

Dynamika teploty vzduchu z pohledu environmentální bezpečnosti

Rožnovský Jaroslav, Hana Středová a Tomáš Středa

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, roznov@mendelu.cz

Souhrn:

Změna klimatu se prokazuje oteplováním. Projevy teploty vzduchu jsou stále dynamičtější, roste nejen průměrná teplota vzduchu, ale také počty dnů s vysokými teplotami. Vývoj teploty vzduchu od roku 1961 dokládá její zvyšování ve všech ročních obdobích, což ovlivňuje další procesy v naší krajině, jako je oběh vody, výskyty sucha, vývoj vegetace. Proto je hodnocení environmentální bezpečnosti v ČR z hlediska nebezpečí přírodního zaměřeno i na teplotu vzduchu.

Klíčová slova: změna podnebí, dlouhodobé změny, oteplování, mrazy, systém integrované výstražné služby

Úvod

Průběh počasí zvláště v posledních letech je příčinou, proč v současné komunikaci stále častěji zaznívá pojem „změna klimatu“, kterou se však vědci zabývají již několik desetiletí. Změna klimatu představuje vývoj klimatu probíhající po relativně velmi dlouhou dobu v jednom směru, např. směrem k oteplení nebo ochlazení. Týká se Země jako celku, na různých místech se však může projevit různě intenzivně; oteplení či ochlazení bývá např. nejvíce patrné ve vysokých zeměpisných šířkách. Příčinou změn klimatu bývá jednosměrná změna působení některého z globálně působících klimatických faktorů.

Změna klimatu i možnost následných dopadů nebyly naší společností brány s větším respektem či zájmem. Přesto, že klimatologové již několik desítek let na negativní dopady upozorňují – příkladem je kůrovcová kalamita a stav lesů na našem území v minulém roce. Výskyty extrémních projevů počasí jsou příčinou, že v naší společnosti se stále častěji o změně klimatu hovoří. Je to určitě dáno tím, že se velké části obyvatel dotkly výskyty sucha.

Problematika vývoje podnebí na Zemi je předmětem studia mnoha klimatologů a dalších odborníků. Jejich výsledky jsou však určitými skupinami jiných odborníků zpochybňovány. Jak vyplývá z různých studií, tyto změny jsou příčinou zvyšující se četnosti výskytů extrémních stavů počasí. Probíhající změna klimatu je nejčastěji dokládána zvyšováním teploty vzduchu, hovoříme o tzv. globálním oteplování (Rožnovský, 2019).

Je obecně známo, že nejen pro lidi a přírodu, ale i pro hospodářství jsou škodlivé výskyty extrémních hodnot meteorologických prvků. Ovšem ne vždy si uvědomujeme, že v tomto pohledu roste nebezpečí zranitelnosti celé společnosti, protože roste rozsah, ale hlavně dopady výskytu nebezpečných jevů. Jestliže se zvyšuje rozsah hrozeb, znamená to, že se také zvyšují rizika. S těmito skutečnostmi musíme počítat při zajišťování ochrany obyvatelstva, ale také při zajištění akceschopnosti složek bezpečnostního systému České republiky. Jak již bylo uvedeno, vznik hrozeb je dán rozvojem společnosti, ale také přírodními podmínkami, které se mění, jak dokládají změny klimatu. Musíme si též uvědomovat, že hrozby mohou působit společně a jejich dopady mohou působit synergicky. Proto je potřebná identifikace hrozeb, jejich podrobná analýza a vyhodnocení. Musíme stanovit příslušnou úroveň rizika, které mohou vyvolat nežádoucí jevy. Z výše uvedených důvodů nabývá na významu prevence a budování výstražných informačních systémů.

Potřeba zpracovat analýzu hrozeb pro Českou republiku a promítnout její závěry do metodických a strategických materiálů v oblasti bezpečnosti státu byla přijata usnesením Vlády České republiky č. 805 ze dne 23. října 2015. Následně byla vypracována „Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030“ (Kolektiv autorů, 2015). V ní jsou v kategorii naturogenních, abiotických uvedeny typy, u kterých lze odůvodněně očekávat vyhlášení krizového stavu, a to dlouhodobé sucho,

extrémně vysoké teploty, přívalové povodně, vydatné srážky, extrémní vítr a povodeň. Odpovědnost za tuto oblast byla dána na Ministerstvo vnitra, a to ve spolupráci podle dané hrozby a rizika, s příslušnými ministerstvy a dalšími ústředními správními úřady. Tímto je také naplňováno „Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1313/2013/EU ze dne 17. 12. 2013 o mechanismu civilní ochrany Unie. Zde jsou uvedeny požadavky na jednotlivé členské státy v oblasti preventivních aktivit.

Podle „Koncepce environmentální bezpečnosti na období 2016-2020 s výhledem do roku 2030“ (2015) je environmentální bezpečnost stav, při kterém je pravděpodobnost vzniku krizové situace narušením životního prostředí ještě přijatelná. Z výše uvedeného vyplývá, že krizovou situací jsou výskyty extrémně vysokých teplot vzduchu. Z hlediska škod, ale musíme brát v úvahu také extrémně nízké teploty v průběhu zimy, hlavně při malé či žádné sněhové pokrývce, ale také vegetační mrazy, i když nejsou v přehledu hrozeb uváděny.

Podnebí ČR

Z dosavadních klimatologických studií vyplývá, že naše podnebí je typické svou vysokou variabilitou. Z pohledu hospodářského a podmínek pro obyvatele jsou bezpečnostní rizika na území České republiky vyvolávána i jevy meteorologické a hydrologické podstaty. Toto je dáno naší geografickou polohou. Jsme součástí mírného klimatického pásu, ovšem v oblasti přechodného klimatu střeoevropského (Kolektiv autorů, 1958). Významnou roli sehrávají cirkulační a geografické poměry. Po převážnou část roku u nás převládá vzduch mírného pásma, ale na našem území se projevuje v krátkých obdobích i vzduch tropický, ale také vzduch arktický. Atlantický oceán způsobuje, že oceanita našeho podnebí je vyšší v Čechách, kde jsou častěji mírnější zimy a chladnější léta, srážky jsou rozděleny rovnoměrněji. Naopak kontinentalita je oproti Čechám vyšší na Moravě a ve Slezsku, kde jsou také větší teplotní amplitudy. Z geografických podmínek mají vliv naše hory, které vytvářejí tzv. klimatické přehradu, kdy zčásti zabraňují vpádům studeného vzduchu od severu více v Čechách, ale vzhledem k západnímu proudění vyvolávají dešťový stín. Významnou roli pro naše počasí má cyklonální činnost, která ovlivňuje přechody atmosférických front přes naše území, a tím výskyt srážek. Mapy klimatických prvků v Atlasu podnebí Česka [8] byly vypracovány z meteorologických údajů za období 1961 až 2000. Za poslední dvě desetiletí jsme zažili několik extrémních stavů počasí. Došlo k mimořádným výskytům srážek a následně výskytu plošných povodní v letech 1997, 2002 a díky rychlému tání vysoké sněhové pokrývky i v roce 2006. Rok 2010 byl srážkově nadnormální s výskytem vyššího počtu lokálních povodní z přívalových dešťů. Naopak v letech 2000, 2003, 2007 (jižní Morava), 2012, 2015, 2017 až 2019 došlo k výskytu mimořádného sucha, a to díky mimořádně nízkým úhrnům srážek a dlouhým až několikátýdenním takřka bezsrážkovým obdobím. V letech 2011, 2015 a 2017 byly poškozeny rozsáhlé plochy ovocných sadů jarními mrazy (Zahradníček, P. et al., 2017)

Meteorologické extrémy

Je obecně známo, že nejen pro lidi a přírodu, ale i pro hospodářství jsou škodlivé výskyty extrémních hodnot meteorologických prvků. K nim patří jak extrémně vysoké, tak nízké teploty vzduchu. Obdobně je to u srážek, kdy mimořádně intenzivními srážkami nebo jejich vysokými úhrny vznikají povodně. Naopak mimořádně nízké srážky, zvláště za vysokých teplot vzduchu vyvolávají suchu. Zemědělské plodiny poškozuje hlavně při malé či žádné sněhové pokrývce vegetační mrazy. Škody působí vichřice a krupobití.

Výskyty sucha se začaly vyskytovat se zvýšenou četností od roku 2000 (Rožnovský, J. et al., 2012): Jako příklad extrémních projevů počasí uvádíme průběh v roce 2015. V tomto roce se projevil v jednotlivých částech roku nízké úhrny srážek při vysokých teplotách vzduchu, takže mimořádně vysoké byly i hodnoty potenciální evapotranspirace. Ovšem výskyt sucha byl ještě podpořen v některých částech našeho území v podstatě teplou a suchou zimou. Tato byla jako celek oproti průměru na celém území teplejší, v nejvyšších polohách to bylo o 1,5 °C, na většině území potom o 2 až 3 °C, mimořádně ve východních Čechách až 3,5 °C. Leden byl teplejší o 3 °C, na některých místech v Čechách i přes 4 °C. Únor mimo západní a jihozápadní území měl teploty vyšší o 1 až 2 °C. Ovšem srážkově byla tato zima na většině území podnormální. Část středních a západních Čech měla srážky jen mezi 50 až 60 %, místy i pod 50 % dlouhodobého průměru. Podobné byly úhrny i na části Znojemska. Naopak severní a východní Morava měla srážky normální, až slabě nadnormální. Na ostatních částech území ČR se úhrny

srážek pohybovaly mezi 70 až 90 %. S ohledem na průběh teplot vzduchu a úhrnů srážek byl již počátek jara mírně sušší.

Průběh teplot vzduchu v dubnu vyvolává zvýšení hodnot evapotranspirace asi na polovině území Čech o 20, ale místy až o více jak 40 %. Ovšem v květnu se tento negativní trend zastavuje a hodnoty na většině území odpovídají normálu. V dubnu až květnu byly úhrny srážek na většině našeho území podnormální, takže koncem května v pásu od Karlových Varů přes střední Čechy až k Českým Budějovicím se jejich úhrn pohybuje mezi 50 až 75 % průměru. Obdobně je to na jižní a části střední Moravy. Teplotně bylo jaro na celém území s vyššími teplotami od 0,3 až 0,6 °C na převážné části Moravy. Vysočina a Čechy mimo menší oblasti měly teploty vyšší od 0,6 až přes 1,2 °C. Jaro bylo tedy na převážné části území teplé a suché. Významně se na výskytu sucha podílely extrémně vysoké teploty vzduchu průběhu letá, ale také podzim byl oproti průměru teplejší. Průběh teploty vzduchu a úhrnů srážek vyvolal nedostatek vody v půdě, takže rok 2015 byl nejen mimořádně teplý, ale také suchý.

Teplotní poměry

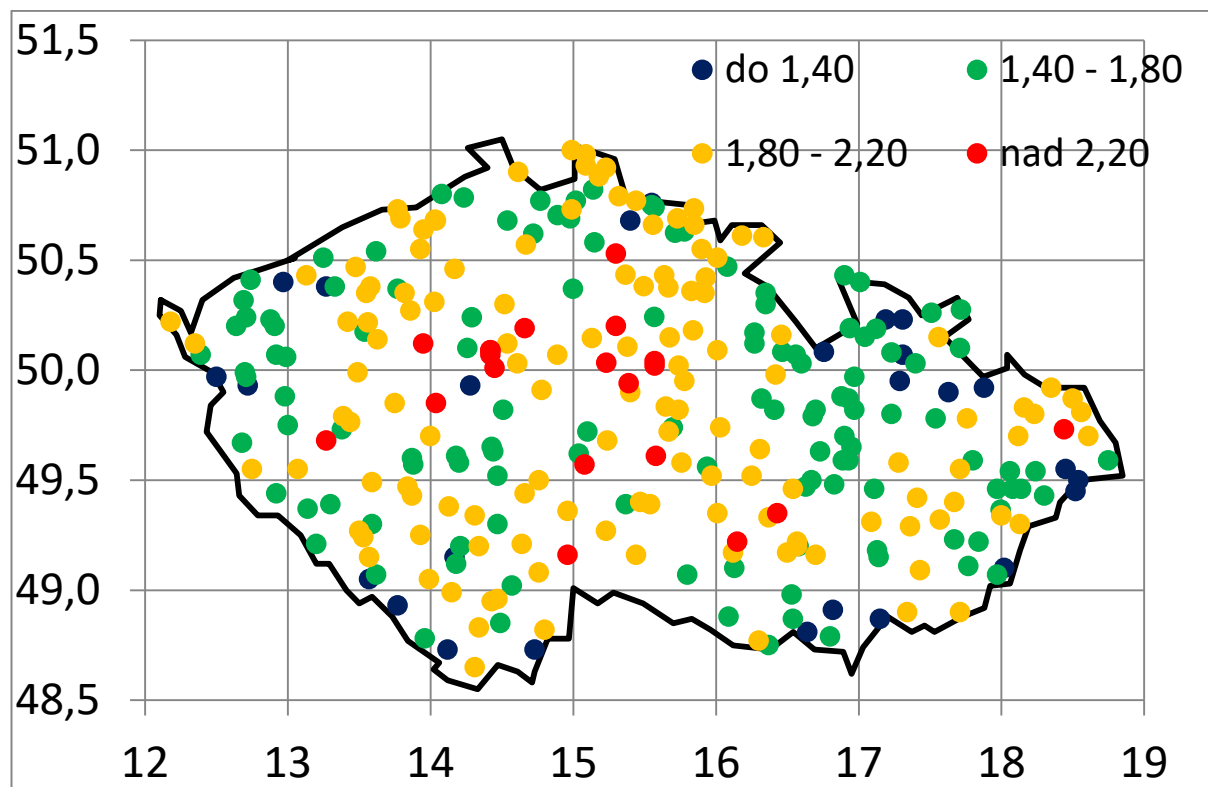
Průměrná roční teplota vzduchu je nejčastěji používanou charakteristikou teplotních poměrů na našem území. Za období 1961 až 2010 se pohybovala od 0 °C (vrcholové polohy) až po 10 °C na jižní Moravě. Nejvyšší maximum teploty vzduchu na území ČR bylo naměřeno 20. 8. 2012 v Dobřichovicích, a to 40,4 °C. Nejnižší minimum teploty vzduchu, - 42,2 °C se vyskytlo v Litvínovicích u Českých Budějovic 11. února 1929. V průměru je nejchladnějším měsícem roku leden, nejteplejším měsícem červenec, ale v jednotlivých letech nacházíme rozdíly, kdy nejchladnější je únor, mimořádně prosinec a v létě potom nejteplejší může být srpen, mimořádně červen.

Z analýzy průměrných ročních a měsíčních teplot vzduchu vyplývá, že teploty vzduchu na našem území rostou (Střešník, J. et al. 2014). Ovšem statisticky významný vzestup teploty vzduchu na celém území ČR je odlišný v jednotlivých oblastech, v podstatě od zvýšení o 1,3 °C až přes 2,2 °C (Obr. 1). Nárůst teploty vzduchu je prokazatelný u všech měsíců v roce, takže i v jednotlivých ročních obdobích. Nejvyšší vzestup teploty vzduchu je v letním období, nejnižší potom na jaře a na podzim. Z hlediska dopadů změn klimatu je významný vzestup teploty v zimě. Je však nutné zdůraznit, že růst teploty vzduchu vykazuje velkou dynamiku mezi jednotlivými roky, ale také v průběhu jednotlivých let, kdy jsou mnohé měsíce velmi rozdílné. Není výjimkou, že v roce jako celku velmi teplém jsou extrémní teploty minimální a v létě naopak maximální, např. rok 2003. Hlavně letní vzestup teploty vzduchu se podílí na růstu extrémních teplot vzduchu. Dochází ke zvýšení počtu tropických dnů, tedy denních maximálních teplot 30 °C a výše. Jejich počet v posledních letech překračuje dvojnásobek výskytů oproti průměrům za období 1961 až 2000. Pro zdraví člověka, ale i pro přírodu jsou velmi nepříznivé tzv. vlny horka, kdy následuje po sobě několik tropických dnů. Zde je nutné zdůraznit, že je velký rozdíl mezi extrémy teploty vzduchu ve volné krajině a ve městech, kde se projevuje tzv. tepelný ostrov města.

V České republice patří poslední roky v dlouhodobých teplotních řadách k těm nejteplejším. Díky velmi teplým zimám, což se stává v posledních letech takřka pravidelně a i velmi teplým začátkům jarních měsíců se nám posouvá vegetační sezóna na dřívější období a díky tomu vegetace začíná rychleji svůj vývoj. Zima 2015–2016 patřila mezi 4 nejteplejší zimy od roku 1800. Díky klimatické změně a dřívějšímu nástupu vegetačního období je vegetace v dubnu rozvinutější, než tomu bylo například před 50 lety. Do toho se dostavuje často se opakující meteorologická singularita, jako je příliv velmi chladného arktického vzduchu od severu. Na změnu této meteorologické situace nemá klimatická změna přímý vliv, proto se tento jev bude opakovat nadále i při dalším oteplování zimních a jarních měsíců. Tím se stává pozdní jarní mráz čím dál větším rizikem pro naše zemědělství, protože může způsobit dalekosáhlejší fatální škody, než v minulosti bylo zvykem.

Globální oteplování neznamená, že nebude docházet k situacím, kdy vpády arktického vzduchu způsobí velké škody na porostech, ale také v průmyslu a dopravě. Dokladem je prudké ochlazení v závěru února roku 2003. Škody, hlavně v době kvetení ovocných stromů, vyvolaly vegetační mrazy v letech 2011, 2015, 2017 a 2019. Zde je nutné vnímat souvislosti s globálním oteplováním, kdy však vyšší teploty vzduchu a půdy vyvolávají časnější nástupy vegetace, ale také současně větší zranitelnost náhlým a silným ochlazením, např. na jaře v době kvetení ovocných stromů.

Vývoj teploty vzduchu a dalších meteorologických prvků do budoucna je modelován v rámci tzv. klimatických modelů. Pokud jde o teplotu vzduchu, odhady jejího vývoje jsou podle druhu modelů v rozpětí několika °C, ovšem ve všech případech jde o vzestup, tedy jak do poloviny tohoto století, tak do jeho konce by se mohly teploty vzduchu zvyšovat.



Obr. 1 Zvýšení průměrné roční teploty vzduchu (°C) na území ČR za období 1961 až 2017

To nastalo i koncem dubna 2016, kdy po velmi teplé zimě a počátku jara přišel v posledních třetině dubna, tedy již relativně pozdě, příliv velmi studeného vzduchu ze severu. Přízemní minimální teploty vzduchu a i minimální teploty vzduchu měřené ve 2 metrech klesaly výrazně pod bod mrazu. Následkem tohoto průběhu počasí došlo ke značným škodám v zemědělství, které podle odhadů byly o něco nižší než v roce 2011, kdy bylo zničeno 60 % všech ovocnářských výsadeb, a škody dosahovaly půl miliardy korun. Podobně se projeví vegetační mrazy na počátku jara v roce 2018 i 2019. Mezi nejčastěji postižené oblasti patří jižní Morava a střední Čechy.

Výstražné informace

Na našem území jsou meteorologická a hydrologická měření a pozorování zajišťována Českým hydrometeorologickým ústavem (dále jen ČHMÚ). Takto jsou zajišťovány potřebné podklady pro systém integrované výstražné služby (dále jen SIVS). Jde o společně poskytovanou výstražnou službu ČHMÚ a odboru hydrometeorologického zabezpečení Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (odboru HMZ VGHMÚŘ - meteorologická služba armády ČR) pro území ČR v oblasti operativní meteorologie a hydrologie (viz <http://portal.chmi.cz/>).

Výstrahy jsou zobrazovány na internetových stránkách ČHMÚ, (www.chmi.cz) a na stránkách evropského výstražného systému www.meteoalarm.eu. V Tab. 1 jsou uvedena kritéria pro vydávání výstražných informací pro teplotu vzduchu. Mimoto ČHMÚ výstrahy distribuuje do veřejnoprávních a některých dalších médií.

Jak vidíme v tabulce, jsou poskytovány výstrahy nejen na teplotní extrém, tedy extrémně vysoké teploty nebo extrémní mrazy, ale také na mraz ve vegetačním období a na prudké poklesy teploty vzduchu. Tyto zvláště po delším teplém období mohou způsobit velké hospodářské škody. Je nutné též upozornit,

že nebezpečný jev „vysoké teploty“ je dán teplotou vzduchu vyšší než 31 °C, a ne hodnotu 30 °C, kterou je vymezen tropický den.

Tab. 1 Kritéria pro vydávání výstražných informací ČHMÚ na teplotu vzduchu (<http://portal.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS>).

Skupina jevů	Nebezpečný jev	Intenzita jevu	Výchozí pravděpodobnost	Kritéria pro vydání	Možné škody a doporučení
TEPLOTA VZDUCHU	Vysoké teploty	N	P > 50%	$T_{\max} > 31 \text{ °C}$	Vzhledem k možnému přehřátí a dehydrataci organismu v horkých letních dnech s teplotami nad 30 °C doporučujeme: ... více
	Velmi vysoké teploty	V	P > 50%	$T_{\max} > 34 \text{ °C}$	
	Extrémně vysoké teploty	E	P > 50%	$T_{\max} > 37 \text{ °C}$	
	Silný mráz	N	P > 50%	$T_{\min} < -12 \text{ °C}$, pod 600m	
	Velmi silný mráz	V	P > 50%	$T_{\min} < -18 \text{ °C}$, pod 600m	
	Extrémní mráz	E	P > 50%	$T_{\min} < -24 \text{ °C}$, pod 600m	
	Mráz ve vegetačním období	N	P > 50%	$T_{2m} < 0 \text{ °C}$ nebo $T_{\text{příz}} < -2$, t > 3h, pod 600m	
Prudký pokles teploty	V	P > 50%	$T(t) - T(t - 6 \text{ hod.}) \leq -15 \text{ °C}$, $T(t) < 0 \text{ °C}$		

Závěr

Předložená analýza teploty vzduchu dokládá, že na našem území se prokazatelně teplota vzduchu zvyšuje, a to jak její roční průměry, tak v jednotlivých měsících, takže i ve všech ročních obdobích. Jistě, že jsou mezi měsíci i roky dílčí rozdíly v hodnotách zvýšení. Rozdíly v dynamice teploty vzduchu i některých letech významně překračují hodnoty, která má dlouhodobá změna. Růst teploty vzduchu aproximován přímkou, prokazuje statisticky významné zvyšování. Je tedy třeba počítat s tím, že naznačené trendy budou pokračovat v příštích desetiletích.

Podle dosažených výsledků lze konstatovat, že:

- Průběh průměrné roční teploty vzduchu za období 1961 až 2017 má vzestupný trend.
- Narůstá dynamika teplot vzduchu, typickým příkladem je rok 2003, který měl v únoru mimořádný výskyt holomrazů, ale jako celek byl velmi až mimořádně teplý.
- Zvyšování teploty vzduchu se liší v jednotlivých ročních obdobích. Nejvíce se teplota zvyšuje v létě (0,4 °C/10 let), naopak pro podzim je vzestup malý (méně než 0,1 °C/10 let). Roční nárůst průměrné teploty vzduchu představuje za období 1961 až 2010 necelé 0,3 °C/10 let.
- Přes naše malé území, jsou regionální rozdíly. V letních měsících se teplota zvyšuje nepatrně rychleji na území Moravy, v zimě a na jaře na území Čech.
- Zvyšování teploty vzduchu dochází k výskytu vyšších teplotních extrémů, roste počet letních dnů, ale i dnů tropických. Přes snižování počtu dnů mrazových a ledových v posledním desetiletí nelze vyloučit mimořádné výskyty dnů arktických, a tím vysoké škody na porostech, technice i v dopravě.

Z hlediska dopadů extrémních stavů počasí, a tím výskytu krizových situací, musíme věnovat pozornost projevům celého klimatického systému. Například, nejde jen o projevy zvyšování teploty vzduchu, zvyšování počtu tropických dnů apod., ale také, že tento růst je příčinou zvyšující se evapotranspirace, tedy výdeje vody z naší krajiny. Tím se zvyšuje negativní vláhová bilance a dochází k nárůstu výskytů sucha nejen nízkými úhrny srážek, ale také rostoucí teplotou vzduchu a půdy.

Musíme si uvědomit, že s výskyty sucha při vysokých teplotách nejen vzduchu, ale i půdy a jejich pokryvu, souvisejí další hrozby, např. výskyty požárů, ale hlavně nedostatek vody v naší krajině. Tyto změny ovlivní také hydrologické poměry a postupně může dojít k významným projevům hydrologického sucha, tedy i ke snížení hladiny u podzemních vod. Tyto jsou významnou složkou oběhu vody v přírodě a jsou v interakci s povrchovými vodami a dalšími složkami životního prostředí. Mohlo by dojít ke krizovým situacím, jak v krajině, tak v průmyslu, v zemědělské výrobě, ale také v zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Z toho důvodu je nezbytné věnovat velkou pozornost dynamice výskytu a projevům všech hrozeb.

Literatura

KOLEKTIV AUTORŮ (1958): Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.

KOLEKTIV AUTORŮ (2015): Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. Praha.

ROŽNOVSKÝ Jaroslav et al. (2012): Agroklimatologická studie o výskytu sucha na území ČR v roce 2012 a za období srpen 2011 až srpen 2012. Zpráva pro Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Brno, 67 s.

STŘEŠTÍK, Jaroslav et al. (2014): Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN eds. Mendel and Bioclimatology. Conference proceedings, Brno, 3rd-5rd Sep. 2014[CD-ROM]. Brno: 2014. ISBN 978-80-210-6983-1.

TOLASZ, R., et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).

ZAHRADNÍČEK, P. et al. (2017): Stanovení a změna tuhosti jednotlivých zim za období 1961–2015. In: Mrazy a jejich dopady – sborník abstraktů z mezinárodní konference, Hrubá Voda 26.–27.4.2017. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-87577-69-1.

Elektronické zdroje:

<http://portal.chmi.cz>

www.chmi.cz

www.meteoalarm.eu

Poděkování

Příspěvek je výstupem aktivit, realizovaných ve spolupráci MENDELU a MŽP.