

JIZERKA 2022

sborník příspěvků z meteorologické konference



Český
hydrometeorologický
ústav



JIZERKA 2022

meteorologická konference

Sborník příspěvků z konference pořádané
Českým hydrometeorologickým ústavem
a Českou meteorologickou společností konané

**ve dnech 17. až 19. května 2022
v hotelu Pyramida na Jizerce v Jizerských horách**

Na konferenci byly prezentovány příspěvky zabývající se převážně problematikou meteorologie, klimatologie, hydrologie a kvality ovzduší ve středních a vyšších polohách Česka a střední Evropy nebo také příspěvky, které mají vztah k Jizerským horám a počasí

Pavel Lipina a Jan Procházka, editoři sborníku

Fotografie na obálce sborníku:

Jarní letecký pohled na Jizerku s Bukovcem, autor: Jirka Jiroušek, 2018, www.nebeske.cz

Poděkování:

Poděkování patří všem přednášejícím, kteří včas dodali své prezentace v textové formě příspěvků publikovaných v tomto sborníku a umožnili tak jeho vydání v termínu konference

Hotelu Pyramida na Jizerce za poskytnutí prostor pro konání této konference

Tiskovému a informačnímu oddělení ČHMÚ za vydání sborníku příspěvků z konference, grafické provedení a připomínky k textům

Všem, kteří se podíleli na přípravě a zdárném průběhu konference

Meteorologickým pozorovatelům a všem nadšencům, kteří se zabývají meteorologií a klimatologií nejen v Jizerských horách, jakož i všem pozorovatelům na horských stanicích za jejich nelehkou práci

Obsah

Úvod	5
I. Jizerské hory – historie, současnost a budoucnost	7
1. Pavel Lipina: Jizerka	8
2. Jiří Jiroušek: Nebeske.cz nad Jizerskými horami	13
II. Meteorologická a jiná měření v Jizerských horách (včera, dnes a zítra)	16
1. Miroslav Jech: O srážkách ovzdušných aneb, když se měřilo na Smrku.....	18
2. Jana Hubená, Stanislav Toman: Historie meteorologických pozorování na Jizerce a v jejím okolí.....	20
3. Dáša Richterová: Meteorologické stanice ČHMÚ v Jizerských horách.....	24
4. Antonín Vojvodík, Jan Procházka, Josef Jindra, Ondřej Doležal: Poznatky z mrazových lokalit Jizerských hor.....	27
5. Ilona Zusková: Klima Jizerky a okolí.....	31
6. Tomáš Fryč: Vodoměrná stanice Jizerka – historie a současnost měření, základní hydrologické údaje	36
7. Petr Ferbar, Václav Koza, Jakub Medek, Luděk Rederer: 30 let monitoringu vodárenských nádrží v Jizerských horách.....	40
8. Ondřej Špulák, Dušan Kacálek: Vybrané výsledky mikroklimatických šetření prováděných na pěstebně-ekologických experimentech v okolí Jizerky.....	44
III. Problematika měření na horách – horské stanice, meteorologické přístroje a technika na horách	49
1. Rastislav Mačura: Vybrané kapitoly z historie meteorologické stanice Lomnický štít	50
2. Luboš Němec: Měření vodní hodnoty sněhu na Lysých horách	56
3. Jan Procházka, Veronika Šustková, Miroslav Tesař: Problematika měření sněhu a zimních srážek na Šumavě, tvorba podrobných mapových výstupů.....	59
4. Tomáš Janík: 17 let měření amatérské meteostanice Knínice v Krušných horách	63
5. Veronika Šustková, Marek Šustek, Miroslav Řepka, František Putala, Pavel Lipina: 70 let meteorologických měření a pozorování na Červené.....	66
6. Olga Halášová: Návštěvnost Lysé hory v závislosti na počasí?	71
7. Jan Rybář, Milan Záhorec, Patrik Grosinger, Adam Vincze, Ivan Fiřka: Námrazovka.....	74
8. Pavel Sedlák, Naděžda Zíková: Měření atmosférického aerosolu na vrcholu Milešovky při výskytu i absenci mlhy	77
9. Martin Vokoun: Měření celoročních srážek radarovým srážkoměrem v náročných horských podmínkách	80
10. Pavel Jůza: Dlouhodobé změny dohlednosti na některých horských stanicích	83
11. Jan Rybář, Peter Medrický, Andrej Miček: Systém managementu měření (zabezpečení meteorologické měřicí techniky).....	85
IV. Klimatologická zpracování, charakteristiky území a klimatická změna ve středních a vyšších nadmořských výškách	87
1. Jan Procházka, Ivo Rolčík, Pavel Lipina: Porovnání vybraných meteorologických charakteristik na horách severu a jihu Česka	88
2. Zdeněk Blažek: Příspěvek k vyhodnocení meteorologických podmínek na severní a jižní straně Jeseníků.....	92
3. Vojtěch Bližňák, Petr Zacharov: Extrémní srážky na Milešovce.....	95
4. Pavel Lipina, Veronika Šustková: Beskydy – měsíční klimatologické charakteristiky	98
5. Stanislava Kliegrová, Lucie Kašíčková: Změna teploty vzduchu v období 1961–2020 na vybraných stanicích ČHMÚ v Krkonoších	102
6. Lenka Crhová, Anna Valeriánová: Měření a vyhodnocení krátkodobých srážek v horských a vyšších polohách.....	105
7. Ladislav Markovič, Pavel Faško, Jozef Pecho: Zmeny výšky snehovej pokrývky v horských oblastiach Slovenska v období 1921–2021	109
8. Lucie Pokorná, Michal Belda, Romana Beranová: Nová regionální reanalýza pro střední Evropu PERUN/Reanalysis	113
9. Pavel Zahradníček, Rudolf Brázdil, Petr Štěpánek: Změny teplot a srážek v České republice v letech 1961–2020 se zřetelem na horské oblasti.....	117

V. Hydrologie a kvalita ovzduší středních a vyšších poloh.....	119
1. Roman Juras, Jan Fořt, Kryštof Dytrt, Vojtěch Moravec: Experimentální měření odtoku ze sněhové pokrývky ve skiareálu Alšovka v Krušných horách.....	120
2. Lenka Janatová: Vývoj kvality ovzduší v Jizerských horách	122
3. Helena Plachá, Miroslav Bitter, Štěpán Rychlík, Ondřej Vlček: Je kadmium ještě problémem Jizerských hor?.....	125
VI. Problematika předpovědi počasí, synoptické hodnocení a hydroprognóza zejména ve středních a vyšších oblastech	129
1. Alena Kamínková, Ondřej Kosík, Jarmila, Šustková: Využití dat ze sněhoměrných automatických stanic pro práci hydroprognózy	130
2. Marcin Wdowikowski, Franciszek Szumiejko, Krzysztof Krakowski, Karina Kózka: Wykorzystanie patrolowych pomiarów pokrywy śnieżnej jako element wsparcia oceny określenia zasobów wodnych śniegu w obszarze środkowej Odry – badania pilotażowe (Využití hlídkového měření sněhové pokrývky jako prvku podpory pro hodnocení sněhových vodních zdrojů v oblasti střední Odry – pilotní studie)	134
3. Patrik Grosinger: Meteorologické postřehy z volnočasového paraglidingového létání	138

Úvod

Uběhlo již pět let od doby, kdy jsme se potkali na první takovéto konferenci věnované především provozní meteorologii v horských oblastech. Letos to je již třetí podobná akce. Inspirací pro uspořádání konference Jizerka 2022 byly meteorologické konference konané na Lysé hoře v Beskydech ve dnech 14. až 15. června 2017 pod názvem Lysá hora – 120 let meteorologických měření a pozorování, a ve dnech 14. až 16. května na Kvildě pod názvem Šumava 2019. Jednalo se o konference se zaměřením na meteorologii, klimatologii a čistotu ovzduší ve středních a vyšších polohách Česka a střední Evropy.

Konference v Beskydech se věnovala také výročí 120 let pozorování na Lysé hoře a v neposlední řadě vzpomínce náhlého úmrtí našeho kamaráda, dlouholetého tamního pozorovatele, Vladimíra Ondrucha. Tuto akci pořádal Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci s Českou meteorologickou společností a neformálním sdružením Lysá hora. Dvoudenní převážně provozní konference měla velký ohlas, zaznělo tam 48 referátů pro 105 účastníků. Konferenci na šumavské Kvildě pořádal Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci s Českou meteorologickou společností, neformálním spolkem SUMAVA.EU, Správou Národního parku Šumava a Obcí Kvilda. Během třídní akce zaznělo 44 příspěvků pro 105 účastníků, součástí byly terénní exkurze na zajímavá místa. V průběhu konference konané v polovině května nám také napadl sněh, to aby nebylo pochyby, že se jedná o horskou konferenci konanou na horách.

Na základě osvědčeného konceptu z Lysé hory v roce 2017 a z Kvildy v roce 2019 jsme v uvažovaném dvouletém cyklu plánovali a připravovali v podobném duchu tuto převážně provozní meteorologickou konferenci na Jizerce. Ne vše je vždy tak, jak si přejeme a plánujeme, proto jsme její organizaci museli o jeden rok odložit. Jsme přesvědčeni, že to bude jediným problémem, který naše současné setkání v Jizerských horách ovlivní.

Výběr místa konání konference se zrodil již na Kvildě a nebylo to náhodou. Jizerské hory patří mezi pohoří, kde se meteorologii a hydrologii věnuje značná pozornost. Kromě tradičních meteorologických stanic a pozorování je zde několik experimentálních povodí s podrobným meteorologickým a hydrologickým monitoringem. V bohaté historii meteorologických pozorování v Jizerských horách je snad nejčastěji v tomto směru zmiňována osada Jizerka, kde se při letošní akci právě setkáváme.

Potěšil nás velký zájem o účast na konferenci, a to nejen z Česka. K 31. březnu 2022 bylo na konferenci přihlášeno celkem 107 účastníků a 49 příspěvků. Pro organizátory jsou to velmi radostné počty, ale zároveň velký závazek k tomu, aby vše proběhlo co nejlépe. Mimo tematicky nebo odborně zajímavé příspěvky, které zazní na konferenci, nebo jsou uvedeny ve sborníku, je hlavním cílem setkání kolegů z oboru, lidí různých profesí, navázání nových pracovních či osobních kontaktů, diskuse nad odbornými tématy, či poznání meteorologicky a hydrologicky zajímavých lokalit Jizerských hor. Jsme rádi, že konference má mezinárodní ohlas, účastní se i přednášející z Polska a Slovenka.

V pozvánce na konferenci jsme přihlašující se vyzývali k zaslání příspěvku do sborníku z předpokládaného tématu vlastní prezentace. Tímto všem, kteří tak učinili, patří náš dík. Na oplátku Vám můžeme přímo na konferenci poskytnout tento sborník, ve kterém naleznete celkem 36 zajímavých příspěvků.

Věříme, že konference bude důstojným připomenutím dlouhé historie meteorologických a hydrologických pozorování a přinese účastníkům mnoho nových podnětů a zajímavých informací nejen k problematice horské meteorologie. K tomu by měl přispět i tento sborník a informace v něm obsažené, jež snad budou společně patřit k těm nejpřínosnějším vzpomínkám na konferenci a poslouží ku prospěchu mnoha čtenářů.

Editoři sborníku

Pavel Lipina a Jan Procházka

I. Jizerské hory – historie, současnost a budoucnost

Jizerka

Pavel Lipina

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00, Ostrava-Poruba, pavel.lipina@chmi.cz

Jizerka

Historie osady Jizerka

Sklářská osada na Jizerce. Osada je poprvé písemně zmíněna v roce 1539 v registru pražského archivu ve sporu o hranice mezi českým panstvím navarovským a německým frýdlantským jako odlehlé obydlí číhařů a ptáčníků. Výsledkem tohoto sporu byl odprodej osady a jejího okolí do majetku frýdlantského panství roku 1591. Od 15. století byla navštěvována italskými prospektory hledajícími drahokamy na Safírovém potoce. Ti zde hledali celou řadu drahých kamenů, byly mezi nimi například rubíny, modré safíry, spinely, topazy a v neposlední řadě nerost ilmenit, který byl pojmenován místními jako izerín. Roku 1769 měla osada celkem 7 domů. V roce 1828 založil sklář Franz Anton Riedel první sklářskou huť v osadě. Franze Riedela, huťmistra na Nové Louce už omrzelo neustálé dohadování s lesní správou libereckého panství o přiděl dřeva, a tak si v roce 1828 začal stavět novou sklárnu na jiném, tentokrát semilském panství. Konečně se mohl rozmáchnout, a tak jeho huť na Jizerce měla jako jediná z „lesních“ skláren dvě pece. Tyčové sklo pro bižuterní výrobu a flakony se zde přestaly vyrábět v roce 1884 a o tři roky byla budova zbořena. Obyvatelé zapadlé vísky v horách však práci neztratili, protože zde už od roku 1866 pracovala nová sklárna, jejíž objekt se zachoval dodnes, přestože sklo se zde přestalo tavit již v roce 1907. To už na Jizerce začala éra turistiky. Někdejší brusírna skla se přeměnila v restauraci nazvanou podle blízkého pomníku U Pyramidy a z velkého huťmistrova Panského domu se stala prázdninová kolonie horského spolku pro nemocné a neduživé dívky.

Od roku 1923 začala letním táborům sloužit i sklárna. Poválečné vysídlení německých obyvatel přineslo horší časy. Nikomu se na větrnou hůrku nechtělo, a tak mnoho budov začalo sloužit pouze rekreaci a pár jich zaniklo. V roce 1956 došlo k ukončení výuky v budově školy, dnes Muzeu Jizerských hor.

Jizerka dnes

Jizerka bezesporu patří mezi nejpůvabnější horské osady. Původně měla o pár domů více, ale nakonec se jich po poválečném odsunu německého obyvatelstva podařilo většinu zachránit a nově využít. Pohraniční pásmo zde na rozdíl od vedlejší Velké Jizery naštěstí nikdy neexistovalo. Domy slouží převážně k rekreaci. Stálé obyvatele by jste spočítali na prstech jedné ruky.



Obr. 1 Jizerka (foto Jan Jiráček).

Až v posledních letech se několik lidí rozhodlo zhodnotit turistický potenciál Jizerky. Na prvním místě to jsou manželé Dudovi, kteří nemalým nákladem dokončili opravu Panského domu na nejlepší ubytovnu v místě a zrekonstruovali i sousední Pyramidu. K vytápění v této mrazové kotlině slouží geotermální vrt. Ze sklárny se stala sportovní hala s restaurací.

Geografie a místopis

Jizerka leží na Malé Jizerské louce mezi Vlašským a Středním jizerským hřbetem Jizerských hor ve výšce 862 m n. m., což z ní dělá nejvýše položenou osadu Jizerských hor. Osada Jizerka (německy Klein Iser) je jednou z částí obce Kořenov v okrese Jablonec nad Nisou v Libereckém kraji. V roce 2011 bylo na Jizerce registrováno 13 stálých obyvatel a 18 domů. Katastrální území Jizerky má rozlohu 27,3568 km².

Jizerka byla v letech 1850–1936 součástí obce Bílý Potok, v letech 1936–1959 samostatnou obcí. Velká Jizerská louka: Horní tok Jizery a louka, kde se až do roku 1945 rozkládala horská osada Velká Jizera (Gross Iser). Zbyla z ní jen škola, nyní turistická ubytovna Chatka Górzystów. Jizerka je dnes střediskem letní a zimní turistiky. Má silniční spojení se zbytkem Kořenova (konkrétně s Horním Polubným). Zástavba vsi je od roku 1995 chráněna jako vesnická památková rezervace.

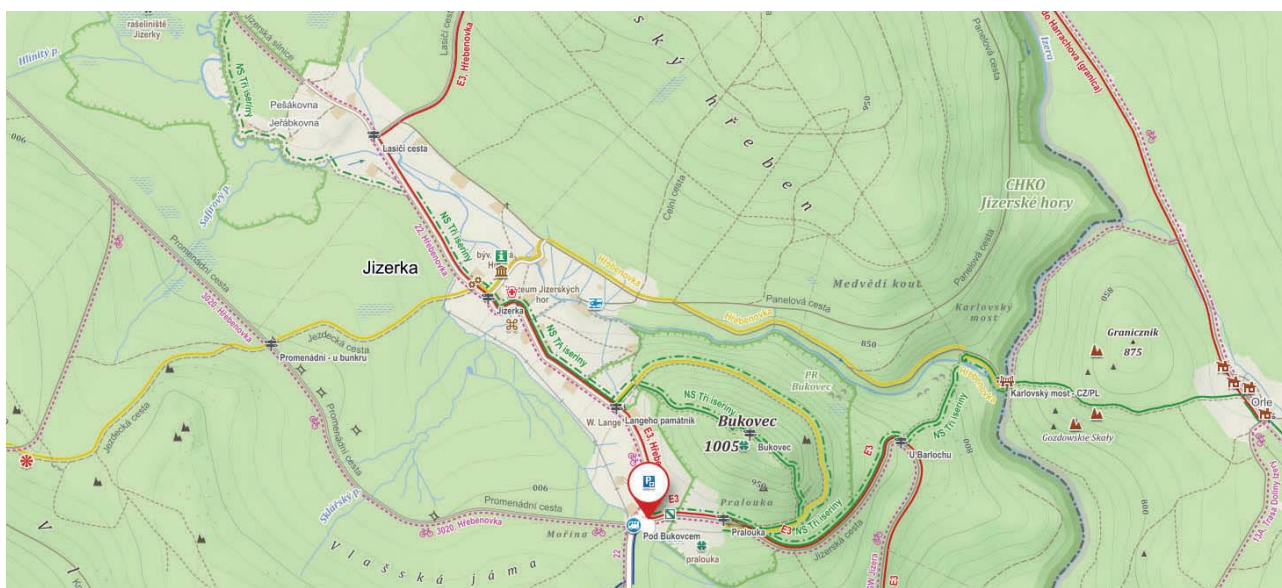
Zajímavosti Jizerky a nejbližšího okolí

Hnojový dům (německy Misthaus) je dřevěná horská chalupa v osadě Jizerka v Jizerských horách. Původní chalupa byla postavena na přelomu 17. a 18. století. Po kolektivizaci zemědělství sloužila pro ustájení krav a jako skladiště hnoje. V roce 1964 ji za 345 Kčs zakoupil cestovatel a dobrodruh Gustav Ginzl a pomocí dvou horských potůčků, které sem svedl, ji vyčistil. 24. srpna 1995 Hnojový dům vyhořel v době, kdy byl jeho majitel v Austrálii. Spolu s chalupou shořelo i celé majitelovo muzeum kuriozit. Po svém návratu Ginzl zastřešil bývalou kamennou stáj – jedinou část stavení, která nepodlehla ohni, ubytoval se tam, přečkal v ní jizerskou zimu a později začal znovu budovat nový dům. Zanedlouho, roku 1997 kdy byla dokončena roubená stavba, díky pomoci dobrovolníků (i zahraničních) stál opět nový Hnojový dům i s novými exponáty v muzeu kuriozit.

Muzeum Jizerských hor je expozice provozovaná Českým svazem ochránců přírody (ČSOP) v osadě Jizerka. Muzeum, v celkem čtyřech expozicích, dokumentuje historii Jizerských hor, místní dějiny sklářství a přírodní zajímavosti z místní živé a neživé přírody. Budova muzea byla postavena v roce 1889 a sloužila jako škola pro děti místních osadníků až do roku 1962. V 50. letech 20. století zde také sídlil místní národní výbor. Po uzavření školy sloužila budova nějaký čas jako prodejna potravin a následně byla přestavěna na rekreační středisko bytového podniku Desná. Později zde našla útočiště Horská služba a Státní ochrana přírody. V roce 1989 koupil budovu ČSOP v Jablonci nad Nisou, přičemž chalupa zprvu sloužila jako terénní a informační stanice. V roce 1994 zde vznikla na popud Miloslava Nevrlého a za pomoci Severočeského muzea v Liberci spolu s Muzeem skla a bižuterie v Jablonci nad Nisou expozice Stará tvář Jizerských hor. Od té doby byly expozice postupně rozšiřovány až na současné čtyři hlavní okruhy.

Pyramida – bývalá brusírna skla přestavěná na první restauraci v osadě.

Bukovec (1 005 m n. m.) je výrazný čedičový vrch na východním okraji Jizerských hor, v okrese Jablonec nad Nisou.



Obr. 2 Jizerka. (zdroj www.mapy.cz).



Obr. 3 Jizerka (foto Jan Jiráček).

Svým výrazným kuželovitým tvarem tvoří dominantu horské osadě Jizerka. Díky čedičovému podkladu se na vrchu vyvinula bohatá flóra. Zajímavosti místní přírody popisuje naučná stezka. Z vrcholu je za dobrého počasí rozhled také na západní část Krkonoš. Bukovec je jednou z největších čedičových kup v Evropě.

Naučná stezka Bukovec – Jizerka – rašeliniště Jizerky je nejstarší naučnou stezkou v Jizerských horách. Byla založena v roce 1971 a je 6 km dlouhá. Po trase se můžeme setkat s 18 informačními tabulemi, kde návštěvníky hor seznamuje s geologickým uskupením Bukovce a s ekosystémem rašeliniště Jizerky.

Bukovec je chráněn jako přírodní rezervace s rozlohou 30 ha, hranice rezervace kopírují úpatí hory. Hora je ojedinělým neovulkanickým útvarem v krkonošsko-jizerském masívu. Důvodem vyhlášení rezervace jsou především raritní



Obr. 4 Jizerka (foto Jan Jiráček).



Obr. 5 Jizerka (foto Jan Jiráček).

čedičové výlevy. Vlastní útvar Bukovce tvoří vypreparované čedičové těleso z olivinitického nefelinitu, na jihovýchodním a severovýchodním svahu se vyskytují suťová pole.

Rašeliniště Jizerky je národní přírodní rezervace nalézající se severně od obce Kořenov, přesněji severozápadně od její horské osady Jizerka na území CHKO Jizerské hory. Oblast je chráněná z důvodu ochrany porostů, květeny, rašelinišť a krajinných útvarů.

Národní přírodní rezervace Rašeliniště Jizerky se rozprostírá v široké ploché pánvi o průměrné nadmořské výšce 880 m n. m. mezi dvojicí horských hřebenů a to Vlašským a Středním Jizerským. Chráněným územím protéká potok Jizerka.

Rašeliniště Jizery je národní přírodní rezervace nacházející se na severu České republiky, v Jizerských horách nedaleko státní hranice s Polskem v mělkém údolí Jizery, na české části Velké jizerské louky (Hala Izerska). Nejcennější rašelinná, resp. přírodovědecká lokalita CHKO Jizerských hor. Rašeliniště Jizery je největší rašeliniště v České republice, ještě rozsáhlejší část se nachází na území dnešního Polska. Na polském území byla dlouho přísněji chráněná rezervace relativně malá a nesla označení Torfowisko Izerskie. Od roku 2000 však byla rezervace výrazně rozšířena (dnešní výměra činí 484,73 ha) pod novým názvem Torfowiska Doliny Izery.

Černá jezírka jsou přírodní rezervace v chráněné krajinné oblasti Jizerské hory na okrajové části Středního jizerského hřebene, na evropském rozvodí mezi Baltickým a Severním mořem. Jsou významným vrchovištním komplexem, jenž leží v nadmořské výšce 885–912 metrů. Rezervace se rozkládá na území o velikosti 66,6 hektarů a dalších 72,4 ha tvoří její ochranné pásmo. V roce 2012 byla zapsána pod názvem Horní Jizera do seznamu ramsarských, mezinárodně významných mokřadů. Důvodem ochrany je, kromě výskytu rašelinišť, i přítomnost zbytků klimaxových horských smrčín. V srpnu 2013 byla přijata vyhláška o rozšíření ochranného pásma přírodní rezervace.

Toto území bylo ve druhé polovině 20. století postiženo odumíráním značných ploch smrkových porostů. Vrchol této katastrofy nastal v osmdesátých letech. Faktorů, jež toto způsobily, bylo mnoho, ovšem z těch nejzávažnějších můžeme jmenovat: vysoké imise oxidu siřičitého (kyselé deště), degradace půdy, škůdci. Řešením této situace byl import nepůvodních druhů stromů, konkrétně smrku pichlavého (*Picea pungens*).

Rašelina má v nejsilnějších místech mocnost až čtyř metrů. Nachází se zde řada pseudokrasových jevů jako je propadání rašeliny a pseudozávrty (připomínají klasické závrty, nicméně nejsou na krasovém podloží).

Předmětem ochrany jsou zde především rašeliniště a klimaxové horské smrčiny. Hlavním úkolem je obnova původní druhové dřevinné skladby a stabilizace lesního krytu. Vzhledem ke statutu oblasti je zde omezený pohyb osob, jelikož PR Černá jezírka patří do první zóny CHKO. Nicméně je zde patrná snaha o zanechání samovolnému procesu regenerace. V oblasti nejsou patrné žádné zásahy správců. Vzhledem k dlouhodobému zlepšování stavu v této oblasti nejsou zásahy zapotřebí. Ovšem i zde je výjimka, a tou je rojovník bahenní (*Ledum palustre*). U tohoto druhu se intenzivně studuje životaschopnost populace a dle toho se provádí potřebná opatření na podporu. V historii v oblasti značně trpěla především flóra a to kvůli emisím. Dlouhá léta zde byl těžký průmysl a vypouštěl velké množství zplodin do ovzduší, což narušilo zdejší vegetaci a větší množství stromů uhynulo. Po roce 1989 a zlepšení ovzduší (filtry atd.) se situace neustále zlepšuje a smrčiny se opět vzdmáhají.

Rybí loučky je přírodní rezervace v Jizerských horách, v katastrálním území Jizerka obce Kořenov v okrese Jablonec nad Nisou. Chráněné území se rozkládá v pánvi při severovýchodním úpatí Pytláckých kamenů, necelé tři kilometry severně od osady Jizerka, v prostoru mezi Středním jizerským hřebenem a říčkou Jizerou. Oblast spravuje AOPK ČR Správa CHKO Jizerské hory.

V osadě Jizerka bydlí odloučen od veřejnosti bývalý komunistický pohlavár Lubomír Štrougal. Jednu z nemovitostí, tzv. starou celnici, zakoupil i miliardář Petr Kellner. Na místě původní budovy vystavěl její repliku, podařilo se mu též zlegalizovat stavební úpravy provedené bez povolení předchozím majitelem. Bylo to vůbec poprvé, co se na Jizerce objevil stavební jeřáb. Kellner též získal povolení na vybudování heliportu.

Rezervace „tmy“

V údolí řeky Jizerky a údolí hraničního úseku Jizery se nachází takzvaná „rezervace tmy“ neboli Jizerská oblast tmavé oblohy (polsky Izerski Park Ciemnego Nieba), která byla zřízena za účelem informování široké veřejnosti o problematice světelného znečištění. Má popularizovat noční životní prostředí i podpořit turistický ruch. Na čtyřech místech byly umístěny informační tabule s různými tématy o noční obloze a světelném znečištění. Vedoucí Správy Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory vysvětluje, že jde víceméně o proklamativní záležitost a neformální dohodu, že se v oblasti nebudou používat zbytečné světelné poutače nebo lasery. V Jizerce není ani veřejné osvětlení. Chráněná oblast tmavé oblohy zaujímá téměř 75 kilometrů čtverečních a spadá do ní i bývalá polská sklářská osada Orle, dnes turistické středisko. Na Jizerce by mělo být pouhýma očima vidět kolem 1000 hvězd, ve městech asi 200 a ve velkoměstech kolem 20. Na Jizerku jezdí pozorovat oblohu astronomové z Liberce a Jablonce, avšak na jihozápadě a západě Čech jsou ještě tmavší místa. Zakládající memorandum přijalo 20. září 2009 6 institucí: Astronomický ústav Varšavské univerzity, Astronomický ústav AV ČR, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR – Správa CHKO Jizerské hory, nadleśnictwa Świeradów-Zdrój a Szklarska Poręba a Lesy České republiky – krajské ředitelství Liberec, po dohodě se starosty dotčených obcí. Status ochrany nemá přímou oporu v zákonech.

Literatura:

Jizerka, 2022 [online]. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: http://www.jizerky.eu/jizerka_chron.php.

Jizerka, 2022. [online]. WIKIPEDIE.cz. Otevřená encyklopedie. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Jizerka>.

TAUCHMAN, A., KARPAŠ, R., 2012. Jizerské hory z nadhledu. Jizera Mountains from a bird's eye view. Liberec: Roman Kašpar RK Liberec, 1. vydání, 176 s. ISBN 978-80-87100-19-6.

Jiří Jiroušek – Nebeske.cz nad Jizerskými horami

Jiří Jiroušek

www.nebeske.cz, jirka@nebeske.cz

Létám. S nohama nad zemí, s větrem ve tváři. S hadrem nad hlavou, vrtulí za zády. Vyhlížím. Jak světlo šahá na zemi, jak stíny hrají své divadlo. Hledám zajímavé pohledy na krajinu pode mnou, ty se pak snažím pochytnat do fotoaparátu na mém krku visícím. Jsem létající fotograf. Nebo fotografující pilot? Kdo ví. Nahoru mě tahá motorový padák. Takový moped mezi letadly. Létám téměř třicet let, stejně tak dlouho fotografuji. Patnáct let vytvářím archiv vlastních leteckých snímků z České republiky. Je jich téměř 200 000 a jsou jako počasí. Neexistují dva stejné. Díky počasí. Pokaždé nazdobí krajinu jinak.

Nejsem jen letadlo. Rád chodím po zemi, většinu po nebi navštívených míst jsem prošel pěšky, projel na kole, proklouzal na lyžích. Jizerské hory jsou mi v tomto směru přítelem na všechny způsoby. Zalíbil jsem si je, ale nebyla to láska na první pohled. Je třeba je prozkoumat ze všech stran. Jen z jedné se zdají být fádními. Vrcholky jsou sice prominencí nevýrazné, dokážou však být docela drsné a nepřístupné. Pro množství lesů je létání nad nimi složitější. Od jihu pomalu stoupají, na sever rychle padají. Deset let je obletuji. Nejdříve jsem se odvážil do hustě osídlené jižní části. Po důkladné přípravě později i na střed a sever. Rozlehlé smrkové lesy jsou tam dílem lidské ruky, naproti tomu Jizerskohorské bučiny ukazují zachovalý porost bez zásahů člověka. Tři velké vodní nádrže zrcadlí nebe i okolní stromy. Divoké skály podtrhují horský vzhled. Údolí Jizery a Jizerky vždy pohládí moji duši.

Když se připravuji na další fotolet, u počítače několik hodin studuji mapy a hlavně předpovědi počasí. Nepevná konstrukce křídla živě reaguje na turbulence ve vzduchu, nízká rychlost letu vyžaduje slabý či žádný vítr. Různé předpovědní modely mi pomáhají odhadnout, jestli a kam se mám vypravit, kudy mohu letět. Webové kamery a měřiče aktuální situace pak říkají, jak se modely potkávají s realitou. Do poslední chvíle před letem sleduji aktuální stav i předpovědi.

Mám rád celou Českou republiku. Čím dál tím více. Pro svoji rozmanitost. A vlastně i pro její celkem kapesní rozměry, které mi umožňují zkoumat ji často a všude. Baví mě pohlížet na stejné místo ve všech čtyřech ročních obdobích. Mé letové pocity jsou o světle, o vůni a ostrosti vzduchu, ve kterém se pohybují, o hřbetech kopců a tkaničkách řek protkávajících se v mých očích. O lidských sídlech a cestách. O tom, jak člověk krajinu přetvořil a dále přetváří. Jde o nadhled. Pocit nadhledu, ne však pýchy. Občas radost, občas smutek.



Obr. 1 Jarní pohled přes Jizerku a kopec Bukovec až do Krkonoš. Takový, jaký moji duši vždy pohládí.



Obr. 2 Zima nad Jizerou a na Jizerce. V zimě takto létá málokdo. Natož aby při létání fotil.



Obr. 3 Srpnová ranní mlha nad Jizerkou. Brzy po východu slunce.



Obr. 4 Ranní nálada na Jizerce. I v srpnu se někdy v domech topí.



Obr. 5 Jizerka se v druhé polovině léta pomalu odívá do podzimních barev. Téměř polední slunce.

II. Meteorologická a jiná měření v Jizerských horách (včera, dnes a zítra)

O srážkách ovzdušných aneb když se měřilo na Smrku

Miroslav Jech

Pozorovatel meteorologické stanice ČHMÚ v Hejnici, m.jech@atlas.cz

Historické srážkové rekordy z Jizerských hor jsou všeobecně známy díky srážkoměru na Nové Louce. Na této stanici byl zaznamenán 29. července 1897 denní srážkový úhrn 345,1 mm, který nebyl dodnes překonán. Tento rekordní úhrn je jednotlivými autory označován za rekord středoevropský nebo evropský. V různých časových obdobích však pracovaly v Jizerských horách další srážkoměrné stanice. Jednou z nich byla od roku 1921 do 1945 i srážkoměrná stanice na nejvyšší hoře české části Jizerských hor, Smrku. Stanice nikdy nikým nepřipomínaná a snad nikdy komplexně nezpracovaná, po které zbyly jen archivované měsíční výkazy v archívu ČHMÚ. Srážkoměr není vidět ani na desítkách fotografií z různých školních nebo turistických výletů ani na oficiálních poštovních pohlednicích. Nelze jej dokonce najít ani na velkoplošných leteckých snímcích z roku 1938.

V průběhu semináře, který se konal v prosinci 2012 v prostorách České zemědělské univerzity v Praze, byla na jednom z posterů zveřejněna fotokopie zažloutlých stránek prvorepublikové ročenky „Srážky ovzdušné“. Právě zde vedle všeobecně známých srážkoměrných stanic, jako byla stanice Nová Louka nebo U studánky, byla zapsána i stanice Smrk. Po prvotním odmítnutí, že bych mohl snad do archivovaných výkazů být jenom nahlédnout, i když pro ČHMÚ pracuji již 54 let, jsem byl přece jenom požádán o zpracování všech dochovalých výkazů.

Začalo velké dobrodružství při zpracování dat. Během pětadvacetileté existence stanice se v chatě na Smrku vystřídali tři chataři: 1921–1930 Franz Preisser, 1930–1940 Josef Schär a 1940–1945 Franz Porsche. Ti samí jsou také podepsáni pod měsíčními výkazy jako pozorovatelé. Měsíc co měsíc odcházela 25 let z chaty měsíční hlášení, do údolí je vozil koník nebo byla uložena v batohu nosiče. Na některých záznamech je vidět spěch s jakým byly pořízeny, jinde je patrná preciznost a puntičkářství. Záznamy odhalí i to, kdy nosič promokl na kůži, nebo to, kdo z chatařů byl dysgrafik (tvrdošíjně psal N a S obráceně). Kompletní řada archivovaných měsíčních výkazů je vždy při střídání chatařů nepochopitelně přerušena, někdy na několik měsíců, někdy i na rok. Některá krátkodobá přerušení pozorování počasí jsou jen jednodenní a vysvětlena stručnou poznámkou: „neměřilo se“. Vyskytují se zpravidla v zimě, snad bývala chata zavěšená a krátkodobě opuštěná, nebo si nikdo z personálu nedovolil zápis do deníku za nepřítomného šéfa udělat. Kuriozním je zdůvodnění z roku 1938, kdy se pan Schär pohoršuje přímo v zápisu ve srážkoměrném deníku, že byl vojenskou správou povolán do Frýdlantu, patrně z důvodu mobilizace.

Právě kvůli těmto krátkodobým přerušením pozorování nelze z celkové doby pozorování zjistit u 8 let roční srážkové úhrny. Záznamy jsou vedeny v některých obdobích až s úzkostlivou pečlivostí. Tříkrát denně je zapisován pomocí symbolů stav počasí, stav povrchu půdy i oblačnost, dále pak doba trvání srážek, mlhy, rychlost a směr větru a přechod bouřek. Několik let je tříkrát denně zaznamenávána i teplota vzduchu, používán je patrně jen okenní teploměr, neboť údaje jsou v celých stupních (na meteorologických stanicích se měří v desetinách stupňů). V archivovaných měsíčních hlášeních se však najdou i taková, kde je první den zapsáno „hezky“ a značkami je naznačeno, že to platí celý měsíc. Občas se najdou i prazvláštní charakteristiky počasí jako „mokra ale hezky“ nebo „teple ale těžko“. Velmi závažnou chybou v záznamech je, že ani jeden z pozorovatelů nepochopil, že ráno změřené srážky se zapisují ke dni předešlému, to samé platí i o výšce nového sněhu. Revizorky, které záznamy kontrolovaly, pak nešetřily červenou tužku.



Obr. 1 Chata na Smrku v letním období.



Obr. 2 Chata na Smrku v zimním období.

Všechny údaje pořizované 25 let na stanici Smrk jsou již dnes zapsány do klimatologické databáze ČHMÚ. Po zmáčknutí příslušné klávesy počítače lze lehce zjistit maxima nebo minima, ale i měsíční nebo roční úhrny. Pro zajímavost uvádím některá zjištěná data.

Když byly takto pohromadě denní přehledy počasí ze Smrku, zcela jistě reprezentující počasí v převážné části Jizerek, nedalo mi to a zjišťoval jsem stav počasí při leteckých katastrofách v této oblasti.

Jen jednou a to při nešťastí u „Věže grálu“ dne 30. 05. 1940 se konal meteorologický horor. Bouřka, mlha, déšť, kroupy a nárazy větru se na pádu letadla jistě podepsaly. Při všech ostatních pádech letadel stanice Smrk nezaznamenaly žádný extrém.



Obr. 3 Měsíční výkaz srážkoměrné stanice Smrk, srpen 1922.



Obr. 4 Ve svých 72 letech pozorovatel Franz Preisser ještě jednou navštívil vrchol Smrku.

Tab. 1 Vybrané extrémní charakteristiky stanice Smrk v Jizerských horách.

Charakteristika	Hodnota	Datum výskytu
Maximální denní srážka (mm)	113,0	17. 7. 1927
Maximální dvoudenní srážka (mm)	186,1	26.–27. 6. 1934
Maximální měsíční srážka (mm)	360,5	Říjen 1930
Minimální měsíční srážka (mm)	0,6	Říjen 1943
Maximální roční srážka (mm)	1911,0	Rok 1941
Minimální roční srážka (mm)	880,0	Rok 1928
Maximální výška sněhové pokrývky (cm)	271	30. 3.–01. 4. 1944
Maximální denní přírůstek sněhu (cm)	50	21. 2. 1941

Končí se vyprávění o meteorologické stanici na vrcholu Smrku, o stanici nikdy nikým připomínané, jejíž existence byla objevena pouhou náhodou. Po horách již nechodí ani syn prvního pozorovatele, nedávno zemřel. Když Karel Nádeník psal „Knihu o Smrku“, vedl s ním dlouhé rozhovory, ale o stanici se nedozvěděl. Na moji výtku, proč se autorovi knihy o existence stanice nezmínil, odpověděl: „Když on se mne na to nikdo neptal“. Obdobná věc se mi stala nedávno. Na jedné z nově publikovaných fotografií rozhledny na Smrku se u její paty popásají dvě kozy. Táral jsem se jednoho z posledních pamětníků, mimochodem mého dobrého kamaráda a odpověď byla stejná: „Kozy tam byly, ale nikdo se mne na ně neptal“.

Je již pět minut po dvanácté, pamětníci starých Jizerek ubývají, ptejte se jich třeba na pouhé banality a publikujte vše, co se dovíte. Jednou, třeba za sto let, budou tyto informace velmi cenné. Tak, jak si my dnes ceníme článků v zažloutlých stránkách starých ročenek.

Historie meteorologických pozorování na Jizerce a v jejím okolí

Jana Hubená¹, Stanislav Toman²

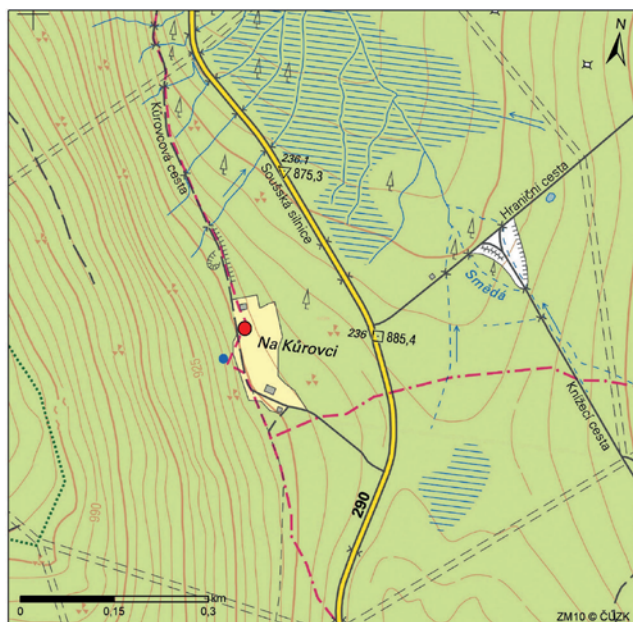
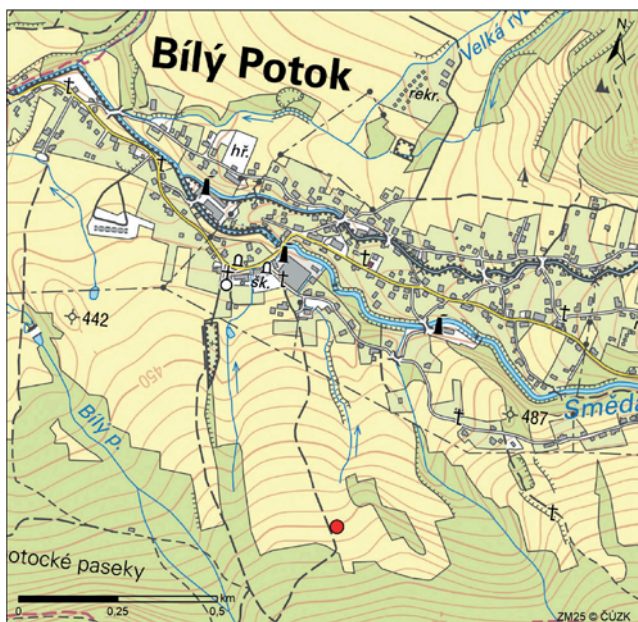
Český hydrometeorologický ústav, Oddělení meteorologie a Klimatologie, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4,
¹jana.hubena@chmi.cz, ²stanislav.toman@chmi.cz

1. Srážkoměrná stanice (MSS)

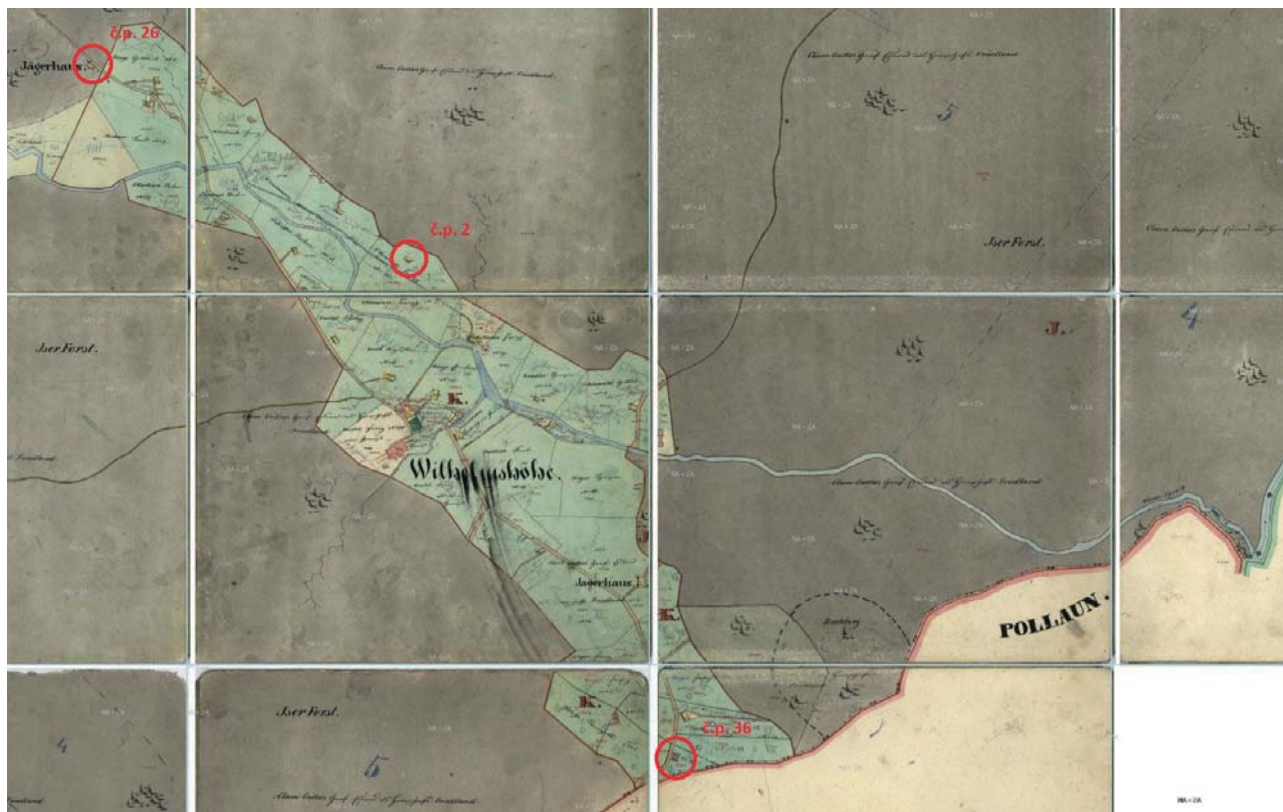
Stanice Jizerka se uvádí ve srážkoměrných ročenkách od roku 1879 (Wilhelmshöhe). Měsíční výkazy jsou v archivu v Brozanech od roku 1897 (chybí květen, září, říjen 1897). V roce 1899 pozoruje Kühlmann, v roce 1900 Gotmeschild, později Krause Heger, Kintzl. Od roku 1910 pozorují Gustav Kluge a Ida Kluge. Od roku 1939 (ročenky zpracovávají po válce) je uvedena nadmořská výška 870 m n. m. a souřadnice s přesností na desítky minut. Podrobnější záznamy chybí, ty jsou k dispozici až od roku 1942. V záznamu o inspekci ze dne 7. 6. 1942 se píše, že srážkoměrná stanice se nachází na Jizerce nedaleko č. p. 41 (obr. 3), severozápadně od mostu přes Jizerku a pozorovatelem je německý lesník pan Gustav Kluge (*1877), který ovládá pouze němčinu. Stanice se na tomto místě, dle záznamu, nachází od r. 1939. U hájovny v č.p. 26 (obr. 2), která je o něco dále od centra Jizerky než č.p. 41, v nadmořské výšce 885 m n. m., na opačné straně silnice je umístěn vlhkoměr a teploměr. Pan Gustav Kluge je pozorovatelem až do 29. 2. 1954. Během let s ním spolupracují i další zaměstnanci polesí (Jaromír Novák, hajný Julius Pekárek).

Další archivní prameny uvádějí pozorování v lokalitě Bílý Potok pod Smrkem v období 1879–1913. V záznamu o inspekci z 10. 10. 1923 je u stanice Jizerka uváděno, že srážkoměrná stanice se nachází od roku 1879 ve státním polesí Bílý Potok pod Smrkem u Frýdlantu v nadmořské výšce 505 m n. m., 50°52' s.š. a 15°14' v.d. (východně od města Hejnice, v povodí Smědavy, obr. 1 vlevo). Zrušena byla v roce 1882. Jako pozorovatelé jsou uváděni zaměstnanci Správy revíru.

Z 10. 10. 1923 pochází rovněž záznam o inspekci srážkoměrné stanice Smědava, která byla zřízena v roce 1913 při cestě ze Smědavy do Souše (obr. 1 vpravo). Jako souřadnice stanice se uvádí 50°50' s.š. a 15°17' v.d. a nadmořská výška 900 m n. m. Od roku prosince 1954 do února 1957 je uváděno, že stanice se nachází na Smědavě na louce za chatou v nadmořské výšce 841 m n. m. v kraji Libereckém, okres Frýdlant. Pozorovateli jsou Vladimír Zavadil a Grace Gerhard. Od listopadu 1962 do roku 1969 je uváděno, že stanice je ve výšce 854–864 m n. m. Pozorují pan Hruška, Žalman, Kreba, Šádek a paní Kučerová. Pozorování jsou však neúplná a nespolehlivá. Od 18. 4. 1972 do 30. 11. 1973 pozoruje paní Marie Šádková a stanice se nachází ve výšce 864 m n. m.



Obr. 1 vlevo Stanice ve státním polesí Bílý Potok pod Smrkem u Frýdlantu. 1 vpravo Stanice zřízena v roce 1913 při cestě ze Smědavy do Souše.



Obr. 2 Historické polohy stanice na archivní mapě ©ČÚZK.

V období 1. 3. 1954–31. 7. 1955 je stanice umístěna na Jizerce u č. p. 38 ve výšce 860 m n. m., pozorovatelem je Josef Suchý. 1. 8. 1955–12. 9. 1959 je srážkoměr umístěn u č. p. 36 (obr. 2) (dnes ev. č. 1008, Chata Pod Bukovcem), ve výšce 905 m n. m. Pozorovatelem je nejprve pan Josef Suchý. Od 1. 1. 1956 pozoruje Helena Jechová, pan Suchý je správcem stanice. A to až do 12. 9. 1959.

13. 9. 1959 stanici převzal lesník Arnošt Konopka (*1934) s manželkou Erikou Konopkovou (*1940), č. p. 2 (obr. 2 a 3) a pozorují až do srpna roku 1967. Srážkoměr je v nadmořské výšce 857 m n. m. Na podzim 1967 přesídlili Konopkovi na Lesní závod Česká Kamenice.

Následují záznamy z období 1. 5. 1972–31. 5. 1978. Od 1. 5. 1972 je pozorovatelem František Kout (*1911), lesník, č. p. 13. (obr. 3) Jeho zástupcem je lesník Petr Skuhrovec (*1946), srážkoměr je ve výšce 860 m n. m.

1. 6. 1978–30. 9. 1999 srážkoměrnou stanici převzal pan Petr Skuhrovec a srážkoměr byl přestěhován k budově polesí č. p. 44. (obr. 3), do nadmořské výšky 862 m n. m. Nejprve se nedaleko stanice (cca 100 m východně) nacházel vzrostlý les (výška 25 m), ten ale v osmdesátých letech vlivem kyselých dešťů uschl a byl vykácen. Postupně docházelo k novému zalesnění.

Od 1. 3. 1983 do 31. 3. 1990 byla souběžně v činnosti klimatologické stanice s indikativem P7KORE02, pozorovatelem byl Gutav Ginzl, č.p. 8 (Hnojový dům). Do 25. 5. 1988 byla stanice umístěna v centru Jizerky v nadmořské výšce 860 m n. m. Od 26. 5. 1988 byla stanice z důvodu její nereprezentativnosti přemístěna přibližně o 900 m na severozápad do nadmořské výšky 865 m n. m. Pozorování však bylo, i vzhledem k časté dlouhodobé nepřítomnosti pozorovatele, neúplné a nekvalitní. Proto byla stanice zrušena.

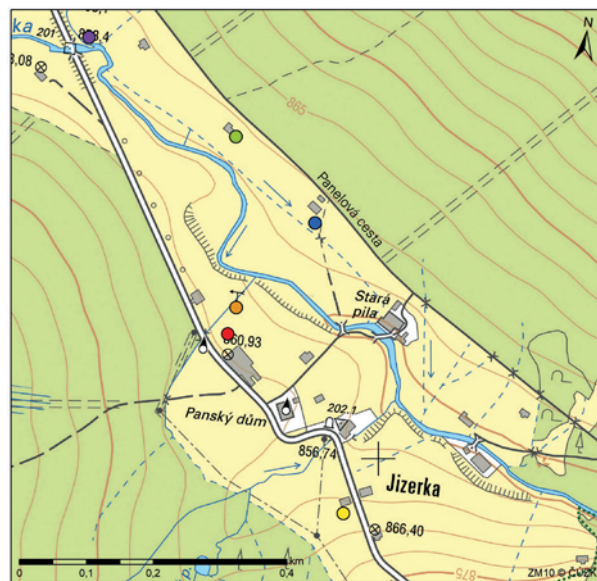
V devadesátých letech byl srážkoměr přemístěn na pozemek u domu č. p. 2 (obr. 2 a 3), který v té době patřil Společnosti pro Jizerské hory. Nepodařilo se však zajistit spolehlivé a pravidelné pozorování a měření.

Od října 1999 do konce roku 2000 je pozorovatelem Dušan Richter a srážkoměr je umístěn na louce za penzionem Sklárna v nadmořské výšce 859 m n. m. (bývalá Nová Hut'). Majetkem pobočky Praha je pouze srážkoměr, sněhoměrná lať a váhový sněhoměr. Automatická meteorolog. stanice a další zařízení náleží experimentálnímu pracovišti hydrologie v Jablonci nad Nisou a je majetkem pobočky Ústí nad Labem. Automatická stanice je však velmi poruchová.

2. Automatizovaná klimatologická stanice (AKS4)

Od 1. 10. 2009 byla zřízena automatizovaná klimatologická stanice AKS4 s počítačem, ale bez pozorovatele. Byla přemístěna jen nepatrně – dále od budov na volné prostranství louky (obr. 3 a 4).

Základem každé automatické meteorologické stanice v síti dobrovolnických stanic ČHMÚ je stanice typu METEOS. Elektronika stanice se skládá z měřicích, archivačních a přenosových modulů. Nejstarší typy dobrovolnických stanic typu AKS1 jsou, mimo stanice METEOS (obvykle METEOS4), doplněny počítačem, kde jsou ukládána meteorologická data v databázi počítače (za datovými převodníky) a přenos dat zajišťuje GPRS modem připojený k počítači. Automatické stanice typu AKS2, AKS3 a ASS mají vývojově vyšší stanice METEOS a nejsou vybaveny externím počítačem. Veškerá archivace dat a jejich přenos ze stanice řeší systém stanice (ústředny) METEOS. Vyšší typové řady stanic METEOS také umožňují připojení více čidel (Lipina et al. 2014). Automatizovaná klimatologická stanice IV. typu (AKS4) nemá pozorovatele, který by měřil a pozoroval manuální prvky. Může mít stožár s měřením větru, ale nemusí (v případě stanice na Jizerce je stožár pro měření směru a rychlosti větru osazen ultrazvukovým anemometrem WS425) může mít jen teplotní čidla, nebo jen automatický srážkoměr a slunoměr, nebo jiné kombinace.



Lokalita
 ● Od 10.1999 do konce 2000.pozorovatel D. Richter
 ● Současná poloha AKS
 ● budova polesí č.p. 44, pozorovatel P. Skuhrovec
 ● č.p. 13, pozorovatel F. Kout
 ● č.p. 2, pozorovatelé A. Konopka s manželkou
 ● č.p. 41, pozorovatel G. Kluge

Obr. 3 Historické polohy stanice a současná poloha AKS.

3. Shrnutí

Z analýzy historických dokumentů týkajících se meteorologického měření a pozorování na Jizerce a v jejím okolí je tedy možné k již výše zmíněnému doplnit následující poznatky.

V okolí Jizerky probíhalo meteorologické pozorování a měření na následujících lokalitách:

- Hora Smrk ve výšce 1 122 m n. m., se souřadnicemi 15°17', 50°53', která existuje od roku 1921 a pozorovatelem byl hostinský Preisser.
- Bílý Potok v ročence 1944 č. 1061 se souřadnicemi 15°14', 50°52', 505 m n. m. v povodí Smědavy (dle souřadnic se stanice nachází východně od města Hejnice v obci Bílý Potok, jižně od silnice z Hejnice na Smědavu). Stanice dle ročenek existuje od roku 1879.
- Bílý Potok – Börnelhaus (U Studánky) – tato stanice je v povodí Smědavy a uváděna je v dokumentaci o stanici Kořenov – Jizerka z 10. 10. 1923 se souřadnicemi 15°17', 50°50' a nadmořskou výškou 900 m n. m. (v ročence 1927 jsou stejné souřadnice, ale výška 940 m n. m.). Dle mapy a náčrtu, který je součástí této dokumentace, je stanice



Obr. 4 Současná poloha klimatologické stanice AKS4.

umístěna v nadmořské výšce 890 m a nachází se při cestě ze Smědavy na Souš, která vede západně od silnice mezi těmito místy a dnes bychom tuto stanici pravděpodobně nazvali „Smědava“. Data jsou dle ročenek od roku 1913.

Od začátku měření v roce 1879 až do roku 1938 má stanice Jizerka v ročenkách uvedeny stejné souřadnice 15°21', 50°49' a stejnou nadmořskou výšku – a to 970 m n. m., která je však zřejmě chybná, protože nejvyšší vrch v okolí Jizerky je Bukovec s výškou 1005 m a osada Jizerka se nachází v nadmořských výškách od 850 do 910 m n. m.

V roce 1926 existují na Jizerce souběžně tyto dvě stanice:

- Jizerka (15°21', 50°49', 970 m n. m.) – zřízena r. 1879. V ročence 1926 hydrologické pořadí **185**. Chybná nadmořská výška stanice 970 m n. m. (je výškou okolních vrcholů). Informace o pozorovateli v ročence 1926 nejsou uvedeny. Dle ročenky 1923 je pozorovatelem Gustav Kluge. V databázi CLIDATA jsou pod P2KORE01 data z této stanice.
- Kořenov (15°22', 50°46', 650 m n. m.) – zřízena r. 1926. V ročence 1926 hydrologické pořadí **186**. V databázi CLIDATA jsou pod P2KORE01 data ze stanice č. **185**.

4. Závěr

Analýza archivních materiálů týkajících se meteorologického měření a pozorování na Jizerce a v jejím okolí potvrzuje, že tato činnost je zde již tradičně vykonávána, v některých případech dokonce souběžně na více lokalitách. Analýza nám také osvětluje změny v lokalitách pozorování a jejich příčiny, v některých případech také důvody přerušení pozorování. Hlavním smyslem takové analýzy je ovšem výše uvedená fakta zdokumentovat, popsat, chronologicky seřadit a následně zaznamenat do databáze CLIDATA. Jedná se tedy v podstatě o digitalizaci archivních dat resp. metadat, která probíhá na pražské pobočce ČHMÚ průběžně u všech stanic, u kterých jsou tyto archivní materiály dochovány.

Literatura:

HMÚ, 1959. Ovzdušné srážky na území Československé republiky v roce 1944. Publikace řada E, svazek 7. Praha: Hydrometeorologický ústav.

LIPINA, P., KAIN, I., ŽIDEK, D., 2014. Návod pro pozorovatele automatizovaných meteorologických stanic. Praha: nakladatelství Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-87577-34-9.

NĚMEC, L, 2016. Meteorologická měření na Jizerce. Jizerka – Smědava s. 26–27. ISBN 978-80-87100-32-5.

SÚH, 1927. Hydrologická zpráva 1923. Nové řady ročník XI. 1. srážky a teplota vzduchu. Praha: Státní ústav hydrologický.

SÚH, 1932. Hydrologická zprávy 1926. Nové řady ročník XIV. 1. ovzdušné srážky. Praha: Státní ústav hydrologický.

SÚH, 1933. Hydrologická zprávy 1927. Nové řady ročník XV. 1. ovzdušné srážky. Praha: Státní ústav hydrologický.

ČÚZK, 2022. Indikační skici – Čechy [online]. Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 22. 3. 2022]. Dostupné z WWW: <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=skicic&idrastru=BOL528018430>.

Meteorologické stanice v Jizerských horách

Dáša Richterová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ústí nad Labem, Kočkovská 18, 400 11, Ústí nad Labem,
dasa.richterova@chmi.cz

1. Geomorfologická charakteristika a popis území

Jizerské hory jsou samostatným geomorfologickým celkem, náleží do Krkonošské geomorfologické oblasti, Krkonošsko-jesenické subprovincie a geomorfologické provincie Česká vysočina. Jizerské hory jsou nejsevernějším pohořím Česka. Pohoří bylo nazváno podle řeky Jizery, která pramení na svazích Smrku, nejvyšší hory české části Jizerských hor (1 124 m n. m.). Po hřebenech pohoří probíhá rozvodí mezi Baltským a Severním mořem. Zhruba třetina pohoří se nachází na polském území, kde také leží Wysoka Kopa (1 126 m n. m), nejvyšší vrchol celých Jizerských hor.

2. Pravidelná meteorologická měření ČHMÚ

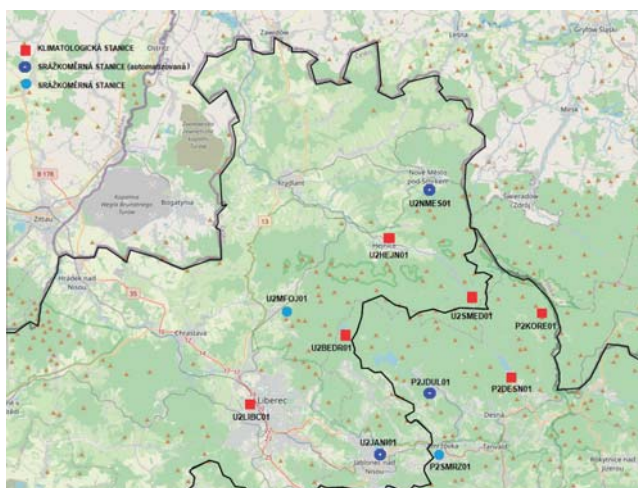
V současné době ČHMÚ zajišťuje na území Jizerských hor a v jejím nejbližším okolí pravidelná (celoroční) meteorologická měření na stanicích Kořenov-Jizerka, Bílý Potok-Smědava, Bedřichov, Desná-Souš, Josefův Důl, Smržovka, Jablonec nad Nisou, Nové Město pod Smrkem, Hejnice, Mníšek-Fojtka a Liberec (seřazeno podle nadmořské výšky). Seznam stanic včetně pozorovacího programu je uveden v tabulce č. 1. Záznamy jsou převzaty z klimatologické databáze CLIDATA.

3. Teplota vzduchu

Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu spočítaná za období 1991–2020 činí na stanici Desná-Souš 5,6 °C, na Bedřichově 5,7 °C. Obě stanice se nacházejí ve vrcholových partiích Jizerských hor, ve výšce ca 700 m n. m. Stanice umístěné na úpatí hor s nadmořskou výškou ca 400 m vykazují dlouhodobou průměrnou roční teplotu vzduchu 8,8 °C (Hejnice) a 8,2 °C (Liberec). Stanice Kořenov-Jizerka a Nové Město pod Smrkem nebyly do zpracování zahrnuty vzhledem ke krátké pozorovací řadě ve sledovaném období. Z grafu č. 1 je patrný vzestupný trend teploty vzduchu na všech stanicích.

4. Srážky

Jizerské hory patří k nejdeštivějším oblastem Česka. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek (1991–2020) činí na stanici Desná-Souš 1 313,6 mm, Josefův Důl 1 227,7 mm, Bedřichov 1 199,6 mm, Nové Město pod Smrkem 1 049,8 mm, Smržovka 1030,0 mm, Jablonec nad Nisou 983,4 mm, Hejnice 981,1 mm a Liberec 845,2 mm. Stanice Kořenov-Jizerka a Nové Město pod Smrkem nebyly do zpracování zahrnuty vzhledem ke krátké pozorovací řadě ve sledovaném období. Roční úhrny srážek v průběhu let 1951–2021 různě kolísají, není patrný významný trend (viz graf č. 2).



Obr. 1 Mapa stanic.



Obr. 2 Meteorologická stanice Hejnice.

Tab. 1 Přehled stanic, jejich polohy, interval měření, měřené prvky.

Indikativ	Název stanice	Typ stanice ¹⁾	Zeměpisná šířka ¹⁾	Zeměpisná délka ¹⁾	Výška (m n. m.) ¹⁾	Povodí	Začátek měření/dostupnost dat	Měřené prvky ¹⁾
P2KORE01	Kořenov, Jizerka	AKS4	504912	0152039	858	Jizera	01.01.1898	T, TMA, TMI, TPM, H, T půdní, F, D, SSV, SRA, SCE, SVH
U2SMED01	Bílý Potok, Smědava	AKS4	505040	0151623	834	Smědá	31.10.2013	T, TMA, TMI, TPM, H, T půdní, F, D, SSV, SRA
U2BEDR01	Bedřichov	AKS1	504854	0150813	777	Lužická Nisa	01.04.1943	T, TMA, TMI, TPM, H, T půdní, F, D, SSV, SRA, SCE, SNO, SVH, A, Y, O, JEV
P2DESN01	Desná, Souš	AKS1	504722	0151909	772	Jizera	01.01.1951	T, TMA, TMI, TPM, H, T půdní, F, D, SSV, SRA, SCE, SNO, SVH, A, Y, O, JEV
P2JDUL01	Josefův Důl	ASS	504641	0151343	623	Jizera	01.06.1925	SRA, SCE, SNO, SVH, JEV
P2SMRZ01	Smržovka	MSS	504346	0151504	550	Jizera	01.05.1949	SRA, SCE, SNO, SVH, JEV
U2JANI01	Jablonec nad Nisou	ASS	504346	0151045	495	Lužická Nisa	01.07.1898	SRA
U2NMES01	Nové Město pod Smrkem	ASS	505525	0151402	473	Smědá	01.01.1898	SRA, SCE, SNO, SVH, JEV
U2LIBC01	Liberec	AMS1	504611	0150126	397,72	Lužická Nisa	01.01.1880	T, TMA, TMI, TPM, H, T půd, F, D, SSV, SRA, SCE, SNO, SVH, A, Y, O, JEV, P, VY, HPU, SYNOP
U2HEJN01	Hejnice	AKS2	505304	0151059	396	Smědá	01.10.1960	T, TMA, TMI, TPM, H, T půdní, F, D, SSV, SRA, SCE, SNO, SVH, A, Y, O, JEV
U2MFOJ01	Mníšek, Fojtka	MSS	504938	0150331	395	Lužická Nisa	01.05.1897	SRA, SCE, SNO, SVH, JEV

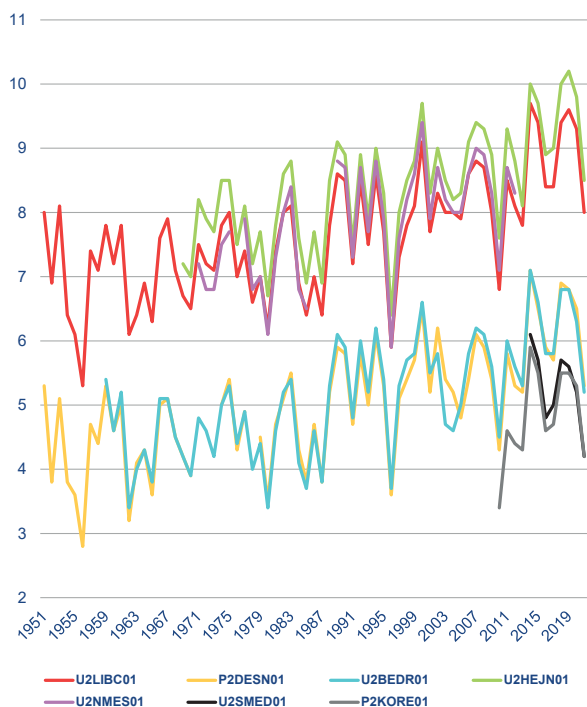
¹⁾ Nejaktuálnější poloha stanice a měřené prvky

AMS1 – profesionální meteorologická stanice, AKS% – dobrovolnická automatizovaná meteorologická stanice, ASS – automatická srážkoměrná stanice, MSS – manuální srážkoměrná stanice

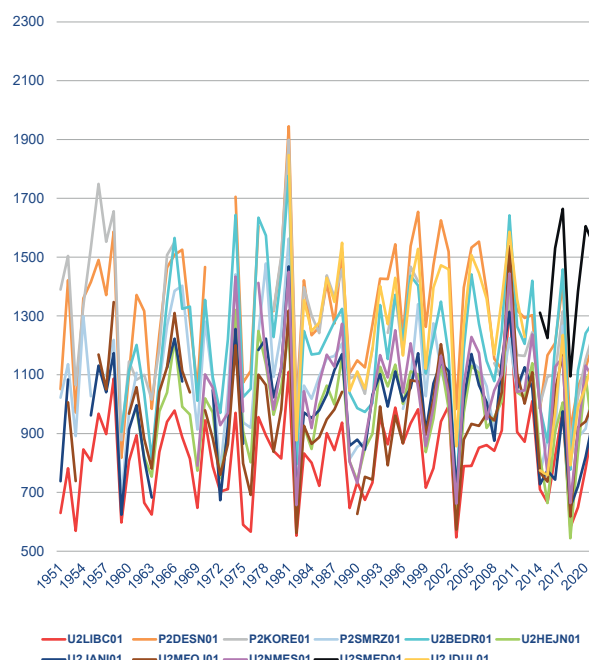
T – průměrná teplota vzduchu, TMA – maximální teplota vzduchu, TMI – minimální teplota vzduchu, TPM – přízemní teplota vzduchu, H – vlhkost vzduchu, F – rychlost větru, D – směr větru, SSV – sluneční svit, SRA – úhrn srážek, SNO – nový sníh, SCE – výška sněhu, SVH – vodní hodnota sněhu, A – stav počasí, Y – stav půdy, O – oblačnost, JEV – atmosférické jevy, P – tlak vzduchu, VY – výpar, HPU – půdní vlhkost

5. Extrémy

V tabulce č. 2 jsou uvedeny roční/měsíční/denní extrémní hodnoty teploty vzduchu a srážek za období 1951–2021. Za připomenutí určitě také stojí dosud nepřekonaný denní úhrn srážek 345,1 mm, který byl naměřen dne 31. 7. 1897 na Nové Louce v Jizerských horách.



Obr. 3 Průměrná roční teplota vzduchu (°C) za období 1951–2021.



Obr. 4 Roční úhrn srážek (mm) za období 1951–2021.

Tab. 2 Teplotní a srážkové extrémy za období 1951–2021.

Roční extrémy			
Prvek	Stanice	Hodnota	Období výskytu
Průměrná roční teplota vzduchu (°C) – MAX	U2HEJN01	10,2	2019
Průměrná roční teplota vzduchu (°C) – MIN	P2DESN01	2,8	1956
Roční úhrn srážek (mm) – MAX	P2DESN01	1944,8	1981
Roční úhrn srážek (mm) – MIN	U2HEJN01	543,8	2018
Měsíční extrémy			
Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C) – MAX	U2LIBC01	21,9	VII. 2006
Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C) – MIN	U2BEDR01	-13,1	II. 1956
Měsíční úhrn srážek (mm) – MAX	U2MFOJ01	513,5	VIII. 2010
Měsíční úhrn srážek (mm) – MIN	U2NMES01	0,0	XI. 2011
Denní extrémy			
Teplota vzduchu (°C) – absolutní MAX	U2LIBC01	36,2	31.07.1994
Teplota vzduchu (°C) – absolutní MIN	P2KORE01	-35,3	03.02.2012
Denní úhrn srážek (mm) – MAX	P2DESN01	191,8	08.08.1978

6. Závěr

I přes postupující automatizaci meteorologické staniční sítě ČHMÚ jsou její neodmyslitelnou součástí pozorovatelé. Všem profesionálním i dobrovolným pozorovatelům meteorologických stanic patří za jejich záslužnou práci poděkování.

Literatura:

BÍNA, J., DEMEK, J., 2012. Z nížin do hor. Geomorfologické jednotky České republiky. 1. vyd. Praha: Academia, 343 s. ISBN 978-80-905217-7-3.

Poznatky z mrazových lokalit Jizerských hor

Antonín Vojvodík¹, Jan Procházka², Josef Jindra³, Ondřej Doležal⁴

¹ Čelakovského 400, 385 01 Vimperk, antonin.vojvodik@seznam.cz

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Studentská 1668, 37005 České Budějovice, jprochazka@ftz.jcu.cz

³ Rohožnická 802, Újezd nad Lesy, 19016 Praha 9, jindrova.jana@tiscali.cz

⁴ CTT media s.r.o., Česká 420, Liberec XXV-Vesec, 463 12 Liberec, dolezal@cttmedia.cz

1. Úvod

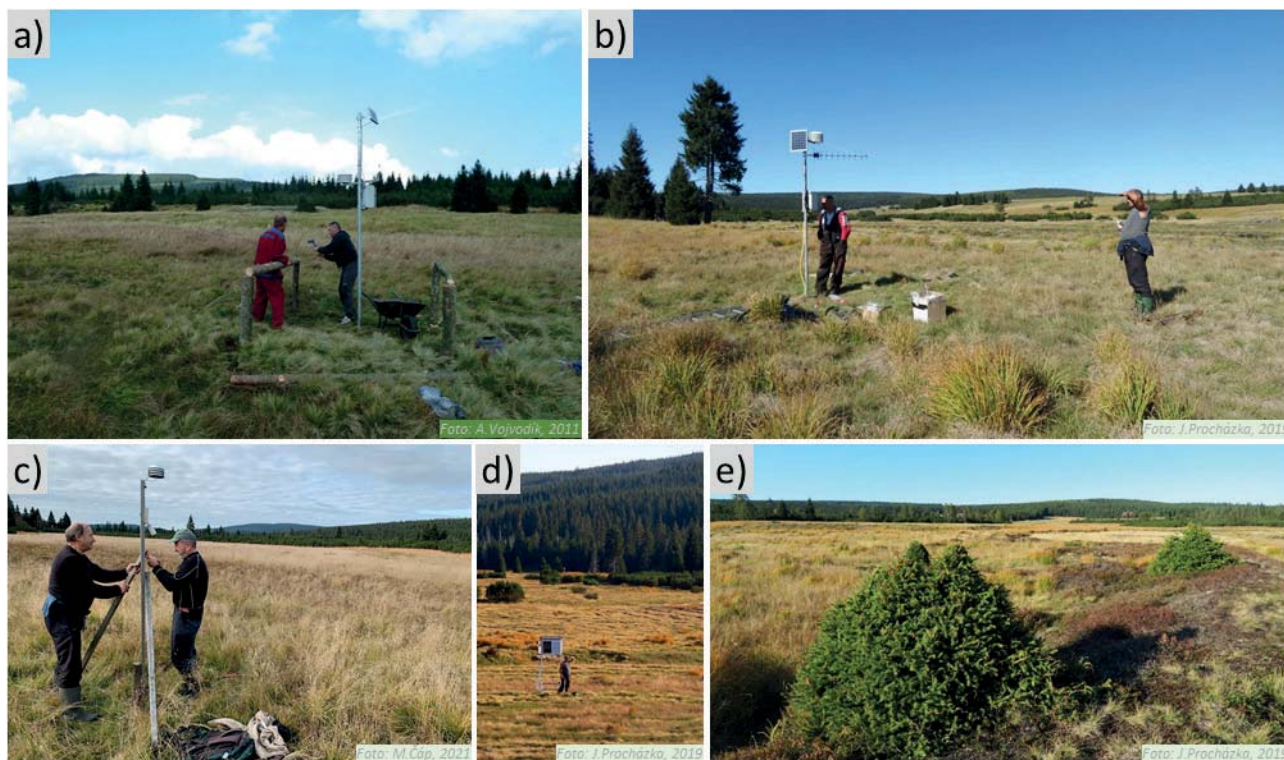
Šumavské aktivity spojené s přesným měřením teploty vzduchu na silně mrazových lokalitách Česka sahají do poloviny 70. let, kdy byly takto proměřovány lokality v oblasti Kvildských plání a instalována první takováto stanice na Horské Kvildě (1978). Postupně se měření a budování meteorologických stanic rozšiřovalo i na další silně mrazivé lokality Šumavy, kde byly i během léta pravidelné a zřejmé mrazivé projevy (Vojvodík 1984; Křivancová 1991). To, že Šumava není jediným pohořím disponujícím obdobnými lokalitami, bylo zřejmé z některých historických údajů z měření na Jizerce v Jizerských horách (Jůza a kol. 2011). Z průzkumných aktivit zahrnujících i monitoring nízkých teplot a souvisejících projevů vegetace vyplynulo, že nejen na Šumavě nebo v Jizerských horách lze nalézt oblasti s výskytem silných mrazů a mrazu i v letním období (Vojvodík a kol. 2017). V Jizerských horách se díky své rozloze, geomorfologii a krajinnému pokryvu navíc předpokládalo, že lokalit s potenciálem častého výskytu neobvyklých mrazů bude více. K tomu přispěly i obdobné výzkumy na polské straně pohoří (Sobik 1998; Urban a kol. 2000). Jelikož se zde ne vždy jedná o mrazové kotliny v pravém slova smyslu, užíváme zde názvu mrazové lokality, někdy zkráceně „mrazovky“. Cílem této studie je dokumentovat výskyt silných mrazů i na dalších mrazových lokalitách než je Jizerka a prokázat tak významný vliv teploty vzduchu na klima, utváření krajinného pokryvu a formování jedinečných společenstev na rozsáhlých územích v oblasti Jizerských hor.

2. Počáteční motivace

Náš zájem o měření nízkých teplot v Jizerských horách se projevoval již v 80. letech, kdy probíhala korespondence a výměna naměřených dat s tamním pozorovatelem stanice na Jizerce panem Gustavem Ginzelem. Tehdejší osobní návštěva po uvedení extrémně nízké hodnoty ze 7. 1. 1985 ($-41,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) shledala rozdíl mezi měřidly. Tím pro nás vyvstaly otázky s naměřenou hodnotou a postupně vznikala víze, jak pomoci s přesným měřením v blízkosti i vzdálenějším okolí. Podobně Jůza a kol. (2011) uvádějí, že o kvalitě dat z Jizerky z období 1983 až 1990 existují určité pochybnosti. První automatická klimatologická stanice zde byla instalována v roce 1996 (plně automatizována byla a relevantní souvislou řadu dat veřejně poskytuje až od roku 2009). Automatická stanice zaznamenala nejnižší teplotu na přelomu let 1996/1997 $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bohužel se posléze zjistilo, že čidlo má omezený rozsah do $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$, a tak je možné, že teplota vzduchu byla ještě nižší. Také dle podkladů z dřívější doby, měření teploty vzduchu zde bylo v minulosti nesystematické, takže jediná zjištěná zmínka o teplotě vzduchu je z roku 1939, kdy její hodnoty klesly dne 30. 12. 1939 na $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kulasová a Bubeníčková 2006). Výše uvedené nijak nesnižuje mrazivost bezlesé enklávy Jizerky jako takové, ba navíc ještě vzbudilo u nás větší motivaci. Jedním z dalších impulsů pro zavedení dalších měření teploty vzduchu v Jizerských horách byla někdy na přelomu století vzájemná návštěva s Dr. Mieczyslawem Sobikem z univerzity ve Wroclavi, nejdříve na šumavských kvildských stanicích a následně na severu v oblasti bývalé osady Velká Jizera (Wielka Izera, Gross Iser). Zde Dr. Sobik zaznamenával na meteorologické stanici uprostřed rozlehlé bezlesé enklávy teplotu vzduchu zahraničním dataloggerem a prezentovali s kolegy zajímavé výsledky měření v souvislosti s tamním lesnickým výzkumem (Urban a kol. 2000). Později byla také zřízena účelová meteorologická stanice hydro-botanického výzkumu v SZ části bývalé Velké Jizerské louky. Stanice je v provozu díky spolupráci VÚV TGM v.v.i./ČVUT v Praze, Fakulta stavební/O. Doležal a měří od podzimu 2007 mj. teplotu vzduchu (Šanda 2011). Tato lokalita blíže pramenům Jizery se jevila za určitých situací také jako silně mrazivá a její měření teploty bylo podobně jako na stanici Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) Jizerka bedlivě sledováno. Při porovnávání naměřených dat za různých situací jsme stanici na Jizerce díky naměřeným silným mrazům mohli v mrazivosti přirovnat ke stanici na šumavské Horské Kvildě.

3. Expediční měření a instalace stanic

V návaznosti na výše uvedené začalo postupné seznamování se s dalšími potenciálně vhodnými chladnými lokalitami pro přesné měření teploty a zaznamenávání silných mrazů. Započalo se s proměřováním, zprvu pomocí terénní mini-budky,



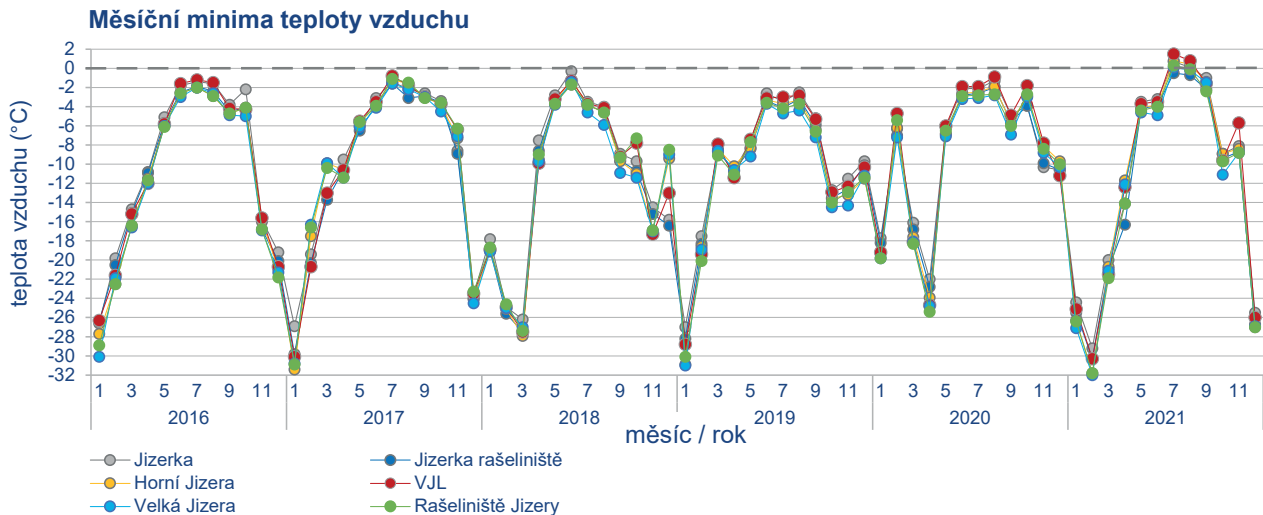
Obr. 1 Instalace meteorologických stanic Jizerka rašeliniště (a) a Horní Jizera (b), přenosné expediční staničky s dataloggerem (c), meteorologická budka na polské straně Velké Jizery (d) a tamní mrazové formy smrku (e).

staničních a minimálních skleněných teploměrů s atestem. V té době se veškeré pozorování odehrávalo díky zázemí v Harrachově a dojíždění na lokality na kole, potažmo pěšky. Snaze o zavedení dalšího přesného měření teploty vzduchu na zajímavých lokalitách dopomohla také veřejná diskusní fóra zaměřená na hory a počasí, kdy se se svými aktivitami mohli lépe propojit šumavští a jizerskohorští nadšenci. To dalo vznik širší badatelské skupině, jež prováděla podrobnější a častější proměřování. Díky výsledkům expedičních měření a na základě dohody s ČHMÚ o přenosu a správě dat byla záhy (podzim 2011) instalována meteorologická stanice Jizerka rašeliniště (obr. 1a). Na této lokalitě nedaleko za osadou Jizerka mrzlo poněkud více a častěji než přímo na Jizerce. Hned následující zimu při chladném arktickém proudění naměřila stanice Jizerka rašeliniště mráz $-36,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (stanice Jizerka $-35,3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

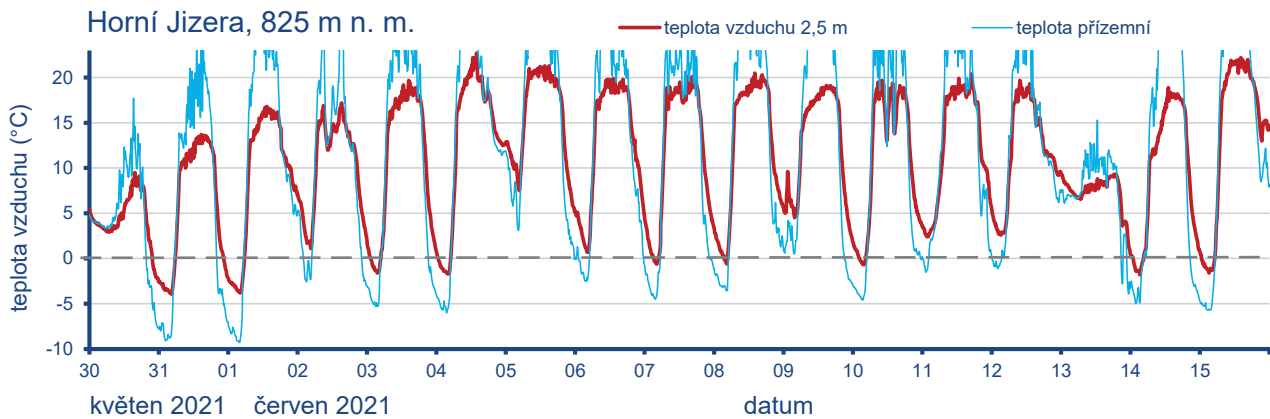
Významný pokrok v expedičním měření teploty vzduchu v Jizerských horách, na základě zkušeností ze Šumavy, později i Beskyd (Lipina a kol. 2019), znamenalo z našeho pohledu využití dataloggerů se záznamem naměřených dat (Termio-1, Termoprodukt 2022). K přesnému měření teploty dataloggerem na přenosném dřevěném kůlu přispěl malý radiční kryt RK5 (Fiedler 2022), ale s dodatečnou povrchovou úpravou spodku lamel tak, aby se odstínil i vliv odraženého slunečního záření na funkci teplotního čidla. Kromě relativně nízké náročnosti z hlediska technického a finančního, je výhodou i možnost obsluhy expediční staničky pouze dvakrát do roka, což je i v souladu s požadavky ochrany přírody (NP Šumava, CHKO Jizerské hory). Tímto způsobem byla od roku 2015 měřena teplota vzduchu na lokalitách Horní Jizera (jižní okraj Velké Jizerské louky) a Prameniště Jizery (SZ část Velké Jizerské louky, obr. 1c). Na základě výše uvedené spolupráce s Dr. Sobikem byla pro měření teploty stejným dataloggerem v oblasti široké enklávy bývalé osady Velké Jizery využita

Tab. 1 Roční minimum teploty vzduchu (T_{\min} rok) a průměrné měsíční minimum (T_{\min} AVGm) v jednotlivých letech a průměr na sledovaných lokalitách Jizerských hor za období 2016–2021 (VJL – Velká Jizerská louka).

	Jizerka		Jizerka rašeliniště		VJL		Horní Jizera		Velká Jizera		Rašeliniště Jizery	
	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm	T_{\min} rok	T_{\min} AVGm
2016	-26,6	-10,2	-26,4	-10,9	-26,3	-10,8	-27,7	-12,0	-30,1	-12,4	-28,9	-12,2
2017	-26,9	-10,0	-29,8	-10,7	-30,1	-10,2	-31,4	-10,0	-30,8	-10,1	-30,9	-9,8
2018	-26,2	-11,3	-27,5	-12,2	-27,5	-11,7	-27,9	-11,8	-27,0	-12,1	-27,4	-11,3
2019	-27,0	-9,9	-28,2	-10,6	-28,8	-10,4	-30,9	-11,0	-31,0	-11,5	-30,1	-11,2
2020	-22,0	-8,7	-22,8	-9,0	-24,7	-8,6	-23,9	-8,9	-24,8	-9,6	-25,4	-9,2
2021	-29,2	-11,4	-30,3	-12,5	-30,3	-11,4	-31,8	-11,9	-32,0	-12,5	-31,8	-12,5
2016–21	-29,2	-10,3	-30,3	-11,0	-30,3	-10,5	-31,8	-10,9	-32,0	-11,4	-31,8	-11,0



Obr. 2 Průběh měsíční minimální teploty vzduchu na sledovaných lokalitách Jizerských hor za období 2016–2021 (VJL – Velká Jizerská louka).



Obr. 3 Záznam hodnot z čidel teploty vzduchu a přizemní teploty na lokalitě Horní Jizera na počátku léta 2021.

tamní meteorologická budka (Velká Stevensonova meteorologická budka, obr. 1d). Měření na zmíněných lokalitách přinášelo zajímavé výsledky, tak i proto byla po dohodě s ČHMÚ a Správou CHKO Jizerské hory instalována na podzim roku 2019 automatická meteorologická stanice Horní Jizera (obr. 1b). Stanici vyrobila firma Meteoservis, v.o.s., měří teplotu vzduchu ve výšce 2,5 m (kvůli možnosti výskytu vyšší sněhové pokrývky) a přizemní minimální teplotu, to zejména pro dokreslení tamních teplotních poměrů v bezseněžném období a výskytu mrazových forem vegetace (obr. 1e). U stanice zajišťuje přenos a správu dat ČHMÚ.

4. Vybrané výsledky staničních a expedičních měření teploty vzduchu

Rozšíření systematického měření teploty vzduchu na dalších zajímavých mrazových lokalitách Jizerských hor během roku 2015 umožnilo shromáždit a porovnat data od roku 2016 do roku 2021. Kromě výsledků expedičního měření z teplotních dataloggerů, potažmo z nedávno instalovaných meteorologických stanic jsme do porovnání zahrnuli i stejné období měření ze stanice ČHMÚ Kořenov, Jizerka (dále jen Jizerka) a z již zmíněné stanice ČVUT Velká Jizerská louka (dále VJL, data laskavě poskytl doc. M. Šanda). K tomu tedy srovnáváme data z měření na stanicích Jizerka rašeliniště a Horní Jizera, z expediční staničky Rašeliniště Jizery a z meteorologické budky Velká Jizera. Jelikož se měření kromě standardního průběhu teploty vzduchu orientovala i na měření minimálních hodnot, uvádíme vzhledem k zaměření příspěvku roční minima teploty vzduchu a souběžně průměr měsíčních minim za příslušné roky (tab. 1).

Zatímco na meteorologické stanici Jizerka bylo zaznamenáno nejnižší roční minimum $-29,2\text{ °C}$, na stanici Horní Jizera a Rašeliniště Jizery to bylo $-31,8\text{ °C}$, v meteorologické budce Velká Jizera dokonce $-32,0\text{ °C}$. Průměrná měsíční minima jsou na zmíněných lokalitách také zpravidla o něco nižší než na Jizerce. I když to není pravidlem, na více lokalitách Jizerských hor mrzne v posledních 6 letech častěji více než na Jizerce. K porovnání uvedených minim lze doplnit, že ze staršího souběžného měření v případě stanic Jizerka a Jizerka rašeliniště zde byla 3. 2. 2012 naměřena minima $-35,3\text{ °C}$,

resp. $-36,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Celoroční teplotní výjimečnost mrazových lokalit Jizerských hor dokládají i průběhy měsíční teploty vzduchu na sledovaných lokalitách za období 2016–2021 (obr. 2).

V zimních měsících nebyla tato oblast za hodnocené období zasažena velmi studeným arktickým prouděním tak jako v některých starších zimách, přesto byly na těchto lokalitách v kontextu podmínek Česka zaznamenány velmi silné mrazy kolem $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Výjimečný pak zde byl jarní měsíc duben, kdy v roce 2021 hned 1. dne v měsíci klesla teplota na stanicích Jizerka na $-22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Jizerka rašeliniště $-22,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Horní Jizera $-23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, VJL $-24,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Velká Jizera $-24,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a na Rašeliništi Jizery jsme zaznamenali dokonce dubnový mráz $-25,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejnižší červencová teplota za stejné období byla vesměs zaznamenána 4. 7. 2019, kdy stejné lokality registrují nejnižší hodnoty $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Automatická meteorologická stanice Horní Jizera s měřením přízemních minim teploty vzduchu stačila podchytit zatím pouze dvě letní sezóny, nicméně vloni 1. června zaznamenala přízemní mráz $-9,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, červencové přízemní minimum je prozatím z 13. 7. 2020 s hodnotou $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přízemní mrazíky v meteorologickém létě jsou zde nicméně velmi časté, dalo by se někdy až říci „na denním pořádku“, jak ukazují teplotní průběhy v grafu z počátku léta 2021 (obr. 3). Díky zmíněné mrazivosti se na těchto lokalitách utvářejí typické formy vegetace a jsou tím ovlivněny jednotlivé druhy rostlin a rychlost jejich růstu. Udrží se zde tak do jisté míry specifický krajinný ráz mrazového bezlesí, který je znám kromě Jizerských hor především také na Šumavě.

5. Závěr

Jizerské hory díky celkovému charakteru v mnohém připomínají Šumavu a zejména díky své morfologii, nadmořské výšce a zachování přírodě blízkých podmínek nás motivovaly k uskutečnění podrobnějšího monitoringu zdejších teplotních podmínek mrazových lokalit. Na základě dostupných informací a postupně získávaných vlastních poznatků tak mohly být uskutečněny seriózní měření teploty vzduchu a na vybraná místa instalovány meteorologické stanice. Z výsledků měření vyplynulo, že kromě známé lokality Jizerka jsou v Jizerských horách mnohé další, kolikrát mrazivější lokality, které má smysl monitorovat. A to ať už z hlediska klimatického, tak z hlediska přírodního pro poskytnutí cenných informací další odborné či laické veřejnosti.

Literatura:

FIEDLER, 2022. [online]. [cit. 15. 3. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.fiedler.company/>.

JŮZA, P., STAROSTOVÁ, M., SKLENÁŘ, K. 2011. Naměřená minima teploty vzduchu na vybraných horských stanicích v Čechách. *Meteorologické zprávy*, roč. **64**, č. 1, 10–16. ISSN 0026-1173.

KŘIVANCOVÁ, S., 1991. Teplotní zvláštnosti Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. **44**, č. 5, s. 143–150. ISSN 0026-1173.

KULASOVÁ, A., BUBENÍČKOVÁ L., 2006. Sledování počasí v Jizerských horách. *Sborník ze semináře 11. Stretnutie snehárov. ČHMÚ, OHV – pracoviště Jablonec nad Nisou 21.–23. 3. 2006. Nová Ves u Jablonce nad Nisou. Praha, ČHMÚ, s. 1–15.*

LIPINA, P., ŘEPKA, M., FLÁM, J., 2019. Měření teploty vzduchu v Beskydech. In: *Meteorologická konference Šumava 2019. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda konané ve dnech 14.–16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, 148 s. ISBN 978-80-87577-87-5.*

SOBIK, M., 1998. Specyficzne cechy klimatu Gór Izerskich, In: K. Migała, M. Sobik (ed.): *Problemy klimatyczno-botaniczne Gór Izerskich*, 21.–23. IX. 1998, Świeradów Zdrój, p. 29.

ŠANDA, M., 2011. Kontinuální sledování odtoku a klimatu v povodí přítoku Jizery. In: ACTEA, z.s., 2011: *Dynamika rašeliništní vegetace na narušených rašeliništích Jizery a Jizerky*. Studie č. popfk-003b/52/11. AOPK ČR. 65 s.

TERMOPRODUKT, 2022. [online]. [cit. 15. 3. 2022]. Dostupné z <https://termoprodukt.cz>.

URBAN, G., BAŃKOWSKI, J., SOBIK, M., 2000. Wpływ warunków termicznych na wzrost świerka w Górach Izerskich [Influence of thermic conditions on spruce stands in the Izera Mountains]. *Opera Corcontica* **37**, 2: 532–535.

VOJVODÍK, A., 1984. Teplotní kontrasty v létě 1983 na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. **37**, č. 3, s. 77.

VOJVODÍK, A., JINDRA, J., PROCHÁZKA, J., 2017. „Mimo-šumavské“ aktivity v oblasti budování meteorologických stanic pro měření nejen nízkých teplot. In: *Pozorování a data v meteorologii – nové produkty, jejich využití v předpovědi a dalších službách*. Sborník abstraktů z Výročního semináře České meteorologické společnosti, Deštné v Orlických horách, 12.–14. 9. 2017. s. 16, ISBN 978-80-87577-74-5.

Klima Jizerky a okolí

Ilona Zusková

Český hydrometeorologický ústav, Oddělení meteorologie a klimatologie,
Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4, ilona.zuskova@chmi.cz

1. Úvod

Jizerské hory patří podle Atlasu podnebí Česka (ČHMÚ 2007) do oblasti mírně chladné. V porovnání s ostatními výše položenými místy Česka (např. Labská bouda) je zde klima chladnější a vlhčí a především mělká, bezlesá a uzavřená údolí jako Malá a Velká Jizerská louka (Němec 2022) se vyznačují častým výskytem rekordních minim teploty vzduchu. Při klidových, inverzních situacích se zde v noci nad podchlazeným zemským povrchem vzduch ochlazuje a zvolna stéká údolím, kde se v jeho uzávěru hromadí. Přes den se vzduch naopak prohřívá a stoupá údolím vzhůru. Dominují tu proto pouze dva směry větru, v noci severní a ve dne jižní. Nejen minima, ale i denní amplitudy teploty vzduchu za těchto situací dosahují rekordních hodnot. Postupné urychlování oteplování přináší nejen úbytek počtu dnů se sněhem, ale i snížení celkové výšky sněhové pokrývky.

2. Metodika a výsledky

2.1 Zdroje dat a metodika

Zpracována byla data ČHMÚ databáze CLIDATA ze stanice Kořenov-Jizerka (50.8198522N, 15.3442625E – současná poloha, 858 m n. m., od r. 2009) na Malé Jizerské louce a stanice Desná-Souš (50.7893969N, 15.3192753E, 772 m n. m.) u vodní nádrže Souš. Bylo zpracováno období 1951 až 2021, v tomto období se poloha stanice Jizerky několikrát na Malé Jizerské louce posunula. Krátkodobě chybějící data srážek a výšky sněhové pokrývky stanice Jizerka byla interpolována pomocí okolních stanic. Porovnávány byly procentuální změny a odchylky prvků dlouhodobých 30letých průměrů 1961–1990 a 1991–2020, případně klouzavé 30leté průměry. K ověření statistické významnosti trendu byla použita F-funkce na hladině významnosti 0,01, nebo 0,05. Ostatní klimatologická data teploty a vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru a slunečního svitu se na Jizerce začínají měřit od roku 2010 (poloha se již neměnila) a u těchto prvků bylo použito k porovnání stanic období 2010 až 2021, k hodnocení těchto prvků byla použita řada stanice Souš. Sluneční svit na Souši se začal měřit až v roce 1981, proto se porovnávají dvě 20letá období 1981–2000 a 2001–2020.

2.2 Výsledky

Průměr roční sumy srážek 1951–2020 je na Jizerce 1326 mm. V období 1951 až 1990 býval oproti Souši (i vzhledem k o 86 m vyšší nadmořské výšce) v průměru o 20 až 50 mm vyšší (102 až 104 %), naopak v posledním 30letém období 1991 až 2020 byly na Jizerce oproti Souši srážky nižší o 65 mm (95 %). Některé rozdílly patrně nebudou způsobeny změnou klimatu, ale nehomogenitami vlivem přemístění stanice, zároveň na přelomu tisíciletí došlo vlivem nepříznivých podmínek a napadení škůdci k likvidaci lesních porostů. Určitý pokles v posledním 10letí mohl na obou stanicích nastat změnou způsobu měření (automatizací). Současná stanice je na otevřeném prostranství, kde v důsledku vyšší rychlosti větru dochází k úbytku naměřených srážek podobně jako na letištních plochách nebo vrcholových horských polohách.

Srážkově nejbohatší byl na Jizerce rok 1974 s úhrnem 2156 mm (s absolutně nejvyšším měsíčním úhrnem stanice 429 mm v prosinci), dále rok 1981 (také srážkově nejbohatší rok na Souši) s úhrnem 1899 mm a rok 1956 s úhrnem 1749 mm. Naopak nejsušší byl rok 2018 s úhrnem 871 mm, dále rok 1959 (na Souši nejsušší) s úhrnem 877 mm a rok 1982 s úhrnem 949 mm. Absolutně suchý měsíc beze srážek byl říjen 1951. Suché období let 2014 až 2019 se projevilo výrazněji (86 % normálu 1991–2020) než v celém Česku (90 % normálu, Němec 2022).

Nejvyšší denní úhrn srážek 187,5 mm za období 1951–2021 byl na Jizerce naměřen 8. 8. 1978, na druhém místě je úhrn 118,5 mm z 5. 11. 2006, třetí nejvyšší je 112,7 mm ze 7. 12. 1974. Nejvyšší hodinový úhrn za období 2011 až 2020 (po automatizaci) byl na Jizerce 31,6 mm z 21. 6. 2012 2 h, na Souši 40,1 mm 23. 5. 2014 19 h.

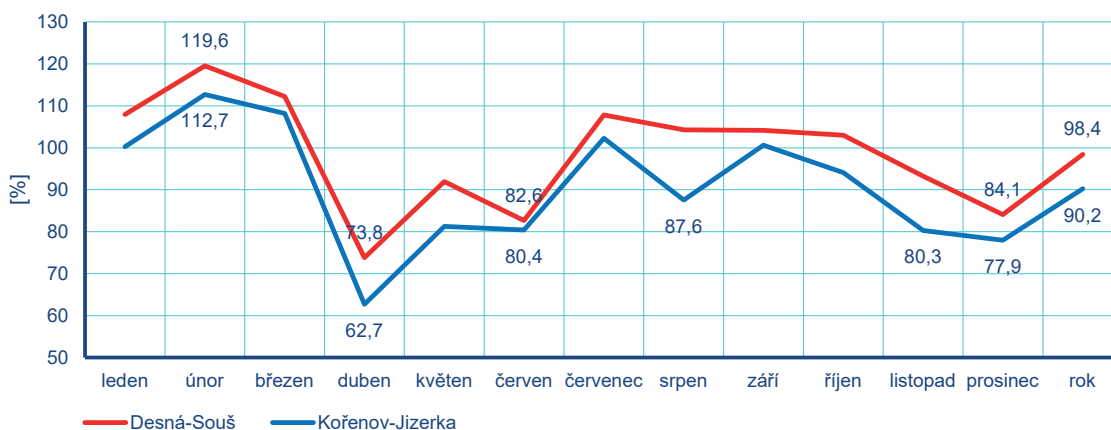
Ve dvou porovnávaných 30letých průměrech se roční suma srážek na Jizerce snížila v posledním období 1991–2020 téměř o 10 % (na 90,2 % průměru 1961–1990), na stanici Souš (homogenní řada) pokles srážek není statisticky významný na hladině 0,05 (98 %). Nejvýraznější snížení na obou stanicích nastalo v jarních měsících, a to v dubnu (63 % na Jizerce, 74 % na Souši), květnu a červnu, a na začátku zimy v listopadu a prosinci (vše kolem 80 %), nejvyšší nárůst opět na obou stanicích byl v únoru 113 % a březnu 109 % (Souš 120 %, 113 %).

Tab. 1 Průměry období a dva extrémně srážkově nejvyšší a nejnižší měsíční a roční úhrny srážek (mm) s uvedeným rokem extrému stanic Kořenov-Jizerka a Desná-Souš v období 1951 až 2020.

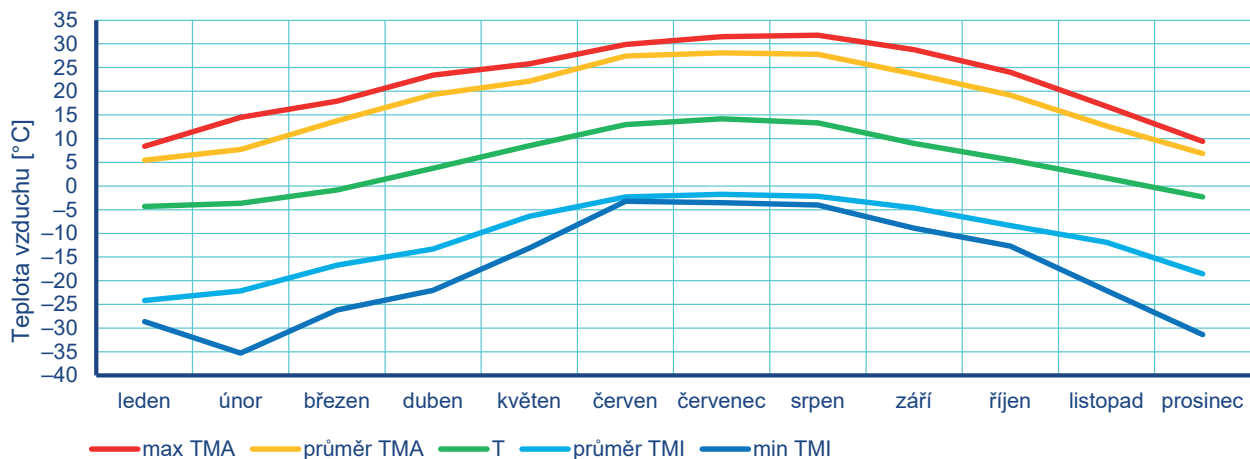
Kořenov-Jizerka	leden		únor		březen		duben		květen		červen			
průměr 1951-2020	123		91		99		74		101		118			
průměr 1961-1990	124		86		98		87		111		128			
průměr 1991-2020	125		97		106		55		90		103			
Maximum 1 / rok	419	1976	269	2003	318	2001	179	1997	296	1965	289	1971		
Maximum 2 / rok	275	1983	211	2020	274	2000	173	1973	224	1974	245	2013		
Minimum 1 / rok	5	1996	11	2018	20	1959	2	2009	27	1988	22	2019		
Minimum 2 / rok	23	1997	13	2014	23	1964	4	2007	29	1992	41	2004		
	červenec		srpen		září		říjen		listopad		prosinec		rok	
průměr 1951-2020	151		119		104		102		111		135		1326	
průměr 1961-1990	142		125		101		105		122		154		1384	
průměr 1991-2020	145		110		102		99		98		120		1249	
Maximum 1 / rok	415	1997	351	2010	280	1978	292	1974	290	1951	429	1974	2156	1974
Maximum 2 / rok	388	1973	328	1978	270	2002	237	2017	259	2004	272	1988	1899	1981
Minimum 1 / rok	33	1972	33	2018	4	1959	0	1951	3	2011	17	1972	871	2018
Minimum 2 / rok	44	2019	38	1982	16	1982	15	1965	14	2014	28	1963	877	1959
Desná-Souš	leden		únor		březen		duben		květen		červen			
průměr 1951-2020	127		98		98		75		95		111			
průměr 1961-1990	126		92		98		84		99		121			
průměr 1991-2020	136		110		110		62		91		100			
Maximum 1 / rok	384	1976	269	2002	318	2000	207	1997	269	1965	289	1971		
Maximum 2 / rok	315	1983	228	2020	242	1988	168	1954	210	2014	206	1979		
Minimum 1 / rok	5	1996	9	2018	19	1959	3	2007	21	1988	24	2019		
Minimum 2 / rok	25	1997	12	2014	22	1964	4	2009	32	1992	40	1983		
	červenec		srpen		září		říjen		listopad		prosinec		rok	
průměr 1951-2020	136		117		99		98		110		140		1304	
průměr 1961-1990	128		117		96		100		118		157		1335	
průměr 1991-2020	138		122		100		103		110		132		1314	
Maximum 1 / rok	367	1981	435	2006	286	1978	280	2017	282	2015	451	1974	1945	1981
Maximum 2 / rok	367	1997	324	1978	270	2001	261	1974	259	2004	334	1986	1731	1978
Minimum 1 / rok	33	1972	33	1973	4	1959	3	1951	2	2011	15	1972	818	1959
Minimum 2 / rok	33	1983	39	2003	24	1982	15	1965	16	2014	15	1963	833	1972

Na Jizerce se měří teplota vzduchu od roku 2010 a vyhodnocováno bylo období 2010 až 2021. Průměrná roční teplota byla v tomto období 4,8 °C, absolutní maximum bylo 31,8 °C ze 7. 8. 2015 a minimum -35,3 °C z extrémně mrazivého února z 3. 2. 2012. Díky své poloze v mělkém bezlesém údolí patří Jizerka mezi lokality s extrémními minimy teploty, i v letních měsících bývá průměr minim pod nulou.

Jelikož teplotu vzduchu měří Jizerka až od roku 2010 byla k vyhodnocení trendu růstu roční teploty vzduchu využita stanice Souš, která má data v celém období a koreluje statisticky významně na hladině 0,01 se stanicí Jizerka a je od ní



Obr. 1 Procentuální změna měsíčního a ročního úhrnu srážek dlouhodobého 30letého průměru 1991–2020 od 30letého průměru 1961–1990 na stanicí Kořenov-Jizerka a Desná-Souš.



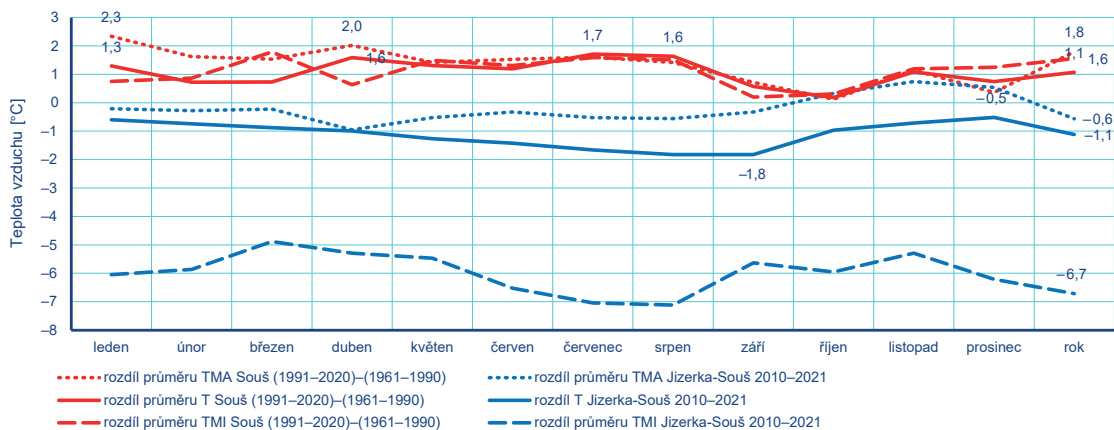
Obr. 2 Měsíční průměr, průměr měsíčních minim, průměr měsíčních maxim a absolutní minimum a maximum teploty vzduchu na stanici Kořenov-Jizerka v období 2010–2021.

v období 2010–2021 průměrně o 1,1 °C teplejší. Roční průměrná teplota rostla statisticky významně na hladině 0,01 podle lineárního trendu v období 1951–2021 o 0,295 °C za 10 let, v posledním 30letí 1991–2020 se růst zvýšil na 0,421 °C za 10 let. Odchylka průměrné roční teploty na Souši 30letého období 1991–2020 od období 1961–1990 byla 1,1 °C a od období 1951–1980 1,2 °C. Největší odchylka 1,7 °C byla v měsíci červenec a 1,6 °C v dubnu i srpnu. Dubnové oteplení přispívá k dřívějšímu tání sněhové pokrývky. V dubnu se zvýšil i průměr teplotních maxim o 2 °C, v lednu dokonce o 2,3 °C. Obecně chladnější Jizerka má oproti Souši výrazně nižší denní teplotní minima, průměrně o 6,7 °C a největší rozdíl minim bývá v létě.

Nejteplejším rokem v období 1951 až 2021 (tab. 2) zůstává na Jizerce i na Souši stále extrémní rok 2014 s roční průměrnou teplotou 5,9 °C resp. 7,1 °C následovaný na Jizerce roky 2015 a 2019 (oba 5,5 °C) a na Souši roky 2018 a 2019 (6,9 a 6,8 °C).

Tab. 2 Průměry a dvě nejvyšší a nejnižší průměrné měsíční a roční teploty vzduchu (°C) s uvedeným rokem extrému stanic Kořenov-Jizerka 2010–2021 a Desná-Souš v období 1961 až 2021.

Kořenov-Jizerka		leden		únor		březen		duben		květen		červen			
průměr (2010-2021)		-5,0		-3,8		-0,9		3,2		8,9		12,4			
Maximum 1 / rok	-1,3	2018	0,1	2020	1,9	2014	7,5	2018	12,6	2018	16,5	2019			
Maximum 2 / rok	-2	2014	-0,7	2014	1,3	2017	5,6	2011	10,4	2012	14,6	2021			
Minimum 1 / rok	-8,1	2010	-8,3	2012	-4,8	2013	0,4	2021	6,2	2021	10,9	2014			
Minimum 2 / rok	-7,7	2017	-7,8	2018	-3,6	2018	2,5	2017	6,2	2020	11,3	2015			
		červenec		srpen		září		říjen		listopad		prosinec		rok	
průměr (2010-2021)		13,8		13,4		9,9		5,8		0,4		-3,3		4,6	
Maximum 1 / rok	15,4	2010	16,5	2015	10,3	2016	7,7	2014	3,5	2014	1,5	2015	5,9	2014	
Maximum 2 / rok	15,3	2014	14,8	2018	10,2	2014	6,8	2019	3,2	2019	-0,8	2020	5,5	2015	
Minimum 1 / rok	12,3	2011	11,5	2016	7,2	2010	2,8	2010	-0,7	2016	-8,6	2010	3,4	2010	
Minimum 2 / rok	12,9	2020	11,5	2021	7,8	2013	3,8	2012	0,5	2011	-4,2	2012	4,2	2021	
		leden		únor		březen		duben		květen		červen			
průměr (1961-1990)		-5,0		-3,8		-0,9		3,2		8,9		12,4			
průměr (1991-2020)		-3,7		-3,1		-0,2		4,8		10,2		13,6			
průměr (2010-2021)		-3,7		-2,9		0,1		4,7		9,8		14,4			
Maximum 1 / rok	0,2	2007	0,8	1990	3,5	2014	8,4	2018	14,1	2018	18,3	2019			
Maximum 2 / rok	-0,5	1975	0,6	2020	2,8	1990	7,8	2009	13,4	2002	16,3	2021			
Minimum 1 / rok	-9,7	1987	-12,9	1956	-5,3	1987	0,1	1958	5,6	1991	9,7	1985			
Minimum 2 / rok	-9,6	1963	-9,3	1986	-5,3	1958	0,6	1955	5,8	1962	10,3	1956			
		červenec		srpen		září		říjen		listopad		prosinec		rok	
průměr (1961-1990)		13,8		13,4		9,9		5,8		0,4		-3,3		4,6	
průměr (1991-2020)		15,5		15,0		10,5		6,0		1,5		-2,6		5,6	
průměr (2010-2021)		15,9		15,2		10,8		6,5		2,4		-1,8		5,9	
Maximum 1 / rok	19,1	2006	18,6	2015	13,5	1999	9,1	1966	4,1	2014	1,7	2015	7,1	2014	
Maximum 2 / rok	19,1	1994	17,4	2018	13,3	2016	9	2001	4	1963	0,5	2006	6,9	2018	
Minimum 1 / rok	11,1	1979	11,4	1956	7,1	1996	1,8	1974	-2,8	1965	-8,1	2010	2,8	1956	
Minimum 2 / rok	11,4	1954	11,6	1987	7,2	1972	2,3	2003	-2,4	1956	-7,8	1969	3,2	1962	



Obr. 3 Červené čáry: Odchylka průměrné teploty, průměru měsíčních maxim a minim mezi 30letým obdobím 1991–2020 a 1961–1990 stanice Desná-Souš; Modré čáry: Odchylka průměrné teploty, měsíčních maxim a minim mezi stanicemi Kořenov-Jizerka a Desná-Souš.

Nejchladnějšími roky na Souši byly roky 1956 (2,8 °C), 1962 (3,2 °C) a 1980 (3,5 °C). V krátké 12leté řadě měření teploty na Jizerce je zajímavostí, že přes trend oteplování je poslední rok 2021 na druhém nejchladnějším místě.

Při srovnání teploty stanice Labská bouda s Jizerkou (Němec 2022) je Jizerka chladnější celkem ve 20 % celkové doby, chladnější o 1 °C v 17 %, o 3 °C ve 12 % o 5 °C v 8 % a o 10 °C ještě v celém 1 % celkové doby. Největší rozdíl byl 3. listopadu 2015 v 5:10 h, kdy na Labské boudě byla teplota +13,6 °C, na Jizerce –10,5 °C, na Jizerce-rašeliništi –11 °C a na Velké Jizerské dokonce –11,8 °C. Denní minima teploty jsou na stanici Horní Jizera o 0,2 °C a na stanici Jizerka-rašeliniště o 0,7 °C nižší než na stanici Jizerka. Absolutní minimum teploty v této oblasti po roce 2011 bylo naměřeno 3. února 2012 na Velké Jizerské –36,8 °C a na Jizerce –35,3 °C. Jizerka-rašeliniště a Horní Jizera v tuto dobu ještě nebyly v provozu.

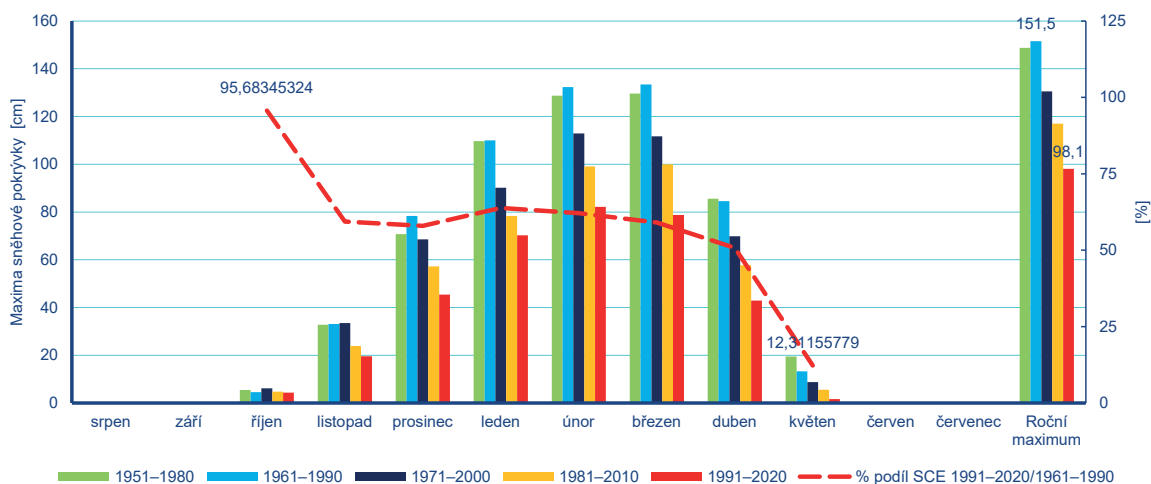
Nejen minima, ale také denní teplotní amplituda je na Jizerce oproti Souši větší. Rozdíl průměrů amplitudy je na Jizerce vyšší než 3 °C přes léto (až 4 °C v srpnu) a pod 2 °C v zimě. Významný rozdíl mezi stanicemi je ale hlavně v průměrech měsíčních maxim amplitudy, který dosahuje 7 °C. Na Jizerce byla naměřena největší denní amplituda teploty 29,5 °C dne 14. února 2017, kdy maximum bylo 10,9 a minimum –18,6 °C.

Ze zpracování teploty v období 2010–2021 je u stanice Jizerka zajímavý poznatek, že průměrný roční počet mrazových dnů je pouze v polovině roku (189 dnů, 52 %) na rozdíl od šumavského Březníku (Procházka 2019) s 239 dny (období 1988–2018), ale je to dáno právě obdobím zpracování a vlivem oteplování posledních let, kdy se v roce 2013 a 2015 vyskytly i dny horké a v roce 2013 dokonce jedna tropická noc. Porovnáme-li období 1961–1990 a 1991–2020 klesl na Souši počet arktických dnů na 39 % (0,8), ledových na 86 % (55), mrazových na 92 % (148), počet letních dnů stoupl statisticky významně na hladině 0,01 téměř na dvojnásobek (195 %, 15,5 dne) a objevily se i dny horké (1,3). Jizerka má v období 2010–2021 roční počet mrazových dnů o 43 vyšší než Souš, ledových více o 3 a letních o 4 méně.

Průměr ročních maxim výšky sněhové pokrývky (obr. 4) byl na Jizerce nejvyšší (152 cm) v období 1961–1990, na Jizerce klesl v období 1991–2020 na 98 cm (65 %), oproti tomu na Souši zůstal průměr maxim vyšší (108 cm), pokles na 87 % není statisticky významný. Měsíční i roční maxima bývala v období 1951 až 1990 na Jizerce o 20 až 30 cm vyšší než na Souši, při výraznějším poklesu maxim na Jizerce v období 1990 až 2020 rozdíly mezi maximy stanic nejsou výrazné. Nejvyšší výška sněhové pokrývky 239 cm byla ve sledovaném období naměřena na Jizerce 25. 3. 1967, následující úhrny sněhu 236 cm a 234 cm z 19. a 18. prosince 1973.

Průměrný roční počet dnů se sněhovou pokrývkou (≥ 1 cm) se na Jizerce v období 1991–2020 oproti období 1961–1990 snížil ze 153 dnů na 142 (93 %), na Souši z 139 na 134 (97 %), statisticky významné lineární trendy na hladině významnosti 0,05. Snížení v posledním 10letí potvrzuje i výzkum hodnot sněhového indexu zimních sezon (Urban 2018). K poklesu počtu dochází zejména u dnů s vyšší výškou sněhové pokrývky, u výšky nad 50 cm došlo k poklesu ročního počtu dnů o polovinu, u výšky nad 100 cm o dvě třetiny. K největšímu poklesu počtu dnů dochází na jaře, o 5 dnů v dubnu z 20,5 dne na 15,1 (73 %) a v květnu z původních 2,5 dnů na 0,4 dne se již sníž téměř nevyskytuje (18 %). Stanice Souš mívala v období 1961–1990 průměrně ročně o 14 dnů se sněhovou pokrývkou méně než Jizerka, v období 1991–2020 se rozdíl mezi nimi snížil na jeden týden.

Průměrný roční úhrn slunečního svitu 2010–2021 byl na Jizerce 1471 hodin. Porovnáním průměru dvou 20letí 1981–2000 a 2001–2020 stanice Souš se roční suma svitu snížila (97 %), zvýšila se ale v měsících března a dubna (na 107 %), dále se zvýšila v červnu a září (106, 105 %), pod 90 % se snížila v lednu, únoru, říjnu a prosinci. Porovnáme-li obě stanice, svítí slunce oproti Souši více na Jizerce v létě (105 %) a v zimě naopak méně (94 %).



Obr. 4 Změny 30letých průměrů maxim měsíční a roční výšky sněhové pokrývky SCE (cm) stanice Jizerka v období 1951 až 2020 (sloupcové grafy) a procentuální podíl období 1991–2020 a 1961–1990 (čára).

Vzhledem k umístění stanice Jizerky (i Souše) v horském údolí, je zde ve vyhodnoceném období 2010–2021 relativně nízká průměrná rychlost větru $2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, průměr měsíčních maxim je $17,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, maximální náraz větru v tomto období v lokalitě byl $25,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($29,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na Souši) při orkánu Herwart 29. 10. 2017, na hřebenech Krkonoš byla maxima přes $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($180 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), silné srážky způsobily na Jizeře povodeň. Z měsíců je největrnější leden. V létě přes den je rychlost větru průměrně o $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ vyšší než v noci. Četnost směru větru odpovídá také umístění stanice, tzn., že nejvíce fouká ve směrech protažení údolí a okolních hřebenů severo-severo-západ a jiho-jiho-východ. V létě v nočních hodinách dochází k preferenci severního směru, přes den je směr větru více variabilní s nárůstem četnosti jižních směrů, tento trend severního směru v noci a jižního přes den je výraznější na stanici Souš.

3. Závěr

Výsledky přispěly k lepšímu pochopení probíhajících změn. Informace o změnách vybraných prvků v čase umožňují aplikovat klimatologické údaje regionu Jizerských hor dalšími vědními obory.

Literatura:

NĚMEC, L., 2016. Meteorologická měření na Jizerce. Jizerka-Smědava Klenoty Jizerských hor. s. 26–27. ISBN 978-80-87100-32-5.

NĚMEC, L., 2022. Podnebí Velké Jizerské louky a jejího okolí, Přípravovaná publikace Karpaš, R. a kol. Velká Jizerská louka Klenoty Jizerských hor.

Atlas podnebí Česka. Praha a Olomouc 2007, 1. vydání, 256 s., ISBN 978-80-86690-26-1.

URBAN, G., RICHTEROVÁ, D., KLIEGROVÁ, S. et al., 2018. Durability of snow cover and its long-term variability in the Western Sudetes Mountains [online]. *Theor Appl Climatol.* [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02770-7>.

PROCHÁZKA, J., 2019. Výsledky dlouhodobého pozorování na meteorologické stanici Březník na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. 72, č. 4, s. 97–105, ISSN 0026-1173.

Vodoměrná stanice Jizerka – historie a současnost měření, základní hydrologické údaje

Tomáš Fryč

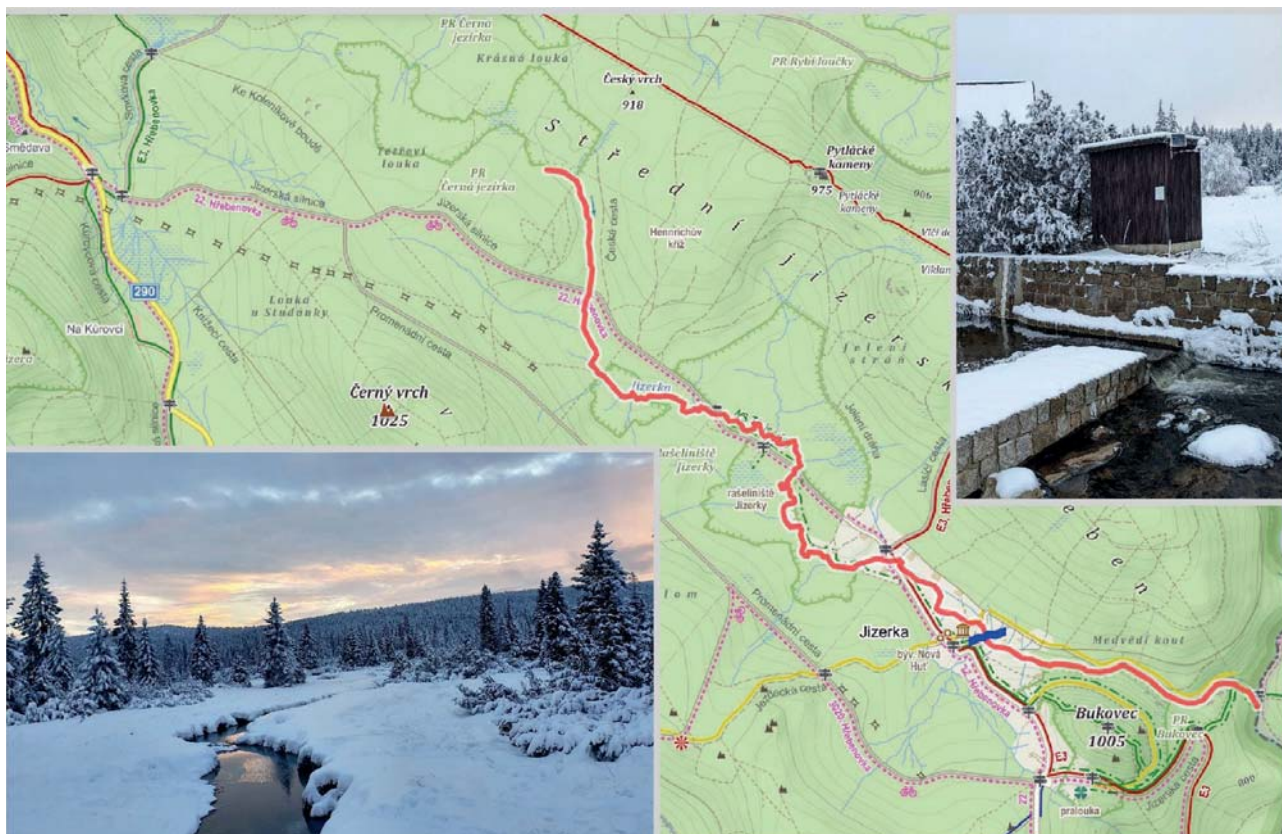
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Praha, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4, tomas.fryc@chmi.cz

1. Historie stanice

Vznik vodoměrné stanice na Jizerce je spojen s působením Oddělení experimentálního výzkumu ČHMÚ v Jablonci nad Nisou pod vedením Rudolfa Hancvencle. První experimentální vodoměrné stanice vznikly v Jizerských horách v roce 1981, limnigraf na Jizerce pak byl vybudován v další etapě a data průměrných denních průtoků jsou k dispozici od 1. 11. 1985. Původní měření bylo cca o 150 m výše proti proudu, než je současná poloha stanice, nad starým kamenným mostkem (obr. 2). Kontrolní měření průtoků se tehdy prováděla převážně hydrometrickou vrtulí klasickým hydrometrováním.

V roce 1997 došlo k modernizaci vodoměrné stanice. Vodní stav začal být měřen navíc i tlakovým čidlem a záznam byl archivován na dataloggeru Seba. K tomuto účelu byl vybudován do současnosti dochovaný objekt vodoměrné stanice s dřevěnou nástavbou a vodoměrnou šachtou, který dnes hlavně chrání elektronické přístroje před drsným jizerskohorským počasím. Ke stabilizaci koryta byl vystavěn měrný práh, který byl uprostřed snížen a opatřen měrným přelivem (obr. 3). Byla tak zvýšena citlivost měrné křivky průtoků a navíc bylo možné umístit pod přeliv měrnou nádobu a měřit tak minimální průtoky tzv. přímou metodou.

V roce 2008 byla vodoměrná stanice modernizována legendárním GPRS přenosovým modelem Fiedler M4016. Od této doby se Jizerka stala standardní stanicí ve vodoměrné síti ČHMÚ. Vodní stav se měří 2 nezávislými tlakovými čidly a navíc se měří i teplota vody a teplota vzduchu. Data ze stanice jsou k dispozici on-line po 10 minutách a velmi důležité je i odesílání varovných SMS o zvýšených vodních stavech na povodňové orgány Libereckého kraje a na mnoho dalších adresátů.



Obr. 1 Vodní tok Jizerka, výřez z Mapy.cz, fotky meandru u rašeliniště a objektu vodoměrné stanice.



Obr. 2 Fotka původní stanice z roku 1985, průběh vodního stavu byl zaznamenáván limnigrafem, (zdroj: archiv ČHMÚ Jablonec).



Obr. 3 „Nová“ stanice z roku 1997, stabilizace dna zděným prahem, který je uprostřed snížen a opatřen měrným přelivem, datalogger Seba umístěn v dřevěné budce, vodní stav je měřen tlakovým čidlem i klasickým limnigrafem, (zdroj: archiv ČHMÚ Jablonec).

V roce 2015 proběhla generální rekonstrukce měrného prahu. Byl upraven příčný sklon prahu tak, aby bylo nejnižší místo u levobřežní zdi, tedy v místě umístění tlakových čidel. Měrný přeliv, přes který přepadají běžné průtoky, byl také přemístěn k levobřežní zdi. Tím bylo dosaženo ještě větší citlivosti měrné křivky průtoky během převládajících nízkých vodních stavů (obr. 4).

V roce 2020 došlo k výměně dataloggeru za nejmodernější typ Fiedler H7 (obr. 5).

2. Základní hydrologické údaje pro profil vodoměrné stanice Jizerka

Plocha povodí k vodoměrné stanici A: **10,27 km²**

Nadmořská výška nuly vodočtu: **849,92 m n. m.**

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a (1991–2020): **0,425 m³·s⁻¹**

Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek na povodí P_a (1991–2020): **1 329 mm.**

Tab. 1 M-denní průtoky pro vodoměrnou stanici Jizerka pro 2 různá referenční období.

Md	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_{Md} [m^3 \cdot s^{-1}]$ 1981–2010	1,09	0,583	0,398	0,311	0,253	0,221	0,196	0,172	0,155	0,137	0,123	0,101	0,087
$Q_{Md} [m^3 \cdot s^{-1}]$ 1991–2020	1,10	0,626	0,414	0,317	0,253	0,213	0,182	0,161	0,144	0,129	0,114	0,096	0,080

Tab. 2 N-leté průtoky pro vodoměrnou stanici Jizerka.

N	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$	8,0	12,1	18,6	24,4	30,9	40,6	48,8

3. Měření a vyhodnocení průtoky na Jizerce

Pro kvalitní vyhodnocení průtoků v profilu vodoměrné stanice provádějí hydrologové kontrolní měření průtoků. Naprostá většina vodoměrných stanic pracuje na principu, že elektronický přístroj měří pomocí 2 různých čidel výšku vodního stavu. Přes tzv. měrnou křivku průtoky (MKP), která udává závislost průtoky na vodním stavu, se naměřená data o vodních stavech převádí na průtoky. Hydrologové změní průtok ve vodoměrné stanici během různých vodních stavů a dle výsledků měření průtoky následně upravují MKP.

Profil Jizerka je zajímavý tím, že se zde dají využít všechny dostupné metody měření průtoky, které se v ČHMÚ používají. Při minimálních průtocích lze na měrném přelivu rozdělit přepadající paprsek a měřit průtok tzv. přímou metodou „do nádoby“ (měří se čas naplnění nádoby o známém objemu). Běžné průtoky se na Jizerce v současnosti měří ultrazvukovým přístrojem FlowTracker. To je obdoba dříve používaného měření bodových rychlostí hydrometrickou vrtulí. Průtoky větší než cca 0,2 m³·s⁻¹ měříme na Jizerce ultrazvukovými přístroji typu ADCP (obr. 6). Pro rychlosti proudění vody do 1 m·s⁻¹

používáme menší typ plováku StreamPro, pro vyšší rychlosti pak používáme větší robustnější model Sontek M9. Při extrémních povodňových průtocích, kdy je proudění příliš turbulentní, je v profilu Jizerka možné měřit průtok radarem (z mostu jsou bezkontaktně měřeny povrchové rychlosti nad známým profilem koryta). Na závěr zbývá zmínit ještě v poslední době stále populárnější měření koncentrační metodou, kdy se pomocí vodivostních sond s využitím směšovací metody sleduje změna vodivosti vody při přidání solného roztoku a ze zaznamenaných dat se následně vyhodnocuje průtok. Tato metoda se používá pro měření průtoků hlavně v profilech, kde je ve vodním toku turbulentní proudění, které znemožňuje měření jinými přístroji.

3.1. Zajímavá data z provozu stanice

Na obr. 7 je graf vyhodnocených měsíčních kulminací v profilu Jizerka od roku 1997. V grafu jsou pro porovnání vyznačena i všechna kontrolní měření průtoků a úrovně N -letých průtoků. S příchodem technologie měření průtoků metodou ADCP po roce 2006 je vidět zřetelný nárůst úspěšně provedených měření velkých průtoků na úrovni 1 až 2letého průtoků. Každé takovéto měření bylo velmi cenné pro zpřesnění měrné křivky průtoků. Přitom změřit N -letý průtok na Jizerce často znamená vyrazit na měření ještě dříve, než skončí intenzivní srážka, a kulminace zde nastává v řádu desítek minut po konci silného deště.

Další vodoměrná stanice v povodí Jizery se nachází v Jablonci nad Jizerou. Během on-line provozu těchto dvou stanic bylo vyzorováno zpoždění mezi kulminacemi v profilech Jizerka a Jablonec, které bývá nejčastěji 2–3 hodiny. Při pro-



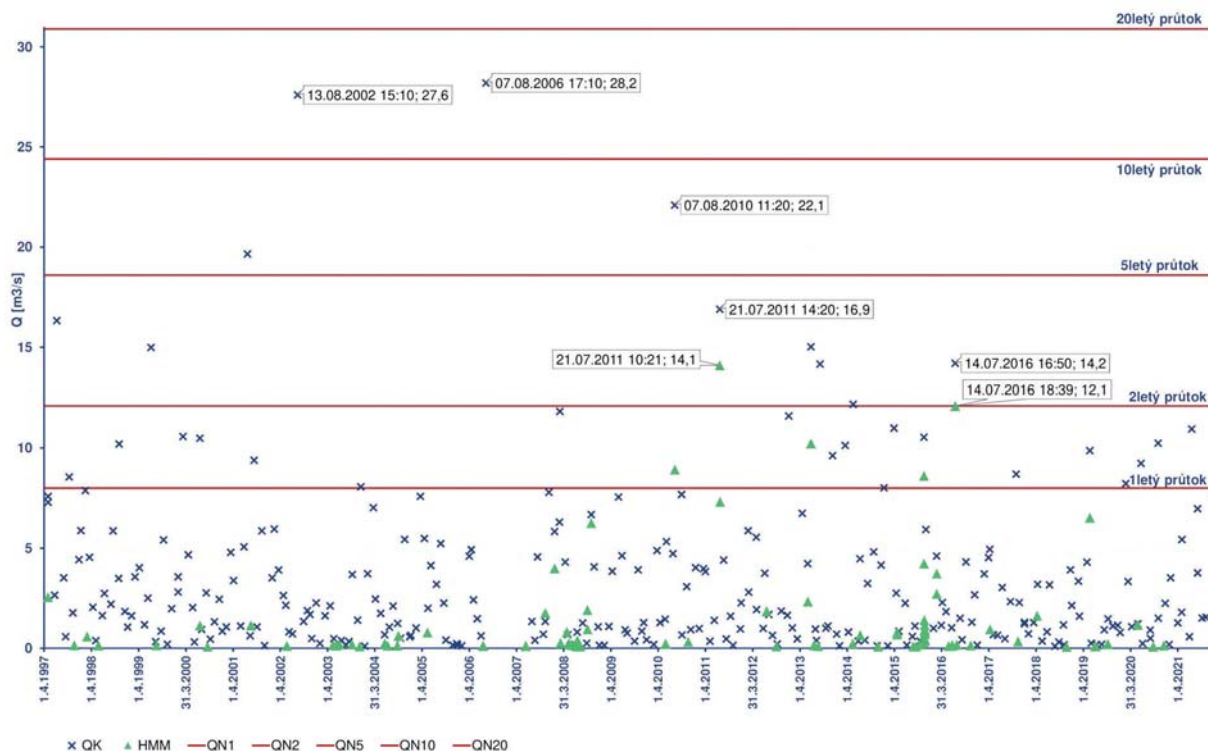
Obr. 4 Současný stav vodoměrné stanice, po rekonstrukci prahu v roce 2015 jsou běžné průtoky převáděny přes měrný přeliv u levobřežní zdi v blízkosti vodočtu a tlakových čidel. I při minimálních vodních stavech je tak dosaženo kvalitního vyhodnocení průtoků.



Obr. 5 Pohled otevřenými dveřmi stanice na nejmodernější datalogger Fiedler H7.



Obr. 6 Přetahování ADCP člunu při měření povodňového průtoků ($8,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) v profilu Jizerka, 7. 8. 2010.



Obr. 7 Vyhodnocení měsíčních kulminací v profilu Jizerka od roku 1997. V grafu jsou zeleně vyznačena i všechna kontrolní měření průtoku a červené linie představují úrovně N-letých průtoků.

blémových intenzivních návětrných srážkách od severozápadu až severu je kulminační průtok na Jizerce roven přibližně 1/10 následného kulminačního průtoku v důležitém vodoměrném profilu kategorie „A“ v Jablonci nad Jizerou.

Velmi zajímavým hydrologickým ukazatelem je srážkoodtokový součinitel, který vyjadřuje poměr objemu vody, který protekl vodoměrnou stanicí, k objemu spadlých srážek na povodí nad vodoměrnou stanicí. Z analýzy dat za období posledních 4 let (2018–2021), kdy bylo vyhodnocení průtoku a měření srážek kvalitnější, než tomu bylo v celém referenčním 30letém období, vychází výsledná hodnota srážkoodtokového součinitele **0,77**. To je na první pohled velmi vysoké číslo, ale pro převládající nepropustný rašelinný podklad je tato hodnota reálná.

4. Závěr

Za více jak 35 let provozu vodoměrné stanice se Jizerka postupně stala z experimentální „staničky“ plnohodnotnou vodoměrnou stanicí, která měří hydrologický režim ve vrcholové partii Jizerských hor. Hydrologická data z této vodoměrné stanice mají velkou důležitost i za povodňových situací. O zajištění bezproblémového provozu stanice se v současnosti starají převážně hydrologové ze skupiny ČHMÚ – Jizerské hory, kteří mají sídlo v Jablonci nad Nisou. V extrémních hydrologických situacích pomáhají měřit průtoky i hydrologové z pražské pobočky ČHMÚ. Kromě již zmiňovaných varovných SMS je stanice začleněna i do předpovědního modelu Hlásné a předpovědní povodňové služby ČHMÚ pro povodí Jizery.

Poděkování:

Autor příspěvku děkuje Pavlu Kuklovi, Kláře Sedlákové, Liboru Ducháčkovi, Janě Pobříslové a Tomáši Kabelkovi za pomoc při dohledávání historických dat, pozorné čtení a textové korektury.

30 let monitoringu vodárenských nádrží v Jizerských horách

Petr Ferbar, Václav Koza, Jakub Medek, Luděk Rederer

Povodí Labe, státní podnik, Víta Nejedlého 951/8, 500 03, Hradec Králové, redererl@pla.cz

1. Úvod

V oblasti Jizerských hor je státní podnik Povodí Labe pověřen správou sedmi vodních nádrží. Čtyři z nich (Mšeno, Harcov, Fojtka a Mlýnice) jsou situovány na úpatí Jizerských hor. Zbývající tři nádrže (Bedřichov, Souš a Josefův Důl) jsou umístěny pod centrálním hřebenem Jizerských hor. Vodní nádrže Souš a Josefův Důl slouží k zásobování Jablonecka a Liberecka pitnou vodou.

Počátky systematického monitoringu na vodních nádržích v Jizerských horách sahají až do roku 1906, kdy byla dokončena VN Bedřichov. Sledovány byly především ukazatele hydrologického režimu. V roce 1915 bylo postaveno vodní dílo Souš a jako poslední byla v roce 1982 dokončena vodní nádrž Josefův Důl. Na všech těchto nádržích je od začátku zavedeno měření a hodnocení meteorologických i hydrologických podmínek. Postupem času, v souvislosti se zřízením vodárenských odběrů (VN Souš 1974 a VN Josefův Důl 1987), se objevuje potřeba detailnějšího popisu jakostních charakteristik nádrží. Nejprve došlo k zavedení pravidelného monitoringu jakosti vody na přítocích a následně na počátku 90. letech 20. století byl postupně zaváděn soustavný monitoring jakosti vody i na samotných nádržích. Zavedené schéma monitoringu je respektováno do současnosti a díky tomu máme k dispozici unikátní řady hydrologických, biologických a fyzikálně-chemických údajů o uvedených vodárenských nádržích.

2. Nádrže Souš a Josefův Důl

Průměrná nadmořská výška povodí obou vodárenských nádrží se pohybuje přibližně ve stejné úrovni cca 750 m n. m. Obě nádrže vzdouvají horské toky odvodňující nejvyšší horské polohy Jizerských hor okolo 1 000 m n. m. Plochy povodí jsou u obou nádrží také přibližně stejné – Josefův Důl 20,02 km² a Souš (včetně převáděného povodí Bílé Desné) 21,2 km².

Mnohé však od sebe obě vodní díla odlišuje. Vodní nádrž Souš je podstatně starší a původně nebyla určena k vodárenskému využití. Nádrže se liší i objemem, dobou zdržení, maximální hloubkou a také využitím povodí nad nádrží. Nad nádrží Souš není žádné osídlení (s výjimkou hotelu *Montanie*, jehož odpadní vody jsou odvedeny pod nádrž). V povodí nádrže, ale vede komunikace II. třídy, která je v zimě uzavřena. V povodí nádrže Josefův Důl je několik rekreačně a turisticky využívaných objektů s produkcí odpadních vod, u kterých lze předpokládat omezený vliv na vodní prostředí.

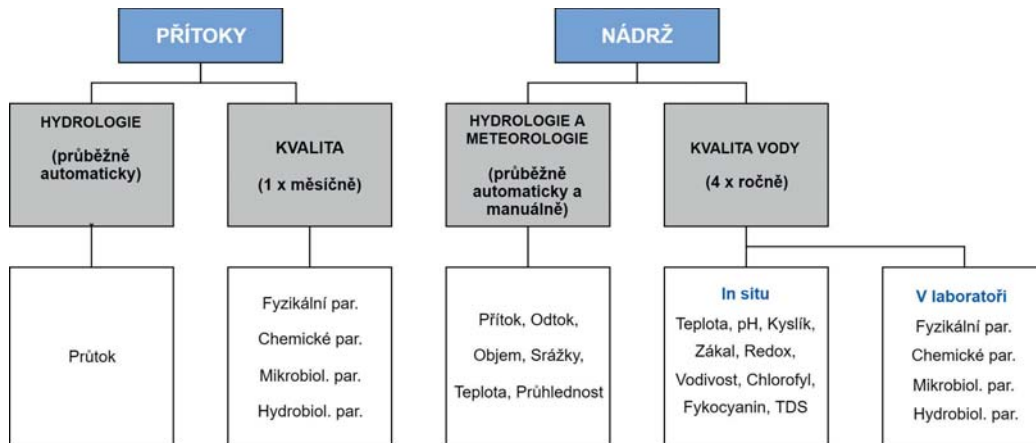
Povodí obou nádrží v minulosti postihla výrazná, desetiletí trvající epizoda acidifikace, způsobená imisním spadem z okolních elektráren. První poznatky o významném znečištění ovzduší jsou datovány kolem roku 1957 a v roce 1967 už jsou k dispozici průkazné výsledky dokumentující poškození lesních porostů imisemi. Ve 2. polovině 80. let exhalace oslabily les natolik, že byla odlesněna podstatná část povodí vodárenské nádrže Souš. Lesní porosty v povodí nádrže Josefův Důl byly imisemi postiženy méně.

Vodním dílem Souš se vzdouvají nejen vody z hydrologického povodí říčky Černá Desná, ale je převáděna i voda ze sousedního povodí, z oblasti bývalého vodního díla na Bílé Desné (zbytky z tragédie roku 1916 – Protržená přehrada). Na nádrži Josefův Důl k plánovanému převodu z Jeleního potoka zatím nedošlo. Projektová příprava na tuto akci je před dokončením a budou vyhledávány vhodné finanční zdroje.

Vodní dílo Souš je zdrojem pitné vody pro skupinový vodovod Jablonec n. Nisou, Železný Brod, Tanvald a Harrachov. Nádrž Josefův Důl je zásobárnou pitné vody především pro krajské město Liberec a území západně od krajského města.

3. Monitoring na vodních nádržích

Na vodárenských nádržích Josefův Důl a Souš se provádí dlouhodobý hydrologický, fyzikálně-chemický, mikrobiologický i hydrobiologický monitoring. Hydrologické údaje (přítok, odtok a hladina) jsou měřeny automaticky a jsou navázány na starší každodenně měřené údaje. Doplnkově jsou měřeny další údaje, jako je teplota vzduchu, srážky, výška sněhu aj. Přímo na vodních nádržích je po sejítí ledu denně automaticky měřena teplota voda, která je ověřována ručním měřením. Dvakrát týdně je měřena průhlednost vodního sloupce.



Obr. 1 Schéma monitoringu na vodárenských nádržích v Jizerských horách.

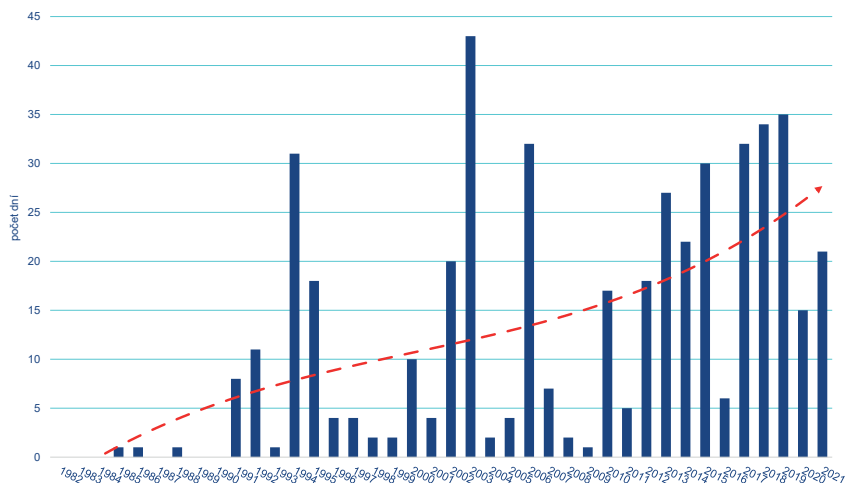
Monitoring jakosti vody probíhá na nádrži i na jejích hlavních přítocích. Frekvence monitoringu na přítocích je 12 krát ročně. Podrobný limnologický monitoring nádrže je realizován 4 krát ročně. Odběry vzorků vody a in situ měření se provádí na přesně definovaných odběrových místech. Vzorkování přítoků je jednodušší. Na nádržích je však nutné vzorkovat hloubkovým odběrákem. Část kvalitativních analýz je prováděna hloubkovou multiparametrickou sondou přímo v terénu. To umožňuje okamžité zhodnocení aktuálních jakostních poměrů na hladině i v hloubce (10 parametrů). Většina sledovaných ukazatelů se však přesně stanoví z odebraných vzorků v laboratorních podmínkách. Na vertikálách se vzorkuje obvykle hladina a prostor nade dnem. Ve zdůvodněných případech se odběr vzorků na vertikále zahušťuje. In situ měření multiparametrickou sondou na vertikálách v nádrži je prováděno s krokem měření 1 m.

V průběhu více jak 30 letého sledování nádrží došlo k výraznému zkvalitnění monitoringu jakosti vody a to jak po stránce mezi stanovitelností látek, tak i po stránce množství hodnocených ukazatelů. Při zavedení monitoringu na přítocích v roce 1986 bylo sledováno 27 ukazatelů (např. pH, N–NH₄, N–NO₃, BSK₅, Cl, Ca aj.). Před třiceti lety v roce 1993 byl monitoring jakosti vody rozšířen i na nádrže samotné. Tím došlo k podstatnému zvýšení znalostí o celkové dynamice procesů, uvnitř nádrží. Zpočátku bylo na nádržích sledováno 30 ukazatelů, nyní se zde pravidelně hodnotí více jak 60 ukazatelů. Na přítocích aktuálně sledujeme 53 ukazatelů. Při nepravidelném screeningovém stanovení, například pesticidů může být počet ukazatelů i násobně vyšší (až 150 individuálních taxonů).

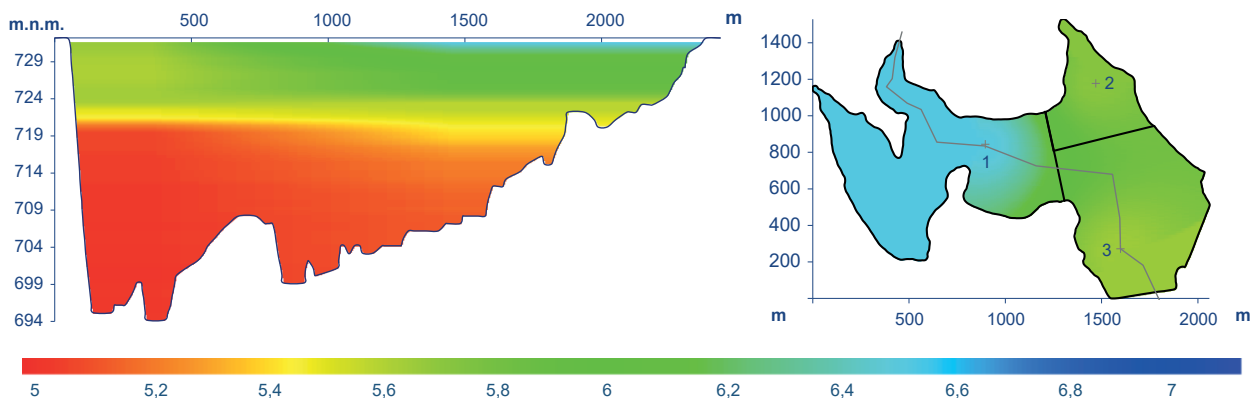
4. Zhodnocení monitoringu

Jak je výše uvedeno aktuální historická databanka Povodí Labe obsahuje výsledky pravidelného monitoringu přítoků za posledních 37 let a data z monitoringu nádrží za 30 let. Vedle toho jsou k dispozici v digitální podobě i hydrologické a teplotní záznamy od roku 1982, které každý den zajišťují pracovníci dozorství. S takovým informačním bohatstvím se přirozeně objevuje otázka, zda se klimatické i vegetační změny v povodí obou nádrží promítly v dlouhodobém průběhu sledovaných parametrů. Podrobnější rozbor časových řad skutečně ukazuje tendence, které zřejmě vznikaly a vznikají jako reakce na měnící se půdní i vegetační poměry v ploše povodí.

Teplota vody při hladině je pro svou jednoduchost měření a velké množství dostupných údajů velmi vhodný parametr k posouzení trendů. Vlastní stanovení je odolné vůči drobným výchytkám, které působí denní režim nebo nevýznamné hydrologické epizody. Lze konstatovat, že soustavným měřením hladinové teploty bylo prokazatelně zjištěno, že na VD Souš od roku 1982 přibylo dnů s vyššími teplotami (obr. 1). Také epizody s vysokými letními teplotami jsou častější a delší. Jestliže v první měřené dekádě počínaje rokem 1982 je zjištěna



Obr. 2 VD Souš – Počet dní v roce s teplotou vody u hladiny ≥ 20 °C.



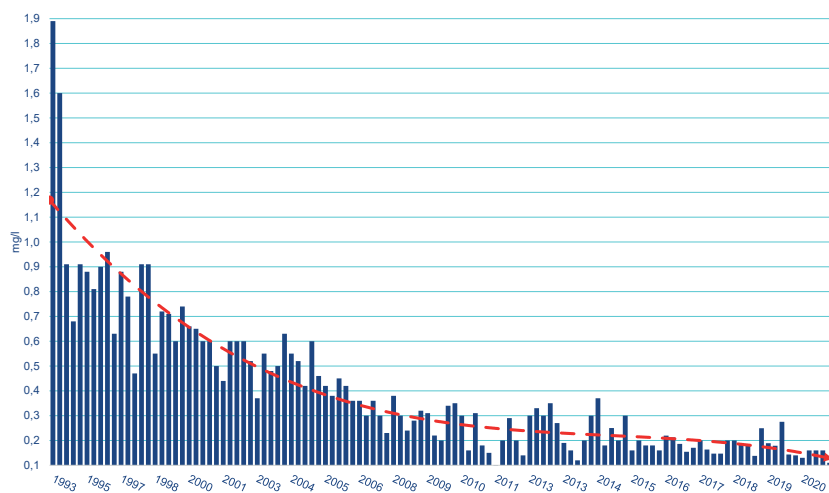
Obr. 3 VD Josefův Důl – vývoj hodnot pH v podélném profilu a na hladině dne 31. května 2021.

hladinová teplota vyšší nebo rovna 20 °C v průměru pouze jednou ročně, tak v poslední dekádě do konce roku 2021, je taková teplota dosažena průměrně 24 dní v roce. Zvýšení teplot je také zaznamenáno při testování maximálních teplot vody v letním období. Průměr z patnácti nejvyšších teplot v roce je v první dekádě 18,1 °C. Nyní za posledních deset let je tato hodnota již 21 °C.

Dalším snadno měřitelným parametrem je průhlednost, která se ve vegetačním období měří na obou nádržích dvakrát týdně. U tohoto ukazatele jsou však k dispozici podstatně kratší datové řady, neboť se zjišťuje teprve od roku 2002. Z toho plyne, že etapa s acidifikací a následným odlesněním není tímto parametrem podchycena. Průměrné roční hodnoty průhlednosti se v období 2002–2016 na nádrži Souš pohybovaly okolo hodnoty 350 cm (min. 110 / max. 520). Od roku 2017 však dochází k výraznému snížení průměrné průhlednosti na hodnotu 238 cm (min. 130 / max. 430). Jedním z faktorů, které průhlednost mohly ovlivnit je i vyšší teplota vody. Na nádrži Josefův Důl je zaznamenán trochu jiný vývoj. Zde se po celou dobu pozorování drží průměrná průhlednost okolo 360 cm.

Hodnota pH je ve spojení s dlouhým obdobím acidifikace velmi sledovaný parametr a hodně vypovídá o průběhu této nepříznivé etapy. Jsou publikovány údaje z roku 1960, podle nichž se v počáteční fázi acidifikace hodnoty pH na nádrži Souš pohybovaly v rozmezí 3,7–4,6. Správce nádrže prováděl první měření na VD Souš po 22 letech a prakticky se stejným výsledkem. Tomu odpovídají i dobová zjištění na úpravně vody. Koncem 80. let je však pokles hodnoty pH pod 5 na přítocích obou nádrží zaznamenáván již jen výjimečně. Další zvýšení hodnot pH je zaznamenáno v 90. letech a interval mezi hodnotami 5 až 6 lze na přítocích považovat za typický. Na samotných nádržích se sezónní zvýšení hodnot prosazuje s určitou prodlevou, která je dána obměnou vody v nádrži. A tak na menší nádrži Souš jsou sice na jaře měřeny nízké hodnoty mezi 4 až 5, ale v létě jsou již běžné hodnoty pod 7. Zvýšení hodnot pH zde bylo také podpořeno leteckým vápněním v letech 1996–2015. S ukončením vápnících kampaní na Souši však lze vysledovat znovu určitý pokles hodnot pH. U velké nádrže Josefův Důl již zvýšení není tolik razantní a letní hodnoty pH se nyní pohybují kolem hodnoty 6.

Příznivý vzestup hodnoty pH v povodí obou nádrží, však s sebou nese i širší změny. Dochází k nižšímu odnosu hliníku z povodí do nádrží a postupná obnova vegetačního pokryvu Jizerských hor se projevila zvýšenými nároky na dusík



Obr. 4 VD Josefův Důl – Výrazný pokles koncentrace dusičnanového dusíku v nádrži v letech 1993–2021.

a zmenšila transport této živiny do nádrží. Hliník i dusík však v nádržích hrají důležitou roli při přechodu fosforu do rozpustných forem podporujících rozvoj drobných zelených řas a sinic – fytoplanktonu. Přestože koncentrace fosforu jsou v obou nádržích velmi nízké, snížení omezující funkce hliníku i dusíku vytvořilo lepší podmínky pro využití jeho forem primární produkci. Změny taxonomického složení a nárůst početnosti společenstva fytoplanktonu ve vegetačním období jsou zřejmě také jednou z příčin snížené průhlednosti.

Změny chemizmu vody v nádržích s příznivým vývojem na přítocích vyústily v úspěšný návrat a postupnou stabilizaci rybí obsádky. Acidifikace totiž mimo jiné byla příčinou vymizení ryb z vyšších nadmořských výšek Jizerských hor. I když pravděpodobně ještě v období 1935–1952 byl nad přehradou Souš loven siven americký, pstruh potoční a možná i mník jednovousý, tak k jeho konci, zde již byl prokazatelný úbytek ryb. V době napouštění nádrže Josefův Důl byly podmínky pro vytvoření rybí obsádky natolik špatné, že nádrž byla až do roku 1999 zcela bez ryb. S koncem extrémní acidifikace v 90. letech však již bylo možné vysazovat nejprve sivena amerického a následně i pstruha potočního. Nyní se na Josefově Dole hojně rozmnožila i střevle potoční.

Stojaté vody v horských oblastech obvykle vykazují přirozený oligotrofní stav. Nepočetná a nepřilíš pestrá společenstva vodních organismů – řas a bezobratlých – mají indikační význam a jejich sledování jsou již tři desetiletí také zařazena do pravidelného monitoringu obou nádrží.

Údaje o složení a početnosti (resp. biomase) fytoplanktonu v nádrži Souš před nástupem acidifikace jsou útržkovité. Stejně jako v případě zooplanktonu lze konstatovat, že byly a jsou ve společenstvu zastoupeny acidotolerantní nebo acidofilní druhy v málo početných populacích. Od konce 90. let minulého století; po té, co vymizely sezónní extrémní hodnoty pH vody, se také v planktonu začaly objevovat druhy, které byly v nádrži zjišťovány před acidifikací. Přestože na základě našich výsledků nelze dokumentovat „skokovou“ změnu ve složení ani v početnosti zooplanktonu, v souvislosti s odezníváním acidifikace došlo k dalším indukovaným ekologickým změnám v povodí i přímo v nádrži např. již zmíněná umělá „re-introdukce ryb“ či řízené znovuzalesnění povodí.

Podobně jako v nádrži Souš je ve společenstvu planktonních organismů i na VD Josefův Důl zastoupeno málo acidofilních či acidotolerantních druhů. Přestože nepříznivé důsledky acidifikace byly v době napouštění nádrže Josefův Důl nepřehlédnutelné, vlastní povodí nové nádrže bylo jedno z mála míst ve vrcholové části Jizerských hor, kde nedošlo k úplnému odlesnění. Nezanedbatelnou roli sehrála i ta skutečnost, že nová velká nádrž v extrémních podmínkách (s řadou „ekologických“ bariér) byla kolonizována vodními organismy jen pomalu. Proto početnosti (resp. biomasy) planktonních společenstev byly dlouho na velmi nízké úrovni. Varovným indikátorem nových výzev, které mohou ohrozit vodárenské využití nádrže Josefův Důl, byl masivní rozvoj pikosiniec rodu *Merismopedia* v období 2011–2015.

5. Závěr

Základní struktura monitoringu jakosti vody obou vodárenských nádrží, která byla sestavena před 30 respektive na přítocích před 37 lety, přetrvala do dnešních dnů. Získané a plně digitalizované výsledky dlouhodobého monitoringu na obou vodárenských nádržích celkem přesvědčivě ukazují neocenitelný význam soustavného a stabilizovaného měření parametrů. Je to prakticky jediný způsob, jak přesvědčivě doložit zásadní změny chování celého vodního režimu pod vlivem vnějších faktorů. A na tomto základě je posléze možné formovat predikce pravděpodobného budoucího vývoje. Zpracované výstupy jsou využívány pro krátkodobá hodnocení i dlouhodobé koncepce nejenom v oblasti vodního hospodářství.

Z hlediska jakosti vody analýzy ukazují, že obě vodárenské nádrže se nachází v postacidifikační etapě, kdy se zvýšila hodnota pH a snížil objem hliníku i dusíku odtékajícího z povodí. Je nastartován proces rozvoje „oživení“ oblasti. Jeho důsledky jsou vnímány veřejností především pozitivně. Návrat rybních společenstev do „mrtvých“ vod nebo úspěšnou obnovu lesních porostů není možné ani jiným způsobem hodnotit.

Literatura:

LHOTSKÝ O., 1963. Dystrofní údolní nádrže Jizerských hor, *Vodní hospodářství* 5, s. 166–168.

CHLUM A., 1978. *Vodní dílo Josefův Důl*, Státní zemědělské nakladatelství Praha.

KŘEČEK J., 1988. Vodohospodářská funkce lesa v Jizerských Horách, *Sborník XXI Teplické vodohospodářské aktuality*, ČSVTS SčVaK Teplice, s. 171–181.

KUCHAŘOVÁ M., KUCHAŘ M., 1990. Srovnání a vývoj kvality surových vod v nádržích Souš a Josefův Důl a problémy související s jejich úpravou., In: *Sborník 1. celostátní konference Nádrže jako zdroj pitné vody*, ČVTS České Budějovice, s. 99–112.

HOŘICKÁ Z., BÍMOVÁ T., PROCHÁZKOVÁ L., STUHLÍK E., VONDRÁK D., 2013. Biological recovery of reservoirs in the Jizera Mountains, the Czech Republic, from acidification, *Proceedings of the 28th Task Force meeting of the ICP Waters Programme in Verbania Pallanza, October 8.–10. 2012*, ICP Waters Report 112/2013, NIVA Oslo, 27–30.

DURAS J., 2010. Přehradní nádrže a kvalita vody. Už nemusíme vápnit ani zápat s dusičnany. *Veronica číslo 3, XXIV ročník*, 1–4.

KOZA V, REDERER L., 2013. Vodárenské nádrže Jizerských hor kvalita vody a její změny. In: *Sborník vodní nádrže 2013*, 25.–26. září 2013, Brno, Česká republika. Kosour, Dušan ed Brno, Povodí Moravy, s.p., s. 104–108.

Vybrané výsledky mikroklimatických šetření prováděných na pěstebně-ekologických experimentech v okolí Jizerky

Ondřej Špulák, Dušan Kacálek

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, spulak@vulhmop.cz

1. Úvod

Lesnický výzkum pěstování a ekologie lesa realizovaný pracovníky Výzkumné stanice Opočno (VS Opočno) Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti se do oblasti Jizerských hor začal významněji soustředit v souvislosti s imisními škodami, a to kolem roku 1990. Na počátku byla pro hodnocení růstového prostředí využívána pouze dostupná data z měření sítě stanic Meteorologického ústavu. Později bylo několik ploch vybaveno staničními teploměry a manuálním srážkoměrem, které obsluhovali pozorovatelé; v zimním období zahrnoval monitoring také výšku sněhové pokrývky. Klíčovým objektem obnovy lesa po kalamitě se postupně stala výzkumná plocha (VP) Jizerka na Středním Jizerském hřebeni (Balcar, Podrázský 1994), která byla (a je) z výzkumných ploch VS na Jizerských horách nejvíce instrumentována. Kromě meteorologické stanice (od r. 1996; Balcar et al. 2012a) a teplotních loggerů umístěných v různých částech výzkumné plochy (od cca r. 2003) se však jedná o krátkodobá či ambulantní měření. Automatizovaná měření zejména teplot vzduchu a půdy a srážek pak byla/jsou provozována i na řadě dalších lokalit zejména hřebenových poloh Jizerských hor. Všechna tato měření slouží jako podpurná data umožňující lépe porozumět otázkám týkajícím se pěstování a ekologie lesa.

Cílem příspěvku je stručně představit vybrané výsledky meteorologických šetření prováděných k podpoře výzkumu na poli pěstování a ekologie lesa získané na výzkumných plochách v Jizerských horách, a to s odkazy na studie prezentující tyto výsledky v bližším detailu.

2. Metody měření

Pro měření základních meteorologických charakteristik na výzkumném objektu Jizerka (SLT 8K – kyselá smrčina, 980 m n. m.) a dále také na výzkumné ploše Kleč poblíž rašeliniště Jizerky (v minulosti také na výzkumné ploše Smědavská hora), slouží meteorologické stanice (NOEL, později LEC 2000, na VP Jizerka nyní Libor Daneš DN 4000; obr. 1). V základní sestavě jsou monitorovány teploty vzduchu a půdy (Pt 1000; výrobce Ing. Libor Daneš), vlhkost půdy (Virrib; Amet), globální záření (pyranometr; Tlustšák), srážky (srážkoměr; Tlustšák), vlhkost vzduchu (Ing. Libor Daneš), případně vítr (anemometr; Tlustšák). Měření probíhají v hodinovém intervalu.

Pro krátkodobá a ambulantní měření na plochách v Jizerských horách využíváme loggery firmy Comet v různé konfiguraci (teploty, vlhkost vzduchu, čítač ke srážkoměru). Čidla jsou stíněna proti dopadu přímého záření. Pro měření svrchní vlhkosti půdy, teploty přízemní vrstvy vzduchu a půdní teploty slouží měřidla TMS (TOMST, ČR). Většinou volíme opakovaný experiment, a to jak z důvodu podchycení variability prostředí, tak pro odfiltrování (ne-)přesností měřících zařízení.

Imisní zátěž testovaných výsadeb byla na VP Jizerka hodnocena do konce roku 2009. Sledovanou charakteristikou byla depozice síry monitorovaná během celého roku kontaktní



Obr. 1 Manuální a automatické měření teplot a srážek na VP Jizerka v roce 2010 (foto: O. Špulák).

sumační metodou s týdenními termíny expozice. Dále bylo sledováno znečištění ovzduší pasivními samplery firmy Gradko, a to koncentrace O₃ (od r. 2003), SO₂ (2005) a NO₂ (2006).

Na Jizerských horách (experimentální povodí Jezdecká) byla také testována funkčnost jednoho z prvních prototypů sněhoměrného zařízení vyvíjeného v rámci společného projektu VÚV, VÚLHM a firmy ing. Libor Daneš (Špulák et al. 2015).

3. Vybrané výsledky

Klima na výzkumném objektu Jizerka za období 1996 až 2010 bylo i v porovnání s podmínkami vybraných stanic ČHMÚ (Lasičí, Bedřichov, Souš) hodnoceno v pracích Balcar et al. 2012a a 2012b. Zjištěné podmínky byly částečně odlišné od předpokládaných podmínek pro daný smrkový lesní vegetační stupeň: víceletý srážkový úhrn (průměrný roční úhrn 1 135 mm, rozmezí 690 až 1 561 mm) byl nižší (předpokládalo se 1 200–1 500 mm), naproti tomu průměrná teplota vzduchu byla zhruba o 1 °C vyšší. S odrůstáním kultur klesala průměrná rychlost větru, rozložení směrů se za hodnocené období podstatně neměnilo.

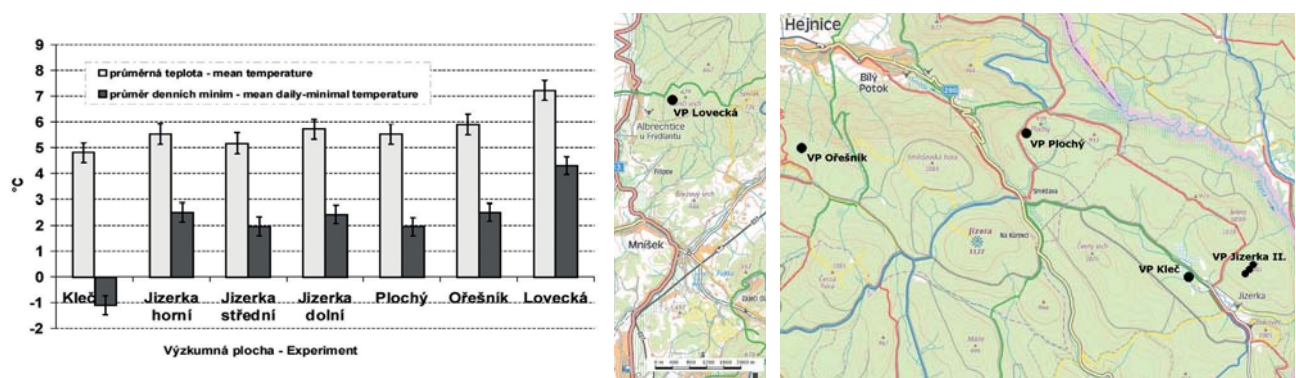
Z výsledku měření depozice sirmých sloučenin byl zřejmý pokles imisní zátěže v polovině devadesátých let 20. století, po přelomu tisíciletí však opět došlo k nárůstu, zvýšení se projevilo také na koncentracích S v listech jeřábu. Koncentrace ozonu na VP Jizerka byly vyšší, než na stanicích ČHMÚ Souš a Rýchory, rozdíl byl nejvýraznější ve vegetační době, proto zde byly pozorovány i častější symptomy poškození dřevin (Slodičák et al. 2009).

Z monitoringu na „transektu“ ploch v různých podmínkách Jizerských hor byl potvrzen gradient teplot v rámci sledovaných poloh (např. Balcar et al. 2009; obr. 2) i existence a negativní vliv mrazové kotliny údolí Jizerky na odrůstání dřevin (obr. 3; Balcar, Špulák 2006).

Ke snížení teplotních extrémů a tím příznivějšímu růstovému prostředí z hlediska teplot dochází i pod korunami jehličnanů nezapojených porostů. Za sledovaná vegetační období na plochách v Jizerských horách snížila poloha pod korunami výskyt mrazových period podle lokality o 15 až 55 %, v případě period se stresovými teplotami (nejméně čtyřhodinové časové úseky s teplotou pod bodem mrazu, kdy nejnižší teplota klesla pod -2 °C) pak o 25 až 64 % oproti polohám na volnu. Nutnost tlumení přizemních teplot je zvláště potřebná při vnášení na mrazové stresy citlivých cílových dřevin na lokalitách vyšších poloh a v mrazových kotlinách s výskytem přizemních mrazů ve vegetační době. Přítomnost porostu jehličnaté náhradní dřeviny a výsadba dřevin do blízkosti jedinců stávajícího porostu podle našich zjištění může výrazně přispět k redukci vlivu mrazu na výsadby (Balcar et al. 2009).

Z hodnocení mikroklimatu mladých porostů břízy karpatské, smrku ztepilého a porostní mezery vyplynulo, že porost břízy redukuje kolísání přizemní teploty vzduchu a teploty půdy významněji pouze v době olistění. Mimo vegetační dobu se průběh teplot pod břízou blížil porostní mezeře. Rozdíly teplot mezi variantami porostu byly nejmenší na podzim. Krycí efekt porostu břízy pro podsadby citlivějších cílových dřevin je tedy v době pozdních mrazů pouze omezený (Špulák, Kacálek 2016).

Byl potvrzen vliv polohy (směru) vůči mladé smrkové skupině na teplotní průběh v různých výškách nad zemí. Rozdíl v průběhu denních teplotních charakteristik v přizemní vrstvě vzduchu (30 cm nad zemí) mezi porostní mezerou a jižním okrajem smrkového porostu byl malý. Přizemní vrstva vzduchu na severním okraji byla výrazně chladnější a teplotně stabilnější. S rostoucí výškou nad zemí klesaly teplotní výkyvy i frekvence a intenzita přizemních mrazů. Ve výšce 140 cm nad zemí (tj. přibližně v jedné třetině výšky smrkového porostu) byly již rozdíly mezi denními teplotními charakteristikami na jižním a severním okraji porostu během vegetačního období malé a četnost pozdních nebo raných mrazů srovnatelná. Z toho vyplývá, že při vnášení dalších cílových dřevin v průběhu rekonstrukce mladých jehličnatých porostů pomocí odrostků nemá výběr vhodného místa výsadby v rámci malých obnovních prvků z hlediska teplot v blízkosti



Obr. 2 Průměrné teploty a průměry denních teplotních minim ve výšce +200 cm nad terénem od října 2004 do září 2008 na vybraných plochách, jejichž poloha je na obrázku dole (zdroj: Balcar et al. 2009 a Mapy.cz).



Obr. 3 Opakované poškozování rašících pupenů a výhonů přízemními mrazy vede v lepším případě k zahušťování koruny (vlevo), často podobné výsledkům poškození okusem zvěří (vpravo). U mladých stromků může být letální.

terminálního výhonu takový význam, jako u sazenic menších rozměrů (Špulák, Balcar 2013). V mrazových polohách je vhodná výsadba na vyvýšená místa (Špulák 2009).

K stabilizaci mikroklimatu přispívají i keře borovice kleče. Okraj keře kleče představoval z hlediska teplot u většiny charakteristik střed mezi interiérem keře a porostní mezerou. V případě radiálních dní však maximální teploty při okraji vystupovaly nad hodnoty v porostní mezeře. Relativní vlhkost vzduchu v porostní mezeře byla nižší, než v nejbližším okolí keře kleče; s narůstající vzdáleností od keře vlhkost klesala. Rozdíly byly nejvýraznější v dopoledních hodinách, přetrvávaly však i v průběhu noci. Mikrorelief terénu se ukázal jako významný faktor ovlivňující zvláště relativní vlhkost vzduchu v přízemní vrstvě; terénní deprese na vodou ovlivněném stanovišti může změnit rozdíly vlhkosti dané polohou vůči keřům kleče (Špulák 2013).

Ze sledování vlhkosti půdy pod mladými (cca 18 let) porosty břízy karpatské, smrku ztepilého a bylinným pokryvem v porostní mezeře na VP Jizerka vyplynulo, že i malé prostorové skupiny těchto porostů (cca 100 m²) vedou k rozdílnému obsahu vody v půdě. Nejvyšší vlhkost byla pozorována v porostní mezeře, svrchní vrstva půdy pod smrkem měla vyšší obsah vody, než pod porostem břízy. Ve vegetační době se intercepční kapacita porostu břízy pohybovala v rozmezí 1,4 až 2,2 mm, u smrku to bylo 2,1 až 2,6 mm a u bylinného porostu 1,2 až 2,2 mm. Vlhkost půdy obvykle klesala v období rašení a stabilizovala se v době přechodu do období dormance. Tento cyklický efekt byl nejvýraznější pod břízou. Klíčovými faktory snižujícími půdní vlhkost pod břízou bude hloubka a hustota prokořenění, které vytvářejí preferenční cesty pro infiltraci. Tato vlastnost břízy karpatské může být prospěšná zvláště na sekundárně zamokřených lokalitách (Špulák et al. 2021).

4. Závěr

Monitoring mikroklimatických podmínek horských lesních stanovišť potvrdil významné efekty dřevinné vegetace na průběh změn podmínek prostředí. Podobná šetření jsou realizována nejen v Jizerských horách, ale na celé škále výzkumných ploch v rámci České republiky.

Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0118.

Literatura:

BALCAR, V., PODRÁZSKÝ, V., 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. /Establishment of a tree planting experiment in the ridge part of the Jizerské hory Mts/. *Zprávy lesnického výzkumu*, **39**, č. 2, s. 1–7.

BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., KUNES, I., 2012. Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka – I. Srážky a půdní vlhkost. [Climatic conditions in the Jizerka experimental plot – I. Precipitation and soil moisture]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **57**, č. 1, s. 74–81.

- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., KUNES, I., 2012. Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka. II – teplota, vítr a sluneční svit. [Climatic conditions in the Jizerka experimental plot. II – Temperature, wind and radiation]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **57**, č. 2, s. 160–172.
- ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., 2016. Below-canopy and topsoil temperatures in young Norway spruce and Carpathian birch stands compared to gaps in the mountains. *Journal of Forest Science*, **62**, č. 10, s. 441–451.
- ŠPULÁK, O., BALCAR, V., 2013. Temperatures at the margins of a young spruce stand in relation to aboveground height. *iForest*, **6**, s. 302–308. DOI: 10.3832/ifor0815-006.
- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., 2009. Příspěvek k problematice porostotvorné funkce jehličnatých dřevin – tlumení mrazových extrémů v horách. [Contribution to role of conifers in stand-forming process – moderating of frost extremes in mountains]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **54**, č. 3, s. 157–165.
- ŠPULÁK, O., 2009. Příspěvek k poznání teplotních souvislostí prosadby jehličnatých porostů náhradních dřevin. [Contribution to study of temperature relationships of interplantings in coniferous substitute tree forest stands]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **54**, Special, s. 59–66.
- ŠPULÁK, O., 2013. Vliv keřů kleče na vývoj přízemních teplot a vzdušné vlhkosti v nejbližším okolí. [Effect of mountain pine shrubs on ground temperatures and air humidity in their close vicinity]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **58**, č. 3, s. 255–263.
- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., 2010. Tvorba druhové skladby horských lesů na lokalitách extrémně zatížených klimatickými stresy. [Restoration of tree species composition on mountain forest sites affected by extreme climatic stress]. *Zprávy lesnického výzkumu*, **55**, č. 4, s. 241–250.
- SLODIČÁK, M. a kol. (zprac.), 2009. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. [Forestry management in the Jizerské hory Mts.]. Zprac. M. Slodičák a kol. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2009. 232 s. ISBN 978-80-87154-86-1.
- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., 2006. Poškození dřevin pozdním mrazem a krycí efekt lesních porostů při obnově lesa v Jizerských horách. [Late-spring frost damage to trees and forest stand shelter effect upon new plantations in the Jizerské Hory Mts]. In: *Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Research results presented on international scientific conference supported by research project MZe-0002070201 „Stabilization of the forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity under changing ecological conditions“*. Opočno 5.–6. 9. 2006. Ed. A. Jurásek, J. Novák, M. Slodičák. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice Opočno 2006, s. 399–407. ISBN 80-86461-71-8.
- ŠPULÁK, O., BAGAL, Z., DANEŠ, L., ČERNOHOUS, V., SOUČEK, J., KULASOVÁ, A., 2015. Umístění a instalace sněhoměru LDSMS pro reprezentativní kontinuální měření vodní hodnoty a dalších vlastností sněhu. [Emplacement and installation of snow measurement system LDSMS to ensure representative continuous measurement of snow water equivalent and other characteristics of snow cover]. *Certifikovaná metodika*. 2015. 32 s.
- ŠPULÁK, O., ŠACH, F., KACÁLEK, D., 2021. Topsoil Moisture Depletion and Recharge below Young Norway Spruce, White Birch, and Treeless Gaps at a Mountain-Summit Site. *Forests* **2021**, **12**, 828. <https://doi.org/10.3390/f12070828>.

III. Problematika měření na horách – horské stanice, meteorologické přístroje a technika na horách

Vybrané kapitoly z histórie meteorologickej stanice Lomnický štít

Rastislav Mačura

Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeseniouva 17, 833 15 Bratislava, Slovenská republika, rastislav.macura@shmu.sk

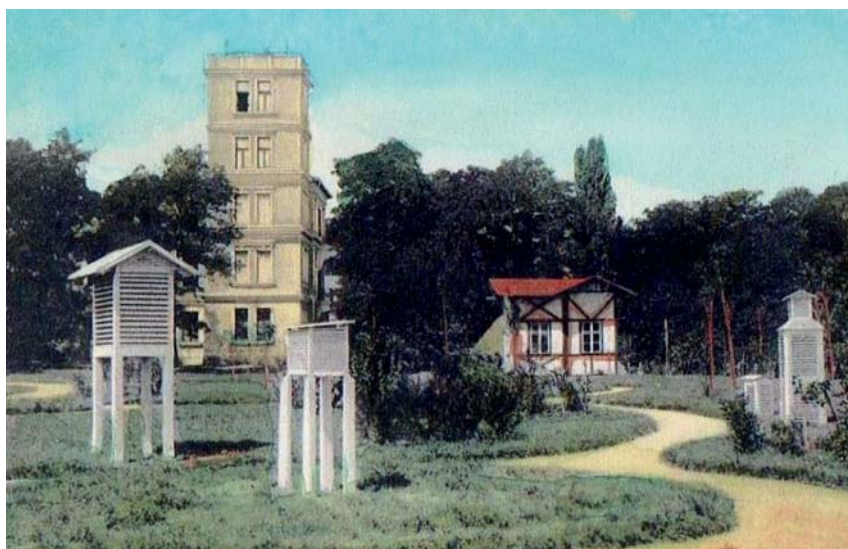
1. Úvod

S ideou založenia meteorologického observatória na jednom z tatranských vrcholov sa zaoberal uhorský šľachtic **dr. Miklós Konkoly-Thege** (1842–1916), ktorý z vlastných prostriedkov založil a viedol astronomické a meteorologické observatórium v Ó Gyalle, dnešné Hurbanovo, v rokoch 1870 až 1916.

Keď sa dr. Konkoly Thége v roku 1890 stal riaditeľom Kráľovského uhorského ústredného ústavu meteorológie a geomagnetizmu, zorganizoval v Uhorsku telegrafickú distribúciu predpovedí počasia. Konkoly-Thege začal v roku 1867 s meteorologickými pozorovaniami s vlastnými prístrojmi a od roku 1872 výsledky pozorovaní publikuje v meteorologických ročenkách Uhorského meteorologického ústavu.

Vybavenie meteorologickej stanice bolo vtedy 2 teplomermi, tlakomerom, zrážkomerom a psychrometrom. V roku 1890 bol dr. Konkoly-Thege menovaný za riaditeľa Ústavu pre meteorológiu a geomagnetizmus v Budapešti a mohol rozšíriť prístroje meteorologickej stanice. Jeho spolupracovník v odbore meteorológie Zsigmund Róna (1860–1941), ako prvý spracoval klímu Karpatskej oblasti v Uhorsku a vydal viacero prác o klíme Ó Gyally. Spracovanie pozorovaní stanice mal na starosti spolupracovník Ludovít Fraunhoffer. Po darovaní celého observatória štátu dňom 20. mája 1899 bola meteorologická časť observatória začlenená pod správu Ústavu meteorológie a geomagnetizmu v Budapešti. Ústredné meteorologické observatórium pre Uhorsko bolo tak situované v Ó Gyalle, kde bola postavená poschodová budova s 22 metrovou pozorovateľskou vežou s prístrojmi na meranie vetra, slnečného svitu a žiarenia.

Pre denný záznam meteorologických prvkov boli určené registračné prístroje ako tlakomery, barograf, psychrometer, termografy a hydrografy, ombrograf, výparomer, meranie ozónu. V južnej časti meteorologickej záhrady bol špeciálny pavilón, kde sa vykonávali fotografické merania tvaru a ťahu oblakov. Na veži bol inštalovaný aktinometer, pyranograf a registrátory vetra, kde prístroje boli vyrobené v dielni ústavu podľa nákresov Konkoly-Thegeho. Knižnica meteorologických pozorovaní z Ó Gyally však bola čiastočne zničená v roku 1944, spolu s rukopismi. Ale výsledkom Konkoly-Thegeho činnosti v meteorológii bol stav z roku 1916, keď v Uhorsku bolo celkovo 1400 pozorovateľov počasia. V roku 1850 založený Ústredný ústav pre meteorológiu a geodynamiku vo Viedni zaviedol regulárne pozorovania na 11 meteorologických staniach na Slovensku.



Obr. 1 observatórium v Ó Gyalle, dnešné Hurbanovo v roku 1900.



Obr. 2 Uhorský šľachtic dr. Miklós Konkoly-Thege (1842–1916).

Ďalší rozvoj slovenskej meteorologickej vedy sa spája s **barónom Gregorom von Friesenhof** (1840–1913). Pôbil v obciach Brodzany, Nedanovce a Krásno, kde ako priekopník meteorológie sa venoval tiež astrometeorológii a agrometeorológii. Meteorológiou sa začal odborne zaoberať v roku 1872, keď založil stanicu v Nedanovciach. V roku 1887 ju premiestnil do susednej obce Krásno, kde sa presťahoval, a nazval ju „Ponitrianske agrometeorologické observatórium“. Vďaka tomu, že vlastnil aj tlačiareň mohol vydávať mesačné a neskôr dvojtyždňové prognózy počasia a taktiež meteorologický časopis „Der Laubfrosch“ (Rosnička) a časopis „Időjárás“ (Počasie). Navyiac od roku 1882 vydával mesačník „Monatsberichte des agrometeorologischen Observatoriums des Neutrathaler landwirtschaftlichen Vereines“. Friesenhof svojim výskumným systémom dokázal predpovedať počasie na 14 dní vopred s 8% istotou. V roku 1879 vydal populárnu knihu „Náuka o počasí, alebo praktická meteorológia“ a publikoval cez 150 vedeckých prác v európskych časopisoch. Okrem toho sa zaoberal aj astronómiou a pozorovaním slnečných škvŕn a ich vplyvu na počasie. Za pomoci Hospodárskeho spolku pre údolie Nitry vybudoval sieť 30 meteorologických staníc a zriadil v celom Uhorsku sieť 600 staníc na pozorovanie búrok. Celkom bolo do roku 1914 na území Slovenska 45 meteorologických staníc vyššieho stupňa a 243 zrážkomerných staníc. Ale podobne ako neskôr gróf Konkoly-Thege, aj barón von Friesenhof venoval pred smrťou technické vybavenie observatória a knižnicu Uhorskému meteorologickému ústavu v Budapešti. Do dnešných čias sa z jeho pozostalosti zachovalo málo artefaktov, ale v múzeu A. S. Puškina, v pôvodnom kaštieli Brodzany, je expozícia barónovej pracovne a merací prístroj.



Obr. 4 Barón Gregor von Friesenhof (1840–1913).



Obr. 3 observatórium v Ó Gyalle, dnešné Hurbanovo, meteorologická stanica v roku 1900.

Samotný predpoklad vzniku meteorologického observatória na Lomnickom štíte súvisí s vybudovaním Visutej lanovej dráhy zo Skalnatého plesa na vrchol v rokoch 1938 až 1941. Ale k hlavným iniciátorom výstavby meteorologickej stanice a neskôr aj jej prevádzkovateľom patril **dr. Antonín Bečvář** (1901–1965), ktorý sa z miesta štátneho klimatológa v kúpeľoch na Štrbskom plese v roku 1937 stal riaditeľom hviezdárne na Skalnatom plese v roku 1942. V Prahe na Univerzite Karlovej vyštudoval dva vedné odbory a to astronómiu a klimatológiu, čo predurčilo jeho ďalší odborný postup.

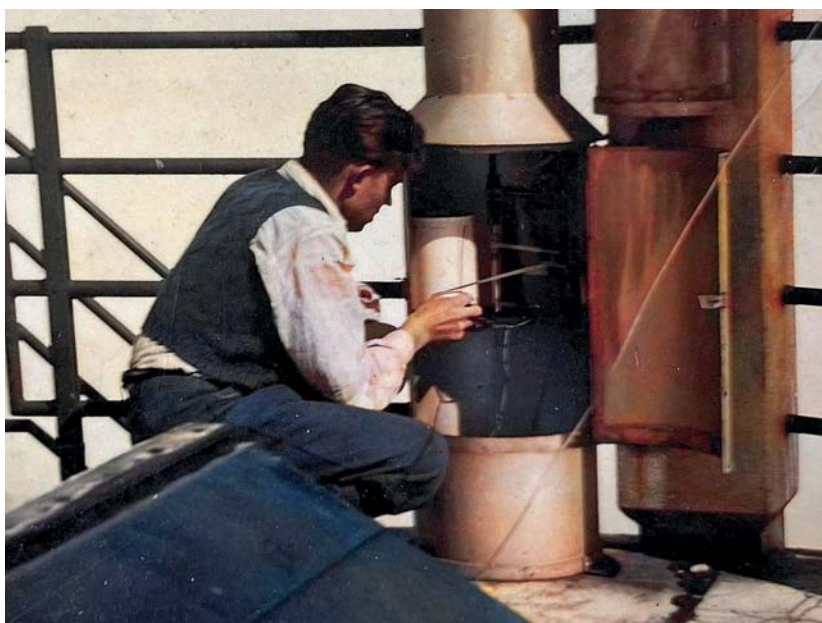
Bečvář okrem vedenia štátneho observatória bol aj vedúcim meteorologickej stanice vojenskej poveternostnej služby na Lomnickom štíte spolu so stanicou na Skalnatom plese. V rámci meteorológie je autorom prác z hydrológie, venoval sa fotografickému sledovaniu vývoja oblakov a vydal obrazové publikácie „Vysoké Tatry“ v roku 1948 a „Atlas horských mrakov“ v roku 1953. Pre Atlas pripravoval fotografie mrakov trinásť rokov a typologicky ich spracoval o tri roky skôr, ako to oficiálne zaviedla Svetová meteorologická organizácia v roku 1956.

2. Meteorologická stanica Lomnický štít

Záujem o vybudovanie meteorologického pracoviska vo Vysokých Tatrách na konci 19. storočia prejavili inštitúcie ako Uhorská zemepisná spoločnosť a Uhorský meteorologický ústav v Budapešti a vypísali verejnú zbierku pre výstavbu. Medzi vybrané vrcholy patrili Gerlachovský, Slavkovský, Ladový štít a vrchol Kriváňa. No realizáciu sa podarilo vykonať až po vzniku ČSR, keď



Obr. 5 Dr. Antonín Bečvář (1901–1965).



Obr. 6 a 7 Meteorologické observatórium Lomnický štít a Josef Uhlár u zapisovača z roku 1940 (zdroj: archív Jozefa Uhlára).

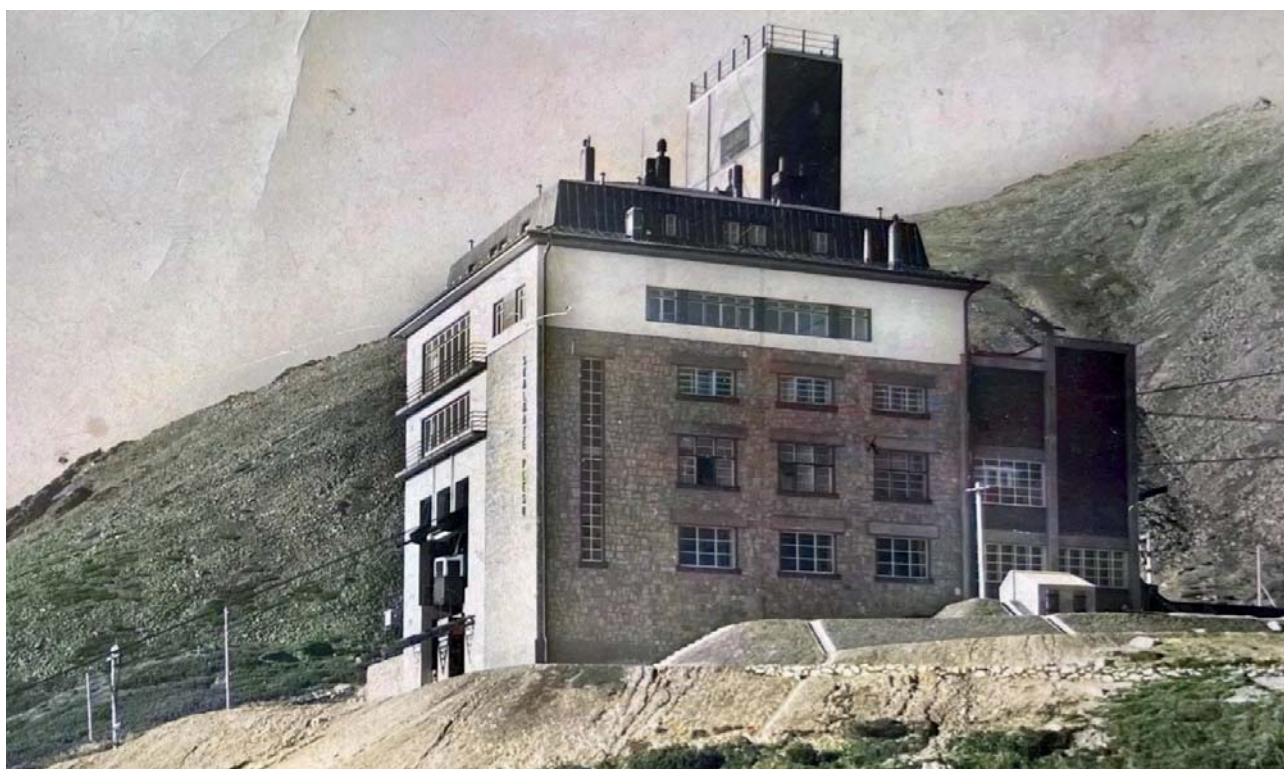
viaceré vedecké spoločnosti, ako Československá spoločnosť zemepisná a Státní ústav meteorologický v Prahe požadovali, aby okrem výstavby lanovky boli určené priestory pre meteorologické observatórium. V povojnovom období fungovalo v strednej Európe okolo 20 vysokohorských meteorologických staníc s podávaním dát telegraficky. Po rozhodnutí Krajinskej slovenskej vlády o výstavbe lanovej dráhy na Lomnický štít v roku 1936, a následne po predbežnom dokončení stavby v lete 1940, boli inštalované prístroje a od 1. októbra 1940 sa oficiálne na observatóriu pozorovalo. Odborným vedením meteorologického pracoviska bol poverený Dr. Anton Bečvář. Ten za hlavného technika menoval bývalého zamestnanca z kúpeľov na Štrbskom plese. Ale hlavných pozorovateľov tvorili vojenský leteckí pozorovatelia z vojenského letiska Spišská Nová Ves, kde veliteľom leteckej poveternostnej služby bol poručík Ľudovít Kukorelli. Na letisku v Spišskej Novej Vsi bola vtedy dislokovaná Perut' II. s letkami č. 2 a 12, dve pozorovacie letky a jedna stíhacia letka s lietadlami Avia B 354 a Letov Š 328 a Aero AP 32. Letecké poveternostné stanice zriadené na letiskách boli určené pre letecký výcvik na základe merania meteorologických údajov. Pozorovania sa vykonávali trikrát denne, keď sa odosielali kódované správy a zostavovali klimatické výkazy, pilotovanie sa vykonávalo raz denne. Letecké poveternostné stanice navyše prevádzkali denné merania výškového vetru balónmi naplnenými vodíkom.

Ale prvé meteorologické pozorovania sa začali vykonávať pod Lomnickým štítom spočiatku v budove novo postavenej lanovej dráhy na Skalnatom plese v lete roku 1939. Stanica lanovej dráhy fungovala ako prechodná stanica pre vojenskú poveternostnú službu, kým sa v roku 1943 dokončila stavba observatória Astronomického ústavu na Skalnatom Plese a taktiež sa od roku 1941 začalo pozorovať na Lomnickom štíte vo vlastnej časti budovy. Meteorologické pozorovania boli vykonávané pri budove visutej lanovky s názvom „Encián“. Pracovisko, ktorého vedením bol poverený Dr. Bečvář, bolo vedené ako „Vojenská letecká poveternostná stanica 17“. Stanica bola vybavená základnými meteorologickými prístrojmi, okrem slnkomeru. Osobitosťou stanice bolo to, že ju metodicky riadil Štátny hydrologický a meteorologický ústav v Bratislave, ale služby na stanici zabezpečovali príslušníci armády. Po 12. októbri 1944 bol funkciou správcu poveternostnej stanice bol poverený p. Sobek, až do prechodu frontu. Od júla 1946 meteorologická stanica na Skalnatom plese pracovala pod názvom „Štátné meteorologické observatórium Skalnaté Pleso“ so správcom dr. Bečvářom. Správcom observatória od septembra 1950 až do júna 1952 sa stal p. Mrkos a po ňom bol menovaný p. Petrek. Od marca 1954 sa mení názov observatória na „Hydrometeorologický ústav – observatórium Skalnaté Pleso“.

Výstavba druhého úseku lanovej dráhy na Lomnický štít firmou Wiesner Chrudim sa začala vybudovaním prístrešku pre robotníkov na Lomnickom štíte a inštaláciou stavebnej lanovky, ktorá začala premávať v júli 1938, no ešte predtým miestni nosiči vynášali materiál o objeme 300 ton a vykonali prípravu stavby už od roku 1936. Po vzniku Slovenskej republiky prešla správa lanovky podľa zákona č. 28/1941 Zb. na Ministerstvo vnútra a zmenil sa v roku 1943 názov lanovky na „Štátny podnik visutá lanovka na Lomnický štít“. Pre problémy s vybudovaním vrcholového dodatočného stožiaru a s technológiou nebola lanovka, okrem pár mesiacov v roku 1943, verejnosti cez vojnu sprístupnená a do roku 1945 slúžila len na služobné jazdy. Po vypuknutí Slovenského národného povstania a jeho potlačení v októbri roka 1944 sa snažili prerušiť pozorovania na observatóriu nemeckí vojaci, ktorí mali na Skalnatom plese radarovú stanicu a zamestnancom nariadili evakuáciu z Lomnického štítu a Skalnatého plesa. Napriek evakuácii prístrojov pracovníci ostali na pracovisku a merania neprebíhali týždeň do 29. januára 1945, keď boli chýbajúce údaje doplnené z pozorovaní vo Vyšných Hájoch a zo Štrbského plesa. Prechod frontu predznamenal 21. januára 1945 príchod evakuačných zložiek wehrmachtu, ktoré od-

viezli z meteorologickej stanice prístroje, kým optiku teleskopov na Skalnatom plese sa im po polemike s Dr. Bečvářom nepodarilo demontovať. Následne nemecké deštručné jednotky 254. pešej divízie wehrmachtu koncom januára 1945 chceli ostreľovať Skalnaté pleso, ale zabránila im v tom víchrica a preto minéri vyhodili do povetria dva stožiare lanovky, poškodili spodnú stanicu a zničili elektrické vedenie. Oprava poškodenej lanovej dráhy a prívodu elektriny trvala nasledujúci celý rok a pre chýbajúce prístrojové vybavenie sa kompletne obnovenie stanice na Lomnickom štíte udialo až v roku 1946. Prístroje pre observatórium Lomnický štít zabezpečil Ján Danč, vedúci Meteorologického ústavu a od 1. januára začali pozorovatelia Žársky, Čierny a Bílek pravidelné pozorovania v turnusových službách. Počas vojnového obdobia, ale aj po roku 1945 odborne viedol pracovisko Dr. Anton Bečvář a to až do septembra 1950, kedy bol odvolaný z vedenia Astronomického ústavu, čo sa týkalo aj vedenia observatória Lomnický štít, pretože núteno odišiel do „exilu“ v Brandýse nad Labem, kde dokončil atlas hviezdnej oblohy. Po ňom od roku 1950 až do roku 1961 meteorologické pracovisko na Lomnickom štíte viedol Dr. Mrkos, ktorý prišiel z observatória Skalnaté pleso.

Metodologická informácia o archívnych materiáloch o histórii observatória Lomnický štít sa prepája s dokumentami Astronomického ústavu SAV v osobe jej zakladateľa Dr. Antona Bečvářa, ktorý od jeho vzniku v roku 1941 až do roku 1951 mal na pôsobenie observatória odborný a metodický dohľad. Dokumentačne sa podarilo osobným kontaktom dostať k fotografickým artefaktom z rodinného archívu bývalého vojenského meteorológa Jozefa Uhlára, nafotených v roku 1940 na Skalnatom plese, letisku v Spišskej Novej Vsi a na Lomnickom štíte (obr. 6 a 7). Týmto vyjadrujeme poďakovanie rodine Mackovej za poskytnutie materiálov. Dr. Anton Bečvář, ktorý sa v roku 1941 uchádzal o post riaditeľa Astronomického ústavu si spísal v dochovanom dokumente svoje údaje, kde vyjadril prepojenie medzi odborními astronómie a meteorológie, keďže mal na starosti nielen chod hviezdárne, ale obidve meteorologické pracoviská osobne spravoval: „Anton Bečvář, narodený dňa 10. júna 1901 v Staré Boleslavi v Čechách, doktor prírodných vied, vedecký správca Slovenského štátneho observatória, správca štátneho meteorologického observatória na Lomnickom štíte, klimatológ Slovenských štátnych kúpeľov, člen Českej astronomickej spoločnosti, člen Sociéte astronomique de France, poverený suplovaním prednášok z astrofyziky. Byt: Štrbské pleso, Hotel Kriváň 37.“ V marci roku 1942, teda ešte pred pôsobením na novej hviezdárni, komunikoval Dr. Bečvář s Robotníckou sociálnou poisťovňou, ktorá vtedy spravovala sanatórium vo Vyšných Hágoch, aby si inštalovali v novej meteorologickej búde od firmy Palencsar anemograf na 9. poschodí budovy a tiež navrhuje pre dobrovoľného pozorovateľa mesačnú odmenu vo výške 200 Ks, kým SHMU mohlo ponúknuť len sumu 200 Ks ročne. Zároveň dodáva, že meteorologické budy pre observatórium Skalnaté pleso a Lomnický štít tiež dodala firma Palencsar na základe normalizovaných plánov. V ďalšom liste z apríla 1942 potvrdzuje pozorovateľa pána Vrabca v sanatóriu Vyšné Hágy a žiada od SHMU o ombrometer a psychrometrické tabuľky. Z roku 1942 sa zachoval list Výskumnému ústavu včelárskemu v Liptovskom Hrádku kde Dr. Bečvář opisuje, že im zasiela mapy pre ovocné stromy čerešne a plody malín a žiada zaslať mapku pre lipu malolistú. Je možné sa domnievať, že aktivita Dr. Bečvářa pri kreslení máp pre nasadenie včelstiev bola v rámci odboru meteorológie známym ako fenológia a agrometeorológia, kde práve apidológia napomáha opeleniu plodín. Obracali sa neho aj záujemcovia o prácu na meteorologickom observatóriu, kde



Obr. 8 Meteorologické observatórium Skalnaté pleso (1940).

práve listom z marca 1942 odporúča študenta z Prešova, ktorý prejavil „iniciatívny záujem a meteorológiu a príbuzné vedy, o konštrukciu meteorologických prístrojov a pozorovacie metódy.“ Navrhuje preto jeho zaradenie k „poveternostnej službe“ leteckej meteorológie, ktoré podľa branného zákona č. 20/1940 trvalo 24 mesiacov, čo znamenalo okrem iného pôsobenie mimo nasadenia na východnom fronte.

V liste z roku 1942 zase potvrdzuje zaslanie typológie mrakov do Brandýsa nad Labem pre meteorologického pozorovateľa. Pre Štátny hydrologický a meteorologický ústav zase Dr. Bečvář potvrdzuje listom odpis slnkomerných materiálov a žiada podobný materiál zo 17. staníc a to za roky 1939 až 1941. V rámci svojho menovania za správcu meteorologického observatória zase konzultoval s podnikom Baťa vo Svite vyčíslenie pásky anemografu. Štátnemu zdravotne-sociálnemu ústavu v Bratislave zase zasiela mesačnú správu popisu práce: „klimatické zpracovanie meteorologického materiálu, shromažďovanie prospektového materiálu slovenských kúpeľov a spracovanie 18 ročníkov záznamov heliografů z územia Slovenska.“ Observatórium Skalnaté pleso bolo schopné vykonať aj opravy meteorologických prístrojov, ako o tom svedčí list Dr. Bečvářa z apríla 1942, kde okrem ponuky zaškolenia nového pozorovateľa v Tatranskej Lomnici ponúka aj opravu mikrobarografu, čo bolo umožnené zamestnaním jemného mechanika pána Kissa na hviezdárni. Pre SHMU v Bratislave zase Dr. Bečvář overoval 40 ročné priemery heliografu, ktoré mu boli zaslané. V súvislosti s dozorovaním výstavby observatória na Lomnickom štíte upozorňoval staviteľa, že osový kríž (pre prístroje) nebol ešte stále zašalovaný v januári 1942, ako mu to potvrdil pozorovateľ meteorológ. Samotných pozorovateľov na Lomnickom štíte z vojenskej poveternostnej služby zase inštruoval ohľadom nárazov vetra, aby z Dinesovho anemografu brali iba maximálne nárazy a zbytočne neudávali bezvetrie. Dr. Bečvář mal záujem aj o dokumentáciu priebehu výstavby observatória, preto žiadal staviteľa o rozpočet, keďže podľa jeho slov: „Píšem históriu stavby a veľmi by som tieto čísla potreboval.“ Vyskytol sa aj list, keď ho počas jeho pobytu v Protektoráte v máji 1942 zastupoval vojenský meteorológ a odovzdal odkaz o preexponovaných záberoch námrazy z Lomnického štítu. Pri spracovaní záznamov víchrice zo septembra 1941 zase naopak zasielal SHMU pásky z prístrojov v počte 27 kusov.

Po skončení vojny museli štátni zamestnanci vyplniť kádrový dotazník, kde museli uviesť svoju národnosť od 2. novembra 1938 a predtým, ďalej na akej úrovni ovládajú slovenský jazyk, v akej politickej strane boli do 2. novembra 1938 a po ňom, a či boli členmi Hlinkovej gardy, Freiwillige Schutzstaffel, čo bolo polovojenské krídlo nemeckej Deutsche Partei, alebo Levente-Leventeszervezetek, polovojenskej maďarskej organizácie. Išlo o nariadenie SNR z 25. V. o úprave služobného pomeru štátnych a verejných zamestnancov. Počas obdobia Slovenskej republiky v rokoch 1939 až 1945 a tiež po predchádzajúcom odsune českých štátnych občanov si Dr. Bečvář ako nepostrádateľný odborník udržal svoje miesto, znamenalo to ale pre neho aj úpravu rodného mena z pôvodného Antonína na Anton, ako si tento tvar písal v dokumentoch po roku 1939. Sám sa však naučil s pomocou poetky Maše Haľamovej, ktorá bola manželkou hlavného lekára Štátnych kúpeľov na Štrbskom plese, výborne po slovensky a dokonca písal básne.

Situáciu tesne po skončení vojny s problémami so zásobovaním hviezdárne opisuje list Dr. Bečvářa zo 4. októbra 1945, kde ďakuje bývalému stážistovi za zaslanie debničky s ovocím, ktorého bolo vtedy na trhu nedostatok. Ale samotný chod hviezdárne po zničení údolnej stanice lanovky bol obmedzený natoľko, že Dr. Bečvář financoval jej prevádzku až do júna z vlastných prostriedkov, o čom svedčí jeho žiadosť Poštovej sporiteľni z októbra 1945 o preplatenie výdavkov štátneho observatória vo výške 61.500 korún, pričom okrem chýbajúcich plátov boli režijné náklady hviezdárne v sume 12 tisíc korún. Jednou z položiek v roku 1945 bola aj suma 80 korún za jednu vynášku materiálu nosičmi z Tatranskej Lomnice na Skalnaté pleso, pretože lanovka bola na prvom úseku po stanicu Štart obnovená až v marci 1946, a na samotné Skalnaté pleso až v roku 1947. Ešte dlhšie trvalo obnovenie prevádzky na vrchol Lomnického štítu, keď prvá lanovka vyviezla regulárnych cestujúcich až 16. septembra 1954, kým dovtedy bola prevádzka obmedzená len na zamestnancov. Obnovu prevádzky komplikovala nielen celkovo zničená infraštruktúra štátu, ale aj nedostatok pohonných hmôt, keď podľa žiadosti Povereníctvu firma Wiesner na opravu lanovky pre dve nákladné autá vtedy potrebovala až 250 litrov denne, čo dostávala obmedzene a preto práce na obnove trvali rok. Po celý rok 1945 bola premávka lanovky zastavená, ale ako píše Dr. Bečvář vo februári 1946: „Lanovka premáva tri razy denne pre personál (ale i cudzincov príležitostne bere) asi o mesiac bude premávať verejne. To najhoršie máme za sebou.“

3. Záver

„Dejiny sú svedkami času, svetlom pravdy, živou pamäťou, učiteľkou života a poslom minulosti.“ Cicero

Meteorologické rekordy stanice Lomnický štít:

Maximálna teplota vzduchu: +19,5 °C, 1. júla 2019

Minimálna teplota vzduchu: -31,6 °C, 13. januára 1968

Maximálny denný úhrn zrážok: 91,8 mm, 17. októbra 1992

Maximálny mesačný úhrn zrážok: 425,7 mm, apríl 2017

Maximálny náraz vetra: 221,8 km·h⁻¹, 24. február 2017

Poznámky a zdroje:

Čo prinieslo 80 rokov unikátnych meteorologických pozorovaní na Lomnickom štíte, 2020 [online]. Slovenský hydrometeorologický ústav. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1084>.

Gregor Friesenhof hlási správy o počasi, 2014. [online]. Slovenská národná knižnica. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.snk.sk/sk/o-kniznici/media/tlacove-spravy/1273-gregor-friesenhof-hlasi-spravy-o-pocasi.html>.

Friesenhof Gergely, 2018. [online]. wikipedia.org. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: https://hu.wikipedia.org/wiki/Friesenhof_Gergely.

Friesenhof Gergely, báró, 2022. [online]. História – Tudósnapár. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://tudosnapar.kfki.hu/localhost/egyen.php?nanev=friesenhof&nev5=Friesenhof+Gergely,+b%E1r%F3>.

Vášeň pro hvězdy i mraky, 2012. [online]. TRÍPÓL. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/biografie/114-vasen-pro-hvezdy-i-mraky>.

BEČVÁŘ, A., 2019. [online]. Biografický slovník. Historický ústav AV ČR. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: http://biography.hiu.cas.cz/Personal/index.php/BE%C4%8CV%C3%81%C5%98_Anton%C3%ADn_10.6.1901-10.1.1965.

Ako sa rosnička z Brodzian stala priekopníkom agrometeorologie, 2018. [online]. SME.sk. cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: https://mytopolcany.sme.sk/c/20794515/ako-sa-rosnicka-z-brodzian-stala-priekopnikom-agrometeorologie.html#storm_gallery_88268.

Ústřední meteorologický ústav ve Vídni a České země, 2001. [online]. Česká meteorologická společnost. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <http://www.cmes.cz/cs/node/297>.

Observatórium SAV Skalnaté Pleso – 70 rokov meteorologických meraní, 2013. [online]. Geofyzikálny ústav SAV. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: https://www.researchgate.net/profile/Svetlana_Bicarova/publication/258118284_Observatorium_SAV_Skalnate_Pleso_-_70_rokov_meteorologickych_merani_Observatory_of_SAS_at_Skalnate_Pleso_-_70_years_of_meteorological_measurements/links/02e7e5270bda47527d000000.pdf.

A Konkoly-Thege család és ami mögötte van, 2021. [online]. Cikkünk a Duna24. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://duna24.sk/muvelodo/helytortenet/2021/04/20/a-konkoly-thege-csalad-es-ami-mogotte-van/>.

Měření vodní hodnoty sněhu na Lysých horách

Luboš Němec

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Praha, Oddělení meteorologie a klimatologie, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4, lubos.nemec@chmi.cz

1. Úvod

Vodní hodnota sněhu je důležitý prvek, který se uvádí ve srážkoměrných ročenkách od sezony 1925 až 1926. Využívá se nejen pro určení plošných zásob vody ve sněhu, ale i pro určení zatížení sněhem. Na základě jejího měření ČHMÚ poskytuje žadatelům jednak normové hodnoty, ale i konkrétní hodnoty v daném místě a čase. Zpočátku se při měření používala nádoba srážkoměru a odebraný sníh se před měřením nechal roztát, postupně se zaváděly váhové sněhoměry a v poslední době sněhoměrné polštáře. Zvláště při užití nádoby srážkoměru bylo často měření velmi obtížné a vzhledem k nedostačující kontrole obsahují data před hromadným zavedením váhových sněhoměrů četné chyby. Ale i při měření váhovými sněhoměry jsou při srovnání hodnot na jednotlivých stanicích velké rozdíly, které sice mohou být způsobené rozdílnou kvalitou sněhu, ale nelze zcela vyloučit, že jsou způsobené užitím odlišných typů přístrojů případně metody měření. To bylo podnětem k napsání tohoto příspěvku.

2. Přístroje

Podle záznamů v databázi CLIDATA jsou uvedeny pro měření SVH pro H1LBOU01 Labskou boudu od roku 2011 sněhoměr váhový dvoumetrový, pro O1LYSA01 beskydskou Lysou horu sněhoměr váhový, speciální a pro P4RLHO01 krkonošskou Lysou horu sněhoměr váhový Hancvencl.

Tab. 1 Teplota, srážky, sníh, vodní hodnota sněhu a poměr maximální vodní hodnoty a výšky sněhu.

ROK	H1LBOU01					O1LYSA01					P4RLHO01		
	T	SRA	SCE	SVH	R	T	SRA	SCE	SVH	R	SCE	SVH	R
2001						-4,0	298	102	231	0,23	114	502	0,44
2002						-3,3	493	188	349	0,19	218	1164	0,53
2003	-3,7	218	140	260	0,19	-4,4	308	108	253	0,23	127	307	0,24
2004	-3,6	264	190	280	0,15	-4,0	555	204	438	0,21	134	581	0,43
2005	-4,4	544	345	668	0,19	-4,3	556	300	610	0,20	247	1084	0,44
2006	-4,7	320	260	530	0,20	-5,2	591	242	519	0,21	210	881	0,42
2007	-1,3	756	170	410	0,24	-1,5	578	101	329	0,33	166	614	0,37
2008	-3,0	662	200	698	0,35	-3,3	459	97	310	0,32	206	777	0,38
2009	-3,9	436	230	735	0,32	-3,8	658	271	684	0,25	254	1138	0,45
2010	-4,6	407	145	476	0,33	-4,1	379	116	223	0,19	160	524	0,33
2011	-4,4	556	120	594	0,50	-3,7	338	110	195	0,18	123	537	0,44
2012	-3,3	638	260	1264	0,49	-3,5	531	195	563	0,29	246	1038	0,42
2013	-5,0	516	180	550	0,31	-4,3	493	147	406	0,28	146	539	0,37
2014	-1,4	450	85	580	0,68	-0,8	301	70	142	0,20	79	273	0,35
2015	-2,5	641	140	540	0,39	-2,3	452	145	404	0,28	145	525	0,36
2016	-2,1	765	120	370	0,31	-1,8	487	72	238	0,33	109	434	0,40
2017	-2,9	598	166	500	0,30	-3,1	419	92	277	0,30	157	589	0,38
2018	-4,9	615	206	850	0,41	-4,4	355	81	296	0,37	211	896	0,42
2019	-2,6	716	265	1000	0,38	-2,5	570	225	574	0,26	257	1065	0,41
2020	-1,9	820	173	795	0,46	-1,5	541	119	341	0,29	151	621	0,41
2021	-2,7	488	188	600	0,32	-2,7	423	128	365	0,29	132	463	0,35
2022	-3,4	764	177	737	0,42	-3,6	353	128	250	0,20	198	642	0,32
PRUM	-3,3	559	188	622	0,35	-3,3	461	147	364	0,26	172	691	0,39

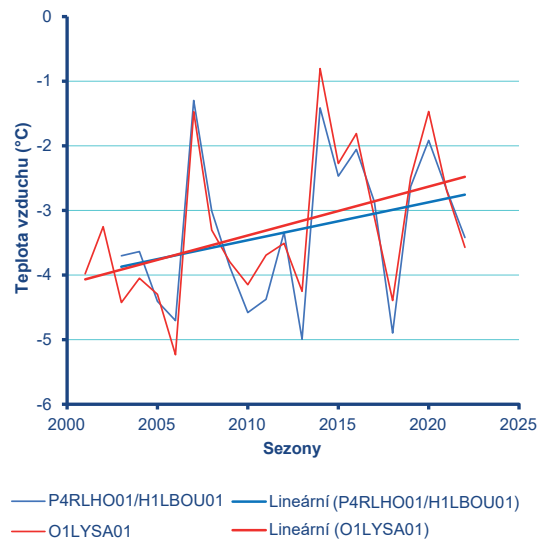
3. Výběr období, kontrola a zpracování dat

V CLIDATech jsou ze stanice P4RLHO01 data od roku 2001, a proto je zpracováno období od začátku roku 2001 do února 2022, Pro jednotlivé sezony byly určeny průměrná teplota za období listopad až březen (T), úhrny srážek za stejné období (SRA), nejvyšší výška sněhu (SCE max), největší vodní hodnota sněhu (SVH max) a poměr SVH max ku SCE max (R). Data jsou v tabulce 1. Lze předpokládat, že pro krkonošskou Lysou horu je možné použít z Labské boudy alespoň teplotu. Sezony byly označeny letopočtem své jarní části a data jsou v tabulce 1.

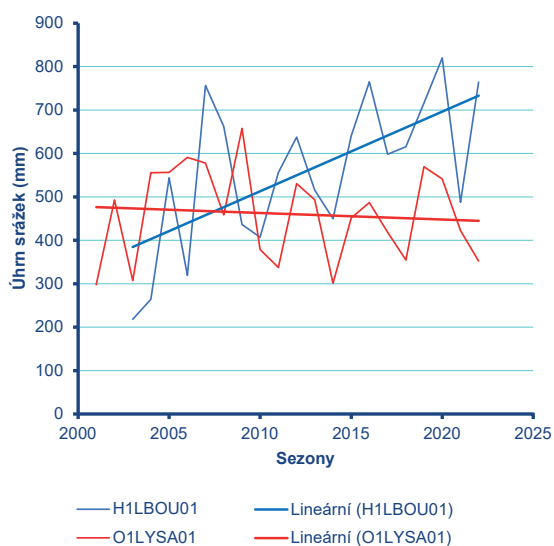
Při namátkové kontrole dat před zpracováním bylo zjištěno u stanice Labská bouda několik sporných (spíš lze označit chybných hodnot):

V sezonách 2003 až 2007 byly na Labské boudě v porovnání s Harrachovem, Desnou, Souší i beskydskou Lysou horou malé úhrny srážek; v roce 2003 a 2004 občas chybně pořízena SVH (10× menší hodnota); v roce 2005 15. března změřeno SCE 344 cm, SVH 668 mm, pracovníci pobočky na Pančavské louce i OEXu na Lysé hoře naměřili hustotu dvojnásobnou; v roce 2006 5× za sebou hustota 0,20; v roce 2005 18. dubna výrazně snížila hustota při absenci nového sněhu; v roce 2011 28. února se výrazně snížila hustota při absenci nového sněhu; V roce 2012 19. března hustota 0,67; v roce 2012 8× za sebou hustota 0,61; V roce 2014 24. března hustota 0,85; v roce 2019 5× za sebou hustota 0,60. Proto nebylo možné SVH i R na Labské boudě s oběma Lysými horami srovnávat.

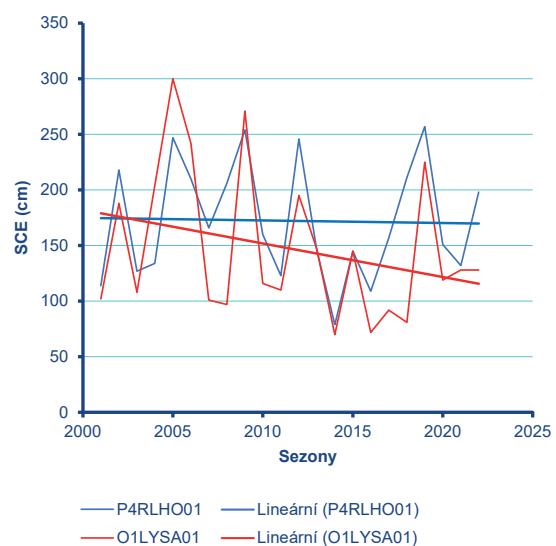
Dvacetiletý průměr teploty za zimní období je na Labské boudě, tedy lze předpokládat i na krkonošské Lysé hoře a na beskydské Lysé hoře téměř stejný a teplota jednotlivých sezon si dobře odpovídá ($r^2 = 0,88$) a na obou místech se výrazně otepluje, a to za poslední sezonu není započten březen (obr. 1). Podíl průměru srážek je 1,20. Zatímco na Lysé hoře srážky mírně klesají, na Labské boudě je výrazný vzestup. Je to však způsobeno pravděpodobně chybnými nízkými úhrny první čtyři sezony. Jednotlivé sezony si proto téměř neodpovídají ($r^2 = 0,014$) a průběh je na obr. 2. Podíl dvaadvacetiletého průměru maximálních výšek sněhu je 1,17. Na beskydské Lysé hoře klesají a na krkonošské stagnují a těsnost vztahu udává $r^2 = 0,50$. Průběh je na obr. 3. Podíl průměru maximálních vodních hodnot sněhu je 1,90. Na obou stanicích slabě klesá a těsnost vztahu $r^2 = 0,57$. Průběh je na obr. 4. Podíl průměru hustot je 1,54. Na krkonošské Lysé hoře slabě klesá, na beskydské naopak slabě stoupá a jednotlivé hodnoty si vůbec neodpovídají ($r^2 = 0,009$). Průběh je na obr. 5.



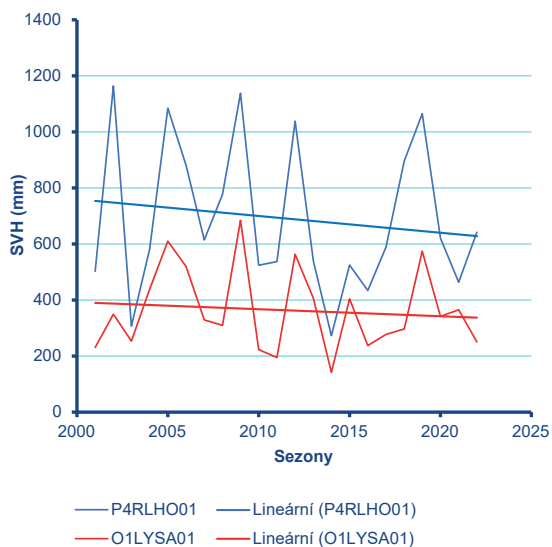
Obr. 1 Sezonní průměrná teplota vzduchu listopad až březen; stanice Labská bouda a Lysá hora.



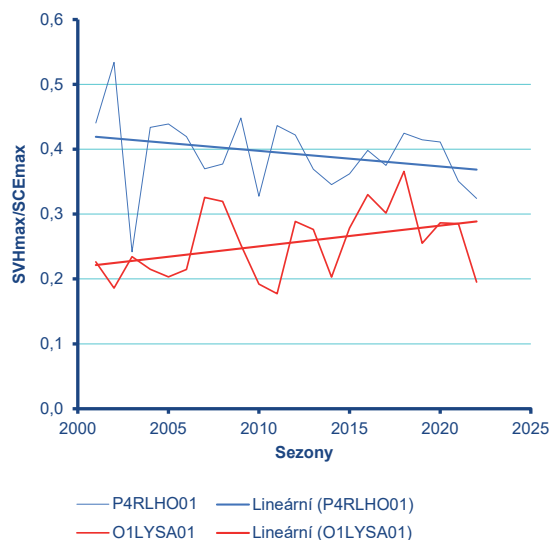
Obr. 2 Sezonní úhrn srážek listopad až březen; stanice Labská bouda a Lysá hora.



Obr. 3 Maximální výška sněhu krkonošská a beskydská Lysá hora.



Obr. 4 Maximální vodní hodnota sněhu krkonošská a beskydská Lysá hora.



Obr. 5 Poměr maximální vodní hodnoty a maximální výšky sněhu krkonošská a beskydská Lysá hora.

4. Závěr

Srovnání veličiny SVH max/SCE max na posledním obrázku ukazuje nejen výrazně větší hustotu zvláště na začátku zkoumaného období na krkonošské Lysé hoře, ale i vzájemně si téměř neodpovídající hodnoty. Jsou skutečně na obou Lysých horách tak rozdílné podmínky? Srovnávací měření na obou místech by jistě bylo v tomto případě přínosem.

Měření sněhu a zimních srážek na Šumavě pro zpřesnění dat a mapových výstupů

Jan Procházka¹, Veronika Šustková², Miroslav Tesař³

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Studentská 1668, 37005 České Budějovice, jprochazka@fzt.jcu.cz

² Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, veronika.sustkova@chmi.cz

³ Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v.v.i., Pod Paťankou 30/5, 166 12 Praha 6, miroslav.tesar@iol.cz

1. Úvod

Šumava je významnou pramennou oblastí Čech a vzhledem ke své rozloze a srážkovým úhrnům dotuje prakticky celoročně říční síť velké části povodí naší nejdelší řeky Vltavy včetně nejvýznamnějších vodohospodářských přehradních nádrží Lipno a Orlík. Podstatnou složku celoročních srážek představují ty ze zimní poloviny roku (říjen–březen), přičemž ve vyšších polohách návětrné centrální oblasti pohoří tyto srážky často převažují. Kromě nadmořské výšky k tomu přispívá orografie pohoří a s ní související návětrné efekty. Většinu srážek přináší na Šumavu západní a jihozápadní proudění, které na návětrné bavorské straně nuceně vystupuje a dochází k zesílení padajících srážek. V maximální míře se tento efekt projevuje právě v ose hlavního pohraničního hřebene postaveného ve směru SZ–JV. Za hlavním hřebenem směrem do vnitrozemí Česka následně srážky slábnou. Z dlouhodobých měření na Březníku na meteorologické stanici Antonína Vojvodíka vyplývá vyšší srážkový úhrn v zimním půlroce s 840 mm oproti úhrnu 763 mm v letním půlroce (Procházka 2019). Podobně měření totalizátory Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) na lokalitách Hraniční slat' (1 154 m) a Rokytská slat' (1 090 m), nebo dále Plechý (1 344 m n. m.), Poledník (1 310 m) a Jezerní hora (1 343 m) vychází ve prospěch zimních srážek (Vavruška 2011). Díky rozloze, nadmořské výšce a z toho vyplývajícím teplotním poměrům se jedná v tomto období o velké množství srážek ve formě sněhu, jejichž jednou z nesporných výhod je v tom, že se neúčastní okamžitého odtoku tak, jako srážky kapalné. V rámci aktivit amatérských meteorologů (Procházka a kol. 2017) a eko-hydrologického výzkumu (Procházka, Tesař 2019) bylo do odlehlých lokalit instalováno několik automatických meteorologických stanic za účelem doplnění chybějících poznatků o časové a prostorové variabilitě srážek a sněhové pokrývky. Některé automatické stanice jsou doplněny manuálním měřením srážek a pro doplnění poznatků o výšce a distribuci sněhové pokrývky je jejich okolí snímáno prostřednictvím webových kamer s vysokým rozlišením (SUMA-VA.EU, ČHMÚ) a mini-kamer s časosběrným systémem pořizování snímků (Procházka, Tesař 2021). K významnému rozšíření automatických stanic s měřením sněhu na Šumavě došlo v posledních letech v režii ČHMÚ (Jiráček, Bercha 2017), již několik let provozuje sněhoměrné stanice Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy (Jeníček a kol. 2018), v posledních dobách pak díky modernizaci dosavadních účelových výzkumných stanic i Ústav pro hydrodynamiku Akademie věd ČR (ÚH AV ČR) a Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity (ZFJU) (Procházka, Tesař 2019). Současně jsou prováděna expediční měření za účelem zpřesnění úhrnů zimních srážek a charakteristik sněhu. Na základě těchto aktivit a poznatků jsou kromě aktualizace databáze příslušných dat vytvářeny podrobnější mapy zimních srážek a výšky sněhové pokrývky pro oblast Šumavy, jejichž představení je náplní předloženého příspěvku.

2. Monitoring sněhu a srážek

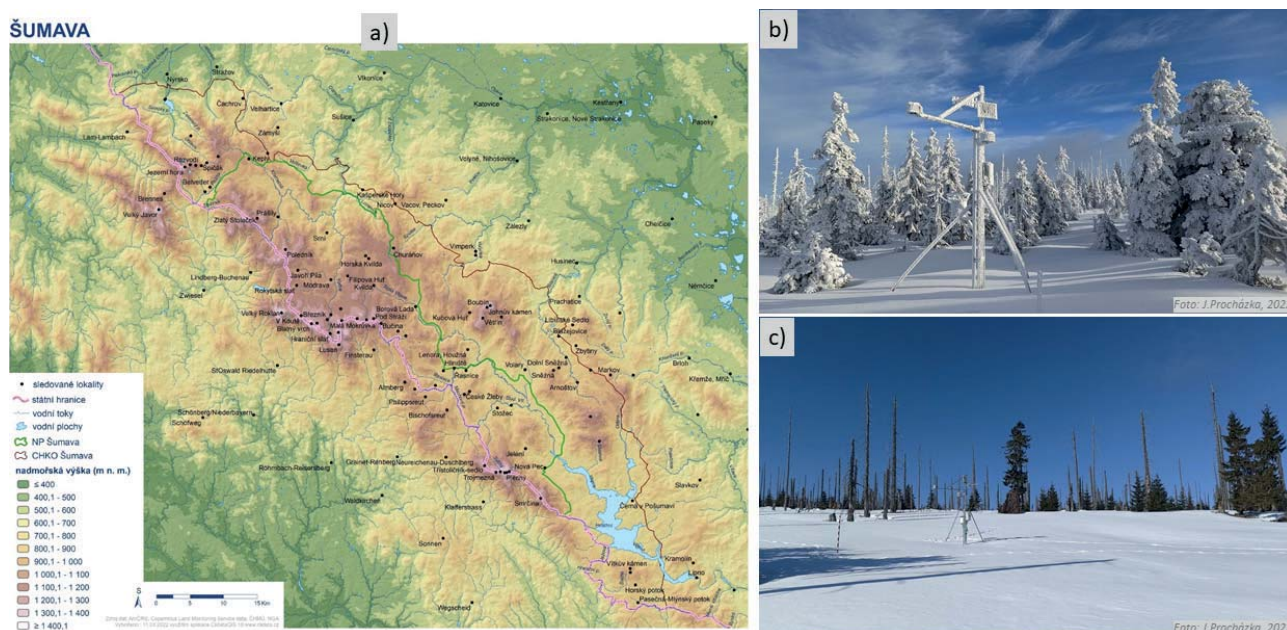
Vzhledem k tomu, že souvislejší informace o sněhových charakteristikách z nejvyšších a odlehlých poloh Šumavy do nedávna prakticky chyběly, byly tímto směrem orientovány odpovídající aktivity. Na základě podrobnějších expedičních měření sněhu v několika sezónách byly postupně instalovány na příslušné lokality meteorologické stanice s automatickým měřením sněhu, jako jsou např. Plechý (1 344 m n. m., vlastník I. Rolčík a spol., obr. 1b), Blatný vrch (1 350 m n. m., vlastník A. Vojvodík a spol., obr. 1c), Bučina u Kvildy (1 152 m n. m., vlastník M. Matoušek a spol.) a Boubín (1 353 m n. m., vlastník J. Procházka a spol.). Všechny zmíněné stanice jsou v rámci dohodnuté dlouhodobé spolupráce zařazeny v síti stanic ČHMÚ, který tímto zajišťuje přenos a správu dat. Souběžné aktivity vedly k užší spolupráci s ÚH AV ČR, v jehož režii byla instalována sněhoměrná stanice na Jezerní hoře (1 307 m n. m.) a modernizovány hydro-ekologické stanice pod Malou Mokrůvkou (1 259 m n. m.), V Koutě (1 225 m n. m.) a na Poledníku (1 310 m n. m.), podobně také v režii ZFJU bylo doplněno automatické měření sněhu na meteorologické stanici Pasečná-Horský potok (825 m n. m.) v JV cípu příhraniční Šumavy (Procházka, Tesař 2019). Tímto se podařilo osadit výše zmíněné odlehlé, z pohledu sněhu a zimních srážek nejbohatší polohy Šumavy kontinuálním měřením, čímž tak byla vytvořena jakási páteřní síť příhraničních sněhoměrných stanic Šumavy.

K monitoringu výšky sněhové pokrývky (SCE) po celé Šumavě kromě výše uvedené sítě klimatologických, srážkoměrných a účelových automatických stanic, potažmo zmíněných kamerových systémů, významným způsobem přispívají i dobrovolníci a nadšenci. Jedná se zpravidla o pracovníky Horské služby ČR a Správy NP Šumava nebo o místní hospodáře, obyvatele, či chalupáře a turisty, kteří informují o stavu sněhu na stanovených lokalitách a měrných profilech (na turistických trasách), na kterých byly strategicky rozmístěny sněhoměrné tyče. Vybrané automatické stanice s měřením sněhu jsou doplněny o manuální měření srážek pomocí tzv. minitotalizátoru, zemního srážkoměru nebo zimní kruhové nádrže pro měření zimních srážek a sněhové vodní hodnoty. V rámci expedičních měření sněhu jsou pak měřeny a dopočítávány i měsíční srážkové úhrny pro příslušné lokality (Procházka, Tesař 2021).

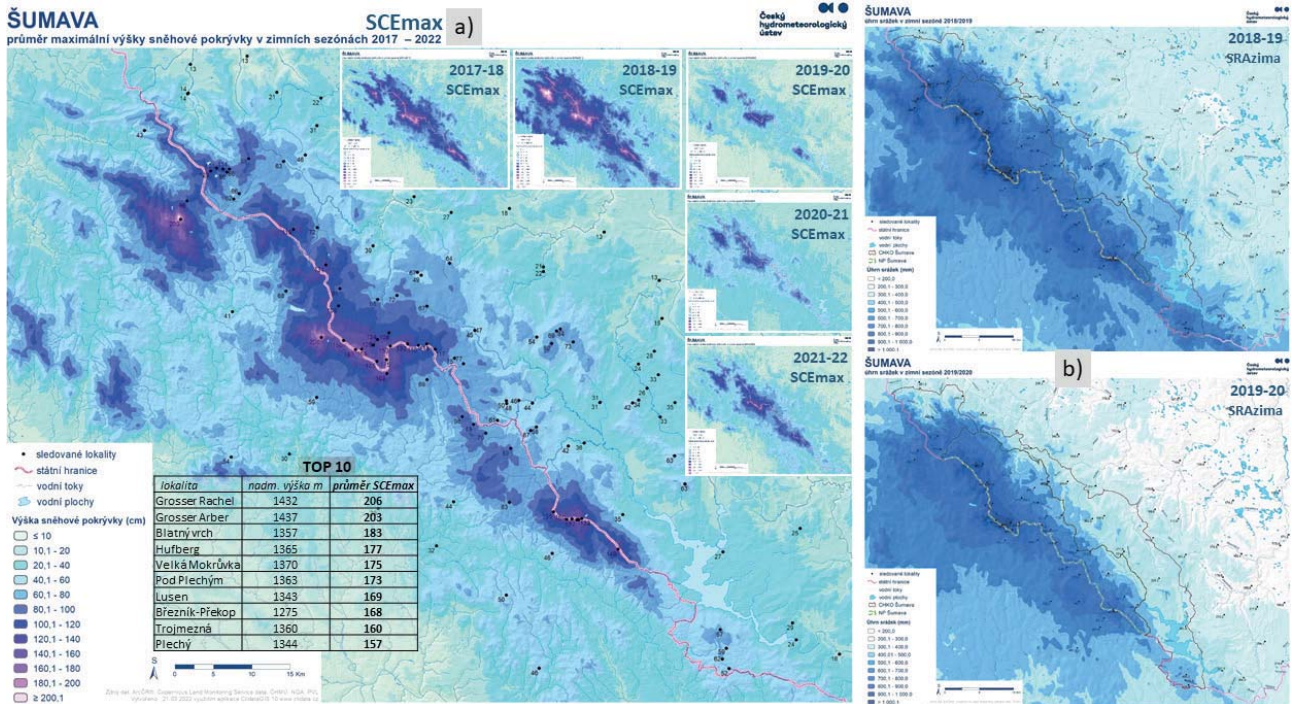
3. Zpracování dat

Díky uvedené mnohostranné spolupráci v oblasti Šumavy je provozována jednoduchá databáze, kde jsou průběžně i zpětně zaznamenávány hodnoty výšky sněhové pokrývky z celé Šumavy, součástí jsou pak i vybrané lokality a meteorologické stanice z bavorské části pohoří (DWD 2022). Tato databáze čítá kolem 120 lokalit, od JV části pohoří v oblasti Vítkovokamenské hornatiny, přes Šumavské pláně až po Královský hvozď na SZ včetně širšího podhůří (obr. 1a), z nichž zhruba polovina je průběžně aktualizována denním záznamem SCE (k 7:00 h SEČ), ostatní se doplňují zpětně, jakmile jsou dostupné údaje. Databáze denní SCE je editována manuálně (I. Rolčík a J. Procházka) a je online sdílána pracovníkům Oddělení aplikované hydrologie ČHMÚ pro další navazující analýzy a Horské službě Šumava pro činnosti vyplývající z jejího poslání. Z měření automatických stanic a popsánoho expedičního měření sněhu a srážek jsou dopočítávány měsíční úhrny srážek pro vybrané lokality. Databázi měsíčních úhrnů srážek pro Šumavu tak kromě těchto expedičních tvoří měsíční úhrny z totalizátorů, srážkoměrných a klimatologických stanic ČHMÚ na české straně a DWD na straně bavorské. Není tak rozsáhlá jako ta sněhová, nicméně poskytuje dostatečné množství údajů pro zpřesněné odhady srážek, než tomu bývalo zvykem doposud. Z hlediska hodnocení zimních srážek se pak za zimní půlrok považuje úhrn srážek za měsíce říjen až březen, kdy se bez ohledu na jejich skupenství zpravidla vyskytuje zimní charakter vypadávání srážek z oblačnosti.

Pokud jde o mapovou projekci, tak data z měření výšky sněhové pokrývky mají charakter bodových měření a pro jejich prostorovou analýzu se využívá GIS (Geografický Informační Systém). V našem případě konkrétně ArcGIS (ESRI 2018) a metody Orografická interpolace (Šercl 2008a; Šercl 2008b), metody LLR a ClidatDEM (Stříž 2008). Obě použité interpolační metody zohledňují vliv nadmořské výšky (příp. orientace a sklonitost svahů nebo krajinný pokryv) na interpolovanou veličinu a zachovávají původní naměřenou hodnotu ve známém bodě. Výsledkem interpolace je rastrová mapa. Konkrétní mapová projekce sněhových poměrů na Šumavě prostřednictvím sezónních maxim výšky sněhové pokrývky (SCE_{max}) vycházela z dat výše popsanych zdrojů s poměrně hustou sítí bodů. Jako podkladový terén byl využit SRTM 1-ArcSecond Global, který vytvořila Národní agentura pro zpravodajství o Zemi USA a Národní úřad pro letectví a kosmonautiku USA (USGS 2018). Tento digitální model reliéfu (DMR) byl zvolen proto, že nabízí vstupní rastr s vysokým rozlišením, aby velikost jednotlivých buněk (pixelů) pro prostorové analýzy ve výsledku zachycovala požadovaný detail co nejlépe. Námí zvolený DMR má rozlišení 38×38m. Další výhodou volně stažitelného DMR je dostupnost pro



Obr. 1 Terénní mapa Šumavy a okolí s vyznačením lokalit s měřením výšky sněhu, příp. srážek a), automatické meteorologické stanice b) Plechý (1344 m n. m.) a c) Blatný vrch s okolím (1350 m n. m.)



Obr. 2 a) Náhled map s maximální výškou sněhové pokrývky (SCEmax) v posledních pěti sezónách (zmenšené) a průměrného maxima za všechny sezóny 2017/18–2021/22 (zvětšená vlevo) v oblasti Šumavy, b) náhled map se zimním úhrnem srážek (říjen–březen, SRAzima) v oblasti Šumavy za zimní půlrok 2018/19 a 2019/2020 (vpravo).

území celé Evropy v souřadnicovém systému WGS-84 a možnost prostorové analýzy i za hranicemi ČR (USGS 2022). Menší nevýhoda při relativně vysokém rozlišení je časová náročnost výpočtu, který trvá až 35 minut.

4. Mapové přehledy

Velké množství údajů o maximální výšce sněhu a relativně rovnoměrné rozmístění na hodnoceném území umožnilo zkonstruovat mapy sněhové pokrývky s velmi dobrou podrobností. Omezený rozsah tohoto příspěvku nedovolí podrobnou projekci hodnocených zimních sezón, také proto byla vypočtena mapa průměrných maxim výšky sněhové pokrývky, pro jejíž výpočet byla použita data z 224 lokalit. Ta zohledňuje pět zimních sezón tak, aby charakterizovala sněhové poměry v oblasti Šumavy za poslední roky (obr. 2a). Z hlediska nejvyšších hodnot zde vynikají oblast Grosser Arber (Velký Javor), hřeben Trojmezná s Plechým a zejména oblast od Grosser Rachel (Velký Javor) přes Blatný vrch po Velkou a Malou Mokrůvku. Evidentně se zde projevuje nadmořská výška zmíněných oblastí a jejich postavení vůči převládajícím zimním srážkám. Kromě toho se na výšce sněhu, tedy jeho ukládání na povrchu zejména na hřebenových partiích, projevuje také vliv větru, kdy lokality jako např. Jezerní hora a Poledník mají v tomto určitou nevýhodu, a to i v kontextu jejich reliéfu a poměrně nedávného odlesnění kvůli kůrovcové kalamitě. Vzdálenost od hlavního hřebene Šumavy také ovlivňuje o poznání slabší sněhová maxima i ve vysokých nadmořských výškách v oblasti Boubína nebo Knížecího Stolce. Sněhové závětrří a výrazný gradient poklesu výšky sněhu za hřebenem Šumavy se pak projevuje především u středních poloh Šumavy, jako jsou např. oblast Lipenska nebo Kašperských Hor. Výška sněhové pokrývky je velmi variabilní jak prostorově tak sezónně. Více sněhu je v posledních sezónách soustředěno prakticky výhradně do vyšších a nejvyšších poloh pohoří, zatímco do středních poloh a podhůří jen málo.

Přestože mapy zimního úhrnu srážek nevycházejí z takového množství konkrétních údajů jako ty sněhové, poměrně výstižně vypovídají o celkovém rozložení srážek za hodnocený chladnější půlrok na Šumavě. Na příkladu dvou zimních sezón 2018/19 (srážkově bohatší) a 2019/20 (srážkově chudá) je zřejmé, že nejvyšší srážky byly zaznamenány v nejvyšších polohách oblasti pohraničního hřebene, zejména pak v centrální části nad Březníkem v okolí vrcholů Grosser Rachel–Blatný vrch–Špičnick, v obou sezónách kolem 1 000 mm. Dále mají vysoké zimní srážky méně rozsáhlejší oblasti Grosser Arber–Jezerní hora, Poledník–Plesná–Falkenstein a Trojmezná–Plechý. Kromě oblastí s vyšší nadmořskou výškou dosahují vyšších úhrnů obecně příhraniční oblasti (obr. 2b). Poměrně dobře z map vyplývá také rozdíl ve srážkových úhrnech v bavorském, potažmo rakouském podhůří Šumavy, v porovnání s podhůřím českým. Díky převládajícímu jihozápadnímu proudění vypadá ve stejné nadmořské výšce více srážek na návětrné straně pohoří, zatímco na české straně je zřejmý výrazný srážkový gradient. To potvrzuje poměrně známý fakt, že na zimní srážky je české podhůří Šumavy zpravidla velmi chudé. To místy platí i pro střední polohy Šumavy.

5. Závěr

Dosavadní aktivity vedoucí k poznání sněhových poměrů a srážkových úhrnů i v zimním období v oblasti odlehlé příhraniční Šumavy vedly k instalaci meteorologických stanic, expedičním měřením a shromažďování příslušných dat. V rámci další činnosti a tímto příspěvkem se snažíme podrobnější údaje o sněhu a srážkách promítnout do mapové projekce a poskytnout tak k bodovým údajům i odpovídající prostorovou informaci o sněhu a zimních srážkách Šumavy jako významné složky hydrologické bilance. Z reálných měření vypočtené sezónní mapy ukazují na výraznou variabilitu maxim sněhu a zimních srážek v oblasti Šumavy, a to jak sezónní tak především prostorovou. Poněkud vyšší variabilita se potom projevuje v případě maxim výšky sněhové pokrývky, kde se výraznějším způsobem než u srážek projevuje vliv nadmořské výšky. To ukazuje na význam a potřebu podrobného monitoringu sněhu a srážek.

Literatura:

DWD, 2022. Deutscher Wetterdienst – Geoportal. [online]. [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://dwd-geoportal.de>.

ESRI, 2018. Resources for ArcMap [online]. [cit. 11. 03. 2002]. Dostupné z WWW: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>.

JENÍČEK, M., PEVNÁ, H., MATĚJKA, O., 2018. Canopy structure and topography effects on snow distribution at a catchment scale: Application of multivariate approaches. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, **66** (1), 43–54. doi: 10.1515/johh-2017-0027.

JIRÁK, J., BERCHA, Š., 2017. Automatické měření výšky sněhové pokrývky – rozšíření sítě sněhoměrných stanic ČHMÚ. In: Kimlová, M., Řičicová, P., Bercha, Š., eds. XXI. *Stretnutie sněhárov*: sborník příspěvků ze semináře. Žitková 1.–3. 3. 2016, ČHMÚ, s. 57–58. ISBN 978-80-87577-75-2.

PROCHÁZKA, J., ROLČÍK, I., VOJVODÍK, A., MATOUŠEK M., 2017. Aktivity amatérských nadšenců pro doplnění poznatků o klimatu Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. **70**, č. 5, s. 143–148, ISSN 0026-1173.

PROCHÁZKA, J., 2019. Výsledky dlouhodobého pozorování na meteorologické stanici Březník na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. **72**, č. 4, s. 97–105, ISSN 0026-1173.

PROCHÁZKA, J., TESAŘ, M., 2019. Příspěvek k monitoringu sněhové pokrývky na odlehlých lokalitách Šumavy. In. Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): *Hospodaření s vodou v krajině*. Třeboň 13.–14. 6. 2019, vydal ČHMÚ Praha, ISBN 978-80-87577-88-2.

PROCHÁZKA, J., TESAŘ, M., 2021. Aktivity vedoucí k zpřesnění odhadu zimních srážek centrální Šumavy. In. Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): *Hospodaření s vodou v krajině*. Třeboň 14.–15. 9. 2021, vydal ČHMÚ Praha, s. 18–19. ISBN 978-80-7653-018-8.

ŠERCL, P., 2008a. Hodnocení metod odhadu plošných srážek. *Meteorologické zprávy*, roč. **61**, č. 2, s. 33–43.

ŠERCL, P., 2008b. AGHydroInterpolace (Interpolační procedury pro ArcGIS). Uživatelská příručka. Praha: Český hydrometeorologický ústav.

STRŽÍŽ, M. 2008. Popis metod CLIDATA-GIS. [online] Dostupné z: <http://www.infomet.cz/fil/1295510217.pdf>.

USGS, 2022. EarthExplorer. United States Geological Survey [online]. [cit. 11. 03. 2002]. Dostupné z WWW: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

USGS, 2018. [online]. USGS EROS Archive – Digital Elevation – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. [online]. [cit. 11. 03. 2002]. Dostupné z DOI: [/10.5066/F7PR7TFT](https://doi.org/10.5066/F7PR7TFT).

VAVRUŠKA, F., 2011. Měření srážek totalizátory na Šumavě. *Šumava*, č. 3, s. 16–17, ISSN 0862-5166.

17 let měření amatérské meteostanice Knínice v Krušných horách

Tomáš Janík

Český hydrometeorologický ústav, MŠ Ústí nad Labem-Kočkov, tomas.janik@chmi.cz

1. Úvod

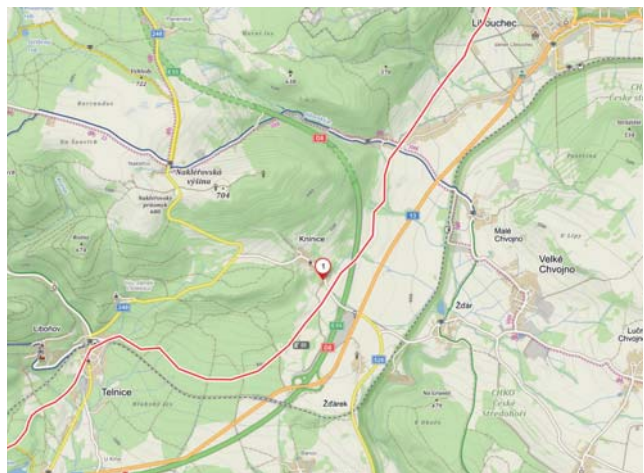
O meteorologii s astronomií se zajímám od školních let a po přestěhování do vesnice Knínice u Libouchce v roce 2005 jsem začal s prvními meteorologickými měřeními, které mi bydlení v domě s větší zahradou umožnilo. Lokalita se nachází na úpatí východního okraje Krušných hor v nadmořské výšce 460 m n. m. Pouhé 2 km severozápadně se vypíná vrch Nakléřov 700 m n. m, který je součástí rozsáhlejšího krušnohorského hřebene.

Stanice se nachází poblíž vysokého topolu ve spodní části obce, částečně je zastíněna stromy. Nejbližšími meteorologickými měřeními v databázi ČHMÚ jsou stanice: Velké Chvojno (stanice P. Jůzy), vzdálenost 2 km, nadmořská výška 390 m n. m., Ústí nad Labem-Kočkov, vzdálenost 6 km, nadmořská výška 375 m n. m., Sněžník, vzdálenost 9 km, nadmořská výška 570 m n. m.

2. Vývoj přístrojového vybavení a pozorování

V dubnu 2005 po nastěhování jsem pořídil meteostanici WS 3600 s měřením teploty, vlhkosti, srážek a směru a rychlosti větru (ve výšce 4,5 m do června 2006) Měření některých prvků však již dost brzy přestalo fungovat, zejména u větru. Na severní straně domu jsem měřil venkovní teplotu dříve pořízeným digitálním teploměrem s kabelovým čidlem. Na zahradě probíhalo měření výšky sněhu, během následující zimy již na vyražené sněhoměrné tyči z MŠ Ústí n. L. Kočkov. První standardní vybavení byly dva srážkoměry s odměrkou zapůjčené z ústecké pobočky ČHMÚ v červnu 2005.

Od 16. prosince 2006 začalo měření teploty a vlhkosti ve vyražené klasické meteorologické budce z MŠ Ústí n. L. Kočkov, vybavené klasickými přístroji zapůjčenými na ústecké pobočce ČHMÚ. Jde o staniční teploměr, vlasový vlhkoměr, maximální a minimální teploměr. Od 11. ledna 2007 (týden před Kyrillem) začalo měření větru na stožáru upevněného na severním štítu budovy ve standardní výšce 10 m. 10. května 2007 přestalo měření fungovat, později vítr měřen jen příležitostně ručním anemometrem Windmaster2 upevněným na komíně. V dubnu 2008 budka vybavena historickým mechanickým váhovým výparoměrem z MŠ Karlov. Na Karlově jsem v říjnu 2005 byl týden ve službách jako výpomoc při nedostatku pozorovatelů. V interiéru stanice bylo několik starých vyražených výparoměrů, což mě zaujalo a později jsem o jeden poprosil. Díky domluvě s pracovníkem MŠ Davidem Bartošem jsem tedy výparoměr získal a již 14 let s ním měřím výpar v budce, tímto ještě zpětně děkuji. Měření v budce jsem doplnil o datalogger DLTH120 pro záznam teploty a vlhkosti, který však nemá bezdrátový přenos a data se stahují ručně do počítače. Lze poté vyhodnotit časy maxima minim a termínové teploty, od ledna 2009 tedy počítám průměrnou teplotu.



Obr. 1 Lokalizace meteorologické stanice v obci Knínice (foto T. Janík).



Obr. 2 Vybavení manuálními a automatizovanými přístroji v meteorologické budce.



Obr. 3 Ombrograf připravený k záznamu srážek.

V roce 2009 květen až červen došlo na naší kočkovské MS k instalaci ultrasonického anemometru a vyřazení záložního anemometru WS981 od již neexistující firmy Anemo. A zároveň také k vyřazení ombrografu z provozu. Přestože jsem byl tou dobou v nemocnici s klíšťovou encefalitidou, díky kolegům nebyly vyřazené přístroje odvezeny k likvidaci a po návratu do služeb jsem si je mohl převést začít používat pro domácí měření, samozřejmě vše již bez pravidelných kalibrací pro amatérské použití. Tímto také děkuji p. Kačírkovi z OPT Libuš za vstřícnost a možnost tyto vyřazené přístroje dále používat. Větroměrná data se stahují do počítače přes rozhraní RS232 a je možné také zobrazovat aktuální hodnoty i s grafickým výstupem.

V roce 2010 došlo k přesunutí sněhoměrné tyče a srážkoměru, v roce 2021 ještě jednou na snad nejvíce reprezentativní místo na pozemku, které bude, předpokládám definitivní. Od prosince 2019 do února 2022 byl anemometr mimo provoz, probíhaly komplikované nutné opravy, resp. výměny měřicí části i základny. Od března letošního roku je opět anemometr v provozu díky p. Kačírkovi z OPT Libuš a p. Sváčkovi z bývalé firmy Anemo.

3. Výsledky pozorování a měření, výhled do budoucna

Měření probíhá v klasickém manuálním režimu ale ne v pevném termínu, odečet srážek a výparu a extrémních teplot nastavením teploměrů zpravidla dopoledne mezi 8 až 11 h., v případě přítomnosti mě jako pozorovatele i odečet termínové teploty v klimatických termínech a večerní odečet a nastavení extrémních teploměrů. V případě delší nepřítomnosti je samozřejmě měření srážek a výparu za delší období dvou a více dnů, ranně-dopolední termín měření však dodržuji. Pro zápisy pozorování počasí a měřených hodnot mám roční knižní deník pro denní záznamy a knižní sešit na delší dobu více let pro měřené hodnoty a jejich měsíční zhodnocení. V elektronické formě dělám pouze tabulku ve Wordu s měsíčními přehledy extrémů, sum srážek a výparu a průměrné teploty. K tomu počítané hodnoty i za jednotlivé roky.

Přehled rekordních denních hodnot:

maximální teplota vzduchu:
+35,7 °C dne 8. srpna 2015,

minimální teplota vzduchu:
-18,9 °C dne 3. a 5. února 2012,



Obr. 4 Ukázka umístění anemografu stanice Knínice.

maximální rychlost větru:
29,0 m·s⁻¹ dne 29. října 2017 (Herwart),

nejvyšší denní úhrn srážek:
64,0 mm dne 23. července 2010,

nejvyšší hodnota celkové sněhové pokrývky:
62 cm dne 12. březen 2006,

nejnižší hodnota relativní vlhkosti vzduchu:
22 % dne 2. květen 2009 a 8. duben 2020.

Měsíční hodnoty:

nejvyšší měsíční úhrn srážek:
265,6 mm v srpnu 2010,

nejnižší měsíční úhrn srážek:
0,6 mm v dubnu 2007,

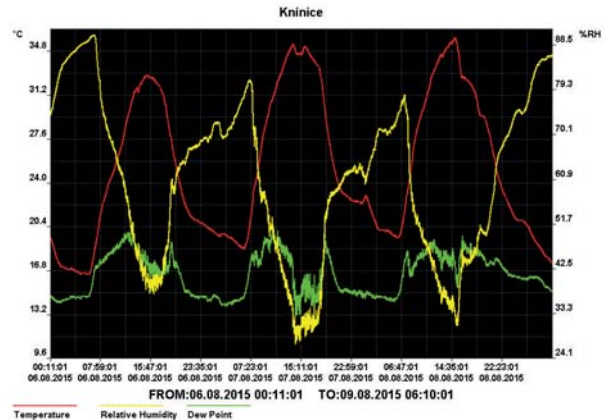
nejvyšší průměrná měsíční teplota vzduchu:
+20,6 °C v srpnu 2015,

nejnižší průměrná měsíční teplota vzduchu:
-6,0 °C v prosinci 2010.

Uvažuji již o zavedení měření meteorologických prvků s přenosem dat na internet, nejdůležitější z tohoto pohledu se mi jeví vítr a srážky, lokálně dosti proměnlivé a rozdílné. V nejbližší době se nabízí měření větru, jsem v kontaktu s člověkem vyvíjejícím autonomní anemometry zejména pro paragliding, které lze umístit kamkoliv bez nároků na kabelové připojení a napájení. Rád bych měření také doplnil o teplotu půdy, nejlépe v 10 cm, která se mi jeví nejvhodnější pro zemědělské, potažmo zahrádkářské potřeby.

4. Závěr

Téměř 17 let měření u většiny prvků ukazuje, že lokalita je to zajímavá a má svá specifika zejména díky blízkosti hřebene Krušných hor. Při severozápadním až severním proudění jsou výrazně orograficky zesílené srážky v porovnání např. s 8 km vzdálenou MS Ústí nad Labem-Kočkov. Stejným způsobem je zesílený vítr ze severozápadního směru od Nakléřovského vrchu. Naopak severovýchodní a východní směr větru na naší stanici prakticky neexistuje.



Obr. 5 Ukázka grafu dat teploty, vlhkosti a rosného bodu z dataloggeru ze srpna 2015, kdy jsem na stanici naměřil dosud nejvyšší teplotu.

70 let meteorologických měření a pozorování na Červené

Veronika Šustková¹, Pavel Lipina², František Putala³, Miroslav Řepka⁴, Marek Šustek⁵

¹ Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, veronika.sustkova@chmi.cz

² Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, pavel.lipina@chmi.cz

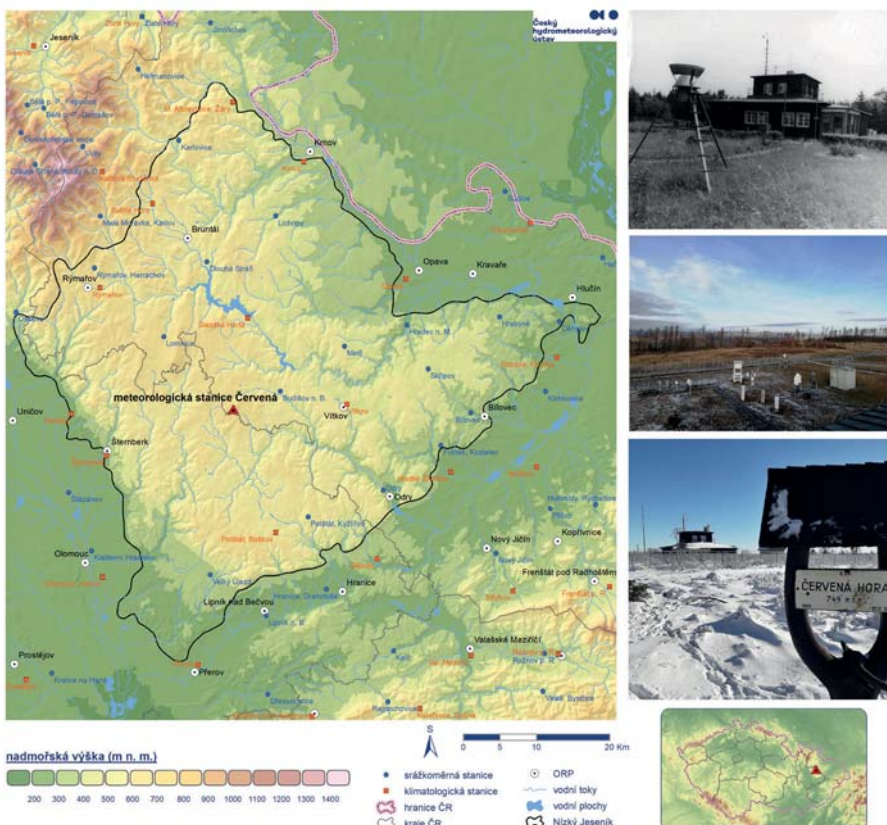
³ Český hydrometeorologický ústav, MS Červená, 747 87 Budišov nad Budišovkou, frantisek.putala@chmi.cz

⁴ Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00, Ostrava-Poruba, miroslav.repka@chmi.cz

⁵ Český hydrometeorologický ústav, MS Červená, 747 87 Budišov nad Budišovkou, marek.sustek@chmi.cz

1. Historie meteorologických měření a pozorování na stanici Červená

Meteorologická stanice Červená (MS Červená) stojí na vrcholu kopce Červená hora (749 m n. m.), který je nejvyšším vrcholem Domašovské vrchoviny v Nížkém Jeseníku a také nejvyšším vrcholem okresu Opava. Stanice leží v katastru obce Budišov nad Budišovkou, v části Guntramovice, na sever od vojenského újezdu Libavá. Budova stanice, jak ji známe doposud, byla budována od léta 1951 a měření a pozorování zde začaly 21. prosince 1952. Podle stejného projektu byly vybudovány, a dodnes stojí, stanice na Lysé hoře, na Churáňově, v Kuchařovicích, v Přimdě a v Nedvězí. Výstavbě MS na Červené hoře předcházelo měření a pozorování v Městě Libavá. Nejprve v části Dřemovice, kde byla stanice od roku 1878 v místní myslivně a v roce 1926 se měření přesunulo do areálu tehdejší Zemské odborné školy hospodářské (542 m n. m.). Původní obec po 2. světové válce a odsunu obyvatel zanikla. V roce 1948 bylo měření přesunuto na žádost armády za kostel v Městě Libavá k větrnému mlýnu (624 m n. m.) a sloužilo zejména účelům dělostřelectva. Lokalita ovšem nebyla také ideální a pro stavbu nové stanice byla vybrána právě Červená hora, kde patrně již od roku 1941 stála ocelová konstrukce navigační věže a dřevěná budka pro vojsko německé armády. V roce 1995 byla věž stržena a dnes je na tomto místě možné vidět základy a spodní část této konstrukce. Do ledna roku 1954, kdy byl na základě vládního nařízení zřízen Hydrometeorologický ústav, na stanici pozorovali vojáci. Jako první civilní meteorolog pozorovatel nastoupil na stanici od 1. února 1954 Michal Tatarovič (sloužil do roku 1991) a měsíc poté se přidal jeho bratr Mikuláš Tatarovič (sloužil do roku 1988). MS Červená v dnešní době patří do sítě profesionálních (synoptických) klimatologických stanic ČHMÚ. Je v tzv. kombi-



Obr. 1 Stanice ČHMÚ v Nížkém Jeseníku a MS Červená.

novaném provozu (od 6 do 22 h s přestávkou s lidskou obsluhou a mezi 22 až 6 hodinou probíhá automatické měření). Metodicky i hospodářsky je spravována Odborem profesionální staniční sítě, stejně jako 19 dalších meteorologických stanic a 2 observatoře při jaderných elektrárnách Temelín a Dukovany.

Kromě meteorologických měření probíhá na MS Červená od roku 1975 fotografování bolidů pro Astronomický ústav AV ČR v Ondřejově. Od roku 1993 zde probíhá měření seismicity Ústavem fyziky Země v Brně a od roku 1995 měření radiologické situace pro Státní ústav radiacní ochrany, v.v.i. Od roku 1977 se zde také měří parametry kvality ovzduší pro pobočku ČHMÚ v Ostravě.

1.1 Historie měření v Nízkém Jeseníku a v okolí MS Červené

Meteorologická pozorování a měření na území celku Nízký Jeseník (obr. 1) mají podobně jako v dalších oblastech Moravskoslezského a Olomouckého kraje bohatou historii. Datový fond pobočky ČHMÚ Ostrava disponuje originálními meteorologickými výkazy z bezmála stovky lokalit tohoto regionu. Další data, zejména měsíční úhrny srážek, se nacházejí v některých ročenkách. Historie meteorologických pozorování na území severní Moravy a Slezska byla již také popsána (Řepka, Lipina 2006; 2009). Bohužel převažují lokality s kratší a přerušovanou řadou, zejména u klimatologických stanic. V nejbližším okolí MS Červená (cca 20 km) měřilo nejvíce meteorologických stanic v roce 1911 (16 stanic, z toho 8 klimatologických). V současné době jsou v provozu tři automatické klimatologické stanice, a to ve Vítkově, na Slezské Hartě a v Potštátě-Boškově. Manuálních srážkoměrných stanic je v provozu 6, a to v Budišově nad Budišovkou, Dlouhé Stráni, Lomnici u Rýmařova, Melči, Potštátu-Kyžlířově a také na Slezské Hartě.

1.2 Pozorovatelé na MS Červená

Do dnešní doby, tedy do března 2022, se na stanici vystřídal celkem 22 pozorovatelů (+ 8 vojáků v období 1952–1953). Aktuálně na stanici pracují 3 meteorologové, František Putala (1. února 1992–31. prosince 2003, od 1. ledna 2007), Pavel Bařinka (od 1. dubna 1993) a Marek Šustek (od 1. prosince 2019).

V letech 1954–1970 byl na stanici šestnáctihodinový nepřetržitý provoz, který zabezpečovali dva zaměstnanci, a po roce 1966 byl stav zvýšen na čtyři. Od ledna 1970 byl zaveden nepřetržitý režim o pěti pozorovatelích. Ten byl ukončen až 31. prosince 2003 a od té doby stanice pozoruje v tzv. kombinovaném provozu (od 6 do 20 h UTC s přestávkou s lidskou obsluhou a mezi 22 až 6 hodinou automatické měření).

2. Klimatologické charakteristiky stanice Červená

MS Červená spadá dle Quittovy klasifikace klimatických oblastí do chladné oblasti C7, kde jaro je dlouhé a mírně chladné, léto je velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké, podzim je dlouhý a mírný, zima je dlouhá, mírně vlhká s dlouhým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Z důvodu možného maximálního rozsahu příspěvku uvádíme pouze stručné zhodnocení pro vybrané klimatologické charakteristiky. Rozsáhlejší zpracování připravujeme do publikace k 70. výročí měření na MS Červená, jejíž vydání je plánováno na podzim roku 2022.

2.1 Teplota vzduchu

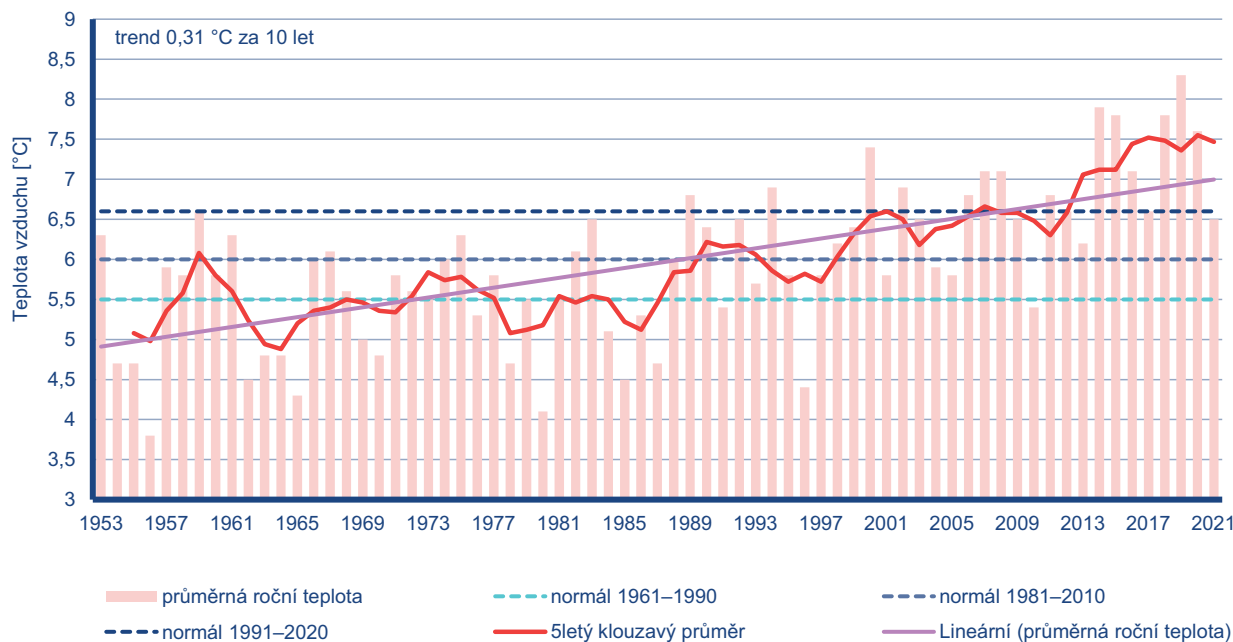
Průměrná roční teplota vzduchu na stanici Červená za období let 1953–2021 dosáhla 6,0 °C s extrémy 3,8 °C v roce 1956 a 8,3 °C v roce 2019. Dlouhodobý teplotní průměr za období let 1961–1990 je 5,5 °C, za období 1981–2010 6,0 °C a za období 1991–2020 pak 6,6 °C. Za období 1953–2021 se teplota vzduchu zvyšuje v průměru o 0,31 °C za 10 let.

Roční chod teploty vzduchu je charakterizován jednoduchou vlnou s maximem 15,8 °C v červenci a minimem v –4,4 °C v lednu. Druhým nejteplejším měsícem v roce je srpen s průměrnou teplotou vzduchu 15,6 °C a druhým nejchladnějším únor s průměrnou teplotou vzduchu –3,2 °C. Na měsíc červenec také připadá dosavadní nejvyšší průměrná měsíční teplota vzduchu 20,6 °C zaznamenaná v roce 2006. Nejchladnějším měsícem byl únor v roce 1956 s průměrnou měsíční teplotou vzduchu –13,5 °C. Podzim je na stanici v průměru o 0,9 °C teplejší než jaro. Roční teplotní amplituda, určená z rozdílu z dlouhodobého průměru nejteplejšího a nechladičejšího měsíce v roce, má hodnotu 20,2 °C. Index kontinentality pro Červenou je 24,6%, což znamená, že pro podnebí je typický převládající vliv oceánu.

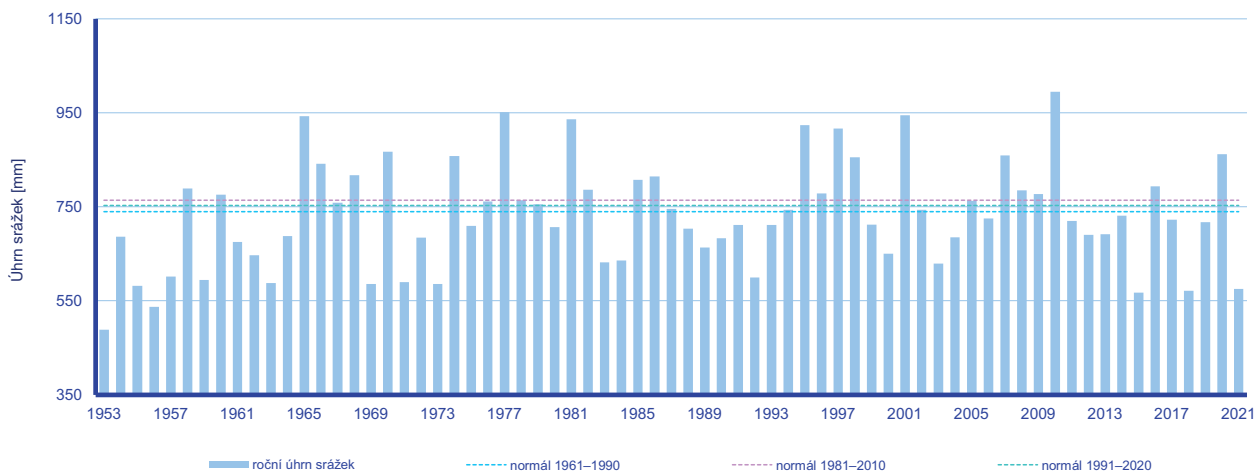
Nejvyšší maximální teplota vzduchu 32,6 °C, byla na MS Červená naměřena dne 30. července 1994. Druhá nejvyšší hodnota, 32,5 °C, byla změřena dne 8. srpna 2013 a třetí, 32,3 °C, dne 13. srpna 2003. Všechny tři nejnižší minimální teploty vzduchu byly naměřeny v únoru 1956, hodnota –34,4 °C byla naměřena dne 9. února, druhá nejnižší hodnota, –28,6 °C, 2. února a třetí hodnota, –27,9 °C, 1. února.

2.2 Úhrn srážek

Průměrný roční úhrn srážek za období let 1953–2021 je 730,3 mm s extrémy 488,6 mm v roce 1953 a 994,6 mm v roce 2010. Dlouhodobý roční úhrn srážek za období let 1961–1990 je 739,4 mm, za období 1981–2010 763,8 mm a za období 1991–2020 pak 752,5 mm. V průměru nejvíce srážek spadne v červenci (96,9 mm) a nejméně v únoru



Obr. 2 Průměrná roční teplota vzduchu na MS Červená, její trend a srovnání s normály.



Obr. 3 Roční úhrny srážek na MS Červená.

(36,3 mm). Nejnižší měsíční úhrn srážek, pouze 1,6 mm, stanice zaznamenala v listopadu 2011. Nejvyšší měsíční úhrn, 352,5 mm, v červenci 1997. Nejvyšší denní úhrn, 70,3 mm, byl naměřen 2. července 1954.

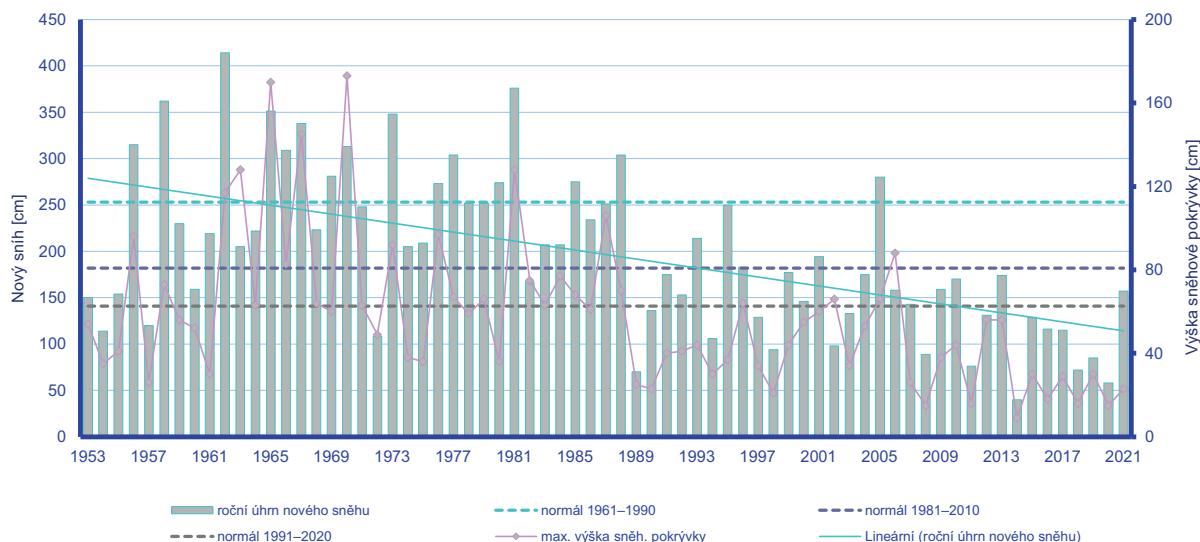
Průměrný počet dnů se srážkou $\geq 0,1$ mm je 183. Se srážkou $\geq 1,0$ mm je v roce průměrně 118 dnů a srážkou $\geq 10,0$ mm pak 20 dnů.

2.3 Sněhové poměry

Průměrný roční úhrn nového sněhu za období let 1953–2021 je 197 cm s extrémy 414 cm v roce 1962 a 40 cm v roce 2014.

Dlouhodobý roční úhrn nového sněhu za období let 1961–1990 je 253 cm, za období 1981–2010 182 cm a za období 1991–2020 pak 141 cm. V průměru nejvíce nového sněhu napadne v lednu (46 cm) a v únoru (42 cm). Nejvyšší měsíční úhrn nového sněhu, 157 cm, stanice zaznamenala v prosinci 1981. Nejvyšší denní úhrn, 32 cm, byl naměřen

15. ledna 1977. Maximální výška sněhové pokrývky, 173 cm, byla naměřena 10. března 1970. Výška sněhové pokrývky větší než 100 cm byla na stanici naměřena naposledy v únoru 1987. Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou ≥ 1 cm je 107. V lednu je takových dnů průměrně 28 a v únoru 24. Datum záznamu prvního sněžení je 26. září, poslední sněžení se pak objevilo 7. června, kdy se také naposledy vyskytla sněhová pokrývky (v roce 1962). V květnu se za dobu měření sněhová pokrývky ≥ 1 cm vyskytla 14krát. Květnové maximum, 25 cm, bylo naměřeno 11. května 1953.



Obr. 4 Roční úhrny nového sněhu a maximální výška sněhové pokrývky na MS Červená.

2.4 Sluneční svit a oblačnost

Roční úhrn doby trvání slunečního svitu je ovlivněn délkou astronomicky možného slunečního svitu s maximem v červenci (průměrně 228 hodin) a minimem v prosinci (průměrně 35,8 hodin) a do značné míry také režimem oblačnosti. Absolutního maxima bylo dosaženo v červenci 2006 (339,4 hodin). V lednu 1966 bylo zaznamenáno absolutní měsíční minimum 5,8 hodin. Průměrná roční doba slunečního svitu za období 1955–2021 je 1648,8 hodin.

2.5 Směr a rychlost větru

Během roku převládají na MS Červená jihozápadní (22,1 %), západní (17,3 %) a severovýchodní (17,2 %) směry větru. Severní směry zaujímají 14,5 % a jižní 14,2 %. Klid (bezvětrí) jen 0,5 %.

Průměrná roční rychlost větru za období 1953–2021 dosáhla $4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, s nejnižší průměrnou rychlostí $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v roce 1991 a nejvyšší průměrnou rychlostí $5,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v roce 1967. V ročním chodu mají nejvyšší rychlost, $5,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, zimní měsíce prosinec a leden. Nejnižší rychlost má srpen ($3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Absolutní extrémy průměrných měsíčních rychlostí kolísaly mezi $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (srpen 1984) a $8,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prosinec 1954). Nejvyšší maximální rychlost větru, $35,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, stanice zaznamenala 25. listopadu 1973.

2.6 Atmosférické jevy

U pozorovaných jevů se obvykle zaznamenává začátek a konec, doba trvání a jejich intenzita. Pro zajímavost uvádíme průměrný měsíční a roční počet vybraných jevů (tab. 1).

Tab. 1 Počet dnů s vybranými jevy na MS Červená za období 1953–2021.

Počet dnů/měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
s blízkou bouřkou	0	0	0,2	0,5	2,2	3,2	3,0	2,5	0,5	0,1	0	0	12,3
s výskytem krup	0	0	0,1	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0	0	0	2,2
s mlhou	21,2	15,3	14,5	10,5	10,1	8,7	8,9	8,3	11,6	16,5	21,0	22,6	169,2
s kouřmem	21,1	19,1	19,1	13,3	13,3	12,3	11,3	11,9	15,1	18,7	19,3	19,6	194,1
s náledím a ledovkou	4,2	2,2	1,3	0,4	0	0	0	0	0	0,4	2,6	4,7	15,9
s námrazkovým jevem	21,3	14,4	7,6	1,8	0,1	0	0	0	0	1,2	8,7	20,1	75,2
den se srážkou	19,6	17,5	18,2	15,9	17,0	16,6	16,7	14,6	13,2	13,9	17,3	19,8	200,2

3. Klimatická změna

Hlavní vliv na klimatické podmínky na MS Červená má atmosférická cirkulace a její časové a prostorové změny. Stanice měří a pozoruje od roku 1953, tedy 68 let, a na řadě měření můžeme vidět trend. Průměrná roční teplota vzduchu má vzestupný trend $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ za 10 let a za dobu měření se tak zvýšila v průměru o $2,1 \text{ }^\circ\text{C}$. Narůstá také minimální a maximální teplota vzduchu. Trend ročního průměru u obou teplot je $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ za 10 let. Stoupá počet tropických dnů (kdy maximální

teplota vzduchu dosáhla hodnoty 30,0 °C nebo vyšší). Za období 1953–1990 byl jejich průměrný počet 0,2 za rok a maximální počet byly 2 tropické dny v roce. Za období 1991–2021 je jejich průměrný počet 1,4 ročně a maximální počet byl 10 tropických dnů (v letech 1993 a 2015). Počet letních dnů (maximální teplota vzduchu dosáhla hodnoty 25,0 °C nebo vyšší) také narůstá, z průměrných 8,4 dne za období 1953–1990, na průměrný počet 19,1 dne/rok za období 1990–2021. Trend u arktických dnů (maximální teplota vzduchu dosáhla hodnoty nejvýše –10 °C) je opačný, jejich počet klesá z průměrných 3,8 dne/rok na 2,2 dne. Stejně u mrazových dnů, z průměrných 142,8 jich ubylo na 125,7 dne za rok.

U srážek je roční proměnlivost vysoká, pozorujeme nevýrazný trend vzestupu srážek. Pozorujeme však změnu v rozložení srážek během roku (tab. 2). Výrazný nárůst průměrného měsíčního úhrnu mezi obdobími 1961–1990 a 1991–2020 nastal v měsících březen a září (+ 19 %). Naopak srážek výrazně ubylo v dubnu (–20 %). Také je možné říct, že se zvýšila četnost výskytu extrémních srážek. 8 z 10 nejvyšších denních úhrnů bylo zaznamenáno v letech 1995–2016.

Tab. 2 Změna průměrných ročních teplot vzduchu (°C) a srážkových úhrnů (mm) na MS Červená za období 1961–1990 a 1991–2020.

Prvek/měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Rozdíl teploty (°C)	1,4	1,0	1,0	1,7	1,0	1,3	1,7	1,8	0,5	0,0	1,2	0,7	1,1
Srážky (podíl)	1,09	1,08	1,24	0,83	1,02	0,88	1,06	0,92	1,23	1,11	0,95	1,00	1,02
Srážky (v %)	+8	+7	+19	–20	+2	–13	+6	–9	+19	+10	–5	0	+2

4. Závěr

MS Červená byla vybudována na začátku 50. let minulého století v blízkosti Vojenského újezdu Libavá zejména pro potřeby vojska. Její hlavní poslání je ale už jiné. Spolu s dalšími 19 stanicemi a 2 observatořemi při jaderně energetických zařízeních tvoří síť profesionálních meteorologických stanic v České republice. Dlouhé řady meteorologických měření a pozorování, které jsou výsledkem mnohaleté každodenní práce profesionálních nebo i dobrovolných pozorovatelů, jsou nesmírně cenné nejen pro hodnocení, analýzy nebo tvorbu homogenních řad vybraných charakteristik, ale také zejména pro poznání variability klimatu a odhad jeho vývoje v budoucnosti.

Literatura:

ŘÍČAN, D., 2002. Meteorologická stanice Červená. Padesát let trvání. Nákladem MěÚ Budišov nad Budišovkou. 100 výtisků.

QUITT, E., 1971. Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia. *Studia geographica*, 16.

FLAJŠMAN, M., ŠTEKL, J., 2009. Hydrometeorologická služba armády České republiky v období 1918–2009. Ministerstvo obrany České republiky. Praha. ISBN 978-80-7278-517-9.

ŘEPKA, M., LIPINA, P., 2006. Historie meteorologických pozorování na severní Moravě a ve Slezsku. *Meteorologické zprávy*, roč. 59, č. 2, s 49–63. ISSN 0026-1173.

ŘEPKA, M., LIPINA, P., 2009. Historie meteorologických pozorování na severní Moravě a ve Slezsku (2. část). *Meteorologické Zprávy*, roč. 62, č. 4, s 113–120. ISSN 0026-1173.

Návštěvnost Lysé hory v závislosti na počasí?

Olga Halášová

Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, tř. Míru 117, 771 11 Olomouc, olga.halasova@upol.cz

1. Úvod

Návštěvnost Lysé hory se za poslední roky neustále zvyšuje, což má negativní vliv na přírodu. Proto se CHKO Beskydy v roce 2009 rozhodlo, pro pravidelný monitoring návštěvnosti vybraných exponovaných lokalit v CHKO Beskydy. Lysá hora byla také zařazena do monitoringu (Zahradník a kol. 2012). Návštěvnost Lysé hory se v posledních letech pohybuje na úrovni 200 000 turistů ročně a stále roste. V roce 2020 bylo dosaženo hranice 270 000 návštěvníků (tab. 1).

Cílem práce byla snaha zjistit, zda je návštěvnost Lysé hory zcela ovlivněna průběhem počasí nebo se na tom podílí i další významné faktory – pravidelné akce, víkendy, státní svátky či vyhlášení nouzového stavu nařízeného vzhledem k situaci COVID-19 v roce 2020. Byla porovnávána data z let 2019 a 2020.

2. Metodika

2.1 Data

Data o návštěvnosti Lysé hory byla získána od správy CHKO Beskydy. Podrobnější informace o průzkumu návštěvnosti popisují Zahradník a Banaš (2020; 2021), tzn. použitou technologii, metodiku zpracování výsledků, monitorované lokality a harmonogram monitoringu a další. Meteorologická data poskytl Český hydrometeorologický ústav pobočka Ostrava. Jednalo se o data ze stanice Lysá hora.

2.2 Statistické metody

Základní jednotkou návštěvnosti je počet průchodů turistů, cyklistů, běžkařů atd. resp. návštěvníků Lysé hory. Byl použit předpoklad, že turisté jdou jedním průchodem nahoru a jedním dolů, tzn., že musí projít přes sčítací senzory dvakrát. Konečný počet průchodů byl tedy dělen dvěma a získali jsme tak počet turistů, kteří navštívili Lysou horu. Počty návštěvníků byly porovnávány s naměřenými daty ze stanice Lysá hora.

3. Výsledky

Jeden z důvodů prudkého nárůstu návštěvnosti Lysé hory můžeme vidět v znovuotevření zrekonstruované Bezručovy chaty. Turistiku také podpořilo otevření Zátokovy chaty v roce 2016. Druhý významný důvod celkového nárůstu počtu turistů za posledních cca 10 let (tab. 1) je pořádání mnoha sportovních akcí, které se opakují a neustále přitahují nové zájemce (turistické, běžecké, cyklistické, atd.).

Tab. 1 Návštěvnost Lysé hory ve vybraných letech.

Rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet návštěvníků	107 518	141 228	161 112	205 223	213 677	225 966	241 052	249 135	272 210

3.1 Rok 2019

Rok 2019 vykazuje výraznou rytmicitu návštěvnosti Lysé hory v režimu pracovní dny, víkend a státními svátky. Významněji se projeví pravidelné akce jako LH24, kdy v průběhu dané víkendové akce bylo 26. ledna zaznamenáno sčítacími senzory roční maximum – 5 385. V té době ležela na Lysé hoře celková sněhová pokrývka ve výšce 208 cm, napadlo 5 cm nového sněhu a průměrná teplota vzduchu ten den byla $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ s maximum $-5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimum $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z nebezpečných jevů byly zaznamenány ledovka, námraza, mlha, sněžení, silný vítr, nárazovitý vítr, zvržený sníh. Nutno poznamenat, že někteří prošli senzory opakovaně, což bylo dáno charakterem závodu. Další maximum návštěvnosti bylo zaznamenáno 31. srpna 2019 (3 592), kdy se v okolí Lysé hory konal závod horských kol a zvýšená návštěvnost mohla souviset i s touto akcí, i když trať závodu nevedla přes sčítací čidla. Průměrná teplota dosáhla ten den $18,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, maximum $23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimum $15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Celkem spadlo 2,1 mm srážek a jednalo se o sobotu. Z nebezpečných jevů byly na Lysé hoře zaznamenány

kouřmo, blízká bouřka déšť, přeháňka, vítr nárazovitý a silný. V 85 dnech roku 2019 byla zaznamenána návštěvnost vyšší jak 1 000 turistů za den, kdy se jednalo o sobotu (44%) nebo neděli (35 %). V 88 dnech byla návštěvnost nižší jak 300. Absolutní minima byla zaznamenána 22. května (21) a 2. září (22). V prvním případě to bylo pravděpodobně v přímé souvislosti se srážkami, kdy den před, spadlo 22,7 mm srážek a 22. května 83,4 mm. Na Lysé hoře ten den byly zaznamenány nebezpečné jevy jako mlha, nárazovitý vítr, déšť či velmi vzdálená bouřka. Druhá událost může souviset s nástupem dětí do škol, ale i nepříznivé počasí se mohlo podílet na malém počtu návštěvníků, bylo naměřeno 28,0 mm srážek (den předtím 21,5 mm) a zaznamenány nebezpečné jevy jako mlha, blízká bouřka, déšť, nárazovitý vítr. Oba dny byly pracovní.

V případě vzájemné korelace teplot vzduchu a návštěvnosti nebyla zjištěna žádná závislost mezi oběma veličinami ani tehdy, když se zvlášť hodnotily pracovní dny a zvlášť víkendy a svátky. Platilo to pro průměrnou teplotu vzduchu i pro maximální teplotu vzduchu. Mírná závislost se vyskytla u srážek a to pouze kapalných a ve dnech bez souvislé sněhové pokrývky. Zde je již možné uvažovat o závislosti čím nižší srážky tím vyšší návštěvnost. Tato korelace však není statisticky významná.

Nejvyšší počty návštěvníků byly v měsících červenec/srpen (54 468) a prosinec/leden (54 954). Minimální počty návštěvníků byly zaznamenány v měsíci květen (13 027) a listopad (14 573).

3.2 Rok 2020

Rok 2020 vykazuje stejně jako rok 2019 výraznou rytmicitu návštěvnosti Lysé hory v režimu pracovní dny, víkendy a státní svátky. Tato rytmicita byla výrazněji narušena v březnu a v dubnu. To mohlo být v důsledku několika příčin, z nichž hlavní je vyhlášení nouzového stavu. Dále zde mohlo mít vliv počasí, které nebylo příznivé. V březnu napadlo cca 50 cm nového sněhu, ale zároveň v polovině měsíce byla výrazná obleva. Duben nebyl nikterak výrazný. Absolutní maximum návštěvnosti bylo dosaženo dne 18. ledna, kdy se opět konala akce LH24. Na Lysé hoře leželo 53 cm sněhu, spadlo 5 cm nového sněhu a průměrná teplota byla $-3,3$ °C, maximální $-0,2$ °C a minimální $-4,2$ °C. Z nebezpečných jevů byly zaznamenány mlha, námraza, nárazovitý vítr, silný vítr a sněžení. Druhé maximum bylo zaznamenáno 29. srpna 2020, kdy přes Lysou horu vedla trasa závodu Beskydská 7 (sedmička). Ten den bylo na Lysé hoře zaznamenáno 3 507 návštěvníků. Spadlo 4,5 mm srážek, průměrná teplota vzduchu byla $15,0$ °C, maximální vyšplhala k $16,7$ °C a minimální $11,4$ °C. Z nebezpečných jevů byly registrovány nárazovitý vítr, silný vítr, bleskavice, blízká bouřka, mlha, déšť, přeháňka, kouřmo. V 95 dnech roku 2020 byla zaznamenána návštěvnost vyšší jak 1 000 turistů za den, z toho se jednalo stejně jak v roce 2019 především o sobotu (39%) a neděli (32 %). V 86 dnech byla návštěvnost nižší jak 300. Absolutní minimum připadlo na 1. září 2020 (26) a to i přesto, že nebyly naměřeny žádné srážky, průměrná teplota byla $17,4$ °C, maximální dosáhla $22,5$ °C a minimální $13,6$ °C. Z nebezpečných jevů stanice Lysá hora zaznamenala mlhu, nárazovitý vítr a déšť. Jednalo se o úterý a začátek školního roku. Toto minimum jako minimum v předchozím roce může úzce souviset s nástupem dětí do škol.

V případě vzájemné korelace teplot vzduchu a návštěvnosti nebyla zjištěna žádná závislost mezi oběma veličinami ani, když se zvlášť hodnotili pracovní dny a zvlášť víkendy a svátky. Platilo to pro průměrnou teplotu vzduchu i pro maximální i minimální teplotu vzduchu. Stejně jako v roce 2019 je korelace mezi návštěvníky a srážkami kapalného charakteru v mírné závislosti: čím nižší srážky, tím vyšší počet návštěvníků. Tato závislost však není statisticky významná. Oproti roku 2019 přibýlo dnů bez srážek na 174 (v roce 2019 jich bylo 163).

Nejvyšší počty návštěvníků byly v měsících červenec/srpen (57 249) a listopad/prosinec/leden (88 703). Minimální počty návštěvníků byly zaznamenány v měsíci březnu (13 750). Tento počet byl pravděpodobně významně ovlivněn prvním lockdownem, který v ČR byl vyhlášen od 11. března do 17. května 2020. Druhý lockdown resp. vyhlášení nouzového stavu od 5. října v podstatě do konce roku 2020, neměl zásadní vliv na návštěvnost Lysé hory.

4. Závěr

Celková návštěvnost Lysé hory se v posledních letech neustále zvyšuje. K podpoře turismu přispělo otevření ubytovacích kapacit přímo na vrcholu hory a pořádání pravidelných akcí většího rozsahu jako např. LH24, Beskydská 7 aj. Výrazný vliv na počet návštěvníků má rytmicita pracovních dnů, dnů pracovního volna a státních svátků. Počasí se nejvíce jako limitující faktor počtu turistů na Lysé hoře. Teplota vzduchu a návštěvnost nemají vůbec žádnou souvislost. V případě srážek lze již hovořit o mírné závislosti ve vztahu k počtu návštěvníků, čím nižší srážky tím vyšší počet návštěvníků. Ale to platí pouze pro období s kapalnými srážkami bez sněhové pokrývky.

Je otázkou, kolik turistů je schopna Lysá hora ještě pojmout? Otázka je daleko širší, a to především v souvislosti s turistickou infrastrukturou obcí v bezprostřední blízkosti Lysé hory.

Poroste i v dalších letech počet turistů na Lysé hoře? Jistý náznak vývoje můžeme odhadovat z dat návštěvnosti pro rok 2021, která budou k dispozici v polovině dubna 2022.

Literatura:

ZAHRADNÍK, D., BANAŠ, M., 2020. Zpracování průzkumu návštěvnosti na vybraných lokalitách CHKO Beskydy, Monitoring návštěvnosti, 70 s.

ZAHRADNÍK, D., BANAŠ, M., 2021. Zpracování průzkumu návštěvnosti na vybraných lokalitách CHKO Beskydy, Monitoring návštěvnosti, 71 s.

ZAHRADNÍK, D., BANAŠ, M., JIRÁSKOVÁ, E., 2012. Rub a líc monitoringu návštěvnosti – příklady vhodného i méně zdařilého monitoringu návštěvnosti v českých chráněných územích. (Back and front of visitor monitoring – examples of good and less successful visitor monitoring in the Czech protected areas). In: Fialová, J. (ed.) *Recreation and landscape protection – hand in hand*. Brno (CZ): Mendel university in Brno, s. 177–184.

Námrazovka

Jan Rybář¹, Milan Záhorec², Patrik Grosinger³, Adam Vincze⁴, Ivan Fitka⁵

- ¹ Dopravní podnik Bratislava, Olejkárska 2375/1, 811 09, Bratislava 1, Slovenská republika & Strojnícká fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Námestie slobody 17, 812 31, Bratislava 1, Slovenská republika, jan.rybar@stuba.sk
- ² Dopravní podnik Bratislava, Olejkárska 2375/1, 811 09, Bratislava 1, Slovenská republika, zahorec.milan@dpb.sk
- ³ Strojnícká fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava 1, Slovenská republika, patrik.grosinger@stuba.sk
- ⁴ Strojnícká fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava 1, Slovenská republika, adam.vincze@stuba.sk
- ⁵ Strojnícká fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava 1, Slovenská republika, ivan.fitka@stuba.sk

1. Úvod

Namrzání trolejového vedení bereme jako nežádoucí jev, taková námraza dokáže klidně i zastavit tramvajovou/trolejbusovou dopravu. Samotné namrzání zvyšuje nesenou zátěž, která může dosahovat značného počtu jednotek kilogramů na metr trolejového vedení. Taková námraza potom dokáže značně poškozovat trolejové vedení jako celek. Zvýšená hmotnost také ovlivňuje prověšení vedení, což se projeví v kontaktu mezi sběračem proudu a trolejovým vedením. Vysoká námraza ovšem dokáže vytvořit mezilehlou a špatně vodivou vrstvu, mezi sběračem a trolejovým vedením, což se projeví vysokou hodnotou elektrického odporu, který kvůli vytvořenému úbytku napětí zamezí vozidlu v dalším pohybu. Z tohoto důvodu, aby nevznikaly uvedené situace, je potřebné vypravovat v nočních hodinách tramvajovou/trolejbusovou námrazovku. Preventivní výprava takových vozidel je poměrně častým jevem v zimním období většiny dopravních podniků, která je samozřejmě postavená na aktuální meteorologické situaci, kdy se o vypravení takového vozidla prakticky rozhoduje v řádu 24 hod. (až 48 hod.) před jejím nočním vyjetím. V denním provozu tvoří „funkci“ námrazových tramvajů/trolejbusů běžné linky s cestujícími, naopak v nočním provozu dochází na řadu již zmíněná tramvajová/trolejbusová námrazovka (Dopraváček 2020; Málek 2020; Pavec 2015).

Takovou námrazu není možné předpovídat, objeví se nečekaně a většinou v kopcovitých úsecích elektrifikovaných tratí. Tvoří se především v noci, kdy je odstavená doprava a vozidla běžných denních linek s cestujícími v tento čas nejezdí, právě z tohoto důvodu je potřebné vypravovat námrazová vozidla. Navíc moderní vozidla si často nedokáží s námrazou poradit a přichází na řadu „odolnější“ starší typy tramvajů T6A5 a trolejbusů Škoda 14 Tr a Škoda 15 Tr. Pokud je na trolejích námraza, zejména nová vozidla nedetekují žádné napětí a neodebírají ani proud, a tak se nemohou v danou chvíli rozjet (Dvořák 2017; Málek 2020; Vlček 2017; MLD 2017).

2. Námraza a trolejové vedení

Ke vzniku námrazy může obecně docházet třemi různými mechanismy, a to: desublimací vzdušné vlhkosti, mrznutím kapek nebo kapiček deště, respektive mlhy, případně sněžením. Za námrazu jako meteorologický jev považujeme všechny situace, při kterých dochází k namrzání molekul vody na předmětech, tedy i na trolejovém vedení. Standardně je trolejový drát zespodu opotřebovaný od sběračů, takže je trochu zploštělý a jeho povrch je tedy hrubší. Prostě velmi dobré místo na přichycování vody a námrazy (MLA, KUZ, 2014). Zpravidla jde o přilnutí vody na pevném podkladu, avšak může vznikat i z jednotlivých molekul vodní páry. Námraza na trolejovém vedení vzniká z kapalně vody při teplotě pod 0 °C, kdy kapka vody na troleji ihned zamrzne. Postupným namrzáním na trolejovém vedení roste hmotnost trolejového vedení a následně se zvyšující se vrstvou námrazy také roste stupeň izolace drátu, který následně neumožní jízdu tramvajových vozidel (Dvořák 2017; Kubát et al. 2010; Málek 2020).

Pro tvorbu námrazy je nutná minimálně teplota 0 °C, často s mrholením (deštěm) a mrazem, což je potom ta nejhorší možná kombinace. Samotná námraza je jevem, který se vyskytuje nejčastěji v oblačnosti v rozsahu teplot od 0 °C do -12 °C, při dotyku s trolejovým vedením taková kapka vody namrzne prakticky okamžitě. Z hlediska meteorologické praxe jsou definovány typy námrazy: jinovatka, zrnitá námraza a ledovka (Dvořák 2017). Jinovatka je typ námrazy, která má lehkou formu, její vznik je na nehýbajících se předmětech (trolejové vedení) za předpokladu vysoké vlhkosti vzduchu a teploty pod nulou. Má tvar malých ledových krystalků. Tento typ námrazy je relativně neškodný a dopravu významněji nekomplikuje (Dvořák 2017). Zrnitá námraza má drsný povrch, led je mléčný a neprůhledný. S tímto typem námrazy se

můžeme setkat nejčastěji v intervalu teplot od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, při teplých frontách v období zimní části roku (Dvořák 2017). Nejkomplikovanějším typem námrazy je potom ledovka, která má hladký a průsvitný tvar, ten se tvoří namrzáním velkých kapek vody, tyto kapky se před namrzáním rozlévají a z tohoto důvodu vytvoří celistvou ledovou vrstvu. Nejčastější výskyt ledovky je v teplotách od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, v nižších teplotách už se potom téměř nevyskytuje (Dvořák 2017).

Trolejová vedení tvoří součást pevných trakčních zařízení, která slouží k přenosu elektrické energie, tento přenos je zabezpečený pomocí trolejového drátu, který je pomocí izolovaných závěsných lan umístěn v podélném směru nad kolejemi. Tramvaj/trolejbus odebírá sběračem trakční proud z trolejového vedení, které právě může v zimní období namrznout (Kubát et al. 2010; Dvořák 2017).

3. Tramvajová a trolejbusová námrazovka

Zimní údržba v systému MHD má svoje nezastupitelné místo, hlavním úkolem je zmírňování dopadů před nepříznivými povětrnostními vlivy na sjízdnost komunikací. Tramvajová/trolejbusová námrazovka plní často funkci preventivní, aby ráno byla zabezpečená městská hromadná doprava. Zejména v dlouhých a okrajových částech elektrifikovaných tratí, kde více fouká vítr, je chladněji a menší provoz. Zde je potom riziko namrzání trolejového vedení, zejména v noci, když vozidla nejezdí. Pokud se k tomuto přidá také déšť a teplotní podmínky jsou příznivé pro tvorbu námrazy, je tramvajová/trolejbusová námrazovka klíčovým faktorem pro zabezpečení ranní výpravy vozidel MHD ve městě, aby ráno vozidla nestála ve vozovně, tedy nevyjela a lidé by se neměli dostat jak do zaměstnání, k lékaři, na nákup nebo děti a studenti do škol, atp. Takové odstranění námrazy je možné mechanicky při jízdě i samotným sběračem, nebo například pomocí směsi proti námraze (Dvořák 2017; Kubát et al. 2010; Málek 2020).

Potom v případě vytrvalých sněhových srážek a za silného větru hovoříme o kalamitním stavu, který se projeví v dopravě ve sjízdnosti komunikací ve městě. Pokud zimní kalamita nastane, nastupuje předpřipravený plán, který má za cíl uvedenou situaci řešit. Často se může stát, že v jedné části města máme teplotu nad nulou a ve druhé části města máme sníh a teplota dosahuje minusových hodnot. Uvedené stavy je potřebné neustále vyhodnocovat a podle nich činit



Obr. 2 Setkání tramvajové a trolejbusové námrazovky. Trolejbus Škoda 14Tr s evidenčním číslem 8145 (řidič Mgr. Ing. Jan Rybář, Ph.D.) a tramvaj Škoda 30T s evidenčním číslem 7514 (řidič Milan Záhorec) jako námrazovky „Služobná jazda/Služobná jazda – NOT IN SERVICE“ při putování noční Bratislavou (setkání za zastávkou Seleziani, ulice Záhradnícka). Zdroj: Mgr. Ing. Jan Rybář, Ph.D.



Obr. 1 Tramvaj 2x ČKD Tatra T6A5 s evidenčním číslem 7937+7938 jako „Služobná jazda – NOT IN SERVICE“ (řidič Mgr. Ing. Jan Rybář, Ph.D.) na tramvajové námrazovce v noční Bratislavě (před zastávkou Most SNP, pod Bratislavským hradem). Zdroj: Mgr. Ing. Jan Rybář, Ph.D.



Obr. 3 Trolejbus 14 Tr s evidenčním číslem 8145 jako „Služobná jazda“ na trolejbusové námrazovce v noční Bratislavě (manipulační stopa, směr ulice Hýrošova). Zdroj: Mgr. Ing. Jan Rybář, Ph.D.

jednotlivá opatření. Např. od přezouvání vozidel trolejbusů na zimní pneumatiky, vyhřívání výhybek, nasazení vozidel zimní údržby, dovybavení vozidel pro toto období, zabezpečení sjízdnosti komunikací, údržby zastávek a chodníků, nebo proškolení personálu před touto částí roku – používání reflexních vest, řádné osvětlení vozidel (interiér, exteriér), i toto je obsah pravidelného školení řidičů MHD před zimní sezónou (O čom je zimná údržba 2020; Zimná údržba 2020; Rybář 2017).

4. Závěr

Tento příspěvek má za cíl přiblížit zimní opatření, která v závislosti na meteorologické předpovědi a riziku tvorby námrazy na trolejovém vedení musí dopravní podniky s tramvajovou/trolejbusovou dopravou každou zimu řešit a preventivně zabezpečovat sjízdnost elektrifikovaných tratí ve svých městech. Jelikož pokud by na trolejovém vedení ulpíval led, mohla by vozidla v daném místě uvíznout, a tedy se úplně zastavit. Za takovou 5 hodinovou noční směnu dokáže námrazovka ošetřit od 60 km do 100 km trolejového vedení, podle projížděných úseků.

Poděkování:

Autoři příspěvku děkují Slovenské technické univerzitě v Bratislavě, Strojnické fakultě, Ústavu automatizace, měření a aplikované informatiky, Ústavu dopravní techniky a konstruování a Ústavu aplikované mechaniky a mechatroniky, poděkování patří také Dopravnímu podniku Bratislava, a. s. za jejich podporu při psaní tohoto příspěvku. Poděkování za podporu dále patří: projektu KEGA 023STU-4/2020, projektu KEGA 013STU-4/2021, projektu VEGA 1/0687/21 a projektu ITMS: 313011V334 s názvem „Inovativní řešení pohonných, energetických a bezpečnostních komponentů dopravních prostředků“.

Literatura:

Dopraváček., 2020. V Brně se připravují na zimu, zprovozňují i mazací šalinu – Dopraváček. [online]. © Dopraváček.eu, Informační portál o veřejné dopravě [cit. 14. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://dopravacek.eu/2020/11/25/v-brne-se-pripravuji-na-zimu-zprovoznuji-i-mazaci-salinu/>.

DVOŘÁK, P., 2017. Letecká meteorologie. 1. vyd. Svět křídel, Cheb. 456 s. ISBN 978-80-7573-014-5.

KUBÁT, B. et al., 2010. Městská a příměstská kolejová doprava. Wolters Kluwer Česká republika, Praha. 1. vyd. 347 s. ISBN 978-80-7357-539-7.

MÁLEK, J., 2020. Experimentální výzkum směsí proti tvorbě námrazy trolejových vedení. [online]. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojího inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Radovan Galas. [cit. 15. 3. 2022]. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124839>.

MLA, KUZ, 2014. Nejdražší recept proti ledovkové kalamitě: vyhřívání trolej. [online]. © 1999–2022 MAFRA, a. s. [cit. 15. 02. 2022]. Dostupné z WWW: https://www.idnes.cz/technet/technika/jak-se-odstranjuje-namraza-na-trolejich.A141202_151332_tec_tecnika_mla.

MLD, 2017. Námraza, postrach tramvajáků. V Liberci hledají způsob, jak se jí účinně zbavit. [online]. © Česká televize 1996–2021. [cit. 11. 01. 2022]. Dostupné z WWW: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/2027406-namraza-postrach-tramvajaku-v-liberci-hledaji-zpusob-jak-se-ji-ucinne-zbavit>.

O čom je zimná údržba. 2020 [online]. ©2020 Hlavné mesto SR Bratislava, Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava [cit. 02. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://bratislava.sk/sk/o-com-je-zimna-udrzba>.

PAVEC, M., 2015. Tvůrci mazací tramvaje: Úspěch nikdo nečekal. Proslaví se i vůz proti mrazu? [online]. © Copyright ČTK, Reuters. 2022 MAFRA, a. s. Lidovky.cz. [cit. 11. 03. 2022]. ISSN 1213-1385. Dostupné z WWW: https://www.lidovky.cz/byznys/tvurci-mazaci-tramvaje-uspech-nikdo-necekal-proslavi-se-i-vuz-proti-mrazu.A151215_223606_In-doprava_pave.

RYBÁŘ, J., 2017. Inovace periodického proškolení řidičů tramvají v DPMO, a. s. Ostrava. Diplomová práce (Mgr.). OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. Pedagogická fakulta.

VLČEK, F., 2017. V Ústí vyvinou zařízení proti námraze na troleji. [online]. © Copyright Vlčoun.cz 2005–2022. [cit. 04. 03. 2022]. ISSN 2336-6303. Dostupné z WWW: www.vlcoun.cz/index.php/ustecka-doprava/aktuality/2803-v-usti-vyvinou-zarizeni-proti-namraze-na-troleji.

Zimná údržba, 2020. [online]. ©2020 Hlavné mesto SR Bratislava, Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://bratislava.sk/sk/zimna-udrzba>.

Měření atmosférického aerosolu na vrcholu Milešovky při výskytu i absenci mlhy

Pavel Sedlák¹, Naděžda Zíková²

¹ Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Oddělení meteorologie, Boční II 1401, 141 00 Praha 4, sedlak@ufa.cas.cz

² Ústav chemických procesů AV ČR, Oddělení chemie a fyziky aerosolů, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6, zikova@icpf.cas.cz

1. Úvod

Aerosol kromě přímého radiačního působení v klimatickém systému Země působí také nepřímo, v interakci s oblaky. V připravované 6. hodnotící zprávě IPCC jsou uvedeny odhady přímého i nepřímého efektivního radiačního působení aerosolu, jejich poměr je 3:10. Výzkumu atmosférického aerosolu, jeho interakce s oblaky a kondenzačním a ledovým jádřem se v poslední době věnuje rostoucí pozornost. Používají se jak metody dálkového průzkumu, tak i měření in-situ.

Observatoř Ústavu fyziky atmosféry (ÚFA) AV ČR na Milešovce je pro měření in-situ velmi výhodná. Na vrcholu kuželovité hory Milešovky se totiž mlha (nejčastěji jde o nízkou oblačnost) vyskytuje ve více než 50 % dní v roce. V období 2018–2020 se ve spolupráci Ústavu chemických procesů (ÚCHP) AV ČR a ÚFA ve čtyřech kampaních měřilo početní rozdělení (spektrum) velikosti částic aerosolu při výskytu i absenci mlhy na vrcholu Milešovky. Cílem bylo zkoumat aktivaci kondenzačních jader a vznik oblačných kapek. V tomto příspěvku stručně popíšeme metody měření a zpracování dat a představíme některé výsledky.

2. Metody

2.1 Měřicí kampaně a použité přístroje

Na vrcholu Milešovky proběhly v letech 2018 až 2020 dvě podzimní a dvě jarní aerosolové měřicí kampaně, z nichž každá trvala minimálně 6 týdnů (tab. 1). Během obou jarních kampaní byl výskyt mlhy velmi malý, počasí se vyznačovalo vysokými hodnotami trvání slunečního svitu a nízkými úhrny srážek. Naopak při podzimních kampaních byla zaznamenána celá řada epizod mlhy; v roce 2018 byla mlha přítomna v 35 %, v roce 2019 ve 43 % času.

Klíčové přístroje pro aerosolová měření, spektrometry SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) a APS (Aerodynamic Particle Sizer), které vlastní ÚCHP, byly vždy před začátkem kampaně dovezeny na Milešovku a umístěny v klimatizovaném kontejneru. Venkovní vzduch s aerosolem se nasával dvěma různými odběrovými hlavami. Jedna z nich (WAI, Whole Air Inlet) byla určena pro odběr celkového aerosolu do velikosti částic 30 μm , tedy i oblačných kapek. Druhá hlava odebírala jen částice o velikosti menší než 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$). Takové omezení vyloučí odběr oblačných kapek včetně v nich obsažených kondenzačních jader neboli aktivovaného aerosolu. Za odběrovými hlavami byly vzorky vysušeny silikagelem a poté byl vzorek střídavě z první (WAI) a druhé ($\text{PM}_{2,5}$) odběrové trasy přiváděn do spektrometrů. Přepínání zajišťoval každých 5 minut trojcestný ventil a naměřená data byla přiřazena příslušnému desetiminutovému intervalu. Ze spektrometrů jsme získali časové řady početního rozdělení (spektra) velikosti aerosolových částic v rozmezí 15 nm až 2,5 μm .

Tab. 1 Přehled měřicích kampaní. Počet epizod s mlhou zahrnuje i epizody s mlhou doprovázenou deštěm. Údaje týkající se mrznoucí mlhy jsou v závorkách.

Kampaň	Období	Počet dní	Počet epizod s mlhou	Počet naměřených spekter aerosolu	Počet spekter aerosolu při mlze
I	2. 11.–14. 12. 2018	42	12 (7)	4894	1729 (233)
II	21. 3.–3. 5. 2019	43	6 (2)	4132	168 (39)
III	14. 10.–29. 11. 2019	46	22 (4)	4648	2023 (0)
IV	5. 3.–30. 4. 2020	56	3 (1)	1373	131 (0)
Celkem		187	43 (14)	15047	4051 (272)

Zdrojem doplňkových dat byly především desetiminutové záznamy z automatické meteorologické stanice na Milešově, které zahrnují také údaje z detektoru počasí PWD52 od firmy Vaisala. Data z oblačného radaru Mira 35c od firmy METEK poslouží pro informaci o vertikálním profilu oblačných a srážkových částic, jejich vertikální rychlosti a druzích hydrometeorů nad vrcholem Milešovky. Z dosavadní zkušenosti se ukazuje, že např. výšku horní hranice nízké inverzní oblačnosti získáme z oblačného radaru jen občas, protože se často nachází pod spodní hranicí výškového rozsahu radarových měření.

2.2 Zpracování dat

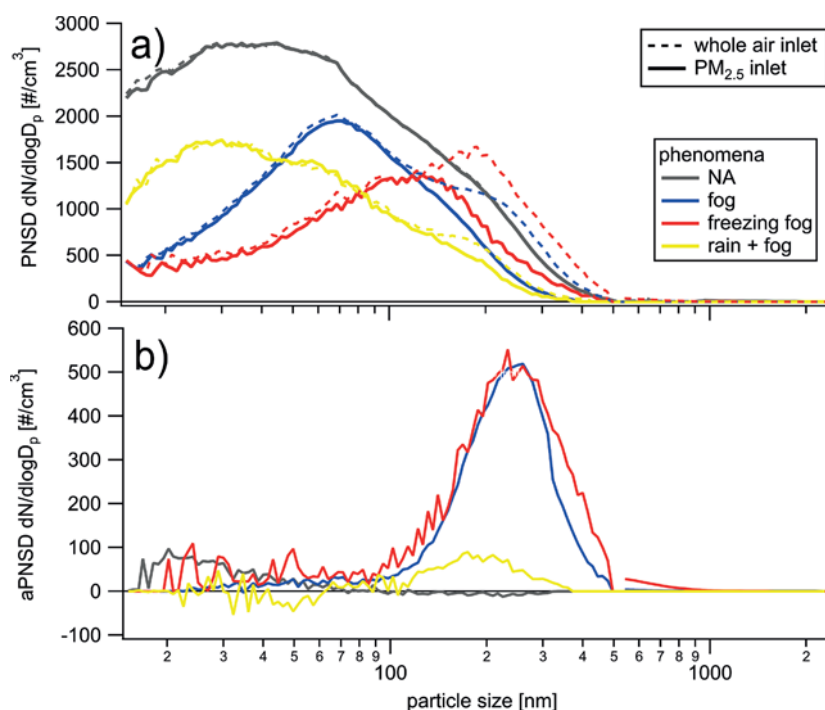
Naměřená aerosolová data jsme třídili především podle meteorologických jevů. K základnímu třídění byly použity údaje detektoru počasí PWD52, konkrétně výskyt mlhy, mrznoucí mlhy, padajících srážek a také absence těchto hydrometeorů. Data byla tříděna také podle klastrů zpětných trajektorií vzduchových hmot za 72 hodin, což je základní informace o původu a historii vzduchové hmoty. Zpětné trajektorie byly počítány pomocí modelu HYSPLIT (Stein et al. 2015). Výpočet byl inicializován každou šestou hodinu pro výchozí bod ve výšce 200 m nad zemským povrchem. Pro vytvoření klastrů trajektorií byla použita aplikace HYSPLIT4.

Odečtením spektra velikosti aerosolových částic z odběru $PM_{2,5}$ od spektra z odběru celkového aerosolu dostaneme spektrum aktivovaného aerosolu, tj. kondenzačních jader, která byla obsažena v oblačných kapkách. Spektra třídíme podle výše uvedených kritérií a při analýze dat pracujeme s mediány, dalšími základními statistickými charakteristikami spekter pro danou třídu i s některými veličinami odvozenými ze spekter.

3. Vybrané výsledky

Nejprve představíme spektra velikosti částic aerosolu při použití základního třídění dat, tj. výskyt mlhy, mrznoucí mlhy, mlhy současně s deštěm a absence těchto jevů (Zíková et al. 2021). Na obr. 1 nahoře je dobře vidět, že v mlze byla početní koncentrace $PM_{2,5}$ vlivem mokré depozice vždy menší než při absenci mlhy. V mlze při kladné teplotě i v mrznoucí mlze měla spektra $PM_{2,5}$ modus při větší velikosti částic, než byla pozice modu při absenci mlhy a v případech s mlhou doprovázenou deštěm. Spektrum aktivovaného aerosolu bylo podle obr. 1 dole téměř identické pro mlhu při kladné teplotě a mrznoucí mlhu. Naopak mlha doprovázená deštěm se odlišovala především mnohem menší početní koncentrací aktivovaného aerosolu. Nižší účinnost aktivace vysvětlujeme vymýváním aerosolových částic padajícími dešťovými kapkami, které při tom z mlhy odstraňují i část kapalné vody.

Na obr. 2, který je vytvořen z dat z prvních dvou kampaní (Zíková et al. 2020), jsou zobrazena spektra aktivovaného aerosolu pro jednotlivé klastry zpětných trajektorií. Spektra mají jeden výrazný modus v poměrně úzkém intervalu velikosti částic kolem 230 nm, bez ohledu na to, zda šlo o mlhu při kladné teplotě vzduchu nebo mrznoucí mlhu, a také pro všechny klastry trajektorií s jedinou výjimkou vzduchové hmoty rychle postupující z Atlantiku nad naše území (klastro 2). Modus klastru 2 je posunutý k menším částicím (120 nm) a také jejich koncentrace je menší. Bimodální spektrum pro klastro 2 v grafu b) vysvětlujeme tím, že oceánský vzduch zpočátku proudil nad vrstvou teplotní inverze, ve které přetrvávalo kromě jiného i původní složení aerosolu. K vrcholu Milešovky pronikl oceánský vzduch až později, po rozrušení inverze, a teprve to se projevilo modem odpovídajícím klastro 2.



Obr. 1 V horním grafu jsou mediány spekter z odběru celkového aerosolu (čárkované čáry) a z odběru s omezením velikosti hodnotou $2,5 \mu m$ (plné čáry). Rozdílem těchto dvou spekter získáme spektrum aktivovaného aerosolu (spodní graf; záporné hodnoty vzniklé výpočtem rozdílu mediánů jsou při další práci se spektry nahrazeny nulami). Barvami jsou rozlišena spektra naměřená při výskytu mlhy (modrá), mrznoucí mlhy (červená), mlhy současně s deštěm (žlutá) a při absenci výše uvedených jevů (šedá). Zdrojem byly datové soubory ze všech 4 měřicích kampaní (Zíková et al. 2021).

4. Závěr

Cílem čtyř měřicích kampaní uskutečněných na observatoři Milešovka bylo lépe porozumět aktivaci atmosférického aerosolu (vzniku oblačných kapek na kondenzačních jádrech) se zřetelem k velikosti aerosolových částic. Měřili jsme spektrum velikosti částic aerosolu v rozmezí 15 nm až 2,5 μm při výskytu i absenci mlhy (nízké oblačnosti) a zkoumali závislost aktivace na původu a historii vzduchové hmoty a na meteorologických parametrech. Při výskytu mlhy byla početná koncentrace všech velikostí aerosolových částic menší a zároveň se modus spektra nacházel u větších velikostí částic než při absenci mlhy. V porovnání s případy s mlhou měl v mlze doprovázené deštěm aktivovaný aerosol vlivem vymývání mnohem menší koncentraci a jeho spektrum mělo modus posunutý k menším velikostem částic. V parametrech aktivovaného aerosolu se od pomalu se pohybujících kontinentálních vzduchových hmot výrazně odlišoval oceánský vzduch přicházející v rychlém jihozápadním proudění.

V budoucích kampaních plánujeme věnovat se aktivaci aerosolu i ve vazbě na vlastnosti nízké oblačnosti, zejména na vodní obsah a efektivní průměr oblačných kapek. Tato měření a příslušné analýzy dat by bylo vhodné dále rozšířit o chemický rozbor aerosolu zachyceného na filtrech během epizod s mlhou i mimo ně. Observatoř Milešovka se připojuje do evropské distribuované infrastruktury ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure), která je zaměřená mimo jiné i na aktivity popsané v tomto příspěvku.

Poděkování:

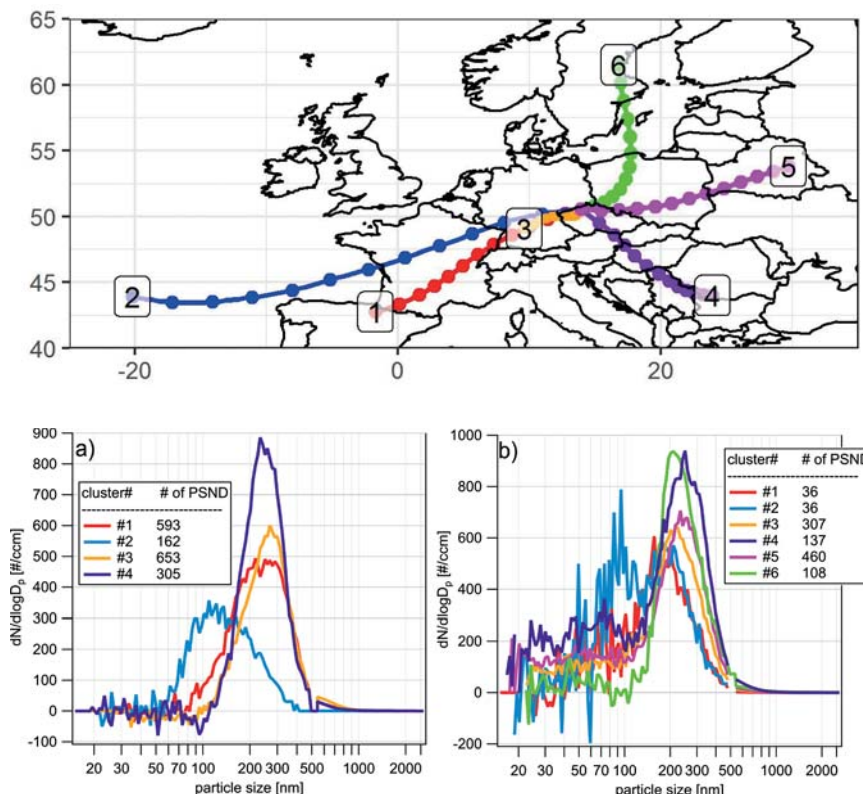
Děkujeme kolegům P. Pokorné, O. Makešovi a R. Lhotkovi z ÚCHP za pomoc s kampaněmi, P. Pešicemu z ÚFA za pomoc s organizací měření a všem pozorovatelům na Milešovce za vstřícnost. Příspěvek vznikl za finanční podpory GA ČR, v rámci projektu P209/18/15065Y.

Literatura:

STEIN, A. F., DRAXLER, R. R., ROLPH, G. D., STUNDER, B. J. B., COHEN, M. D., F. NGAN, F., 2015. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **96** (12), 2059–2077. ISSN 0003-0007.

ZÍKOVÁ, N., POKORNÁ, P., MAKEŠ, O., SEDLÁK, P., PEŠICE, P., ŽDÍMAL, V., 2020. Activation of atmospheric aerosols in fog and low clouds. *Atmospheric Environment*, **230**, 117490. ISSN 1352-2310.

ZÍKOVÁ, N., POKORNÁ, P., MAKEŠ, O., ROTREKL, J., SEDLÁK, P., PEŠICE, P., ŽDÍMAL, V., 2021. Variability in activation properties in relation to meteorological phenomena. *Journal of Hydrometeorology*, **22** (10), 2565–2579. ISSN 15257541.



Obr. 2 Grafy znázorňují mediány spekter aktivovaného aerosolu pro jednotlivé klastry zpětných trajektorií při výskytu mlhy (a) a mrznoucí mlhy (b) na Milešovce. Reprezentativní trajektorie pro příslušné klastry jsou v odpovídajících barvách vyznačeny na mapce, kde vzdálenosti mezi sousedními body na trajektoriích představují dráhu uraženou za 6 hodin. V legendách ke grafům je uvedeno, z kolika spekter je vytvořeno zobrazené spektrum pro daný klast. Zdrojem byly datové soubory z prvních dvou měřicích kampaní (Zíková et al. 2020).

Měření celoročních srážek radarovým srážkoměrem v náročných horských podmínkách

Martin Vokoun

Výzkumný ústav vodohospodářský, T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6, vokounm@fzp.czu.cz

1. Úvod

Měření celoročních srážek, zejména zimních, je v odlehlých horských oblastech problematické z důvodu absence zdroje elektřiny pro vyhřívání srážkoměrů nebo jiných senzorů zaznamenávajících intenzitu a množství srážek. Přitom právě například v hřebenových partiích bývají srážkové úhrny nejvyšší a nemožnost jejich sledování v reálném čase je nevýhodou například z pohledu hydroprognózy. Automatické meteorologické stanice operující z bateriového zdroje jsou nejčastěji vybaveny nevyhříványi člunkovými nebo váhovými srážkoměry a ultrazvukovým měřením výšky sněhu. Informace z těchto senzorů neposkytují validní přehled o srážkovém úhrnu a už vůbec ne o intenzitě a typu srážek v zimním období. Jako možné řešení výše uvedených problémů může být využití senzoru WS100 od firmy Lufft. Tento senzor pracuje jako radarový srážkoměr s vyhříváním krytem při relativně nízké spotřebě elektrické energie.

2. Instalace

Pro instalaci byla vybrána meteorologická stanice umístěná na hranici NPR Boubín pod vrcholem Basumský hřeben v nadmořské výšce 1 270 m n. m. Stanice se nachází na mýtině vzniklé po vichřici Herwart v roce 2017. Radarový srážkoměr osazený na rameni na vrcholu stožáru je 15 cm široký a 19 cm vysoký. Jeho spotřeba elektrické energie se pohybuje od 0.4 VA (úsporný režim) do 1 VA. Pokud je aktivní vyhřívání štítu, spotřeba roste na 9 VA. Princip měření spočívá v dopplerovském radaru, který snímá plochu 9 cm² nad senzorem. Na základě změněné velikosti a rychlosti srážkových částic je pomocí diagramu dopočítána intenzita srážek. V případě detekce srážek jsou úhrny zaznamenávány v minutovém intervalu. Další vlastností je rozlišení typu srážek dle 6 kategorií: déšť, sníh, smíšené srážky, mrznoucí déšť, kroupy a mrholení. Přesnost měření v případě kapalných srážek je výrobcem uváděna $\pm 10\%$. Výraznou výhodou srážkoměru je naprostá bezúdržbovost, kdy není potřeba čištění, prázdnění či jakýkoliv další pravidelný zásah. Přestože spotřeba elektrické energie je oproti jiným vyhříváním senzorům nízká, z důvodu energeticky náročných podmínek byl s meteostanicí instalován ostrovní systém, který sestává ze solárního panelu o výkonu 280W a akumulátoru AGM 12V/125Ah.

3. Měření

Měření bylo zahájeno na podzim roku 2020. Pro srovnání měření srážek byl instalován také nevyhříváný člunkový srážkoměr a v létě roku 2021 také ultrazvukové měření výšky sněhu. Momentálním cílem je vyhodnocení spolehlivosti měření senzorem WS100, určit přibližnou odchylku měření a definovat povětrnostní situace, které působí nepříznivě



Obr. 1 Pohled na instalaci radarového srážkoměru a detail samotného senzoru.

na přesnost měření množství srážek. Nejvíce problematické srovnání se týká zimních srážek, jelikož uváděná ztráta u vyhříváných člunkových i váhových srážkoměrů, dosahuje při sněžení hodnot až 30 % z důvodu výparu z vyhříváných částí a vlivu obtékání větru. Tento vliv by měl být u senzoru WS100 eliminován.

Během roku 2021 byla radarovým srážkoměrem WS100 změřena suma srážek 1 435,5 mm v nadmořské výšce 1 270 m n. m. Pro srovnání, okolní stanice naměřily následující hodnoty: Churáňov 1 109,2 mm (1 118 m n. m.), Filipova Hut' 1 279,2 mm (1 110 m n. m.). V podobné nadmořské výšce a zároveň mimo srážkově bohatší hraniční hřeben, kam Basumský hřeben nespadá, nejsou bohužel celoroční srážky měřeny. Člunkový nevyhříváný srážkoměr naměřil roční úhrn 836,9 mm. Zde lze očekávat výraznější podhodnocení zejména sněhových srážek, které se vyskytovaly až do konce května. Stanice se také nachází na velmi větrném místě v severo-j jižně orientované hřebenové části. Nicméně zimní období bylo z hlediska srážek podprůměrné a většina srážek spadla v letní polovině roku.

4. Kapalně srážky

Pokud se podíváme na úhrny za srážkově bohaté období červen–srpen, tak radarový srážkoměr naměřil hodnotu 562,8 mm a člunkový srážkoměr 390,1 mm. O 152 m níže položený Churáňov zaznamenal 450,4 mm. Z porovnání jednotlivých denních úhrnů lze vyvodit následující závěry. Nadhodnocování srážek oproti člunkovému srážkoměru se nezdá být systematické a procentuální nadhodnocení je velmi proměnlivé. Výhodou člunkového srážkoměru je, že částečně zaznamenává i usazené srážky, kdy některé dny během ranních hodin vykazuje úhrny v rozmezí 0,1–0,2 mm. Radarový srážkoměr v těchto případech srážky nezaznamenává. Někdy až překvapivě shodných hodnot dosahují srážkoměry během krátkých dešťů o vysokých intenzitách. Takovým příkladem je například situace 8. 7. 2021, kdy v rozmezí cca 15 minut spadlo téměř 20 mm. Celá událost trvala 40 minut a oba srážkoměry ukázaly shodně 23,6 mm, přestože například nárazy větru dosahovaly $18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Další den hned po půlnoci přichází trvalý déšť trvajících 5 hodin. Zatímco radarový srážkoměr ukazuje v celkové sumě dalších 23,6 mm, člunkový srážkoměr pouze 14,2 mm, tedy o 40 % méně. Nárazy větru se pohybovaly pouze v rozmezí $0–5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pokud si vyhodnotíme procentuální nadhodnocení radarového srážkoměru v těchto třech měsících pro denní srážky vyšší než 5 mm, dostaneme hodnotu 36,5%. Pokud ale stejně porovnáme denní sumy menší než 5 mm a zároveň větší než 0,5 mm (abychom eliminovali usazené srážky), zjistíme, že radarový srážkoměr naopak podhodnocuje o 36,2%. Samozřejmě stále zůstává otázkou přesnost člunkového srážkoměru.

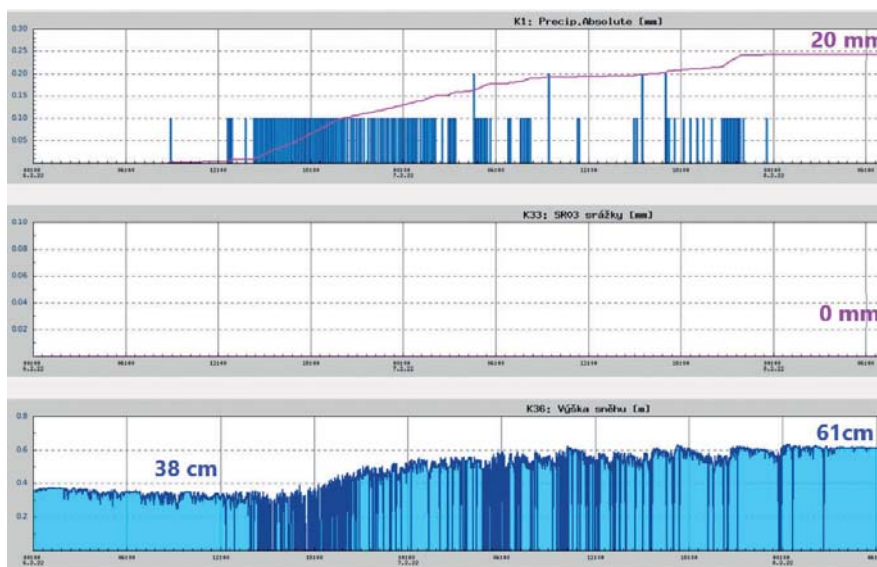
5. Pevné srážky

Sněhové srážky je možné porovnávat pouze s měřením výšky sněhu ultrazvukovým senzorem. Výsledky jsou poměrně uspokojivé, i když validních událostí k porovnání není mnoho, jelikož většinu zimy se výška sněhové pokrývky pohybovala do 20 cm a v členitém terénu mohla být ovlivněna větrem. Přesto lze uvést několik nejvýraznějších sněžení v zimní sezoně: 25. 12. 2021 úhrn 6 mm – sníh +7 cm, 6.–7. 2. 2022 úhrn 20 mm – sníh +23 cm (obr. 2) nebo 31. 1. 2022 úhrn 18 mm – sníh +13 cm (silný vítr). Podrobnější závěry bez znalosti vodní hodnoty nového sněhu nelze stanovit. Pro srovnání lze opět uvést hodnoty zimních srážek za období prosinec 2020–únor 2021 na radarovém srážkoměru – 260,8 mm a na Churáňově – 210,2 mm.

6. Rozlišení typu srážek

Rozlišení typu srážek napomáhá rozpoznat například počátek rain-on-snow situace, kdy sněžení přechází do deště v průběhu události. Senzor posílá kód typu srážek na základě vlastního vyhodnocení. V grafickém zobrazení je pak červenou barvou zobrazena detekce srážek, další barvy pak zobrazují detekovaný typ srážek.

Na obr. 3 je zaznamenán příchod studené fronty během 1. 11. 2021, kdy se během dne ochladilo z $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ na $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Na počátku se jedná o dešťové srážky, které přecházejí do smíšených a do sněhových srážek.

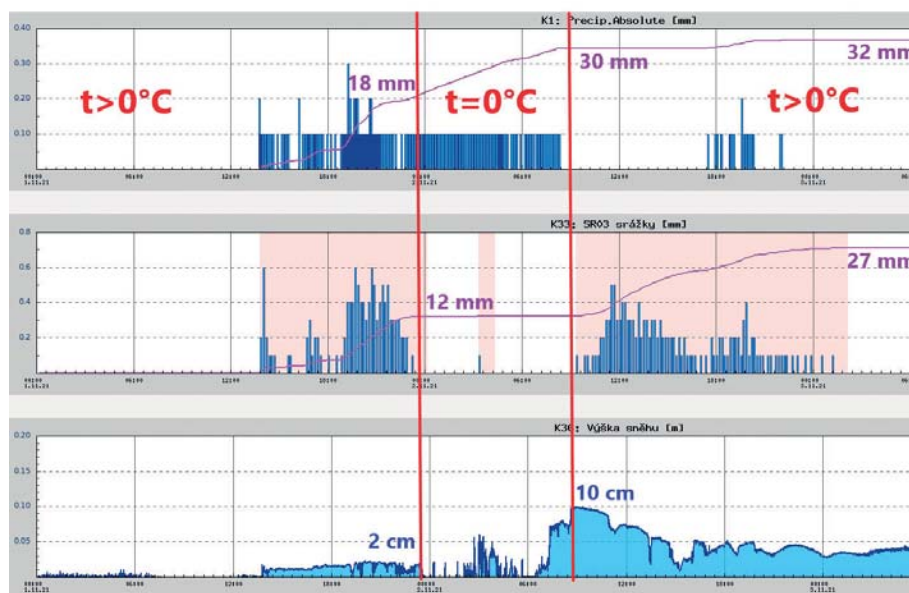


Obr. 2 Výstupy radarového srážkoměru WS100 (první řádek), nevyhříváného člunkového srážkoměru SR03 (druhý řádek) a ultrazvukového měření výšky sněhu (třetí řádek) během vydatného sněžení 6.–7. 2. 2022.

Senzor vyhodnocuje typ srážek kontinuálně a v každý okamžik stanovuje pouze jeden typ srážek. Při hraničních podmínkách může střídavě detekovat různé typy srážek, jejichž výskyt se v grafickém zobrazení jeví jako souběžný. Na obr. 4 je pak situace vyobrazena tak, jak ji zachytily radarový srážkoměr, člunkový nevyhříváný srážkoměr a senzor měření výšky sněhu. Z počátku byly teploty nad nulou ale s klesající tendencí a déšť po první hodině přechází do smíšených a sněhových srážek. Teplota se stále drží nad nulou, proto v člunkovém srážkoměru stále dochází k odtávání srážek a zároveň na zemském povrchu se tvoří až 2 cm vysoká vrstva mokrého sněhu. Těsně před půlnocí klesne teplota na 0 °C a člunkový srážkoměr přestává detekovat srážky. Hodnota se zastavila na 12 mm, ale lze předpokládat část srážek zachycenou v nálevce ve formě mokrého sněhu (minimálně v množství, jaké leželo na zemi). Radarový srážkoměr detekuje do té doby 18 mm srážek. Teplota na bodu mrazu trvá do deváté hodiny ranní, těsně před tím ustávají i srážky. Radarový srážkoměr za tuto dobu detekuje dalších 12 mm srážek, výška sněhu roste o 8 cm na hodnotu 10 cm. Pokud bereme v úvahu, že sníh padal mokrá, je poměr 12 mm vody na 8 cm sněhu relevantní. Po deváté hodině ranní začíná odtávat sníh v člunkovém srážkoměru a po jeho odtátí (se započtením drobnějších srážek ve večerních hodinách) se suma srážek zastavuje na 27 mm. Radarový srážkoměr hlásí 32 mm. Člunkový srážkoměr naměřil o 5 mm méně. To je akceptovatelný údaj i rozdíl, vezmeme-li v úvahu sněhové srážky a větrné podmínky na hřebenové mytíně. Nutno však podotknout, že vítr nepřesahoval průměrnou rychlost 3 m/s a postupně klesal na 0,5 m·s⁻¹.



Obr. 3 Grafické zobrazení detekce typu srážek během studené fronty 1. 11. 2021.



Obr. 4 Výstupy radarového srážkoměru WS100 (první řádek), nevyhříváného člunkového srážkoměru SR03 (druhý řádek) a ultrazvukového měření výšky sněhu (třetí řádek). Červené svivlice oddělují časový úsek, kdy teplota klesla na bod mrazu. Číselně jsou uvedeny dílčí sumy srážek a výšky sněhu.

7. Závěr

Z dosavadních zkušeností lze vyzdvihnout bezúdržbovost radarového srážkoměru a množství informací, které svým měřením poskytuje. Přesnost měření v hřebenových partiích je obtížné posoudit z důvodu absence validních srovnávacích měření. Přesto lze pozorovat nadhodnocování srážek, nelze však zatím stanovit příčinu. Řešením může být aktualizace firmware. Přesto je tento senzor vhodným nástrojem pro měření v takto náročných podmínkách na odlehlých místech.

Dlouhodobé změny dohlednosti na některých horských stanicích

Pavel Jůza

Český hydrometeorologický ústav, RPP Pobočka Ústí nad Labem, Kočkovská 2699,
400 11 Ústí nad Labem, pavel.juza@chmi.cz

1. Úvod

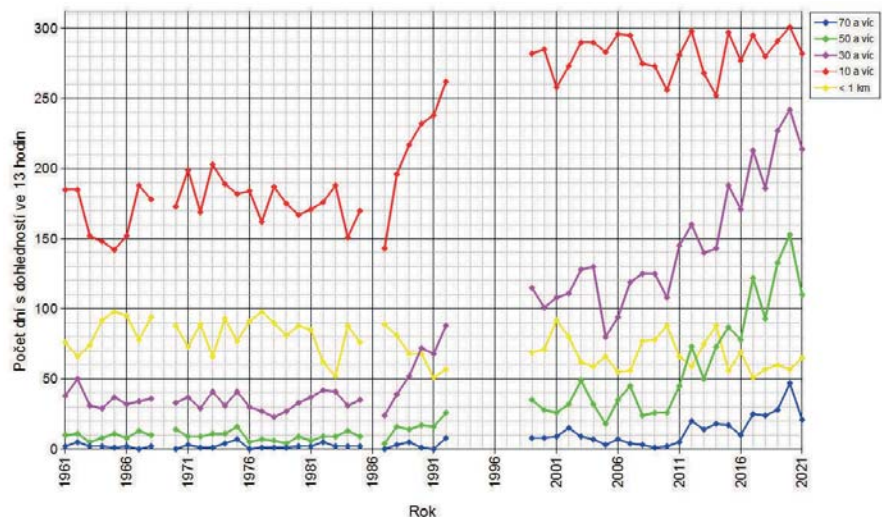
Horské meteorologické stanice bezpochyby mají vědecký význam pro zkoumání vlastností atmosféry, pro vyhodnocování vývoje klimatu i pro předpověď počasí. V neposlední řadě však údaje horských meteorologických stanic jsou potřebné i pro obyvatele a návštěvníky hor, pro turisty, horolezce a jiné rekreatanty. Tyto návštěvníky nepochybně zajímají takové meteorologické prvky, jako teplota, vítr, srážky a sněhová pokrývka. O těchto meteorologických prvcích již bylo hodně řečeno i napsáno, včetně problematiky mrazových kotlin, z nichž jedna je i na Jizerce, a včetně zjištění, že na horách se vyskytuje silnější vítr než mimo hory, a to nejen v nárazech, ale zejména ještě výrazněji v průměrné rychlosti.

Pro turisty je však důležitým prvkem i dohlednost. I v případě, že se vyhnou zmrznutí, neutrpí úraz od silného větru, neuváznou ve sněhové závěji a v pořádku dojdou až k rozhledně, budou poněkud zklamáni při zjištění, že z rozhledny toho moc neuvidí z důvodu špatné dohlednosti.

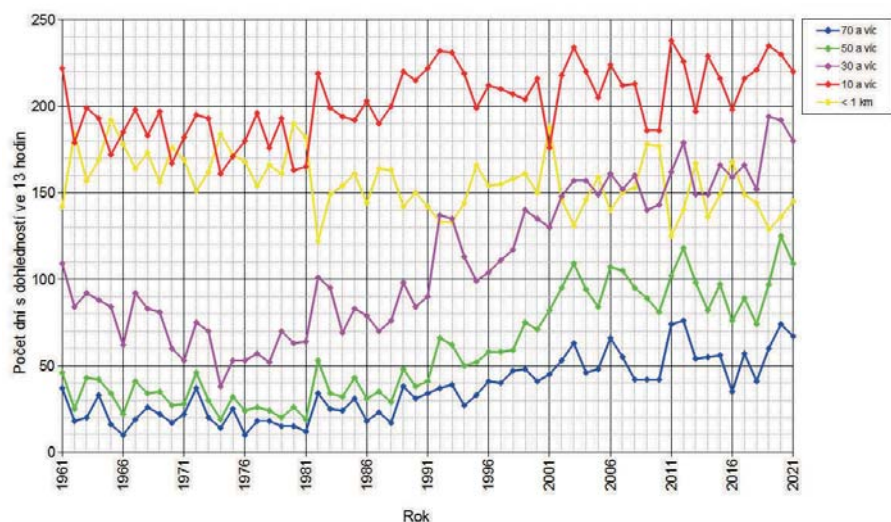
Proto se tento příspěvek zabývá výskytem a časovým vývojem dohlednosti na několika horských stanicích v ČR.

2. Metodika

V databázi ČHMÚ jsou k dispozici údaje o dohlednosti uváděné ve zprávách SYNOP, a to z profesionálních stanic, které tuto zprávu vytvářejí. Pro vyhodnocení byly vybrány stanice Milešovka (831 m n. m.), Lysá hora v Beskydech (1 322 m n. m.), Churáňov (1 118 m n. m.) a Svratouch (734 m n. m.). Posuzoval se jeden údaj o dohlednosti za každý den, a to ze 13 hodin (tedy se synoptického termínu 12:00 UTC). Tento termín byl vybrán proto, že v tuto hodinu je celoročně světle a tedy srovnatelné podmínky pro pozorování dohlednosti, dále proto, že přibližně v tuto dobu turista dojde na vrchol hory, aby se ještě stačil vrátit domů,



Obr. 1 Dlouhodobý vývoj četnosti dnů s různou dohledností na stanici Milešovka.



Obr. 2 Dlouhodobý vývoj četnosti dnů s různou dohledností na stanici Lysá hora.

a v poslední řadě z tohoto termínu byly k dispozici dostatečně dlouhé pozorovací řady, a to od roku 1961.

Dohlednost je poněkud asymetrický prvek, který nemá moc smysl průměrovat, protože například jeden den s dohledností o 20 km vyšší by „kompenzoval“ 20 dní s mlhou. Proto nebyly posuzovány průměry, ale počet dnů, kdy dohlednost ve 13 hodin překročila určité limity, konkrétně kdy dohlednost dosáhla aspoň 70 km, aspoň 50 km, aspoň 30 km a aspoň 10 km, a také počet dnů, kdy dohlednost ve 13 hodin byla menší než 1 km (tedy mlha). Kromě absolutního počtu takových dnů jsou zajímavé zejména časové trendy a dlouhodobý vývoj počtu dnů s příslušnou dohledností.

3. Výsledky

Pro zkoumané stanice byly zpracovány grafy s průběhem výskytu počtu dnů s dohledností překračující uvedené limity. Některé z grafů uvádíme. Napřed průběh četnosti dnů s příslušnými dohlednostmi ze stanice Milešovka. Z obrázku je zřejmé, že zhruba od osmdesátých let se výrazně zvyšuje četnost dnů s dohledností zejména 30 km a více a 50 km a více, nepřehlédnutelně se zvýšila i četnost dnů s dohledností 70 km a více. Naproti tomu počet dnů, kdy ve 13 hodin byla mlha, se nějak přesvědčivě nezměnil, jen o něco málo poklesl, ale zdaleka ne tak výrazně.

Podívejme se na graf z opačného konce republiky, z Lysé hory. I na této stanici vidíme výrazný vzestup četnosti dohledností 30 a více km a 50 a více km a také vzestup dohledností 70 a více km, a jen nevýrazný pokles četnosti mlh.

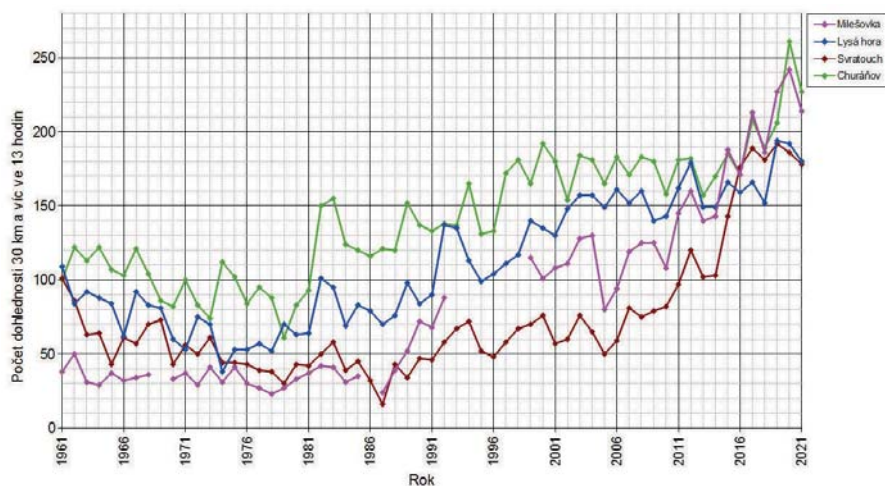
Ještě se podíváme na grafy dohlednosti 30 a více km a 50 a více km pro všechny čtyři sledované stanice. Na těchto grafech je vidět, že četnost dohlednosti nad 30 a více a 50 a více kilometrů stoupá na všech čtyřech sledovaných stanicích. Z toho je patrné, že zřejmě jde o skutečný trend a nikoli například nějakou chybu měření na jedné stanici. Dále je vidět, že nejvýraznější vzestup je na stanici Milešovka, na které v 70. letech byl počet dnů s vyšší dohledností nejnižší ze všech stanic a v posledních letech se tato stanice dostává do vedení. Ale i na ostatních stanicích je trend nepřehlédnutelný.

4. Závěr

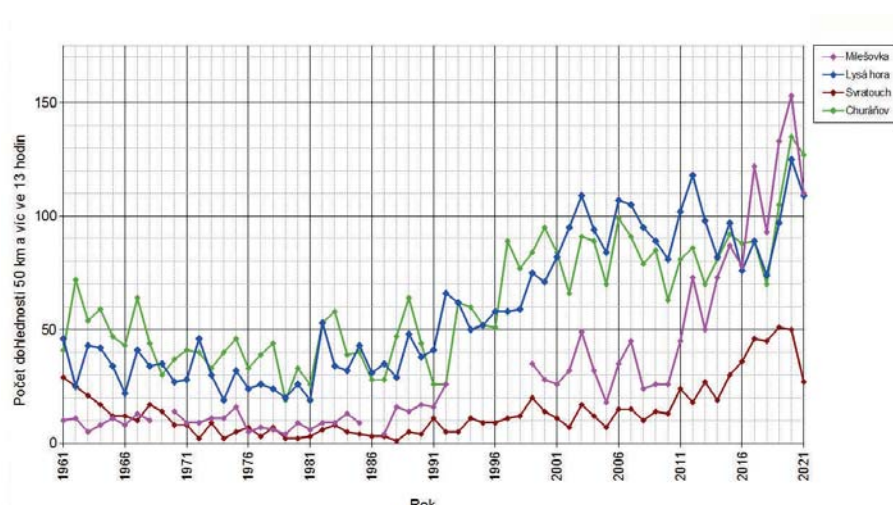
Naměřené údaje o dohlednosti, jak jsou dostupné v databázi ČHMÚ, ukazují, že se za posledních 50 let výrazně zvedla četnost dnů s vysokou dohledností, a to na všech čtyřech sledovaných stanicích v různých výškách a různých koncích ČR. Pro turisty to tedy znamená, že se proti 70. letům výrazně zvedla pravděpodobnost, že při výletu do hor bude slušný výhled. Naproti tomu četnost výskytu mlhy ve 13 hodin se za uvedené období poněkud snížila, ale zdaleka ne tak výrazně, spíše nevýznamně. To je hlavní závěr pro turisty a návštěvníky hor. Jaké jsou meteorologické, klimatické a jiné příčiny zjištěného trendu, o tom by se také dalo hovořit, ale to již přesahuje rozsah tohoto příspěvku.

Literatura:

JŮZA, P., 1987. Charakteristiky a změny slunečního svitu na území ČSR. Diplomová práce, s. 65–73.



Obr. 3 Dlouhodobý vývoj četnosti dnů s dohledností 30 a více km na 4 stanicích.



Obr. 4 Dlouhodobý vývoj četnosti dnů s dohledností 50 a více km na 4 stanicích.

System managementu měření (zabezpečení meteorologické měřicí techniky)

Jan Rybář¹, Peter Medrický², Andrej Miček³

Strojnická fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě,
Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava 1, Slovenská republika,
¹jan.rybar@stuba.sk, ²xmedricky@stuba.sk, ³xmicicka@stuba.sk

1. Úvod

System managementu měření je soubor činností, resp. prvků, pomocí kterých dokážeme řídit měřicí proces a metrologickou confirmaci. Cílem takto zavedeného systému je řídit riziko, že měřicími zařízeními a procesy můžeme špatně vyhodnotit výsledky měření. Systémy managementu měření pokrývá norma EN ISO 10 012. System managementu měření má svoje požadavky, kde je cílem zabezpečit, aby měřicí zařízení a k nim náležící měřicí procesy vyhovovaly pro účel svého použití. Takové požadavky je potom nutné promítnout do metrologických požadavků na zabezpečení měřicí techniky v rámci dané organizace. (Palenčár a kol. 2007; Ludvík 2004) Cílem příspěvku je přiblížit metrologický pohled, jak pomocí systémů managementu měření zabezpečit meteorologickou měřicí techniku. Tedy metrologie, která se zabývá měřením, a je v tomto kontextu chápána jako podpůrný prvek meteorologie při měření teploty, tlaku, srážek, vlhkosti, slunečního záření, rychlosti větru a dalších meteorologických jevů (Rybář a kol. 2019).

2. System managementu měření a meteorologická měřicí technika

System managementu měření je založen na odpovědnosti organizace, managementu zdrojů, metrologické návaznosti, confirmaci a realizaci měřicích procesů, analýze a neustálém zlepšování systému managementu měření. Základním prvkem, resp. činností je proces měření, kdy se úkony cílí na stanovení hodnoty měřené veličiny. Měření je tvořeno sledem činností, které vedou ke stanovení hodnoty měřené veličiny a zahrnují kroky související se zabezpečením platnosti, správnosti a přesnosti realizovaného měření včetně vhodné a smysluplné interpretace výsledků měření tak, aby bylo snadno pochopitelné a také použitelné pro daný účel. (Ludvík 2004; Meteorologie 2022; STN EN ISO 10 012, 2004)

V meteorologii se potom v tomto kontextu můžeme bavit o meteorologické měřicí technice a jejím metrologickým zabezpečením. Měřicí technika využívaná v této oblasti zahrnuje: anemometry (přístroje na měření rychlosti proudění nebo rychlosti a směru proudění, v meteorologii se využívají pro měření rychlosti větru), aneroidy (deformační přístroje určené k měření atmosférického tlaku – tlaku vzduchu), barografy (což jsou zařízení určená pro časový záznam průběhu atmosférického tlaku – tlaku vzduchu), družice (tedy objekty pohybuující se po oběžné dráze kolem jiného tělesa), kapalinové tlakoměry (přesné přístroje na měření atmosférického tlaku), radary (zařízení, která slouží k radiovému rozpoznávání a zaměřování, jde o zařízení pro vyhledávání cílů pomocí elektromagnetického záření), srážkoměry (jsou přístroje v meteorologii a hydrologii k měření srážkových úhrnů), teploměry (zařízení k měření teploty), termografy (zapisující teploměry, které slouží k zápisu naměřené teploty vzduchu v závislosti na čase) a vlhkoměry (jsou měřicí přístroje ukazující relativní vlhkost vzduchu) (Meteorologie 2022).

3. Závěr

Tento příspěvek seznamuje se systémy managementu měření a jejich možnou aplikaci pro meteorologickou měřicí techniku, resp. procesy s předpovědí počasí spojené v organizacích zabývajících se touto problematikou. Právě zavedení systému managementu měření pro měření veličin v meteorologii, resp. v předpovědích počasí se odráží v práci spočívající v poctivém sběru a vyhodnocování dat, což je elementárním předpokladem pro zlepšování v této oblasti. Zamyšlení nad systémy managementu měření, nad návazností na systémy managementu kvality je jako námět k diskusi v této oblasti, tedy v oblasti týkající se meteorologické měřicí techniky.

Poděkování:

Autoři příspěvku děkují Strojnické fakultě Slovenské technické univerzity v Bratislavě, za podporu při psaní tohoto příspěvku. Poděkování současně patří i následujícím projektům: KEGA 023STU-4/2020, VEGA 1/0687/21 a ITMS: 313011V334 s názvem „Inovativní řešení pohonných, energetických a bezpečnostních komponentů dopravních prostředků“.

Literatura:

LUDVÍK, V., 2004. Systém managementu měření. Sborníky technické harmonizace 2004. [elektronický dokument]. © Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha: Bořivoj Kleník, PhDr. – Q-art, Praha, 90 s. [cit. 01. 03. 2022]. Dostupné z WWW: https://www.unmz.cz/sborniky_th/sb4/system_mm.pdf.

Meteorologie, 2022. Wikipedie – Svobodná encyklopedie. WIKIPEDIE. [online]. © 2022 Wikimedia. [cit. 09. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Meteorologie>.

PALENČÁR, R., KUREKOVÁ, E., HALAJ, M., 2007. Meranie a metrologia pre manažérov. Bratislava: STU v Bratislave, 252 s. ISBN 978-80-227-2743-3.

RYBÁŘ, J., FIŤKA, I., JAVORSKÁ, A., ĎURIŠ, S., PALENČÁR, J., 2019. Od metrologie k meteorologii. In: *Meteorologická konference Šumava 2019*. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda konané ve dnech 14.–16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, s. 83–85. ISBN 978-80-87577-87-5.

STN EN ISO 10 012. Slovenská technická norma. Systémy manažerstva merania. Požiadavky na meracie procesy a meracie zariadenia, 2004. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie. GEDEON, s. r. o., Bratislava.

IV. Klimatologická zpracování, charakteristiky území a klimatická změna ve středních a vyšších nadmořských výškách

Porovnání vybraných meteorologických charakteristik na horách severu a jihu Česka

Jan Procházka¹, Ivo Rolčák², Pavel Lipina³

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, jprochazka@fzt.jcu.cz

² Tolarova 425, 384 51 Volary, ivo.rolcak@seznam.cz

³ Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, pavel.lipina@chmi.cz

1. Úvod

Technický rozvoj v oblasti automatizace meteorologických stanic, přenosu a správy dat, rozvoj komunikačních a informačních technologií přinesly i širší možnosti v oblasti instalací a provozu meteorologických stanic a spolupráce na poli meteorologie. To umožnilo rozšířit pozorování a záznamy meteorologických dat i do míst, kde to bylo vždy náročnější, do odlehlých horských oblastí. Na Šumavě se podařilo díky širší spolupráci neformální skupiny meteo-nadšenců s Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), Národním parkem Šumava, Horskou službou, některými vysokými školami a pracovišti Akademie věd poměrně významně rozšířit síť meteorologických stanic a souvisejících pozorování na Šumavě (Procházka 2017). Následně pod tímto jakýmsi ostřejším drobnohledem bylo možno přesněji vyzorovat jak rozdíly a dynamiku meteorologických prvků v rámci Šumavy, tak i jisté rozdíly mezi Šumavou a horami na severu našeho území.

Jizerské hory podobně jako Šumava patří k pohořím s nejvyššími průměrnými srážkovými úhrny v Česku vůbec (např. Starostová 2012; Ducháček 2015). Kromě nadmořské výšky se na tomto faktu projevuje především orografie a postavení pohoří vůči převládajícím srážkám, tedy povětrnostním situacím s významnými úhrny srážek (Ptáček 2010). Kromě údajů s nejvyššími srážkovými úhrny jsou obě pohoří v posledních letech stále častěji také spojovány s nejnižšími naměřenými hodnotami teploty vzduchu. Ani jedno však není hlavním předmětem tohoto příspěvku. Cílem příspěvku bylo, na příkladu Šumavy a Jizerských hor, potažmo Krkonoš, specifikovat rozdíly mezi severem a jihem Česka především pokud jde o průměrnou teplotu vzduchu a vybrané teplotní charakteristiky.

Z hlediska teploty vzduchu nám není známo žádné konkrétní porovnání meteorologických měření na srovnatelných stanicích Šumavy a severních pohraničních hor. Neurčité rozdíly naznačují klimatické atlasy a klimatické klasifikace, ovšem bez konkrétních srovnávacích údajů. Geograficky se jisté klimatické zvýhodnění jihozápadu Česka zmiňuje v oboru pěstování exotických rostlin, i když to se podobně jako v poslední době stále častěji zmiňování vlivu tepelného ostrova větších měst hor v podstatě netýká. Z hlediska termické kontinentality (Gorzynského index, viz. Tolasz et al. 2007) lze vysledovat rozdíl mezi Šumavou a horami na východě Česka (Beskydy, Javorníky), ale Jizerské hory a Krkonoše si v tomto parametru stojí se Šumavou srovnatelně. Na základě výše zmíněných aktivit jsme ovšem předpokládali, že se konkrétní rozdíly v teplotě vzduchu a souvisejících charakteristikách podaří do jisté míry specifikovat, přičemž jsme se zaměřili na několik podobných lokalit (nadmořská výška, konfigurace terénu) a posledních několik let (2015–2021), pro která máme i další odpovídající pozorování. Nejedná se tedy o standardní klimatologické hodnocení dlouhodobých časových řad, nýbrž jen o stručné porovnání lokalit ve víceméně současných klimatických podmínkách.

2. Podstata výběru, charakteristika stanic a zpracování dat

Pro orientační porovnání klimatu (teplotních poměrů) horských oblastí na severu a jihu Česka jsme zvolili tři dvojice meteorologických stanic na Šumavě a v Jizerských horách, potažmo Krkonoších. Meteorologický slovník (EMS 2022) definuje pojem „stanice meteorologická horská“ jako meteorologickou stanici zařazenou do kategorie přízemních stanic a umístěnou v horském terénu. V předpovědní praxi a obecně v rámci činnosti ČHMÚ se definují horské polohy od výšky 800 m n. m., někteří autoři uznávají jako horské stanice jen ty s nadmořskou výškou 1000 m a výše. Vzhledem k nedostatku odpovídajících horských stanic na našem území se někdy k vymezení stanic na horách používá také členění meteorologických stanic pro lokality 750 m n. m. a výše a 1 000 m n. m. a výše (např. Lipina 2017). Kategorii 750 m n. m. a výše, která v Česku zaujímá 5,7 % plochy území a zahrnuje 10 % meteorologických stanic ČHMÚ, a umístění v horském terénu splňují všechny námi vybrané meteorologické stanice. Při výběru porovnávaných stanic na „jih“ a „sever“ byla snaha zvolit stanice ve srovnatelné nadmořské výšce, na lokalitách s podobnou konfigurací terénu a s dostupnou řadou odpovídajících měření. Rozsah tohoto příspěvku dovoluje jen stručnou charakteristiku a pozadí výběru příslušných stanic.

Vzhledem k místu konání konference nemohla padnout jiná volba než na stanici Jizerka. Jako nejvhodnější „protipól“ lokality v chladném mělkém údolí a nadmořské výšce 850–900 m n. m. byla vybrána šumavská stanice Borová Lada. Tyto polohy lze v rámci výškového členění Česka brát jako vyšší. Podobně byly vybrány stanice v nadmořské výšce 772 m n. m., resp. 760 m n. m. Desná, Souš a Volary, jež jsou také údolní horské lokality s o něco mírnějším klimatem než dvě předcházející a z hlediska výškového členění jako polohy střední. Pro další porovnání v rámci tohoto příspěvku byla snaha vybrat nejvyšší polohy. Bohužel meteorologická pozorování na nejvyšší hoře české části Jizerských hor Smrku (1 124 m) potkal v minulosti podobný osud jako meteorologická pozorování na mnoha místech Šumavy. Zde by se bývalo nabízelo srovnání také s vrcholovou meteorologickou stanicí Churáňov (1 118 m n. m.). Naopak v případě Desné by se bývalo nabízelo odpovídající dlouhodobé porovnání se šumavskou klimatologickou stanicí Lenora, Houžná, kdyby nebyla bohužel v roce 2018 také zrušena. Pro nejvyšší polohy české Šumavy jsou již několik let k dispozici data z meteorologické stanice Plechý (1 344 m n. m.), Takové polohy v Jizerských horách nejsou, proto jako nejvhodnější a nejbližší pro příslušné porovnání byla vybrána obdobná stanice v západní části Krkonoš na Labské boudě (1 320 m n. m.). Od toho se odvíjela i délka časové řady pro porovnání, a to za období 2015–2021.

Jizerka a Borová Lada. Klimatologická stanice Kořenov, Jizerka (dále jen Jizerka) je umístěna v rámci roztroušené zástavby stejnojmenné osady, jež leží na Malé Jizerské louce mezi Vlašským a Středním jizerským hřbetem Jizerských hor. Stanice Jizerka má poměrně bohatou historii, která ovšem zahrnuje i velmi časté mezery, tudíž souvislá řada dat k dnešnímu dni je k dispozici jen od roku 2009, kdy zde byla instalována automatická stanice. Meteorologická stanice Borová Lada je umístěna v centru stejnojmenné obce situované podél Teplé Vltavy, v širokém údolí s nevysokými okolními vrcholy náležícím k Šumavským pláním. Meteorologická pozorování srážek a sněhu mají na Borových Ladách delší historii, ovšem srážkoměrná stanice několikrát změnila místo. Soustavná měření teploty vzduchu zde zahájil pan Antonín Vojvodík již v roce 1988, automatická stanice ČHMÚ zde byla ovšem instalována až v roce 2015, odkdy jsou tato data volně dostupná.

Desná a Volary. Klimatologická stanice Desná, Souš (dále jen Desná) se nachází v rovinatém terénu nad údolím potoka Černá Desná mezi Desenským hřebenem a Vlašským hřebenem, jež se s mírnými sklony svažují do údolí. Její historie je víceméně spjatá se stejnojmennou přehradou, na jejíž hrázi s roztroušenou zástavbou se také nachází. Desná pak v rámci Jizerských hor disponuje prakticky nejkompaktnější řadou pozorování bez významnějších přerušení (Ptáček 2010). Klimatologická stanice Volary, město (dále jen Volary) byla zřízena v roce 2007 v jihozápadní části města, jež je situováno podél Volarského potoka do široké kotliny severního výběžku Vltavické brázdy obklopené tisícovkami Želnavské vrchoviny na jihovýchodě a jižním výběžkem Boubínské hornatiny na severozápadě. Tato soukromá stanice disponuje souvislou řadou pozorování od roku 2007.

Labská bouda a Plechý. Klimatologická stanice Labská bouda je umístěna na rozsáhlé náhorní plošině Labské louky mezi nejvyššími vrcholy západních Krkonoš. Na Labské boudě bylo započato klimatologické měření v roce 1979 (měření a pozorování srážek od roku 1961), automatická klimatologická stanice zde byla instalována již v roce 2002, nicméně bez výpadků v měřeních je zde k dispozici souvislá řada dat (teploty vzduchu) až od roku 2013 (Mrkvica, Kliegrová 2022). Podobně klimatologická stanice Plechý leží mezi nejvyššími vrcholy jihovýchodní Šumavy v oblasti náhorního vrchoviště Rakouská louka. Automatická stanice zde byla instalována v roce 2014, několik let předtím zde probíhala expediční měření sněhu, nedaleko od stanice je totalizátor ČHMÚ (Procházka 2021).

Zpracování dat. Na základě dostupnosti srovnatelných dat a vzhledem k zaměření příspěvku na současný stav klimatických podmínek v Česku byly porovnány časové řady od roku 2015 do roku 2021. K tomu posloužily roční průměry teploty vzduchu a charakteristiky ročního počtu dnů, zejména letních a ledových, s tím do určité míry souvisí i počet dnů se sněhovou pokrývkou. Tropické a arktické dny vzhledem k jejich sporadickému výskytu nebo úplné absenci hodnoceny nebyly. U měsíčních charakteristik teploty vzduchu, počtu ledových dnů a dnů se sněhovou pokrývkou byl hodnocen jejich průběh během roku. Charakteristiky jako počet mrazových dnů, úhrn srážek a maxima výšky sněhové pokrývky jsou zde uvedeny jen jako doplňující, protože souvisí spíše s orografií a umístěním stanic v dané lokalitě, než s polohou na jihu či severu Česka.

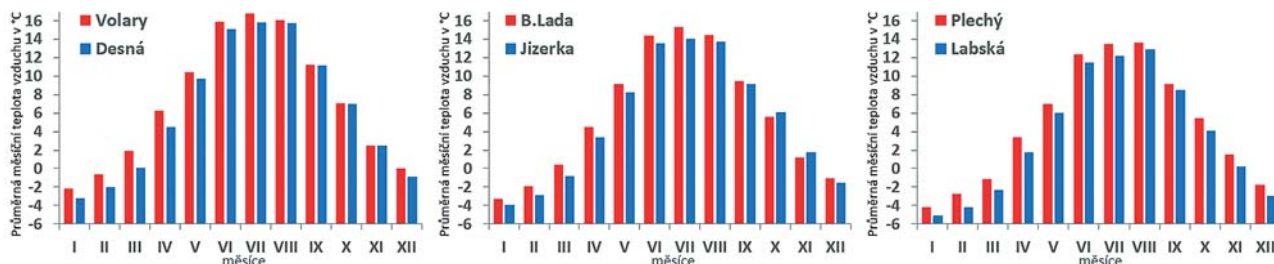
3. Výsledky a diskuse porovnání

Z výsledků porovnání vybraných klimatologických charakteristik na hodnocených meteorologických stanicích vyplývají zřejmé rozdíly mezi pohořími na severu a jihu Česka. A to i přesto, že se nejedná o standardní (30 let) ani minimální (10 let) časové řady pro klimatologická hodnocení, ale pouze o 7leté. Šumavské a jizerskohorské, potažmo krkonošské stanice vzhledem k jejich historii a dostupnosti dat, současně i záměru hodnotit poslední roky, které i nezávislý pozorovatel vnímá nejintenzivněji, nabízejí několik zajímavých dat a předpokládaných rozdílů i za období 2015–2021.

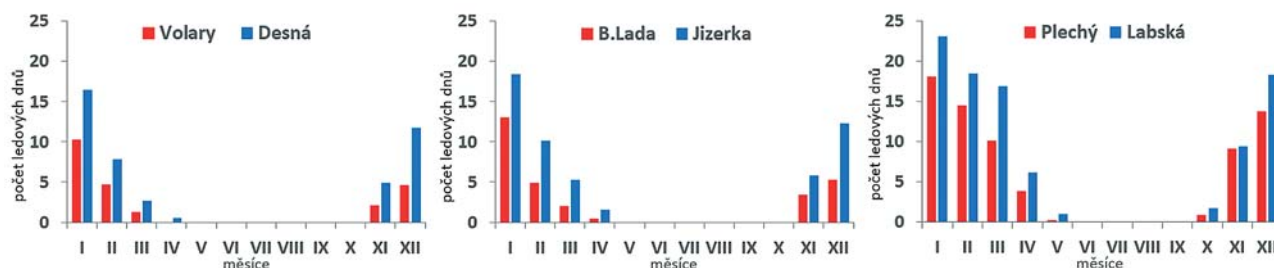
Teplota vzduchu jako základní meteorologický prvek se v klimatologickém hodnocení objevuje zejména v souvislosti s klimatickou změnou nejčastěji. V našem porovnání průměrné roční teploty vzduchu vyšly mezi stanicemi na jihu a severu Česka následující rozdíly: 0,8 °C u stanic Volary × Desná, 0,6 °C u stanic Borová Lada × Jizerka a 1,1 °C u stanic Plechý a Labská bouda. Je zde tedy zjevný rozdíl mezi jihem a severem, i když ne zcela stejný (tab. 1). Možná ještě zají-

Tab. 1 Průměrné roční charakteristiky na porovnávaných meteorologických stanicích za období 2015–2021. (PD – počet dnů, SCEmax – maximální výška sněhové pokrývky).

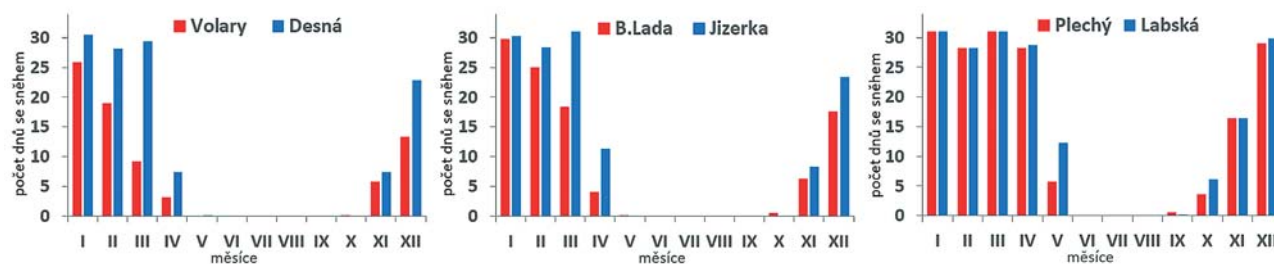
Stanice, m n. m.	Volary, 760	Desná, 772	B. Lada, 892	Jizerka, 858	Plechý, 1 344	Labská, 1 320
Průměrná teplota (°C)	7,0	6,2	5,6	5,0	4,6	3,5
PD ledových	24	45	29	54	71	95
PD mrazových	153	146	185	189	154	173
PD letních	37	20	26	15	4	1
PD se sněhem	75	124	99	132	174	184
Průměrná SCEmax (cm)	31	80	43	77	147	186
Roční srážky (mm)	765	1156	878	1113	1480	1549



Obr. 1 Průměrná měsíční teplota vzduchu za období 2015–2021.



Obr. 2 Průměrný měsíční počet ledových dnů za období 2015–2021.



Obr. 3 Průměrný měsíční počet dnů se sněhem za období 2015–2021.

mavější je porovnání průběhu průměrné měsíční teploty během roku (obr. 1). Zde se ukázalo, že měsíce v první polovině roku jsou na jihu o poznání teplejší než na severu, zatímco na podzim se tento rozdíl poněkud ztrácí. I když na hřebenech hor je ten rozdíl výrazný i na podzim, zřejmě kvůli častějšímu výskytu teplejších inverzních situací na jihu Česka. Nejvyšší rozdíl mezi jihem a severem v průměrné měsíční teplotě vzduchu byl na stanicích Volary a Desná v březnu a dubnu (1,8 °C), dále pak v únoru (1,3 °C), na stanicích Borová Lada a Jizerka v březnu, dubnu a červenci (1,2 °C, 1,1 °C, resp. 1,3 °C) a na stanicích Plechý a Labská bouda v dubnu (1,6 °C), v únoru a říjnu (1,4 °C). Nejnižší rozdíl byl v tomto směru na stanicích Plechý a Labská bouda v září a srpnu (0,6 a 0,7 °C), na stanicích Volary a Desná nebyl skoro žádný rozdíl v září, říjnu a listopadu, a v případě porovnání Borová Lada vs. Jizerka byla stanice na jihu Česka v říjnu a listopadu dokonce chladnější (0,5 a 0,6 °C).

Z hlediska charakteristik vyplývajících z hraničních hodnot maximální nebo minimální teploty byly v případě mrazových dnů (tj. dnů, v nichž minimální teplota byla nižší než 0 °C) rozdíly mezi jihem a severem Česka v průměru hodnocených let nepodstatné. O to zajímavější je ovšem počet dnů ledových, tj. dnů, kdy maximální teplota vzduchu byla nižší než 0 °C, a počet dnů letních, tj. dnů s maximální teplotou vzduchu alespoň 25 °C. Letní dny se sice na hřebenech hor objevují

spíše jen sporadicky, ale střední a vyšší polohy hor jich pro porovnání zaznamenaly dostatečné množství, vždy s vyšším výskytem na jihu Česka. Na stanicích Volary a Desná je to za posledních 7 let v průměru 37 ku 20 a na stanicích Borová Lada a Jizerka v průměru 26 ku 15 letních dnů za rok. U počtu ledových dnů byl zaznamenán jejich nižší výskyt na jihu Česka, kdy u porovnávaných lokalit jsou ty poměry jižních k severním horám ještě výraznější, zejména u středních a vyšších poloh. Na stanicích Volary a Desná je to za posledních 7 let v průměru 24 ku 45, na stanicích Borová Lada a Jizerka v průměru 29 ku 54 a na stanicích Plechý a Labská bouda v průměru 71 ku 95 ledových dnů za rok (tab. 1). Zjevné jsou výše uvedené rozdíly i během roku, jedině snad na hřebenu hor v měsíci listopadu je počet ledových dnů srovnatelný (obr. 2).

Sněhové charakteristiky závisí do značné míry na množství srážek na dané lokalitě, ale také do značné míry na teplotních podmínkách. Proto jsme si je dovolili do hodnocení v rámci tohoto příspěvku zahrnout také. Rozdíly v průměrné teplotě vzduchu a počtu ledových dnů poměrně dobře odpovídají i rozdílům v počtu dnů se sněhovou pokrývkou, jež se projevují v největší míře opět zejména na jaře a zejména ve středních a vyšších polohách. Nejvyšší rozdíl u stanic Volary a Desná, resp. Borová Lada a Jizerka jsou v březnu a dubnu, jak dokumentují hodnoty v grafu (obr. 3). Na hřebenech hor je měření sněhu problematické pokud jde o jeho množství, ale výskyt sněhu je zpravidla do jisté míry vypovídající. Na hřebenech severních hor, potažmo na Labské boudě se vyskytuje sníh v průměru 184 dnů za rok, na jihu na Plechém je to 174 dnů. O poznání větší rozdíl je pak ve středních a vyšších polohách, kde je situace ve prospěch severních hor ještě více evidentní. V Desné se vyskytuje sníh v průměru 124 dnů v roce, kdežto ve Volarech jen 75 dnů, v Borových Ladách pak 99 dnů a na Jizerce průměrně 132 dnů v roce. Rozdíly v jednotlivých měsících v roce docela výstižně ilustruje graf (obr. 3). Abychom nezůstali jen u charakteristik souvisejících s teplotou vzduchu, zahrnuli jsme v porovnání hodnoceného období pro doplnění přehledu i údaje týkající se ročního úhrnu srážek a maximální výšky sněhové pokrývky. Zmíněné dva parametry hovoří jasně ve prospěch vybraných stanic na severu oproti jihu Česka (tab. 1). Z prezentovaných výsledků porovnání vybraných meteorologických charakteristik na horách severu a jihu Česka jsou zřejmé rozdílné klimatické podmínky spojené zejména s vyšší teplotou vzduchu v oblasti Šumavy.

4. Závěr

V tomto příspěvku jsme se pokusili na základě porovnání dat z vybraných meteorologických stanic prezentovat rozdíly v teplotních charakteristikách na horách mezi severem a jihem Česka během posledních 7 let. Za tímto účelem byly vybrány na severu a jihu vždy tři meteorologické stanice tak, aby charakterizovaly podobné podmínky, jako jsou nadmořská výška a reliéf. Kromě evidentních rozdílů v průměrné teplotě vzduchu byly prezentovány i značné rozdíly mezi severem a jihem v charakteristikách jako jsou počet ledových dnů, počet letních dnů, nebo počet dnů se sněhovou pokrývkou. Z výsledků je zřejmé, že pohoří na jihu Česka reprezentované meteorologickými stanicemi Šumavy je o poznání „teplejší“ než pohoří na severu reprezentované meteorologickými stanicemi v Jizerských horách, potažmo Krkonoších. I proto je někdy Šumava z meteorologického hlediska přezdívána v rámci pohoří Česka jako „Teplohory“.

Poděkování:

Děkujeme tímto Václavu Vajskebrovi za poskytnutí sněhových charakteristik ze stanice Jizerka.

Literatura:

- DUCHÁČEK, L., 2015. Experimentální povodí ČHMÚ v Jizerských horách – historie, analýza dat a přínos pro hydrologickou službu. In: *Manažment povodí a povodňových rizik 2015 a Hydrologické dni 2015*. Sborník z mezinárodní konference, 6.–8. 10. 2015, Bratislava. Výskumný ústav vodného hospodárstva, 7 s. ISBN 978-80-89740-06-2.
- MRKVICA, Z., KLIEGROVÁ, S., 2022. Historie meteorologického měření a pozorování na hřebenech Krkonoš. [online]. Pobočka ČHMÚ Hradec Králové. [cit. 15. 3. 2022.] Dostupné na: <https://www.vrcholkyhor.cz/o-nas/historie-meteorolog.-mereni-na-hrebenech-krkonos.html>.
- PROCHÁZKA, J., ROLČÍK, I., VOJVODÍK, A., MATOUŠEK M., 2017. Aktivity amatérských nadšenců pro doplnění poznatků o klimatu Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 3, s. 101–104, ISSN 0026-1173.
- PROCHÁZKA, J., 2021. Zimy na hřebenu Šumavy z pohledu sněhu, lokalita Plechý 1 344 m. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 5, s. 143–148, ISSN 0026-1173.
- PTÁČEK, T., 2010. Zvláštnosti režimu atmosférických srážek ve středních a vyšších polohách Česka a Slovenska. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. 49 s.
- STAROSTOVÁ, M., 2012. Měření srážek totalizátory na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. 65, č. 6, s. 180–183. ISSN 0026-1173.
- TOLASZ, R., at al. 2007. Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha – Olomouc: Český hydrometeorologický ústav – Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. 360 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

Příspěvek k vyhodnocení meteorologických podmínek na severní a jižní straně Jeseníků

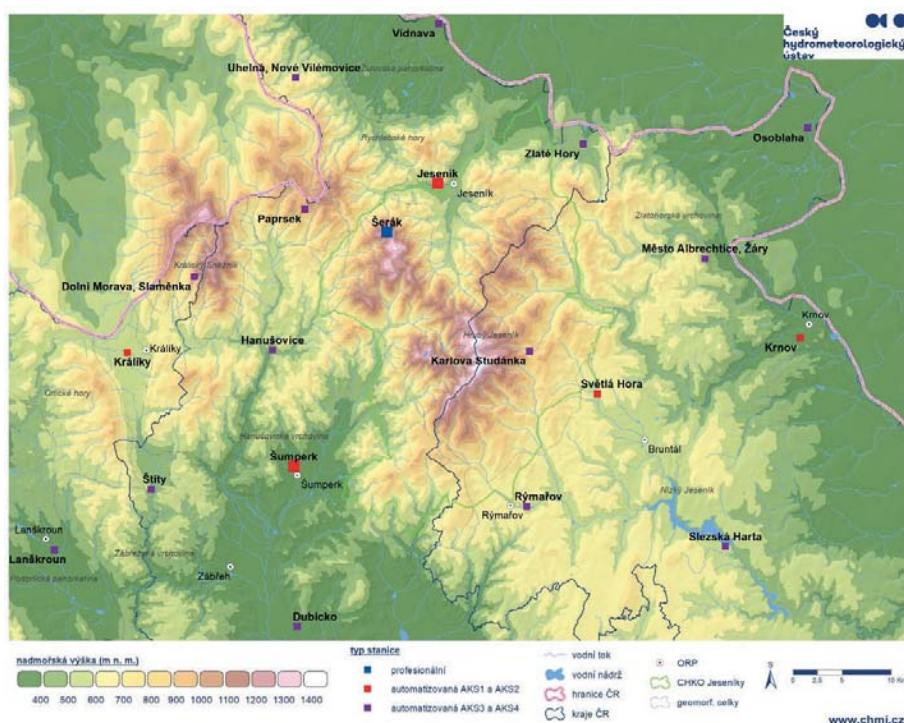
Zdeněk Blažek

Nový Malín 681, 788 03, blazek46@seznam.cz

1. Použitá data a metodika

V příspěvku byly vyhodnoceny hodinové teploty vzduchu, hodinové směry a rychlosti větru, denní úhrny srážek a denní doby trvání slunečního svitu ze stanic ČHMÚ Jeseník (O1JESE01, 502 m n. m.), Šumperk (O1SUMP01, 328 m n. m.) a Šerák (O1SERA01, 1 328 m n. m.) za poslední pětileté období 2017–2021. Polohy použitých stanic ukazuje obr. 1 (Lipina et al. 2021). Použitá data byla hodnocena zvlášť pro chladná (měsíce I–III a X–XII) a teplá (měsíce IV–IX) období roku.

Pro posouzení teplotního zvrstvení na obou stranách Jeseníků byla použita nepřímá metoda vertikálního pseudogradientu teploty vzduchu počítaného z teplot naměřených na stanicích v různých nadmořských výškách. Rein (1971) mj. uvádí, že metodu lze s úspěchem použít jen pro statistické posouzení frekvencí výrazně extrémních skupin případů, a navíc jen tam, kde při malé horizontální vzdálenosti použitých stanic (v praxi do 20–25 km) je dostatečně velká jejich vertikální odlehlost (v praxi přes 500 m). V tomto příspěvku byl pro každou hodinu počítán vertikální pseudogradient z hodinových teplot pro stanice Jeseník/Šerák (odlehlost vertikální 826 m, horizontální 7,2 km) a Šumperk/Šerák (odlehlost vertikální 1000 m, horizontální 25,8 km mírně nad uvedenou horní hranici). Vzhledem k tomu, že severní stanice Jeseník je umístěna o cca 170 m výše než jižní stanice Šumperk, byly pro porovnání teplotních poměrů na severní a jižní straně Jeseníků rovněž použity odhady teploty pro fiktivní stanici Šumperk*. Tyto odhady byly pro potřeby tohoto příspěvku získány přepočítáním teploty na stanici Šumperk na nadmořskou výšku stanice Jeseník pomocí pseudogradientu Šumperk/Šerák.



Obr. 1 Meteorologické stanice v oblasti Jeseníků.

2. Výsledky

2.1 Směry a rychlosti větru

Větrné růžice hodnocených stanic v chladných a teplých obdobích roku ukazují (obr. 2), že na hřebenové stanici Šerák převládají, zejména v chladném období, jihozápadní a západní větry, v teplém období jsou proti chladnému období četnější zejména východní větry. Na stanici se prakticky téměř nevyskytuje bezvětří. Na stanici Jeseník v chladném období větrná růžice vcelku odpovídá poloze stanice vzhledem k okolní orografii (viz obr. 1), v teplém období při vysoké četnosti bezvětří vcelku překvapivě převládá severní proudění. V Šumperku je proudění poměrně výrazně ovlivněno polohou

Tab. 1 Základní statistické charakteristiky hodinových rychlostí větru RV [$m \cdot s^{-1}$].

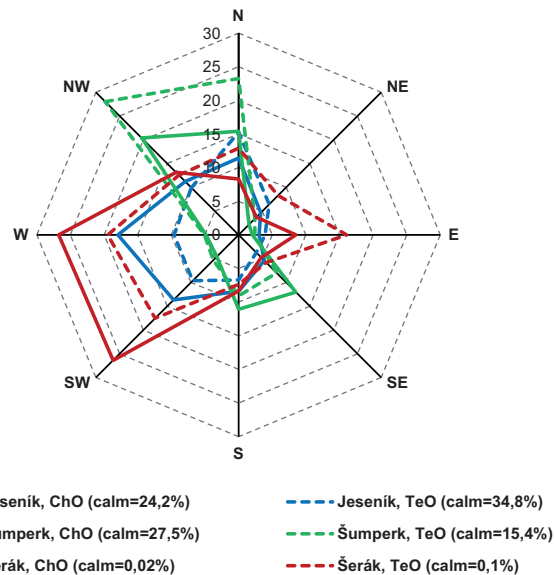
		Chladné období (I–III, X–XII)			Teplé období (IV–IX)		
		Šerák	Jeseník	Šumperk	Šerák	Jeseník	Šumperk
calm (RV<0,5)		0,02	24,2	27,5	0,05	34,8	15,4
Relativní četnosti hodin s danou RV [%]	1 $m \cdot s^{-1}$	2,2	27,3	35	3,7	29,3	34,6
	2 $m \cdot s^{-1}$	5,5	23,4	19,1	12,7	20,9	24,9
	3–5 $m \cdot s^{-1}$	32,3	22,7	16,9	52,6	14,6	23,1
	6–10 $m \cdot s^{-1}$	46	2,3	1,5	28,6	0,4	2
	> 10 $m \cdot s^{-1}$	13,9	0,02	0,005	2,3	0	0,005
25. percentil		4,2	0,5	0	2,9	0	0,8
Aritmetický průměr		6,7	1,6	1,4	4,6	1,2	1,7
75. percentil		8,9	2,5	2	6	1,9	2,5
Maximum		20	12,2	10,5	16	8,6	11,6

stanice na začátku údolí orientovanému k severozápadu směrem k Hanušovicím. V teplém období je zde proti chladnému období, na rozdíl od Jeseníku, výrazně nižší četnost bezvětří.

Na Šeráku je dle očekávání proto stanicím Jeseník a Šumperk o cca $5 m \cdot s^{-1}$ v chladném období a o cca $3 m \cdot s^{-1}$ v teplém období vyšší průměrná rychlost větru (tab. 1) a naopak zde jsou výrazně nižší četnosti termínů s bezvětřím a s malou rychlostí větru. V Jeseníku jsou rychlosti větru v chladném období proti stanici Šumperk poněkud vyšší, v teplém období je naopak výrazněji větrnější Šumperk.

2.2 Teplotní zvrstvení

V chladném období je dle většiny uvedených charakteristik (tab. 2) pro pseudogrady Šumperk/Šerák, respektive Jeseník/Šerák, stabilnější teplotní zvrstvení na jižní straně Jeseníků. V teplém období je dle uvedených charakteristik teplotní zvrstvení na obou stranách Jeseníků velmi podobné. V letech 2017–2021 se na severní straně Jeseníků vyskytlo v chladném období celkem 73 dnů s průměrným denním pseudogradientem teploty vzduchu menším než $0,2 \text{ } ^\circ\text{C}/100\text{ m}$, zatímco na jižní straně bylo takových dnů 132 a v teplém období pouze 5, respektive 6.



Obr. 2 Větrné růžice hodnocených stanic.

 Tab. 2 Základní statistické charakteristiky průměrných denních pseudogradientů PDpG [$^\circ\text{C}/100\text{ m}$].

		Chladné období (I–III, X–XII)		Teplé období (IV–IX)	
		Jeseník/Šerák	Šumperk/Šerák	Jeseník/Šerák	Šumperk/Šerák
Minimum		-1,11	-1,23	-0,06	-0,01
25. percentil		0,48	0,29	0,51	0,5
Aritmetický průměr		0,59	0,46	0,62	0,61
75. percentil		0,78	0,7	0,74	0,74
Maximum		1,04	1,15	1	1
Průměrný počet dnů s danou hodnotou PDpG	PDpG < -0,1 $^\circ\text{C}/100\text{ m}$	4,8	10,6	0	0
	PDpG -0,1 až 0,1 $^\circ\text{C}/100\text{ m}$	9,8	15,8	1	1,2
	PDpG 0,2 až 0,4 $^\circ\text{C}/100\text{ m}$	26,6	43,2	22,8	28,6
	PDpG 0,5 až 0,7 $^\circ\text{C}/100\text{ m}$	83,8	81,8	117,8	111,2
	PDpG > 0,7 $^\circ\text{C}/100\text{ m}$	57,2	30,8	41,4	42

2.3 Teplota vzduchu

Průměrné denní teploty jsou na stanici Šerák v obou ročních obdobích o cca 5 °C nižší než v Jeseníku a Šumperku. V chladném období je průměrná teplota vzduchu v Jeseníku o 0,2 °C vyšší než v Šumperku, v teplém období je naopak Šumperk teplejší o 1,0 °C. Odhady teploty pro fiktivní stanici Šumperk* (tj. pro stejnou nadmořskou výšku jakou má stanice Jeseník) ukazují, že v chladném období bylo na šumperské straně Jeseníků v průměru o 1 °C chladněji než na severní straně a průměrně se zde v chladném období vyskytuje o 8 dnů se zápornou průměrnou denní teplotou více. V teplém období jsou podle tohoto vyhodnocení teplotní poměry na obou stranách Jeseníků velmi podobné.

Tab. 3 Základní statistické charakteristiky průměrných denních teplot PDT [°C].

		Chladné období (I–III, X–XII)				Teplé období (IV–IX)			
		Šerák	Jeseník	Šumperk	Šumperk*	Šerák	Jeseník	Šumperk	Šumperk*
Minimum		-20,5	-13,7	-16,5	-16,8	-8,6	-2	-0,3	-1,7
25. percentil		-5,4	-0,8	-0,4	-1,3	5,8	11,4	12,1	11,1
Aritmetický průměr		-1,8	3,1	2,9	2,1	9,2	14,3	15,3	14,2
75. percentil		1,6	6,6	6,3	5,5	13,3	18	19	17,9
Maximum		14,5	18,5	18,4	17	20,5	27,5	25,9	24,9
Průměrný počet dnů s danou hodnotou PDT	PDT < -10 °C	10	2,6	2,6	3				
	PDT < 0 °C	119	52,8	49,4	60,6				
	PDT < 13 °C	181	174	180	180	134	65	53,8	66,8
	PDT > 20 °C					0,6	19,6	32,4	19,2

2.4 Atmosférické srážky

Úhrny srážek jsou v Jeseníku v chladném období o 67 mm a v teplém období dokonce o 264 mm větší než v Šumperku a představují v chladném období 127 a v teplém období 164 % úhrnů srážek v Jeseníku. Větší množství srážek v chladném období ale v Jeseníku spadne v průměru (až na jeden den) ve stejném počtu dnů.

Tab. 4 Základní charakteristiky denních úhrnů srážek DUS [mm].

		Chladné období (I–III, X–XII)			Teplé období (IV–IX)		
		Šerák	Jeseník	Šumperk	Šerák	Jeseník	Šumperk
Průměrný úhrn za období [mm]		510	315	248	744	674	410
Průměrný počet dnů s danou hodnotou DUS	DUS > 0,4 mm	94	64	63	78	73	60
	DUS > 4,4 mm	39	19	19	45	40	26

2.5 Sluneční svit

V chladném období je průměrná doba trvání slunečního svitu v Jeseníku delší o 115 hodin (126%) než v Šumperku a v průměru je v Jeseníku počet dnů se slunečním svitem 5 hodin a více o 9 dnů větší. V teplém období je ale doba trvání slunečního svitu v Jeseníku o 132 hodin kratší (90%) a počet dnů se slunečním svitem 5 hodin a více je o 12 dnů menší.

Tab. 5 Základní charakteristiky denní doby trvání slunečního svitu dtSS [hod].

		Chladné období (I–III, X–XII)			Teplé období (IV–IX)		
		Šerák	Jeseník	Šumperk	Šerák	Jeseník	Šumperk
Průměrná doba trvání [hod]		467	560	445	1090	1141	1273
Průměrný počet dnů s danou hodnotou dtSS	dtSS > 0,4 hod	89	120	95	154	163	168
	dtSS > 4,4 hod	43	49	40	93	104	116

Poděkování:

Autor příspěvku děkuje ČHMÚ za poskytnutí dat a zpracování obr. 1.

Literatura:

LIPINA, P., ŘEPKA, M., ŠUSTKOVÁ, V., 2021. Meteorologická staniční síť ČHMÚ v roce 2020. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 5, s. 149–164. ISSN 0026-1173.

REIN, F., 1971. Znečištění ovzduší a mezní vrstva atmosféry z hlediska klimatologie. *Meteorologické zprávy*, roč. 24, č. 3–4, s. 74–79. ISSN 0026-1173.

Česká meteorologická společnost [online]: Elektronický meteorologický slovník (eMS) [cit 09.03.2022]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz>.

Extrémní srážky na Milešovce

Vojtěch Bližňák, Petr Zacharov

Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Boční II 1401, 141 00, Praha 4-Spořilov, bliznak@ufa.cas.cz

1. Úvod

Minutová měření srážek se na meteorologické stanici Milešovka provádějí kontinuálně od srpna 1997, kdy byla observatoř vybavená automatickou meteorologickou stanicí firmy Vaisala. Součástí stanice je i člunkový a váhový srážkoměr poskytující měření úhrnů srážek v minutových intervalech. Měření srážek v tak vysokém časovém kroku představuje velmi cennou informaci především při studiu časové distribuce krátkodobých intenzivních srážek pocházejících z konvektivní oblačnosti a rovněž při posuzování jejich extremity, což je jedním z hlavních cílů prezentovaného příspěvku.

2. Data

Data použitá v této práci zahrnují minutové úhrny srážek naměřené člunkovým (1998–2006) a váhovým (2007–2021) srážkoměrem na meteorologické stanici Milešovka. Člunkový srážkoměr byl využíván pro měření minutových úhrnů srážek do listopadu 2006, kdy došlo k jeho přesunu z jihovýchodní do západní části observatoře. Současně byl na novou lokalitu instalován i váhový srážkoměr, který zajišťuje měření minutových úhrnů srážek od tohoto období do současnosti.

Člunkový srážkoměr zaznamenává pomocí magnetu počet elektrických impulzů vyvolaných překlacením naplněného člunku odpovídající úhrnu srážek 0,1 mm. Při následné analýze dat je však nutné počítat s jistou mírou nejistoty měření. V tomto případě se může jednat např. o únik části srážek při překlácení člunku během intenzivní srážkové události nebo množství vody v člunku, které již není dostatek pro jeho překlacení (Strangeways 2010).

Váhový srážkoměr poskytuje ve srovnání s člunkovým srážkoměrem mnohem přesnější data, protože jeho měření je založeno na vážení nádoby zachycující padající srážky. Odstraňuje nedostatky jednoduššího člunkového srážkoměru, protože zachytí a ihned vyhodnotí jak kapalné, tak i tuhé srážky (sníh, krupky nebo kroupy) a jeho přesnost není závislá na intenzitě srážek. Pro zachycení tuhých srážek je využívána ekologická nemrznoucí kapalina umístěná ve vážené nádobě. Kromě toho, samovolný výpar z hladiny vážené nádoby je potlačen použitím vrstvy silikonového oleje na povrchu vážené kapaliny (slovník ČMeS 2021).

3. Metody

3.1 Metody zpracování minutových úhrnů srážek

Data 1min úhrnů srážek naměřených oběma typy srážkoměrů byla spojena do jednoho souboru a následně akumulována v čase za 10, 30, 60, 120, 180, 360, 720 a 1440 min. Je nutné zdůraznit, že všechny doby akumulace byly počítány s klouzavým časovým oknem 1 minuta umožňující zachytit skutečné maximální hodnoty úhrnů srážek (Hershfield 1961).

3.2 Metody pro výběr extrémních událostí

Výběr extrémních událostí je dán relativními prahovými hodnotami úhrnů srážek pro dané doby akumulace (viz tab. 1). Obecně je možno říci, že čím kratší je doba akumulace, tím nižší je počet extrémních hodnot, což je do jisté míry dáno aplikovanou metodou klouzavých úhrnů. Z tohoto důvodu byly použity odlišné hodnoty percentilů pro různé doby akumulací úhrnů srážek. Jejich konkrétní výše byla stanovena subjektivně s ohledem na počet dat v každé kategorii. Vyšší hodnoty percentilů byly aplikovány pro výpočet prahových hodnot u krátkých dob akumulací ve srovnání s delšími dobami akumulací. Pro odlišení extrémnosti aplikovaných prahů budeme v následujícím textu používat termíny „méně extrémní úhrny“ (percentil 1; modrá barva), „středně extrémní úhrny“ (percentil 2; zelená barva) a „nejextrémnější úhrny“ (percentil 3; červená barva).

Pro každou dobu akumulace byly následně vypočítány výše úhrnů srážek pro daný percentil a úhrny srážek, jejichž hodnota byla rovná nebo převyšovala danou hodnotu, byly považovány za extrémní. Kromě toho byla pro každou dobu akumulace vybrána roční a absolutní maxima, jejichž hodnota je s ohledem na extremitu srážek lépe porovnatelná s hodnotami z ostatních srážkoměrných stanic.

Tab. 1 Hodnoty percentilů (2., 4. a 6. sloupec) a odpovídající hodnoty úhrnů srážek (3., 5. a 7. sloupec) použité pro výběr extrémních úhrnů srážek pro různé doby akumulace. Modře jsou zvýrazněny hodnoty 1. percentilu („méně“ extrémní), zeleně 2. percentilu („středně“ extrémní) a červeně 3. percentilu (nejextrémnější).

Doba akumulace [min]	Percentil 1		Percentil 2		Percentil 3	
	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]
1	99,99	0,5	99,999	1,3	99,9995	1,6
10	99,9	1,1	99,99	4,0	99,995	5,4
30	99,9	2,9	99,99	9,1	99,995	11,8
60	99,9	5,3	99,99	13,4	99,995	16,3
120	99,5	4,1	99,9	8,9	99,99	18,1
180	99,5	5,8	99,9	11,9	99,99	23,5
360	99	6,9	99,5	9,8	99,9	17,6
720	99	11,5	99,5	15,3	99,9	26,3
1440	99	17,3	99,5	22,5	99,9	37,7

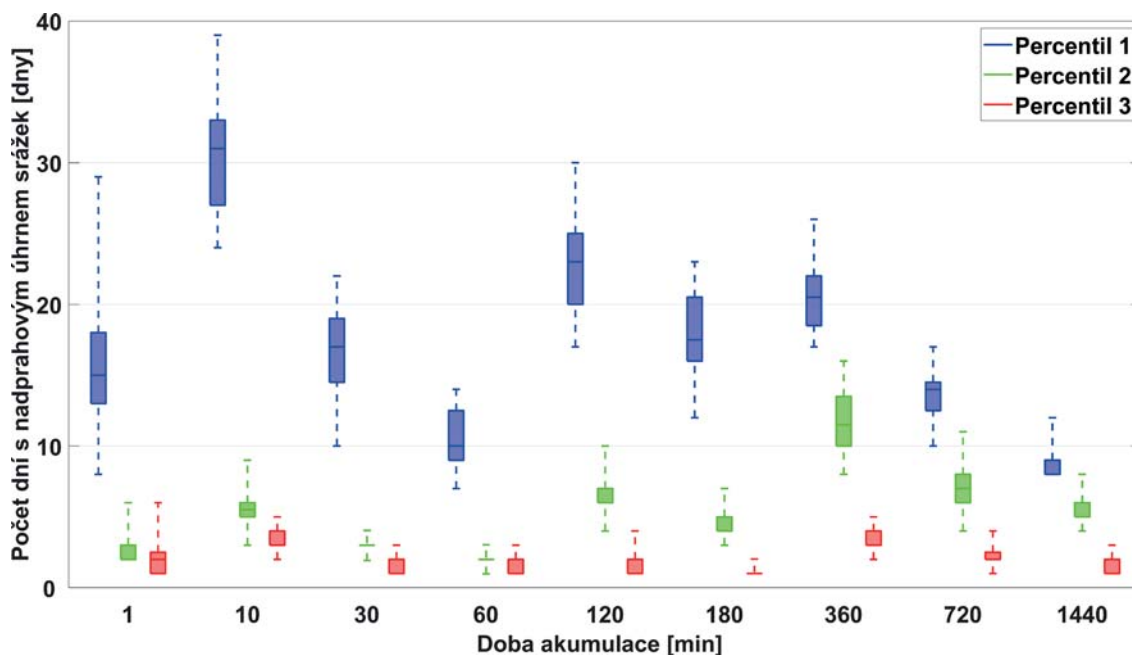
4. Výsledky a diskuze

4.1 Distribuce extrémních úhrnů srážek

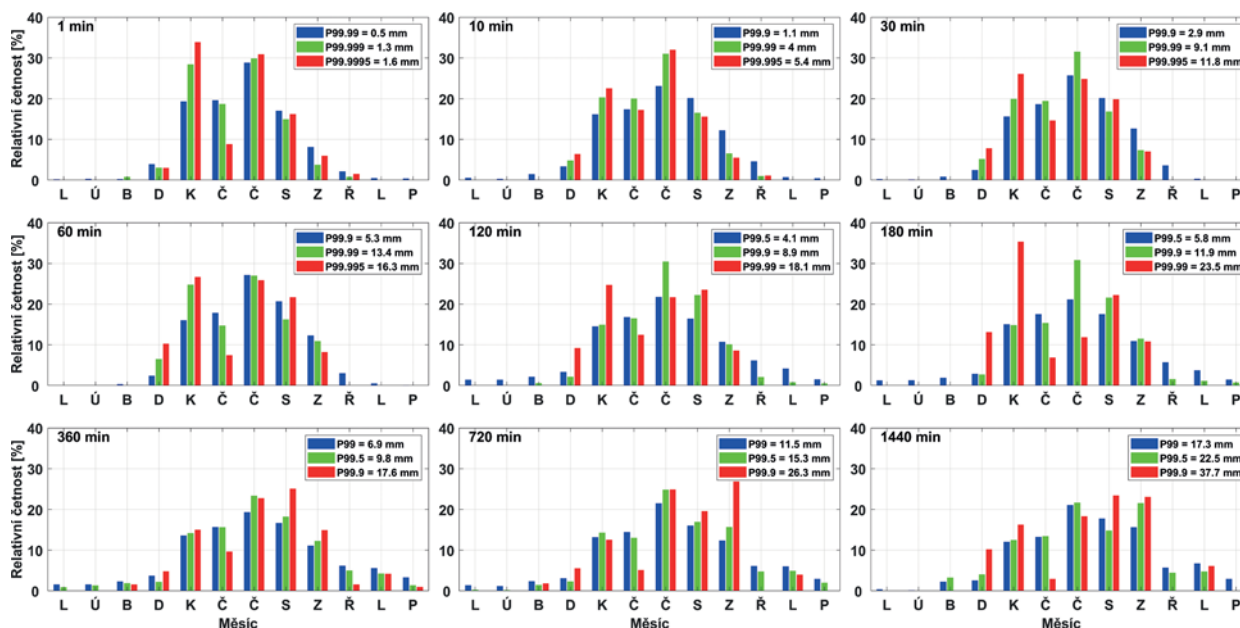
Meziroční srovnání četností extrémních úhrnů srážek nevykazovalo za zpracované období žádný jasný trend, přičemž výskyt jak nadprahových, tak maximálních ročních úhrnů byl spíše nahodilý. Počet dní v roce s méně extrémními úhrny (percentil 1) se pohybuje v rozmezí 8–40 v závislosti na době akumulace (viz obr. 1). Naopak nejextrémnější úhrny (percentil 3) jsou pozorovány pouze v jednotkách dnů v roce. Jelikož se jedná téměř výlučně o srážky pocházející z konvektivní oblačnosti, je jejich výskyt vázán na teplou polovinu roku (duben–říjen). To se týká především velmi krátkodobých úhrnů srážek (1–60 min) s vysokou intenzitou. S prodlužující se dobou akumulace pak přirozeně roste i počet výskytů extrémních událostí v zimních obdobích (obr. 2).

4.2 Extremita silných srážek na Milešovce

Absolutní maxima úhrnů srážek však nejsou ve srovnání s hodnotami z ostatních meteorologických stanic výrazně extrémní, což je do značné míry dáno i polohou stanice. Jako příklad lze uvést maximální hodinový úhrn 33,6 mm, který byl naměřený 22. dubna 2014 ve 12:20 UTC, kdy se v nevýrazném tlakovém poli vyvinula nad Milešovkou konvektivní bouře lokálního charakteru. Výrazně vyšší hodinové úhrny byly však v nedávné historii naměřeny na stanicích nacházejících se spíše v nižších nadmořských výškách. Příkladem může být hodinový úhrn 68,2 mm, který byl 7. července 2001



Obr. 1 Krabicové grafy počtu dní v roce s úhrny srážek rovnými nebo převyšujícími daný percentil (odlišeno barvou; viz tab. 1) pro dané doby akumulací na Milešovce v období 1998–2021.



Obr. 2 Roční chod extrémních úhrňů srážek pro dané doby akumulaci na Milešovce v období 1998–2021. V levém horním rohu každého panelu je uvedena doba akumulace a výše percentilu je zobrazena v pravém horním rohu.

naměřen ombrografem na stanici Františkovy Lázně (L3FRAL01; 435 m n. m.) při přechodu výrazné studené fronty, na které se kromě přívalových srážek tvořily také nebezpečné konvektivní jevy (Šálek a kol. 2002). Jiným příkladem může být stanice Hejnice (396 m n. m.), kde 7. srpna 2010 v rozmezí 07:00–08:00 UTC spadlo 57,6 mm srážek (Kubát a kol. 2010). Uvedené zjištění potvrzuje skutečnost, že nejvyšší krátkodobé úhrny srážek jsou zpravidla pozorovány v rozmezí nadmořských výšek 300–600 m n. m. (např. Bližňák, Sokol 2008).

5. Závěr

Hodnocené období 24 let představuje již poměrně dlouhou časovou řadu, jejíž zpracování poskytuje robustní statistické údaje o časové distribuci extrémních sub-denních úhrňů srážek. Na základě zjištěných výsledků je možné konstatovat, že hodnoty absolutních maxim úhrňů srážek na různých časových škálách (1–1440 min) nejsou ve srovnání s hodnotami z ostatních meteorologických stanic výrazně extrémní. To může být dáno například specifickým tvarem a polohou stanice nacházející se na vrcholku izolované kuželové hory nebo i případnými problémy při vlastním měření intenzivních úhrňů srážek, které mohou být vlivem silného větru, který je na Milešovce typický, podhodnocené.

Poděkování:

Tato práce vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR, projekt SS01020366 a projekt SS02030040.

Literatura:

BLIŽŇÁK, V., SOKOL, Z., 2008. Plošné rozložení krátkodobých srážek na území České republiky s využitím meteorologických radarů. *Meteorologické zprávy*, roč. 61, č. 6, s. 176–184. ISSN 0026-1173.

ČMeS (Česká meteorologická společnost) [online]: Elektronický meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS) [cit 03. 03. 2022]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>.

HERSHFIELD, D. M., 1961. Rainfall frequency atlas of the United States for durations from 30 minutes to 24 hours and return periods from 1 to 100 years. Weather Bureau Technical Paper No. 40, US Department of Commerce, Washington DC.

KUBÁT, J., SANDEV, M., VALERÍANOVÁ, A., ŠERCL, P., ŠREJBER, J., CHROUMAL, J., ČEKAL, R., BRTNÍKOVÁ, H., ŠIKULA, J., ŠTĚPÁNKOVÁ, P., 2010. Vyhodnocení povodní v srpnu 2010 – souhrnná zpráva, ČHMÚ, 131 s.

STRANGEWAYS, I., 2010. Precipitation: theory, measurement and distribution. Cambridge University Press, New York. ISBN 978-0-521-17292-9.

ŠÁLEK, M., SETVÁK, M., SULAN, J., VAVRUŠKA, F., 2002. Významné konvektivní jevy na území České republiky v letech 2000–2001. *Meteorologické zprávy*, roč. 55, č. 1, s. 1–8. ISSN 0026-1173.

Beskydy – měsíční klimatologické charakteristiky

Pavel Lipina¹, Veronika Šustková²

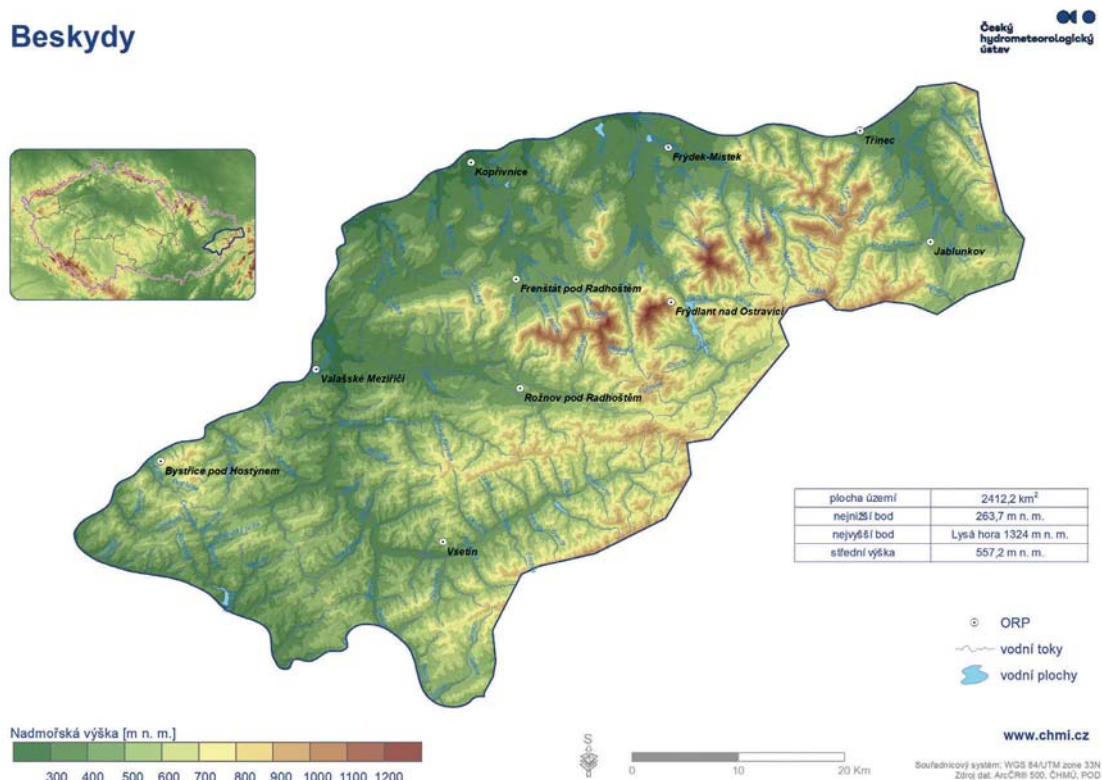
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182,
708 00 Ostrava-Poruba, ¹pavel.lipina@chmi.cz, ²veronika.sustkova@chmi.cz

1. Úvod

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava působí v oblasti severovýchodní Moravy a Slezska. Hranice pobočky je vymezena plochami povodí, konkrétně povodí horní Odry, horní Moravy a Bečvy a zasahuje tak do 4 krajů (celý Moravskoslezský a části Olomouckého, Zlínského a Pardubického kraje). Na tomto území se nachází několik pohoří. Rychlebské hory, Hrubý a Nízký Jeseník, masív Králického Sněžníku, Oderské vrchy, Moravskoslezské Beskydy, Javorníky a Hostýnské vrchy. Již delší čas, několik let, jsme přemýšleli, že bychom rádi zpracovali klimatologii těchto pohoří. Inspirovaly nás dřívější práce a studie o těchto územích, jako například zpracovaná klimatografie některých českých a slovenských pohoří, Atlas klimatu Česka, Atlas Karpat a úvahy o tvorbě Atlasu pohoří Česka. Pro regionální blízkost jsme rozhodli pro klimatologické zpracování Beskyd.

2. Beskydy

Označení pro pohoří nacházející se v severovýchodní části Česka, přilehlé části Slovenska a Polska. Je velmi obtížné Beskydy jednoznačně definovat. Zároveň však existuje mnoho kritérií, jak to udělat. Nejsprávnější by bylo Beskydy vymezit a popsat podle geomorfologických jednotek, ale ani v tomto případě by to nebylo jednoduché. Pro naše potřeby jsme vzali území Slezských Beskyd, Moravskoslezských Beskyd, Hostýnsko-vsetínské hornatiny, Javorníků, Podbeskydské pahorkatiny a jejich přilehlých částí. V této oblasti jsme vymezili území Beskyd jednoduše tak, že za Beskydy jsme vybrali území, kde se krajina zvedá z roviny do kopců. V místech údolí jsme Beskydy uzavřeli spojnici mezi kopci tak, aby nám vznikla uzavřená oblast, jak můžete vidět na přiložené mapě. Mnozí s tímto členěním jistě nebudou souhlasit, budou mít oprávněné výhrady, ale snad to bude pro většinu akceptovatelné. Pro zpracování a tvorbu charakteristik, jsme definovali



Obr. 1 Beskydy. Zájmová oblast klimatologických zpracování tohoto příspěvku.

Beskydy pouze na území Česka, odkud máme pro klimatologické charakteristiky dostatečné množství dat. Zobrazené území má rozlohu 2412,2 km² a průměrnou nadmořskou výšku 557 m n. m. Nejvyšší bod je vrchol Lysé hory (1 323 nebo 1 324 m n. m.) a nejnižší bod 264 m n. m. I když vybrané území tvoří jen 3,1 % rozlohy Česka, z meteorologického a klimatologického hlediska je významným a zajímavým pohořím republiky. Beskydy jistě nekončí na hranici s Polskem, ani Slovenskem. O tom ale až jindy.

3. Klimatologické charakteristiky pro Beskydy

Pro toto území (obr. 1) počítáme plošné charakteristiky jednotlivých meteorologických prvků z dat dostupných v klimatologické databázi ČHMÚ (CLIDATA) pro zvolené období (měsíc či rok). Klimatologické charakteristiky jsou počítány v prostředí GIS s využitím interpolačních metod, které začleňují vliv orografie ke zpřesnění určení prostorového rozložení jednotlivých meteorologických prvků.

Vypočtené charakteristiky zveřejňujeme vždy s určitým zpožděním od skončení popisovaného období. Je to dáno tím, že nějakou dobu trvá, než získáme všechna, nebo alespoň většinu dat charakterizovaného období, než je vložíme do databáze, zpracujeme a zkontrolujeme. Jistou prodlevu máme také v dostupnosti dat z okolních států. Předběžné charakteristiky za kalendářní měsíce jsou k dispozici zpravidla kolem desátého dne po skončení každého měsíce z automatizovaných stanic. U těchto dat může dojít a občas také dochází k jejich opravám, pokud nalezneme chyby.

Začali jsme hodnocením roku 2020 a postupně se snažíme zveřejňovat informace o průběhu počasí v měsíčním intervalu pro toto území. V době tvorby příspěvku jsou k dispozici klimatologické charakteristiky roku 2020 a 2021 a za jednotlivé kalendářní měsíce roku 2021. V tvorbě měsíčních a ročních charakteristik pokračujeme dále.

3.1 Klimatologické charakteristiky Beskyd na portále MeteoBeskydy

Jedním z impulzů začátku tvorby klimatologických charakteristik pro Beskydy byly aktivity meteorologických nadšenců a velkých fandů počasí nejen v Beskydech. Jejich projekt MeteoBeskydy (<https://www.meteobeskydy.com>) přináší zajímavé informace aktuálního stavu počasí, interpretace předpovědi počasí při zajímavých nebo nebezpečných situacích, meteorologickou osvětlu, sledování nadoblačných světelných jevů při přechodu velmi vzdálených bouří, fotodokumentaci a videoreportáže pro oblast Beskyd, meteorologický blog. Za poslední rok také klima Beskyd v měsíčním cyklu zpracování (<https://www.meteobeskydy.com/klimavbeskydech>).

3.2 Zpracování dat a mapové výstupy

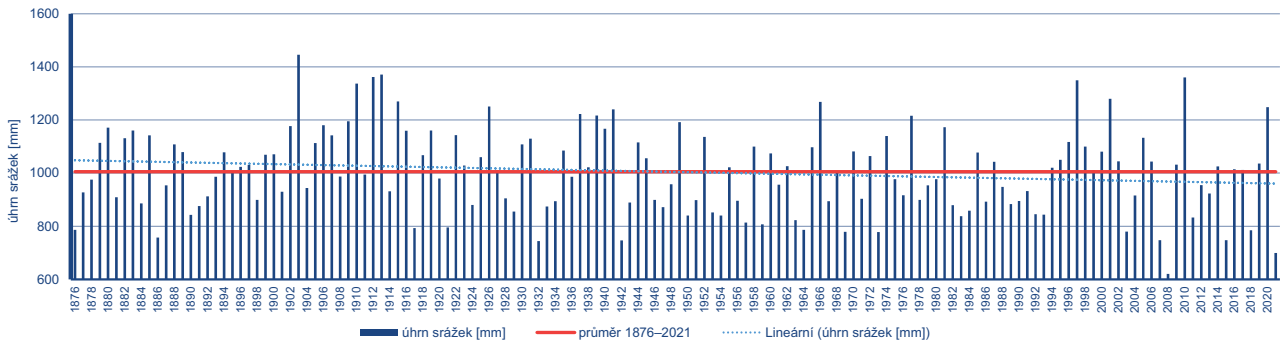
Jak jsme uvedli už dříve, pro zájmovou oblast Beskyd definovanou popisem a přiloženou mapou (obr. 1), zpracováváme pro kalendářní rok nebo příslušný měsíc klimatologické charakteristiky ze všech dostupných dat v klimatologické databázi ČHMÚ CLIDATA. Jedná se o data standardních klimatologických stanic ČHMÚ, sněhoměrných stanic ČHMÚ, doplňkových meteorologických stanic dostupných v databázi CLIDATA, data zahraničních meteorologických služeb v rámci příhraniční výměny (SHMÚ a IMGW) a srážkových dat podniků Povodí Odry a Moravy.

Protože nemáme ambici vytvářet operativní charakteristiky, přichází naše zpracování jednotlivých měsíců se zpožděním. Např. klimatologické charakteristiky za leden začínáme vytvářet až polovině března. Celý únor (tedy následující měsíc po zpracovávaném období) dochází ke sběru, importu, zpracování a kontrole standardních dat ČHMÚ. Doplňková data se importují do databáze dávkově, podle jejich dostupnosti a největší zpoždění mají zkontrolovaná klimatologická data zahraničních služeb (obvykle jsou dostupná okolo 10. dne po skončení „následujícího měsíce“, tj. pro lednová data je to 10. březen. Víme, že je to dost pozdě, ale pokud chceme pracovat pokud možno s kompletními a zkontrolovanými daty, tak jinou možnost nemáme.

Pro hlavní zpracovávané meteorologické prvky, tj. průměrnou měsíční teplotu vzduchu, měsíční úhrn srážek, měsíční délku trvání slunečního svitu a v zimě také pro měsíční úhrn nového sněhu počítáme plošné měsíční charakteristiky pro Beskydy, které porovnáváme s měsíčními charakteristikami území Beskyd zpracovány do historie s dostatečnou dostupností dat jednotlivých prvků pro toto území. První rok charakteristik (za rok 2020 a jednotlivé měsíce roku 2021) jsme porovnávali s historickými hodnotami měsíčních a ročních plošných charakteristik od roku 1951. Pro hodnocení celého roku 2021 a jednotlivých měsíců roku 2022 máme již dopočteny měsíční plošné hodnoty pro teplotu vzduchu od roku 1874, pro úhrn srážek od roku 1877, pro nový sníh od roku 1896 a délku trvání slunečního svitu od roku 1932.

Plošné charakteristiky jsme porovnávali s dlouhodobým průměrem za období let 1981–2010 pro charakteristiky za rok 2020 a jednotlivé měsíce roku 2021. Od klimatologického hodnocení roku 2021 a jednotlivých měsíců roku 2022 jsme začali používat nové „normálové období“ za období let 1991–2020.

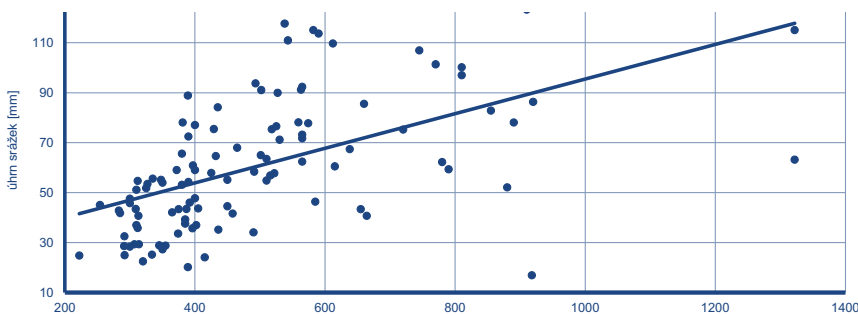
Tvorba klimatologických zpracování je postavena na grafickém, zejména mapovém zpracování. Protože definované území Beskyd zaujímá jen 3,1 % území republiky, není možné použít standardní počítané GIS výstupy ČHMÚ, které se počítají pro rastr o velikosti buněk 500×500 m nebo 1×1 km. Zvolená velikost buňky (pixelu) záleží na požadovaném rozlišení a pro provádění prostorových analýz musí být dostatečně malá na to, aby zachycovala požadovaný detail, ale zároveň



Obr. 2 Beskydy. Roční úhrn srážek (mm), podle vypočtených plošných charakteristik v GIS.

nesmí být příliš malá, aby výpočet nebyl neúměrně náročný na výkon počítače a čas. Beskydy jsou jako území z pohledu nadmořské výšky poměrně heterogenní a pro výpočet se nám jako nejlepší jeví vstupní grid o velikosti buňky 100×100 m. Podrobnější rozlišení např. 25×25 m, je výrazně časově náročnější. Pro představu výpočet jednoho rastru srážek trvá

přibližně 6 minut. Pro tvorbu prostorových charakteristik používáme interpolační metody zahrnující vliv orografie, a to metodu Orografické interpolace (autor Petr Šercl z ČHMÚ), Clidata-DEM a LLR (autor Martin Stríž).

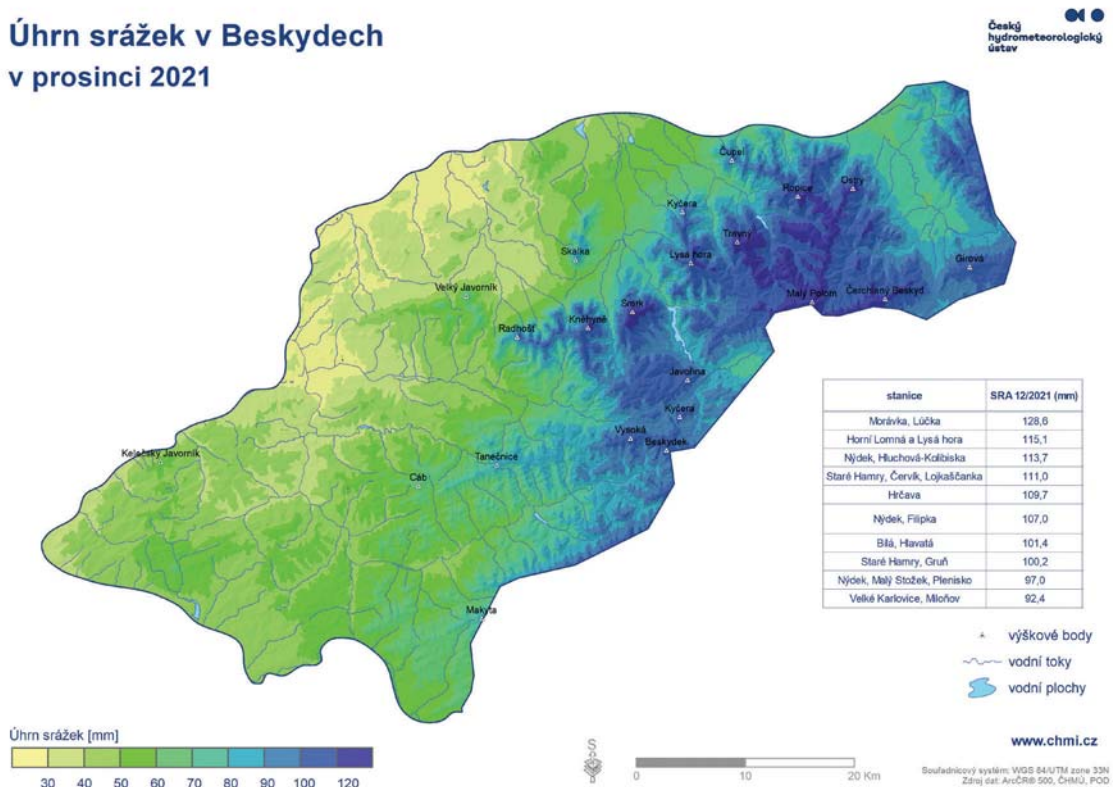


Obr. 3 Beskydy. Úhrn srážek (mm) v prosinci 2021, podle nadmořské výšky stanic.

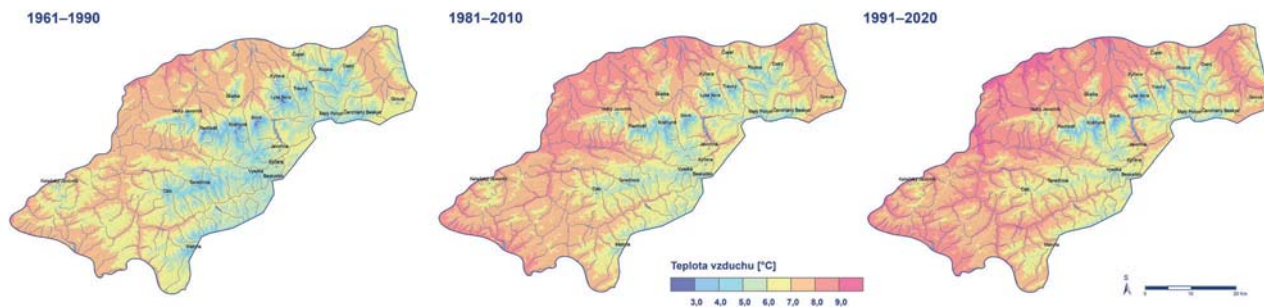
3.3 Klimatologické charakteristiky Beskyd pro konkrétní měsíc nebo rok

Pro definované území Beskyd provádíme klimatologické hodnocení plošných charakteristik

Úhrn srážek v Beskydech v prosinci 2021



Obr. 4 Beskydy. Úhrn srážek (mm) v prosinci 2021.



Obr. 5 Beskydy. Normály roční teploty vzduchu.

pro meteorologické prvky průměrná teplota vzduchu, úhrn srážek, délka trvání slunečního svitu a v zimě úhrn nového sněhu. Mapy, grafy a charakteristiky hodnot provádíme mimo výše uvedené prvky také pro maximální a minimální teplotu vzduchu a v zimě pro celkovou sněhovou pokrývku. Slovní hodnocení rovněž pro vodní hodnotu celkové sněhové pokrývky. Pro všechny výše uvedené prvky uvádíme i tabulkové hodnoty měsíčních hodnot ze všech dostupných stanic v zájmovém území Beskyd a jeho nejbližším okolí. Pro maximální a minimální teplotu vzduchu, úhrn srážek, úhrn nového sněhu a celkovou sněhovou pokrývku uvádíme pro každou stanici nejvyšší (nejnižší hodnotu v měsíci s datem výskytu).

Nejvyšší a nejnižší hodnoty jednotlivých klimatologických prvků každého kalendářního měsíce porovnáváme s maximy a minimy hodnoty konkrétního prvku pro celou ČR v daném měsíci nebo roce a také uvádíme historické české maximum nebo minimum tohoto prvku pro rok či měsíc. Tam, kde je to obvyklé porovnáváme hodnoty v Beskydech s ČR v počtech charakteristických dnů (den tropický, letní, mrazový, ledový, arktický, se srážkou, se sněžením, se sněhovou pokrývkou a se slunečním svitem). Klimatologické charakteristiky jednotlivých měsíců mají rozsah 12 až 15 stran formátu A4 (v zimě bývají rozsáhlejší než v létě).

Pro omezený rozsah tohoto příspěvku není možné zde uvést celý a kompletní přehled klimatologických charakteristik jednotlivých měsíců, či let proto doporučujeme zájemcům si konkrétní zpracované charakteristiky projít na již uvedené webové stránce MeteoBeskydy: <https://www.meteobeskydy.com/klimavbeskydech>.

4. Motivace k tvorbě charakteristik

Důvody tvorby charakteristik v měsíčním cyklu jsme popsali v úvodu příspěvku. Výhledovým cílem této výše popsané činnosti by měla být tvorba ucelené klimatologické publikace o Beskydech. K tomu, aby taková publikace vznikla, je zapotřebí velkého úsilí, hodně času a důkladné přípravy. Celý rok 2021 jsme počítali plošné měsíční a roční charakteristiky jednotlivých prvků v GIS pro Beskydy za období let 1951–2021. V roce 2022 počítáme tyto charakteristiky před rokem 1951. Vzniká tak cenná datová řada tohoto území.

Dalším neméně důležitým bonusem je kontrola dat. Nejlepší kontrolou dat je jejich používání. Při každoměsíčním zpracování klimatologických charakteristik Beskyd narazíme na určité množství chybějících nebo chybných dat, jak aktuálního měsíce, tak v historických datech. Chyby se snažíme ihned odpravovat, popř. doplňovat data chybějící.

Tím, že jsou charakteristiky „pravidelně“ zveřejňovány máme zpětnou vazbu čtenářů k případným chybám ve zpracování a formální úpravě textu (které se nám bohužel nevyhýbají) a víme, nebo tušíme, co čtenáře zajímá, co nám chybí, co je nesrozumitelné a kde je prostor něco zlepšit. Budeme rádi za jakékoliv připomínky, které povedou ke zlepšení naší práce a výstupů. Víme, že by se dalo zpracovat ještě více dat a pohledů, ale narazíme na naše časové kapacity, takže nějaký výrazný rozvoj v této záležitosti již pravděpodobně nebude možný.

Literatura:

ŠERCL, P., 2008. AGHydroInterpolace (Interpolační procedury pro ArcGIS). Uživatelská příručka. Praha: Český hydro-meteorologický ústav.

MeteoBeskydy, 2019. Meteo-Beskydy [online]. MeteoBeskydy [cit. 04. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.meteobeskydy.com/>.

Změna teploty vzduchu v období 1961–2020 na vybraných stanicích ČHMÚ v Krkonoších

Stanislava Kliegrová¹, Lucie Kašičková²

Český hydrometeorologický ústav, Oddělení meteorologie a klimatologie, Dvorská 410/102, 503 11 Hradec Králové, ¹stanislava.kliegrova@chmi.cz, ²lucie.kasickova@chmi.cz

1. Úvod

Dlouhodobá změna teploty vzduchu v horských oblastech Evropy byla analyzována například v článku Weber et al. (1997), kde byly porovnávány výsledky 29 stanic ze střední Evropy, z nízkých i vysokých nadmořských výšek. Vzestupné lineární trendy v řadách průměrné, maximální a minimální denní teploty vzduchu byly prokazatelné pro všechny zkoumané stanice za období 1901–1990, i když byly konstatovány menší rozdíly mezi horskými a nížinnými stanicemi, které byly různé pro různá kratší období. Podle Auera et al. (2007) se v Alpách průměrná roční teplota vzduchu od konce 19. století do konce 20. století zvýšila dvojnásobně oproti průměru na severní polokouli, přibližně o 2 °C. To, že se klima Krkonoš a dalších pohoří v České republice mění, bylo konstatováno už například v článku Kliegrová et al. (2009). Zde z hlediska průměrné teploty vzduchu odpovídal její růst v Krkonoších ve sledovaném období 1961 až 2007 změně (poklesu) nadmořské výšky v ročních průměrech o cca 200 m, ale na konci jara a v létě (květen až srpen) dokonce o cca 300–600 m. Teplotními a srážkovými poměry Ostravska v období 1961–2013 se zabývá Blažek et al. (2015). Z průměrné hodnoty trendu je zde konstatováno zvýšení průměrné roční teploty vzduchu na jednotlivých stanicích o 1,6 °C za uvedené období 1961–2013. Zvyšování teploty vzduchu na vybraných krkonošských stanicích za období 1961–2016 bylo analyzováno také v Kliegrová, Kašičková (2019).

2. Data a způsob zpracování

Pro analýzu byly použity technické řady průměrné denní teploty vzduchu ze stanic ČHMÚ Labská bouda, Pec pod Sněžkou, Harrachov a Hradec Králové za období 1961–2020. Technická řada je řada měření, která byla homogenizovaná a doplněná o chybějící hodnoty. Více k metodice doplnění, procesu kontroly kvality dat a jejich opravách, včetně metod homogenizace uvádí Štěpánek et al. (2011). Bližší informace o umístění stanic k 31. 12. 2020 a historii měření jsou uvedeny v tabulce 1. V této tabulce jsou uvedena období, kdy stanice měřily v manuálním režimu, a odkdy potom byly automatizované, jsou tam zaznamenána přerušení i počet stěhování, vše ve sledovaném období 1961–2020. Některé stanice se během období 1961–2020 stěhovaly, například stanice Harrachov dokonce třikrát. Toto jsou skutečnosti, které mohou mít na kvalitu technických řad, a tím i na předkládané výsledky, vliv.

Tab. 1 Poloha stanic ČHMÚ.

Stanice	Nadmořská výška (m n. m.)	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Manuální stanice	Automatická stanice	Počet stěhování
Labská bouda	1315	50°46'12"	15°32'42"	01.01.1979–30.09.1999	04.10.2002–31.12.2020	0
Pec pod Sněžkou	816	50°41'31"	15°43'44"	01.01.1961–31.12.1971, 01.02.1988–31.12.2003	01.01.2004–31.12.2020	1
Harrachov	675	50°46'54"	15°25'12"	01.01.1961–30.04.1963, 01.05.1963–19.01.1976, 20.01.1976–30.04.2012	01.05.2012–31.12.2020	3
Hradec Králové	278	50°10'40"	15°50'18"	01.01.1961–31.12.1998	01.01.1999–31.12.2020	0
Pec pod Sněžkou	816	50°41'31"	15°43'44"	01.01.1961–31.12.1971, 01.02.1988–31.12.2003	01.01.2004–31.12.2020	1
Harrachov	675	50°46'54"	15°25'12"	01.01.1961–30.04.1963, 01.05.1963–19.01.1976, 20.01.1976–30.04.2012	01.05.2012–31.12.2020	3
Hradec Králové	278	50°10'40"	15°50'18"	01.01.1961–31.12.1998	01.01.1999–31.12.2020	0

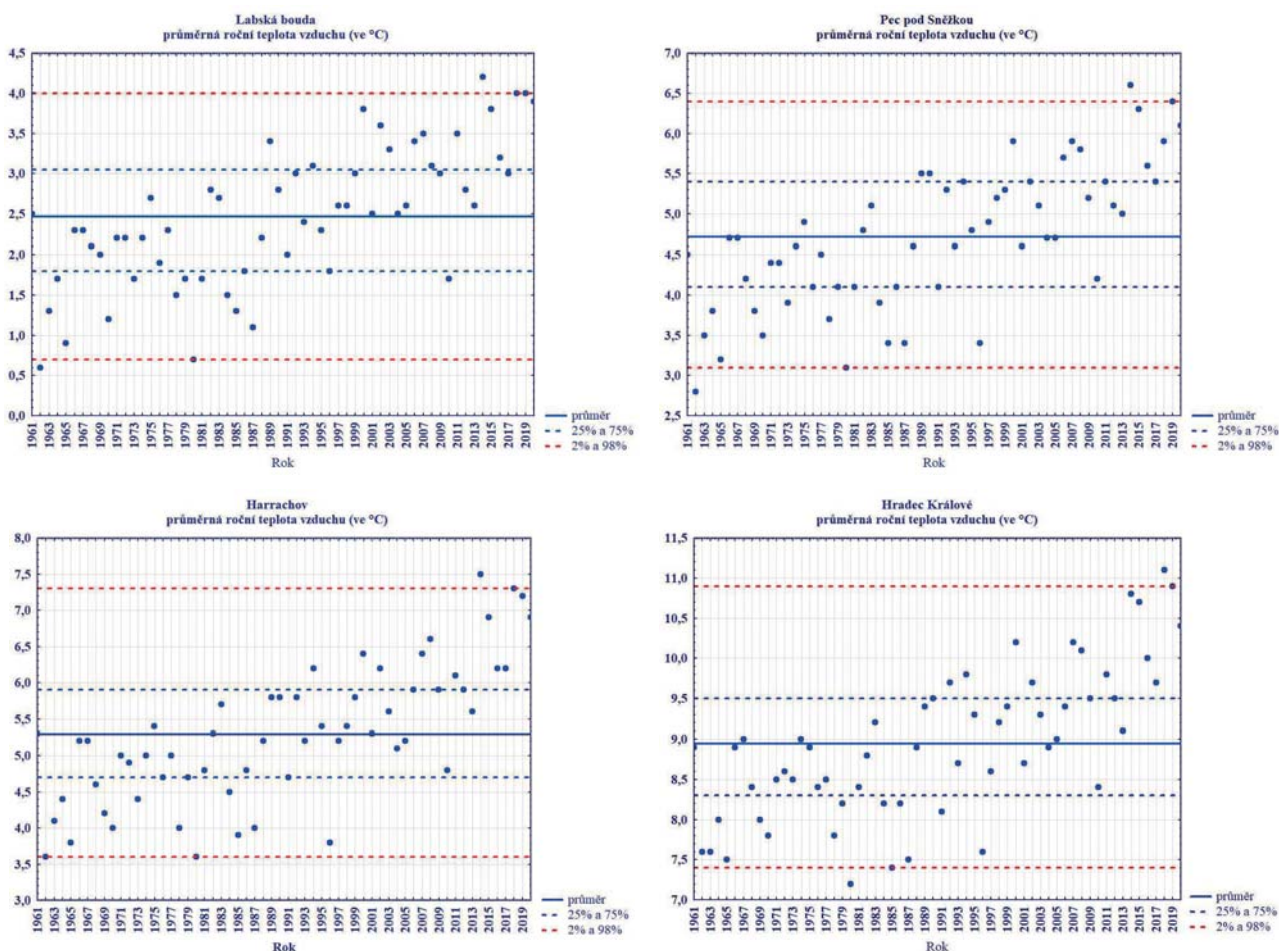
3. Analýza a výsledky

3.1 Porovnání průměrné teploty vzduchu v období 1961–1990 a 1991–2020

Ve sledovaném období 1991–2020 byl zaznamenán nárůst průměrné teploty vzduchu oproti období 1961–1990 na všech sledovaných stanicích a ve všech ročních obdobích. Největší nárůst teploty vzduchu byl pozorován v létě (o 1,5 až 1,8 °C) a naopak nejmenší na podzim (o 0,6 až 0,7 °C). Průměrná roční teplota vzduchu se zvýšila cca o 1,1 až 1,2 °C (tab. 2).

Tab. 2 Průměrná sezónní a roční teplota vzduchu v období 1961–1990 a 1991–2020 a jejich srovnání.

Stanice	Zima	Jaro	Léto	Podzim	Rok
1961–1990					
Labská bouda	-5,8	0,8	9,7	2,9	1,9
Pec pod Sněžkou	-4,2	3,5	12,5	4,9	4,2
Harrachov	-3,8	4,0	13,1	5,4	4,7
Hradec Králové	-0,9	8,4	17,2	8,7	8,4
1991–2020					
Labská bouda	-4,6	2,0	11,3	3,5	3,0
Pec pod Sněžkou	-3,0	4,6	14,0	5,4	5,3
Harrachov	-2,6	5,4	14,7	6,1	6,9
Hradec Králové	0,2	9,6	19,0	9,4	9,5
ROZDÍL					
Labská bouda	1,1	1,2	1,6	0,6	1,1
Pec pod Sněžkou	1,2	1,1	1,5	0,6	1,1
Harrachov	1,2	1,1	1,6	0,6	1,2
Hradec Králové	1,1	1,2	1,8	0,7	1,2



Obr. 1 Průměrná roční teplota vzduchu v období 1961–2020 na horských stanicích a v Hradci Králové.

3.2 Dlouhodobý vývoj teploty vzduchu

Průměrná roční teplota vzduchu na jednotlivých stanicích byla porovnávaná s dlouhodobými charakteristikami období 1961–2020. Pro každou stanicí byl vypočítán dlouhodobý roční průměr a kvantily (2 %, 25 %, 75 % a 98 %). Za normální teplotu vzduchu je považována ta, která se nachází v rozmezí kvantilů 25 % a 75 %, Teplota vzduchu pod kvantilem 2 % je definována jako teplota mimořádně podnormální, naopak nad kvantilem 98 % jako teplota mimořádně nadnormální, Z obr. 1 je patrný nárůst počtu teplotně nadnormálních a mimořádně nadnormálních roků, a naopak pokles počtu roků teplotně podnormálních a mimořádně podnormálních.

Na všech stanicích je patrný postupný nárůst průměrné teploty vzduchu v jednotlivých po sobě následujících dekádách celého období. Při porovnání nárůstu průměrné teploty vzduchu mezi za sebou následujícími dekádami se na všech stanicích nejrychleji oteplevalo v druhé dekádě 21. století oproti dekádě předcházející, druhá největší změna byla na všech stanicích zaznamenána při porovnání poslední dekády 20. století oproti dekádě předcházející (tab. 3).

Tab. 3 Nárůst průměrné teploty vzduchu vždy mezi po sobě následujícími dekádami období 1961–2020.

Dekáda	Labská bouda	Pec pod Sněžkou	Harrachov	Hradec Králové
(71–80) – (61–70)	0,2	0,3	0,2	0,2
(81–90) – (71–80)	0,2	0,3	0,3	0,2
(91–00) – (81–90)	0,5	0,5	0,4	0,5
(01–10) – (91–00)	0,3	0,2	0,3	0,3
(11–20) – (01–10)	0,6	0,6	0,9	0,9

4. Závěr

Byly zpracovány technické řady denní teploty vzduchu pro vybrané stanice ČHMÚ v oblasti Krkonoš a pro Hradec Králové. Kratší doby měření a stěhování některých stanic mohly výsledky do jisté míry ovlivnit. Průměrná roční teplota vzduchu se v období 1991–2020 (v porovnání s obdobím 1961–1990) zvýšila na sledovaných stanicích o 1,1 až 1,2 °C, přičemž zvýšení v létě bylo nejvýraznější a na podzim naopak nejmenší.

Na všech stanicích je také patrný postupný nárůst průměrné teploty vzduchu v jednotlivých po sobě následujících dekádách celého období.

Literatura:

- AUER, I, et al., 2007. HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *Int. J. Climatol.*, **27**: 17–46, doi:10.1002/joc.1377.
- BLAŽEK, Z., LIPNA, P., TOLASZ, R., 2015. Teplotní a srážkové poměry Ostravska v období 1961–2013. *Meteorologické zprávy*, roč. **68**, č. 5, s. 129–140.
- KLIEGROVÁ, S., METELKA, L., MATERNA, J., 2009. Mění se klima Krkonoš? *Krkonoše – Jizerské hory*, č. 3, s. 24–25.
- KLIEGROVÁ, S., KAŠIČKOVÁ, L., 2019. Změny teploty vzduchu a úhrnů srážek v období 1961–2016 v Krkonoších, *Meteorologické zprávy*, roč. **72**, č. 3, s. 88–93.
- ŠTĚPÁNEK, P. et al., 2011. Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii, Praha: Český hydrometeorologický ústav, 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.
- WEBER, R. O. et al., 1997. 20Th-Century Changes of Temperature in the Mountain Regions of Central Europe, In: Diaz H.F., Beniston M., Bradley R.S. (eds): *Climatic Change at High Elevation Sites*, Springer, Dordrecht.

Měření a vyhodnocení krátkodobých srážek v horských a vyšších polohách

Lenka Crhová¹, Anna Valeriánová²

¹ Český hydrometeorologický ústav, oddělení všeobecné klimatologie, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4, lenka.crhova@chmi.cz

² Český hydrometeorologický ústav, odbor klimatologie, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4, anna.valerianova@chmi.cz

1. Úvod

Pravidelné měření intenzit srážek začalo v České republice (ČR) v roce 1898, kdy zde měřilo 18 mechanických ombrografů (Květoň et al. 2004), a s výjimkou válečných období počet přístrojů na našem území postupně rostl. V 90. letech měřilo v síti ČHMÚ přes 200 ombrografů (Květoň et al. 2004). Měření ombrografů bylo zaznamenáváno většinou v období duben – říjen na registrační pásky. Na ČHMÚ probíhá digitalizace ombrografických záznamů v 1minutovém kroku (Květoň, Zahradníček 1998; Květoň et al. 2004) již více než 30 let a pokračuje i v současné době.

V roce 1997 začala být měření mechanických ombrografů nahrazována měřením automatických srážkoměrů. V současnosti je ve standardní měřicí síti ČHMÚ v provozu přes 420 automatických srážkoměrů. Do databáze CLIDATA jsou z měření automatických srážkoměrů importovány hodnoty srážkových intenzit v 1minutovém a 10minutovém (před rokem 2010 v 15minutovém) časovém kroku.

Díky postupné digitalizaci ombrografických záznamů a pokračujícímu měření automatických srážkoměrů máme k dispozici stále více dat intenzit srážek umožňujících důležité analýzy a výpočty odvozených charakteristik krátkodobých úhrnů srážek (např. studium prostorového rozložení, určení návrhových hodnot). Krátkodobým úhrnem srážek je v tomto příspěvku myšlen úhrn o délce akumulace kratší než 24 h.

Po spojení řad intenzit srážek dostupných z obou typů měření (tj. digitalizovaná ombrografická měření a měření automatickými srážkoměry) na jednotlivých stanicích v období 1951–2020 máme k dispozici řady intenzit srážek delší než 20 let na více než 170 stanicích standardní sítě ČHMÚ, řada delší než 30 let pak na více než 110 stanicích (Crhová et al. 2022). Počty stanic s řadou měření intenzit srážek delší než 20 let a 30 let dle nadmořské výšky stanice jsou uvedeny v tab. 1. Podíl počtu těchto stanic v horských polohách se může zdát poměrně nízký, ale dobře odpovídá relativnímu zastoupení daných nadmořských výšek na území ČR (tab. 1).

Tab. 1 Počet stanic s řadou měření intenzity srážek v období 1951–2020 delší než 20 a 30 let dle nadmořské výšky stanice. Uvažovány jsou pouze roky (sezony) s alespoň polovinou dostupných dat.

Nadmořská výška [m n. m.]	Řada měření ≥ 21 let		Řada měření ≥ 31 let		Podíl území ČR dle nadmořské výšky
	Počet stanic	Procento	Počet stanic	Procento	
> 800	9	5%	5	5%	4%
600–800	25	15%	19	17%	12%
400–600	54	31%	33	30%	42%
300–400	36	21%	23	21%	17%
≤ 300	48	28%	31	28%	27%

2. Metodika

2.1 Vstupní data

V rámci tohoto příspěvku byla použita data intenzit srážek a z nich odvozených charakteristik krátkodobých úhrnů srážek z 65 stanic. Jednalo se o stanice s nejdelsí řadou měření intenzit srážek (35 let a více) po spojení ombrografických a automatických měření. Data většiny z těchto stanic byla zpracována v rámci projektu NAZV QK1910029 – „Předchozí nasycenost a návrhové srážkové intenzity jako faktory odtokové odezvy na malých povodích“ a výsledky a postupy zpracování shrnuty v Crhová et al. (2022). V rámci tohoto výběru stanic však bylo k dispozici pouze 10 stanic s nadmořskou výškou nad 600 m n. m. a z toho pouze 2 s nadmořskou výškou nad 800 m n. m. (Lysá hora a Churáňov). Pro účely tohoto

Tab. 2 Počet stanic vstupujících do zpracování krátkodobých srážek dle nadmořské výšky.

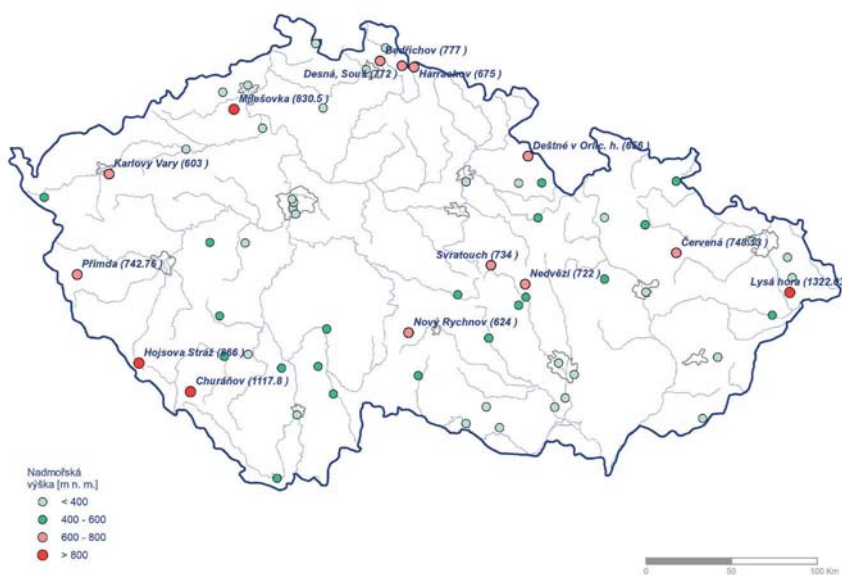
Nadmořská výška [m n. m.]	Podíl území ČR dle nadmořské výšky	Počet stanic	Procento
> 800	4 %	4	6 %
600–800	12 %	10	15 %
400–600	42 %	20	31 %
300–400	17 %	16	25 %
<= 300	27 %	15	23 %

příspěvku byl výběr stanic doplněn o dalších 5 stanic z vyšších a horských poloh, a to Karlovy Vary (603 m n. m.), Desná, Souš (772 m n. m.), Bedřichov (777 m n. m.), Milešovka (830,5 m n. m.) a Hojsova Stráž (866 m n. m.). Stanice použité v rámci této studie a jejich rozdělení dle nadmořské výšky jsou uvedeny na obr. 1 a počet použitých stanic v závislosti na nadmořské výšce v tab. 2.

2.2 Příprava dat a výpočet návrhových srážek

U vybraných stanic byla v databázi CLIDATA provedena přednostní kontrola dat intenzit srážek. Z těchto řad intenzit srážek byly dále napočteny klouzavé úhrny srážek s délkami trvání 5 min až 24 h a následně připraveny řady ročních maxim (více v Crhová et al. 2022).

Z připravených řad ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek o různé délce trvání byl proveden odhad jejich návrhových hodnot (tj. hodnot pro dané střední doby opakování). Návrhové hodnoty byly určeny s využitím statistického softwaru R na základě 2 proložených extrémálních rozdělání, dvouparametrového Gumbelova a tříparametrového generalizovaného extrémálního (GEV z angl. Generalized Extreme Value) rozdělání. Odhad parametrů těchto rozdělání byl proveden dvěma způsoby, a to pomocí L-momentů (LM) a metody maximální věrohodnosti (MLE z angl. Maximum Likelihood Estimation) (Coles 2001; Kyselý 2005). V rámci projektu NAZV bylo dále pracováno s parametry a odhady podle rozdělání GEV-LM a odhady návrhových srážek podle této metody jsou dále použity i v tomto příspěvku.

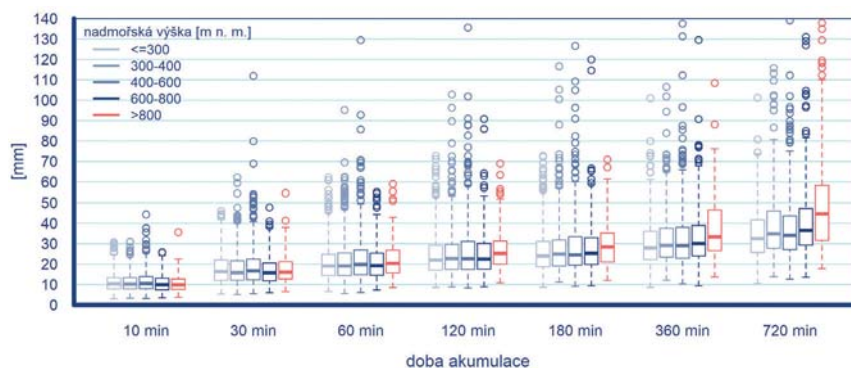


Obr. 1 Rozmístění použitých stanic pro zpracování krátkodobých srážek s uvedením nadmořské výšky stanice. Stanice s nadmořskou výškou vyšší než 600 m n. m. jsou opatřeny popisem se jménem a nadmořskou výškou stanice.

3. Charakteristiky krátkodobých srážek v závislosti na nadmořské výšce

3.1 Roční maxima krátkodobých srážkových úhrnů

U srážek o krátké době akumulace (do 60 min) jsou statistické charakteristiky řad ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek srovnatelné pro všechny třídy nadmořské výšky. Drobný rozdíl mezi třídami nadmořských výšek začíná



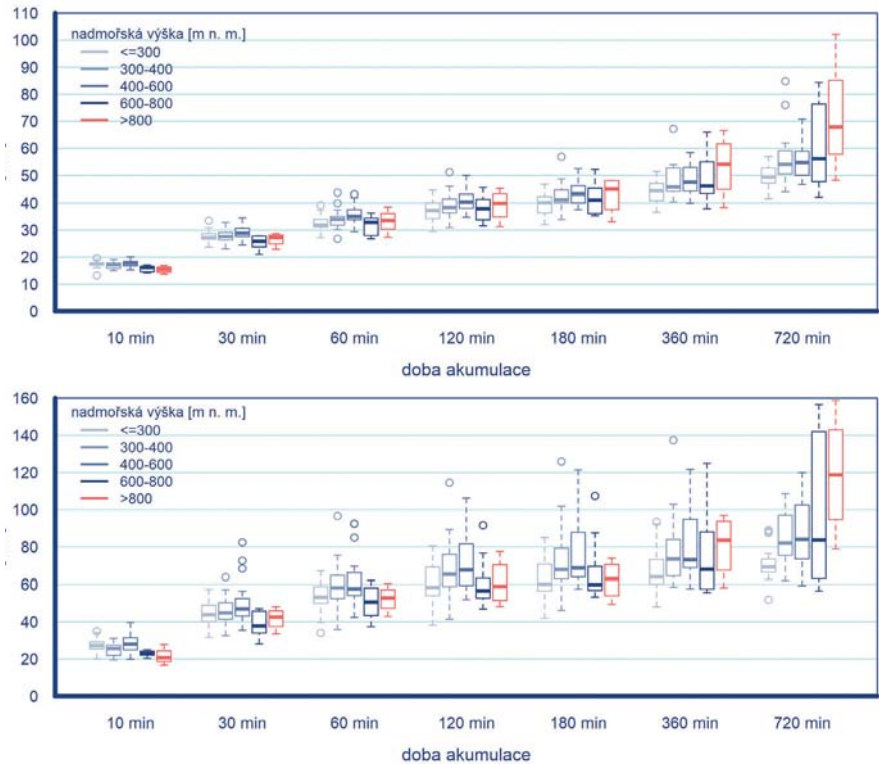
Obr. 2 Krabicové grafy ročních maxim srážkových úhrnů o různé délce trvání (akumulace) spočtené z 65 stanic vstupujících do zpracování rozdělání dle nadmořské výšky stanice. Odlehle hodnoty jsou zde definovány jako hodnoty vyšší než 2násobek mezikvartilového rozpětí nad 75. percentilem.

být patrný u 120minutových srážkových úhrnů, a to posun charakteristik srážek do vyšších hodnot u nejvyšších nadmořských výšek (nad 800 m n. m.) oproti ostatním polohám. S rostoucí dobou akumulace srážek je pak rozdíl ve velikosti ročních maxim úhrnů srážek v horských oblastech oproti nižším polohám ještě patrnější. Zvýšená je také variabilita (mezikvartilové rozpětí). U 12hodinových srážkových úhrnů je patrný slabý posun do vyšších hodnot i u stanic v třídě nadmořských výšek 600–800 m n. m.

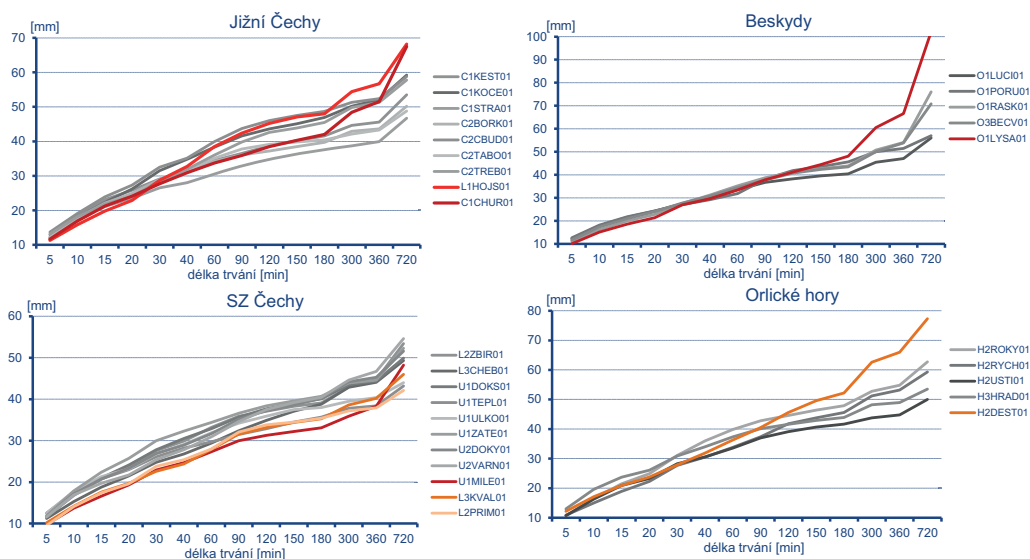
3.2 Návrhové hodnoty krátkodobých srážkových úhrnů

Statistické charakteristiky odhadů návrhových hodnot krátkodobých srážek pro nízké doby akumulace (do 120 min) se zdají být u vyšších a horských nadmořských výšek dokonce nižší než v nižších a středních polohách (obr. 3 nahoře), u delších dob opakování je tento rozdíl patrný i u doby akumulace 180 min (obr. 3 dole). U delších dob trvání srážky jsou odhady návrhových srážek patrně vyšší v horských polohách. Tento rozdíl je výraznější u vyšších dob opakování.

Pro porovnání návrhových hodnot krátkodobých srážek v závislosti na nadmořské výšce byly dále stanice rozděleny do 6 oblastí (jižní Čechy, severozápadní Čechy, Krkonoše, Orlické hory, Vysočina a Beskydy), tak aby byly porovnávány odhady ze stanic z relativně blízkého okolí ale o různých nadmořských výškách. V rámci těchto oblastí byly porovnány křivky závislosti výšky odhadované návrhové srážky a doby akumulace srážky.



Obr. 3 Krabicové grafy pro odhady 10letých (nahoře) a 100letých (dole) hodnot srážkových úhrnů o různé délce trvání (akumulace) spočtené z 65 stanic vstupujících do zpracování rozdělených dle nadmořské výšky stanice. Odlehle hodnoty jsou zde definovány jako hodnoty vyšší než 1,5násobek mezikvartilového rozpětí nad 75. percentilem.



Obr. 4 Křivky závislosti výšky 10leté návrhové srážky a doby akumulace srážky pro stanice o různých nadmořských výškách v oblastech jižních Čech, Beskyd, severozápadních Čech a Orlických hor. Stanice v nadmořské výšce nižší než 600 m n. m. mají křivky zobrazeny šedou, v 600–800 m n. m. oranžovou a vyšší než 800 m n. m. červenou barvou.

Chování křivek v některých oblastech (jižní Čechy, Beskydy, Orlické hory) je v dobré shodě s výše uvedenými závěry ze statistiky přes celé naše území. Návrhové hodnoty srážek nižších dob akumulace jsou u stanic vyšších nadmořských výšek často nižší nebo srovnatelné s odhady pro níže položené stanice. U výše položených stanic je pak dobře patrný značný nárůst návrhových hodnot srážek o delší době akumulace (cca 2–3 h a více) oproti stanicím v nižších polohách (obr. 4). Toto chování však nelze zobecnit na všechny studované oblasti a stanice. Např. v severozápadních a západních Čechách mají výše položené stanice (Milešovka, Přimda a Karlovy Vary) nižší návrhové hodnoty pro všechny doby akumulace srážek než stanice níže položené.

4. Závěr

V předloženém příspěvku byl stručně popsán současný stav měření a dostupnosti dat srážkových intenzit potřebných k vyhodnocení krátkodobých úhrnů srážek na stanicích ČHMÚ v závislosti na nadmořské výšce. Pro vybraných 65 stanic s co nejdelší řadou pozorování dat intenzit srážek po spojení historických měření mechanických ombrografů a novodobých měření z automatických srážkoměrů v období 1951–2020 byly napočteny klouzavé úhrny srážek o délce akumulace 5 min až 24 h, připraveny řady ročních maxim krátkodobých srážkových úhrnů a určeny návrhové hodnoty srážek pro vybrané doby opakování. Získané charakteristiky krátkodobých srážek ze staničních měření byly porovnány s ohledem na nadmořskou výšku pozorování.

Z provedené analýzy vyplývá, že závislost na nadmořské výšce, tj. vyšší hodnoty srážkových úhrnů s rostoucí nadmořskou výškou, je patrná u srážek o delší době akumulace (cca 3 h a více). V případě statistiky ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek se pro nižší doby akumulace vliv nadmořské výšky téměř neprojevuje. Odhady návrhových hodnot srážek o kratší době akumulace (cca do 2–3 h) se dokonce zdají být vyšší v nízkých nebo středních nadmořských výškách než ve vyšších polohách.

Tyto výsledky jsou v souladu se závěry studie Trupl (1958), která uvádí, že intenzity dešťů kratšího trvání než 1 h jsou často při stejné periodicitě větší v nížinách a středních polohách než na horách. Deště trvající déle než 1 h pak mají vyšší vydatnost na horách než v nižších polohách. I v dalších studiích bylo ukázáno, že vliv orografie na zesílení srážek slábne se zkracující se délkou akumulace srážky (Bližňák et al. 2017; Kašpar et al. 2021).

Pro přesnější představu o prostorovém rozložení charakteristik krátkodobých srážek je do budoucna třeba věnovat tématu podrobnější pozornost. V potaz by měly být brána nejen závislost na nadmořské výšce, ale i další charakteristiky polohy stanice (např. kontinentalita, návětrná poloha). Velkým přínosem by bylo zahuštění sítě stanic vstupujících do prostorové analýzy charakteristiky krátkodobých úhrnů srážek. Za více pozornosti také stojí způsob odhadu návrhových hodnot srážek, u některých stanic byly odhady návrhových hodnot srážek velmi nerobustní, kdy se výrazně lišily pro různé metody odhadu.

Poděkování:

Tato práce byla podpořena projektem NAZV QK1910029 financovaným Ministerstvem zemědělství České republiky.

Literatura:

- COLES, S., 2001. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. London: Springer. ISBN 1-85233-459-2.
- BLIŽŇÁK, V., MÜLLER, M., KAŠPAR, M., 2017. Radarová klimatologie letních srážek s ohledem na orografii České republiky. Sborník příspěvků z konference ČHMÚ a ČMeS *Lysá hora*, Praha 2017, ISBN 978-80-87577-68-4.
- CRHOVÁ, L., KLIEGROVÁ, S., VALERIANOVÁ, A., 2022. Měření srážkových intenzit na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a průběh jejich zpracování. *Meteorologické zprávy*, v tisku.
- KAŠPAR, M., BLIŽŇÁK, V., HULEC, F., MÜLLER, M., 2021. High-resolution spatial analysis of the variability in the subdaily rainfall time structure. *Atmospheric Research*, **248**, [cit. 15. 3. 2021]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105202>.
- KVĚTOŇ, V., ZAHRADNÍČEK, J., 1998. Vývoj metod pro stanovení extrémních povodní. Výzkumný úkol MŽP ČR VaV 510/3/97. DÚ 2.2 Vývoj statistických metod pro odhad extrémních srážek, Závěrečná zpráva za rok 1998. Praha: ČHMÚ.
- KVĚTOŇ, V., ZAHRADNÍČEK, J., ŽÁK, M., 2004. Kontrola kvality a digitalizace ombrogramů v ČHMÚ. *Meteorologické zprávy*, roč. **57**, č. 2, s. 47–52, ISSN 0026-1173.
- KYSELÝ, J., 2005. Odhad parametrů rozdělení extrémních hodnot metodou *L* momentů. *Meteorologické zprávy*, roč. **58**, č. 6. ISSN 0026-1173.
- TRUPL, J., 1958. Intenzity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy. *Práce a studie*, sv. **97**. Praha: VÚV.

Zmeny výšky snehovej pokrývky v horských oblastiach Slovenska v období 1921–2021

Ladislav Markovič¹, Pavel Faško², Jozef Pecho³

Slovenský hydrometeorologický ústav, odbor klimatologická služba Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, Slovenská republika, ¹ladislav.markovic@shmu.sk, ²pavol.fasko@shmu.sk, ³jozef.pechoi@shmu.sk

1. Úvod

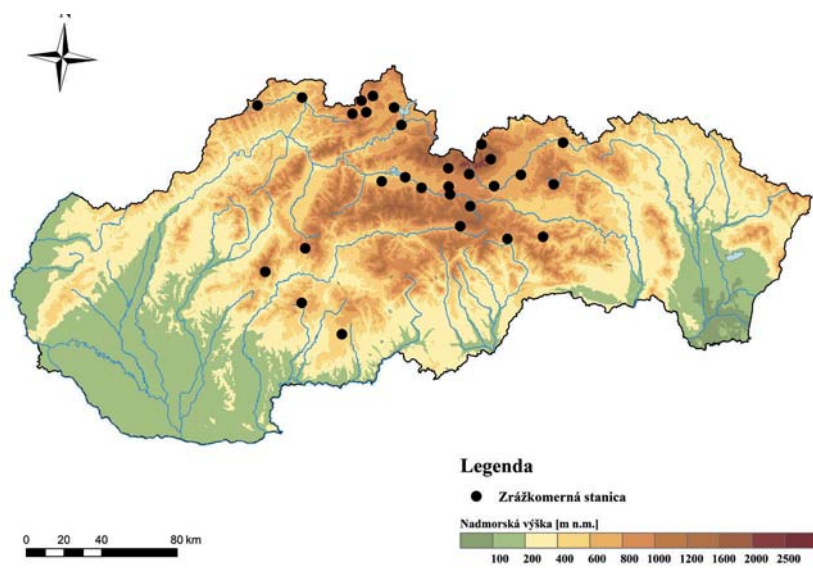
Snehová pokrývka a jej charakteristiky patria medzi meteorologickými prvkami medzi tie, ktoré môžu byť klimatickou zmenou najviac ovplyvnené. V zložitých prírodných podmienkach Slovenska to môže znamenať aj v rámci nie rozsiahlych regiónov vznik proti sebe stojacich tendencií, medzi nižšími a najvyššími výškovými stupňami, pričom v súvislosti s geografickou polohou Slovenska sa v tejto problematike môžu prejavovať aj vplyvy väčšej kontinentality klímy východného Slovenska, resp. výraznejších prejavov oceanity klímy západných a juhozápadných oblastí Slovenska.

V príspevku boli spracované kumulované výšky snehovej pokrývky v mesiacoch, ročných obdobiach, v zimách (XII, I, II) a zimných sezónach (VII–VI) od roku 1921. Využitý bol princíp, ktorý počíta s tým, že ak hodnoty snehovej pokrývky nepodliehajú určitým systematickým zmenám, ich kumulované výšky v mesiacoch, ročných obdobiach, v zimách, resp. zimných sezónach, by mali vytvárať v analyzovanom časovom rade kvázi priamku, v ktorej je vyjadrená pravidelnosť výskytu snehovej pokrývky a jej množstva v jednotlivých po sebe nasledujúcich rokoch, ktoré môže obsahovať určité výkyvy. Nemala by sa však zásadnejšie meniť strmosť nárastu hodnôt kumulovanej výšky snehovej pokrývky. Ak sa začne, resp. pretrváva spomalenie nárastu hodnôt kumulovanej výšky snehovej pokrývky (ohnutie priamky), môže to znamenať systémovú zmenu, ktorej dôsledkom je ubúdanie snehovej pokrývky.

2. Metodika

V analýze sme použili údaje zo zrážkomerných staníc vykonávajúcich merania výšky celkovej snehovej pokrývky v sto-ročnom období 1921–2021, konkrétne v zimných sezónach 1921/1922 a 2020/2021 s výnimkou stanice na Lomnickom štíte, ktorá vykonáva kontinuálne merania od zimnej sezóny 1947/1948. Keďže je naše spracovanie zamerané na analýzu snehovej pokrývky v horských oblastiach Slovenska, tak boli do analýzy vybrané predovšetkým stanice nachádzajúce sa v nadmorskej výške nad 500 m s kompletnými, kvalitnými a časovo konzistentnými radmi meraní snehovej pokrývky. Výberový súbor bol doplnený aj o dve stanice nachádzajúce sa v horskom prostredí avšak v nadmorskej výške < 500 m n. m. (obr. 1) Konkrétne sa jedná o stanice Dobšiná (457 m n. m.) a Čadca (432 m n. m.). Výsledný výberový súbor tak pozostával so 14 staníc umiestnených v polohách v rozpätí od 2 634 m n. m. (Lomnický štít) do 432 m n. m. (Čadca) s priemernou nadmorskou výškou 749 m (tab. 1).

Výška celkovej snehovej pokrývky sa na zrážkomerných staniciach meria jedenkrát denne v klimatickom termíne 7:00 h pomocou snehomernej laty. Výška snehovej pokrývky sa určí ako priemer z troch meraní uskutočnených na stanici a v reprezentatívnom okolí stanice. Výška snehovej pokrývky sa udáva v cm, pričom o celkovej snehovej pokrývke hovoríme vtedy, ak snehová pokrývka pokrýva pôdu na pozemku stanice a v jej reprezentatívnom okolí aspoň z polovice.



Obr. 1 Poloha vybraných zrážkomerných staníc v rámci územia Slovenska.

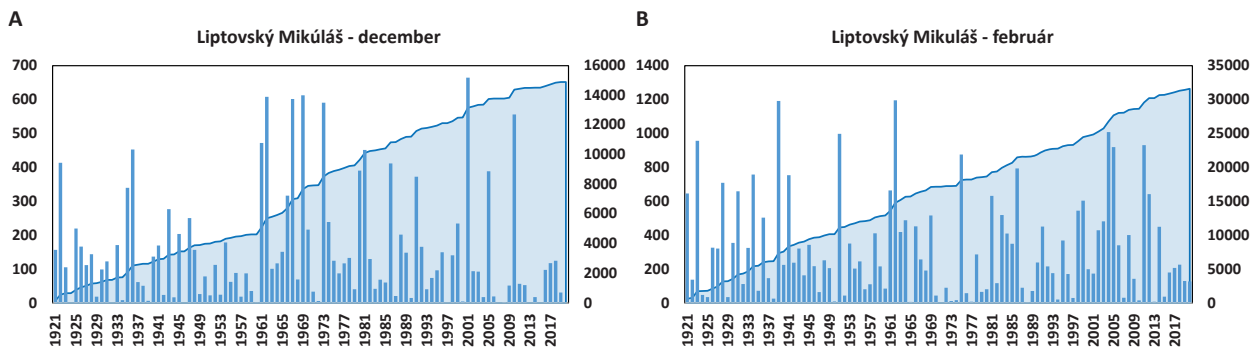
Tab. 1 Zrážkomerné stanice použité v analýze zoradené zostupne podľa nadmorskej výšky [m n. m].

	Stanica	Nadmorská výška [m n. m.]		Stanica	Nadmorská výška [m n. m.]
1	Lomnický Štít	2634	16	Liptovský Hrádok	640
2	Štrbské Pleso	1322	17	Námestovo	615
3	Tatranská Javorina	1017	18	Kľak	606
4	Podbanské	978	19	Tvrdošín-Medvedzie	604
5	Liptovská Teplička	916	20	Kremnica	586
6	Mútne	835	21	Partizánska Ľupča	581
7	Torysky	800	22	Makov	574
8	Oravská Lesná	785	23	Liptovský Mikuláš	567
9	Novoť	772	24	Banská Štiavnica	562
10	Pohorelá	764	25	Nálepkovo	527
11	Kráľová Lehota-Čierny Váh	762	26	Chmeľnica	512
12	Východná	745	27	Sucháň	510
13	Zákamenné	722	28	Dobšiná	457
14	Poprad	693	29	Čadca	432
15	Kežmarok	654			

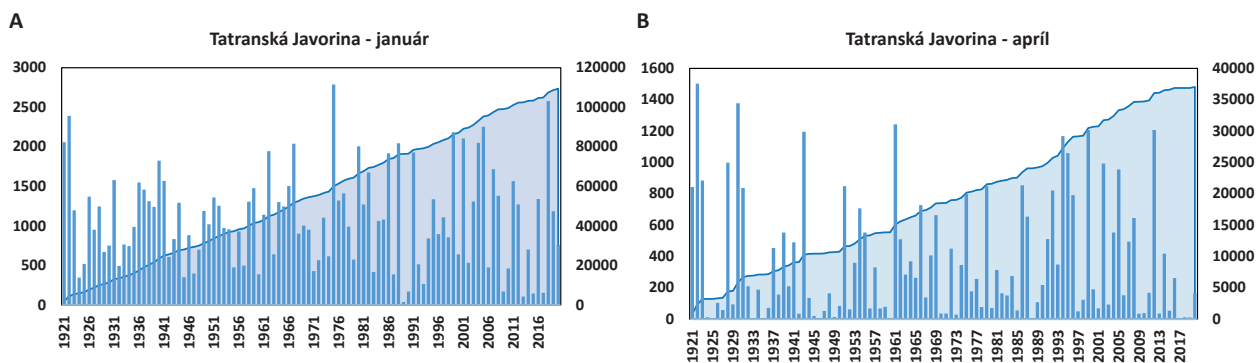
Kumulovaná výšky celkovej snehovej pokrývky bola vypočítaná ako jednoduchý súčet denných výšok snehovej pokrývky [cm] v priebehu jednotlivých mesiacov, ročných období, zím (XII, I, II) a zimných sezón (VII–VI) za celé storočné obdobie. Takýmto postupom sa pre všetky stanice zahrnuté v spracovaní vytvoril súbor grafov prezentujúcich vývoj kumulovanej snehovej pokrývky v priebehu rokov 1921–2021, ktoré boli následne použité na odbornú analýzu.

3. Výsledky

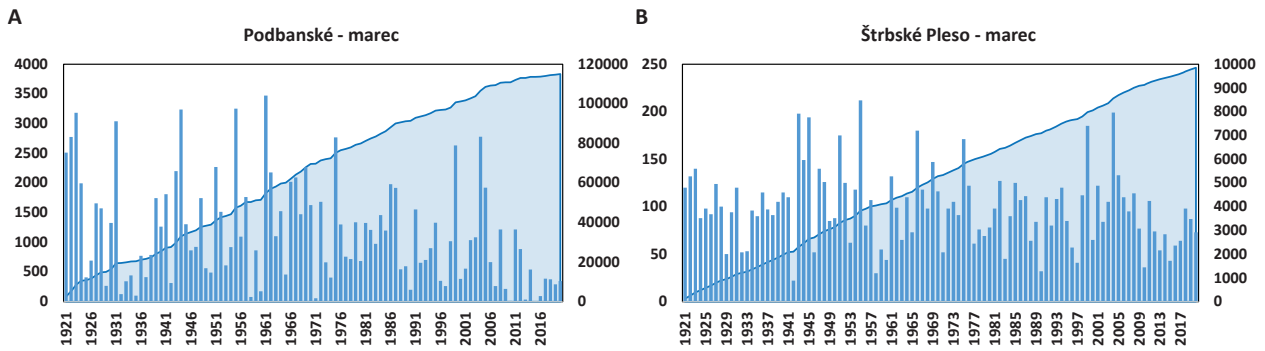
V drvivej väčšine analyzovaných časových radov snehovej pokrývky bol zaregistrovaný rovnaký trend a to úbytok snehovej pokrývky, ktorý sa väčšinou začal prejavovať nápadnejšie v priebehu 21. storočia, predovšetkým od začiatku jeho druhej dekády. Výsledky analýzy na jednotlivých meteorologických stanicach sa potom odlišovali podľa toho, či úbytkom



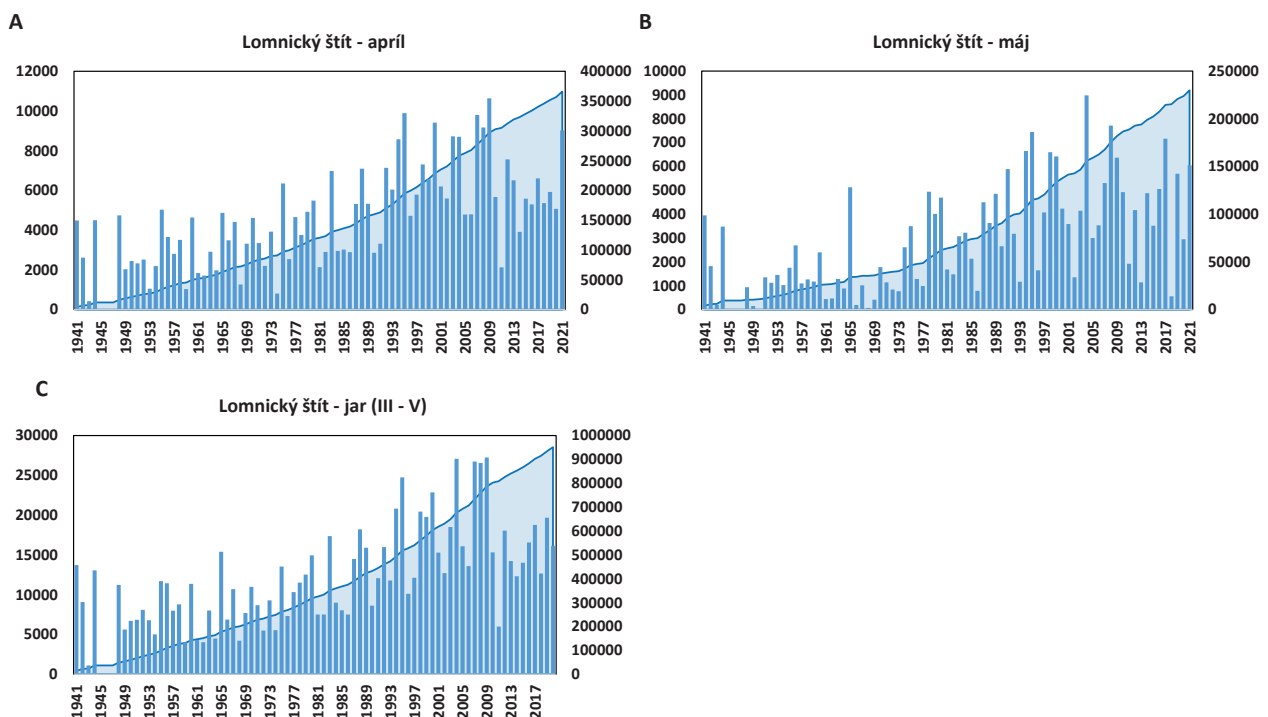
Obr. 2 Sezónna kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] a dlhodobá kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] na stanici Liptovský Mikuláš (597 m n. m.) v mesiacoch december (A) a február (B) v období 1921–2021.



Obr. 3 Sezónna kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] a dlhodobá kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] na stanici Tatranská Javorina (1017 m n. m.) v mesiacoch január (A) a apríl (B) v období 1921–2021.



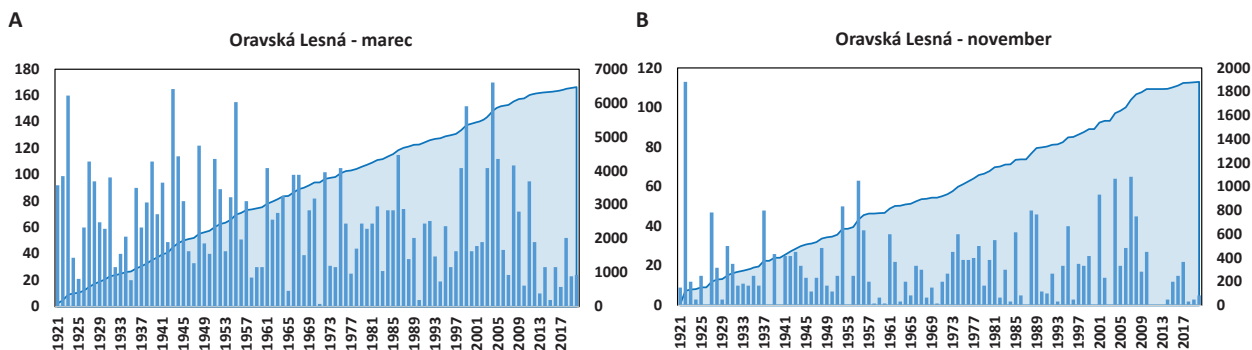
Obr. 4 Porovnanie kumulovaných výšok sezónnej kumulovanej výšky snehovej pokrývky [cm] a dlhodobu kumulovanej výšky snehovej pokrývky [cm] na staniach Podbanské (978 m n. m.) (A) a Štrbské Pleso (1322 m n. m.) (B) v mesiaci marec v období 1921–2021.



Obr. 5 Sezónna kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] a dlhodobu kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] na stanici Lomnický štít (1017 m n. m.) v mesiacoch apríl (A), máj (B) a na jar (C) v období 1941–2021.

snehovej pokrývky boli zasiahnuté predovšetkým mesiace prechodných ročných období (najčastejšie marec a november), alebo sa to prejavilo aj v zimných mesiacoch (XII, I, II). Na to, či boli úbytkom snehovej pokrývky zasiahnuté aj mesiace zimy, vplývala nadmorská výška meteorologickej stanice a jej geografická poloha v rámci Slovenska a istý vplyv na to mohla mať aj cirkulácia vzduchu v atmosfére v priestore Európy. Posledný z uvádzaných vplyvov sa zrejme prejavil na krajnom severe a severozápade Slovenska, pretože práve toto územie je najexponovanejšie pri prúdení vlhkých vzduchových hmôt od západu a severozápadu, pričom je známe že v priebehu druhej dekády 21. storočia pribúdali situácie, kedy bolo toto prúdenie vzduchu opakované na dlhšie obdobia blokovanie. Jedným z dôsledkov bolo aj zvýrazňujúce sa suchu v Českej republike, ale aj v severnej polovici Nemecka v posledných rokoch. Tak sa stalo, že v regiónoch, ktoré boli v štandardných klimatických podmienkach považované v zime za vlhké, bolo menej zrážok a ak sa k tomu pridá aj vzostupný trend teploty vzduchu, ktorý bol najvýraznejší v zime v januári, ale aj vo februári, mohlo vzniknúť menej príležitostí na padanie snehu a kumuláciu snehovej pokrývky.

Vplyv nadmorskej výšky na úbytok snehovej pokrývky sa prejavuje tak, že v polohách približne od 1000 m nad morom vyššie, nie je registrovaný zreteľný úbytok snehovej pokrývky v troch mesiacoch zimy, v nižších nadmorských výškach, predovšetkým v najnižších polohách kotlín a údolí v severnej polovici Slovenska sa už úbytok snehovej pokrývky v zimných mesiacoch prejavil.



Obr. 6 Sezónna kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] a dlhodobo kumulovaná výška snehovej pokrývky [cm] na stanici Oravská Lesná (785 m n. m.) v mesiacoch marec (A) a november (B) v období 1921–2021.

Vplyv geografickej polohy na úbytok snehovej pokrývky sa dá vyjadriť výsledkami analýzy z meteorologických staníc v južnej polovici Slovenska, kde úbytok snehovej pokrývky registrovaný vo všetkých mesiacoch roka. Existujú aj určité špecifické polohy, medzi ktoré patria napríklad niektoré vysoko situované kotliny na východnom Slovensku, ktoré sú v zrážkovom tieni, kde ani v minulosti nebolo veľa snehu (snehová pokrývka tam nebola hrubá), ale vyskytovala sa tam dosť pravidelne. V týchto polohách sú zmeny spočívajúce v úbytku snehovej pokrývky len málo vyjadrené.

Výnimkou z predchádzajúceho obsahu príspevku sú časové rady snehovej pokrývky z meteorologických staníc vo vysokohorských polohách Slovenska. V týchto polohách snehová pokrývka v globále pribúda. Ale aj tam sú protichodné tendencie v režime zimnej sezóny, spočívajúce tom, že v prevažnej časti leta na začiatku jesene, snehová pokrývka ubúda a po indiferentnom období v zbytku jesene a väčšiny zimy, potom na jar a na začiatku leta výrazne pribúda.

4. Záver

Cieľom tohto príspevku bolo upozorniť na všeobecný úbytok snehovej pokrývky, ktorý sa nevyhol ani regiónom strednej Európy. V režime zimnej sezóny boli najviac zasiahnutými mesiacmi, november a marec. Z toho, že situácia je v tomto zmysle najnepriaznivejšia aj na začiatku jari, vyplýva veľmi vážny dôsledok. Na jar, u nás chýba vlaha z topiaceho sa snehu. To, čo bolo v minulosti štandardným prínosom pre vlhové podmienky, prestáva byť u nás v prírodnom prostredí k dispozícii. Ak sa k tomu potom pridá nedostatok atmosférických zrážok, ktorý teraz tiež začína byť v aktuálnych klimatických podmienkach už takmer pravidelne sa opakujúcim javom v určitých obdobiach roka, rastie potom riziko pravidelne sa opakujúcich období sucha s väčším regionálnym rozsahom. Toto je v našich klimatických podmienkach nová skúsenosť, ktorú treba zohľadňovať pri adaptačných opatreniach na klimatickú zmenu.

PodĎakovanie:

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd“ (kód ITMS2014+ 313011W580), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatura:

- FAŠKO, P., MARKOVIČ, L., BOCHNÍČEK, O., 2018. Trends of selected snow cover characteristics in Slovakia during winter seasons 1921/1922–2016/2017. EGU General Assembly 2018, 8–13 April, Geophysical Research Abstracts Vol. 20, pp. 2266, Vienna Austria.
- MARKOVIČ, L., PECHO, J., FAŠKO, P. 2020. Zmeny v skupenskom zastúpení atmosférických zrážok v zime na území Slovenska. *Meteorologické zprávy*, roč. 73. ISSN 0026-1173.
- PECHO J., FAŠKO P., GERA M., LAPIN M., ŠŤASTNÝ P., 2017. Snow cover trends and climate change scenarios in mountainous regions of Slovakia in 1951–2100. In: *Zborník príspevkov z konferencie: Šiška, B. et al. 2017: Snow an ecological phenomenon, Smolenice*, 19.–21. september 2017.
- PECHO, J., FAŠKO, P., MIKULOVÁ, K., LAPIN, M., ŠŤASTNÝ, P., 2009. Long-term changes of snow cover regime in connection with observed solid, liquid and mixed precipitation ratio trends in Slovakia. In: *Abstracts of the Scientific Programme, Ninth Annual Meeting of the European Meteorological Society, Ninth European Conf, on Applied Meteorology (ECAM)*, Toulouse – France, 28 September–2 October, Vol. 6.
- ŠAMAJ, F., VALOVIČ, Š., 1988. Snehové pomery na Slovensku. Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu 14/III, ALFA, Bratislava, 128 s.

Nová regionální reanalýza pro střední Evropu PERUN/Reanalysis

Lucie Pokorná¹, Michal Belda², Romana Beranová¹

¹ Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Oddělení klimatologie, Boční II 1401, 141 00 Praha, pokorna@ufa.cas.cz

² Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlova, Katedra fyziky atmosféry, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

1. Úvod

Stručně vysvětlit pojem „reanalýza“ není vůbec jednoduché, přesto se o to v tomto příspěvku pokusíme. ČHMÚ je jednou z mála institucí na světě, která se může vývojem a dokončením právě takového produktu pochlubit. Tento příspěvek má za cíl představit účastníkům konference novou regionální reanalýzu (RRea) aktuálně dokončovanou na Oddělení numerické předpovědi ČHMÚ v Praze Komořanech. Doufáme, že uvedené informace povedou k rozšíření povědomí o reanalýzách i u odborníků, kteří se přímo nezabývají numerickým modelováním. Zde uvedené informace nejsou uceleným přehledem ani rešerší aktuálního stavu v problematice simulací současného klimatu, nezmiňují ani historii modelování klimatu na ČHMÚ.

2. Atmosférické reanalýzy

Reanalýza je zjednodušeně řečeno kontinuální simulace minulých stavů atmosféry a to v celé její komplexnosti. Poskytuje hodnoty parametrů v 3D prostoru a v co možná nejkratším časovém kroku (s ohledem na výpočetní kapacitu počítačů). V jednotlivých časových krocích simuluje stav atmosféry a přilehlého zemského povrchu co nejlépe proběhlé skutečnosti. To je zajištěno tzv. asimilací neboli korekcí předpokládaných (počítaných) hodnot pomocí pozorovaných dat. Mezi ně se řadí synoptická pozorování, data z wind profileru, sondážní měření, měření z letadel, měření větru a srážek z pozemních radarů a satelitní měření různých parametrů včetně větru, srážek a povrchové teploty oceánů. Provázanost jednotlivých procesů a dopočet prvků, které nejsou bezprostředně měřeny nebo asimilovány, zajišťuje numerický předpovědní model upravený pro klimatické výpočty. Proces vzniku reanalýzy je kvůli přípravě asimilovaných pozorování i samotnému procesu asimilace časově i technicky velmi náročný, na rozdíl od výpočtu historických či budoucích běhů klimatických modelů trvá podstatně déle (řádově měsíce až roky). Spolehlivost výsledné reanalýzy (blízkost měřených a simulovaných hodnot) značně závisí na zahrnutých pozorovaných datech, na prostorovém i časovém rozlišení výpočetního modelu, na fyzikálním nastavení modelu a použitých parametrizacích (Bazile a kol. 2017). Největší shoda je ve volné atmosféře a klesá směrem k povrchu a pod něj, ať už se jedná o pevný povrch nebo o vodu. Hlavním úkolem reanalýz je poskytnout časově a prostorově homogenní řady meteorologických prvků, které jsou těžko dosažitelné staničním měřením z důvodu řídké staniční sítě, nejednotnosti metod měření a přístrojového vybavení a jejich změn v čase.

Aktuálně je k dispozici několik globálních reanalýz s prostorovým rozlišením 30 až 50 km, z nich nejznámější a v Evropě nejpoužívanější jsou ERA-Interim a NCEP/NCAR, nověji pak ERA5. Jejich používání je zatím sporadické. Hlavní důvody jsou jednak malé povědomí o možnostech jejich využití, náročnost zpracování velkých objemů dat a formátů, ve kterých jsou poskytovány, a jejich omezená dostupnost. Ta se ovšem výrazně zlepšila po zřízení služby Copernicus Climate Change Service (C3S, <https://cds.climate.copernicus.eu/>) poskytované v rámci programu Copernicus, který spravuje Evropská komise. Sem jsou postupně různé reanalýzy nahrávány. Navíc některé národní meteorologické služby poskytují své reanalýzy volně na vlastních serverech. Pro stažení polí reanalýz je nezbytné stabilní a rychlé datové připojení a znalost programů na zpracování formátů, ve kterých jsou data uložena. Asi největší překážkou pro častější využití reanalýz je však jejich přesnost. Ta je kvůli poměrně velké vzdálenosti uzlových bodů relativně nízká v porovnání s gridovanými databázemi, ve kterých jsou jednotlivé prvky naměřené na stanicích přepočítané do pravidelné sítě. Při použití reanalýz (obdobně jako u gridovaných databází) je nutné zohlednit fakt, že hodnoty v uzlovém bodě reprezentují průměrnou hodnotu z jeho okolí, v případě globálních reanalýz tedy jedna hodnota reprezentuje plochu o rozloze stovek km² (čtverec 30x30 až 50x50). Taková pole nemohou vystihnout reálnou prostorovou variabilitu přízemních meteorologických polí v členitějším terénu, zejména u srážek či větru.

Naopak pro používání reanalýz mluví skutečnost, že dokážou poměrně dobře simulovat pole ve volné atmosféře. Na rozdíl od staničních dat, sondáží, družicových dat a grilovaných databází jako je např. E-OBS, poskytují informaci o stavu atmosféry v pravidelné prostorové síti a podrobném časovém kroku, k dispozici je mnohem větší množství proměnných z blízkosti zemského povrchu a také ve vyšších hladinách. Současné reanalýzy simulují kromě stavu atmosféry také údaje o vodním nebo pevném povrchu a některé jdou i do hlubších vrstev. Umožňují analyzovat i takové extrémy jako je půdní

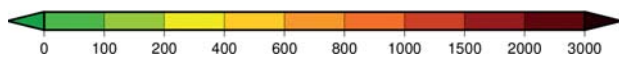
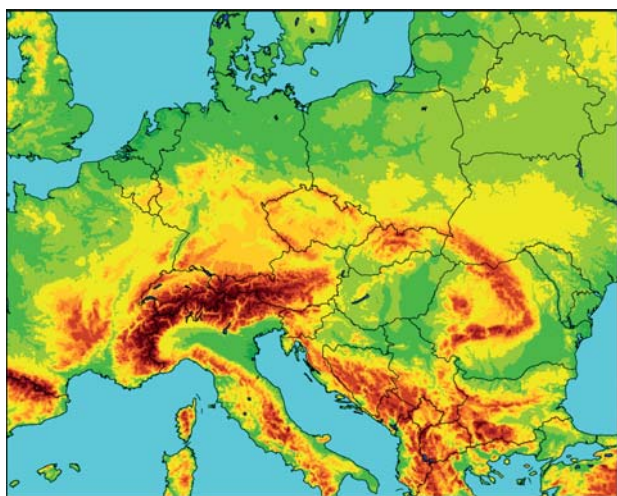
sucho nebo změny v permafrostu. Další výhodou globálních reanalýz je i to, že s poměrně dobrou přesností pokrývají i neobydlené oblasti s minimem měření, s výjimkou polárních oblastí, kde zejména v době polární noci a kvůli extrémně nepříznivému počasí nejsou k dispozici data žádná.

Potřeba produktů, díky kterým by se daly modelovat hydrologické extrémy nebo hledat příčiny extrémních jevů na lokální úrovni, vedla ke snahám zahustit síť globálních reanalýz. Tak vznikla ERA5-Land s krokem cca 9 km a usilovně pokračuje vývoj regionálních reanalýz (RRea). V případě Evropy např. v rámci projektu UERRA (Shimanke a kol., 2019). Princip výpočtu RRea je obdobný jako v případě regionálního klimatického modelu. RRea je řízena některou globální reanalýzou, obvykle asimiluje více prvků z více zdrojů než globální reanalýzy a výpočty jsou realizovány některým regionálním předpovědním modelem s propracovanějšími schémata a parametrizacemi procesů malého měřítka. Tak bylo dosaženo prostorového kroku v jednotkách km. S ohledem na náročnost výpočtů jsou však k dispozici RRea jen pro omezená časová období nebo jen pro vybrané regiony. Konkrétně pro celou Evropu existuje RRea UERRA a její doplněk přízemních polí Mescan-Surfex (s rozlišením 12 resp. 5,5 km) a RRea COSMO-REA6 s rozlišením 6 km. Pro oblast střední Evropy (Německo a okolní státy) je volně přístupná COSMO-REA2 s rozlišením 2 km.

3. Regionální reanalýza PERUN/Reanalysis

Aktuálně počítaná reanalýza PERUN/Reanalysis (PERRea) překonává v některých ohledech výše jmenované: svým prostorovým rozlišením cca 2,3x2,3 km² se řadí k těm nejpodrobnějším (výpočetní doména čítá více jak 850 tisíc uzlových bodů), pokrývá téměř celou Evropu (s výjimkou Středomoří, Skandinávie a východní Evropy, viz obr. 1), je řízena nejnovější globální reanalýzou ERA5 (zatímco výše jmenované jsou řízeny ERA-Interim a i proto končí již v roce 2019). Bohužel co se týká asimilace pozorovaných dat, přebírá (PERRea) pouze asimilační pole z ERA5 a ze zpráv SYNOP využívá teplotu a vlhkost ve 2 m pro určení parametrů povrchu (Bučánek a kol. 2015). Velkou výhodou je ale použitý NWP model Aladin, který zahrnuje mnohá vylepšení:

1. rozlišení modelu se nachází v oboru tzv. convection permitting scales, tedy model je již schopen explicitně popsat větší konvektivní jevy. K tomu dopomáhá i skutečnost, že využívá nehydrostatickou variantu modelu (Bénard a kol. 2010), neboť konvekce je nehydrostatický jev,
2. dynamické jádro modelu zajišťuje kromě nehydrostatického systému rovnic také párování s globální ERA5, advektivní schéma (Wang a kol. 2018) a schéma nelineární difuze, které lépe odpovídá skutečným ztrátám v důsledku turbulence (Váňa a kol. 2008),
3. modelová fyzika využívá mimo jiné schéma kombinující parametrizaci konvekce s vertikální geometrií oblaků a srážek (Gerard a kol. 2009), dále turbulentní schéma TOUCANS (Bašták Ďurán a kol. 2014) a konečně radiační schéma ACRANE2 (Mašek a kol. 2016), které zajišťuje plnou interakci mezi oblačností a krátko- i dlouhovlnnou radiací v každém uzlovém bodě a každém časovém kroku. Přitom oblačná pokrývka je počítaná v každé vrstvě modelu a přispívají k ní procesy kondenzace v měřítku celé buňky a procesy parametrizované mělkou a hlubokou konvekcí (Brožková a kol. 2019)



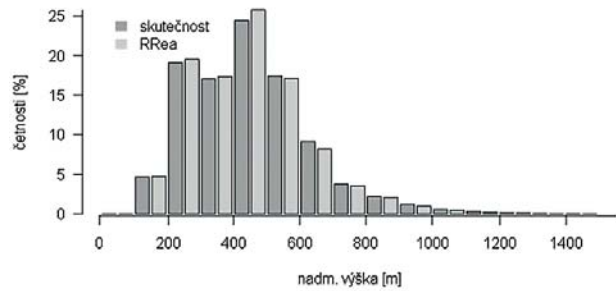
Obr. 1 Orografie RRea PERUN/Reanalysis, barevná škála zobrazuje výšku uzlových bodů nad hladinou moře v m. Zdroj. Zpracoval Ján Mašek, oddělení numerických předpovědi ČHMÚ.

Přestože je PERRea určená primárně pro analýzu klimatu ve střední Evropě, výpočetní oblast je mnohem větší. Tím je zajištěno, že řešení není předurčeno jen okrajovými podmínkami.

V čem tedy spočívají výhody použití polí jednotlivých prvků oproti staničním datům nebo různým gridovaným databázím? A proč by měly být častěji využívány zejména pro studium meteorologických jevů a klimatických charakteristik v horských oblastech? Zde představená PERRea poskytuje pole mnoha parametrů ve velmi podrobném rozlišení. Na rozdíl od gridovaných databází však je model založen na skutečných procesech ve volné atmosféře a interakci mezi atmosférou a zemským povrchem, nejedná se o prostou integraci nebo interpolaci se zahrnutím nadmořské výšky. PERRea má tedy potenciál zachytit i takové situace jako jsou teplotní inverze, extrémně nízké teploty vzduchu v horských údolích a na úpatí svahů, výrazné denní amplitudy teploty na horských svazích s expozicí na jih nebo západ, silné srážky nebo naopak srážkové stíny v důsledku orientace horského hřebene vzhledem ke směru proudění, specifickou místní cirkulaci a další jevy typické pro horské oblasti a lokality s velmi členitou orografií.

Přitom nadmořská výška jednotlivých gridových bodů se velmi blíží skutečnosti (obr. 2). Byla porovnána nadmořská výška 14 598 uzlových bodů z PERRea na území ČR a desetinásobného počtu uzlových bodů z databáze GIS (geographic information systems) využívaného statistickým softwarem R (Lemenkova 2020). Reálné nadmořské výšky v síti pokrývající území ČR jsou v intervalu 60 až 1 494 m n. m. zatímco v PERRea od 136 do 1 381 m n. m. V orografii PERRea jsou více zastoupeny nadmořské výšky v intervalu 400–500 m nad mořem (o 1,3 %,) zatímco uzlové body s vyššími nadmořskými výškami se v PERRea vyskytují poněkud méně v porovnání s GIS; rozdílly jsou však max. 1%.

Jak bylo uvedeno výše, výpočet PERRea je časově velmi náročný. V době odeslání tohoto příspěvku do sborníku bylo pro verifikaci k dispozici období 1990 až 1999. Pro představu jak simulované teploty na území České republiky odpovídají pozorovaným datům je zde uvedeno porovnání s Evropskou gridovanou databází staničních dat E-OBS v. 23.1e, která má rozlišení cca 10x10 km². Byly vybrány roky 1990/1992 s teplotně nadprůměrným/podprůměrným létem (červen, červenec, srpen) na celém území (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>). Na mapách zobrazujících rozdíl průměrné sezónní teploty mezi PERRea a E-OBS (obr. 3) lze vidět oblast výrazného nadhodnocení teplot v PERRea na jihu Čech a v oblasti jižní a východní Moravy a přilehlého západního Slovenska. Naopak se zdá, že PERRea podhodnocuje systematicky teploty v Královéhradeckém kraji, na severozápadě Moravy a také v okolí Novohradských hor s větší chybou na území Rakouska. Zdá se také, že rozdíly mezi PERRea a E-OBS jsou větší v případě nadprůměrně teplého léta. Zda je ovšem chyba v PERRea, anebo v tomto případě selhává E-OBS (orografie v EOBS je oproti PERRea zhlazená a také je hraje roli počet stanic, které pro uvedené roky vstupovalo do výpočtu E-OBS) bude předmětem dalšího zkoumání. Již nyní je jisté, že používat pro verifikaci produktu s rozlišením 2,3x2,3 km² referenční databázi s mnohem řidší sítí může vést ke zkreslení výsledků verifikace. Vhodnější bude pro území ČR využít podrobnou gridovanou databázi GriSt (Štěpánek a kol. 2011).



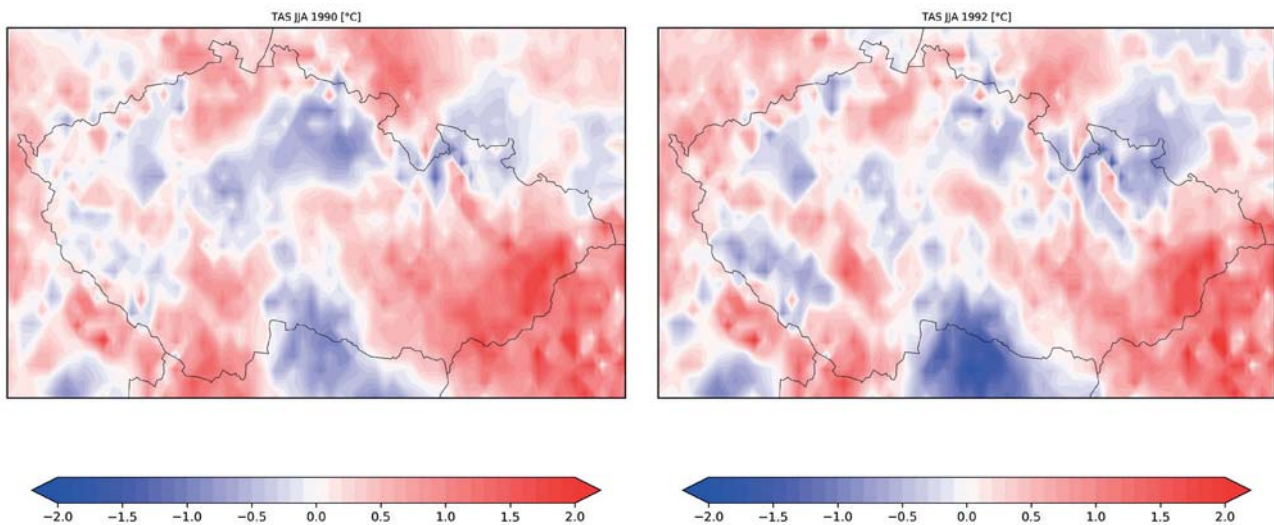
Obr. 2 Procentuální zastoupení nadmořských výšek jednotlivých uzlových bodů v regionální reanalýze PERUN/Reanalysis (světle šedá) a v databázi GIS (tmavě šedá), zdroj. Vlastní zpracování.

4. Závěr

Z výše uvedeného plyne množství úkolů, které je třeba v rámci verifikace PERRea splnit. Výsledky této verifikace se zaměřením na horské oblasti budou předloženy během prezentace na konferenci.

Poděkování:

Tato práce je podporovaná Technologickou Agenturou České republiky v rámci projektu SS02030040.



Obr. 3 Rozdíly sezónních teplot mezi regionální reanalýzou PERUN/Reanalysis a E-OBS v letních sezónách (JJA) 1990 a 1992. Hodnoty PERRea byly přemapovány do sítě E-OBS bilineární interpolací, barevná škála zobrazuje rozdíl RRea minus E-OBS ve °C, zdroj. Vlastní zpracování.

Literatura:

- BAZILE, E., ABIDA, R., VERELLE, A., LE MOIGNE, P., SZCZYPTA, C., 2017. MESCAN-SURFEX surface analysis deliverable D2.8 of the UERRA project Final Report (Brussels: European Union) [cit. 7. 10. 2022]. Dostupné z WWW: <http://uerra.eu/publications/deliverable-reports.html>.
- BAŠTÁK ĎURÁN, I., J.-F. GELEYN, AND F. VÁŇA, 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.*, roč. 71, s. 3004–3026, ISSN 0022-4928. e-ISSN 1520-0469.
- BÉNARD, P., VIVODA, J., MAŠEK, J., SMOLÍKOVÁ, P., YESSAD, K., SMITH, C., BROŽKOVÁ, R., AND GELEYN, J.-F., 2010. Dynamical kernel of the Aladin-NH spectral limited-area model: Revised formulation and sensitivity experiments., *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, roč. 136, s. 155–169. ISSN 0035-9009. e-ISSN 1477-870X.
- BROŽKOVÁ, R., BUČÁNEK, A., MAŠEK, J., SMOLÍKOVÁ, P., TROJÁKOVÁ, A., 2019. Nová provozní konfigurace modelu Aladin ve vysokém rozlišení. *Meteorologické zprávy*, roč. 72, s. 129–139. ISSN 0026-1173.
- BUČÁNEK, A., BROŽKOVÁ, R., TROJÁKOVÁ, A., 2015. Asimilační Schéma Blendvar v ČHMÚ. *Meteorologické zprávy*, roč. 68, s. 180–185. ISSN 0026-1173.
- GERARD, L., PIRIOU, J. M., BROŽKOVÁ, R., GELEYN, J. F., AND BANCIU, D. 2009. Cloud and precipitation parameterization in a meso-gamma-scale operational weather prediction model. *Mon. Wea. Rev.*, roč. 137, s. 3960–3977. ISSN 0027-0644. e-ISSN 1520-0493.
- LEMENKOVA P., 2020. Using R packages 'tmap', 'raster' and 'ggmap' for cartographic visualization: An example of dem-based terrain modelling of Italy, Apennine Peninsula. [online]. Zbornik radova – Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, University of Belgrade – Faculty of Geography, 68, pp. 99–116 [cit. 15.11.2021]. Dostupné z WWW: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03108315/document>.
- MAŠEK, J., GELEYN, J. F., BROŽKOVÁ, R., GIOT, O., ACHOM, H. O., AND KUMA, P. 2016: Single interval short-wave radiation scheme with parameterized optical saturation and spectral overlaps. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, roč. 142, s. 304–326. ISSN 0035-9009. e-ISSN 1477-870X.
- SHIMANKE, S., ISAKSSON, L., EDVINSSON, L., UNDÉN, P., RIDAL, M., LE MOIGNE, P., BAZILE, E., VERRELLE, A., 2019. UERRA Deliverable report 2.9 : Ensemble surface reanalysis report [cit. 10. 3. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.uerra.eu/publications/deliverable-reports.html>.
- ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., HUTH, R., 2011. Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series. An example of Central European daily time series. *Idojaras*, roč. 115, s. 87–98. ISSN 0324-6329. e-ISSN 0324-6329.
- VÁŇA, F., BÉNARD, P., GELEYN, J. F., SIMON, A., AND SEITY, Y., 2008: Semi-Lagrangian advection scheme with controlled damping: An alternative to nonlinear horizontal diffusion in a numerical weather prediction model. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, roč. 134, s. 523–537. ISSN 0035-9009. e-ISSN 1477-870X.
- WANG, Y., BELLUŠ, M., EHRlich, A., MILE, M., PRISTOV, N., SMOLÍKOVÁ, P., ŠPANIEL, O., TROJÁKOVÁ, A., BROŽKOVÁ, R., CEDILNIK, J., KLARIĆ, D., KOVAČIĆ, T., MAŠEK, J., MEIER, F., SZINTAI, B., TASCU, S., VIVODA, J., WASTL, C., WITTMANN, C., 2018. 27 Years of Regional Cooperation for Limited Area Modelling in Central Europe. *Bulletin of the American Meteorological Society*, roč. 99, s. 1415–1432. ISSN 0003-0007. e-ISSN 1520-0477.

Změny teplot a srážek v České republice v letech 1961–2020 se zřetelem na horské oblasti

Pavel Zahradníček^{1,2}, Rudolf Brázdil^{1,3}, Petr Štěpánek^{1,2}

¹ Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Bělidla 986/4a, 603 00 Brno

² Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 2578/43, 616 67 Brno, petr.stepanek@chmi.cz

³ Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

V posledních dvou letech vzniklo několik prací zabývajících se změnami základních meteorologických prvků a jejich charakteristik na území České republiky v letech 1961–2020 (Brázdil a kol. 2021, 2022; Zahradníček a kol. 2021, 2022). Analýzy byly prováděny nejen pro průměrné řady České republiky, ale také pro průměrné řady vypočtené pro jednotlivé výškové intervaly (s krokem po 300 m nadmořské výšky).

Očekávanou vazbu na nadmořskou výšku vykazují průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu. Vyšší lineární trendy byly zaznamenány v nižších a středních nadmořských výškách než v horských oblastech. V intervalu výšek do 300 m n. m. dosáhl trend průměrné roční teploty vzduchu hodnoty 0,37 °C/10 let, zatímco v horských oblastech nad 900 m n. m. to bylo jen 0,27 °C/10 let (obr. 1). Větší rozdíly se projevily u maximálních teplot vzduchu, přičemž u minimálních teplot byly rozdíly mezi jednotlivými výškovými intervaly malé.

Důležitým ukazatelem změny klimatu jsou také dny s charakteristickou teplotou. Například pro charakterizování zimních období se často používá ledový den (maximální denní teplota vzduchu nepřesáhne bod mrazu). V nižších polohách (do 300 m n. m.) se vyskytlo v průměru 26 takových dnů za rok, přičemž v horských oblastech (nad 900 m n. m.) to bylo 84 dnů. Ve všech nadmořských výškách byl zaznamenán poměrně výrazný pokles počtu těchto dnů. Při porovnání dvou normálových období 1961–1990 a 1991–2020 dosahoval pokles počtu ledových dnů až 20% ve všech oblastech do nadmořské výšky 900 m n. m. (obr. 2). Naopak v horských oblastech jejich počet poklesl jen o 10%. Mění se i délka trvání mrazového období, které bylo na horách v posledním desetiletí kratší o 12 dnů v porovnání se 60. lety 20. století.

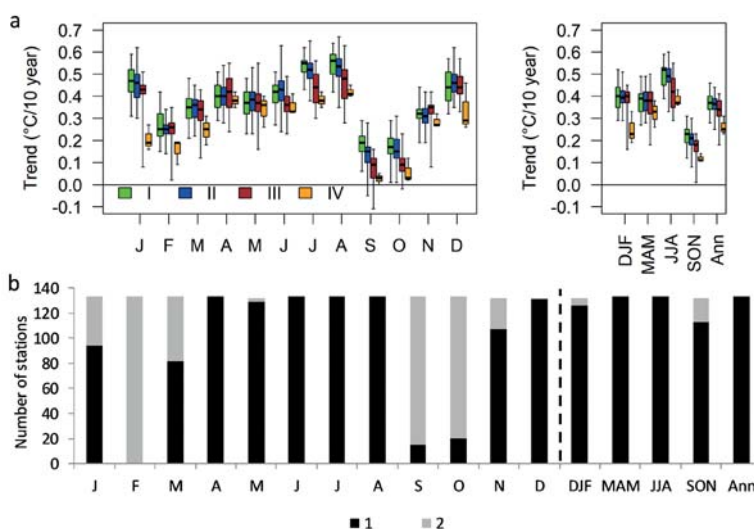
Srážkové úhrny většinou nevykazovaly v posledních šedesáti letech žádné statisticky významné trendy a spíše se vyznačovaly velkou meziroční variabilitou. Nicméně ve statisticky nevýznamných lineárních trendech byl patrný rozdíl mezi nižšími polohami do 300 m n. m. s klesajícím trendem $-2,3$ mm/10 let, zatímco na horách srážkové úhrny rostly (17,8

mm/10 let). Tento nárůst byl patrný zejména v oblasti Jeseníků a během zimní sezóny.

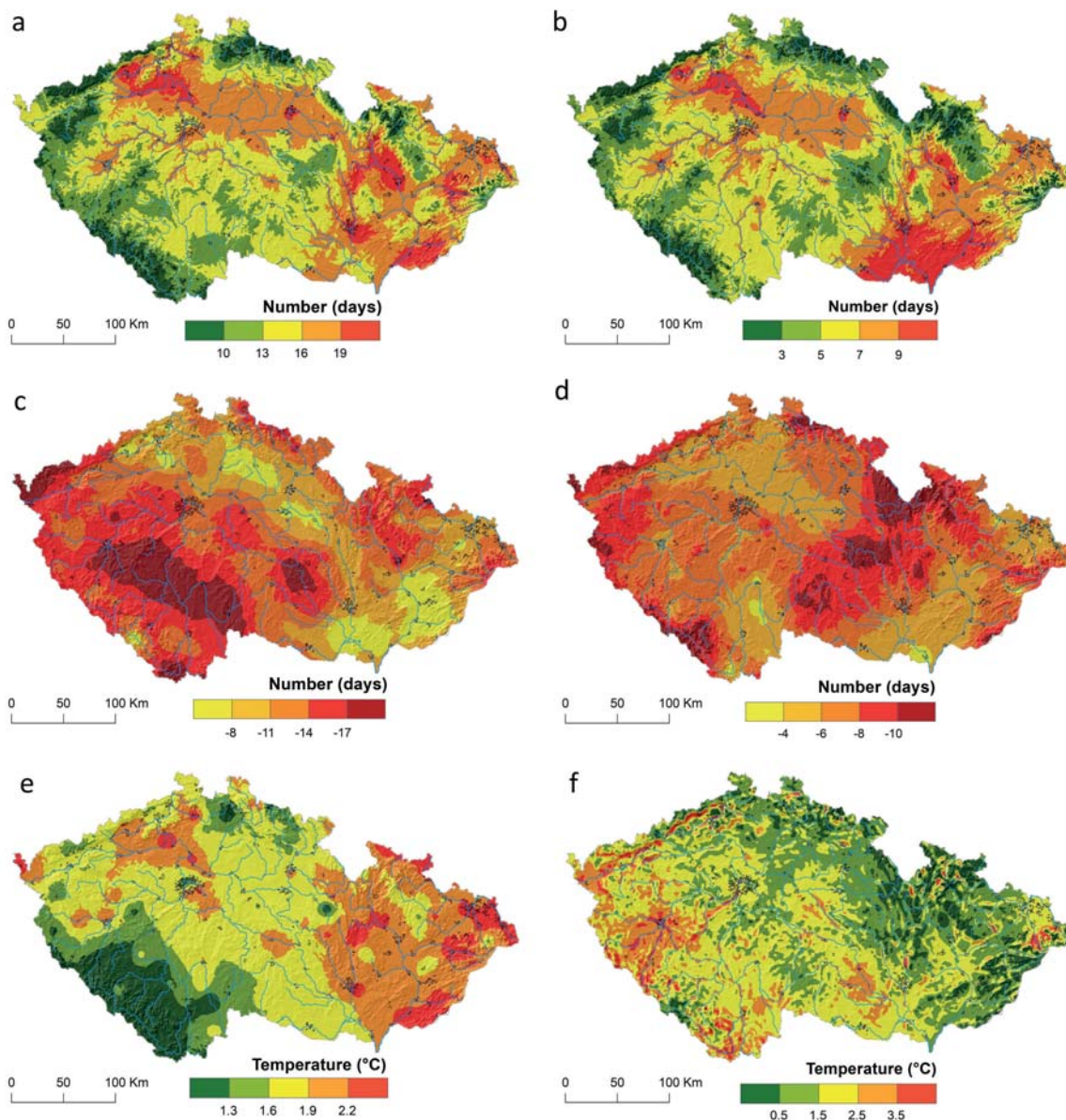
Extremitu srážkového režimu lze charakterizovat pomocí změny počtu dnů s úhrnem srážek nad určitou hranicí. Ve studovaném období byl zaznamenán statisticky významný rostoucí trend pro počty dnů s denním úhrnem nad 10, 15 a 20 mm právě jen v horských oblastech nad 900 m n. m. V nižších polohách byly tyto trendy statisticky nevýznamné.

Poděkování:

Článek vznikl za podpory projektu SustES – Adaptační strategie pro udržitelnost ekosystémových služeb a potravinové bezpečnosti v nepříznivých přírodních podmínkách“ (CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000797).



Obr 1 (a) Krabicové grafy lineárních trendů (°C/10 let) řad průměrných měsíčních, sezónních a ročních teplot vzduchu počítaných ze 133 klimatologických stanic, rozdělených podle výškových skupin I–IV (I: ≤ 300 m n. m., II: 301–600 m n. m., III: 601–900 m n. m., IV: > 900 m n. m.), na území České republiky v období 1961–2019; b) počet klimatologických stanic se statisticky významným (1) a nevýznamným (2) lineárním trendem ($p = 0,05$).



Obr. 2 Prostorové rozdíly vybraných teplotních charakteristik na území České republiky v letech 1991–2020 a 1961–1990: (a) letní dny, (b) tropické dny, (c) mrazové dny, (d) ledové dny, (e) průměrná roční absolutní teplotní maxima, (f) průměrná roční absolutní teplotní minima.

Literatura:

BRÁZDIL, R., ZAHRADNÍČEK, P., DOBROVOLNÝ, P., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Observed changes in precipitation during recent warming: The Czech Republic, 1961–2019. [online]. *International Journal of Climatology* **41**(7): 3881–3902. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.7048>.

BRÁZDIL, R., ZAHRADNÍČEK, P., DOBROVOLNÝ, P., ŘEHOŘ, J., TRNKA, M., LHOTKA, O., ŠTĚPÁNEK, P., 2022. Circulation and climate variability in the Czech Republic between 1961 and 2020: A comparison of changes for two “normal” periods. [online]. *Atmosphere* **13**(1): 137. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/1/137>.

ZAHRADNÍČEK, P., BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Reflections of global warming in trends of temperature characteristics in the Czech Republic, 1961–2019. [online]. *International Journal of Climatology* **41**(2): 1211–1229. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.6791>.

ZAHRADNÍČEK, P., BRÁZDIL, R., ŘEHOŘ, J., LHOTKA, O., DOBROVOLNÝ, P., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2022. Temperature extremes and circulation types in the Czech Republic, 1961–2020. [online]. *International Journal of Climatology*, on-line doi: 10.1002/joc.7505. [cit. 20. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1002/joc.7505>.

V. Hydrologie a kvalita ovzduší středních a vyšších poloh

Experimentální měření odtoku ze sněhové pokrývky ve skiareálu Alšovka v Krušných horách

Roman Juras, Jan Fořt, Kryštof Dytrt, Vojtěch Moravec

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 00, Praha 6, Juras@fzp.czu.cz

1. Úvod

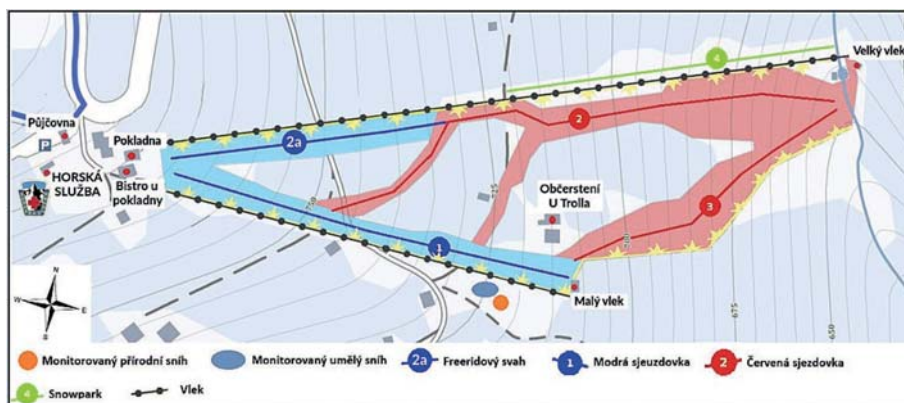
Výroba technického sněhu je v poslední době velmi diskutovaným tématem, především z hlediska spotřeby vody. Voda na zasněžování se většinou čerpá z retenční nádrže, která je zpravidla plněna z lokálního toku. Přírodního sněhu je na sjezdovkách často nedostatek, a tak je vyšší potřeba výroby umělého sněhu. Bohužel je často nejvíce technického sněhu potřeba v období, když jsou minimální průtoky a retenční nádrže se proto nestačí doplňovat. Tímto tématem se blíže v krkonošských resortech zabýval Trembl (2019). Je známo, že technický a přírodní sníh mají rozdílné vlastnosti, například různou hustotu (Rixen et al. 2003). Malý počet studií se však zabýval rozdílem v rychlosti tání mezi technickým a přírodním sněhem. V naší studii jsme se zaměřili na monitoring tání sněhové pokrývky na sjezdovce a mimo ni, abychom mohli lépe identifikovat mechanismy odtoku tající vody zpět do vodního toku. To nám může pomoci lépe odhadnout vodní bilanci na dotčených povodích.

2. Metodika

Jako výzkumná plocha byl zvolen skiareál Alšovka v Krušných horách (obr. 1), která je vhodná jednak svou polohou, tak managementem. V zimní sezóně se zasněžuje jen část sjezdovek a zároveň se zde nachází otevřené lesní plochy. To tvoří ideální kombinaci pro párové měření odtoku jak technického, tak přírodního sněhu.

Rozdíl v tání sněhu byl pozorován pomocí dvou typů experimentů. První zahrnoval instalaci lysimetrů (obr. 2a), které shromažďují tající vodu z obou typů sněhu. Odtok ze sněhu se monitoroval v hodinovém kroku pomocí člunkového průtokoměru umístěném v šachtě (obr. 2b) a data byla jednou denně posílána na server.

Druhý typ experimentu spočíval v nahrnutí dvou studijních ploch z technického a přírodního sněhu (obr. 3). Tyto plochy se v pravidelném 1–2 týdenním intervalu monitorovaly pomocí geodetického GNSS přístroje Trimble R8s s využitím služby VRS Now. Pomocí GNSS byly získány výšky sněhu v jednotlivých bodech ve sponu přibližně



Obr. 1 Situace ski areálu Alšovka a umístění experimentálních ploch technického a umělého sněhu. Zdroj: <https://alsovka.cz/mapa/>.



Obr. 2 Měření odtoku ze sněhu. A) Sněhový lysimetr pro sběr tající vody ze sněhu a B) Člunkový průtokoměr s dataloggerem.

1x1 m. Plošné rozložení výšky sněhu na jednotlivých plochách bylo následně stanoveno pomocí interpolace měřených prostorových bodů v prostředí ArcGIS. Zároveň byla vždy na několika bodech zjištěna hustota sněhu, která byla pro daný den měření uvažována jako konstantní pro danou experimentální plochu. Pomocí měřených výšek sněhu a hustoty byla dále vypočtena vodní hodnota sněhu (SWE). Její pokles byl následně použit pro výpočet tání z obou experimentálních ploch.

3. Předběžné výsledky

Výsledky z odtoku z lysimetrů zatím nejsou k dispozici a budou známy až na konci zimy 2021/2022. Předběžné výsledky z monitoringu SWE na experimentálních plochách měřených pomocí GNSS jsou zobrazeny na obr. 4. a ukazují, že přírodní sněž taje podle očekávání rychleji (Fořt 2022). Nicméně je potřeba provést podrobnější analýzu a výsledky interpretovat společně s odtokem z lysimetrů.



Obr. 3 Experimentální plochy technického (modrý) a přírodního sněhu (žlutý).

4. Výhled do budoucna

Do budoucna se chceme v rámci projektu zaměřit na vybudování komplexní monitorovací sítě, kde budou doplněny především profesionální meteorologické senzory. Dále senzory na měření vlhkosti půdy a měření průtoku na vodním toku v dolní části sjezdovek. V neposlední řadě plánujeme umístit více lysimetrů do různých nadmořských výšek v rámci sjezdovky pro zjištění výškového gradientu tání.

Poděkování:

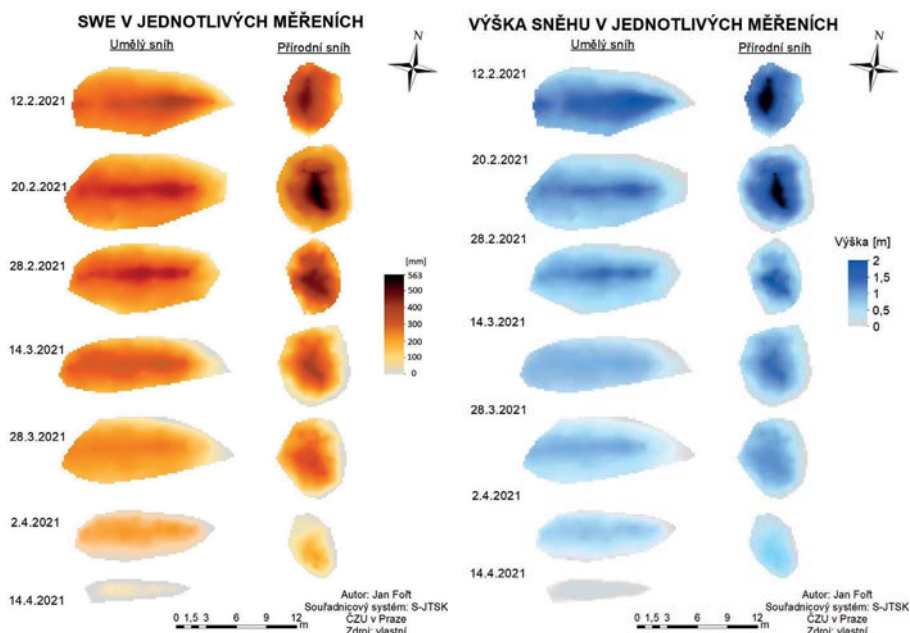
Tento projekt byl financován Interní grantovou agenturou FŽP, ČZU v Praze č. 2021B0029. Autoři by chtěli poděkovat celému týmu skiareálu Alšovka za výbornou spolupráci a pomoc při instalaci měřicích systémů.

Literatura:

FOŘT, J., 2022. Vývoj sněhové pokrývky ve ski areálu Alšovka v Krušných horách, Česká zemědělská univerzita v Praze, Diplomová práce, In Prep.

RIXEN, C., STOECKLI, V. and AMMANN, W., 2003. Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? *A review, Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.*, **5**(4), 219–230, doi:10.1078/1433-8319-00036, 2003.

TREML, P., 2019. Dopad technického zasněžování na toky v Krkonoších, *Vodohospodářské Tech. Inf.*, **61**(6), 20, doi:10.46555/vtei.2019.05.003.



Obr. 4 Předběžné výsledky změny vodní hodnoty sněhu – SWE (A) a výšky sněhu (B).

Měření znečištění ovzduší v Jizerských horách

Lenka Janatová

Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Ústí nad Labem, Oddělení kvality ovzduší,
Kočkovská 2699/18, 400 11 Ústí nad Labem-Kočkov, lenka.janatova@chmi.cz

1. Kdo, co a kdy

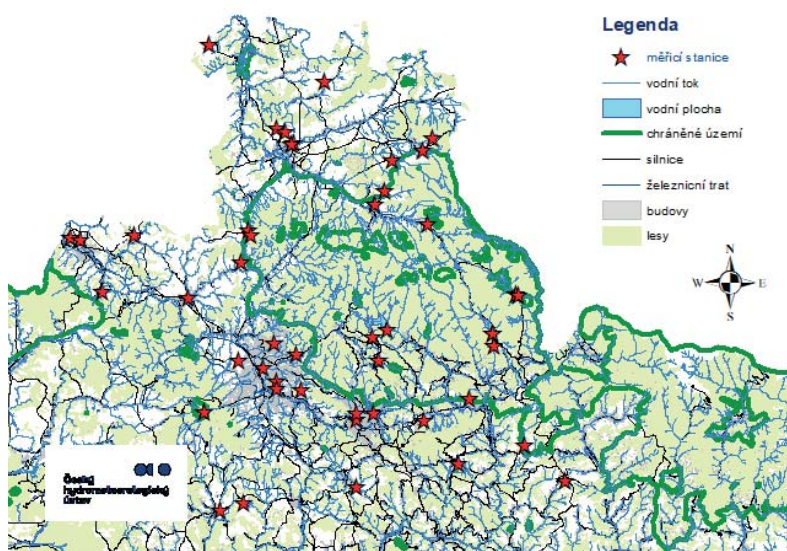
Historie měření znečištění ovzduší v Československu začíná na konci 60. let, kdy v ČHMÚ vznikla první měřicí síť. Vznikla v Severočeském kraji (tepelné elektrárny), první stanice začaly měřit v roce 1968 nejprve na Chomutovsku, Mostecku a z Liberecka a Jablonecka máme první data z roku 1970. V prvních letech se měřila jen koncentrace SO_2 , po roce 1982 se měřila koncentrace suspenzovaných částic (TSP nebo SPM), od roku 1993, po změně legislativy, byla sledována pouze frakce PM_{10} .

ČHMÚ na Jablonecku a Liberecku měřil na měřicích stanicích od roku 1970 (SO_2), resp. 1981 (SPM).

Od roku 1972 na Jablonecku a Liberecku měřily koncentraci SO_2 měřicí stanice zřízené Krajskou hygienickou službou (KHS, dnes ZÚ).

Dále v dané lokalitě měřily nové stanice zřízené Výzkumným ústavem lesního hospodářství (v letech 1974 až 1991) a Výzkumným ústavem rostlinné výroby (v letech 1986 až 2003). Zde se měřila pouze koncentrace SO_2 .

Mapka měřicích stanic v Jizerských horách



Obr. 1 Mapa oblasti s vyznačením měřicích stanic ČHMÚ, ZÚ, VÚRV a VÚLH (1970–2021).



Obr. 2 Novější typ odběrové boudy.



Obr. 3 Současný typ odběrového kontejneru.



Obr. 4 Otevřená odběrová bouda.



Obr. 5 Otevřený odběrový kontejner.

2. Co a jak

V prvních letech bylo měření prováděno manuálními metodami. Ty mají výhodu v tom, že jsou většinou dostatečně robustní a většinou levnější. Nevýhodou je nutnost následného zpracování odebraného vzorku v laboratoři, takže výsledek je k dispozici dle logistiky cca za měsíc. Také je nutná každodenní obsluha pracovníka na stanici, což je zvláště v odlehklých místech, třeba v horách, problém.

Koncentrace oxidu siřičitého byla stanovena převážně metodou WGAE (West-Gaeke), v malé míře (mimo ČHMÚ) metodou THOR (Thorinova spektrometrie), výjimečně metodou IC (iontová chromatografie).

Koncentrace suspendovaných částic byla stanovována gravimetricky (GRV).

Odběr vzorků byl prováděn nejprve v plechových budkách pro odběr SO_2 , NO_x i SPM. V současné době jsou nároky na kvalitu odběru výrazně vyšší a manuální odběry – dnes pouze pro PM_{10} , popř. $\text{PM}_{2,5}$ – probíhají v nerezových samostatně stojících malých klimatizovaných odběrových kontejnerech, vybavených automatickým systémem výměny filtrů (obr. 2).

3. Jak

3.1 Metody stanovení SO_2

Metoda West-Gaeke – manuální metoda stanovení SO_2

Oxid siřičitý se zachycuje do roztoku tetrachlorortuňatanu sodného (TCM) s přídavkem Chelatonu III. Vzniklá sloučenina dává v kyselém prostředí s fuchsinem a formaldehydem červenofialové zbarvení, jehož intenzita je úměrná koncentraci a měří se spektrofotometricky při 586 nm.

Metoda UVFL – automatizovaná metoda stanovení SO_2

Analyzovaný vzorek je ozařován UV lampou. Přitom dochází k energetické excitaci molekuly SO_2 . Při zpětném přechodu molekuly do základního energetického stavu dochází k uvolnění energie ve formě fluorescenčního záření. Toto záření, které je úměrné koncentraci oxidu siřičitého, je detekováno fotonásobičem.

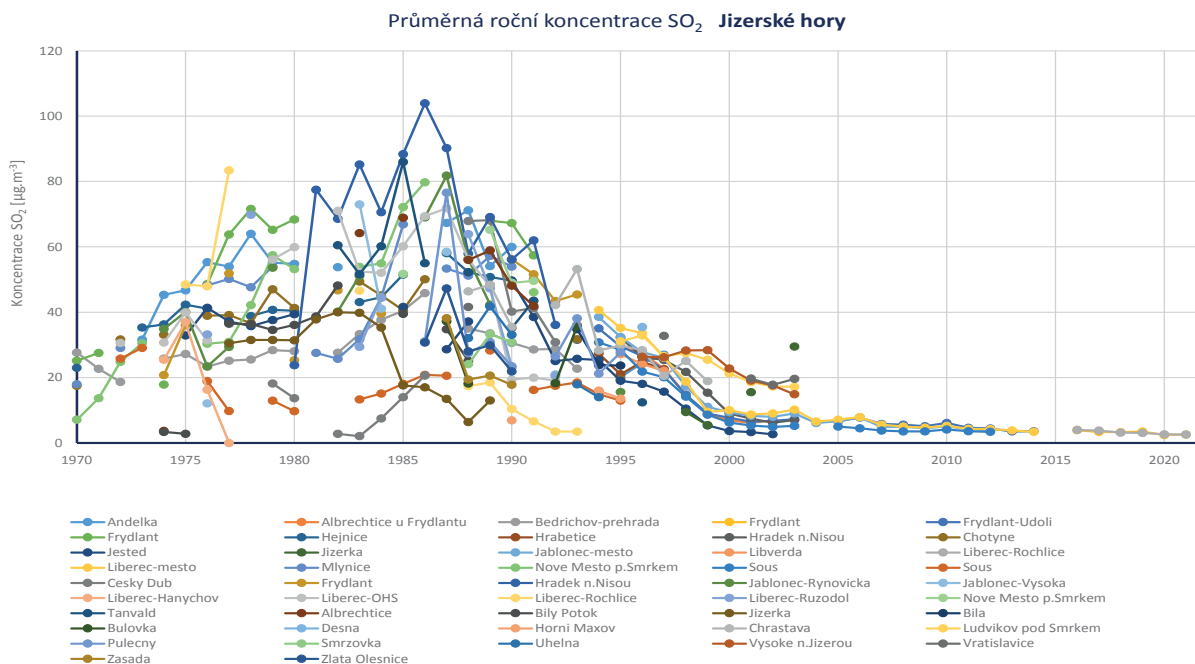
3.2 Metody stanovení koncentrace suspendovaných částic

Metoda GRV gravimetrická – manuální stanovení koncentrace suspendovaných částic

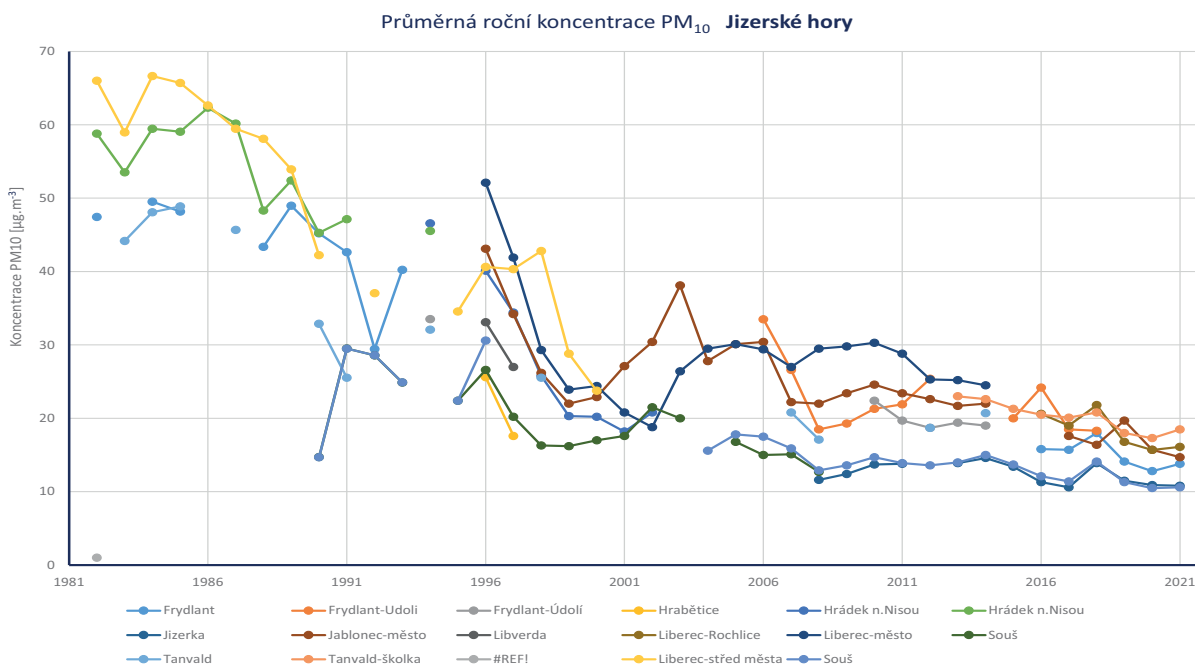
Vzorek se odebírá spojitou filtrací venkovního ovzduší přes vybraný filtrační materiál (filtry z derivátů celulózy či teflonu s odpovídající velikostí pórů nebo ze skleněných vláken s účinností záchytu > 99,5). Gravimetrické stanovení z rozdílu hmotnosti filtru po expozici a před expozicí.



Obr. 6 Současný kontejner AIM.



Obr. 7 Průměrná roční koncentrace SO₂ v Jizerských horách.



Obr. 8 Průměrná roční koncentrace PM₁₀ v Jizerských horách.

Radiometrie – automatizované stanovení koncentrace suspendovaných částic

Metoda je založena na absorpci beta záření ve vzorku zachyceném na filtračním materiálu. Z rozdílu absorpce beta záření mezi exponovaným a neexponovaným filtračním materiálem, který je úměrný hmotnosti zachycených částic aerosolu, je odvozen údaj o jeho koncentraci.

4. Kolik

Výsledky měření SO₂ a PM₁₀ – Jizerské hory a blízké okolí jsou zobrazeny na grafech.

Tyto grafy v tomto zobrazení a velikosti jsou jen prvním přiblížením velkého počtu měření na Liberecku a Jablonecku a také výrazných změn koncentrace SO₂ a PM₁₀ v ovzduší během 40, 50 let.

Je kadmium ještě problémem Jizerských hor?

Helena Plachá¹, Miroslav Bitter², Štěpán Rychlík³, Ondřej Vlček⁴

¹ Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Ústí nad Labem, Oddělení kvality ovzduší, Kočkovská 2699/18, 400 11 Ústí nad Labem-Kočkov, helena.placha@chmi.cz

² Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Ústí nad Labem, Oddělení kvality ovzduší, Kočkovská 2699/18, 400 11 Ústí nad Labem-Kočkov, miroslav.bitter@chmi.cz

³ Český hydrometeorologický ústav, Centrální laboratoře imisí, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 412-Komořany, stepan.rychlik@chmi.cz

⁴ Český hydrometeorologický ústav, Oddělení modelování a expertíz, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 412-Komořany, ondrej.vlcek@chmi.cz

1. Co je to vlastně kadmium, jaké jsou jeho limity ve venkovním ovzduší

Kadmium (Cd) se ve formě sloučenin vyskytuje v řadě předmětů denní spotřeby. Setkáváme se s ním třeba u výrobků z plastů, kde se tyto sloučeniny používají jako stabilizátory nebo při výrobě pigmentů. Je obsažen i v alkalických bateriích apod.

Do ovzduší se dostává z průmyslových zdrojů, z výroby zpracování kovů, v důsledku spalování uhlí, odpadů, z dolů a rafinérií. Kadmium patří mezi několik málo prvků, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organismu je jednoznačně negativní. Je prokazatelně karcinogenní a jeho vysoký obsah v organismu zvyšuje riziko vzniku rakovinného bujení. Vzhledem k nízkému bodu varu kadmia se tento prvek poměrně snadno dostává do atmosféry. Ohrožení nejsou pouze přímo pracovníci v provozech (např. hutě), ale i obyvatelstvo v okolí, protože kadmium adsorbované na prachové částice a atmosférický aerosol může být větrem transportováno na značně velké vzdálenosti.

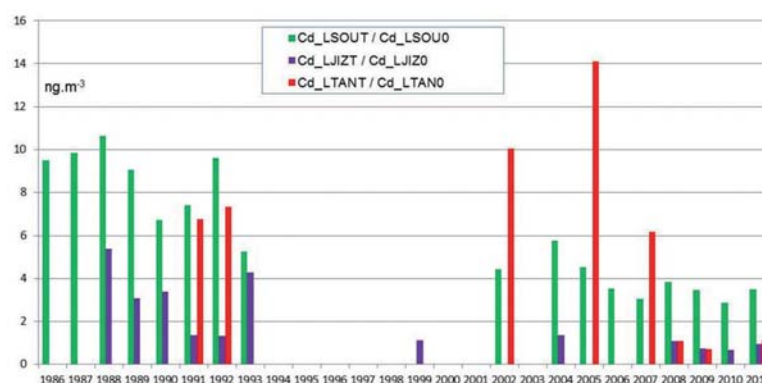
Pro emise neexistuje obecný limit. Pokud jsou nějaké požadavky, řeší se jednotlivě (třeba v rámci EIA). Imisní limit pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM₁₀ vyhlášené pro ochranu zdraví lidí (201/2012 Sb.) je 1 ng·m⁻³ jako průměrná roční koncentrace.

2. Jak to vypadalo s koncentrací kadmia na stanicích v Jizerských horách v minulosti

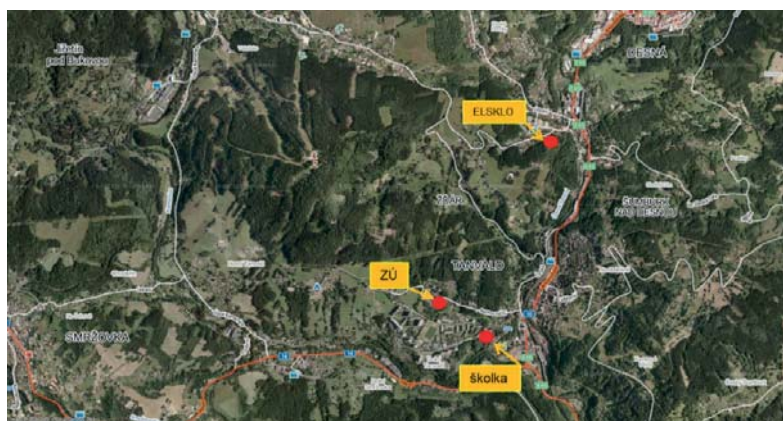
Měření koncentrací kadmia (stejně tak jako i dalších těžkých kovů) bylo na stanicích ČHMÚ prováděno od roku 1986, na stanicích ZÚ Liberec (později ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem) hlavně v letech 1991–2004. Roční hodnoty stanic často není možné spočítat, navíc se přecházelo z měření SPM a PM₁₀. Měření probíhala, trend byl snižující se, přesto nás překvapilo rychlé snížení průměrné roční koncentrace na stanici Tanvald.

3. Co pro snížení koncentrace kadmia v oblasti Jizerských hor dělalo ČHMÚ?

První podezření vedlo na elektrárnu Turow na česko-polské hranici. Docházelo k velké kampani za čistý vzduch na Liberecku, elektrárna chtěla vyměnit dva staré bloky



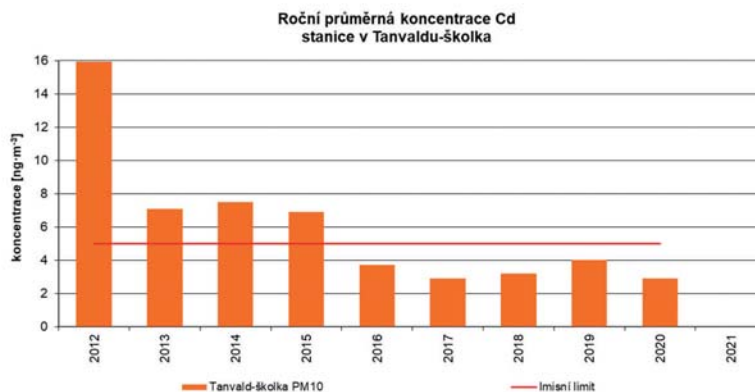
Obr. 1 Roční průměrné koncentrace kadmia na stanicích LJIZ (Jizerka), LSOU (Souš) a TTAN (Tanvald) v letech 1986–2011.



Obr. 2 Projekt Tanvald I – rozložení stanic pro měření kadmia v Tanvaldském regionu.

Naměřená data byla podrobena dalšímu zpracování. Jednak byla zkoumána z pohledu OME (oddělení modelování a expertíz) a jednak byla data laboratoří CLI v Praze (centrální laboratoře imisí) použita při zpracování pomocí PMF (Positive Matrix Factorization). Nakonec byl určen typ hlavního zdroje kadmia – sklářský průmysl. To je dobře vidět na následujícím obrázku.

Závěr projektu vedl k dalšímu čerpání programu OPŽP pro zajištění ekologizace průmyslu a ke snížení roční průměrné koncentrace kadmia ve venkovním ovzduší.



Obr. 6 Roční průměrná koncentrace kadmia na stanici Šumvald-školka.

4. Kadmium a jeho koncentrace v Jizerských horách v současnosti

Stanice Tanvald-školka měří i nadále jako „hlídač“ pro případ, že by došlo at' již k dlouhodobé technologické nekázni nebo ke změně technologie, která by způsobila zvýšení koncentrace Cd.

A tak vlastně celá anabáze i díky spolupráci s Krajským úřadem Libereckého kraje, ČIŽP a průmyslovým podnikem, který se na imisní situaci výrazně podílel, dopadla dobře. Snížilo se množství kadmia v Jizerských horách a okolí, obyvatelé Tanvaldska a zaměstnanci jsou vystaveni nižším koncentracím kadmia, a ani v oblasti průmyslu nedošlo ke snižování počtu lidí nebo zavírání výroben.

VI. Problematika předpovědi počasí, synoptické hodnocení a hydroprognóza zejména ve středních a vyšších oblastech

Využití dat z automatických sněhoměrných stanic pro práci hydroprognózy

Alena Kamínková¹, Ondřej Kosík², Jarmila Šustková³

Český hydrometeorologický ústav, Regionální předpovědní pracoviště Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00, Ostrava,

¹ alena.kaminkova@chmi.cz, ² ondrej.kosik@chmi.cz, ³ jarmila.sustkova@chmi.cz

1. Úvod

Jednou z hlavních náplní hydroprognózních pracovišť ČHMÚ je výpočet modelových předpovědí průtoků na vodních tocích. Pro tyto předpovědi jsou zapotřebí vstupní data (měřené a predikované srážky a měřené průtoky), která jsou v zimním období rozšířena o data, která umožní modelovat odtok ze sněhové pokrývky. Na ČHMÚ pobočce Ostrava jsou pro predikci průtoků na tocích využívány dva srážkoodtokové modely, a to od roku 2001 model HYDROG (Starý 1997) a od roku 2013 model HEC-HMS (USACE 2020). Každý z nich má rozdílné požadavky na vstupní data pro modelování odtoku ze sněhové pokrývky.

Pro potřeby hydrologického modelování ve srážkoodtokovém modelu HYDROG je v průběhu zimního období nezbytné využívat kromě měřených a predikovaných dat srážek a měřených průtoků z vodoměrných stanic v příslušných povodích i data teploty vzduchu, a to z důvodu rozlišení skupenství srážek (sníh/mix/děšť), a rovněž data celkové výšky sněhové pokrývky a její vodní hodnoty. Pro tyto potřeby je využíváno měření ze staniční sítě ČHMÚ, případně z doplňkových měření podniků Povodí. Data celkové výšky sněhové pokrývky a vodní hodnoty jsou v denním kroku pravidelně interpolována interní aplikací ČHMÚ na lokálním serveru pobočky Ostrava, rozpočtena do výpočetních polygonů reprezentujících meteorologické stanice v jednotlivých povodích (v CLIDATA tzv. SOMPOLYGON) a uložena do importního adresáře CLIDATA, odkud jsou zpracována a uložena do databáze pro jejich další využití. Více informací o principech a fungování SOMPOLYGONů lze nalézt např. v práci Kosíka (2017). Model HYDROG tedy ke svému fungování potřebuje počáteční měřená vstupní data vodní hodnoty sněhu.

Model HEC-HMS pracuje na odlišném principu. Tento model využívá pro simulaci akumulace a následného tání sněhové pokrývky rozšířenou metodu teplotního indexu (degree-day, stupeň-den). Tato metoda simuluje tání sněhové pokrývky ve srážkovém i bezsrážkovém období na základě teploty vzduchu spolu se zahrnutím dalších parametrů (USACE 2020). S pomocí teploty vzduchu a srážek dokáže simulovat akumulaci sněhu. Tato metoda, spolu s vysvětlením funkcí parametrů, je více popsána např. v práci Šustkové et al. (2019). Jako vstupní data v zimním období tedy stačí měřená a predikovaná data teploty vzduchu a srážek a model si následně průběh vodní hodnoty (SWE) pro odtok z tajícího sněhu počítá sám. Z tohoto důvodu je nezbytné mít pro porovnání a ověření správnosti výpočtu simulace vodní hodnoty reálnou měřenou vodní hodnotu v co nejmenším, ideálně denním časovém kroku.

Výška sněhové pokrývky (SCE) a její vodní hodnota (SVH) se v rámci ČHMÚ měří manuálně pozorovateli na meteorologických a klimatologických stanicích (ať už profesionálních nebo dobrovolných) každý den (SCE), případně k pondělnímu termínu (SVH) nebo pomocí automatických sněhoměrných stanic (ASNS). U těchto stanic se pro odlišení používají v databázi CLIDATA, kde se všechna data ukládají, zkratky SCEa pro výšku sněhu a SVHa pro jeho vodní hodnotu. Stanice ASNS se rozdělují do dvou skupin, podle toho, které prvky měří. Tzv. velké stanice (dříve sněhoměrné polštáře) měří jak výšku, tak vodní hodnotu sněhové pokrývky. Na druhé straně tzv. malé stanice měří jen výšku sněhu. Více o těchto typech stanic, použitých čidlech a způsobu měření lze nalézt např. v práci Vajskebra (2019).

Pro potřeby hydrologického modelování, zejména pro zpřesnění hydrologických předpovědí během intenzivního tání, a pro nastavení počátečních podmínek ve srážkoodtokových modelech, se využití dat z ASNS ukázalo jako velmi přínosné.

2. Metodika

Při zpracovávání této problematiky byly práce rozděleny do několika navazujících kroků. Nejprve bylo nutné zvolit ASNS vhodné k porovnávání, následně vybrat epizody, na kterých došlo k porovnávání měřených a modelových hodnot, a nakonec již následovaly práce v samotném modelu HEC-HMS.

2.1 Výběr automatických sněhoměrných stanic

Z hlediska ověření funkčnosti modelování vodní hodnoty sněhu pomocí modelu HEC-HMS je nutné mít k dispozici měření této veličiny také u automatických sněhoměrných stanic v co nejkratším časovém kroku. Jak již bylo výše zmíněno,

tuto podmínku splňují dvě ASNS, které jsou umístěny na území pobočky Ostrava (O4BENE01 Velké Karlovice, Benešky a O4KLEP01 Klepáčov). Ostatní ASNS disponují pouze měřením výšky sněhové pokrývky. Tento typ stanic lze využít pro ověření nulové výšky sněhu. Pro ověření lze také v týdenním kroku použít manuální měření sněhu, ať už u profesionálních nebo dobrovolných stanic, které měří vodní hodnotu vždy v pondělním termínu a také automatické sněhoměrné stanice, u kterých se pro další zpracování odhaduje vodní hodnota také v pondělí na základě okolních stanic s podobnými fyzickogeografickými podmínkami. Tento příspěvek se primárně zabývá porovnáním modelových a měřených hodnot ve vybraném území v rámci pobočky Ostrava. V tab. 1 jsou uvedeny ASNS v povodí Bečvy a horní Moravy.

Tab. 1 Automatické sněhoměrné stanice v povodí Bečvy a horní Moravy.

DBČ	Název	Nadm. výška (m n. m.)	Výška sněhu	Vodní hodnota	Pozn.
Povodí Bečvy					
O4BENE01	Benešky	850	SCEa	SVHa	Sněhoměrný polštář
O4KOHU01	Kohútka	868	SCEa	–	
O4KUDL01	Horní Bečva, Kudlačena	656	SCEa	–	
O4KATE01	Kateřinice, Ojičná	586	SCEa	–	
Povodí horní Moravy					
O4KLEP01	Klepáčov	700	SCEa	SVHa	Sněhoměrný polštář
O2DSDN01	Dlouhé Stráně	765	SCEa	SVH	SVH měří pozorovatel 1× týdně
O2BRAN01	Branná, Františkov	548	SCEa	SVH	SVH měří pozorovatel 1× týdně
O4PAPR01	Paprsek	999	SCEa	SVH	SVH měří pozorovatel 1× týdně
O7KRAL01	Kralický Sněžník	1 402	SCEa	–	Doplňková stanice

2.2 Výběr epizod

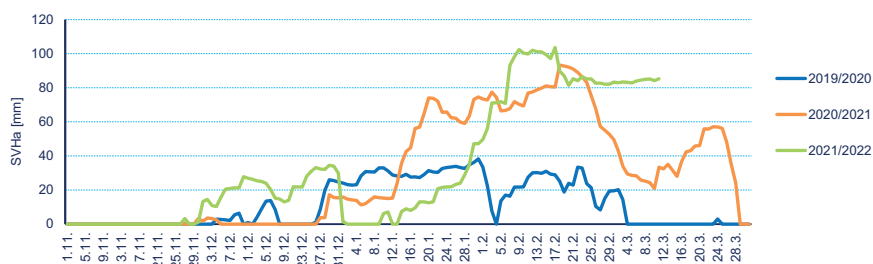
Pro zpracování byly vybrány zimní sezóny 2019/2020, 2020/2021 a 2021/2022. Vždy se jednalo o období listopad až březen. Tyto sezóny byly vybrány z důvodu rozdílného chodu výšky sněhové pokrývky a vývoje vodní hodnoty sněhu. Zima 2019 až 2020 byla charakteristická nízkými hodnotami SVHa ve sledovaných lokalitách. V zimní sezóně 2020 až 2021 docházelo k postupné akumulaci sněhové pokrývky. Výraznější tání proběhlo až na konci února a pak na konci března. V letošní zimě bylo dosaženo nejvyšší hodnoty SVHa za poslední tři roky na sledovaných stanicích a také byla zaznamenána výraznější obleva uprostřed zimní sezóny. Vývoj SVHa na stanici Benešky (O4BENE01) během těchto tří zimních epizod je uveden na obr. 1.

2.3 Simulace vodní hodnoty sněhu v modelu HEC-HMS

Jak již bylo uvedeno výše, model HEC-HMS využívá pro simulaci akumulace a tání sněhové pokrývky rozšířenou metodu teplotního indexu. Každé ucelené povodí (např. povodí Bečvy) je rozděleno na subpovodí, pro která jsou definována vstupní měřená a predikovaná data. Pro každé subpovodí lze také nadefinovat samostatnou sadu parametrů pro výpočet modelové vodní hodnoty (např. teplotu tání, prahovou hodnotu denního úhrnu srážek atd.). Popis a princip fungování těchto parametrů je uveden v USACE (2020) nebo v Šustková et al. (2019). Každé subpovodí lze také rozdělit na více výškových pásem a nadefinovat každému pásmu průměrnou nadmořskou výšku a další vstupní parametry. Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že nastavování parametrů pro odtok ze sněhové pokrývky je pro každé subpovodí daného povodí časově náročné a proto je potřeba pro rychlý každodenní výpočet průtoků na tocích co nejméně do modelu zasahovat a měnit nastavení parametrů. Jedním z dílčích cílů tohoto příspěvku je proto také zjistit, jestli lze během zimní sezóny počítat odtok ze sněhové pokrývky bez nutnosti zásahu do nastavení modelu. Pro simulaci vývoje vodní hodnoty a jeho porovnání s měřeními daty byla vybrána subpovodí v povodí Bečvy a horní Moravy, ve kterých leží ASNS a které mají nadefinovanou podobnou nadmořskou výšku jako sněhoměrné stanice.

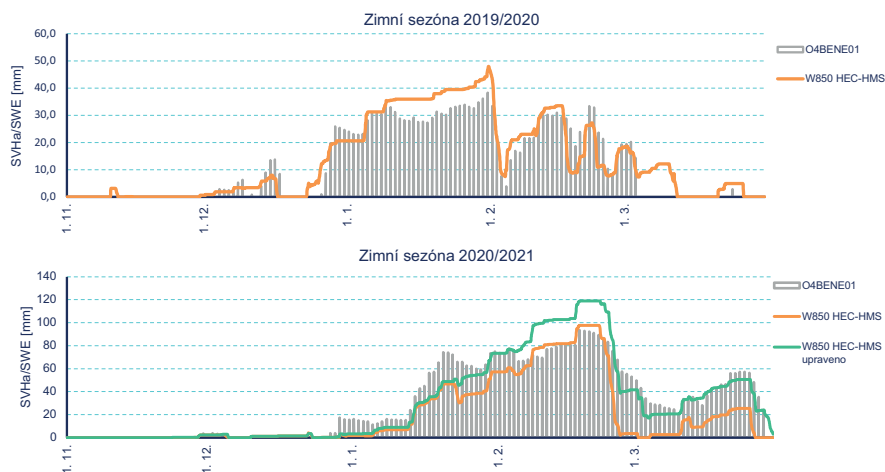
3. Prozatímní výsledky

V tomto příspěvku jsou uvedeny prozatímní výsledky pro povodí Bečvy, konkrétně pro subpovodí W850, které má nadefinovanou podobnou nadmořskou výšku jako ASNS O4BENE01 Benešky. Při hydrologickém modelování průtoků v modelu HEC-HMS se v zimním období osvědčilo nastavení začátku si-



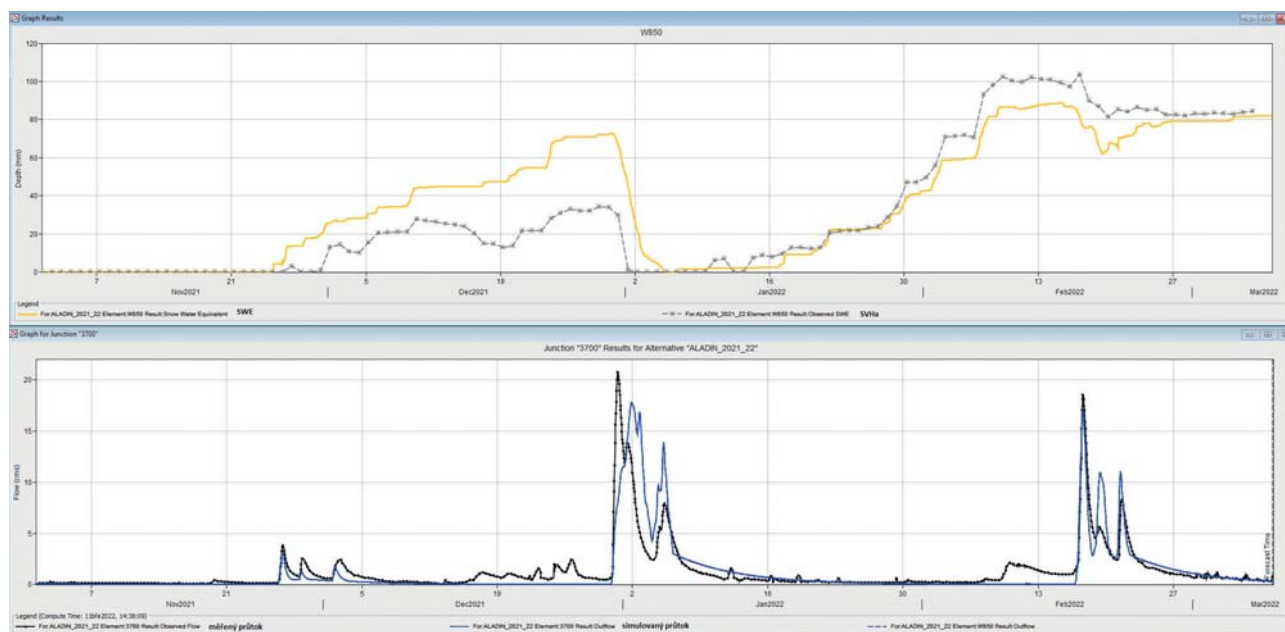
Obr. 1 Průběh vodní hodnoty na stanici Benešky (O4BENE01) v letech 2019/2020, 2020/2021 a 2021/2022.

mulace na začátek první sněhové pokrývky. Na obr. 2 je ukázán průběh vývoje vodní hodnoty sněhové pokrývky (SWE) v modelu HEC-HSM v příslušném subpovodí a průběh měřené vodní hodnoty (SVHa) ve stanici O4BENE01 v zimní sezóně 2019/2020 a 2020/2021. Pro dané subpovodí byly celou zimní sezónu 2019/2020 nadefinované stejné parametry sněhového modelu (tab. 2). Model správně vystihl akumulaci i tání sněhové pokrývky během celé zimy, s výjimkou posledního tání na začátku března. Parametry modelu se ale již neměnily, protože toto tání již nemělo zásadní vliv na odtokovou situaci.



Obr. 2 Průběh SVHa na stanici Benešky (O4BENE01) a SWE v subpovodí W850 v modelu HEC-HMS v zimní sezóně 2019/2020 a 2020/2021.

Pro zimní sezónu 2020/2021 se parametry sněhového modelu neměnily. Model opět správně vystihl období akumulace sněhové pokrývky. K úpravě modelu došlo až při tání na konci února, kdy při původním nastavení došlo k poklesu SWE až na nulu. V období tání je proto nutné sledovat ASNS nejen z hlediska vývoje vodní hodnoty, ale lze využít i ASNS



Obr. 3 SVHa a SWE v modelu HEC-HMS (subpovodí W850) pro zimní sezónu 2021/2022 spolu s odtokovou odezvou ve stanici Velké Karlovice (Vsetinská Bečva).

Tab. 2 Vybrané parametry sněhového modelu pro zimní sezóny 2019/2020, 2020/2021 a 20221/2022 v subpovodí W850 v povodí Bečvy.

Parametr	Jednotka	2019/2020, 2020/2021, 2021/2022	2020/2021 úprava při tání
PX Temperature	°C	0,8	0,8
Base Temperature	°C	0,4	1,6
ATI Coefficient	—	0,015	0,015
Wet Meltrate	mm.°C ⁻¹ .d ⁻¹	4	4
Rain Rate Limit	mm.d ⁻¹	0	0
Cold Limit	mm.d ⁻¹	3	3
Water Capacity	%	5	5
Groundmelt	mm.d ⁻¹	0	0

s měřením pouze výšky sněhové pokrývky pro ověření poklesu výšky sněhu na nulové hodnoty v rozdílných nadmořských výškách v daném povodí.

Také v letošní zimní sezóně byly použity stejné parametry sněhového modelu jako v předcházejících sezónách (tab. 2). Na obr. 3 je uveden grafický výstup z modelu HEC-HMS. Je zde ukázán jak průběh SWE (oranžově) a SVHa (šedě), tak simulované (modře) a měřené (černě) průtoky ve stanici Velké Karlovice (Vsetínská Bečva). Model nadhodnotil akumulaci sněhu během měsíce prosince, správně zachytil období tání na začátku ledna a následnou další akumulaci sněhové pokrývky během ledna a února. Vzhledem ke správné simulaci průtoků ve stanici Velké Karlovice zatím nebylo potřeba měnit nastavení sněhového modelu. Později se ukáže, jestli při tomto nastavení model správně zachytil i tání na konci zimní sezóny (v době psaní tohoto příspěvku ještě nebyla data k dispozici).

4. Diskuze

Prozatímním výsledkem této práce je potvrzení korelace mezi skutečnou a modelovou hodnotou vodní hodnoty sněhové pokrývky a její vývoj v čase pro všechny porovnávané zimní sezóny ve srážkoodtokovém modelu HEC-HMS v povodí Bečvy. Kontinuální kontrola této veličiny během celé zimy je ale nezbytná, zejména v období tání sněhové pokrývky, kdy data v týdenním kroku nejsou pro následné výpočty hydrologických předpovědí na vodních tocích v některých případech dostačující. Z tohoto důvodu jsou data ze sněhoměrných automatických stanic velmi vhodným a především dobře dostupným nástrojem pro provedení této kontroly. Testování pokračuje také v povodí horní Moravy s využitím ASNS O4KLEP01 (Klepáčov). Aby bylo možné porovnávat modelovou a měřenou vodní hodnotu sněhu na co nejvíce místech v různých částech povodí, tak se také testují možnosti rozšíření sítě kontrolních stanic o ASNS s měřením pouze výšky sněhu, která se následně přepočítá na odpovídající vodní hodnotu podle stanic s podobnými parametry, jako je například nadmořská výška, lokalita, průběh výšky sněhu atd.

5. Závěr

Předností modelu HEC-HMS je komplexní souhrn a vizualizace informací a dat o jednotlivých povodích či stanicích spolu s možným uživatelským nadefinováním parametrů, které vstupují do následných výpočtů. Výstupy, zejména deterministické předpovědi, se staly důležitým podkladem pro rozhodování o srážkoodtokové situaci na předpovědních profilech na území v působnosti Regionálního předpovědního pracoviště ČHMÚ Ostrava. Z tohoto důvodu je důležité správné počáteční nastavení modelu. Prozatímní výsledky, předkládané v tomto příspěvku, ukázaly na vhodnost využití sněhoměrných dat z automatických sněhoměrných stanic pro kalibraci modelu, zejména při epizodách intenzivního tání sněhové pokrývky.

Literatura:

- KOSÍK, O., KŘÍŽKA, F., WALDER, J., ŽIDEK, D. 2017. Využití databázového systému CLIDATA v hydrologii. Praha, ČHMÚ, ISBN 978-80-87577-71-4.
- STARÝ, M., 1997. HYDROG-S. Popis programu. Brno: Hysoft. Nепublikováno. 112 s.
- ŠUSTKOVÁ, V., KAMÍNKOVÁ, A., LIPINA, P., ŘEPKA, M., 2019. Rekonstrukce vývoje sněhové pokrývky na Lysé hoře v zimní sezóně 1910–1911. *Meteorologické zprávy*. roč. 72, č. 4, s. 106–113. ISSN 0026-1173.
- USACE – US Army Corps of Engineers 2020. Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual. [on-line.] [cit. 22. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.7/>.
- VAJSKEBR, V., 2019. Novinky a rozvoj automatických sněhoměrných stanic v ČHMÚ: porovnání měření a vyhodnocení spolehlivosti měření v horských oblastech. In: *Meteorologická konference Šumava 2019*. s. 61–63. ČHMÚ, ISBN 978-80-87577-87-5.

Wykorzystanie patrolowych pomiarów pokrywy śnieżnej jako element wsparcia oceny określenia zasobów wodnych śniegu w obszarze środkowej Odry – badania pilotażowe

Využití hlídkového měření sněhové pokrývky jako prvku podpory pro hodnocení sněhových vodních zdrojů v oblasti střední Odry – pilotní studie

Marcin Wdowikowski¹, Franciszek Szumiejko², Krzysztof Krakowski³, Karina Kózka²

¹ Politechnika Wrocławska, Wydział Inżynierii Środowiska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Polska, marcin.wdowikowski@pwr.edu.pl

² Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Podleśna 61, 01-673 Warszawa, Polska, franciszek.szumiejko@imgw.pl, karina.kozka@imgw.pl

³ Karkonoski Park Narodowy, Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Karkonosze, ul. Chałubińskiego 23, 58-570 Jelenia Góra, Polska, krzysztof.krakowski@kpnmab.pl

1. Wstęp (Úvod)

Obszary deficytowe w zakresie pozyskania informacji śniegowych ze zlewni górskich w dorzeczu środkowej Odry, niezbędnych do budowania i optymalizacji parametrów modeli hydrologicznych typu opad-odpływ, w istotny sposób ograniczają możliwości prognozowania powodzi roztopowych. Wieloletnia współpraca realizowana przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB) oraz Czeski Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny (CHMU), w zakresie terenowych pomiarów pokrywy śnieżnej dała początek wielu badaniom w Polsce. W latach 2020/2021 w IMGW-PIB realizowano zadanie badawcze dotyczące potencjalnych metod pomiaru pokrywy śnieżnej, które powinny podnieść jakość hydrologicznych produktów osłonowych obszaru środkowej Odry poprzez uzyskanie danych o rozkładzie pokrywy śnieżnej w profilu pionowym i rozkładzie przestrzennym w obszarze Karkonoszy. Dodatkowe informacje o zawartości wody w śniegu, jej akumulacji lub uwalnianiu w okresach tajania, w odniesieniu do danych pochodzących z regularnego programu pomiarowego Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, stanowią istotne uzupełnienie dotychczasowego systemu oceny zasobów wodnych retencjonowanych w pokrywie śnieżnej w okresie zimowym. Wskazują na to również doświadczenia służby czeskiej w CHMU. Opublikowany w 2021 Atlas Karkonoszy (Spallek 2021) wskazuje, że nawet współpraca w zakresie pozyskiwania danych śniegowych może przyczynić się do opracowania przestrzennej informacji warunków przyrodniczych w tym klimatologicznych.

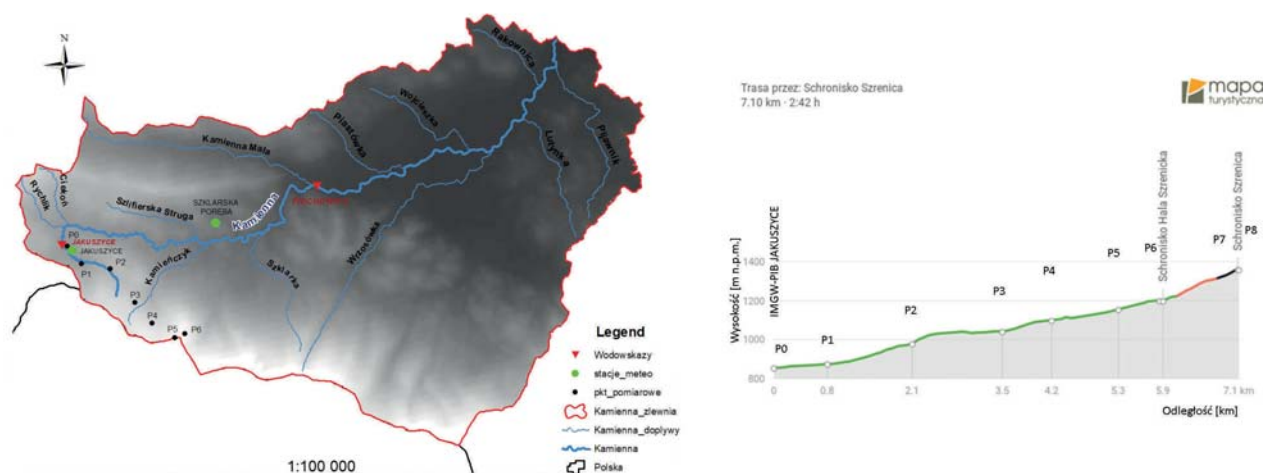
Celem tej pracy było wykonanie serii pomiarów terenowych pokrywy śnieżnej i próba określenia informacji dla szczytowych obszarów zlewni badawczej rzeki Kamienna, która nie jest objęta monitoringiem osłony hydrologicznej IMGW-PIB. Ponadto wskazano jaki jest wpływ wody zgromadzonej w pokrywie śnieżnej na hydrogram przepływu na przykładzie wezbrań roztopowych w roku 2021. Badania w zlewni rzeki Kamiennej miały mieć charakter pilotażowy dla potencjalnej oceny warunków śnieżnych w dorzeczu Odry środkowej w przyszłości.

2. Metodyka (Metodika)

W sezonie zimowym 2020/2021 przeprowadzono badania terenowe w okresie od 28.12.2020 do 01.05.2021 wykonując pomiary śnieżne (wysokość pokrywy śnieżnej oraz równoważnik wodny śniegu) w odstępach nie dłuższych niż 10 dni. Pomiary wykonywane były zgodnie z instrukcją pomiarową IMGW-PIB (Instrukcja 2015) tj. za wysokość pokrywy śnieżnej (H) i równoważnika wodnego śniegu (SWE – snow water equivalent) przyjmowano wartość średnią z kilku pomiarów wykonanych wokół stanowiska pomiarowego (do około 50 m). Lokalizację zlewni rzeki Kamienna oraz stanowiska pomiarowe przedstawia rysunek 1 (obr. 1). Przykładowy formularz pomiarów w badanym profilu dla jednej sesji pomiarowej przedstawiono w tabeli 1 (tab.1), gdzie H i Hsr oznaczają odpowiednio grubość punktową i grubość średnią pokrywy śnieżnej w [cm], a W i Wsr oznaczają odpowiednio gęstość i gęstość średnią próbki ważonego śniegu [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$].

Tab. 1 Przykładowe zestawienie wyników ekspedycyjnych pomiarów śnieżnych (tab. 1. Přehled výsledků expedičního měření sněhu za zvolené datum).

Stanowisko	Wysokość	H1	H2	H3	H4	H5	Hsr	W1	W2	W3	Wsr	SWE
29.12.2020	m n.p.m.	cm	cm	cm	cm	cm	cm	g·cm ⁻³	g·cm ⁻³	g·cm ⁻³	g·cm ⁻³	mm
P0	860	9	10	10	9	11	10	2.7	2.6	2.7	2.7	27
P1	877	10	11	9	7	9	9	2.8	2.9	2.6	2.8	25
P2	980	16	9	10	13	15	13	3.3	2.3	2.9	2.8	36
P3 (P2')	1043	20	21	19	18	20	20	x	x	x	x	
P4 (P3)	1100	26	20	21	15	17	20	5.1	2.6	3.4	3.7	74
P5 (P4)	1156	15	14	16	17	15	15	3.5	3.1	3.7	3.4	51
P6 (P4')	1201	16	17	14	15	16	16	x	x	x	x	
P7 (P5)	1314	10	12	15	9	10	11	2.3	2.4	2.7	2.5	28
P8 (P6)	1362	3	4	4	2	3	3	x	x	x	x	



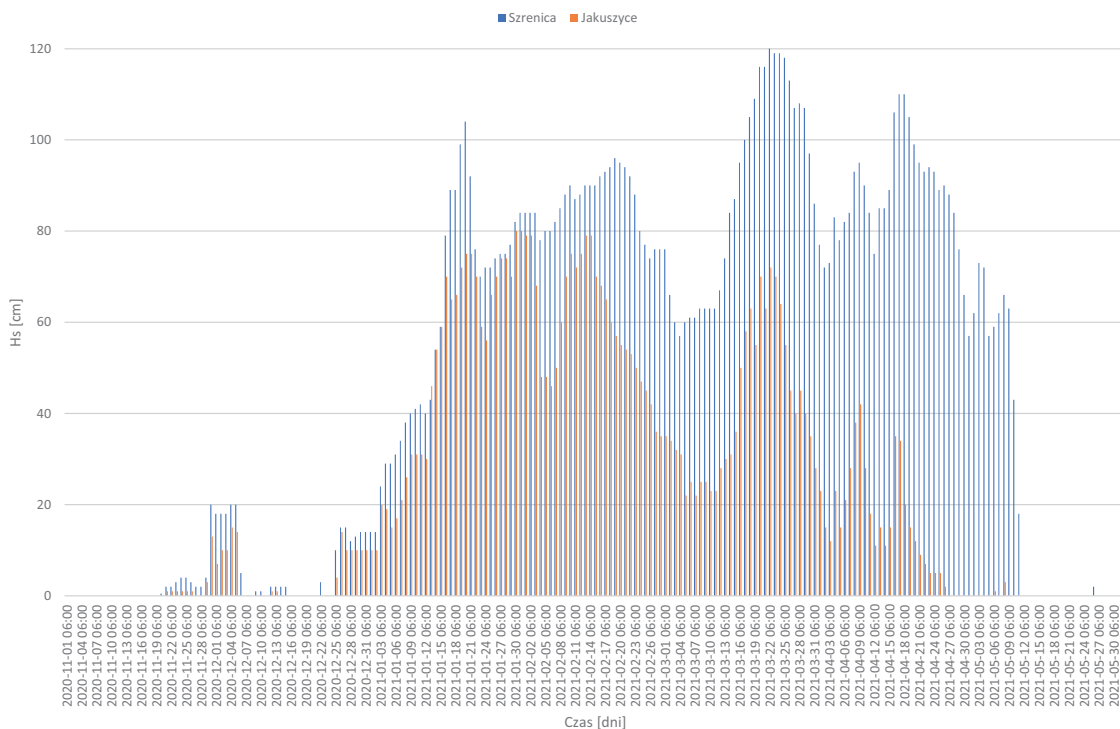
Rys. 1 Lokalizacja punktów pomiarowych zlewni rzeki Kamienna (lewy) oraz profil wysokościowy (prawy) (obr. 1. Umístění měřicích bodů v povodí řeky Kamienna (vlevo) a výškový profil (vpravo)).

Tło warunków meteorologicznych: temperatury powietrza, wysokości opadów czy wysokości pokrywy śnieżnej, opracowano na podstawie danych z sieci pomiarowej IMGW-PIB oraz danych zbieranych przez Karkonoski Park Narodowy. Zmiany odpływu rzeki Kamienna wyrażone natężeniem przepływu przedstawiono dla stacji wodowskazowych IMGW-PIB w Jakuszycach i Piechowicach.

3. Wyniki (Výsledky)

W sezonie zimowym 2020/2021 pokrywa śnieżna występowała w zlewni rzeki Kamienna znacznie dłużej i o większych wysokościach niż w poprzednich latach. Niemniej istotny wzrost średniej dobowej temperatury powietrza w okresie od 09.02 do 23.02.2021, od wartości -16 do +9°C spowodował redukcję pokrywy śnieżnej z około 100 cm do 40 cm na Szrenicy i z około 80 cm do 20 cm w Jakuszycach. Na rysunku 2 przedstawiono zmienność grubości pokrywy śnieżnej w tych dwóch punktach pomiarowych. Względem stacji meteorologicznych Szklarska Poręba i Jelenia Góra, na stacji w Jakuszycach odnotowano największe wartości wysokości pokrywy śnieżnej, zgodnie z położeniem stacji i ukształtowaniem terenu wokół nich, natomiast na stacji w Szrenicy odnotowano wyraźnie więcej śniegu niż w Jakuszycach, przy czym jak wskazują pomiary patrolowe najgrubsza miąższość śniegu była rejestrowana jeszcze poniżej Hali Szrenickiej, tj. na wysokości od 1 100 do 1 200 m n.p.m. (punkty P5(P4)-P6(P4')), gdzie w szczytowym momencie sięgała 150 cm, a więc o 20 cm więcej niż na w punkcie P7(P5).

Na wodowskazach Jakuszyce i Piechowice widoczny jest przybór wody w epizodach wzrostu temperatury przy czym największy miał miejsce na początku lutego. Co istotne to wezbrania majowe pochodzenia roztopowego i opadowego. Analiza fal tych wezbrań oraz warunków meteorologicznych w jakich powstały pozwala stwierdzić, że wezbranie majowe (02.05.2021) mogło być typową powodzią błyskawiczną, wywołaną opadami rzędu 60–70 mm w ciągu doby, gdzie w oparciu wyłącznie o informacje ze stacji w Jakuszycach można uznać, że pokrywy śnieżnej, która mogła dodatkowo zasilić zlewnię nie było lub zasoby te były trudne do ustalenia. W przypadku drugiego wezbrania z okresu 10–13.05.2021 mamy do czynienia z kilkudniowym spływem wód wywołanym opadami rzędu 20–30 mm, przy czym należy zwrócić



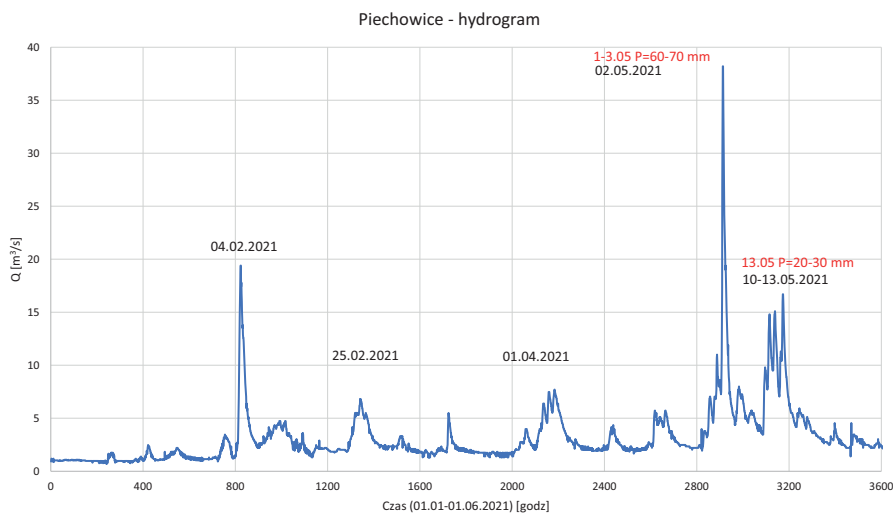
Rys. 2 Przebieg dobowej wysokości pokrywy śnieżnej w punkcie P7(P5) – Szrenica oraz na stacji Jakuszyce w sezonie zimowym 2020/2021 (obr. 2. Průběh denní výšky sněhové pokrývky v bodě P7(P5) – Szrenica a ve stanici Jakuszyce v zimní sezóně 2020/2021)

uwagę, że nawet porównując kształt i wielkość hydrogramu na rysunku 3, to objętość wody jest ponad dwukrotnie większa w połowie maja niż podczas wezbrania z początku maja. Zestawiając tą informację z wiedzą pozyskaną w trakcie pomiarów patrolowych widać wyraźnie, że w obszarach wyżej położonych była zmagazynowana znaczna ilość wody w pokrywie śnieżnej, która uległa redukcji i z znacznej mierze spływowi powierzchniowemu.

Jak wspomniano wcześniej przeprowadzone pomiary patrolowe dały informacje jedynie dla niewielkiej zlewni, która ze względu na specyfikę ukształtowania obszarów górskich nie może być uznana za reprezentatywną dla tego obszaru, choć jak próbowano pokazać wyżej daje ważną informację osłonową. Również dlatego poczyniono starania aby w planie modernizacji sieci pomiarowej PSHM znalazły się stacje pomiarowe w lokalizacjach, które w choć minimalnym stopniu przybliżają obecny obraz do rzeczywistego.

4. Wnioski (Závěr)

Przeprowadzone badania pozwoliły sformułować następujące wnioski: a) seria pomiarów zimowych 2020/2021 przyczyniła się do zyskania sporych doświadczeń w zakresie technik pomiarowych w trudnych warunkach górskich; b) występuje istotna, z punktu widzenia osłony hydrologicznej, różnica grubości pokrywy śnieżnej pomiędzy stacją meteorologiczną w Jakuszycach P0 (która oprócz Śnieżki jest jedyną stacją klimatologiczną w najwyższym piętrze wysokościowym, na obszarze całych Karkonoszy) a terenami wyżej położonymi, w tym poniżej szczytu Szrenicy



Rys. 3 Hydrogram natężenia przepływu Q w profilu wodowskazowym Piechowice w okresie od 01.01–01.06.2021 (obr. 3. Hydrogram průtoku Q ve vodoměrném profilu Piechowice v období od 1.1. do 1.6.2021).

(punkt pomiarowy P7 – stacja meteorologiczna KPN); c) w sezonie zimowym 2020/2021 nie było możliwości wykreślenia krzywej hipsometrycznej, która umożliwiłaby oszacowanie zasobów wodnych pokrywy śnieżnej na różnych piętrach wysokościowych; d) grubość pokrywy śnieżnej w profilu pionowym nie ma przyrostu liniowego lub nawet wykładniczego. Z uwagi na warunki meteorologiczne panujące na szczycie górskim oraz ukształtowanie terenu, pokrywa śnieżna jest przesuszana lub wręcz wywiewana. Najistotniejsze wysokości pokrywy śnieżnej znajdują się w pasie środkowym pomiędzy stacją meteorologiczną w Jakuszycach P0, a szczytem Szrenicy P7, w obszarach leśnych, a różnica ta dochodziła w sezonie zimowym 2020/2021 do 1 metra. Obszary leśne znacznie wolniej oddają wodę zakumulowaną w pokrywie śnieżnej, przyczyniając się do jej retencjonowania; e) w okresie nagłego ocieplenia (luty 2021) oraz pod koniec okresu zimowego (kwiecień – maj 2021) na stacji w Jakuszycach nie była rejestrowana pokrywa śnieżna podczas gdy w wyższych partiach górskich była widoczna w granicach 60–70 cm; f) zagęszczenie pomiarów grubości i zasięgu pokrywy śnieżnej w obszarach górskich daje możliwość poznania warunków bardziej zbliżonych do rzeczywistych oraz poprawy jakości modeli numerycznych pokrywy śnieżnej, takich jak stosowany w IMGW-PIB CROCUS, oparty o numeryczny model pogody ALARO (konsorcjum RC LACE).

Wskazane jest kontynuowanie badań terenowych i rozszerzanie ich na inne zlewnie górskie dorzecza środkowej Odry.

Podziękowania (Pod'akovanie):

Ta praca była realizowana w ramach zadania badawczego Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego S3/2020-2021, finansowanego z subwencji Ministerstwa Edukacji i Nauki.

Literatura (Literatura):

Atlas Karkonoszy, red Waldemar Spallek, 2021. Karkonoski Park Narodowy, Správa Krkonoškého národního parku, Jelenia Góra – Vrchlabí.

Instrukcja dla stacji meteorologicznych, 2015. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Meteorologické postřehy z volnočasového paraglidingového létání

Patrik Grosinger

Strojnická fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Námestie slobody 17,
812 31 Bratislava 1, Slovenská republika, patrik.grosinger@stuba.sk

1. Úvod

Jak je zřejmé z předpovědi počasí snad každému, vzduch je spíše živel s vlastní hlavou než něco předpověditelného. I když meteorologové vykonali obrovskou práci s popisem chování atmosféry, stále se najde něco, co způsobí zmaření předpovědi vypočtené složitými modely. Co se týče letecké meteorologie, existuje dnes řada kvalitní literatury, (jako například Dvořák 2017; Lexmann 1989; Perkins 2020). Také existují výborné publikace zaměřené konkrétně na bezmotorové létání, (jako Dvořák 2012 a Gončarenko 1981). Základy meteorologie se uvádějí v každé všeobecné učebnici létání, jako například Plos 2014; Vlasák 1948; Kédr 1980; Prokop et al. 1963 a mnohé jiné necitované, které všichni piloti znají. I při nastudování, a věřím, že i při poměrně dobrém pochopení těchto publikací, se vyskytnou jevy, které umí překvapit.

K ukázkové vazbě mezi jednotlivými disciplínami metrologie (věda o měření) a meteorologie (věda o atmosféře) dochází právě v letectví, zde vzhledem k rychlosti, složité dynamice proudění kolem paraglidu a závislosti dynamiky tekutin na četných vzdušných parametrech je důležité přesně sledovat řadu přidružených meteorologických jevů. Před letem sledujeme teplotu, vlhkost, rychlost větru, množství srážek, slunečního záření a dalších parametrů, samozřejmě metrologicky nezávisle zabezpečenými meteorologickými měřicími přístroji (Rybář et al. 2019; Pavlásek et al. 2019; Palenčár et al. 2019). Jak už v příspěvku na konferenci Šumava 2019 psal také (Fitka et al. 2019): Člověk vždy chtěl vědět, „jaké je a jaké bude počasí v následujících dnech, jaká je teplota, rychlost větru a v neposlední řadě hodnota atmosférického tlaku“, tak i já a další paraglidisté se zajímají o podmínky před vzletem do oblak. Některé takové výše uvedené zkušenosti a postřehy se pokusím probrat v tomto příspěvku.

2. Motorový let večer po horku

Tento let byl proveden dne 15. srpna 2021 u obce Trstín u Trnavy ve 20:00 hod. V tento den byly vysoké teploty kolem 33 °C. Není zaznamenána přesná teplota v době startu, ale byla kolem 25 °C. Také nevíme nic o konvektivních podmínkách v tento den. V místě startu bylo ale úplné bezvětří a nic nena-

svědčovalo nebezpečným podmínkám letu. Po příjemném odstartování z louky a získání výšky kolem 20 metrů až 30 metrů nad terénem bylo usednutí do postroje doprovázeno silnými turbulencemi. Nasednutí proběhlo až na druhý pokus, neboť při prvním se vyskytl silný klesavý poryv a ubrání plynu by způsobilo kontakt se stromy. Při pomalém nabírání výšky turbulence neustávaly. Ustaly přibližně 100 metrů nad terénem. Ale v této výšce byl vítr natolik silný, že při pokusu o návrat na místo startu zastal pohyb vůči zemi. Tento let byl proveden zařízením, které v dnešní době patří mezi velice klasické. Křídlo Axis Pluto II a krosna z 90. let s motorem Solo 210. To nic nemění ale na faktu, že při vystoupení 100 metrů nad terén se rychlost větru změní z nulové na rychlost 40 km·h⁻¹. Samozřejmě byl nutný sestup do výšky asi 50 metrů



Obr. 1 Křídlo Axis Pluto II a krosna Mitter s motorem Solo 210. Zdroj: Ing. Patrik Grosinger, Ph.D.

a let v turbulencích. Dokonce se nad křižovatkou lokálních cest vyskytl poryv, který otočil létající zařízení o 90°. Otočení určitě nebylo způsobeno nezkušeným pumpováním plynu nebo jiným hrubým a nesprávným zásahem do řízení. Vyskytl se v tak nízké výšce i silný klesavý proud, který tlačil létající zařízení rovnou do stromů. Ano, taková krosna nestoupá s 85 kg těžkým pilotem více než $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ale v tak nízké výšce je takový náraz shora zvláštní. Navíc v daný moment bylo slunce už mírně za horizontem. Let trval 30 minut a po přistání se podmínky na startu nezměnily. Na startu znovu absolutní bezvětří. Podle publikace od Dvořáka (2017) se celý let odehrával v přízemní podvrstvě, kde zemský povrch přímo prodává teplo vzduchu radiací, a vznikají malé termické bubliny. Co způsobilo prudkou změnu větru s výškou? Co způsobilo poměrně silné turbulence ve výšce 20 metrů až 50 metrů nad terénem, kdy slunce bylo již málo za horizontem? Je možné, že to způsobila přes den silně přehřátá země? Zvláštní je, že den před popsáním letem byl na stejném místě a ve stejnou dobu a při stejně vysoké teplotě přes den, proveden zcela klidný let bez jakýchkoli turbulencí. Na obr. 1. je fotografie zmíněného sportovního létajícího zařízení.

3. Zvláštní kopec Hradisko u obce Dolní Srní

Hradisko je nevýrazný kopec, jehož převýšení dosahuje maximálně 100 metrů při SV směru a 80 metrů při S a SZ směru. U SV směru jsou běžné odlety do termiky nebo dlouhotrvající „svahovačky“. SV hrana kopce je dlouhá přibližně 400 metrů a SZ asi 100 metrů. Ale při SZ směru větru je jakékoli snažení se o udržení se v proudu marné. Převýšení je sice o 20 metrů menší a sklon je menší jen o málo, vznikají zde i při silném větru pouze turbulence bez stoupající složky. Na startu pravidelně dochází k přesednutí do stromů i při síle větru, která by měla bez problémů nést. Lokální piloti vědí o tomto kopci své a pravidelně se zde padáky vybírají z keřů a stromů. U SV směru se ale nic podobného neděje. Zvláštní je, že káně se i v SZ směru udrží bez problémů. Čím to může být způsobeno? Na hraně dlouhé 100 metrů by neměl být problém se udržet.

4. Start pod kumulus na kopci Pleše u obce Podkonice

Tento let se uskutečnil v polovině července 2021. Čekali jsme na startu se zkušeným pilotem, který šel startovat s tandemem. Bylo 14:00 hod. Nárazy dosahovaly $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a ke startu se blížil středně vyvinutý kumul. Jakmile se kumul přiblížil, rychlost větru klesla na příjemných 4 až $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Odhodlali jsme se vystartovat rovnou pod kumul v naději, že přímo chytíme stoupání. Kopec Pleše má převýšení 450 metrů a výška základny byla přibližně 1000 metrů až 1200 metrů. Předpokládali jsme ideální navázání do termiky ze svahu. Při získání výšky asi 150 metrů nad terénem se ale neudálo vůbec nic. Zkušenější pilot s tandemem šel rovnou dolů a mně se kvůli dravci podařilo chytit nulu. Ani dravci se nevedlo o moc lépe než mně. Podle předpovědi měla být výborná konvekce. Čím bylo způsobeno naprosté plachtařské selhání? Podle publikace od Gončarenka (1981) strana 102 se použitelná výška stoupavého proudu v poledne zvyšuje. Publikace je ale původně určena pilotům větroňů, se kterými jsou nízké lety nebezpečné. Pro paragliding by ale dané převýšení mohlo být dostatečné.

5. Rogalina

Slepý vrch je poměrně výrazný kopec ležící mezi obcemi Horní Orešany a Dolní Orešany. O jeho hlavním využití svědčí i jeho slangové pojmenování. Obyvatelé Horních i Dolních Orešan ho nenazvou jinak než „Rogalina“. Je to kopec, který leží na SZ okraji Trnavské pahorkatiny. Slovo „pahorkatina“ bylo geology vybráno asi jen z legrace. Jedná se totiž o skoro rovný terén. Létá se JV směr větru, SZ není možný kvůli samotné „startovačce“ a také pro nemožnost přistání v tom směru. Na vrcholu kopce, tedy i na „startovačce“, leží keltské hradiště. Jelikož převýšení kopce je přibližně 350 metrů a v JV



Obr. 2 Velký vědec, velký letec, Ing. Patrik Grosinger, Ph.D., při létání na Slepém vrchu 7. 1. 2022. Zdroj: archiv Ing. Patrika Grosingera, Ph.D.

směru neexistují pro vítr žádné překážky, je tento kopec mekkou paraglidistů. Mezi hlavní negativa tohoto kopce patří staré a vysoké duby, tedy jakákoliv „stromovačka“ je nepříjemná záležitost vyžadující zásah hasičů. Jinak by tento ko-

pec byl jako slovenská Raná u Loun. Start na tomto kopci je jednoduchý jen při přímém JV směru větru. Při bočním směru, nejčastěji JJV, vznikají pochopitelně při startu silné turbulence způsobené vzrostlými stromy. Tyto turbulence jsou zanedbatelné v zimě, samozřejmě pro absenci listů na stromech. I tak při bočním větru není start vhodný pro úplné začátečníky. Ti pravidelně končí ve stromech na startu. Běžným jevem při létání na tomto kopci je absolutní bezvětrí dolů pod kopcem a slušných 6 až 7 m·s⁻¹ na startovače. Vítr zde se ztrátou výšky vždy prudce slábne. Při neuchycení se hned po startu je jisté, že se už nepodaří nastoupat. Také při malém vypadnutí ze stoupavého svahového proudění je nízká šance na opětovné navázání. Zametání vrcholů stromů je samozřejmě neúčinné a v tomto případě pro výšku stromů i nebezpečné. Když je cititelný vítr pod kopcem, pravidelně je létání pro sílu větru už nemožné. Tehdy nahoře bývá tak 11 až 13 m·s⁻¹. Z tohoto kopce není problém navázat do termiky ze svahového proudění a pokračovat na SZ směr letu. Při večerní svahovce je velmi častý výskyt katabatického proudění. Není problém udržet se mírně nad vrcholem, ale při přistání pod kopcem pilot zažije slušné postrčení do zad. Je to běžné při tak malém převýšení? Také vzniká otázka, co způsobuje tak výraznou změnu síly větru s výškou?

6. Závěr

Na závěr se chci zkušeným letcům a meteorologům omluvit, pokud jsem uvedl nějaké triviálně jasné skutečnosti, které jsem nepochopil. Tento příspěvek je míněn jako námět k diskusi o meteorologických jevech vyskytujících se poměrně nízko v troposféře, a které mají souvislost se sportovním létáním.

Poděkování:

Autor příspěvku děkuje Slovenské technické univerzitě v Bratislavě, Strojnické fakultě, Ústavu aplikované mechaniky a mechatroniky za podporu při psaní tohoto příspěvku. Poděkování za podporu také patří: projektu KEGA 023STU-4/2020 a projektu KEGA 013STU-4/2021.

Literatura:

DVOŘÁK, P., 2017. Letecká meteorologie. Svět křídel, ISBN 978-80-7573-014-5.

DVOŘÁK, P., 2012. Termika. Svět křídel, ISBN 978-80-87567-06-7.

FIŤKA, I., RYBÁŘ, J., PALENČÁR, J., ŠIMOVEC, M., SLOVÁK, J. 2019. Problematika atmosférického tlaku. In: *Meteorologická konference Šumava 2019*. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda konané ve dnech 14.–16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, s. 86–89. ISBN 978-80-87577-87-5.

GONČARENKO, V. V., 1981. Technika a taktika letov v termike. Alfa, 63-108-81.

KÉDR, F., 1980. Učebnice sportovního letce. Naše vojsko.

LEXMANN, E., 1989. Meteorológia pre športového pilota. Alfa, ISBN 80-05-00082-0.

PALENČÁR, J., PAVLÁSEK, P., RYBÁŘ, J., FIŤKA, I., JAVORSKÁ, A. 2019. Teorie vyjadřování nejistoty měření v meteorologii. In: *Meteorologická konference Šumava 2019*. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda konané ve dnech 14.–16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, s. 80–82. ISBN 978-80-87577-87-5.

PAVLÁSEK, P., RYBÁŘ, J., ĎURIŠ, S., PALENČÁR, J. 2019. Effects of Quartz Glass Insulation on Platinum Gold Thermocouples. In: *Measurement Science Review* [elektronický zdroj]. Vol. 19, no. 5 (2019), s. 209–212. ISSN 1335-8871 (0.900–2019). V databázi: WOS: 000489311900003; CC: 000489311900003.

PERKINS, O., 2020. Čtení mraků. IFP Publishing, ISBN 978-80-97383-85-8.

PLOS, R., 2014. Paragliding. Svět křídel, ISBN 978-80-87567-43-2.

PROKOP, M., ČERNOCH, I., KOSTKA, O., HÁZA, L., KOPÁČEK, J., KOLDOVSKÝ, M., HORÁK, J., FORCHGOTT, J., 1963. Meteorologie pro sportovní letce. Naše vojsko, 28-150-63.

RYBÁŘ, J., FIŤKA, I., JAVORSKÁ, A., ĎURIŠ, S., PALENČÁR, J., 2019. Od metrologie k meteorologii. In: *Meteorologická konference Šumava 2019*. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem, Českou meteorologickou společností a neformálním spolkem SUMAVA.EU ve spolupráci s Národním parkem Šumava a obcí Kvilda konané ve dnech 14.–16. května 2019 v Obecním sále na Kvildě. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, s. 83–85. ISBN 978-80-87577-87-5.

VLASÁK, V., 1948. Příručka pro sportovní letce. Josef Paul.

Kontakty na účastníky konference

Příjmení	Jméno	Titul	Organizace	e-mail
Augustinová	Markéta	Bc.	ČHMÚ	marketa.augustinova@email.cz
Balík	Martin		Žamberk	klimatic@centrum.cz
Bercha	Šimon	Mgr.	ČHMÚ	simon.bercha@chmi.cz
Blažek	Zdeněk	RNDr., CSc.	důchodce/ČHMÚ	blazek46@seznam.cz
Bližňák	Vojtěch	RNDr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	bliznak@ufa.cas.cz
Brzezina	Jáchym	Mgr., Ph.D.	ČHMÚ	jachym.brzezina@chmi.cz
Bucek	Jaroslav		Povodí Labe	kurkaj@pla.cz
Crhová	Lenka	RNDr.	ČHMÚ	lenka.crhova@chmi.cz
Čejka	Jakub	Mgr.	AOPK	jakub.cejka@nature.cz
Čermák	Milan		ČHMÚ	mil.cermak@seznam.cz
Černíkovský	Libor	Mgr.	ČHMÚ	libor.cernikovsky@chmi.cz
Doležal	Ondřej	Ing.	CTT media s.r.o	dolezal@cttmedia.cz
Ducháček	Libor	Mgr.	ČHMÚ	libor.duchacek@chmi.cz
Ferbar	Petr	Mgr.	Povodí Labe	nezvalovad@pla.cz
Fiťka	Ivan	Ing.	student, Bratislava	ivan.fitka@stuba.sk
Fryč	Tomáš	Ing.	ČHMÚ	tomas.fryc@chmi.cz
Grosinger	Patrik	Ing., Ph.D.	STU Bratislava	patrik.grosinger@stuba.sk
Habrdová	Kateřina		ČHMÚ	katerina.habrdova@chmi.cz
Halášová	Olga	Mgr., Ph.D.	UPOL	olga.halaso@upol.cz
Hintermuller	Jaroslav	Ing.	ČHMÚ	jaroslav.hinter@seznam.cz
Horký	Pavel	Mgr.	Horská služba	horky.pavel@hscr.cz
Hušek	Jiří	Ing.	AOPK Liberecko	tomas.korytar@nature.cz
Chalupa	Jaroslav		důchodce/ČHMÚ	jarchal@seznam.cz
Chládová Taliřová	Zuzana	RNDr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	chladova@ufa.cas.cz
Janatová	Lenka	Mgr.	ČHMÚ	lenka.janatova@chmi.cz
Janík	Tomáš		ČHMÚ	jazz@centrum.cz, tomas.janik@chmi.cz
Jech	Miroslav		pozorovatel stanice Hejnice	m.jech@atlas.cz
Jeníček	Michal	RNDr., Ph.D.	PfF UK	michal.jenicek@natur.cuni.cz
Jindra	Josef		SUMAVA.EU	jindrova.jana@tiscali.cz
Jirák	Jan	Mgr.	ČHMÚ	jan.jirak@chmi.cz
Jiroušek	Jiří	MUDr.	lékař	dent@volny.cz
Jiroušek	Jiří		fotograf, Kotenčice	jirka@nebeske.cz.
Juras	Roman	Ing., Ph.D.	KVHEM FŽP, ČZU	juras@fzp.czu.cz
Jůza	Pavel	RNDr.	ČHMÚ	pavel.juza@chmi.cz
Kacálek	Dušan	Ing., Ph.D.	VÚLHM Opočno	kacalek@vulhmop.cz
Kamínková	Alena	Mgr.	ČHMÚ	alena.kaminkova@chmi.cz
Karger	Milan		Náměšť na Hané	KargerMilan@seznam.cz
Kašičková	Lucie	Mgr.	ČHMÚ	lucie.kasickova@chmi.cz
Kliegrová	Stanislava	Mgr., Ph.D.	ČHMÚ	stanislava.kliegrova@chmi.cz
Knozová	Grazyna	Dr.	ČHMÚ	grazyna.knozova@chmi.cz
Kocián	Bohdan		ČHMÚ	kocian.bohdan@seznam.cz
Korytář	Tomáš	Ing.	ved. AOPK Liberecko	tomas.korytar@nature.cz
Kourková	Hana	Ing.	ČHMÚ	hana.kourkova@chmi.cz
Křivancová	Svatava	RNDr.	důchodce, ČHMÚ	svatava.krivancova@seznam.cz
Kukačka	Libor	RNDr., Ing., Ph.D.	KRNAP	libor.kukacka@gmail.com, lkukacka@knap.cz
Kubišta	Václav	Ing.	ČHMÚ	vaclav.kubista@chmi.cz
Kukla	Pavel	RNDr.	ČHMÚ	pavel.kukla@chmi.cz
Kulasová	Alena	Ing.	ČVUT	martin.sanda@fsv.cvut.cz
Kurka	Jan	Ing.	Povodí Labe	kurkaj@pla.cz
Kvak	Róbert	Mgr.	ÚFA AV ČR, v.v.i.	kvak@ufa.cas.cz
Kyznarová	Hana	RNDr., Ph.D.	ČHMÚ	hana.kyznarova@chmi.cz
Lipina	Pavel	Ing.	ČHMÚ	pavel.lipina@chmi.cz
Mačura	Rastislav	Mgr.	SHMÚ	macura.rasto@gmail.com

Příjmení	Jméno	Titul	Organizace	e-mail
Makovička	Daniel		ČHMÚ	makovicka@seznam.cz
Markovič	Ladislav	Mgr.	SHMÚ	ladislav.markovic@shmu.sk
Medek	Jakub	Ing.	Povodí Labe	nezvalovad@pla.cz
Mejsnar	Jan			jan.mejsnar@centrum.cz
Míková	Taťána	RNDr.	ČMeS	tatana11@seznam.cz
Modlitba	Martin	Mgr.	ČHMÚ ČB	martin.modlitba@chmi.cz
Muller	Miloslav	RNDr., Ph.D.	MFF UK, ÚFA AV ČR, v.v.i	muller@ufa.cas.cz
Němec	Luboš	RNDr.	ČHMÚ	lubos.nemec@chmi.cz
Novák	Martin	Mgr.	ČHMÚ	martin.novak@chmi.cz
Pecha	Martin	Mgr.	ČHMÚ	martin.pecha@chmi.cz
Pešice	Petr	RNDr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	pesice@ufa.cas.cz
Plachá	Helena	Ing.	ČHMÚ	helena.placha@chmi.cz
Plášilová	Eva	RNDr.	ČHMÚ	eva.plasilova@chmi.cz
Plavcová	Eva	Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	plavcova@ufa.cas.cz
Pobříšlová	Jana	Ing.	ČHMÚ	jana.pobrislova@chmi.cz
Pokorná	Lucie	RNDr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	pokorna@ufa.cas.cz
Prantl	David	Ing.	InMeteo	info@inmeteo.cz
Procházka	Jan	Ing., Ph.D.	FZT JU, Č. Budějovice	jprochazka@fzt.jcu.cz
Putala	František	Ing.	ČHMÚ	frantisek.putala@chmi.cz
Rederer	Luděk	Ing.	Povodí Labe	nezvalovad@pla.cz
Richterová	Dagmar	Ing.	ČHMÚ	dasa.richterova@chmi.cz
Rolčík	Ivo	DiS.	Šumava.eu	ivo.rolcik@seznam.cz
Rybář	Jan	Mgr., Ing.	SF STU Bratislava	jan.rybar@stuba.cz
Sedlák	Pavel	RNDr., CSc.	ÚFA AV ČR, v.v.i	sedlak@ufa.cas.cz
Sedláková	Klára	Mgr.	ČHMÚ	klara.sedlakova@chmi.cz
Skripniková	Kateřina	Mgr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	skripka@ufa.cas.cz
Slavík	Josef	Ing.	ČHMÚ	Josef.slavik@centrum.cz, josef.slavik@chmi.cz
Slouka	Michal		ČHMÚ	michal.slouka@chmi.cz
Starostová	Miloslava	RNDr.	ČHMÚ	miloslava.starostova@chmi.cz
Stehliková	Hana	DiS.	ČHMÚ	hanka.stehlikova@chmi.cz
Szumiejko	Franciszek	Mgr.	IMGW Wroclaw	Franciszek.Szumiejko@imgw.pl
Šanda	Martin	doc., Ing., Ph.D.	ČVUT v Praze, F. stavební	martin.sanda@fsv.cvut.cz
Šenk	Pavel	Ing.	Povodí Labe	kurkaj@pla.cz
Šercl	Petr	Ing., Ph.D.	ČHMÚ	petr.sercl@chmi.cz
Šlofar	Otakar		ČHMÚ	slofar.O@seznam.cz
Špaček	Matuš	Bc.	student, MU Brno	matspacek@gmail.com
Špulák	Ondřej	Ing., Ph.D.	VÚLHM Opočno	spulak@vulhmop.cz
Štěpánek	Petr	Mgr., Ph.D.	ČHMÚ	petr.stepanek@chmi.cz
Šustek	Marek	Bc.	ČHMÚ	marek.sustek@chmi.cz
Šustková	Veronika	Ing. et Ing.	ČHMÚ	veronika.sustkova@chmi.cz
Tichá	Petra		ČHMÚ	petra.ticha@chmi.cz
Tichopád	David	Bc.	student, MU Brno	david.tichopad@seznam.cz
Tolasz	Radim	RNDr., Ph.D.	ČHMÚ	radim.tolasz@chmi.cz
Urban	Grzegorz	dr.	IMGW Wroclaw	grzegorz.urban@imgw.pl
Vajskebr	Václav	Mgr.	ČHMÚ	vaclav.vajskebr@chmi.cz
Valeriánová	Anna	RNDr.	ČHMÚ	anna.valerianova@chmi.cz
Vojvodík	Antonín		Šumava.eu	antonin.vojvodik@seznam.cz
Vokoun	Martin	Ing.	VÚV TGM	vokounm@fzp.czu.cz
Volná	Vladimíra	RNDr.	ČHMÚ	vladimira.volna@chmi.cz
Wdowikowski	Marcin		Politechnika Wroclawska	marcin.wdowikowski@imgw.pl
Zacharov	Petr	RNDr., Ph.D.	ÚFA AV ČR, v.v.i	petas@ufa.cas.cz
Zezulová	Lenka		ČHMÚ	lenka.zezulova@chmi.cz
Zusková	Ilona	Mgr.	ČHMÚ	ilona.zuskova@chmi.cz
Žák	Michal	Mgr., Ph.D.	KFA MFF UK	xamicus@gmail.com

METEOROLOGICKÁ KONFERENCE JIZERKA 2022

Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem a Českou meteorologickou společností konané ve dnech 17.–19. května 2022 v hotelu Pyramida na Jizerce v Jizerských horách

Pavel Lipina a Jan Procházka (ed.)

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha 2022

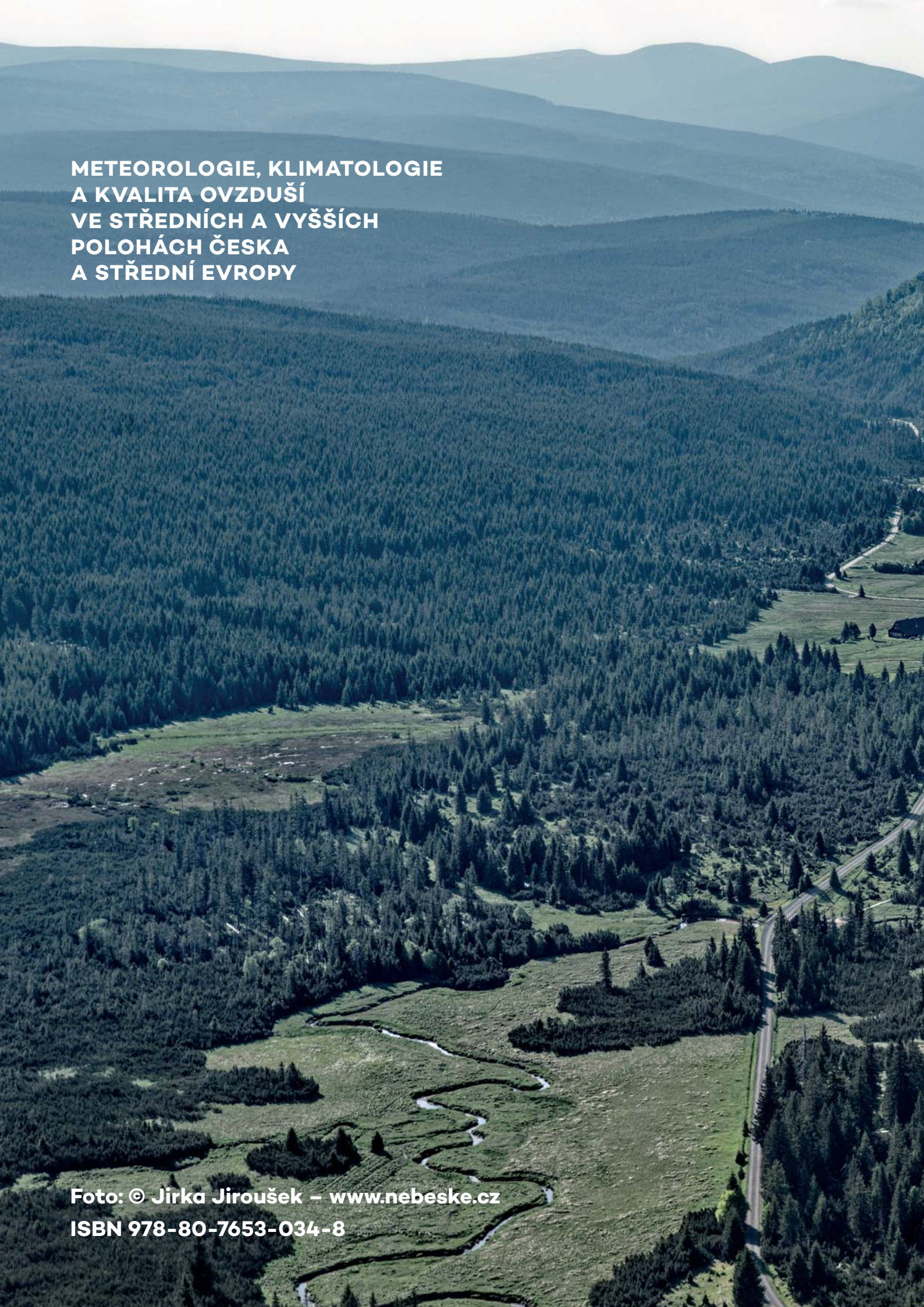
1. vydání, 144 stran, náklad 150 výtisků

Vytiskla tiskárna Českého hydrometeorologického ústavu, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4

Publikace neprošla jazykovou úpravou, za obsah příspěvků odpovídají autoři.

Grafická úprava a sazba: Hana Stehlíková

ISBN 978-80-7653-034-8

An aerial photograph of a lush, green valley. The landscape is dominated by dense coniferous forests covering the hillsides. A winding river flows through a grassy meadow in the foreground. A paved road runs along the right side of the valley. In the background, rolling hills and mountains are visible under a clear sky.

**METEOROLOGIE, KLIMATOLOGIE
A KVALITA OVZDUŠÍ
VE STŘEDNÍCH A VYŠŠÍCH
POLOHÁCH ČESKA
A STŘEDNÍ EVROPY**

Foto: © Jirka Jiroušek – www.nebeske.cz

ISBN 978-80-7653-034-8