

METEOROLOGICKÝ ČASOPIS

METEOROLOGICAL JOURNAL

2017

ROČNÍK 20 – ČÍSLO 2

VOLUME 20 – NUMBER 2

SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
SLOVAK HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE



CONTENTS

RECENT IMPROVEMENTS IN THE ALADIN/SHMU OPERATIONAL SYSTEM Mária Derková, Jozef Vivoda, Martin Belluš, Oldřich Španiel, Martin Dian, Michal Neštiak, Roman Zehnal	45
RULES FOR THE REGULAR METEOROLOGICAL DATA QUALITY CONTROL IN THE CHMI Miroslav Řepka, Radim Tolasz, Pavel Lipina, Stanislava Kliegrová, Anna Valeriánová.....	53
MODELLING OF URBAN HEAT ISLAND IN BRATISLAVA USING MUKLIMO MODEL Juraj Holec, Pavel Šťastný	65
IDENTIFY THE OCCURRENCE OF DROUGHT ACCORDING TO DIFFERENT INDICES AT THE METEOROLOGICAL STATIONS OF WESTERN SLOVAKIA Miriám Jarošová, Dušan Igaz.....	73

INFORMATION

Project DriDanube – Drought risk in the Danube Region Pavel Šťastný, Lívia Labudová	83
Lysá hora – 120 years of meteorological measurements and observations Jozef Pecho.....	84
Conference SNOW – an ecological phenomena Pavol Nejedlík, Bernard Šiška	85
9th European conference on severe storms Miroslav Šinger.....	85
30 years passed since the adoption of the Montreal protocol Oliver Mišaga	86
EUMETSAT Meteorological satellite conference Ján Kaňák, Ľuboslav Okon	87
Young scientist conferences 2017 Danica Lešková	88
The workshop on the occasion of hydrological year 2017 Ivan Garčár.....	89
15 years ago occurred some great events in the modern history of SHMÚ Štefan Škulec, Vladimír Pastirčák	89

PERSONALS	91
------------------------	----

OBSAH

AKTUALIZÁCIA OPERATÍVNEHO SYSTÉMU NUMERICKEJ PREDPOVEDE POČASIA - ALADIN/SHMÚ Mária Derková, Jozef Vivoda, Martin Belluš, Oldřich Španiel, Martin Dian, Michal Neštiak, Roman Zehnal.....	45
PRAVIDLA PRO KONTROLU PRAVIDELNÝCH METEOROLOGICKÝCH DAT V ČHMÚ Miroslav Řepka, Radim Tolasz, Pavel Lipina, Stanislava Kliegrová, Anna Valeriánová.....	53
MODELOVANIE MESTSKÉHO OSTROVA TEPLA V BRATISLAVE POMOCOU MODELU MUKLIMO Juraj Holec, Pavel Šťastný.....	65
IDENTIFIKÁCIA VÝSKYTU SUCHA PODĽA ROZLIČNÝCH INDEXOV NA STANICIACH ZÁPADNÉHO SLOVENSKA Miriám Jarošová, Dušan Igaz.....	73

INFORMÁCIE

Projekt DriDanube - Riziko sucha v dunajskom regióne Pavel Šťastný, Lívia Labudová	83
Lysá hora – 120 rokov meteorologických meraní a pozorovaní Jozef Pecho.....	84
Konferencia Sneh ako ekologický fenomén Pavol Nejedlík, Bernard Šiška	85
9. európska konferencia o intenzívnych búrkach Miroslav Šinger.....	85
Uplynulo 30 rokov od prijatia Montrealského protokolu Oliver Mišaga	86
EUMETSAT konferencia o meteorologických družiciach Ján Kaňák, Ľuboslav Okon	87
KMO 2017 – Konferencie mladých odborníkov Danica Lešková.....	88
Seminár pri príležitosti hydrologického roka 2017 Ivan Garčár	89
Pred 15 rokmi sa udiali významné udalosti v modernej histórii SHMÚ Štefan Škulec, Vladimír Pastirčák.....	89

PERSONÁLIE	91
-------------------------	----

RECENT IMPROVEMENTS IN THE ALADIN/SHMU OPERATIONAL SYSTEM

MÁRIA DERKOVÁ, JOZEF VIVODA, MARTIN BELLUŠ, OLDŘICH ŠPANIEL,
MARTIN DIAN, MICHAL NEŠTIK, ROMAN ZEHNAL

Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

The limited area numerical weather prediction system ALADIN is operationally exploited at the Slovak Hydrometeorological Institute to provide the input for the routine weather forecasts and warnings as well as for other applications and for the customers oriented products. The current operational setup of the ALADIN/SHMU system and its evolution within last decade are described in this article. The benefit of the ALADIN/SHMU system upgrade with the horizontal resolution increase to 4.5 km and 63 vertical levels is illustrated by the means of the objective verification scores and case studies of high impact weather events.

ALADIN - numerický predpovedný model na ohraničenej oblasti - je v Slovenskom hydrometeorologickom ústave operatívne prevádzkovaný pre potreby vydávania predpovedí počasia a výstrah, ako aj pre ďalšie aplikácie a prípravu produktov pre zákazníkov. Aktuálnu konfiguráciu systému ALADIN/SHMÚ a jeho vývoj za poslednú dekádu mapuje predložený článok. Prínos novej verzie modelu ALADIN/SHMÚ s vyšším rozlíšením s horizontálnym krokom 4.5 km a 63 vertikálnymi hladinami ilustrujú objektívne verifikačné štatistiky ako aj vybrané prípadové štúdie výskytu extrémneho počasia.

Key words: numerical weather prediction, ALADIN/SHMU system, operational configuration, horizontal and vertical resolution

INTRODUCTION

The provision of information on the current and future state of the atmospheric parameters is one of the main roles of the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMU or SHMÚ). This duty is fulfilled with the help of the operational exploitation of the state of the art numerical weather prediction (NWP) system ALADIN (Termonia et al., 2017). The ALADIN (Aire Limitée Adaptation Dynamique Développement InterNational) system is being commonly developed within a wide Euro-Mediterranean cooperation of 16 countries (see www.cnrm.meteo.fr/aladin for more details). The ALADIN system provides the basis for the forecasting tools of modern meteorology. It is designed to work in wide range of applications at multi-scales spanning from atmospheric analysis, (very) short range forecasting up to climate simulations. Three particular configurations of ALADIN system designated for operational forecasting purposes are thoroughly validated within a coordinated effort of the ALADIN consortium. These are called Canonical Model Configurations (CMC): the ALADIN baseline-CMC, the AROME CMC and the ALARO CMC (Termonia et al., 2017). A specific configuration of the ALADIN system for the operational and research applications is adapted by each participating National Meteorological Service (NMS) to reflect their needs and constraints. Such adaptations comprise the model domain extent, the horizontal (e.g. the grid size) and vertical (i.e. the number of model vertical levels) model resolutions; the choices for the model physics and dynamics, the setup of the data assimilation system, etc. It is supposed that higher model resolution enables better representation of local topogra-

phical characteristics that leads to better description of the orography related processes influencing the local weather phenomena. This is particularly important for prediction of extreme weather events with possible high impact on the humans and the society. However there is a need to find a trade-off between the demand for increasing model complexity including higher resolutions and a requirement to deliver the forecast in real time. For such tasks a utilization of the high-performance computers (HPC) is inevitable. SHMÚ uses HPC technologies to compute the ALADIN/SHMU forecasts since 2004 (Derková, 2005).

Operational version of the limited area (LAM – Limited Area Model) numerical weather prediction systems is employed in almost every European NMS. A setup similar to the one applied for ALADIN/SHMU as concerns the choices for dynamics and physics options is used at the Czech Hydrometeorological Institute, but with sophisticated data assimilation scheme to prepare the model initial conditions (Bučánek et al., 2015). An upgrade in the resolution of the ALADIN system comparable to SHMÚ one has been performed recently at Meteorological and Hydrological Service of Croatia (Tudor et al., 2015). More advanced applications of the ALADIN system can be seen in Meteo-France, where they operationally run the convection-permitting system AROME CMC (Seity et al., 2011; Brousseau et al., 2016). The same system with specific options mostly in model physics denoted HARMONIE-AROME (Bengtsson et al., 2017) is used in Nordic countries. Here three NMS of Norway, Sweden and Finland had joined their resources to adapt the convection-permitting NWP system for the ensemble prediction (Müller et al., 2017). Another example of the convection-permitting

NWP LAM system is the COSMO model running at the Deutscher Wetterdienst (Baldauf et al., 2011).

An overview of the operational exploitation of the ALADIN/SHMU limited area numerical weather prediction system at the Slovak Hydrometeorological Institute within the last decade is summarized in the presented article. Section 1 describes the current setup of the ALADIN/SHMU system and the major milestones that led to it. Section 2 justifies the quality of the operational version using the objective verification scores and the case studies of high impact weather. Some perspectives and future plans are drawn in the last part of the article.

ALADIN/SHMU OPERATIONAL SYSTEM: HISTORY AND RECENT UPGRADE

ALADIN/SHMU system has been running in a stable setup for more than a decade (Derková, 2005). Its domain shown on Figure 1 is encompassing most of the continental Europe area spanning for 2 882 km in east/west direction and 2 594 km in north/south one. With the horizontal grid of 9 km it has had 320 x 288 points. Vertically the model atmosphere has been divided into 37 levels. More technical details describing the model settings are summarized in the Table 1. ALADIN/SHMU is coupled to the global model Arpege/IFS of Meteo-France with the coupling frequency of 3 hours. In its most advanced setup the initial conditions preparation is based on the spectral blending by digital filter technique for the atmospheric variables (Derková and Belluš, 2007), operationally introduced in 2007. The optimal interpolation algorithm for the surface variables using the screen level observations denoted CANARI has been operationally exploited since 2012. Its overall positive impact on screen level parameters is illustrated on Figure 2. Here the standard deviation of temperature at 2 m is shown for the guess field and subsequent analysis for few randomly selected days. The improvement of the STDEV scores due to CANARI can be immediately recognized. Other major upgrades that lead to the enhancement of the quality of the ALADIN/SHMU system performance concerned mostly the physics parameterization package called ALARO (Brožková, 2013; Termonia et al., 2017) in 2008 and 2014. Moreover, in 2011 whole operational suite has been ported from Regatta IBM pSeries 690 (labeled HPC0 further in the text) to IBM p755 supercomputer (HPC1). Table 2 shall be consulted for detailed specifications of the HPC systems used at SHMÚ since 2004. The overview of the most important updates of the ALADIN/SHMU system is detailed in Table 3. ALADIN/SHMU system is running 4 times per day, for 00, 06, 12 and 18 UTC network times. The forecast range is up to 3 days (see Table 1 for more details), with hourly output frequency. On the output a complete 3D image of the atmosphere, represented by temperature, specific humidity and the wind field is given together with 2D fields of the screen level parameters and various derived variables. These data are used by SHMÚ forecasters in real time to predict (mainly) high impact weather events and issue corresponding warnings.

Figure 1. The ALADIN/SHMU model domain with the model orography.

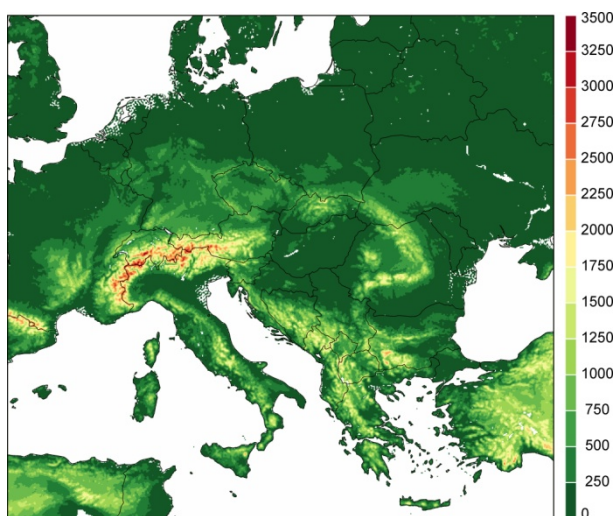
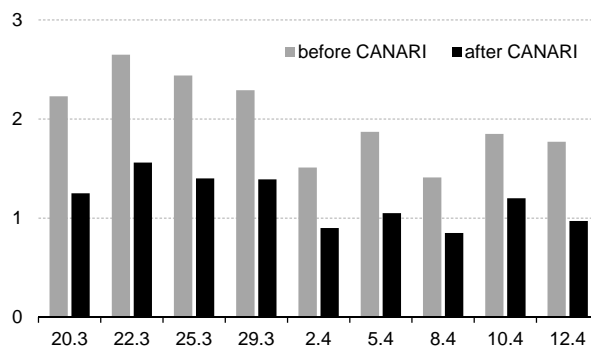


Figure 2. The standard deviation of 2 m temperature against the observations averaged over whole model domain for the 6h forecast (guess) in grey and for the subsequent analysis in black for few randomly selected days in spring 2012.



Furthermore, ALADIN/SHMU output data are used as a major input for the POVAPSYS system (Flood prediction and warning system of Slovak Republic, Lešková (2015)). ALADIN/SHMU products are also used to ensure the security of the air traffic above Slovak territory, to ensure the safety in case of nuclear accidents, to support winter road maintenance in Slovakia, to predict the electricity production, etc. Last but not least the model forecasts are available for public at www.shmu.sk in the form of maps, meteograms for selected points, various tables and diagrams as well as in the text form. Given the crucial importance of the ALADIN/SHMU data its performance is 24/7 monitored within an emergency duty of SHMÚ NWP staff. For this purpose a locally developed application server denoted run_app is used, that offers a unified framework for running all NWP applications, their on-line monitoring and dynamical documentation (<https://nwp.kol.shmu.sk/>).

During the last decade there were several attempts to increase the horizontal and vertical resolution of the ALADIN/SHMU system. The higher model resolutions were expected to better represent local weather-related

processes mainly thanks to better description of the local physiographic fields and their interactions with surface and atmospheric processes. However these projects never reached an operational status at that time. In 2015 within the POVAPSYS project the existing high performance computer system of SHMÚ has been slightly boosted by the factor of 1.2 (IBM Flex System p460, labeled HPC2 - see Table 2). In 2016 an upgraded version of ALADIN/SHMU

system was implemented on HPC2 with doubled horizontal resolution and about 40% increase in the number of the vertical levels. The domain extend was almost the same as the previous one (Fig. 1). Figure 3 shows a zoom of the orography field over Slovakia, where many local topographical details can be seen in case of higher 4.5 km horizontal resolution. The ALADIN/SHMU system was upgraded to the new code version denoted CY40t1_bf07 in 2017.

Table 1. The details of the current and former ALADIN/SHMU system setup.

	Operational system setup	Former operational system setup
HPC	IBM Flex System p460 (HPC2)	IBM p755 (HPC1)
model/code version	CY40T1_bf07	CY36T1_bf10
horizontal resolution	4.5km	9.0km
number of grid points	625 x 576	320 x 288
spectral resolution	312x287 (linear truncation)	106 x 95 (quadratic truncation)
orography	mean orography	envelope orography
number of vertical levels	63	37
time-step	180 s	400 s
coupling model	ARPEGE (long- & short cut off), 3 h coupling frequency	
assimilation initialization	upper air spectral blending with CANARI surface assimilation no initialization	
forecast ranges (output freq)	78/72/72/60 (a' 1h)	72/72/72/60 (a' 1h)
physics	ALARO-1vB	ALARO 3MT, SLHD

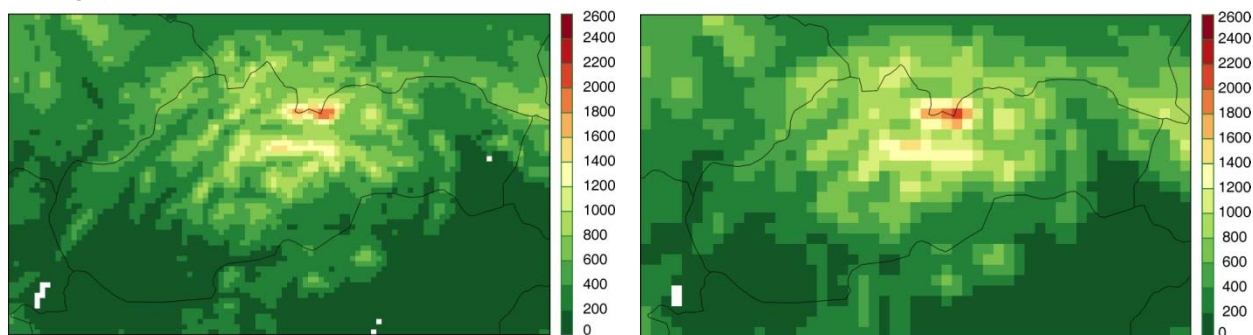
Table 2. The details of the high performance computer systems used at SHMÚ for NWP purposes.

	HPC2	HPC1	HPC0
HPC	IBM Flex System p460	IBM p755	IBM pSeries 690 Regatta
years operated	2015-	2010-2017	2004-2011
HW	4x Power7+ 8-core CPUs (3.6GHz), 256 GB RAM	4x Power7 8-core CPUs (3.55 GHz), 256 GB RAM/node	32 POWER 4+ CPUs (1.7GHz), 32GB RAM
management servers	shared with HPC1	2x IBM Power750: 1x Power7 6-core CPU (3.6GHz), 64 GB RAM	none
nodes	12	10	1
SW	Red Hat Enterprise linux, gfortran 4.9.3 (xlf 15.1.0)	AIX 6 SE OS, xlf 13.1.01	AIX 5.1, xlf 8.1.1.0
disk storage	5TB fibre channel disks 177 TB sas disks	IBM System Storage DS5100 with o 32x 300GB 15k rpm FC Disk o 32x 2TB 7.2k rpm SATA Disk	1x 36.4GB system disk 10x 36.4GB disk striped file system
archiving	none for the time being (HPC1 facility is used)	IBM System Storage - Tivoli S3310 Tape library (120 date tapes LTO5 1.5TB)	IBM System Storage - Tivoli 3584 Tape library (24TB)

Table 3. List of the most significant changes of the ALADIN/SHMU system since its operational exploitation at SHMÚ.

Date	Change in the operational setup
01/07/2004	Operational status of ALADIN/SHMU on IBM p690 series declared (00 and 12 UTC runs in the downscaling mode)
25/07/2005	Run at 06 UTC introduced
29/09/2005	Run at 18 UTC introduced
27/03/2006	Forecast prolongation up to +72 hours (see Table 1 for more details)
24/05/2006	ALADIN/SHMU inputs for INCA nowcasting system activated
19/09/2007	Blending by digital filter technique to prepare the initial conditions for model integration became operational
19/02/2008	New physical package denoted "ALARO-0 without 3MT" became operational
19/08/2008	New physical package denoted "ALARO-0 with 3MT scheme" declared operational
25/05/2011	Transfer of operational suite to HPC1
03/04/2012	Data assimilation of the surface observations based on optimal interpolation became operational
01/06/2014	High-resolution e-suite with 4.5 km/63 levels and ALARO-0 physics was launched
28/07/2016	New high resolution setup of ALADIN/SHMU as described in this article reached quasi-operational status on HPC2
20/03/2017	Full operational status of new ALADIN/SHMU was declared and its products became available for public

Figure 3. The models topography – a zoom over the Slovakia. New ALADIN/SHMU 4.5 km resolution (left) and the old 9 km one (right).



Along this technical update also many new scientific improvements were brought in. The model changes were mostly in the model physics. The operationally introduced package labeled ALARO-1vB includes namely radiation parameterization upgrade (denoted ACRANE2, see Mašek et al., 2016; Geleyn et al., 2017), turbulence scheme (denoted TOUCANS, see Bašták-Đurán et al., 2014), enhancement of the moist deep convection using unsaturated downdraft and sub-grid-scale updraft formulations (Gerard, 2015). All these changes are a part of so called ALARO Canonical Model Configuration of the ALADIN system, as defined in Termonia et al. (2017). It has to be noted that the execution of new ALADIN/SHMU setup is ten times slower compared to the old configuration (9 km/L37). It takes about 40 minutes to complete the 3 days integration, whereas the same forecast lasts only 4 minutes with the previous ALADIN/SHMU version.

The benefit of the ALADIN/SHMU upgrade described above is demonstrated in the next section by the objective verification scores and on the recent cases of severe weather in Slovakia.

VALIDATION OF THE NEW ALADIN/SHMU SETUP

An intensive validation of new ALADIN/SHMU system configuration has been carried out. A computation of the standard statistical verification scores (BIAS and STDEV) with respect to screen level observations as well as the upper-air ones have been performed. In parallel, a subjective comparison against the remote sensing measurements (radar, satellites) was made, mostly in cases of the high impact weather. Moreover, the outputs from both, old 9 km/L37 and new 4.5 km/L63 systems, have been provided in real time to forecasters for their expert evaluation and feedback.

In general it was concluded that the new ALADIN/SHMU outperforms the old one in almost every parameter. Increased resolution and improved representation of physical processes brought improvement in the screen level variables like temperature and humidity at 2 m, as illustrated by the means of the objective scores of the model forecast with respect to the observations. The scores have been computed over a 4 months period (01/04–31/08/2017) against European network of SYNOP and TEMP stations. Figure 4 shows the scores of 2 m temperature adjusted by the moist adiabatic lapse rate to the real stations height.

Scores of the new system are better for the whole forecast range up to 3 days. Similarly positive impact was found for the upper-air parameters, as illustrated on Figure 5 for the geopotential height. The scores of the 10 m wind speed (Fig. 6) show reduced BIAS, but the standard deviation has increased a bit mostly during the noon. It seems to be associated with the wind in the mountains, where the wind speed is too low in the forecasts with the new model configuration (not shown). This issue has to be investigated further.

What concerns the subjective evaluation, users are rather satisfied with the ALADIN/SHMU system performance in its new setup, according to the received feedbacks. However, several problematic forecasts were reported, that seem to be associated with particular weather regimes. As an example one can mention serious underestimation of the minimum 2 m temperature that was experienced in stable anticyclonic situation in January 2017 in lowlands with permanent snow cover. This is demonstrated on the Figure 7 for Dudince station, where during the first trimester of January 2017 the RMSE error in temperature forecast during the nights reached extraordinary high 14 degrees. It seems that the process of the radiative cooling of snow surface in clear calm nights and advection of cold air into valleys and lowlands is not represented well in the model yet.

Figure 4. The BIAS and STDEV (Standard DEVIation) verification scores of temperature at 2 m reduced to the station height for 4 months period from 01/04/2017 till 31/08/2017 over whole model domain. The new ALADIN system setup (4.5km/L63) is displayed in red, the old system (9km/L37) in green.

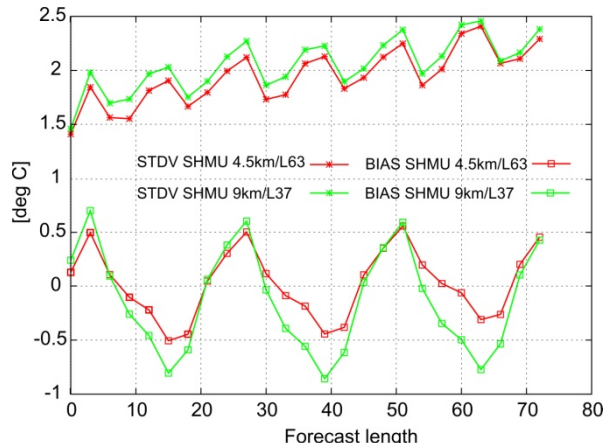


Figure 5. The vertical profile of the BIAS and STDEV verification scores averaged for +24 and +48h forecast for the geopotential height, for the same area and the same period as Fig. 4. The colors for experiments labels are identical with Fig. 4 as well.

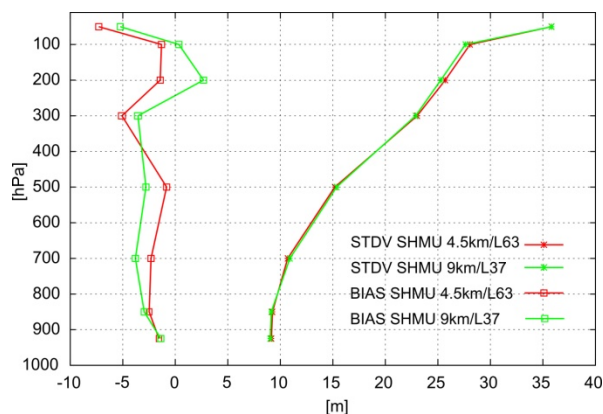


Figure 6. The same as Fig. 4 but for the 10 m wind speed.

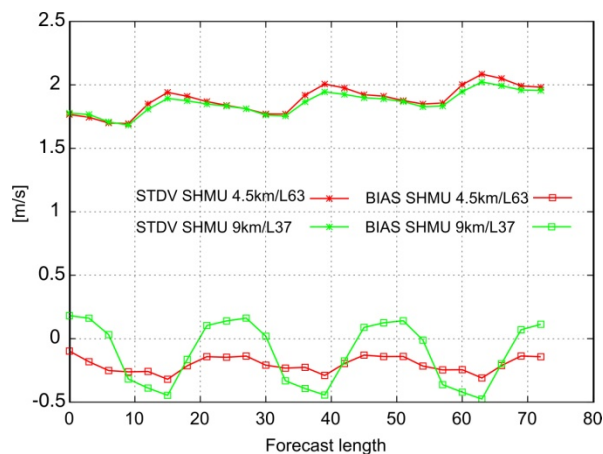
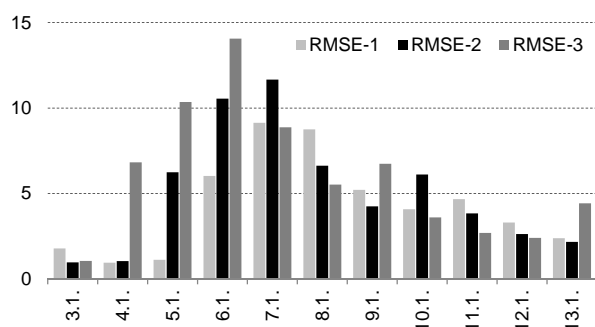


Figure 7. The RMSE of 2 m temperature forecast against observations for Dudince station for 10 days period of 3–13 January 2017 (RMSE-1 – forecast for the first day, RMSE-2 – for the second day, RMSE-3 – for the third day).



As already stated, the objective verification scores with respect to observations are favouring new ALADIN/SHMU system. One can argue that the errors are still rather high, for example the STDEV of 2 m temperature reaches a value about 2 degrees. However, these values are comparable to the scores of other ALADIN systems (not shown). The zero value of the model errors is not required in the fore-

casting practice. The most important attribute associated with the quality of the NWP LAM system is that the model is capable to correctly capture rapid changes in the weather regimes that are often linked to the extreme weather phenomena. This enables forecasters to issue timely warnings of the forthcoming hazardous weather, and eventually to specify its timing and localization in due time. Figure 8 documents that ALADIN/SHMU system has such ability on the example of 2 weeks period of the forecasts comparison against observations over Slovak automatic weather stations for the 10 m wind speed and 2 m temperature. Although the lines representing the forecast do not match exactly the circles representing observations, all rapid changes are correctly captured in the model forecasts, even if temperature drop of about 10 degrees is observed.

Another illustration of high potential of the ALADIN/SHMU system to predict severe weather events is a case study of the mesoscale convective system (MCS) passing over SW Slovakia in the night hours of August the 10th, 2017. The MCS passage has been associated with strong wind and wind gusts causing lot of damages due to fallen trees and torn down roofs. The intensity of the phenomenon can be estimated from the radar reflectivity image on Figure 9. Figures 10 and 11 show 1 h accumulated precipitation and maximum wind gust respectively, as predicted by the ALADIN/SHMU system and analyzed by the INCA precipitation and wind gust modules. Here the output from the INCA nowcasting system (Meirolid-Mautner et al., 2010) that performs analysis of the atmospheric parameters using all available observations and measurement in 1km grid over Slovakia is considered as a truth.

Figure 8. The 24h forecasts of evolution of wind speed (top) and temperature at 2 m (bottom) plotted against the observations (bullets) for all stations over Slovakia except mountain ones, for a 2 weeks period from 10/09/2017 till 24/09/2017.

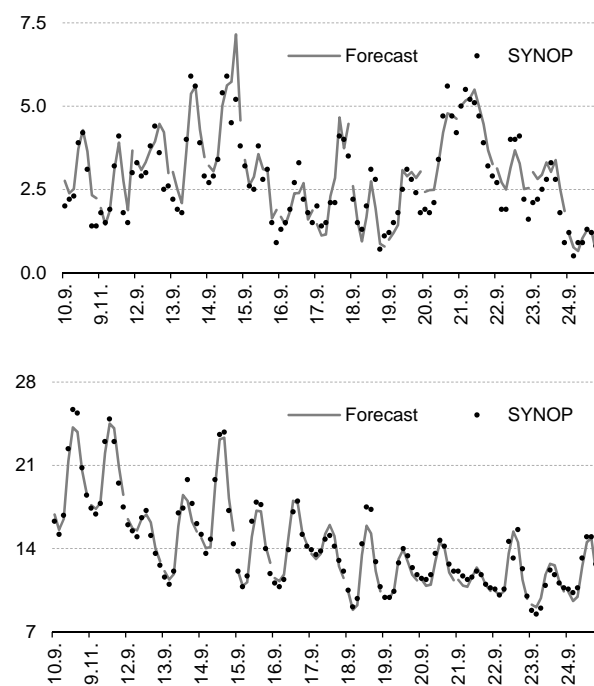
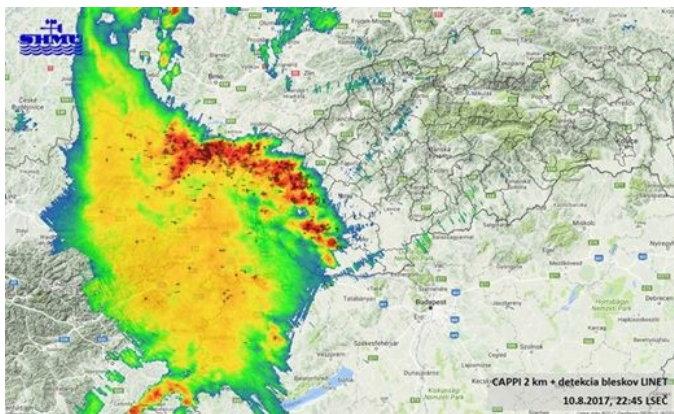


Figure 9. A radar reflectivity (CAPPI 2km product) valid for August 10, 2017 at 20:45 UTC.



Again, upon the received feedbacks it can be concluded that the extreme weather events are in most cases correctly indicated by the ALADIN/SHMU system. However, the timing, intensity and locations of particular severe phenomena are not always as accurate as it would be required (SHMÚ duty forecasters, personal communication). For quantification of such statements it is planned to introduce the SAL (Structure, Amplitude, Location) scores for spatial verification in the near future.

PERSPECTIVES AND FUTURE PLANS

The high resolution convective-scale NWP system that represents the next step in the SHMÚ NWP modelling chain is under preparation. The aim of its future operational application is to run a rapid update cycle with high temporal resolution of 1 to 3 hours, including full three-dimensional data assimilation of local observations for nowcasting purposes and severe weather warnings.

Two possible configurations of the non-hydrostatic model have already been tested: the ALARO and the AROME CMCs applied over identical domains with 2 km horizontal grid and 73 vertical levels. The model domains are covering Slovakia and close neighborhood, having size of 768 km x 1024 km (see Tab. 4 and Fig. 12). Both systems are tested in the downscaling mode only, i.e. no data assimilation procedures have been applied. The convection-permitting models were coupled to the ALADIN/SHMU system (4.5 km/L63) with hourly coupling frequency. Longer periods of runs were performed as well as individual case studies for testing. The very first evaluation results suggest that the performance of both convection-permitting systems is comparable. For example, as shown on Figure 13 where the meteograms for Bratislava station are plotted from three configurations of the ALADIN system: operational ALADIN/SHMU in ALARO CMC (4.5 km/L63) on the left, non-hydrostatic ALARO CMC (2 km/ L73) in the middle and AROME CMC (2 km/L73) on the right. The date selected for this illustration was 14/09/2017 00 UTC, where the cold front passage was expected again associated with strong wind and wind gusts, as is suggested by the meteograms. Although the differences in the particular forecasted values among three displayed models can be easily spotted, it is straightforward to conclude that all models do perform reasonably well and are able to capture such severe weather event as it was described in previous section.

Figure 10. The 1h accumulated precipitation [mm/h] valid for 10/08/2017 +21h forecast length, forecasted by ALADIN/SHMU system (top) and analysed by INCA nowcasting system (bottom).

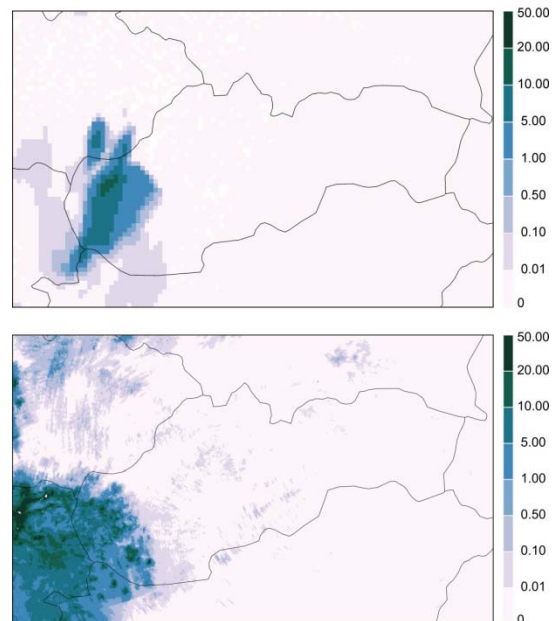
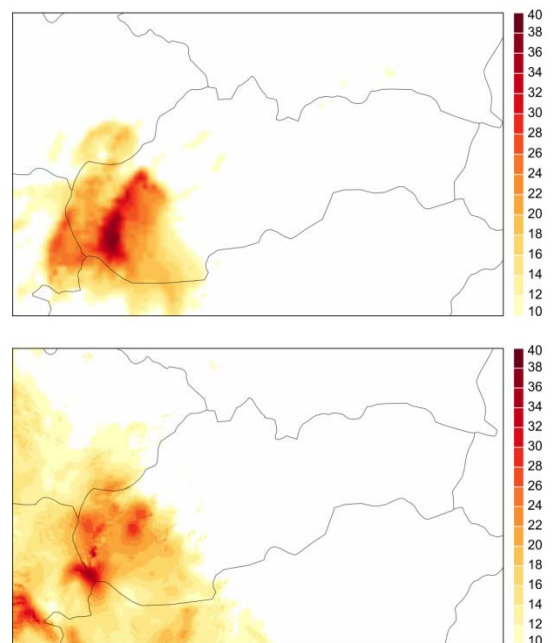


Figure 11. The same as in the previous figure, but for maximum wind gust [m/s].



To fully exploit the forecasting potential of the convection permitting models it is essential to employ the variational data assimilation of local data in high spatial and temporal resolution. The preliminary studies have been accomplished encompassing high density network of more than 100 automatic weather stations that were acquired at SHMÚ in frame of POVAPSYS project, in the surface data assimilation.

Table 4. The experimental setup of two possible convection-permitting systems currently tested at SHMÚ.

	AROME CMC	ALARO CMC
HPC	IBM Flex System p460 (HPC2)	IBM p755 (HPC1)
model/code version	CY40T1_bf07	
physics	AROME-France CMC	ALARO-1vB CMC
horizontal resolution, no. of grid points	2.0 km, 512x384pts	
number of vertical levels	73	
time-step	144s	100s
coupling model	ALARO-1vB (4.5km), 1h coupling frequency	
assimilation, initialization	downscaling, no initialization	
forecast ranges (model output frequency)	+78h at 00 UTC/+72h at 12 UTC (a' 1h)	

Figure 12. The orography of the proposed domain for convection-permitting model tests with 2 km horizontal grid.

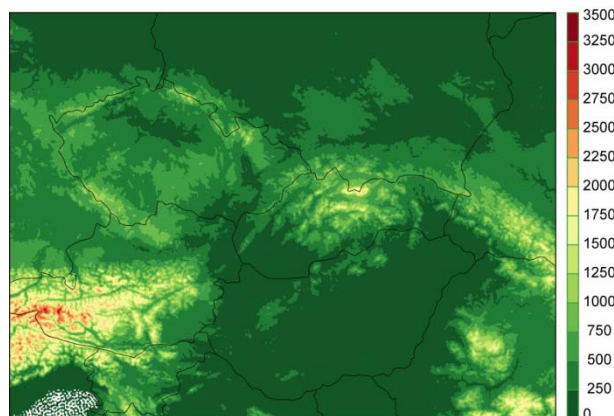
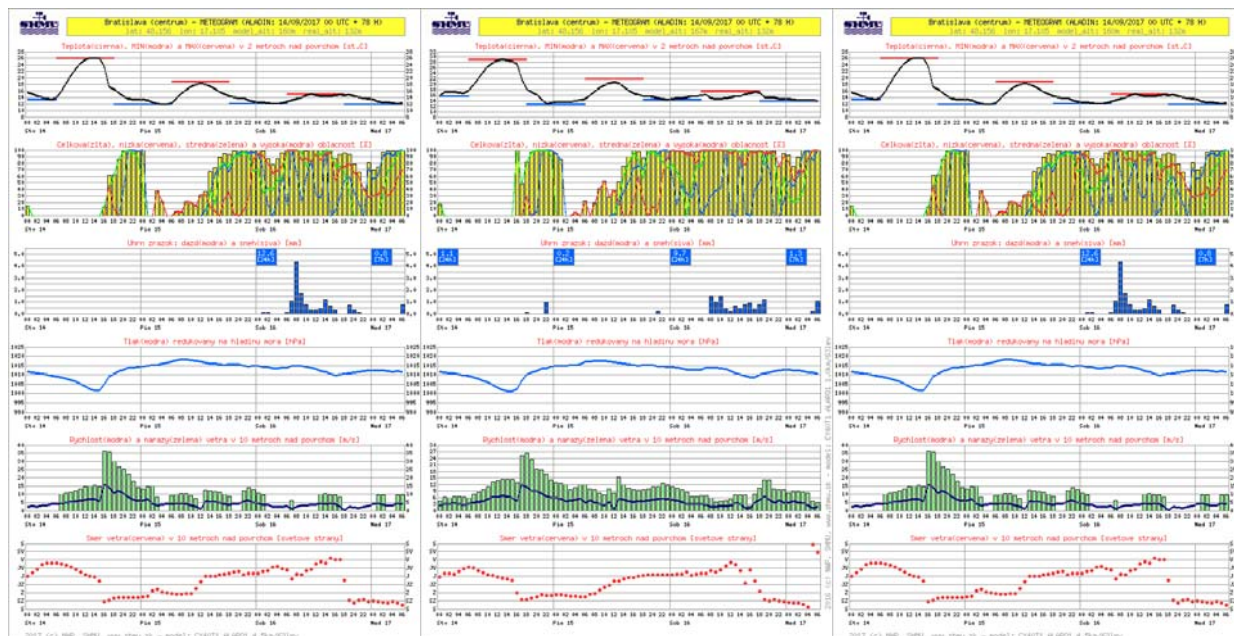


Figure 13. Meteograms for Bratislava airport station from the 14/09/2017 00 UTC integration for ALARO 4.5 km/L63, ALARO 2 km/L73 NH and AROME 2.0km/L73 NH from left to right, respectively. The horizontal axes display days and hours of the forecasts validity (the same for all three meteograms). The vertical axes are from the top to the bottom the corresponding scales for 2 m temperature [°C], total cloudiness [%], hourly precipitation amount [mm/h], mean sea level pressure [hPa], wind speed and wind gust [m/s] and wind direction.



For upper air, the ongoing work concentrates on the three-dimensional variational assimilation of the GNSS ZTD (Global Navigation Satellite System Zenith Tropospheric Delay) data, in cooperation with the Faculty of Geodesy of the Slovak Technical University Bratislava. In parallel, the preparatory work is ongoing on assimilation of Doppler radar reflectivities and radial wind in order to fully exploit the potential of the upgraded SHMÚ radar network. All these ingredients are planned to be incorporated within the rapid update cycle (RUC) system setup in 2018. It is expected that the RUC analysis will be made every 3 hours, later every hour, in order to best profit from the high spatial and temporal density of available observations.

Another area of potential improvement of the ALADIN/SHMU system is a utilization of the SURFEX

module (Masson et al., 2013) for the description of the soil and surface processes and their interaction with the atmosphere. SURFEX can be coupled to ALADIN system either in offline mode or running in-line during the ALADIN/SHMU forecast.

All above mentioned tests are being performed with the aim to explore the possibilities of their future application at SHMÚ. No decision has been taken yet on the final choice of the next SHMÚ very fine resolution operational model setup as the existing CPU power does not allow to exploit such convection-permitting system operationally yet.

In parallel, new presentation of the NWP forecasts within SHMÚ is being prepared, that addresses the seamless and probabilistic approach.

SUMMARY

The ALADIN/SHMU system has been successfully upgraded to higher horizontal and vertical resolutions, new physical parameterizations and higher code version denoted CY40tb07, and ported to new high performance computer system. It outperforms the previous version of ALADIN/SHMU system in most of the parameters. The added value of the resolution increase and new model physics has been proved in the case studies of severe weather. ALADIN/SHMU system is in new setup running operationally and smoothly since March 2017. Its outputs are available for other departments of SHMÚ, SHMÚ customers and for general public.

Future work comprises an operational exploitation of the convection permitting system in the Rapid Update Cycle mode, using local and high (in time and space) resolution observations within three-dimensional variational data assimilation. However such configuration would not be possible to run on current high performance computer system of SHMÚ as a time critical application.

Acknowledgements

The authors are thankful to all colleagues involved in the ALADIN project and in the RC LACE Programme (www.rlace.eu) for a fruitful cooperation and friendly and stimulating atmosphere within collaboration on the common ALADIN system.

BIBLIOGRAPHY

- Baldauf, M.–Seifert, A.–Förstner, J.–Majewski, D.–Raschendorfer, M.–Reinhardt, T., 2011, *Operational convective-scale numerical weather prediction with the COSMO model: Description and sensitivities*. *Mon. Wea. Rev.*, 139, 3887–3905, doi:<https://doi.org/10.1175/MWR-D-10-05013.1>.
- Bašták-Đurán, I.–Geleyn, J.-F.–Váňa, F., 2014, *A Compact Model for the Stability dependency of TKE production–destruction–conversion terms valid for the whole range of Richardson numbers*. *J. Atmos. Sci.*, 71, 3004–3026.
- Bengtsson, L.–Andrae, U.–Aspelién, T.–Batak, Y.–Calvo, J.–de Rooy, W.–Gleeson, E.–Hansen-Sass, B.–Homleid, M.–Hortal, M.–Ivarsson, K.-I.–Lenderik, G.–Niemelä, S.–Nielsen, K.P.–Onville, J.–Rontu, L.–Samuelsson, P.–Muñoz, D.S.–Subias, A.–Tijm, S.–Tol, V.–Yang, X.–Koltzow, M.–Ødegaard, 2017, *The HARMONIE-AROME model configuration in the ALADIN-HIRLAM NWP system*. *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 145, No. 5, 1919–1935. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-16-0417.1>.
- Brousseau, P.–Seity, Y.–Ricard, D.–Léger, J., 2016, *Improvement of the forecast of convective activity from the AROME-France system*, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 142, 2231–2243.
- Brožková, R., 2013, *Parameterization of precipitation processes in the ALADIN model*. *Meteorological bulletin*, Vol 66, No. 2.
- Bučánek, A.–Trojáková, A.–Brožková, R., 2015, *The BlendVar assimilation scheme at CHMI*. *Meteorological bulletin*, Vol 68, No. 6.
- Derková, M., 2005, *Numerical weather prediction activities at Slovak Hydrometeorological Institute*. *Meteorologický časopis*, Vol. 8, No. 2, 53–64.
- Derková, M.–Belluš, M., 2007, *Various applications of the blending by digital filter technique in the ALADIN numerical weather prediction system*. *Meteorologický časopis*, Vol. 10, No. 2, 27–36.
- Geleyn, J.-F.–Mašek, J.–Brožková, R.–Kuma, P.–Degrauwe, D.–Hello, G.–Pristov, N., 2017, *Single interval longwave radiation scheme based on the net exchanged rate decomposition with bracketing*. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, Vol. 143, 1313–1335, doi: [10.1002/qj.3006](https://doi.org/10.1002/qj.3006).
- Gerard, L., 2015, *Bulk Mass-Flux Perturbation Formulation for a Unified Approach of Deep Convection at High Resolution*, *Monthly Weather Review*, 143, 4038–4063, doi: [10.1175/MWR-D-15-0030.1](https://doi.org/10.1175/MWR-D-15-0030.1), <http://dx.doi.org/10.1175/MWR-D-15-0030.1>.
- Lešková, D., 2015, *POVAPSYS - flood warning and forecasting system*. *Meteorologický časopis*, Vol. 18, No. 2, 49–54.
- Mašek, J.–Geleyn, J.-F.–Brožková, R.–Giot, O.–Achom, H.O.–Kuma, P., 2016, *Single interval shortwave radiation scheme with parameterized optical saturation and spectral overlaps*. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, Vol. 142, 304–326, doi: [10.1002/qj.2653](https://doi.org/10.1002/qj.2653).
- Masson, V.–Le Moigne, P.–Martin, E.–Faroux, S.–Alias, A.–Alkama, R.–Belamari, S.–Barbu, A.–Boone, A.–Bouyssel, F.–Brousseau, P.–Brun, E.–Calvet, J.–Ch.–Carrer, D.–Decharme, B.–Delire, Ch.–Donier, S.–Essaouini, K.–Gibelin, A.–L.–Giordani, H.–Habets, F.–Jidane, M.–Kerdraon, G.–Kourzeneva, E.–Lafaysse, M.–Lafont, S.–Lebeaupin Brossier, C.–Lemonsu, A.–Mahfouf, J.-F.–Marguinaud, P.–Mokhtari, M.–Morin, S.–Pigeon, G.–Salgado, R.–Seity, Y.–Taillefer, F.–Tanguy, G.–Tulet, P.–Vincendon, B.–Vionnet, V., 2013, *The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of Earth surface variables and fluxes*. *Geoscientific Model Development*. 6, 929–960. doi: [10.5194/gmd-6-929-2013](https://doi.org/10.5194/gmd-6-929-2013).
- Meirolid-Mautner I.–Wang, Y.–Kann, A.–Bica, B.–Gruber, Ch.–Pistotnik, G.–Radanovics, S., 2010, *Integrated Nowcasting System for the Central European Area: INCA-CE*. In: Düh J., Hufnagl H., Juritsch E., Pfliegl R., Schimany HK., Schönegger H. (eds) *Data and Mobility. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 81. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-15503-1_10.
- Müller, M.–Homleid, M.–Ivarsson, K.-I.–Költzow, M.A.–Lindskog, M.–Midtbo, K.H.–Andrae, U.–Aspelién, T.–Berggren, L.–Björge, D.–Dahlgren, P.–Jørn Kristiansen, J.–Randriamampianina, R.–Ridal, M.–Vignes, O., 2017, *AROME-MetCoOp: a nordic convective-scale operational weather prediction model*. *Weather Forecast* 32(2): 609–627. doi: <https://doi.org/10.1175/WAF-D-16-0099.1>
- Seity, Y.–Brousseau, P.–Malardel, S.–Hello, G.–Bénard, P.–Bouttier, F.–Lac, C.–Masson, V., 2011, *The AROME-France Convective-Scale Operational Model*, *Monthly Weather Review*, 139, 976–991, doi: [10.1175/2010MWR3425.1](https://doi.org/10.1175/2010MWR3425.1), <http://dx.doi.org/10.1175/2010MWR3425.1>.
- Termonia, P.–Fischer, C.–Bazile, E.–Bouyssel, F.–Brožková, R.–Bénard, P.–Bochenek, B.–Degrauwe, D.–Derková, M.–El Khatib, R.–Hamdi, R.–Mašek, J.–Pottier, P.–Pristov, N.–Seity, Y.–Smolíková, P.–Španiel, O.–Tudor, M.–Wang, Y.–Wittmann, C.–Joly, A., 2017, *The ALADIN System and its Canonical Model Configurations AROME CY4IT1 and ALARO CY40T1*, *Geosci. Mod. Dev. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/gmd-2017-103>, in review.
- Tudor, M.–Ivatek-Šahdan, S.–Stanešić, A.–Horvath, K.–Hrastinski, M.–Odak Plenković, I.–Bajić, A.–Kovačić, T., 2015, *Changes in the ALADIN operational suite in Croatia in the period 2011–2015*, *Hrvatski meteorološki časopis – Croatian Meteorological Journal*, 50, 71–89.

RULES FOR THE REGULAR METEOROLOGICAL DATA QUALITY CONTROL IN THE CHMI

MIROSLAV ŘEPKA¹, RADIM TOLASZ², PAVEL LIPINA¹, STANISLAVA KLIEGROVÁ³, ANNA VALERIÁNOVÁ²

¹ Czech Hydrometeorological Institute, Ostrava regional office, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, repka@chmi.cz, lipina@chmi.cz

² Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 - Komořany, tolasz@chmi.cz, anna.valerianova@chmi.cz

³ Czech Hydrometeorological Institute, Hradec Králové regional office, Dvorská 410/102, Svobodné Dvory, 503 11 Hradec Králové, stanislava.kliegrova@chmi.cz

Automatization of meteorological stations has been in process in the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) since 1996. Nowadays there are more than 350 automatic weather stations in the basic network and more than 100 stations in the supplementary station network. A huge amount of data is stored in the CLIDATA database system every day. It is necessary to do quality control and to correct errors in these data. There are a lot of irregular data quality control tools for routine using there. Regular data are not routinely controlled however. Several tools and applications for the regular data quality control and the data error detection have been created. These tools are implemented directly into the database. Applications are able to discover missing data and data exceeded defined limits or repeated values to compare the difference between two consecutive terms. There is a possibility to repair wrong regular data series caused by the plugged and subsequently cleaned rain gauges, to complete any short period of missing data of air temperature, relative humidity and other elements according to one or two reference stations. Anybody can easily compare daily sum of sunshine duration with hourly data and fill or correct missing or wrong values. Very useful is also comparison of one minute to ten minutes precipitation data. This contribution is connected with paper published in the Meteorological News (CHMI) as a result of an internal project solved by authors (Lipina et al., 2016).

Automatizace meteorologických stanic probíhá v Českém hydrometeorologickém ústavu od roku 1996. V současnosti je v činnosti více než 350 automatických stanic základní staniční sítě a přes 100 doplňkových stanic. Každý den je do klimatologické databáze CLIDATA ukládáno obrovské množství dat. Tato data je třeba kontrolovat a opravovat chyby. Pro nepravidelná (terminová) data se rutinně používá mnoho nástrojů na kontrolu jejich kvality. Pravidelná data dosud rutinně kontrolována a opravována nebyla. Proto bylo vytvořeno několik nástrojů a aplikací a zavedeno přímo do prostředí klimatologické databáze. Tyto aplikace jsou schopny detekovat chybějící data, data překračující definované limity nebo opakující se hodnoty mezi dvěma po sobě následujícími termíny. Umožňují také opravu chybných dat způsobených ucpáním a následným pročištěním automatických srážkoměrů, doplnění krátkých období chybějících dat teplot a relativní vlhkosti vzduchu a dalších prvků podle jedné nebo dvou referenčních stanic. Jednoduchým způsobem lze porovnat denní úhrny slunečního svitu s hodinovými úhrny a doplnit nebo opravit chybné hodnoty. Velmi potřebné je pro nás také porovnání minutových úhrnů srážek s desetiminutovými intervaly. Tento příspěvek navazuje na článek publikovaný v Meteorologických zprávách (ČHMÚ) jako výsledek interního projektu řešeného autory (Lipina a kol. 2016).

Key words: CHMI, regular data, Automatic weather station, CLIDATA, data quality control, error detection, meteorological element, value limit, flag

OVERVIEW

Control and correction of climatological (irregular) data from all types of meteorological stations in the CHMI is managed very well on all levels (formal, logical, spatial). Official managing documents for data quality control in the CHMI are very old (HMÚ 1969) and a lot of data quality control had been done (particularly for the period 1961 – 1990). Authors of the CLIDATA database application (since 2000) created several tools for logical data quality control in particular (Tolasz et al. 2008). Spatial data quality control was solved by the CLIDATA_GIS application (Štříž, 2012). Despite a lot of irregular data quality control there is quite high number of errors in data series. Wrong or suspicious data detection tried to solve particularly Štěpánek et al., (2012) for several meteorological elements (air temperature, maximum and minimum air temperature, water vapour pressure, wind speed, precipi-

itation and sunshine duration) by using statistical methods and surrounding stations data comparison. Wrong and suspicious data is also the output of special softwares (Štěpánek, 2010a, 2010b).

Since automatic meteorological stations installation in the CHMI (1990's) has been increasing regular data capacity. Before the automatization had been used hourly data from the SYNOP messages and some registry instruments. Increasing of regular data had been risen after the manual meteorological station cancellation (since 2010). There are about 350 automatic stations of basic station network and more than 100 station of supplementary station network in the CHMI currently. These stations produce 10 minutes data that is importing to the CLIDATA database continuously.

Except of synoptic (professional) and voluntary automatic meteorological stations there is a lot of data from hydrological and air quality control stations, stations of

other companies (water managements) as well as foreign meteorological stations data in the CLIDATA.

Despite quite very reliable stations operation there are some errors during failure of whole stations or some sensors, plugging of rain gauges or during data transmission.

10 minutes data is not possible to control via methods determined for terms (irregular) data. Therefore we tried to find methods and algorithms for checking of regular data and ways how to quickly and effectively detect and repair or complete wrong and suspicious data.

PRESENT METHODS OF WRONG AND SUSPICIOUS DATA DETECTION

Due to often repeated provision of regular data for customers in the on-line mode it is very necessary the detection of wrong or suspicious data. We must check and correct not only present but also historical regular data for the correct application. All regular data of particular meteorological elements is imported to the CLIDATA between the upper and lower limits. Regional weather forecast offices should control automatic data receiving in the on-line mode, especially the data availability. Regional weather forecast meteorologist assistants should also control data but only occasionally or on the base of defined algorithms because due to huge quantity of data is not possible to make data control by a visual method. In case of data failure they should cooperate with data managers.

Most common errors in present regular data

Due to defects on sensors or electronics failures the values of meteorological elements can be almost unlimited (limits are given by conversion relations between scanned values and their conversion for meteorological elements values).

In case of physical limit exceeding the value of meteorological element is not allowed to import to the CLIDATA database and this value is marked as a NULL value. According to data quality control this value is appeared as missing, but it is added by a flag which signalize the reason of failure.

A lot of missing values are due to their loose during the transference of data from a station to the database import file. These cases are also monitored and there is an effort to solve it operatively.

Next substantial group of errors is for precipitation data. Particularly it is data from plugged shuttle (tipping-bucket) rain gauges. Wrong data is also detected if the rain gauge is plugged only partly and precipitation drips regularly. If somebody cleans the rain gauge, usually extreme value appears in one or two 10 minutes measuring intervals.

Other type of errors comes from "cut" of sensors or station's electronic. In this case equal values during some period can be repeated. But this repeating for some elements does not mean error at all (for example calm or data of air pressure).

Wrong values in some meteorological elements appear in time when the values should be zero (data of sunshine duration during night).

E-mail sending to the CLIDATA conference

In administrative part of the CLIDATA database it is possible to define any SQL commands, their results is possible to send by e-mail for defined users directly or via some e-mail to all users.

For detection of possible suspicious or wrong data these e-mails are sent:

- Every day in the morning: 10 minutes precipitation totals over 5 mm for the last 24 hours.
- Every day in the night: daily precipitation totals over 30 mm for the last 24 hours (information about appearance of over-limit precipitation that can detect rain gauge error or cleaning of plugged rain gauge).

Example:

EG_GH_ID	EG_EL_	DA	MO	YEAR	VALUE
U2FRYD01	SRA	12	05	2017	41,7
H1ZACL01	SRA	12	05	2017	39,5
H7VYRO01	SRA	12	05	2017	34,8
H1POMB01	SRA	12	05	2017	32,7
U2BEDR01	SRA	12	05	2017	31,9

- Every day in the morning: the highest and the lowest air temperature in the regular data table for the previous day (groups of stations according to regional offices)

Example:

PO	EG_EL_	YEAR	MO	MAX	MIN
O1	T	2017	05	20,4	4,6
O2	T	2017	05	21,5	5,5
O3	T	2017	05	21,1	5,8
O4	T	2017	05	17,5	6,3
O6	T	2017	05	14,2	6,5

- Every day in the afternoon: summary of imported (resp. not imported) data of 10 minutes precipitation total for the previous day (individual stations). This e-mail serves as an indicator of possible problems with the data transmission. Complete dataset must have 144 values for one day.

Example:

EG_GH_ID	EG_EL_	YEAR	MO	DAY	POCET
H3KONA01	SRA10M	2017	05	13	143
H3PARD01	SRA10M	2017	05	13	138
L1CKUB01	SRA10M	2017	05	13	142
L2DYLE01	SRA10M	2017	05	13	137
L2KOUN01	SRA10M	2017	05	13	142
L2ROKY01	SRA10M	2017	05	13	0
O1BELA01	SRA10M	2017	05	13	141
O2CERO01	SRA10M	2017	05	13	143
O3HUSL01	SRA10M	2017	05	13	142
O3VSET01	SRA10M	2017	05	13	139
P1PLIB01	SRA10M	2017	05	13	143
P1VOZN01	SRA10M	2017	05	13	140
U1DOKS01	SRA10M	2017	05	13	142

Control of graphic outputs on the CHMI portal

All automatic stations transmit regular data in 10 minutes interval. Data transmission is realized via the GPRS/3G modem or via the web interface. Data is stored in the collecting centres of each regional office in special softwares (Meteocentrum, Raincentrum). Data is exported from these programmes via import files to the CLIDATA database and also every 10 minutes like graphs on the CHMI web portal where the data is displayed for the last 48 hours. (ČHMÚ 2014a, 2014b). Data is displayed without filter of upper and lower limits, which is advantage of this graphs for the data errors detection. Disadvantage is that the public can see the problems or station failures nearly at once (Fig. 1a,b).

There are some graphical outputs on the CHMI web portal for standard (professional and voluntary) and some additional stations, for which is displayed only data saved in the CLIDATA database (Walder 2014a, 2014b). Only data between upper and lower limit can be imported to the database. Data exceeding the defined limits is not displayed and appears as missing one (Fig. 2a). Some elements (air temperature, relative humidity) are completed immediately via defined interpolating methods if there are several numbers of missing 10 minutes values. Thus it is not possible to recognize a problem with data after the longer period of data control. Sometimes there are missing values caused by the database failure or data transmission failure between stations softwares and database import files. There is about 20 minutes delaying of displaying the graph data compared to the time of measuring.

Flood Forecasting Service

In the hydrological part of the CHMI web portal is also a bookmark for the Flood Forecasting Service. Except of current hydrological information there is also a lot of meteorological information especially the present precipitation data. It is possible to sort stations according to the regional offices, administrative regions, and districts and also basins. Maps outputs display animations of 1, 3, 6 and 24 hours precipitation totals (combination of radar data and rain gauges data). Thanks to this tool it is possible to detect missing precipitation data (frontal precipitation in particular) in the CLIDATA database (Fig. 3a,b).

Figure 1. Wind speed data error at Valašská Senice station (a), clogged and then cleaned automatic tipping-bucket rain gauge at Bohumin station (b).

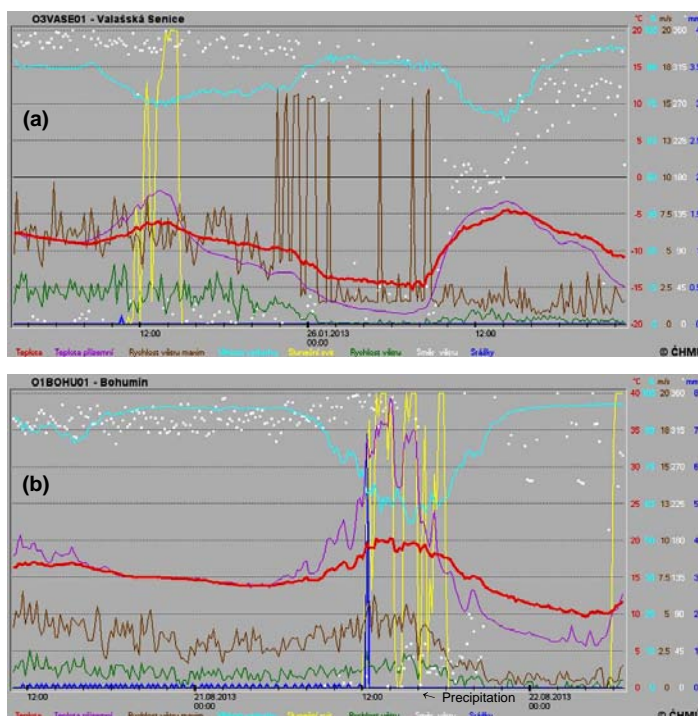


Figure 2. Failures of the station measurement nad errors and failures of particular sensors at Lysá hora station (a) and Šerák station (b).

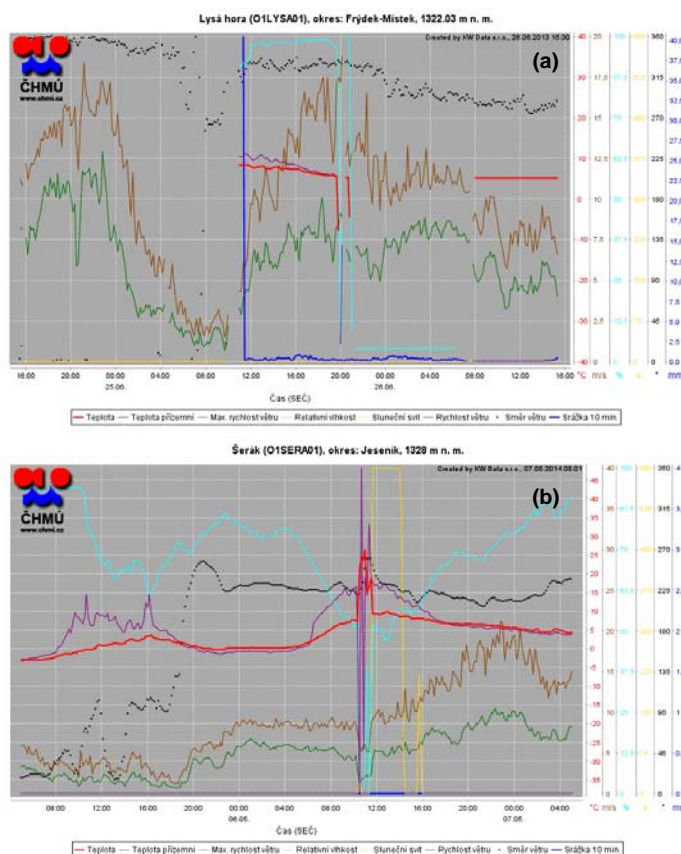


Figure 3. Flood forecasting service web with 1hour precipitation totals (a) and 1hour precipitation radar data (b).

FLOOD FORECASTING SERVICE
 Czech Hydrometeorological Institute

Real time data | Flood service docs | Flash floods | Precipitation | Hydrology data | Links | Neighboring countries

Informations of flood forecasting service (a)

Region: CHMI office: Basin units:

< 15.05.2017 > LSEC

Hodinové úhrny srážek ze srážkoměrných stanic ČHMÚ

Precipitation

Date 15.05.2017

Station	a.s.l.	Hodinové sumace srážek							Suma 10-ti minutových srážek 11:00-11:00							Suma 24									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23
Šerák	1328	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.1	0												0.1
Lysá hora	1324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Dolní Morava, Slaměnka	1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0												0.2
Paprskek	1010	0	0	0	0	0.1	0.1	0	3.6	0	0	0.5	0												0.7
Karlova Studánka	795	0	0	0	0	0	0	0	2.1	0.4	0	0	0												0.4
Červená u L.	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Nýdek, Filipka	745	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Bílá, Konečná	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Bělá pod Pradědem, Filipovice	670	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0.4	0												0.4
Maruška	664	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Kozlov	620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0												0.1
Uhelná, Nové Vilémovice	615	0	0	0	0	0	0.5	0	0.6	0	2.7	0.1	0												3.3
Valašská Senice	612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Lomnice	595	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0												0
Světlá Hora	593	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.2	0.1	0	0												1.3
Kateřinice	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0												0.3
Horní Lomná	582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Rýmařov	578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0
Horní Bečva	565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0

FLOOD FORECASTING SERVICE
 Czech Hydrometeorological Institute

Real time data | Flood service docs | Flash floods | Precipitation | Hydrology data | Links | Neighboring countries

Precipitation estimates - Weather radar estimates combined with rain gauge measurement (b)

Flash flood guidance

Precipitation - Rain gauge data

Indikátor přívalových povodní - mapová aplikace

The maps labeled as "Merge of radar and rain gauges" are being made by merging of the radar-based precipitation estimates and available rain gauge measurements. The "Gauges" estimates use radar only when missing sufficient number of non-zero gauge measurements.

Overview - Sum 1 h

Weather radar estimates combined with rain gauge measurement | Map from terrestrial rain gauges

CZRAD - kombinace radary+srážkomery - akumulace srážek 01h - 15.05.2017 08:40 UTC (10:40 SELC)

[mm]
 100.0
 80.0
 60.0
 40.0
 30.0
 20.0
 15.0
 10.0
 6.0
 4.0
 2.0
 1.0
 0.5
 0.0

24 6 3 1

15.05.2017 08:40 UTC
 15.05.2017 08:30 UTC
 15.05.2017 08:20 UTC
 15.05.2017 08:10 UTC
 15.05.2017 08:00 UTC
 15.05.2017 07:50 UTC
 15.05.2017 07:40 UTC
 15.05.2017 07:30 UTC
 15.05.2017 07:20 UTC
 15.05.2017 07:10 UTC
 15.05.2017 07:00 UTC
 15.05.2017 06:50 UTC
 15.05.2017 06:40 UTC
 15.05.2017 06:30 UTC
 15.05.2017 06:20 UTC
 15.05.2017 06:10 UTC
 15.05.2017 06:00 UTC
 15.05.2017 05:50 UTC

(c) CHMÚ OR, Aktualizace: 2017-05-15 09:04 UTC

Data analysis for the determination of control limits

First of all there was analysed regular (automatic) data of selected elements (T – air temperature, TMA – air maximum temperature, TMI – air minimum temperature, TPM – air minimum ground temperature, H – relative humidity, F – wind speed, Fmax – maximum wind speed, SRA – precipitation) for Labská bouda station (elevation 1 315 m n. m.) and Hradec Králové-observatory station (elevation 278 m n. m.) since July 2010 (change of 15 minutes interval into 10 minutes interval) to June 2013. These stations were chosen intentionally for their different location. Values frequencies and differences of values between two subsequent terms were counted and histograms were drawn. On the base of these results the limits of some elements and their differences between two subsequent terms were determined. Values out of these limits are marked as suspicious. Examples of this processing are graphs of distribution of regular values of air temperature (Fig. 5a) and their differences between two subsequent terms (Fig. 5b).

Despite difference in distribution of measured temperatures between both stations the distribution of differences

between two subsequent terms is very similar. We can accept a theory that distribution function of these differences is identical (on the base of Wilcoxon test). Limit for suspicious difference between two subsequent values of temperature was suggested 10 °C.

Similar results (high conformity in distribution of differences between the neighbouring values) were achieved also for values of other analyzed elements. Setting of these limits it is possible to change on the base of the user's experiences during the regular work with this application.

Application "Regular data control"

This application is the main output of the presented project. According to defined algorithms, for defined group of stations and the defined period there is made an analysis of regular data in the CLIDATA database to detect wrong, suspicious or missing data. The user can directly correct or fill value in this form (Fig. 6). Each corrected or complemented value is marked by the standard flag. The flag means a method how was the value corrected (estimation, calculation, interpolation).

Figure 5. Distribution of air temperature values in 2 meters in 10 minutes interval for Hradec Králové and Labská bouda stations (a), and distribution of differences of air temperature values in 2 meters between two subsequent 10 minutes intervals for Hradec Králové and Labská bouda stations (b).

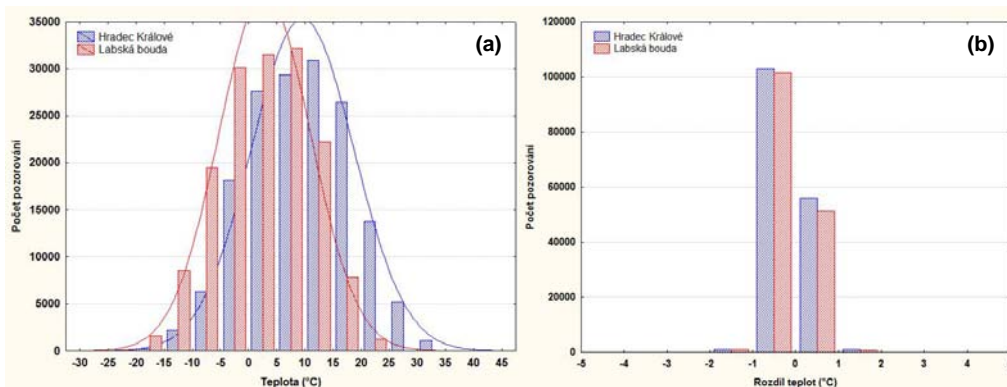
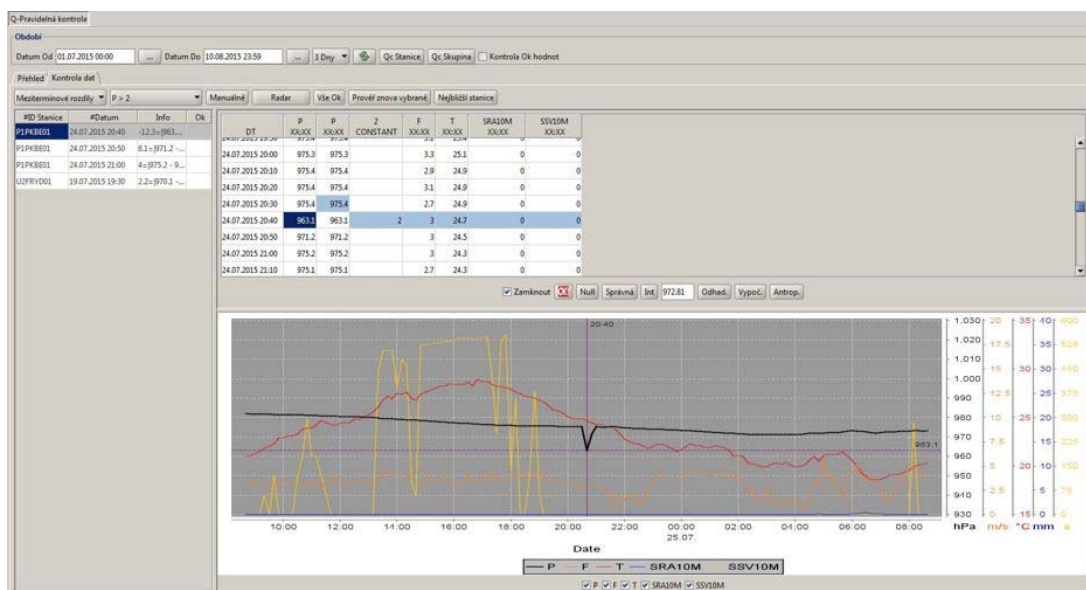


Figure 6. Example of error detection in a group of differences between two consecutive terms.



Modules “Regular Control Definition” and “Regular Control Tasks” are the parts of such application. There are defined all the above mentioned (default) definitions of control, limits, group of stations, times and control intervals as well as tools for manual definition of any data control group. These tools are also used for the historical data control (definition of one element for one year, etc.).

There are 6 basic types of data quality control in this application.

1 - Missing values

This is tool where completeness of measured data is controlled. Complete dataset for 10 minutes interval of measurements contains 144 values per day. The list of detections contains stations with one or more missing values (143 or less). The record contains: station ID, date, time (the first missing value), number of missing values. Missing data is displayed in the table and in the graph as well (Fig. 7a). User can fill in these empty cells by correct or estimated values easily. Values are marked by the flags and locked against rewriting (Fig. 7b).

2- Limits

Some meteorological elements are controlled according defined limits of values, $F_{max} > 25 \text{ m.s}^{-1}$, $SRA10M > 5 \text{ mm}$ (10 minutes sum of precipitation), $SRA10H > 5 \text{ mm}$ with the same value in two or more next 10-min intervals, $SRA1H > 30 \text{ mm}$ (1 hour sum of precipitation), $SVHa > 500 \text{ mm}$ (water content of snow cover measured by automatic sensors) (Fig. 8).

3 - Differences between two consecutive intervals

Values of the meteorological elements are controlled according to defined limits of values by comparing values of two consecutive (following) 10 minutes intervals. Limits for detection of suspicious values were determined for wind speed ($F > 15 \text{ m.s}^{-1}$, F and $F_{max} > 15 \text{ m.s}^{-1}$, $F_{max} > 15 \text{ m.s}^{-1}$), relative humidity ($H > 30\%$ or 25% ; 30% in summer period, 25% in winter period) (Fig. 9a,b), air pressure ($P > 2 \text{ hPa}$), air temperature ($T > 10^\circ\text{C}$), soil temperature ($T05$ (in 5 cm depth) $> 1^\circ\text{C}$; $T10$ (in 10 cm depth) $> 1^\circ\text{C}$; $T20$ (in 20 cm depth) $> 0,5^\circ\text{C}$; $T50$ (in 50 cm depth) $> 0,5^\circ\text{C}$; $T100$ (in 100 cm depth) $> 0,5^\circ\text{C}$, maximum tempera-

ture ($TMA > 10^\circ\text{C}$), minimum temperature ($TMI > 0^\circ\text{C}$), ground minimum temperature ($TPM > 15^\circ\text{C}$), snow cover ($SCE > 5 \text{ cm}$).

Historical registration instruments – hygrographs, barographs and thermographs produced hourly data. Limits for detection of suspicious values were determined for air temperature ($T_Tg > 8^\circ\text{C}$), relative humidity ($H_Hg > 40\%$) and air pressure ($P_Bg > 3 \text{ hPa}$).

Figure 7. Regular control form with missing values before (a) and after (b) data completing.

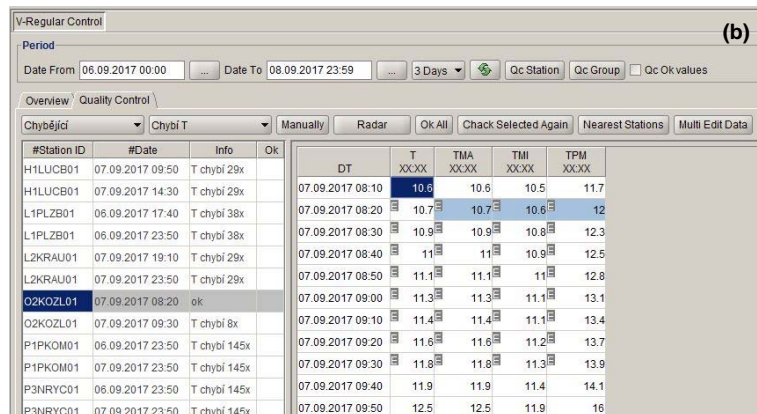
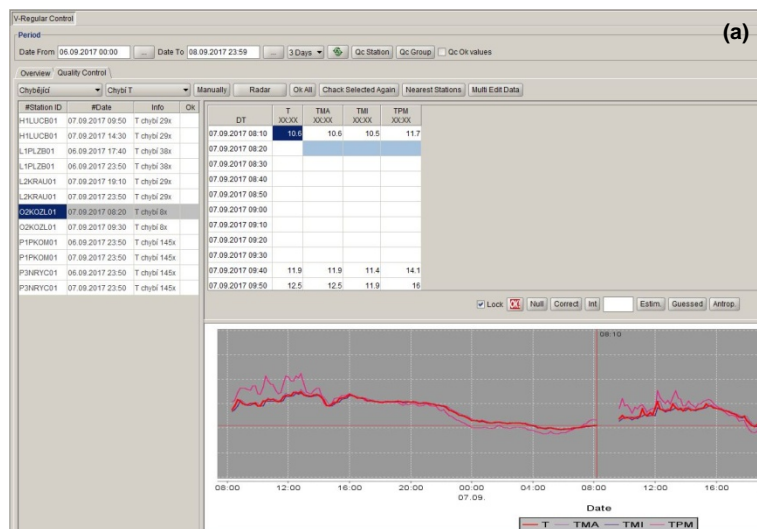


Figure 8. Error detection form for defined limits with tools for their correction.

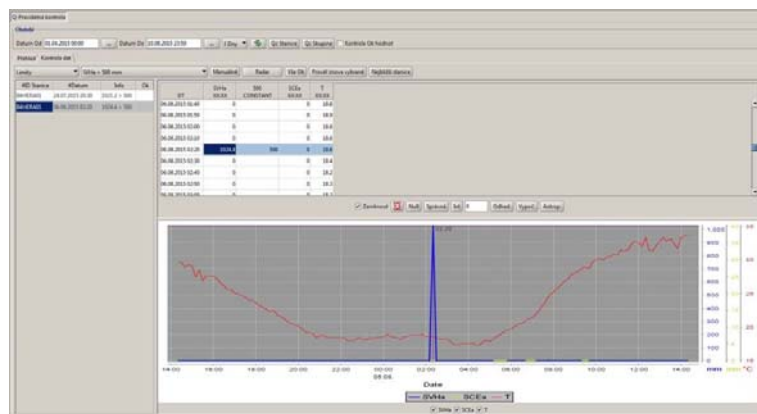


Figure 9. Regular control form for differences between consecutive intervals with detected wrong data of relative humidity before (a) and after (b) correction.

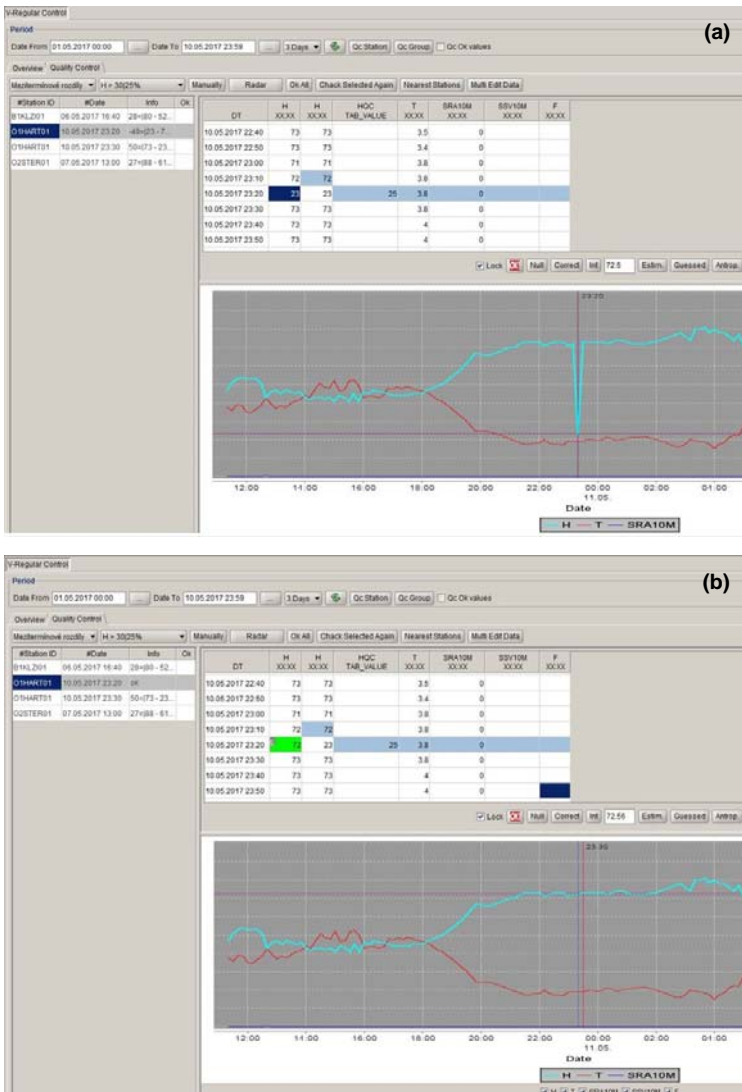
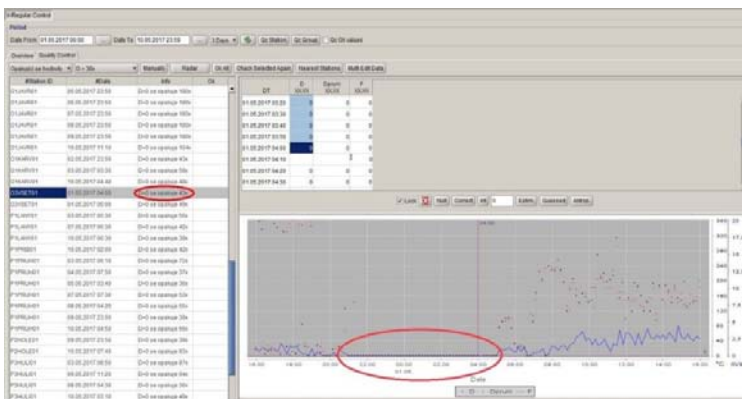


Figure 10. Repeated values form on the example of wind data (calm).



4 - Repeated values

This tool allows to check 11 elements: D (wind direction), Dmax (direction of maximum wind speed), Dprum (average wind direction), F (wind speed),

Fmax (maximum wind speed), Fprum (average wind speed), T, TMA, TMI, TPM, P. Data is displayed in the table of suspicious values if 36 consecutive values (36 hours) are identical (Fig. 10.).

5 - QC Regular

Several basic controlling formulas were created to detect wrong or suspicious data between two elements that are interfaced logically. Values are considered as wrong if:

- {D.XX:XX}=0 AND {F.XX:XX} < 0
- {F.XX:XX}=0 AND {D.XX:XX} < 0
- {F.XX:XX} > {Fmax.XX:XX}
- {T.XX:XX} < {TMI.XX:XX}
- {TMA.XX:XX} < {T.XX:XX}
- {TMA.XX:XX} < {TMI.XX:XX}

Values are considered as suspicious if:

- {F.XX:XX} > 30
- {H.XX:XX} < 10
- {T.XX:XX} < {T*MIN}
- (lower limit of temperature for particular month and station's elevation)
- {TMA.XX:XX} < {T*MIN}
- {TMA.XX:XX} > {T*MAX}
- (upper limit of temperature for particular month and station's elevation)
- {TMI.XX:XX} < {T*MIN}
- {TMI.XX:XX} > {T*MAX}

Data is displayed in table and also in graph and user can directly rewrite correct or estimated value and store it in the database with particular flag.

6 -QC Basins

Ten minutes precipitation totals are checked with 10 mm limit and one hour precipitation totals with 30 mm limit. The values are detected as suspicious if these limits are exceeded. The values are grouped according to river basins for hydrological requirements.

The tool offers "Radar" button for users. The application "JSMeteoView" is activated after setting of the date and the time and pressing this button. Adjusted radar estimate of precipitation (one hour precipitation total for entered time) and navigation cross on the location of station with suspicious value is displayed (Fig. 11). If you put the mouse cursor on the navigation cross, information about precipitation totals on this station and several nearest stations appears in the table.

Figure 11. Radar estimation of precipitation (combination radar/rain gauges) as supporting tool for suspicious data control.

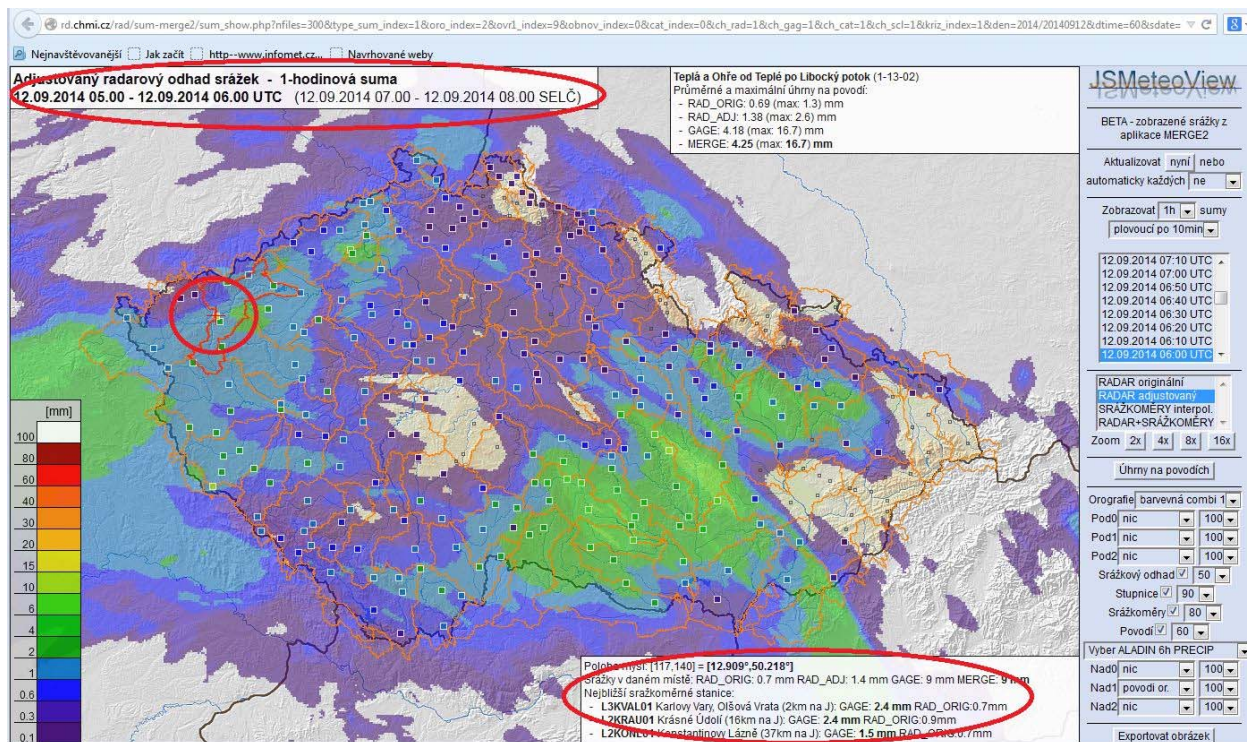
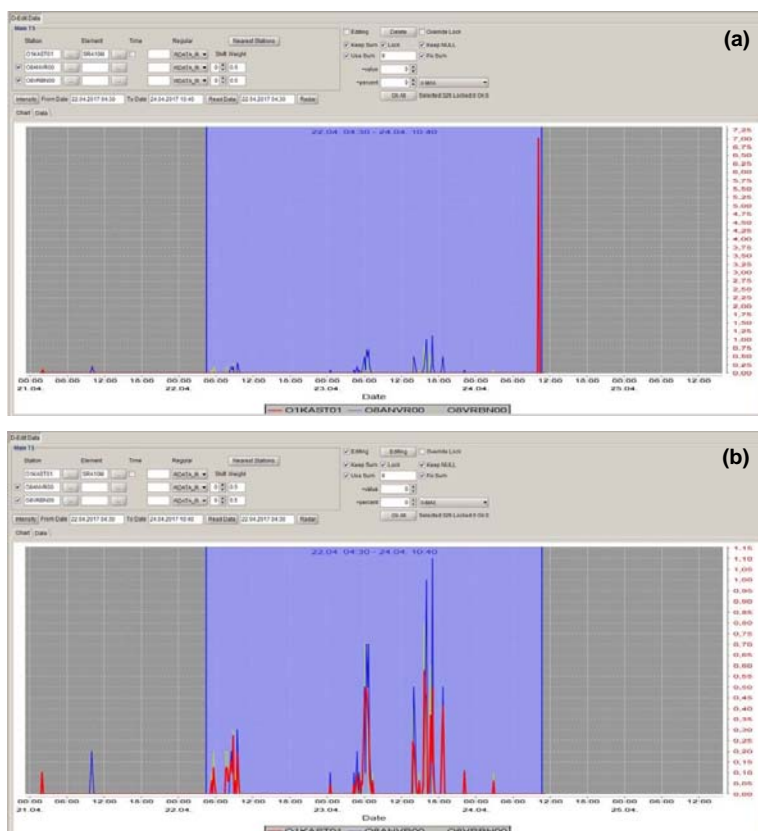


Figure 12. Example of data correction form in “Edit data” application. Wrong precipitation data (a) from plugged and cleaned rain gauge (red colour) and corrected data according to two suitable stations (b).



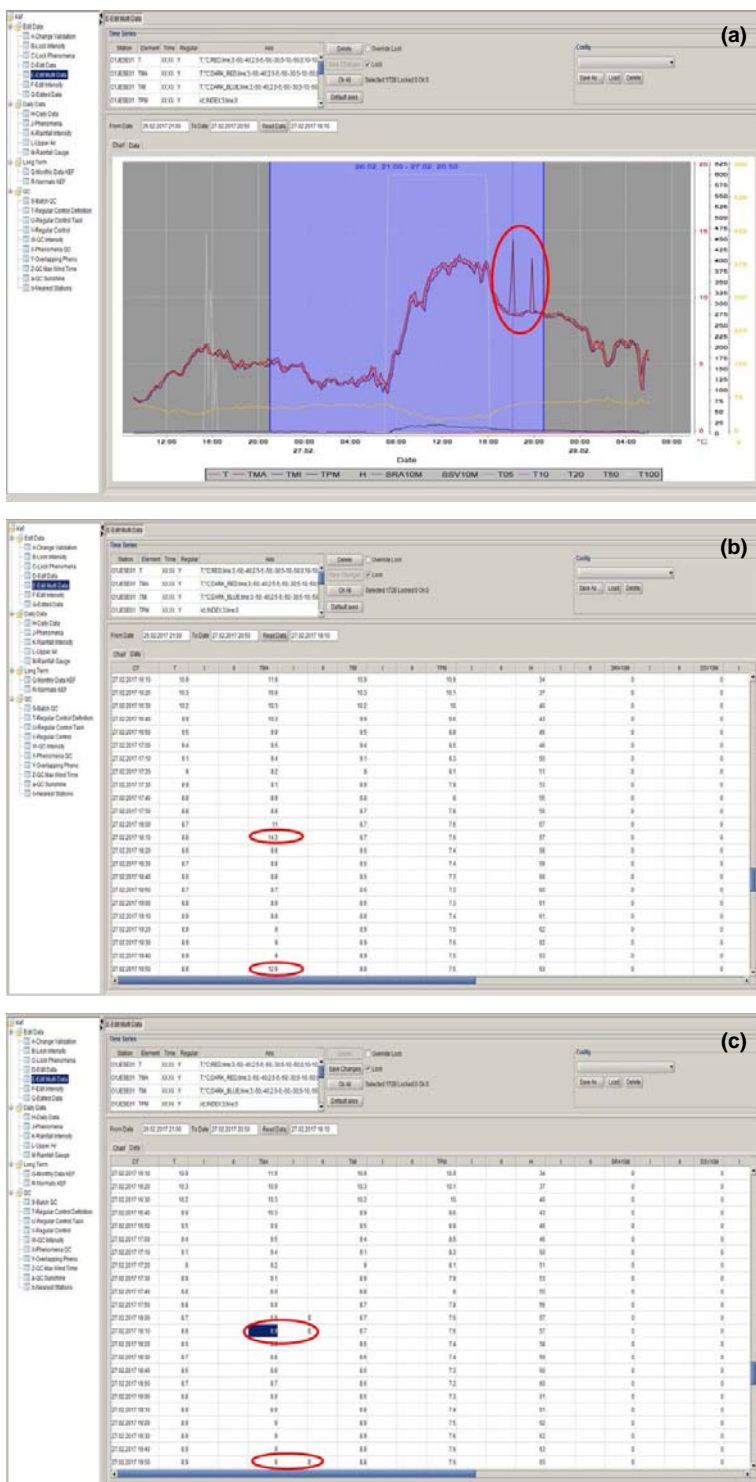
Application “Edit data”

The application “Edit data” is tool suitable for correction of wrong precipitation data after plugging and cleaning of the rain gauges, for correction of wrong regular data or for completion short-term failures in measuring of some meteorological elements. The application enables to correct or to complete data of one element according to one or two defined suitable stations (Fig. 12a,b). Corrected or completed data is marked by the flags and locked against rewriting. Extension “Edited data”, which enables to cancel made correction and return data to original state, is part of this application.

Application “Edit multi data”

The application “Edit multi data” is tool used for correction or completion more than one meteorological element at the same time (e.g. T, TMA, TMI). It is possible to draw the graph with course of several elements and this can help to decide how wrong values should be corrected or refilled. Values gain standard flags and are locked against rewriting as in the previous applications (Fig. 13a,b,c).

Figure 13. Edit multi data form with error data in the graph (a), in the table (b) and corrected data with the flags (c).



Application “Intensity Control”

The application “Intensity Control” is a tool of the CLIDATA database, which compares one minute precipitation totals with defined reference elements (mostly 10 minutes precipitation total) for defined station, year and month. Record in the summarizing table is created if difference between one minute precipitation total for 10 minutes period and ten minutes precipitation total is found (Fig. 14). We are able to edit this record in

special key entry form. Corrected or completed data gets standard flags with information about change of this value.

Application “Sunshine Control”

Data of sunshine duration is stored in the database as daily totals of sunshine duration (SSV), minute totals of sunshine duration (SSV10M) and 1 hour totals of sunshine duration (SSV1H). This application compares and attends to check 1 hour totals with daily totals of sunshine duration. All differences are displayed in the table (Fig. 15).

Even if data from mentioned elements (SSV, SSV1H) comes from the same sensor, values are imported to the database separately. Data of sunshine duration is imported in the three import files (daily total data, 1 hour data and 10 minutes data).

CONCLUSION

Number of automatic meteorological stations have been increasing since the start of automatization. More than 4000 values are importing to the database every 10 minutes. More than a half of million values are imported every day and nearly 200 million values per year.

Several tools and applications in the CLIDATA database for current and historical regular (automatic) data checking and correction were suggested and created in the frame of CHMI internal project described above. Condition of success of these outputs is their regular and routine using by workers responsible for data quality control.

Most of these applications enable to make simply or more complicated corrections of data or data series. There are some elements for which we are not able to estimate the right values such as wind speed and direction. These incorrect values are better to delete in our opinion.

The “Regular data control” application is created for detection of wrong, suspicious or missing values of these meteorological elements: wind direction (D), direction of maximum wind speed in 10 minutes interval (Dmax), 10 minutes average wind direction (Dprum), wind speed (F), maximum wind speed in 10 minutes interval (Fmax), 10 minutes average wind speed (Fprum), 10 minutes precipitation total (SRA10M), 10 minutes sunshine duration (SSV10M), air temperature (T), 10 minutes air temperature maximum (TMA), 10 minutes air temperature minimum (TMI), 10 minutes ground

air temperature minimum (TPM), relative humidity (H) and air pressure (P).

Everyday and routine controls increase quality of regular (automatic) data in the CLIDATA database and a lot of missing values can be completed by this way. It is necessary to check data from automatic weather stations continuously. Some European national meteorological services have been already using online mode for data quality control. However it places demands on human sources mainly.

Figure 14. Precipitation intensity control form with differences between 10 minutes and 1 minute precipitation totals.

#Date	Intensity Sum	Ref value
05.05.2017 17:00	0.8	0.9
05.05.2017 17:10	1.5	1.5
12.05.2017 17:10	0	0.2
12.05.2017 17:20	0	0.4
12.05.2017 17:30	0	1.1
12.05.2017 17:40	0	4.8
12.05.2017 17:50	0	1.1
12.05.2017 18:00	0	1
12.05.2017 18:10	0	1.2
12.05.2017 18:20	0	0.1
12.05.2017 23:10	0	0.1
13.05.2017 07:20	0	0.1

Figure 15. Sunshine control form with differences between daily and 1 hour totals of sunshine duration.

DT	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	SUM	SSV	DIFF	
10.11.2016	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	-0.1
14.11.2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	-0.2
15.11.2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	2.7	-2.2
28.11.2016	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	-0.1

REFERENCES

- ČHMÚ, 2010, *Metodický pokyn NMK 221.1/2007. Tvorba dat na stanicích vybavených automatickým měřicím systémem – verze č. 4.*
- ČHMÚ, 2014a [on-line.] [cit. 11. 8. 2015], Accessible on [www: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PR/grafy/os/grafy-ams-lnk.htm](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PR/grafy/os/grafy-ams-lnk.htm).
- ČHMÚ, 2014b [on-line.] [cit. 11. 8. 2015], Accessible on [www: http://portal.chmi.cz/portal/di?portal_lang=cs&menu=JSPT](http://portal.chmi.cz/portal/di?portal_lang=cs&menu=JSPT)
- abContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_1_Pocasi/P10_1_1_Cesko/P10_1_1_7_Stanice/P10_1_1_7_2_Dobrovolne_stanice&last=false).
- ČHMÚ, 2014c [on-line.] [cit. 11. 8. 2015], Accessible on [www: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_act_rain.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_act_rain.php).
- HMÚ, 1969, *Návod k revizi výsledků meteorologických pozorování. Sborník předpisů, svazek č. 6.* Prague, Hydrometeorological Institute.
- Lipina, P.–Řepka, M.–Kliegrová, S.–Tolasz, R.–Valeriánová, A., 2016, *Kontrola pravidelných meteorologických dat v databázi CLIDATA. Meteorologické zprávy, vol. 69, no. 2, 41–48.* ISSN 0026-1173.
- Stříž, M., 2012, *Clidata Gis Standard.* ČHMÚ, internal document.
- Štěpánek, P., 2010a, *AnClim – software for time series analysis. Department of Geography, Faculty of Natural Science, MU, Brno.* [on-line.] [cit. 11. 8. 2015]. Accessible on [www: http://www.climahom.eu/software-solution/anclim](http://www.climahom.eu/software-solution/anclim).
- Štěpánek, P., 2010b, *ProClim – software for processing climatological datasets. CHMI, regional office Brno.* [on-line.] [cit. 11. 8. 2015]. Dostupné na [www: http://www.climahom.eu/software-solution/proclimdb](http://www.climahom.eu/software-solution/proclimdb).
- Štěpánek, P.–Zahradníček, P.–Brázdil, R.–Tolasz, R., 2012, *Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii.* Prague, Czech Hydrometeorological Institute, p. 11–37. ISBN 978-80-86690-97-1.
- Tolasz, R.–Coufal, L.–Walder, J., 2008, *CLIDATA – Climatological Database Application. System Administration's Manual.* Prague, Czech Hydrometeorological Institute, 116–146.
- Tolasz, R., 2007, *Database Processing of Climatological Data.* Prague, Czech Hydrometeorological Institute, 66 pp., ISBN 978-80-86690-68-1.
- Walder, J., 2014a [on-line.] [cit. 11. 8. 2015], Accessible on [www: http://portal.chmi.cz/portal/di?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_1_Pocasi/P10_1_1_Cesko/P10_1_1_7_Stanice/P10_1_1_7_4_Grafy_aut_stanic&last=false](http://portal.chmi.cz/portal/di?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_1_Pocasi/P10_1_1_Cesko/P10_1_1_7_Stanice/P10_1_1_7_4_Grafy_aut_stanic&last=false).
- Walder, J., 2014b [on-line.] [cit. 11. 8. 2015], Accessible on [www: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/KW/Captor/pobocka.OS.1.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/KW/Captor/pobocka.OS.1.html).

MODELOVANIE MESTSKÉHO OSTROVA TEPLA V BRATISLAVE POMOCOU MODELU MUKLIMO

JURAJ HOLEC^{1,2}, PAVEL ŠŤASTNÝ²

¹ Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Katedra fyzickej geografie a geokológie, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 84215 Bratislava

² Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

This article is aimed on modelling of Urban Heat Island (UHI) in Bratislava during four days (22–25 June 2016) using the climate model MUKLIMO. Model is focused on the modelling of urban climate during summer months. Gaining and processing of input data of meteorological variables as well as land cover in Bratislava is described. The spatial distribution of UHI was presented in selected hours (7 a.m., 2 p.m., 9 p.m. of CET). Relatively high variability of UHI is shown due to heterogenous land surface and land cover with average temperature differences of 7.5 °C at 2 p.m. The model was verified by temperature measurements of three meteorological stations (Bratislava-airport, Bratislava-Mlynská dolina and Bratislava-Koliba). Lower differences between modelled air temperature and in situ measurements are shown during day, bigger is shown during nights.

Článok sa venuje modelovaniu mestského ostrova tepla počas štyroch dní (22.6.–25.6.2016) v Bratislave s využitím klimatického modelu MUKLIMO. Ten je zameraný na modelovanie mestskej klímy v letných mesiacoch. Opisujeme získavanie a následné spracovanie vstupných údajov do modelu, ktorými sú meteorologické charakteristiky ako aj charakteristiky krajinej pokrývky mesta Bratislava. Z modelu bolo prezentované priestorové rozloženie mestského ostrova tepla vo vybraných hodinách (7:00; 14:00 a 21:00 h LSEČ), ktoré vplyvom reliéfu a nehomogénnej krajinej pokrývky vykazuje pomerne vysokú variabilitu teploty vzduchu (priemerné rozdiely 7,5 °C o 14:00 h). Model bol verifikovaný meraniami troch bratislavských staníc (Bratislava-letisko, Bratislava-Mlynská dolina a Bratislava-Koliba), pričom menšie rozdiely oproti nameraným hodnotám vykazuje počas denných hodín, väčšie počas nočných hodín.

Key words: MUKLIMO, Urban Heat Island, GIS, Bratislava

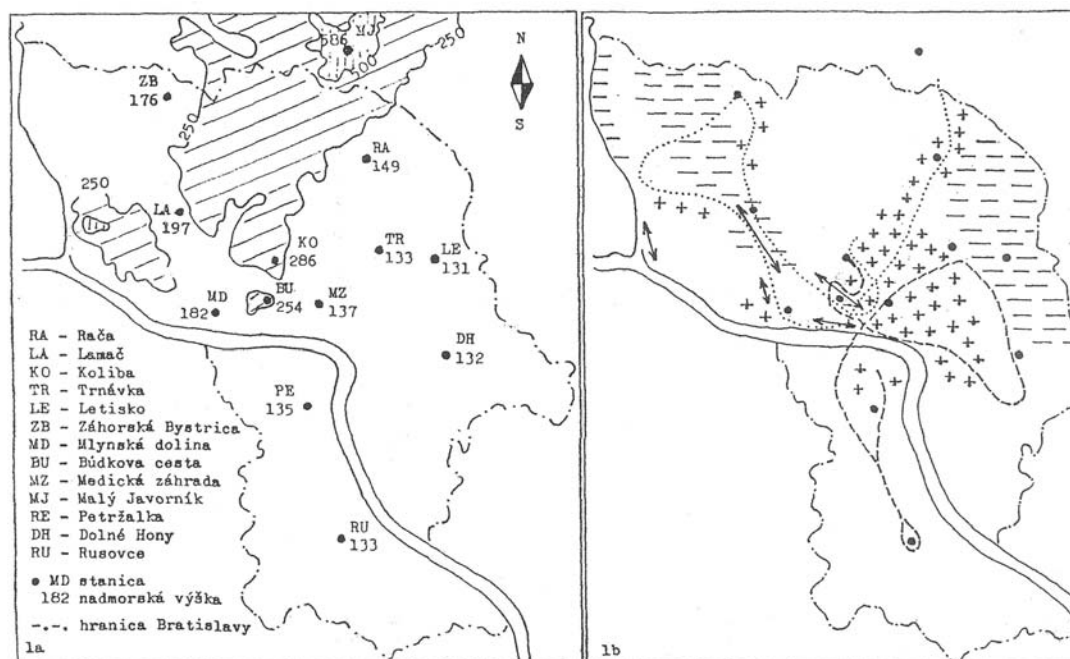
ÚVOD

Pojem mestský ostrov tepla (Urban Heat Island - UHI) bol prvýkrát použitý v 40. rokoch minulého storočia, pričom označuje vyššiu teplotu vzduchu v meste oproti okolitej vidieckej krajine (Balchin a Pye, 1947). Pritom tento rozdiel teploty je najvýraznejší najmä v zástavbe s veľkým podielom umelých povrchov. UHI bol zistený v mnohých mestách na celom svete. Do roku 2011 bol, podľa literárnych prameňov, zdokumentovaný v 221 mestách (Stewart, 2011a). Často je viazaný na dni s malou oblačnosťou a so slabým prúdením vzduchu v lete. Jeho výskyt však môže byť zaznamenaný v ktorúkoľvek ročnú dobu, v denných alebo nočných hodinách, v závislosti od miestnej tepelnej bilancie (Unger, 2015). Skúmanie mestského ostrova tepla je možné pomocou vhodne zvolenej účelovej klimatologickej siete (Herbel, 2016), metódami diaľkovej detekcie zeme (Roth, 1989), meracími jazdami (Quitt, 1978), alebo pomocou modelovania (Atkinson, 2003). Modely pre skúmanie mestského ostrova tepla môžeme rozdeliť v zásade na tri okruhy modelovania (Harindra, 2013). Modely fyzikálnej mierky sú modely, ktoré skúmajú niektoré vlastnosti UHI pomocou zjednodušených podmienok, napr. zanedbaním turbulentného prenosu v nočných hodinách, alebo uvažujú zjednodušenú geometriu kaňonov ulíc. Štatistické modely sú vhodné pre svoju jednoduchosť, no dobré výsledky majú pre ohraničený rozsah atmosférických podmienok,

pre ktoré boli vytvorené. Zvyčajne pracujú na lineárnych regresiach maximálnej intenzity UHI, meranej za ideálnych podmienok, v spojení s počtom obyvateľov, geometrickými a meteorologickými premennými, resp. údajmi o vlastnostiach aktívneho povrchu. Numerické modely ponúkajú väčšie možnosti na simuláciu celej zložitosti a rôznorodosti miest a spôsobu akým interagujú s okolitou atmosférou. Modifikujú parametre povrchu mesta na lepšie zohľadnenie jeho vlastností (napr. albedo povrchu, drsnosť, tepelná kapacita a teplotná vodivosť). Dovoľujú zhodnotiť dopady urbanizácie na životné prostredie, a v súčasnosti sa používajú aj pre plánovanie mitigačných a adaptačných opatrení v meniacej sa klíme. Na Slovensku bol UHI skúmaný v rámci riešenia výskumných úloh, ktoré sa zaoberali výskumom mezoklímy Bratislavy a Košíc (Kolektív, 1985 a Kolektív, 1990). V nich boli využité jednak účelové klimatologické stanice ako aj meracie jazdy (Šťastný, 1996). Na obrázku 1 je znázornená schematická mapa Bratislavy s polohou a nadmorskou výškou stálych a účelových meteorologických staníc a trasami meracích jazd. Sú tu vyznačené aj rozloženia teplých a chladných polôh v nočných a ranných hodinách, ktoré boli identifikované pri meracích jazdách. V rokoch 2014–2015 sa SHMÚ zapojil do medzinárodného projektu: „Urban climate in Central European cities and global climate change“, v ktorom sa začalo s modelovaním teplotného poľa Bratislavy pomocou modelu MUKLIMO (Bokwa et al, 2015).

Obrázok 1. Schematická mapa Bratislavy s polohou a nadmorskou výškou stálych a účelových meteorologických staníc a trasami meracích jzd v období riešenia výskumnej úlohy „Výskum mezoklímy mesta Bratislavy“ (1981–1985).

Figure 1. Schematic map of Bratislava with position and altitude of permanent and purpose-built meteorological stations and routes of measuring rides during research task “Research of mesoclimate in Bratislava” in years 1981 to 1985.



Problém mestského ostrova tepla sa stal závažnejším aj v súvislosti s dvoma fenoménmi: 1) populačnou explóziou v priebehu 20. storočia a 2) globálnymi klimatickými zmenami. Populačná explózia je úzko spojená s nárastom mestského obyvateľstva. Rast populácie a urbanizácia patria medzi významné globálne megatrendy na začiatku 21. storočia (Douglas a Gilbert, 2004; Falkner, 2011). Masívne sťahovanie obyvateľov do miest spôsobilo ich významný priestorový rast, zvýšilo sa percento zastavaných areálov a významným sa stal fenomén prekrytia pôdy nepriepustnou vrstvou, tzv. soil sealing (Juráni a kol., 2011). Ani mestá však nemožno považovať za homogénne areály, ich jednotlivé časti sa z hľadiska mikroklimy môžu výrazne odlišovať. Od 60. rokov 20. storočia sa pozornosť viacerých autorov začala upriamovať na funkčnú klasifikáciu mestských areálov, sprvoti zväčša zavedenú na konkrétne mesto, napr. Londýn (Chandler, 1965). Neskôr sa zvýšila snaha o univerzálnu klasifikáciu. Najnovším konceptom pri výskume miest sú tzv. lokálne klimatické zóny (angl. Local Climate Zones – LCZ), napr. Stewart (2011b); Stewart a Oke (2012), Geletič a Lehnert (2016). Ich základným rozdelením je delenie na areály s budovami a bez budov. Areály s budovami sú ďalej delené najmä podľa výšky budov a hustoty zastavaných plôch, areály bez budov sú delené najmä podľa ich funkčného využitia. Výskum mestského ostrova tepla je dôležitý taktiež v kontexte klimatických zmien. Na Slovensku vzrástla priemerná ročná teplota v rokoch 1991–2014 v porovnaní s obdobím 1961–1990 o viac ako 1 °C (Ivaňáková et al., 2016), priemerná ročná teplota na stanici Bratislava-letisko má rastúci trend +0,31 °C za 10 rokov medzi rokmi 1951 a 2015. Ak sa ku globálnemu nárastu teploty vzduchu pridáva efekt mestského ostrova tepla, pri zohľadnení nárastu obyvateľ-

stva miest, stáva sa klíma najmä počas letných mesiacov čoraz menej bezpečnou pre ľudské zdravie (Labudová a kol., 2015; Výberčí a kol., 2015; Švec a kol., 2016).

MATERIÁL A METÓDY

Model MUKLIMO_3 je klimatický model vyvinutý Nemeckou meteorologickou službou (DWD) pre detailné mapovanie mestskej klímy. Zahŕňa interakcie medzi rôznymi typmi povrchu a vegetácie s atmosférou. Model prognózuje charakteristiky teploty a vlhkosti vzduchu a rýchlosti a smeru vetra, ako aj teplotu povrchov a pôdy. Model neráta s oblačnosťou a zrážkami, preto jeho využitie je vhodné najmä pre teplé slnečné dni bez zrážok (Deutscher Wetterdienst, 2014).

Model MUKLIMO vyžaduje nasledovné vstupné vrstvy, charakterizujúce mesto a jeho najbližšie okolie: digitálny terénny model a vrstvu využitia krajiny. Ako voliteľné vstupné parametre do modelu môžu byť použité vrstvy budov a ulíc väčších ako nastavená veľkosť bunky modelu. K vrstve využitia krajiny je potrebné pridať tabuľku s parametrami jednotlivých tried. Vrstvy do modelu vstupujú v rastrovom formáte, zvolená bola veľkosť bunky 100*100 metrov. Menšie veľkosti buniek by viedli k navyšovaniu výpočtového času modelu. Digitálny terénny model bol získaný prevzorkovaním voľne dostupného modelu SRTM s veľkosťou bunky 90*90 metrov na veľkosť bunky 100*100 metrov (Jarvis a kol., 2008). Dáta o krajinej pokrývke boli získané manuálnym expertným zmapovaním v geografických informačných systémoch na základe vrstvy podkladovej ortofotomapy z Google Maps. Zmapovaných bolo 1012 areálov, ktoré predstavovali lokálne klimatické

zóny (LCZ). Následne im boli do atribútovej tabuľky priradené nasledovné atribúty: podiel nepriepustnej plochy, podiel budov, priemerné rozmery budov, materiály striech a múrov budov, a tiež informácie o zeleni v danom areáli. Pre získanie informácií o podieloch nepriepustnej plochy boli využité dáta z projektu Copernicus (IZ1), ktorý bol spracovaný Európskou environmentálnou agentúrou (EEA). Využitá bola najaktuálnejšia dostupná vrstva nepriepustnosti pôdy pre rok 2012. Vrstva bola dostupná v rastrovom formáte s rozlíšením pixla 10*10 metrov. Každý pixel dosahoval hodnoty v rozmedzí 0–100 % nepriepustnej pôdy. Podiel nepriepustnej plochy bol pre každý areál vypočítaný s využitím zonálnej štatistiky v prostredí QGIS. Podiel budov bol vypočítaný s využitím služby Open Street Map, bol aplikovaný modul Quick OSM v programe QGIS, ktorým boli budovy na záujmovom území konvertované do vektorového formátu shapefile. Následne bola vypočítaná hustota zastavanosti jednotlivých areálov. Nakoľko z použitej služby možno získať len dĺžky a šírky budov, ale nie výšky budov, priemerné rozmery budov v areáloch boli priradené manuálne. Údaje o priemerných výškach budov v areáloch boli odčítané z mapovej služby ZB GIS, ktorú

poskytuje GKÚ (IZ2). Dodatočné informácie o zeleni a materiáloch budov boli doplnené s využitím modulu Go2StreetView v programe QGIS, v ktorom je zahrnutá služba Google Streetview. Následne boli areály klasifikované do 34 tried – typov LCZ. Klasifikácia prebehla v prostredí ArcGIS s využitím skriptu v jazyku Python. Snažili sme sa dodržať kompatibilitu s klasifikáciou Stewart a Oke (2012). Základným delením bolo rozdelenie na LCZ bez budov a s budovami. LCZ bez budov boli rozdelené na: 1) lesy, 2) nízke lesy, 3) územia so stromami, ale s vyšším percentom prekrytej pôdy, 4) areály s krovinami a trávou, 5) lúky a polia, 6) vinohrady, 7) územia s veľkým percentom prekrytej plochy - cesty a parkoviská, 8) areály s cestami kombinovanými s priepustnou pôdou a 9) vodné plochy. Model MUKLIMO je schopný narábať s dvoma základnými typmi budov pre areál. LCZ s výskytom budov boli rozdelené primárne na základe výšky budov: LCZ s budovami do 13 metrov, LCZ s budovami medzi 13 a 50 metrov a LCZ s budovami nad 50 metrov. Druhotným kritériom bolo percento prekrytej pôdy a ďalej bolo použité delenie podľa typu materiálu. Delenie je uvedené v tabuľke 1, mapa typov LCZ je na obrázku 2.

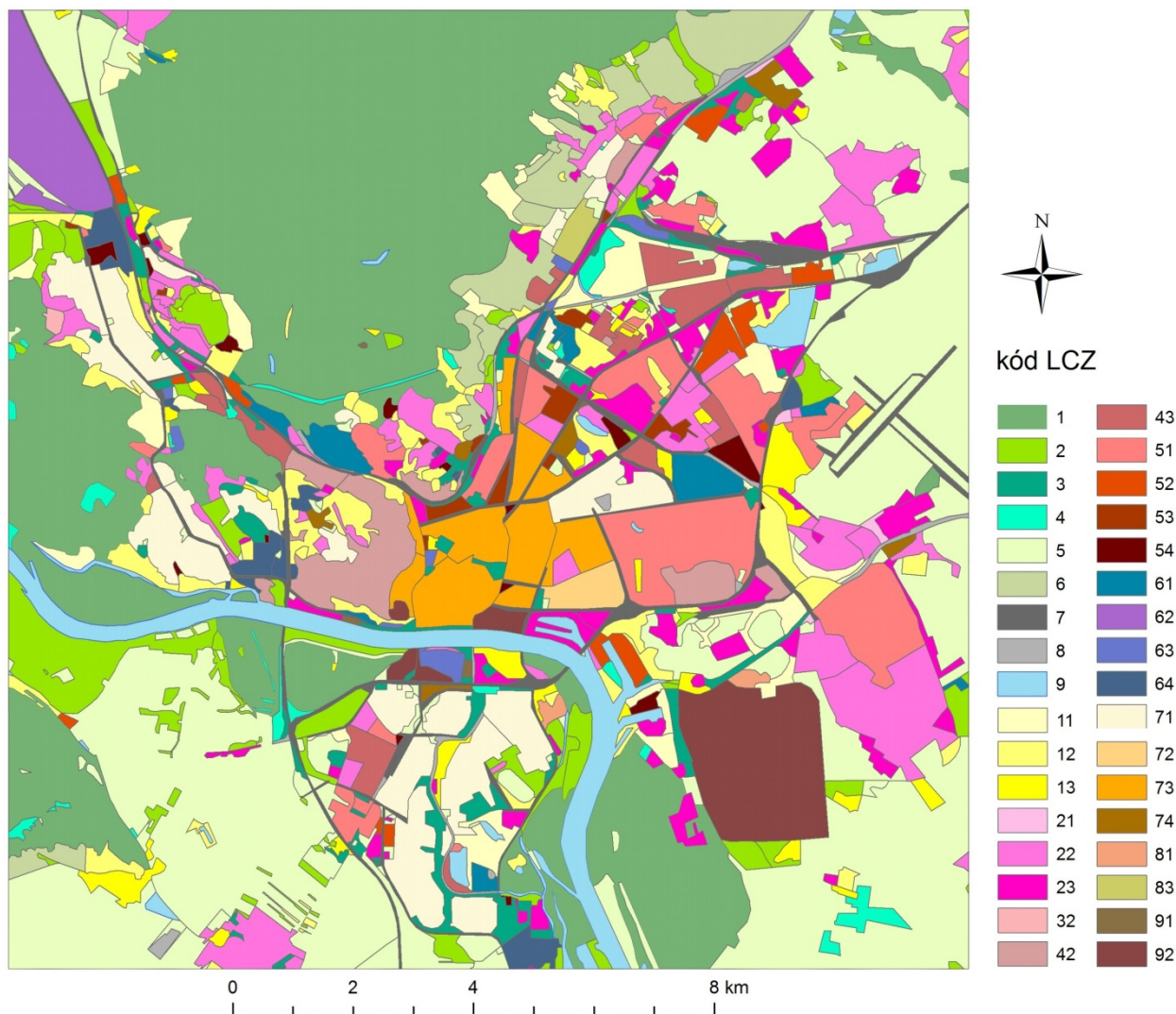
Tabuľka 1. Charakteristika tried lokálnych klimatických zón v Bratislave.

Table 1. Characteristics of Local Climate Zones classes in Bratislava.

Kód	Pracovný názov triedy LCZ	Budovy	Charakteristika
1	Vysoký les	N	Výška stromov >20 m, prekrytosť pôdy do 10%
2	Nízky les	N	Výška stromov < 20 m, prekrytosť pôdy do 10%
3	Les s čiastočne prekrytou pôdou	N	Výška stromov < 0 m, prekrytosť pôdy >= 10%
4	Trávnaté alebo krovité priestranstvo	N	tráva, alebo kry
5	Pole alebo lúka	N	Výskyt stromov len sporadicky, porast –
6	Vinohrad	N	pole, alebo lúka vinohrad
7	Prevažne prekrytá pôda	N	Výskyt stromov len sporadicky, prekrytá pôda > 60%; bez porastu
8	Čiastočne prekrytá pôda	N	Výskyt stromov len sporadicky, prekrytá pôda medzi 10-60%; bez porastu
9	Vodná plocha	N	voda (t.j. bez stromov, prekrytá pôda < 10%, bez porastu)
11	Nízka zástavba malých budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú len nízke budovy (výška do 13 m)
12	Nízka zástavba stredne veľkých budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	a prekrytosť pôdy do 50 %, plocha do 50m ²
13	Nízka zástavba veľkých budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	plocha 50–400m ² plocha nad 400m ²
21	Nízka zástavba malých budov s prevažne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú len nízke budovy (výška do 13 m)
22	Nízka zástavba stredne veľkých budov s prevažne prekrytou pôdou	A	a prekrytosť pôdy nad 50 %, plocha do 50m ²
23	Nízka zástavba veľkých budov s prevažne prekrytou pôdou	A	plocha 50–400m ² plocha nad 400m ²
32	Prevažne nízka zástavba stredne veľkých budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú najmä nízke budovy (výška do 13 m)
42	Prevažne nízka zástavba stredne veľkých budov s prevažne prekrytou pôdou	A	a prekrytosť pôdy do 50 %, do 50 %, 50–400m ²
43	Prevažne nízka zástavba veľkých budov s prevažne prekrytou pôdou	A	nad 50 %, nad 400m ²
51	Prevažne vyššia zástavba panelových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	najmä panel
52	Prevažne vyššia zástavba plechových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú najmä vyššie budovy (13–50 m),
53	Prevažne vyššia zástavba tehlových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	nepriepustná pôda nad 70 %, konštrukcia budov:
54	Prevažne vyššia zástavba betónových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	najmä plech najmä tehla najmä betón
61	Prevažne vyššia zástavba panelových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	najmä panel
62	Prevažne vyššia zástavba plechových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú najmä vyššie budovy (13–50 m),
63	Prevažne vyššia zástavba tehlových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	nepriepustná pôda do 70 %, konštrukcia budov:
64	Prevažne vyššia zástavba betónových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	najmä plech najmä tehla najmä betón
71	Vyššia zástavba panelových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	najmä panel
72	Vyššia zástavba plechových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú len vyššie budovy (13–50 m),
73	Vyššia zástavba tehlových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	nepriepustná pôda nad 70 %, konštrukcia budov:
74	Vyššia zástavba betónových budov s prevažne prekrytou pôdou	A	najmä plech najmä tehla najmä betón
81	Vyššia zástavba panelových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	Areály, kde sú len vyššie budovy (13–50 m),
83	Vyššia zástavba tehlových budov s čiastočne prekrytou pôdou	A	nepriepustná pôda do 70 %, konštrukcia budov:
91	Zástavba výškových budov	A	Len vysoké budovy (nad 50 m)
92	Prevažne zástavba výškových budov	A	Najmä vysoké budovy (nad 50 m)

Obrázok 2. Triedy LCZ v Bratislave, vysvetlivky ku kódom v tabuľke 1.

Figure 2. Classes of Local Climate Zones in Bratislava, explanatory notes in Table 1.



Medzi ďalšie dôležité charakteristiky patria vstupné meteorologické dáta. Tie sú modelu zadané pred začiatkom behu, ktorý simuloval vždy nasledujúcich 24 hodín. Modelu možno zadať 4 hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu vo vertikálnom profile. Prvá hodnota bola prebraná zo stanice Bratislava-letisko, ďalšie hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu vo voľnej atmosfére v troch výškových hladinách do 1000 metrov nad morom boli priradené z aerologických dát pre najbližšiu aerologickú stanicu, Viedeň-Hohe Warte, ktorá je vzdialená 55 km od centra Bratislavy. Ďalej bola priradená hodnota priemernej rýchlosti a smeru vetra v 10 metroch nad povrchom zo stanice Bratislava-letisko. Z ďalších charakteristík bola k začiatku behu priradená jedna hodnota teploty vody, teploty pôdy v hĺbke 1 m pre referenčné miesto na území mesta a hodnota oblačnosti. Bolo použité nastavenie parametra *freeland* = *false*, teda okoliu modelovaného územia model priradil charakteristiky najbližšej lokálnej klimateckej zóny z vnútra modelovaného územia.

V štúdií sú predložené výsledky modelovania dňa 22.–25.6.2016. V tomto období sa na našom území vyskytovala vlna horúčav, maximálne teploty prekročili 30 °C. Vlna horúčav bola ukončená prechodom studeného frontu, z 25.6. na 26.6.2016. Vybrané časové obdobie okrem svojho záveru spĺňalo podmienku teplých letných dní bez zrážok. Beh modelu bol spustený vždy k 00:00 UTC (čiže k 2:00 h SLEČ) a modeloval nasledujúcich 24 hodín. Výsledky modelovania boli pre stanice Bratislava-letisko, Bratislava-Koliba a Bratislava-Mlynská dolina porovnané s nameranými teplotami vzduchu v zodpovedajúcich termínoch. Pre účely zistenia priestorového výskytu mestského ostrova tepla boli vytvorené mapy odchýlok od priemernej teploty vzduchu vo výške 2 m pre dané hodiny (7:00; 14:00; 21:00 LSEČ). Priemerná teplota pre každú hodinu bola vypočítaná použitím rastrového kalkulátora v programe QGIS ako priemerná hodnota bunky rastra. Odčítaním hodnoty bunky rastra od priemernej hodnoty vznikla rastrová vrstva odchýlok od priemernej teploty. Následne

z 4 modelovaných dní bol vytvorený priemer odchýlky, ktorá bola ďalej reklasifikovaná. Jej sledovaním v rôznych hodinách možno vyjadriť variabilitu mestského ostrova tepla v Bratislave v rôznych častiach dňa.

VÝSLEDKY

Výsledky modelovania v podobe máp priemerných odchýlok a histogramov pre vybrané časy o 7:00, 14:00 a 21:00 h sú znázornené na obrázku 3. Z výsledkov modelu MUKLIMO môžeme pozorovať výraznú diferenciáciu teplôt na území Bratislavy. Rozdiely v teplotnom poli sú spôsobené okrem pomerne členitého reliéfu mesta aj rozdielnym využitím krajiny, ktoré sa prejavuje v mestskom ostrove tepla. Priemerné teplotné rozdiely medzi najchladnejšou a najteplejšou časťou o 7:00 h dosahujú 5 °C, o 14:00 h dosahujú až 7,5 °C a o 21:00 h 6 °C. Na mapách odchýlok od priemernej hodnoty možno sledovať rozmiestnenie mestského ostrova tepla v jednotlivých častiach Bratislavy. V sledovaných časoch o 14:00 a 21:00 h sa prejavuje mestský ostrov tepla najvýraznejšie v centrálnej a východnej časti mesta, približne ohraničený priestorom medzi Račianskym mýtom, bratislavským hradom, Ružinovom a Trnávkou. Ďalej je významne rozšírený v oblasti Petržalky a pri Slovnafte. Naopak najchladnejšie je v oblasti Malých Karpát, a to vďaka kombinácii vyššej nadmorskej výšky a krajinej pokrývky, ktorú tvoria prevažne lesy. Záporné odchýlky od priemerných teplôt sú taktiež v blízkosti najvýznamnejšej vodnej plochy – Dunaja a v lužných lesoch pozdĺž Dunaja. V západnej a severozápadnej časti mesta nie je mestský ostrov tepla natoľko kompaktný najmä vzhľadom na fakt, že tamojšie sídliská sú oddelené pomerne veľkými zalesnenými, resp. nezastavanými plochami (napr. Sitina a lesy Devínskych Karpát). Na druhej strane, o 7:00 h sú podľa modelu MUKLIMO najvyššie teploty na juhovýchodnom úbočí Malých Karpát, najnižšie medzi Záhorskou Bystricou a Devínskou Novou Vsou. Celkovo však kvôli krátkej dobe po východe slnka rozdiely v rámci mesta nie sú natoľko markantné ako v poobedných hodinách.

Výsledky namodelované modelom MUKLIMO sme porovnali s údajmi z meteorologických staníc Bratislava-letisko, Bratislava-Koliba a Bratislava-Mlynská dolina pre účely verifikácie modelu. Porovnanie sa nachádza v grafoch na obrázku 4. Celkovo možno konštatovať pomerne vysokú mieru spoľahlivosti modelu. Tá sa však znížila v posledný modelovaný deň (25.6.), kedy sa pred prechodom studeného frontu zvýšila rýchlosť vetra a k večeru sa zväčšila oblačnosť. Na obrázku 4 možno pozorovať zvýšenie oblačnosti vo večerných hodinách dňa 25.6.2016, medzi 21:00 h večer a 7:00 h ráno nasledujúceho dňa bolo zaznamenaných 10,8 mm zrážok na Kolibe a dokonca 20,2 mm zrážok v Mlynskej doline. V prípade vlhkosti vzduchu možno konštatovať nižšiu predpovednú schopnosť modelu oproti nameraným údajom (obr. 5). Model ukazuje najhodnovernejšie výsledky v priebehu denných

hodín, naopak najväčšie odchýlky nameraných a namodelovaných hodnôt možno pozorovať v priebehu nočných hodín. (obr. 4, 5). Je však potrebné dodať, že z povahy modelu vyplýva, že počas prvých 2 hodín je pomerne vysoká odchýlka od reálnych hodnôt. Zároveň z obrázku 4 a 5 možno pozorovať veľmi vysoké odchýlky od nameraných hodnôt, ktoré model vykazuje v posledný deň simulácie pri prechode studeného frontu.

DISKUSIA A ZÁVER

Hoci model MUKLIMO je limitovaný na použitie počas ustálených slnečných dní bez zrážok, čo sa potvrdilo aj v prípade nášho modelovania, môže byť považovaný za užitočný nástroj pre výskum mestského ostrova tepla a jeho priestorovej diferenciácie. Dovoľuje nám lepšie pochopiť jeho priestorovú a časovú variabilitu. Na základe jeho výpočtov je možné vyjadriť mieru teplotného diskomfortu obyvateľstva v letných mesiacoch. V prípade Bratislavy boli identifikované najviac ohrozené areály mesta. Ďalšou výhodou modelu je možnosť simulácie vplyvu zmeny krajinej pokrývky na rozšírenie mestského ostrova tepla. Na základe vytvorených scenárov možno prijať prípadné protiopatrenia, ako napr. zvýšenie percentuálneho podielu zelených plôch, vytvorenie nových vodných plôch, či zavedenie ekologických prvkov do architektúry, akými sú napr. zelené strechy. Okrem toho je možné sledovať stav mestského ostrova tepla v minulosti a porovnávať jeho historické rozšírenie s dnešným stavom (Žuvela-Aloise a kol., 2014), či hodnotiť ho v kontexte prebiehajúcich klimatických zmien (Žuvela-Aloise a kol., 2015).

Nevýhodou modelu je dlhý výpočtový čas, nakoľko zdrojový kód modelu nie je paralelizovaný. V našom prípade sa pohybovalo trvanie výpočtu medzi 8 a 11 hodinami. Dĺžka výpočtového času je limitujúcim faktorom pre operatívne využívanie modelu. Modelovania taktiež ukázali nižšiu mieru spoľahlivosti v prípade relatívnej vlhkosti vzduchu.

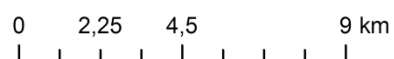
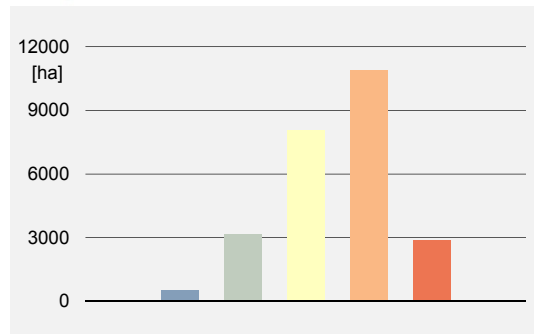
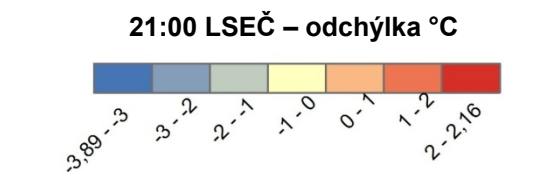
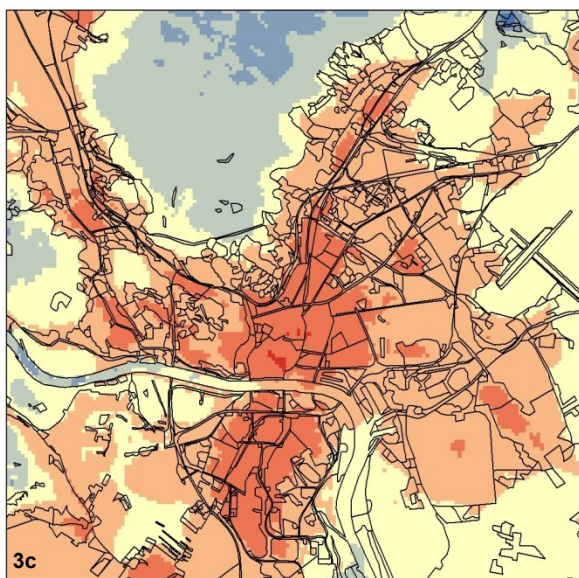
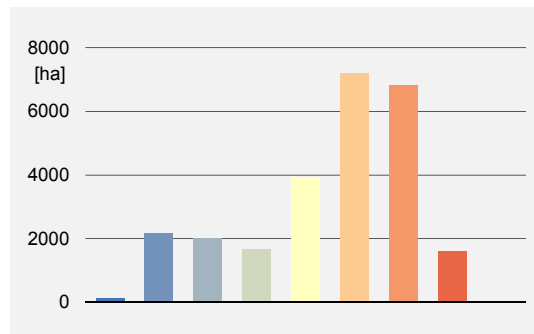
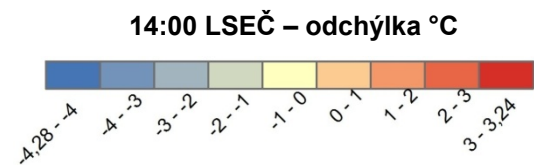
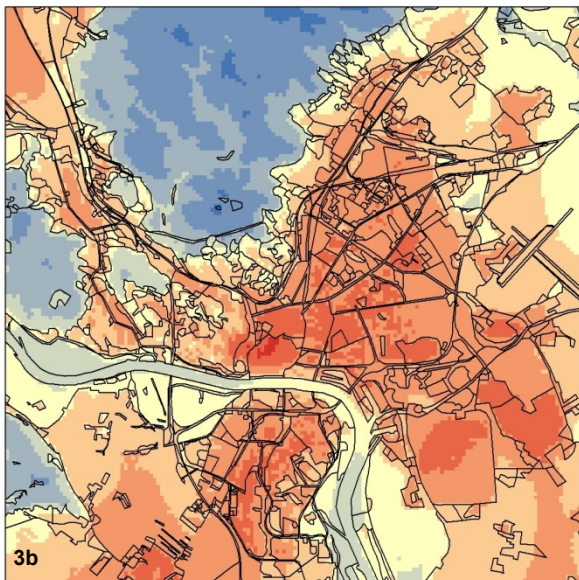
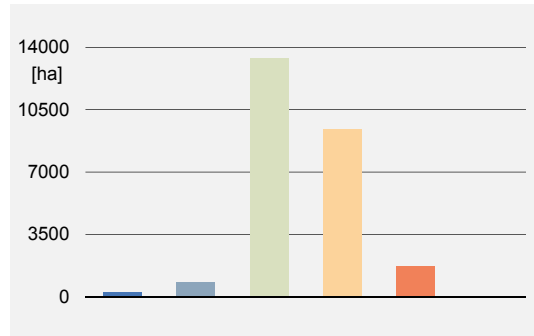
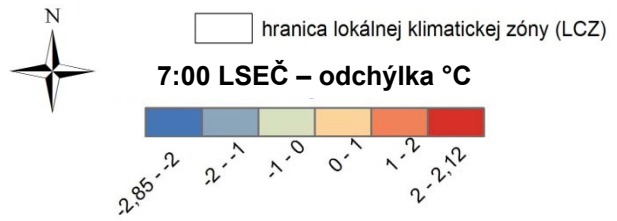
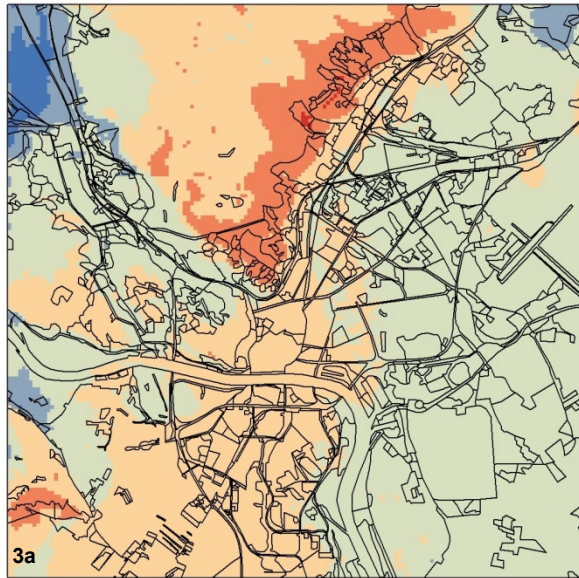
Priestorové rozmiestnenie odchýlok teplôt na obrázku 3 vyplýva čiastočne z použitej metodiky, kedy neboli porovnávané teploty vzduchu v daných hodinách s referenčnou stanicou neovplyvnenou mestským ostrovom tepla, ale bola počítaná odchýlka od priemeru na skúmanom území. Nakoľko zalesnené územia s vyššou nadmorskou výškou mali záporné odchýlky od priemernej teploty, urbanizované územie malo kladné odchýlky. Na obrázku 3c však možno pozorovať väčšiu kompaktnosť mestského ostrova tepla v centre mesta vo večerných hodinách v porovnaní so stavom o 14:00 LSEČ.

PodĎakovanie

Tento článok vznikol vďaka projektu „Vplyv nepriepustných povrchov na klímu miest v kontexte globálnej klimatickej zmeny“, podporovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-15-0136.

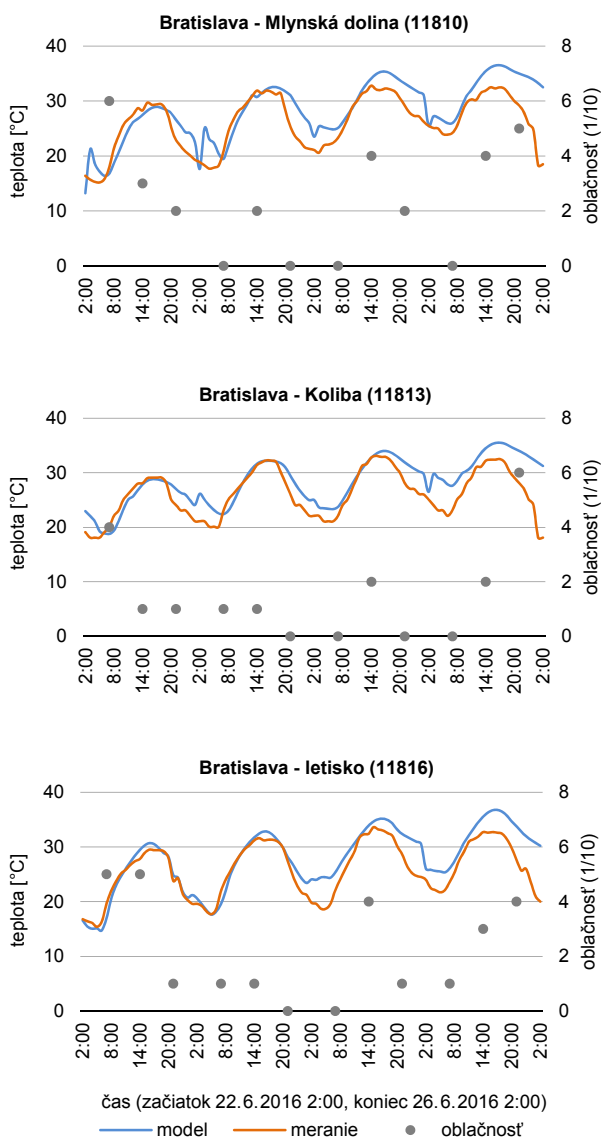
Obrázok 3. Porovnanie priemerných odchýlok od teploty vzduchu vo výške 2 m v dňoch 22.–25.6. 2016 pre 7:00 h, 14:00 h a 21:00 h LSEČ.

Figure 3. Comparison of mean deviations from air temperature in 2 meters height during the period from 22nd of June to 25th of June 2016 at 7 a.m., 14 p.m. and 21 p.m.



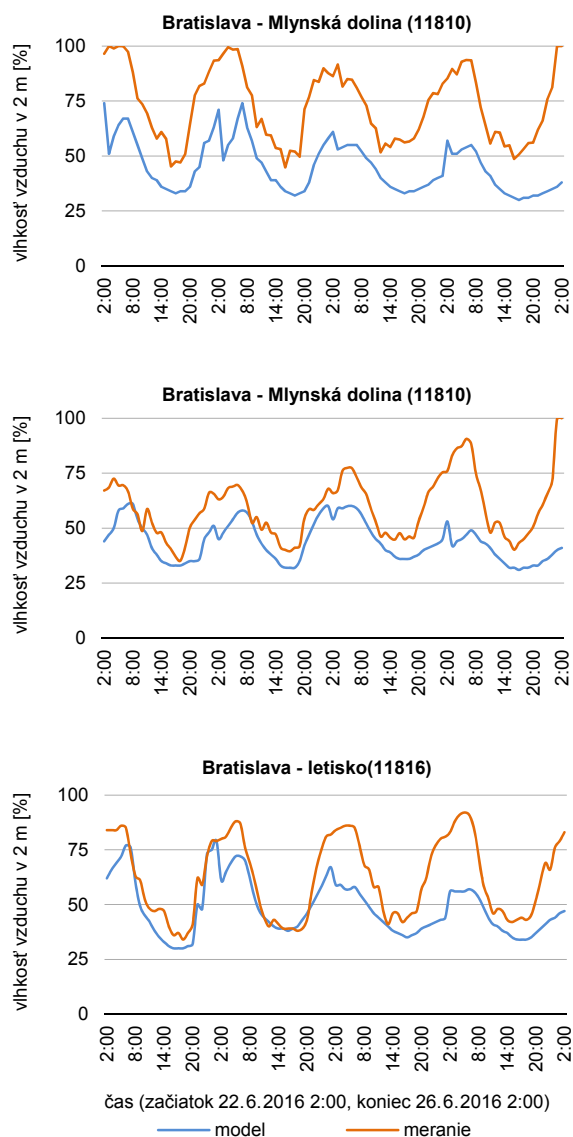
Obrázok 4. Porovnanie modelovanej a nameranej teploty vzduchu vo výške 2 m pre obdobie 22. 6. 2016 2:00 až 26. 6. 2016 2:00 h.

Figure 4. Comparison of modelled and measured air temperature in 2 meters height for the period from 22nd of June 2016 at 2 a.m. to 26th of June 2016 at 2 a.m.



Obrázok 5. Porovnanie modelovanej a nameranej relatívnej vlhkosti vzduchu vo výške 2 m pre obdobie 22. 6. 2016 2:00 až 26. 6. 2016 2:00 h.

Figure 5. Comparison of modelled and measured air humidity in 2 meters height for the period from 22nd of June 2016 at 2 a.m. to 26th of June 2016 at 2 a.m.



LITERATÚRA

- Atkinson, B.W., 2003, Numerical Modelling of Urban Heat-Island Intensity. *Boundary-Layer Meteorology* 109: 285–310.
- Balchin, W.G.W.–Pye, N., 1947, A micro-climatological investigation of bath and the surrounding district. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 73: 297–323.
- Bokwa, A.–Dobrovolný, P.–Gál, T.–Geletič, J.–Gulyás, A.–Hajto, M.J.–Hollósi, B.–Kielar, R.–Lehnert, M.–Skarbit, N.–Stastny, P.–Svec, M.–Unger, J.–Vysoudil, M.–Walawender, J.P.–Zuvela-Aloise, M., 2015, Modelling the impact of climate change on heat load increase in Central European cities. In: *International Conference on Urban Climate (ICUC 9. Extended abstracts*, 5 p.
- Deutscher Wetterdienst 2014, User's Guide MUKLIMO_3, Thermodynamik Version. Department of climate and environment consultancy. Offenbach am Main, 59 p.
- Douglas I.–Gilbert, A.G, 2004, Urbanization, development and the environment in an unequal world. In: Mathews, J.A., Herbert, D., 2004, *Unifying Geography. Common heritage, shared future*. Routledge, New York 402 p.
- Falkner, R., 2011, *Global governance: the rise of non-state actors: a background report for the SOER 2010 assessment of global megatrends*. EAA technical report, 4/2011. European Environment Agency, Copenhagen.
- Geletič, J.–Lehnert, M., 2016, GIS based delineation of local climate zones: The case of medium-sized Central European cities. *Moravian Geographical Reports* 24(3): 2–12.

- Harindra, J.S.F. edit., 2013, *Handbook of Environmental Fluid Dynamics, Volume Two*, CRC Press/Taylor & Francis Group, LLC. ISBN: 978-1-4665-5601-0.
- Herbel, I.–Croitoru, A.E.–Rus, I.–Harpa, G.V.–Ciupertea, A.F., 2016, *Detection of atmospheric urban heat island through direct measurements in Cluj-Napoca city, Romania. Hungarian Geographical Bulletin* 65 (2): 117–128.
- Chandler, T. J., 1965, *The Climate of London*. Hutchinson, Londýn, 292 pp.
- Ivaňáková, G.–Faško, P.–Labudová, L., 2016, *Zmeny vybraných charakteristík meteorologických prvkov v nižinných polohách Slovenska a ich vplyv na klasifikáciu klímy. Meteorologický časopis* 19(1): 23–33.
- Jarvis, A.–Reuter, H.I.–Nelson, A.–Guevara, E., 2008, *Hole-filled SRTM for the globe Version 4*, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database.
- Juráni, B.–Dlapa, P.–Bedrna, Z.–Šteruská, A. 2011, *Prekrytie pôdy (soil sealing) na Slovensku*. Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 80 pp.
- Kolektív, 1985. *Výskum mezoklímy mesta Bratislavy. Záverečná správa výskumnej úlohy č. 7319*. SHMÚ Bratislava.
- Kolektív, 1990. *Výskum mezoklímy mesta Košíc. Záverečná správa výskumnej úlohy č. PVÚ V-5-03*. SHMÚ Bratislava.
- Labudová, L.–Faško, P.–Ivaňáková, G., 2015, *Changes in climate and changing climate regions in Slovakia. Moravian Geographical Reports* 23(3): 71–82.
- Quitt, E., 1978, *Zeleň a teplotní poměry měst. Životné prostredie*, 11: 84–87.
- Roth, M.–Oke, T.R.–Emery, W.J., 1989, *Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology, International Journal of Remote Sensing* 10(11): 1699–1720.
- Stewart, I.D. 2011a., *A systematic review and scientific critique of methodology in modern Urban Heat Island literature. International Journal of Climatology* 31(2): 200–217.
- Stewart, I.D., 2011b, *Redefining the urban heat island. Ph.D. dissertation, Department of Geography, University of British Columbia*, 352 pp. [Available online at <https://circle.ubc.ca/handle/2429/38069>.]
- Stewart, I.D.–Oke, T.R., 2012, *Local Climate Zones for urban temperature studies. Bulletin of American Meteorological Society* 93(12):1879–1900.
- Šťastný, P., 1996, *Výsledky mobilných meraní teploty z vlhkosti vzduchu v Košiciach. Zborník prác SHMÚ* 39: 81–111.
- Švec, M.–Faško, P.–Labudová, L.–Výberčí, D.–Trizna, M., 2016, *Dlhodobé zmeny vybraných charakteristík nadmerného tepelného stresu v lete na Slovensku. Geographia Cassoviensis* 10(2): 193–203.
- Unger, J.–Gál, T.–Csépe, Z.–Lelovics, E.–Gulyás, Á., 2015, *Development, data processing and preliminary results of an urban human comfort monitoring and information system. Időjárás (Quarterly Journal of Hungarian Meteorological Service)* 119: 337–354.
- Výberčí, D.–Švec, M.–Faško, P.–Savinová, H.–Trizna, M.–Mičietová, E., 2015, *The effect of the 1996–2012 summer heat events on human mortality in Slovakia. Moravian Geographical Reports* 23(3): 57–69.
- Žuvela-Aloise, M.–Koch, R.–Neureiter, A.–Böhm, R.–Buchholz, S., 2014, *Reconstructing urban climate of Vienna based on historical maps dating to early instrumental period. Urban Climate* 10: 490–508.
- Žuvela-Aloise, M., 2015, *Modelling the impact of climate change on heat load increase in Central European cities. In: International Conference on Urban Climate (ICUC 9. Extended abstracts)*, 5 p.
- IZ1 - Internetový zdroj 1
<http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/imperviousness/imperviousness-2012/view>
- IZ2 - Internetový zdroj 2
<https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/default.aspx>

IDENTIFIKÁCIA VÝSKYTU SUCHA PODĽA ROZLIČNÝCH INDEXOV NA STANICIACH ZÁPADNÉHO SLOVENSKA

MIRIAM JAROŠOVÁ¹, DUŠAN IGAZ²

¹ Žilinská univerzita v Žiline, jarosova@fpedas.uniz.sk

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, dusan.igaz@uniag.sk

Climate changes bring the changes in climate system of the Earth during the years. It is expected that climate change in terms of global warming would increase temporal frequency of some dangerous weather phenomenon, e.g. heat wave, flood or drought. Drought is a complex natural hazard that can have the great impacts on human life. Many methods for detection and evaluating of different kinds of drought is established (is developed). Methods based on amount of precipitation, air temperature, evaporation and soil moisture are used in this paper. These variables are the most important and the most useful for describing of climatic conditions in the nature. Three methods were used: Lang's rain factor, Konček's humidity index, known especially in the Czech and the Slovak Republic, agro-climatic indicator and the Soil moisture index for detection of moisture in soil. The period of years 1961–2010 for meteorological drought via different indexes for eight measurement points were analysed in this paper. Soil moisture index was detected on two measurement point during the period of 1990–2010.

Meteorologické, hydrologické a poľnohospodárske sucho sa dá detegovať viacerými indexmi. Tie, na základe nameraných údajov zrážok, teploty, výparu a iných meteorologických prvkov, ako aj pomocou ich zhodnotenia v súčasnosti a porovnania ich hodnôt z minulých rokov dokážu stanoviť výskyt jednotlivých typov sucha a jeho prípadných budúcich zmien. Článok ukazuje na základe meteorologických indexov a indexu pôdnej vlhkosti sucho na západe Slovenska pre 8 meteorologických staníc vybraných podľa rozdielnych klimatologických charakteristík, rozličnej nadmorskej výšky a pôdnych charakteristík. Skúmané obdobie je v rokoch 1961–2010, pôdna vlhkosť je posudzovaná a analyzovaná v rokoch 1990–2010. Na stanovenie sucha boli vybrané tieto indexy: Langov dažďový faktor, Končekov index zavlažovania, vlahový agroklimatický ukazovateľ, a na stanovenie pôdnej vlhkosti tzv. soil moisture index.

Key words: climate changes, drought, index of drought

ÚVOD

Klimatická zmena a jej možné dôsledky na život spoločnosti v súčasnosti je objektom skúmania vedcov rozličných vedných odborov. Pretože klimatické zmeny ovplyvňujú procesy a javy na celej Zemi, ich prejavy sa dajú pozorovať aj na našom území. Vieme, že klimatické zmeny vo veľkej miere môžu ovplyvniť život človeka, preto je veľmi dôležité poznať pravdepodobný účinok týchto zmien čo do kvality, ale aj kvantity. Predmetom skúmania je najmä klimatická zmena, teda len tá časť zo všetkých zmien klímy, ktorú podmienil človek svojimi aktivitami. Klimatológovia vypracovali scenáre novej zmeny klímy na základe očakávaného zosilnenia skleníkového efektu atmosféry v nasledujúcich rokoch. Pre možnú klimatickú zmenu existuje pre naše územie niekoľko scenárov.

Priemery teploty sa môžu zvýšiť do roku 2075 podľa starších scenárov o 1,0 až 2,5 °C na severe aj na juhu, pričom na juhu Slovenska to môže byť o niekoľko desiatin stupňa viac. Scenáre zmien úhrnov a režimu zrážok sú oveľa komplikovanejšie, kvôli zjednodušeniu by sme ich mohli vyjadriť nasledovne – ročný nárast úhrnov zrážok na juhozápade od 0 do 20%, na severe od 0 do 10%, v rozdelení zrážok počas roka možno očakávať skôr nárast v zimnom polroku a zníženie v letnom polroku.

Zmena klímy, pri ktorej sa predpokladá aj zmena doterajšieho charakteru prúdenia v atmosfére nad daným územím,

môže výraznejšie ovplyvniť aj typický ráz klimatických pomerov na našom území a následne môže výrazne ovplyvniť aj sektor poľnohospodárstva (Šiška a Takáč, 2008).

Zistilo sa, že nástup vegetačného obdobia sa zrýchľuje a koniec oneskoruje v porovnaní s posledným hodnoteným klimatickým normálom 1961–1990. Dlhšie vegetačné obdobia výrazne ovplyvňujú možnosti poľnohospodárstva v pestovaní teplomilnejších plodín, pretože sa zvyšuje aj celkové množstvo (príkion) fotosynteticky aktívneho žiarenia (PAR).

Zistilo sa (Šiška a Takáč, 2008), že v prípade podmienok klímy pri stave 2xCO₂ vo veľkom vegetačnom období (VVO) v podmienkach Podunajskej nížiny môže VVO (s dennými priemermi teploty vzduchu 5 °C a viac) pretrvávajúť aj počas celej zimy, čo môže nepriaznivo ovplyvniť prezimovanie niektorých ovocných drevín. Zároveň sa predpokladá, že očakávané otepľovanie výrazne ovplyvní aj regióny súčasnej poľnohospodárskej výroby a pásmovitost' rozmiestnenia poľných a záhradných plodín. Predpokladá sa posun pestovania teplotne náročnejších plodín z dnešných podmienok Podunajskej a Východoslovenskej nížiny až do polôh kotlín Liptova a Turca.

Klimatická zmena na našom území by sa prejavila vo všetkých sférach života spoločnosti. Ako je spomenuté v záverečnej správe k projektu *Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch* (Mindáš a kol., 2011) je potrebné, aby sa spoločnosť pri-

pravila na dôsledky klimatickej zmeny nielen v poľnohospodárstve a lesníctve, vodnom hospodárstve, ale aj v energetike, doprave, postupne sa bude meniť aj biodiverzita, zmeny sa prejavajú aj v turistike, finančníctve, zdravotníctve. Je preto potrebné pripraviť adaptačné opatrenia, ktoré budú reflektovať na zmeny v klimatických podmienkach krajiny.

SUCHO A JEHO INDIKÁTORY

Sucho je celosvetový jav, vyskytujúci sa v rôznych častiach sveta, ktoré sú však na nedostatok vlhky rozdielne citlivé. Sucho je teda relatívny pojem, pretože to, čo v jednej časti sveta je už sucho, v inej časti sveta sa považuje za normálny stav.

Podľa definície uverejnenej v Meteorologickom slovníku je sucho „veľmi neurčitý, ale v meteorológii často používaný pojem, znamenajúci v zásade nedostatok vody v pôde, v rastlinách alebo aj v atmosfére“. Jednotné kritériá pre kvantitatívne stanovenia neexistujú, pretože sú rôzne hľadiská na sucho, napríklad aj cez prípadné škody spôsobené suchom. Môžeme teda hovoriť o suchu meteorologickom, hydrologickom, biologickom, environmentálnom alebo suchu poľnohospodárskom a socio-ekonomickom. Neexistuje teda jednoznačne presná definícia javu, ktorý má takúto širokú variabilitu dôsledkov s rozličnou prahovou hodnotou pôsobenia.

Na to, aby sme mohli zodpovedne povedať, že sa na sledovanom území vyskytuje sucho, potrebujeme jednoznačne kvantitatívne indície o jeho výskyte. Dôležité je stanoviť si také indikátory a ich prahové hodnoty, na základe ktorých môžeme posudzovať prítomnosť sucha v danom prostredí. Na identifikáciu a kvantifikáciu sucha používame rozličné indexy, ktoré na základe aktuálnych hodnôt rozličných meteorologických prvkov, klimatických charakteristík, ale aj prvkov popisujúcich napr. stav a vlhkosť pôdy, zvyrazňujú odchýlky od ich dlhodobých hodnôt alebo charakteristík.

Tie najjednoduchšie využívajú iba množstvo spadnutých zrážok za určité obdobie a teplotu vzduchu, zložitejšie berú do úvahy evapotranspiráciu a prúdenie vzduchu.

Medzi najjednoduchšie charakteristiky vlhkostných pomerov na danom území sa radí *Langov dažďový faktor*:

$$D_f = \frac{H_{z,r}}{t_r},$$

kde

D_f je Langov dažďový faktor,

$H_{z,r}$ je dlhodobý zrážkový úhrn za rok na danom území v mm,

t_r je dlhodobá priemerná ročná teplota vzduchu na danom území v °C.

Tento index využíva dlhodobé priemerné zrážkové úhrny v danej oblasti a priemernú ročnú teplotou vzduchu. Dá sa úspešne aplikovať iba v podmienkach s rovnomerne rozloženými zrážkami počas roka a s ročným priemerom teploty vzduchu vyššie nad 0 °C. Tabuľka 1 ukazuje hodnoty Langovho dažďového faktora pre charakteristiku územia.

Tabuľka 1. Charakteristika územia na základe Langovho dažďového faktora.

Table 1. Characteristics of the territory based on Lang's rain factor.

Hodnota Df	Charakteristika územia
Menej ako 40	Suché
40 – 60	Polosuché
60 – 100	Polovlhké
100 – 160	Vlhké
Viac ako 160	Extrémne vlhké

Ďalším indexom, ktorý nám dokáže charakterizovať oblasť na základe vlhkostných charakteristík, je *Končekov index zavláženia* (I_z), používaný len v bývalom Československu. Dobre charakterizuje zavláženie za dlhšie obdobia ako 10 rokov, dá sa ale v priblížení použiť aj pre jednotlivé roky. Podľa hodnoty I_z môžeme charakterizovať posudzovanú oblasť, pričom I_z môže nadobúdať hodnoty z tabuľky 2.

Končekov index zavláženia má tvar:

$$I_z = 0,5R + \Delta r - 10T - (30 - v^2),$$

kde

R je úhrn zrážok v mm za teplý polrok (apríl – september),

r je kladná odchýlka úhrnu zrážok za zimu (december – február) od hodnoty 105 mm, záporná odchýlka sa neberie do úvahy,

T je priemer teploty za teplý polrok v °C,

v je priemer rýchlosti vetra v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ o 14.00 h za teplý polrok.

Tabuľka 2. Charakteristika oblasti podľa hodnoty Končekovho indexu zavláženia.

Table 2. Characteristic of the territory according to the value of the Konček's humidity index.

Hodnota indexu	Charakteristika oblasti
$I_z < -20$	suchá
$-20 \leq I_z < 0$	mierne suchá
$0 \leq I_z < 60$	mierne vlhká
$60 \leq I_z < 120$	vlhká
$120 \leq I_z$	veľmi vlhká

Ďalším jednoduchým indexom, ktorý využíva výpar a množstvo spadnutých zrážok za obdobie mesiacov VI–VIII je *vlhový agroklimatický ukazovateľ*. Charakteristika záujmového územia je definovaná rozdielom potenciálneho výparu a úhrnu zrážok v letných mesiacoch VI–VIII (Antal, 2003; Špánik a Šiška, 2000)

$$K_{VI-VIII} = E_{o,VI-VIII} - R_{VI-VIII},$$

kde

$K_{VI-VIII}$ je vlhový agroklimatický ukazovateľ,

$E_{o,VI-VIII}$ je výpar z voľnej hladiny v letných mesiacoch jún až august [mm],

$R_{VI-VIII}$ sú zrážky v letných mesiacoch jún až august [mm].

Tabuľka 3. Charakteristika územia podľa hodnoty vlahového agroklimatického ukazovateľa.

Table 3. Characteristics of the territory according to the value of the agro-climatic indicator.

Hodnota indexu	Charakteristika oblasti
≥ 150	veľmi suché
150 až 100	prevažne suché
100 až 50	mierne suché
50 až 0	mierne vlhké
0 až -50	prevažne vlhké
-50 až -100	vlhké

Dôležitým faktorom indikácie sucha v poľnohospodárskej krajine je množstvo vody, ktorá je prítomná v pôde na zásobovanie rastlín. Jej nedostatok je silným stresovým faktorom, ktorý negatívne ovplyvňuje dosahované úrody. Rast plodín je závislý na a limitovaný množstvom pôdnej vlhkosti, a preto sa v poľnohospodárstve využívajú na indikáciu sucha indexy, ktoré zahŕňajú aj pôdnu vlhkosť. Obsah vody v pôde je výsledkom pôsobenia tokov vody (vlhkosti) v systéme atmosféra - porast - pôda - podzemná voda a patrí k najdynamickejším pôdnym vlastnostiam (Takáč, 2015). Vlhkosť pôdy je značne priestorovo a časovo variabilná. Je závislá nielen od množstva atmosférických zrážok alebo od prítomnosti podzemnej vody, ale aj od celého radu iných faktorov. Závisí napríklad aj od vlastností pôdy, od jej zrnitosti a obsahu organickej hmoty. V závislosti od rozdielnej zrnitosti pôdy dokáže pôda udržať dosť rozdielne množstvo vody. Vlhkostné pomery v pôde môžeme charakterizovať napríklad pomocou indexu – *Soil Moisture Index* (SMI). Ten využíva na charakterizovanie pôdy dve hodnoty, poľnú vodnú kapacitu a bod vädnutia.

Sridhar (2007) hodnotí náchylnosť územia na pôdne sucho na základe tzv. indexu pôdnej vlhkosti (SMI). Zohľadňuje režim pôdnej vlhkosti v intervale poľná vodná kapacita – bod vädnutia. Hodnota indexu pôdnej vlhkosti sa vyskytuje v rozsahu od -5 do 5. Tento index pôdnej vlhkosti sa počíta na základe charakteristik pôdy vo vzťahu k jej vlhkosti a má tvar:

$$SMI = \frac{5(\theta_M - \theta_{WP})}{\theta_{FC} - \theta_{WP}} - 5,$$

kde

θ_M je momentálna vlhkosť pôdy,

θ_{WP} je bod vädnutia,

θ_{FC} je poľná vodná kapacita.

Tabuľka 4. Hodnotenie sucha podľa SMI.

Table 4. Drought by SMI.

SMI	Pôdne sucho
-1 a viac	Slabé alebo žiadne
-2 až <-1	Mierne
-3 až <-2	Silné
-4 až <-3	Veľmi silné
-5 a menej	Extrémne

Čas, za ktorý sa objaví deficit vody v pôde, je závislý od retenčnej schopnosti pôdy. Tak isto aj čas, keď sa meteorologické sucho definované iba deficitom zrážok prejaví

aj agronomickým suchom, ktoré je definované nedostatkom vody v pôde, je rozdielny a závisí od kvality pôdy.

Pri hodnotení výskytu sucha musíme mať na zreteli to, že klimatické indexy neberú do úvahy vlastnosti pôdy a nemôžu teda dostatočne presne zhodnotiť nedostatok vody pre rastliny. Klimatické indexy zväčša neberú do úvahy ani dĺžku trvania zrážok, pritom intenzívne búrkové lejaky majú skôr väčší podiel odtoku ako infiltrácie zrážkovej vody do pôdy.

SPRACOVANIE A INTERPRETÁCIA ÚDAJOV

Na analýzu výskytu sucha a jeho prehlbovania, vrátane možnosti výskytu pôdneho sucha, bola vymedzená oblasť západnej časti Slovenska. Pre vybrané meteorologické stanice rozmiestnené v tejto časti krajiny boli vypočítané hodnoty indexov sucha, ktoré charakterizujú jednotlivé meracie body.

Na hodnotenie výskytu meteorologického sucha sme použili nasledujúce indexy:

- *Langov dažďový faktor* D_f ,
- *Končekov index zavlaženia* I_z ,
- *Vlahový agroklimatický ukazovateľ* $K_{VI-VIII}$.

Na hodnotených staniách, kde sa meria tiež vlhkosť pôdy (Hurbanovo, Beluša), sme zisťovali aj pôdne sucho a na jeho výpočet sme použili index *Soil Moisture Index*.

Stanice boli vybrané s ohľadom na ich orografickú polohu, aby sa dal zistiť prípadný výskyt sucha a jeho prehlbovania z pohľadu umiestnenia stanice v určitom podloží, nadmorskej výške a kvalite prírodného prostredia. Dôležitá bola aj kompletnosť meraní za dostatočne dlhé obdobie. V tabuľke 5 je zoznam spracovávaných staníc aj s ich zemepisnými súradnicami polohy a ich nadmorskou výškou podľa shmu.sk.

Tabuľka 5. Zoznam meteorologických staníc.

Table 5. List of meteorological stations.

Indikatív MS	Pozorovacia meteorologická stanica	Severná zemepisná šírka	Východná zemepisná dĺžka	Nadmorská výška [m]	Nadm. výška staničného teplomeru [m]
11800	Holič	48° 48' 44"	17° 09' 49"	180	182
11826	Piešťany	48° 36' 47"	17° 49' 58"	163	165
11858	Hurbanovo	47° 52' 23"	18° 11' 39"	115	117
11862	Beluša	49° 04' 07"	18° 20' 04"	259	261
11867	Prievidza	48° 46' 11"	18° 35' 38"	260	262
11855	Nitra - V. Janíkovce	48° 16' 44"	18° 08' 18"	135	137
11849	Topoľčianky	48° 27' 31"	18° 23' 25"	318	320
11850	Podhájska	48° 06' 27"	18° 20' 21"	140	142

Spracované údaje sú z rokov 1961–2010. Ide o obdobie, v ktorom sa už v klimatologickom spracovaní objavovali aj obdobia s výraznými javmi súvisiacimi s mimoriadnym počasím ako vlny tepla, extrémne teploty, výrazné zrážkové úhrny, alebo aj obdobia, keď zrážky chýbali.

Niektoré rady údajov boli neúplné a bolo potrebné ich doplniť. Iba tri stanice mali úplný rad pozorovaní – Hurbanovo, Piešťany, Podhájska.

Chýbajúce údaje boli dopyčované pomocou lineárnej aproximácie metódou najmenších štvorcov podľa stanice s úplným radom s ktorou vykazovali najvyššiu koreláciu. Získané výsledky boli spracované do tabuliek, grafov a podrobili sme ich analýze. Údaje zo staníc boli získané z databázy SHMÚ a z databázy Katedry biometeorológie a hydrologie SPU Nitra.

Keď zobrazíme vypočítané hodnoty v jednom grafe, je vidieť, že ak sa vyskytnú suché roky, sú zvyčajne suché na všetkých staniciach, keď sú vlhké roky, tiež sa vyskytujú spravidla na všetkých staniciach. Od 90-tych rokov 20. storočia sa ale zvyšuje počet suchých rokov na úkor vlhkých rokov. Ak urobíme 30 ročný priemer hodnôt jednotlivých faktorov a usporiadane ich do tabuľky, z ktorej potom zostrojíme grafy pre všetky stanice spoločne, uvidíme jednoznačnejšie trend posunu hodnôt jednotlivých indexov do hodnôt charakteristických pre hodnoty sucha. V grafoch hrá významnú úlohu rok 2010. Tento rok bol tak mimoriadne bohatý na zrážky a súčasne bol veľmi vlhký, že výrazne ovplyvnil trendy skúmaných indexov.

Pokúsme sa analyzovať grafy jednotlivých indexov po staniciach, ktoré sme zobrali do úvahy. Na grafoch jednotlivých indexov vidíme zmenu ich hodnôt v sledovaných obdobiach. Niektoré stanice ale nemajú jednoznačnú zmenu Langovho faktora (Obr. 1), ktorá by indikovala vysušovanie lokality. Napríklad Hurbanovo, alebo Topoľčianky či Podhájska. Ak by sme pri lokalite Podhájska ponechali v spracovaní aj rok 2010, lokalita by dokonca mala vyššiu hodnotu Langovho faktora, bola by teda vlhšou.

Keď sme urobili podobné zhodnotenie pre Končekov index zavláženia, zistili sme, po zoradení jeho hodnôt po staniciach a obdobiach do grafu, nasledovné skutočnosti vyjadrené na obrázku 2. Aj na tomto zhodnotení sa prejavoval nielen vplyv vlhkého roku 2010, ale aj zvyšujúcej sa priemernej teploty. Ak sme zanalyzovali všetky stanice, zistili sme, že po vyradení tohto roku 2010 zo spracovania, sa výrazne zmenila hodnota indexu pre jednotlivé stanice. Napríklad Hurbanovo sa z mierne suchej oblasti dostalo do suchej. Je evidentné, že jeden mimoriadne vlhký rok v krátkom rade pozorovaní dokázal ovplyvniť výsledné hodnoty evidentným spôsobom.

Urobili sme podobné spracovanie aj pre vlahový agro-klimatický ukazovateľ (Obr. 3). Pri spracovaní tohto ukazovateľa sucha v oblasti sme tiež zistili výrazný vplyv roku 2010 na výsledné hodnoty spracovania.

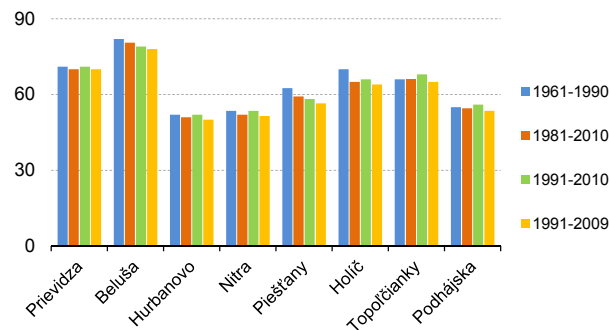
Meteorologické sucho je zapríčinené najmä nedostatkom zrážok na danom území. Ak ale chceme posúdiť nedostatok vlhky v pôde, zistíme to indexom SMI, prípadne inými komplexnejšími metódami. Na zistenie hodnôt tohto indexu (SMI) sme použili merania vlhky v pôde v profile 10, 30 a 50 cm. Merania sa vykonávali na staniciach SHMÚ Hurbanovo a Beluša a na stanici SPU v Nitre. Výpočet SMI je založený na poznaní hydrolimitov pre danú oblasť. Hydrolimity boli stanovené na SPU v Nitre pre konkrétne druhy pôdy v priestore meracích bodov.

Spracovali sme do grafu priemerné hodnoty SMI za obdobie od marca do novembra pre jednotlivé roky a pôdne profily na stanici Hurbanovo (Obr. 4). Keď sme porovnali

tieto hodnoty s údajmi $D_p/10$ (aby sme hodnoty mohli dať do spoločného grafu) pre rovnaké obdobie, najlepšiu zhodu v priebehu indexu D_f s SMI vidíme v hĺbke 10 cm.

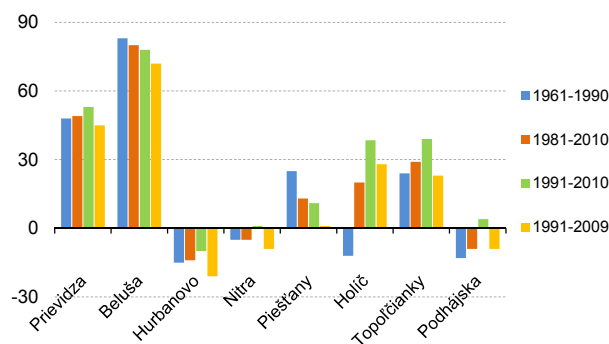
Obrázok 1. Langov dažďový faktor.

Figure 1. Lang's rain factor.



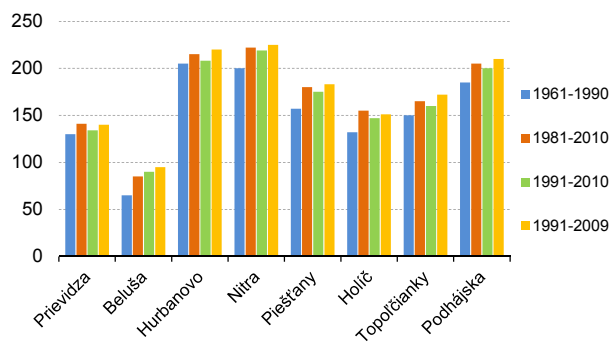
Obrázok 2. Končekov index zavláženia.

Figure 2. Konček's humidity index.



Obrázok 3. Vlahový agro-klimatický ukazovateľ.

Figure 3. Agro-climatic indicator.



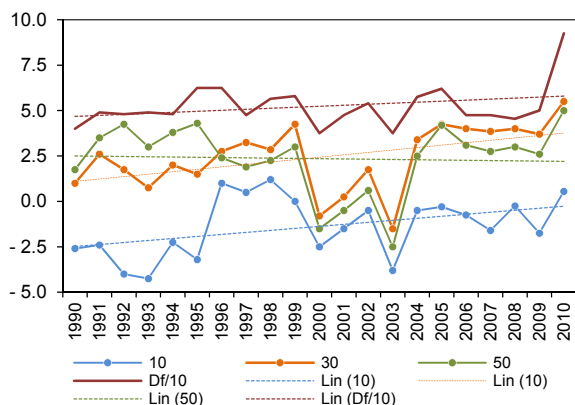
Pre hĺbky 30 a 50 cm je zhoda v priebehu indexu horšia. Môže to byť spôsobené doplňovaním pôdnej vlhkosti napr. podzemnou vodou. Ak by sme urobili trendy pre D_f za sledované obdobie, videli by sme slabý trend k zvlhčovaniu lokality. Pri trende SMI pre 50 cm hĺbku sa dá pozorovať slabé vysušovanie.

Na stanici Beluša vykazuje SMI podobný režim indexu vo všetkých pôdnych hĺbkach ako D_f (Obr. 5). Tam, kde rastie/klesá SMI, tam tiež rastie/klesá D_f . Takýto jednoznačný priebeh ale neplatí všeobecne, pretože na stanici Beluša, môžeme nájsť aj protichodné trendy. Napríklad v roku 2008 je pre D_f lokálne minimum, ale pre

SMI je to lokálne maximum. Priemerné ročné hodnoty SMI v jednotlivých hĺbkach majú pre Belušu veľmi malý rozptyl, čo môže byť spôsobené inými pôdnymi charakteristikami danej lokality. Podľa trendu SMI v 50 cm profile sa stanica Beluša vysušuje, ale podľa D_f sa stanica zvlhčuje.

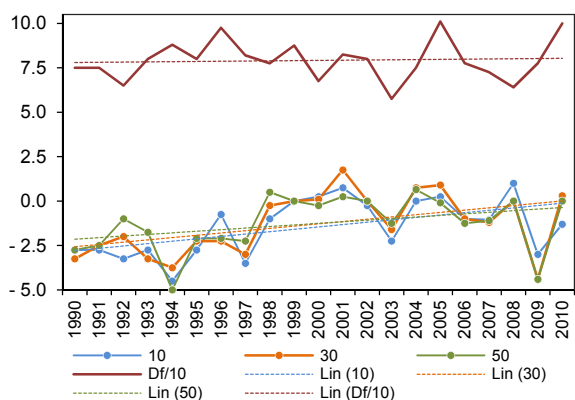
Obrázok 4. SMI v jednotlivých hĺbkach pôdy v období 1990–2010 a jeho porovnanie s Langovým dažďovým faktorom pre Hurbanovo.

Figure 4. Comparison of SMI in different depths of soil 1990–2010 with Lang's rain factor, Hurbanovo point.



Obrázok 5. SMI v jednotlivých hĺbkach pôdy v období 1990–2010 a jeho porovnanie s Langovým dažďovým faktorom pre Belušu.

Figure 5. Comparison of SMI in different depths of soil 1990–2010 with Lang's rain factor, Beluša point.



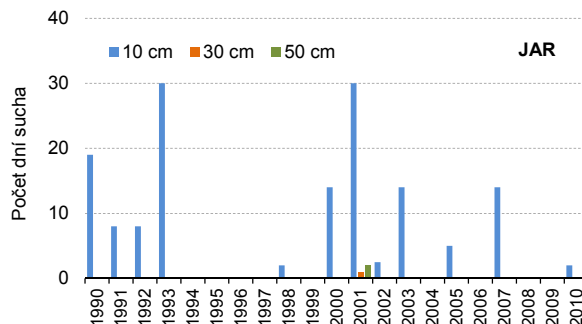
Ak chceme vedieť, koľko dní sa na danej stanici vyskytovalo pôdne sucho, zostrojíme graf pôdnej vlhkosti po rokoch pre jednotlivé hĺbky pôdneho profilu a zistíme, koľko dní v jarnom, letnom a jesennom období hodnota pôdnej vlhkosti bola nižšia ako hodnota hydrolimitu - bod vädnutia charakteristický pre danú stanicu a pôdu.

Pôdne sucho bolo zisťované v období 1990 až 2010 na staniách SHMÚ Hurbanovo a Beluša a na stanici Nitra, ktorá patrí do siete stanic SPU Nitra a merania sa vykonávajú na inom mieste ako meteorologické pozorovania. Sucho na tejto stanici už bolo napríklad analyzované v práci (Igaz, 2003)

Stanica Hurbanovo je nížinná lokalita s hlinitopiesočnatou pôdou. Pre stanicu Hurbanovo sú grafy zodpovedajúce dňom so suchom pre jar, leto, jeseň pre jednotlivé roky na obrázkoch 6–8.

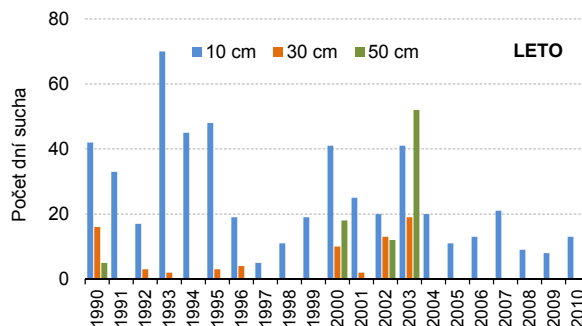
Obrázok 6. Počet dní so suchom v Hurbanove na jar v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

Figure 6. The number of dry days in Hurbanovo in spring at the different depths of soil in the 1990–2010.



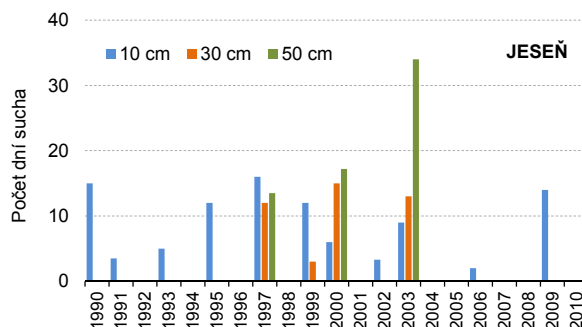
Obrázok 7. Počet dní so suchom v Hurbanove v lete v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

Figure 7. The number of dry days in Hurbanovo in summer at the different depths of soil in the 1990–2010.



Obrázok 8. Počet dní so suchom v Hurbanove na jeseň v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

The number of dry days in Hurbanovo in autumn at the different depths of soil in the 1990–2010.



Po vykonaní analýzy grafov na obrázkoch 6 až 8 sme zistili, že :

- V jarných mesiacoch (III–V) bolo najviac dní so suchom v rokoch 1990 a 1993, v týchto rokoch sa pozorovalo pôdne sucho iba v 10 cm hĺbke, v roku 2001 sa objavilo pôdne sucho aj v profile 50 cm. V percentuálnom vyjadrení sa v roku 1990 sucho v 10 cm hĺbke prejavilo v takmer 21 % dní, ešte viac to bolo v roku 1993, vtedy to bolo až takmer 33 %. Rovnaký počet dní bolo sucho v pôde v 10 cm profile aj v roku 2001.

- V letných mesiacoch (VI–VIII) sa prehlbovalo sucho najmä v roku 1990, tam sa prejavilo pôdne sucho nielen v profile 10 cm, ale aj v profile 30 a 50 cm. V profile 10 bolo 47 % dní, v 30 cm 17 % dní a v hĺbke 50 cm to bolo 6,5 % dní. V roku 1991 v profile 10 cm bolo sucho v 38 % dní. V roku 1993 bolo sucho v 10 cm až 76 % dní, ale v hĺbke 30 cm to bolo iba v 2 % a v 50 cm sa nevyskytlo vôbec. V roku 1994 sa sucho objavilo iba v profile 10 cm, kde to bolo v 50 % dní. V roku 1995 bolo sucho v 10 cm profile v 51 % dní, v profile 30 cm to bolo iba v 3 %. Z meraní pôdnej vlhkosti vyplýva, že v roku 2000 sa sucho prejavilo vo všetkých pôdnych profiloch, v 10 cm to bolo v 45 %, v 30 cm v 12 %, v 50 cm v 19 % dní. V roku 2002 sa sucho prejavilo v celom pôdnom profile, v 10 cm to bolo 22 %, v 30 cm 16 %, v 50 cm 14 %. V roku 2003 v 10 cm bolo 45 % dní so suchom, ktoré sa prejavilo 32 % dní aj v profile 30 cm a v 50 cm to bolo až 57 % dní so suchom.
- v jesenných mesiacoch (IX–XI) pokračovalo sucho z leta v roku 1990, keď sa prejavilo v 16 % dní. Ešte výraznejšie pokračovalo sucho v jesenných mesiacoch v roku 1997, keď sa prejavilo vo všetkých profiloch. V 10 cm to bolo 17 %, v 30 cm v 13 % a v 50 cm 14 % dní. Je zaujímavé, že sucho sa v roku 1997 výrazne prejavovalo až v jesenných mesiacoch. Rok 2000 pokračoval suchom aj na jeseň. V 10 cm profile to bolo 7 %, v 30 cm sa prehĺbilo a bolo to 16 % dní, v 50 cm dokonca až 19 % dní. Veľké sucho pokračovalo aj v roku 2003. To síce začalo iba 15 % dní v 10 cm profile na jar, ešte výraznejšie sa prejavilo v letných mesiacoch, v jesenných mesiacoch v 10 cm to bolo 9 % dní, no v profile 30 cm to bolo stále 14 % dní a aj v 50 cm to bolo až 37 % dní. Počet dní so suchom síce poklesol v celom profile, no sucho pretrvávalo.

Všetky faktory indikujúce sucho používané v tejto práci ukazujú, že rok 2003 bol všeobecne veľmi suchý. Meteorologické sucho sa prejavilo aj pôdnym suchom. Výsledky z roku 2003 plne korešponujú aj so zrážkovými úhrnmi, keď spomínaný rok 2003 patril podľa zrážkových úhrnov k najsuchším v južných oblastiach Slovenska od začiatku pozorovaní (Takáč, 2015)

Ak teda budeme hodnotiť výskyt sucha podľa epizód sucha rozdelených na 5, 10 a 20-denné periód, kde 5-denná perióda je od 5 do 9 dní, 10-denná od 10 do 19 dní a 20-denná perióda má viac ako 20 dní sucha v rade za sebou, dostaneme hodnotenia znázornené na obrázkoch 9–11.

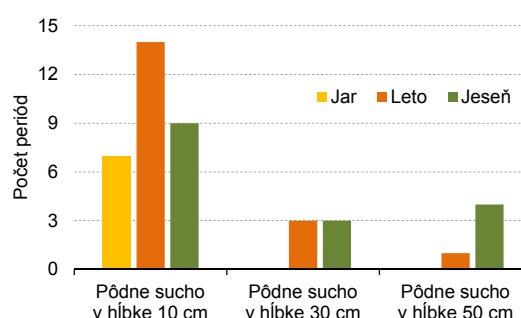
Z grafov na obrázkoch 9–11 vyplýva, že periód sucha sa vyskytovali vo všetkých sledovaných sezónach roka. Najvýraznejšie sucho sa v takomto vyjadrení vyskytovalo v 10 cm profile a v 10-dennej perióde (najviac a najčastejšie). V najväčšej hĺbke, v 50 cm hĺbke, sa vyskytovalo najviac v jesenných mesiacoch, čo súvisí s nižšou dostupnosťou vody v pôde po suchom letnom období. Dažďové prehánky nezabezpečia dostatok vody v nižších profiloch pôdy kvôli rýchlemu odtoku vody.

Najčastejšie sa vyskytovali periód so suchom v hĺbke 10 cm. V 30 cm hĺbke sa žiadne periód pôdneho sucha

v jarých mesiacoch nevyskytovali. Rovnaká situácia nastala aj s pôdnym suchom v hĺbke 50 cm v jarých mesiacoch. Sucho v 50 cm profile sa vyskytlo až v jesenných mesiacoch, ako už bolo spomenuté vyššie, pričom najmenej často sa vyskytovali 20-denné periód sucha. V prípade Hurbanova sa sucho v pôde vo väčšej miere vyskytuje v profile 10 cm vo všetkých periódach, ale sucho nepreniká často do väčšej hĺbky pôdy. Môže to byť spôsobené aj kapilárnou dotáciou podpovrchovej vody na danom mieste z podzemnej vody. Na potvrdenie tejto domnienky by sme ale museli poznať výšku vodnej hladiny podpovrchovej vody.

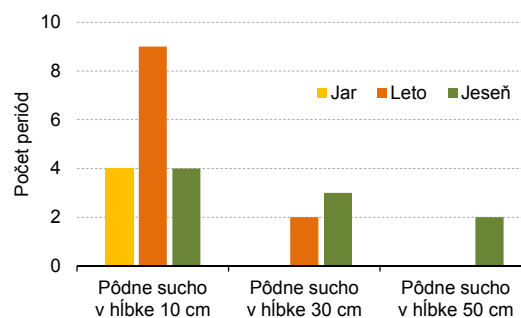
Obrázok 9. 5-denné (5–9) periód sucha v Hurbanove v období 1990–2010.

Figure 9. 5-day (5–9) dry periods in Hurbanovo in the period 1990–2010.



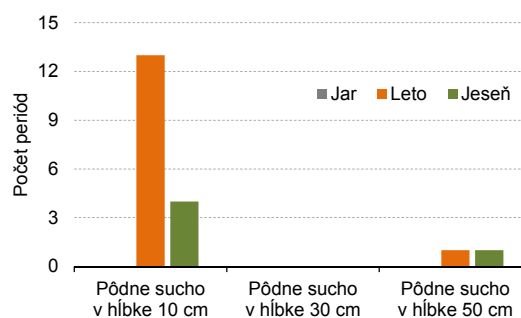
Obrázok 10. 10-denné (10–19) periód sucha v Hurbanove v období 1990–2010.

Figure 10. 10-day (10–19) dry periods in Hurbanovo in the period 1990–2010.



Obrázok 11. 20-denné (≥ 20) periód sucha v Hurbanove v období 1990–2010.

Figure 11. 20-day (≥ 20) dry periods in Hurbanovo in the period 1990–2010.



Ak zhodnotíme výskyt sucha v pôde z pravdepodobnostného hľadiska, tak zistíme, že v hĺbke 10 cm sa 5-denné sucho na jar vyskytlo v 33 % prípadov, v 30 a 50 cm hĺbke sa nevyskytlo ani raz. V rovnakej hĺbke v letných mesiacoch sa vyskytlo sucho v 67 %, v 30 cm 14 % a v 50 cm 5 % prípadov. V jesenných mesiacoch sa v 10 cm hĺbke vyskytlo sucho v 43 %, v 30 cm 14 % a v 50 cm 19 % prípadov.

10-denné sucho sa vyskytlo na jar v 19 % prípadov v hĺbke 10 cm a vôbec sa nevyskytlo v 30 a 50 cm hĺbke. V letných mesiacoch sa v hĺbke 10 cm vyskytlo v 43 %, v 30 cm profile 10 % a v 50 cm profile 0 % prípadov. Deficit vlhky v pôde v letných mesiacoch, do ktorého sa môže premietnuť aj deficit vlhky z jari, sa už prejavuje aj v hlbších pôdnych profiloch. Na jeseň sa pôdne sucho v hĺbke 10 cm prejavuje v 19 %, v 30 cm profile 14 % a v 50 cm v 10 % prípadov. V jesenných mesiacoch sa do sucha vo väčších hĺbkach premieta aj „naakumulovaný“ nedostatok zrážok z letných mesiacov, kde je dotácia vlhky často iba z prehánok, ktoré môžu byť síce aj výdatnejšie, teda s vyššími zrážkovými úhrnmi, ale tie sa neprejavujú hlbším prenikaním do pôdy a dokážu zmierniť suchu iba v povrchových častiach pôdy.

20-denné sucho sa na jar neprejavilo v žiadnej hĺbke. V letných mesiacoch sa už prejavilo v 10 cm hĺbke v 62 %, v 30 cm v 0 % a v 50 cm v 5 % prípadov. Pretože sa v lete často vyskytujú poveternostné situácie, pri ktorých prevláda prúdenie teplého a relatívne suchého vzduchu, ktorý spôsobuje intenzívne vyparovanie z pôdy. Takéto situácie nastávajú v oblastiach anticyklón alebo rovnomerne rozdeleného tlaku vzduchu nad našim územím, ktoré sa v letných mesiacoch môžu udržiavať aj dlhšiu dobu. V jesenných mesiacoch sa v 10 cm hĺbke sucho vyskytovalo v 19 %, v 30 cm hĺbke sa nevyskytovalo a v 50 cm hĺbke sa prejavilo v 5 % skúmaných rokov.

Urobili sme porovnanie detekcie sucha podľa jednotlivých meteorologických indexov a zisťovali sme ich odozvu v indexe pôdnej vlhkosti pre vybrané roky.

V roku 1993 mal Končekov index zavlaženia (I_z) hodnotu -91 , čo nám umožňuje charakterizovať oblasť ako suchú. Z pohľadu pôdneho sucha sa toto v jarňoch mesiacoch vyskytlo v hĺbke 10 cm viac ako 30 dní, v lete to už bolo viac ako 65 dní a prejavilo sa aj v hĺbke 30 cm. Podľa Langovho faktora, ktorý v tom roku mal hodnotu 49 môžeme danú oblasť charakterizovať ako polosuchú a podľa vlahového agroklmatického ukazovateľa ide o suchú oblasť. Ak by sme urobili podobné zhodnotenie oblasti pre rok 2003, zistili by sme, že podľa I_z ide o suchú oblasť, v pôde sa na jar v 10 cm hĺbke vyskytovalo suchu v 14 dňoch, ale v lete a na jeseň sa prejavilo suchu už vo všetkých pôdnych profiloch. Langov dažďový faktor pre tento rok mal hodnotu 37, čo je hodnota charakteristická pre suchú oblasť. Vlahový agroklmatický ukazovateľ tiež nadobúdal hodnoty pre veľmi suchú oblasť.

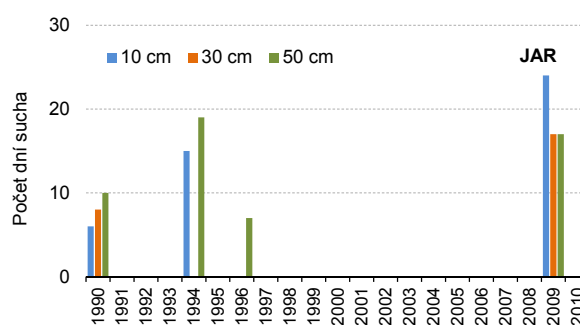
Výsledky práce korešponujú s výsledkami, ktoré publikoval Igaz (2003), kde bol skúmaný výskyt pôdneho sucha na Agrometeorologickej stanici SPU v Nitre. V tejto práci sa zistilo, že z hľadiska výskytu suchých období vo vzťahu k definovaným vegetačným časťam roka pripadlo 14 % suchých období na jar, 63 % suchých období na letné a 23 % na jesenné mesiace. Spomínaná práca sa ale zaoberala iným časovým obdobím, v nej išlo

o roky 1989 – 2003. Aj napriek tomu sa suchu prejavovalo v tých častiach vegetačného obdobia ako bolo zistené v tejto práci pre stanicu Hurbanovo. Je to pochopiteľné, pretože obe stanice majú veľmi podobný teplotný profil, a aj Končekov index zavlaženia má na oboch staniach hodnoty platné pre suchú oblasť.

Druhá lokalita s meraním vlhkosti v pôde a jej zmien počas dlhšieho obdobia bola Beluša. Tá leží v iných orografických podmienkach, má aj inú kvalitu pôdy, ide o hlinitú pôdu. Podobným spôsobom ako v prípade Hurbanova sme zostrojili grafy a podrobili sme ich analýze. Po analýze dní so suchom v jednotlivých hĺbkach sme dostali nasledovné výsledky pre jednotlivé obdobia.

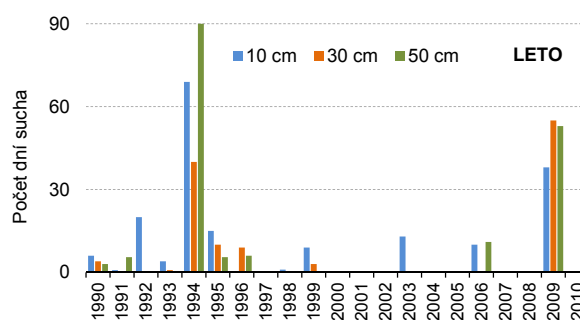
Obrázok 12. Počet dní so suchom v Beluši na jar v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

Figure 12. The number of dry days in Beluša in spring in the different depths of soil in the 1990–2010.



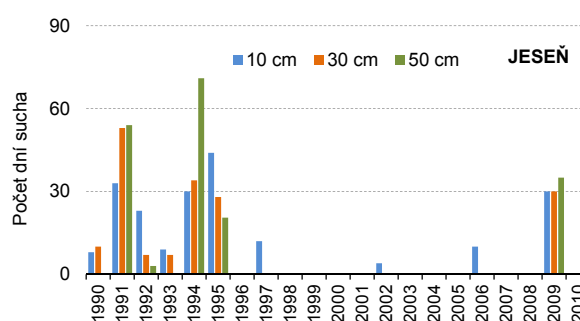
Obrázok 13. Počet dní so suchom v Beluši v lete v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

Figure 13. The number of dry days in Beluša in summer in the different depths of soil in the 1990–2010.



Obrázok 14. Počet dní so suchom v Beluši na jeseň v jednotlivých hĺbkach pôdy v rokoch 1990–2010.

Figure 14. The number of dry days in Beluša in autumn in the different depths of soil in the 1990–2010.



Z analýzy uvedených grafov vyplynulo, že :

- V jarných mesiacoch (III–V) bolo najviac dní so suchom v rokoch 1990, 1994, 2009. Rok 1994 mal sucho pozorované aj v profile 50 cm. Rok 2009 sa v jarnom období javí ako veľmi suchý, sucho sa vyskytovalo vo všetkých pôdnych profiloch a vo vysokom počte dní, v profile 30 a 50 cm to bolo zhodne po 18 dní, čo je 19,5 % dní so suchom. V profile 10 cm bolo sucho až vo viac ako 26 % dní.
- Letné mesiace (VI–VIII) mali najviac dní so suchom vo všetkých pôdnych profiloch v rokoch 1994 a 2009. V roku 1994 v profile 10 cm bolo sucho v pôde v 83 % dní, v profile 30 cm to bolo 35 % a v profile 50 cm bolo sucho v 100 % dní hodnoteného obdobia. Rok 1995 mal sucho manifestované v lete v profile 10 cm v 16 % dní, v 30 cm v 11 %, v 50 cm v 5 %. Rok 2009 mal sucho zaznamenané v 10 cm hĺbke v 40 % dní, v hĺbke 30 a 50 cm to bolo rovnako v 59 % dní.
- Na jeseň (IX–XI) bolo najviac dní so suchom v rokoch 1991, 1994, 1995 a v roku 2009. Rok 1991 mal v profile 10 cm sucho v 36 % dní, v 30 cm to bolo 59 %, v hĺbke 50 cm rovnako v 59 % dní. Rok 1994 mal v profile 10 cm v 33 % dní, v profile 30 cm v 37 % dní, v profile 50 cm to bolo takmer 77 % dní so suchom. Rok 1995 bol tiež charakterizovaný vysokým počtom dní pôdneho sucha v jednotlivých profiloch. V 10 cm hĺbky to bolo takmer 48 % dní, v hĺbke 30 cm to bolo 30 % dní, v 50 cm profile bolo zistených takmer 23 % dní so suchom. Rok 2009 mal sucho pozorované v hĺbke 10 a 30 cm takmer v 35 % a v hĺbke 50 cm to bolo v 38 % dní.

Z grafov na obrázkoch 12 až 14 ďalej vyplýva, že aj keď sa sucho v pôde neprejavuje v jarných mesiacoch, pri neskorších chýbajúcich zrážkach sa začne prejavovať sucho v ďalších ročných obdobiach. Takto tomu bolo napríklad v rokoch 1991, 1992, 1993.

Po zhotovení grafov pôdneho sucha podľa períod na tejto stanici sme zistili nasledujúce skutočnosti vyjadrené na obrázkoch 15 až 17.

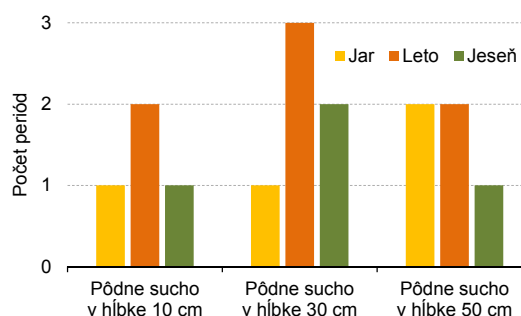
Stanica Beluša má iný výskyt períod sucha ako Hurbanovo. 5-denné períody v 10 cm profile sa v sledovanom období vyskytovali v rovnakej miere na jar a aj na jeseň, viac ich bolo v lete. 10-denné períody boli častejšie na jeseň, v 30 a v 50 cm sa vyskytovali v sledovanom období v rovnakom počte. 20-denné períody boli častejšie v 10 cm hĺbke v jesenných mesiacoch, v 30 a v 50 cm profile sa vyskytovali rovnako často. V jarných mesiacoch sa 20-denné períody so suchom nevyskytli vôbec, čo by znamenalo, že na tejto stanici je v jarných mesiacoch prísun vlhky do pôdy v takých intervaloch, že sa tam nedokáže vytvoriť sucho trvajúce 20 dní a viac.

Ak vyjadríme počet períod sucha v percentách výskytu v sledovanom období zistíme, že 5-denné sucho sa vyskytlo na jar v hĺbke 10 a 30 cm v 5 % a v 50 cm v 10 % prípadov. V lete sa v 30 a v 50 cm vyskytuje v 10 % a v 30 cm až v 14 % prípadov. V jesennom období sa sucho vyskytlo v 10 a v 50 cm profilu v 5 % a v 30 cm to bolo v 10 % prípadov. 10-denná períoda sucha sa v 10 cm profile na jar vyskytla v 10 %, rovnako tomu bolo aj v 50 cm profile,

v 30 cm profile to bolo až 14 % prípadov. V lete sa sucho v 10-dennej període vyskytovalo v 10 cm v 14 %, v 30 cm sa nevyskytlo, v 50 cm to bolo 10 % prípadov. Jesenné mesiace ukazujú, že v 10 cm bolo sucho v 10-dennej període až v 28 %, v 30 a v 50 cm v 14 % prípadov. V jesenných mesiacoch sa potvrdzuje vplyv epizód relatívne vysokých letných teplôt na výpar, ktoré významne ovplyvňuje znižovanie množstva vlhkosti v pôde. Aj v takých pôdach, aké sú v Beluši, sa prejavuje zvýšený výpar a vysychanie povrchových častí pôdy pri pretrvávajúcej relatívne teplých a suchých synoptických podmienkach v letných mesiacoch.

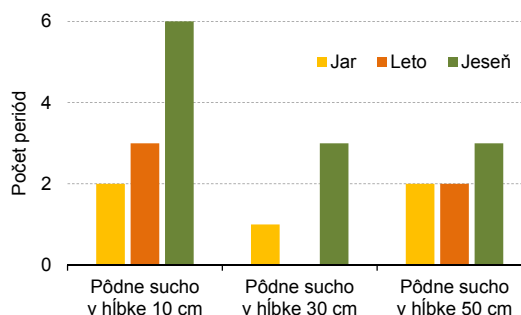
Obrázok 15. 5-denné (5–9) períody sucha v Beluši v období 1990–2010.

Figure 15. 5-day (5–9) drought periods in Beluša between 1990 and 2010.



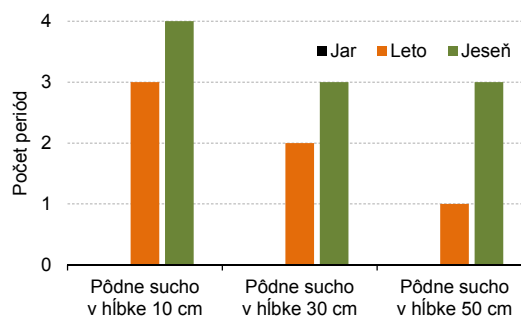
Obrázok 16. 10-denné (10–19) períody sucha v Beluši v období 1990–2010.

Figure 16. 10-day (10–19) drought periods in Beluša between 1990 and 2010.



Obrázok 17. 20-denné (≥20) períody sucha v Beluši v období 1990–2010.

Figure 17. 20-day (≥20) drought periods in Beluša between 1990 and 2010.



20-denná perióda sucha sa v sledovanom období nevyskytla v Beluši v jarných mesiacoch v žiadnom pôdnom profile. V letných mesiacoch sa už nedostatok vody v pôde prejavuje intenzívnejšie. V 10 cm hĺbke sa vyskytuje táto najdlhšia perióda v 14 %, v 30 cm v 10 % a v 50 cm v 5 % prípadov. Je vidieť, že v letných mesiacoch sa sucho prejavuje aj pri ťažkých pôdach pomerne vysokým percentom. V jesenných mesiacoch sa sucho vyskytlo v 10 cm hĺbke až v 19 %, v 30 a v 50 cm v 14 % prípadov. Jesenné mesiace aj v lokalite Beluša reagovali pri nedostatku zrážok pokračujúcim suchom z leta.

Pri porovnaní sucha v období merania pôdneho sucha so suchom indikovaným pomocou použitých indexov, sme zistili, že rok 1993 bol podľa Končekovho indexu v oblasti označenej ako mierne vlhká a jeho hodnota bola 42. Sucho sa neprejavilo na jar v žiadnej pôdnej hĺbke, iba na jeseň sa objavilo v hĺbke 10 a 30 cm. Ak sme sa pozreli na rok 2009, v ktorom bolo zaznamenané pôdne sucho v jarných, letných a aj jesenných mesiacoch vo všetkých hĺbkach, zistili sme, že podľa Končekovho indexu bola oblasť hodnotená ako oblasť mierne vlhká, s hodnotou indexu 18. Podľa Langovho dažďového faktora, ktorý mal v danom roku hodnotu 40,5, môžeme lokalitu hodnotiť ako polosuchú. Vlahový agroklimatický ukazovateľ mal v danom roku pre lokalitu hodnotu 70, čo je hodnota pre hodnotenie oblasti ako mierne suchá.

Z uvedeného pre stanicu Beluša vyplýva, že sa nedá jednoznačne podľa iba jedného faktora určiť možnosť výskytu sucha v pôde.

ZÁVER

Sucho ako dôležitý faktor ovplyvňujúci charakter krajiny sa v poslednej dobe stáva stále častejším javom aj v našich klimatických podmienkach. Je preto dôležité poznať zmeny vo výskyte sucha u nás, aby sme mohli prijať adekvátne opatrenia na zamedzenie nepriaznivých dôsledkov sucha na časti nášho územia. Opatrenia na zamedzenie vplyvu sucha na spoločnosť je potrebné rozdeliť podľa toho, aký druh alebo typ sucha sa na našom území bude pravdepodobne vyskytovať

Z hľadiska častejšie sa vyskytujúceho a dlhšie trvajúceho pôdneho sucha, potencionálne ohrozujúceho úrodu, je dôležité začať s pestovaním takých plodín, pre ktoré nie je nedostatok vlhky stresujúcim faktorom. Dôležitý bude aj návrat k zavlažovaniu, ktoré sa u nás ešte v osemdesiatych rokoch na veľkých plochách praktizovalo. Z hľadiska zásobovania vodou je tiež dôležité priviesť vodu k plodinám s čo najmenšími stratami. Je tiež na zváženie kompetentnými odborníkmi zmeniť tradičné geografické rozdelenie pestovania plodín na našom území. V snahe zabezpečiť efektívne hospodárenie s vodou je dôležitá tiež v spolupráca s odborníkmi v iných poľnohospodárskych odvetviach ktorá môže viesť až ku zmene postupov obrábania pôdy.

Nedostatok zrážok, ich nerovnomerná distribúcia, prevaha prehánok a búrkových lejakov nad trvalými veľkoplošnými zrážkami sa prejavujú aj v poklese pôdnej vlhkosti. Podľa (Šútor a kol., 2014) sa ako dôležitým javí výskyt dlhotrvajúcich bezzrážkových období, v dôsledku

čoho sa zvyšuje riziko nástupu a aj vzrastá trvanie pôdneho sucha. Na stanovenie jednoznačných záverov o vzťahu jednotlivých meteorologických indexov sucha a ich odraze v pôdnom suchu by bolo potrebné urobiť aj iné analýzy, súvisiace s typmi meteorologických situácií vo vzťahu k výskytu zrážok na sledovanej oblasti.

LITERATÚRA

- Antal, J.–Igaz, D., 2008, *Aplikovaná agrohydrologia*. 5.vyd. SPU Nitra, 2008, 210 s., ISBN 978-80-552-0079-8.
- Hanson, R., 1991, *Evapotranspiration and drought* /online/ <http://geochange.er.usgs.gov/swiuchanges/natural/et>.
- Heim, R.R., 2002, *A review of Twentieth-Century drought indices used in the United States*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 83, 1149 – 1165.
- Hrvol, J.–Gera, M.–Mikulová, K., 2012, *Potencial and actual evapotranspiration on the territory of Slovakia for the period 1951–2010*, *Acta Met. Univ. Comenianae*, Vol. XXXVII, 201, 1–24.
- Konček, M., 1955, *Index zavlaženia*, *Meteorologické Zprávy*, VII, č. 4, 96–99.
- Lapin, M., 2011, *Podklady pre projekt Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch*. EFRA Vedecká agentúra pre lesníctvo a ekológiu. Eds.: Jozef Mindáš a Viliam Páleník, Zvolen, Bratislava, Október 2011.
- Lapin, M.–Melo, M.–Damborská, I., 2001, *Scenáre súborov viacerých vzájomne fyzikálne konzistentných klimatických prvkov*, In: *Nové scenáre klimatickej zmeny a ich využitie*, *Národný klimatický program SR*, VI, No.11, SHMÚ a MŽP SR, Bratislava, 5–30.
- Lapin, M.–Melo, M.–Damborská, I., 1999, *Modifikované GCMs scenáre časových radov teploty vzduchu a zrážok pre Slovensko*, In: *Zborník z medzinárodnej konferencie „Atmosfére 21. storočia, organizmy a ekosystémy“*, Zvolen 7. – 9. 9. 1999, TU Zvolen, 207–214.
- Lapin, M.–Melo, M.–Damborská, I.–Gera, M.–Faško, P., 2000, *Nové scenáre klimatickej zmeny pre Slovensko na báze výstupov prepojených modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry*. In: *Národný klimatický program SR*, V, zv. 8, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava 2000, 5–34.
- Majerčáková, O.–Poárová, J.–Jarošová, M., 2008, *Sucho ako hydrologický fenomén? Vodohospodársky spravodajca*, č.11 – 12, 12 – 13.
- Melo, M.–Lapin, M.–Damborská, I., 2007, *Končekov index zavlaženia ako možný indikátor aridizačných trendov v krajine*, *Acta Hydrolog. Slovaca*, 8, č.2, 224–230.
- Nosek, M., 1972, *Metody v klimatologii*, 1. vydanie, Praha, Academia 1972, 434 s
- Palmer, W.C., 1965, *Meteorological Drought*, *Research Paper 45*, U.S. Weather Bureau, Washington, D.C. 58 p.
- Pevný, V., 1972, *Základy poľnohospodárskej bioklimatológie*, Bratislava, Veda, 1972, 108 s.
- Špánik, F.–Tomlain, J.–Šiška, B.–Repa, Š.–Mališ, J., 1997, *Klimatické zmeny a ich dopad na poľnohospodárstvo*, SPU v Nitre, 1997, 154 s.
- Šútor, J.–Majerčák, J.–Šurda, P., 2014, *Voda v zóne areácie pôd Žitného ostrova*, Veda, 2014, 188 s.
- Sobišek, B. et al., 1993, *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*, 1.vyd. Praha, Academia, 594 s, ISBN 80-85368-45-5.

- Sobocká, J.–Šurina, B.–Torma, S.–Dodok, R., 2005, *Klimatická zmena a jej možné dopady na pôdny fond Slovenska*, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava, 1–48.
- Šamaj, F.–Valovič, Š., 1972, *Suché a vlhké obdobia na Slovensku*. *Vodohospodársky časopis SAV*, XX, No 4, 1972.
- Šiška, B.–Takáč, J., 2008, *Klimatická zmena a poľnohospodárstvo Slovenskej republiky, dôsledky, adaptačné opatrenia a možné riešenia*, *Štúdiá Slovenskej bioklimatickej spoločnosti SAV*, XXVI, roč. XXI, Zvolen 2008.
- Špánik, F.–Šiška, B., 1996, *Biometeorológia*, VŠP Nitra.
- Šútor, J.–Majerčák, J.–Šurda, P., 2014, *Voda v zóne aerácie pôd Žitného ostrova*, VEDA, Bratislava 2014, ISBN 978-80-224-1366-4.
- Takáč, J., 2001, *Dôsledky zmeny klímy na bilanciu vody v poľnohospodárskej krajine*, NKP, SHMÚ, 10/01, 16–26.
- Takáč, J., 2015, *Sucho v poľnohospodárskej krajine*, Bratislava, 2015, *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum -Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy*. ISBN-978-80-8163-012-5.
- Takáč, J.–Zuzula, I., 2000, *Adaptácia poľnohospodárstva v Slovenskej republike na klimatickú zmenu*. NKP SR, V, 2000, zv. 9, Bratislava.

INFORMÁCIE INFORMATION

PROJEKT DRIDANUBE - RIZIKO SUCHA V DUNAJSKOM REGIÓNE

Nedostatok vody a suchá postihujú dunajský región stále častejšie, s čoraz väčším dopadom na ekonomiku a životnú úroveň jeho obyvateľov. Povodie Dunaja sa vyznačuje vysokou variabilitou klímy, najmä v časovej a priestorovej distribúcii zrážok. Pozorovania poukazujú na rastúcu frekvenciu a závažnosť udalostí sucha najmä v strednej a dolnej časti podunajskej oblasti.

Suchom v strednej a juhovýchodnej Európe sa v predchádzajúcich rokoch zaoberala organizácia Global Water Partnership Central and Eastern Europe (GWP CEE) spolu s WMO, v rámci programu integrovaného manažmentu sucha pre strednú a východnú Európu (IDMP CEE), ktorej aktivít sa zúčastnil aj SHMÚ. Cieľom tohto programu bolo „podporovať zainteresované strany na všetkých úrovniach tým, že im program poskytol politické a manažérske usmernenia prostredníctvom celosvetovo koordinovanej prípravy vedeckých informácií a výmeny osvedčených postupov a znalostí pre integrované riadenie sucha“. Neskôr, v rámci riešenia problémov súvisiacich s riadením sucha v regióne, bol v roku 2016 pripravený nový projekt Riziko sucha v dunajskom regióne (DriDanube). Ide o medzinárodný projekt Dunajského nadnárodného programu, do ktorého sú zapojené predovšetkým inštitúcie z oblasti monitoringu a manažmentu sucha z 10 krajín dunajského regiónu. Sú nimi národné meteorologické (hydrometeorologické) služby, univerzity, výskumné ústavy, špecializované organizácie v oblasti IT a diaľkového prieskumu Zeme. Cieľom projektu je jednak posilnenie kapacít na všetkých úrovniach cyklu manažmentu sucha (politické, odborné, koncoví užívatelia), ich vzájomnej spolupráce a tým aj zlepšenie krízového manažmentu v prípade výskytu sucha. K cieľom patrí aj príprava cezhraničných metodických postupov hodnotenia rizík a vplyvu sucha, ako aj vypracovanie stratégie na zlepšenie krízového manažmentu. Projekt má tiež vyvinúť inovatívnu užívateľskú službu - Drought User Service. Ide o interaktívny online

nástroj na monitorovanie sucha, ktorý zefektívni systém včasného varovania pred suchom. Využívajúc najmodernejšie technológie, spolu so spracovaním veľkého množstva dát získaných diaľkovým prieskumom Zeme, tento nástroj ponúkne využitie tak na expertnej úrovni, ako aj u koncových užívateľov (napr. farmárov). Má zlepšiť systém včasného varovania pred suchom a zmeniť hlavne ad hoc reakcie na suchu na proaktívnu reakciu založenú na postupoch manažmentu rizík.

Projekt DriDanube sa začal 1. januára 2017 a skončí 30. júna 2019. Projektový líder je Slovinská agentúra životného prostredia (ARSO). Zo Slovenska sa projektu zúčastňuje Slovenský hydrometeorologický ústav a Global Water Partnership Central and Eastern Europe, ktorý zabezpečuje kontakt s koncovými užívateľmi a koordinuje hladký prenos know-how na cieľové skupiny projektu. Projekt DriDanube úzko spolupracuje s ostatnými, v súčasnosti riešenými projektami Dunajského nadnárodného programu (JOINTISZA, Danube Sediment, CAMARO-D), ktoré majú podobné témy a predpoklad využitia synergického efektu ich vzájomnej spolupráce.

Obsah projektu pozostáva zo 6 pracovných balíkov (WP), ktoré sú časovo aj štrukturálne prepojené. Riadením a implementáciou sa zaoberajú najmä pracovné balíky WP1: Manažment a WP2: Komunikácia. Kladú vysoké nároky, najmä na dobrú koordináciu, časovú súslednosť a dobré prepojenie ďalších štyroch, tzv. technických balíkov (WP3 - WP6). V nich je naplánovaných spolu až 22 aktivít. Týmto sú: WP3 Užívateľská služba (Drought User Service) - zodpovedným partnerom je EODC (Rakúsko), WP4 Hodnotenie dopadov sucha (Drought Impact Assessment) - zodpovedným partnerom je CzechGlobe (Česká republika), WP5 Hodnotenie rizík sucha (Drought Risk Assessment) - zodpovedným partnerom je Maďarská meteorologická služba (OMSZ) a WP6 Reakcia na suchu (Drought Response) - zodpovedným partnerom je Slovinská agentúra životného prostredia (ARSO). V rámci projektu budú prebiehať aj tzv. pilotné akcie, ktoré budú testovať užívateľskú službu Drought User Service a navrhované

metodológie. Od začiatku už bolo zorganizovaných desať národných seminárov (jeden v každej z partnerských krajín) zameraných na porozumenie relevantným informáciám o suchu v rámci spomínanej užívateľskej služby. Na základe ich výstupov bol v októbri na projektovom stretnutí partnerov predstavený prototyp užívateľského rozhrania. Ten by mal svoju definitívnu verziu dosiahnuť v priebehu nasledujúceho roku, kedy by už mal byť k dispozícii pre monitoring sucha.

Dobrá východisková stav pre zapojenie SHMÚ do projektu DriDanube tvorili skúsenosti s monitoringom sucha - meteorologického, pôdneho a hydrologického. Poznatky a projektové zručnosti riešiteľského kolektívu, získané v obdobe medzinárodných projektoch (CARPATCLIM, IDMP CEE, SeeRisk) sú predpokladom úspešného naplnenia cieľov tohto zaujímavého projektu. Už v súčasnosti je projektové prostredie využívané na tvorbu a prezentáciu dôležitých národných strategických dokumentov. Napr. na národnom seminári projektu DriDanube „Sucho – súčasné výzvy a riešenia“, konaného v júni 2017 bol predstavený Akčný plán boja proti suchu, ktorého vypracovanie koordinuje Ministerstvo životného prostredia. Ďalšie informácie o projekte môžete nájsť na stránke <http://www.shmu.sk/sk/?page=2191>.

*Pavel Šťastný, Livia Labudová
SHMÚ, Bratislava*

LYSÁ HORA – 120 ROKOV METEOROLOGICKÝCH MERANÍ A POZOROVANÍ

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) a Česká meteorologická spoločnosť (ČMeS) usporiadali na Lysej hore (1 323 m n.m.) v dňoch 14.–15. júna 2017 konferenciu venovanú problematike meteorologických meraní a pozorovaní v horských oblastiach Českej republiky, Slovenska a Poľska. Akcia bola organizovaná pri príležitosti 120. výročia založenia stanice na Lysej hore – jednej z najdôležitejších horských meteorologických staníc, a to nielen v samotnej Českej republike, ale aj celej horskej oblasti Karpát a Českého masívu. Merania v stredných a vysokých horských polohách sú náročnejšie nielen technicky, ale vyžadujú mimoriadne nasadenie aj zo strany samotného pozorovateľa, ktorý počas pozorovaní a meraní musí riešiť celý rad problémov. Svoje špecifiká má tiež predpoveď počasia a tvorba klimatologických charakteristík pre horské oblasti. Vzhľadom na dlhoročnú tradíciu ale aj nevyhnutnosť meteorologických pozorovaní v horskom prostredí Slovenska, konferencie sa zúčastnili aj pracovníci zo Slovenského hydrometeorologického ústavu.

Konferencie sa zúčastnilo 40 pracovníkov úseku meteorológie a klimatológie ČHMÚ, ďalších 17 pracovníkov z ostatných úsekov ústavu a 8 bývalých pracovníkov ČHMÚ. Početné zastúpenie mal tiež Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i. (6 účastníkov). Traja účastníci boli zo Šumavy (portál Šumava.eu), dvaja účastníci z IMGW Wroclaw (Poľský meteorologický ústav), podniku Povodie

Odry, a tiež dva účastníci zo Slovenskej akadémie vied (SAV). Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) reprezentovalo 6 pracovníkov, z Odboru klimatologickej služby a z Odboru meteorologickej siete. Dovedna bolo na konferencii registrovaných viac ako 100 účastníkov.

Na dvojdňovej konferencii zaznelo veľké množstvo zaujímavých príspevkov, o ktorých sa v kuloároch viedli ešte zaujímavejšie diskusie, čo bolo jedným z hlavných dôvodov usporiadanie tejto konferencie. Táto skôr „prevádzková“ ako vedecká konferencia priniesla mnoho zaujímavých poznatkov a informácií. Úvodné príspevky konferencie boli venované histórii meteorologických meraní a pozorovaní na Lysej hore, ako aj samotnému fenoménu Lysej hory (ľudia a turistika, šport, ochrana prírody a stavebné aktivity). Medzi hlavné prínosy celkom určite patrí inicializácia rozsiahlejších, skôr technicky ladených diskusií k problematike konštrukčných úprav zrážkomerov, rôznych typov vetromerných prístrojov a ich vyhrievania v podmienkach výskytu námrazy, úpravy radiačných krytov, ale napríklad aj ochrany prístrojov proti indikovanému napätiu. Už tradične bola veľká pozornosť venovaná problematike meteorologických meraní a pozorovaní na najvyššom vrchole Českej republiky, Snežke, a to tak na českej ako aj poľskej strane hranice. Intenzívne diskusie boli taktiež venované meraniu zrážok a snehovej pokrývky v horských oblastiach, od používanej prístrojovej techniky až po metodiku merania. V oblasti klimatológie bol naznačený zámer prípravy Atlasu klímy horských oblastí, ktorý by mohol vzniknúť najmä za predpokladu existencie dlhých a kvalitných (homogénnych) radov meraní a pozorovaní vybraných charakteristík meteorologických prvkov.

Na stránke Českej meteorologickej spoločnosti (<http://www.cmes.cz/cs/node/354>) je uvedený podrobnejší popis priebehu celej akcie, vrátane programu a prezentovaných príspevkov. Pracovníci SHMÚ predniesli nasledujúce príspevky:

- **Pavel Faško, Peter Kajaba, Ladislav Markovič, Jozef Pecho, Pavel Šťastný (SHMÚ, Odbor Klimatologickej služby):** Charakteristika snehovej pokrývky na horských staniach Slovenska s významnou polohou a historickou hodnotou. Príspevok bol zameraný na problematiku rekonštrukcie a spracovania historických meraní snehovej pokrývky na troch významných horských lokalitách – Veľký Javorník (950 m n.m.), Oravská Lesná - Flajšová (932 m n.m.) a Ždiar - Biela Voda (1008 m n.m.).
- **Rastislav Mačura (SHMÚ, MS Lomnický štít):** Meteorologická stanica SHMÚ Lomnický štít: stručný prehľad histórie, súčasnosti a budúcnosti vysoko-horskej stanice.
- **Ján Mikušiak (SHMÚ, Odbor meteorologickej siete):** Meteorologická staničná sieť SHMÚ.
- **Jaroslav Puchrlik (SHMÚ, MS Chopok):** Meteorologická stanica Chopok.

*Jozef Pecho
SHMÚ, Bratislava*

KONFERENCIA SNEH AKO EKOLOGICKÝ FENOMÉN

Konferencia sa uskutočnila v kongresovom centre SAV v Smoleniciach, v dňoch 19.–21. septembra 2017. Konferencia bola venovaná rôznym aspektom snehu a snehovej pokrývky od metód monitoringu cez spracovanie údajov a modelové mapové výstupy, vrátane klimatických scenárov vývoja snehovej pokrývky na niekoľko desaťročí dopredu, až po pôsobenie snehu na jednotlivé sektory. Konferencie sa zúčastnilo 92 odborníkov z 15 krajín Európy, ale tiež expert zo subtropického Taiwanu.

Variabilita snehovej pokrývky v Európe je značná, rovnako ako variabilita vplyvu snehu a snehovej pokrývky. Toto má svoje dôsledky jednak v tom, že jednotlivé geografické oblasti Európy dostávajú počas chladného polroku rozdielne množstvá snehu, ale tiež v rôznej reakcii ekologických a sociálnych systémov na jeho výskyt. Navyiac, výskyt snehovej pokrývky preukazuje dvoje dôsledky ďaleko od miesta jej geografického výskytu. Prejavy pôsobenia snehu a snehovej pokrývky kolíšu v širokom rozsahu od severných častí Európy a vyšších pohorí, kde sa sneh vyskytuje sporadicky aj v lete, až po epizodický výskyt sneženia v oblasti Stredozemného mora a časti subtropov, kde má však výskyt snehu často katastrofické dôsledky. Toto bolo dokumentované tiež účastníkom z Taiwanu, kde perióda silného, aj keď krátko sneženia spôsobila veľké škody na poľnohospodárskych plodinách, ale hlavne v chove rýb. V severných šírkach bola na druhej strane dokumentovaná interakcia unášaných prachových častí z púštnych oblastí Islandu a okolitej kryosféry.

Z uvedených dôvodov je potreba detekcie výskytu snehu a snehovej pokrývky nutná na značnej časti územia Európy v kontinuálnom slede. Vývoj monitorovacích systémov dospel v mnohých prípadoch do plnej automatizácie s integrovanými zdrojmi údajov z pozemných zdrojov a zo zdrojov diaľkovej detekcie využívajúcich radarové a satelitné snímky, ale aj pozemné kamery a sondy využívajúce kozmické lúče. Systémovým problémom z klimatologického hľadiska sa nateraz zdá byť prechod z klasických manuálnych metód pozorovania snehu a merania snehovej pokrývky obsahujúcich v sebe vplyv meracieho subjektu na komplexné inštrumentálne metódy. Meranie snehu a snehovej pokrývky je navyiac súčasťou špecializovaných monitorovacích systémov, predmetom pozorovania ktorých sú popri snehu aj zdanlivo nesúvisiace ekologické parametre. Takúto sieť monitorujúcu vo Fínsku zároveň fenológiu lesných drevín a snehovú pokrývku (Monimet) predstavil vedúci COST Akcie HARMOSNOW. Táto Akcia sa zaoberá zhodnotením viacerých metód merania snehu a snehovej pokrývky a následným využitím údajov a jej členovia boli tiež účastníkmi konferencie. V Európe vo všeobecnosti zaznamenávame úbytok tuhých zrážok a snehu. Výskyt snehu v Európe je určený výskytom dlhších teplejších epizód s teplotami nad 5° v zimnom období. Z porovnaní meraní snehových zrážok vyplynulo, že už v nadmorských výškach okolo 600 m polovica snehu padá pri teplotách nad 0°C. Toto má tiež vplyv na jeho hustotu a trvanie snehovej pokrývky. Z viacerých prednášok tiež vyplynulo, že

v priestore strednej Európy bol v ostatných desaťročiach zaznamenaný pokles tuhých zrážok a tiež pokles výskytu snehovej pokrývky. Klimatické scenáre v tomto priestore naznačujú predĺžovanie tohto trendu, na Slovensku s pomerne jasným úbytkom snehu v nadmorských výškach do 800 m a len s miernym nárastom nad 1200 m.

Mapovanie klimatických prvkov za konkrétne obdobie zaznamenalo prechod od klasických tlačených atlasov k interaktívnym zobrazeniam v rámci vymedzeného územia. Ukážkou takýchto systémov priestorového aj časového rozloženia výskytu snehu a snehovej pokrývky bol výber interaktívnych máp z územia Slovenska, ktoré sú súčasťou Klimatického atlasu Slovenska, ale aj z regiónu celého karpatského oblúka ako produktu projektu CarpatClim.

Z prezentovaných automatických pozemných meracích metód snehovej pokrývky, popri už teraz pomerne rozšírených SPA (Snow Pack Analyser), ktoré merajú nielen výšku snehu, ale aj obsah vody, hustotu snehu a obsah ľadu v danej vrstve snehu, zaujali aj netradičné metódy, akou je využitie kozmických lúčov namiesto neutrónovej sondy, možné využitie difúzie tepla v snehu a využitie zmeny emisivity elektromagnetického žiarenia na detekciu snehovej pokrývky a tiež meranie padajúcich snehových zrážok pomocou pasívnej detekcie elektromagnetického žiarenia zo zdrojov UHF.

Využitie údajov o snehu a snehovej pokrývke je široké, od ich využitia v prevádzkových hydrologických modeloch a pri informáciách o lavínovom nebezpečenstve a informáciách pre cestnú premávku, kde je potrebné mať údaje v čase blízkom reálnemu času až po dlhodobé hodnotenia vplyvu snehovej pokrývky na prezimovanie ozimných plodín a na ich následný fenologický vývoj.

Ukazuje sa, že napriek klesajúcim trendom vo výskytke snehu na veľkej časti územia Európy jeho detekcia a využitie údajov o ňom naberá vzhľadom na jeho dopady v rôznych sektoroch na význame. Konferencia Sneh ako ekologický fenomén tieto tendencie zdokumentovala.

*Pavol Nejedlík, SAV, Bratislava
Bernard Šiška, SPU, Nitra*

9. EURÓPSKA KONFERENCIA O INTENZÍVNYCH BÚRKACH

V dňoch 18.–22. septembra 2017 sa v Pule v Chorvátsku konala 9. európska konferencia o intenzívnych búrkach (ECSS – European Conference on Severe Storms). V spolupráci s miestnymi meteorologickými inštitúciami ju organizuje ESSL (European Severe Storm Laboratory), ktorej členom je aj SHMÚ. Konferencia sa koná každé dva roky v rôznych miestach Európy už od roku 2001 a spája komunitu výskumníkov, meteorológov a vývojárov, ktorí sa zameriavajú na analýzu a predpoveď intenzívnych búrok, resp. nebezpečných javov spojených s búrkami. Škála tém je široká – dynamika, mikrofyzička a elektrina v atmosfére, nowcasting a krátkodobá predpoveď, detekcia búrok na základe diaľkových meraní, klimatológia nebezpečných javov, dopad na sociálnu sféru, ako aj hodnotenie úspešnosti a zníženie prípadných rizík.



ECSS je najvýznamnejšia konferencia svojho druhu v Európe, ktorej sa v stále väčšom počte zúčastňujú aj odborníci z celého sveta. V tomto roku mali na konferencii zastúpenie odborníci zo všetkých kontinentov, pričom sa jej zúčastnili aj tí najvýznamnejší experti v rámci odboru (Ch. Doswell, M. Parker, P. Markowski, H. Brooks, H. Bluestein...). Celkovo sa jej zúčastnilo približne 200 ľudí, väčšina aj aktívne, teda vystúpila s prezentáciou alebo posterom. Na konferencii boli aj pracovníci SHMÚ. M. Šinger z Odboru meteorologické predpovede a výstrahy pripravil poster o výskyte superciel na Slovensku, ktorý bol zameraný na klimatológiu superciel, regionálne rozdiely v rámci Slovenska, ako aj mimoriadnu sezónu roku 2017. J. Kaňák z Odboru dištančné merania mal prezentáciu o 3D snímkach, ktoré je možné zhotoviť z dvoch geostacionárnych družíc EUMETSAT-u.

Vzhľadom na širokú škálu tém boli prezentácie rozdelené do viacerých okruhov – numerické modelovanie búrok, asimilácia dát, vplyv búrok na spoločnosť, vydávanie výstrah, školenia a prístup k predpovedi nebezpečných javov, klimatológia búrok, hodnotenie rizík, vplyv klimatickej zmeny na intenzitu búrok, búrky v rámci mimotropických a tropických cyklón, predpoveď a nowcasting intenzívnych búrok, hodnotenie produktov ECMWF, prezentácia produktov LINET, dynamika tornád, satelitné štúdie búrika a prostredí, v ktorom sa vyskytujú; blesky, mikrofyzika, krúpy a historické udalosti. Podrobný program možno nájsť na web stránke ESSL https://www.essl.org/cms/wp-content/uploads/20170907-Programme_Book_scientific_programme

*Miroslav Šinger
SHMÚ, Bratislava*

UPLYNULO 30 ROKOV OD PRIJATIA MONTREALSKÉHO PROTOKOLU

V roku 1994 prijalo Generálne zhromaždenie OSN na svojom 49. zasadnutí rezolúciu 49/114 o vyhlásení 16. septembra za Medzinárodný deň ochrany ozónovej vrstvy. V tento

deň (16. septembra 1987) bol podpísaný Montrealský protokol o látkach poškodzujúcich ozónovú vrstvu. Ide o vykonávací protokol Viedenskej konvencie o ochrane ozónovej vrstvy, obsahujúci praktické regulačné opatrenia, týkajúce sa výroby a zaobchádzania s látkami poškodzujúcimi ozónosféru Zeme. Tohtoročné oslavy sa niesli v znamení 30. výročia podpísania protokolu, pod heslom Ochrana všetkého života pod slnkom.

Opatrenia Montrealského protokolu sa už v krátkom čase po jeho prijatí ukázali ako nedostačujúce, preto signatári prijali na konferenciách v Londýne (1990), v Kodani (1992), v Montreale (1997), v Pekingu (1999) dodatky, ktorými sa rozšíril počet regulovaných látok a skrátili sa termíny na zastavenie ich výroby. V poslednom dodatku z Kigali v Rwande (2016) prijali zmluvné strany na svojom 28. zasadnutí dohodu o redukcii emisií fluorovaných uhlíkovodíkov (HFC), ktoré sice nepatria medzi látky poškodzujúce ozónovú vrstvu, ale sú často používané ako ich náhrada. Majú veľký potenciál zvýšiť skleníkový efekt atmosféry a modelové odhady ukazujú, že bez ich redukcie by v roku 2050 prispievali až desiatimi percentami k zvýšeniu skleníkového efektu atmosféry v porovnaní s obdobím pred priemyselnou revolúciou.

Tohtoročné, v poradí už 10. stretnutie manažérov ozónového výskumu v Ženeve, prinieslo niektoré nové odborné poznatky, týkajúce sa ozónovej vrstvy a chemických procesov v stratosfére. Konštatovali, že príčiny stúpajúceho trendu celkového ozónu po roku 1995 sú stále nejasné, a to vplyvom veľkej medziročnej variability ozónu. Vzostup koncentrácie ozónu v stratosfére je asi z polovice spôsobený vplyvom poklesu ODS (Ozone Depleting Substances – látky poškodzujúce ozónovú vrstvu) a z polovice ochladením stratosféry vplyvom globálneho otepľovania, ktoré je vyvolané rastom koncentrácie skleníkových plynov, hlavne CO₂ v troposfére. Rastúce koncentrácie CO₂ a CH₄ v konečnom dôsledku podporujú ochladenie v spodnej stratosfére a následné zvyšovanie množstva stratosférického ozónu, zatiaľ čo zvýšenie koncentrácie vodnej pary a ODS prispievajú k deštrukcii stratosférického ozónu. Predpokladané zosilnenie stratosférickej

Brewer-Dobsonovej cirkulácie v 2. polovici 21. storočia vyvolá pokles množstva celkového ozónu v tropickej spodnej stratosfére a na druhej strane nárast ozónu v stratosfére miernych zemepisných širok a polárnych oblastí. Sledovanie týchto očakávaných zmien si vyžaduje finančné prostriedky a kapacity na zachovanie existujúcich meraní a výskumných programov. Veľký význam bude mať štúdium vzťahov ozón – klíma a stratosféra – troposféra. V trópoch je možné očakávať poklesy množstva celkového ozónu pod historické minimum, zatiaľ čo v miernych zemepisných šírkach a v polárnych oblastiach skôr vzostupy nad historické maximum. Zdôrazňuje sa väčšia potreba orientácie výskumu na analýzu dlhodobých zmien slnečného ultrafialového (UV) žiarenia, obzvlášť žiarenia s erytémovým účinkom, ktorého množstvo pri zemskom povrchu výrazne závisí od celkového množstva ozónu v atmosfére a ktorého účinky vplývajú v pozitívnom aj negatívnom zmysle na život človeka, ako aj na prírodu i rôzne materiály.

Významnú úlohu pri ochrane ozónosféry Zeme zohráva Svetová meteorologická organizácia (WMO), ktorá zabezpečuje jej monitorovanie. Globálny systém pre sledovanie množstva ozónu v atmosfére (GO3OS, Global Ozone Observing System) patrí pod program Globálne sledovanie atmosféry (GAW, Global Atmosphere Watch) WMO. Ozónometrická sieť disponuje pozemnými stanicami na meranie celkového ozónu, rádiosondážnymi stanicami na meranie vertikálneho profilu koncentrácie atmosférického ozónu a stanicami na meranie profilov koncentrácie ozónu pomocou diaľkových meraní. Súčasťou tohto systému je od roku 1993 aj jediná stanica na meranie celkového ozónu v SR, ktorá sa nachádza v Aerologickom a radiačnom centre SHMÚ v Gánovciach pri Poprade. Merania sa uskutočňujú pomocou dvoch Brewerových ozónových spektrofotometrov, ktoré sú najrozšírejšími prístrojmi svojho druhu vo svete. Okrem celkového ozónu sa prístrojmi pravidelne meria aj slnečné UV žiarenie. Výsledky z meraní celkového ozónu a UV žiarenia sa odosielajú do svetovej databázy v kanadskom Toronte, do ozónových mapových centier v Grécku a v Kanade, a v súčasnosti aj do európskej databázy EUBREWNET. Pre našich obyvateľov sú informácie o stave ozónovej vrstvy a o hodnotách UV indexu denne poskytované prostredníctvom masmédií, ale aj na internetovej stránke SHMÚ (www.shmu.sk), vo forme ozónového spravodajstva.

*Oliver Mišaga
ARC SHMÚ, Gánovce*

EUMETSAT KONFERENCIA O METEOROLOGICKÝCH DRUŽICIACH

V dňoch 2.–6. októbra 2017 sa v Ríme v Taliansku konala konferencia EMSC 2017. Konferenciu každoročne usporadúva EUMETSAT v niektorej zo svojich členských krajín, v spolupráci s národnou meteorologickou službou tejto krajiny. Tentoraz to bola Talianska meteorologická služba (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare).

Konferencie sa zúčastnilo 496 odborníkov z 39 krajín, ktorí prezentovali 296 prác formou prednášok a 210

formou posterov. Prednášky bežali paralelne v štyroch veľkých sálach a boli rozdelené do ôsmich sekcií:

- Súčasné a pripravované satelitné programy a prístroje.
- Nové horizonty v monitoringu Indického Oceánu a priľahlých oblastí.
- Údaje zo súčasných a budúcich satelitov pre numerické modely s vysokým rozlíšením.
- Skladba atmosféry: najnovšie satelitné produkty a aplikácie.
- Monitorovanie morí a oceánov, produkty a aplikácie.
- Satelitné údaje pre podporu operatívnej hydrologie a vodného manažmentu.
- Satelitné údaje v monitorovaní klímy.
- Nová generácia geostacionárnych družíc.

Keďže ide o svetovú konferenciu, okrem EUMETSAT-u a Európskej kozmickej agentúry ESA nechýbalo zastúpenie svetových agentúr pre vývoj a prevádzku meteorologických družíc z USA (NOAA, NASA), Japonska (JAXA), Číny (CMA) a Kórey (KMA, NMSC). V októbri 2014 bola vypustená japonská geostacionárna družica HIMAWARI-8, o dva roky neskôr družica HIMAWARI-9 a v novembri 2016 americká družica GOES-R. Keďže ide o veľmi podobné geostacionárne družice najnovšej – tretej generácie, veľká časť konferencie sa niesla v duchu využitia nových prístrojov a produktov z nich. Prienik s družicami EUMETSAT-u nachádzame smerom do histórie, pretože európsky Meteosat druhej generácie (MSG) ukázal za posledných 10-15 rokov význam multi-spektrálneho snímkovania Zeme so zrýchlenou časovou frekvenciou a potrebu nových spektrálnych pásiem, vyššieho priestorového aj časového rozlíšenia. Prienik je však tiež smerom do budúcnosti - po dokončení vývoja európskeho Meteosat-u tretej generácie (MTG) a jeho vypustení v roku 2021 bude celá naša planéta monitorovaná globálne takmer rovnakými senzormi v časovom kroku 10 minút. Takáto kompletná zostava globálneho monitoringu Zeme z geostacionárnej dráhy má byť funkčná minimálne nasledujúce dve desaťročia. Treba dodať, že okrem základného multi-spektrálneho skenera nájdeme na týchto družiciach úplne nové zariadenia, napr. prístroj pre detekciu bleskov, vertikálnu teplotnú sondáž atmosféry, meranie slnečného UV žiarenia, magnetosféry Zeme a pod.

Z SHMÚ sa konferencie zúčastnili pracovníci odboru diaľkových meraní J. Kaňák a Ľ. Okon. Prispeli sme prednáškou o vedecko-aplikačnom potenciáli stereoskopických pozorovaní oblačnosti z dvojice družíc Meteosat-8 a Meteosat-10. Práca bola robená v spolupráci s kolegami z EUMETSAT-u, Maďarska a Českej republiky. Hoci v histórii už boli robené podobné experimenty z dvojice družíc GOES, súčasná dvojica Meteosat-8 a 10 je unikátna tým, že poskytujú časovo synchronne merania z rovnakých prístrojov, situovaných nad rovníkom a optimálne od seba vzdialených v zemepisnej dĺžke o 41,5°, čo poskytuje veľmi dobre merateľný vzájomný paralaktický posun oblačnosti nad veľkou časťou Európy a Afriky. Meraním tohto posunu a porovnaním s produktom NWCSAF Cloud Top Height sme ukázali, že presnosť merania výšky oblačnosti

touto metódou je úmerná rozlíšeniu skenera a dosahuje 1 až 0,5 km. O metódu, pokiaľ sa dá plne automatizovať, prejavili na konferencii záujem zástupcovia NWCSAF konzorcia. Metódu majú záujem testovať tiež v Japonsku s využitím dvojice družíc HIMAWARI (JAXA) a FY4 (CMA).

Z nových poznatkov, ktoré sme na konferencii získali, vyberáme tie najdôležitejšie:

- Zlepšenie detekcie oblačnosti v nočnej dobe prístrojom VIIRS vo viditeľnom pásme pomocou modelu mesačného svitu.
- Štúdium prenosu vodnej pary do spodných vrstiev stratosféry procesmi nad nákovou búrkových oblakov.
- Nové princípy skenerov AHI, ABI, FCI na geostacionárnych družiciach a prínos nových spektrálnych pásiem pri detekcii oblačnosti.
- Nová verzia softvéru NWCSAF 2018 s vylepšeným produktom konvektívnej inicializácie (anglicky CI - Convection Initiation).
- Detekcia bleskov v globálnej mierke prístrojom GLM na družici Goes-16, využitie týchto pozorovaní pri monitoringu silných búrok a hurikánov. Podobný prístroj sa pripravuje aj pre európsku družicu MTG.
- Pokročilé spracovanie dát z geo-satelitov metódou tvarovania objektov (anglicky morphing – zmena tvaru objektu postupným prechodom) pre určenie potenciálu zrážok pre hodnotenie výskytov silného sucha a naopak silných zrážok spôsobených tzv. atmosférickými riekami (anglicky Atmospheric Rivers) - vzdušnými prúdmi, ktoré sa formujú nad oceánmi v mimo-tropických cyklónach a prenášajú vlhkosť a následne extrémne zrážky nad pevninu.
- Využitie satelitných pozorovaní (mikrovlnné a IR) pri detekcii zrážok, pôdnej vlhkosti a snehovej pokrývky pre lepší hydrologický monitoring.
- Využitie aktívnych meraní zo satelitov (SAR – Synthetic Aperture Radar) pre hodnotenie škôd spôsobených hurikánmi, tornádami, krupobitím, lejakmi a silným vetrom.

Na konferencii sme získali množstvo nových poznatkov a inšpirujúcich nápadov, ako možno zlepšiť využívanie satelitných údajov v praxi. Tieto poznatky sa budeme snažiť v maximálnej miere využiť pri spracovávaní údajov, ktoré prijímame na SHMÚ v súčasnosti, a ktoré nám budú dostupné v kratšej, či vzdialenejšej budúcnosti.

*Ján Kaňák, Luboslav Okon
SHMÚ, Bratislava*

KMO 2017 – KONFERENCIE MLADÝCH ODBORNÍKOV

Konferencie mladých hydroológov, vodohospodárov, meteorológov a klimatológov sa uskutočnili 9.11.2017 na Slovenskom hydrometeorologickom ústave v Bratislave. Hlavným organizátorom bol Slovenský hydrometeorologický ústav. Ďalšími organizátormi, ktorí KMO 2017

podporili, boli Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Slovenský výbor pre hydrologiu, Slovenská meteorologická spoločnosť a Global Water Partnership Slovensko. Na KMO sa súťažilo v troch kategóriách, a to v hydrologickej, meteorologickej a klimatologickej a v tretej, vodohospodárskej. Konferencia má dlhoročnú tradíciu, od roku 1985 sa datuje Konferencia mladých hydroológov. Tento rok to bol už 29. ročník. 18. konferencia mladých meteorológov a klimatológov má tradíciu už od roku 1999. Vodohospodári, ktorí súťažili spoločne s hydroológmi, sa odčlenili v roku 2002 a tento rok bol už 16. ročník.

Konferencie mladých odborníkov (do 35 rokov), kde súťažilo 33 autorov s 31 príspevkami, sa zúčastnilo 82 účastníkov vrátane súťažiacich, porotcov a divákov

Z konferencie bol vydaný elektronický zborník všetkých zaslaných prác s ISBN 978-80-88907-95-4.

Vítané tri práce v každej kategórii sú uvedené bez poradia, podľa abecedy.

29. konferencia mladých hydroológov

(7 hodnotených príspevkov)

- **Belan, Martin**
Indikácia lokalít vystúpenia podzemných vôd k terénu a rámcové posúdenie ich možných dôsledkov
- **Marková, Romana**
Comparison of different methods for detecting a statistically significant trends in annual maximum peak discharges
- **Mrkva, Luboš**
Vývoj jakosti vod v zátoce toku Mastník při ústí do Slapské nádrže (Vltava)

18. konferencia mladých meteorológov a klimatológov

(12 hodnotených príspevkov)

- **Janušková, Miriam**
Kontinentalita podnebia vo vzťahu k radiačným faktorom
- **Markovič, Ladislav**
Dynamicko-klimatologická analýza priemerných hodnôt maximálnych súm 2-denných úhrnov atmosférických zrážok na území Slovenska v období 1951 – 2010
- **Štefánik, Dušan**
Air quality modelling using the CMAQ model

16. konferencia mladých vodohospodárov

(12 hodnotených príspevkov)

- **Kozel, Tomáš**
Hybridní lineární stochastický předpovědní model pro řízení zásobní funkce nádrže
- **Paseka, Stanislav**
Odolnost návrhu nádrže na změny klimatického systému
- **Žabka, Dušan; Horáková, Ivana**
Progresivně metody odstraňování mikropolutantů z odpadových vod

*Danica Lešková
SHMÚ, Bratislava*

SEMINÁR PRI PRÍLEŽITOSTI HYDROLOGICKÉHO ROKA 2017

Na regionálnom pracovisku Slovenského hydrometeorologického ústavu v Banskej Bystrici zorganizovali v polovici novembra hydrologický seminár pri príležitosti ukončenia hydrologického roka 2017. Cieľom seminára, ktorý hydroológovia pripravujú každoročne, je prostredníctvom prednášok zhodnotiť uplynulé obdobie, informovať odbornú i laickú verejnosť o výsledkoch monitorovania v štátnych monitorovacích sieťach za uplynulý hydrologický rok.

Program seminára

- **Podolinská J., Gápelová V., Kováč P.**
Zhodnotenie hydrologického roka 2017 v povodí Hrona, Ipl'a a Slanej
- **Kyselová D., Liová S., Hrušková K., Kolačná Z., Zvolenský M., Padúch F.**
Mimoriadna situácia na nízkotatranských prítokoch a prameňoch koncom apríla 2017
- **Urbancová J., Dadová M.**
Zhodnotenie zmien kvality podzemných vôd v závislosti od hĺbkových horizontov
- **Polčák N., Mészáros J.**
Vplyv reliéfu na rozloženie atmosférických zrážok na Slovensku pri južných cyklonálnych situáciách
- **Hrušková K., Kyselová D.**
Čo sa skrýva za hydrologickými predpoveďami?
- **Kušniráková I., Aschenbrenner Š., Rybár M.**
Zabezpečenie pozdĺžnej kontinuity riek a biotopov – obnovenie migrácie rýb vo vodných tokoch v územnej pôsobnosti SVP, š. p. OZ Banská Bystrica
- **Gál R.**
Štatistika ako súčasť integrovaného manažmentu hydrologických údajov
- **Diskusie**

Podľa slov hydrologičky SHMÚ S. Liovej, z regionálneho pracoviska v Žiline, rok 2017 bol pre hydroológov „ťažký“, pretože: „*sme zaznamenali veľké množstvo extrémnych hydrologických situácií. Napríklad v apríli 2017 po výdatných dažďoch (viac ako 300 % dlhodobého mesačného normálu) a následnom topení sa snehu, boli zaznamenané kulminačné prietoky v povodí Váhu a prítokov Hrona po Banskú Bystricu s významnosťou 20 rokov, ktoré spôsobili rozsiahle škody na infraštruktúre a súkromnom majetku obyvateľov.*“

V prednáške pod názvom Vplyv reliéfu na rozloženie atmosférických zrážok na Slovensku pri južných cyklonálnych situáciách Jakub Mészáros uviedol, že cieľom výskumu je poukázať na veľké priestorové rozdiely v úhrnoch zrážok pri južnom prúde. Znamená to, že pri týchto situáciách padne najviac zrážok na južných svahoch pohorí západného a stredného Slovenska. Naopak najmenej zrážok spadne v kotlinách na severe a v lokalitách na severovýchode Slovenska. „*Toto prúdenie je najnáchyľnejšie na*

vytváranie predpokladov pre vznik povodňových situácií v povodiach Nitry, Hrona, Ipl'a a Slanej. Výsledky našej štúdie môžu poslúžiť na zlepšenie meteorologických a hydrologických predpovedí,“ dodal J. Mészáros.

V prednáške pod názvom Zhodnotenie zmien kvality podzemných vôd v závislosti od hĺbkových horizontov autorka J. Urbancová zhodnotila kvalitu podzemnej vody na území Žitného ostrova vo zvolených hĺbkových horizontoch. Uviedla, že sledovanie podzemných vôd je potrebné zamerať aj na hlbšie horizonty, pretože znečistenie sa môže týkať aj významnejších vodných zdrojov.

V diskusii zaznelo, že pravidelné monitorovanie vodných tokov na Slovensku má význam nie len zo štatistického hľadiska, ale je tiež dôležité pre vodohospodárov, ktorí spravujú vodné toky a nádrže na nich. Podľa meraných výsledkov môžu, okrem iného, operatívne zlepšovať hydrologickú situáciu na tokoch tzv. „nadlepšovaním“ prietokov manipuláciou zadržovaných objemov vody.

Ivan Garčár
SHMÚ, Bratislava

PRED 15 ROKMI SA UDIALI VÝZNAMNÉ UDALOSTI V MODERNEJ HISTÓRII SHMÚ

Približne pred 15 rokmi sa v Bratislave konali 3 akcie s globálnym dosahom, ktorých organizátorom bol Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) v spolupráci so Svetovou meteorologickou organizáciou (WMO). Išlo o medzinárodnú výstavu meteorologických prístrojov, zariadení a služieb METEOREX 2002, ktorá sa konala v dňoch 23.–25. septembra 2002 a bola prístupná aj verejnosti a ďalej dve akcie, ktoré boli organizované len pre odborníkov a špecialistov, delegovaných meteorologickými službami z celého sveta. Technická konferencia WMO (TECO 2002) sa konala súbežne s výstavou METEOREX v dňoch 23.–25. septembra. XIII. zasadnutie Komisie pre prístroje a metódy pozorovania WMO sa uskutočnilo v dňoch 23. septembra – 3. októbra 2002. Všetky akcie sa konali v areáli INCHEBA v Bratislave. Účastníci aj predstavitelia WMO oficiálne prejavili spokojnosť s priebehom odborných podujatí.

Na spomínaných podujatiach sa zúčastnilo niekoľko stoviek odborníkov z celého sveta. Počet zúčastnených krajín presiahol číslo 70. Podľa počtu zúčastnených krajín boli bratislavské mítingy pravdepodobne jednou z najväčších akcií na území Slovenska od vzniku samostatnej Slovenskej republiky až doteraz. Na výstave METEOREX sa zúčastnilo 65 vystavovateľov zo 16 krajín.

Usporiadanie podujatí v Bratislave malo okrem svojho odborného významu pre domácu meteorologickú komunitu aj veľký význam v kontexte pôsobenia SHMÚ na medzinárodnej scéne. Slovenská republika vznikla 1. januára 1993. Krátko potom sa Slovensko stalo členom WMO a SHMÚ, prostredníctvom generálneho riaditeľa Štefana Škuleca, jeho reprezentantom v tejto celosvetovej meteorologickej organizácii. Usporiadanie zasadania CIMO, konferencie TECO a výstavy METEOREX možno vnímať aj ako vyvrcholenie snáh manažmentu a špecialistov SHMÚ

o etablovanie SHMÚ a Slovenska ako seriózneho a neprehliadnuteľného partnera v globálnej organizácii, ktorou WMO bez pochyby je. Dôvera, ktorú prejavilo WMO, keď poverilo SHMÚ usporiadaním podujatí, bola samozrejme podložená aktivitami a prácou v predchádzajúcom období. Zámer usporiadať také veľké podujatia sa vydaril aj napriek nedostatku tradície a skúseností v organizovaní aktivít na medzinárodnej úrovni. V tomto zmysle možno považovať udalosť zo septembra a októbra 2002 za významný medzník v histórii SHMÚ.

O úspech podujatí sa zaslúžili najmä pracovníci Úseku riaditeľa (Ing. K. Martinka, Z. Szabóová, V. Metelková, Ing. M. Mirtová) a Úseku meteorológie (Dr. M. Ondráš, Dr. V. Pastirčák, Dr. I. Zahumenský a ďalší).

Pred pätnástimi rokmi, 28. augusta 2002 sa odohrala ďalšia udalosť medzinárodného významu, ktorá je spojená s históriou SHMÚ. Na kozmodróme Kourou vo Francúzskej Guayane bol vynesený raketou Ariane 5 na geostacionárnu dráhu prvý satelit novej generácie, Meteosat druhej generácie (MSG - 1). Vlastníkom a prevádzkovateľom tohto satelitu je EUMETSAT. Satelity generácie MSG sú v operačnom nasadení doteraz. Slovensko sa stalo kooperujúcim štátom EUMETSATu tri roky pred štartom prvého MSG. Po vypustení MSG sa preto aj Slovensko a SHMÚ stali spoluúčastníkmi tohto veľkolepého európskeho projektu, ktorý pokračuje až do súčasnosti.

*Štefan Škulec
Vladimír Pastirčák*

PERSONÁLIE

PERSONALS

OSOBNOSTI, NA KTORÉ NEZABÚDAME

V roku minulom sme sa rozlúčili s dvoma vzácnymi ľuďmi, ktorí mimoriadnym vkladom prispeli do rozvoja dvoch disciplín spojených s vodou, do českej ale i slovenskej hydrológie a do vodného hospodárstva.

Prof. Ing. Karel Nacházal, DrSc.

Prof. Ing. Karel Nacházal, DrSc. sa narodil v Českých Budějoviciach 11. novembra 1934. V rodnom meste skončil základnú školu a gymnázium a v roku 1953 Fakultu inžinierskeho staviteľstva ČVUT v Prahe. Po skončení vysokoškolských štúdií v roku 1958 nastúpil na Riaditeľstvo vodohospodárskeho rozvoja. Tu sa zaoberal najmä vodohospodárskymi koncepciami, navrhovaním a riadením prevádzky vodohospodárskych diel a prípravou manipulačných poriadkov vodných diel. Začiatkom šesťdesiatych rokov spracoval komplexný manipulačný poriadok Vltavskej kaskády. V súvislosti s riešením tejto zložitej úlohy významne prispel k rozvoju teórie a aplikácie stochastických procesov vo vodnom hospodárstve. Túto tému si aj zvolil pre svoju aspirantskú prácu, ktorú úspešne obhájil v roku 1966 na Stavebnej fakulte ČVUT v Prahe.

Po desiatich rokoch praxe prešiel na vysokoškolskú pôdu, na Katedru hydrotechniky Stavebnej fakulty ČVUT. Tu sa naďalej venoval teórii navrhovania a riadenia vodohospodárskych sústav, neskôr aj na využitie umelej inteligencie vo vodnom hospodárstve, kde sa sústredil na využitie teórie fuzzy množín, neurónových sietí a genetických algoritmov. Za fundament v týchto riešeniach považoval návrhové hydrologické veličiny, preto sa tiež venoval teóriám odhadu pri ich odvodzovaní a metódam tvorby syntetických radov prietokov. Dlhé roky pracoval v redakčnej rade Vodohospodárskeho časopisu. V roku 1977 získal vedeckú hodnosť doktora vied a v roku 1990 ho menovali profesorom pre odbor hydrológie a vodného hospodárstva.

Významný životný prínos prof. Nacházela bola jeho pedagogická činnosť, najmä v oblastiach vodného hospodárstva a vodných stavieb. Viedol diplomantov, aspirantov a doktorandov, prednášal na postgraduálnych hydrologických

kurzoch UNESCO. Bol členom komisie pre obhajoby DrSc. na ČVUT v Prahe a STU v Bratislave.

Bol človekom mimoriadne erudovaným, pracovitým a zodpovedným, so zmyslom pre humor, obdarený talentom veľmi pregnantne, jasne a zrozumiteľne formulovať aj nové a náročné témy vodného hospodárstva. Počas svojho profesijného života získal viacero medailí, čestných uznaní, cien a pamätných medailí ako aj zahraničných ocenení.

Zomrel 6. augusta 2016. Až do posledných dní pracoval na Katedre hydrotechniky Stavebnej fakulty ČVUT.

Ing. Josef Hladný, CSc.

Koncom minulého roka, v čase predvianočnom, 15. decembra 2016 odišiel navždy ďalší spomedzi významných českých hydrológov, Ing. Josef Hladný, CSc., ktorý bol veľmi dobre známy aj slovenskej hydrologickej obci. S ČHMÚ bol v spojení dlhých 60 rokov. Odborný život Ing. Hladného bol mimoriadne dynamický, čínorodý a inšpiratívny.

Pochádzal z Moravy, narodil sa 3. januára 1932 v Doloplazoch pri Olomouci. Vyštudoval Stavebnú fakultu v Brne a po jej skončení v roku 1956 nastúpil na ČHMÚ.

Ing. Josef Hladný, CSc. prešiel všetkými oblasťami hydrologickej služby. Významný bol jeho príspevok k vzniku hydrologickej predpovednej služby, bol pri zakladaní pobočiek ČHMÚ, ale aj pri zakladaní Hydrofondu – banky hydrologických údajov a informácií. V rokoch 1979 až 1990 pôsobil na ČHMÚ vo funkcii námestníka pre vedu a výskum a tu, medzi iným, prispel aj k dnes stále žiadanému prepojeniu meteorológie a hydrológie. Veľmi cenné boli jeho aktivity na príprave študentov a doktorandov univerzitného aj technického smeru, a jeho participácia na postgraduálnom vzdelávaní v rámci Medzinárodného hydrologického kurzu UNESCO v Prahe.

Na medzinárodnom poli sa zapájal najmä do programov Svetovej meteorologickej organizácie, v rámci ktorých založil Národné referenčné centrum HOMS. Bol dlhoročným predsedom Národného výboru pre Medzinárodný hydrologický program UNESCO a aktívnym členom Českého národného výboru pre obmedzovanie katastrof. Viac

rokov aktívne pracoval v Národnom klimatickom programe. Za dlhoročnú úspešnú prácu v službách ČHMÚ dostal Ing. Hladný najvyššie ústavné ocenenie – zlatú medailu Antonína Strnada.

Za dlhodobú konštruktívnu spoluprácu so slovenskými inštitúciami dostal Ing. Hladný ďakovný list Slovenského výboru pre hydrológiu, Pamätnú medailu Výskumného ústavu vodného hospodárstva a Slovenský hydrometeorologický ústav mu udelil striebornú aj zlatú medailu za zásluhy o rozvoj hydrometeorologickej služby.

Spoločná minulosť našich hydrometeorologických ústavov je určite známa aj tej najmladšej generácii. Do roku 1969 sme boli spoločným ústavom, do roku 1993 sme boli spoločným štátom. Tam sú korene spolupráce českej a slovenskej hydrologickej služby a korene mnohých spoločných diel. No táto spolupráca sa neprerušila ani rozdelením Československa, pokračovala aj naďalej v mnohých hydrologických úlohách.

Preto by sme radi spomenuli niektoré oblasti, kde Ing. Hladný s nami veľmi úzko spolupracoval: boli to napr. normy a terminológia, viaceré úlohy štátneho plánu základného výskumu, hydrologické metodiky podporujúce vstupy pre vodné hospodárstvo (napr. presnosť hydrologických charakteristík, hydrologické bilancie, výskum na experimentálnych povodiach, generovanie hydrologických radov). Významná bola napríklad jeho participácia na Hydrologických pomeroch ČSSR, ale tiež dlhoročná organizátorská práca na poli hydrologickom, či už pri Hydrologických dňoch, Národnom klimatickom programe, pri projekte FRIEND alebo v redakčnej rade Vodohospodárskeho časopisu.

Zrejme ako jeden z mála českých a slovenských hydroológov bol nielen pri zakladaní, ale aj aktívny účastník Hydrologických dní. Zvlášť si spomíname na 7. Hydrologické dny 2010 v Hradci Králové s témou: „Voda v meníciim se prostředí: Hydrologie v České republice a Slovenské republice na počátku 21. století“, ktoré mal pod svojou taktovkou a v programe tejto konferencie a v záveroch veľmi pregnantne vyjadril to, čo moderná hydrologia a „voda v meniacom sa prostredí“ potrebujú.

Ukrajinský popularizátor vedy Alexander Petrovič Merkulov svoju knihu o vode nazval Podivuhodná tekutina. Je dobre, keď sa takejto podivuhodnej tekutine venovali obdivuhodní ľudia, ku ktorým bez výhrad patrili aj prof. Ing. Karel Nacházel, DrSc. a Ing. Josef Hladný, CSc.

Zanechali nám významné výsledky dobre vykonanej práce, zanechal nám posolstvo kolegiality a priateľstva. Budeme na nich spomínať s vďakou a úctou.

Za priateľov a kolegov zo Slovenska

Olga Majerčáková

ČENĚK ČERMÁK - DEVÄTDESIAŤROČNÝ

Náš bývalý kolega Čeněk Čermák sa dňa 12. 11. 2017 dožil krásneho veku 90 rokov. Jubilant sa narodil na Podkarpatskej Rusi v Ternove, kde jeho otec slúžil v colnej správe. Po obsadení tohto územia, po Viedenskej arbitráži Maďarskom, sa rodina Čermákovcov presťahovala do Turnova

v Čechách, kde Č. Čermák dokončil stredoškolské štúdium. Neskôr, ako vojak z povolania vyučoval topografiu, letecké predpisy a meteorológiu, najprv na vojenskom leteckom učilišti v Prostějove, neskôr na Vysokej vojenskej leteckej škole v Košiciach. Po odchode z armády, v roku 1969, začal pracovať na Stredisku SHMÚ v Košiciach, kde pracoval až do odchodu do dôchodku v roku 1987. Bol veľkým prínosom pre novovzniknutý odbor klimatológie na rozvíjajúcom sa košickom pracovisku. Svoje odborné skúsenosti venoval zaškoleniam revízorov klimatologickej služby, ktorí preberali pozorovaciu sieť na východnom Slovensku, ako aj problematike staničnej siete. Bol tiež pri počiatkoch posudkovej a expertíznej činnosti v Košiciach, neskôr sa podieľal na riešení viacerých výskumných úloh. Patril medzi zánietených propagátorov meteorológie a klimatológie, svoje príspevky publikoval najmä v košickom večerníku. Prednášky, ktorými obohacoval odborné meteorologické akcie, vedel pútavo podať odbornej i laickej verejnosti. Vedomosti a skúsenosti z klimatológie uplatňoval aj pri svojej bohatej ochranárskej a turistickej činnosti. Jubilant patrí k zakladateľom Slovenského zväzu ochrany prírody a krajiny v okresoch Košice-mesto a Košice-vidiek. Mesto Košice mu udelilo ocenenie za celoživotný prínos pre rozvoj turistiky.

Aj po odchode do dôchodku Č. Čermák často navštevuje pracovisko SHMÚ v Košiciach, kde sa živo zaujíma o meteorologické údaje, či už pri plánovaní svojich letných, alebo zimných peších túr, ako aj pri zostavovaní svojich sezónnych predpovedí a dopĺňaní vlastných štatistických spracovaní. Prajeme jubilantovi, aby mu slúžilo zdravie, aj keď nohy nechcú už tak poslúchať ako pred pár desaťročiami, želáme mu veľa pohody, lásky najbližších a mnoho pekných chvíľ medzi svojimi priateľmi turistami.

*Pavel Šťastný
SHMÚ, Bratislava*

JUBILANT ANTON SIGET

Dňa 22.6.2017 sa dožil osemdesiat rokov náš dlhoročný spolupracovník, kolega a priateľ Anton Siget. Narodil sa v roku 1947 v dedinke Behynce v okrese Topoľčany a od roku 1947 žije v Bratislave. S meteorológiou sa stretol po prvý raz na základnej vojenskej službe, kde navštevoval školu pre dôstojníkov v zálohe, smer poveternostný. To rozhodlo o jeho ďalšom smerovaní v civilnom živote. V roku 1961 nastúpil pracovať do HMÚ na Oblastnú predpovednú službu pre Slovensko, ktorá sídlila na bratislavskom letisku. Po tridsiatich ôsmich rokoch aktívnej práce odišiel v roku 1999 do dôchodku.

Svoje vzdelanie v oblasti meteorológie si rozšíril v rámci štúdia pre zamestnancov a ukončil ho prácou „Vznik a vývoj búrkovej oblačnosti sledovanej letištným radarom“, čo predurčilo oblasť jeho pôsobnosti v rádiolokačnej meteorológii.

Stál pri konštituovaní SHMÚ v roku 1968 a tiež bol pri zrode nového pracoviska rádiolokačnej a družicovej meteorológie na Malom Javorníku pri Bratislave. Od roku 1969 sa aktívne podieľal na budovaní tohto pracoviska a bol jeho súčasťou až do svojho odchodu do dôchodku.

Pracoval ako vedúci oddelenia prevádzky a vykonával prvé ručné rádiolokačné merania. Svoje vedomosti uplatňoval pri tvorbe metodiky rádiolokačných meraní a pri tvorbe automatizovaného spracovania rádiolokačných meraní. Stál pri výmene rádiolokačnej technológie – radar MRL-2 sa vymenil za modernejší dvojvlňový radar MRL-5 a bol pri inštalácii moderného zariadenia na príjem družicových informácií zo satelitov METEOSAT.

Venoval sa zacvičovaniu mladých meteorológov do rádiolokačných meraní a rádiolokačnej meteorológie a odovzdával im svoje informácie získané praxou, ktoré boli veľmi cenné v nepretržitej prevádzke rádiolokačných meraní.

Jeho život na dôchodku prebieha podľa toho, ako žil aj počas práce, veľmi aktívne. Venuje sa rodine, často spolu s manželkou navštevuje chalupu, ktorú pretvoril podľa svojich predstáv a snov a neustále ju treba zdokonaľovať.

Toniku, prajem Ti za všetkých priateľov veľa zdravia, šťastia a spokojnosti do ďalších rokov, aby aj keď je telo stále viac a viac unavené, Tvoja myseľ ostávala stále mladá a aktívna.

*Dagmar Kotláriková
SHMÚ, Bratislava*

RNDr. GABRIEL SZABÓ, CSc. – SEDEMDESIATROČNÝ

Dňa 4.3.2017 v dobrej telesnej a duševnej kondícii oslávil svoju „sedemdesiatku“ RNDr. Gabriel Szabó, CSc., bývalý vedecký a odborný pracovník SHMÚ. Jubilant sa narodil a svoje školské roky strávil v Košiciach. Vysokoškolské štúdiá ukončil na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v odbore fyzika v roku 1970. Neskôr pracoval vo Východoslovenských cementárňach a vápenkách v oddelení automatizácie. V roku 1973 nastúpil na Slovenský hydrometeorologický ústav – stredisko Košice, na oddelenie čistoty ovzdušia, kde zotrval až do odchodu do dôchodku. Kandidátsku prácu obhájil na Geofyzikálnom ústave SAV v Bratislave v roku 1981, vedecko-kvalifikačný stupeň II. získal v roku 1987 a od roku 1997 vykonával funkciu hosťujúceho docenta na Stavebnej fakulte Technickej univerzity Košice.

Dr. Szabó bol od roku 1976 vedúci oddelenia čistoty ovzdušia strediska, neskôr pobočky SHMÚ v Košiciach. Tu sa významne podieľal na výstavbe, rozvoji a neskôr automatizácii monitorovacieho systému znečistenia ovzdušia v pôsobnosti košického pracoviska. Ťažisko jeho odbornej a vedeckej práce však od začiatku jeho pôsobenia na ústave spočívalo v hodnotení kvality ovzdušia, nielen v regionálnom, ale aj v celoštátnom meradle. K tomuto účelu tvorivo rozvinul a aplikoval metódy matematického modelovania rozptylu znečisťujúcich látok z rôznych zdrojov. Bol riešiteľom alebo spoluriešiteľom početných výskumných úloh a projektov. Je autorom oficiálnej metodiky MŽP SR „MODIM“ pre modelovanie kvality ovzdušia zo stacionárnych aj mobilných zdrojov. Po vstupe Slovenska do EÚ túto metodiku rozšíril a upravil v zmysle požiadaviek európskej legislatívy. Spolupracoval s MŽP SR pri tvorbe a novelizáciách slovenskej legislatívy kvality ovzdušia. Vypracoval metódy pre celoslovenské plošné hodnotenie

všetkých indikátorov kvality ovzdušia podľa legislatívy EÚ (modely CEMOD a IDWA). Bol koordinátorom a hlavným riešiteľom mapovania kvality ovzdušia pre každoročný reporting našej krajiny do EÚ. Výsledky svojej práce úspešne predstavil na mnohých medzinárodných konferenciách venovaných modelovaniu znečistenia ovzdušia. Má bohatú publikačnú činnosť - je autorom, resp. spoluautorom okolo 150 odborných článkov, výskumných správ, štúdií, skript a spolupracoval tiež na štyroch knižných publikáciách. Zastával funkciu predsedu vedeckej rady SHMÚ. Bol dlhoročným členom redakčnej rady Meteorologického časopisu. Jubilant vlastní oprávnenie MŽP SR pre imisno-prenosové posudzovanie, je konzultantom MŽP SR pre túto oblasť a získal certifikát od US EPA pre Risk Assessment. Vypracoval desiatky posudkov, expertíz a štúdií pre zabezpečenie požiadaviek zákona o ovzduší, resp. zákona o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Svoje kontakty s SHMÚ neprerušil ani po odchode do dôchodku. Naďalej sa podieľa na vypracovaní každoročného Hodnotenia kvality ovzdušia v SR a poskytuje pracovníkom odboru Monitorovanie kvality ovzdušia konzultácie a cenné rady, vyplývajúce z jeho hlbokého pochopenia problematiky kvality ovzdušia a dlhoročných skúseností.

V mene bývalých spolupracovníkov a priateľov prajem jubilantovi predovšetkým čo najviac zdravia, spokojnosti, optimizmu a pohody v rodine.

*Pavel Šťastný
SHMÚ, Bratislava*

JUBILANT RNDr. PAVOL PINDJÁK

V máji tohto roku oslávil v relatívne dobrom zdraví životné jubileum, 70 rokov, náš bývalý kolega RNDr. Pavol Pindják. Jubilant sa narodil 1.5.1947 v Sihelnom na Hornej Orave. Po ukončení gymnázia v Námestove absolvoval štúdium geografie na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Základnú vojenskú službu si odkrútil v moravskom Holešove. V septembri 1972 bol prijatý na SHMÚ do novovznikajúceho výskumného oddelenia na klimatológii, kde bol spoluriešiteľom viacerých projektov. Venoval sa analýze zrážkových pomerov na Slovensku (aj v rámci medzinárodnej úlohy Hydrológia Karpát), štúdiu mestskej klímy (Klíma a mezoklíma Bratislavy a Košíc), mezoklimatickým podmienkam povodia Mošteník, analýze klimatických pomerov juhoslovenských kotlín, atď. Od roku 1986 bol vedúcim oddelenia profesionálnej staničnej siete. V roku 1990 uspel v konkurze na miesto námestníka riaditeľa pre úsek Klimatológie. Stál pri zrode Národného klimatického programu, začiatkoch automatizácie meteorologických meraní a pri budovaní kalibračných laboratórií na SHMÚ. Od roku 1994 zastával opäť funkciu vedúceho odboru (resp. oddelenia) meteorologických staníc, kde pôvodne patrili všetky letecké aj terénne profesionálne (synoptické) meteorologické stanice. V tomto období (1994-2000) prebehla kompletná automatizácia týchto staníc, vrátane modernizácie letiskových meteorologických systémov a informačných systémov pre pozorovateľov, zaviedla sa evidencia a pravidelné kalibrácie všetkých základných meradiel. Riadeniu a metodickému vedeniu

pozorovateľov staničnej siete sa venoval až do odchodu do dôchodku v roku 2011. Okrem odbornej práce sa jubilant venoval určitý čas aj práci vo futbalovom klube a blízky vzťah k športovým aktivitám zúročil do niekoľkonásobného víťazstva v branno-bezpečnostných pretekoch na športových hrách ústavu.

Dnes svoj čas venuje hlavne svojim vnúčatám a práci v záhradke. Do ďalších rokov prajeme RNDr. Pavlovi Pindjákovi veľa zdravia, spokojnosti a úspechov v osobnom živote v kruhu rodiny.

*Branislav Chvila
SHMÚ, Bratislava*

JUBILANTKA

RNDr. OLGA BRASLAVSKÁ CSc.

RNDr. Oľga Braslavská, CSc. sa narodila 28.12.1947 v Banskej Bystrici, kde študovala na strednej zdravotnej škole. V roku 1967 ukončila štúdium maturitou. Pokračovala v štúdiu biológie na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave, ktoré úspešne ukončila v roku 1972. V roku 1976 získala doktorát z botaniky. Na Slovenský hydrometeorologický ústav v Banskej Bystrici nastúpila 1. januára 1985. V roku 1991 získala atestáciu z agrometeorológie v Toulouse. V roku 2005 odišla na dôchodok.

RNDr. Oľga Braslavská, CSc. sa zaslúžila o rozvoj agrometeorológie a fenológie na Slovensku, ale i v zahraničí. Počas svojej kariéry publikovala množstvo vedeckých článkov a príspevkov v zahraničných aj domácich časopisoch a zborníkoch. Spolupracovala na zahraničných a domácich projektoch a riešila výskumné úlohy z oblasti fenológie. Podieľala sa na tvorbe Zborníka prác č. 38, ktorý bol venovaný fenológii. Vytvorila metodické predpisy „Fenologické pozorovanie lesných rastlín“ a „Fenologické pozorovanie všeobecnej fenológie“, ktoré sú dodnes v platnosti.

V mene všetkých priateľov a bývalých spolupracovníkov, dovoľujem si jej touto cestou poďakovať za jej dlhoročnú prácu v oblasti fenológie a do ďalších rokov života jej popriať pevné zdravie, spokojnosť v osobnom živote a ešte veľa rokov aktívneho života.

*Zora Snopková
SHMÚ, Banská Bystrica*

ŽIVOTNÉ JUBILEUM

RNDr. ĽUBICE JANČOVIČOVEJ

RNDr. Ľubica Jančovičová oslávila 20.2.2017 významné životné jubileum. Narodila sa v Kremnici, základnú deväťročnú školu však už navštevovala v Bratislave. Po stredoškolských štúdiách na Gymnázium Jura Hronca v Bratislave pokračovala vo svojom vzdelávaní na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v odbore fyzická geografia. Počas štúdia získala Pochvalné uznanie dekana Prírodovedeckej fakulty UK ako aj Cenu rektora Univerzity Komenského. Na Prírodovedeckej fakulte UK ostala pôsobiť aj po ukončení štúdia na pozícii asistenta až do roku

1986. Venovala sa riešeniu úloh komplexnej geografie, ako aj ďalšej vedecko-výskumnej a pedagogickej činnosti. Neskôr pracovala na Ústredí štátnej ochrany prírody, Stredisko rozvoja ochrany prírody ako odborný referent, kde sa zaoberala problematikou komplexnej geografie z hľadiska využitia jej nástrojov pre diferencovanú ochranu prírody vo veľkoplošných chránených územiach, spracovaniu územných priemetov veľkoplošných chránených území a vypracovávaní inventarizačných výskumov maloplošných chránených území. Od roku 2003 pôsobí na Slovenskom hydrometeorologickom ústave ako meteorológ-klimatológ na odbore Klimatologická služba, kde sa venuje okrem posudkovej a expertíznej činnosti najmä agrometeorológii a fenológii. Vďaka jej vytrvavej a mravčej práci boli stanovené algoritmy kontroly údajov pôdných teplôt a pôdných vlhkostí a boli stanovené nové hydrolimity pôdnej vlhkosti pre agrometeorologické stanice. Pravidelne každý mesiac sa aktívne podieľa na zostavovaní Bulletinu Meteorológia a Klimatológia ako aj Agrometeorologických a fenologických informácií. Je autorkou a spoluautorkou viacerých vedeckých a odborných publikácií, vrátane Klimatického atlasu Slovenska. Jubilantka je členkou Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti a Slovenskej geografickej spoločnosti.

Vychovala dve, dnes už dospelé, dcéry, ktoré aj vďaka jej starostlivosti úspešne vykročili do života. V neposlednom rade je potrebné vyzdvihnúť jej dobrosrdečnosť a ľudskosť. Vždy s úsmevom na tvári vie svojich kolegov povzbudiť, či potešiť, nasmerovať správnym smerom a poradiť.

Do ďalšieho života prajeme jubilantke veľa zdravia, šťastia, spokojnosti v pracovnom aj osobnom živote a ešte mnoho rokov plných elánu.

*Katarína Mikulová
SHMÚ, Bratislava*

JUBILANTKA

RNDr. ZUZANA KOLAČNÁ

Dlhoročná pracovníčka Slovenského hydrometeorologického ústavu RNDr. Zuzana Kolačná oslávila koncom apríla tohto roku životné jubileum. Jubilantka sa narodila 30. apríla 1957 v Medzibrode. Vyštudovala Gymnázium v Banskej Bystrici, kde v roku 1976 maturovala. Po ukončení štúdia na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (v roku 1981) začala pracovať na katedre mineralógie na PFUK, ako odborný pracovník, kde úspešne absolvovala rigorózne konanie. Od roku 1983 pracuje na Slovenskom hydrometeorologickom ústave, na pracovisku v Banskej Bystrici. Od svojho nástupu pracuje v hydrologickej službe, na podzemných vodách, a na hydroprognózne službe.

RNDr. Kolačná publikuje mnoho vedeckých príspevkov v časopisoch a zborníkoch. Rieši výskumné úlohy a vypracováva odborné posudky z oblasti podzemných vôd, sledovania prameňov a podieľa sa na vyhodnocovaní plaveninového režimu v pôsobnosti. Je dlhoročnou členkou pobočky Slovenskej meteorologickej spoločnosti v Banskej Bystrici.

Za všetkých priateľov a spolupracovníkov, dovoľujem si touto cestou poďakovať RNDr. Kolačnej za jej dlhoročnú prácu v oblasti hydrológie podzemných vôd a do ďalších rokov jej popriať dobré zdravie, veľa optimizmu a pohodu v pracovnom aj osobnom živote.

*Zora Snopková
SHMÚ, Banská Bystrica*

JUBILEUM RNDr. IGORA ZAHUMENSKÉHO

V čase, kedy sa v minulosti odchádzalo do dôchodku, dnešní šesťdesiatnici zväčša oslavujú svoje jubileum v plnom pracovnom nasadení. Jedným z nich je aj RNDr. Igor Zahumenský.

Narodil sa v Poprade 30.7.1957. Tu vychodil aj základnú školu a gymnázium, ktoré absolvoval v rokoch 1972–76. Po jeho skončení nastúpil na Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského na štúdium fyziky. Toto v roku 1980, keď už študoval na danej fakulte špecializáciu meteorológia-klimatológia, prešlo na novo vzniknutú Matematicko-fyzikálnu fakultu. Po absolvovaní vysokoškolského štúdia nastúpil v roku 1981 do zamestnania na Slovenský hydrometeorologický ústav ako letecký meteorológ na letisku Bratislava-Ivanka. V 1985 prešiel do Prievidze na leteckú meteorologickú stanicu, kde robil vedúceho stanice. Keď sa na aerologickom stredisku v Poprade-Gánovciach kreovalo aj školiace pracovisko, RNDr. Zahumenský tu prišiel pracovať ako hlavný metodik-školiť pre profesionálnu staničnú sieť. Neskôr sa vrátil opäť do Prievidze ako asistent námestníka pre meteorológiu a klimatológiu. Venoval sa rozvoju automatizácie meraní, kontrole kvality údajov a tvorbe metodických predpisov a príručiek pre pozorovateľov. V Prievidzi vybudoval experimentálny polygón pre testovanie meradiel.

Popri práci na SHMÚ sa začal venovať začiatkom deväťdesiatych rokov aj pedagogickej činnosti, keď v rokoch 1990–2002 vyučoval na Vysoké škole dopravy a spojov (teraz Žilinská univerzita) meteorológiu a oceánografiu. V tomto období tiež postupne v Žiline, Košiciach a v Bratislave vyučoval meteorológiu v jachtárskych kurzoch. Práca na SHMÚ ho prirodzene priviedla k medzinárodnej spolupráci, hlavne cez Svetovú meteorologickú organizáciu (WMO). Aktívne sa zúčastňoval na práci Komisie pre prístroje a pozorovacie metódy (CIMO) a Komisie pre základné systémy (CBS). Toto ho nakoniec priviedlo až k práci priamo vo WMO v Ženeve, kde nastúpil v roku 2008 najprv na Komisiu pre prístroje a pozorovacie metódy, v tom istom roku hneď ale prešiel do práve sa rodiaceho nového programu WIGOS (Integrovaný globálny pozorovací systém WMO). Pri tejto práci zotrval dodnes. Permanentne však udržiava styk so svojou materskou organizáciou.

Jubilant je rodinne založený človek, oženil sa v roku 1984 a má 2 synov. Je však tiež dobrým kamarátom a milovníkom prírody. K všeobecnému záujmu o prírodu pridáva turistiku, ale aj jogu a meditáciu.

Jubilantovi do ďalších rokov prajeme veľa zdravia, pracovné úspechy a pohodu v osobnom živote.

Pavol Nejedlík, SAV, Bratislava

K NARODENINÁM RNDr. PAVLY PEKÁROVEJ, DrSc.

RNDr. Pavla Pekárová, DrSc. pracuje celú svoju profesnú kariéru v Ústave hydrológie SAV od roku 1982. Po skončení štúdia na Matematicko-fyzikálnej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave nastúpila ako analytička na oddelení hydrológie do tímu Ing. Ota Mendela, CSc. Vďaka svojej invenčnosti a túžbe po poznaní rýchlo postúpila od vyhodnocovania údajov z experimentálnych povodí ústavu a zavádzania metód hydroinformatiky ku hydrologickej výskumnej práci na analýze zložiek hydrologickej bilancie experimentálnych povodí, najmä v Prírodnom hydrologickom laboratóriu (PHL), v povodí potoka Mošteník v Kúnovci pri Považskej Bystrici. Výskumný program kolektívu, ktorý bol dovedy orientovaný prevažne na kvantitatívnu hydrológiu, bol ňou rozšírený i o problematiku kvality vody v tokoch. Jubilanťka sa v rámci vedeckej aspirantúry (v dnešnej terminológii doktorandského štúdia) venovala analýze, predpovedi a simulácii odosu polutantov povrchovým tokom spôsobených plošnými zdrojmi znečistenia v povodí a skúmala vplyv využitia krajiny na kvalitu vody v tokoch. Prácu obhájila v roku 1996. Výsledky z tejto problematiky boli zhrnuté v monografiách „Modelovanie kvality vody v povodí Ondavy“ a „Water Quality in Experimental Basins“, pri spracovaní ktorých už viedla vlastné autorské kolektívy.

Veľkou devízou jej vedeckej práce je, popri vysokom osobnom nasadení, i jej záujem a schopnosť motivovať kolegov ku spolupráci. Po ukončení aspirantúry sa pomerne skoro stala vedúcou viacerých projektov VEGA, APVT a APVV, ktoré boli zamerané na štúdium zmien vybraných zložiek hydrosféry a biosféry. Vždy šlo o rozsiahle kolektívy zahrňujúce aj externých spolupracovníkov, najmä z STU, SHMÚ a UK v Bratislave. Prelomovou bola jej monografia v oblasti štúdia dlhodobých cyklov kolísania zrážok a odtoku a telekonekcií „Dynamika kolísania odtoku svetových a slovenských tokov“ v roku 2003 a na ňu nadväzujúce štúdie v popredných svetových hydrologických časopisoch. Tieto jej priniesli i medzinárodné uznanie jej výsledkov. Za túto monografiu jej bola udelená aj Prémia Literárneho fondu za rok 2003 v sekcii pre vedeckú a odbornú literatúru. V roku 2004 získal ňou vedený kolektív Cenu SAV v oblasti spolupráce s vysokými školami za prácu „Vplyv klimatickej zmeny na dynamiku režimu odtoku z povodí SR“. Bola tiež vedúcou kolektívu, ktorému bola udelená Prémia Literárneho fondu za vedeckú a odbornú literatúru za rok 2005, v kategórii prírodné a technické vedy za monografiu „Scenáre zmien vybraných zložiek hydrosféry a biosféry v povodí Hrona a Váhu v dôsledku klimatickej zmeny“.

V roku 2010 úspešne obhájila doktorskú dizertačnú prácu s názvom „Multiannual runoff variability in the upper Danube region“ a bola jej priznaná vedecká hodnosť DrSc. V práci identifikovala hydrologické a meteorologické javy v regióne povodia rieky Dunaj, ich vzájomné vzťahy a predložila interpretáciu príčin ich kolísania. Prínos práce spočíva predovšetkým v novom pohľade na globálnu väzbu dlhodobých cyklov v kolísaní nízkych a vysokých odtokov a ich časových posunov v regióne

horného Dunaja so záverečným profilom v Bratislave. Poznatky sú mimoriadne dôležité pre protipovodňovú ochranu Bratislavy a priľahlého územia, ako i pre hospodárenie s vodnými zdrojmi na Slovensku vo všeobecnosti. Výsledky vedeckej práce RNDr. Pavly Pekárovej, DrSc. sú okrem už spomenutých monografií obsiahnuté i v ďalších 4 monografiách a v mnohých zahraničných štúdiách v impaktovaných časopisoch.

RNDr. Pavla Pekárová, DrSc. bola riaditeľkou Ústavu hydrológie SAV v rokoch 2012 až 2016. Svojou pracovitosťou, dôslednosťou a organizačnými schopnosťami dokázala úspešne riadiť činnosť ústavu vo všetkých smeroch. Zároveň, ako členka Snemu SAV prispievala k zdarnému fungovaniu tohto orgánu. Opakovane bola, vo viacerých obdobiach, i predsedníčkou Vedeckej rady ÚH SAV.

Dlhodobu sa angažuje v medzinárodnej spolupráci, predovšetkým s rôznymi inštitúciami v krajinách, ktorých vodný režim a klímu ovplyvňuje rieka Dunaj a jeho hlavné prítoky. V súčasnosti je medzinárodnou koordinátorkou projektu „Runoff regimes of rivers in the Danube basin“ v rámci Medzinárodného hydrologického programu UNESCO. Jej srdcovou záležitosťou je najmä historická hydrológia a dokumentovanie povodňových značiek po významných historických povodniach na Slovensku i pozdĺž celého toku Dunaja. S rovnakým nasadením sa angažuje aj oblasti propagácie výsledkov vedy a vzdelávaní verejnosti.

Do ďalšej tvorivej práce jej za všetkých kolegov želáme veľa zdravia a nadšenia

*Pavol Miklánek, Ústav hydrológie SAV, Bratislava
Ján Szolgay, STU v Bratislava*

RNDr. PAVOL NEJEDLÍK, CSc. – ŠESŤDESIATROČNÝ

Náš kolega, spolupracovník a priateľ RNDr. Pavol Nejedlík, CSc. sa v dobrom zdraví a tvorivej pracovnej pohode v auguste tohto roku dožil svojho životného jubilea 60-tich rokov. Jubilant sa narodil dňa 15.8.1957 v Trnave. Stredoškolské vzdelanie získal v Skalici. Na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK ukončil štúdium fyziky v špecializácii meteorológia-klimatológia v roku 1975 a doktorát v tejto špecializácii získal v roku 1981. Kandidátsku prácu obhájil na MFFI UK v Bratislave v roku 1992 a vedecko-kvalifikačný stupeň II získal v roku 2016.

Po skončení štúdia Dr. Nejedlík nastúpil do zamestnania na pobočke SHMÚ v Košiciach. Pod vedením svojich vedúcich a kolegov získal znalosti a zručnosti v celej technologickej linke od meteorologických meraní a pozorovaní, cez revíziu a inšpekčnú činnosť až po kontrolu kvality údajov. K tomuto základu sa súběžne začlenilo organizovanie a zabezpečovanie terénnych meraní, náročná posudková a expertízna agenda, ako aj účasť na projektových a výskumných úlohách. Agrometeorologická a fenologická problematika časom získavali dôležitý smer v jeho ďalšom napredovaní. V rokoch 1999–2001 sa

Dr. Nejedlík stal riaditeľom Regionálneho strediska SHMÚ v Košiciach. Presadzoval vysokú úroveň základných činností v klimatológii, hydrológii i čistote ovzdušia ako i v nadstavbových aktivitách. Ďalšia etapa pracovného, ale aj osobného života jubilanta sa niesla v znamení jeho zahraničného pôsobenia. Od roku 2001 do 2006 pôsobil v pozícii vedeckého tajomníka v programe COST, najprv v doméne Meteorológia, neskôr v doméne Vied o Zemi a životnom prostredí. Pupočná šnúra medzi jeho profesnými a manažérskymi aktivitami v Bruseli a jeho materským ústavom zostala zachovaná, pričom Dr. Nejedlík svojou iniciatívou zapojil do niekoľkých perspektívnych projektov v rámci programu COST aj odborníkov zo SHMÚ i SAV. Jubilant sa po svojom návrate na SHMÚ v roku 2007 spočiatku venoval problematike v rámci úlohy Národný klimatický program, ako aj projektovým úlohám v agrometeorológii a fenológii. V roku 2007 sa stal riaditeľom úseku Meteorologická služba SHMÚ. V tomto období prejavil značnú dávku predvídavosti a inicioval viacero významných projektov, z ktorých vzišla napr. Národná adaptačná stratégia Slovenska na dôsledky klimatickej zmeny a tiež aj Klimatický atlas Slovenska. Zaslúžil sa tiež o medzinárodnú spoluprácu vo výskume sucha a zavedenie monitoringu sucha na ústave. V turbulentnej dobe 2010–2012 bol Dr. Nejedlík opakovane poverený a vymenovaný za generálneho riaditeľa SHMÚ. Zaslúžil sa o realizáciu projektov na modernizáciu staničnej siete SHMÚ. Od polovice roka 2012 do konca 1. štvrťroka 2014 znova zastával pozíciu riaditeľa Úseku meteorologická služba. Neskôr pracoval ako vedecko-výskumný pracovník na odbore Klimatologická služba. Od marca 2015 sa jeho novým pôsobiskom stala Slovenská akadémia vied, konkrétne Ústav vied o zemi, kde zastáva funkciu vedúceho oddelenia. Pokračuje projektovými aktivitami, či už v programe COST, alebo v rámci domácich projektov. Naďalej spolupracuje so SHMÚ hlavne v oblasti problematiky sucha, fenológie a klimatickej zmeny. Jubilant je zástupcom Slovenska v komisii pre agrometeorológiu Svetovej meteorologickej organizácie. Je členom Slovenskej meteorologickej spoločnosti a Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti, kde sa významne organizátorsky angažuje. Je čestným členom Maďarskej meteorologickej spoločnosti a Vedeckej spoločnosti vo Florencii. Publikoval veľké množstvo vedeckých a odborných článkov, vrátane monografií. Zúčastnil sa aktívne mnohých odborných konferencií doma i v zahraničí, pričom viaceré aj sám organizoval. K jeho koníčkum patrí cestovanie, niekoľkokrát absolvoval cesty okolo sveta, ktoré si aj sám navrhol a logisticky zabezpečil. Je milým a pozorným spoločníkom, spóhľivým a odborne erudovaným kolegom a spolupracovníkom. Má dobrú schopnosť združovať ľudí a nadchnúť ich pre pozitívnu vec.

V mene celej slovenskej meteorologickej komunity prajeme jubilantovi predovšetkým čo najviac zdravia, spoločnosti a pohody a ešte veľa rokov tvorivej vedeckej práce.

*Pavel Šťastný
SHMÚ, Bratislava*