

## Meteorologické extrémny, zdroje bezpečnostního rizika

Jaroslav Rožnovský, Hana Středová, Tomáš Středa

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

### Souhrn

*Současné podnebí je stále dynamičtější, což se projevuje častějšími výskyty meteorologických a hydrologických extrémů, navíc s rostoucí intenzitou. Těmito projevy počasí se zvyšuje bezpečnostní riziko na našem území. Informaci o výskytu nebezpečných meteorologických a hydrologických prvků a jevy poskytuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci s dalšími organizacemi formou Systému integrované výstražné služby. Podrobné rozpracování nebezpečí krizových situací, jejich příčin a postupy řešení uvádějí příslušné typové plány. V nich jsou též uvedena opatření pro jednotlivé úrovně státní správy a samosprávy.*

### Abstract

*Current climate is more and more dynamic and consequences of this are more frequent meteorological and hydrological extremes, which also tend to be more intense. These weather events increase the security risk in the Czech Republic. Information about the occurrence of dangerous meteorological and hydrological elements and phenomena is provided by the Czech hydrometeorological institute in cooperation with other institutions via the System of integrated warning service. Detailed analysis of dangerous emergency situations, their causes and solutions are specified in corresponding type plans. These plans also include measures for individual levels of civil service and administration.*

**Klíčová slova:** *Počasí, podnebí, extrémní hodnoty, Systém integrované výstražné služby, typové plány, krizové situace, státní správa, samospráva.*

**Key words:** *Weather, climate, extreme values, System of integrated warning service, type plans, emergency situations, civil service, administration.*

### 1. Úvod

Nové technologie jsou na jedné straně základem v podstatě ve srovnání s historií velmi rychlého hospodářského rozvoje. 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.

Potřebu zpracovat analýzu hrozeb pro Českou republiku a promítnout její závěry do metodických a strategických materiálů v oblasti bezpečnosti státu uvádí „Koncepte ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030“. Tato byla přijata usnesením Vlády České republiky č. 805 ze dne 23. října 2015. Je vcelku logické, že 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.

V článku je věnována pozornost meteorologickým extrémům, které vyvolávají nebezpečí s nepřijatelným rizikem. V „Koncepti....“ (2015), jsou 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. Patří do kategorie naturogenních, abiotických.

Počasí a jeho dlouhodobý projev, tedy podnebí, jsou hlavně v posledních desetiletích typické zvýšenou frekvencí výskytu meteorologických a hydrologických extrémů, včetně jejich zvýšené intenzity. Meteorologická měření a pozorování jsou zajišťována Českým hydrometeorologickým ústavem (dále jen ČHMÚ), dávají 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/>).

## **2. Podnebí České republiky**

Hodnotit možné abiotické hrozby meteorologické a hydrologické podstaty a jejich bezpečnostní rizika na území České republiky lze jen na základě znalostí našeho podnebí. Toto je dáno naší geografickou polohou. Jsme součástí mírného klimatického pásu, ovšem v oblasti přechodného klimatu středoevropského (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 přeprady, 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 (Tolasz et al., 2007). V Atlasu podnebí Československa (1958) a Podnebí ČSSR - Tabulky (1960) jsou uvedeny výstupy zpracování za období 1901 až 1950. Mapy klimatických prvků v Atlasu podnebí Česka (Tolasz et al., 2007) byla 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 a 2015 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 (Rožnovský a Litschmann, 2017).

### **2.1. Teplotní poměry**

Dlouhodobá 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. Z analýzy průměrných ročních a měsíčních teplot vzduchu za období 1961 až 2010 vyplývá, že teploty vzduchu na našem území rostou.

Hrozbou jsou výskyty extrémně vysokých teplot vzduchu, extrémně nízkých teplot v průběhu zimy, hlavně při malé či žádné sněhové pokrývce, ale také vegetační mrazy. Vpády arktického vzduchu jsou příčinou škod působených mrazy jak v zimním, tak v jarním, méně v podzimním období. Prokazatelné oteplování, statistickými analýzami potvrzené, se projevuje i v zimním období, takže dochází k přerušení období vegetačního klidu a nástupu vegetace. Potom následné vpády arktického vzduchu působí 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 a 2017. 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.

### **2.2. Srážkové a vláhové poměry**

Srážky na našem území mají roční chod kontinentálního typu, tedy s jednoduchou vlnou, kdy maximum připadá převážně na červenec, minimum na únor nebo leden. Letní maximum souvisí s výskytem bouřkových lijáků při advekci relativně studeného vzduchu od západu až severozápadu. Průměrné roční

úhrny srážek jsou na našem území velmi rozdílné. Za období 1901 až 1950 se uvádí, že nejnížší průměrný roční úhrn byl 410 mm, naopak nejvyšší 1705 mm. Nejvyšší srážkové úhrny jsou dosaženy na stanicích horských, především v severních pohraničních horách. Za období 1961 až 2010 (Střešník et al., 2014) se nejvyšší průměrné úhrny za celé období vyskytují na stanici Vítkovice v Krkonoších (1447 mm) a na Lysé hoře v Beskydech (1422 mm), rekordně vysoký roční úhrn byl pozorován na Lysé hoře v roce 2010 (2127 mm). Nejnížší průměrné úhrny se vyskytují v nížinách, na stanici Tušimice v Podkrušnohoří (437 mm), a v Praze na Karlově (440 mm), rekordně nízký roční úhrn na stanici České Budějovice v roce 2008 (238 mm).

Nejdeštivější region jsou východní Čechy (průměr 892 mm) a severní Morava (průměr 827 mm), nejsušší střední Čechy (průměr 556 mm) a jižní Morava (průměr 593 mm). Obecně srážkové úhrny vykazují významnou kladnou korelaci s nadmořskou výškou (koeficient 0,72), zčásti též se zeměpisnou šířkou (koeficient 0,31), což je však dáno tím, že vyšší hory se nacházejí spíše v severních oblastech než v jižních. Průměrný úhrn srážek na území ČR v jednotlivých letech dosahuje ovšem hodnot často velmi odlišných: v nejsušším roce 2003 pouhých 513 mm, v r. 1983 to bylo 551 mm, v nejdeštivějším roce 1966 plných 860 mm, v r. 2002 856 mm a v r. 1981 852 mm.

Změna srážkových úhrnů v období 1961 až 2010 v jednotlivých regionech je odlišná. Nejvíce rostou srážky v Podkrušnohoří (přírůstek 13,2 %) a v jižních a západních Čechách (přírůstek 10,2 %), naopak na jižní Moravě mírně klesají (pokles -0,3 %) a na severní Moravě jen nepatrně rostou (přírůstek 2,8 %). Nejvyšší úhrny jsou v létě, v průměru 36,8 %. V jednotlivých regionech se toto procento jen mírně liší, relativně nejdeštivější léta jsou ve středních Čechách (39,2 %), nejsušší v Podkrušnohoří (33 %). Pro jednotlivé stanice jsou ovšem rozdíly mnohem větší. Největší podíl srážek na letní období je pozorován v Žatci (44,9 %), rekordně nejdeštivější léto bylo ve Vítkově v Oderských vrších (63,3% v r. 1997). Naopak nejmenší podíl letních srážek má Vrbatova bouda v Krkonoších (20,3 %), rekordně nejsušší léto na Rýchorské boudě tamtéž (8,6 % v r. 1983). Procento letních srážek také značně kolísá z roku na rok. Celkově nejsušší léto bylo v r. 1962, kdy spadlo v létě jen 23,9 % ročního úhrnu, zatímco v r. 1966 a 2011 to bylo plných 47,0 %. Dlouhodobá změna je však nepatrná.

Na jaře (březen, duben, květen) spadne v průměru 23,5 % ročního úhrnu, nejvíce ve středních Čechách a nejméně ve východních Čechách, na podzim (září, říjen, listopad) 21,9 %, nejvíce ve východních Čechách a nejméně ve středních Čechách, a v zimě (leden, únor a prosinec předcházejícího roku) 17,8%, nejvíce ve východních Čechách a nejméně v jihozápadních Čechách.

Z hlediska infiltrace hraje významnou roli výskyt sněhové pokrývky. Důležitým poznatkem je klesající trend počtu dnů se sněhovou pokrývkou. Počet dnů se sněhovou pokrývkou nad 5 cm statisticky významně klesá v nadmořských výškách nad 300 m o 3–4 dny za 10 let v zimním půlroce. Počet dnů, kdy nasněžilo více než 1 cm, je o 14–18 % nižší u nadmořských výšek do 600 m. Hlavní změna byla v nížinách do 300 m. U vyšších nadmořských výšek (nad 600 m) je změna jen kolem 9 %.

Výdej vody v krajině představuje výpar. Skutečný celkový výpar z porostů a půdy, tedy reálná evapotranspirace, dosahuje v teplých oblastech 400 až 450 mm, největší je ve středních výškách, málo přes 500 mm, a v nejvyšších polohách činí méně než 350 mm. Výpar z vodní hladiny se pohybuje v rozmezí 520 až 760 mm. Ovšem potenciální evaporace či evapotranspirace činí v jižních oblastech až 700 mm. Pro tyto oblasti je potenciální roční vláhová bilance, vyjádřená jako rozdíl mezi úhrnem srážek a potenciální evapotranspirací, slabě záporná s hodnotami do -100 mm (Rožnovský a Kohut, 2004).

### 2.3. Vítr

Hlavními charakteristikami větru jsou jeho směr a rychlost. Směr větru výrazně ovlivňuje reliéf, a proto můžeme na mapě směrů větru v Atlase podnebí ČSSR najít mnohdy takřka protisměrné proudění, protože se zde uplatňují lokální vlivy. Průměrné roční proudění výrazně neovlivněné terénem má na západní části našeho území směr západní, ve východní části severozápadní směr. Přitom se mezi sebou částečně liší proudění v jednotlivých ročních obdobích. Na tuto skutečnost musíme pamatovat při hodnocení převažujícího proudění pro rozptylové studie.

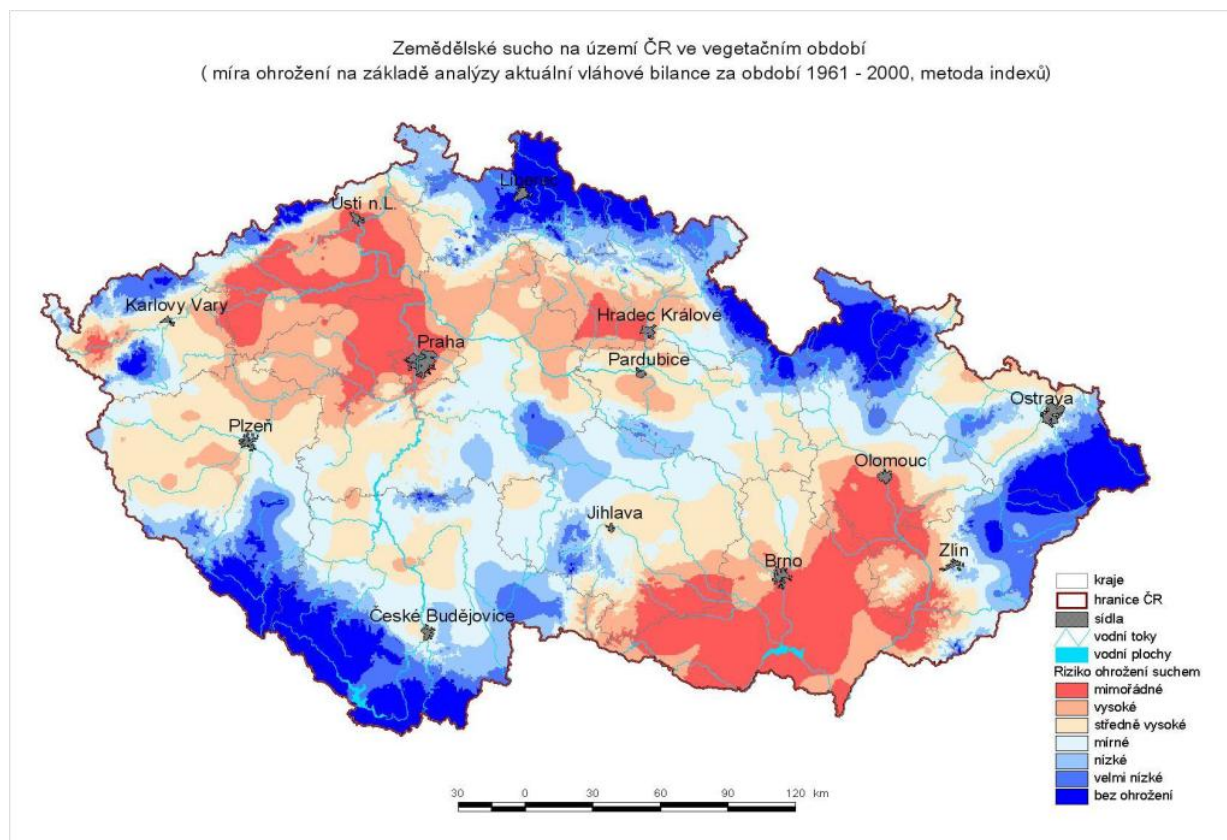
Rychlost větru je zákonitě nejvyšší na horách s častějším výskytem vichřic (průměrná roční rychlost na vrcholech hor přesahuje 5 m.s<sup>-1</sup>). S klesající nadmořskou výškou rychlost větru klesá, v nížinách je průměrná roční rychlost 3 až 4 m.s<sup>-1</sup>. V ročním chodu se maxima rychlostí vyskytují koncem zimy a začátkem jara, minima na podzim. Maximální nárazy zaznamenané na našem území dosahují až 50 m s<sup>-1</sup>, tj. kolem 180 km.h<sup>-1</sup>. K významným extrémům patří výskyt orkánu "Kyrill" z 18. - 19. ledna 2007. Počet obětí v Evropě dosáhl 47, z toho 4 v ČR. Přímé škody dosáhly v Evropě 4 miliardy EUR, v ČR 80

mil. EUR. Přejich tlakové níže „Emma“ 1. - 2. března 2008 způsobila menší plošné škody, zahynulo celkem 14 Evropanů, 2 lidé v ČR. Zatímco škody v energetice byly vyšší, než u vichřice Kyrill, v lesích a na obecním majetku byl odhad škod ve srovnání s Kyrillem zhruba třetinový. Orkán „Niklas“, 31. března 2015, vyvolal na Šumavě polomy představující 35 tisíc m<sup>3</sup> dřeva. Podobně silné vichřice s vysokou nárazovostí zaznamenané z 18. na 19. srpna 2017 opět na Šumavě způsobily polomy 100 tis. m<sup>3</sup> dřeva, škody se pohybovaly v desítkách milionů Kč.

## 2.4. Sucho

Podnebí ČR je v dlouhodobém pohledu s ohledem na teplotní a srážkové poměry typické výskytem sucha na jižní Moravě a v Podkrušnohoří. Často se používá k vyjádření sucha pouze úhrn srážek, není to zcela vhodná charakteristika. Skutečné množství podzemní, povrchové, podpovrchové a půdní vody je však dáno hodnotami jednotlivých složek oběhu vody v přírodním prostředí (Novák, 1995). Pro určení výskytu či intenzity sucha se využívá zjednodušená vodní bilance založená na vzájemném rozdílu úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace. Tento označujeme jako základní (potenciální) vláhovou bilanci (ZVB), která svými deficitními hodnotami umožňuje hodnotit nástupy a trvání výskytů sucha v krajině (Kohut et al., 2008).

Výskyty sucha jsou na našem území stále častější, jako mimořádně silné se také projevíly v tomto desetiletí, jde o roky 2012, 2015 a 2017. Při jejich analýze musíme brát v úvahu klimatologické hodnocení, jako srovnávací bereme období 1961-2000. Z tohoto vyplývá, že na našem území je v ročním průměru kladná průměrná ZVB, tj. s převahou srážek nad evapotranspirací. Bereme-li vegetační období, do nadmořské výšky 300 m n. m. je dlouhodobá vláhová bilance výrazněji záporná, naopak od nadmořských výšek 400 m n. m. se vzhledem k vyšším srážkovým úhrnům již projevuje kladná dlouhodobá ZVB. Průměrná dlouhodobá ZVB v rámci roku je výrazně negativní na jižní Moravě (-125,7 mm) a Poohří (-47,1 mm), naopak vyrovnanější je na střední Moravě a Polabí, kde dosahuje kladných hodnot (12,0 mm, resp. 18,9 mm). Na Obr. 1 je znázorněna míry ohrožení zemědělským suchem ve vegetačním období za roky 1961 až 2000 (ČHMÚ 2010). Musíme si uvědomit, že oproti dlouhodobým hodnotám jsou projevy ZVB v jednotlivých letech výrazně rozdílné.



Obr. 1: Mapa míry ohrožení zemědělským suchem ve vegetačním období za roky 1961 až 2000 (ČHMÚ 2010).

## 2.5. Povodně

Proměnlivost našeho podnebí je dána také vysokou dynamikou výskytu srážek, kdy jsou v určitém časovém úseku jejich úhrny mimořádně nízké a dochází k výskytům sucha, nebo naopak vysoké a dochází k povodním. Tyto představují stav, přechodně dochází výraznému zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod a tato následně zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.

Jak již bylo popsáno, nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají na letní měsíce, zčásti se vyskytují i v květnu. Z hlediska povodní je důležité, že letní srážky jsou často konvekční, tedy srážky z bouřek. Sice zasahují menší plochy, ale mají vysokou intenzitu a úhrny. Často za těchto podmínek označujeme povodeň jako přívalovou. Tyto nemusí být vždy vázány na tok. V posledních letech se počet těchto povodní zvyšuje v souvislosti se způsoby zemědělského hospodaření v krajině.

S malou četností, ale dochází také k povodním zimním a jarním. Jsou vyvolány převážně rychlým táním sněhu. K jejich výskytu přispívají velmi nerovnoměrné výskytů sněhové pokrývky. Ovšem v dlouhodobém pohledu se na našem území výskyt a množství sněhu snižuje.

## 3. Meteorologické extrémy

Je obecně známo, že nejen pro lidi a přírodu, ale i pro hospodářství jsou škodlivé výskytů 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 sucho. Zemědělské plodiny poškozuji hlavně při malé či žádné sněhové pokrývce vegetační mrazy. Škody působí vichřice a krupobití.

Výskytů sucha se začaly vyskytovat se zvýšenou četností od roku 2000 (Rožnovský 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. Deficit srážek ke konci března dosahoval mimořádně až 50 %, na jižní Moravě a větší části Čech byl od 10 do 25 %, na ostatních částech území naopak vyšší než průměr. Základní vláhové bilance (ZVB) dosahovala v březnu normálních až slabě podnormálních hodnot, podobně jako zásoba využitelné vody v půdě (ZVVP).

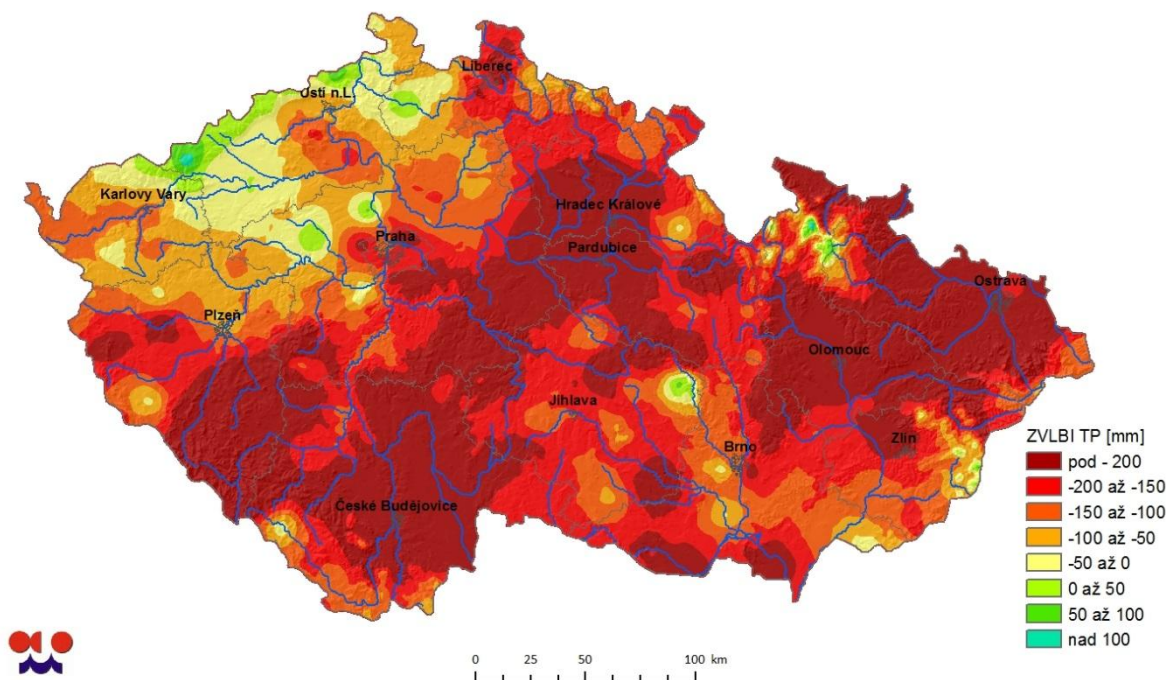
Průběh teplot vzduchu v dubnu vyvolává zvýšení hodnot evapotranspirace asi na polovině území Čech o 20, ale místy až o více jak 40 %. Ovšem v květnu se tento negativní trend zastavuje a hodnoty na většině území odpovídají normálu. V dubnu až květnu byly úhrny srážek na většině našeho území podnormální, 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. Ovšem úhrny srážek byly na většině území podnormální. Jižní a část střední Moravy, Vysočina a východní část Čech měly srážky v rozpětí 60 až 80 %. Jaro bylo tedy na převážné části území teplé a suché. Ale vývoj teplot a úhrnů srážek vyvolal nedostatek vody v půdě. Takže v druhé polovině května jsou na jižní Moravě a ojediněle ve východních Čechách deficity až ke 150 mm. Zásoba vody klesá až na hodnoty pod 30 % využitelné vodní kapacity půd. Koncem května se tento deficit projevuje také na jižní Moravě a několika lokalitách na celém území.

Mimořádné záporné hodnoty ZVB jsou příčinou též výrazného snížení aktuálního stavu ZVVP. Na počátku května na jižní Moravě a v okolí Pardubic bylo ve středně těžké půdě jen mezi 40 až 60 % dostupné vody pro zemědělské plodiny. Ovšem v polovině května se toto území rozšiřuje jak na jižní a

střední Moravě, tak ve východních, ale i středních a jižních Čechách. Jih a jihovýchod Moravy vykazuje území s poklesem ZVVP mezi 20 až 40 %. Do konce května se pás se ZVVP mezi 40 až 60 % rozšiřuje přes střední Čechy do Podkrušnohoří. Již v druhé polovině první červnové dekády se na jižní Moravě a v okolí Pardubic projevuje pokles pod 20 %. Pokles ovšem probíhá více na Moravě. Koncem června je na území na jih od Brna převážně pod 20 %. Počátkem července je tento stav již i na střední Moravě, ve východních Čechách a kolem Prahy. V polovině poslední červencové dekády jde již o více jak polovinu našeho území. Mimořádné zemědělské sucho je na asi dvou třetinách zemědělské půdy.

Na počátku srpna na větší části našeho území klesá aktuální ZVVP pod 10 %, tzn., že byly jednoznačně překročeny hodnoty bodu vadnutí. Plodiny při této vlhkosti půdy nedokáží přijímat vodu. Výskyt tropických veder zvyšuje deficit tak, že ke 12. 7. jsou místa, kde vláhová bilance má hodnoty pod minus 150 mm. Tento stav je po celý červenec s tím, že nehomogenitu tohoto pole způsobují lokální bouřky. V polovině srpna je tento stav na převážné ploše zemědělské půdy. Zastavily ho až srážky od 16. 8. 2015. Plošný výskyt srážek zastavil prohlubování sucha, významně snížil vláhový deficit. Je nutné upozornit na jednu zajímavost. Tím, že tyto srážky byly převážně nižší intenzity a delší doby trvání, nedošlo k obávanému výskytu silné eroze. Vyschlé půdy byly tyto vysoké denní úhrny schopny přijmout. Ovšem měli bychom věnovat suchu větší pozornost, jednak s ohledem na četnost výskytu, na prokazatelně rostoucí teplotu vzduchu, výsledky klimatologických modelů, ale hlavně s ohledem na naše hospodaření v krajině, které sucho meteorologické výrazně prohlubuje. Bohužel, ani průběh počasí během září a října nedokázal vyrovnat vysoký vláhový deficit, a tak celé vegetační období hodnotíme jako mimořádně suché. Dokladem tohoto konstatování je plošné vyjádření základní vláhové bilance na našem území ve srovnání s dlouhodobým průměrem (Obr. 2). Na mapě vidíme, že převážná část území republiky má ZVB o hodnotách minus 150 mm a nižší. Oproti dlouhodobým průměrům je vyrovnaná či mírně kladná bilance v Podkrušnohoří. Tam i na jednotlivých místech jde o lokální vliv srážek.

Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR  
srovnání úhrnu od 1. 3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 25. 10. 2015  
*Basic water balance of grasslands (difference between precipitation and potential evapotranspiration)  
comparison of the amount since 1st March until Sunday, 25th October 2015 with the long-term average (1961-2010)*



Obr. 2 Srovnání základní vláhové bilance (mm) za období od 1. 2. 2015 do 25. 10. 2015 s dlouhodobým průměrem (převzato z <http://portal.chmi.cz>).

Pokud budeme hodnotit ZVVP, dostaneme obdobný přehled. Nejnižší hodnoty pod 20 % dlouhodobého průměru ZVVP se vyskytují na střední a severní Moravě a na několika ojedinělých lokalitách. Převážná část zemědělských půd má však ZVVP mezi 40 až 20 %, což je dokladem

pokračujícího sucha, a pro toto období roku je to stav mimořádný. Ovšem je nutné zdůraznit, že jde o hodnocení metrového profilu půdy. Díky dešťům jsou svrchní vrstvy, asi do 20 až 30 cm vlhčí.

#### 4. Odhad možného vývoje našeho podnebí

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. Zde je nutné zdůraznit, že jde o predikce a ne předpovědi. Ovšem s ohledem na potřebnou prevenci v oblasti ochrany obyvatelstva je musíme jednoznačně brát v úvahu. Je prokazatelné, že:

- a) Průběh průměrné roční teploty vzduchu za období 1961 až 2015 má vzestupný trend se zvyšováním ve dvou posledních desetiletích, kdy se zvýšila až o 0,8 °C.
- b) Narůstá dynamika teplot vzduchu, typickým příkladem je rok 2003, který měl v únoru mimořádný výskyt holomrazů, ale jako celek byl velmi až mimořádně teplý.
- c) 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.
- d) 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.
- e) Zvyšováním teploty vzduchu dochází k výskytu vyšších teplotních extrémů, roste počet letních dnů, ale i dnů tropických. Přes snižování počtu dnů mrazových a ledových nelze vyloučit výskyty dnů arktických, a tím vysoké škody na porostech.

Úhrny srážek však mají jinou dynamiku než teploty.

- 1) V posledních dvou desetiletích se průměrný roční srážkový úhrn oproti standardnímu období (1961–1990) zvýšil přibližně o 5 %.
- 2) Průměrné roční srážkové úhrny vykazují velmi výraznou meziroční proměnlivost.
- 3) Hlavní rysy ročního chodu srážek zůstávají zachovány (maximum v létě, minimum v zimě), dochází však k redistribuci měsíčních srážkových úhrnů během roku (pokles od dubna do června, nárůst od července do září), rozdíly mezi Čechami a Moravou nejsou výrazné.
- 4) Počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více je meziročně značně proměnlivý jak v nižších, tak i vyšších polohách, nicméně v posledním padesátiletí jejich počet zejména v souvislosti s nárůstem průměrné teploty klesá.
- 5) V posledních dvou desetiletích se časová variabilita průměrných denních srážkových úhrnů v teplé polovině roku zvyšuje, v chladné polovině roku snižuje, režim změn je výrazně zřetelnější na území Čech, zatímco na území Moravy jsou změny vyrovnanější.
- 6) Prostorová proměnlivost časové variability srážek je v porovnání s teplotou výrazně vyšší, což je hlavní příčinou statisticky nevýznamných rozdílů ve výskytech průměrných počtů dnů s nadlimitními denními srážkovými úhrny na jednotlivých stanicích, významnější rozdíly v prostorové proměnlivosti mezi územím Čech a Moravy nelze vysledovat.

Odečteme-li od úhrnů srážek evapotranspiraci, dostáváme hodnoty vláhové bilance, které nám lépe charakterizují vlhkostní podmínky v půdách. Jaký by mohl být vývoj vláhové bilance:

- a. V souvislosti s rostoucí variabilitou srážek se vyskytují delší bezesrážková období.
- b. Trend rostoucí teploty vzduchu avizuje, že výskyty suchých období mohou být čtenější. S rostoucí teplotou vzduchu se ale zvyšuje potenciální evapotranspirace.
- c. V posledním desetiletí roste počet období s výskytem sucha.

#### 5. Výstražné informace

Základní informace o průběhu počasí a výskytu jeho extrémů jsou obsaženy v meteorologických a hydrologických měření v sítích stanic ČHMÚ. Z těchto databází jsou potom vypracovávány výstražné informace SIVS, které vydává centrální předpovědní pracoviště (CPP) ČHMÚ v Praze-Komořanech

ve spolupráci s regionálními předpovědními pracovišti (RPP) ČHMÚ a po konzultaci s hydrometeorologickou službou Armády ČR (odbor hydrometeorologického zabezpečení Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu Armády ČR). V rámci Integrovaného záchranného systému ČR ČHMÚ distribuuje vydané výstrahy SIVS operačnímu a informačnímu středisku GŘ HZS ČR (OPIS) v Praze a krajským úřadům (jako záložní cestu distribuce). V souladu se zákonem č. 254/2010 Sb., o vodách a Metodickým pokynem MŽP č. 9/2011 je další redistribuce ze strany GŘ HZS ČR prováděna na operační a informační střediska HZS ČR krajů dle územní platnosti vydaných výstrah a informačních zpráv ČHMÚ, která je dále zasílají na krajské úřady, základní složky IZS a ostatním subjektům dle příslušného plánu.

Výstrahy jsou zobrazovány na internetových stránkách ČHMÚ, ([www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)) a na stránkách evropského výstražného systému [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu). Mimoto ČHMÚ výstrahy distribuuje do veřejnoprávních a některých dalších médií.

Jako příklad uvádíme výstražné informace k teplotě vzduchu. Vymezeny jsou v Tab. 1:

- **vysoké teploty (kód I.1)**, očekává-li se vzestup teploty vzduchu nad 31 °C na více než polovině území regionu.
- **velmi vysoké teploty (kód I.2)**, resp. na **extrémně vysoké teploty (kód I.3)** se vydává, očekává-li se alespoň v jednom dni vzestup teploty vzduchu přes 34 °C, resp. přes 37 °C.
- **prudký pokles teploty (kód I.4)** se vydává, jestliže se předpokládá pokles teploty vzduchu o více než 15 °C za 6 hodin, přičemž teplota po uplynutí těchto 6 hodin bude pod bodem mrazu (pokles teplot z kladných do záporných hodnot nebo ze záporných do ještě větších záporných).
- **silný mráz (kód I.5)** se vydává, očekává-li se pokles teploty vzduchu pod -12 °C.
- **velmi silný mráz (kód I.6)**, resp. na **extrémní mráz (kód I.7)** se vydává, očekává-li se pokles teploty vzduchu pod -18 °C, resp. pod -24 °C

Tab. 1 Výstražné informace k teplotě vzduchu

Jev	Kód	Výstražná informace (nebezpečný jev)	Stupeň nebezpečí			Kritéria	Možné škody a doporučení
			N	V	E		
Teplota	1	Vysoké teploty				$T_{max} > 31 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	Vzhledem k možnému přehřátí a dehydrataci organismu v horkých letních dnech s teplotami nad 30 °C doporučujeme: ...
	2	Velmi vysoké teploty				$T_{max} > 34 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	
	3	Extrémně vysoké teploty				$T_{max} > 37 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	
	4	Prudký pokles teploty				$T(t) - T(t - 6 \text{ hod.}) \geq -15 \text{ °C}$ , $T(t) < 0 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	
	5	Silný mráz				$T_{min} < -12 \text{ °C}$ , $UO$ s NV pod 600m > 50%	
	6	Velmi silný mráz				$T_{min} < -18 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	
	7	Extrémní mráz				$T_{min} < -24 \text{ °C}$ , $UO > 50\%$	

## 6. Závěr

Naše podnebí je velmi proměnlivé, ovšem v posledních desetiletích tato typická proměnlivost ještě narůstá. Potvrzují se výstupy z klimatologických modelů a růst teplot vzduchu a navazujících dalších procesů včetně nárůstu srážkových extrémů je toho dokladem. Z hlediska dopadů extrémních stavů počasí, a tím výskytu hrozeb, 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.

Dá se říci, že s výskytů sucha souvisí další hrozby, např. výskytů požárů, ale hlavně nedostatku vody v naší krajině, a tím vlastně pro všechny naše aktivity. Podle dosavadních trendů a klimatologických modelů je nebezpečí, že by v budoucnu narostl podíl srážek bouřkového typu na úkor srážek s malou



intenzitou. Přes víceméně se neměníící roční úhrny srážek by se tak zvýšil výskyt přívalových dešťů a následně povodní, hlavně lokálního typu. 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 hrozeb, veškerým možnostem prevence, adaptační strategii pro řešení problematiky sucha. Musíme všemi možnými cestami zvyšovat retenční schopnosti krajiny. Jde o to, aby byly naplněny veškeré výstupy „Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030“.

## 7. Literatura

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

KOLEKTIV AUTORŮ (1958): Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. Praha.

KYSELÝ, J., KAKOS, V., POKORNÁ, L. (2003): Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In Bioklimatologické pracovní dny. Funkciaenergetickej a vodnejbilanciev bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, s. 6.

ROŽNOVSKÝ J. 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.

ROŽNOVSKÝ J., KOHUT M. (2004): Drought 2003 and Potential Moisture Balance. - Contributions to Geophysics and Geodesy 34: 195-208.

STŘEŠTÍK, Jaroslav a kol.: 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.

STŘEŠTÍK, Jaroslav a kol.: Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961–2012. In: Extrémy oběhu vody v krajině: sborník příspěvků z mezinárodní konference Mikulov 8.–9.4.2014. [CD]. ISBN 978-80-87577-30-1. (35 %).

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](http://www.chmi.cz)

[www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu)