

Proč „Mrazy a jejich dopady“

Why „Frosts and their impacts“

Jaroslav Rožnovský^{1,2}, Bernard Šiška³, Petr Salaš²

*Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, Brno 616 00¹
Mendelova univerzita v Brně, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin,
Valtická 337, 691 44 Lednice²*

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra ekológie,
Mariánska 10, Nitra 949 01, Slovenská republika³*

Abstrakt

Oteplování naší planety je doloženo mnoha studii, taktéž je statisticky prokazatelné oteplování na území naší republiky. Proto jsou svým způsobem oprávněné dotazy, když se otepluje, teplejší jsou i zimy, proč se zabýváme mrazy a hledáme způsoby, jak předejít jejich škodlivým účinkům. Z analýzy dílčích synoptických situací vyplývá, že výskyty mrazů nelze vyloučit. Zvýšená dynamika projevů teplotních extrémů naopak vyžaduje výskyt mrazů jak v chladném, tak i ve vegetačním období pečlivě studovat. Zvýšená četnost teplotních extrémů způsobuje, že období vegetačního klidu, které přezimující rostliny ke svému vývoji potřebují, je narušováno zvyšováním teplot vzduchu a následným silným ochlazením. Přitom tato ochlazení se vyskytují i v době, kdy rostliny již zahájily svou vegetaci (např. roky 2003, 2012, 2016). Průběh počasí v letošním roce je toho dokladem. Proto se stále vrací otázka jak, či zda vůbec pojistit zemědělskou produkci proti škodám mrazem. Ovšem škody vznikají i na technice, narušují dopravu apod. Výskyty silných mrazů jsou proto zahrnuty do environmentálních bezpečnostních rizik. Přes modelované oteplování v průběhu tohoto století, nelze škody způsobené mrazy vyloučit a s jejich působením bychom měli počítat i ve výhledech v zemědělství a v průmyslu.

Klíčová slova: mrazy, přezimování rostlin, zemědělské pojištění, bezpečnostní rizika

Abstract

Warming of our planet has been proven by many studies and it can also be shown that this trend is statistically significant for the region of the Czech Republic. One could therefore ask oneself why worrying about frosts if the winters are getting warmer and why should we worry about finding ways of reducing the negative impacts of frosts. Based on an analysis of many synoptic situations it can be seen, however, that occurrence of frosts is still possible. Increased

frequency of temperature extremes means that it is necessary to study the occurrence of frosts both in the cold and also vegetation period. This increased extreme frequency means that the period of vegetation dormancy, which is necessary for proper plant development, is interrupted by warmer periods and subsequent rapid decrease in air temperatures. Such decrease can also occur after a plant has already started vegetation (this happened for example in 2003, 2012 or 2016). The course of the weather this year also shows this pattern. This again brings up the question of how and if at all the crops should be insured against frost damages. It is also important to remember that these damages are not just affecting the crops, but also machinery, transportation etc. Severe frosts are therefore also included in the environmental safety hazards. Despite the expected rise in temperatures during this century, damages resulting from frosts have to be seen as a possible risk and should be taken into account when planning agriculture or in industries.

Keywords: frosts, plant wintering, agricultural insurance, safety hazards

Úvod

Počasí v závěru března a v dubnu jednoznačně určilo jak začít tento článek. Problematika mrazů, či spíše jejich škodlivých dopadů se stala předmětem různých diskusí a je jí věnována mimořádná mediální pozornost. Zcela logicky jsou s výskytem mrazů pokládány otázky, jak to, že jsou stále tak škodlivé, když se hovoří o prokazatelné změně klimatu, tedy globálním oteplováním.

Jaké tedy máme poznatky a díky nim vysvětlení. Nejdříve ke změně klimatu. Zpětně již od roku 1850 se vypočítává tzv. globální teplota, tj. průměrná teplota vzduchu vypočtená ze sítě stanic rovnoměrně rozložených po celé zeměkouli. Její nárůst je statisticky prokazatelný s tím, že růst teploty vzduchu se v posledních desetiletích zrychluje. Jestliže průměrná globální teplota během 100 let od r. 1850 vzrostla o 0,2 °C, za posledních 60 let vzrostla již o 0,7 °C. (Stocker et al., 2013). Dokladem o oteplování i na našem území jsou analýzy teplotních řad za poslední desetiletí. Překvapivě je vyšší než nárůst teploty globální, a sice od 1,2 °C až 1,8 °C za období 1961 až 2010, jak uvádí Štěpánek et al. (2014). Statisticky potvrzený nárůst mají roční teploty vzduchu, sice s dílčími rozdíly, ale zvyšují se i teploty v jednotlivých ročních obdobích, či měsících.

Musíme si však uvědomovat, že naše podnebí je velmi proměnlivé, tedy i bylo a vše nasvědčuje tomu, že ještě více bude. Je to tím, že naše území je střídavě vystavováno vlivu Atlantického oceánu a vliv východoevropského až asijského kontinentu. Proto je v rámci

klimatologického členění Evropy oblast střední Evropy označována také jako přechodná. Základní podklady o našem podnebí najdeme v tabelární podobě v Podnebí ČSSR – Tabulky (1961). Plošné rozložení klimatických prvků je v Atlasu Podnebí ČSSR (1958). V těchto publikacích se vycházelo z meteorologických dat za období měření 1901 až 1950. V Atlasu podnebí Česka (2007) najdeme mapové vyjádření klimatických prvků z let 1961 až 2000.

Proměnlivost našeho podnebí dokládá také skutečnost, že v posledních dvaceti letech jsme zažili dvakrát mimořádně rozsáhlé plošné povodně, roky 1997 a 2002. V roce 2010 byl mimořádně vysoký počet lokálních povodní, které se však projevovali např. i v letech 2013 a 2014. Zažili jsme výskyty mimořádného sucha na takřka celém našem území, a to letech 2000, 2003, 2012, 2015, na střední a jižní Moravě 2007. Přitom projevy sucha byly v kratších obdobích na dílčích částech našeho území i v dalších letech, např. 2014 a 2016.

Zdánlivě spolu povodně, sucho a mrazy nesouvisí, ale musíme si uvědomit, že jde o zvýšenou variabilitu našeho podnebí a často se negativní dopady extrémů počasí prolínají, jako tomu bylo v roce 2003 (Rožnovský a Kohut, 2003; Rožnovský 2003). Závislost růstu, vývoje a výnosů zemědělských plodin na průběhu počasí je obecně známou skutečností na straně jedné, na straně druhé patří k základnímu směru agrometeorologického výzkumu (Středa a Rožnovský, 2007). Při hodnocení vlivu počasí a podnebí na zemědělské plodiny musíme vycházet ze znalostí našich klimatických podmínek.

Máme možnost využívat stále dokonalejší technické prostředky, abychom lépe vyjádřili poměry v porostech, tedy porostní klima či mikroklima porostů (Litschmann a Rožnovský, 2003). Jde o to, že při hodnocení z meteorologických podkladů, které jsou převážně brány z klimatologických stanic jen relativně vyjadřují skutečné poměry v porostech. Studium porostního mikroklimatu je vhodnější, ovšem velmi náročné, navíc pro každou rostlinu specifické (Rožnovský, J., Litschmann, T. 2003).

Data a metody

K hodnocení byly využity literární podklady, citované v úvodu. Dále meteorologická data klimatologických stanic Českého hydrometeorologického ústavu, která prošla před vlastní analýzou procesem ověření kvality dat (Štěpánek et al., 2016).

Část podkladů vychází z analýzy dat naměřených v sadech.

Výsledky

Výskyty mrazů jsou na území České i Slovenské republiky nepravidelné, ale víceméně časté. V tomto přehledném posouzení jsme vybrali několik známých výskytů mrazů, které přitom byly dány odlišnou podstatou. Jde o to, zda jde o mrazy advekční, tedy dané přísunem arktického vzduchu na naše území nebo radiační, kdy při jasném počasí klesnou teploty vzduchu v přízemní mezivrstvě pod nulu. Častá je kombinace obou forem, tedy mráz advekčně- radiační.

V literatuře jsou často uváděny výskyty mrazů v únoru 1929, kdy se právě 11. 2. 1929 vyskytlo absolutní teplotní minimum na území tehdejší Československa, platí tedy i nyní pro území ČR, a to $-42,2$ °C. Z hlediska hodnocení měsíců to byl nechladnější měsíc v minulém století. Tyto mimořádně silné mrazy se v průběhu zimy 1929 projevíly takřka v celé Evropě. Díky těmto mrazům došlo k promrznutí půdy až do 1 m, i když byla vysoká sněhová pokrývka. Jak je uvedeno v Podnebí – Tabulky, absolutní teplotní minima se v tomto únoru pohybovala na našem území pod -30 °C, většinou k -37 °C.

Mimořádně silné mrazy byly i ve válečných letech v lednu 1940 a 1942. Také v roce 1956 byly v únoru extrémní mrazy. Příliv arktického vzduchu byl příčinou výskytu několika arktických dnů (denní maximum teploty vzduchu nepřesáhne -10 °C) v roce 1985 a 1987.

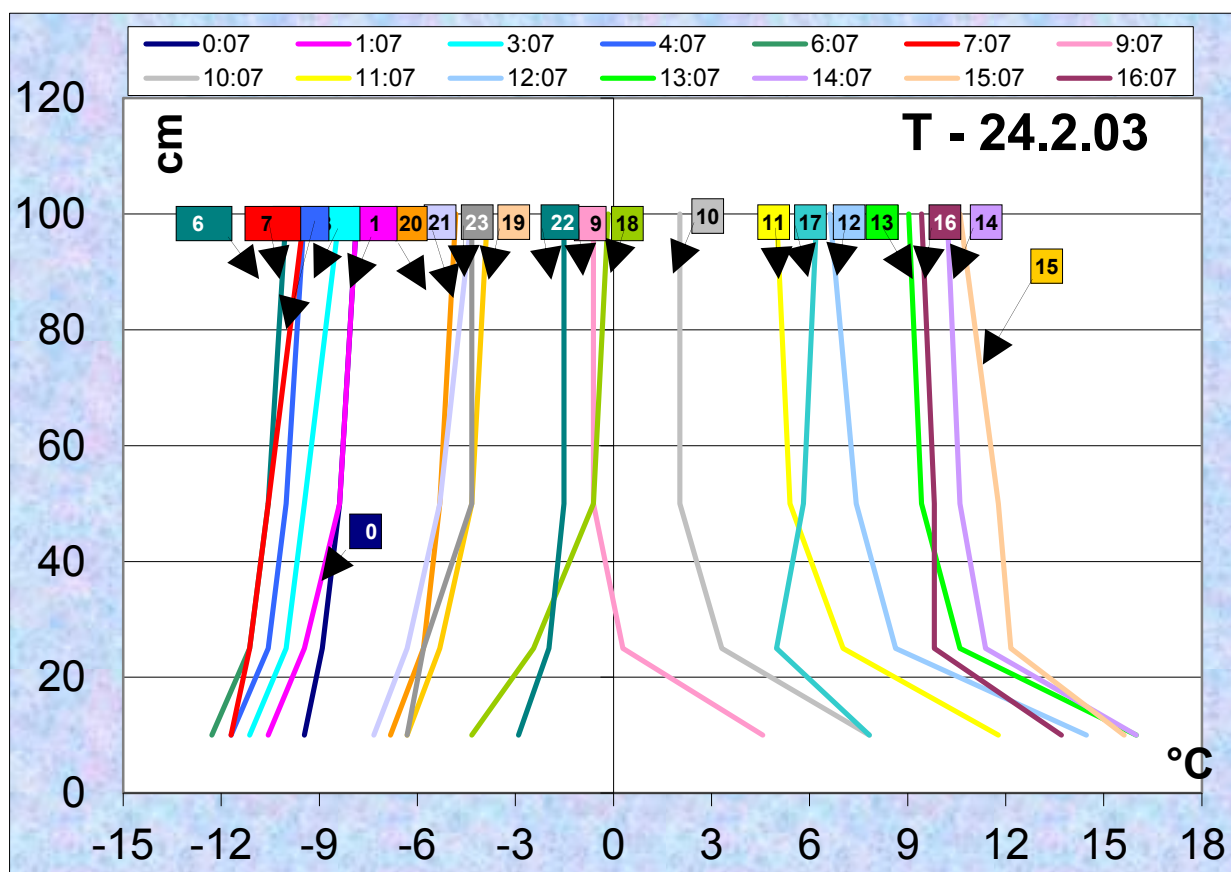
Škody, hlavně na technice působí rychlé poklesy teplot vzduchu v průběhu zimy. Jako jeden z nejrychlejších poklesů teploty vzduchu pod bod mrazu a výskyt silných mrazů se projevil z 31. prosince 1978 na 1. leden 1979. Ještě odpoledne 31. 12. 1978 byla teplota 5 až 12 °C, v průběhu noci a během rána 1.1.1979 klesla teplota od -15 do -20 °C. Za 24 hodin se nejvíce ochladilo ve Frenštátě pod Radhoštěm a to o 30,5 °C, dále v Třeboni o 29,8 °C a ve Valašském Meziříčí o 27,8 °C. Tento mimořádně vysoký rozdíl byl příčinou mnoha škod a vyvolání výrazné energetické krizi.

Vegetační období přezimujících plodin bylo v únoru 2003 narušeno vpádem arktického vzduchu. Jaké bylo za dnů s tlakovou výší vertikální rozložení teploty vzduchu, vidíme na obr. 1, kde jsou zobrazeny výsledky měření porostu pšenice z 24. 2. 2003 v Žabčicích.

V tabulce 1 jsou uvedeny základní statistické charakteristiky teplot ve výškách 0,1; 0,25; 0,5 a 1 m nad povrchem tohoto dne. Podle průměru teploty vzduchu (x), mohli bychom označit den jako normální. Ovšem zcela jinak se budou jevit teplotní podmínky podle extrémů, tedy maxim (max) a minim (min), které vyvolávají vysoké hodnoty teplotní amplitudy (a). Hodnocení pomocí směrodatné odchylky (s) navíc dokládá vyzářováním povrchu zdůvodněný

odlišný chod teplot v jednotlivých výškách. Zde je nutné zdůraznit, že na klasické klimatologické stanici probíhají měření ve výšce 2 m nad povrchem.

Ovšem zcela jinak se budou jevit teplotní podmínky podle extrémů, tedy maxim (max) a minim (min), které vyvolávají vysoké hodnoty teplotní amplitudy (a). Hodnocení pomocí směrodatné odchylky (s) navíc dokládá vyzařováním povrchu zdůvodněný odlišný chod teplot v jednotlivých výškách. Zde je nutné zdůraznit, že na klasické klimatologické stanici probíhají měření ve výšce 2 m nad povrchem.



Obr. 1 Vertikální rozložení teplot vzduchu dne 24. 2. 2003

Tab. 1 Základní statistické charakteristiky teplot vzduchu (°C) dne 24.2.2003

Výška nad povrchem (m)	0,1	0,25	0,5	1
x	-0,4	-0,8	0,3	2,5
max	16,0	12,2	11,8	10,6
min	-12,3	-11,1	-10,6	-10,0
a	28,3	23,3	22,3	20,6
s	10,5	8,1	7,5	7,0

Pro hodnocení podmínek pro přezimující rostliny je naopak nutné hodnotit teploty při povrchu, lépe ještě na povrchu, ale toto měření je velmi obtížné a prakticky se neprovádí. Na

základě fyzikálních zákonů však můžeme zcela oprávněně předpokládat, že teploty povrchu listů za těchto dnů byly ještě s větší amplitudou. Za jasných dnů při tlakové výši sluneční záření prohřívá aktivní povrch a teprve od něj se ohřívá vzduch. V porostech jsou tímto povrchem přízemní růžice listů. Naopak v nočních hodinách dochází k silnému výdeji energie, tedy k vyzařování opět aktivním povrchem, tedy listy, proto se ochladí na nejnižší teplotu. Jak vidíme na obr. 1, výskyt záporných teplot byl ve výšce 0,1 m do 8. ráno s výskytem minima kolem 6. h. Od 9. h až do 17. jsou teploty nad nulou, když maximum se vyskytlo kolem 14. h. Od 18. h jsou teploty opět pod nulou. V průběhu záporných teplot je výskyt teplotní inverze. V 1 m zjišťujeme z části odlišný chod teplot včetně menší teplotní amplitudy.

K výraznému poškození porostů přezimujících plodin došlo vpádem arktického vzduchu koncem ledna a počátkem února 2012. Na mnoha místech klesly minimální teploty vzduchu až pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Díky předcházejícímu oteplení v lednu došlo k rozpouštění sněhové pokrývky a v nižších nadmořských výškách (kolem 500 až 600 m n. m.) nebyla takřka sněhová pokrývka, takže svrchních vrstev půdy promrzly místy, teploty půdy klesly pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V podstatě typický projev počasí v našich klimatických podmínkách je známa singularita „ledoví muži“, 12.-14.5. Ovšem její výskyt je velmi nepravidelný. Způsobení škod nezávisí jen na datu výskytu, ale na předcházejícím průběhu počasí, hlavně maximálních teplot vzduchu, a tím na nástupu fenofáze kvetení ovocných stromů. Dokladem jsou významné škody způsobené mrazy ve dnech 3. až 5. května 2011. Těmto předcházely již koncem dubna vysoká denní maxima. Podobně lze hovořit o mrazech v posledním týdnu dubna 2016, kterým je však věnován samostatný příspěvek.

Diskuze a závěr

Jak již bylo citováno, je prokázán nárůst teploty vzduchu na našem území. Ovšem dochází i k výskytu silných mrazů v zimě, ale také v počátku či konci vegetačního období. Přes nárůst teploty vzduchu musíme naopak počítat s vyšším nebezpečím výskytu mrazů. Jejich škodlivost je větší tím, že často přicházejí po výskytu vyšších teplot vzduchu, na které začala reagovat vegetace. Průběh počasí letošního dubna je typickým příkladem možných průběhů teploty vzduchu. Také nám ukázal, že v podstatě není dost podkladů pro vhodné využití ochranných opatření. Cílem ochrany před vegetačními mrazy u kvetoucích sadů je co nejvíce omezit ochlazení či zajistit ohřívání chladného vzduchu. Chybí nám však podklady o účinnosti ohřívání vzduchu např. spalováním slámy nebo speciálními kamny. Zda je

vhodnější provádět zadýmování, aplikaci umělé mlhy či promíchávat vzduch. Chybí služba, která by doporučila vhodný způsob s ohledem na povětrnostní situaci. Nedaří se tuto problematiku řešit výzkumně. Přitom byly tyto pokusy prováděny ČHMÚ již v šedesátých letech.

Důvod je vcelku jasný, finance. Přitom se asi nepodaří zařadit škody mrazem mezi pojistné události. Ovšem mrazy jako takové jsou součástí mnoha vládních podkladů, jsou též uvedeny i v nedávno vydaném materiálu „Strategický rámec UR ČR 2030“. Jako v mnoha jiných záměrech a koncepcích pro naši republiku je i zde poukazováno na nárůst frekvence extrémních hydrometeorologických jevů v důsledku změny klimatu.

Je nutné, abychom o těchto již prokazatelných faktech nejen nediskutovali, ale konali. Je nutné více investovat do výzkumu v agrometeorologii. Také do oblasti šlechtění rostlin z hlediska nejen jejich odolnosti vůči mrazům, ale i vývoje fenofází. Toto všechno můžeme dosáhnout jen při zajištění dobré informovanosti naší společnosti, tedy zvyšováním znalostí.

Literatura

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

KRŠKA, K.: Extrémně silné mrazy v bývalém československu v zimě 1928/29 v meteorologické a zemědělské literatuře. In *Extrémy počasí a podnebí*. Brno 11.3.2004. Praha: Česká bioklimatologická společnost v nakladatelství ČHMU, 2004, 5 s., CD-ROM, ISBN 80-86690-12-1.

KURPELOVÁ M., COUFAL L., ČULÍK, J. (1975): Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava, Příroda, 270 s.

KOLEKTIV: Podnebí ČSSR - Tabulky. HMÚ Praha 1961, 379 s.

PFISTER C., Monthly temperature and precipitation patterns in Central Europe from 1525 to the present. a methodology for quantifying man made evidence on weather and climate. In: Bradley R.S., Jones P.D. (eds.): *Climate since 1500 A.D.*, 1992, 118-143.

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

ROŽNOVSKÝ, J. - LITSCHMANN, T. (2003) Mikroklima porostů. Sborník referátů ze semináře, Brno 26.3.2003. Brno, Československá bioklimatologická společnost, CD-ROM.

ROŽNOVSKÝ, J. a Z. BAUER. Dynamika fenofází kvetení meruňky. In: *Extrémy počasí a podnebí: sborník abstraktů z konference [CD]*, Brno 11. 03. 2004. Brno: Česká

bioklimatologická společnost v nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 2004, 5 s. ISBN 80-86690-12-1.

ROŽNOVSKÝ, J. Extrémy počasí - vliv na produkci řepky. In: Sborník příspěvků 20. vyhodnocovací seminář „*Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice*“, 18.–20. 11. 2003 Hluk. Praha: SPZO s.r.o. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2003, s. 89–97. ISBN 80-239-1889-3.

STRATEGICKÝ rámec UR ČR 2030, Praha 2017, 115 s.

STŘEDA, T. a J. ROŽNOVSKÝ. Vliv průběhu počasí na přezimování a výnos řepky ozimé. In: BLÁHA, L. ed. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin. Sborník příspěvků z konference 21 –22. 03. 2007 Praha-Ruzyně. Praha: VÚRV, ČZU v Praze, 2007, s. 127–132. ISBN 978-80-87011-00-3.

STŘEŠTÍK, J., J. ROŽNOVSKÝ, P. ŠTĚPÁNEK a P. ZAHRADNÍČEK. 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., J. ROŽNOVSKÝ, P. ŠTĚPÁNEK, A. FARDA a J. BRZEZINA. Winter recreation and snow. In: FIALOVÁ, J. a D. PERNICOVÁ. *Public recreation and landscape protection – with nature hand in hand. Conference proceeding 1st – 3rd May 2016, Křtiny*. Brno: Mendel University, 2016, s. 302-308. ISBN 978-80-7509-408-7.

<http://www.ovocnarska-unie.cz>

Poděkování

Tento článek byl vytvořen v rámci řešení projektů Národní agentury zemědělského výzkumu, a to „Metody korekce vláhových potřeb plodin zohledňující scénáře změn klimatu území ČR pro optimalizaci managementu závlah“, registrační číslo QK1720285 „Vývoj automatizovaného nástroje pro optimalizaci monitoringu eroze zemědělské půdy pomocí distančních metod“, registrační číslo QK1720289.

Kontakt:

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.

Český hydrometeorologický ústav

Kroftova 43, 616 67 Brno

E-mail: roznovsky@chmi.cz

tel. 541421020, mobil: 724 185