja« v triletnem obdobju 2010-2012 za pomoč državam v razvoju pri spoprijemanju s podnebnimi spremembami, in zagotovila, da se bo ta pomoč nadaljevala tudi po letu 2012. Nekaj držav članic EU in drugih razvitih držav je najavilo določene finančne prispevke za leto 2013, nekatere pa tudi do leta 2015.

Podnebno financiranje bo ostalo ključna tema na pogajanjih tudi v prihodnje, saj bodo države v razvoju vztrajale, da se morajo razvite države obvezati h konkretnim in naraščajočim prispevkom po končanem hitrem financiranju. Sveženj sklepov o finančnih spodbuja razvite države naj ohranijo podnebno financiranje v obdobju 2013-2015 vsaj na povprečni letni ravni hitrega financiranja. Sklenjeno je bilo tudi, da se podaljša priprava dolgoročnega financiranja za eno leto (do zasedanja decembra letos v Varšavi), kar naj bi omogočilo razvitim državam, da najdejo načine za povečanje pomoči proti vsoti 100 mrd USD letno do leta 2020 (to zavezo so sprejeli voditelji razvitih držav na zasedanju decembra 2009 v Kopenhavnu). Ta sredstva naj bi prišla iz javnih, privatnih in alternativnih virov, namenjena pa bodo državam v razvoju za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov in za prilagajanje podnebnim spremembam. Pomembno sporočilo EU je bila zaveza za nadaljevanje financiranja prilagajanja podnebnim spremembam in sploh spoprijemanja z njimi v državah v razvoju ter najava konkretnih zavez (Velika Britanija, Nemčija).

Dosežena je bila operacionalizacija Zelenega podnebnega sklada. Sprejet je bil sklep, da bo njegov sedež v New Songdo Cityju, Južna Koreja; kandidati so bili še: Bonn, Ženeva, Varšava, Mexico City in Windhoek (Namibija).

Škode in kompenzacije

V Dohi je bilo precej pozornosti namenjene skrbi držav v razvoju za ustrezno obravnavo škod zaradi podnebnih sprememb, predvsem v najbolj ranljivih državah v razvoju, in kompenzacij za te škode. To je bilo eno od pomembnih pričakovanj Skupine malih otoških držav od razvitih držav, opirajoč se na načelo odgovornosti držav, ki so najbolj prispevale k podnebnim spremembam. Predvideno je, da bo na zasedanju COP19/CMP9 decembra 2013 v Varšavi vzpostavljen mehanizem za ustrezno naslavljanje te problematike.

Zaključek

Dogovori, sprejeti v Dohi, ne pomenijo preboja v splošnem pristopu k vedno bolj zaskrbljujočemu stanju na področju segrevanja ozračja. Konferenca ni rešila vprašanja zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov, potrebnega za omejitev rasti povprečne globalne temperature na 2 °C glede na predindustrijsko obdobje. Kljub temu je bila pomembna za nadaljevanje Kyotskega protokola in s tem za premostitev obdobja do leta 2020, ko naj bi države začele delovati po novem, globalnem sporazumu, ter za uresničevanje dogovora iz Durbanu o sklenitvi tega sporazuma do leta 2015.

Sprejeti sklepi pomenijo pomemben korak v boju proti podnebnim spremembam, saj je pogajalcem, med drugim, uspelo sprejeti drugo ciljno obdobje Kyotskega protokola, ki državam, ki so vanj vključene, nalaga kvantitativne obveznosti zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov.

Pogajalcem je v zadnjem trenutku uspelo sprejeti dogovor o dolžini drugega ciljnega obdobja, ki je 8 let. Uspelo se jim je tudi dogovoriti o pravilih za prenos presežkov enot izpustov, ki jih ima največ Rusija, sledijo pa ji Ukrajina in srednje- oziroma vzhodnoevropske države članice EU, razen Slovenije. Dogovor o tem znotraj EU je uspel po skoraj treh letih pogajanj, pri čemer je bila najtrši oreh Poljska.

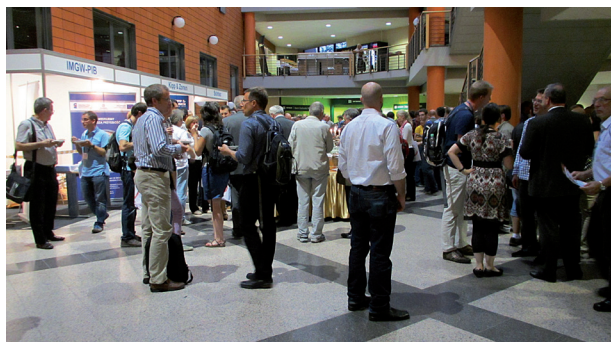
Sprejeti sklepi pomenijo za EU pomemben uspeh, saj je bila sprejeta večina tega, za kar se je zavzemala. Zaradi veljavnosti drugega ciljnega obdobja tako Sloveniji kot celotni EU ne bo potrebno narediti več, kot bi sicer, saj enake obveznosti izvirajo že iz podnebno-energetskega svežnja, ki zavezuje države članice EU.

12. letno srečanje EMS in 9. Evropska konferenca aplikativne klimatologije

Tanja Cegnar, Agencija Republike Slovenije za okolje

Največja evropska konferenca na področju meteorologije in klimatologije se je leta 2012 odvijala od 10. do 14. septembra v poljskem mestu Łódź. Tako kot vsa soda leta je bila tudi tokrat glavna konferenca posvečena klimatologiji, kar je razvidno tudi iz naslova dogodka »9. evropska konferenca aplikativne klimatologije« in vodilne teme konference: »Zmogljivost evropskih podnebnih storitev – potrebe uporabnikov in komuniciranje z deležniki«.

Pravzaprav bi morali govoriti o dveh dogodkih, ki pa se tako tesno prepletata, da imajo udeleženci vtis, da gre za enoten dogodek. Evropska meteorološka zveza (EMS) ima dan pred začetkom znanstvenega dela konference sestanek sveta in letno skupščino. Evropske meteorološke službe so EMS zaupale organizacijo konference, kar zajema izbor in najem konferenčnega centra, usklajevanje med skrbniki tematskih sekcij in določanje urnika posameznih sekcij, skrb za pogodbo z organizacijo Copernicus, ki skrbi za zbiranje povzetkov, objavo informacij o konferenci na spletni strani, pobiranje prijavnine in tiskanje konferenčne brošure. Konferenco že vrsto let odlikujeta odlična organizacija in visoka stopnja avtomatizacije pri upravljanju s povzetki, prijavami, plačevanju kotizacije ter objavljanju predstavitev na spletu. EMS vsako leto na konferenci prispeva in podeli kar nekaj nagrad mladim znanstvenikom, medijske nagrade in nagrado za najboljši poster. Soorganizatorjev konference je bilo tokrat 5; poleg Evropske meteorološke zveze in Evropske klimatske podporne mreže (ECSN) so imeli pomembno vlogo tudi predstavniki poljske meteorološke službe, ki deluje pod imenom Inštitut za meteorologijo in



Med odmori je bilo veliko priložnosti za navezavo stikov in izmenjavo izkušenj (foto: T. Cegnar)

upravljanje z vodami (IMGW), meteorološka sekcija poljskega geofizikalnega društva ter Univerza v Łódźu. Doslej najštevilčnejša udeležba je bila na lanski konferenci v Berlinu, na kateri je po uradni statistiki sodelovalo kar 716 udeležencev iz 53 držav. Klimatološke konference, kot je bila tokratna, praviloma privabijo manj udeležencev; uradna statistika je tokrat zabeležila 319 udeležencev iz 42 držav. V to številko niso vštet številni udeleženci vzporednih dogodkov, saj za vzporedne dogodke ni bila potrebna konferenčna registracija. Tudi tokrat je bilo največ udeležencev iz Nemčije, in sicer kar 58, Poljsko je zastopalo 42 strokovnjakov, Nizozemsko 28, po 23 udeležencev je bilo iz Češke in Španije, 20 pa iz Italije. Iz Slovenije smo bili trije udeleženci (Andrej Ceglar, Luka Honzak, Tanja Cegnar). Poleg zastopnikov iz evropskih držav so se konference udeležili še strokovnjaki iz Argentine, Japonske, Izraela, Nove Zelandije, Brazilije, Kitajske in Koreje.



Konferenčni center Univerze v Łódźu (foto: T. Cegnar)

Programski in znanstveni odbor konference je vodil Horst Böttger (EMS), člani pa so bili: Erik Andersson (ECMWF), Tanja Cegnar (EMS), Ben Dieterink (HMEI), Aryan van Engelen (ECSN), Krzysztof Fortuniak (University of Łódź), Jochen Grandell (EUMETSAT), Paul Hardaker (RMetS), Sylvain Joffre (FMI), Martina Junge (EMS), Haleh Kootval (WMO), Danuta Limanowska (IMGW), Pierre-Philippe Matthieu (ESA), Ewen McCallum (MetOffice), Olivija Morell (MeteoMak), Jean Pailleux (France), Hans Richner (SGM, IACETH), Dennis Schulze (PRIMET), Heleen ter Pelkwijk (NVBM) in Joanna Wibig (University of Łódź).

Lokalni organizacijski odbor so sestavljali Joanna Wibig (Univerza v Łódźu, PTG), Krzysztof Fortuniak (Univerza v Łódźu) in Danuta Limanowska (IMGW).

Vsebina konference je bila razdeljena na štiri večje sklope, vsak med njimi je imel koordinatorskega. Sklopi in koordinatorski so bili:

- spremljanje podnebja in podnebnih sprememb, razumevanje procesov in spreminjanja podnebja ter raziskave in storitve za družbeno-gospodarske sektorje (Aryan van Engelen),
- sistemi v ozračju in njihove interakcije (Sylvain Joffre),
- komunikacija in izobraževanje (Tanja Cegnar),
- numerična napoved vremena (Jean Pailleux).

Na konferenci je bilo veliko posterjev, ki so bili razstavljeni vse dni konference. Tokrat sta bila dva enournna odmora med zasedanji namenjena ogledu posterjev, kar je prispevalo k številnejšemu obisku posterjev. Na konferenci so bili trije razstavljalci, in sicer:

- Inštitut za meteorologijo in upravljanje z vodami (IMGW),
- Kipp & Zonen,
- Scintec.

Pred, med in po konferenci je potekalo nekaj spremljajočih dogodkov, ki so navedeni z originalnimi angleškimi naslovi:

- Programme and Science Committee EMS&ECAM 2013,
- Future work on homogenization,
- Workshop on the implementation of a Climate Watch System in RA-VI in the context of GFCS,
- WMO Regional Climate Centre (RCC) Workshop.

Z izjemo plenarnih predavanj je delo sočasno potekalo v 4 dvoranah, za vzporedne dogodke so bile na razpolago dodatne dvorane. Več informacij o konferenci najdete na spletnem naslovu ems2012.eu.

Otvoritvena slovesnost

Slovesnost je vodil predsednik EMS Dominique Marbouty. Udeležence so pozdravili Włodzimierz Nykiel (rektor Univerze v Łódźu), Mieczysław S. Ostojcki (generalni direktor IMGW), Kazimierz Kłysik (vodja odseka za meteorologijo in klimatologijo na Univerzi v Łódźu), Joanna Wibig (PTG – predsednica meteorološke sekcije), Aryan van Engelen (ECSN), Dennis Schulze (PRIMET) in Ben Dieterink (HMEI). Za pozdravnimi govori smo prisluhnili predstavitvi, ki jo je o Globalnem okviru za podnebne storitve (GFCS) imel Filipe Lúcio, vodja GFCS pisarne pri WMO. Predavanje je bilo naslovljeno »GFCS: k boljšim odločitvam v



Filipe Lúcio med strateškim predavanjem (vir: EMS)

podnebno občutljivih sektorjih«. Predstavil je koncept, dosedanje zgodovino vzpostavljanja in pričakovane rezultate ter koristi, ki jih prinaša GFCS, katerega bistveni sestavni del je tudi komunikacijska platforma, saj zgolj znanje in vedenje ne zadostujeta. Informacija mora doseči uporabnika v obliki, ki mu bo razumljiva in prilagojena za uporabo.

Po krajšem odmoru smo poslušali še pet strateških plenarnih predavanj; vsa so se navezovala na podnebne storitve, vendar vsako z zornega kota ustanove, ki jo je zastopal predavatelj. Skupaj s predavanjem vodje GFCS so predavatelji udeležencem konference orisali več različnih prispevkov, ki bodo skupaj sestavljali celovito ponudbo podnebnih storitev. O dejavnosti EU na področju podnebnih sprememb je predaval Reinhard Schulte-Braucks, vodja GMES pri EC DG Enterprise and Industry. O opazovanjih Zemlje in podpori podnebnim storitvam je govoril Michael Rast, vodja znanstvene strategije, koordinacije in načrtovanja pri ESA. EUMETSAT je zastopal Jörg Schulz, strokovnjak za podnebne izdelke v sektorju za meteorološke operacije. Tema, ki jo je predstavil, je bila trajnostno spremljanje podnebja kot prispevek EUMETSAT k podnebnim storitvam. Vodja projekta MiKlip Freja Vamborg iz MPI Hamburg se je osredotočila na desetletne podnebne napovedi in njihov prispevek k podnebnim storitvam. Vodja sektorja za napovedljivost pri ECMWF Roberto Buizza pa je predstavil sezonske napovedi in z njimi povezane priložnosti in izzive.

V nadaljevanju je delo večinoma potekalo v vzporednih sekcijah, izjemi sta bili le plenarna podelitev nagrad in sekcija o komunikaciji na temo podnebnih sprememb.



Leta 2012 je najprestižnejšo nagrado EMS prejel Tim Palmer (vir: EMS)



Utrinki s konference (vir: EMS)

Nagrade

Srebrno medaljo, prestižno nagrado za izjemne prispevke k razvoju meteorologije v Evropi, ki jo vsako leto podeljuje Evropska meteorološka zveza, je na konferenci prejel prof. Tim Plamer. Nagrajen je bil za pionirsko delo na področju predvidljivosti vremena in podnebja ter za izjemne sposobnosti in zavzetost pri posredovanju osnovnih konceptov strokovni in laični javnosti v Evropi in zunaj nje. Njegovo delo je ključno za razumevanje podnebne dinamike in vremenske ter podnebne predvidljivosti. Njegovo raziskovanje obsega široko paleto področij, ki sega od teoretičnega do praktičnega. V teoretičnem delu velja še zlasti izpostaviti nelinearne vidike podnebne sistema.

Po pazljivem pregledu vseh posterjev je komisija, ki je ocenjevala vizualni vtis in privlačnost, jasnost in razumljivost posredovane informacije, znanstveni prispevek, inovativnost pristopa in potencialni vpliv rezultatov, nagrado podelila posterju z naslovom »UK climate trends, as revealed by statistics for 1981–2010« avtorjev J.E.J. Eyre, D.M. Hollis, M.C. Kendon, T.P. Legg, and M.J. Prior (Met Office, Hadley Centre, Exeter, Združeno kraljestvo).

Poleg tega smo na konferenci podelili še dve medijski nagradi za projekta s področja komunikacije. Prva je bila dodeljena Irskemu meteorološkemu društvu za

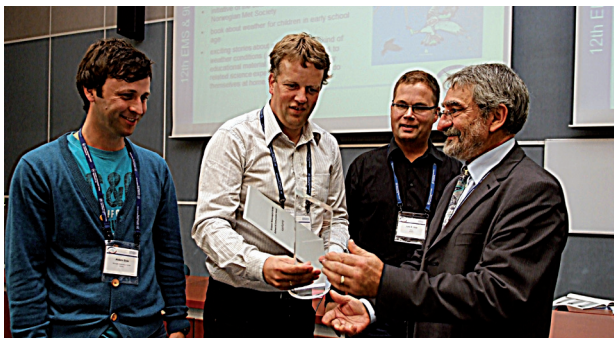
veliko aktivnost in promocijo meteorologije, druga pa norveškim kolegom za izdelavo knjige o vremenu za otroke in izviren pristop, ki so ga pri tem uporabili.

Podeljenih je bilo osem nagrad za mlade znanstvenike; prejeli so jih Zanita Avtoniece, Philip Bett, Veronika Maslova, Ildiko Pieczka, Carlos Roman-Cascon, Mariano Sastre Marugan, Victoria Sinclair in Svetlana Tkačuk. Posebno nagrado za mladega znanstvenika pa je prejela Annika Seppälä za objavo z naslovom "Geomagnetic activity and polar surface air temperature variability".

Konferenčne teme

Vsako leto želimo zajeti vse pomembne teme na področju meteorologije, posebej pa je bila tokrat izpostavljena klimatologija. Predvsem na plenarnih zasedanjih in v sklopu, ki je bil namenjen podnebnim storitvam, se je jasno kazala teženja po vse večji koordinaciji in združevanju dejavnosti pod okriljem velikih centrov. Klimatološkim službam našega obsega se po mnenju razpravljalcev ne obeta svetla prihodnost. Ker je na konferenci veliko prispevkov, jih zaradi preglednosti in porazdelitve nalog med koordinatori strnemo v nekaj vodilnih tematskih sklopov, ki so navedeni že pri splošnem opisu konference. Tu pa so opisi vsebin nekoliko obširnejši.

ECAC je izpostavljaj uporabne podnebne informacije. Ta vsebinski del konference je bil zasnovan kot forum za izmenjavo pogledov in znanja za razvoj podnebnih storitev, obsegal pa je tri tematska področja: spremljanje okolja in podnebnih sprememb, razumevanje procesov in podnebnih sprememb ter raziskave in storitve za družbeno-gospodarske sektorje. Podnebje in podnebne spremembe so razpravljalci prikazali kot vir in priložnost, a tudi kot tveganje in nevarnost. Razumevanje podnebne sistema je še vedno v razvoju, podnebne storitve pa so in bodo osrednja razvojna tema tudi v prihodnje.



Prejemniki medijskih nagrad in predsednik EMS Dominique Marbouty (vir: EMS)

Sklop o **sistemih v ozračju in njihovih interakcijah** je obravnaval naše razumevanje, opazovanje in sposobnost modeliranja procesov v ozračju in vodnega cikla, vključeval pa je tudi povratne mehanizme in dopolnilne študije. Večina predavanj v tem sklopu je bila namenjena znanstvenim podlagam za numerično modeliranje dogajanja in razvoj podnebnih storitev. Veliko je bilo tudi interdisciplinarnih sekcij in z njimi povezanih ved, kot so hidrologija, agrometeorologija, kakovost zraka, biometeorologija človeka itd.



Generalni direktor poljske meteorološke službe (IMGW) Mieczysław S. Ostojki med intervjujem (vir: EMS)

Sklop **numerična napoved vremena** se je ukvarjal s študijami o učinkovitosti in stabilnosti programov za superračunalnike, modeliranje procesov v povezavi z napovedovanjem vremena, algoritmi asimilacije podatkov ter uporabo večmodelskih izračunov in vse modernejših pristopov na osnovi verjetnosti. Pozornost je bila posvečena tudi operativni razlagi in uporabi rezultatov numeričnih modelov za napovedovanje vremena, vključno z uporabo avtomatskih algoritmov tolmačenja in subjektivno interpretacijo napovedovalcev.

Plenarna razprava

Plenarno zasedanje je bilo posvečeno komuniciranju podnebnih sprememb in soočanju znanstvenikov s podnebnimi skeptiki. Uvodničarji so vsak s svojega zornega kota osvetlili vlogo medijev v ustvarjanju splošnega javnega mnenja o podnebnih spremembah ter potrebnih odzivih politike in družbe kot celote. Presenetljivo je, da je tovrstna debata v nekaterih državah veliko bolj živa kot v Sloveniji.

Skeptiki še vedno obtožujejo Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC), da so objavljena poročila politično motivirana in pristranska. Po mnenju skeptikov naj bi politiki odložili ali celo ukinili napore za prilagajanje in blaženje podnebnih sprememb. Prenos znanja in motiviranje za ukrepanje otežuje tudi še vedno ne dovolj učinkovit prenos znanja in obvladovanje negotovosti ter tveganja v različnih časovnih in prostorskih razsežnostih.

Uvodničarji na plenarnem zasedanju so bili: Felicity Liggins (MetOffice/Hadley Centre, Velika Britanija), ki je predavala o komuniciranju s podnebnimi skeptiki, Bart Strengers (Nizozemska agencija za okoljsko presojo – PBL), ki je govoril o anketi o podnebnih spremembah in njihovem vplivu na družbo, ki so jo opravili med znanstveniki, Reija Ruuhela (Meteorološki inštitut, Finska), ki se je osredotočila na podnebne storitve in komunikacijo pri spreminjanju medijskega okolja, Rob van Dorland (Kraljevi nizozemski meteorološki inštitut), ki je uvodni del zaokrožil s predstavitvijo nizozemske pobude za podnebni dialog med znanstveniki in skeptiki. Sledila je razprava, v kateri so sodelovali uvodničarji in publika.

Podane so bile pobude za presojo razlik v pogledih med glavnino znanstvenikov in podnebnimi skeptiki, prav tako naj bi objavili pregled strokovne literature ter organizirali podnebne dialoge in razprave. Predstavljeni so bili predlogi za izboljšanje obveščanja oblikovalcev politik in splošne javnosti o znanstvenih dognanjih. Pogledi o tem, kako nova spoznanja in izdelke približati uporabnikom, so se med razpravljalci razlikovali glede na okolje, iz katerega izhajajo.



Uvodničarji na plenarni sekciji o komunikaciji podnebnih sprememb (vir: EMS)

Mediji in komunikacija

Kot vsako leto sem poleg sekcije za prilagajanje na podnebne spremembe organizirala in vodila tudi sekcijo o medijih in komunikaciji. Namenjena je izmenjavi izkušenj in dobrih praks pri posredovanju podnebnih in vremenskih informacij. Ukvarjamo se tudi s teoretičnimi osnovami komuniciranja, ocenjevanjem učinkovitosti različnih načinov komuniciranja in razlik med posameznimi mediji, posebej se posvečamo novim medijem, ki odpirajo za zdaj še manj znane/ uporabljane načine posredovanja informacij. Tokrat so bile v ospredju vremenske aplikacije za pametne telefone. Pestrost pogledov in obravnavanih tem, ki jo ponuja ta sekcija, vedno pritegne veliko poslušalcev.

Kot primer dobre vremenske napovedi je svojo TV napoved prispeval irski meteorolog Gerry Murphy. Poleg tega nas je v uvodnem predavanju poljski kolega seznanil z razvojem napovedovanja vremena na Polj-

skem in nam pokazal nekaj svojih posnetkov, ki smo jih komentirali in primerjali s pristopi drugih kolegov.

Nagrada za najboljšo TV napoved tokrat ni bila podeljena, saj med prispelimi predlogi ni bilo res izjemnega prispevka. Prav tako nismo podelili nagrade za življenjsko delo na področju posredovanja meteoroloških informacij v medijih, ker ni bilo ustreznih nominacij. Slednje je malce presenetljivo, saj nagrajencu EMS krije vse stroške udeležbe na konferenci.

Tako kot minula leta sem tudi tokrat iz vseh prispevkov, ki so bili podani na medijski sekciji, pripravila zgoščenko, da bo vsebina dosegljiva tudi tistim, ki se sekcije niso mogli udeležiti, a bi se radi seznanili z vsebino.



Opuščeno tovarniško območje so preuredili v hotele, nakupovalni center, muzeje in restavracije (foto: T. Cegnar)

Društvene dejavnosti

V nedeljo, 9. septembra dopoldne, je bila 27. seja Sveta EMS, ki sem se je udeležila kot vodja EMS skupine za medije in komunikacijo. Sejo je vodil predsednik društva Dominique Marbouty. Popoldne smo imeli 14. letno skupščino EMS; udeležilo se je 26 članov, ki so zastopali meteorološka društva iz različnih evropskih držav.

Od lanskega septembra EMS predseduje Dominique Marbouty, ki je član Francoskega sveta za okolje in



Predsednik EMS Dominique Marbouty govori na 14. skupščini (vir: EMS)

trajnostni razvoj. Od leta 2004 do junija 2011 je bil generalni direktor Evropskega centra za srednjeročne vremenske napovedi v Readingu. Pod njegovim vodstvom je center hitro napredoval in ohranjal sloves najboljšega svetovnega centra za numerično napovedovanje vremena.

Leta 2013 bosta od 9. do 13. septembra v Readingu 15. letna skupščina EMS in 11. evropska konferenca o aplikacijah v meteorologiji.

Svet EMS sestavlja devet članov: trije stalni predstavniki in šest predstavnikov, ki jih za obdobje dveh let izvoli skupščina. Stalne članice določijo Kraljevo meteorološko društvo (RMetS), Nemško meteorološko društvo (DMG) in Francosko meteorološko društvo (SMF), ki plačajo dodatno prostovoljno članarino. Svet izvoli predsednika, ki je član enega od društev, podpredsednika in blagajnika, ki sestavljajo predsedstvo EMS.

Imenovan predsednik samodejno postane član sveta, če seveda ni že njegov član. Mandat predsednika, podpredsednika in blagajnika običajno traja tri leta, predsednik pa ni upravičen do ponovne izvolitve.

Trenutni člani sveta so: Dominique Marbouty: SMF, Francija (predsednik), Bob Riddaway: RMetS, Velika Britanija (podpredsednik), Jean-Pierre Chalon: SMF, Francija (blagajnik), Ksenija Cindric: HMD, Hrvaška, Paul Halton: IMS, Irska, Eigil Kass: DaMS, Danska, Shimon Krichak: IMS, Izrael, Guy Schayes: SRBA, Belgija, Heinke Schlünzen: DMG, Nemčija in Joanna Wibi: PTG – meteorološka sekcija, Poljska.

V začetku delovanja je svet EMS določil odbore za nadzor svojih dejavnosti. To so bili odbori za srečanja (2001), akreditacije in strokovne prakse (2001), izobraževanje (2001), medije (2001), publikacije (2001) in nagrade (2002). Predsedniki odborov so redno poročali o svojih dejavnostih in napredku pri izvajanju nalog. S potrditvijo Načrta za izvajanje strategije 2008 so se dogovorili, da bi EMS moral preiti na bolj projekten pristop in hkrati zmanjšati število odborov, da bi lahko uresničil ponovno zastavljene cilje.

Zdaj delujejo naslednji odbori in projektne skupine, ki jih navajam skupaj z imeni vodij:

Strokovne prakse – Christophe Billard (SMF, Francija);

Izobraževanje – Tomas Halenka (CMeS, Češka);

Mediji – Tanja Cegnar (ARSO, Slovenija);

Srečanja – Horst Böttger, predsednik (DMG, Nemčija);

Nagrade – Johannes Schmetz: predstojnik meteorologije, EUMETSAT;

Uredništvo – Bob Riddaway, predsednik (RMetS, Velika Britanija).

Višina gladine morja

Maja Jeromel, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

Višina morske gladine lahko pomembno vpliva na življenje ob morju. Ob nizkih vodostajih ladje občasno nasedejo ali ne morejo izpluti iz luke, sprehajalci pa se lahko sprehodijo tudi pod strunjanskimi klifi ali občudujejo ankaranske leščurje kar brez potapljaške maske. Ob višjih vodostajih pa lahko morje poplavi nižje dele obale in ovira promet po obalnih cestah ter nekaterih mestnih ulicah in trgih slovenskih obalnih mest.

S spremljanjem in napovedovanjem višine morja lahko preprečimo ali vsaj omilimo marsikatero nevšečnost prebivalcem in obiskovalcem obale. V Sloveniji spremljamo višino morja na mareografski postaji v Kopru od leta 1958, pred kratkim pa je bila postavljena tudi vodomerna letev v Piranu, saj je ravno to mesto najbolj ogroženo ob višjih vodostajih. Srednja letna višina gladine morja je dolgoletno povprečje meritev in glede na ničlo vodomerne letve v Kopru znaša 217 cm. Morje ob slovenski obali začne poplavljeti nižje ležeče dele obale, kadar gladina preseže 300 cm na mareografski postaji v Kopru. Rekordna vrednost sega v leto 1969, ko je bila izmerjena višina 394 cm. Nadpovprečno visoke gladine se pojavijo, kadar je sočasno prisotnih več dejavnikov – visoka astronomska plima, nizek zračni tlak, južni veter – in takrat govorimo o povišanem plimovanju morja.

Astronomske višine morja

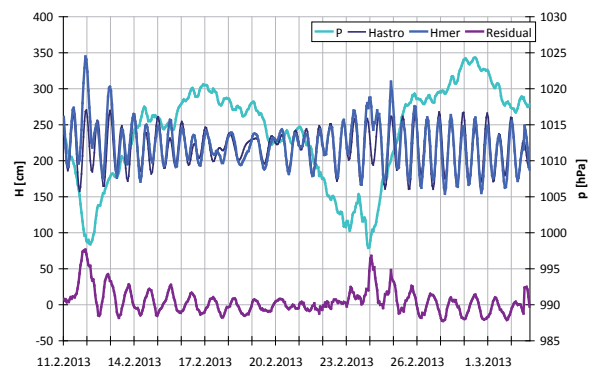
Nihanje gladine morja je v osnovi pogojeno z znanimi gravitacijskimi interakcijami med Soncem, Luno in Zemljo, pri čemer je vpliv Lune na Zemljo 2,16-krat večji od vpliva Sonca. Medsebojna lega omenjenih teles vpliva na velikost amplitude plimovanja. V času mlaja in ščipa gravitacijski vplivi Sonca in Lune sovpadajo in takrat so amplitude plimovanja največje, v času prvega in zadnjega krajca pa najmanjše. Razpored in oblika kontinentov, razgibanost morskega dna in fizikalne lastnosti vode popačijo posledice delovanja gravitacijskih sil v tolikšni meri, da se plimovanje morij in oceanov po svetu odraža v zelo raznolikih amplitudah pa tudi v različnih tipih plimovanj. Največje merjene amplitude plimovanja so v zalivu Fundy na jugovzhodu Kanade, kjer amplitude presegajo 11 m (<http://tidesandcurrents.noaa.gov/>). V Jadranskem morju so največje amplitude v severnem delu, kjer ob slovenski obali amplituda plimovanja redko preseže 2 m. V osnovi ločimo dva tipa plimovanja – poldnevno

plimovanje s po dvema ekstremoma v enem dnevu ter dnevno plimovanje z eno maksimalno in eno minimalno višino gladine morja. Obstaja pa tudi mešani tip plimovanja, ki je kombinacija poldnevnega in dnevnega tipa plimovanja. Na območju Severnega Jadrana je plimovanje sicer mešanega tipa, vendar lahko rečemo, da poldnevni tip prevladuje.

Plimovanje, ki je posledica delovanja gravitacijskih sil, imenujemo astronomsko plimovanje. S harmonično analizo merjenih višin morja lahko določimo značilne parametre, tako imenovane plimske konstante, ki opisujejo tip in amplitudo plimovanja na posamezni geografski lokaciji. Tako lahko izračunamo tablice plimovanja z astronomskimi višinami morja za leto ali več vnaprej.

Residualne višine morja

Z izračunom plimskih tablic lahko torej napovemo pričakovano gibanje gladine morja pri normalnem zračnem tlaku (1013 hPa) ter ob odsotnosti močnejših vetrov. Daljše obdobje visokega zračnega tlaka povzroči znižanje gladine morja glede na napovedane astronomske vrednosti, odstopanja so lahko tudi nekaj 10 centimetrov ali več. Obratno pa nizek zračni tlak posredno zviša gladino morja. Za začetno oceno vpliva tlaka na višino morske gladine lahko uporabimo splošno inverzno barometrično formulo, ki določa, da se sprememba tlaka za 1 hPa odraža v spremembi višine gladine morja za 1 cm. Vendar praksa kaže, da je vpliv tlačnih sprememb v Tržaškem zalivu izrazitejši – sprememba tlaka za 1 hPa prinese povprečno 1,5 cm spremembe višine gladine morja. Močnejši vetrovi



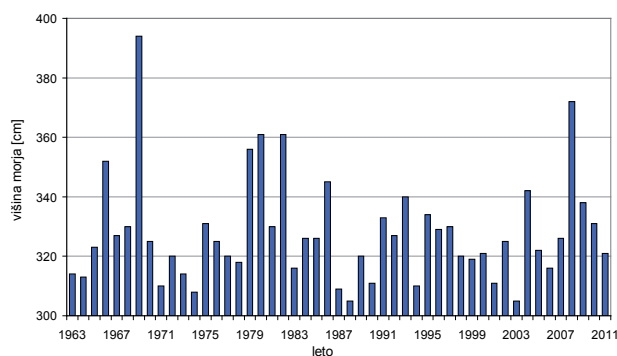
Slika 1. Primerjava med izmerjenimi (Hmer) in astronomskimi (Hastro) višinami morja, prikaz vpliva tlaka (p) na višine morja namareografski postaji Koper in upadanje amplitude sejša (Residual)

nad morjem nato dodatno prispevajo k popačenju astronomskih višin morja. Burja odrija vodo od vzhodne obale Jadranskega morja, kjer povzroči znižanje višine gladine ter nariva vodo na vzhodno italijansko obalo, vendar zaradi krajšega vetrišča ta vpliv ni tako izrazit. Južni veter, jugo, ki piha vzdolž Jadranskega morja, ima na voljo veliko daljše vetrišče. Tako pride do narivanja morske vode po celotnem Jadranu vse do Tržaškega zaliva, kar spet doprinese k zvišanju gladine vode v obsegu nekaj 10 cm. Ob prehodu ciklona preko Jadrana sovpade znižanje zračnega tlaka in narivanje vode z južnim vetrom, posledica pa je zvišanje morske gladine tudi za več kot 1 meter od predvidene astronomske višine morja.

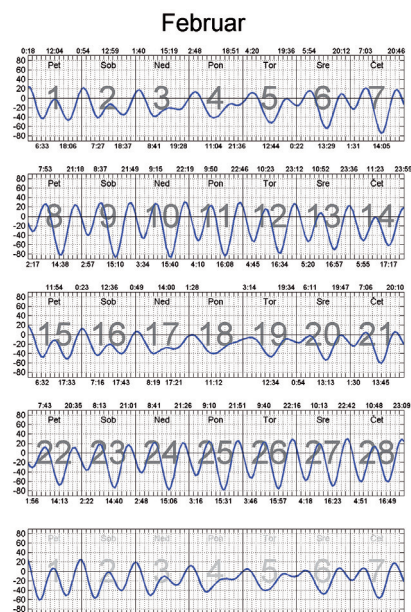


Slika 2. Povišano plimovanje morja v Piranu, 1. 12. 2008 – druga najvišja izmerjena gladina morja 372 cm v obdobju meritev (Foto: J. Polajnar, M. Robič)

Ko po prehodu ciklona moč južnega vetra oslabi, narivanje morske vode proti severnemu Jadranu popusti in narinjena voda se sprostí. Pri tem se oblikuje val, ki potuje nazaj proti jugu. Zaradi naravne oblike Jadranskega morja, ki je skoraj kot zaprt bazen oz. jezero, dobimo stoječe dušeno valovanje, imenovano sejš (seiche). Val se na Otrantskih vratih odbije in ponovno potuje proti severu. Stoječe valovanje v (delno)



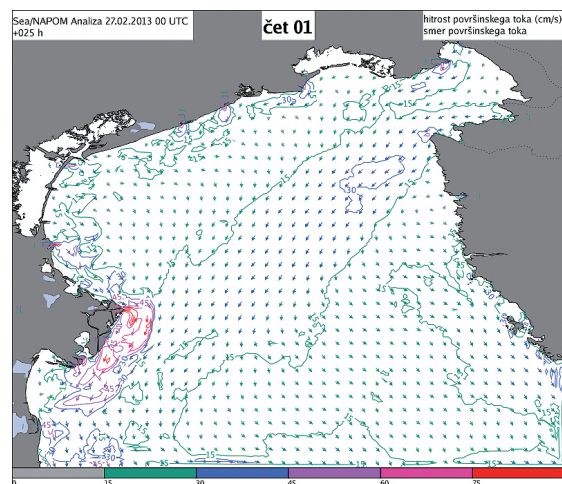
Slika 3. Najvišje izmerjene višine gladine morja na mareografski postaji v Kopru



Slika 4. Primer plimskih tablic za mesec februar 2013 (objava na spletni strani ARSO)

zaprtem vodnem telesu je med prvimi opazoval in poimenoval švicarski raziskovalec Francois-Alphonse Forel na Ženevskem jezeru, pojav pa je značilen tudi za ostala alpska jezera ter jezera in polzaprtá morja po svetu. Perioda sejša, ki ga povzroči jugo na Jadranu, je približno 22 ur.

Tablice plimovanja nam torej dajo le neko orientacijsko vrednost gibanja morske gladine, za točnejše napovedi višine morske gladine pa je potrebno upoštevati tudi vremenske vplive in sejše, ki so povrh vsega tudi medsebojno sklopljeni. Zato bo napovedovanje dejanske gladine morja z upoštevanimi vsemi omenjenimi vplivi možno, ko bodo sklopljeni tudi oceanografski in atmosferski operativni modeli.



Slika 5. Napoved površinskega tokovanja morja, produkt operativnega oceanografskega modela za območje severnega Jadrana (Northern Adriatic Princeton Ocean Model-NAPOM)

Strokovni izlet Slovenskega meteorološkega društva v Šaleško dolino - 9. junij 2012

Zalika Črepinšek

Glede na polemike, ki se pojavljajo v javnosti v zvezi z izgradnjo bloka 6 Termoelektrarne Šoštanj, smo se odločili, da v letu 2012 organiziramo strokovni izlet v Šaleško dolino.



Dimniki v Termoelektrarni Šoštanj, ki s svojimi izpusti prispevajo k globalnemu segrevanju podnebja. (Foto: J. Roškar)

V termoelektrarni Šoštanj nas je sprejel vodič Andrej, ki nam je najprej ob multimedijki predstavitvi povedal veliko zanimivega o našem največjem elektroenergetskem objektu v Sloveniji: o začetkih in razvoju



Člani SMD na ogledu elektrarne. (Foto: Z. Vičar)



Razgled s stolpa 4. bloka. (Foto: Z. Vičar)

TEŠ-a, tehnoloških postopkih obratovanja in sistemu daljinskega ogrevanja. Sledil je voden ogled elektrarne, v katerem smo imeli priložnost videti turbinske strojnice posameznih blokov, komandne kabine, hladilni stolp, napravo za razžvepljevanje dimnih plinov, napravo za čiščenje odpadnih vod in kontrolne sisteme. Z razgledne ploščadi kotlovnice bloka 4 se



Gradbišče 6. bloka TEŠ-a. (Foto: J. Roškar)

nam je kljub oblačnemu vremenu odprl lep razgled na Šaleško dolino, ki sodi med tiste slovenske pokrajine, kjer sta proizvodnja električne energije in premogovništvo pustila velike posledice v okolju. Kar nekaj vprašanj in razprav se je porajalo med obiskom TEŠ-a ravno na temo degradacije okolja. Naš vodič pa nam je v povezavi s tem predstavil tudi njihove ekološke projekte in sistem ravnanja z okoljem po zahtevah ISO 14001, katerih cilj je čim manjše onesnaževanje okolja. Z vrha razgledne ploščadi smo lahko videli vsa tri šaleška jezera: Škalsko, Družmirsko in Velenjsko, ki so posledica izkopavanja lignita Premogovnika Velenje, ki je bil naš naslednji cilj.



Dobrodošlica v Rudarskem muzeju. (Foto: Z. Vičar)

Ogledali smo si Muzej premogovništva. Jamski del je bil žal zaradi sanacije po januarskem samovžigu v tem delu muzeja zaprt. V notranjem delu muzeja smo si najprej ogledali film o odkritju in pridobivanju premoga nekoč in danes ter geološko zgodovino Šaleške doline, nato pa še stalno razstavo o življenju in delu rudarjev. Sprehodili smo se skozi 'Črno' in 'Belo' garderobo, si ogledali knapovsko stanovanje in kontrolne ploščice, ki jih rudarji pred vstopom v jamo odlagajo na kontrolne table. Od Premogovnika smo se poslovili z željo, da bi po koncu 'šihita' na kontrolni tabli nikoli ne ostala kontrolna ploščica, kar pomeni, da se nekdo ni vrnil iz jame.



Kopalnica, kjer so se rudarji nekoč po končanem delu skopali preden so odšli domov. (Foto: Z. Vičar)

Kljub temu, da nam ni uspelo priti v podzemlje premogovnika in srečati jamskega škrate, Škalskega Bergmandeljca, pa smo zadnji del našega izleta vseeno preživeli globoko pod površjem zemlje. V spodnji Savinjski dolini smo si ogledali kraško jamo Pekel pri Šempetru, ki jo je milijone let ustvarjal potok Ponikvica, ki pred jamo ponikne, iz nje pa priteče z imenom Peklenščica. Vodička, ki nas je popeljala po podzemnem svetu, nam je najprej pri vhodu v jamo pokazala skalo, ki ima z nekaj domišljije res podobo



Pred vhodom v jamo Pekel. (Foto: Z. Vičar)

hudiča. Pozimi se včasih iz vhoda v jamo kadi, ker je zunanja temperatura zraka nižja od tiste v jami. Zato ni čudno, da so naši predniki jamo poimenovali Pekel. Skozi rove spodnjega vodnega dela jame nas je vseskozi spremljalo šumenje potoka Ponikvica, ki je še posebej glasno ob štirimetrskem podzemnem slapu. Za nekaj kratkih trenutkov smo v 'Tihem rovu' lahko doživeli svet popolne tišine in teme, v zgornjem suhem delu jame pa smo občudovali številne kapnike zanimivih oblik in v soju luči iskrenje kalcitnih kristalov. Če so nas že čez dan spremljali močni nalivi, pa so nas pri izhodu iz Pekla pozdravili blagodejni sončni žarki in nas po okrepčilu v restavraciji pospremili nazaj do Ljubljane.



Krepčanje pred odhodom v Ljubljano. (Foto: Z. Vičar)

Letni občni zbor SMD 2012

Miha Demšar

Potekal je v prostorih ARSO dne 15.3.2012 od 15:30 do 17:15. V uvodu je predsednik društva Jožef Roškar podelil priznanje doc. dr. Nedjeljki Žagar za njene izredne dosežke na področju meteorologije v letu 2011. Ob tej priložnosti je prejemnica priznanja navzočim predstavila eno od svojih nedavnih nalog z naslovom „Kje je osrednja lokacija intertropske konvergenčne cone“.

Po predavanju smo izvolili delovna telesa občnega zbora. V delovno predsedstvo smo za predsednika občnega zbora izvolili Gregorja Vertačnika s pomočnikom Bojanom Paradižem in Matijo Klančarjem. Zapisnik je vodil Miha Demšar, overila pa sta ga Tajda Mekinda Majaron in Boris Zupančič.

Poročilo o delu v preteklem letu je podal predsednik društva. Izdali in natisnili smo 3. številko Vetrnice. Aprila 2011 smo skupaj s Hrvaškim meteorološkim društvom organizirali skupen izlet na Bovško. Prevedli smo Strokovni vodnik po dvomih o globalnem segrevanju, ki je objavljen na društveni spletni strani, pa tudi na <http://www.skepticalscience.com/>. Organizirali smo 2 predavanji. V okviru Evropske meteorološke zveze pa je Tanja Cegnar aktivno sodelovala v medijski sekciji.

Poročilo o finančnem stanju društva je podal blagajnik Andrej Velkavrh. V letu 2011 je bilo 2312 EUR prihodkov in 2724 EUR odhodkov.

V času občnega zbora je bilo v društvu 123 članov. Prejeli smo tudi 6 novih prošenj za včlanitev v društvo. Novi člani so tako postali dr. Primož Mlakar, dr. Boštjan Grašič, dr. Marija Zlata Božnar, dr. Mateja Ogrin, dr. Polona Vreča in Matjaž Črepišek.

Predsednik društva nam je predstavil še načrte društva v letu 2012. Okvirno bomo nadaljevali z dosedanjimi aktivnostmi: natisnili bomo 4. številko Vetrnice, ki bo posvečena razvoju modela Aladin, posodabljali informacije na društveni spletni strani, organizirali bomo nekaj predavanj in izlet. Nadaljevali bomo sodelovanje z Evropsko meteorološko zvezo. Predsednik je hkrati prosil člane, da tudi sami posredujejo predloge za popestritev aktivnosti društva.

Na koncu smo obravnavali še spremembo Pravilnika o podeljevanju priznanj. Predsednik je najprej pojasnil potrebo po spremembi, ki se nanaša na nagrade. Predlagal je, da v prihodnje društvo zaradi denarnih omejitev ne bi več podeljevalo denarnih nagrad, še naprej pa bi podeljevali priznanja. Skupaj smo si ogledali spremenjeni pravilnik in ga soglasno sprejeli.



Delovno predsedstvo in zapisničar (Foto: I. Sinjur)

Letni občni zbor SMD 2013

Miha Demšar

Potekal je v prostorih ARSO dne 15.3.2012 od 16:00 do 17:20. Zbor je začel predsednik društva Jožef Roškar, ki je uvod namenil preminulima članoma društva gospodoma Bojanu Paradižu in Miranu Trontlju. Spomnili smo se ju z minuto molka.

Izvolili smo delovna telesa občnega zbora, in sicer za predsednika občnega zbora Gregorja Vertačnika, zapisnikarja Miha Demšarja ter overovatelja zapisnika Tajdo Mekinda Majaron in Jelka Urbančiča.

Ker je bilo letošnje leto volilno leto, je predsednik Jožef Roškar najprej predstavil člane društva, ki so bili pretekla štiri leta člani upravnega in nadzornega odbora ter častnega razsodišča. Nato je predstavil aktivnosti društva v preteklem letu. Poudaril je pomen, da smo lahko 4. številko Vetrnice, ki je bila posvečena opisu razvoja modela Aladin, s pomočjo donacij sponzorjev natisnili. Omenil je mesečne prispevke o podnebnih prispevkih, ki jih društvo pripravlja na domači spletni strani od julija 2012 dalje. Organizirali smo 4 predavanja, izlet v Šoštanj, Velenje in jamo Pekel, Tanja Cegnar pa je še naprej uspešno sodelovala z Evropsko meteorološko zvezo.



Predsednik zbora in tajnik se posvetujeta (Foto: I. Sinjur)

Poročilo o finančnem stanju društva je podal blagajnik Andrej Velkavrh. V letu 2012 je bilo 2626 EUR prihodkov in 3165 EUR odhodkov.

V času občnega zbora je bilo v društvo včlanjenih 127 članov. Letos nismo prejeli novih prošenj za članstvo, tako da se število članov ni spremenilo.

Ker je bil letošnji občni zbor volilni, je predsednik zbora Gregor Vertačnik najprej predlagal, da zbor izglasuje razrešnico staremu upravnemu odboru, kar je zbor soglasno sprejel. Nato smo za novega predsednika soglasno izbrali gospoda Jožefa Roškarja. Ta je nato predlagal, da naj upravni odbor sestavljajo isti člani kot do sedaj. Damijana Kastelec in Miha Demšar sta se zaradi drugih obveznosti odpovedala funkciji. Za novega tajnika je predlagal Boštjana Murija. Prav tako je predlagal, da bi v uredniški odbor vključili tudi Gregorja Vertačnika, ki bi skrbel za društveno spletno stran, hkrati pa bi člana uredniškega odbora, Mojca Dolinar in Gregor Vertačnik postala tudi člana upravnega odbora. Tako smo na občnem zboru potrdili nov upravni odbor, ki ga sestavljajo: predsednik Jožef Roškar, podpredsednica Mojca Dolinar, tajnik Boštjan Muri, blagajnik Andrej Velkavrh, člani Andrej Hrabar, Klemen Bergant, Rahela Žabkar in Gregor Vertačnik.

Jožef Roškar je prav tako predlagal, da nadzorni odbor nadaljuje delo v enaki sestavi kot v prejšnjem mandatu, kar smo soglasno potrdili. Tako nadzorni odbor sestavljajo: predsednik Gregor Gregorič, člana pa Aleška Bernot Pernarčič in Mirko Kovač. Prav tako smo potrdili tudi častno razsodišče, ki je v enaki sestavi kot v prejšnjem mandatu, torej: predsednik Andrej Hočevar, člana Jože Rakovec in Joško Knez.

Predsednik društva nam je predstavil še načrte društva v letu 2013. Osnovo delovanja bodo predstavljale dosedanje aktivnosti in sicer: izdali bomo 5. številko Vetrnice, ki bo posvečena ljubiteljem meteorologije; glede podnebnih sprememb bomo s predavanji pospremili na pot stiskan Vodnik po dvomih o podnebnih spremembah; organizirali bomo predavanja in tudi izlet; med ljubiteljskimi meteorologi bomo poskusili dobiti mnenje o izbiri tem ter za njih organizirali poletno meteorološko šolo.

Prednovoletno srečanje članov SMD

Mojca Dolinar, Foto: Zorko Vičar

Tudi leto 2012 smo zaključili s tradicionalnim prednovoletnim srečanjem, ki je bilo tokrat 18. decembra v veliki sejni sobi, v četrtem nadstropju Agencije Republike Slovenije za okolje. Udeležilo se ga je več kot 50 članov.



Tradicionalno nas je za uvod pozdravil predsednik društva Jožef Roškar. Na kratko je strnil najpomembnejše letošnje dosežke društva in člane vzpodbudil k čim večji aktivnosti v okviru društva tudi v prihodnje.



Kot je to že običaj, smo tudi tokrat pričeli srečanje s potopisnim predavanjem. Naš svetovni popotnik Boštjan Muri nas je z diapozitivi popeljal v odročne predele tople Indonezije.

Po koncu predavanja smo si zaželeli vse lepo v prihajajočem letu ter nadaljevali srečanje v veselem vzdušju ob praznični hrani in pijači. Kot vedno se je med udeleženci razvila marsikatera zanimiva debata.



Naša mladina je bila prav prešerne volje.



Čas za voščila ...



... in čas za debate.

Uporaba radarjev s pulzno kompresijo v meteorologiji

Anton Zgonc, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

V magistrskem delu sem preveril uporabnost meritev vremenskega kanala radarja za nadzor zračnega prometa na letališču Jožeta Pučnika Ljubljana, ki ga je leta 2008 postavila Kontrola zračnega prometa Slovenije (KZPS). Tovrstni letalski radarji omogočajo meritve ozračja s pogostostjo, večjo kot 1 meritev v minuti, kar je časovno mnogo pogostejše od meritev namenskih vremenskih radarjev. Njihova slaba stran je odsotnost vertikalne informacije v meritvah. Strukture padavinskih oblakov po višini ni mogoče izmeriti, ker je radarski žarek močno razpotegnjen po vertikali, njegova elevacija (nagib osi žarka nad vodoravnimi tlemi ob izhodu iz antene) pa je stalna.

Podrobneje sem obdelal glavno tehnično posebnost tega radarja – pulzno kompresijo. To je oddajno-sprejemna procesna tehnika, ki omogoča nekaj 10-kratno izboljšanje radialne ločljivosti¹ meritev glede na dolžino izsevanih pulzov elektromagnetnega valovanja (EMV). Omogoča korenite spremembe v merilni strategiji radarskega sistema: podaljšanje izsevanih pulzov, zmanjšanje maksimalne moči izsevanih pulzov, povečanje občutljivosti in občutno manjše onesnaženje stranskega frekvenčnega spektra.

Izračunal sem okultacijski diagram letalskega radarja, to je višino najnižjega žarka nad vsako točko nad tlemi, ki ga še ne blokirajo talne in druge ovire. Poleg tega sem izračunal trimesečne točkovne količine (radarskih) padavin od julija 2009 do junija 2010. Tako sem lahko razbral okvirna dobro in slabo pokrita območja po posameznih letnih časih. Po pričakovanjih je povsem nepokrito območje Alp, to pa zaradi neustrezne lokacije radarja, ki je sredi kotline. To je pravzaprav največja hiba tega radarja.

Nato sem primerjal meritve z referenčnimi radarskimi meritvami vremenskega radarja na Lisci. Primerjal sem pet-minutne povprečne (radarske) jakosti padavin. Pri tem sem iz radarskih odbojnosti Z [mm⁶/m³] računal pripadajočo radarsko jakost padavin R [mm/h] po v radarski meteorologiji splošno znani potenčni zvezi med njima, imenovani Z-R relacija:

$$Z/Z_0 = a (R/R_0)^b$$

Uporabil sem empirični vrednosti koeficientov a in b , ki se uporabljata na ARSO za stratiformne padavinske oblake (Divjak, 2009). Obojne povprečne petminutne jakosti padavin sem točkovno primerjal še s preračunanimi povprečnimi petminutnimi jakostmi padavin, izračunanimi iz digitaliziranih meritev državne mreže pluviografov.

Radarske jakosti padavin letalskega radarja so se pokazale primerljive meritvam referenčnega vremenskega radarja in meritvam pluviografov, vendar le za konvektivne padavinske procese. Odstopanja so znotraj širine razredov radarskih odbojnosti (8 dBZ oziroma 5,33 dBR), standardni odkloni pa so večinoma celo pod 4 dBZ (oziroma 2,67 dBR). Letalski radar stratiformnih padavinskih sistemov večinoma ne zazna.

Letalski radar Thales STAR 2000

Letalski radar STAR 2000, z internim imenom Charlie, je izdelek francoske vojaške gospodarske družbe Thales. Uvršča se med radarje za nadzor zračnega prometa (angl. ATC - Air Traffic Control), nadzor zračnega prostora (ATS - Air Traffic Surveillance) in letališke vzletno-pristajalne radarje (TAR – Terminal Approach Radar). Postavljen je ob letališki stezi letališča Jožeta Pučnika Ljubljana. S strokovnega vidika lokacija v

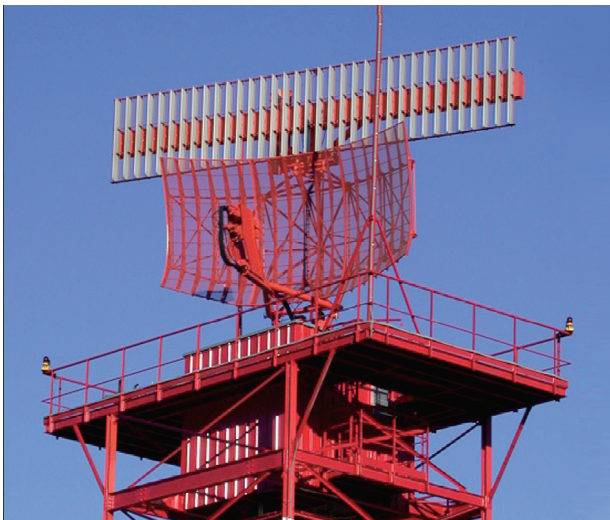


Slika 1a. radar STAR 2000 na letališču Jožeta Pučnika Ljubljana. Antenski del je nameščen v kupoli, ki je okoli 5 m dvignjena od tal. Antenski podstavek je nameščen v zabojniku pod ploščadjo kupole. Poleg vidimo radarska zabojnika s pripadajočo opremo. Lokacija ni primerna zaradi bližnjih ovir (dreves, stavb) in zaradi talnih ovir, ki obdajajo Ljubljansko kotlino (Foto: KZPS)

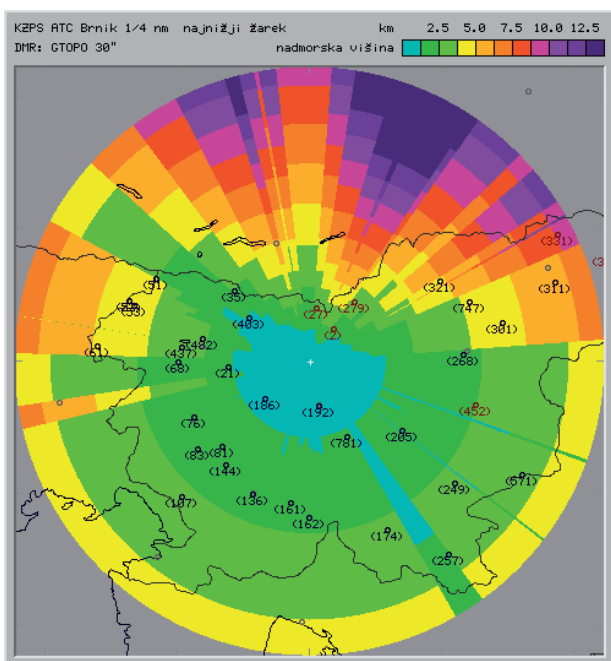
1 Radialni: v smeri vzdolž žarka

kotlini ni preveč primerna, je pa bila takrat zaradi velikih administrativnih ovir edina možna. Okultacijski diagram (slika 2) ima zato večje sence v smeri proti Alpam.

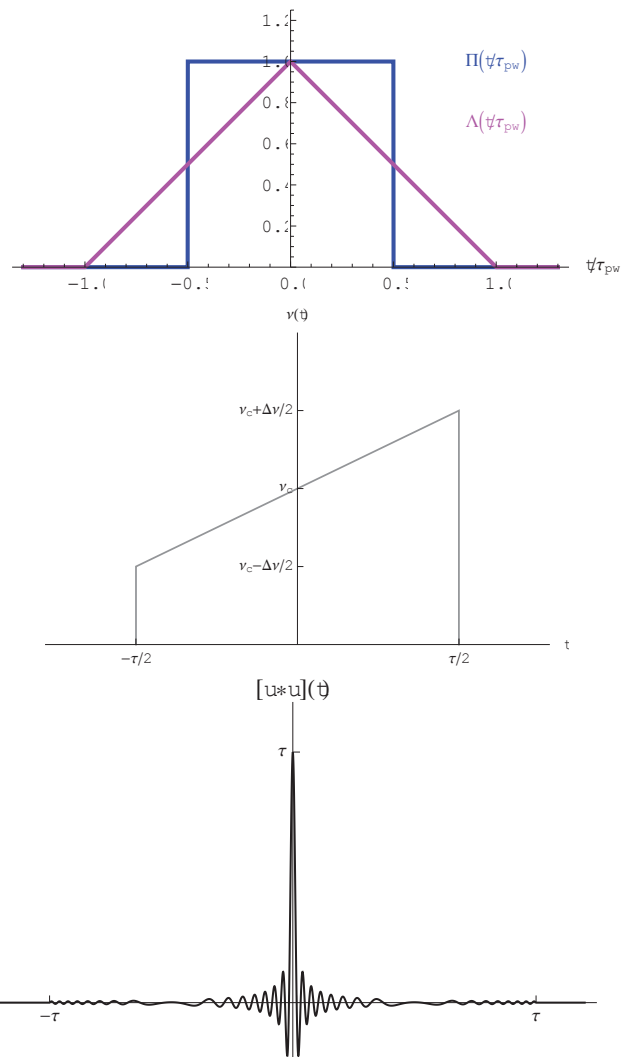
Letalski radar se zelo razlikuje od vremenskih radarjev. Sestavljata ga primarni del za merjenje odbojev od letal ali pa sipalcev v ozračju in sekundarni – komunikacijski del, ki prek transponderjev na letalih spremlja trenutne podatke o njihovem letenju (slika 1 a in b).



Slika 1b. instalacija radarja brez kupole za lažjo predstavo. Zgornja antena je sekundarna, komunikacijska. Primarna antena je mrežaste konstrukcije (Vir: tehnična dokumentacija radarja)



Slika 2. Okultacijski diagram letalskega radarja, izračunan kot višina najnižjega dela radarskega snopa z elevacijo 1° nad digitalnim modelom reliefa GTOPO30 (GTOPO30, 1996). Prikazana so tudi merilna mesta v državni mreži pluviografov

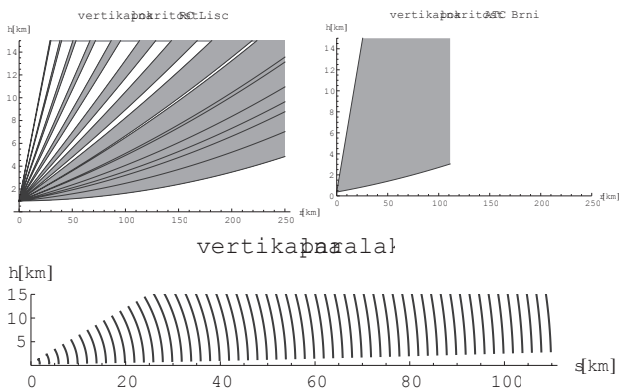


Slika 3. Zgoraj: časovni potek pravokotnega radarskega pulza dolžine τ (črno) in časovni potek njegove avtokorelacijske funkcije (modro). Razpolovna širina avtokorelacijske funkcije, v tem primeru τ , je privzeta kot definicija radialne ločljivosti radarja. Enota na abscisi je brezdimenzijska: t/τ . Sredina: časovni potek linearno frekvenčno moduliranega (LFM) pulza dolžine τ . Tak pulz je v praksi bistveno daljši od pravokotnega pulza. Ordinata je spodaj odrezana, relativne spremembe frekvence v takih pulzih so v resnici zelo majhne.

Spodaj: časovni potek avtokorelacijske funkcije LFM pulza. Vidi se močno zožen glavni maksimum, njegova razpolovna širina je za faktor (stopnja kompresije) ožja od avtokorelacijske funkcije pravokotnega signala. Stranski maksimumi so nezaželeni, segajo pa do širine pulza na vsako stran (\pm) od maksimuma. Zmanjša se jih z glajenjem pulza na robovih po frekvenci in amplitudi (NLFM).

Obe anteni se vrtita skupaj z veliko kotno hitrostjo, 15 obratov na minuto ($90^\circ/\text{sek}$!), za kar so potrebne tudi trpežnejše mehanske rešitve na podstavku antene. V nadaljevanju se bom ukvarjal izključno s primarnim radarjem, zato bom besedo primarni izpuščal.

Letalski radar deluje v frekvenčnem pasu S, na območju 2,7–2,9 GHz. Za letalske radarje je značilen vertikalno močno razširjeni sevalni snop, saj mora radar čim hitreje vzorčiti ozračje, pri tem pa se izgublja



Slika 4. Levo zgoraj: vertikalna pokritost ozračja z vremenskim radarjem na Lisci. Desno zgoraj: vertikalna pokritost ozračja z letalskim radarjem na letališču Jožeta Pučnika Ljubljana. Spodaj: napaka vertikalne paralakse (zamik talne projekcije sipalcev) letalskega radarja

vertikalna informacija iz ozračja. Horizontalni snop ima širino $1,4^\circ$, vertikalni pa kar 30° , pri čemer je spodnja elevacija snopa 1° . Antena po elevaciji ni ne gibljiva, ne nastavljiva. Pokritost ozračja z meritvami se precej razlikuje od pokritosti pri vremenskih radarjih (slika 4).

Pulzni režim tega radarja je zelo zapleten. Oddaja enostavne (nemodulirane) kratke pulze dolžine¹ 300 m in frekvenčno nelinearno modulirane (NLFM) pulze dolžine 75 μ s (22,5 km), in to pri dveh različnih oddajnih frekvencah 2,75 in 2,85 GHz, vse to pa zaradi učinkovitega sledenja letalom (angl. MTI – moving target indicator), kar je njegova primarna naloga. Pri tem mora zanesljivo izmeriti njihovo odbojnost in radialno hitrost, ki je za velikostni red do dva višja kot pri padavinskih sistemih. Kratki in dolgi pulzi so neposredno povezani s procesno merilno tehniko pulzno kompresijo, ki jo bom natančneje razložil kasneje.

Radarski oddajnik je sestavljen iz 8 polprevodniških modulov (angl. SST - solid state transmitter), katerih skupna največja oddajna pulzna moč znaša 16 kW. Ta zadošča za zanesljivo spremljanje letal na razdalji do 60 NM (navtičnih milj), zato je teoretični doseg, ki je sicer večji, med procesiranjem umetno omejen na to vrednost. Če se kateri od oddajnikov pokvari, ostali še zmeraj delujejo, le izsevana moč je ustrezno manjša, kar se sproti popravlja med procesiranjem v radarski enačbi. Take konstrukcijske rešitve so potrebne zaradi visokih zahtev po operativnosti sistema. Letalski radar za nadzor zračnega prometa sme imeti največ 6 ur izpadov na leto.

Radar STAR 2000 ima vgrajen vremenski kanal. Signal v sprejemniku je posebej speljan v vzporedno procesno verigo, namenjeno za izluščenje vremenske informacije iz ozračja. Zaradi vertikalno širokega snopa so meritve odbojnosti zelo grobe, razvrščene v

6 razredov, ki se dajo nastavljati. Zanimivo je tudi to, da se da nastavljati potenco oddaljenosti sipalcev r v radarski enačbi. Slednje izvira iz dejstva, da je omejena potencia pri točkovnih sipalcih, npr. letalih, 4, pri hidrometeorjih (padavinah) pa 2. Meritve se sproti zapisujejo v EUROCONTROL-ov tokovni format ASTERIX in dodajajo v podatkovno bazo, s tem pa je omogočen zelo hiter sprotni prikaz meritev na zaslone kontrole letenja.

Na KZPS so izdelali strežniški sistem za sprotno (angl. real-time) zbiranje meritev v radarske slike², to je v kartezične matrike radarskih odbojnosti velikosti 120×120 NM z ločljivostjo 1 NM. Radarske slike operativno zajemamo tudi na ARSO. Take radarske slike si sledijo z izredno visoko frekvenco merjenj, in sicer na vsakih 24 sekund brez vmesnih prekinitev, kar znaša 2,5 slike na minuto! To je za velikostni red pogostejše, kot smo navajeni v radarski meteorologiji. Za primerjavo – z vremenskim radarjem na Lisci dobimo novo radarsko sliko vsakih 10 minut. Vsaka meritev traja slabih 5 minut, vsebuje pa tudi vertikalno informacijo o sipalcih v ozračju. V tem delu sem preskusil, koliko so tako izmerjene radarske slike iz vremenskega kanala, ki imajo dve skrajnosti – zelo grobe ocene odbojnosti in zelo visoko frekvenco meritev, uporabne za operativne meteorološke namene.

Pulzna kompresija

Najbolj zanimiva tehnična rešitev omenjenega letalskega radarja je oddajno-sprejemna in procesna tehnika – pulzna kompresija. Razvili so jo ob uporabi navtičnih sonarjev v petdesetih letih prejšnjega stoletja. V ozadju te tehnike je ideja, da lahko radialno ločljivost namesto s časovno krajšimi pulzi povečamo s pulzi, ki imajo večjo pasovno širino. To dosežemo na primer z linearno naraščajočo frekvenco znotraj pulza. Akustični piski, ki jih oddaja sonar, spominjajo na oglašanje ptic ali žuželk, zato frekvenčno modulirane (spremenjene) pulze v anglosaški terminologiji imenujejo chirp («cvrč», «skovik»).

Kako izmerijo pulzni radarji od sipalcev odbiti signal? Signal, ki prihaja v sprejemnik, vsebuje tudi šum, predvsem termični šum, ki je zmeraj prisoten v električnih prevodnikih in se mu ne da izogniti. Izkaže se, da je sprejem najbolj optimalen, če se sprejeti signal korelira z repliko oddanega signala. Ta pristop je splošno znan v teoriji signalov, rečemo mu tudi prilagojeni ali Northov filter (angl. matched filter) (North, 1943). Radarski sprejemnik funkcionira torej kot nekakšen avtokorelator do konstante. Radialna ločljivost sprejemnika, to je najmanjša razdalja med sipalcema vzdolž žarka, ki ju sprejemnik zazna kot ločeni oviri, je enaka razpolovni širini avtokorelacijske funkcije sprejemnika.

¹ V radarski tehniki se za časovno trajanje pulzov elektromagnetnega valovanja uporabljata žargonska izraza "širina" ali pa "dolžina" pulza, čeprav se navaja časovno enoto (μ s) namesto dolžinske.

² V žargonu radarske meteorologije pomeni radarska slika tudi radarsko meritev ozračja.

Oblika avtokorelacijske funkcije je pri pravokotnih pulzih trikotne oblike, kar lepo vidimo na sliki 3 (zgoraj), kjer razberemo, da je njena razpolovna širina (in s tem radialna ločljivost) $\Delta r = c \tau / 2$. Z radarskim pulzom lahko razločimo ovire, ki so si med seboj oddaljene polovico dolžine pulza.

Ločljivost linearno frekvenčno moduliranega (LFM) pulza pa je občutno boljša, za faktor $B\tau$, kjer je $B = \Delta \nu$ pasovna širina LFM pulza (angl. bandwidth), to je linearni prirastek frekvence znotraj pulza (slika 3). Omenjeni faktor imenujemo stopnja kompresije in v praksi sega nekje med 40 in 120. Na tem mestu samo omenimo, da LFM ne poslabša meritev ostalih surovih radarskih količin meteoroloških sipalcev, kot so radialna hitrost, širina spektra radialne hitrosti ter dvojnopolarizacijske količine.

Letalski radar ima pulzno kompresijo 75:1, kar pomeni, da iz 22,5 km (75 μ s) dolgih moduliranih pulzov doseže ločljivost kratkih 1 μ s nemoduliranih pulzov, to je 150 m. Pulzi pa so na robovih nekoliko zglajeni po frekvenci in amplitudi. Taka nelinearna frekvenčno modulirana pulzna kompresija (NLFM) je vedno bolj pogosta tudi v vremenskih radarjih. Leta 2010 je bilo po svetu nameščenih že okoli 10 operativnih vremenskih radarjev z NLFM pulzno kompresijo. Njena prednost pred klasično je tudi v tem, da so stranski vrhovi pri avtokorelaciji še bolj porezani, stranski oddajni frekvenčni spekter takih pulzov pa še manj onesnažen.

Odbojnost v radarski enačbi je premosorazmerna energiji pulza $P_{\text{odd}} T$, zato je za tipične konfiguracije takih radarjev značilno, da lahko oddajajo daljše pulze z manjšo maksimalno izsevano močjo, ne da bi trpela merilna občutljivost. Sevalna obremenitev okolja je v povprečju enaka, stranski izsevani frekvenčni spekter pa je mnogo bolj čist. Za tak radar je torej lažje dobiti obratovalno dovoljenje.

Še ena prednost pulzne kompresije pa se pokaže pri ceni in vzdrževalnih stroških oddajnikov. Namesto klasičnega magnetronskega oddajnika se uporabljajo tranzistorski oddajniki ali pa valovodna cev (angl. TWT – traveling wave tube). Slednja se zdi cenovno optimalna za vremenske radarje, saj so po izkušnjah katalonske meteorološke službe, kjer tak operativni radar uporabljajo od leta 2007, stroški vzdrževanja manjši za tretjino.

Meritve frekvenčno moduliranih pulzov so statistično bolj neodvisne kot meritve nemoduliranih pulzov, saj je manj možnih prerazporeditev posameznih hidrometeorjev znotraj merilnega volumna, ki privedejo do škodljivih medsebojnih vplivov sipanega elektromagnetnega valovanja. Ne da bi se globlje spuščali v teorijo, povejmo, da je v praksi pri vremenskih radarjih z NLFM dovolj 5–6 vzorčenj namesto tipičnih 32, s katerimi dosežemo zanesljivost ± 1 dB (Puhakka in sod., 2007). To pomeni, da lahko ozračje premerimo

bistveno hitreje. Letalski radar ima od julija 2009 dalje število vzorčenj nastavljeno na 6.

Manjša pomanjkljivost pulzne kompresije je nezmožnost merjenja sipalcev, ki so od radarja oddaljeni manj od dolžine dolgega pulza (75 μ s oz. 22,5 km). To območje običajno imenujemo slepo območje (angl. blind range). Zato je potrebno oddajati tudi kratke nemodulirane pulze (1 μ s oz. 300 m), ki pa so lahko relativno šibkih moči, saj gre za kratke razdalje.

Primerjava meritev letalskega radarja, vremenskega radarja in pluviografov

Meritve vremenskega kanala letalskega radarja smo primerjali z meritvami vremenskega radarja in z meritvami državne mreže pluviografov (ARSO) kot referenco. Vsi našteti sistemi se med seboj zelo razlikujejo. Letalski in vremenski radar pokrivata različne dele ozračja zaradi različnega dosega, vertikalne širine snopa in merilnega režima (slika 6). Še najbolj podobni sta si najvišja in najnižja elevacija. Večja razlika je v časovnem režimu merjenj. Vremenski radar prečeše ozračje pri 12 različnih elevacijah med 0,5° in 28,4°. Vrti se s krožno frekvenco 3 obratov na minuto (18°/s). Za celotno meritev porabi slabih 5 minut, pri tem pa vzorči 32-krat zaporedoma za vsako stopinjo po azimutu. Pri tem se zanemari dejstvo, da se med vzorčevanjem antena premakne za širino snopa 0,9°. Vertikalna pokritost pri višjih elevacijah ni popolna, vendar manjkajoče elevacije niso drastične. Če bi želeli izmeriti vse ozračje od elevacij 0,5° do 90°, bi potrebovali 18 minut, kar ni sprejemljivo.

Letalski radar prečeše ozračje šestkrat v 24 sekundah. Vzorci so med seboj časovno oddaljeni 4 sekunde. To je z meteorološkega stališča še sprejemljivo, še zlasti zato, ker je paket pulzov sestavljen iz 32 pulzov, ki so zaradi časovne bližine medsebojno statistično odvisni.

Letalski radar ima pulzno kompresijo 75:1, kar pomeni, da iz 22,5 km (75 μ s) dolgih moduliranih pulzov doseže ločljivost kratkih 1 μ s nemoduliranih pulzov, to je 150 m. Pulzi pa so na robovih nekoliko zglajeni po frekvenci in amplitudi. Taka nelinearna FM pulzna kompresija, NLFM, je vedno bolj pogosta tudi v vremenskih radarjih. Leta 2010 je bilo po svetu nameščenih že okoli 10 operativnih vremenskih radarjev z NLFM pulzno kompresijo. Njena prednost pred klasično je tudi v tem, da so stranski vrhovi pri avtokorelaciji še bolj porezani, stranski oddajni frekvenčni spekter takih pulzov pa še manj onesnažen.

Ker pri letalskem radarju ne poznamo višine sipalcev, prihaja do napake vertikalne paralakse (slika 6c). Talna projekcija sipalcev je zamaknjena naprej, in to tem bolj, čim višje so. Največja je na stiku žarka pri zgornji elevaciji 30° in višino tropopavze (15 km), kjer znaša 4

km. Radarska procesna oprema to zmanjšuje s privzeto povprečno višino sipalcev. Informacij o tem pa v tehničnem poročilu proizvajalca (Durand, 2009) nimamo. Letalski radar meri povprečno odbojnost v ukrivljenem stolpcu na razdalji r :

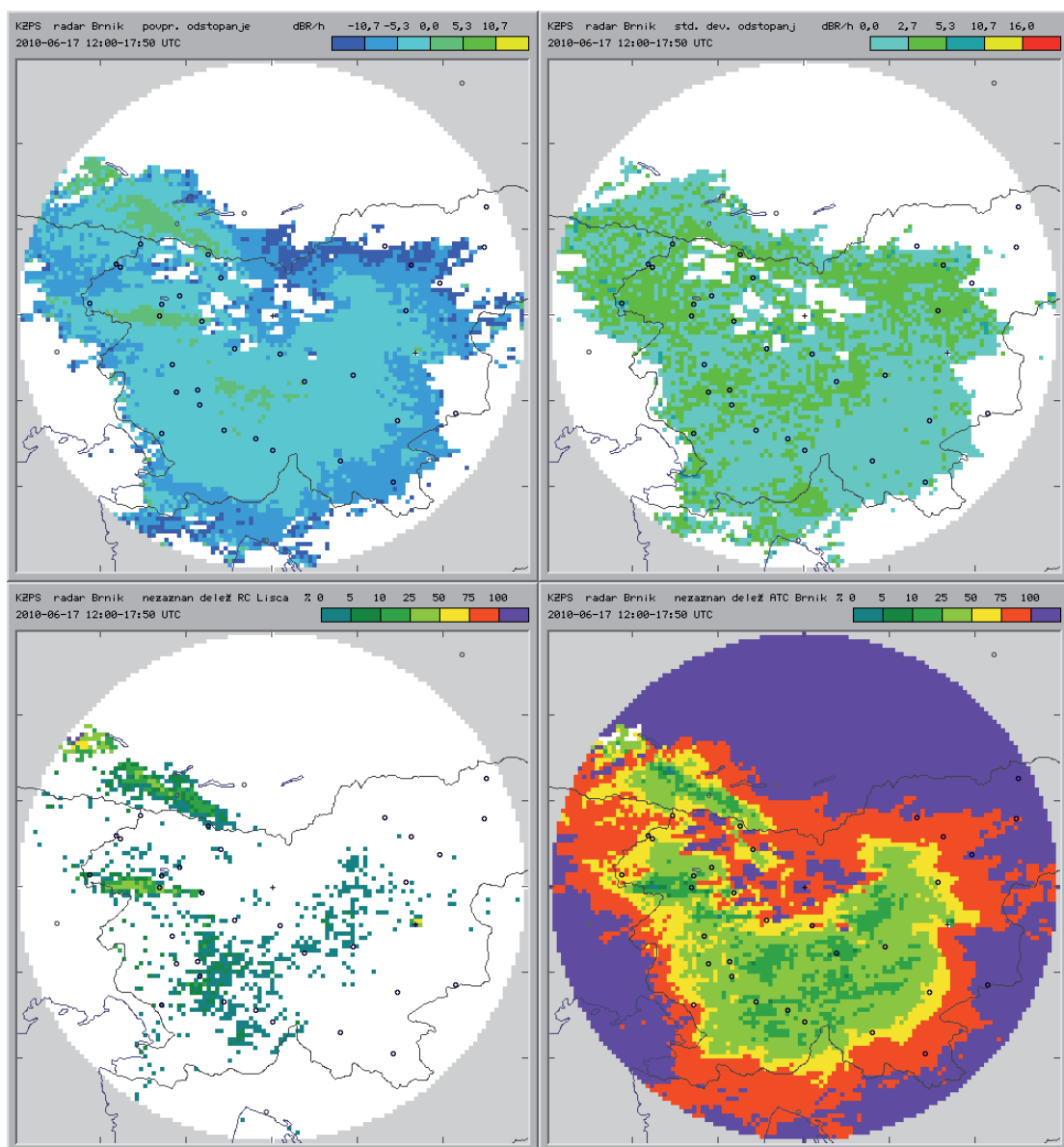
$$Z_e = \frac{1}{h_{\max} - h_{\min}} \int_{h_{\min}}^{h_{\max}} Z(z_r) dz_r$$

Odbojnost je nato korigirana z izvedenko korekcije s konvektivnimi vertikalnimi profili odbojnosti (Dobson in sod., 1979), ki presega okvir tega članka. Ti so vzeti iz statistične študije profilov v poletni sezoni na vzhodni obali ZDA (Konrad, 1978). Korekcija projicira

izmerjene odbojnosti na tla, upoštevajoč najpogostejše oblike vertikalnih profilov odbojnosti. Ekvivalentna povprečna radarska jakost padavin, izvedena iz Z-R relacije, je

$$\frac{R_e(t)}{R_0} = \left(\frac{1}{a} \frac{Z_e^{(\text{korig})}(t)}{Z_0} \right)^{1/b}$$

kjer sta a in b koeficienta iz Z-R relacije. Čeprav so pari koeficientov a , b zelo različni za konvektivne padavinske sisteme, vzamemo standardni par, ki ga na ARSO uporabljamo za stratiformne padavinske sisteme: $a = 250$, $b = 1,5$. Nemogoče je namreč



Slika 5. Zgoraj: ploskovna primerjava odstopanj med povprečnimi petminutnimi akumulacijami letalskega radarja na letišču Jožeta Pučnika Ljubljana in vremenskega radarja na Lisci v času padavinskega dogodka od 27. do 28. 8. 2010, v enotah dBR. Območja svetlomodre in svetlozelene barve na levi ter svetlomodre na desni sliki pomenijo zelo dobro ujemanje (znotraj širine razredov 5,33 dBR letalskega radarja).

Spodaj: ploskovna primerjava zaznavanja padavinskih oblakov letalskega in vremenskega radarja za isti padavinski dogodek. Območja Roža, Ziljske doline ter Tolmina vidi letalski radar celo bolje. Na desni sliki so območja rumene, rdeče in vijolične barve, kjer letalski radar slabo ali sploh ne zaznava padavinskih oblakov. To je posledica neprimerne lege v Ljubljanski kotlini.

izbrati primerni par konvektivnih koeficientov a, b iz strokovne literature, ker so si za vsako nevihtno celico zelo različni. Petminutna povprečna jakost padavin letalskega radarja je

$$R_{\text{Brn}}(t) = \frac{1}{5 \text{ min}} \int_t^{t+5 \text{ min}} R_e(t') dt'$$

Tak zapis pomeni, da je nominalni čas t petminutnega povprečja začetni čas časovnega intervala, na katerem je veljaven. Petminutna povprečna jakost padavin je še najbolj neposredno primerljiva z jakostjo padavin vremenskega radarja:

$$\frac{R_{\text{Lis}}(t)}{R_0} = \left(\frac{1}{a} \frac{Z_{\text{max}}(t)}{Z_0} \right)^{1/b}$$

ki je, spomnimo, izmerjena v 5 minutah, začetni čas t pa je nominalni čas petminutnega intervala, znotraj katerega je bila izmerjena. Pluviografi so od vseh merilnikov padavin najbolj zanesljivi, so pa prav tako problematični ob merjenju nalivov. Mehanske meritve akumulacij padavin, zapisane na merilni trak, se digitalizirajo v petminutne akumulacije padavin $RA_{5 \text{ min}}$ [mm]. Iz njih izračunamo petminutne povprečne jakost padavin

$$R_{\text{Plu}}(t) = \frac{RA_{5 \text{ min}}(t)}{5 \text{ min}}$$

kjer je začetni čas t nominalni čas petminutnega intervala, znotraj katerega so veljavne.

Vse tri petminutne povprečne jakosti padavin so najbolj med seboj primerljive enostavne izvedene količine. Časovno so dovolj kratke, da nam ni treba upoštevati advekcije (premikov) hitro se gibajočih konvektivnih padavinskih sistemov.

Pri izbiri pluviografov s primerno lokacijo sem upošteval okultacijska diagrama obeh radarjev. Izločil sem pluviografe, kjer je najnižji žarek kateregakoli radarja nad 5 km nadmorske višine ter pluviograf na Lisci, saj območje neposredno nad radarjem (tahi stožec, angl. cone of silence) skoraj ni premerjeno. Okultacijski diagram za letalski radar (slika 3) lepo pokaže, da je lega v kotlini neprimerna, alpski svet pa nezadostno viden.

Ploskovno sem primerjal petminutne povprečne akumulacije padavin med obema radarjema za posamezne padavinske dogodke. Razlike petminutnih akumulacij (označujemo jih z dBA) sem primerjal v logaritemskih enotah dBR :

$$dBR = 10 \log_{10} \left(\frac{R [\text{mm}]}{1 [\text{mm}]} \right)$$

$$dBA = dBR_{\text{Brn}} - dBR_{\text{Lis}}, \text{ ali pa}$$

$$dBA = dBR_{\text{Brn}} - dBR_{\text{Plu}}$$

$$\sigma_A = \sqrt{(dBA - \overline{dBA})^2}$$

Na tem mestu je treba pripomniti še, da so logaritemske enote (radarskih) jakosti padavin in akumulacij padavin običajne v radarski meteorologiji. Radarske jakosti padavin so namreč izračunane iz radarskih odbojnosti Z po Z - R relaciji. Odbojnosti so po definiciji volumske gostote 6-tih potenc premerov sipalcev, zato zavzemajo zelo velik razpon velikostnih redov, nekje od 10 do 107 v padavinskih oblakih. Zato je njihova smiselna naravna enota logaritemska:

$$dBZ = 10 \log_{10} \left(\frac{Z [\text{mm}^6/\text{m}^3]}{1 [\text{mm}^6/\text{m}^3]} \right)$$

Tako so tudi digitalizirane v radarskem signalnem procesorju. Da je tudi radarske jakosti in akumulacije padavin smiselno prikazovati v logaritemski skali, se dobro vidi iz logaritmirane Z - R relacije, ki je linearna:

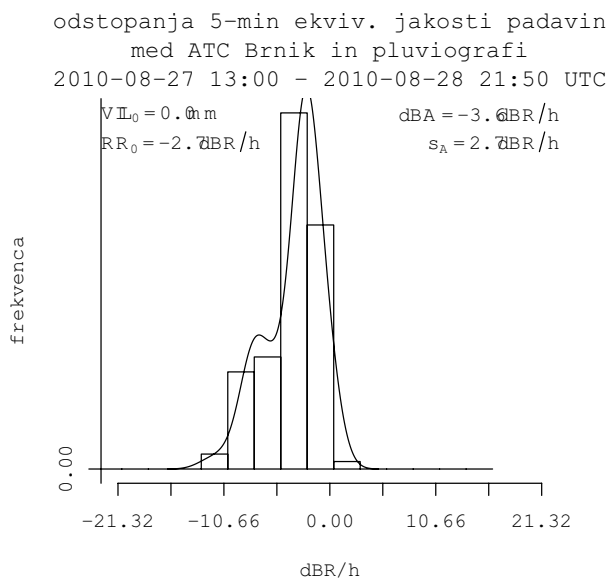
$$dBR = \frac{dBZ - dBa}{b}$$

kjer je logaritmiran koeficient

$$dBa = 10 \log_{10} a$$

Na sliki 5 so razredi dBA enakih širin kot razredi odbojnosti letalskega radarja (8 dBZ), preračunane v dBR po Z - R relaciji: 5,33 dBR . Kjer so razlike akumulacij znotraj prvega razreda (svetlo zelene in svetlo modre barve), je ujemanje meritev med obema radarjema dobro. Enako velja za razrede standardnih odklonov, ki so polovico ožji od razredov dBA . Vidimo, da so območja s standardnim odklonom več kot 5,33 dBR (dvakratna širina razreda) redka, veliko pa je območij, kjer letalski radar ne zazna ničesar. Zanimivo pa je, da obstajata dve območji, kamor letalski radar vidi bolje kot vremenski radar na Lisci: Ziljska dolina z Rožem in okolica Tolmina.

Na sliki 6 so predstavljena odstopanja med povprečnimi petminutnimi jakostmi padavin letalskega radarja in izbranimi pluviografi, kjer je višina najnižjega žarka pod 5 km nadmorske višine. Vidimo, da so meritve letalskega radarja podcenjene v primerjavi s pluviografskimi za dobro polovico širine razreda (2,67 dBR): $-3,6 \text{ dBR} \pm 2,7 \text{ dBR}$. Razesip (to je dvakratnik standardnega odklona) pa je kar približno enak širini razreda. Konvektivne padavinske procese torej radar izmeri dobro, kadar je višina najnižjega žarka



Slika 6. porazdelitev razlik povprečnih petminutnih jakosti padavin med letalskim radarjem in izbranimi pluviografi (dBA) za padavinski dogodek od 27. do 28. 8. 2010.

nad pluviografom dovolj nizka. Oblika porazdelitve odstopanj je približno normalna, s čimer naknadno upravičimo izbiro logaritmskih enot dBR pri primerjavi odstopanj.

Zaključek

Vremenski kanal letalskega radarja na letališču Brnik je primeren za merjenje konvektivnih padavinskih procesov. V primerjavi z vremenskimi radarji ima bistveno slabšo, a še sprejemljivo merilno ločljivost 8 dBZ (5,33 dBR), zato pa ima bistveno boljšo časovno ločljivost, kar 2,5 slike na minuto. Zares velika pomanjkljivost sistema je v neprimerni legi radarja v kotlini, ob sami stezi letališča. Senčenje proti Alpam je izrazito in razen

dveh območij, to je Ziljske doline in okolice Tolmina, nad Alpami ni uporaben. Kljub temu, da je vsa operativna infrastruktura med KZPS in ARSO vzpostavljena in odlično deluje, ga ni mogoče operativno uporabljati za potrebe spremljanja kratkoročnega napovedovanja vremena. To pa je spričo vse pogostejših vremenskih ujm s spremljajočo škodo na kmetijskih površinah, infrastrukturi in zasebni lastnini zmeraj bolj aktualno. Lahko samo upamo, da bodo administrativne okoliščine, ki so botrovale tej lokaciji, v prihodnosti prepoznane in odpravljene ter prioritete v zakonodaji in miselnosti na splošno bolje postavljene.

Viri

GTOPO30: Global Digital Elevation Model. U.S. Geological Survey, 1996. Povezava: http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30_info

Divjak, M. (2009). RNC/ARIES –Advanced Radar Information Enhancing System. Specifikacija 2.0. ARSO, Ljubljana, 52. str.

Dobson, E. B. in sod. (1979). Detection of severe weather by FAA radars. Tehnično poročilo. FAA-RD-79-91

Durand, T. (2009). Weather channel of the radar STAR 2000. Tehnično poročilo. Thales Inc.. E-korespondenca med KZPS in Thales, Inc..

Konrad, T. (1978). Statistical models of summer rainshowers derived from fine-scale radar observations. J. Appl. Meteorol., 17(2), strani 171-188.

North, D. O. (1943). An analysis of the factors which determine signal/noise discrimination in pulsed carrier systems. RCA Labs, 51(7): 1016-1027. Ponatis v Proceedings of IEEE.

Puhakka, T. in sod. (2007). Evaluation of FM pulse compression for weather radars. V Proc. Of 33rd Conf. of Radar Meteorology, stran P7.6. Amer. Meteor. Soc..



Kupola vremenskega radarja na Lisci in opazovalni prostor v jesenskih barvah (Foto: J.Roškar)

Izračun prostorske porazdelitve trajanja snežne odeje z uporabo satelitskih meritev

Maruška Mole

V diplomskem delu sem ovrednotila izračune vrednosti trajanja snežne odeje v pravilni mreži točk z uporabo prizemnih meritev, satelitskih meritev in kombinacije obeh tipov meritev. Pri tem sem uporabila podatke iz 190 prizemnih postaj, ki so neprekinjeno delovale v obdobju 2006 – 2011, ter satelitske podatke produkta SC2 iz aplikacije LAND SAF za isto obdobje.

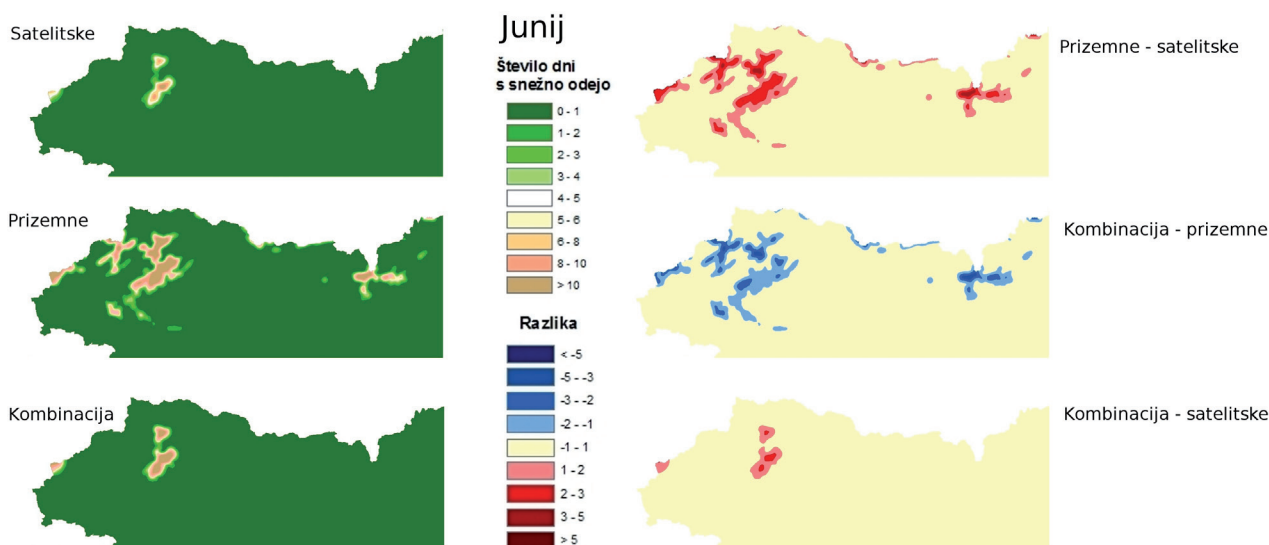
Z uporabo kombinacije obeh tipov meritev lahko izboljšamo rezultate prostorske interpolacije za trajanje snežne odeje. Večja prostorska gostota satelitskih meritev pripomore k boljšemu opisu snežne odeje predvsem v visokogorju v poletnih mesecih, ko je interpolacija samo s prizemnimi meritvami skoraj neizvedljiva zaradi premajhnega števila merilnih mest na tem območju. Večje razlike se pokažejo tudi na preostalih območjih, kjer je gostota prizemnih meritev premajhna, da bi dobro opisala prostorsko spremenljivost stanja snežne odeje (J, JV del Slovenije).

Vendar pa samo z uporabo satelitskih meritev ne dobimo dobrih rezultatov, saj so vrednosti trajanja snežne odeje nekoliko podcenjene. Podcenjenost je najverjetneje posledica tako prostorske ločljivosti kot tudi načina klasifikacije stanja v posamezni satelitski točki. Zaradi raznolikega terena so namreč lahko razlike v osvetljenosti tal, pa tudi pokritosti s snežno odejo

že znotraj ene 2 km x 2 km točke precejšne. Vrednosti so najbolj podcenjene v visokogorskem in hribovitem delu Slovenije (daljši čas prisotnosti snežne odeje, večja raznolikost reliefa) ter v zimskih mesecih (veliko nedefiniranih vrednosti).

Satelitske meritve zagotovo prispevajo k izboljšanju izračuna trajanja snežne odeje, vendar pa je za njihovo uporabo potrebna predhodna priprava vhodnih podatkov, za katero potrebujemo prizemne podatke. Do večjih težav s klasifikacijo stanja tal prihaja predvsem v zimskih mesecih, pa tudi v jesenskih, ko se snežna meja spušča, in spomladanskih, ko se snežna odeja tali.

Satelitske meritve prinesejo pomembno dodatno informacijo predvsem pri interpolaciji vrednosti pri višjih nadmorskih višinah v poletnih mesecih, kjer trajanje snežne odeje z uporabo samo prizemnih meritev precenimo. Večje razlike se pojavijo tudi jeseni in spomladi, ko se prisotnost snežne odeje z višino zelo spreminja zaradi novega snega oziroma taljenja snega. V teh mesecih samo z uporabo prizemnih meritev trajanje snežne odeje podcenimo. Predvsem spomladi lahko s pomočjo satelitskih meritev zajamemo tudi razlike med prisojnimi in osojnimi legami.



Slika 1. Primerjava izračunov prostorske porazdelitve snežne odeje z uporabo različnih podatkov.

Verifikacija padavin v klimatskem modelu EC-Earth

Matic Šavli

Padavine so ena od osnovnih komponent klimatskega sistema. Njihova porazdelitev je močno odvisna od časa in prostora. Padavine je zato težko natančno meriti, modelirati in prav tako verificirati. V diplomskem delu je prikazana verifikacija padavin klimatskega modela EC-Earth. To je nov klimatski model, ki ga pod vodstvom Nizozemskega meteorološkega inštituta razvijajo številni evropski inštituti in univerze. Skupne mesečne padavine iz modela so verificirane z dvema nizoma podatkov. Krajši niz, ki obsega 13 let (1998-2011), so predstavljale meritve iz satelita TRMM. Daljši niz, ki obsega 32 let (1979-2011), pa je predsta-

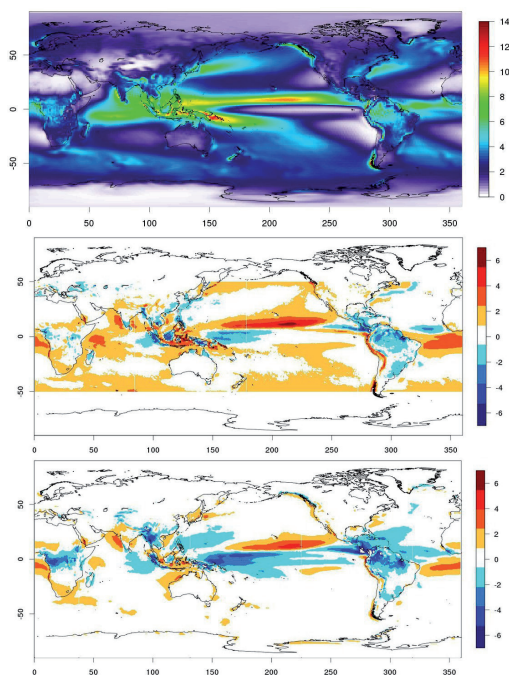
vljala reanaliza ERA-Interim. Celotno obdobje uporabljenih klimatskih simulacij obsega 161 let (1850-2011). Poleg analize padavin v treh obdobjih je bila narejena tudi analiza notranje variabilnosti modela na osnovi treh različnih simulacij EC-Earth za zgodovinsko obdobje 1850-2011.

Najprej so primerjane padavine iz klimatskega modela s padavinami iz meritev in reanalize v obdobju meritev TRMM. Ugotovljeno je bilo, da tako model kot tudi reanaliza v povprečju precenjujeta meritve. Vendar se je izkazalo, da je model bližji meritvam kot reanalize, kar je bilo nekoliko nepričakovano. Padavine v reanalizi sistematično odstopajo od meritev TRMM neodvisno od količine padavin. EC-Earth pa šibkejše padavine v povprečju precenjuje, bolj intenzivne padavine pa podcenjuje. Prostorske razlike v padavinah so pomembne predvsem v tropskem pasu na območjih Pacifika, Indijskega oceana in Atlantika.

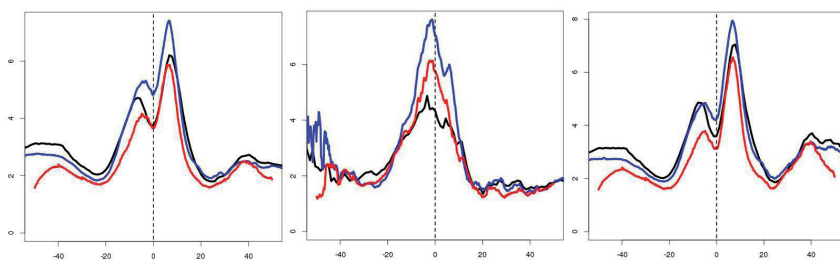
Primerjava padavin modela v različnih obdobjih ni pokazala večjih variacij. Primerjava med zgodovinskim obdobjem 1850-2011 in obdobjem 1979-2011 je pokazala, da so razlike v povprečju manjše od 20% povprečne količine padavin. Do večjih variacij pride predvsem v Pacifiku, v povprečju pa klimatologija padavin za daljše obdobje kaže nekoliko nižjo intenziteto padavin kot v obeh krajših obdobjih.

Analiza notranje variabilnosti modela je opisana s standardnim odklonom padavin vseh treh simulacij. Pokazalo se je, da standardni odklon ni značilno odvisen od lokacije na Zemlji. Izkazalo se je tudi, da je odklon nekoliko večji za stratiformne padavine kot za konvektivne, čeprav v povprečju ta ne presega 10% količine padavin. Variabilnost je nekoliko večja v zmer- nih širinah kot v tropskem pasu.

V splošnem so padavine v klimatskem modelu EC-Earth dobro primerljive z reanalizo ERA-Interim, na krajšem obdobju pa je EC-Earth bližji meritvam kot reanaliza.



Slika 1. Povprečne letne padavine v klimatskem modelu EC-Earth v [mm/dan] (zgoraj). Razlika povprečnih padavin v [mm/dan] med modelom EC-Earth in meritvami TRMM (sredina) in razlika med modelom EC-Earth in reanalizo ERA-Interim (spodaj). Povprečevanje je bilo narejeno za časovno obdobje meritev TRMM (1998-2011). Os x predstavlja vzhodno zemljepisno dolžino, os y pa zemljepisno širino.



Slika 2. Meridionalni profil zonalno povprečenih padavin v časovnem obdobju TRMM v [mm/dan] v odvisnosti od zemljepisne širine. Rdeča krivulja predstavlja TRMM, modra reanalizo ERA-Interim in črna model EC-Earth. Slika levo predstavlja globalno povprečje, slika v sredini predstavlja povprečje nad kopnim in slika desno povprečje na morskih območjih.

Podnebje Zaplane: temperaturne razmere v mraziščih

Martin Gustinčič, Društvo za raziskovanje vremena in podnebja

martin.gustincic@slometeo.net

Povzetek

Raziskovanje mrazišč je pomembno z vidika številnih gospodarskih panog in načrtovanja rabe prostora. Na Notranjskem, v pokrajini z obilo kraškega reliefa in konkavnih reliefnih oblik prihaja do stika poselitve z mrazišči. Na območju Zaplane pri Logatcu lahko na podlagi različnega temperaturnega režima ločimo več vrst mrazišč. Posebej pomemben za raziskave je niz vzporednih meritev na dnu enega od mrazišč in v okolici tik nad mraziščem. Tovrstne meritve so pripomogle h kasnejšemu raziskovanju mrazišč v okviru Slovenskega meteorološkega foruma.

Ključne besede: Zaplana, mikroklima, temperaturni obrat, mrazišča

Abstract

Measurements in the frost hollows are important in terms of many economic activities and master planning. On Zaplana near Logatec exist many types of frost hollows with different temperature characteristics. They were investigated on the basis of parallel measurements of temperature datalogger in the frost hollow and automatic weather station right above the frost hollow.

Keywords: Zaplana, microclimate, temperature inversion, frost hollows

Pomen raziskovanja mrazišč na Zaplani

Raziskovalci mrazišč Slovenskega meteorološkega foruma smo opredelili mrazišča kot območja, kjer se temperatura v mirnih in jasnih nočeh spusti precej nižje kot v okolici na podobni nadmorski višini (Trošt, 2008). Mrazišča se najpogosteje pojavljajo v konkavnih reliefnih oblikah na območju kraških kamnin, saj se v vrtačah, udornicah in na kraških poljih lahko zadržuje jezero hladnega zraka. V odvisnosti od njihove globine in poraščenosti je zanje značilen različen temperaturni režim.

V okviru raziskovanja mrazišč imajo mrazišča na Zaplani poseben pomen, saj so meritvam v teh mraziščih sledile nadaljnje meritve članov meteorološkega foruma v preostalih slovenskih mraziščih. Na Zaplani se mrazišč zaradi njihove nizke nadmorske višine vse bolj dotika tudi poselitev, kar se sicer v večji meri dogaja v drugih delih Notranjske. Posebnost raziskave mrazišč na Zaplani so tudi dolgoletne meritve na dnu izbranega mrazišča in hkrati tudi na meteorološki postaji nad samim mraziščem. Državna mreža meteoroloških postaj z dolgoletnimi meritvami vključuje ne-

katera mrazišča (Babno polje, Bloke, v preteklosti tudi Rakitna), vendar so tamkajšnje meteorološke postaje nekoliko dvignjene nad dnom kraških polj. Na Zaplani pa potekajo meritve temperature v kraških vrtačah, kjer so temperaturne razmere še nekoliko drugačne od tistih na večjih kraških poljih.

Novejše meritve članov Slovenskega meteorološkega foruma so pokazale, da že znane lokacije hudega mraza (na primer Babno polje) niso edinstvene in da je podobno mrzlo v mnogih travnatih kotanjah po Sloveniji. Kot najhladnejša mrazišča so se zaenkrat izkazala mrazišča na sredogorskih planotah v Julijskih Alpah. Pomembne pa so tudi raziskave nižje ležečih mrazišč, ki so sicer manj hladna, a se jih lahko dotika poselitev.

Raziskovanje mrazišč je pomembno z vidika kmetijstva, prometa in načrtovanja rabe prostora. Zlasti na Notranjskem, v pokrajini z obilo kraškega reliefa, prihaja do stika poselitve s hladnimi mrazišči, v katerih je veliko temperaturnih prehodov pod in nad 0 °C. Mrazišča se od okolice ne razlikujejo le po klimatskih razmerah, temveč tudi po samočistilnih sposobnostih

ozračja. Pogost temperaturni obrat v mraziščih namreč onemogoča navpično izmenjavo zraka, s tem pa lahko že manjši vir onesnaženja (kurišče, promet) v mrazišču z majhno prostornino povzroči močno povečano koncentracijo škodljivih snovi. Višja vlažnost ozračja, pogostejše pojavljanje megle, daljše trajanje snežne odeje in, vsaj deloma vegetacijski obrat so le posledice temperaturnega obrata v mraziščih.

Metode in tehnike dela

Že precej pred vzpostavitvijo stalnih meritev na meteorološki postaji Zaplana so poleti 2001 stekle prve meritve v okoliških kraških vrtačah. Z minimalnim alkoholnim termometrom pa so se meritve leto dni kasneje izvajale v mrazišču Dolinca, v kraški vrtači v neposredni bližini meteorološke postaje Zaplana. Klasični termometri so omogočili vpogled v dnevne temperaturne minimume, za beleženje časovnega poteka temperature zraka pa je bil aprila 2004 nameščen digitalni registrator temperature "HOBO". Aprila 2009 ga je nadomestil registrator "Votcraft DL-100T", tega pa oktobra 2009 registrator „Madgetech TransiTemp II“.

Termometer v mrazišču je pred Sončevim sevanjem zaščiten v pasivnem, naravno ventiliranem termometrskem zaklonu Davis 7714. Zaklon dokaj uspešno posnema klasično leseno meteorološko hišico. Po sistematičnih raziskavah predstavlja največji pribitek k izmerjeni temperaturi v tem zaklonu kratkovalovno Sončevo sevanje, odbito neposredno od tal. S tem je natančnost izmerjene temperature odvisna od lastnosti tal oziroma od njihovega albeda. Največja napaka v izmerjeni temperaturi je podnevi, merilna napaka pa se manjša z večanjem hitrosti vetra. Odstopanja so precej manjša ponoči v obdobju stabilne atmosfere (Nakamura, Reina, Mahrt, 2005).

Termometrski zakloni za druga merilna mesta so bili izdelani po načrtih Slovenskega meteorološkega foruma. Zakloni sestavljeni iz vrtnih podstavkov in ovitimi v debelejšo aluminijasto folijo so se v primerjavi z zakloni brez folije bolje izkazali (vir: Slovenski meteorološki forum).

Madgetechove registratorje sem umerjal na izmerke samodejne vremenske postaje Zaplana s tovarniško oznako WMR. Umerjanje opravičujejo izmerki starejšega HOBO termometra in klasičnih meteoroloških termometrov, ki se dobro ujemajo s postajo WMR. Izmerke samodejne postaje uporabljam za izdelavo klimatoloških statistik, z umerjanjem termometrov Madgetech na to samodejno postajo pa sem dosegel boljšo primerljivost izmerkov z različnih merilnih mest na Zaplani. Ugotovil sem sistematično odstopanje Madgetechovih registratorjev od preostalih merilnikov pri nizki temperaturi. Pri 0 °C ni pomembnega od-

stopanja, pod to vrednostjo pa se razlika postopoma povečuje in pri temperaturi -10 °C Madgetechovi data loggerji kažejo za približno 1 °C previsoko temperaturo. Ta razlika se pri nižji temperaturi ohranja. Napaka zaradi uporabe različnih termometrijskih zaklonov ni bila odpravljena.

Poslužujem se tudi terenskih meritev s termometrom Voltcraft-dt 300. Take meritve temperature imajo svoje prednosti in slabosti. Gre za občasne in kratkotrajne meritve na lokacijah, kjer zaradi različnih razlogov, tako finančnih kot varnostnih, stalne meritve niso mogoče.

Plitva travnata mrazišča

Na Zaplani je razvit dolomitni kras s številnimi kraškimi kotanjami, ki pa so večinoma porasle z gozdom. Zaradi kmetijske rabe se nekatera mrazišča danes nahajajo zunaj gozdnih površin. Plitva in travnata mrazišča so po temperaturnih minimumih hladnejša od globljih in zaprtih mrazišč. Z dolgovalovnim zemeljskim sevanjem ponoči mrazišča izgubljajo toploto, ki pa lažje izhaja iz plitvih in odprtih mrazišč brez gozdne vegetacije. Pri bolj zaprtih kotanjah z bolj strmimi pobočji se znaten del izhajajoče toplote prek zemeljskega sevanja ponovno vrača v mrazišče.

Mrazišče Dolinca

Mrazišče Dolinca se nahaja 150 m vzhodno in 21 m nižje od meteorološke postaje Zaplana. Gre za plitvo kotanjo skledaste oblike z globino 13 m, njeno dno pa je na nadmorski višini 545 m (slika 1). Uradnega poimenovanja za to mrazišče ni, se je pa med bližnjimi prebivalci v času gradnje počitniškega naselja v 70. in 80. letih prejšnjega stoletja uveljavilo ime „Dolinca“. Mrazišče je bilo nazadnje pokošeno v letu 2003, njivske površine pa so v vrtačo segle še leta 1997.



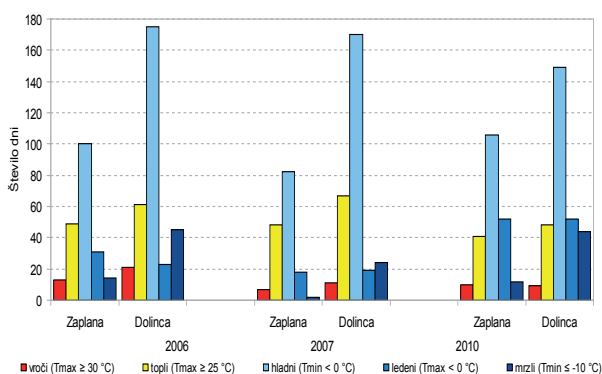
Slika 1. Mrazišče Dolinca (Foto: M. Gustinčič)

Figure 1. Frost hollow Dolinca (Photo: M. Gustinčič)

Prve terenske meritve temperature so se v Dolinci začele poleti 2002, v kasnejših letih pa so se izpopolnjevale. Meritve so potrdile izjemne temperaturne razmere, ki lahko vladajo v nižje ležečih mraziščih. Zelo pogosta je nizka nočna temperatura, pojavlja se veliko dnevno kolebanje temperature, značilne pa so tudi hitre spremembe temperature zaradi močnega radiacijskega ohlajanja ali nenadnega razkroja jezera hladnega zraka ob vdoru vetra v mrazišče.

Iz grafikona na sliki 2 je razvidno število karakterističnih meteoroloških dni v mrazišču v primerjavi z meteorološko postajo Zaplana (upoštevani so klimatološki termini ob 21. uri). Prikazani so podatki za leta, v katerih so potekale meritve na obeh lokacijah hkrati (na postaji nad mraziščem šele po letu 2006) in ko ni bilo izpada podatkov v mrazišču (september 2008 in februar 2009). Pri interpretaciji je pomembno upoštevati dejstvo, da Madgetechov datalogger ni bil umerjen na nizke temperature. Podatki tudi še niso bili popravljeni in zato je število hladnih, ledenih in mrzlih dni za leto 2010 manjše kot bi moralo biti.

Glede na meteorološko postajo Zaplana je v mrazišču Dolinca veliko večje število hladnih dni z najnižjo dnevno temperaturo pod lediščem. Obdobje z negativno temperaturo je tako v mrazišču skoraj enkrat daljše kot na 21 m višje ležeči postaji. Razlika med obema merilnima mestoma je od leta do leta različna. V času anticiklonalnega tipa vremena pridejo najbolj do izraza lokalne vremenske posebnosti povezane z izoblikovanostjo reliefa. Mrazišče je tako v povprečju (klimatološko povprečje) hladnejše od njegovega obrobja predvsem ob stabilnem vremenu, ko se v mrazišču pogosto pojavlja jezero hladnega zraka (na primer v aprilu 2007, preglednica 3).



Slika 2. Karakteristični meteorološki dnevi v mrazišču Dolinca (545 m) v primerjavi z meteorološko postajo Zaplana (566 m). T_{max} je oznaka za maksimalno in T_{min} za minimalno dnevno temperaturo

Figure 2. Number of days surpassing different air temperature thresholds in frost hollow Dolinca (545 m) and at the private meteorological station of Zaplana (566 m). T_{max} denotes maximum and T_{min} minimum daily air temperature, respectively

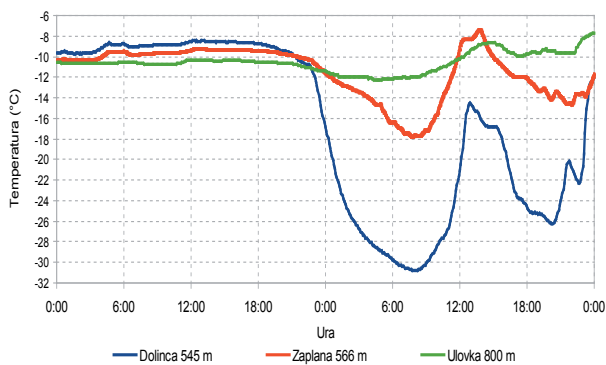
Preglednica 1. Povprečna mesečna (T_{povp}), povprečna minimalna ($T_{min, povp}$) in povprečna maksimalna ($T_{max, povp}$) temperatura zraka v mrazišču Dolinca in na vremenski postaji Zaplana.

Table 1. Mean monthly air temperature (T_{povp}), mean monthly minimum temperature ($T_{min, povp}$) and mean monthly maximum temperature ($T_{max, povp}$) in frost hollow Dolinca and at the meteorological station Zaplana.

leto 2007	T_{povp} (°C)		$T_{min, povp}$ (°C)		$T_{max, povp}$ (°C)	
	Dolinca	Zaplana	Dolinca	Zaplana	Dolinca	Zaplana
januar	2,0	3,6	-3,8	0,8	7,5	6,9
februar	1,5	3,9	-5,1	0,5	9,0	7,8
marec	4,0	6,0	-2,5	1,9	12,0	10,4
april	7,3	11,8	-3,0	4,9	20,7	19,0
maj	12,6	14,4	3,3	9,2	22,0	20,7
junij	15,9	17,7	7,8	13,3	24,6	23,4
julij	15,2	18,6	5,7	12,0	27,1	26,3
avgust	15,4	17,5	8,0	13,0	24,4	23,0
september	9,4	12,0	2,0	7,5	19,1	17,5
oktober	6,2	8,0	0,5	5,1	13,7	12,1
november	1,2	3,2	-4,7	0,0	7,8	6,9
december	-2,7	-1,4	-6,7	-3,5	0,8	0,7
leto	7,3	9,6	0,1	5,4	15,7	14,6

Dosedanje meritve temperature kažejo, da se v Dolinci temperatura pod 0 °C lahko pojavlja tudi sredi poletja, in sicer v zelo hladni zračni masi ali v toplejših nočeh z nizko relativno vlažnostjo zraka. Poletna negativna temperatura v Dolinci (-0,7 °C) je bila med drugim izmerjena 17. julija 2006, ko na zgornji meteorološki postaji sploh ni bilo posebej hladno. Na meteorološki postaji je najnižja poletna temperatura izmerjena v povsem drugih dneh kot v mrazišču, kar je posledica značilnosti vremenske situacije. Na meteorološki postaji je najhladnejše ob močnejših ohlaiditvah, ki pa jih največkrat spremlja vlažno vreme z meglenimi jutri. Nastanek megle bolj zavre ohlajanje v mrazišču.

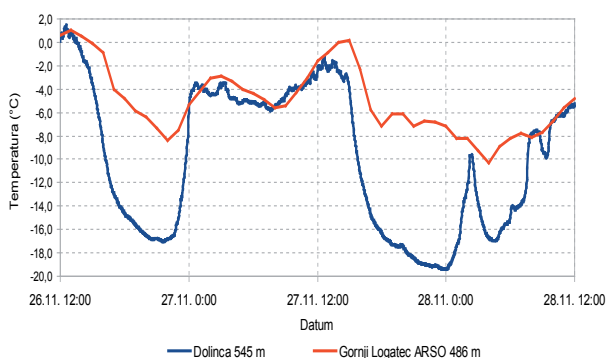
Absolutna najnižja izmerjena temperatura v mrazišču Dolinca je pogojena s toplejšimi zimami v zadnjem obdobju in nepopolnim nizom podatkov. Po vzpostavitvi stalnih meritev temperature je bilo verjetno v mrazišču najhladnejše 1. marca 2005, ko se je termometer HOB0 pokvaril. Najnižja temperatura -30,5 °C je bila tako izmerjena 20. decembra 2009. Upoštevajoč odstopanje termometra pri nizkih temperaturah je bila realna vrednost v mrazišču okoli -31,5 °C. Meritve potrjujejo izjemno velike temperaturne razlike, ki se lahko pojavijo v posameznih zimskih nočeh in prav tako kažejo, da lahko prizemni temperaturni obrat vztraja ves dan tudi v sicer plitvem mrazišču Dolinca. Dne 20. decembra 2009 je bila na primer v mrazišču maksimalna dnevna temperatura občutno nižja kot na meteorološki postaji Zaplana (slika 3).



Slika 3. Časovni potek temperature v mrazišču Dolinca v noči z 19. na 20. december 2009.

Figure 3. Temperature time series in frost hollow Dolinca in the night of December 19-20, 2009.

Večletne primerjave so pokazale, da obstajajo velike temperaturne razlike med mrazišču Zaplane in bližnjim dnem Logaškega polja, ki sicer sodi med hladnejša kraška polja Notranjskega podolja (slika 4). Zasebna meteorološka postaja v Gornjem Logatcu (vir: medmrežje 4) je postavljena le malo nad dnem polja in v doslej najhladnejši noči 20. decembra 2009 (ko je bilo v Dolinci $-31,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) se je temperatura tam spustila do $-23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podobna temperaturna razlika je bila tudi 19. decembra 2010 (Dolinca $-28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Gornji Logatec $-20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Velike razlike se pojavljajo že v večernem času. Dne 18. decembra 2010 ob 21. uri je bilo v mrazišču Dolinca $-20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Gornjem Logatcu pa $-14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kot kažejo podatki so temperaturne razmere med dnem Logaškega polja in posameznimi kraškimi vrtačami v višjih okoliških hribovjih bistveno drugačne, čeprav gre v obeh primerih za plitve reliefne depresije.



Slika 4. Primer velike temperaturne razlike med Dolinco in Gornjim Logatcem. Prikazan je časovni potek temperature med 26. in 28. novembrom 2008 (Vira: arhiv ARSO, 2008 in vremenska postaja Gornji Logatec).

Figure 4. An example of significant temperature difference between Dolinca and Gornji Logatec. The temperature time series for the period of 26-28 November 2008 is shown. (Sources: ARSO archive and Weather station Gornji Logatec)

Termometer v mrazišču Dolinca ni nameščen v klasično meteorološko hišico, temveč v plastičen termometrski zaklon, kar zagotovo prispeva k večjim napakam pri meritvah dnevne temperature. Predvidevam pa, da imata v mrazišču Dolinca še večji vpliv zlasti mikrolokacija termometra v bližini prisojnega pobočja in manjša prevetrenost mrazišča, zaradi česar je mrazišče ob šibkem vetru lahko bistveno toplejše od zgornje meteorološke postaje Zaplana. Dodatno k višjim izmerjenim vrednostim prispeva merilna oprema. Na to kažejo primerjave temperature v več dneh s sončnim vremenom in spremenljivim vetrom. Ne glede na vrsto termometra, v mrazišču so se izmenjali trije digitalni termometri, je temperatura v Dolinci od tiste na obrobju višja ob vzhodnem vetru, primerljiva ali celo nižja pa je v dneh z jugozahodnim vetrom. Ob vzhodnem vetru pride do izraza zatišna lega Dolince, ob jugozahodniku pa zatišna lega postaje Zaplana. V dneh z jugozahodnikom je namreč Dolinca hladnejša od zgornje postaje Zaplana, hkrati pa povsem primerljiva z bližnjima zasebnima vremenskima postajama Logatec in Petkovec. Ob vzhodnem vetru so razmere obrnjene in temperatura v Dolinci je podobna temperaturi na Petkovcu in v Logatcu.

Mrazišče Dvojček

V preteklosti so bile posamezne terenske meritve temperature izvedene tudi v sosednjem mrazišču, ki se nahaja 100 m severovzhodno od Dolince (slika 5). Mrazišče v obliki dvojne vrtače pod imenom Dvojček poznamo raziskovalci mrazišč. Mrazišče z nadmorsko višino dna 552 m je globoko devet metrov in je bolj odprto od Dolince.

Rezultati terenskih meritev temperature so bili zelo pogojeni z merilno opremo, trenutnim tipom vremena in s stanjem tal v mrazišču. Mrazišče Dvojček je namreč za razliko od Dolince redno košeno, dno je bolj osončeno – to vpliva na temperaturo vrhnjega sloja prsti in s tem tudi na nočno temperaturo zraka. Mrazišče Dolinca pokriva tudi v hladni polovici leta debel sloj suhe trave. Trajanje snežne odeje je v Dvojčku krajše kot v Dolinci. To je vidno ob spomladanskem taljenju snežne odeje, ko snega v Dvojčku navadno ni več, dno in osojna pobočja Dolince pa še pokriva debelejša plast starega snega. V mrazišču Dvojček redno košena in skoraj gola tla precej manj zavirajo toplotni tok iz tal od nepokošenih in z debelo plastjo suhe trave pokritih tal v Dolinci. To tezo potrjujejo meritve v dneh s snežno odejo, ko je Dvojček pogosto hladnejši od Dolince.

Dne 18. decembra 2010 je bilo ob 21. uri v Dolinci $-20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Dvojčku pa na podlagi terenskih meritev s termometrom Voltcraft $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zaradi uporabe različne merilne opreme je morala biti temperaturna razlika s kasnejšimi primerjavami termometrov dokazano nekoliko manjša, a še vedno znatna.



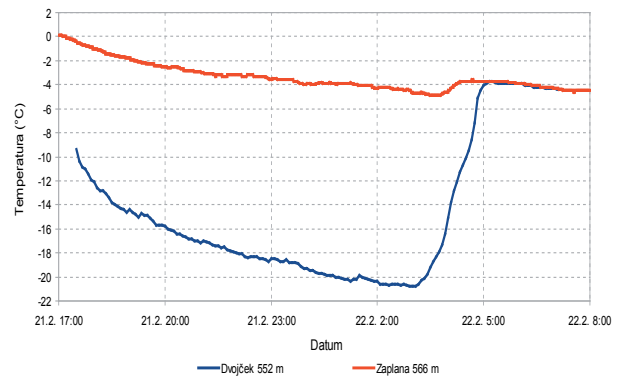
Slika 5. Mrazišče Dvojček (Foto: M. Gustinčič)

Figure 5. Frost hollow Dvojček (Photo: M. Gustinčič)

Prva sistematična primerjava obeh mrazišč je bila izvedena v času daljšega ustaljenega vremena ob koncu septembra in v oktobru 2011. Na obeh merilnih mestih sta bila 2 m od tal nameščena digitalna regulatorja temperature Madgetech. V mrazišču Dvojček so bile zaradi varnosti in dejstva, da termometer ne more biti v termometriškem zaklonu, meritve mogoče le v nočnem času. Za kar najboljšo primerjavo je bil tudi v mrazišču Dolinca ob obstoječi termometer nameščen še en regulator temperature brez termometriškega zaklona. Občasno so bile v obeh kotanjah opravljene tudi meritve temperature vrhnjega sloja prsti v globini 5 cm.

Meritve so pokazale, da je bilo mrazišče Dolinca sprva ves čas hladnejše, vendar se je temperaturna razlika med kotanjama tekom noči zmanjševala. V prvih dneh z meritvami je znašala povprečna temperaturna razlika za drugi del noči okoli 0,7 °C. Ob 20. uri je bila temperatura vrhnjega sloja prsti v Dvojčku 18 °C, v Dolinci pa 13 °C. Do jutra se je razlika zmanjšala na približno 2 °C. Ob koncu merilnega obdobja pa je bilo mrazišče Dvojček v dveh zaporednih nočeh že hladnejše od Dolince. Razlika v temperaturnem minimumu je znašala celo 2 °C. Smatram, da je do spremembe prišlo zaradi obilnih padavin in celo sneženja malo pred tem (7. oktober 2011), pri čemer se je na podlagi meritev razlika v temperaturi tal med obema kotanjama prepolovila. Meritve so potrdile tudi izsledke predhodnih terenskih meritev, da temperaturni obrat v mrazišču Dvojček zelo hitro razpade zaradi nočnega jugozahodnega vetra iz smeri Logaškega polja (poljenje hladnega zraka v smeri Vrhnike), medtem ko je relativno stabilen ob šibkem vzhodnem in severnem vetru.

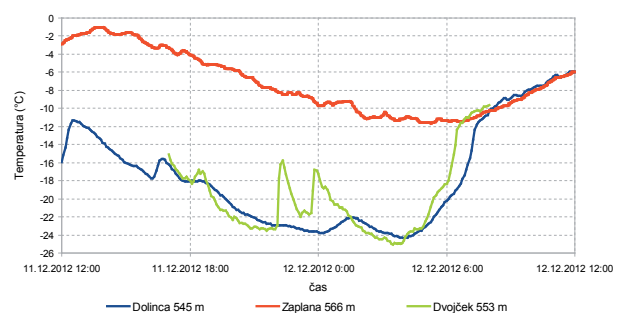
Naslednje sistematične meritve sem opravil ob prodoru mrzlega zraka februarja 2012. Registrator temperature v Dvojčku je bil v nasprotju s tistim v Dolinci že umerjen na preostale termometre. Dne 14. februarja ob 3. uri zjutraj se je temperatura v mrazišču Dolinca spustila na -23,9 °C (predvidoma je bila realna vrednost -24,9 °C), v mrazišču Dvojček pa na podlagi umerjenega termometra celo na -26,1 °C. To vrednost je z -26,0 °C potrdil tudi minimalni alkoholni termometer.



Slika 6. Časovni potek temperature v noči z 21. na 22. februar 2012 na vremenski postaji Zaplana in v mrazišču Dvojček. V drugem delu noči se je zaradi vetra in razširitve nizke oblačnosti temperatura v mrazišču izenačila s temperaturo okolice.

Figure 6. Temperature time series in frost hollow Dvojček during the night of 21-22 February 2012. Temperature in the frost hollow equalized the temperature in the surroundings in the second half of the night due to wind and low-level cloudiness.

Mrazišče Dvojček je plitvejše, globina glede na najnižji obod kotanje znaša 9 m in s tem je še bolj ekstremno mrazišče od Dolince, saj je temperaturni obrat izrazitejši. V noči na 22. februar 2012 je bil med meteorološko postajo Zaplana in mrazišču zabeležen najbolj izrazit temperaturni obrat doslej. Na zgornji postaji je vso noč pihal vzhodni veter in zaviral nočno ohlajanje, hkrati pa je bil veter dovolj šibek, da je omogočal neovirano ohlajanje v zatišnih mraziščih. Dvojček je bil sredi noči od vremenske postaje Zaplana 14 m višje hladnejši za 16,6 °C (slika 6). Termometer na vremenski postaji Zaplana je bil nameščen v meteorološko hišico, termometer v mrazišču Dvojček pa je bil v prostem ozračju. Po primerjavah v predhodni jeseni je temperaturna razlika med tako nameščenimi termometri pri že ustaljeni temperaturi zanemarljiva, pri hitrem spreminjanju temperature pa lahko razlika znaša nekaj desetink stopinje Celzija.



Slika 7. Nestabilen temperaturni obrat v mrazišču Dvojček v noči z 11. na 12. december 2012.

Figure 7. Temperature inversion in frost hollow Dvojček during the night of 11-12 December 2012

Plitvo mrazišče Dvojček ima bistveno manj stabilen temperaturni obrat od Dolince, ima pa večji potencial za izjemno nizke zimske temperature. Ta potencial se redko izrazi, ugodne pa so predvsem noči s snežno odejo v kombinaciji s šibkimi vetrovi oziroma odsotnostjo nočnega vetra. Zaradi večje plitvosti Dvojčka se tu motnje v nočnem ohlajanju odražajo v precej večji meri. Motnja, ki v Dolinci povzroči komaj zaznavno spremembo v poteku temperature, se lahko v Dvojčku kaže kot nenadna otoplitev za skoraj 10 °C (slika 7).

Globoka in z gozdom porasla mrazišča mrazišča

Petdeset metrov južno od mrazišča Dvojček se nahaja mrazišče, ki predstavlja osnovo vsem kasnejšim meritvam v mraziščih Zaplane. Meritve temperature so se na tem mestu prvič izvajale že poleti 2001. Mrazišče je globoko 13 m in je zaradi strmih pobočij bistveno bolj zaprto od Dolince. Pobočja kotanje so porasla z gozdom, vlažno dno kotanje pa porašča malinjak. Glede na občasne terenske meritve so v kotanji temperaturne razmere drugačne kot v plitvih in travnatih mraziščih. Manjše je dnevno kolebanje temperature, višja je minimalna nočna temperatura, bistvena razlika pa je v trajanju jezera hladnega zraka. Če se v sosednji Dolinci po jutranjem mrazu zelo hitro ogreje, pa se hladen zrak na dnu te kotanje zadržuje bistveno dlje in celo v poletju obstaja temperaturni obrat do poznega dopoldneva.

Mrazišč take vrste je na Zaplani največ, uravnano dno opisanega mrazišča pa porašča le malinjak in pozimi so tako možne tudi meritve snežne odeje. V večini drugih mrazišč sega gozd tudi v dna kraških kotanj in meritve snežne odeje niso reprezentativne. Pred leti pa sem odkril tudi podvrsto globokih in poraščenih mrazišč, in sicer mrazišče s hladnimi tlemi.

Mrazišče Globoka dolina

Nekatera mrazišča obkrožajo obsežni in prevotljeni kraški masivi. Ti se v hladni polovici leta preko razpok, brezen in jam napolnijo s hladnim zrakom. Snežnica lahko masiv ohladi na 0 °C, zrak, ki vdira s površja, pa še na nižjo temperaturo. V toplejšem delu leta na tak način nakopičeni hladen zrak izhaja iz kraškega masiva (Mihevc, 2008). Skale v krasu imajo veliko toplotno kapaciteto in lahko hladijo zrak skozi vso toplo polovico leta.

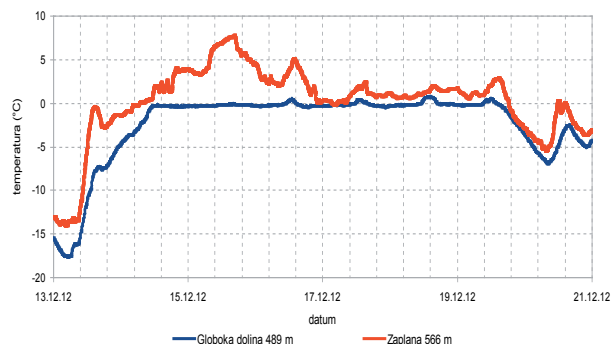
Temperaturni obrat se v nekaterih kotanjah pojavi zaradi advekcije hladnega zraka iz kraških votlin. Zaradi temperaturne razlike med votlinami in prostim ozračjem prihaja do tlačne razlike, ki poganja tok hladnega zraka iz votlin in razpok v kraški kotanji. Temperaturni obrat je lahko dolgotrajen in ima zato še posebno velik vpliv na rastne pogoje v mrazišču (Ortar, 2011).

Mrazišče takega tipa je tudi na Zaplani, kjer se na nadmorski višini 489 m nahaja dno globoke kraške udornice z obsežnimi pobočji. Hladen zrak se iz kraškega masiva prazni skozi brezno na osojnim pobočju dobrih deset metrov nad dnom udornice. Brezno je poimenovano kot Brezno nad Globoko dolino in po tem je bilo za to mrazišče privzeto tudi ime. Brezno v hladnejši polovici leta črpa zrak v podzemlje, v topli pa hladen zrak izteka ven na površje. Ob poletni vročini iz brezna izteka zrak, ohlajen na 8 °C, in v 20 cm debeli plasti ter v 2 m širokem pasu odteka proti dnu udornice. Celoten sistem si lahko predstavljamo kot slap vode, ki se zliva po pobočju.

Krajši merilni niz iz Globoke doline obstaja za april 2010, po kraji merilnih naprav pa so bile meritve ponovno vzpostavljene spomladi leta 2011. Terenske meritve v tem mrazišču so sicer nakazovale na nizko dnevno temperaturo, boljši vpogled v dinamiko temperature pa so dali kasnejši nizi podatkov. Temperaturne razmere v mrazišču so zelo odvisne od letnega časa in pri tem lahko ločimo različna obdobja, kot so zima, poletje ter prehodno obdobje pomladi in jeseni. V prispevku bodo opisane razmere pozimi in v poletju, ko so te najbolj značilne.

Temperatura v Globoki dolini pozimi

Globoka dolina je kraška udornica, kjer je po izkušnjah iz nekaj zadnjih let najdaljše trajanje snežne odeje na celotni Zaplani in v bližnji okolici. Po zimah in po spomladanskih snežnih padavinah, kakršne so bile v letih 2004 in 2006, se sneg v udornici zadržuje še v prvih dneh meseca maja. Zaradi lijakastega dna in poraščenosti se meritve snežne odeje izvajajo le malo nad dnom kotanje, na manjšem uravnanim platoju, nad katerim ni drevesnih krošenj. Na merilnem mestu je trajanje snežne odeje krajše kot dva metra nižje med skalovjem na dnu udornice. Ob obilnejših jesenskih snežnih padavinah in kasnejši pomrznitvi snežne



Slika 8. Pod vplivom snežne odeje se v času odjuge temperatura v Globoki dolini giblje okoli ledišča.

Figure 8. The temperature in frost hollow Globoka dolina during the winter thaw is hovering around zero due to snow cover.

odeje je mrazišče skoraj zanesljivo neprekinjeno zasneženo vse do pomladi. Snežna odeja se navadno postopoma kopiči, ob sneženjih se debeli, v vmesnih odjugah pa se sneg le posede in počasi tali, a kmalu ponovno zmrzne. Nastane poledenela snežna odeja in tako je bilo januarja in februarja 2011 debelino snežne odeje z lavinsko sondo nemogoče izmeriti. Od zime 2011/2012 dalje je zato v tem mrazišču v uporabi stalni snegomer, s katerim je bila v februarju 2013 izmerjena 160 cm debela snežna odeja.

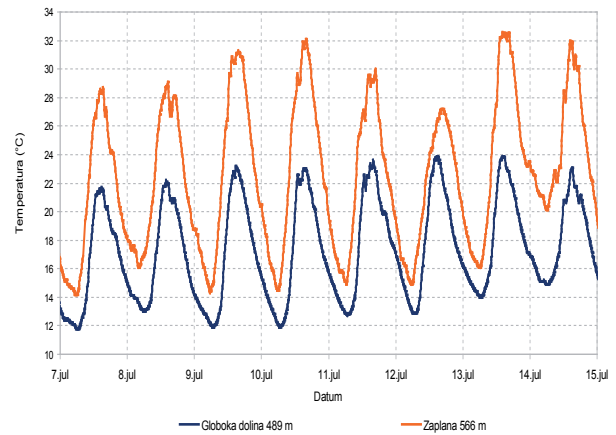
V Globoki dolini je ob izrazitih odjugah z dežjem in vetrom hladneje kot v okolici (slika 8). Zaradi vpliva snežne odeje v ozkem mrazišču temperatura stagnira okoli ledišča. V topli polovici leta je ob padavinah temperatura v Globoki dolini podobna temperaturi okolice.

Kadar v hladni polovici leta nizki jutranji temperaturi ob šibkem jugozahodnem vetru sledi izrazito dnevno ogrevanje, v zaprtih mraziščih obleži plast hladnega zraka, temperaturno razliko pa lahko dodatno okrepi snežna odeja, ki je prisotna v mrazišču, ne pa tudi na zgornji meteorološki postaji. Do opisane kombinacije vremenskih razmer je prišlo 7. februarja 2011, ko je bilo ob 13. uri na postaji Zaplana 16,7 °C, v mrazišču Dolinca 17,0 °C, v mrazišču Globoka dolina pa na podlagi terenskih meritev samo -1,6 °C. Ta temperaturna razlika med mrazišči Zaplane in njihovo okolico je največja izmerjena doslej.

Temperatura v Globoki dolini poleti

Vpliv hladnih tal se prične kazati približno s pričetkom meteorološkega poletja, ko je v Globoki dolini tudi sredi dneva in ne glede na hitrost vetra občutno hladneje kakor v njeni okolici. Na dnu udornice je poleti stalno prisoten temperaturni obrat, ki je posledica hladnih tal. Pogosto zasenčena tla imajo veliko toplotno kapaciteto in se počasi segrevajo. Hladen zrak se na pobočju nekaj metrov pod breznom razlije in ga s sekundnim termometrom sicer ni mogoče več zaznati, predvidoma pa kljub temu nižja temperaturo tal v mrazišču. Meritve v poletju 2008 so pokazale, da se temperatura v breznu in na dnu udornice tekom poletja le neznatno dviga in da je iztekanje hladnega zraka iz brezna odvisno od zunanje temperature in s tem od dnevnega in letnega časa. Ob nižji zunanji temperaturi brezno ni aktivno, ob naraščanju temperature pa hladen zrak stalno izteka.

Temperatura na dnu udornice se v času poletne vročine giblje okoli 11 °C, med skalovjem okoli 8 °C, v tleh na globini 10 cm pa je še za nekaj desetink stopinje hladneje. Ob tako hladnih tleh se zrak tik nad njimi ne more ogreti in tudi veter lahko plast hladnega zraka premeša samo za kratek čas. Sredi dneva v poletju sega jezero hladnega zraka v mrazišču tudi do 10 m



Slika 9. Časovni potek temperature zraka v Globoki dolini in na vremenski postaji Zaplana v času vročinskega vala julija 2011.

Figure 19 Temperature time series in Globoka dolina and at the meteorological station Zaplana during heatwave in July 2011.

visoko. Za hladna tla v poletju je bolj kot snežnica pomembnejši hladen jamski zrak, saj je po dosedanjih meritvah dno mrazišča hladno tudi še ob koncu poletja, torej precej po samem koncu zimske sezone. Hkrati pa so tla mrazišča hladna tudi v poletjih, ki so sledila izrazito suhi zimi brez snežne odeje (na primer leta 2007).

Na podlagi dosedanjih meritev temperature se v mrazišču zaradi hladnih tal na dveh metrih višine najvišja poletna temperatura dvigne le do okoli 25 °C. Maksimalna dnevna temperatura je dokaj neodvisna od temperature v okolici mrazišča, kar kažejo meritve sredi julija 2011 (slika 10). Kljub precej višji temperaturi na Zaplani 13. julija je bilo tega dne v mrazišču enako toplo kot v sicer hladnejšem dnevu pred tem.

V tako zaprtem mrazišču ima toča izjemno velik vpliv na temperaturo zraka, saj hladi sorazmerno majhno prostornino zraka. Dne 13. junija 2012 je Zaplano zajela nevihta s točo, ki je tla prekrila v sklenjeni plasti. Na vremenski postaji Zaplana je temperatura padla na 10,8 °C, v mrazišču Dolinca je bila temperatura za stopinjo nižja, v Globoki dolini pa je bilo ob 14. uri izmerjeno 4,9 °C. Tekom običajnih neviht brez toče do tako velike temperaturne razlike ne pride.

Temperaturna razlika med okolico in Globoko dolino je torej močno odvisna od letnega časa. V poletju trajanje Sončevega obsevanja v mrazišču skrajšuje vegetacija, do izraza pride advekcija hladnega zraka iz kraških votlin in razpok v dnu mrazišča, hladna tla pa znižujejo temperaturo v nekaj višinskih metrih kraške kotanje. Mrazišče je stalni naravni hladilnik tudi v topli polovici leta.

Zaključki

Opisal sem izsledke večletnega proučevanja mrazišč, ki predstavljajo dobro izhodišče za proučevanje mikroklimatskih razmer v mraziščih na nižji nadmorski višini. Prve terenske meritve so se izvajale leta 2001, stalne meritve temperature v mrazišču Dolinca pa potekajo že od leta 2004. Kmalu so bile vzpostavljene tudi stalne meritve na merilnem mestu nad mraziščem in s tem že več let potekajo vzporedne meritve. Na merilnem mestu nad mraziščem se merijo tudi smer in hitrost vetra ter relativna zračna vlaga, torej meteorološke spremenljivke, pomembne za proučevanje mrazišč. Na Zaplani obstaja kopica mrazišč z različnimi temperaturnimi režimi, kar sem dokazal s pomočjo stalnih in občasnih meritev temperature. Večletne meritve so pokazale, da se v nekaterih mraziščih Zaplane temperatura pod 0 °C pojavlja v vseh letnih časih in da se lahko pozimi spusti tudi pod -30 °C.

Viri

Meteorološki arhiv Agencije RS za okolje – podatki digitalnega registratorja temperature Gornji Logatec.

Mihevc, A., 2008. Mrazišča s hladnimi tlemi. (osebni vir, maj 2008).

Nakamura, Reina, L. Mahrt, 2005: Air Temperature Measurement Errors in Naturally Ventilated Radiation Shields. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 22, 1046–1058. Dosegljivo na: <http://dx.doi.org/10.1175/JTECH1762.1>

Trošt, A., 2008. Mrazišča na Komni. Diplomsko delo. Dosegljivo na: http://geo2.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_200810_andedrej_trost.pdf (11.3.2013)

Sinjur, I., Termometrski zaklon – interna objava na Slovenskem meteorološkem forumu. Dosegljivo na: <http://www.slometeo.net/forum/viewtopic.php?f=6&t=331> (11.3.2013)

Ortar, J., Tipizacija in regionalizacija slovenskih mrazišč – diplomsko delo. Dosegljivo na: http://geo2.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_201105_jaka_ortar.pdf (11.3.2011)

Zasebna meteorološka postaja Gornji Logatec. Dosegljivo na: <http://www.slometeo.net/logatec/vreme.html> (11.3.2013)

Bouttier F., in F. Courtier, 1999: Data assimilation concepts and methods. ECMWF, Reading.



Foto: L. Likar

Merilna napaka temperature zraka v aluminijasto-plastičnem zaklonu Slovenskega meteorološkega foruma

Gregor Vertačnik in Iztok Sinjur, oba Slovenski meteorološki forum

gregor.vertacnik@t-2.net, iztok.sinjur@t-2.net

Povzetek

Na točnost in natančnost meritev temperature zraka poleg merilne naprave močno vpliva zaklon, ki ščiti merilno napravo pred neposrednim sončnim sevanjem, dolgovalovnim sevanjem neba in površja ter padavinami. Pri primerjavi in vrednotenju meritev v različnih zaklonih je potrebno upoštevati tudi vpliv zaklona. Člani Slovenskega meteorološkega foruma smo konec leta 2005 pričeli razvijati mrežo samodejnih temperaturnih postaj, nameščenih zlasti v mraziščih. Meritve temperature zraka izvajamo z elektronskim registratorjem iButton DS1922L v dveh vrstah zaklonov, angleški hišici in aluminijasto-plastičnem zaklonu lastne izdelave. Primerjava vzporednih meritev v obeh zaklonih kaže na sistematične razlike, ki pa so večinoma velikostnega reda nekaj desetink stopinje Celzija. Razlike v dnevnem času so praviloma večje kakor v nočnem in v jasnem vremenu večje kakor v oblačnem. Na podlagi meritev smo razvili prenosno funkcijo, ki povezuje meritve z omenjenim elektronskim registratorjem v obeh vrstah zaklonov.

Ključne besede: meteorološke meritve, temperatura zraka, merilna napaka, sevalni zaklon, iButton, mrazišča

Abstract

Accuracy and precision of air temperature measurements are apart from the instrument itself greatly affected by shield, protecting the instrument from direct solar radiation, longwave radiation of sky and terrestrial surface and precipitation. Thereby the effect of radiation shield has to be considered when comparing and interpreting measurements inside various shields. Members of Slovenian Meteorological Forum have set up a network of automatic temperature stations since 2005 and placed the stations mostly in frost hollows. Temperature measurements are made by data logger iButton 1922L, which placed in two different types of radiation shields, Stevenson screen and aluminum-plastic home-made shield. Comparison of parallel measurements in both types of shields shows systematic differences, however mostly on the order of few tenths of Celsius degree. The difference is usually larger during daytime than night-time and in clear-sky conditions than in overcast conditions as well. On the basis of these measurements a transfer curve has been developed, relating measurements with iButtons placed in aforementioned types of radiation shield.

Keywords: : meteorological measurements, air temperature, observational error, radiation shield, iButton, frost hollows

Uvod

Meteorološke meritve temperature zraka so obremenjene z merilno napako, ki je vsaj skupek napake merilnika in napake zaradi vpliva zaklona, ki ščiti merilnik pred neželenimi vplivi. Na napako meritve temperature zraka tako znatno vplivajo vremenske razmere. Mednje sodijo zlasti neposredno in odbito kratkovalovno (sončno) in dolgovalovno, infrardeče

(zemeljsko) sevanje, zastajanje zraka znotraj zaklona, ohlajanje zaradi izhlapevanja vode na mokri površini merilnika ali zaklona, v puščavah pa tudi odlaganje peska na zaklon in merilnik. Zaklone ločimo po obliki, velikosti, načinu prezračevanja in materialu, iz katerega so izdelani. Po obliki sta najpogostejša tipa zaklon z žaluzijami in zaklon iz krožnikov, ki so naloženi eden na drugega. Zakloni so lahko izdelani iz lesa, plastike ali kovine (Lacombe in sod., 2011).

Težavo pri izdelavi zaklona predstavlja nasprotje med dvema dejavnikoma: zaščita proti sevanju in omočenju nasproti zadostnemu zračenju. Rezultat pri izdelavi zaklona je tako nujno kompromis za zmanjšanje skupnega vpliva obeh dejavnikov (Meulen in Brandsma, 2008). V notranjost tipičnega meteorološkega zaklona prodre nekaj odstotkov kratkovalovnega sevanja, hitrost vetra znotraj pa je običajno manj kot polovica hitrosti vetra zunaj zaklona (Hubbard in sod., 2001; Lin in sod., 2001). Naravno prezračevanje zaklonov je tako pri nas večinoma manjše od priporočil WMO – hitrost vetra znotraj zaklona bi morala biti vsaj 2,5 m/s (Lin in sod., 2001, ki se sklicuje na WMO, 1983). Pomembno vlogo pri meritvi temperature v meteorološkem zaklonu igra velikost termometra ali temperaturnega tipala. Z zmanjševanjem velikosti se zmanjšuje napaka zaradi sončnega obsevanja, ki segreva tipalo (Erell in sod., 2003).

Med najpomembnejši lastnosti zaklona, ki vplivajo na napako izmerjene temperature v zaklonu, sodita emisivnost zaklona v vidnem in infrardečem delu spektra – pri valovnih dolžinah, ki jih najmočneje oddajajo Sonce, Zemljino površje in ozračje. Energijsko bilanco neprozorne površine zaklona pri ravnovesni temperaturi lahko zapišemo kot:

$$\alpha_s R_s + \alpha_t R_t = \alpha_t \sigma T^4 + L \quad (1)$$

kjer sta R_s in R_t gostoti toka vpadlega sončnega in zemeljskega sevanja, α_s in α_t pripadajoča absorpcijska koeficienta, σ Stefan-Boltzmannova konstanta, T temperatura površja zaklona, L pa predstavlja izgubo toplote na enoto časa in površine s konvekcijo (Fuchs in Tanner, 1965). Zadnji člen v enačbi (1) lahko zapišemo kot:

$$L = h(T - T_a) \quad (2)$$

torej s sorazmerno odvisnostjo od koeficienta h , ki predstavlja učinkovitost konveksijskega odvajanja toplote in temperaturne razlike med zaklonom (T) in zrakom (T_a). V enačbo (1) vstavimo enačbo (2) in jo preoblikujemo, tako da na desni strani ostanejo »sevalni« členi:

$$\frac{h(T - T_a)}{\alpha_t} = \frac{\alpha_s}{\alpha_t} R_s + R_t - \sigma T^4 \quad (3)$$

Ob močnem sončnem obsevanju je površina zaklona običajno toplejša od okoliškega zraka – obe strani enačbe (3) sta v tem primeru pozitivni. Pri stalni vrednosti h je temperaturna razlika $T - T_a$ manjša, kadar je razmerje α_s/α_t majhno. Le ob majhnem razmerju α_s/α_t je lahko zaklon tudi hladnejši od okoliškega zraka. Snovi s takšno lastnostjo so na primer svetle nekovinske površine, z visoko emisivnostjo v

IR delu spektra in hkrati majhno emisivnostjo (visokim albedom) v vidnem delu spektra (medmrežje 7 in medmrežje 8). Podobno velja za nekatere sijoče kovinske površine, ki so prevlečene s prosojno snovjo z visoko emisivnostjo v IR delu spektra (Fuchs in Tanner, 1965). V nočnem času je prvi člen na desni strani enačbe (3) praktično nič in je temperaturna razlika pri danih vremenskih pogojih odvisna od α_t . V jasnih nočeh je dolgovalovno sevanje površja zaklona praviloma večje od dolgovalovnega sevanja okolice in neba, zato je zaklon hladnejši od okoliškega zraka. Temperaturna razlika narašča z α_t in v tem primeru je za zaklon primeren material, ki slabo seva v dolgovalovnem delu spektra. Med takšne materiale sodijo mnoge kovine (medmrežje 7).

Zgodovina preskušanja različnih zaklonov in njihovih izboljšav sega v 19. stoletje. Thomas Stevenson je v drugi polovici 19. stoletja razvil novo vrsto zaklona, ki so ga na prelomu stoletja izboljšali. Zaklon, izdelan iz lesa in prebarvan z belo barvo, se je razširil po svetu in se marsikje obdržal do danes. Pri nas temu zaklonu pravimo angleška (meteorološka) hišica ali meteorološka hišica (v nadaljevanju hišica). Z nastopom modernih in manjših merilnikov ter avtomatizacijo meritev ob koncu 20. stoletja so se namesto hišice začeli uveljavljati manjši zakloni. Novejši zakloni so tudi cenejši od hišice (Barnett in sod., 1998).

Glavna hiba hišice je njena toplotna kapaciteta, ki zavira temperaturne spremembe zraka v njeni notranjosti. V naravno prezračevani hišici izmerjen časovni potek temperature zraka zaostaja za nekaj minut glede na zunanje razmere (Lacombe in sod., 2011; Meulen in Brandsma, 2008; Brandsma in Meulen, 2008). Z odličnim instrumentom je merilna napaka v tem zaklonu običajno kvečjemu nekaj desetink stopinje Celzija. Večje napake, velikosti 1 °C, se pojavljajo v sončnem in mirnem vremenu in pri hitrih spremembah temperature zraka. Snežna odeja na tleh zaradi odboja svetlobe dodatno poveča pozitivno napako v sončnem vremenu (Lacombe in sod., 2011; Meulen in Brandsma, 2008; Mueller, 1984; Z'graggen, 2006).

Zakloni, ki so sestavljeni iz krožnikov, so odzivnejši na zunanje spremembe temperature zraka. Na tržišču so danes na voljo številne izvedbe, ki se glede na merilno napako močno razlikujejo. Ta je običajno manjša pri umetno (prisilno) prezračevanih zaklonih, a so razlike močno odvisne od kraja meritve in vremenskih razmer (Lacombe in sod., 2011; Meulen in Brandsma, 2008; Brandsma in Meulen, 2008; Hubbart in sod., 2005; Larre in Hegg, 2002; Davis Instruments, 1999).

Pri izbiri temperaturnega zaklona je pomemben dejavnik njegova cena, zlasti pri ljubiteljskih vremenslovcih. Ti so v zadnjih letih razvili obsežno mrežo t.i. ljubiteljskih meteoroloških postaj – povečini samodejnih. Nekateri so svoje merilnike namestili v hišico ali

njeno manjšo in poenostavljeno različico, drugi merijo v zaklonih, ki so del samodejnih vremenskih postaj. Pri slednjih je razpon kakovosti merilnika in zaklona širok in temu primerno točne so meritve. Na podlagi navedenih dejavnikov so se raziskovalci mrazišč Slovenskega meteorološkega foruma (SMF) leta 2005 odločili za namestitev termometrov v preprostih in ceneni zaklonih. Meritve temperature zraka v mraziščih izvajamo s klasičnim tekočinskim termometrom in elektronskim, samodejnim registratorjem.

V nadaljevanju članka sledi opis primerjalnih meritev Slovenskega meteorološkega foruma v različnih termometrijskih zaklonih z elektronskim registratorjem temperature iButton DS1922L. Na podlagi analize teh meritev podajamo oceno o njihovi točnosti. V zaključku so strnjene glavne ugotovitve in podani predlogi za izboljšavo zaklona.

Merilne metode

V zadnjih letih so člani SMF izvedli nekaj primerjalnih meritev med različnimi termometrijskimi zakloni in različnimi merilnimi napravami. V članku so predstavljene rezultati analize izbranih primerjalnih obdobj. V teh smo merili temperaturo zraka tako v hišici kot v zaklonu domače izdelave, ki se najpogosteje uporablja pri meritvah SMF v mraziščih.

Metode in tehnike dela

Zaklon, ki ga uporablja SMF v mraziščih, je izdelan na osnovi Gillovega tipa zaklona oziroma je podoben zaklonom, ki so danes najpogosteje v uporabi za samodejne meteorološke meritve (slika 1). Zaklon je po vseh dimenzijah velik okoli 20 cm. Sestavljen je iz vsaj petih okroglih podstavkov za korita rož, ki so obrnjeni



Slika 1. Aluminijasto-plastični (AP) zaklon Slovenskega meteorološkega foruma (Foto: G. Vertačnik)

Figure 1. Aluminum-plastic (AP) screen of Slovenian meteorological forum (Photo: G. Vertačnik)



Slika 2. Registrator temperature iButton DS1922L (Foto: G. Vertačnik)

Figure 2. Temperature data logger iButton DS1922L (Photo: G. Vertačnik)

navzdol in na kovinsko navojno palico v sredini nanizani eden nad drugim z razmakom okoli 2 cm. Merilnik se po višini nahaja približno v sredini, pod in nad njim sta vsaj dva podstavka. V osrednji podstavek je izrezanih ali izvrtanih več lukenj, ki omogočajo nekaj več navpičnega mešanja zraka znotraj zaklona. V eni od teh lukenj se nahaja gumbek. Običajno podstavke ločujejo majhni leseni kvadri ali plastični zamaški. Celoten zaklon je običajno pritrjen na leseno stojalo. Potrebno je poudariti, da se posamezni zakloni razlikujejo po velikosti in materialu, vsi pa so oviti v gospodinjsko aluminijasto folijo ali oblepljeni s samolepilnim aluminijastim trakom. Prevleka s časom oksidira in folija tudi razpada, zato jih je priporočljivo vsaj vsaki dve leti obnoviti, zamenjati aluminijasto prevleko. Ti aluminijasto-plastični zakloni (v nadaljevanju AP zakloni) nudijo dobro zaščito pred neposrednim sončnim sevanjem in padavinami.

Primerjalne meritve smo opravili z elektronskim registratorjem temperature zraka iButton DS1922L, ki ga je razvilo ameriško podjetje Dallas Semiconductor, to podjetje pa je leta 2001 prešlo pod Maxim Integrated Products (Medmrežje 1, Medmrežje 2). Registrator je majhna in priročna naprava v obliki in velikosti gumba, zato se ga je v pogovornem jeziku prijelo ime gumbek – to ime uporabljamo tudi v nadaljevanju članka (slika 2). V neprodušnem ohišju iz nerjaveče pločevine so temperaturno tipalo, baterija in spominski čip. Slednji lahko zabeleži 4192 meritev s točnostjo zapisa na 0,0625 °C (pogosto zaokroženo na 0,1 °C) ali 8192 pri 0,5 °C točnosti (Medmrežje 3). Ohišje je pritrjeno na podolgovat plastični nosilec, ki omogoča lažjo namestitev gumbka. Minimalna življenjska doba baterije je pri časovnem intervalu meritev od nekaj minut do ene ure in pri temperaturi med -40 °C in +40 °C od tri do osem let (Medmrežje 4).



Slika 3. Angleška hišica v mrazišču Luknja na planoti Komna. Desno zadaj je viden AP zaklon za primerjalne meritve (Foto: I. Sinjur)

Figure 3. Stevenson screen in frost hollow Luknja at the Komna plateau. Right and behind the screen an AP screen for parallel measurements is visible (Photo: I. Sinjur)



Slika 5. Merilni prostor v Grosuplju, levo AP in BP zaklon, v sredini hišica (Foto: I. Sinjur)

Figure 5. Measurement field in Grosuplje with AP and BP screen on left-hand side and Stevenson screen in the middle of the photo (Photo: I. Sinjur)

V večjem delu merilnega območja, od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$, proizvajalec za merilno napako gumbka tipa DS1922L navaja razpon od $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z oddaljevanjem od tega intervala napaka postopno narašča (Medmrežje 4). Tuje študije (Hubbart in sod., 2005; van Marken Lichtenbelt in sod. 2006; Purswell in Davis, 2008) in domača preskušanja SMF in Agencije RS za okolje so pokazala, da je merilna napaka večine gumbkov, ne glede na tip, bistveno manjša od mejnih vrednostih, ki jih navaja proizvajalec (priloga A in B).

Merilne kampanje

Prva daljša primerjava je potekala od 8. julija do 18. avgusta 2006 v mrazišču Luknja na planoti Spodnja Komna v Julijskih Alpah. Na dnu 55 metrov globokega mrazišča z nadmorsko višino 1430 m že od poletja



Slika 4. AP zaklon (levo) in angleška hišica (desno) pri Domu na Komni. Na levi sliki je z rdečim krogom označena lega hišice, ki se nahaja za drevjem (Foto: I. Sinjur)

Figure 4. AP screen (left) and Stevenson screen (right) near Dom na Komni alpine hut. Red circle on left image marks the location of the Stevenson screen, hiding behind the trees (Photo: I. Sinjur)

2006 stoji hišica, s stalnimi meritvami pa smo pričeli decembra 2005 (slika 3). V primerjalnem obdobju so merili trije gumbki, dva v hišici in eden v AP zaklonu. Na Komni smo izvedli še eno daljše primerjalno testiranje, a sta bila zaklona medsebojno oddaljena okoli 30 metrov (slika 4). Pri Domu na Komni, na nadmorski višini 1530 m, smo z gumbkom v AP zaklonu s stalnimi meritvami pričeli septembra 2007. Novembra 2009 smo v bližino postavili še hišico in jo opremili z nekaj termometri. V naslednjih 10 mesecih smo merili v obeh zaklonih, in tako pridobili referenčni primerjalni niz. Prvotno postajo smo kmalu zatem ukinili, ostala je le še hišica.

Tretje obravnavano testiranje je potekalo od 5. julija do 8. avgusta 2008 na merilnem prostoru uradne podnebne, takrat še padavinske postaje Grosuplje (slika 5). Merilno mesto se nahaja v strnjem naselju, na položnem jugozahodnem pobočju in v





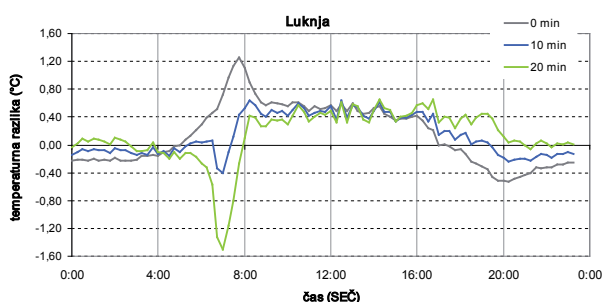
Slika 6. Merilni prostor v Šmartnem pri Slovenj Gradcu
(Foto: I. Sinjur)

Figure 6. Measurement field in Šmartno pri Slovenj Gradcu
(Photo: I. Sinjur)



Slika 7. Razporeditev gumbkov v AP zaklonu pri preskusu vpliva usmerjenosti gumbka (Foto: I. Sinjur)

Figure 7. The arrangement of iButtons in AP screen for the experiment with different exposures (Photo: I. Sinjur)



Slika 8. Povprečni dnevni hod temperaturne razlike med AP zaklonom in hišico v odvisnosti od časovnega zamika meritev v hišici. Izračun temelji na vzporednih meritvah vseh dni v Luknji in Grosuplju. Pri grafikonu za Luknjo je referenčna vrednost v hišici povprečje izmerkov obeh gumbkov.

Figure 8. Mean daily course of temperature difference between AP screen and Stevenson screen, in dependance of time offset in Stevenson screen. Calculation is based on parallel measurements in Luknja and Grosuplje, all days are considered. At Luknja graph the reference value in Stevenson screen is the arithmetic mean of both iButton measurements.

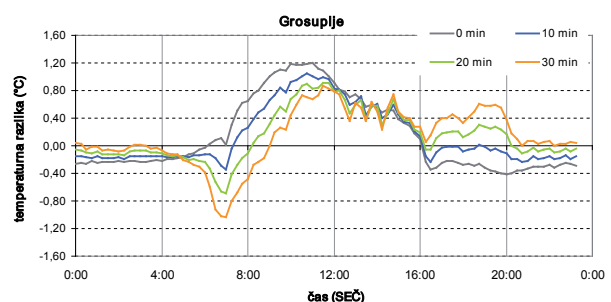
neposredni bližini stanovanjske hiše na severozahodu. Temperaturo smo z gumbkom merili v treh zaklonih – hišici, AP zaklonu in belem plastičnem zaklonu (v nadaljevanju BP zaklon), ki se od AP zaklona razlikuje le po odsotnosti aluminijaste prevleke. V hišici so potekale tudi ročne meritve z ekstremnima tekočinskima termometroma.

Zadnje obravnavano preskušanje zaklonov se je odvijalo v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Meritve so potekale od 19. do 30. julija 2010 na merilnem prostoru glavne meteorološke postaje Agencije RS za okolje. Hkrati sta potekala dva ločena poskusa. Prvi je bil namenjen primerjavi štirih različnih zaklonov: hišice, plastičnega zaklona podjetja Davis, AP in BP zaklona (slika 6). Z drugim poskusom smo želeli ugotoviti najprimernejšo lego merilnika v AP zaklonu glede na smer neba. Ta poskus je potekal s štirimi merilniki hkrati, ki so bili glede na os zaklona obrnjeni proti štirim glavnim smerem neba (slika 7).

Metode analize meritev

Podatke, ki smo jih pridobili v času opisanih merilnih kampanj, smo obdelali z računalniškim programom MS Excel. Gumbki niso bili absolutno kalibrirani, a smo njihovo točnost ocenili na podlagi medsebojne primerjave. Zapis meritev v gumbkih je bil večinoma nastavljen na ločljivost 0,1 °C, le v primerjalnih nizih pri Domu na Komni na 0,5 °C. Časovni interval meritev smo nastavili na 15 minut, le v Šmartnem pri Slovenj Gradcu na 5 minut. Vse časovne vrednosti smo prevedli na zimski čas.

Pri vseh primerjavah smo izračunali povprečen časovni zamik vrednosti v hišici glede na AP zaklon. Izračun temelji na standardnem odklonu razlike časovno zamaknjenih nizov iz obeh zaklonov. Časovni zamik v hišici je enak časovni razliki nizov, kjer standardni odklon pade na najnižjo vrednost – tam se niza



najbolje ujame. Časovni zamik je sicer odvisen od vremenskih razmer, zlasti od prevetrenosti. V obravnavanih merilnih kampanjah je izračunan časovni zamik znašal okoli 10–20 minut (slika 8).

Osredotočili smo se na analizo povprečnega dnevnega hoda temperature in dnevne temperaturne statistike. Vanjo sodijo najnižja (minimalna), najvišja (maksimalna) in povprečna temperatura. Prvi dve vrednosti se nanašata na obdobje od 21. ure prejšnjega dne do 21. uri tekočega dne. Povprečno vrednost smo izračunali na dva načina. Klimatološki, ki je še vedno v veljavi v uradni meteorološki statistiki v Sloveniji, temelji na izmerkih ob mannheimskih¹ urah. Dnevno povprečje po tej formuli je vsota četrte vrednosti ob 7. uri po sončnem času, četrta vrednosti ob 14. uri in polovica vrednosti ob 21. uri. Ker je pri nas sončni čas kvečjemu za nekaj minut različen od zimskega časa in smo imeli na voljo le 15-minutne vrednosti, smo v izračun zajeli vrednosti ob polnih urah po zimskem času. Drugi uporabljeni način izračuna dnevnega povprečja je aritmetična sredina vseh vrednosti od 0.00 do 24.00 istega dne, pri čemer smo prvi in zadnji izmerek utežili pol manj kot vmesne. Na večini merilnih postaj in na daljši časovni rok je sicer razlika med obema formula majhna, manjša od 0,3 °C (Meteorološki arhiv ARSO). Mnogo večja pa je lahko ta razlika v posameznih dneh, zlasti ob hitrih spremembah temperature zraka v večernem času in pri prehodih nekaterih vremenskih front.

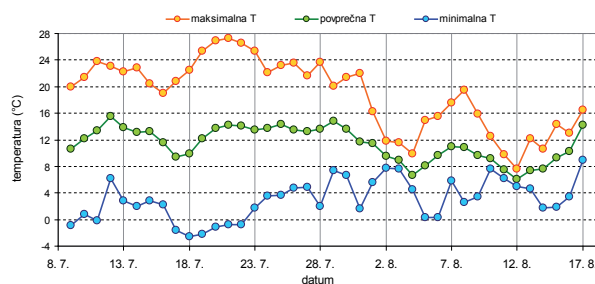
V nadaljevanju predstavljamo rezultate analize po posameznih merilnih kampanjah. Navedene medsebojne razlike med zaklonom so, če ni navedeno drugače, izražene kot odstopanje temperature v AP zaklonu glede na temperaturo v hišici.

Rezultati

Luknja

V času primerjalnih meritev v mrazišču Luknja poleti 2006 je sprva prevladovalo sončno vreme z velikim dnevnim hodom temperature zraka, v avgustu pa oblačno s hladnejšimi dnevi in toplejšimi nočmi (slika 9). Sistematično razliko med gumbki smo ocenili na podlagi izmerkov v dveh obdobjih. Prvo zajema vse izmerke v oblačnih dneh od 2. do 4. avgusta in od 10. do 12. avgusta in drugo nočne vrednosti v šestih nočeh. Rezultat je bil v obeh primerih zelo podoben, odstopanje je bilo pri prvem gumbku 0,0 °C, drugem –0,1 °C in tretjem 0,1 °C. Pri nadaljnji analizi smo uporabili popravke na podlagi nočnih vrednosti.

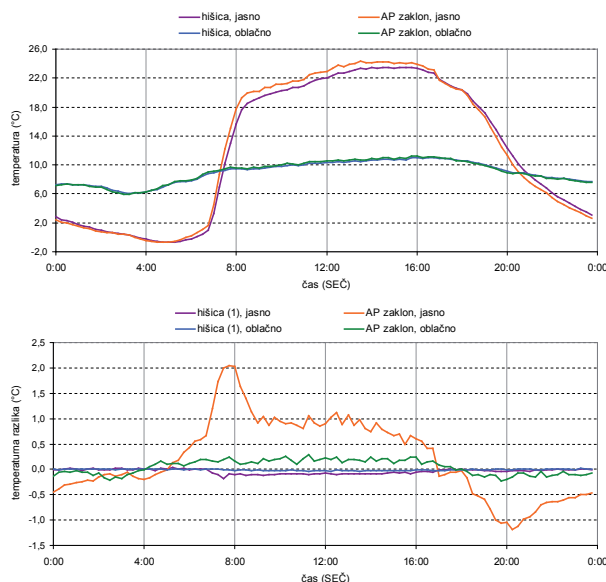
¹ Ob 7., 14. in 21. uri po srednjem krajevnem času. Omenjeni časi so dobili ime po Mannheimu, ki je bil konec 18. stoletja sedež meteorološke mreže društva Societas Meteorologica Palatina. V tej mreži so merili ob omenjenih časih po navodilu Johanna Jakoba Hemmerja (Medmrežje 5, Medmrežje 6).



Slika 9. Časovni potek dnevnih ekstremov in dnevnega povprečja vseh izmerkov v Luknji v primerjalnem obdobju. Prikazana je aritmetična sredina vrednosti obeh gumbkov v hišici.

Figure 9. Time series of daily temperature extremes and all-values mean temperature in Luknja in the parallel measurement period. Arithmetic mean of both iButton measurements in Stevenson screen is shown.

Povprečen dnevni potek in razliko med gumbki v jasnih in oblačnih dneh prikazuje slika 10. Med jasne dni smo uvrstili 10., 14. in 17.–21. julij in oblačne 1.–4. ter 10.–17. avgust. Kljub korekciji se izmerki gumbkov v hišici v jasnih dneh nekoliko razlikujejo. To neskladnost lahko pripišemo neupoštevani temperaturni odvisnosti korekcije in temperaturnemu gradientu znotraj hišice. Izrazit dnevni hod temperature zraka ima oster minimum v času vzida Sonca, okoli 4.30,



Slika 10. Povprečni dnevni potek temperature (zgoraj) in razlike glede na povprečje meritev obeh gumbkov v hišici (spodaj) v primerjalnem obdobju v Luknji, posebej za jasne dni in oblačne dni. Pri razliki je prikazan zgolj časovni potek enega od gumbkov v hišici.

Figure 10. Mean daily course of temperature (top) and difference to the mean of both iButtons in Stevenson screen (bottom) during the parallel measurement period in Luknja, for clear and overcast days separately. At the difference graph, only one iButton measurements are shown.

in neizrazit maksimum okrog 14. ure. Dopoldansko ogrevanje je izjemno naglo, popoldansko, večerno in nočno ohlajanje pa bolj umirjeno. Največja razlika med zaklonoma se pojavi v času močnega dopoldanskega ogrevanja, ko v povprečju doseže $+1,3$ °C in najmanjša po zaidu Sonca z okoli $-0,5$ °C. V izbranih sedmih jasnih dneh so razlike v povprečju večje, dosežajo od $-1,2$ °C do $+2,0$ °C. S časovno uskladitvijo nizov lahko bolje ovrednotimo vpliv dnevnega kratkovalovnega in nočnega dolgovalovnega sevanja na zabeležene razlike. V jasnih dneh je gumbek v AP zaklonu sredi dneva beležil okoli $0,8$ °C višje in ponoči do okoli $0,3$ °C nižje vrednost kot v hišici. V večinoma oblačnih dneh sta ustrezna odklona znašala $+0,2$ °C in od $-0,1$ do $0,0$ °C.

Dnevni ekstremi kažejo nekoliko drugačno sliko. Na izmerjeno vrednost najvišje in najnižje temperature zraka znatno vpliva toplotna »vztrajnost« zaklonov. AP zaklon ima precej manjšo toplotno kapaciteto in boljšo prevetrenost od hišice, zato je časovno nihanje temperature zraka na kratki časovni skali mnogo bolj izrazito. Posledično je zabeležena najvišja temperatura zraka v AP zaklonu običajno višja in najnižja temperatura nižja od tiste v hišici (preglednica 1).

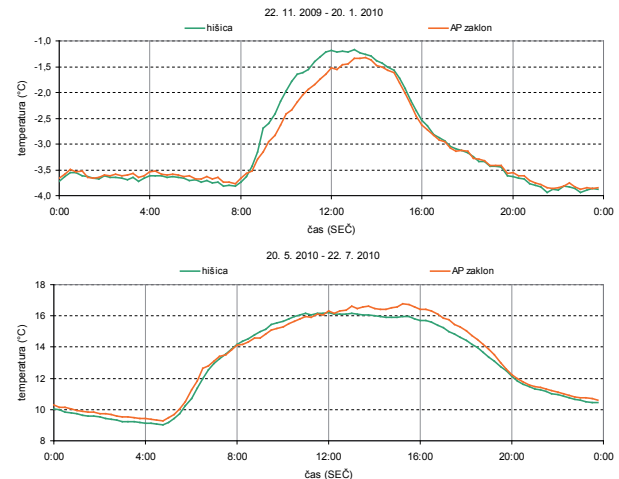
Preglednica 1. Povprečna razlika v izmerjeni dnevni najvišji in najnižji temperaturi (°C) ter obema dnevni povprečjeva med AP zaklonom in hišico za meritve v Luknji in Grosupljem. Vrednosti za hišico v Luknji so povprečja meritev obeh gumbkov. V oklepaju je naveden celoten razpon razlik v posamezni kategoriji.

Table 1. Mean temperature difference in measured daily temperature (°C) extremes and means between AP screen and Stevenson screen, based on measurements in Luknja and Grosuplje. Values corresponding to the Stevenson screen in Luknja are arithmetic means of both iButton measurements. Total span of the differences is given in brackets.

spremenljivka	Luknja	Grosuplje
najnižja temperatura	-0,2 (-0,5; 0,2)	-0,2 (-0,4; 0,1)
najvišja temperatura	0,9 (-0,2; 1,7)	0,7 (-0,1; 1,4)
aritmetična sredina	0,1 (-0,2; 0,4)	0,0 (-0,4; 0,2)
klimatološko povprečje	0,1 (0,0; 0,3)	0,1 (-0,2; 0,5)

Dom na Komni

Analiza meritev pri Domu na Komni je pokazala na pomembnost mikrolokacije obeh zaklonov, zato izsledkov te primerjave večinoma ne moremo prenesti na druge lokacije. AP zaklon in hišica sta bila okoli 30 metrov narazen. Hišica je bila ves dan osončena, južno od nje se površje s strmim, prisojnim pobočjem spusti za nekaj metrov (slika 4). AP zaklon je bil prvi del dneva deloma zasenčen z vejami okoliških nizkih dreves (vzhodno in južno od zaklona), proti jugu pa je bil teren bolj uravnan. V prvih dveh tretjinah obdobja je ocenje-

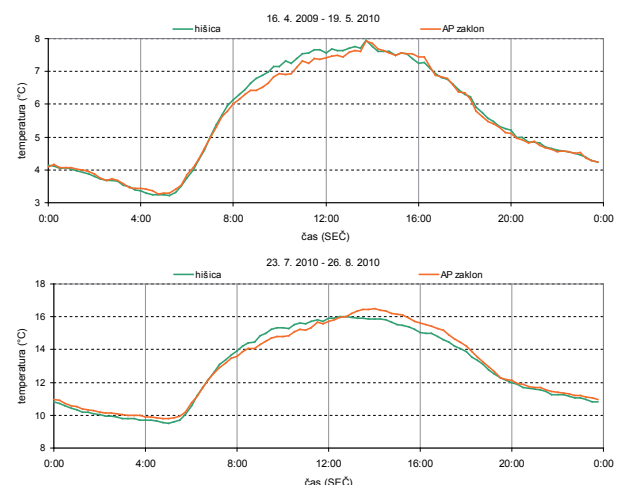


Slika 11. Povprečni dnevni potek temperature v AP zaklonu in hišici pri Domu na Komni za obdobje okoli zimskega (zgoraj) in poletnega (spodaj) Sončevega obrata

Figure 11. Mean daily course of temperature in AP and Stevenson screen for winter (top) and summer (bottom) solstice period at Dom na Komni alpine hut. The periods are limited by the time of the solar declination passing values -20° or 20° , respectively.

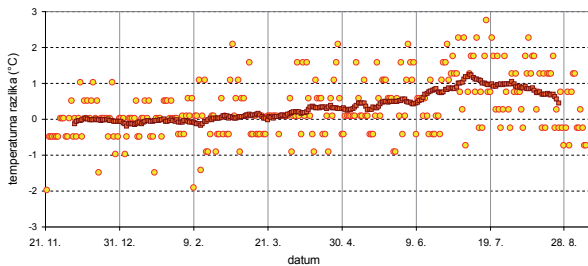
na povprečna merilna razlika med gumbkoma manjša od $0,1$ °C, v zadnji tretjini pa znaša približno $0,24$ °C. Pri nadaljnji analizi smo izmerke korigirali na podlagi omenjenih razlik.

Glede na različno mikrolokacijo zaklonov lahko pričakujemo pomembno časovno odvisnost razlik od letnega časa. Merilno obdobje smo zato razdelili na podlagi deklinacije Sonca, po intervalih velikosti 10° . Prvo obdobje, ko je deklinacija manjša od -20° , sega od 22. novembra do 20. januarja. Sonce se nato na nebu



Slika 12. Enako kot slika 11, le za spomladansko (zgoraj) in pozno poletno (spodaj) obdobje. V obeh obdobjih je bila deklinacija Sonca med 10° in 20°

Figure 12. Same as Figure 11, but for spring (top) and late-summer (bottom) period. The periods correspond to the intervals of solar declination between 10° and 20°



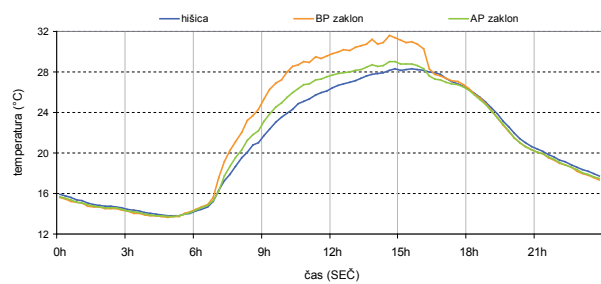
Slika 13. Časovni potek razlike v dnevni najvišji temperaturi med AP zaklonom in hišico pri Domu na Komni. S temnejšimi kvadrati je prikazano 30-dnevno drsečo in centrirano povprečje

Figure 13. Time series of daily maximum temperature difference between AP screen and Stevenson screen at Dom na Komni alpine hut. Darker squares denote moving and centred 30-day average

naglo dviga in naslednja štiri obdobja so bistveno krajša: 21. januar–22. februar, 23. februar–19. marec, 20. marec–15. april in 16. april–19. maj. Obdobje okoli poletnega Sončevega obrata zajema dvomesečni niz od 20. maja do 22. julija. Zadnje obdobje se konča s 26. avgustom, ko deklinacija doseže 10° .

Povprečni večerni in nočni potek temperature je bil v vseh obdobjih zelo podoben v obeh zaklonih, le poleti je bilo v jutranjem času v AP zaklonu okoli $0,3^\circ\text{C}$ topleje. Dopoldanski dvig temperature je bil vedno hitrejši v hišici, zgodaj popoldne pa sta se časovna poteka zblížala. Popoldanske temperature so bile večinoma zelo usklajene, le v zadnjih dveh obdobjih je bil AP zaklon bistveno toplejši, tudi več kot $0,5^\circ\text{C}$ (slika 11). Zanimiva je razlika med pomladanskim in pozno-poletnim obdobjem z deklinacijo Sonca 10° – 20° (slika 12). Razlika je morda posledica različne stopnje olistanosti krošenj okoliških dreves in stanja tal.

Podobno razliko med omenjenima obdobjema opazimo na časovnem poteku dnevnih ekstremnih temperatur in dnevne povprečne temperature. Razlika v najnižji temperaturi je bila vseskozi med $-0,5^\circ\text{C}$ in 1°C , drseče povprečje se je vseskozi gibalo blizu ali tik nad ničlo. Bistveno večji raztros razlik opazimo pri najvišji temperaturi, od -2°C do $+3^\circ\text{C}$. Do marca je drseče povprečje razlike blizu ničle, nato pa počasi raste (slika 13). Maja je razlika znašala še okoli $0,3^\circ\text{C}$, junija okoli $0,7^\circ\text{C}$ in julija približno $1,0^\circ\text{C}$. Nato se je razlika spet zmanjševala. Razlika je bila zlasti poleti močno odvisna od vremenskih razmer. V dneh z največjim hodom temperature je bila v AP zaklonu izmerjena maksimalna temperatura približno $1,5^\circ\text{C}$ višja kakor v hišici. Dnevno temperaturno povprečje je bilo med zaklonom precej bolj usklajeno. Razlika aritmetične sredine vseh izmerkov se je gibala med $-0,5^\circ\text{C}$ in $+0,6^\circ\text{C}$. Do maja je bila povprečna razlika zelo majhna, nato se je povečala do okoli $0,3^\circ\text{C}$ v juliju, zlasti v sončnih dneh.



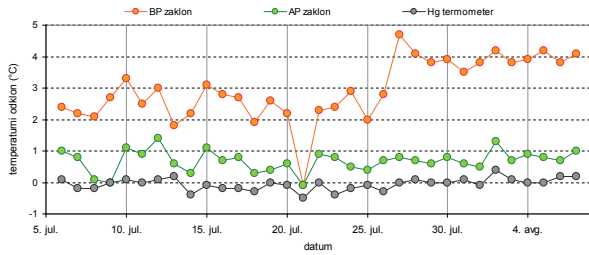
Slika 14. Povprečen dnevni potek temperature v različnih zaklonih in jasnih dneh primerjalnega obdobja v Grosuplju
Figure 14. Mean daily course of temperature within different screens in clear days of the parallel measurement period in Grosuplje

Grosuplje

Analiza meritev je v tem primeru pokazala na velik, pomemben vpliv mikrolokacije in to kljub neposredni bližini preskušanih zaklonov. V času vzporednih meritev je prevladovalo sončno in zelo toplo ali vroče vreme, vmes je bilo le nekaj krajših obdobj oblačnega vremena. Na podlagi nočnih meritev v oblačnih dneh smo izračunali sistematično razliko med gumbki. Glede na povprečje vseh treh gumbkov je odstopanje okoli $0,1^\circ\text{C}$, a se bistveno razlikuje med začetnim in osrednjim delom primerjalnega obdobja. Zato izmerkov v nadaljnji analizi nismo korigirali.

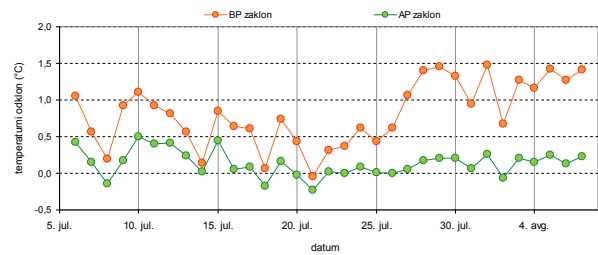
Povprečni dnevni hod temperature se med zakloni pomembno razlikuje le v času sončnega obsevanja, zato so razlike večje v jasnih dneh (slika 14). Ti so izbrani na podlagi časovnega poteka temperature v Grosuplju in izmerjenega trajanja sončnega obsevanja v Ljubljani in Novem mestu. V to skupino dni sodijo 9.–11. in 16. julij ter 1., 3. in 7. avgust. Beli plastični zaklon se dopoldne ogreje bistveno hitreje od ostalih dveh, sredi dneva je razlika največja. Ko pozno popoldne Sonce zaide za stanovanjsko hišo, se temperaturne krivulje hitro zblížajo. V nočnem času med plastičnima zaklonoma povprečno ni zaznavne razlike, v hišici je okoli $0,2^\circ\text{C}$ topleje, a je razlika manjša v jasnih dneh. Od 9. do 15. ure so razlike med plastičnima zaklonoma največje, beli je okoli $1,8^\circ\text{C}$ toplejši, v jasnih dneh 2 – $2,5^\circ\text{C}$. Zaradi toplotne vztrajnosti hišice je največja razlika z AP zaklonom pozno dopoldne, okoli 1°C , v jasnih dneh okoli $1,5^\circ\text{C}$. V času maksimuma, okoli 14.45, je AP zaklon $0,5^\circ\text{C}$ toplejši, v jasnih dneh še nekoliko več. Časovno zaostajanje hišice za AP zaklonom znaša okoli 20 minut.

Razlika v dnevni minimalni temperaturi zraka med zaklona je majhna in ne kaže odvisnosti od velikosti dnevnega hoda temperature. Ročne meritve z alkoholnim termometrom so dale okoli $0,1^\circ\text{C}$ nižjo



Slika 15. Časovni potek odklona dnevne najvišje temperature v obdobju primerjalnih meritev v Grosuplju. Odklon je določen kot temperaturni odmik od gumbka v hišici.

Figure 15. Time series of daily maximum temperature anomaly in the parallel measurement period in Grosuplje. Anomaly is defined as the difference to the iButton in Stevenson screen.



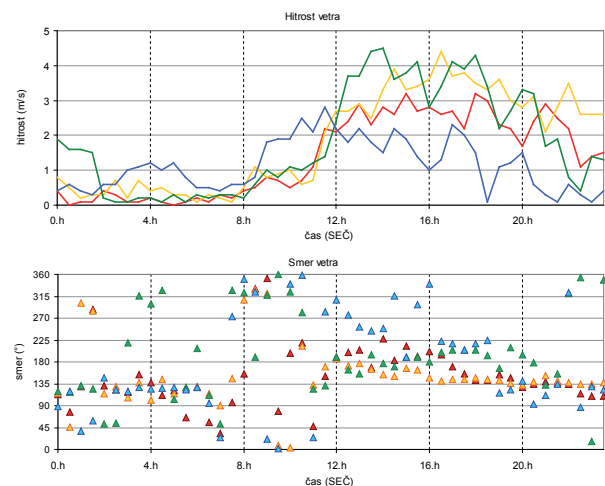
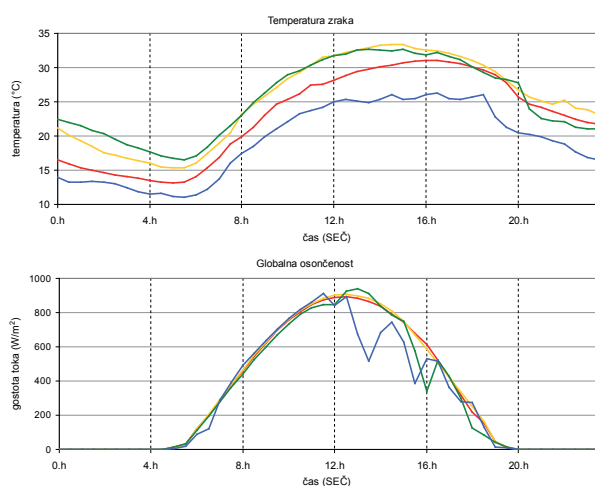
Slika 16. Enako kot pri sliki 15, le za dnevno povprečje na podlagi vseh izmerkov. Odklon je določen kot temperaturni odmik od gumbka v hišici.

Figure 16. Same as Figure 15, but for daily arithmetic mean. Anomaly is defined as the difference to the iButton in Stevenson screen.

temperaturo od gumbka v hišici. Gumbka v plastičnih zaklonih sta namerila okoli 0,2 °C manj od gumbka v hišici. Za velikostni razred večje so razlike ob dnevnem temperaturnem višku (slika 15). Meritve gumbka in živosrebrnega maksimalnega termometra v hišici se dobro ujemajo, razlika je redko večja od 0,3 °C. Živosrebrni termometer je dal v povprečju le 0,05 °C hladnejše izmerke, odvisnost od dnevnega hoda je neizrazita. Nasprotno v plastičnih zaklonih razlika narašča z dnevnim hodom. V temperaturno najbolj stabilnih dneh je bil AP zaklon okoli 0,5 °C toplejši in v dneh z največjim dnevnim hodom povprečno slabo stopinjo Celzija. Maksimalna temperatura je bila v belem zaklonu 21. julija za 0,1 °C hladnejša od gumbka v hišici – posledica ohlaiditve z maksimumom v večernem času prejšnjega dne. V oblačnih dneh je bil sicer beli zaklon okoli 2 °C toplejši, v dneh z velikim

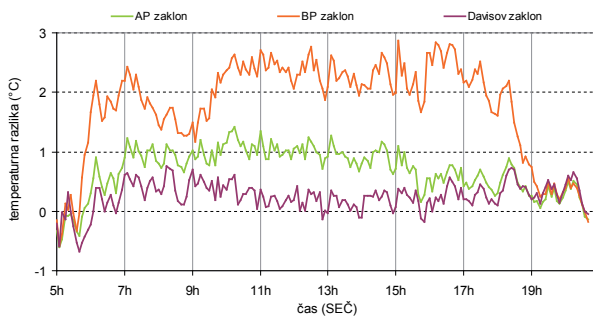
hodom temperature zraka pa je opazno velik raztros vrednosti. Razlike segajo od dobri 2 °C do okoli 4 °C. Nenavaden je časovni potek razlike v maksimalni temperaturi med belim zaklonom in hišico. Do 26. julija se razlika suče okoli 2,5 °C, nato pa vse do konca okoli 4,0 °C.

Klimatološko dnevno povprečje temperature se med AP zaklonom in hišico v povprečju praktično ne razlikuje, večinoma je razlika do 0,2 °C (preglednica 1). V belem zaklonu je zaradi dnevnega pregrevanja dnevno povprečje v nekaterih dneh dobro stopinjo Celzija večje od tistega v hišici. Pri upoštevanju vseh 15-minutnih izmerkov se pokaže odvisnost razlik od dnevnega hoda tudi pri AP zaklonu (slika 16). V dneh z velikim hodom je AP zaklon do 0,5 °C toplejši od hišice. Pri belem zaklonu znaša ta razlika do 1,5 °C.



Slika 17. Vremenske razmere v izbranih štirih dneh primerjalnih meritev v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Prikazane so polurne meritve temperature zraka (levo zgoraj), povprečne polurne hitrosti vetra (desno zgoraj), povprečne polurne gostote toka globalnega sevanja (levo spodaj), in povprečne smeri vetra (desno spodaj). Temperaturno tipalo je bilo znotraj svojega zaklona v hišici, zato je časovni zamik izmerjenega poteka glede na dejanskega še večji (Vir podatkov: Agencija RS za okolje)

Figure 17. Weather conditions on selected four days of parallel measurements in Šmartno pri Slovenj Gradcu. There are half-hour measurements of air temperature (top left), mean wind speed (top right), mean global irradiance (bottom left) and mean wind direction (bottom right). Temperature sensor was installed into another radiation shield within Stevenson screen. That results in an additional time lag of the measured temperature course with respect to the real one (Data source: Slovenian Environment Agency)



Slika 18. Povprečen dnevni potek temperaturne razlike med zakloni in hišico. Izračun temelji na vzporednih meritvah v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Vrednosti, izmerjene v hišici so pomaknjene za 15 minut naprej

Figure 18. Mean daily course of temperature difference between screens and Stevenson screen, in dependence of time offset in Stevenson screen. Calculation is based on parallel measurements in Šmartno pri Slovenj Gradcu. Measurements inside Stevenson screen are offset forward by 15 minutes

Šmartno pri Slovenj Gradcu

V obdobju meritev so bili štirje večinoma ali popolnoma sončni in mirni dnevi, od 21. do 23. in 28. julija (slika 17). Podatke teh dni smo podrobneje analizirali. Trije od teh dni, od 21. do 23. julija, so bili vroči, medtem ko je bilo 28. julija zmerno toplo. V nočnem in dopoldanskem času veter večinoma ni dosegel niti 2 m/s, živahnejši so bili le popoldnevi in večeri. Najbolj vetrovno je bilo 22. in 23., z vetrom okoli 3 m/s, 21. in 28. je veter večinoma pihal s hitrostjo 1–2 m/s. Ponoči je zaradi blago nagnjenega površja proti severozahodu pihalo večinoma od jugovzhoda, dopoldne s severnih smeri in popoldne od jugovzhoda do jugozahoda. Relativna vlažnost zraka je bila nekoliko večja prvi dan, v ostalih treh dneh je bila čez dan večinoma od 5 % do 20 % nižja. Globalna osončenost ravne površine je ob sončnem poldnevu vse merilne dni dosegla okoli 900 W/m². Prva dva dneva sta bila jasna, 23. julija je bilo popoldne nekaj malega oblačnosti, 28. pa je bilo oblačnosti še nekaj več, a je bilo večinoma sončno.

Primerjava zaklonov

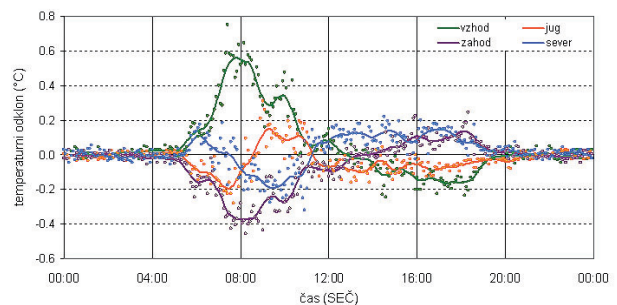
Sistematično medsebojno odstopanje gumbkov smo izračunali na podlagi izmerkov od 5. do 21. ure SEČ v analiziranih štirih dneh. Glede na povprečje vseh gumbkov je bilo sistematično odstopanje zgolj do 0,1 °C. V nadaljevanju analize smo upoštevali korekcijo s pomočjo izračunane regresijske premice.

Dnevni hod temperature zraka v obravnavanih dneh kaže vse dni podobno sliko (slika 18). V večernem in nočnem času so časovni poteki najbolj skladni, medsebojna razlika je večinoma manjša od 0,5 °C. Na naglo dopoldansko ogrevanje se pričakovano hitreje

odzovejo plastični zakloni, pri čemer je beli zaradi vpliva sončnega sevanja najtoplejši. Izračunan časovni zamik hišice glede na ostale zaklone je odvisen od posameznega dneva, v povprečju znaša slabih 20 minut glede na AP zaklon in slabih 15 minut glede na Davisov zaklon¹. Sredi dneva in večji del popoldneva je beli zaklon v vseh dneh občutno najtoplejši. AP zaklon je ob upoštevanju časovnega zamika glede na hišico toplejši okoli 1 °C in Davisov zaklon okoli 0,2 °C.

Vpliv usmerjenosti gumbka glede na smer neba

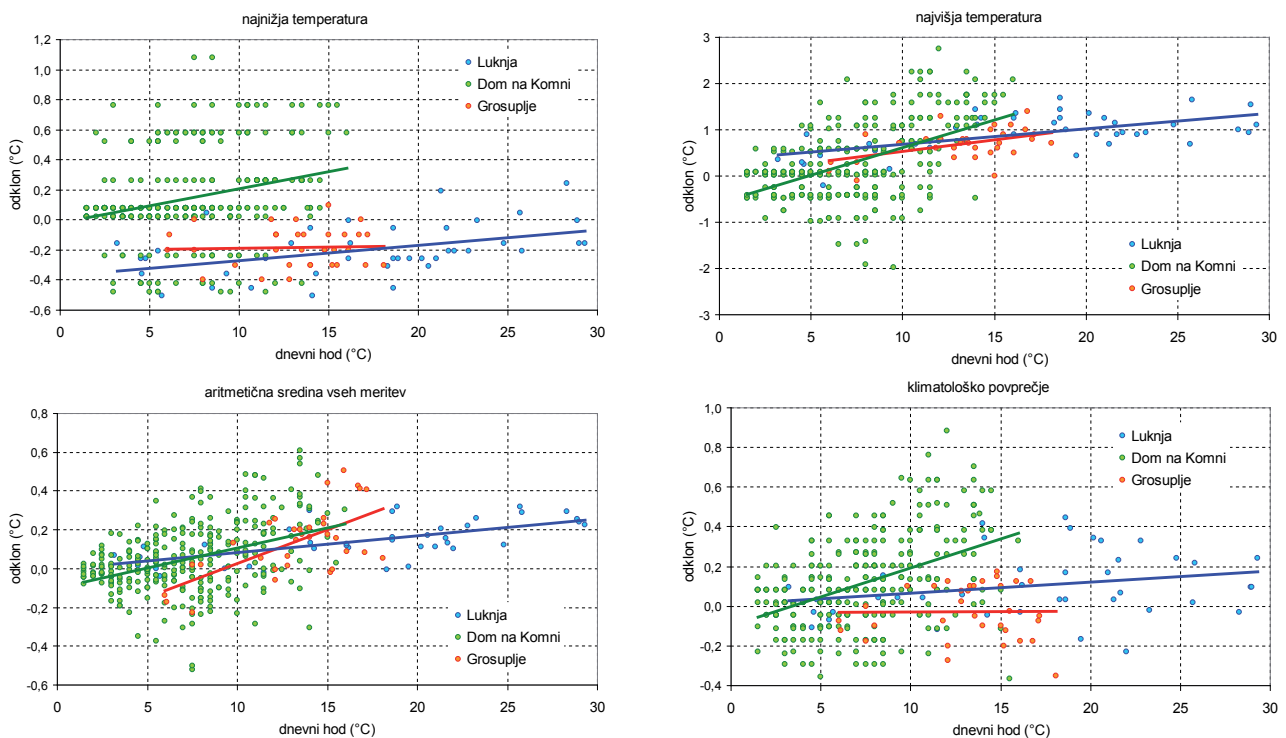
Vsak primerjalni dan smo zjutraj okoli osi zavrteli celoten zaklon za četrto obrata in s tem vse merilnike izpostavili vsem štirim glavnim nebesnim legam. Sistematično odstopanje med gumbki smo izračunali na dveh nizih meritev. V prvem smo zajeli vse izmerke štirih dni, v drugem smo izločili vrednosti v obdobju 5.35–11.55 SEČ. V tem obdobju je bilo nihanje temperature zraka na krajši časovni skali in med gumbki bistveno večje kot sicer. Regresijske premice odvisnosti razlike posameznega gumbka od povprečja glede na izmerjeno temperaturo se dobro ujemajo v obeh primerih, kar kaže na robustno oceno napake. V razponu meritev je odstopanje med premicami največ 0,03 °C. V nadaljnji analizi smo izmerke korigirali na podlagi vseh meritev.



Slika 19. Povprečni dnevni potek temperaturnega odklona gumbkov, usmerjenih v različne smeri neba glede na navpično os zaklona. Odklon je določen kot odstopanje od aritmetične sredine izmerkov vseh gumbkov. Izračun temelji na vzporednih meritvah v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Krogi predstavljajo terminska povprečja in krivulje drseča časovna povprečja (Gaussov filter)

Figure 19. Mean daily course of temperature anomaly of iButtons, oriented in different sky directions according to the vertical axis of screen. Anomaly is defined as a difference to the mean of all iButtons. Calculation is based on parallel measurements in Šmartno pri Slovenj Gradcu. Small circles represent means at measurement times (every 5 minutes) and solid lines smoothed time courses (Gaussian filter)

1 Zaklon, ki se uporablja v sklopu samodejne vremenske postaje Vantage PRO ameriškega proizvajalca Davis Instruments.



Slika 20. Odvisnost temperaturne razlike med AP zaklonom in hišico od velikosti dnevnega hoda temperature. Prikazana je odvisnost za dnevno statistiko: najnižjo (levo zgoraj), najvišjo (desno zgoraj), povprečno iz vseh meritev (levo spodaj) in klimatološko povprečno temperaturo (desno spodaj). Prikazana je regresijska premica za vsako od merilnih kampanj

Figure 20. The dependance of temperature difference between AP screen and Stevenson screen on the daily temperature range. Figure shows daily values of maximum (top left), minimum (top right), all-values mean (bottom left) and climatological mean (bottom right). A regression line is depicted for each of the measuring campaigns

Povprečni dnevni hod kaže v vseh dneh podobno sliko (slika 19). Zgodaj dopoldne se najbolj segreje gumbek na vzhodni strani zaklona, in je okoli 8. ure skoraj 1 °C toplejši od ostalih treh. Gumbek na zahodni strani je nekoliko hladnejši od ostalih dveh. Okoli 11. ure se časovni poteki močno zblizajo in do 19. ure so tipično okoli 0,1 °C stran od povprečja, odstopanje več kot 0,2 °C je redko. V tem obdobju je presenetljivo večinoma najtoplejši severni gumbek. Povprečni dnevni maksimum je bil prav tako najvišji v tej legi, 31,6 °C. Zahodni gumbek ima povprečni maksimum 31,5 °C, južni 31,4 °C in vzhodni 31,3 °C. Ko zvečer na zaklone pade senca, se vrednosti praktično povsem uskladijo in tako ostane do jutra. Povprečna razlika med posameznimi legami je v času, ko je Sonce nad matematičnim obzorjem, zelo majhna. Vzhodni gumbek je 0,08 °C toplejši od povprečja vseh gumbkov, severni 0,03 °C, južni in zahodni sta hladnejša za 0,04 °C in 0,07 °C.

Razprava

Zabeležena temperature zraka v zaklonu Slovenskega meteorološkega foruma kaže različno odvisnost od velikosti dnevnega hoda med posameznimi merilnimi mesti (slika 20). Pri dnevnem minimumu

temperature zraka izstopa Dom na Komni, najverjetneje zaradi znatnega vpliva ožje okolice merilnih mest (senčenje, zastajanje hladnega zraka, stanje in tip tal). Pri dnevnem maksimumu temperature zraka je razlika med izmerki v različnih zaklonih večja in narašča z velikostjo dnevnega hoda oziroma s trajanjem in jakostjo sončne obsevanosti. Slednje se je pokazalo pri AP zaklonu pri Domu na Komni, kjer so bili največji pozitivni odkloni v sončnih julijskih popoldnevih. Doprinos k temu je prinesela še okoliška, sicer od dva do tri metre visoka vegetacija, ki je bodisi ustvarjala zatišje bodisi »žepce«, zlasti od tal močnejše ogretega zraka. Naklon regresijske premice pri dnevnem povprečju vseh 15-minutnih izmerkov je v Grosupljem bistveno večji kot v Luknji. Pri klimatološkem dnevnem povprečju temperature zraka naklon premice ni statistično značilen ne v Grosupljem, ne v Luknji. Povprečni temperaturni odklon dnevnega klimatološkega povprečja v Luknji znaša 0,1 °C, v Grosupljem pa 0,0 °C.

V preglednici 2 so navedeni koeficienti linearne regresije odvisnosti razlike temperature med AP zaklonom in hišico od velikosti dnevnega hoda temperature zraka. Pri 5 % stopnji značilnosti je statistično značilna odvisnost od dnevnega hoda pri vseh štirih statistikah, razen pri povprečni dnevni temperaturi po klimatološki formuli. Navedene vrednosti so lahko v pomoč

Preglednica 2. Koeficienti linearne regresije odstopanja temperature v AP zaklonu glede na hišico v odvisnosti od dnevnega hoda temperature. V oklepaju je naveden 95 % interval zaupanja.

Table 2. Linear regression coefficients for temperature deviation inside AP screen from Stevenson screen in dependance on daily temperature range. Within brackets 95 % confidence interval is given

spremenljivka	merilno mesto	število dni	povprečna razlika (°C)	naklon regresijske premice (10 ⁻³ °C/°C)	ničla regresijske premice (°C)
minimalna temperatura	Luknja in Grosuplje	73	-0,19	8 (2; 13)	-0,31 (-0,22; -0,40)
maksimalna temperatura	Luknja in Grosuplje	73	0,82	38 (26; 50)	0,24 (0,04; 0,44)
povprečje vseh meritev	Luknja	40	0,14	9 (5; 12)	-0,01 (-0,07; 0,06)
	Grosuplje	33	0,14	35 (19; 50)	-0,32 (-0,53; -0,11)
klimatološko povprečje	Luknja	40	0,10	6 (-1; 13)	0,01 (-0,12; 0,14)
	Grosuplje	33	-0,03	0 (-15; 16)	-0,03 (-0,24; 0,18)

pri vrednotenju izmerkov na ostalih merilnih mestih z AP zaklonom, a se je pri tem potrebno zavedati vpliva vremenskih razmer in mikrolokacije merilnega mesta.

Glede na enačbo (3) so temperaturni izmerki v AP in BP zaklonih presenetljivi. Aluminijasta folija bi se morala zaradi zelo majhne emisivnosti v IR delu spektra glede na plastiko (medmrežje 7) ob sončnem dnevu močnejše segreti od bele plastike, to pa bi se moralo poznati na izmerjenih vrednostih. Omenjenega sklepa ne moremo potrditi prav z nobenega od merilnih mest. Nasprotno. Analize zabeleženih vrednosti temperature zraka kažejo na večjo uporabnost AP zaklona kot BP zaklona. Do močnejšega segrevanja gumbka v belem zaklonu morda prihaja zaradi bistveno večje osvetljenosti znotraj zaklona – beli plastični podstavki so rahlo prosojni.

Usmerjenost gumbka igra manjšo, a ne zanemarljivo vlogo. Najvišje dopoldanske vrednosti na vzhodnem delu zaklona in najnižje na zahodnem delu so zaradi Sončevega sevanja pričakovane, popoldanski časovni potek pa je nekoliko presenetljiv. Tako severna lega gumbka, ki je bila pri meritvah SMF stalnica, ni najboljša izbira. Gledano preko celotnega dne se je za najboljšo izkazala južna lega gumbka.

Vzporedne meritve pri Domu na Komni kažejo na pomembnost sicer majhnega krajevnega premika zaklona, a drugačne mikrolokacije. Pri lepjenju dveh časovnih nizov s sicer zelo bližnjih merilnih mest je tako vedno potrebno upoštevati vpliv mikrolokacije in ne zgolj razlik v merilnikih in zaklonih.

Sklepne misli

Analiza vzporednih meritev SMF je potrdila ugotovitve Brandsme in Meulena (2008) o močni odvisnosti merilne napake od vremenskih razmer. Kadar nimamo na voljo izčrpnih podatkov o vremenskih razmerah, lahko zgolj grobo ocenimo razliko med izmerjeno temperaturo v zaklonu in dejansko temperaturo zraka v okolici zaklona ali temperaturo v drugem zaklonu. Na daljši časovni rok da korekcija meritev boljše rezultate. Vendarle je potrebno poudariti, da po korekciji dnevnih vrednosti na podlagi dnevnega hoda temperature še vedno ostane precejšen del napake.

Pričujoča analiza primerjalnih meritev bo v pomoč pri vrednotenju stalnih meritev SMF in drugih uporabnikov AP zaklona, a pušča odprta nekatera vprašanja. Doslej so primerjave potekale večinoma nad kopnimi tlemi, a glede na naše izkušnje z meritev v mraziščih na Komni in tujo literaturo je pomemben dejavnik odboj svetlobe z zasneženih tal. Zato je smiselno izvesti še nekaj primerjalnih meritev nad zasneženimi tlemi in v različnih letnih časih ter krajih. Najverjetneje je mogoča tudi znatna in cenovno ugodna izboljšava AP zaklona.

Zahvala

Avtorja se zahvaljujeta članom Slovenskega meteorološkega foruma, osebju Doma na Komni, Agenciji RS za okolje in vsem ostalim, ki so pripomogli k izvedbi primerjalnih meritev.

Viri

Barnett A., D.B. Hatton in D.W. Jones 1998. *Recent Changes in Thermometer Screen Designs and their Impact*. IOM 66 WMO/TD 871, 12 str.

Brandsma, T. in J. P. van der Meulen, 2008. *Thermometer Screen Intercomparison in De Bilt (the Netherlands), Part II: Description and modeling of mean temperature differences and extremes*
Int. J. Climatology, 28 (3), 389–400

Davis Instruments, 1999. *Comparisons of solar heating in five radiation shields*. Davis Instruments, application note 24, 4 str.

Erell, E., V. Leal in E. Maldonado, 2003. *On the measurement of air temperature in the presence of strong solar radiation*. Poster na Fifth International Conference on Urban Climate, 1.–5. september 2003, Lodz, Poljska

Fuchs, M., in C. B. Tanner, 1965. *Radiation shields for air temperature thermometers*. *J. Appl. Meteorol.*, 4 (4), 544–547

Hubbard, K. G., X. Lin, E. A. Walter-Shea, 2001. *The Effectiveness of the ASOS, MMTS, Gill, and CRS Air Temperature Radiation Shields*. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 851–864

Hubbart, J., T. Link, C. Campbell in D. Cobos, 2005. *Evaluation of a low-cost temperature measurement system for environmental applications*. *Hydrol. Process.*, 19, 1517–1523

Lacombe M., D. Bousri, M. Leroy in M. Mezred, 2011. *WMO Field Intercomparison of Thermometer Screens/Shields and Humidity Measuring Instruments, Ghardaïa, Algeria, November 2008 - October 2009*. IOM 106 WMO/TD 1579, 101 str.

Larre M. H. in K. Hegg, 2002. *Norwegian National Thermometer Screen Intercomparison*. Poster na WMO Tehnical conference on meteorological and environmental instruments and methods of observation, 23. september–3. oktober 2002, Bratislava, Slovaška

Lin, X., K. G. Hubbard, G. E. Meyer, 2001. *Airflow Characteristics of Commonly Used Temperature Radiation Shields*. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 329–339

Medmrežje 1: <http://en.wikipedia.org/wiki/IButton> (30. 3. 2013)

Medmrežje 2: http://en.wikipedia.org/wiki/Dallas_Semiconductor (30. 3. 2013)

Medmrežje 3: <http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/ibuttons/> (30. 3. 2013)

Medmrežje 4: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1922L-DS1922T.pdf> (30. 3. 2013)

Medmrežje 5: http://de.wikipedia.org/wiki/Mannheimer_Stunden (30. 3. 2013)

Medmrežje 6: http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Jakob_Hemmer (30. 3. 2013)

Medmrežje 7: http://www-eng.lbl.gov/~dw/projects/DW4229_LHC_detector_analysis/calculations/emissivity2.pdf (30. 3. 2013)

Medmrežje 8: <http://enduse.lbl.gov/Projects/ESRoof-Tab4.pdf> (28. 5. 2013)

Meulen, J. P. van der in T. Brandsma, 2008. *Thermometer Screen Intercomparison in De Bilt (the Netherlands), Part I: Understanding the weather-dependent temperature differences*
Int. J. Climatology, 28 (3), 371–387

Müller, G., 1984. *Vergleich der Temperaturen verschiedener Wetterhütten an einigen Stationen des ANETZes*. *Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt*, 119, 41 str.

van Marken Lichtenbelt W. D., H. A. Daanen, L. Wouters, R. Fronczek, R. J. Raymann, N. M. Severens, E. J. Van Someren, 2006. *Evaluation of wireless determination of skin temperature using iButtons*. *Physiol. Behav.*, 88 (4–5), 489–97

Purswell, J. L, in J. D. Davis, 2008. *Construction of a low-cost black globe thermometer*. *Applied engineering in agriculture*, 24 (3), 379–381

WMO, 1983. *Guide to meteorological instruments and methods of observation*. WMO-8, šesta izdaja, WMO, Ženeva, Švica, 248 str.

Z'graggen, L., 2006. *Die Maximaltemperaturen im Hitzesommer 2003 und Vergleich zu früheren Extremtemperaturen*. *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 212, 74 str.

PRILOGA – A

Umerjanje gumbkov pri različnih temperaturah v kalibracijski kopeli. Podano je odstopanje od referenčnega merilnika v desetinkah °C. Izvajalec meritev Gašper Repanšek, naročnik Agencija Republike Slovenije za okolje, 23. oktober 2010.

APPENDIX – A

Calibration of iButtons at different temperature in calibration bath. Table shows deviation of measured temperature from the reference instrument in tenths of °C. Measurements performed by Gašper Repanšek, applicant Slovenian Environment Agency, 23 October 2010.

ID gumbka	št. certifikata	tip	2 °C	8 °C	25 °C
D0000002143F041	T12B90	1923H	0	0	0,1
CC000000219C3641	T12B89	1923H	-0,1	0	0
A300000025B06F41	T12B79	1922L	0	0,1	0,1
6800000022F91541	T12B80	1922L	0	0	0,1
7100000025B01241	T12B81	1922L	0	0,1	0,1
CB00000025B14141	T12B82	1922L	0,1	0	0,1
66000000259BD241	T12B83	1922L	0	0	0,2
3D00000022F0AD41	T12B84	1922L	0	0	0,1
3600000025BC5C41	T12B85	1922L	-0,1	0	0
6D00000022F40341	T12B86	1922L	0	0	0,1
A500000025A90241	T12B87	1922L	0	0	0,1
400000001ACE5141	T12B88	1922L	-0,1	0	0

PRILOGA – B

Primerjava meritev gumbkov iButton 1922L pri različnih temperaturah v termovki, pri 0 °C v južnem snegu in pri višjih temperaturah v vodi. Pri temperaturi 19 °C je merilna napaka gumbka s serijsko številko (ID) 2700000027EF4541 po kalibracijskem certifikatu T12C92 (Gašper Repanšek, s.p.) -0,1 °C. Čas meritev na posameznem temperaturnem nivoju je znašal okoli 30 minut, meritve so potekale na 10 sekund, ločljivost je 0,0625 °C. Pri najhladnejšem temperaturnem nivoju je podana najnižja, pri srednjem temperaturi najpogostejša in pri najtoplejšem najvišja izmerjena temperatura. Izvajalec meritev Gregor Vertačnik, 3. marec 2013.

APPENDIX – B

Comparison of iButton 1922L temperature measurements in a thermos flask, in melting snow at 0 °C and in water at higher temperatures. Measurement error of iButton with serial number (ID) 2700000027EF4541 is -0,1 °C at 19 °C according to calibration certificate T12C92 (Gašper Repanšek, s.p., 28. decembra 2012). Period of measurements was about 30 minutes at each temperature level, measurements were taken each 10 seconds, resolution was set to 0,0625 °C. The lowest measured temperature is presented at the coldest temperature level, the most common at the middle level and the highest at the warmest temperature level. Measurements performed by Gregor Vertačnik, 3 March 2013

ID gumbka	sneg	~19,5 °C	~34,7 °C
670000001C965641	0	19,5	34,75
900000001D8C8A41	0,125	19,625	34,75
A70000001B24AD41	0,0625	19,5	34,75
2700000027EF4541	-0,0625	19,4375	34,625
930000001B427141	0,125	19,5625	34,75
BA0000001C94E541	0,0625	19,5625	34,75
EA0000001C936041	0,125	19,5625	34,75

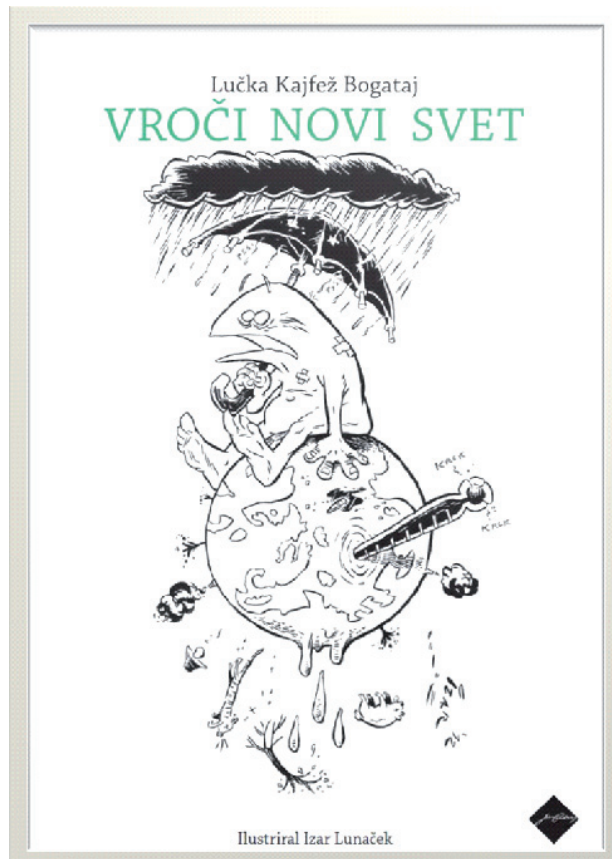
Vroči novi svet

Nova knjiga Lučke Kajfež Bogataj

Poljudnoznanstvena knjiga avtorice Lučke Kajfež Bogataj z naslovom Vroči novi svet nam sporoča, da podnebne spremembe niso naš edini problem, so pa v okolju daleč najbolj usoden in dolgoročen negativni proces, ki se že odvija pred našimi očmi. Če jih ne obvladamo bodisi z odpravljanjem njihovih vzrokov ali se nanje ne bomo prilagodili, nam bodo še poglabile ostale težave. Zaradi podnebnih sprememb bo na kopnem še manj čiste pitne vode in v mnogih deželah tudi manj hrane. Podnebne spremembe bodo pospešile izumiranje rastlinskih in živalskih vrst in zapletle obnavljanje ozonskega plašča. In če ne ukrotimo podnebnih sprememb, bodo oceani še bolj kisli in brez življenja.

Knjiga skuša pojasniti, zakaj vreme in podnebje mnogo bolj vplivata na naše življenje kot si v dobi naprednih tehnologij in globalno povezane družbe priznamo. Preseljevanje narodov, propad razvitih kultur, pa tudi obdobja velikih kriz in po drugi plati družbenega razcveta so bile v zgodovini mnogokrat vsaj v posredni povezavi s spreminjanjem podnebja. Človekov vpliv na spreminjanje podnebja je danes znanstveno dokazano dejstvo. Knjiga daje tako mladim kot starejšim bralcem odgovore na pomembna vprašanja, na primer zakaj vreme ni podnebje; kako vemo, da se podnebje spreminja; zakaj se spreminja zadnjih dvesto let; kaj so toplogredni plini in kakšne so že opazovane spremembe. Na poljuden način opisuje napovedi podnebja v prihodnje v Evropi in pri nas ter številne vplive spremenjene klime, tako pozitivne kot negativne. Opisani so tudi razmisleki, kako se prilagoditi na novo podnebje in zlasti kako blažiti podnebne spremembe. Daje odgovore ali lahko z raznimi čudežnimi tehnikami geoinženiringa morda preprečimo nadaljnje ogrevanje planeta.

Mnogi razmišljajo o podnebnih spremembah kot o pojavu prihodnosti. A višje temperature ozračja, morja in tal, spremenjeni padavinski vzorci in pogostejše ter močnejše vremenske ujme so že danes ne le izmerjene, ampak tudi že kažejo svoje gospodarske in družbene posledice. A kljub temu mednarodna politika zavlačuje z ukrepi in odziv večine odločevalcev v gospodarstvu je mlačen. Tudi s temi temami se ukvarja Vroči novi svet. Ob tem je problem podnebnih sprememb tudi vedno bolj prisoten v javnosti in medijih, kjer pa lahko slišimo zelo nasprotujoča si stališča o vzrokih podnebnih sprememb, resnosti stanja in verjetnih posledicah. Knjiga zato podaja dejstva in znanstvena spoznanja na to temo. Ob prihajajočih, še bolj izrazitih podnebnih spremembah imamo namreč na izbiro tri možnosti. Prva je blaženje, ki pomeni čim



prejšnji prehod v družbo z majhnimi toplogrednimi izpusti, druga je prilagajanje, se pravi ukrepi za zmanjšanje neugodnih učinkov podnebnih sprememb. Tretja možnost je trpljenje: prenašanje neugodnih učinkov, ki se jih ne bomo mogli ubraniti niti z blaženjem niti s prilagajanjem. V svetu in tudi pri nas že imamo mešanico vsega trojega, čeprav v manjši meri. V prihodnosti bo tega znatno več, a bistveno je, kako sorazmerno bo sestavljena ta mešanica, kar je seveda odvisno od nas. Bolj ko nam bo uspelo ublažiti podnebne spremembe, manj bremena bo nosilo prilagajanje in manjše bo trpljenje.

Težavam in politikom ne bo uspelo rešiti okoljskih težav, če se vsak od nas bo zavedal svoje odgovornosti do okolja. Če si ne bomo ustvarili vrednostnih meril, etičnih načel spoštovanja narave in drugih vrst, podnebnih sprememb ne bomo omilili. To je ta hip še zelo težka naloga, saj nas gospodarstvo usmerja v to, da si na vrh lestvice vrednot vedno bolj postavljamo materialne dobrine in tudi zato izgubljammo zdrav odnos do okolja. In v tem primeru nas zelo kmalu čaka vroči novi svet.

Strokovni vodnik po dvomih o globalnem segrevanju

Slovensko meteorološko društvo

Odkar se v svetu govori o podnebnih spremembah obstajajo tudi tako imenovani »skeptiki«, ki z različnimi argumenti skušajo izpodbijati dejstvo, da se podnebne spremembe dejansko dogajajo. Skepticizem je v znanosti zelo dobrodošla lastnost. Omogoča, da znanstveniki obravnavajo problem celostno, iz različnih zornih kotov in tako vedno bolj razumejo pojav ter se končno dokopljejo do resnice. Skepticizem, ki ga uporabljajo podnebni skeptiki, pa je ravno nasproten znanstvenemu skepticizmu. Metodi, ki se je pri zagovarjanju svojih trditev poslužujejo ti, pravimo izbiranje češenj. Iz celotnega nabora razlag in dejstev o nekem problemu izberejo le peščico, ki ustreza ali delno podpira njihovo trditev. In tako ustvarijo svojo resnico, ki se zdi dobro podprta z znanostjo. Na številne izzive v različnih medijih in javnosti je avstralski fizik John Cook odgovoril z ustanovitvijo spletne strani Skeptical Science. Namen spletne strani je razložiti, kaj so znanstveniki povedali o globalnem segrevanju v recenziranih strokovnih člankih. Znanost, ki je predstavljena na tej spletni strani, ni plod dela ustanovitelja te strani, ampak je neposredno povzeta iz recenziranih znanstvenih publikacij.

Konec leta 2010 je John Cook s številnimi soavtorji izdal vodnik z izvirnim naslovom *The Scientific Guide to Global Warming Skepticism*. Namenjen je ozaveščanju javnosti o podnebnih spremembah, predvsem pa želi osvetliti znanstveno ozadje najpogostejših napačnih trditev o podnebnih spremembah, ki se pojavljajo v medijih. V njem so kratko povzete najpogostejše trditve tako imenovanih podnebnih skeptikov. Znanstveno ozadje trditve je razloženo v poljudnem jeziku, brez tehničnih podrobnosti. V Vodniku je na preprost način prikazano, kako lahko z metodo izbora češenj izkrivimo resnico in hkrati za nekaj najbolj osnovnih dejstev o podnebnih spremembah pokaže tudi celoten nabor češenj – vsa znanstvena dejstva. Za vse, ki so željni podrobno razumeti problem segrevanja podnebja, so trditve, ki so obravnavane v Vodniku in še mnoge druge, temeljito razložene na straneh *Skeptical Science*. Pogosto celo v več različnih težavnostnih stopnjah. Tam so podane tudi povezave na znanstvene članke, ki dotični problem obravnavajo. Zainteresirani bralec tako lahko znanstvene vire preveri tudi sam.

Vodnik je iz angleščine preveden v 15 jezikov, med njimi tudi v slovenščino. Člani Slovenskega meteorološkega društva so Vodnik, v slovenskem prevodu



Strokovni vodnik po dvomih o globalnem segrevanju, prevedli konec leta 2011. V začetku leta 2013 je bil Vodnik natisnjen v 1000 izvodih. Namenjen je izobraževalnim ustanovam (šolam, društvom, knjižnicam...), ki jih tematika podnebja in podnebnih sprememb zanima oziroma se s podnebjem ukvarjajo. Ob tem društvo zainteresiranim skupinam ponuja tudi predavanja o podnebnih spremembah v različnih težavnostnih stopnjah.

Vodnik je v digitalni obliki dostopen na spletni strani Skeptical Science (<http://www.skepticalscience.com/>), do katere je mogoče priti tudi preko strani Slovenskega meteorološkega društva (<http://www.meteo-drustvo.si/>). Na tej isti strani so objavljene številne druge informacije in novice o podnebnih spremembah. Med drugim tudi več kot 50 slovenskih prevodov poglavljenih obrazložitvev na trditve podnebnih skeptikov.

POMEMBNEJŠI DOGODKI

JULIJ

8.–12. JULIJ 2013, DAVOS, ŠVICA

Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly DACA–13

<http://www.daca-13.org/>

AVGUST

26.–30. AVGUST 2013, TOULOUSE, FRANCIJA

EUMETCAL Workshop and CALMet X

<http://www.eumetcal.org/Eumetcal-Workshop-and-CAL-Met-X-in>

SEPTEMBER

2.–6. SEPTEMBER 2013, INNSBRUCK, AVSTRIJA

DACH-Meteorologentagung

<http://www.dach2013.at/>

2.–5. SEPTEMBER 2013, READING, VELIKA BRITANIJA

ECMWF 2013 Annual Seminar: Recent developments in numerical methods atmosphere and ocean modelling

http://www.ecmwf.int/newsevents/meetings/annual_seminar/2013/

6.–9. SEPTEMBER 2011, READING, VELIKA BRITANIJA

RMetS Student Conference 2013

<http://www.rmets.org/events/rmets-student-conference-2013>

9.–13. SEPTEMBER 2013, READING, VELIKA BRITANIJA

13th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM)

<http://meetings.copernicus.org/ems2013>

16.–20. SEPTEMBER 2013, DUNAJ, AVSTRIJA

2013 EUMETSAT & 19th AMS Satellite Conferences

http://www.eumetsat.int/website/home/News/DAT_2027670.html/

24.–26. SEPTEMBER 2013, HEJNICE, ČEŠKA

Precipitation extremes in a changing climate

<http://klimatext.tul.cz/>

30. SEPTEMBER–3. OKTOBER 2013, ANTALYA, TURČIJA

35th EWGLAM and 20th SRNWP meeting

<http://www.mgm.gov.tr/srnwp2013/>

NOVEMBER

4.–7. NOVEMBER 2013, BRUSELJ, BELGIJA

International Conference on Regional Climate - CORDEX 2013

<http://cordex2013.wcrp-climate.org/>

6.–9. NOVEMBER 2013, EL ESCORIAL, ŠPANIJA

9th EUMETNET Data Management Workshop

http://DM_Workshop_2013.aemet.es/

LETO 2014

6.–10. OKTOBER 2014, PRAGA, ČEŠKA

14th EMS Annual Meeting & 10th European Conference on Applied Climatology (ECAC)

<http://meetings.copernicus.org/ems2014>



Meteorološka hišica Slovenskega meteorološkega foruma na Komni. 28.6.2010 (Foto: I. Sinjur)

SPONZORJI, KI SO OMOGOČILI IZID VETRNICE:

Agencija RS
za okolje



CGS plus d. o. o.



MEIS storitve za okolje
d. o. o.



Elektroinštitut Milan
Vidmar



AMES d.o.o.



Solos d.o.o.



Klaro d.o.o.

