



Vetrnica

ISSN 1855-7457

*glasilo Slovenskega
meteorološkega društva*

WWW.METEO-DRUSTVO.SI

11/18

Natečaj za najlepšo fotografijo oblakov

Razprave

Priprava značilnega
meteorološkega leta

VSEBINA:

3 UVODNIK

4 V SPOMIN

POD DROBNOGLEDOM

4 METEOROLOŠKA OPAZOVANJA V LETU 2018

11 STO LET OD USTANOVITVE ZAVODA ZA METEOROLOGIJO IN GEODINAMIKO V LJUBLJANI

19 O NEKATERIH ZAKORENINJENIH ZMOTNIH RAZLAGAH VREMENSKIH POJAVOV

ZANIMIVOSTI

24 EVROPSKA KONFERENCA O APLIKACIJAH V METEOROLOGIJI IN KLIMATOLOGIJI

IZ ŽIVLJENJA DRUŠTVA

29 NATEČAJ ZA NAJLEPŠO FOTOGRAFIJO OBLAKOV

38 VISOKO SPECIALIZIRANE STORITVE V SLUŽBI SPREMLJANJA KAKOVOSTI ZRAKA

44 ZNANSTIVAL: OZRAČJE V KOZARCU

ŠTUDENSKI KOTIČEK

46 POVZETKI MAGISTRSKIH DEL

54 POVZETEK DOKTORSKE TEZE

RAZPRAVE

57 PRIPRAVA ZNAČILNEGA METEOROLOŠKEGA LETA

NOVOSTI V MEDIJIH

64 PODNEBNA SPREMENLJIVOST SLOVENIJE V OBDOBJU 1961–2011

66 OCENA PODNEBNIH SPREMENB V SLOVENIJI DO KONCA 21. STOLETJA

 **UVODNIK**

Tokratna številka Vetrnice ne prinaša vodilne teme. Za zadnjih nekaj številke smo le s težavo nabrali dovolj prispevkov za vodilno temo, zato smo takšen način zbiranja prispevkov začasno prekinili. Verjamemo, da je pomanjkanje prispevkov za vodilne teme odraz pomanjkanja energije in časa za pisanje in ne tega, da nimamo o ničemer pisati. V kolikor se bodo pojavile ideje in hkrati tudi pisci za vodilno temo, jo bomo z veseljem uvedli nazaj.

Kljub izostanku vodilne teme smo zbrali veliko prispevkov, ki ponujajo zanimivo branje. Lahko rečemo, da se je vodilna tema tokratne številke oblikovala kar spontano, ob nabiranju prispevkov. V rubriki Pod drobnogledom predstavljamo kar dva prispevka, ki ponujata vpogled v zgodovino naše stroke. Prvi predstavlja zgodovino meteoroloških merilnih postaj na slovenskih tleh. Drugi pa predstavlja zelo zanimivo zgodovino meteorološke stroke na Slovenskem. Drugo leto bo namreč minilo sto let od ustanovitve Zavoda za meteorologijo in geodinamiko v Ljubljani, hkrati pa se je začel vzpostavljati tudi študij meteorologije na slovenskih tleh. Tretji prispevek v tej rubriki razkriva, kako se nekatere fraze v stroki nekritično udomačijo, kljub temu, da niso najbolj primerne, še manj pa točne pri opisu vremenskega dogajanja.

V društvu se vseskozi trudimo povečati aktivnost. Leta 2017 smo Svetovni dan meteorologije, ki je bil

posvečen oblakom, izkoristili za popestritev društvene dejavnosti z natečajem za najboljšo fotografijo oblakov. Natečaj je bil zelo uspešen, saj ste se številni člani društva, pa tudi nečlani, odzvali z lepo nabirko fotografij. V Vetrnici objavljamo nagrajene fotografije in zanimive intervjuje z njihovimi avtorji. Na naši spletni strani v galeriji oblakov na spletnem naslovu <http://www.meteo-drustvo.si/novicedogodki/galerija-oblakov/> pa najdete še več fotografij.

Študentski kotiček tokrat ni tako pester kot v prejšnji številki, kljub temu pa ponuja kar nekaj zanimivih povzetkov magistrskih nalog in doktorske disertacije. Prispevek v Razpravah povzema metodologijo priprave značilnega meteorološkega leta. Lep primer prispevka, ki mogoče ni zanimiv za objavo v mednarodni znanstveni reviji, je pa pomemben za dokumentacijo razvoja meteorološke stroke v slovenskem prostoru. Spodbujamo vas, da za dokumentacijo vašega dela izkoristite to rubriko v čim večji meri.

V času od izida zadnje številke pa sta nas žal zapustila kar dva vidna člana našega društva, ki sta v slovenski meteorologiji pustila viden pečat. Njunemu bogatemu življenju in delu namenjamo prve strani številke, ki je pred vami.

Uredniški odbor

**Izdaja:**

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

Glavna urednica: Mojca DOLINAR

Uredniški odbor: Jože RAKOVEC, Jožef ROŠKAR, Iztok SINJUR, Gregor VERTAČNIK

Tehnično urejanje: Mojca DOLINAR, Jožef ROŠKAR

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

Tisk:

Ljubljana, DECEMBER 2018

ISSN 1855-7457

Fotografija na naslovnici: Pogled z Uršije gore, Foto: Primož GREGOR

Tiskana naklada:

Naslov uredništva:

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



**Slovensko
meteorološko
društvo**
Od 1954



DR. SILVO ŽLEBIR
1959 – 2018

Po hudi bolezni je 21. aprila 2018 v 60. letu umrl naš član dr. Silvo Žlebir, nekdanji generalni direktor Agencije Republike Slovenije za okolje in priznan strokovnjak za kakovost meteoroloških, hidroloških in ekoloških meritev.

Po izobrazbi je bil univerzitetni diplomirani fizik. Magistriral in doktoriral je na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, leta 2000 pa je zaključil specialistični študij menedžmenta na Ekonomski fakulteti v Ljubljani. V letih 1981–1990 je kot raziskovalec in projektni vodja delal na razvoju merilnih sistemov v raziskovani enoti Iskre Kibernetika v Kranju. Je soavtor več patentov v EU in ZDA, ki so bili osnova za proizvodnjo elektronskega Hallovega števca električne energije, proizvedenega za zahtevne tuje trge. Na izsledkih njegovih tedanjih raziskav še danes temeljijo proizvodi nekaterih slovenskih izvoznih podjetij. V letu 1992 je prejel nagrado Republike Slovenije za znanstveno raziskovalno delo.

V letih 1990–2001 je bil pomočnik direktorja na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije. Takoj po osamosvojitvi Slovenije se je lotil ustanavljanja umerjevalnega laboratorija za meteorološke, hidrološke in ekološke merilnike. Postavil je sodoben center za zagotavljanje kakovosti meritev teh merilnikov, akreditiran po mednarodnih standardih. Dejaven je bil v komisiji za merilnike in metode opazovanj Svetovne meteorološke organizacije (SMO). Znanje s tega področja je posredoval študentom kot visokošolski učitelj na Katedri za meteorologijo Univerze v Ljubljani. V teh letih je med drugim vzpostavil mrežo samodejnih merilnih postaj in moderniziral meteorološke meritve širom Slovenije. Pripravil je idejni projekt za obnovo visokogorskega meteorološkega observatorija na Bjelašnici, ki je bil uničen med vojno v Bosni in Hercegovini. Postavil je mednarodni postaji za meritve ozadja onesnaženosti zraka na Krvavcu in Iskrbi.

Leta 2001 je postal direktor Urada za monitoring v novo ustanovljeni Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Nadaljeval je z razvijanjem sistema zagotavljanja kakovosti v merilnih mrežah, posodobil umerjevalni laboratorij in zaključil več EU PHARE projektov na področju meritev. Seizmološka mreža je postala z modernizacijo ena najsodobnejših v Evropi.

Leta 2004 je postal generalni direktor ARSO. Na ARSO je uvedel sistem vodenja po mednarodnih standardih in si skupaj s sodelavci prizadeval za poenostavitev okoljske zakonodaje, ki bi omogočila poenostavitev postopkov za uporabnike, hkrati pa bolj odločno omejevala škodljive vplive na ljudi in okolje. Upravne naloge s področja okolja so terjale drugačen pristop kot izvajanje nalog s področja meteorologije, hidrologije in okoljskega monitoringa. Držal pa se je istega načela kot pri spremljanju naravnih pojavov. Kot so bili na eni strani temelji kakovostne meritve, so na upravno-okoljskem področju temelji predvsem evidence posegov in izpustov škodljivih snovi v okolje. Uspešen je bil tudi na področju mednarodnega sodelovanja. Vključil se je v delo Evropske agencije za okolje. Na njegovo pobudo je Slovenija postala polnopravna članica v GEO (Skupina za opazovanje Zemlje, ki povezuje vsa opazovanja Zemlje za potrebe ukrepanja proti podnebnim spremembam). Uspel je, da je umerjevalni laboratorij postal Regionalni instrumentalni center (RIC) SMO. Skrbne priprave, pri katerih je sodelovalo tudi Ministrstvo za zunanje zadeve, so pripomogle, da je bila Slovenija v konkurenci še treh držav izbrana za gostiteljico Centra za upravljanje s sušo v jugovzhodni Evropi. Začel je z izvajanjem doslej največjega projekta ARSO »Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji« (BOBER), ki ga je pretežno financirala EU iz Kohezijskega sklada.

Ker je kazalo, da je premagal bolezen, se je lotil novih izzivov. Od leta 2013 do 2015 je delal na projektu Copernicus v Bruslju. To je program Evropske unije za potrebe GEO. Dr. Žlebir je bil vključen v koordinacijsko skupino programa znotraj Evropske komisije. Njegova skrb je bila med drugim sodelovanje z Evropsko okoljsko agencijo.

Dr. Žlebir je bil zelo uspešen projektni vodja. Vse projekte, ki jih je začel, je tudi uspešno zaključil. Bil je motiviran za uvajanje novih tehnologij. Pri tem je dajal prednost domačemu znanju tako znotraj svoje organizacije kot v sodelovanju z inštituti in razvojno usmerjenimi podjetji. Njegova odlika je bila skrb za strokovni razvoj mladih sodelavcev. Nekateri med njimi so postali mednarodno priznani strokovnjaki.

Z neutrudnim in predanim delom je prispeval k mednarodni prepoznavnosti ARSO, na svojem ožjem strokovnem področju pa je z boljšo kakovostjo meteoroloških, hidroloških in ekoloških meritev prispeval k večji varnosti pred naravnimi nesrečami in okoljskimi tveganji.

Njega, njegovo znanje, izkušnje in razvojne pobude bomo kolegi pogrešali.

Dušan Hrček



**PROF. DR.
ZDRAVKO PETKOVŠEK
1931 – 2018**

Dne 9. julija se je s tega sveta poslovil profesor Zdravko Petkovšek, profesor ki je vzgojil na desetine diplomantov meteorologije v Sloveniji. Bil je steber študija in raziskav v meteorologiji v drugi polovici 20. stoletja pri nas. V meteorologijo ga je pripeljala njegova navezanost na naravo, saj je bil navdušen planinec in smučar, pa tudi deskar in potapljač. Verjetno pa ja bil glavni povod za njegovo posebno zanimanje za vreme in dogajanja v ozračju jadrarno letalstvo.

Rojen je bil 20. februarja 1931 v Šentjurju pri Celju, gimnazijo pa je obiskoval v Ljubljani in maturiral leta 1950. Bil je v prvi generaciji študentov, ki so pri nas doštudirali meteorologijo po programu, temelječem na fiziki in matematiki. Diplomiral je med prvimi po novem programu že leta 1954 in se potem, ko je odslužil vojaščino, za kratek čas zaposlil na Hidrometeorološkem zavodu. Od leta 1957 je bil na Katedri za meteorologijo na Univerzi, najprej seveda asistent, potem pa vse do rednega profesorja za meteorologijo.

Ko se je na hitro upokojil njegov predhodnik na Univerzi, prof. Oskar Reya, je Zdravko Petkovšek na Katedri za meteorologijo ostal sam, takrat še brez doktorata. Zato je imel poleg skrbi za mlado družino še dve veliki nalogi: hitro doktorirati in postati učitelj ter ubraniti študij meteorologije, ki so ga nekateri na fakulteti hoteli kar ukiniti. Meteorologija naj bi po njihovo postala zgolj podiplomska specializacija po zaključenem študiju fizike. Petkovškova trdna volja in trmasto vztrajanje sta ohranila dodiplomski študij in Katedro za meteorologijo. Vsi meteorologi smo mu za to hvaležni in lahko mu je hvaležna tudi slovenska družba.

Seveda pa je za to plačal svoj davek: ves svoj učiteljski čas je bil pedagoško močno preobremenjen in glavne predmete je moral predavati ciklično, vsako drugo leto. S profesorjem Petkovškom se je pričel neprekinjen študij meteorologije vse do danes. Vpeljal in predaval je vodilne meteorološke predmete: Osnove meteorologije, Dinamično meteorologijo in Analizo in prognozo vremena. Kljub obilici pedagoškega dela pa

je uspel najti čas za izpopolnjevanje, tudi v tujini: na Danskem, na Svobodni univerzi v Zahodnem Berlinu in v Kanadi.

Napisal je več strokovnih in poljudnih knjig o meteorologiji, prispeval poglavja v znanstvene monografije, s prof. Hočevarjem pa sta napisala tudi univerzitetni učbenik Meteorologija – osnove in nekatere aplikacije, ki je izšel v mnogih ponovljenih izdajah. Prof. Petkovšek je Katedro za meteorologijo vodil okrog trideset let. Upokojil se je leta 1992, predaval pa je še do vključno leta 2000 - geografom na Filozofski fakulteti in sanitarcem na zdravstveni šoli (sedanji Zdravstveni fakulteti). Ker torej ni učil samo meteorologov, je bilo njegovih študentov na tisoče. In še po upokojitvi leta 1992 je objavljajl: v bazi COBISS ima po upokojitvi še 35 zapisov.

Raziskovalno delo prof. Petkovška je predvsem s področja pojavov v ozračju nad goratim reliefom. Mnogi po svetu, ki se ukvarjajo s specifičnimi razmerami v konkavnih reliefnih oblikah z jezeri hladnega zraka pod temperaturnim obratom, poznajo njegove teoretične rezultate in spoznanja terenskih merjenj. Z izjemno skromno opremo je opazoval in meril dogajanja v meglenih jezerih v kotlini, npr. tako, da je na vsake pol minute z majhno filmsko kamero naredil po en posnetek in tako ustvaril filmček o tem, kako valuje meja med spodnjim hladnim in zgornjim toplejšim zrakom, ali pa, kako ob dovolj močnem vetru zgoraj postane turbulenca dovolj močna, da od zgoraj nagrize spodnji stabilen hladen zrak. Nagrade za večurno prezebanje in otrpel prst na sprožilniku kamere so bili njegovo osebno zadovoljstvo, da je ugotovil, kako se pozimi, ko ni dovolj dotoka sončne energije za termični razkroj, sploh lahko razkroji tako jezero hladnega zraka, pa tudi zanimanje drugih za njegova spoznanja. Ker je v mirnem hladnem zraku pogosto zrak precej onesnažen, se je veliko ukvarjal tudi z meteorološkimi vplivi na onesnaženost zraka, zato naj omenimo tudi njegove raziskave o tem, kolikšni bi smeli biti največji izpusti onesnaževal v kotlinah ali pa množico ekspertiz v okviru skupine SEPO na Institutu Jožef Štefan.

Filmanje s pobočij ni njegov edini način, kako brez opreme, kakršno so tedaj že imeli kolegi v tujini, kaj opazovati, izmeriti in ugotoviti. Kaj vse je meril in opazoval s svojimi študenti: z dimnimi bombami pobočne vetrove, tok gor in dol po pobočjih umetne kotline v stekleni posodi, vertikalni profil hitrosti burje s sledenjem napihnjenih vreč s teodolitom, ki jih je kolega metal z letala, s piezometričnim merilnikom tlaka spekter sunkov v burji, z opazovanjem smeri in debeline nabranega ivja okrog mesta toplotni otok tega mesta, itd. Res, prof. Petkovšek je znal tako rekoč iz nič pripraviti poskus v naravi ali v laboratoriju. Ko danes za nazaj ocenjujemo te eksperimentalne

meritve, se lahko iskreno čudimo njegovi iznajdljivosti, da je s tako preprosto opremo zmogel pridobiti marsikakšno koristno kvantitativno informacijo o dogajanjih v ozračju v mezo-meteorološki skali. Tisti v svetu, ki so že takrat imeli lidarje, merilnike vetrnih profilov, sonde za spuščanje z letal, zvočne anemometre itd. bi se morda celo nasmehnilo njegovim poskusom. Iz omenjenih tematik so njegovi najbolj odmevni članki: Night drainage winds, Turbulent dissipation of cold air lake in a basin ali pa Upper boundary of the bora as a stationary frontal surface. In po vsem tem, ga poznajo vsi, ki se zbirajo na konferencah o alpski meteorologiji, kot je ICAM.

Omenimo še nagrade: leta 1981 je prejel nagrado Sklada Borisa Kidriča (predhodnica sedanjih Vegovih nagrad) in leta 1983 nagrado Svetovne meteorološke organizacije iz Sklada B. Dobriloviča.

Bil je večkratni predsednik Društva meteorologov Slovenije in glavni urednik strokovno-znanstvenega časopisa Razprave – Papers. V začetnem obdobju je bil gonilna sila izdavanja Razprav – Papers, ki so bile takrat edini tovrstni časopis v takratni Jugoslaviji. Od svojega obširnega opusa preko 150 strokovnih

člankov in razprav, knjig in učbenikov je petintrideset strokovnih člankov objavil prav v Razpravah, kar pomeni, da lahko njegove članke najdemo v skoraj vsaki številki. Bil je tudi član uredniških odborov mnogih tujih publikacij, na primer Geofizike ter Meteorologische Zeitschrift. Bil je član mnogih domačih in mednarodnih komisij in odborov ter več let predstavnik SFRJ v skupini za varstvo zraka pri OECD. Sodeloval je z mnogimi tujimi univerzami v Evropi, Ameriki in na Japonskem ter seveda z vsemi univerzami bivših republik SFRJ.

Prof. Petkovšek je bil prijazen človek. Tako prijazen, da ga je imel osebno rad tudi njegov profesor, ki je npr. zanj zlezal na drevo po češnje, da si »mladi asistent ne bi umazal svoje lepe svetle obleke«. In to kljub temu, da temu njegovemu profesorju sicer ni bilo všeč, da bi sploh imel asistenta. Bil vedre narave in precej odločen – brez odločnosti ne bi obdržal Katedre za meteorologijo. Bil je toleranten: četudi se s kom ni strinjal, mu ni vsiljeval svojega mnenja.

Hvaležni smo mu za vse, kar je naredil za Slovensko meteorološko društvo in razvoj meteorologije v Sloveniji. Pogrešali bomo njegova razmišljanja in ideje.

prof. dr. Jože Rakovec
Jožef Roškar

Meteorološka opazovanja v letu 2018

Mateja Nadbath, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

Na začetku leta 2018 potekajo meteorološka opazovanja¹ v državni mreži meteoroloških postaj na 175 postajah z opazovalci in 172 samodejnih postajah. Zaradi velike podnebne pestrosti je vsaka meteorološka postaja zelo dobrodošla in prispeva k boljšemu poznavanju in razumevanju podnebja. Za Slovenijo je značilna velika podnebna pestrost, saj se na zelo majhnem območju izmenjujejo in prepletajo trije zelo različni podnebni tipi: submediteranski, alpski in celinski tip podnebja.

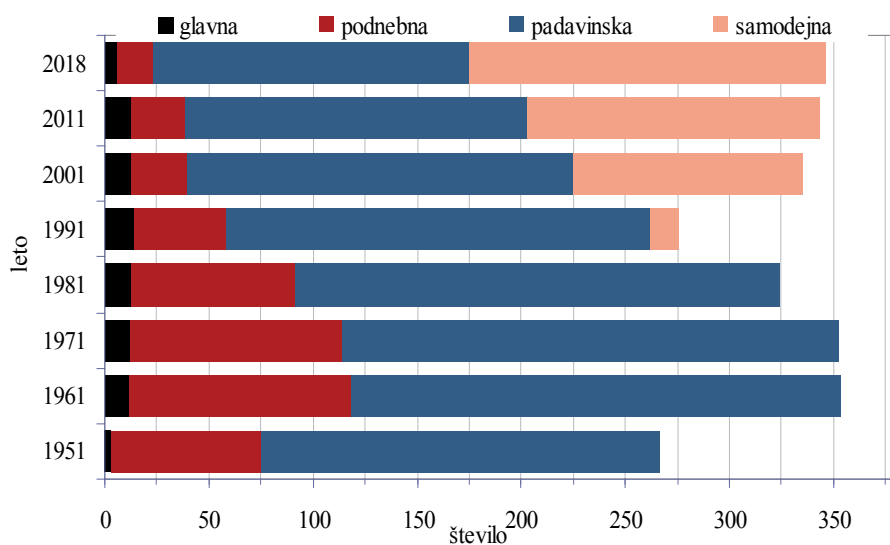
Struktura meteoroloških postaj

Od klasičnih² je največ padavinskih postaj, 152, 18 je podnebnih, dve sta postaji 1. reda in štiri postaje na letališčih. Po uspešno zaključeni posodobitvi mreže postaj v okviru projekta BOBER, ima Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) poleg klasičnih še 121 meteoroloških samodejnih postaj in 51 hidroloških in ekoloških postaj, na katerih merimo tudi nekatere meteorološke spremenljivke. Vreme po Sloveniji spremljano na 309 različnih krajih; v nekaj primerih sta namreč klasična in samodejna postaja v istem kraju in delujeta vzporedno.

Število postaj po njihovih vrstah (slika 1) nakazuje na spremembo v načinu opazovanja vremena. Smo v prehodnem obdobju, ko počasi a vztrajno prehajamo na samodejne postaje. Samodejna postaja pogosto nadomesti opazovalca, ko ta preneha z opazovanji. Število samodejnih postaj narašča, od prve samodejne meteorološke postaje, ki je bila postavljena decembra 1989 v Mariboru, do današnjih 121. S samodejne postaje v Mariboru bomo letos imeli tridesetletni niz podatkov, kolikor jih potrebujemo pri analizi podnebja za primerjalno povprečje.

Leta 2017 so na postajah prvega reda, Murska Sobota, Celje Medlog, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Novo mesto, Bilje in Rateče, profesionalne opazovalce zamenjali prostovoljni, ki opravljajo opazovanja zjutraj, večino podatkov o vremenu pa je s teh krajev sedaj s samodejne postaje. Profesionalni opazovalci so ostali še na Kredarici, v Ljubljani in na letališčih Jožeta Pučnika Ljubljana, Edvarda Rusjana Maribor, Cerklje in Portorož. Na vseh ostalih postajah, podnebnih in padavinskih, opazovanja opravljajo prostovoljni meteorološki opazovalci.

Velike zasluge za dolge nize podnebnih podatkov v Sloveniji gredo meteorološkim opazovalcem, ki vestno



Slika 1. Število postaj z meritvami meteoroloških spremenljivk po vrstah in letih

1 Izraz meteorološko opazovanje pomeni tako merjenje meteorološke spremenljivke z instrumenti kot njeno opazovanje, kar opazovalec zazna z vidom in sluhom (megla, grmenje, bliskanje...).

2 Klasična meteorološka postaja je postaja z opazovalci; imenovana tudi ročna postaja.

Intelligenz-Blatt zur Laibacher Zeitung Nro. 7.

Meteorologische Beobachtungen zu Laibach.

Monat.	Barometer.						Thermometer.						Hygrometer.						Witterung.	
	Frühe		Mitt.		Abend.		Frühe		Mitt.		Abend.		Frühe		Mitt.		Abend.			
	Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.	R.	W.	R.	W.	R.	W.	L.	S.	L.	S.	L.	S.		
Janer	15	27	10	27	10	27	10	2	—	—	2	1	—	—	17	—	14	—	13	Schön
	16	27	9	27	9	27	9	—	3	—	6	—	4	—	15	—	17	—	16	Schön
	17	27	9	27	8	27	8	—	3	—	7	—	6	—	20	—	21	—	21	Trüb
	18	27	8	27	9	27	8	—	4	—	5	—	5	—	24	—	23	—	24	Regen
	19	27	8	27	9	27	9	—	3	—	6	—	3	—	23	—	22	—	19	Schön
	20	28	—	28	—	28	—	—	1	—	6	1	—	—	20	—	19	—	15	Schön

Slika 2. Izsek iz časopisa Intelligenz-Blatt zur Laibacher Zeitung Nro. 7 z objavo vremenskih podatkov za dneve od 15. do 21. januarja 1818. Za vsak dan so objavljeni jutranji, opoldanski in večerni izmerki. Zračni tlak (Barometer) je zapisan v dunajskih colah (Z) in linijah (L)¹, temperatura zraka (Thermometer) v stopinjah Reaumur², za izmerke zračne vlage (Hygrometer) pa ne vemo zagotovo v katerih enotah so zapisani (arhiv ARSO).

in vztrajno vsak dan opazujejo vreme in ga beležijo, mnogi med njimi po več desetletij. Delo opazovalca na postaji 1. reda in na letališču je, da opravlja meritve vsako uro med prisotnostjo na postaji, atmosferske pojave pa opazuje in beleži tudi med opazovalnimi termini. Na podnebni postaji opazovalec opravlja nekatere meritve trikrat dnevno, ob 7., 14. in 21. uri po krajevnem času, vremenske pojave pa opazuje in beleži neprekinjeno. Z opazovanji pojavov je podobno tudi na padavinski postaji, meritve pa opazovalec opravi ob 7. uri, razen ob močnih nalivih, ko ima še izredne meritve.

Zgodovina meteoroloških postaj

Število postaj z opazovalci upada. Največ jih je bilo v obdobju šestdesetih in sedemdesetih let, ko

jih je bilo čez 350; v toliko krajih po Sloveniji smo tedaj tudi opazovali vreme. Prve podatke s tovrstnih postaj imamo v našem arhivu od leta 1818, ko je z opazovanji začel profesor Friedrich Anton Frank v Ljubljani (slika 2). Sistematično in organizirano so meteorološka opazovanja v Sloveniji stekla leta 1850, kmalu potem, ko so v takratni Avstro-Ogrski ustanovili Centralni zavod za meteorologijo in Zemeljski magnetizem (Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus). Nizi podatkov s tovrstnih postaj so dolgi, marsikdaj 100 let in več, za Ljubljano denimo 200 let. V vseh teh letih se je nabralo ogromno podatkov o podnebjju Slovenije. ARSO je zato upravičeno ponosen na bogat arhiv podnebnih podatkov, ki je del zgodovinske in kulturne dediščine naroda. Samo s postaj z opazovalci imamo dovolj dolge nize podatkov za analizo podnebjja.



Slika 3. Padavinska postaja Davča, september 1999 (Foto: arhiv ARSO).

¹ Dunajska cola (oznaka Z ali ") = 12 linij = 26,340 053 mm, dunajska linija (oznaka L ali "'") = 12 Punkte = 2,195 004 mm, Punkt (oznaka P) = 182,917037 µm

² Reaumur (oznaka °Re ali °r) T (°C) = T (°R) × 5/4, ledišče vode je pri 0 °r, vrelišče pa pri 80 °r

2942
Nr. 2272

Klimabest. Sta. Reichswetterdienst

Niedererschlagsmessstelle: *Dautschau St. 57* Monat *Mai* 19 *44*

Kreis: *Krainburg* Flußgebiet: *Lava* Höhe der Meßstelle über Normal Null $H_N = 900$ m

Provinz: *Oberkrain* Seit der regelmäßigen Messung *7 10* Höhe des Regenmessers über dem Erdboden $h_r = 150$ m

Sommerzeit

Tag	1		2		3	4	5
	Niedererschlagshöhe in 24 Stunden mm	Zeitmessungen	Schneehöhe mm	Schneehöhe in cm			
1						<i>N - W 7-7.</i>	
2						<i>N W W nacht 7</i>	
3						<i>S - W - 7 - 20.</i>	
4					<i>0 - Δ - 19 - nacht</i>	<i>N - O - 7 - nacht 4.</i>	
5	<i>40</i>	<i>7 10</i>			<i>0 - 7 - 7.</i>	<i>≡ - 7 - 7. 8 W - 7 - 7.</i>	
6	<i>66</i>	<i>7 10</i>			<i>0 - 7 - 7.</i>	<i>≡ 8 W - 7 - 7.</i>	
7	<i>68</i>	<i>7 10</i>			<i>0 - 7 - 7.</i>	<i>≡ S - W - 7 - 7.</i>	
8	<i>409</i>	<i>7 10</i>			<i>0 * - 7 - 7.</i>	<i>≡ - 7. nacht 10 W - 7 - 7.</i>	
9	<i>748</i>	<i>7 10</i>	<i>5</i>			<i>10 W 7 - 7.</i>	<i>5</i>

Slika 4. Izsek mesečnega poročila s postaje Davča za maj 1944. Davča je bila takrat postaja Velikonemškega rajha, zato je obrazec v nemščini. Poleg osnovnih podatkov o postaji in podatkov o vremenu pa je tudi zabeležka o poletnem času (Sommerzeit). Že med drugo svetovno vojno so premikali ure (arhiv ARSO).

Postaje z dolgimi nizi in njihovi opazovalci

Pri prostovoljnih meteoroloških opazovalcih je veliko primerov, ko so se z opazovanji seznanili vsi v družini, saj je za tovrstno »stalno pripravljenost« potrebna namestnik; s tem opazovanja prehajajo iz roda v rod.

Kar 96 je delujočih postaj, na katerih več rodov iste družine vrši meteorološka opazovanja 30 let ali dlje. Najdlje, kar 92 let opravljajo meteorološka opazovanja pri družini Prezelj v Davči, to je od leta 1925, ko so postajo prvič postavili v tem kraju. Od začetka delovanja padavinske postaje opazovanja opravljajo tudi pri družini Dolinar v Lučinah, to je že 91 let. Prav veliko ne zaostaja družina Šneler na Sinjem Vrhu z 89 leti opazovanj, 88 let opazovanja opravljajo pri družini Rojc na Hribu v Loškem Potoku in družini Markelj v Zgornji Sorici, v Logatcu je postaja pri družini Meze 87 let, v Železnikih pri družini Reya 86 let, v Kranjski Gori pri družini Žerjav 85 let in v Srednji Bistrici pri Lebarjevih 83 let.

Podobno kot v Davči in Lučinah, kjer je postaja od svoje ustanovitve pri isti družini, je med delujočimi postajami, ki delujejo že 30 let, še osem takšnih

(preglednica 1). To so postaje na Jeronimu (s 66 leti opazovanj), Javorniškem Rovtu (65 let), Pustih Ložicah (64 let), v Opatjem selu (62 let), Slapu (49 let), Dobrničju (34 let), Zdenski vasi (34 let) in Čemšeniku (30 let).

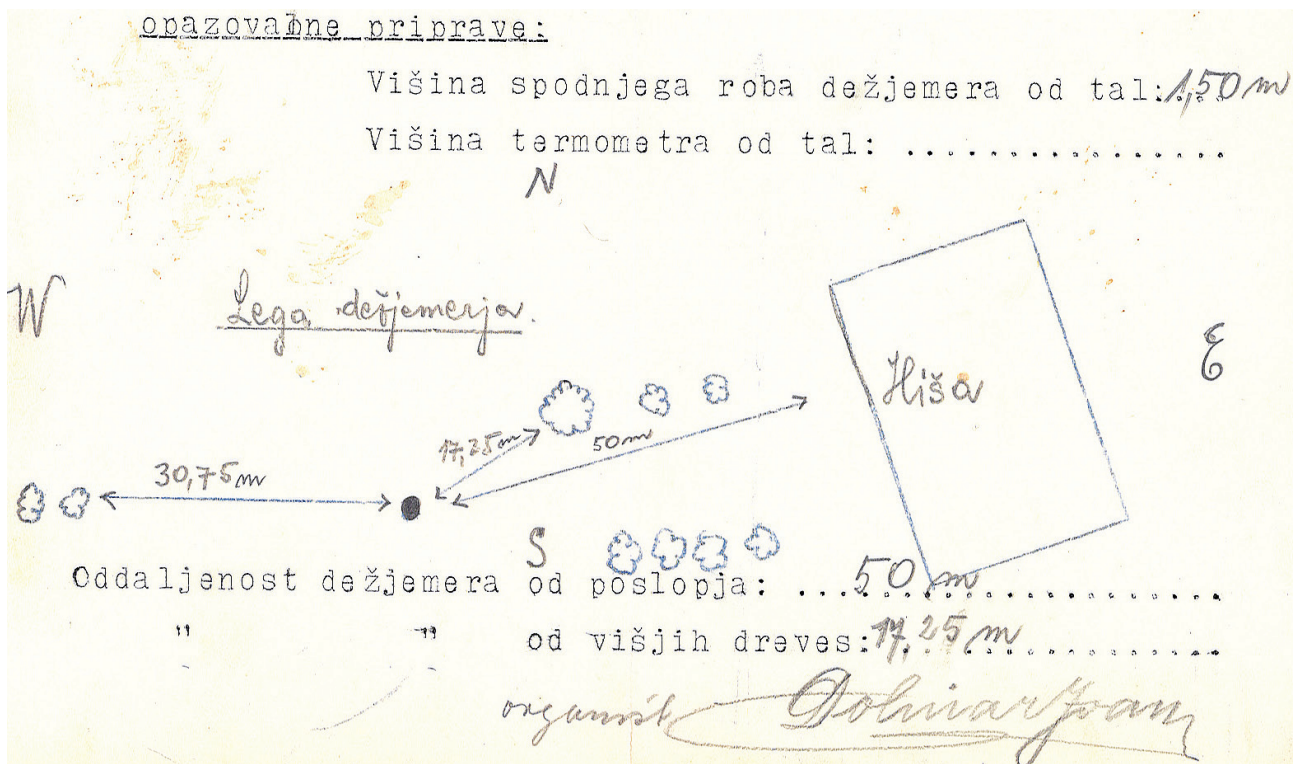
Velja izpostaviti tudi družine, ki so v preteklosti dlje od 30 let opazovale na še delujočih postajah. Družina Škvarča je na Vrhniku vreme spremljala 78 let, 63 let je to delo opravljala družina Kurnik iz Koprivne, 60 let pa družina Žitnik iz Črne vasi, v Podkrajju je padavinsko postajo imela družina Kobal 54 let, v Hotedršici pa 53 let družina Nagode. Vsega skupaj je 32 takih družin. Zagotovo je bilo na postajah, ki so prenehale z opazovanji, takšnih družin še več.

Na nekaterih postajah najdemo več družin, ki so vztrajale z opazovanji po več desetletij. Tako sta po dve družini več kot 30 let opazovali v Cirkulanah, Kadrencih, Kneških Ravnah, Morskem, Planini pod Golico, Ribnici na Pohorju, Solčavi, Šalovcih, na Vučji Gomili in Žusmu.

Po naših evidencah je delo prostovoljnega meteorološkega opazovalca najdlje opravljal Ivan



Slika 5. Padavinska postaja Lučina, maj 2007 (Foto: arhiv ARSO).



Slika 6. Skica padavinske postaje v Lučinah iz leta 1937 s podpisom opazovalca (arhiv ARSO).

Prezelj na postaji v Davči, kar 70 let. Sledi mu Ivan Pader iz Vojnika z 68 leti opazovanj, 61 let že opazujeta Filip Dolinar iz Lučin in Franc Škrabec iz Nove vasi na Blokah. V Sevnem Marija Vidgaj vreme opazuje 58 let, 55 let pa Vida Rošelj s Fužine, ravno tako dolgo je bil opazovalec tudi Ivan Dragar s Pokojišča. Po 54 let so bili prostovoljni opazovalci Elizabeta Praznik iz Kotelj, Anton Kobal iz Podkraja in Anton Trstenjak iz Starš. 53 let so spremljali vreme Pavel Nagode iz Hotedršice, Neža Kalamar s postaje Martinje, Hugo Jesensky iz Podbrda in Ivan Skvarča z Vrhniko. Zadnja s seznama opazovalcev, ki so delali vsaj 50 let je Tončka Praznik, na Remšniku je bila opazovalka 52 let. Na seznam opazovalcev, ki so opazovanja opravljali 30 let, je danes vsega skupaj 99 opazovalcev, vendar seznam ni popoln, ker z raziskovanjem zgodovine postaj še vedno najdemo kakšne nove podatke.

Številni opazovalci so s svojim delom zbrali obsežen arhiv podnebnih podatkov. Večina tega gradiva je za obdobje pred letom 1961 še vedno le na papirju. Za lažjo uporabo in njegovo zaščito ga je potrebno še digitalizirati. Vsi podnebni podatki od leta 1961 do danes so v digitalni bazi podatkov in so osnova za analize podnebja. Poznavanje podnebja je pomembno, saj vpliva na mnoga področja človekove dejavnosti: kmetijstvo, energetiko, gradbeništvo, promet, turizem... Vplive podnebja čutimo v našem vsakdanu, za kakršnokoli načrtovanje ukrepov in prilagoditev družbe in njene dejavnosti na spremenljivo podnebje potrebujemo kakovostne podatke o podnebnju. Podatki s klasičnih postaj so kakovostni, dolgi in v gosti mreži postaj; ti podatki so bili osnova za analizo podnebja Slovenije v obdobju 1961–2011, ki je bila objavljena v publikaciji »Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011«.

Sto let od ustanovitve Zavoda za meteorologijo in geodinamiko v Ljubljani

Jože Rakovec

Uvod

Ko je po koncu 1. svetovne vojne razpadla Avstro-ogrsko monarhija, je Osrednjemu zavodu za meteorologijo in geodinamiko na Dunaju (ZAMG) prenehala formalna odgovornost za meteorologijo na Slovenskem. Torej je bilo potrebno kar na hitro poskrbeti, da se dejavnost v novi Državi Slovencev, Hrvatov in Srbov nadaljuje. Poverjenik Narodne vlade SHS za uk in boogočastje dr. Karel Verstovšek je dokaj hitro ukrepal in 4. marca leta 1919 izdal dr. Franu Čadežu tudi formalni akt glede meteorologije. Ime Zavod za meteorologijo in geodinamiko (ZMG) v njem sicer ni omenjeno, vsebinsko pa gre zanj.

Obenem so se tudi takoj po razpadu monarhije pričele pobude za ustanovitev univerze v Ljubljani. Tako je bila že 23. novembra 1918. leta ustanovljena Vseučiliška komisija (VK) z idejo ustanoviti slovensko univerzo in že tri dni zatem, 26. nov. 1918 je bil pri telesu Narodnega sveta (Države SHS) sestavljen spisek njenih možnih učiteljev – predvsem »sposobnih za takojšnjo habilitacijo« (Mikuž 1969, Arhiv UL1). Med 24 takimi je bil tudi Novomeščan Ferdinand Seidl (Iv. Rakovec 1943). Verjetno je bil on tisti, na katerega je računala iniciativna skupina za Tehniško fakulteto, ki je 30. maja 1919 v spisek predvidenih učiteljev na tej fakulteti zapisala tudi potrebo po honorarnem docentu za Meteorologijo/Klimatologijo.

Iztekle se je tako, da sta se obe pobudi združili s tem, da je minister prosvete Kraljevine Srbov, Hrvatov in Slovencev z odlokom V.N. Br. 4080 dne 25. nov. 1921 Zavod za meteorologijo in geodinamiko v Ljubljani postavil pod upravo Univerze in zanj konkretno poveril tedanjega profesorja geografije na Filozofski fakulteti.

ZMG je do leta 1947 skrbel za operativno meteorologijo na slovenskem. O tem so sicer pisali že drugi, a ker so postali znani še nekateri novi originalni dokumenti, je vredno vse skupaj še enkrat opisati. Tu se omejimo samo na obdobje do leta 1950, ko je ZMG prenehal obstajati. V tem prispevku je torej opisano, kako je nastal ZMG in kako so na Univerzi v Ljubljani že od samih začetkov predvideli tudi meteorologijo, kako je ZMG skrbel za meteorološke meritve, obdelavo podatkov ter za raziskave v meteorologiji, kako se je razvijal pouk raznih meteoroloških vsebin v okviru ZMG do leta 1950, ko je bila ustanovljena Katedra za meteorologijo na Matematično-fizikalnem oddelku takrat na novo organizirane Prirodoslovno-

matematične fakultete Univerze v Ljubljani (UL). Nadaljnji razvoj študija in raziskovalno delo na univerzi po letu 1950 sta opisana v Zborniku UL FMF ob stoletnici Univerze v Ljubljani (Rakovec 2019). Zato tu omenimo samo, da je od tedaj do danes (poleti 2018) na tem študiju diplomiralo okrog 120 študentov, 14 jih je doseglo znanstveni magistririj, doktortat znanosti pa 14.

Operativna meteorologija deluje danes v Agenciji za okolje Republike Slovenije (ARSO), pred tem pa v Hidrometeorološkem zavodu Slovenije (HMZ). Študij meteorologije je v Sloveniji dandanes na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, razna predavanja iz meteorologije in sorodnih vsebin pa so na UL še na Biotehniški fakulteti (agronomija, gozdarstvo), Fakulteti za strojništvo (letalstvo), Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo (hidrologija), Filozofski fakulteti (geografija), na Zdravstveni fakulteti (sanitarno inženirstvo) in na doktorskem študiju Varstva okolja. Meteorološke vsebine predavajo tudi na Univerzi v Mariboru (tehniško varstvo okolja) in na Univerzi v Novi Gorici (okolje). Kogar to bolj zanima, naj o meteorologiji na Biotehniški fakulteti prebere npr. opis Hočevar in Kajfež-Bogataj (2004).

O Zavodu za meteorologijo in geodinamiko (ZMG) je torej pisalo že več avtorjev (npr. Pučnik 1980, Borko 1989, Petkovšek 1992 in še nekateri). Borko je npr. natančno pregledal, uredil in popisal arhiv ZMG-ja (Borko 1989). Ob tem moramo žal opozoriti, da izgleda, da je originalni arhiv ZMG, ki ga g. Miran Borko predal v hrambo Hidrometeorološkemu zavodu, ta zavod (ali pa morda njegova naslednica ARSO) nekam založil ali celo izgubil. Upajmo, da je samo založen!

Zamislite o meteorologiji ob ustanavljanju Univerze

Ker so dokumenti o meteorologiji na univerzi zgodnejši od tistih o ZMG, začnimo s pobudami o meteorologiji na Univerzi. Omenili smo že, da je bila 23. novembra 1918 – manj kot mesec po tem, ko je razpadla Avstro-ogrsko monarhija – ustanovljena Vseučiliška komisija (VK) z idejo ustanoviti slovensko univerzo in že tri dni zatem, 26. nov. 1918 je bil pri telesu Narodnega sveta (Države SHS) sestavljen spisek njenih možnih učiteljev – med njimi je bil tudi Ferdinand Seidl, po študiju v Gradcu naravoslovec,

matematik in fizik, sicer pa ob začetku svoje znanstvene poti predvsem meteorolog, potem bolj seizmolog in kasneje geolog (Iv. Rakovec 1943). Pol leta kasneje, 30. maja 1919, je podkomisija VK za tehniško fakulteto, ki je že pred formalno ustanovitvijo univerze pripravljala prvi nekajmesečni tečaj (»skrajšani prvi letnik« še pred začetkom jeseni tega leta) o čemer pričata dva tukaj priložena dokumenta (Arhiv RS 100 in Arhiv UL2). V prvem (dve strani dolg dokument) predlaga predmete za študij na tehniški fakulteti (v ustanavljanju), in sicer 22 predmetov, med njimi tudi meteorologijo/klimatologijo s privatnim docentom ter s po dvema urama predavanj. V drugem dokumentu z istim datumom (šest strani

dolg dokument) pa konkretno za prvo šolsko leto (za čas od 1. jul. 1919 do 30. jun. 1920) tega predmeta ne navaja, kar verjetno pomeni, da meteorologija ni bila predvidena za prvo leto izvedbe – morda tudi zato, ker ni bilo še jasno, kdo bi to poučeval (glej nadaljevanje). Še tole: V Arhivu RS sta v originalu dokumenta AS 100 2/1/1-818 Meteorologija/Klimatologija tudi na rahlo prečrtana (kar se na kopiji v Arhivu UL ne vidi in na priloženi sliki komaj opazi). To morda lahko razumemo, kot da se prvo leto ne bo izvajala. Vendar to ni edina razlika med dokumentoma 2/1/1-818 in 2/1/2-781 – za dejansko izvedbo je bilo tudi za marsikak drug predmet predlagano manjše število profesorjev, docentov in asistentov, toda več pomožnega osebja.

B. Seanam profesor in docentur za učne predmete I. in II. letnika: svobenedega, strojniškega, rudarskega, geodetskega, kemičnega ter tečaja za zavarovalno tehniko.

1. Višja matematika	2 profesorja	1 hon.docent - 6 ur
2. Opisna geometrija	1 profesor	1 asistent
3. Fizika (optika)	1 profesor	
4. Mehhanika I, II, III,	1 profesor	2 hon.docenta - 11 ur
5. Splošna kemija	-	1 hon.docent - 4 ure
6. Kemija I,	1 profesor	2 asistenta
7. Geologija (mineralogija, petrografija)	1 profesor	1 hon.docent - 5 ur
8. Geodestija	1 profesor	1 konstrukter 2 asistenta
9. Meteorologija/klimatologija)	-	1 hon.docent - 2 uri
10. Tehn. risanje	1 profesor	
11. Strojno risanje	-	1 hon.docent - 5 ur
12. Stavitinstvo	-	1 hon.docent - 3 ure
13. Strojleslovje	1 profesor	1 asistent
14. Elektrotehnika	1 profesor	
15. Tehnika katastra	-	1 hon.docent - 3½ ure
16. Zemljedelstvo (pedologija)	-	1 hon.docent - 6 ur
17. Meh. tehnologija	1 profesor	
18. Pravne discipline	-	2 hon.docenta-8½ ur
19. Higijena	-	1 hon.docent - 1½ ure
20. Zemljiška knjiga, agrarne operacije	-	1 hon.docent - 2 uri
21. Knjigovodstvo	-	1 učitelj - 1½ ure
22. Praktična fotografija	-	1 učitelj - 1 uro

Skupaj: 12 profesorjev, 60 hon. docentovskih in učiteljskih ur, 1 konstrukter, 6 asistentov;
(brez kemičnega oddelka: 11 prof., 1 konstrukter, 4 asistenti, 1 rektoratni tajnik, 1 blagajnik; sv. 1 amaneurski v Knjižnici; 12 slug.)

818

O s o b j e :

- 1.) matematika: 1 redni profesor, 1 docent (b),
- 2.) opis. geometrija: 1 izredni profesor, 2 asistenta,
- 3.) fizika: 1 redni profesor,
- 4.) mehanika: 1 izredni profesor,
- 5.) splošna kemija: 1 redni profesor,
- 6.) mineralogija: 1 redni profesor, 1 asistent,
- 7.) geodestija: 1 redni profesor, 1 konstrukter, 2 asistenta,
- 8.) stavbarstvo: 1 izredni profesor,
- 9.) strojleslovje: 1 redni profesor,
- 10.) elektrotehnika: 1 redni profesor, 1 asistent,
- 11.) meh. tehnologija: 1 izredni profesor,
- 12.) gradbeno risanje: 1 izredni profesor,
- 13.) strojno risanje: 1 docent (7),
- 14.) tehnika katastra: 1 docent (3),
- 15.) zemljedelstvo: 1 docent (2),
- 16.) zemljiška knjiga: 1 docent (2),
- 17.) pravne discipline: 2 docenta (6),
- 18.) zdravstvo: 1 docent (2),
- 19.) knjigovodstvo: 1 učitelj (2).

- 20.) dekanatski tajnik,
- 21.) 6 slug.

Sklupaj:

7 rednih profesorjev,
5 izrednih profesorjev,
8 docentov, (27 doc. ur),
1 učitelj (2 uri),
1 konstrukter,
6 asistentov,

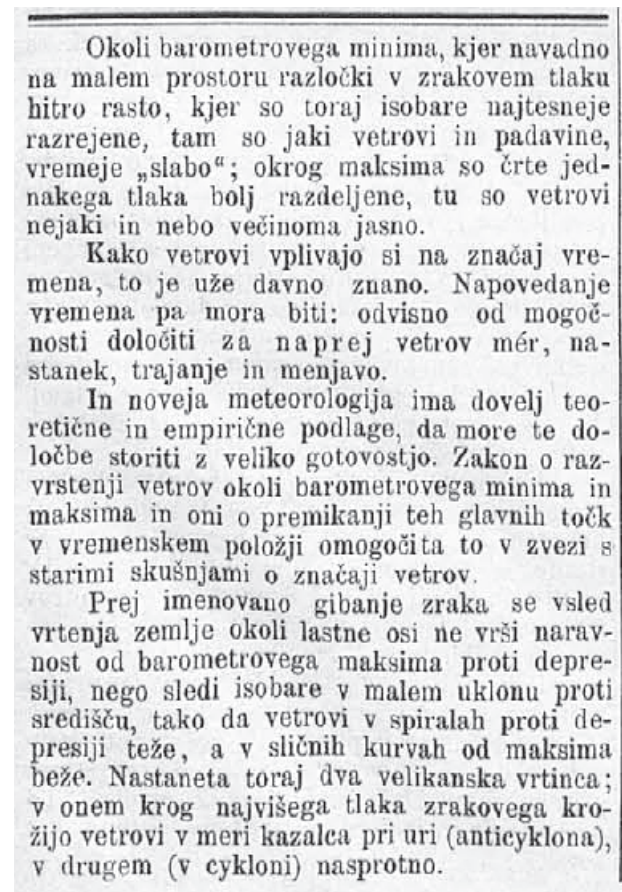
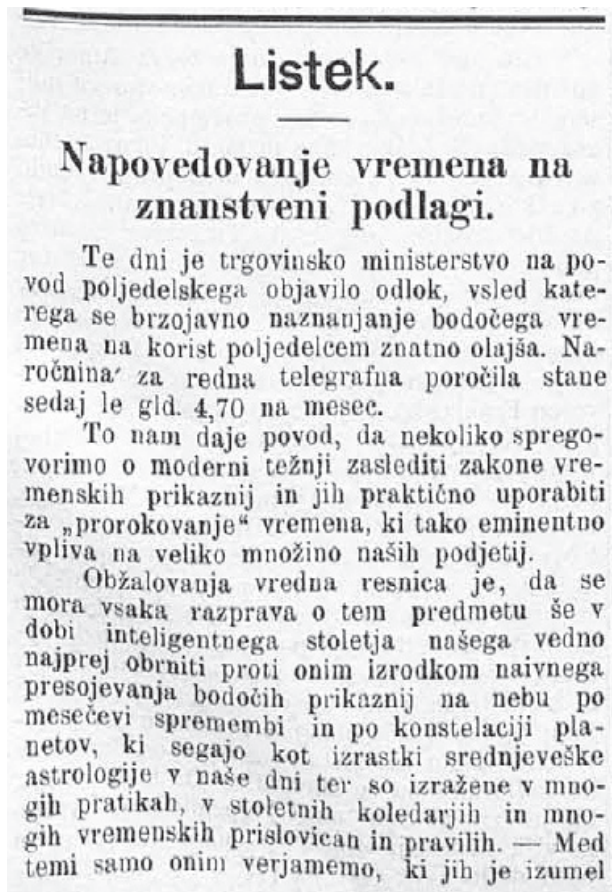
1 tajnik,
6 slug.

781

Sliki 1. Predlog predmetov na Tehniški fakulteti (levo, list 818) in predlog za izvedbo v šolskem letu 1919 za prva dva semestra od Velike noči do jeseni (desno, list 781); oboje 30. maja 1919 (Arhiv RS 100: Vseučiliška komisija, 2/1/1-818 in 2/1/2-781, s pisnim dovoljenjem; kopiji tudi v Arhivu UL2)

V tistem času je meteorologijo na slovenskem najbolje poznal in razumel Ferdinand Seidl, ki je v Gradcu doštudiral prirodopis, matematiko in fiziko. Leta 1884 je objavil prvi, na sodobnih spoznanjih meteorologije zasnovan članek napisan v slovenščini: Napovedovanje vremena na znanstveni podlagi (Seidl 1894). V njem razloži osnove sinoptične metode na podlagi istočasnih opazovanj, pomen polja zračnega tlaka ter vpliv vrtenje Zemlje na vetrove (Coriolisov efekt) ter premeščanje vremenskih sistemov pretežno

od zahoda proti vzhodu. V tem članku pohvali tudi dunajski Osrednji zavod za meteorologijo in magnetizem Zemlje - ZAME, ustanovljen leta 1851, ki je skrbel za meteorološko službo, vključno s širjenjem mreže merilnih in opazovalnih meteoroloških postaj, češ, da je leta 1875 za avstrijski del monarhije »izrekel 83,9 popolnoma in 11,2 deloma resničnih napovedi vremena izmed 100« (a ni navedeno, po katerih kriterijih so dobljene te – za tiste čase zelo ugodne – ocene).



Slika 2. Ferdinand Seidl, Napovedovanje vremena na znanstveni podlagi. (Iz Ljubljanskega lista 15.04.1894, <https://www.dlib.si>), levo začetek članka, desno stolpec, v katerem pojasnjuje vpliv vrtenja Zemlje (Coriolisov efekt) na vetrove.

Leta 1898 je Seidl v dunajskem Meteorologische Zeitschrift objavil opis Luftwellen bei Bora im Golfe von Triest (Seidl 1898), v katerem opisuje, kako je od Miramara videl, da ob burji valuje slika grebenov na vzhodni in južni strani Tržaškega zaliva. Za razlago pojava se sklicuje na razlago valov na meji dveh različno gostih zračnih mas: »Lahko bi poskusili razložiti opazovano valovno gibanje kot Helmholtzov primer za valovanje v zraku.« Pri tem pa kljub pravilni osnovni ugotovitvi, da svetlobni žarki potujejo skozi valujočo zračno maso (»Indem die Lichtstrahlen ... in Wellenbewegung befindliche Luftmasse passirten...«), naredi na koncu vseeno nekaj napačnih sklepov (glej npr. Petkovšek 1992).

Tretja objava, ki jo je vredno omeniti, pa je zelo znana Klima Kranjske (napisana v nemščini: Das Klima von Krain, Seidl 1892-1902). Opis klime Kranjske je izhajal postopoma od leta 1891 do 1902, potem pa še kot posebni odtis z naslovnim listom, kazalom in samostojno paginacijo – skupaj 649 strani.

Te, pa tudi druge njegove meteorološke objave (Iv. Rakovec 1943) pričajo, da je bil Ferdinand Seidl z novimi spoznanji na tekočem in bi bil ustrezen učitelj na področju meteorologije. To ga je pri pripravljalcih predloga za slovensko univerzo – ob vseh njegovih drugih seizmoloških, meteoroloških, geoloških, botaničnih dosežkih in objavah (kakih sto razprav, člankov in knjig) – že ob prvih pripravah 26. nov.



Slika 3. Ferdinand Seidl, naravoslovec, fizik, matematik, meteorolog, seizmolog in geolog, (1856-1942).

Iz <https://www.dlib.si>

1918 kvalificiralo za možnega učitelja na novi univerzi. Kvalificiran je bil za geologijo – za učitelja meteorologije pa je bil pravzaprav edini kvalificiran prav dr. Ferdinand Seidl.

A kot pove Iv. Rakovec (1967): učitelj meteorologije ni postal, ker 1) je bil predviden za geologijo in 2) »velika skromnost in bolehnost, ki je z leti nastopala, pa sta mu svetovali, da se vabilu ni odzval«. No, tako zelo bolehen vseeno ni bil, saj je kasneje, leta 1926, sprejel vabilo za sodelovanje pri Geološko-paleontološkem inštitutu Univerze ter bil leta 1940 izvoljen v slovensko Akademijo znanosti in umetnosti.

Ali je bil Seidl bolj meteorolog, ali bolj seizmolog, ali pa morda geolog? Po njegovi bibliografiji (Iv. Rakovec 1943) sodeč, je bil sprva predvsem meteorolog. Ko pa je leta 1895 postal poročevalec za potrese, so začele prevladovati seizmološke objave in poročila – a ne izključno te; npr. že omenjeni opis v v dunajskem Met. Z. ali pa po prvi svetovni vojni objavljena razprava o dinarskogorskem fenu (v treh nadaljevanjih) itd.

Ustanovitev Zavoda za meteorologijo in geodinamiko - ZMG

Ob prelomnem času po prvi svetovni vojni je za meteorološko dejavnost za ozemlje nove države prenehal skrbeti Osrednji zavod za meteorologijo in geodinamiko (OZMG oz. po nemško ZAMG) na Dunaju in kar na hitro je bilo potrebno poskrbeti,

da se dejavnost v novi državi nadaljuje. Tako se je ljubljanska meteorološka opazovalnica preoblikovala v Zavod za meteorologijo in geodinamiko (ZMG) in prevzela naloge dunajskega Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ZAMG (dunajski zavod se je leta 1904 preimenoval iz ZAME – E za Erdmagnetismus v ZAMG – G za Geodynamik in tako se imenuje še danes). Pučnik (1980) poudarja velike Seidlove zasluge za ljubljanski ZMG, toda Miran Borko (1989, rokopis) ni nikjer našel navedbe o tem, da je prav Seidl vzpostavil ZMG. Po drugi strani pa bi bilo to možno, glede na to, da je bil Seidl že od 1895 pa do 1915 poročevalec za potrese Dunajski potresoslovni komisiji (Iv. Rakovec 1967). Ob pripravi tega opisa pa so »prišli na dan« še novi dokumenti iz osebnega arhiva prof. FMF Andreja Čadeža.

Da je bil **dr. Fran Čadež** vodja ljubljanskega ZMG vsaj od marca 1919 do decembra 1921 dokazuje več dokumentov - tudi dva dokumenta iz osebnega arhiva prof. Andreja Čadeža. F. Čadež je študiral fiziko na dunajski univerzi in opravil rigorozo 1906. Leta 1907 je postal sodelavec (asistent) dunajskega ZAMG a postal tudi že 1. oktobra 1907 suplent na II. drž. Gimnaziji v Ljubljani (kasneje v Kopru, Gorici, Idriji in še kasneje na realki v Ljubljani). (Arhiv A. Čadež, Slovenec 1907 - dosegljivo na Digitalni knjižnici Slovenije – dlib, na Wikipediji,...)

Prvi dopis Franu Čadežu v zvezi z ZMG je od Poverjeništvu za uk in bogočastje v Ljubljani št. 1106 z dne 4. marca 1919 in je nekak »akt o ustanovitvi«, ki jemlje pod državno nadzorstvo ves inventar potresne opazovalnice in brezžične postaje (kjer naj bi bila tudi meteorološka opazovalnica) v Ljubljani in zanj pooblašča dr. Frana Čadeža, profesorja na realki. Podpisan je Dr. Karel Verstovšek (poverjenik za uk in bogočastje Narodne vlade v Ljubljani – to je v tistem prehodnem času pomenilo »minister«). Res ni omenjeno ime ZMG, vsebinsko pa gre zanj.



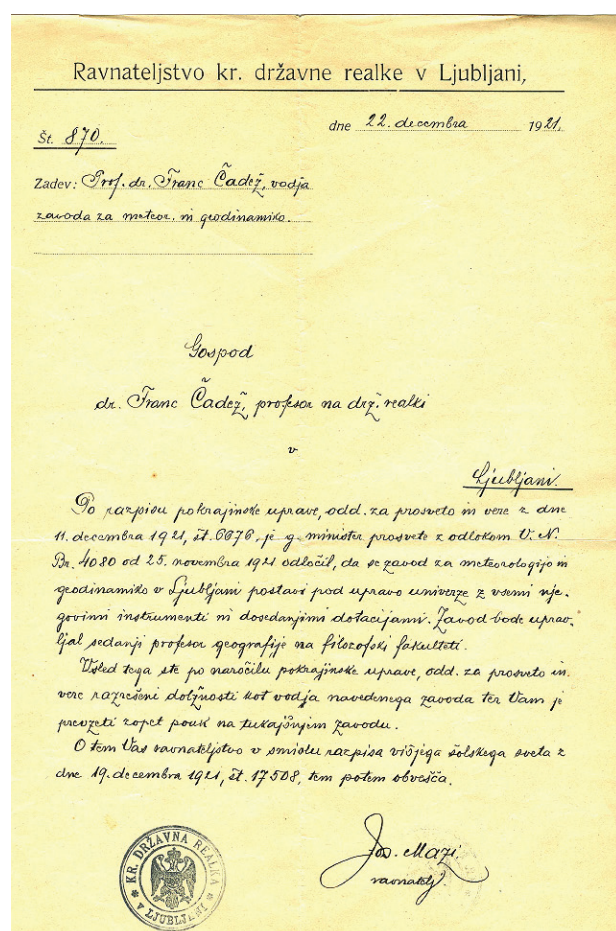
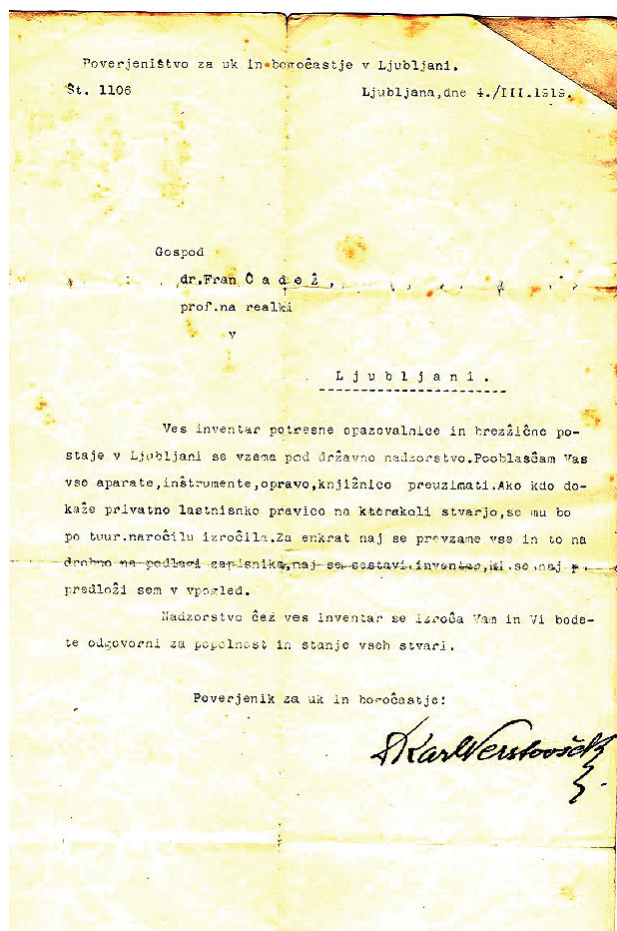
Slika 4. Dr. Fran Čadež (1882-1945), prvi vodja Zavoda za meteorologijo in geodinamiko v Ljubljani iz <https://sl.wikipedia.org/>

<https://sl.wikipedia.org/>

Drugi dokumenti so iz decembra 1921, ko je ZGM prešel na UL. Decembra – 10. in 19. decembra 1921 sta bila sestavljena zapisnika o predaji ZMG Gavazziju oz. Univerzi v Ljubljani (Borkov popis Arhiva ZMG, 1989) ter spet iz arhiva A. Čadeža dokument od 22. decembra 1921, ki pove, da je minister prosvete z odlokom V.N. Br. 4080 dne 25. nov. 1921 Zavod za meteorologijo in geodinamiko v Ljubljani postavil pod upravo univerze in zanj konkretno poverja tedanjega profesorju geografije na filozofski fakulteti, prof. F. Čadežu pa ponovno nalaga polno učno obveznost na realki (Arhiv A. Čadež). (Podoben odlok je bil tri četrt leta prej – sedmega februarja 1921 – izdan glede makroseizmične službe, za katero je skrbel Seidl. O tem Seidl 10. oktobra 1922 piše Gavazziju – z domnevo, kdo je iniciator in s hvaležnostjo Čadežu, da je ta odlok zadrževal (Borko 1989 str. 72).) Posredni viri (Pučnik 1980, Petkovšek 1969) sicer navajajo, da naj bi ZMG prešel na Univerzo že leta 1920, a po dokumentih (Borkov popis Arhiva ZMG in Arhiv A. Čadež) je bil ministrski sklep o tem izdan 25. novembra 1921, predaja UL oz. prof. Gavazziju pa decembra 1921.

Do sedaj so menili (Pučnik 1980), da si je ime ZMG izmislil F. Čadež. Sodeč po pismih prof. Mohorovičiča v Ljubljano (tudi on je bil najprej meteorolog in potem seizmolog), pa je prav možno, da je to ime vzpodbudil Mohorovičič, saj je dober teden pred Verstovškovo zadolžitvijo Čadeža (25. februarja 1919) namreč kot vodja zagrebškega Kraljevskega zemaljskega ZMG napisal pismo sorodnemu ljubljanskemu zavodu in ga naslovil na ljubljanski ZMG (po navedbi M. Borka dokument 1 v mapi V v Arhivu ZMG). Ime za zagrebški Kr. Zem. ZMG – po analogiji z dunajskim ZAMG – je nastalo leta 1911, ko se je tako preimenoval prejšnji zagrebški meteorološki observatorij (Penzar in Sijerković 2014). Ime se je očitno »prijelo« tudi za ljubljanski zavod.

Fran Čadež pa je tudi po predaji ZMG Univerzi še naprej izkazoval zanimanje za meteorologijo: tako je npr. leta 1927 v Avstriji patentiral svoj barometer (Luftdruckmesser) in leta 1931 v nemškem Reichu merilnik sprememb zračnega tlaka (Luftdruckänderungsmesser) (Arhiv A. Čadež), za pojave v ozračju pa navdušil tudi enega od sinov – kasnejšega prof. dr. Marjana Čadeža.



Sliki 5. Dokumenta, ki ju je prejel dr. Fran Čadež v zvezi z Zavodom za meteorologijo in geodinamiko v letih 1919 (levo) in 1921 (desno) (Arhiv A. Čadeža)

To pomeni, da je sicer možno, da bi Ferdinand Seidl sodeloval pri ustanavljanju ZMG, toda za meteorološka in seizmološka opazovanja je morda skrbel kvečjemu kakega pol leta – od razpada monarhije oktobra 1918 do marca 1919, ko ZMG prevzame prof. Fran Čadež. Vsekakor pa obstaja veliko korespondence, ki kaže na tesno in uspešno sodelovanje Seidla z ZMG.

ZMG in meteorologija na UL v okviru geografije

Meteorologija kljub načrtom Tehniške fakultete ni bila vključeno vanjo – morda tudi zato, ker (brez Seidla) ni bilo primerne učitelja. Pučnik (1980) navaja, da naj bi vključitev v Filozofsko fakulteto predlagal prav Seidl, kar Petkovšek (1992) ocenjuje kot "nehote povzročeno znatno škodo in zaostanek razvoja te stroke...". Ker Ferdinand Seidl kot naravoslovno ter matematično in fizikalno izobražen strokovnjak ni postal učitelj, je bila v prvih letih nove univerze meteorologija bolj opisna, kot bi bila ob njegovem morebitnem sodelovanju. Tudi večina slovenskih meteoroloških opazovalnic ni obstala v ZMG, temveč je skoraj vse prevzel Hidrografski oddelek Generalne inšpekcije voda v Ljubljani. ZGM-ju so ostale zgolj štiri: Ljubljana, Celje, Maribor in Novo mesto (Pučnik 1980). Koroške, primorske in del notranjskih opazovalnic pa so tako ali tako pristale v drugih državah.

Prof. Arturja Gavazzija so po Seidlovi odklonitvi povabili v novo Univerzo, ki je bila s petimi fakultetami potem 17. julija 1919 uradno ustanovljena na zasedanju v Beogradu s sklepom »začasnega narodnega predstavništva«. Gavazzi je bil od že leta 1911 profesor na zagrebški univerzi. Ukvarjal se je s fizično geografijo, predvsem s hidro(geo)grafijo, limnologijo in oceanografijo, z geomorfologijo in morfometrijo, pa tudi z meteorologijo in klimatologijo (FF UL 1999). Na Hrvaškem je prvi začel s sistematičnim raziskovanjem sile teže in bil je eden od začetnikov oceanografskih raziskav v Jadranu (Orlić 1985). Na ljubljanski univerzi je ustanovil Geografski inštitut in vodil v univerzo vključeni že omenjeni ZMG. ZMG imel poleg meteoroloških tudi seizmološko postajo. Gavazzi je ustanovil 7 meteoroloških postaj I. reda in povečal število vseh na 228 in je torej vestno skrbel za merilne in opazovalne postaje, sicer pa je klimatologijo predaval samo enkrat, v zimskem semestru 1920/21 (UL 1932), potem pa nikoli več.

Gavazzi je objavil nekaj meteoroloških člankov; še najpomembnejši je verjetno članek Horizontalni raspored največjih i najmanjih prosječnih mjesečnih množina padalina na Balkanskem poluotoku (Gavazzi 1929), v katerem razlaga med drugim povezavo količine padavin z van Bebbrovimi prevladujočimi potmi ciklonov preko Jadrana in Balkana in regionalizacijo po mesecih za prevladujoče minimalne in maksimalne padavine.



Slika 6. Dr. Artur Gavazzi (1861-1944), *Ilustrirani Slovenec* ga predstavi kot profesorja na geografiji ter »znanega našega meteorologa«. *Ilustrirani Slovenec*, 05.07.1925 iz <https://www.dlib.si>. Avtor karikature je bil Maksim Gaspari, ki se je, kot navaja *Revija Srp* 78/88, podpisoval z znakom X.

Študij na filozofski fakulteti se je leta 1925 preoblikoval. Fakulteta je 24. junija 1925 uvedla nov red za diplomske in doktorske izpite: A) glavni predmet, B) predmetno ali strokovno sorodne pomožne vsebine in C) splošno znanje vzporednih pomožnih predmetov (UL 1929). Na geografiji so ob tem uvedli dve smeri: »fizičnogeografsko« in »antropogeografsko« in »Nekateri mlajši študenti ... smo že študirali po novih študijskih skupinah, prevzetih po vzorcu beograjske univerze« (Ilešič 1969). Pri prvi smeri se je geografija kot glavni predmet (»pod A«) vezala na geologijo (»pod B«) in na meteorologijo s fiziko (»pod C«). Tako je ostalo kar nekaj časa – kar je vidno npr. tudi iz ene od diplom (št. 138/1936, izdana 25. junija 1936). To pomeni, da se je že prof. Gavazzi zavedal, da je meteorologija pravzaprav dinamika in termodinamika ozračja in da se mora navezovati na fiziko. Gavazzi se je 1927 vrnil v Zagreb in na geografiji ga je nasledil kasnejši prof. Anton Melik, ki je kot docent prevzel geografijo leta 1928. Predaval je različne geografske predmete (UL 1943) in zato je »klimatologija lahko počakala« (Furlan 1990) – pred drugo vojno jo je tako predaval samo trikrat: v zimskem semestru 1930/31, poletnem semestru 1963 in zimskem semestru 1939/40. Je pa leta 1935

izdal obsežno monografijo Slovenija in v njenem okviru obdelal tudi njeno klimo.

Prof. Oskar Reya je študiral geografijo in prirodoslovje v Ljubljani, zadnje tri semestre pa fizikalno geografijo in meteorologijo v Beogradu (Jevnikar (ur.) 1987). Bil je Gavazzijev asistent, ki pa ob Gavazzijevi vrnitvi v Zagreb še ni imel doktorata – doktoriral je pri njem v Zagrebu leta 1929 z disertacijo Letni tok temperature v Sloveniji. Po študiju je bil Reya torej fizikalni geograf, a je z doktoratom iz meteorološko-klimatološkega področja pridobil, skladno s tedanjimi študijskimi predpisi, naziv meteorologa.

Učitelj (kot privatni docent) je dr. Reya postal leta 1933 in je predaval meteorološke elemente in dogajanja v ozračju. V zimskem semestru 1933/1934 se v seznamih predavanj prvič pojavi področje Meteorologija (UL 1943) in privatni docent Reya je naveden kot učitelj. Strokovno se je Reya izpopolnjeval na univerzah v Berlinu, Münchnu in Parizu ter v planinskem observatoriju na Zugspitze. Po drugi svetovni vojni je bil leta 1947 izvoljen za izrednega profesorja za meteorologijo. Prvi v zgodovini slovenske meteorologije je uporabljal sinoptične karte, ki jih je po pošti dobival iz Dunaja, Novega Sada in Splita. Študij sinoptičnih kart so vključili tudi v študij rednih študentov meteorologije v okviru fizikalne geografije – študenti tehniških in drugih naravoslovnih smeri pa so njegova predavanja poslušali kot izbirna (Manohin 1968). Tudi za študente splošne geografije v okviru zgodovinske skupine je prof. Anton Melik uvedel enosemestrskve vaje v tolmačenju tekočih vremenskih pojavov s pomočjo sinoptičnih kart Zavoda za meteorologijo in geodinamiko.

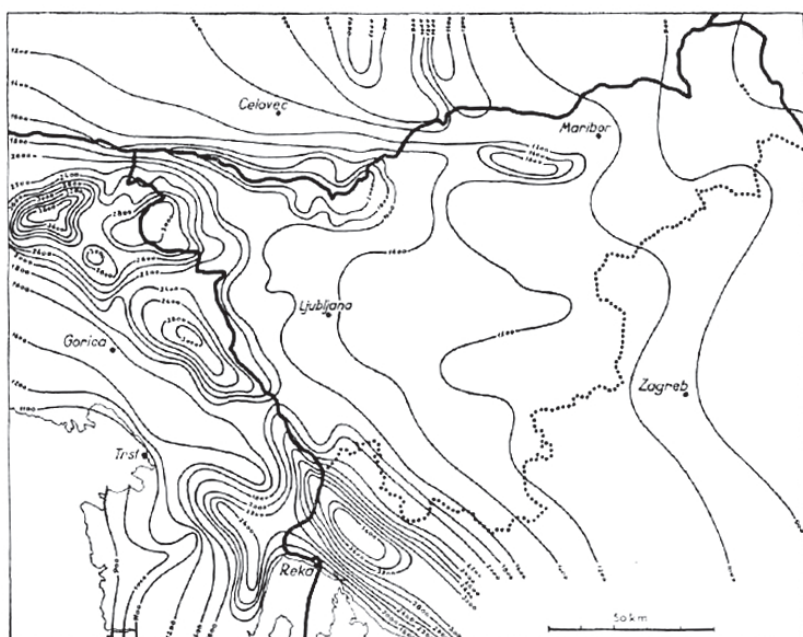
ZMG je skrbel za meteorologijo na univerzi in za mrežo meteoroloških opazovalnic vse do leta 1947, ko so bili po drugi svetovni vojni v vsej Jugoslaviji



Slika 7. Prof. Oskar Reya pri odčitavanju meteoroloških podatkov na ladji Rog med plovbo okrog sveta (osebni arhiv njegovega sina g. Jureta Reye).

ustanovljeni zvezni in republiški Hidrometeorološki zavodi (HMZ - imena so bila povzeta po sovjetskem načinu: zato ne »hidrološki« in »meteorološki«, temveč »hidrometeorološki«). Ti so prevzeli vso operativno meteorologijo. Malo za tem pa je meteorologija zapustila geografsko okrilje in leta 1950 je bil ustanovljen Meteorološki inštitut univerze – praktično brez instrumentarija – razen knjižnice ni imel ničesar (Pučnik 1980).

Prof. Reya je največ objavljaj v Geografskem vestniku (12 meteoroloških člankov), verjetno pa je njegovo najpomembnejše delo Padavine na Slovenskem



Razprostranjenost srednjih letnih padavin na Slovenskem.
La répartition de la précipitation en Slovénie.

Slika 8. Padavine na Slovenskem 1919-1939, iz (Reya 1940). Karta prikazuje razmere tudi preko meja tedanje Dravske banovine v Jugoslaviji. Na splošno je ta prostorska razporeditev padavin še danes veljavna.

1919-1939 v Geografskem vestniku (Reya 1940; in Padavinska karta Slovenije kot samostojna publikacija iz leta 1946, 18 strani).

Prof. Oskar Reya se je še dosti bolj kot prof. Gavazzi zavedal, da mora meteorologija na univerzi temeljiti na fizikalnih zakonitostih in matematični obravnavi. Zato je 1950 ob reorganizaciji prvotne Filozofske fakultete na Prirodoslovno matematični fakulteti, na njenem Matematično fizikalnem oddelku vzpostavil Katedro za meteorologijo in samostojni meteorološki študij – približno pol je bilo matematike in fizike in približno pol specifičnih meteoroloških vsebin. Na ta študij se je prvo leto vpisalo 11 študentov in prvih pet je diplomiralo že leta 1954.

O tem študiju in o raziskovalnem delu na Katedri za meteorologijo so tudi že pisali razni avtorji (npr. Pučnik 1980, Petkovšek 1969 in 1992), pa tudi Rakovec (2019).

Viri

Arhiv UL1, Fond Visokošolske komisije, IV/592.

Arhiv UL2, Fond Visokošolske komisije, IV/593.

Arhiv A. Čadež: Dokumenti o dr. Franu Čadežu. Osebni arhiv prof. Andreja Čadeža, vnuka dr. Frana Čadeža.

Arhiv Republike Slovenije, škatla AS 100 o Vseučiliški komisiji.

Borko, Miran 1989: Razvoj meteorologije na Slovenskem. 119 str. (rokopisno, v arhivu ARSO).

FF UL 1999. Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Zbornik ob 80-letnici, 1919-1999, <http://slovlit.ff.uni-lj.si/hp/ff/zbornik/o/GAVAZZI.html>.

Furlan, Danilo 1990. Anton Melik – klimatolog. Geografski vestnik 62, 39-41.

Gavazzi, Artur, 1929. Horizontalni raspored največjih in najmanjih prosečnih mesečnih množina padalina na Balkanskem poluotoku, Hrvatski geografski glasnik 1, 14-21.

Hočevar, Andrej in Lučka Kjafež-Bogataj, 2004. Razvoj agrometeorologije kot samostojne vede na Biotehniški fakulteti (Od ustanovitve Agronomske fakultete Univerze v Ljubljani 1947 pa do leta 2004). Acta agriculturae slovenica 83, 261 – 272.

Ilešič, Svetozar 1969. Geografija. str. 231-242 v zborniku Petdeset let slovenske univerze v Ljubljani, Univerza v Ljubljani, 661 str.

IS, 1925. Ilustrirani Slovenec (05.07.1925, na zadnji strani), dosegljivo na Digitalni knjižnici Slovenije - dlib. <https://www.dlib.si>.

Jevnikar, Martin (ur.), 1987. Oskar Reya, Primorski slovenski

biografski leksikon 13. Snopič, Goriška Mohorjeva družba, Gorica.

Manohin, Vital 1968. Zgodovina razvoja meteorologije v Sloveniji (do leta 1968), SMD, <http://www.meteo-drustvo.si/zgodovina/razvoj-meteorologije-v-sloveniji/>.

Mikuž, Metod 1969. Gradivo za zgodovino univerze v letih 1919-1945, str. 53-92 v zborniku Petdeset let slovenske univerze v Ljubljani, Univerza v Ljubljani, 661 str.

Petkovšek, Zdravko 1969: Meteorologija, str. 383-384, v zborniku Petdeset let slovenske univerze v Ljubljani, Univerza v Ljubljani, 661 str.

Petkovšek, Zdravko 1992. Ferdinand Seidl kot meteorolog. Dolenjski zbornik... : zbornik za humanistične, družboslovne in naravoslovne raziskave, 44-56.

Pučnik, Janko 1980. Razvoj vremenoslovja na Slovenskem. Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike (Slovenska matica, 1979) 4, 9-104.

Rakovec, Ivan, 1943. Ferdinand Seidl, Letopis Akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani 1, 1938-1942, 259-290, Ljubljana 1943 <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-FHJF9DZK/a16a6c69-225f.../TEXT>.

Rakovec, Ivan 1967. Seidl, Ferdo, akademik (1856–1942). Slovenski biografski leksikon: 10. zv. Schmidl - Steklasa. Alfonz Gspan et al. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 1967. <http://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi557022/>.

Rakovec, Jože, 2019. Meteorologija, Zbornik UL FMF.

Revija Srp 87/88, <http://www.revijasrp.si/knrevsrp/revsrp87/damgl87/portr87.htm>.

Reya, Oskar 1940. Padavine na Slovenskem 1919-1939, Geografski vestnik 19 (1940), 25-40.

Seidl, Ferdinand 1984. Napovedovanje vremena na znanstveni podlagi. Ljubljanski list 1, št. 38, 15. aprila 1884 (<https://www.dlib.si>).

Seidl, Ferdinand 1898. Luftwellen bei Bora im Golfe von Triest, Meteorologische Zeitschrift 15, 230-232.

Seidl, Ferdinand 1892-1902. Das Klima von Krain, v nadaljevanjih v Mittheilungen des Musealvereines in Laibach in v knjigi 1902, 649 str.

Slovenec, 1907. političen list za slovenski narod (14.10.1907, letnik 35, številka 237, med Dnevnimi novicami), dosegljivo na Digitalni knjižnici Slovenije - dlib. <https://www.dlib.si>.

UL 1929. Zgodovina slovenske univerze v Ljubljani do leta 1929, v Ljubljani, Rektorat Univerze kralja Aleksandra prvega, 1929, 533 str.

UL 1932. Sezname predavanj na Univerzi v Ljubljani 1920-1932, UL, Ljubljana 1932.

UL 1943. Sezname predavanj na Univerzi v Ljubljani 1933-1944, UL, Ljubljana 1943.

O nekaterih zakoreninjenih zmotnih razlagah vremenskih pojavov

Gregor Vertačnik, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

Vreme sodi med vsakodnevne in za množično poslušalstvo zanimive teme. Večja pozornost je vremenu posvečena ob nenavadnih vremenskih dogodkih ali ob dinamičnem, burnem vremenskem dogajanju. Razvoj medijev je v zadnjih letih vremenoslovcem omogočil sprotno in bolj obširno komentiranje vremena. Na žalost so včasih strokovne razlage vremena in vremenskih pojavov netočne ali neprimerne, čeravno zvenijo logično ali zdravorazumsko. V prispevku bomo osvetlili tri primere, kjer bi bile lahko razlage vremenskega dogodka točnejše. Razlage smo ovrednotili s pomočjo statistične obdelave uradnih meteoroloških meritev v Sloveniji in tuje strokovne literature.

Pregretost ozračja in nevarnost toče

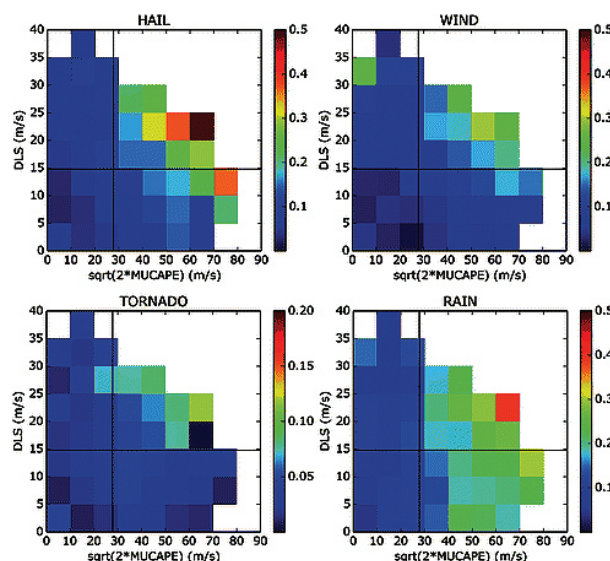
V povezavi s poletnimi nevihtami in neurji se v medijih občasno pojavlja izraz »pregretost ozračja«, ki se ponavadi povezuje z nastankom neviht, tudi močnejših neurij. Dva primera pojavljanja izraza v medijih:

Toča je malo verjetna, saj ni pregretosti ozračja. Nalivi so možni, kaj ekstremnega pa podatki ne kažejo.

Trenutno vremenske karte kažejo, da naj bi že v soboto dopoldne začel pri tleh dotekati zrak s severne strani Alp, ki praviloma vsebuje manj vlage in ni tako vroč. Zato pregretost ozračja in s tem povezani pogoji za nastanek močnih predfrontalnih neviht ne bodo tako izraziti.

Oglejmo si, kaj kažejo znanstvene raziskave o nevihtnih neurjih in njihovih dejavnikih (npr. Markowski in Richardson 2010; Púčik in sod. 2015). Nevihtna neurja so povezana z nevihtnim oblakom – kumulonimbusom, ki sega skozi vse sloje troposfere, zanj pa so značilni močni vetrovi v navpični smeri. Osnovne sestavine za globoko konvekcijo, ki omogoči rast nevihtnega oblaka, so tri: zadostna količina vodne pare v prizemni plasti, pogojna nestabilnost ozračja v osrednjem delu troposfere in dvig zračne mase do višine proste konvekcije. Prvi dve sestavini sta potrebni za vzdrževanje konvekcije, zadnja za njeno vzpostavitev. Za dobro organizirano konvekcijo (supercelične nevihte, nevihtne linije) sodi med ključne dejavnike tudi izrazito vertikalno striženje vetra. Verjetnost za neurja (pojave, ki povzročajo

škodo) narašča tako s povečevanjem vetrnega striženje kot s konvektivno razpoložljivo potencialno energijo (ang. CAPE, slika 1). Vendar pa se ugodne razmere za nastanek posameznega nevarnega vremenskega pojava (npr. toče, močnih sunkov vetra, naliva) med seboj znatno razlikujejo. Za nastanek debele toče morajo biti izpolnjeni štirje pogoji: močan nevihtni vzgornik, veliko območje podhlajenih kapljic v vzgorniku, dolgotrajno nahajanje zametkov toče v vzgorniku in počasno taljenje ob padanju toče (Vasquez 2015). Največja verjetnost za debelo točo nastopi ob hkratni veliki labilnosti ozračja in velikem striženju vetra – to so tudi razmere ugodne za nastanek superceličnih neviht (Púčik in sod. 2015).



Slika 1. Verjetnost močnih neurij v odvisnosti od konvektivne razpoložljive potencialne energije (na vodoravni osi in v enotah hitrosti, ki ustreza teoretično največji možni hitrosti dviganja zraka) in velikosti striženja vetra v debeli plasti (razliko med vektorjema hitrosti vetra pri tleh in šest kilometrov nad tlemi) na navpični osi. Od leve zgoraj proti desni spodaj si sledijo toča (debeline vsaj 2 cm), močni sunki vetra (vsaj 25 m/s), tornado in dež oziroma naliv, ki povzroči poplave. Črni črti znotraj grafikonov predstavljata aritmetični sredini obeh spremenljivk v vseh zajetih primerih. Izračuni temeljijo na podatkih vremenskih sondaž in poročil o neurjih nad srednjo Evropo. Vir: Púčik in sod., 2015 (povezava za download: <https://journals.ametsoc.org/na101/home/literatum/publisher/ams/journals/content/mwre/2015/15200493-143.12/mwr-d-15-0104.1/20151120/images/medium/mwr-d-15-0104.1-f5.gif>).

Toča se v Sloveniji najpogosteje pojavlja, ko je po nižinah dnevna najvišja temperatura pod 30 °C, torej ne v najhujši vročini (Jarh 2015). Pogostost toče se glede na to spremenljivko med regijami znatno razlikuje; ponekod (npr. na Goriškem) je toča poleti pogostejša v sorazmerno svežem vremenu kot v vročem vremenu. Med verjetnimi vzroki za to je vpliv zračne mase na taljenje toče, ko pade iz oblaka na tla (Medmrežje 1). Tudi če v nevihtnem oblaku nastane toča, se lahko na poti do tal povsem stali – kar je bolj verjetno v toplem ali vlažnem kakor v suhem ali hladnem ozračju pri tleh.

Po vsem povedanem bi torej težko dejali, da je »pregretost ozračja« pomemben dejavnik za nastanek toče. Izraz namiguje, da se je ozračje pri tleh toliko segrelo, da je prišlo do nastanka neviht. Močno sončno obsevanje, ki vodi do »pregretosti ozračja«, je eden izmed prožilcev neviht, a za nevarnost toče so mnogo pomembnejši drugi dejavniki.

Aprilsko nestanovitno vreme

V spomladanskem času, ko se ozračje od tal počasi ogreva, v višjih delih troposfere pa je še sorazmerno sveže, so plohe in nevihte vse pogostejše. Spremenljivost vremena je v posameznih dneh precejšnja, tako po padavinah, oblačnosti, vetru kot tudi temperaturi zraka. Tako lahko v kratkem obdobju nekaj dni zadiši tako po zimi kot po poletju. Odtod morda izraz za nestanovitno vreme kot »aprilsko nestanovitno« ali »aprilsko vreme«:

Ob koncu tedna bo vreme zelo primerno za vrtna opravila, že na začetku novega pa bo spet aprilsko nestanovitno. (Tvit ARSO, 5. april 2018)

Radarska slika kaže dogajanje s pogostimi plohami, tu in tam tudi zagrm. Izgleda kot bolj aprilsko vreme. Ne še čisto obupati, bolj zimi primerne razmere se vračajo ponoči. (Tvit ARSO, 15. 12. 2017)

Slovar slovenskega knjižnega jezika pojem »aprilsko vreme« razlaga kot spremenljivo, nestalno vreme (Medmrežje 2). Bi lahko s števkami opredelili spremenljivost, nestalnost vremena? Vsekakor gre za pojem, ki je vezan na podnebje, saj naj bi bilo za april takšno vreme značilno. O spremenljivosti ali nestalnosti lahko govorimo pri vseh meteoroloških spremenljivkah (temperaturi zraka, padavinah, osončenosti, vetru itd.). Vprašamo se lahko, po kakšni vrsti spremenljivosti naj bi april izstopal? Vzemimo pod drobnogled nekaj statističnih kazalnikov za obdobje 1981–2010 in primerjajmo april s sosednjima mesecema na treh izbranih merilnih mestih (preglednica 1).

Zbrani statistični kazalci v splošnem ne kažejo, da

Preglednica 1. Povprečne vrednosti izbranih statističnih kazalnikov po mesecih meteorološke pomladi v obdobju 1981–2010.

Ljubljana Bežigrad

Statistični kazalnik	marec	april	maj
Povprečna razlika med dnevno najvišjo in najnižjo temperaturo (°C)	9,6	10,4	11,2
Povprečna razlika najvišje temperature v dveh zaporednih dneh (°C)	2,6	2,8	2,6
Verjetnost za dnevne padavine ≥ 1 mm	0,26	0,34	0,33
Povprečna oblačnost ob 7. uri (SEČ) (desetine)	7,0	6,8	6,1
Povprečna oblačnost ob 14. uri (SEČ) (desetine)	6,3	6,6	6,2
Povprečna razlika trajanja sončnega obsevanja v zaporednih urah med 12. in 16. uro (SEČ) (minute)	6,8	7,5	8,8

Murska Sobota

Statistični kazalnik	marec	april	maj
Povprečna razlika med dnevno najvišjo in najnižjo temperaturo (°C)	10,8	11,8	12,1
Povprečna razlika najvišje temperature v dveh zaporednih dneh (°C)	2,7	2,8	2,6
Verjetnost za dnevne padavine ≥ 1 mm	0,20	0,27	0,30
Povprečna oblačnost ob 7. uri (SEČ) (desetine)	6,6	6,0	5,5
Povprečna oblačnost ob 14. uri (SEČ) (desetine)	6,6	6,7	6,2
Povprečna razlika trajanja sončnega obsevanja v zaporednih urah med 12. in 16. uro (SEČ) (minute)	7,6	7,5	8,1

Bilje pri Novi Gorici

Statistični kazalnik	marec	april	maj
Povprečna razlika med dnevno najvišjo in najnižjo temperaturo (°C)	10,8	11,2	11,7
Povprečna razlika najvišje temperature v dveh zaporednih dneh (°C)	2,2	2,1	2,0
Verjetnost za dnevne padavine ≥ 1 mm	0,22	0,31	0,29
Povprečna oblačnost ob 7. uri (SEČ) (desetine)	5,9	6,0	5,3
Povprečna oblačnost ob 14. uri (SEČ) (desetine)	5,7	6,1	5,5
Povprečna razlika trajanja sončnega obsevanja v zaporednih urah med 12. in 16. uro (SEČ) (minute)	6,5	6,8	7,9

bi april posebej močno odstopal od marca ali maja. Povprečna velikost dnevnega hoda temperature, kar običajno ustreza razliki med najnižjo temperaturo zjutraj in najvišjo popoldne, se spomladi postopno povečuje in dosežek višek poleti. Zaporedni dnevi so si po najvišji temperaturi zraka v vseh treh mesecih

približno enako različni, v notranjosti države je april za odtenek bolj spremenljiv. Verjetnost dnevnih padavin v višini vsaj 1 mm se iz marca v april precej poviša, nato se približno ustali. Aprilska jutra so v povprečju manj oblačna kot marčevska, a bolj kot majska; so pa popoldnevi aprila bolj oblačni kot v sosednjih mesecih. Po spremenljivosti trajanja sončnega obsevanja iz ure v uro pa je v popoldanskem času april nekoliko bolj stabilen od maja.

Če povzamemo zgoraj navedene ugotovitve, lahko rečemo, da je splošna predstava o aprilski spremenljivosti vremena kot posebnosti aprila glede na druge mesece, pretirana. Besedo »aprilsko vreme« bi brez težav lahko zamenjali z »majsko vreme« ali celo »marčevsko vreme«, kadar imamo v mislih spremenljivost vremena.

Hladnejša jutra avgusta kot julija zaradi daljše noči?

Poletje je pogosto čas vročine, ki pa se lahko pojavlja v različnih oblikah, na katere smo različno občutljivi. Toplotna obremenitev lahko traja ves dan ali pa le za čas popoldanske temperaturne konice. Že hitra statistična analiza pove, da so ob vročinskih valovih proti koncu poletja (sredi in konec avgusta) jutra običajno bolj sveža kot ob vročini sredi meteorološkega poletja. Na to lahko sklepamo tudi iz naslednje izjave:

Značilnost avgustovskih vročinskih obdobj je tudi ta, da so noči daljše kot julija in se zato ponoči zrak bolj ohladi. Vir: <https://med.over.net/forum5/viewtopic.php?t=10548542>, <http://old.slovenskenovice.si/novice/slovenija/opozorilo-vrocina-bo-vztrajala-temperature-nad-35>.

Dnevni hod temperature

V naših krajih je ob lepem vremenu značilen izrazit dnevni hod temperature zraka, ki je posledica pozitivne energijske bilance tal čez dan in negativne energijske bilance ponoči. Velikost dnevnega hoda je odvisna od številnih dejavnikov, med najpomembnejšimi so lastnosti površja (na primer kopno/voda), sklopitev z ozračjem in fazne spremembe vode (izhlapevanje, kondenzacija) (Betts 2003). Na kopnem se le majhen del neto sevanja uskladišči v tleh ali rastju, zato temperatura po vzidu Sonca hitro narašča in se ustali, ko se neto sevalni tok (sestavljen iz dolgovalovnega in kratkovalovnega sevanja) približno uravnovesi s tokom zaznavne toplote v ozračje in tokom latentne toplote. Po popoldanskem temperaturnem višku je neto sevanje manjše od omenjenih dveh tokov, zato temperatura površja in zraka pri tleh pada, običajno vse do naslednjega jutra.

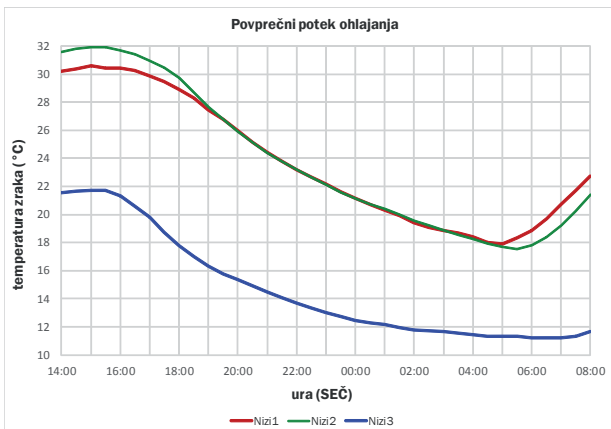
Daljša noč nedvomno pomeni daljše ohlajanje, a kako je s tem kvantitativno? Nočna ohladitev zraka oziroma temperaturni padec od najvišje do najnižje točke je poleg same dolžine trajanja ohlajanja – ki je nedvomno povezana z dolžino noči – odvisen tudi od hitrosti ohlajanja. Hitrost ohlajanja pa je odvisna od mnogih dejavnikov, na primer oblike površja, tal, temperature in vlažnosti zraka, hitrosti vetra itn. V znanstveni literaturi (glej npr. De Wekker in Whiteman 2006; Whiteman 2007; Kiefer in Zhong 2011) najdemo podrobne opise nočnega ohlajanja, tako z vidika spreminjanja temperature kot energijske bilance in vseh pripadajočih dejavnikov.

S pomočjo uradnih meritev v Sloveniji lahko preverimo, kako velik je učinek podaljšanja noči ob koncu poletja. Za podlago smo vzeli povprečno večerno/nočno ohlajanje ob toplem oziroma vročem in lepem vremenu v treh obdobjih leta: prvi polovici julija (1./2.–14./15. julij), drugi polovici avgusta (16./17.–30./31. avgust) in prvi polovici oktobra (1./2.–14./15. oktober). Dodatno smo za Ljubljano analizirali obdobje 10./11.–24./25. april, ko je noč skoraj enako dolga kot v drugi polovici avgusta. Obdobja smo izbrali tako, da se medsebojno močno razlikujejo v dolžini dneva oziroma noči, oktobrsko in aprilsko obdobje pa glede na poletje močno odstopata tudi po temperaturi zraka. Zaradi primerljivosti oziroma uporabnosti statističnih zaključkov smo se omejili na dneve z značilnim, enakomernim padanjem temperature v večernem in nočnem času, brez opaznejših motenj zaradi splošnega vetra v ozračju in oblačnosti. Iz analize smo izločili skrajno vroče in sorazmerno sveže dni, saj nas zanima splošna veljavnost prej omenjene izjave. Tako smo subjektivno izbrali dneve oziroma noči, ki zadoščajo naštetim pogojem, in sicer v obdobju 2012–2017 na petih merilnih mestih z različnim podnebjem: Ljubljana Bežigrad, Letališče JP Ljubljana, Celje, Rateče in Letališče Portorož. Izbrana merilna mesta se nahajajo v spodnjem delu konkavne reliefne oblike (v dolini ali kotlini) in so podvržena izrazitemu dnevnemu nihanju temperature. Da bi še dodatno preverili veljavnost zaključkov, smo za Ljubljano in Letališče Portorož obravnavali tudi podatke obdobja 2000–2008.

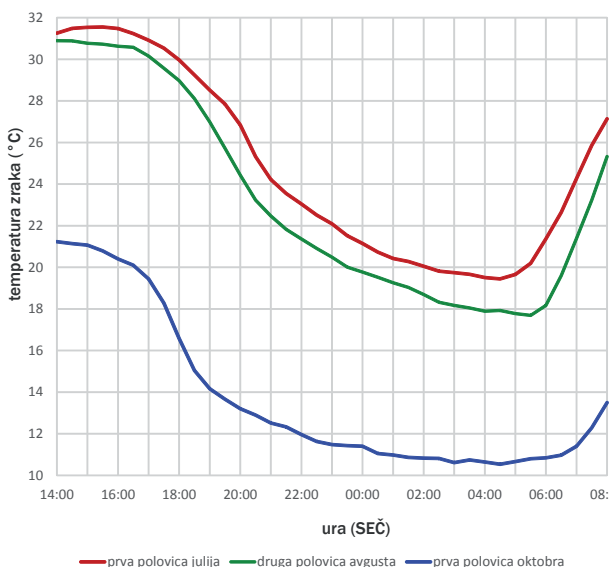
Za analizo smo imeli na voljo polurne podatke (terminska, povprečna, najvišja in najnižja vrednost), izmerjene v meteorološki hišici, 2 metra nad tlemi. Na vseh analiziranih postajah temperatura zraka običajno doseže višek sredi popoldneva, kasneje se vse hitreje ohlaja, v nočnem času pa ohlajanje poteka približno po eksponentni krivulji, kar pomeni, da se proti jutru ohlaja počasi ali skoraj nezaznavno (sliki 2 in 3).

Učinek dolžine noči med prvo polovico julija in drugo polovico avgusta lahko ocenimo iz odvoda temperature ob koncu noči. Odvod smo izračunali na podlagi dvourne razlike pred vzidom Sonca,

v drugi polovici avgusta je to med 3. in 5. uro po srednjeevropskem času. Dobljeno vrednost smo množili z razliko trajanja noči (časom med zaidom in vzidom Sonca na matematičnem obzorju) med julijsko in avgustovsko skupino noči – razlika znaša okoli 105 minut. V izračunu odvoda smo uporabili avgustovske podatke in s tem ocenili hipotetično najnižjo temperaturo zjutraj, če bi bila dolžina noči v drugi polovica avgusta enaka kot v prvi polovici julija. Po teh izračunih lahko sklepamo, da slabi dve uri daljša noč v splošnem pojasni manj kot polovico razlike v temperaturnem padcu med prvo polovico julija in drugo polovico avgusta (preglednica 2). To velja tako za obdobja od popoldneva do jutra, kakor od zaida Sonca do jutra (preglednica 2). Razlike med merilnimi mesti lahko pojasnimo z različno krivuljo poteka, ki je odvisna zlasti od lastnosti površja. V



Slika 2. Povprečni potek ohlajanja v Ljubljani v izbranih nočeh v štirih delih leta, v obdobju 2012–2017.



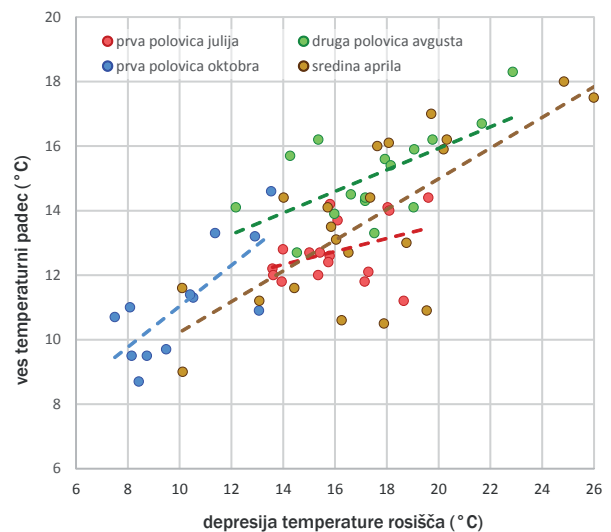
Slika 3. Povprečni potek ohlajanja na Letališču Portorož v izbranih nočeh v treh delih leta, v obdobju 2012–2017.

Ljubljani in na ljubljanskem letališču je recimo jutranje padanje temperature običajno mnogo hitrejše kot na portoroškem letališču. Za Ljubljano in Letališče Portorož, kjer smo v analizo zajeli dve večletni obdobji, se rezultati znatno razlikujejo, kar kaže na to, da bi morali za sorazmerno točno oceno (z napako največ nekaj odstotnih točk) deleža pojasnjene razlike vzeti nekaj desetletij dolgo obdobje meritev.

Razlike v velikosti temperaturnega padca med posameznimi nočmi in tudi deli leta lahko v precejšnji meri pojasnimo z različno vlažnostjo ozračja pri tleh (slika 4). Velikost temperaturnega padca je opazno povezana z depresijo temperature rosišča. Različna vlažnost ozračja tudi pojasni, zakaj se oktobra v povprečju manj ohladi kot avgusta in zakaj je nočna ohladitev v Ljubljani sredi aprila močnejša od oktobrske. Dodaten verjetno pomemben dejavnik pri temperaturnem padcu, ki pa ga v analizi nismo obravnavali, a ga navaja strokovna literatura, je vlažnost oziroma stanje tal (vključno z vegetacijo).

Na letni ravni je učinek vlažnosti zraka na temperaturni padec mnogo pomembnejši od dolžine noči. V splošnem pa letni potek temperature zraka oziroma razliko med poletjem in zimo v naših krajih najbolj določa sončno obsevanje.

Na podlagi analize meritev lahko obravnavano izjavo dopolnimo: Značilnost avgustovskih vročinskih obdobji je tudi ta, da so noči daljše kot julija in se tudi zato ponoči zrak bolj ohladi. **Ohladitev je močnejša v suhem v suhem kot v vlažnem ozračju.**



Slika 4. Odvisnost vsega temperaturnega padca (od najvišje temperature popoldne do najnižje temperature naslednje jutro) od depresije temperature rosišča ob času najvišje polurne termenske temperature zraka v Ljubljani. Barva krogecev ustreza delu leta, črtkane črte pa predstavljajo linearno regresijsko zvezo.

Preglednica 2. Povprečne značilnosti temperaturnega padca ($^{\circ}\text{C}$) v različnih obdobjih leta, obdobju let in na različnih merilnih mestih. Ves padec pomeni razliko med najvišjo temperaturo popoldne in najnižjo temperaturo naslednje jutro, padec ponoči pa je temperaturna razlika med zaidom Sonca in jutranjim minimumom. Učinek dolžine noči na temperaturni padec v drugi polovici avgusta je izračunan na podlagi povprečne razlike v dolžini noči v prvi polovici julija in drugi polovici avgusta in hitrostjo temperaturnega padca v zadnjih dveh urah noči primerov iz druge polovice avgusta. Pojasnjena deleža pomenita razmerje med učinkom dolžine noči in razliko v temperaturnem padcu med julijem in avgustom. Pojasnjen delež vsega padca za Letališče Portorož v obdobju 2000–2008 ni prikazan, saj je povprečni padec julija celo malenkost večji kot avgusta.

merilno mesto	leta	obdobje	ves padec	padec ponoči	učinek dolžine noči	pojasnjen del vsega padca (%)	pojasnjen del nočnega padca (%)
Ljubljana	2012 - 2017	1. pol. julija	12,8	8,0			
Ljubljana	2000 - 2008	1. pol. julija	13,4	8,3			
Ljubljana	2012 - 2017	2. pol. avgusta	15,1	10,7	0,9	39	34
Ljubljana	2000 - 2008	2. pol. avgusta	15,0	10,2	1,0	63	54
Ljubljana	2012 - 2017	1. pol. oktobra	11,2	7,3			
Ljubljana	2000 - 2008	1. pol. oktobra	11,3	7,9			
Ljubljana	2012 - 2017	sredina aprila	13,7	9,4			
Let. JP Ljubljana	2012 - 2017	1. pol. julija	14,3	8,6			
Let. JP Ljubljana	2012 - 2017	2. pol. avgusta	16,6	11,0	1,0	41	38
Celje	2012 - 2017	1. pol. julija	15,3	8,5			
Celje	2012 - 2017	2. pol. avgusta	18,2	10,7	0,7	24	31
Celje	2012 - 2017	1. pol. oktobra	14,2	8,2			
Let. Portorož	2012 - 2017	1. pol. julija	13,3	7,9			
Let. Portorož	2000 - 2008	1. pol. julija	13,5	8,3			
Let. Portorož	2012 - 2017	2. pol. avgusta	14,2	9,5	0,3	36	21
Let. Portorož	2000 - 2008	2. pol. avgusta	13,4	9,1	0,2	/	29
Let. Portorož	2012 - 2017	1. pol. oktobra	11,6	7,9			
Radeče	2012 - 2017	1. pol. julija	15,1	7,6			
Radeče	2012 - 2017	2. pol. avgusta	17,5	9,8	0,7	31	32
Radeče	2012 - 2017	1. pol. oktobra	15,1	9,0			

Zaključek

Izbrane izjave o vremenu smo podrobno analizirali s pomočjo zbirke meteoroloških podatkov, ki jih hrani Agencija RS za okolje. Pokazali smo, da bogat meteorološki arhiv omogoča strokovno presojo številnih izjav o vremenu, ki se pojavljajo v medijih, tako laičnih kot strokovnih. Upamo, da bo ta prispevek spodbudil vedoželjne skeptike, da preverijo še kakšno izjavo o vremenu ter o rezultatih poročajo v strokovni literaturi.

Viri

Betts, A., 2003. *Diurnal Cycle* (objavljeno v *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*, drugi zvezek, str. 640–644). Academic Press, 2780 str.

De Wekker, S. F. J., Whiteman, C. D., 2006: *On the Time Scale of Nocturnal Boundary Layer Cooling in Valleys and Basins and over Plains*. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 45, 6, str. 813–820

Jarh, Č., 2015. *Pogostost toče v Sloveniji v odvisnosti od dnevne najvišje temperature zraka*. *Vetrnica*, 8/15, str. 65–68

Kiefer, M. T., in Zhong, S., 2011: *An idealized modeling study of nocturnal cooling processes inside a small enclosed basin*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116, D20

Markowski, P., Richardson, Y., 2010: *Mesoscale Meteorology in Midlatitudes*. John Wiley & Sons, Ltd, 430 str.

Medmrežje 1: https://www.weather.gov/media/lmk/soo/Hail_Size_Melting_Considerations_Web.pdf

Medmrežje 2: http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=vreme

Meteorološki arhiv ARSO

Půček, T., Groenemeijer, P., Rýva, D., Kolář, M., 2015: *Proximity soundings of severe and nonsevere thunderstorms in central Europe*. *Monthly Weather Review*, 143, 12, str. 4805-4821

Vasquez, T., 2015: *Severe storm forecasting*. *Weather Graphics Technologies*, ZDA, 280 str.

Whiteman, C. D., 2007: *Effect of Dewfall and Frostfall on Nighttime Cooling in a Small, Closed Basin*. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46, 1, str. 3–13

Evropska konferenca o aplikacijah v meteorologiji in klimatologiji

Tanja Cegnar, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

Od 4. do 8. septembra 2017 je v kongresnem centru Helix v Dublinu na Irskem potekalo 17. Letno srečanje Evropske meteorološke zveze (EMS – European Meteorological Society) in Evropska konferenca o aplikacijah v meteorologiji in klimatologiji. Udeležba je bila tokrat rekordna, saj smo našli kar 814 udeležencev iz šestinštiridesetih držav. Največ udeležencev je bilo iz Nemčije, in sicer 115, po udeležbi je sledila Irska s 109 udeleženci, iz Združenega kraljestva je bilo 89 udeležencev. Številno je bilo tudi zastopstvo Španije (43 udeležencev), Češke in Italije (iz obeh držav po 36 udeležencev), Nizozemsko je zastopalo 35 strokovnjakov. Iz ZDA se je konference udeležilo 17 strokovnjakov. Gostiteljico konference v letu 2018, Madžarsko, je zastopalo 9 sodelujočih. Slovenija je tokrat prispevala 3 udeležence.

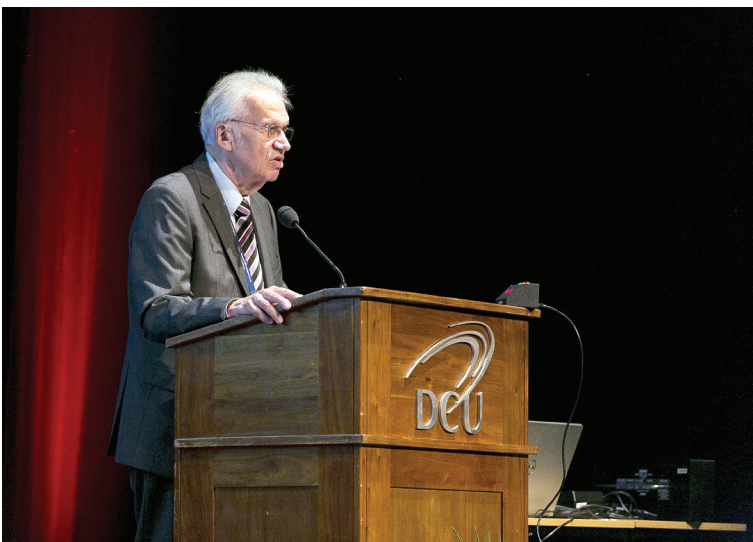
O konferenci

Za tokratno konferenco so izbrali naslov: "Služiti družbi z boljšimi vremenskimi in podnebnimi informacijami". Ključni izziv meteorološke in klimatološke skupnosti je, kako najbolje izkoristiti množico razpoložljivih podatkov, tako izmerjenih kot modeliranih, za ustvarjanje in učinkovito sporočanje

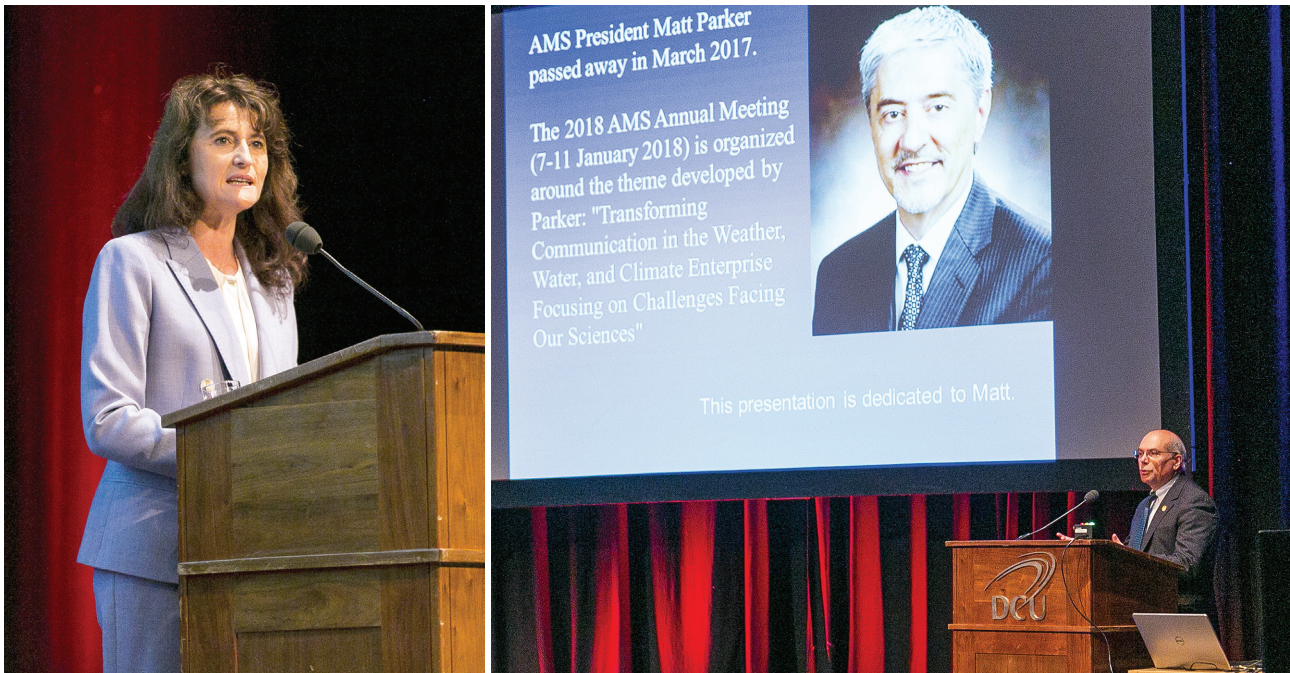
pomembnih, prilagojenih in pravočasnih informacij, ki zagotavljajo najboljšo podporo odločanju uporabnikov. V središču konference je bilo zagotavljanje pomembnih in uporabnih meteoroloških in podnebnih informacij politikom, odločevalcem, industriji in sploh vsem sektorjem družbe.

Zajeli so celoten spekter uporabnikov, vključno s posameznimi skupinami uporabnikov, kot so: agencije za obvladovanje izrednih razmer, lokalni načrtovalci in podjetja, katerih delovanje je občutljivo na vremenske in podnebne razmere. V nadaljevanju je nekaj ključnih vsebinskih poudarkov konference:

- **Opazovani in izmerjeni podatki:** kako izboljšati osnovne sisteme državnih meteoroloških in hidroloških služb za spremljanje vremenskih in podnebnih razmer z (a) vključevanjem podatkov iz drugih omrežij ali virov in (b) uvedbo prožnih tehnoloških rešitev za podporo zbiranju, analiziranju, vizualizaciji in razširjanju visokokakovostnih in visoko ločljivih (prostorskih in časovnih) podatkov, ki so združljivi z izboljšanimi sistemi priprave začetnih stanj za poganjanje modelov v realnem času?
- **Instrumenti:** kako lahko meteorološka skupnost sodeluje v raziskovalnih in razvojnih projektih s proizvajalci merilnikov, razvijalci programske



Levo: Otvoritveno slovesnost je povezoval Horst Böttger, desno: V okviru strateških predavanj je o pomenu razumljivosti meteoroloških informacij govoril direktor Met Éireann Eoin Moran (foto: Alan Rowlette).



Levo je Florence Rabier, generalna direktorica ECMWF in desno Keith L. Seitter, izvršni direktor Ameriškega meteorološkega društva (foto: Alan Rowlette).

opreme, ponudniki storitev in drugimi organizacijami, da bi z uporabo bolj kakovostnih merilnih sistemov zagotovila boljše vremenske in podnebne storitve na državni in mednarodni ravni?

- **Uporabniška usmeritev in orodja za podporo:** kako lahko uporabniki določijo svoje informacijske potrebe, kako dostopati do orodij za dostop do podatkov in informacij in jih uporabiti ter kako podatke in informacije ustrezno uporabiti? Kako lahko uporabniki učinkovito ugotovijo, kaj ponujajo meteorološke in podnebne službe? Katere tradicionalne in netradicionalne načine razširjanja storitev želijo in potrebujejo uporabniki?
- **Množice podatkov:** kako jih lahko izkoristimo; kaj lahko uporabnikom povedo; kakšne so strategije in platforme za njihovo združitev; kakšni so izzivi za dostop do in združevanje raznovrstnih podatkov? Kakšna je vloga novih možnosti za zbiranje podatkov iz netradicionalnih virov (npr.: energetika, promet, kmetijstvo, državljeni prostovoljci)?
- **Prosto dostopni podatki:** kako do brezplačnih podatkov, kakšne so omejitve in kdo odloča o dostopnosti?
- **Ali pridobljene in dostavljene informacije zajemajo potrebe** posameznih uporabnikov in družbe na splošno? Ali obstajajo razlike? So potrebni različni pristopi, oblike in koncepti (tudi

na področju ozaveščanja in sodelovanja)?

- **Posredovanje informacij:** kako lahko vremenske in podnebne informacije uspešneje posredujemo različnim sektorskim in končnim uporabnikom? Celo najboljše podatki in informacije so slabo uporabni, če so dostavljeni na način, ki ga končni uporabnik ne razume, ali ga ne more uporabiti. Uporabnike (in izvajalce) je potrebno bolje seznaniti z negotovostjo v izdelkih in kako jih vključiti v njihove sisteme odločanja.
- **Odločanje z upoštevanjem negotovosti:** meteorologija in klimatologija sta po naravi vezani na neko stopnjo negotovosti. Tudi če je negotovost v izdelku količinsko opredeljena, je učinkovita uporaba lahko težavna. Kako lahko zagotovimo informacijo o negotovosti v uporabnejši obliki, da bo omogočeno učinkovito sprejemanje odločitev v stanju negotovosti?
- **Napovedi vremena in podnebja:** izboljšanje zanesljivosti vremenskih in podnebnih napovedi ter s tem povezanih informacij, da bi bile uporabne in koristne pri soočanju z naraščajočimi potrebami družbe po ustreznih informacijah. Zagotoviti, da se bo operativna meteorologija in klimatologija zavedala naraščajočih potreb družbe in kako družbo najbolj učinkovito obveščati o naših storitvah in zmogljivostih.

Naslednja konferenca bo v Budimpešti na Madžarskem od 3. do 7. septembra 2018.



Bob Riddaway je nastopil triletni mandat predsednika Evropske meteorološke zveze (foto: Alan Rowlette).

Evropska meteorološka zveza

V nedeljo, 3. septembra zjutraj se je začel sestanek Sveta EMS, kjer zastopam skupino za medije in komunikacijo. Na tem sestanku se dogovorimo o smernicah dela v naslednjem letu in pregledamo dosežke preteklega obdobja. V skladu s statutom predsednika EMS zamenjamo vsake tri leta. Za uspešno triletno vodenje zveze smo se zahvalili Horstu Böttgerju, predsedovanje pa je prevzel Bob Riddaway iz Združenega kraljestva, ki je tako postal sedmi predsednik EMS.

V nedeljo popoldne je potekala letna skupščina EMS, v odsotnosti predsednika Slovenskega meteorološkega društva sem zastopala slovenske meteorologe. Skupščina je za delovanje EMS zelo pomembna, saj sprejema uradne dokumente in poročila ter določa smernice za naprej.

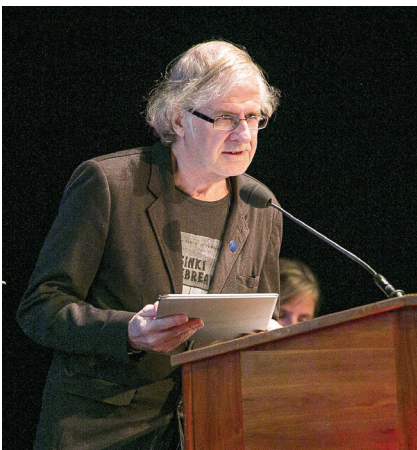
Med konferenco je profesionalna TV ekipa posnela nekaj intervjujev na temo delovanja EMS in dogajanja na konferenci. Video posnetki so objavljeni na spletni strani EMS in na YouTube.

Na sestanku znanstveno programskega sveta za konferenco EMS 2018 v Budimpešti smo izpostavili uspešne in malo manj uspešne pristope na tokratni konferenci. Izkazalo se je, da z naraščanjem števila udeležencev nekatere dosedanje rešitve postajajo neustrezne. Tokrat so bili posterji razstavljeni le dan in pol, kar je po mnenju številnih članov programskega sveta prekratko obdobje, a v tem konferenčnem centru ni bilo druge možnosti. Vedno znova se odpira vprašanje razmerja med številom posterjev in številom predavanj. Večini je ugajala nova razporeditev strateških predavanj, ki pa omejuje čas za redne sekcije na konferenci. Konferenco financirajo izključno iz kotizacij udeležencev, kar predstavlja veliko omejitev za strožji izbor sprejetih predlogov – izvlečkov prispevkov na konferenci. Tudi veliko število vzporednih predavanj je za mnoge ovira, še posebej, če sočasno potekajo vsebinsko sorodne sekcije.

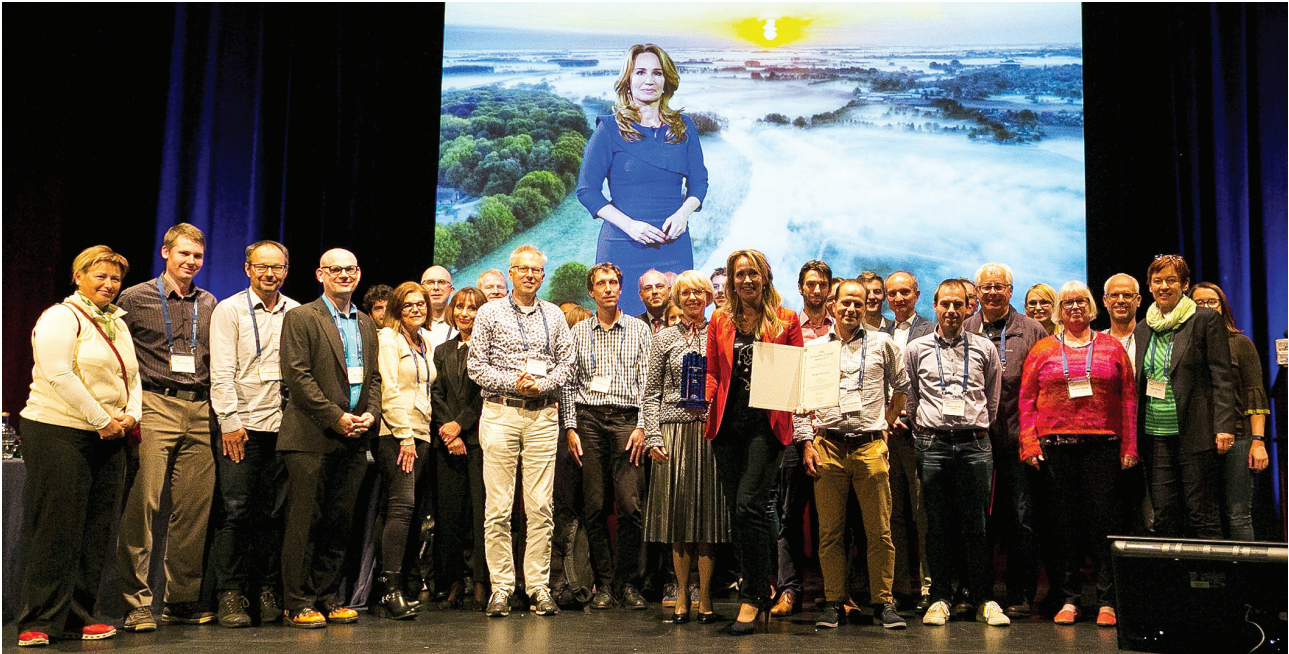
Delavnica Svetovne meteorološke organizacije o posredovanju informacij

Vsako leto poteka v okviru EMS konference tudi dvodnevna delavnica, na kateri se srečujemo strokovnjaki za posredovanje informacij. Michael Williams s Svetovne meteorološke organizacije (SMO) običajno zagotovi sredstva za najem dvorane in izbere temo. Tokrat smo se osredotočili na obeležitev svetovnega dneva meteorologije 2018 in primere dobrih praks uporabe družbenih omrežij za širjenje vremenskih in podnebnih vsebin.

Tesno povezana z delavnico SMO o posredovanju informacij je že tradicionalno tudi EMS sekcija o



Levo: EMS nagrado za posebne dosežke je prejel Sylvain Joffre, vodja EMS odbora za konference in desno: ogled posterjev (foto: Alan Rowlette).



Helga van Leur je bila nagrajena za najboljšo TV vremensko napoved (foto: Alan Rowlette).

posredovanju informacij in medijih, ki jo organiziram in povežem že vrsto let. Tako kot vedno so bila predavanja raznolika in na visoki strokovni ravni. Med povabljenimi sta bila Dick Dee in Peter Hoeppe. Prvi je predstavil ponudbo ECMWF Copernicus programa. Ta je zastavljen zelo ambiciozno in v skladu s smernicami Evropske komisije ponuja brezplačen dostop do podnebnih storitev, kar naj bi spodbudilo razvoj privatnega sektorja na področju specializiranih podnebnih storitev. Vlogo zavarovalništva v prilagajanju na podnebne spremembe je izpostavil Peter Hoeppe, ki vodi center za podnebne raziskave v okviru ReMunich.

Predstavili smo tudi vse tri prejemnike medijskih nagrad. Helga van Leur, prejemnica nagrade za najboljšo TV vremensko napoved, ki je vključevala tudi podnebne podatke, je v svojem nastopu, ki je mejil že na šov v malem, na oder povabila publiko in nastala je zanimiva skupinska slika.

Norveška novinarka Astrid Rommetveit je prejela nagrado za najboljše novinarske dosežke na področju ozaveščanja javnosti o teoriji zarote posipanja z letali in druge članke na temo podnebja in vremena.

Kako v poplavi najrazličnejših informacij o podnebnih spremembah na inovativen način pritegniti pozornost širše javnosti, da prisluhne in se boljše seznanj z vzroki in posledicami podnebnih sprememb? Francoski projekt "Le train du climat & ses messagers" je razstavo skupaj z razlagalci postavil na vlak in z njim obiskal številne kraje v državi. Za ta podvig si je prislužil najprestižnejšo medijsko nagrado

za množični projekt posredovanja informacij. V sklop predavanj o posredovanju informacij je spadalo tudi vabljen vodilno predavanje gosta iz Ameriškega meteorološkega društva, ki ga je podal Keith L. Seitter, izvršni direktor Ameriškega meteorološkega društva. Onstran Atlantika posredovanju informacij namenjajo več pozornosti kot v Evropi.

Fundacija Harry Otten in 25.000 € za najbolj izvirno idejo s področja meteorologije

Fundacija Harry Otten je v Dublinu podelila nagrado za najbolj izvirno idejo s področja meteorologije že tretjič. Nagrado v višini 25.000 € fundacija podeljuje vsaki dve leti na konferenci EMS. Prvi dan konference so trije finalisti, ki smo jih izbrali izmed dvanajstih prijavljenih idej, predstavili širšemu občinstvu svoje predloge, nato pa je komisija fundacije, v kateri sodelujem kot članica upravnega odbora, izbrala zmagovalca. Tokrat je bila izbira zelo težka, saj so bile vse tri predstavljene ideje zelo enakovredne. Nagrado je prejel prof. Lee Chapman, profesor na Univerzi v Birminghamu. Predstavil je projekt za uporabo goste mreže nizkocenovnih senzorjev za spremljanje in kratkoročno napoved vremenskih vplivov na infrastrukturno mrežo z namenom izboljšati prometno varnost. Njegov sistem bo omogočal učinkovite in varčne intervencije, na primer selektivno soljenje v primeru nevarnosti poledice na cesti ali odstranjevanja mokrega lista na železniški progi, za zagotavljanje varnosti na prometnicah.



Levo: Harry Otten s prejemnikom nagrade Leejem Chapmanom (foto: Alan Rowlette), desno: Intervju s predsednikom fundacije Rickom Anthesom (foto: Tanja Cegnar)

Po 2500 € sta prejela Gert-Jan Steeneveld in Tom de Ruijter. Obe ideji sta temeljili na množici razpoložljivih podatkov, ki jih nudijo moderne tehnologije.

Več informacij o fundaciji in nagradah je objavljenih na spletni strani fundacije www.harry-ottenprize.org.

Harry Otten, ustanovitelj Fundacije Harry Otten, je na področju meteorologije dejaven že več kot 40 let. Od tega je bil 25 let direktor podjetja Meteo Consult (zdajšnji MeteoGroup), ki ga je tudi ustanovil. V času njegovega vodenja se je podjetje iz začetnih 5 razširilo na 270 zaposlenih in je delovalo v 10 državah. Ko je podjetje prodal, je bilo to največje privatno podjetje s področja meteorologije v Evropi. Del izkupička od prodaje je Harry Otten namenil fundaciji, ki spodbuja izvirne ideje s področja meteorologije. Po nekaj letih v pokoju, je Harry Otten pred kratkim v Berlinu ustanovil novo podjetje Wettermanufaktur, katerega tudi vodi.

Fundacija Solco W. Tromp

Fundacija je tudi letos podelila nagrado za izvrsten članek s področja biometeorologije v priznani mednarodni strokovni reviji. Prejela jo je Stéphanie Horion iz Univerze v Kopenhagenu za članek "Revealing turning points in ecosystem functioning over the Northern Eurasian agricultural frontier", ki je bil objavljen aprila 2016 v reviji *Global Change Biology*: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13267/abstract>.

Fundacija je podelila tudi tri nagrade mladim znanstvenikom za prispevke na konferenci s področja biometeorologije. Izbrani so bili:

- Anastasia Bleta s prispevkom Cardiovascular admissions related to particulate matter from 2.5 µm to 80 µm in Heraklion, Crete Island, Greece.
- Mikhail I. Varentsov s prispevkom Investigation of urban-caused mesoclimatic features of Moscow megacity.
- Olga Gommershtadt s prispevkom Modeling of summer thermal comfort conditions of Arctic city on microscale.



Levo: Heinke Schuenzen, članica Upravnega odbora EMS in desno: Olga Gommershtadt, dobiurnica ene od treh nagrad Tromp fundacije za mlade znanstvenike.

Natečaj za najlepšo fotografijo oblakov

Jožef Roškar

Leta 2017 je Svetovna meteorološka organizacija svetovni dan meteorologije posvetila oblakom. Slovensko meteorološko društvo je zato v začetku maja 2017 objavilo natečaj za najboljšo fotografijo oblakov nad Slovenijo. Do konca septembra smo na razpis prejeli številne fotografije. Strokovna komisija za izbor najboljše fotografije je bila soočena s težko nalogo. Ni se mogla odločiti za eno samo, zato je izbrala tri fotografije. Izbrane fotografije so:

Dejan PAHOLE: Altocumulusi in odsev v Slivniškem ribniku, Maribor, 22. oktobra 2016.



Gregor SKOK: Lečasti oblak nad Ljubljano v jutranjih urah 30. decembra 2016.



Matej ŠTEGAR: Pileus, pogled iz Orešja pri Ptujju 14. maja 2015.



Na tradicionalnem prednovoletnem druženju smo vsem trem zmagovalcem izročili posebna priznanja. Zmagovalne fotografije in izbor najboljših fotografij tudi drugih avtorjev smo objavili v galeriji na naši spletni strani <http://www.meteo-drustvo.si/novicedogodki/galerija-oblakov/>.

Z zmagovalci je naša kolegica Tanja Cegnar opravila intervjuje, ki smo jih prav tako objavili na naši spletni strani. Avtorji zmagovalnih fotografij so v intervjujih povedali zanimive zgodbe, ki jih v nadaljevanju objavljamo tudi v našem glasilu.

INTERVJU Dejan Pahole

Vaša fotografija je med tremi najboljšimi fotografijami oblakov na natečaju Oblaki nad Slovenijo. Kdaj vas je začelo zanimati fotografiranje?

Fotografiranje me je začelo zanimati pred približno 10 leti. Fotografiral sem že v najstniških letih.

Dandanes veliko ljudi za fotografiranje uporablja samo še pametni telefon. Tisti, ki naokoli hodimo s fotoaparatom, smo v manjšini. Kaj pa vi?

Začel sem z aparatom Canon powershot SX 20 IS, nato pa kmalu izbral analogni fotoaparatus. Canon FTb- QL. Kljub prehodu na digitalno fotografijo mi je film še vedno ljubši, saj se mi zdi tovrstna fotografija na pogled bolj naravna in pristna. Ker je uporaba filma vezana na precejšnje stroške, izdelava slik pa vzame precej časa, večino slik naredim z digitalnim fotoaparatom. Za nakup profesionalne fotografske opreme sem se odločil v času, ko sem čakal na redno zaposlitev in sem si želel s fotografiranjem služiti

kruh. Zavedal sem se, da brez kakovostne opreme ne bo kakovostnih fotografij. Tako kot kakovostna oprema je potrebno tudi znanje, pridobil sem ga z ogledom različnih strokovnih knjig in priročnikov, video navodil, z ogledom dokumentarcev, pa tudi od znanih fotografov in inženirjev. Trenutno uporabljam fotoaparatus znamke CANON EOS 6D in aparat Sony NEX-6. Z rezultati sem zelo zadovoljen, saj pogosto presežejo moja pričakovanja.

Kako ste izvedeli za natečaj Slovenskega meteorološkega društva?

Za natečaj sem izvedel od g. Gregorja Skoka. Nanj sem se obrnil, ker me je zanimalo, kaj vpliva na barvo oblakov. Takrat mi je povedal za natečaj. Rad bi prisluhnil kakšnemu predavanju ali se udeležil kakšne delavnice na to ali podobno temo.

Ste se takoj odločili za sodelovanje?

Da, takoj, saj me je tema izredno zanimala. Ker imam bogato zbirko fotografij, sem na natečaj poslal fotografije, ki sem jih že imel, in mi ni bilo potrebno

fotografirati posebej za natečaj.

Pravite, da je vaša zbirka fotografij na temo vremena bogata. Kaj vse je v vaši zbirki?

Zbirka fotografij na to temo je zelo bogata. Rad fotografiram pokrajino in naravo, vendar v zadnjem času pogosteje dajem poudarek na oblake, sončne vzhode in zahode, strele, mavrico ... Vse to me izredno navdušuje, me pomirja – vsakokrat so ti pojavi unikatni in jemljejo dih.

Obstajajo motivi, ki pogosteje pritegnejo vašo pozornost?

Največkrat se na lov za zanimivimi motivi odpravim zgodaj zjutraj oz. uro do dve pred sončnim zahodom. Pogosto se držim načela »golden hour«, saj mi je všeč svetloba, ko je sonce nizko nad obzorjem. Največkrat se odpravim na kakšno višjo točko, na primer stolp ali kakšen hrib. Rad poiščem motiv ob ribnikih, jezerih, morju, gorah, potokih in poljih, iščem odseve in gibanje vodne gladine. Pogosta motiva sta tudi Luna in Sonce, seveda tudi voda. Najraje imam sončne vzhode in zahode, kadar so na nebu zanimivi oblaki, s pomočjo katerih dosežem zanimivo kompozicijo in harmonijo med nebom in tlemi ter okolico. Ker fotografija zamrzne trenutek, je zanimivejša, če zajame gibanje narave, npr. hitro premikajoči se oblaki, valovita gladina, migetanje listov, vej...). Tako fotografija ponazarja življenjski tok narave.

Narava me sprošča in umirja, včasih navdaja s strahospoštovanjem in osuplostjo nad zakonitostmi, nepredvidljivostjo in harmonijo. Med kraji, kjer najraje iščem motiv, so Rački in Slivniški ribniki, Kamniška Bistrica, Plački stolp, Slap Peričnik in Šumik, tudi Rakov Škocjan in gore.

Kje na svetovnem spletu si lahko ogledamo vaše fotografije?

Trenutno moje fotografije najdete na <https://500px.com/dejanpahole> in <http://dejanpahole.wixsite.com/mysite>. V kratkem pa načrtujem izdelavo lastne



Dejan Pahole, foto: osebni arhiv Dejan Pahole



Rački ribnik je moj priljubljen motiv, foto: Dejan Pahole.

spletne strani. Fotografije objavljam zato, ker z drugimi rad delim lepe stvari.

Fotografije si lahko ogledamo na vaši spletni strani, kaj pa razstave? Ste že razmišljali, da bi pripravili razstavo?

Želja je velika. Zaenkrat še čakam na primerno priložnost, da bi javnosti predstavil svoje fotografije. Vendar je priprava razstave velik finančni zalogaj, ki si ga trenutno ne morem privoščiti, čeprav so vsi, ki so si ogledali moje izdelke, navdušeni nad kompozicijami in motivi. Ker nisem poklicni fotograf, sem svoje izdelke želel pokazati tudi strokovnjakom, da bi ga objektivno ocenili. Njihove pohvale so me prijetno presenetile.

Kako gledate na črno-belo fotografijo? So vam ljubše barve?

Barve name močno vplivajo. Še posebej toplejše. Poživljajo. V obdobju neviht sem še posebej pozoren na dogajanje in adrenalinsko razpoložen. Črno-belo fotografijo uporabim pri zajemu minimalističnih motivov ali takrat, ko želim poudariti teksturo in relief, tudi kadar barv ni veliko ali pa za poudarjanje sporočila fotografije.

Kaj pa video? Vas je že pritegnil?

Do sedaj le za spomin in zabavo. Za razliko od videa me timelapsi mnogo bolj mikajo. Pred kratkim sem pričel pripravljati vse potrebno, da jih nekaj naredim. V kratkem bova z ženo odpotovala v toplejše kraje in želim na več načinov zabeležiti obiskane kraje. Če se bom izkazal v produkciji timelapsov, se gotovo ne bo končalo zgolj pri vtisih s potovanja.

Je fotografirati vremenske pojave poseben izziv?

Seveda, saj se »scenarij« naravnih pojavov izredno hitro spreminja. Ob pravem času moraš priti na pravo mesto, kar ni vedno mogoče. Zgodilo se je že, da bi lahko naredil čudovite posnetke, a sem moral zaradi lastne varnosti odložiti fotografiranje (npr.



Ko vreme pokaže svojo moč, foto: Dejan Pahole.

fotografiranje strel, nevihtnih celic). Vremenski pojavi niso samo lepi, lahko so tudi zelo nevarni.

V čem se vremenski pojavi razlikujejo od ostalih motivov?

Ker večinoma fotografiram pokrajino in naravo, ki je običajno statična, mi vremenski pojavi v fotografiji vnesejo dinamiko. Če redke vremenski pojav vključim v lepo pokrajino, to fotografijo zelo popestri in ji da težo.

Kaj vam pomeni vreme?

Zelo rad bi bolje razumel vremenske pojave. Opažam zakonitosti, vendar jih ne poznam dovolj dobro, ker za to nimam ustrezne izobrazbe. Z veseljem bi se udeležil kakšnega predavanja, ki bi mi pomagalo razumeti vremenske zakonitosti. Prepričan sem, da bi mi razumevanje vremenskega dogajanja pomagalo do boljših fotografij vremenskih pojavov.

Fotografijam bi rad poleg estetske dodal tudi uporabno vrednost, da bi koristile tudi za razlago ali opis pojavov, saj vreme vedno bolj vpliva na nas in nam občasno povzroča različne nevšečnosti.

Bi v prihodnje še sodelovali v kakšni pobudi Slovenskega meteorološkega društva?

Z velikim veseljem. Bilo bi mi v čast.

Kakšno vlogo ima vreme v vašem vsakdanu?

Vreme ima sorazmerno močan vpliv na moje življenje. Takrat, ko se večina ljudi poskrije v svoja domovanja, se jaz odpravim ven fotografirat. Velikokrat velja

načelo: »Bad weather – good pictures«. V tem pogledu bi se lahko še izpopolnil. Včasih me kak pojav spravi v eforijo, dvigne adrenalin in enostavno moram iti fotografirat. Vremenske pojave bi rad bolje razumel.

Imate kakšno posebno misel, ki bi jo radi delili z nami?

Ko najdem primeren motiv, se kar zlijem s fotoaparatom. Postane del mene z motivom vred. Čutiti bitje srca na sprožilcu in čakati primerni trenutek je nadvse fantastično in razburljivo. Čakam razplet. Sem zgolj gledalec. Ne morem vplivati na razplet. Kakor bo, bo. Svoje fotografiranje doživljam kot akcijsko dramo, včasih pa kot poživljajočo, znanstveno-fantastično dramo. Kot začetek, jedro in zaključek. Spet drugič želim vremenski pojav »zamrzniti v fotografijo» kot poezijo. Velikokrat me navdihne tudi glasba, seveda ustrezna »melodiji« motiva. Včasih glasba, včasih zvoki narave. V hrupnem okolju uporabljam slušalke, vendar pri tem pazim na varnost. Ob glasbi in pogledih na naravo doživljam unikaten prizor, vsakič nov, z novo zgodbo in razpletom. Me preseneti in nasmeji. Včasih razočara, vendar je tudi to del predstave.

Bi ljubiteljskim fotografom še kaj sporočili?

Rad bi spodbudil vse, ki imajo »fotografsko žilico« ali pa jih je fotografiranje šele pričelo zanimati: ni potrebna profesionalna oprema, morate pa svojo opremo dobro poznati. Preizkusite se v različnih zvrsteh fotografiranja in našli boste svojo najljubšo. Dobra fotografija ni vedno odvisna od poznavanja teorije – ko pritisnete na sprožilec, posnamete unikatno fotografijo, ki je nihče drug ni in ne bo posnel. Sprostite se in uživajte v fotografiranju.



Za dobro fotografijo se je potrebno potruditi, foto: osebni arhiv Dejan Pahole.

INTERVJU dr. Gregor Skok

Tvoja fotografija je med tremi najboljšimi fotografijami oblakov na natečaju »Oblaki nad Slovenijo«. Leta 2002 si diplomiral iz meteorologije na Fakulteti za matematiko in fiziko v Ljubljani in se kmalu zaposlil na Katedri za meteorologijo. Najprej si bil zaposlen v okviru projekta pozneje pa kot asistent in si vodil vaje pri številnih meteoroloških predmetih. Iz meteorologije si doktoriral leta 2009 in leta 2014 postal docent. Trenutno predavaš meteorološke predmete na petih fakultetah Univerze v Ljubljani. Kdaj te je začelo zanimati vreme in kdaj si se odločil, da boš poklicno izobraževal nove rodove meteorologov?

Za študij meteorologije sem se odločil pri vpisu na fakulteto. Že prej sem vedel, da me zanimajo naravoslovne vede, predvsem fizika, ob prihodu na Fakulteto za matematiko in fiziko pa sem se odločil za študij meteorologije. Čeprav prej z meteorologijo nisem imel izkušenj, se mi je področje zdelo zanimivo, hkrati pa sem ugotovil, da me druga področja fizike manj privlačijo. Razlog je, da so vremenski pojavi veliki in jih lahko vsakodnevno opazuješ in neposredno občutiš – za razliko od npr. preučevanja osnovnih delcev, ki jih ne moreš neposredno videti.

Kako bogata je tvoja zbirka fotografij na temo vremena? Je fotografiranje vremenskih pojavov poseben izziv?

Moja zbirka vremenskih fotografij je majhna. Slike nastajajo predvsem tako, da fotografiram kakšen zanimiv vremenski pojav, ki ga slučajno opazim, seveda če imam pri roki fotografski aparat. Fotografija, ki je bila izbrana na natečaju, je nastala, ko sem neko jutro ob sončnem vzhodu skozi okno opazil lep oblak nenavadne oblike. Iz omare sem vzel fotoaparat, stopil na balkon in posnel fotografijo – to je vse.

Kakšno vlogo ima vreme v tvojem vsakdanu?

Z vremenom se vsakodnevno ukvarjam v okviru svojega dela. Sem visokošolski učitelj in študentom na različnih fakultetah univerze v Ljubljani predavam o meteorologiji. Pri tem se trudim, da bi študentje razumeli fizikalne vzroke za dogajanje v ozračju, saj je takšno razumevanje bistveno za pravilno razumevanje pomembnih tem, kot so npr. podnebne spremembe. Poleg pedagoškega dela opravljam tudi raziskovalno delo, katerega končni rezultat je povezan z napredkom v napovedi vremena, analizi ekstremnih dogodkov, itd..

Kako pomembna je meteorologija za družbo? Kakšen je tvoj pogled na meteorologijo kot znanost?

Meteorologija je zelo pomembna za družbo, saj ima dogajanje v ozračju velik vpliv na Zemljo in življenje na njej. Značilen primer je vremenska napoved, ki ima veliko ekonomsko vrednost. Drug primer je



Gregor Skok pri pregledu dežemera samodejne meteorološke postaje na fakulteti za matematiko in fiziko, foto: osebni arhiv.

preučevanje podnebnih sprememb, ki se trenutno dogajajo na našem planetu, in se jim bomo morali prilagoditi. Znanstveni napredek na teh (npr. bolj natančna vremenska napoved) in drugih področjih meteorologije ima velik potencial, da pozitivno vpliva na družbo.

Komu bi priporočil študij meteorologije?

Študij meteorologije priporočam vsem, ki jih zanimajo naravoslovne vede in bi jim bilo všeč ukvarjati se z vremenom. Področje meteorologije ima številna pod-področja; od napovedi vremena, klimatologije, agrometeorologije, onesnaženja in širjenja škodljivih snovi, do skrbi za meteorološka opazovanja, uporabe satelitskih meritev in dela na letališču. Delo meteorologa je tako precej raznoliko in ponuja veliko izzivov.

INTERVJU Matej Štegar

Vaša fotografija je med tremi najboljšimi fotografijami oblakov na natečaju Oblaki nad Slovenijo. Kdaj vas je začelo vreme zanimati?

Vreme me je začelo ljubiteljsko zanimati že v osnovni šoli. Mojo pozornost je pritegnil vsak vremenski dogodek, bodisi sneženje, nevihte, veter, temperature, itd. Vsak letni čas je bil zame nekaj posebnega, saj je ponujal veliko razburljivih vremenskih dogodkov,

ki sem jih dokumentiral skozi objektiv ter z zapiski v vremenski dnevnik. Z zapiski sem začel leta 2001 in jih še vedno pišem. V srednji šoli se je ob prihodu računalnikov in spleta zanimanje za vreme samo še večalo. In tako je tudi danes, ko nam lepota in hkrati moč narave krojita naš vsakdan.

Kako ste izvedeli za natečaj Slovenskega meteorološkega društva? Ste se takoj odločili za sodelovanje? So bile fotografije posnete posebej za natečaj?

Za natečaj sem izvedel na vaši spletni strani, katero občasno obiščem. Ker se predvsem v poletnem času rad podim za nevihtami, da bi tako ujel najbolj zanimive strukture oblakov, sem se takoj odločil, da nekaj svojih najboljših pokažem tudi na natečaju. Fotografije niso bile posnete posebej za natečaj.

Imate bogato zbirko fotografij na temo vremena? Si jih lahko kje na svetovnem spletu ogledamo?

Imam kar veliko zbirko zanimivih fotografij, različnih vremenskih pojavov. Najdete jih lahko v foto galeriji na koncu spletne strani <http://ptuj.zevs.si>. V bodoče nameravam narediti posebej spletno stran, kjer bodo zbrane najboljše fotografije vremenski pojavov.

Kdaj ste se odločili za lastno meteorološko postajo? Nam na kratko predstavite, katere vremenske podatke shranjujete in kje na spletu si lahko ogledamo predstavitev vaše meteorološke postaje?

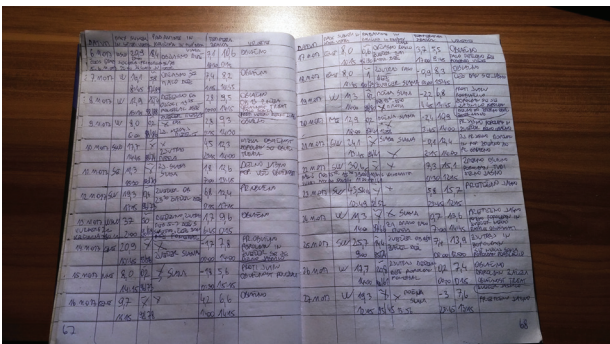


Matej Štegar, foto: osebni arhiv Matej Štegar.

Leta 2005 sem kupil svojo prvo ljubiteljsko vremensko postajo, ki je beležila osnovne vremenske podatke (veter, temperaturo, zračno vlago, pritisk idr.). Vremenska ujma 15. avgusta 2008, je vremensko postajo precej poškodovala in moral sem kupiti novo. Ta postaja je bila veliko naprednejša od prejšnje, saj je poleg ostalih veličin beležila tudi padavine in shranjevala vremenske podatke, ki sem jih sproti vpisoval v vremenski dnevnik. Doma sem jeseni leta 2008 izdelal vremensko hiško, ki je omogočala še točnejše meritve temperature in vlage.

Ker sem vedno stremel k čim bolj točnim meritvam, sem spomladi 2010 kupil polprofesionalno postajo Davis Vantage pro 2. Pri tej postaji vremenska hiška ni več potrebna, saj ima sevalni zaklon, ki je primerljiv z vremensko hiško.

Vsi podatki vremenske postaje Davis VP2, ki so prikazani na spletni strani <http://ptuj.zevs.si>,



Vremenski dnevnik, v katerega še tudi danes vpisujem vse vremenske podatke, foto: Matej Štegar.

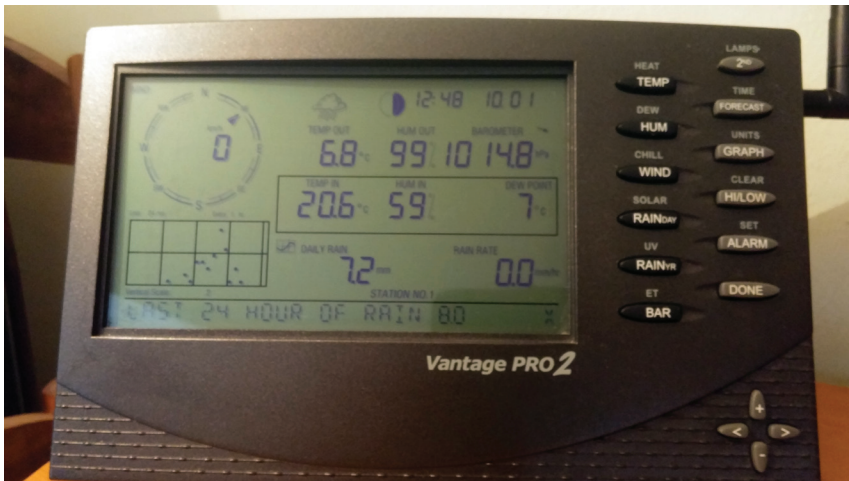
prenašajo brezžično. Podatki se zbirajo vsake 2 sekundi in stran se osvežuje vsakih 5 minut. Ta spletna stran in na njej objavljeni podatki se zbirajo s pomočjo programa WeatherLink. Sestavljajo jo notranja konzola, ki sprejema izmerjene podatke, oddajnik s sončnimi celicami in zunanji merilni senzori (termometer, higrometer/vlagomer, pluviometer/dežemer- slednji ima tudi možnost ogrevanja ob sneženju - in anemometer/vetromer).

Napajanje vseh merilnikov poteka preko baterije in solarnih celic. Podatki o temperaturi, količini in jakosti padavin se merijo v 10 sekundnih intervalih, podatki o hitrosti in smeri vetra vsake 2,5 sekunde, podatki o vlažnosti zraka pa vsakih 50 sekund. Izmerjeni podatki se preko zunanjega oddajnika, s katerim so povezane vse merilne naprave, prenašajo na notranjo konzolo postaje in nato preko IP povezave na računalnik in spletno stran. Notranjo konzolo poleg električne energije napajajo še baterije, zato postaja deluje tudi ob izpadu elektrike.

Poleg tega na vremenski postaji beležim novozapadli sneg ter skupno višino. Prav tako beležim podatke o številu dni z nevihto, slano, snežno odejo idr. Vsi letni in mesečni statistični podatki so dostopni na spletni strani in na blogu <http://vreme-ptuj.blogspot.si/>.

Sodelujete tudi z drugimi ljubitelji vremena?

Konec poletja 2008 sem se včlanil v vremensko društvo Zevs, kjer sem pridobil kar nekaj znanja in koristnih informacij ter na društvenih srečanjih spoznal druge ljubitelje vremena. Z nekaterimi od njih hodim tudi na lov za ekstremnimi vremenskimi



Konzola polprofesionalne vremenske postaja Davis, ki jo uporabljam od 30. aprila 2010 dalje, foto Matej Štegar.

pojavi po Sloveniji in v sosednjih državah. V zadnjem letu sem se povezal tudi s kolegi s portala Neurje.si, s katerimi se tudi pogosto odpravimo na lov za nevihtami. V vremenskem društvu pomagam pri izdaji mesečnega biltena, v katerem so zbrani vsi zanimivi vremenski dogodki, v njem so zbrani tudi statistični podatki z Zevs privatnih postaj. Prav tako izide tudi letna oblika biltena. Mesečni bilteni so dostopni na povezavi <http://zevs.si/index.php/bilteni-zevs/mesecni-bilteni>, letni bilteni pa na povezavi <http://zevs.si/index.php/bilteni-zevs/letni-bilteni>.

Na portalu urejam foto galerijo, v kateri so zbrane fotografije po različnih kategorijah. Slike so prispevali uporabniki in člani foruma in so dostopne na povezavi <http://zevs.si/index.php/foto-galerija>. Poleg omenjenega urejam na portalu še reportaže z lova za nevihtami ter jih delim tudi prek Facebook računa društva.

Bi v prihodnje še sodelovali v kakšni pobudi Slovenskega meteorološkega društva?

Vsekakor sem še pripravljen sodelovati tudi v prihodnosti.

Kakšno vlogo ima vreme v vašem vsakdanu?

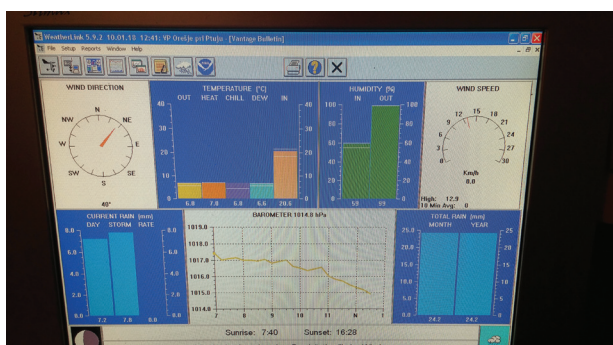
Vreme mi vsakodnevno popestri prosti čas s pregledovanjem različnih meteoroloških izdelkov, ki so dostopni na spletu. Pogosto se odpravim tudi na teren fotografirat zanimive vremenske pojave, ki jih kasneje delim s kolegi na forumu ali družabnih omrežjih.

Zakaj se vam zdi pomembno, da javnost obveščamo o vremenskih razmerah?

Obveščanje javnosti o vremenskih razmerah je zelo pomembno, saj vreme vpliva na naš vsakdan, bodisi v službi kot v prostem času in na potovanjih.

Imate kakšno posebno misel, ki bi jo radi delili z nami?

Čeprav občudujem vremenske pojave in jih z veseljem ovekovečim na fotografiji, si želim, da te vremenske ujme ne bi imele tako katastrofalnih posledic, saj povzročajo preveliko škodo za ljudi, živali, rastline in okolje.



Program Weatherlink, ki zajema podatke, foto Matej Štegar.



Zunanja enota: vetromer je na višini cca 5,5m, dežemer, vlagomer, temperaturni senzor pa na 2,3 m, foto Matej Štegar.



Moja trenutno najlepša fotografija z lova na strele, okolica Lenarta 12. junij 2017.

Visoko specializirane storitve v službi spremljanja kakovosti zraka

Intervju z dr. Marijo Zlato Božnar

V Sloveniji ima premljanje kakovosti zraka z merilniki že kar zgledno zgodovino. Državna merilna mreža je zasnovana za državne potrebe spremljanja kakovosti zraka in ne spremlja onesnaženosti zaradi izpustov posameznih onesnaževalcev, kar odpira prostor za posameznike in strokovne skupine, ki ponujajo visoko specializirane storitve. Pogovarjala sem se z dr. Marijo Zlato Božnar, direktorico MEIS. Spremljanje in modeliranje kakovosti zraka je rdeča nit njene uspešne kariere. Leta 1990 je diplomirala z nalogo »Avtomatski merilni sistem za sprotno spremljanje koncentracij klora v ozračju«. Kot mlada raziskovalka je dve leti kasneje magistrirala z nalogo »Kratkoročno napovedovanje koncentracij SO₂ v ozračju na osnovi večnivojske perceptronske nevronske mreže«, tematiko pa razvijala dalje z doktorsko disertacijo »Izbira učnih vzorcev za model napovedovanja onesnaženja ozračja na osnovi nevronskih mrež« leta 1997.

S članico našega društva je intervju opravila mag. Tanja Cegnar.

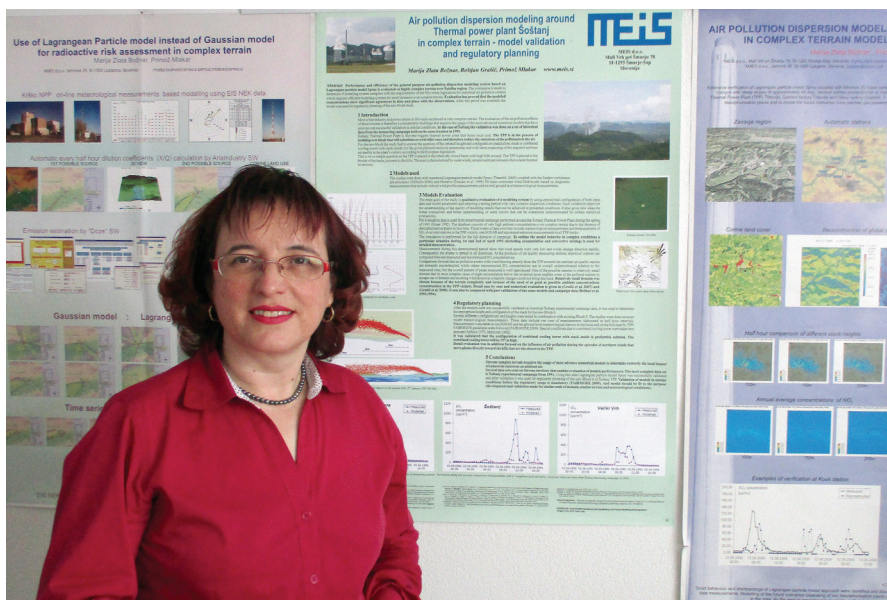
Kaj vas je pritegnilo k spremljanju kakovosti zraka?

Bilo je bolj naključje kot pa načrtovana poklicna kariera. Že kot študentka sem po zaključenem prvem letniku univerze poleti začela delati na Institutu Jožef Stefan (IJS) v skupini dr. Šnajderja in se tam spoznala s sistemi za spremljanje kakovosti zraka. Takrat so že delovale avtomatske merilne postaje v okolici Nuklearne elektrarne Krško. Delo je bilo zanimivo in je ponujalo dovolj razvojnih izzivov, da me je pritegnilo in odločitev za poklicno kariero na področju razvoja sistemov za spremljanje onesnaženosti zraka je bila samoumevna. Imela sem priložnost sodelovati z odličnimi znanstveniki, odprte so bile razvojne

možnosti. Želja po znanju in novih dosežkih je padla na plodna tla in dokler imam možnost raziskovati in snovati nove pristope, ki so v praksi tudi uporabni in koristni, me to delovno področje izpolnjuje.

Je bila odločitev za privatno podjetje težka?

Delu v skupini na IJS je sledilo solastništvo privatnega podjetja AMES, ki je zaživelo v okviru Tehnološkega parka. Razhajanja glede vizije nadaljnega razvoja med člani podjetja so pripeljala do odhoda in v začetku leta 2007 ustanovitve podjetja MEIS, katerega direktorica in solastnica sem.



Posterji na stenah pričajo o sodelovanju na številnih znanstvenih srečanjih, na katerih je sodelovala (foto: T. Cegnar)



Dr. Marija Zlata Božnar je ob posterjih izpostavila nekaj ključnih dosežkov (foto: T. Cegnar)

Kaj se skriva v imenu MEIS, gotovo ni izbrano naključno.

V imenu MEIS je zaobjeto naše celotno delovno področje. M je za modeliranje, meteorologijo in meritve, E za ekološke informacijske sisteme, I za inženiring, izobraževanje in informatiko, S za storitve, študije, svetovanje in sisteme. To je izpisano tudi na naših vizitkah.

Kako bi laiku na kratko opisali poslanstvo MEIS?

Raziskujemo in razvijamo nove sisteme. S sodelavci si ne predstavljamo, da bi opravljali rutinsko delo, želimo in iščemo nove izzive. Deloma si to omogočamo z raziskovalnim delom, a vselej skrbimo tudi za to, da so rezultati raziskav na koncu raziskave koristni in uporabni, saj se s svojimi storitvami preživljamo na trgu. Raziskave predstavljajo tretjino do polovico našega dela. Samo z raziskavami ne moremo preživeti, poleg tega pa nam je v veliko zadovoljstvo in zadoščenje občutek, da smo z raziskavo prispevali nekaj koristnega in uporabnega.

Kakšna je prednost "biti na svojem"?

So prednosti in tudi velika tveganja. Zavedamo se obojega. Za zdaj smo uspešni in se še vedno razvijamo in postavljamo cilje višje in višje. Seveda pa moramo skrbno izbirati raziskovalne projekte, da zadostijo kriteriju izziva ter na koncu pripeljejo do uporabnih rezultatov. V podjetju smo dobro usklajena ekipa, ki se medsebojno dopolnjuje. Izpolnjevati moramo stroge kriterije, ki nam jih postavljajo odjemalci naših storitev. Čeprav smo majhna skupina, mora delo po pogodbah teči v predpisanih rokih, kakovost našega dela in izdelkov je neprestano pod

drobnogledom. Z znanjem, izkušnjami in kakovostjo storitev tekmujemo na trgu z drugimi ponudniki. Da, tveganje je veliko. Imamo izkušnje, zaupamo v svoje znanje, vase in v rezultate našega dela.

Koliko let že nabirate izkušnje z avtomatskimi meteorološkimi postajami?

Že od vsega začetka. Začela sem z razvojem sistemov za spremljanje klora. Nato pa v podjetju AMES z meteorološkimi postajami v okolici NEK, na letališčih, z merilnimi postajami v državni mreži spremljanja kakovosti zraka, z merilnimi sistemi v okolici velikih onesnaževalcev, kot sta npr. Termoelektrarna Šoštanj, pa Termoelektrarna Trbovlje. A vse je nenehen razvoj in širjenje znanja ter izkušenj. Ni dovolj le meriti v točkah, potrebno je določiti tudi prostorsko porazdelitev obremenjenosti zraka z onesnaževali, za kar so potrebni modeli. Modeliranje je prineslo nove izzive, predvsem zato, ker je slovenski relief tako razgiban. Veliko pozornosti namenjamo preverjanju izračunanih vrednosti. Zmotno je mnenje, da model lahko reši vse težave, poleg pravilno izbranega modela za razgiban relief potrebujemo tudi dobre vhodne podatke.

Za napovedovanje vremena uporabljamo izvedenke modela WRF, za širjenje onesnaženosti v ozračju pa predvsem model SPRAY. Naše širše napovedi vremena zdaj sežejo 7 dni vnaprej, ožje, bolj podrobne pa 54 ur vnaprej, rezultate podajamo v obliki kart. Računamo tudi prejete doze za prebivalstvo v okolici NEK. Za potrebe NEK segajo naši izračuni širjenja in stopnje obremenitve zaradi morebitnega izpusta 7 dni vnaprej. Imamo prečiščeno bazo meteoroloških podatkov s

stolpa v NEK od leta 1977, za ostale merilne točke pa približno 30-letne nize podatkov na katerih računamo tudi povratne dobe posameznih izrednih vremenskih dogodkov.

Zakaj avtomatske in ne samodejne, saj se je izraz samodejne že kar prijel v javnosti?

Za nas je odločilen Terminološki slovar avtomatike, ki je v Ljubljani izšel leta 2004. Poleg tega ločimo med pomenom avtomatski in samodejni. Avtomatsko je podmnožica samodejnega.

Kako skrbite za zagotavljanje kakovosti?

Imamo ISO 9001:2015, ki nam je v veliko pomoč. Standard uporabljamo za optimizacijo dela, za zagotavljanje kakovosti storitev, za zagotavljanje sledljivosti. Standard nam ni v breme, ampak v veliko pomoč. Res pa je, da ga ne izvajamo birokratsko, ampak z namenom, za katerega je bil razvit. H kakovosti smo zavezani vsi zaposleni.

Je naročnike storitev težko prepričati, da avtomatske meritve potrebujejo "nadzornika" in je človek še vedno potreben za zagotavljanje kakovostnih in verodostojnih izmerkov?

Avtomatika še zdaleč ne pomeni, da ni potreben nadzor in je človek odveč. Izmerke je potrebno redno

in sproti preverjati, potrebno je oskrbovati merilnike, da delujejo pravilno, odstranjevati umazanijo in druge moteče dejavnike ter zagotavljati vzdrževanje. Naročniki to večinoma razumejo, včasih pa jim je potrebno na začetku pojasniti, zakaj je človeški nadzornik potreben.

Kako pomembno je, da je MEIS vključen v mednarodna strokovna združenja?

Strokovna združenja so sicer pomembna, a še pomembnejša je vpetost v mednarodno znanstveno srenjo. Tako smo vedno na tekočem z razvojem drugod po svetu, svoje dosežke primerjamo s tujimi, spoznavamo niše, kjer lahko tudi mi s svojimi raziskavami prispevamo k napredku v mednarodnem merilu. Vključevanje v mednarodne raziskovalne projekte ponuja veliko tega, kar sem našela, prav tako lahko s svojimi izkušnjami in znanjem ter primeri dobrih praks prispevamo k izboljšavi predpisov na področju zagotavljanja varnosti delovanja jedrskih elektrarn. Sodelujemo z Upravo za jedrsko varnost in v Sloveniji in Mednarodno agencijo za jedrsko varnost.

Je bilo začeti težko? Kaj je bil najtrši oreh?

Začeti z lastnim podjetjem je težko. Ideje, navdušenje, znanje in delovni elan so nujni pogoj, a potrebno je zagotoviti tudi finančna sredstva in prav ta so bila v začetku najtrši oreh. A kot vidite: uspelo nam je.



Utrinek s predavanja na znanstvenem srečanju IAEA (foto: osebni arhiv M.Z. Božnar)



Med razlago merilnih instrumentov, dr. Boštjan Grašič (levo) in dr. Primož Mlakar (desno), (foto: T. Cegnar)

Kaj loči kakovostno spremljanje stanja okolja od povprečne storitve?

Ponujanje celovite storitve od načrtovanja in vzpostavitve sistema za spremljanje stanja do nadzora nad kakovostjo meritev, modeliranja in napovedovanja, seveda pa tudi tolmačenja in prikaza rezultatov uporabniku. Ponujamo tako programsko kot tudi strojno opremo, predvsem pa naše znanje in izkušnje. Že od vsega začetka se zavedamo, da je potrebno rezultate prikazati na razumljiv in uporaben način. Ne skrivamo se za debelimi elaborati v tehničnem jeziku, ki uporabniku ne povedo veliko, predvsem pa od njega zahtevajo veliko časa in znanja, da se prebije do relevantnih dejstev. Jedrnatost, razumljivost, uporabnost in preglednost so naše vodilo pri posredovanju rezultatov.

Je ženski težje uspeli v tehničnem poklicu in delovati kot menedžerka in strokovnjakinja sočasno?

V majhen podjetju se delo menedžerke in strokovnjakinje prepleta. A nikoli nisem imela težav zaradi tega, ker bi bila ženska v tehnični stroki.

Kakšne sodelavce si želite?

Take kot jih imam. Vedoželjne, pripravljene raziskovati, snovati nove izdelke in zanesljive. Z malce izrabljeno frazo: take, ki so pripravljene premikati meje. Razumljivo, da so taki le odprti, delavni in seveda inteligentni sodelavci s smislom za timsko delo, ki ohranjajo zdravo mero skepse in mislijo s svojo glavo.

Kako pomembna je interna in zunanja komunikacija za vaše podjetje?

Ključna. Brez dobre interne komunikacije ne gre tudi v majhni skupini kot je naša. Zavedamo se pomena

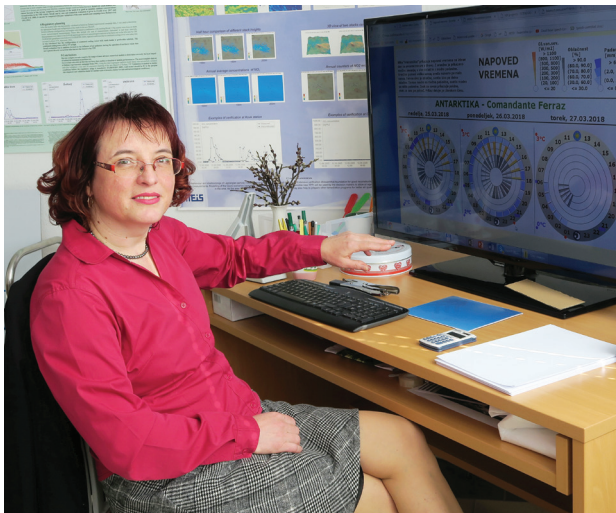
komunikacije in ji namenjamo dovolj pozornosti in časa. Pogosto imamo različne poglede na reševanje problema, kar je prednost, ki nam omogoča, da skupaj v procesu komunikacije izberemo optimalno rešitev.

Ker moramo sredstva za obstoj podjetja pridobiti na trgu, je ključna komunikacija z odjemalci naših storitev in izdelkov. Pogosto je s potencialnimi odjemalci potrebno skupaj razčleniti problem in poiskati optimalno rešitev. Moramo spoznati potrebe odjemalca, njemu pa moramo razložiti, kako lahko rešimo njegov problem ali nalogo. Pomembna je tudi osebna komunikacija, ker tako lažje spoznamo potrebe naročnika in mu tudi lažje svetujemo. Že večkrat smo se znašli v situaciji, ko nam je koristilo, da smo že vnaprej predvideli pomisleke in zadržke, seveda pa tudi protiargumente konkurence. Z znanjem in izkušnjami najdemo prave argumente, odjemalci pa cenijo izkazano kompetentnost.

Za prikaz rezultatov naših izračunov smo razvili programsko orodje MUNGO. Ime je kratica za meisovo univerzalno numerično grafično obdelavo.

Kako ocenjujete ozaveščenost o pomenu kakovosti zraka v Sloveniji?

Na področju regulative je stanje dokaj dobro, težave nastanejo pri izvajanju v vsakdanjem življenju. Tu je še veliko prostora za izboljšave. Velikim onesnaževalcem, to je predvsem industrija, je skrb za okolje predpisana, inšpektorji pa opravljajo nadzor. Drugače je z gospodinjstvi, na primer s kurjenjem na prostem, pa z malimi kurišči za ogrevanje.... Pri slednjem se seveda zavedamo, da je prisoten tudi vidik energetske revščine, ki bi jo morala država intenzivneje blažiti.



Vremenčice in sončnice so priljubljen prikaz dnevnega poteka vremenskih in ekoloških spremenljivk (foto: T. Cegnar)

Kateri projekt je za podjetje ključen?

Stalnica naše dejavnosti so storitve za NEK, ki imajo že dolgo tradicijo. Poleg merilne mreže avtomatskih postaj že več kot 20 let upravljamo meritve s SODARjem, z dodatkom RASS pa zdaj lahko spremljamo temperaturo, veter in vertikalno gibanje zraka do višine 500 m. Nismo omejeni zgolj na spremljanje vremenskih razmer, ampak tudi na modeliranje, napovedovanje in ocenjevanje letnega bremena radioaktivnih snovi v okolici NEK, ter orodja za lažje odločanje v primeru nepredvidenih dogodkov. V sodelovanju z NEK se neprestano razvijamo in ponujamo vedno boljše storitve, kar potrjujejo tudi pohvale mednarodnih inšpekcij, naše storitve so pogosto izpostavljene kot primeri dobrih praks.

Kateri projekti so vam ostali v najlepšem spominu?

Veliko je projektov, ki so nam tako ali drugače ostali v lepem spominu. Med njimi je tudi projekt SONČEK z vremenčicami (radialni frekvenčni diagrami) za prikaz dnevnega poteka vremenskih in ekoloških spremenljivk, v katerem smo sodelovali z Univerzo v Sao Paulu. Z vremenčicami zelo nazorno prikazemo dnevno spreminjanje izbranih veličin, intuitivni prikaz je podlaga za prilagajanje dejavnosti stanju okolja tekom dneva. V Braziliji smo lahko s pomočjo pogostih radiosondaž preverili izračune našega modela za opis vremenskega stanja ne le v spodnji plasti ozračja, ampak v vsej troposferi.

Veliko naših projektov je vezanih na modeliranje gibanja onesnaževal v ozračju z Lagrangeevimi modeli delcev nad razgibanim reliefom. Ta pristop smo uporabili tudi za najzahtevnejše študije za pridobitev integralnega okoljskega dovoljenja za industrijske objekte. Z uporabo nevronske mreže sem začela že

med podiplomskim študijem in še vedno se izkažejo za zelo uporaben pristop. Nazadnje smo jih uporabili za izboljšanje napovedi ravni ozona in razpršenega sončnega sevanja.

V okviru projekta »KOoreg« smo z našimi modeli uspeli na testnem območju ločiti, koliko onesnaženja prispevajo mala kurišča in koliko drugi onesnaževalci. Ukvarjamo se tudi z meritvami in modeliranjem difuznega (razpršenega) sončnega sevanja. To je trd oreh, ki se ga lotijo le redki.

V okviru FP7 projekta N4C smo s partnerji razvijali internet za odmaknjena področja, kjer ni enostavno ali poceni ali je celo sploh nemogoče dobiti dostop do internetnih omrežij na klasičen način. V projektu smo uporabil tehnologijo odložljivih omrežij (DTN).

Med domačimi projekti naj omenim meritve s SODARjem ob izgradnji viadukta Črni Kal, naša programska oprema je bila že pred krizo v Ukrajini uporabljena za spremljanje okolice jedrske elektrarne Černobil.

Na stenah imate poleg številnih posterjev tudi celo galerijo fotografij s strokovnjaki na gostovanju v vašem podjetju.

Ponosni smo na obiske tujih strokovnjakov in znanstvenikov v našem podjetju. Z mozaikom fotografij obiskovalcev ohranjamo spomin na ta strokovna srečanja, ki so vezana tudi na skupne raziskave v preteklosti.

S katerimi raziskovalnimi projekti se trenutno ukvarjate?

Z meritvami v kraških jamah. Z našimi meritvami CO₂ lahko spremljamo obremenitev, ki jo za jamo predstavljajo obiskovalci v Postojnski jami. Meritve v kraških jamah so precej zahtevnejše, kot bi si mislili. Največja težava je visoka vlažnost zraka in kondenz, ki škodi elektroniki. A tudi to težavo smo uspešno rešili. Z ultrazvočnimi merilniki gibanja zraka smo v jamah preverjali dotok zraka.



Med izvajanjem meritev vetra na Črnem Kalu (foto: osebni arhiv M. Z. Božnar)

Kakšna je vaša vizija prihodnega razvoja vas osebno in podjetja?

Tržimo lastne izdelke in storitve, nismo in ne nameravamo biti posrednik ali zastopnik. Sensorje kupujemo in jih ne izdelujemo sami. Poudarek bo tudi v prihodnje na razvoju in raziskavah.

Podjetje je certificirano pri SIQ za ISO 9001:2015. Kompetence na področju modeliranja širjenja onesnaženja v ozračju smo že velikokrat uspešno dokazali, ponujamo izdelavo in vzdrževanje avtomatskih okoljskih merilnih sistemov in izvedbo

zahtevnih meritev v okolju, med njimi meritve vertikalnih profilov s SODARjem. Ukvarjamo se z radiologijo, onesnaževanjem ozračja, povezavo z GISom ter internetnimi tehnologijami za komunikacijsko zahtevna področja.

Vpeti smo v raziskave v Sloveniji in v mednarodne raziskovalne projekte. Smo registrirana raziskovalna skupina in imamo bogato znanstveno bibliografijo. Naša vizija in cilj za prihodnost sta razvijati vsa navedena področja in nadaljevati z raziskavami.

Poleg direktorice so bili na pogovoru prisotni tudi vodja raziskovalne skupine dr. Primož Mlakar, vodja kakovosti dr. Boštjan Grašič in strokovni sodelavec Darko Popović. S ponosom so mi razkazali svoje delovno okolje, simulacije širjenja onesnaženosti v ozračje, rezultate meritev in sisteme za kontrolo in zagotavljanje kakovosti podatkov v bazah podatkov. Skupina strokovnjakov, ki se zaveda, da delajo za skupne cilje, ki se z izzivi soočajo z veseljem in veliko željo po razvoju in raziskavah. Bili so prijetni sogovorniki, ki bi mi o svojem delu povedali še veliko več, če se čas mojega obiska ne bi prehitro iztekel.



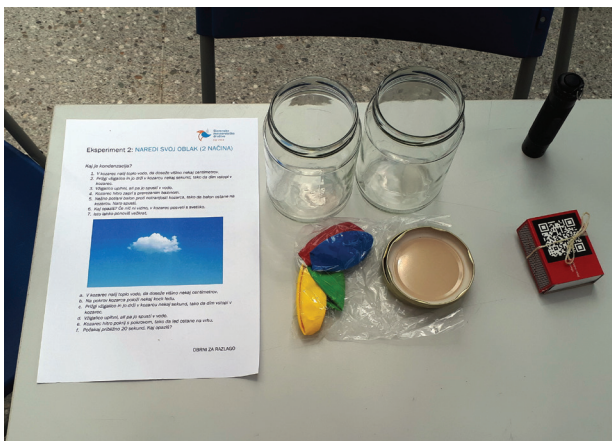
Med sproščenim pogovorom, od leve proti desni: dr. Boštjan Grašič, Darko Popović, dr. Primož Mlakar in dr. Marija Zlata Božnar (foto: T. Cegnar)

Znanstival: Ozračje v kozarcu

Živa Vlahovič, Agencija Republike Slovenije za okolje

V sklopu Znanstivala – festivala znanosti, ki pod okriljem Hiše eksperimentov že deseto leto zapored poteka na različnih lokacijah v centru Ljubljane, smo z delavnico Ozračje v kozarcu sodelovali tudi predstavniki Slovenskega meteorološkega društva. Ta je bila namenjena vsem radovednim raziskovalcem, ljubiteljskim meteorologom in bodočim podnebnim aktivistom. S pomočjo kozarcev za vlaganje, vode, ognja in ledu ter z nekoliko improvizacije ob spoznanju, da bomo brez elektrike, so udeleženci

spoznali nekatere temeljne lastnosti našega ozračja. Med najstniki sta največ vzklikov navdušenja oziroma začudenja bila deležna podhlajena voda in nastanek oblakov na več načinov, mlajši pa so se v vlogu znanstvenikov najraje postavili z mešanjem različno obarvanih toplih in hladnih tekočin in pridobivanjem ogljikovega dioksida iz osnovnih sestavin vsake kuhinje. Na ogled so bili postavljeni tudi različni meteorološki instrumenti, ki so pritegnili marsikateri pogled mimoidočih, meteorološki opazovalec Anže pa jim je postregel z dodatnimi pojasnili o njihovem delovanju in o opazovanjih. Zaradi daljšega obdobja neobičajno visokih temperatur, je pogovor nekajkrat nanesel tudi na dogajanje v ozračju tisti dan. Starejši obiskovalci, ki so želeli vreme in podnebje v Sloveniji preučiti natančneje in v svojem času, so lahko domačo knjižno zbirko dopolnili z brošurami o podnebnih



Navodila in oprema, s pomočjo katere lahko oblak naredimo kar v kozarcu.



Stojnica z meteorološkimi eksperimenti je pritegnila kar precej obiskovalcev. Zanimali so jih tudi meteorološki instrumenti.

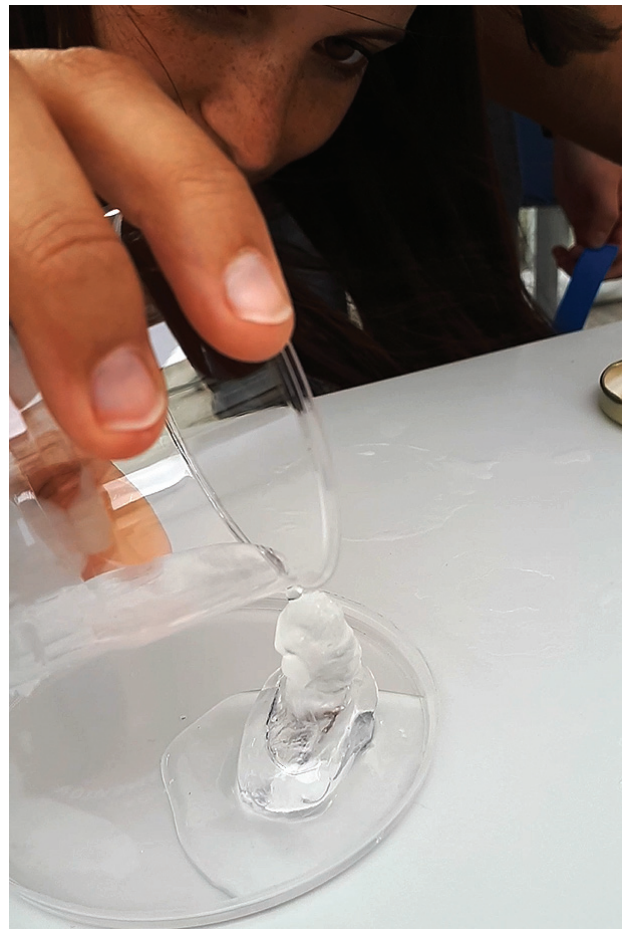


Hm, tekoča voda ima lahko tudi manj kot 0 °C. Tudi naključne mimoidoče je zanimalo, kaj se dogaja v kuhinjski posodi.

spremembah v prihodnosti in s posameznimi številkami Vetrnice. Kljub nekoliko oddaljeni lokaciji na Gallusovem nabrežju in zgodnji popoldanski uri smo zabeležili več deset obiskovalcev, kar potrjuje, da je naše ozračje zanimivo tudi za laike, neodvisno od starosti. Meteorološka skupnost je majhna in naša znanja svojevrstna, zato lahko tovrstne dogodke s pridom uporabimo za promocijo našega delovanja ter vremena in podnebja tudi v bodoče.



Le zakaj se balon na vroči zrak dviga? Odgovor smo dobile z mešanjem različno obarvani tekočin z različno temperaturo.



Pri kolikšni temperaturi zamrzne voda? Naučili smo se, da odgovor sploh ni tako enostaven! Namesto, da rečemo, da voda zamrzne pri 0°C , bomo naslednjič raje rekli, da se led pri tej temperaturi stali.



Živa in Anže sta mladim in starim vremenskim navdušencem ter naključnim mimoidočim približala našo stroko s predstavitvijo nekaterih meteoroloških merilnih inštrumentov in zelo zanimivimi poizkusi, ki so vremenske procese pričarali kar v kazarcih.



V kozarec smo s pomočjo kisa in sode dodali ogljikov dioksid. Sedaj pa študiramo, kakšen je njegov toplogredni učinek.

Vpliv vertikalne turbulentne difuzije v modelu CAMx na izračunane koncentracije onesnaževal

Luka Matavž, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

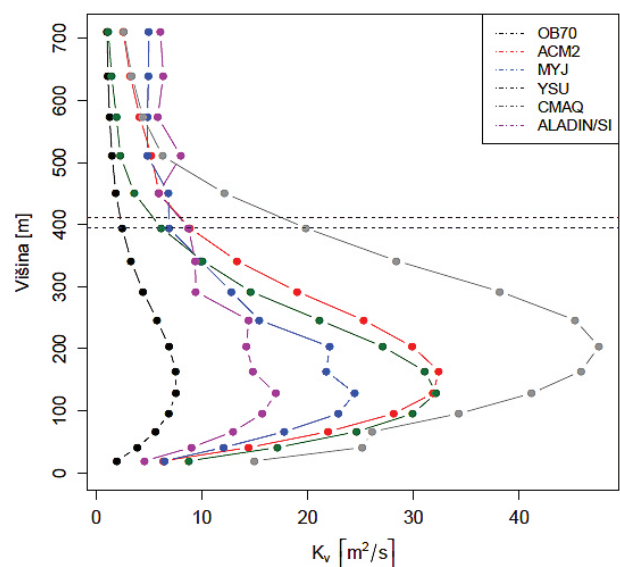
Napoved kakovosti zraka je odvisna od meteoroloških pogojev, posebej v planetarni mejni plasti (PBL). Zato so modeli za kakovost zraka sklopljeni s meteorološkimi modeli. Posebnega pomena za uspešnost napovedi kakovosti zraka je parametrizacija turbulence v mejni plasti, tako v meteorološkem modelu, kot tudi v modelu za napovedovanje koncentracije onesnaževal.

V sklopu magistrske naloge sem raziskal vpliv parametrizacije vertikalne turbulentne difuzije na kakovost napovedi koncentracije delcev PM₁₀ v modelu CAMx (ang. Comprehensive Air quality Model with extensions) nad Slovenijo. CAMx je sklopljen z operativnim meteorološkim modelom ALADIN/SI. Simulacije z modelom CAMx so bile izvedene za celoten januar 2015, ko so bile zabeležene 3 epizode s povečanimi koncentracijami delcev PM₁₀. Modelske rezultate sem primerjal z izmerjenimi vrednostmi na merilnih postajah po Sloveniji v prostoru in času.

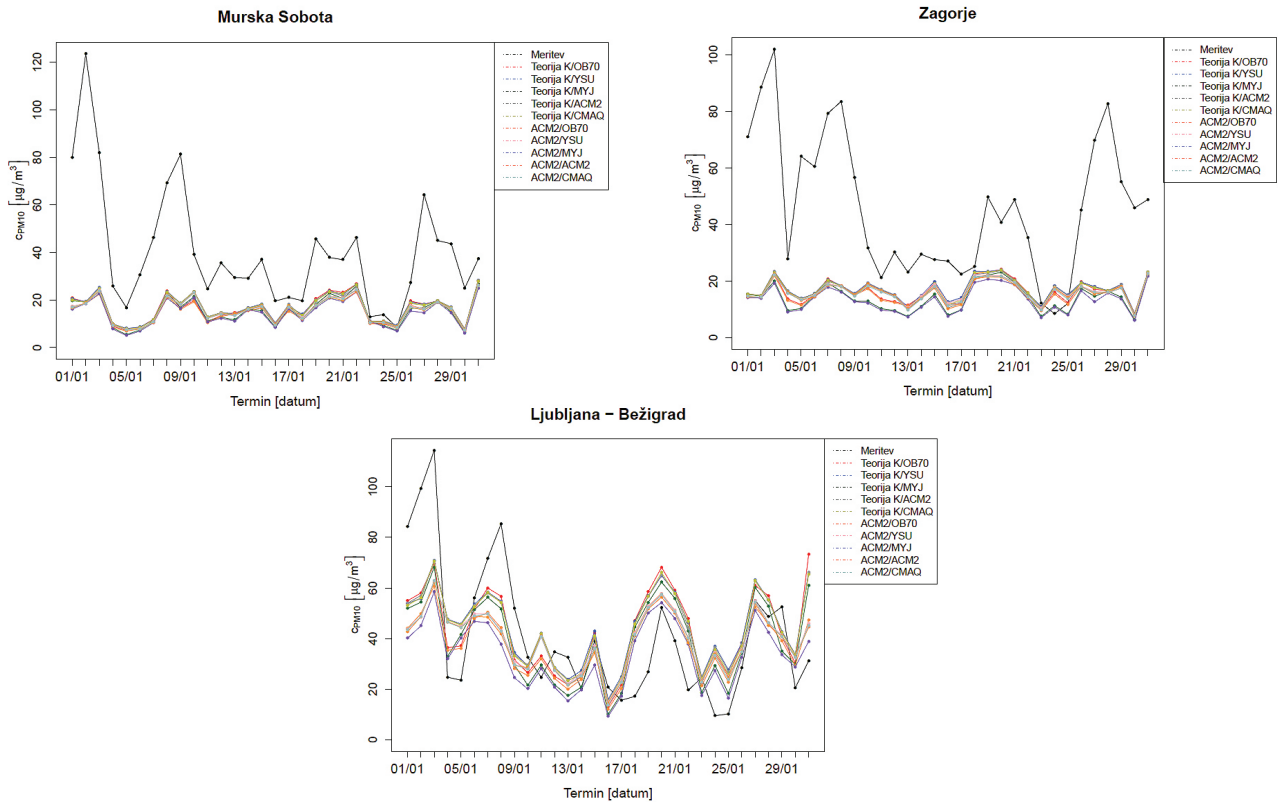
Posebej sem analiziral koeficient vertikalne turbulentne difuzije K_v v različnih shemah parametrizacije. Uporabil sem 5 različnih shem (t.i. sheme K_v). Uporabljene sheme OB70, YSU, ACM2, CMAQ in MYJ se med seboj razlikujejo glede na lokalnost in metodo izračuna strukturnih funkcij za opis vertikalnega turbulentnega prenosa v različnih pogojih stabilnosti.

Polja koeficientov K_v pridobljena z različnimi shemami so bila uporabljena pri dveh metodah opisa vertikalnega turbulentnega transporta, metodi ACM2 in teoriji K. Modelski rezultati so bili statistično analizirani s pomočjo standardnih mer kot so statistična napaka (BIAS), povprečna absolutna napaka (MAE), koren srednje kvadratne napake (RMSE) in koeficient korelacije (r). Statistična značilnost razlik med različnimi kombinacijami shem in metod je bila preverjena z Fisherjevim z-testom. Cilj je bil določiti najbolj ustrezno kombinacijo za uporabo v operativni verziji modela CAMx na ARSO.

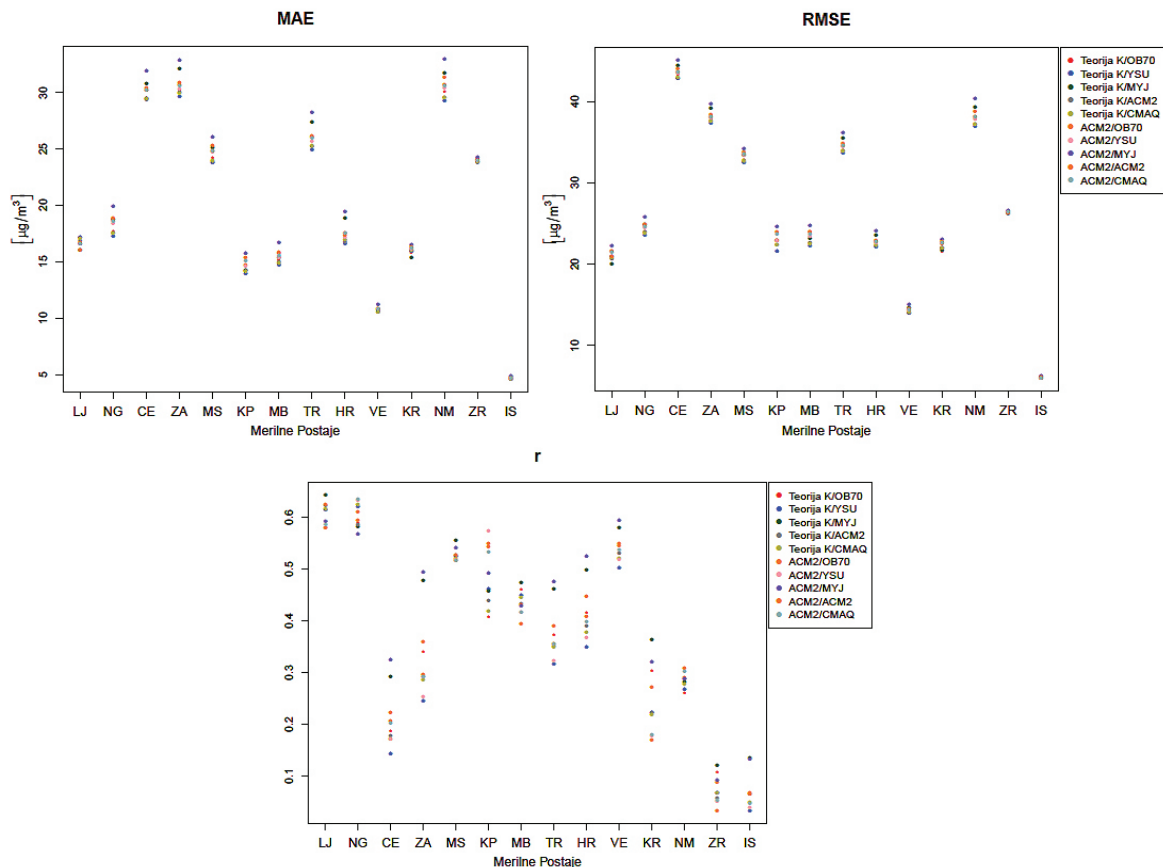
Rezultati so pokazali, da je vertikalno turbulentno mešanje najbolj intenzivno pri lokalni shemi MYJ in koeficientu K_v iz modela ALADIN/SI. Pri vseh kombinacijah model praviloma podcenjuje izmerjene vrednosti koncentracij delcev PM₁₀ vsaj za faktor 2. Domnevni razlog za podcenjevanje je predvsem slaba horizontalna ločljivost modela in posledično neustrezno predstavljena stabilnost in turbulenca v mejni plasti, ter povprečevanje virov emisiji znotraj modelske celice. Če CAMx vrednotimo z RMSE in MAE, se kot najboljša kombinacija izkaže shema YSU v kombinaciji s teorijo K. V primeru uporabe koeficienta r kot merila uspešnosti, pa se kot najbolj uspešna izkaže kombinacija sheme MYJ in metode ACM2. Rezultati Fisherjevega z-testa za razlike med koeficientom korelacije r za različne sheme so pokazali, da so razlike med desetimi uporabljenimi kombinacijami v povprečju statistično značilne.



Slika 1. Povprečni vertikalni profili koeficienta K_v časovno povprečeni za obdobje med 1.1.2015 in 10.1.2015, in krajevno povprečeni po modelskih točkah ki znotraj izbrane domene ustrezajo statično stabilni PBL in izbranemu razredu višine PBL. Horizontalna črtna temno rdeča črta predstavlja povprečno višino PBL, temno modra pa vmesni nivo, določen na podlagi dejanske povprečne višine iz modela ALADIN/SI.



Slika 2. Časovni potek povprečne dnevne koncentracije delcev PM10 na izbranih merilnih postajah po Sloveniji, ter povprečne dnevne koncentracije delcev PM10 modela CAMx, za vse kombinacije opisa vertikalnega turbulentnega transporta, na najnižjem modelskem nivoju v modelskih točkah, ki so najbližje izbrani merilni postaji.



Slika 3. MAE, RMSE, BIAS, r za vse kombinacije opisa vertikalnega turbulentnega transporta na izbranih postajah.

Preglednica 1. Povprečni MAE, RMSE, BIAS, r . Pri izračunu so bile upoštevane vse vključene merilne postaje in vsi časovni termini znotraj izbranega obdobja (celoten januar).

Kombinacija K_i / Stat. Mera	MAE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	RMSE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	BIAS [%]	r
teorija K/OB70	19.614	27.801	-44.107	0.388
teorija K/YSU	19.398	27.552	-42.183	0.375
teorija K/MYJ	20.374	28.622	-49.400	0.416
teorija K/ACM2	19.521	27.700	-43.253	0.381
teorija K/CMAQ	19.547	27.731	-43.358	0.380
ACM2/OB70	20.172	28.511	-48.562	0.400
ACM2/YSU	19.914	28.230	-46.315	0.380
ACM2/MYJ	21.192	29.499	-53.537	0.417
ACM2/ACM2	20.131	28.435	-47.457	0.383
ACM2/CMAQ	20.081	28.396	-47.327	0.385

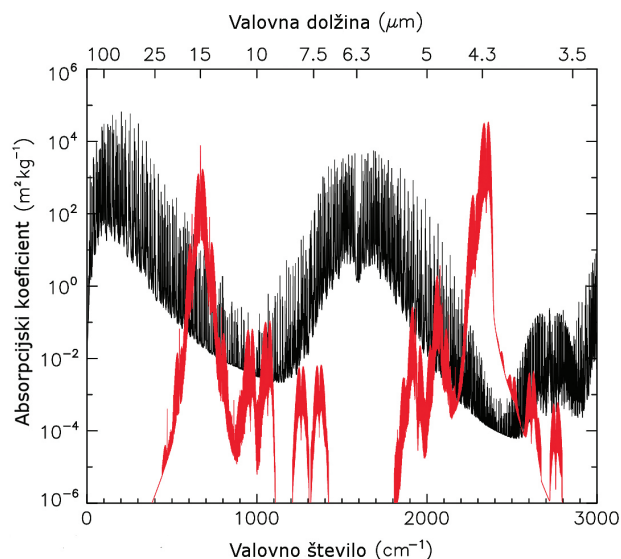
Učinek spremembe vodne pare na sevalni prispevek toplogrednih plinov

Živa Vlahović, University of Reading

Uvod

Sprememba vsebnosti vodne pare sodi med prevladujoče mehanizme podnebnih povratnih zank v Zemljinem ozračju, saj povečuje prvotni sevalni prispevek za faktor med dva in tri (Myhre in sod., 2013). Količina

vodne pare se v ozračju povečuje kot odziv na postopno višanje globalnega povprečja temperature zraka in pričakuje se, da se bo povečevala tudi v prihodnosti. Vodna para je zaradi visoke vsebnosti v ozračju in zveznega spektra z izrazitimi spektralnimi črtami najučinkovitejši absorbent infrardečega (IR) sevanja v ozračju, med valovnimi dolžinami 4–100 μm (valovno število 100–2500 cm^{-1}). Vse večja vsebnost vodne pare (v nadaljevanju H_2O) lahko zaradi prekrivanja njenega absorpcijskega spektra z absorpcijskimi pasovi glavnih antropogenih toplogrednih plinov, ogljikovega dioksida (CO_2), metana (CH_4) in didušikovega oksida (N_2O) na njihov sevalni prispevek vpliva tako, da absorbira elektromagnetno sevanje na njihov račun in s tem zmanjša njihov sevalni prispevek. Omenjeni učinek lahko deluje tudi posredno, saj lahko spremeni proporcionalno razdelitev in velikosti komponent sevalnega prispevka, kot je denimo atmosferska komponenta, za katero je znano, da vpliva na globalne spremembe padavin.



Slika 1. Absorpcijski koeficient H_2O (črna) in CO_2 (rdeča) v odvisnosti od valovne dolžine in valovnega števila (iz podatkovne baze HITRAN2004). CH_4 absorbira IR sevanje v pasu okoli 7,6 μm , N_2O pa okoli 4,5, 7,8 in 17,0 μm

Cilj

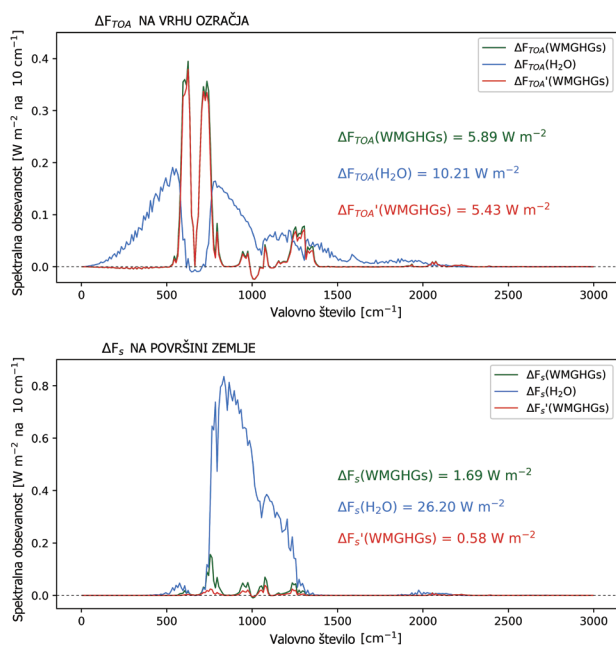
Cilj magistrske naloge je bil raziskati in oceniti učinek spremembe vsebnosti vodne pare v ozračju na sevalni prispevek omenjenih glavnih toplogrednih plinov, ki se sproščajo ob človekovi dejavnosti. V času izvajanja magistrskega dela omenjeni učinek v strokovni literaturi še ni bil sistematično obravnavan.

Metoda

Učinek spremembe vodne pare je bil raziskan za sevalni prispevek dobro premešanih toplogrednih plinov (ang. well-mixed greenhouse gases – WMGHGs) CO_2 , CH_4 in N_2O z vsebnostmi predvidenimi s scenarijem značilnega poteka vsebnosti RCP8.5 za leto 2100 glede na sedanost (Prather in sod., 2013). Obravnavan je bil na podlagi modelskih izračunov za povprečno ozračje na svetovni ravni z uporabo visokoločljivostnega modela prehoda sevanja (ang. narrow-band radiative transfer model, posodobljen po Shine, 1991) in sicer na tropopavzi oziroma na vrhu ozračja za sevalni prispevek s prilagojeno stratosfero (ΔF_{TOA}) ter na površini Zemlje (ΔF_s). Učinek je bil najprej izračunan za primer idealiziranega povečanja vsebnosti H_2O (dvakratno povečanje na vseh ravneh ozračja glede na sedanost) in kasneje z uporabo izboljšane oziroma nekoliko bolj realističnega povečanja (povečanje vsebnosti H_2O na podlagi zvišanja povprečne globalne temperature zraka za 4°C v troposferi glede na sedanost, kot so za leto 2100 ocene po scenariju RCP8.5).

Rezultati

Na vrhu ozračja dvakratno povečanje vsebnosti H_2O povzroči sevalni učinek v večjem delu zemeljskega IR spektra, razen pri $15\ \mu\text{m}$ ($667\ \text{cm}^{-1}$), kjer prevladu-



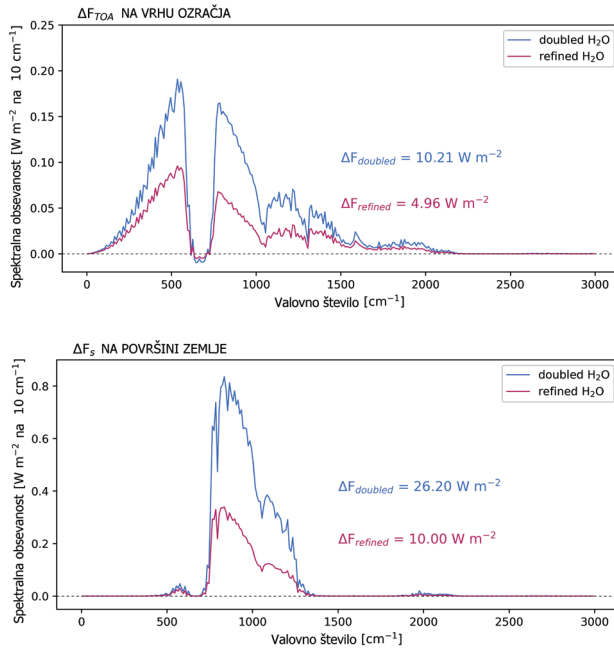
Slika 2. Spektralni sevalni prispevek na vrhu ozračja (zgoraj) in na površini Zemlje (spodaj) vseh treh dobro premešanih toplogrednih plinov (zelena), sevalni učinek dvakratnega povečanja vsebnosti H_2O (modra) ter zmanjšan sevalni prispevek vseh treh dobro premešanih toplogrednih plinov ob dvakratnem povečanju H_2O (rdeča). Navedene so tudi integrirane vrednosti po celotnem spektru

je absorpcija CO_2 . Na vrhu ozračja je na povečanje vsebnosti H_2O najbolj občutljiv ΔF_{TOA} (CH_4), temu pa zaporedoma sledita ΔF_{TOA} (N_2O) in ΔF_{TOA} (CO_2). Občutljivost sevalnega prispevka posameznega toplogrednega plina na povečanje vsebnosti H_2O je odvisno predvsem od intenzitete absorpcije H_2O v prekrivajočih se območjih IR dela spektra. Vodna para najmočnejše absorbira v pasu valovne dolžine okrog $6,3\ \mu\text{m}$ (valovno število $1587\ \text{cm}^{-1}$) ter v skrajnem infrardečem (ang. far-IR) območju, medtem ko so za toplogredne pline značilni ozki absorpcijski pasovi. Pri CO_2 se ti nahajajo pri okoli $4,3\ \mu\text{m}$ in $15\ \mu\text{m}$ (slika 1), kjer je pomembnejši slednji pas zaradi bližine vrha Zemljinega sevalnega spektra. CH_4 ima pomembnejši absorpcijski pas pri okoli $7,6\ \mu\text{m}$ ($1316\ \text{cm}^{-1}$), N_2O pa pri okoli $7,8\ \mu\text{m}$ ($1282\ \text{cm}^{-1}$) in $17\ \mu\text{m}$ ($588\ \text{cm}^{-1}$). Na površini Zemlje je sevalni prispevek dobro premešanih toplogrednih plinov precej bolj dovzeten za učinek sprememb H_2O kot na vrhu ozračja. Sprememba vsebnosti H_2O na energijsko bilanco Zemlje na njeni površini namreč vpliva le v omejenem spektralnem območju med 700 in $1400\ \text{cm}^{-1}$ (slika 2 in 3), saj je absorpcija v preostalem delu spektra nasičena. Večja intenziteta absorpcije IR sevanja v sicer šibkejših absorpcijskih pasovih CO_2 skupaj z omejenim omejenim vplivom H_2O vodita do največje občutljivosti ΔF_s (CO_2), ki mu zaporedoma sledita ΔF_s (CH_4) in ΔF_s (N_2O).

Zmanjšanje skupnega sevalnega prispevka vseh treh toplogrednih plinov je zaradi delnega prekrivanja absorpcijskih pasov med temi toplogrednimi plini nekoliko manjše v primerjavi z vsoto posameznih zmanjšanj. Znatno delež zmanjšanja povzroči zvezni spekter H_2O , ki prispeva kar 37 % k zmanjšanju ΔF_{TOA} in 73 % k zmanjšanju ΔF_s , preostanek zmanjšanja pa je posledica absorpcije v absorpcijskih črtah H_2O . Izrazitejše zmanjšanje ΔF_s v primerjavi s ΔF_{TOA} pomeni povečanje atmosferske komponente skupnega sevalnega prispevka vseh treh toplogrednih plinov (ΔF_a).

$$\Delta F_{\text{TOA}} = \Delta F_s + \Delta F_a \quad (1)$$

Podobni so zaključki ob uporabi bolj realističnega povečanja vsebnosti H_2O po Clausius-Clapeyronovi enačbi, kot posledici višanja globalne povprečne temperature v troposferi za 4°C . Na vrhu ozračja je tako relativno zmanjšanje ΔF_{TOA} (CH_4) 7 %, zmanjšanje ΔF_{TOA} (N_2O) 6 % in zmanjšanje ΔF_{TOA} (CO_2) 3 %. Na površini Zemlje se najbolj spremeni ΔF_s (CO_2) z relativnim zmanjšanjem za 31 %, sledita mu ΔF_s (CH_4) s 25 % zmanjšanjem in ΔF_s (N_2O) z 22 % zmanjšanjem. Ob upoštevanju skupnega sevalnega prispevka vseh treh toplogrednih plinov se sevalni prispevek na vrhu ozračja ob zvišanju H_2O zmanjša za $0,12\ \text{W m}^{-2}$ (-2%), na površini Zemlje pa za kar $0,49\ \text{W m}^{-2}$ (-29%). Tako na vrhu ozračja kot tudi na površini Zemlje k prekrivanju absorpcijskih pasov in učinku H_2O bistveno prispeva zvezni spekter H_2O .



Slika 3. Spektralni sevalni učinek na vrhu ozračja (zgoraj) in na površini Zemlje (spodaj) za dvakratno povečanje vsebnosti H_2O na vseh ravneh ozračja (ang. *doubled*, modra) ter za izboljšano oz. bolj realistično povečanje vsebnosti H_2O (ang. *refined*, magenta). Navedene so tudi integrirane vrednosti po celotnem spektru.

Spremembe ΔF_{TOA} in ΔF_a vseh dobro premešanih toplogrednih plinov vplivajo na spremembo globalne prizemne temperature zraka in na spremembo globalnih povprečnih padavin. Zmanjšanje sevalnega prispevka na vrhu ozračja ustreza zmanjšanju globalne povprečne spremembe prizemne temperature zraka za okoli $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ pri srednji vrednosti parametra podnebne občutljivosti $\lambda = 0,8 \text{ K (W m}^{-2}\text{)}^{-1}$ iz razpona podanega v Collins in sod., 2013.

$$\Delta T_s = \lambda \Delta F_{TOA} \quad (2)$$

Majhen učinek na ΔF_{TOA} ter velik učinek na ΔF_s skupaj delujeta tako, da povečata ΔF_a za $0,37 \text{ W m}^{-2}$ ali 9 % (glej enačbo 1), kar posledično zavira hitre globalne spremembe padavin. Tako povečanje ΔF_a , kot tudi zmanjšanje ΔF_{TOA} , ki ju povzročata povečanje vsebnosti H_2O , zavirata spremembo padavin in sicer prvi člen na tedenski časovni ravni ter drugi člen na več desetletni časovni ravni. Z uporabo preprostega modela (Shine in sod., 2015) je bilo ocenjeno, da se ravnatežna globalna povprečna sprememba padavin ob realističnem povečanju vsebnosti H_2O zmanjša za $0,02 \text{ mm dan}^{-1}$ ($-9,4 \%$ glede na ravnatežno spremembo padavin brez učinka povečanja vsebnosti H_2O , ki znaša $0,21 \text{ mm dan}^{-1}$), k čemur hiter odziv na spremembe ΔF_a prispeva 64 % in počasen odziv na spremembe ΔF_{TOA} preostalih 36 %.

Rezultati so pokazali, da je tudi sevalni učinek H_2O potencialno občutljiv na naraščanje vsebnosti dobro premešanih toplogrednih plinov, zlasti pri njihovih

višjih vsebnostih, zaradi širjenja absorpcijskih pasov in s tem širših prekrivajočih se spektralnih območij s H_2O . Zmanjšanje skupnega sevalnega učinka zaradi večanja vsebnosti H_2O in ostalih toplogrednih plinov se zato lahko zgodi na račun sevalnega učinka H_2O ali sevalnega prispevka dobro premešanih toplogrednih plinov. Za prepoznavanje prevladujočega absorbenta v prekrivajočih se posameznih spektralnih območjih so zato potrebne nadaljnje raziskave.

Zaključek

Sevalni prispevek dobro premešanih toplogrednih plinov se tako na vrhu ozračja, kot na površini Zemlje, odziva na spremembe vodne pare, posledice pa se kažejo pri spremembi globalnega povprečja temperature ter pri spremembi globalnega povprečja padavin. Na učinek spremenjene vsebnosti H_2O na sevalni prispevek toplogrednih plinov lahko vplivajo številni dejavniki, zato domneve in poenostavitve uporabljene v magistrskem delu služijo le za grobo oceno obravnavanega učinka.

Viri

eg Collins, M. in soavtorji, 2013: *Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility*. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley, eds., Cambridge University Press, 1029-1136.

Myhre, G. in soavtorji, 2013: *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley, eds., Cambridge University Press, 659-740.

Prather, M. in soavtorji, 2013: *Annex II: Climate System Scenario Tables*. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley, eds., Cambridge University Press, 1395-1445.

Shine, K. P., 1991: *On the cause of the relative greenhouse strength of gases such as the halocarbons*. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 48, 1513-1518. 10.1175/1520-0469(1991)048<1513:OTCOTR>2.0.CO;2.

Shine, K. P., R. P. Allan, W. J. Collins, and J. S. Fuglestedt, 2015: *Metrics for linking emissions of gases and aerosols to global precipitation changes*. *Earth System Dynamics*, 6, 525-540. 10.5194/esd-6-525-2015.

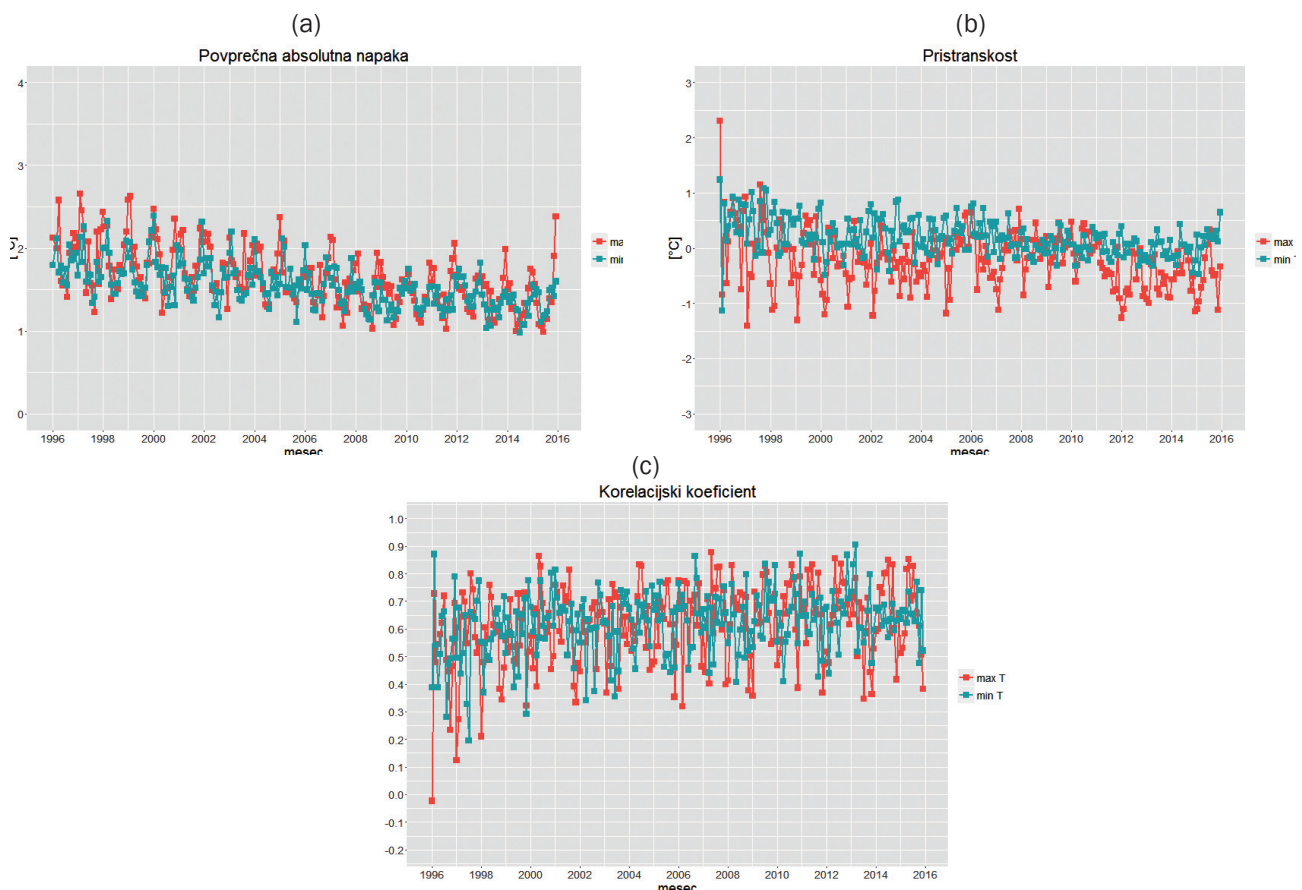
Analiza uradnih napovedi najvišje in najnižje temperature zraka v Sloveniji

Benja Režonja, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

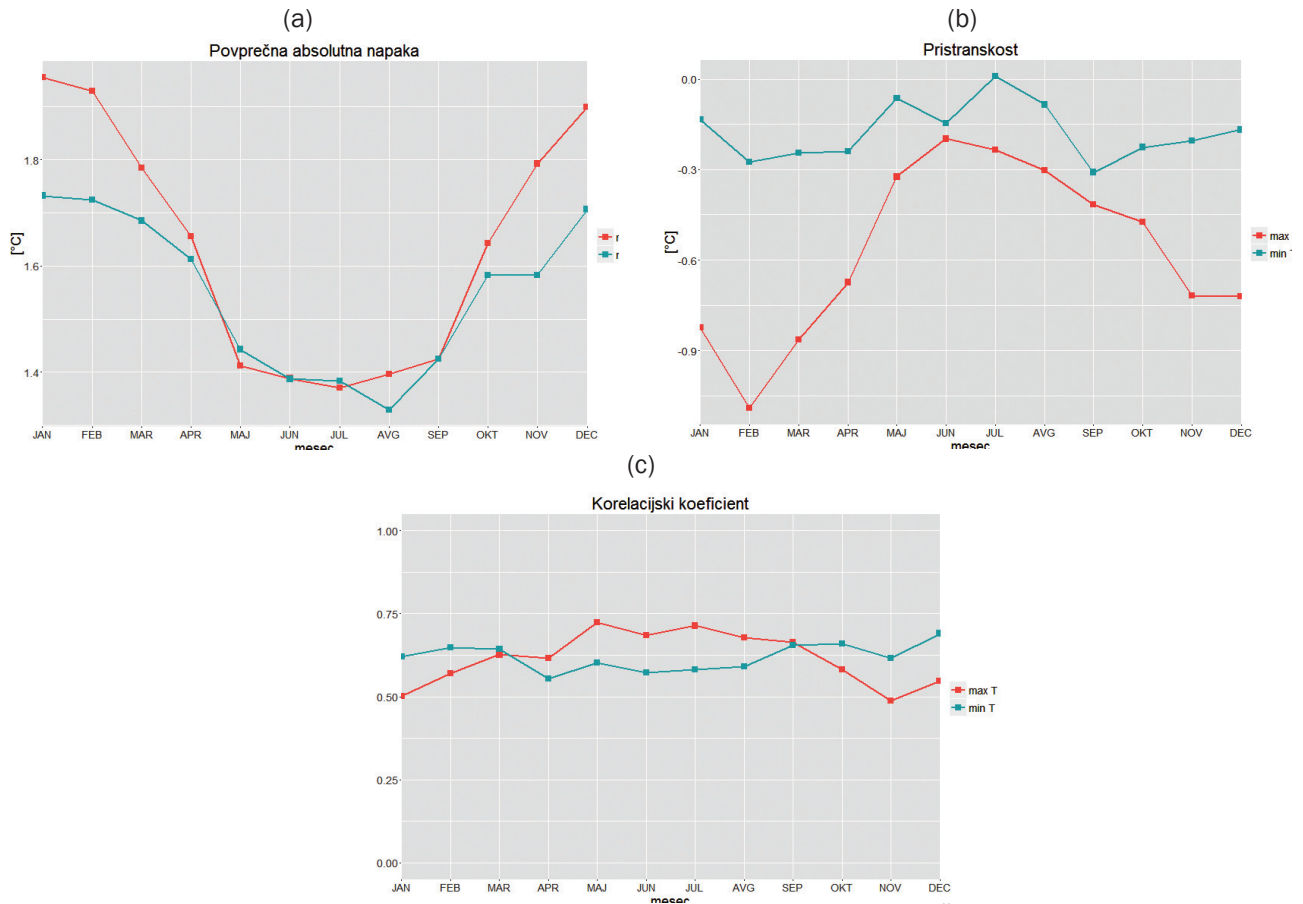
Temperatura je edina meteorološka spremenljivka, ki jo tudi uradno napovedujejo v številčni obliki. Temperatura zraka ima značilen dnevni in letni hod. Dnevni potek temperature se od merilnega mesta do merilnega mesta zelo razlikuje. Te razlike so posledica mikrolokacije posameznega merilnega mesta. Napovedi najvišjih in najnižjih temperatur, ki smo jih obravnavali v tej magistrski nalogi, so pripravili prognostiki na ARSO. Temeljijo na modelskih izračunih in izkušnjah posameznega prognostika. Ker napovedi izdajajo v dveh oblikah, smo tudi nalogo razdelili na dva dela. V prvem delu smo analizirali točkovne napovedi temperature za merilna mesta, ki predstavljajo različne regije Slovenije. Verifikacijo točkovnih napovedi smo izvedli s pomočjo podatkov za obdobje od leta 1996 do 2015. Pri analizi smo izračunali povprečno absolutno napako, pristranskost ter korelacijski koeficient. Povprečna absolutna napaka se je z okoli 2 °C na začetku obravnavanega obdobja zmanjšala na okoli 1,4 °C. Napake v poletnih

mesech so manjše kot v zimskih. Največjo napako pa imajo napovedi v najtoplejših in najhladnejših obdobjih. Zanesljivost rezultatov smo preverili z neparametričnim Mann-Kendallovim statističnim testom, ki deluje tudi na nenormalni porazdelitvi podatkov. Značilen trend je prisoten pri povprečni absolutni napaki in deloma tudi pri korelacijskem koeficientu. Pristranskost opaznega trenda nima. V povprečju znaša statistično značilen trend absolutne napake za najvišjo temperaturo -0,33 °C/10 let, za najnižjo temperaturo pa -0,27 °C/10 let.

V drugem delu smo obravnavali besedilne napovedi. Tukaj je temperatura v obliki temperaturnega intervala, ki je podan za širše območje Slovenije. Glede na velikost odstopanja od tega razpona se lahko posebej izpostavi še kakšna regija (npr. Primorska). Zaradi obširnosti besedilnih napovedi smo obravnavali samo napovedi za leto 2015. Zanimalo nas je, v koliko dneh v celotnem letu oz. mesecu je bila



Slika 1. (a) Povprečna absolutna napaka, (b) pristranskost in (c) korelacijski koeficient povprečja devetih postaj.



Slika 2. (a) Povprečna absolutna napaka, (b) pristranskost in (c) korelacijski koeficient povprečja devetih postaj.



Slika 3: Povprečna absolutna napaka in trend za vse postaje skupaj za (a) maksimalno temperaturo in (b) minimalno temperaturo.

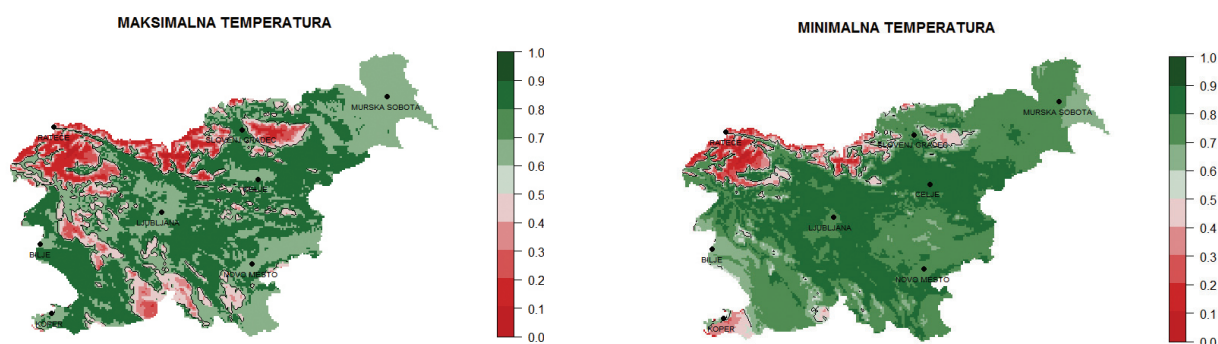
temperatura v napovedanem razponu. Ugotovili smo, da je pri najvišjih temperaturah največkrat posebej izpostavljena Primorska.

Pri napovedi najvišjih temperatur zraka običajno niso zajeti najvišje ležeči kraji. Zaradi temperaturnega obrata, ki je pogost pojav pri najnižjih temperaturah

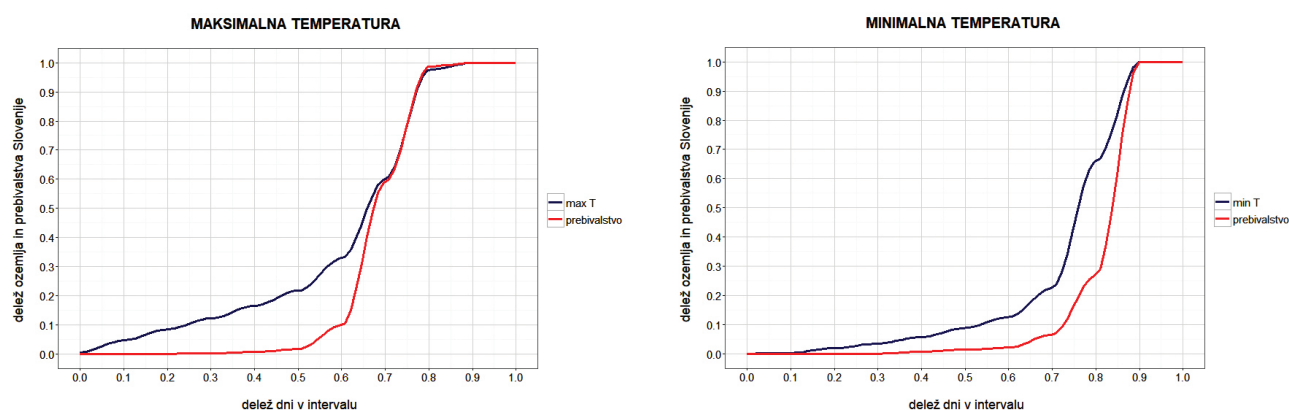
v hladnejšem delu leta, je območje, ki je znotraj napovedanega intervala, manjše. V povprečju pa ima najvišja temperatura delež slabih napovedi večji kot najnižja. Spodnja grafa prikazujeta koliko dni v letu je bila napoved temperature v napovedanem intervalu. Rezultati so prikazani v relativnem deležu, število dni z izmerjeno temperaturo znotraj napovedanega intervala smo delili s številom dni v celem letu. Za orientacijo smo za delež 0.5 na zemljevid vrisali črto.

Preglednica 1. Seznam posebej izpostavljenih območij v besedilnih napovedih ter število dni, ko je bilo to območje omenjeno. Izračunana sta tudi delež ozemlja in delež prebivalstva Slovenije, ki ga posamezno območje obsega.

OBMOČJE	ŠTEVILO DNI		Delež oze- mlja [%]	Delež prebi- valstva [%]
	maksimalna	minimalna		
PRIMORSKA	187	114	11.2	8.7
OBALA	14	131	0.3	1.9
ALPSKE DOLINE	1	50	1.9	2.1
GORIŠKA	0	5	2.4	2.2
NOTRANJSKA	0	6	3.3	2.5
S SLOVENIJA	2	3	6.7	11.9
VIPAVSKA DOLINA	3	0	1	1.7
SZ SLOVENIJA	4	0	9.8	4.8
V SLOVENIJA	19	1	41.8	42.8



Slika 4: Prostorski prikaz deleža dni v napovedanem temperaturnem intervalu za celotno leto 2015 za najvišjo temperaturo (levo) in najnižjo (desno).



Slika 5: Spreminjanje gostote prebivalstva z različnimi vrednostmi deleža ozemlja v intervalu za najvišjo temperaturo (levo) in najnižjo (desno).

Za napoved najvišje temperature velja, da je na okoli 80% ozemlja, na katerem živi okoli 98% prebivalcev Slovenije, temperatura res v napovedanem intervalu vsaj polovico napovedanih dni. Za napoved najnižje temperature pa velja, da je na okoli 90% ozemlja, na katerem živi okoli 98% prebivalstva Slovenije,

temperatura res v napovedanem intervalu vsaj polovico napovedanih dni. V splošnem večinoma velja da je napoved največkrat pravilna za največji delež ozemlja in prebivalcev Slovenije poleti, najmanjkrat pa pozimi.

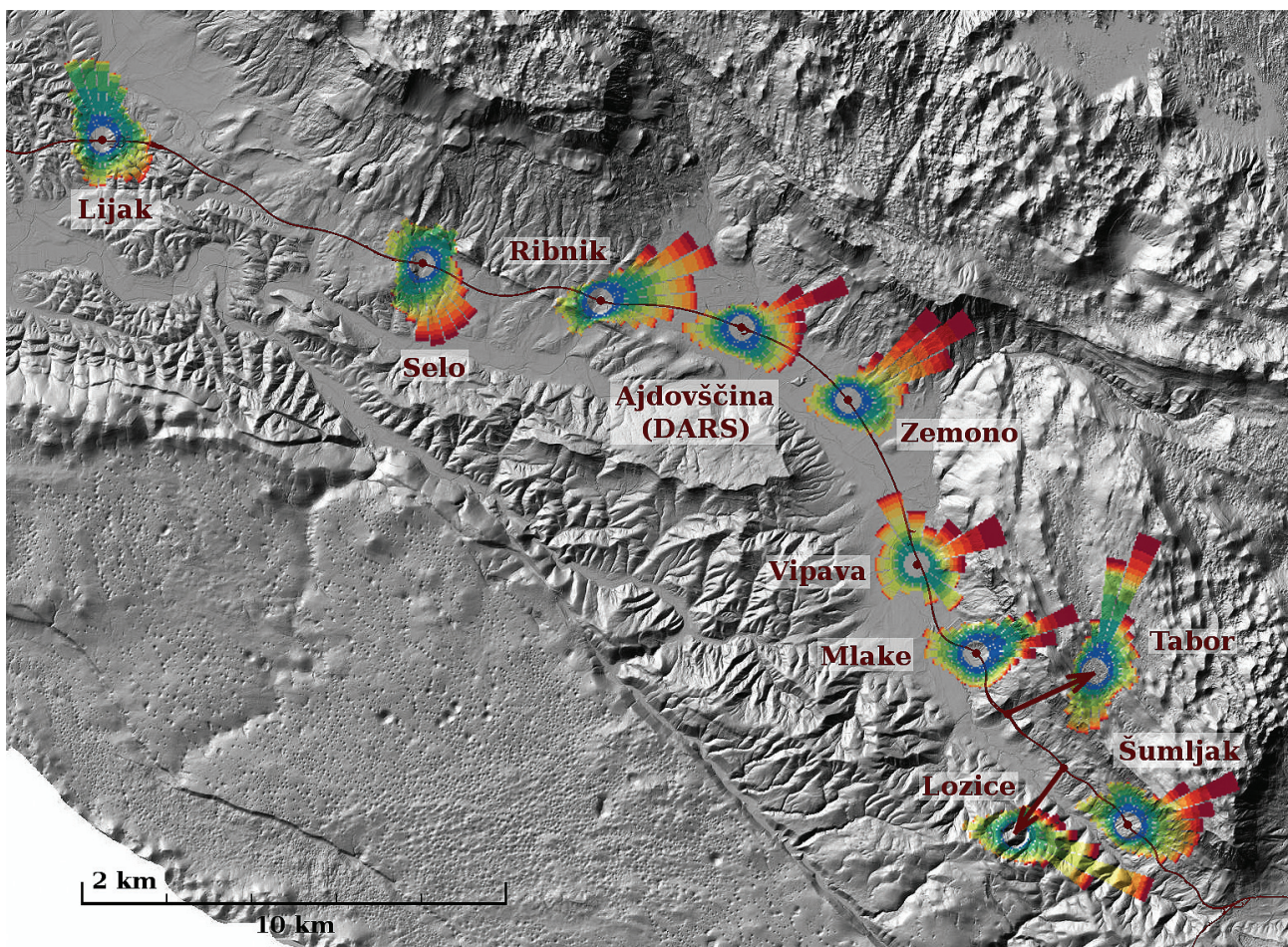
Lastnosti zračnega toka ob prehodu čez orografsko oviro

Maruška Mole, Fakulteta za naravoslovje, Univerza v Novi Gorici

Uvod

Gorske pregrade močno vplivajo na vreme in podnebje v svoji okolici. Zaradi dviganja zračnih mas čeznje pogosto povzročajo padavine na svoji privetni in močne vetrove na zavetrni strani. Značilen primer vetra, ki nastane zaradi preliivanja hladnih zračnih mas čez planote Trnovskega gozda, je burja v Vipavski dolini. Lastnosti burje tako kot tudi zračnega toka, ki jo povzroča, je težko določiti, saj klasične meritve z meteorološkimi baloni v vetrovnih razmerah ne omogočajo zajema navpičnih presekov nad izbrano točko. Težave so tudi z opisom sunkov vetra ter določitvijo njihove periodike, saj so časovni intervali standardnih meritev vetra na meteoroloških postajah Agencije Republike Slovenije za okolje 10 minut.

Disertacija predstavlja podrobno študijo vetrovnega dogajanja v Vipavski dolini, ki temelji na 3-minutnih meritvah vetra vzdolž Vipavske hitre ceste, 10-sekundnih meritvah hitrosti vetra v dveh linijah, pravokotnih na gorsko pregrado med Vipavo in Ajdovščino, ter 1-sekundnih meritvah vetra v Ajdovščini. Podatki, zbrani v letih 2012 ter 2015-2016 omogočajo oceno vpliva orografije na zračne tokove znotraj Vipavske doline, spremljanje razvoja hitrosti vetra po pobočju navzdol, ter analizo periodičnega dogajanja, povezanega s sunkovitostjo burje. Troposferske strukture, opažene nad dolino z uporabo mobilnega lidarskega sistema Univerze v Novi Gorici, dopolnjujejo opis dogajanja, saj omogočajo vpogled v dinamiko zračnega toka v prizemni mejni plasti in njo.



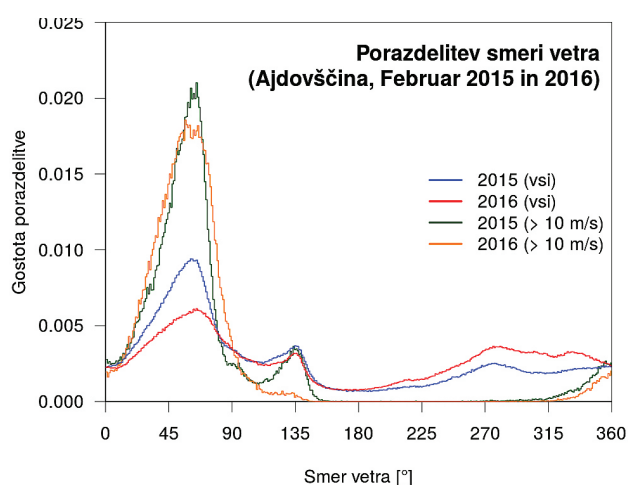
Slika 1. Vetrovne rože za vse merilne točke v Vipavski dolini. Barvna skala rož je v Beaufortovi lestvici. V večini primerov je prevladujoča smer vetra prečno na smer orografije.

Analiza meritev vetra v Vipavski dolini

Prevladujoča smer vetra se na merilnih mestih v Vipavski dolini spreminja glede na orografijo. V večini primerov je prevladujoča smer prečno na dolino, razen v primerih, ko je anemometer postavljen znotraj izrazitega kanala (Lozice, Lijak, Selo).

Posebej zanimiva je vetrovna roža za obe merilni mesti v Ajdovščini (DARS in UNG). Anemometer Ajdovščina UNG je postavljen na strehi poslopja Univerze v Novi Gorici, znotraj strnjenegega naselja, na višini 13 m, medtem ko se anemometer Ajdovščina DARS nahaja na nadvozu čez Vipavsko hitro cesto na višini 12 m. V obeh primerih prevladujoča smer vetra ustreza pričakovani smeri burje (SV), poleg tega pa se pogosto pojavlja še zahodnik, ter predvsem v primeru Ajdovščine UNG tudi jugovzhodnik. Nadaljna analiza hitrosti vetra je pokazala, da dosega jugovzhodnik v Ajdovščini hitrosti, ki so primerljive z burjo, prav tako pa se pojavlja tudi primerljiva sunkovitost vetra. V povprečju je hitrost vetra v Ajdovščini najvišja v februarju in marcu, takrat so najmočnejši tudi sunki vetra. Razporeditev hitrosti vetra lahko v Ajdovščini opišemo z bimodalno Weibullovo porazdelitvijo, pri kateri je sekundarni vrh pri višjih hitrostih izrazit predvsem v zimskih mesecih.

Meritve na postaji Ajdovščina UNG (od tu dalje Ajdovščina) so pokazale, da je smer vetra ob hitrostih nad 10 m/s bodisi SV (burja) ali JV. Analiza obdobja z močnejšim vetrom (10-minutno povprečje nad 3.4 m/s oziroma razred 3 ali več po Beaufortovi lestvici) je pokazala, da je ob pojavih, daljših od 12 ur, prevladujoča smer skoraj v vseh primerih SV, medtem ko je v pojavih, krajših od 12 ur, 11 % primerov



Slika 2. Porazdelitev smeri vetra v februarju za vse meritve (modri in rdeči histogram) ter za meritve s hitrostmi nad 10 m/s (zeleni in oranžni histogram) na postaji Ajdovščina UNG. Pri hitrostih nad 10 m/s se pojavljata zgolj SV in JV, pri čemer je SV bolj pogost.

pripadlo JV smeri in 9 % V smeri. Najmočnejši sunek v dvoletnem obdobju 2015-16 je imel JV smer.

Mesečne statistike povprečnih dnevni vzorcev vetra so pokazale, da je značilen dnevni cikel vetra v Ajdovščini sestavljen iz Z v dnevnem času in SV v nočnem času. Ta vzorec je izrazitejši v poletnem času, medtem ko se v zimskih mesecih tudi v mesečnih povprečjih izrazito pozna prisotnost burje. Analizirali smo tudi dnevne vzorce vetra, kjer smo ugotovili, da lahko vetrovno dogajanje v Ajdovščini razdelimo na štiri tipe – miren dan z značilnim dnevnim ciklom, vetroven dan s prevladujočim SV, vetroven dan s prevladujočim JV, ter vetroven dan, v katerem pride do spremembe smeri vetra iz SV v JV ali obratno.

Atmosferske strukture nad Vipavsko dolino

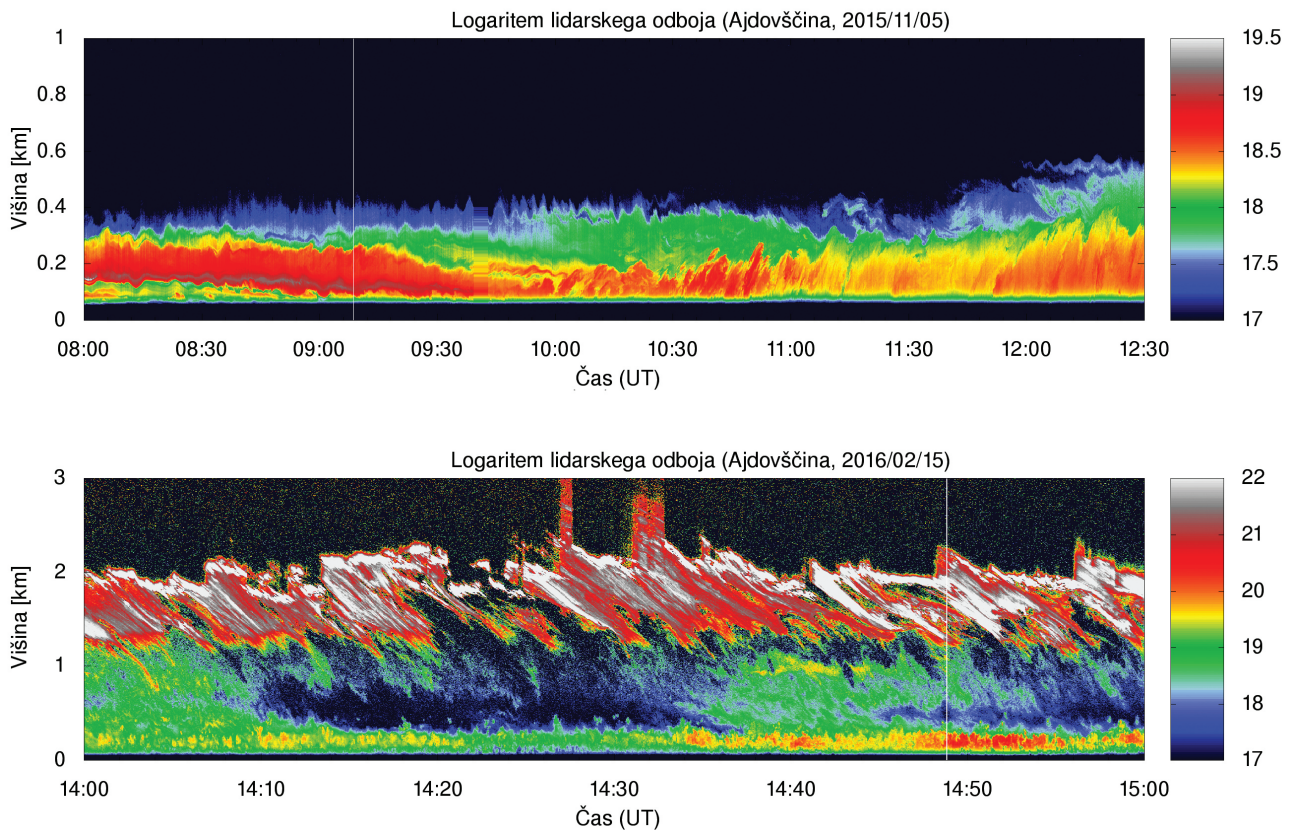
Poleg meritev vetra z ultrazvočnim anemometrom smo v Ajdovščini v obdobju 2015-16 izvajali tudi lidarske meritve z uporabo mobilnega lidarja Univerze v Novi Gorici, ki meri povratno sipanje laserskih pulzov z valovno dolžino 1064 nm. Lidarske meritve omogočajo analizo atmosferskih struktur, saj se svetloba siplje na mikroskopskih delcih v ozračju, za katere lahko privzamemo, da so dovolj majhni, da se gibljejo skupaj z zračnimi masami.

Meritve smo izvajali v različnih vremenskih pogojih, ki so vsebovali jasne, oblačne in meglene dni. V polovici vseh primerov smo opazili periodične strukture, ki so se pojavljale znotraj in tik nad megleno plastjo, v plasteh oblakov, v jasnih dnevih pa predvsem na vrhu prizemne mejne plasti in tik nad njo. V dnevih z burjo smo v nekaterih primerih opazili tudi prisotnost Kelvin-Helmholtzovih valov.

Analiza periodike vetra in atmosferskih struktur v primeru burje

Burja je najbolj značilen vetrovni pojav v Vipavski dolini, njena prepoznavna karakteristika pa je sunkovitost vetra. Analiza periodike vetra ob pojavu burje je pokazala, da so najbolj značilne periode sunkov med 3,5 in 4 minutami, ter med 6 in 7 minutami. Pri tem velja izpostaviti, da druga značilna perioda ni vedno višji harmonik prve, ter da se značilna perioda s časom spreminja. Kadar je smer vetra stabilna, ima periodogram hitrosti vetra manj izrazitih vrhov, medtem ko se ob nestabilni smeri vetra pojavi večje število vrhov.

Zaradi primerjave periodike hitrosti vetra in atmosferskih struktur smo za analizo periodike uporabili Lomb-Scarglov periodogram. Ta omogoča analizo periodike tudi v primerih, ko meritve niso



Slika 3. Lidarske meritve za dan z valovanji v megleni plasti (zgoraj) in valovnimi strukturami v oblaci na dan z burjo (spodaj). Barvna skala predstavlja logaritem velikosti izmerjenega signala.

enakomerno porazdeljene v času, prav tako pa poda tudi statistično značilnost posameznih vrhov v periodogramu.

Analiza atmosferskih struktur je pokazala, da se perioda valovanj spreminja z oddaljenostjo od tal. V prizemni mejni plasti in na njenem zgornjem robu je perioda najkrajša, v večini primerov med 1 in 2 min. Nad prizemno mejno plastjo se najpogosteje pojavljajo valovanja s periodo med 3 in 6 min. Spremembo v periodiki lahko pojasnimo s prisotnostjo strižne plasti, ki se pojavlja nad prizemno mejno plastjo. V nekaterih primerih smo nad prizemno mejno plastjo opazili prisotnost Kelvin-Helmholtzovih valov, kar se sklada s prisotnostjo strižne plasti.

Zaključek

V Ajdovščini se burja pojavlja kot severo- ali jugovzhodnik z značilnimi pulzacijami hitrosti vetra s periodami med 1 in 7 minut. Periodične strukture se pojavljajo tudi višje nad tlemi, tako v primeru burje kot tudi sicer. Med burjo smo v primeru vetrovnega striga opazili Kelvin-Helmholtzove valove s periodami med 3 in 6 minut na mejah strižne plasti, valovanja pod in nad strižno plastjo pa so imela periode med 1 in 2 minuti za spodnjo ter nad 3 minute za zgornjo plast. V primeru stabilne atmosfere smo prav tako opazili periodične strukture, ki so bile posledica gravitacijskih valov.

Priprava značilnega meteorološkega leta

Matija Klančar, Katja Kozjek, Gregor Vertačnik, Agencija Republike Slovenije za okolje

Povzetek

Motivacija za pripravo značilnega meteorološkega leta je bila potreba po meteoroloških urnih vhodnih podatkih za modeliranje energijske bilance zgradb. Glavni namen modeliranja energijske bilance stavb je ocena rabe energije za ogrevanje in hlajenje ter izračun potrebne moči naprav za hlajenje in ogrevanje. Pregledali smo trenutne obstoječe metode, ki so se uporabljale v preteklosti za pripravo značilnih meteoroloških let in se na podlagi tega odločili za prilagojeno metodo Sandia (Marion in Urban, 1995). Značilno meteorološko leto smo izračunali za vse postaje, ki so imele meritve petih meteoroloških spremenljivk in sicer, temperature zraka na dveh metrih, relativne vlažnosti zraka na dveh metrih, gostote toka globalnega sevanja na vodoravno ploskev in hitrosti ter smeri vetra. Iz tega izbora smo izločili tiste postaje, ki so imele preveč manjkajočih podatkov v določenih mesecih. Na koncu smo izbrali 23 meteoroloških postaj. V 365-dnevni polurni niz smo za vse izbrane postaje skupaj pregledali in interpolirali 386 manjkajočih vrzeli, daljših od dveh ur. Določili smo reprezentativno območje postaj z nizom za značilno meteorološko leto.

Ključne besede: značilno meteorološko leto, testno referenčno leto, reprezentativno območje, energijska bilanca zgradbe, temperatura zraka, relativna vlažnost, gostota toka globalnega sevanja, hitrost vetra, smer vetra

Abstract

Weather is the main exterior factor that governs the energy balance of buildings. Buildings protect us against undesired outer influences, especially unsuitable air temperature, precipitation and wind. If we want to have constant suitable room temperature in the building we are planning to build or renovate, we need to access the energy balance of the building. Then, we can calculate the required power of heating and cooling devices, which are used for regulating the room temperature on a desired value. One-year time series of half-hourly meteorological data, which serve as input data into building energy balance model, is needed for this purpose. Testing the energy response of a building on specific weather types of climate usually requires the so-called Test Reference Year. The existing methods that were used in the past were examined and it was decided to use the Sandia method (Marion in Urban, 1995) to calculate Test Reference Year (TRY). TRY was calculated for all meteorological stations with five observed variables: air temperature at two meters, relative humidity of air at two meters, global horizontal irradiance and the speed and the direction of the wind. Stations with too much missing data in individual months were eliminated from the process. Finally, there were 23 selected stations which met the requirements. Minor gaps were interpolated, while 386 missing gaps longer than two hours were examined and interpolated for all selected stations. Test reference year representative station area was also calculated.

Keywords: : test reference year, reference area, building energy balance model, air temperature, relative humidity, global horizontal irradiance, wind speed, wind direction

Uvod

Vreme je glavni zunanji dejavnik, ki določa konstrukcijo in strukturo zgradb. Zgradbe nas ščitijo pred neželenimi zunanjimi vplivi, predvsem pred neustrezno temperaturo, padavinami in vetrom. Če želimo imeti v zgradbi, ki jo načrtujemo, stalno primerno sobno temperaturo, moramo poznati energijsko bilanco zgradbe. S pomočjo energijske

bilance izračunamo potrebne moči naprav za hlajenje in ogrevanje, s katerimi uravnavamo sobno temperaturo na željeno vrednost. V ta namen potrebujemo letni niz polurnih vrednosti meteoroloških spremenljivk, ki so vhodni podatki pri modeliranju energijske bilance zgradbe. Za testiranje energijskega odziva zgradbe na določen tip vremena ali podnebja se uporablja t.i. značilno referenčno leto (v literaturi najdemo tudi izraze testno referenčno leto,

standardno in tipično meteorološko leto).

Značilno meteorološko leto je 365-dnevni niz polurnih povprečnih vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk, ki so potrebne za izračun energijske bilance izbrane zgradbe. Pri izbiri meteoroloških spremenljivk smo upoštevali razpoložljivost, kakovost in uporabnost podatkov. Izbrali smo temperaturo in relativno vlažnost zraka dva metra nad tlemi, gostoto toka globalnega sevanja na vodoravno ploskev ter smer in hitrost vetra.

Časovne nize smo sestavili po prilagojeni metodi Sandia (Marion in Urban, 1995), kjer je značilno meteorološko leto sklop 12 mesecev običajnega vremena v nekem kraju in obdobju. Pri izbiri najbolj primernih mesecev smo poleg povprečnih mesečnih razmer upoštevali tudi spremenljivost vremena na dnevni ravni, saj tudi ta pomembno vpliva na energijsko bilanco stavbe ter na odziv ogrevalnih in hladilnih sistemov. Glede na razpoložljivost in kakovost podatkov smo se pri izbiri mesecev omejili na obdobje 2001–2015. Pri nekaterih meteoroloških postajah so na voljo podatki le za dobro polovico tega obdobja, zato je končni rezultat zaradi omejenega nabora podatkov lahko nekoliko slabše kakovosti, saj je bila izbira mesecev bolj omejena kot pri postajah s popolnim nizom podatkov..

Izbor postaj

Pred izborom postaj je bilo potrebno pregledati nize podatkov, ki so nam bili na voljo. Iz pregledanih postaj smo izločili tiste, ki niso imeli meritev vseh petih opazovanih meteoroloških spremenljivk, ki so potrebne za izračun značilnega meteorološkega leta. Prav tako smo izločili tiste mesece, v katerih je bilo preveč manjkajočih podatkov. Če je v mesecu 31 dni, smo morali imeti vsaj 28 dni podatkov, za mesece s

Leto	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
2001	31	28	30	29	30	30	30	31	30	31	30	31
2002	26	26	31	30	31	30	29	30	30	31	30	31
2003	31	27	31	30	30	30	31	31	30	31	30	31
2004	31	28	28	29	31	30	31	31	30	26	30	31
2005	30	26	31	30	31	30	31	30	30	31	30	31
2006	31	28	31	27	31	29	31	29	30	31	30	30
2007	31	28	31	30	31	30	30	28	30	31	30	31
2008	31	29	31	26	31	30	31	31	26	31	30	31
2009	31	28	29	30	30	30	31	30	30	31	30	31
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	26	30	31
2011	31	28	31	30	31	30	31	30	30	31	30	28
2012	31	29	29	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2013	29	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2014	31	28	31	30	31	28	31	31	30	29	29	31
2015	31	28	31	30	30	30	29	31	30	31	29	31

Slika 1. Izplen podatkov (število dni) po mesecih za merilno postajo Bilje (pri Novi Gorici). Z rdečo so označeni meseci z nezadostno količino podatkov.

Figure 1. Monthly data availability (number of days) for meteorological station Bilje (pri Novi Gorici). Red indicates months with an insufficient amount of data.

30 dnevi vsaj 27 dni podatkov in za mesec februar vsaj 26 dni podatkov.

V izbor za pripravo značilnega meteorološkega leta je bilo izbranih naslednjih 23 meteoroloških postaj: Let. Jožeta Pučnika Ljubljana, Rateče, Iskrba (pri Kočevju), Let. Edvarda Rusjana Maribor, Krvavec, Škocjan (na Krasu), Dobljče (pri Črnomlju), Kredarica, Let. Bovec, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Murska Sobota, Ilirska Bistrica, Bilje (pri Novi Gorici), Koper, Podčetrtek, Ljubljana Bežigrad, Lesce, Malkovec, Boršt (pri Gorenji vasi), Rogla, Sotinski breg, Novo mesto in Let. Portorož.

Število podatkovnih vrzeli po postajah

Skupaj smo pregledali in interpolirali 386 manjkajočih vrzeli, daljših od dveh ur (preglednica 1). Od tega je bilo 41 vrzeli temperature zraka dva metra nad tlemi, 39 vrzeli relativne vlažnosti zraka dva metra nad

Preglednica 1. Število podatkovnih vrzeli po postajah in spremenljivkah. T pomeni temperaturo, V vlago, G gostoto toka globalnega sevanja na vodoravno ploskev, Hv hitrost vetra in Sv smer vetra.

Table 1. The frequency of missing data by stations and variables. T denotes temperature, V humidity, G global radiation, Hv wind speed and Sv wind direction.

Postaja	T	V	G	Hv	Sv
Krvavec	3	3	2	3	3
Let. Jožeta Pučnika, Ljubljana	0	0	5	0	0
Kredarica	0	1	0	32	32
Rateče	3	3	0	26	26
Bilje (pri Novi Gorici)	3	3	0	3	3
Ljubljana Bežigrad	2	1	0	1	1
Malkovec	3	3	1	3	3
Novo mesto	1	1	0	1	1
Dobljče (pri Črnomlju)	2	2	2	40	40
Let. Edvarda Rusjana, Maribor	1	0	0	0	0
Šmartno pri Slovenj Gradcu	2	2	0	2	2
Murska Sobota	3	3	0	3	3
Koper	1	1	0	1	1
Lesce	0	0	2	0	0
Rogla	1	1	2	1	1
Letališče Portorož	3	3	0	2	2
Iskrba (pri Kočevju)	6	5	0	5	5
Škocjan (na Krasu)	0	0	0	0	0
Letališče Bovec	2	2	0	18	18
Ilirska Bistrica	1	1	0	1	1
Podčetrtek	2	2	0	2	2
Boršt (pri Gorenji vasi)	1	1	0	1	1
Sotinski breg	1	1	0	1	1
SKUPAJ	41	39	14	146	146



tlemi, 14 vrzeli gostote toka globalnega sevanja na vodoravno ploskev in po 146 vrzeli hitrosti in smeri vetra.

Opis metode za določitev značilnega meteorološkega leta

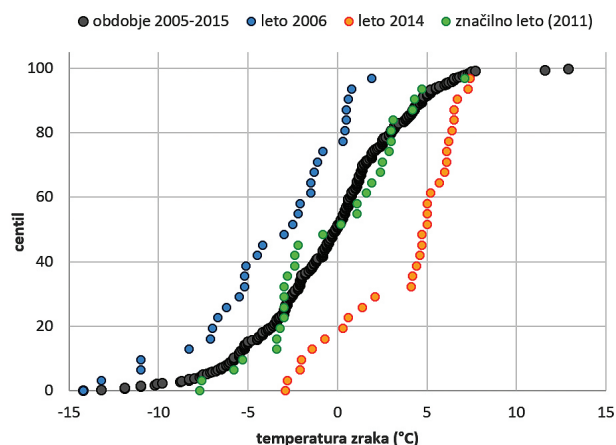
Sestavljanje značilnega meteorološkega leta

Prvi korak pri izbiri mesecev, ki so najbolj primerni za referenčno leto, je primerjava porazdelitve dnevne vrednosti spremenljivke v posameznem mesecu s celotnim obravnavanim obdobjem (podnebnim povprečjem). Povprečni odklon v porazdelitvi merimo s Finkelstein-Schaferjevo statistiko (Finkelstein in Schafer, 1971):

$$FS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - \bar{f}_i|$$

kjer je f_i vrednost kumulativne porazdelitvene funkcije (z zalogo vrednosti med 0 in 1) do vključno razreda i , n pa je število dni v mesecu. Klimatološko povprečje kumulativne porazdelitvene funkcije do vključno i -tega razreda je \bar{f}_i prečna. Bliže kot je vrednost FS določenega meseca klimatološkemu povprečju, tem bolj primeren je ta mesec za referenčno leto. V našem primeru računamo FS za povprečno, najnižjo in najvišjo temperaturo zraka, relativno vlažnost zraka in gostoto toka globalnega sončnega sevanja.

Za vsak mesec z vsaj 90-odstotnim izplenom podatkov (za vsaj 90 % dni v mesecu so na voljo podatki vseh spremenljivk, ki jih potrebujemo za pripravo značilnega meteorološkega leta) smo izračunali vrednost FS za vsako od spremenljivk. V preglednici v dodatku so prikazane te vrednosti za postajo Lesce.



Slika 2. Porazdelitev dnevne povprečne temperature zraka v Lescah v izbranih januarjih in v obdobju 2005-2015.

Figure 2. The daily mean air temperature distribution in selected Januaries in period 2005-2015 at the Lesce station.

Ker računamo FS za več spremenljivk, zanima pa nas primernost meseca po vseh spremenljivkah, je potrebno vrednosti FS združiti v novi meri WS (ang »weighted sum«). Ker je standardni odklon FS odvisen od lastnosti spremenljivke same, smo vrednosti za vsako od spremenljivk pred izračunom WS normalizirali. Po zgledu iz literature (glej npr. Levermore in Chow, 2003; Song, 1989; Marion in Urban, 1995) smo uporabili linearno kombinacijo normaliziranih vrednosti $FSn(s)$

$$WS = \sum_{s=0}^4 k(s)FSn(s)$$

Pri določanju uteži $k(s)$ smo se oprli na literaturo (glej npr. Levermore in Chow, 2003; Song, 1989; Marion in Urban, 1995), kjer pa se vrednosti razlikujejo od avtorja do avtorja, vendarle običajno avtorji postavljajo na prvi dve mesti temperaturo in sevanje. Tako za vse tri temperaturne spremenljivke in relativno vlažnost izbrali utež $1/6$, za globalno sevanje pa $1/3$. Podatkov o vetru v izračunu WS nismo upoštevali, saj veter v večini Slovenije ni bistven za energijsko bilanco stavbe, poleg tega so podatki o vetru sorazmerno pogosto nepopolni ali izrazito nehomogeni.

Z izračunano statistiko WS smo za vsak mesec v letu zožili izbor na tri najprimernejše kandidate (leta). Tako izbrani meseci so bili po kumulativni porazdelitvi vseh petih spremenljivk zadovoljivo blizu klimatološkemu povprečju, a po ostalih statistikah so nekateri manj, nekateri bolj primerni za referenčno leto. Kumulativna porazdelitev namreč ne zajame mesečnega poteka vrednosti, zato smo si pri izbiri najprimernejšega meseca pomagali s potekom dnevni vrednosti skozi mesec. Izračunali smo linearni trend povprečne temperature skozi mesec in povprečno absolutno razliko povprečne temperature zraka in globalnega obseva v zaporednih dneh (to je mera za velikost nihanja iz dneva v dan). Vse tri statistike smo primerjali z dolgoletnim povprečjem in jih normalizirali. Normalizirane vrednosti S_n smo z utežjo $k(v)=1/3$ dodali prej izračunani vrednosti WS in dobili končno vrednost (TS) za izbor značilnega meseca:

$$TS = WS + \sum_{v=0}^2 k(v)S_n(v)$$

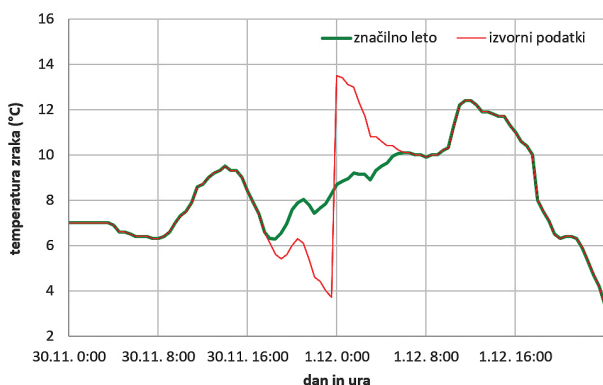
Mesec z najmanjšo vrednostjo TS je bil izbran za značilni mesec značilnega meteorološkega leta..

Ko smo izbrane mesece zložili skupaj, smo morali zaradi nezveznosti popraviti prehode med meseci iz različnih let. Končne vrednosti, y_{-j} , za zadnji dan prvega meseca in prvi dan drugega meseca smo izračunali z linearno kombinacijo vrednosti v obeh letih:

$$y_i = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} y_{1,i} + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} y_{2,i}$$

kjer se indeks 1 nanaša na leto prvega meseca in indeks 2 na leto drugega (naslednjega) meseca v referenčnem letu. Začetni termin (17:45 zadnjega dne v mesecu) je označen s t_1 , končni (5:15 prvega dne v mesecu) pa s t_2 . Z linearno kombinacijo časovno odvisnih uteži dobimo gladek prehod med dvema časovno nepovezanima dnevnoma.

Zaradi nepopolnih merilnih nizov je bilo značilno meteorološko leto posejano z manj ali več podatkovnimi vrzeli. Krajše vrzeli, dolžine do dveh ur, je z linearno interpolacijo zapolnil program, daljše smo zapolnili ročno.



Slika 3. Del značilnega meteorološkega leta za Mursko Soboto: prehod temperature zraka iz novembra v december;

Figure 3. Part of test reference year for Murska Sobota station: change of air temperature from November to December

Interpolacija manjkajočih polurnih vrednosti

Pri interpolaciji vsake izmed spremenljivk smo izbrali pet geografsko najbližjih postaj. Izjema so bile višinske postaje, kjer smo iskali postaje s podobno nadmorsko višino. Postopki interpolacije za posamezno spremenljivko so opisani v naslednjih podpoglavjih.

Temperatura zraka

Na začetku smo za pet izbranih sosednjih postaj pridobili podatke za vsaj tri dni. Nato smo izračunali temperaturno razliko med postajami. Sledil je izračun standardnega odklona razlik za izbrane postaje. Postaja z najnižjim standardnim odklonom je bila izbrana za interpolacijo. Sledil je izračun povprečnega dnevnega poteka temperature za obe postaji (tisto z manjkajočimi podatki in tisto s polnim nizom). Dnevna poteka temperature z obeh postaj smo med sabo odšteli in jih v nadaljnjih izračunih upoštevali.

Izvedli smo še linearno interpolacijo, da smo se znebili skokov temperature na začetku in na koncu vrzeli.

Na koncu smo v posameznem manjkajočem terminu sešteli naslednje prispevke:

- terminski podatek izbrane postaje za interpolacijo,
- ko med povprečnima dnevnima potekoma temperature za manjkajoč termin,
- delež, ki smo ga dobili z računanjem linearne interpolacije.

Relativna vlažnost zraka

Podoben postopek kot pri interpolaciji temperature zraka smo izvedli tudi pri interpolaciji relativne vlažnosti zraka. Za pet izbranih sosednjih postaj smo pridobili podatke za vsaj tri dni. Nato smo izračunali razliko relativne vlažnosti med postajami. Sledil je izračun standardnega odklona razlik za izbrane postaje. Postaja z najmanjšim standardnim odklonom je bila izbrana za interpolacijo. Sledil je izračun povprečnega dnevnega poteka za obe postaji (tisto z manjkajočimi podatki in tisto s polnim nizom). Dnevna poteka relativne vlažnosti zraka z obeh postaj smo med sabo odšteli in jih v nadaljnjih izračunih upoštevali. Izvedli smo še linearno interpolacijo, da smo se znebili skokov relativne vlažnosti na začetku in na koncu vrzeli.

Na koncu smo v posameznem manjkajočem terminu sešteli naslednje prispevke:

- terminski podatek izbrane postaje za interpolacijo,
- razliko med povprečnima dnevnima potekoma temperature za manjkajoč termin,
- delež, ki smo ga dobili z računanjem linearne interpolacije.

Končni rezultat smo preverili z logično kontrolo in v primerih z daljšim časovnim obdobjem manjkajočih podatkov tudi izrisali graf poteka relativne vlažnosti zraka po interpolaciji.

Globalno sevanje

Za razliko od interpolacij temperature in relativne vlažnosti smo za pet izbranih postaj pridobili podatke za časovno obdobje desetih dni. Nato smo izračunali razliko gostote toka globalnega sevanja na vodoravno ploskev med postajami. Sledil je izračun standardnega odklona razlik za izbrane postaje. Postaja z najmanjšim standardnim odklonom je bila izbrana za interpolacijo. Sledil je izračun povprečnega dnevnega poteka za obe postaji (tisto z manjkajočimi podatki in tisto s polnim nizom). Dnevna poteka gostote toka globalnega obsevanja z obeh postaj smo med sabo odšteli in jih v nadaljnjih izračunih upoštevali. Izvedli

smo še linearno interpolacijo, da smo se znebili skokov gostote toka globalnega sevanja na začetku in na koncu vrzeli.

Na koncu smo v posameznem manjkajočem terminu sešteli naslednje prispevke:

- terminski podatek izbrane postaje za interpolacijo,
- razliko med povprečnima dnevnima potekoma temperature za manjkajoč termin,
- delež, ki smo ga dobili z računanjem linearne interpolacije.

Končni rezultat smo preverili z logično kontrolo. V primerih, kjer je bila interpolirana vrednost gostote toka globalnega sevanja večja od nič, a teoretično ta vrednost ni bila mogoča (noč), smo interpolirano vrednost popravili na 0.

Hitrost in smer vetra

Na koncu smo se lotili še interpolacije hitrosti in smeri vetra. Na začetku smo izbrali pet sosednjih postaj in pridobili podatke za vsaj tri dni. Nato smo izračunali razliko hitrosti in smeri vetra med postajami. Sledil je izračun standardnega odklona razlik za izbrane postaje za obe spremenljivki. Postaja z najmanjšim standardnim odklonom je bila izbrana za interpolacijo. Iskali smo postajo, kjer je bila hitrost vetra oz. smer vetra v manjkajočem obdobju najbolj primerljiva s postajo, kjer smo izvajali postopek interpolacije manjkajočih podatkov.

Pri hitrosti vetra smo v posameznem manjkajočem terminu pripisali terminski podatek iz izbrane postaje seštet s povprečno razliko hitrosti vetra med izbrano in interpolirano postajo v obdobju, ki smo si ga izbrali za pregled podatkov. Na koncu je sledila še logična kontrola podatkov. Tiste podatke, ki so se nam po interpolaciji zdeli sumljivi, smo popravili subjektivno. Podoben postopek smo uporabili tudi pri interpolaciji smeri vetra. Manjkajočemu terminu smo pripisali terminski podatek z izbrane postaje seštet s povprečno razliko hitrosti vetra med izbrano in interpolirano postajo v obdobju, ki smo si ga izbrali za pregled podatkov. Sledila je logična kontrola podatkov. Pri smereh vetra nad vrednostjo 359 smo upoštevali periodičnost merske skale smeri vetra. Ostale sumljive vrednosti smo popravili subjektivno.

Določitev reprezentativnih območij postaj z nizom za značilno meteorološko leto

Izračunani časovni nizi značilnega meteorološkega leta na 23 postajah pokrivajo večino podnebne oziroma vremenske spremenljivosti v Sloveniji, zaradi razgibanega reliefa pa je za običajnega uporabnika izbira najprimernejše postaje težavna.

Samo razdalja med krajem, za katerega nas zanima značilno meteorološko leto, in postajo z izračunanim značilnim meteorološkim letom, je običajno nezadosten podatek, saj je vpliv nadmorske višine ali izoblikovanosti površja pogosto odločilen na podnebje kraja. Za lažjo uporabo izračunanih časovnih nizov smo določili reprezentativna območja posameznih postaj.

Na Agenciji za okolje so bili, v okviru drugega dela, nedavno pripravljene podnebni podatki v pravilni mreži ločljivosti 1 km za vso Slovenijo, za obdobje 1981–2010 (Dolinar, 2016). Za vsako od izbranih 23 postaj smo poiskali najbližjo celico te kilometrske mreže in jo označili za centroid. Če se je nadmorska višina celice, ki je bila najbližje postaji, precej razlikovala od nadmorske višine postaje, smo izbrali eno izmed sosednjih celic, oziroma tisto, ki se je po nadmorski višini najbolj ujemala z referenčno postajo.

Za izbranih 23 centroidov smo iz zemljevidov izpisali dolgoletne povprečne vrednosti naslednjih spremenljivk: trajanje sončnega obsevanja marca, trajanje sončnega obsevanja julija, trajanje sončnega obsevanja oktobra, trajanje sončnega obsevanja decembra, povprečje dnevne minimalne in maksimalne temperature najhladnejšega in najtoplejšega meseca v letu (januar in julij). Poleg meteoroloških spremenljivk smo v nabor spremenljivk dodali še geografski koordinati in nadmorsko višino.

Vrednosti vseh spremenljivk smo najprej standardizirali (npr. Kachigan, 1991). Nato smo za vsako točko kilometrske mreže (20916 točk) in vsako spremenljivko izračunali evklidsko razdaljo do vsakega izmed 23 centroidov. Ker smo imeli opravka z 11 spremenljivkami, smo računali 11-dimenzionalno evklidsko razdaljo.

V n -dimenzionalnem evklidskem prostoru izračunamo razdaljo med točkama $A(a_1, a_2, \dots, a_n)$ in $B(b_1, b_2, \dots, b_n)$ po formuli (Deza in Deza, 2009):

$$d(A, B) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}$$

V naslednjem koraku smo za vsako točko kilometrske mreže določili najkrajšo razdaljo med vsemi 23 evklidskimi razdaljami. Posamezno mrežno točko smo tako pripisali centroidu, do katerega je imela ta najkrajšo razdaljo. To je bila za izbrano točko reprezentativna postaja.

Na koncu smo na zemljevidu Slovenije izrisali reprezentativna območja (oz. nabor točk), ki pripadajo vsaki od 23 postaj.

Na ta način je mogoče za katerokoli območje Slovenije najti primeren niz za značilno meteorološko leto, ki

opiše podnebne značilnosti tega območja. Opisana razdelitev Slovenije po reprezentativnih območjih močno olajša izbiro primerne nize za posamezni kraj, na primer pri načrtovanju novega objekta.

Rezultati

Končni rezultat interpolacije manjkajočih polurnih vrednosti temperature za eno izmed 23 izbranih postaj lahko vidimo na sliki 5.

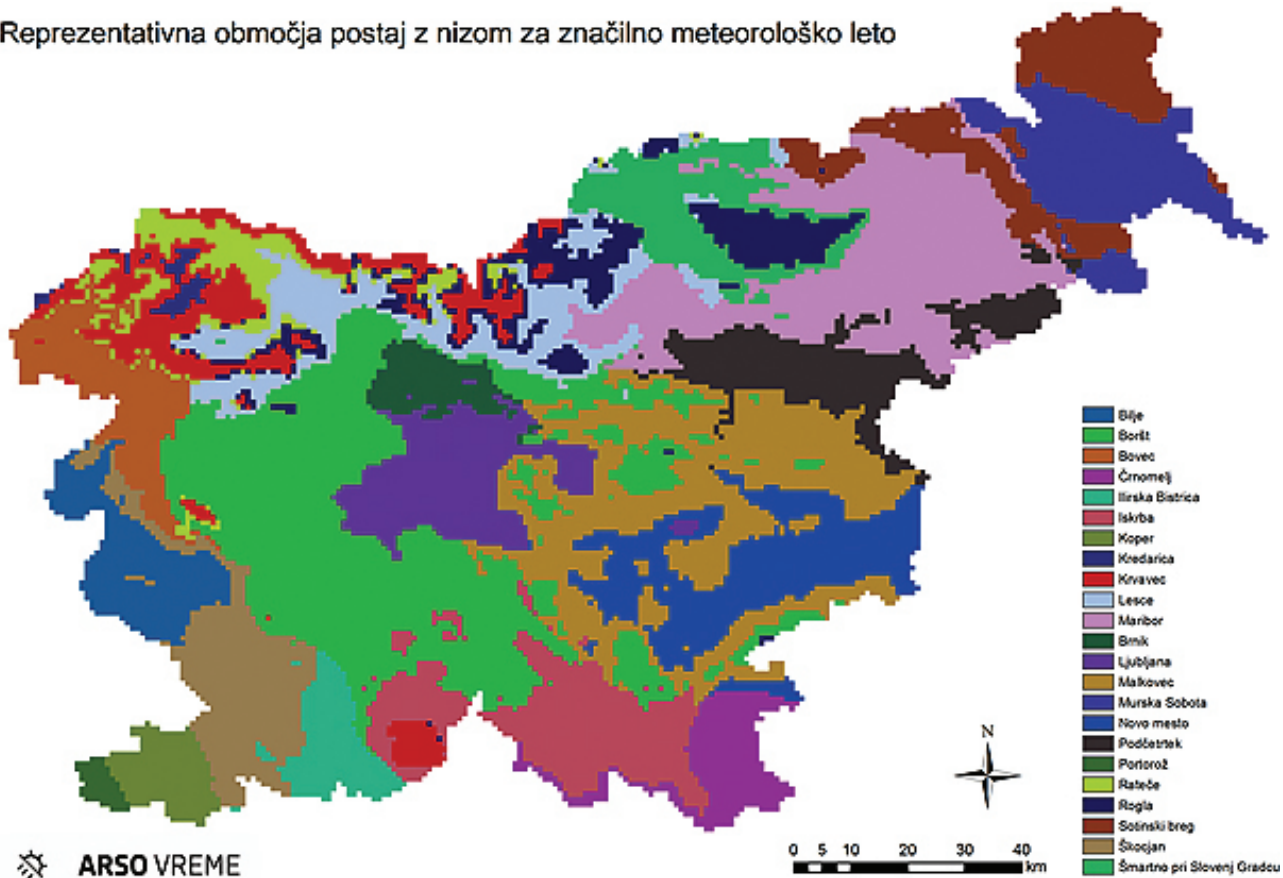
Vsi izračuni so bili opravljeni s programskim jezikom R. Končni zemljevid reprezentativnih območij, ki pripadajo vsaki od 23 postaj smo izrisali s pomočjo paketa ggplot2() v R-u (slika 4).

Zaključki

Glavni namen izdelave značilnega meteorološkega leta je potreba po vhodnih podatkih za modeliranje energijske bilance zgradbe. Za območje Slovenije smo po prilagojeni metodi Sandia pripravili 23

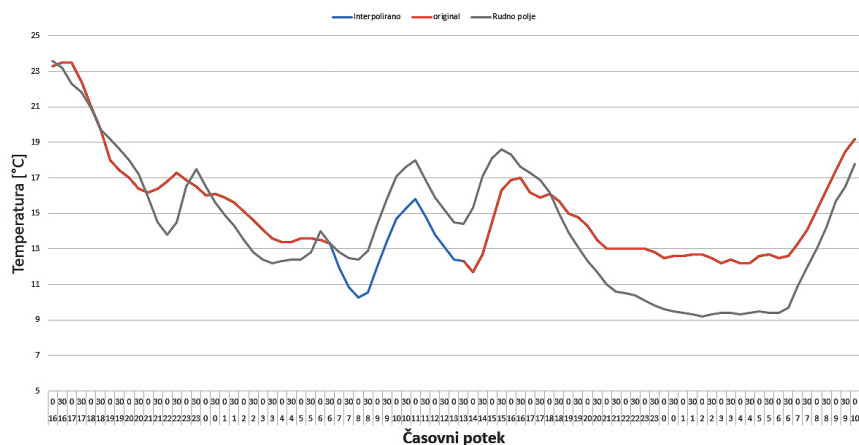
časovnih nizov značilnega meteorološkega leta, ki odražajo značilno vremensko dogajanje v obliki petih spremenljivk. Pri pripravi smo upoštevali razpoložljivost in kakovost polurnih meritev s samodejnih merilnih postaj v nedavnem 15-letnem obdobju. Pri nekaterih merilnih mestih ali spremenljivkah je bil izpad meritev znaten, a smo z interpolacijo manjkajočih vrednosti nize dopolnili, da vsaj v grobem odgovarjajo dejanskemu časovnemu poteku vremena. Ti nizi skupaj s pripadajočimi reprezentativnimi območji omogočajo enostavno uporabo vremenskih podatkov pri izračunu energijske bilance stavbe v posameznem kraju v Sloveniji. Zaradi sorazmerno majhnega nabora postaj, ki ne zajame čisto vseh posebnosti podnebja na razgibanih območjih, obstaja še znaten prostor za izboljšave značilnega meteorološkega leta z vidika prostorske primernosti. Z razširitvijo mreže merilnih mest v okviru projekta Bober bodo že čez nekaj let na voljo časovni nizi meritev mnogo večjega števila samodejnih postaj, kar je lahko podlaga za povečanje števila nizov značilnega meteorološkega leta in še večjo zanesljivost pri uporabi teh podatkov.

Reprezentativna območja postaj z nizom za značilno meteorološko leto



Slika 4. Reprezentativna območja postaj z nizom za značilno meteorološko leto.

Figure 4. Test reference year representative station area.



Slika 5. Primer interpolacije temperature zraka za postajo Krvavec od 22. 7. do 24.7. 2003
Figure 5. An example of an air temperature interpolation for the Krvavec station for the period from 22nd to 24th July 2003.

Viri

Deza, E., Deza, M. M. (2009). *Encyclopedia of Distances*. Springer, Berlin, 94 p.

Dolinar, M. (2016). *Monthly gridded data sets for temperature and precipitation over Slovenia*. *Proceedings of GeoMLA – Geostatistics and Machine Learning*, Belgrade, Serbia.

Finkelstein, J.M., Schafer, R.E. (1971). *Improved Goodness-of-Fit Tests*. *Biometrika*, 58(3), pp. 641–645.

Kachigan, S. K. (1991). *Multivariate Statistical Analysis (Second Edition)*. Radius Press, New York, 252 p.

Kajfež-Bogataj, L., Hočvar, A. (1986). *Standardno meteorološko leto oblikovano na historičen način in omejitve*

njegove uporabe, 6. Posvetovanje o racionalni rabi energije, Ljubljana, 16. 5. 1986, Zbornik ref. str. 78–89.

Levermore, G., Chow, D. (2003). *Climate change Test Reference Years for Buildings and the Urban Environment*. *Fifth International Conference on Urban Climate 2003 Proceedings, (1st-5th September, Łódź, Poland)*, 2, pp. 445–448.

Marion W., Urban, K. (1995). *User's Manual for TMY2 (Typical Meteorological Years) – Derived from the 1961-1990 National Solar Radiation Data Base*. NTIS/GPO Number: DE95004064, NREL Tech. Report TP-463-7688, 1995.

Song, K.D. (1989). *Optimization of building shape with respect to building orientation and local climatic conditions*. *Master's Thesis, University of Oklahoma*, pp. 178.

Dodatek

Preglednica. Mesečne vrednosti Finkelstein-Schaferjeve statistike (FS) za postajo Lesce. Za mesece z manjkajočimi meteorološkimi podatki FS statistika ni izračunana.

Table. Monthly values of Finkelstein-Schafer statistics (FS) for meteorological station Lesce. For months with missing data the FS values are not calculated.

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2004					2,396		0,773		-0,134	-0,046	0,254	-0,576
2005	-0,407			1,406	-0,802	-0,774	0,339	1,201	-1,076	-0,256	0,612	2,178
2006	1,096	0,499	0,925	-0,535	0,015	1,580	1,391	2,232	-0,090	-0,542	-0,514	0,047
2007	0,164	1,759	-0,396	1,118	-0,686	0,240	-0,731	-0,815	1,476	0,775	0,510	
2008	-0,112	-0,849	-0,744	1,360	-0,990	-0,867	-0,936	-1,042	0,875	-1,134	-1,218	-0,197
2009	0,257	-1,146	-0,495	0,467	0,471	2,020	-0,805	0,228	-0,346	-1,110	0,024	-0,361
2010	1,061		-0,914	-0,895	-0,309	-0,489	-0,240	-0,847	0,454	0,683	-0,890	
2011	-1,199	-1,015	-1,073	-0,145	0,249	0,407	0,203	-0,095	2,004	1,566	1,986	-0,265
2012	-1,199	0,744	0,883	0,217	-1,102	-0,593	-2,124	0,388	-0,922	-1,275	0,838	
2013		0,145	1,746	-0,686	1,172	-0,023	0,382	-0,902	-0,791	-0,579	-0,951	-0,826
2014	1,486	-0,137	0,862	-0,697	-0,443	-0,494	0,821	-0,066	-0,759	1,592	0,673	
2015	-1,148		-0,795	-1,611	0,030	-1,006	0,928	-0,281	-0,691	0,327	-1,324	
povprečje	-0,001	0,000	-0,001	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000

Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011

Mateja Nadbath, Agencija Republike Slovenije za okolje

Na Agenciji Republike Slovenije za okolje smo 5. marca 2018 predstavili rezultate projekta Podnebna spremenljivost Slovenije 1961–2011. Izdali smo pet knjig, v katerih podajamo oceno sprememb našega podnebja v zadnjih petdesetih letih, predstavljamo bogato zgodovino naših merilnih postaj ter objavljamo metodologijo kontrole in homogenizacije podatkov. To je bil obsežen projekt, s katerim smo začeli konec leta 2008.

Podnebje vpliva na procese v okolju in na mnoga področja človekove dejavnosti. Spreminjanje je splošna

značilnost podnebja, vendar je hitrost spreminjanja v zadnjem stoletju izjemna, v zgodovini Zemlje poznamo le nekaj podobnih primerov. Vplive že čutimo v našem vsakdanu, zato za kakršnokoli načrtovanje ukrepov potrebujemo kakovostne podatke o spreminjanju podnebja pri nas. Da bi jih zagotovili, smo na Agenciji za okolje konec leta 2008 začeli obsežen projekt Podnebna spremenljivost v Sloveniji.

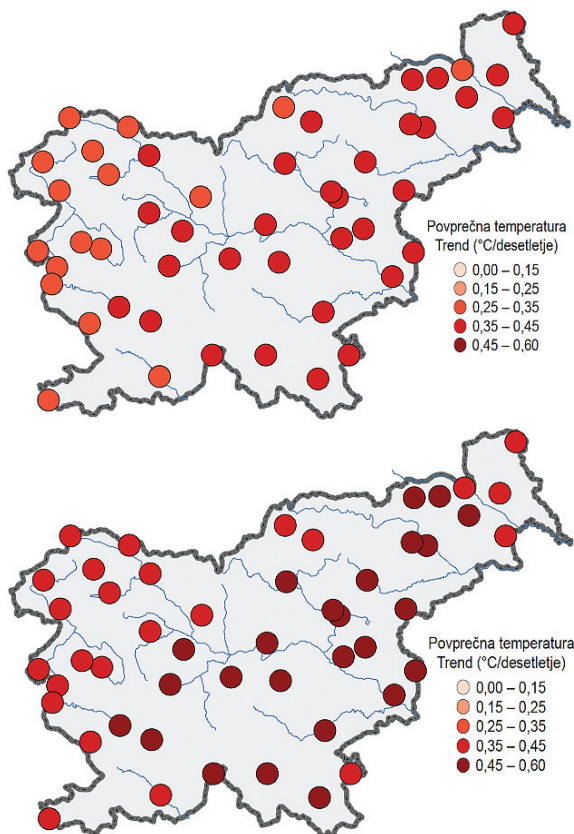
Na podlagi dolgoletnih meritev lahko ugotovimo, kako se podnebje v Sloveniji spreminja in kako se na njem izražajo globalne spremembe. Priprava analiz stanja



Če smo želeli zanesljivo homogenizirati časovne nize, smo potrebovali zelo dober opis zgodovine postaj. Sistematično zbiranje metapodatkov o zgodovini naših postaj je bil časovno najbolj zahteven del projekta. Predvsem za obdobje pred digitalno dobo je bilo potrebno podatke o postajah zbrati ali celo poiskati po različnih zgodovinskih virih, jih digitalizirati in sistematično urediti. Produkt tega dela so kar tri knjige Meteorološka opazovanja I, Meteorološka opazovanja II (A–O) in (P–Ž) s podrobnim opisom zgo dovine postaj, ki ne bodo koristili le našim strokovnjakom, ampak tudi drugim raziskovalcem, ki pri svojem delu uporabljajo podnebne podatke. V treh zvezkih je predstavljenih 270 meteoroloških postaj pred obdobjem intenzivne posodobitve mreže postaj. Tovrstni podatki govorijo tudi o zgodovini in razvoju meteorologije na ozemlju Slovenije.



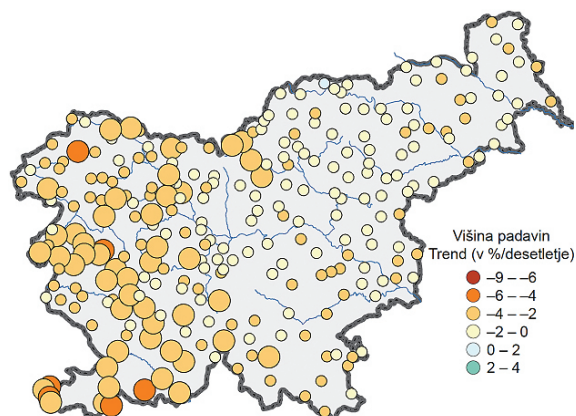
Raziskave podnebnih sprememb na območju Slovenije so bile doslej omejene na skromno zbirko časovnih nizov izbranih postaj. V okviru projekta smo izkoristili bogat arhiv meritev uradne meteorološke mreže, tako da smo s sodobnimi metodami kontrole ponovno preverili vse podatke in odstranili umetne vplive iz časovnih nizov podnebnih podatkov. Po časovno zahtevni kontroli podatkov je nize homogeniziralo več naših strokovnjakov, kar je celo v svetovnem merilu edinstven pristop. Tako metodologija kontrole podatkov kot homogenizacije je opisana v knjigi naslovom Kontrola in homogenizacija podnebnih podatkov. Šele na prečiščenih nizih smo lahko analizirali spremenljivost slovenskega podnebja in ugotovili, kako se globalne podnebne spremembe izražajo na podnebju v Sloveniji. Rezultati analiz so zbrani v knjigi Značilnosti podnebja v Sloveniji.



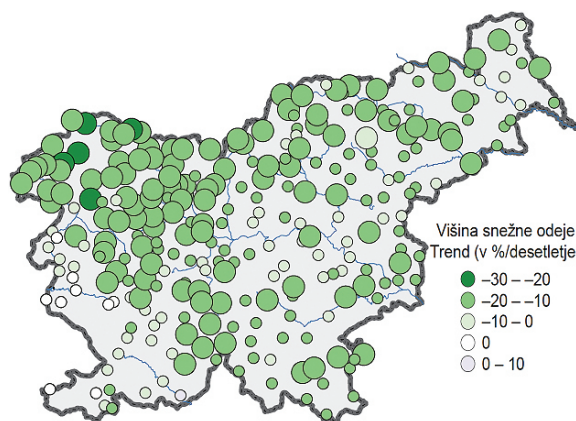
Slika 1. Trend letne (zgoraj) in poletne (spodaj) povprečne temperature zraka (v °C na desetletje) v obdobju 1961–2011.

podnebja je zahteven postopek. Spremembe merilnih mest in merilnih tehnik skozi zgodovino meritev lahko pomembno vplivajo na izmerjene nize podnebnih spremenljivk: bodisi zabrišejo ali pa okrepijo naravno ali človeško pogojeno spremenljivost podnebja. Zato mora analiza spremenljivosti podnebja vedno temeljiti na homogenih nizih, v katerih so prej omenjeni umetni vplivi v čim večji meri odstranjeni. Analiza je omejena na obdobje do leta 2011, ko smo začeli s homogenizacijo.

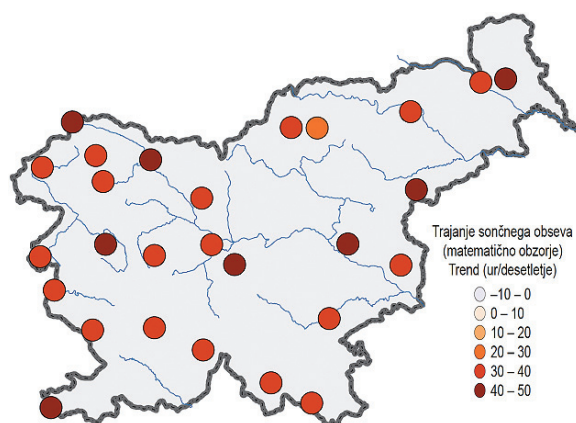
Povprečna temperatura se je od 60. let do danes dvignila že za okrog 2 °C (sliki 1 in 5), z največjim trendom temperature zraka poleti (0,44 °C/desetletje, slika 1). Jeseni so bile v obdobju 1961–2011 sprva postopno hladnejše, od konca 70. let pa beležimo počasen dvig temperature, zato trend jeseni še ni statistično značilen. Zaradi velike naravne spremenljivosti padavin, dolgoročne spremembe v višini padavin niso tako gotove kot spremembe temperature in sončnega sevanja. Najbolj gotovo je zmanjševanje višine padavin samo na nekaterih območjih Slovenije pomladi in poleti, na letni ravni pa zmanjšanje višine padavin v zahodni polovici države (slika 2). Tudi spremembe v snežni odeji so že znatne (slika 3). Medtem ko se skupna snežna odeja statistično značilno spreminja bolj v višjih legah (do 20 % na desetletje), se količina novozapadlega snega znatno zmanjšuje tudi v nižjih



Slika 2. Trend letne višine padavin v % na desetletje v obdobju 1961–2011. Veliki krogi označujejo statistično značilen trend, majhni pa neznačilnega pri 95 % stopnji značilnosti.



Slika 3. Trend letne višine snežne odeje v % na desetletje v obdobju 1961–2011. Veliki krogi označujejo statistično značilen trend, majhni pa neznačilnega pri 95 % stopnji značilnosti.



Slika 4. Trend letnega trajanja sončnega obseva v urah/desetletje v obdobju 1961–2011

legah (do 15 % na desetletje). Trajanje sončnega obsevanja se je v obdobju 1961–2010 povečevalo za okrog 30–40 ur na desetletje (slika 4), najbolj na račun povečanja pomladi in poleti.

Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja

Mojca Dolinar, Agencija Republike Slovenije za okolje

Novembra 2018 smo na Agenciji Republike Slovenije za okolje pripravili predstavitev podnebnih projekcij za temperaturo, padavine in hidrološke spremenljivke do konca 21. stoletja.

V preteklih desetletjih smo že dobili izkušnjo, kako lahko spremembe v podnebnem sistemu vplivajo na številne vidike našega življenja. Glede na to, da podnebnih sprememb ne moremo ustaviti čez noč, tudi z zelo drastičnimi omejitvami izpustov toplogrednih plinov ne, se bomo morali nanje prilagoditi. Pri tem seveda potrebujemo védenje o tem, na kakšne razmere se bomo morali prilagajati. To je bila glavna

motivacija, da smo leta 2016 v sodelovanju z Ministrstvom za okolje in prostor začeli obsežen projekt priprave podnebnih projekcij za Slovenijo, ki smo ga poimenovali Ocena podnebnih sprememb za Slovenijo v 21. stoletju (OPS21).

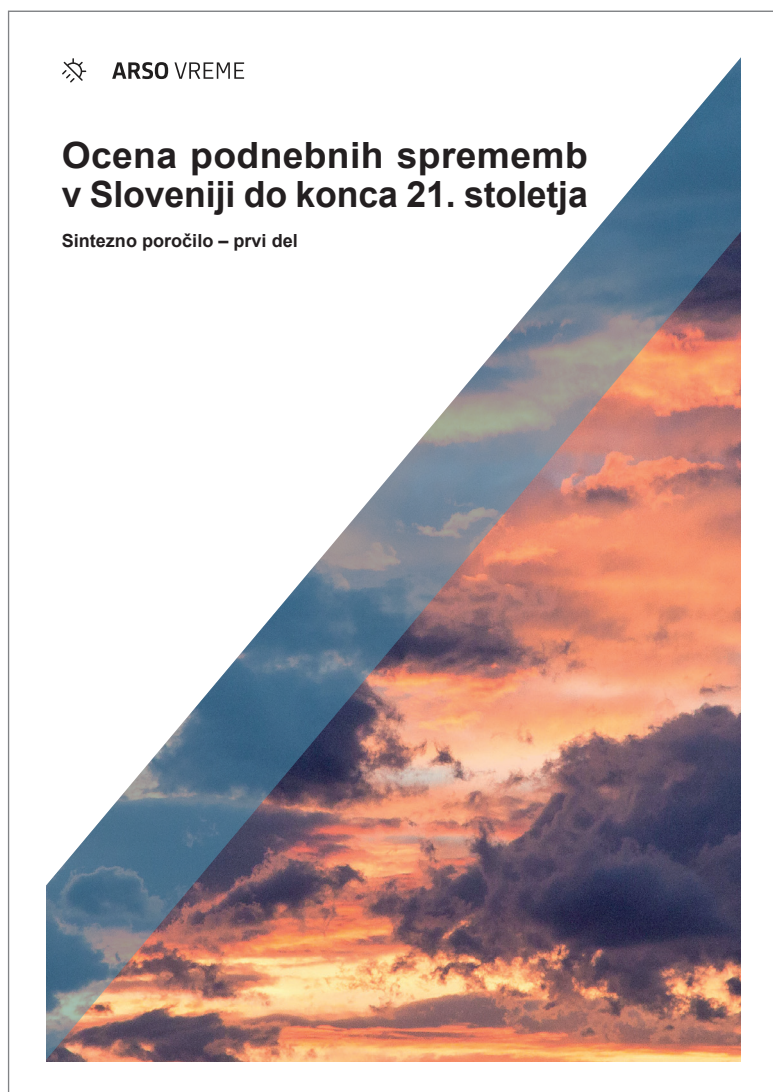
V preteklih dveh letih smo pripravili projekcije podnebnih značilnosti temperature zraka in tal, višine padavin in hidroloških spremenljivk do konca 21. stoletja.

Rezultate smo zbrali v poročilu, kjer smo predstavili najpomembnejše ugotovitve projekta. V nadaljevanju projekta, ki še vedno teče, ocenjujemo še vplive na nekatere druge pomembne vidike podnebnega sistema.

Ti rezultati bodo objavljeni v drugem delu poročila. Kakovostni podatki so temelj za učinkovito načrtovanje ukrepov prilagajanja spremenjenim podnebnim razmeram. Z njimi se lahko hitreje in učinkoviteje odzivamo na potrebe naše družbe ter prispevamo k večji varnosti in blaginji ljudi, zaščiti okolja, narave in premoženja, trajnostni oskrbi z naravnimi viri ter učinkovitejšemu gospodarstvu.

Rezultati projekta so zelo obsežni. V poročilu smo izpostavili samo spremembe, ki se bodo ob določenih pogojih zgodile z veliko gotovostjo. Pripravili pa smo še dodatek, ki je poročilu dodan na zgoščenci, kjer so v obliki različnih grafičnih prikazov in preglednic zbrani prav vsi dosedanja rezultati projekta.

Kako se bo spreminjalo podnebje v prihodnosti, je odvisno od uspeha človeštva pri omejevanju izpustov toplogrednih plinov. Ocene sprememb smo pripravili za tri scenarije izpustov toplogrednih plinov. Optimistični scenarij izpustov se najbolj približa ciljem Pariškega dogovora in predvideva, da nam bo uspelo hitro in drastično omejiti izpuste toplogrednih plinov. Zmerno optimistični scenarij predvideva postopno zmanjševanje izpustov od sredine stoletja in njihovo ustalitev konec stoletja. Pri pesimističnem scenariju pa se večjih uspehov pri omejevanju izpustov ne predvideva.





Slovensko
meteorološko
društvo

Od 1954

SPONZORJI, KI SO OMOGOČILI IZID VETRNIC:



GVD d.o.o.
Gorišane 8/d
1215 Medvode
Slovenia - Europe Union
tel/fax. +386 1 361 24 35
RADAR PRODUCT

SOLOS

REALIZACIJA GRAFIČNIH IDEJ

Solos d.o.o.



Klaro d.o.o.

