

---

# Aktuálně řešené otázky historické klimatologie

Mgr. Lukáš Dolák, Ph.D.

Podzim 2023

# Otázka dne

Jsou k něčemu využitelné výsledky historické klimatologie s ohledem na v současnosti rychle se měnící klima?

Pokud ano, k čemu?

# Historická klimatologie

- **Vědní disciplína** na rozhraní klimatologie a (environmentální) historie
- Pracuje převážně s **dokumentárními** a **obrazovými** prameny
- Využívá metodologii klimatologie i historie
- Časově vyplňuje prostor mezi **paleoklimatologií** a **klimatologií** období **přístrojových měření**, popř. se s nimi překrývá
- Základy historické klimatologie položeny již koncem 19. století
- Rozvoj od r. 1960 (H. Lamb, E. L. R. Ladurie)
- Největší rozvoj po r. 1990 (Ch. Pfister, R. Brázdil)

# Historická klimatologie

## Čtyři generace historických klimatologů:

- Rudolf Brázdil (\*1951)
- Christian Pfister (\*1944)
- Emmanuel Le Roy Ladurie (\*1929)
- Franz Mauelshagen (\*1967)



# Historická klimatologie

- **Tři hlavní výzkumné cíle:**
  - 1) časová a prostorová **rekonstrukce počasí, podnebí a hydrometeorologických extrémů** v období před vznikem národních sítí meteorologických stanic (hlavně pro poslední tisíciletí),
  - 2) studium **citlivosti** minulých **společností a ekonomik** na kolísání klimatu, klimatické extrémny a hydrometeorologické extrémny,
  - 3) studium historického vývoje **vnímání klimatu** a jeho percepce společností.

# Datová základna

## 1) Přímé údaje o počasí

- meteorologická měření a pozorování, výkazy

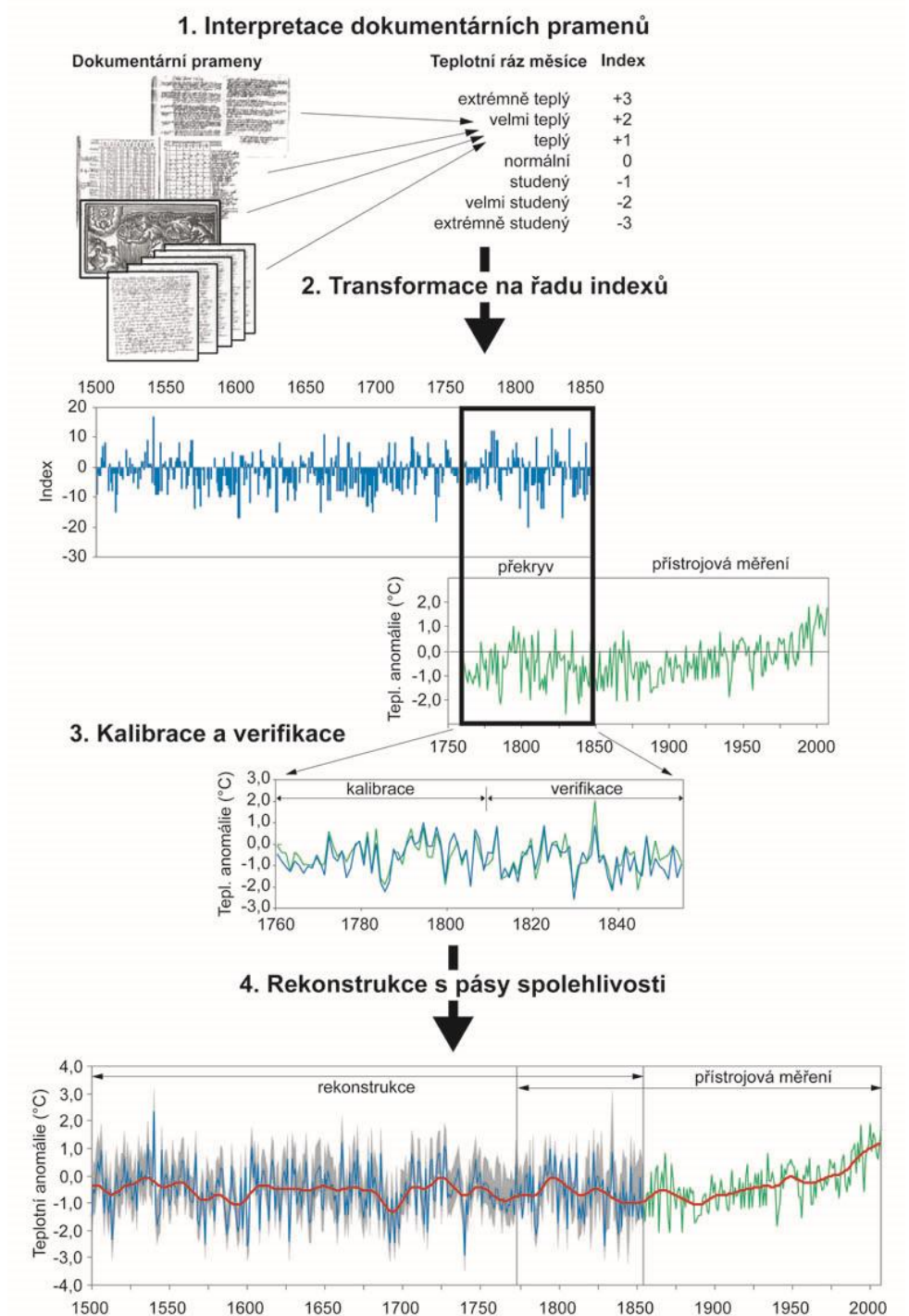
## 2) Archivy lidské společnosti

### • Dokumentární prameny:

- časná přístrojová měření a pozorování počasí
- kroniky, deníky, časná žurnalistika, korespondence, kramářské a trhové písně, prameny ekonom. charakteru, církevní prameny, ikonografie, chronogramy, data o zamrzáni přístavů, výlovu sledů, plaveb Vikingů, datace kvetení sakur, vinobraní, popisy bitev aj.



# Schéma standardní paleoklimatické rekonstrukce



# Datová základna

- **Epigrafické údaje**
  - povodňové značky („Bradáč“)
- **Archeologické záznamy**
  - pozůstatky osídlení protipovodňových valů aj.



## 3) Nepřímé údaje tzv. *proxy data*

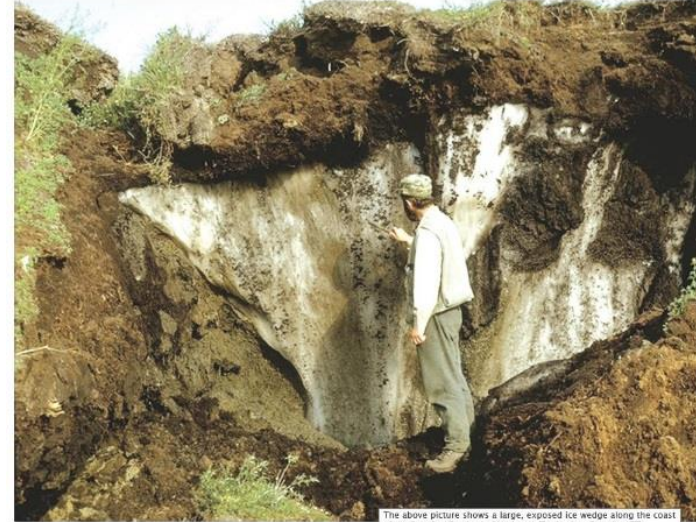
- ledovcová jádra, ledovcové, půdní a jezerní sedimenty, spraše, ledové klíny; rašeliniště, pylová zrna; letokruhy stromů (*dendrochronologie*), korálů, stalagmitů, lastur, rohů kozorožců; pohyb ledovců a morén, kolísání výšky moří a jezer; průduchy fosilních listů aj.



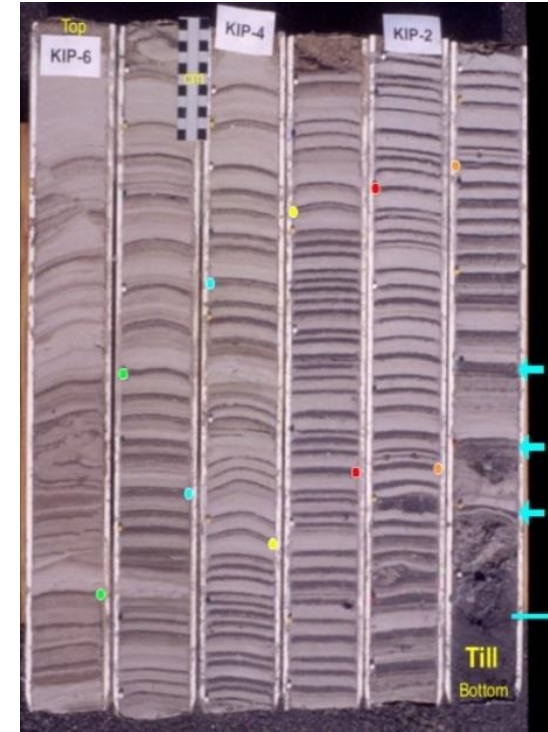
# Datová základna – proxy data



stalagmit  
(Hvězdárna  
UB, 2012)



ledový klín (Jones et al., 2009)



ledovcové sedimenty (North  
American Glacial Varve Project,  
2014)



kozorožec  
(incest.com,  
2015)



letokruh stromu  
(mezistromy.cz, 2015)

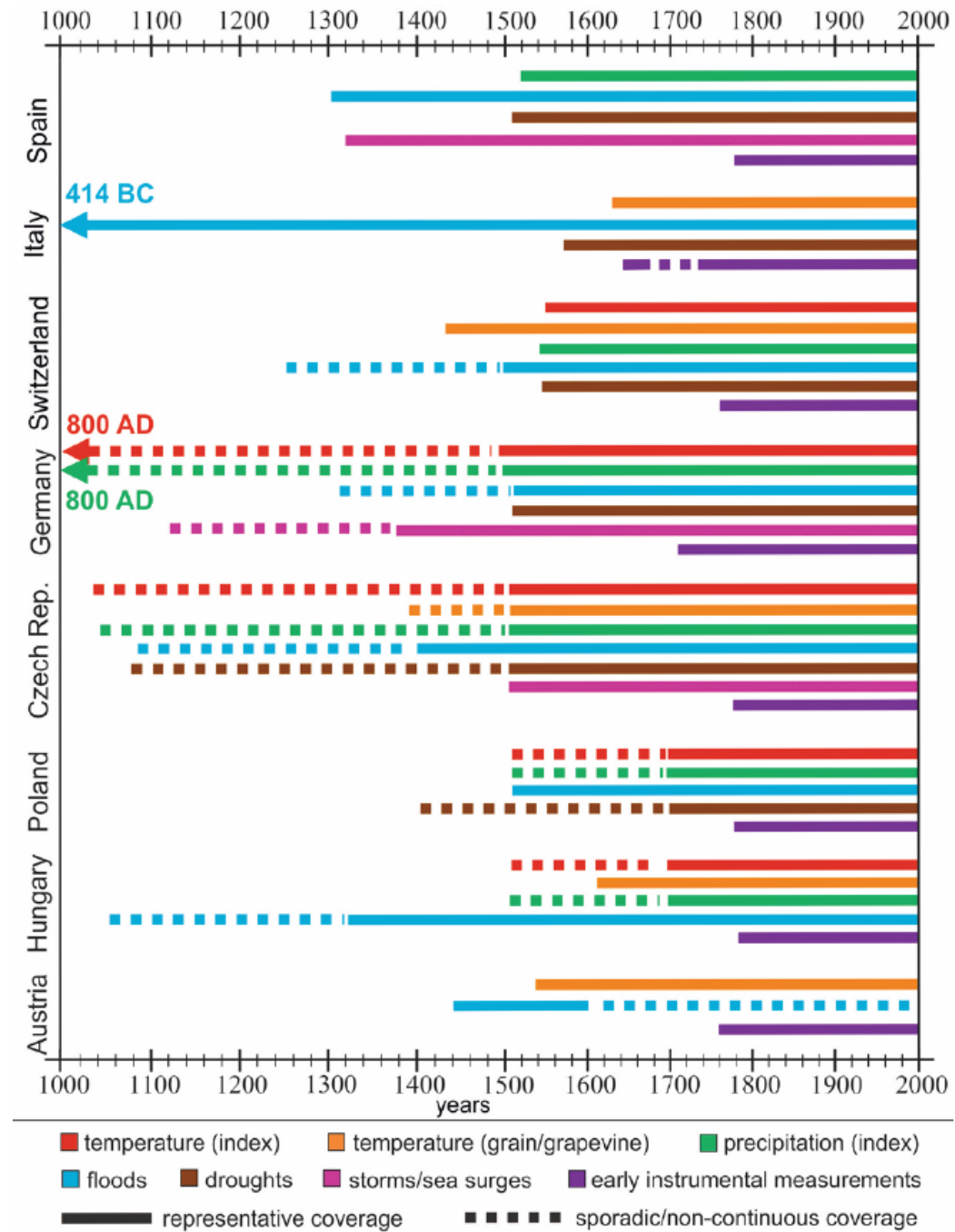


Černohorské rašeliniště  
(region-krkonose.cz,  
2018)

# Aktuálně řešená problematika (svět)

- Jak analyzovat velké množství **rozličných dat** o klimatu, počasí a společnosti
- **Chybějící metoda** pro **sjednocení** paleoklimatologických a historicko-klimatologických výsledků do jednoho nejlepšího odhadu minulého klimatu
- Problematika **kombinace** kvalitativních a kvantitativních dat
- Reanalýza

# Aktuálně řešená problematika (svět)



# Aktuálně řešená problematika (svět)

- **Paleomodely**
- **Rekonstrukce** teploty, srážek a extrémních jevů v minulosti a jejich propojení s klimatickými modely budoucího vývoje
- **Vliv** variability klimatu na **minulé společnosti**
- **Indexy sucha** a vln veder v minulosti
- Analýza **meteorologických deníků** a pozorování

# Dlouhodobě řešená problematika (MU)

- **Studium kolísání klimatu** na území České republiky na základě dokumentárních a dendroklimatických údajů, časných přístrojových měření a pravidelných meteorologických pozorování během posledního tisíciletí
- Rekonstrukce a studium vybraných **hydrometeorologických extrémů** z hlediska jejich četností výskytu, sezonality, intenzity a dopadů na přírodu a společnost

# Česká historická klimatologie v evropském kontextu

- Střední Evropa a ČR jako jeden z **nejrychleji** se rozvíjejících regionů v oblasti historické klimatologie
- Relativně **dlouhá tradice** ve výzkumu od počátku 1990s
- **Rozvinutá spolupráce** mezi geografy, klimatology, historiky, archiváři...
- **Bohatá základna** dokumentárních pramenů
- Komplexní **rekonstruované řady** teploty, srážek a epizod sucha od r. 1501
- Studium **různorodých témat** s ohledem na jejich **aktuálnost** (Tambora 1815, kůrovcová kalamita, vliv změny klimatu aj.)

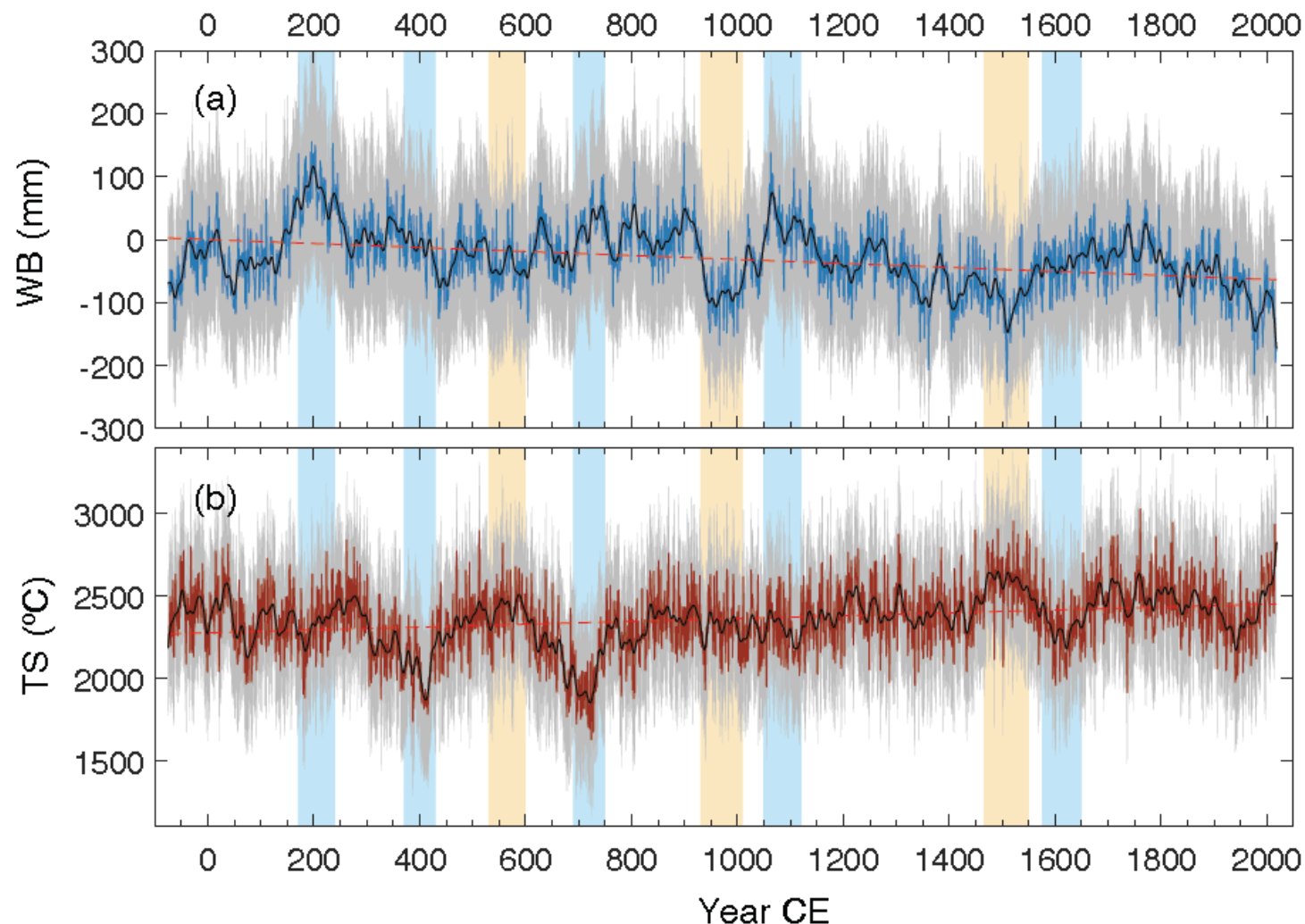
# Aktuálně a nedávno řešená problematika (MU)

- **Rekonstrukce (agro)klimatických podmínek**
- Vliv počasí a klimatu na **lidskou společnost**
- **Epizody sucha** a jejich variabilita
- Variabilita **tornád** v Českých zemích
- Meteorologické a klimatologické příčiny minulých a současných **kúrovcových kalamit**
- Analýza **klimatické variability** od r. 1961
- **Sesuvné pohyby** Českých zemích ([childa.cz](http://childa.cz))
- Analýza **obětí HME** a nepříznivých povětrnostních podmínek

# Agroklimatické podmínky ve střední Evropě za posledních 2 000 let

- Analýza **stabilních izotopů O a C** z letokruhů stromů k rekonstrukci letní **teploty a vodní bilance** za posledních 2 000 let

Reconstructions of (a) water balance and (b) temperature sum from 75 BCE to 2018 CE based on oak TRSI from central Europe.

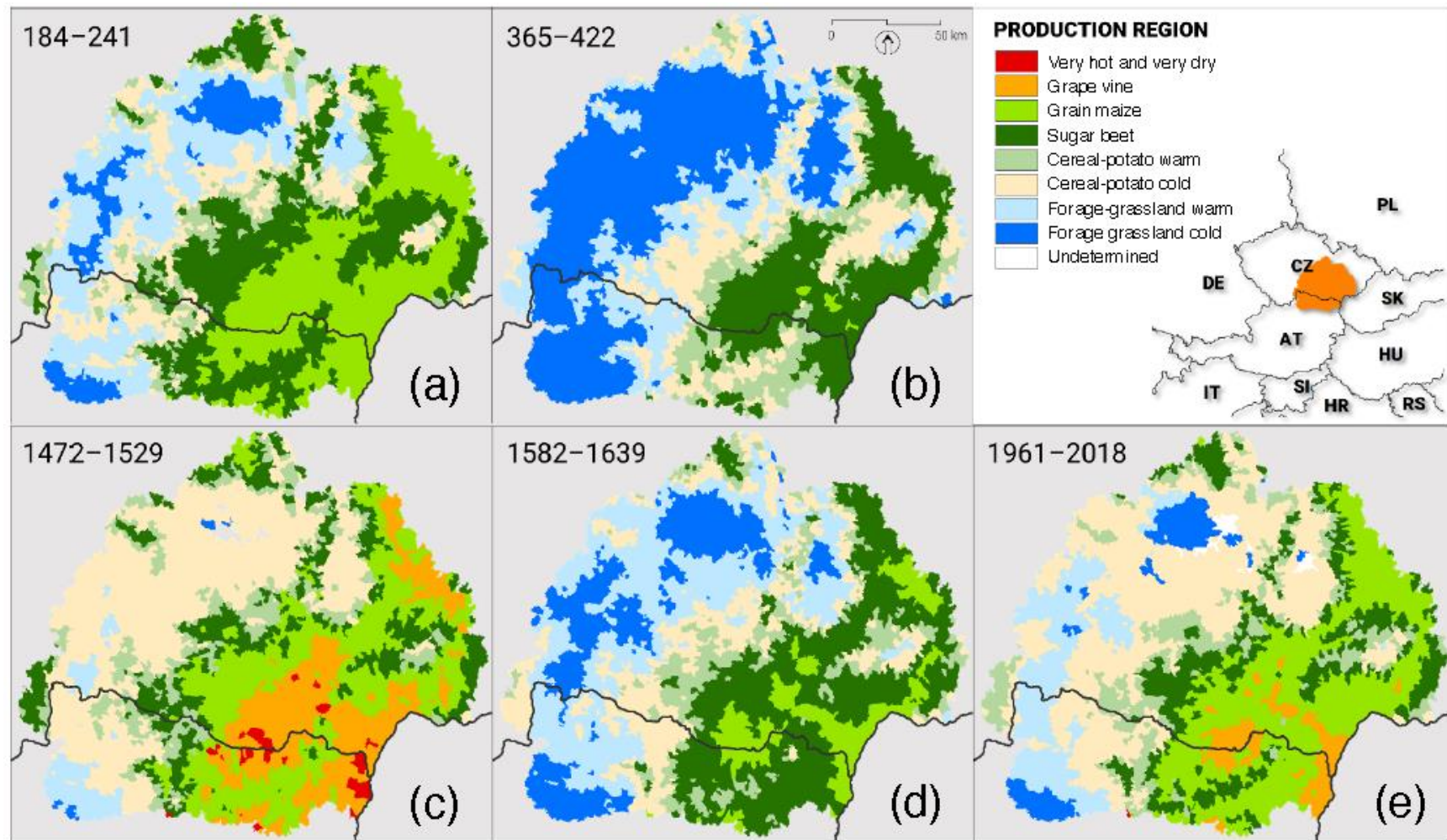




# Agroklimatické podmínky ve střední Evropě za posledních 2 000 let

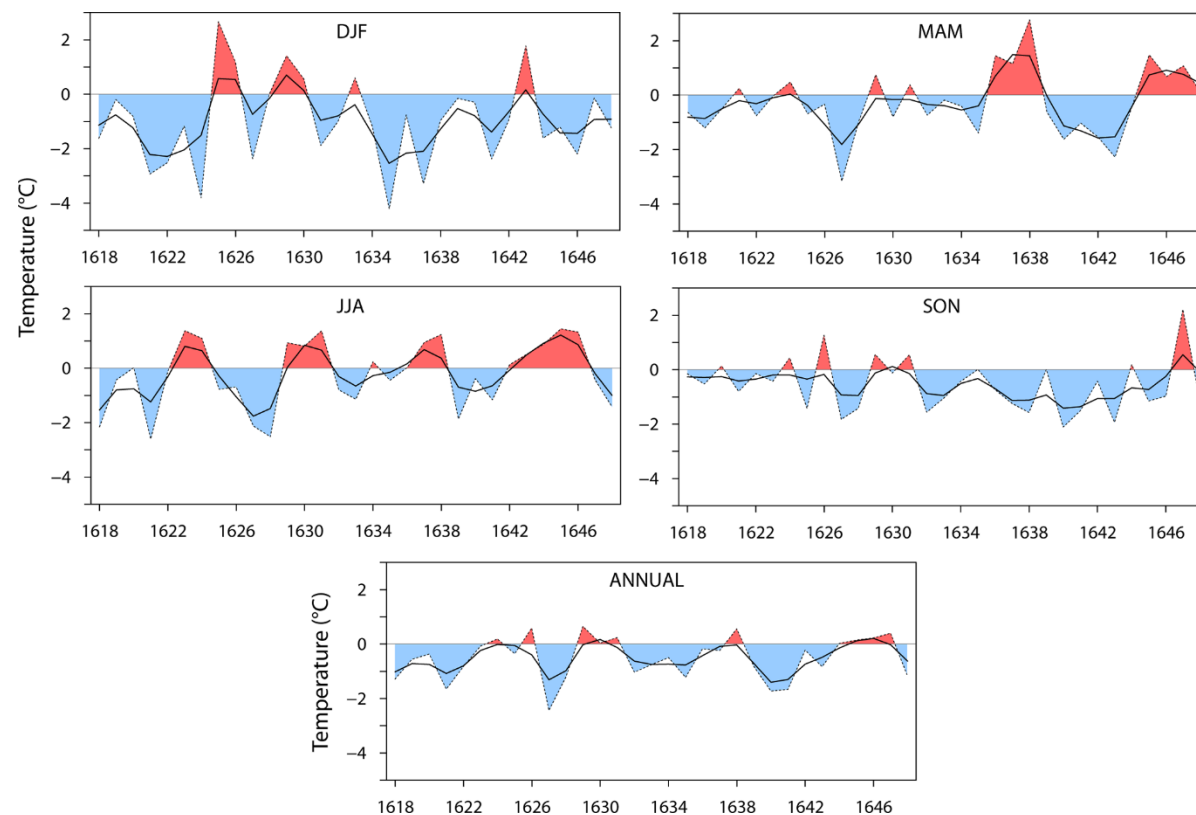
Potvrzení výskytu  
**pluviálů** (3., 5. a 7.  
stol.) a  
**středověkého**  
(920–1 000) a  
**„renesančního“**  
(poč. 15. stol.)  
**sucha**

Reconstructed production  
regions for five selected  
58-year periods of  
extremes highlighted by  
the WB and TS  
reconstructions in  
Moravia and northeast  
Austria.



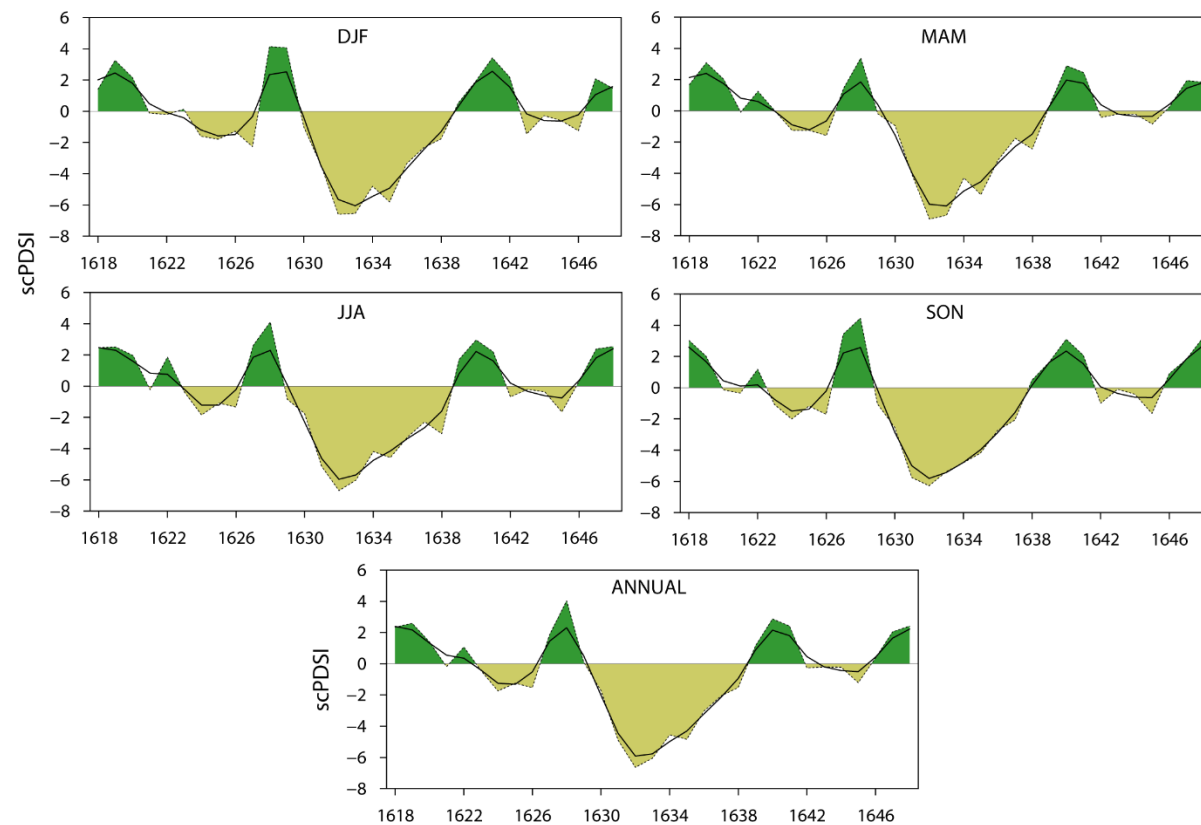
# Vliv počasí a klimatu na lidskou společnost v době 30leté války

- Postupné **zhoršování klimatu** v Českých zemích v 1. pol. 17. stol.
  - počátek **Maunderova minima** (1645–1715): pokles sluneční aktivity, nárůst vulkanické aktivity (Island)
- Výrazně **chladnější zimní a podzimní** sezóna a rok (1618–1648) v porovnání s obdobím 1961–1990



# Vliv počasí a klimatu na lidskou společnost v době 30leté války

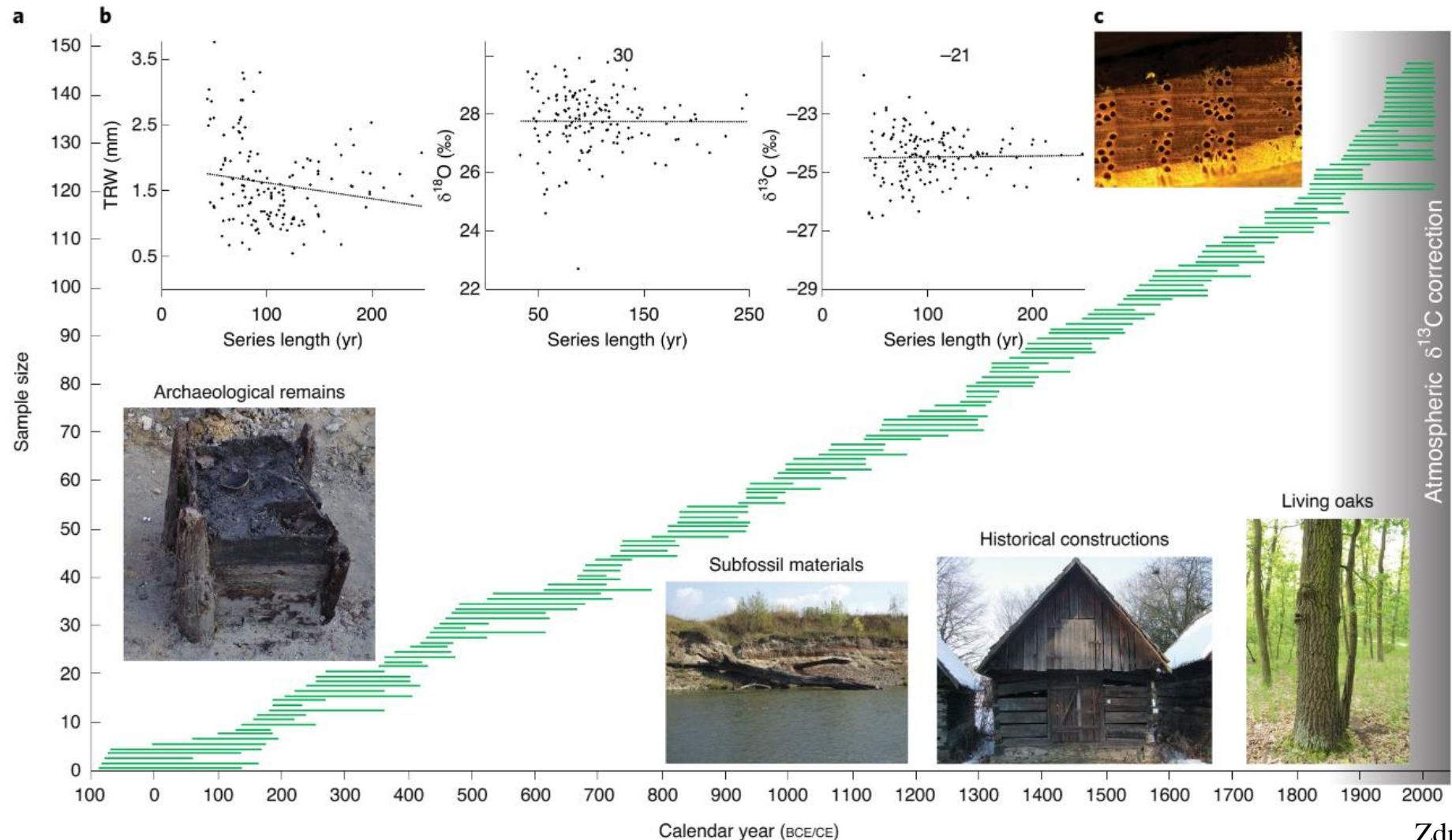
- **Vyšší variabilita** jarních srážek, letních teplot a epizod sucha
- **Vliv HME:** pozdní zimní a jarní a časně podzimní mrazy, období deště, povodně a epizody sucha



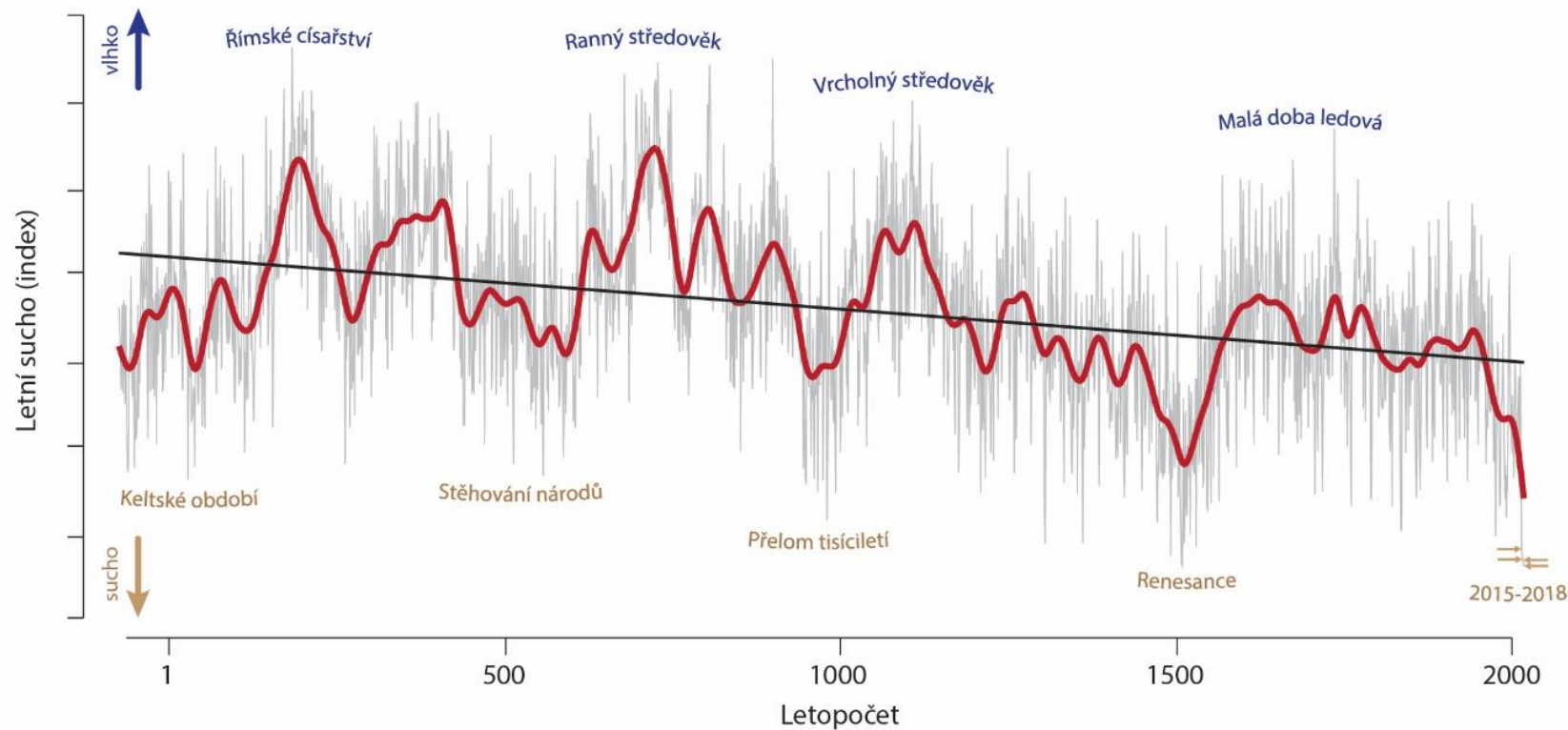
# Evropské extrémní epizody sucha a jejich variabilita (91 př. n. l.–2018 n. l.)

- Radiometrické datování na příkladu analýzy stabilních izotopů  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$  a  $^{18}\text{O}$  v **letokruzích stromů**
- **Nižší odezva** šířky letokruhů stromů v ČR na **vlhkostní podmínky**
- **Období stresu**: příjem i těžších izotopů skrze fotosyntézu ( $^{13}\text{C}$ ) a vodu kořenovým systémem ( $^{18}\text{O}$ ), začlenění do celulózy stromu
- Dva zdroje informací o vlhkostních podmínkách stromu
- Možnost vytvoření časové řady hydroklimatických podmínek

# Evropské extrémní epizody sucha a jejich variabilita (91 př. n. l.–2018 n. l.)



# Evropské extrémní epizody sucha a jejich variabilita (91 př. n. l.–2018 n. l.)



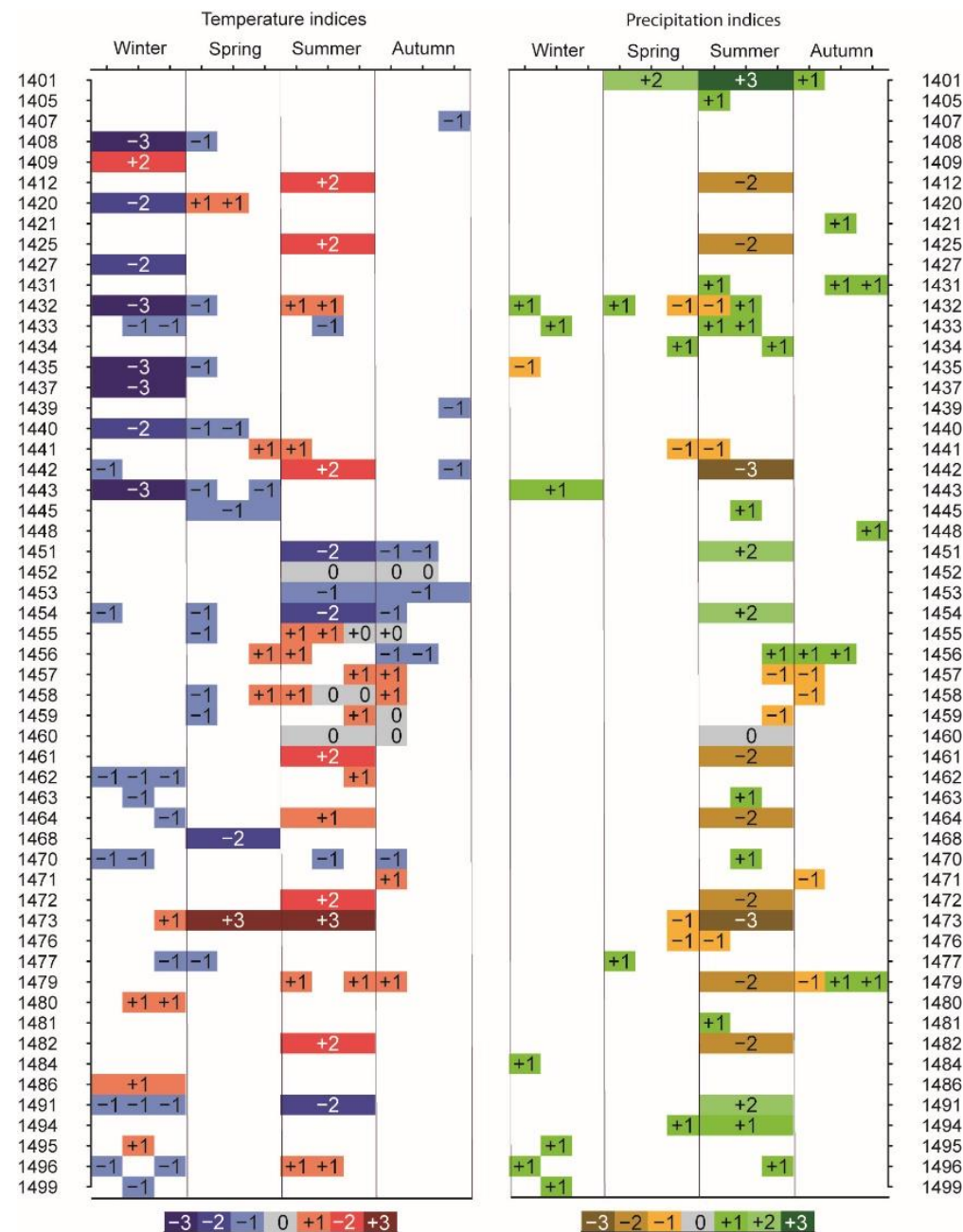
# Rekonstrukce klimatu Českých zemí v 15. století

- **Rekonstrukce** na základě dostupných **dokumentárních dat**
  - Staré letopisy české, kroniky, korespondence, účetní knihy
  - **nedostatek** dat v 1400s a 1410s, v jarní a podzimní sezóně a na Moravě
  - pro tvorbu souvislé chronologie srážek a sucha nezbytné zapojení rekonstrukcí na základě letokruhů dubu a jedle
  - dostatek dat pro 1430s a 1450s

# Rekonstrukce klimatu Českých zemí v 15. století

- Tvorba **měsíčních (3)** a **sezónních (7)** řad indexů teploty vzduchu a srážek

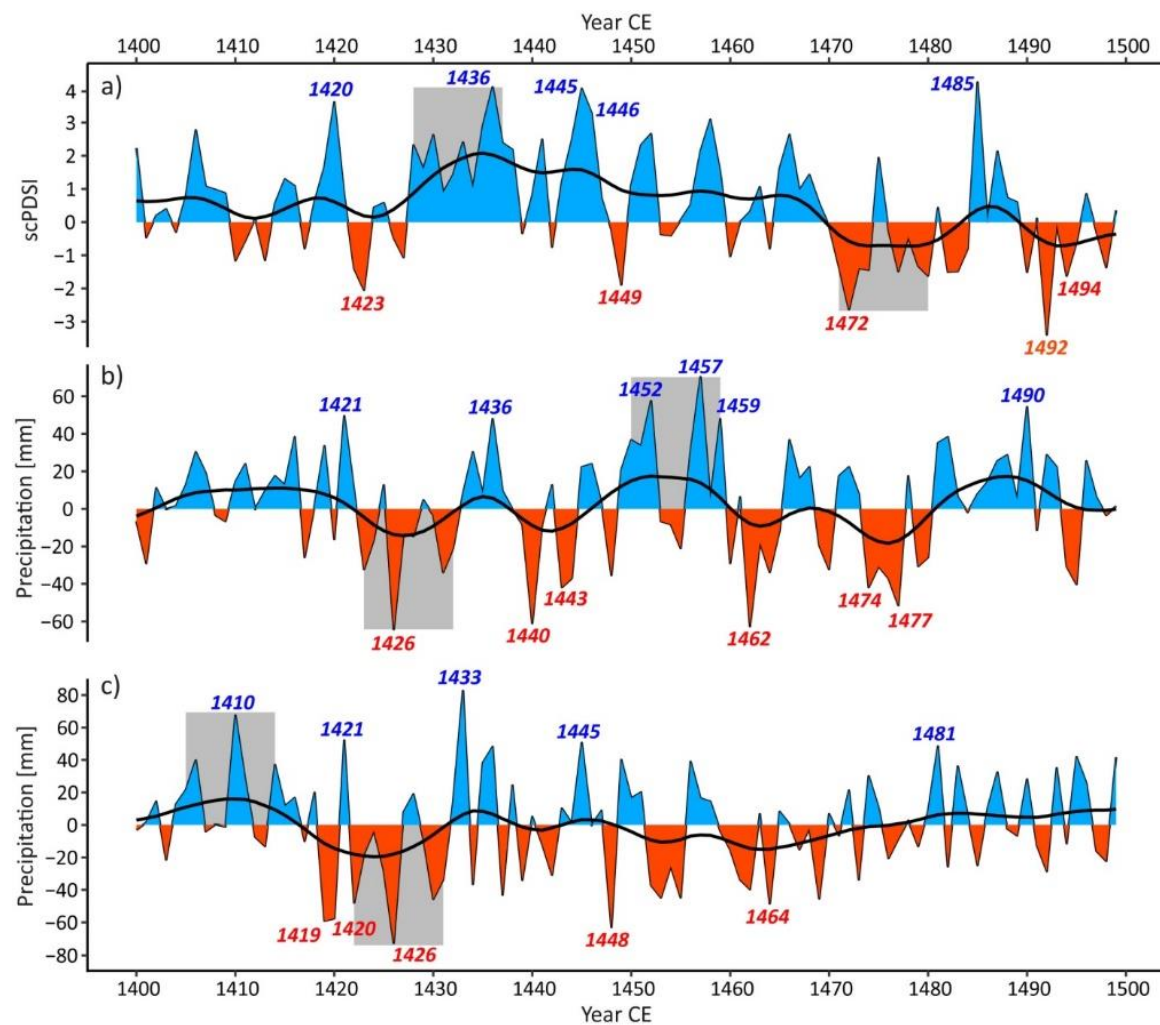
*Měsíční a sezónní teplotní a srážkové řady indexů na základě dokumentárních dat pro České země v 15. stol.*





# Rekonstrukce klimatu Českých zemí v 15. století

*Variabilita sucha dle indexu scPDSI (Büntgen et al. 2021) (a), srážkových úhrnů pro březem–července na jižní Moravě na základě letokruhů jedle bělokoré (Brázdil et al. 2002) (b) a srážkových úhrnů pro květen–červenec na základě letokruhů dubu v Čechách (Dobrovolný et al. 2018) (c)*

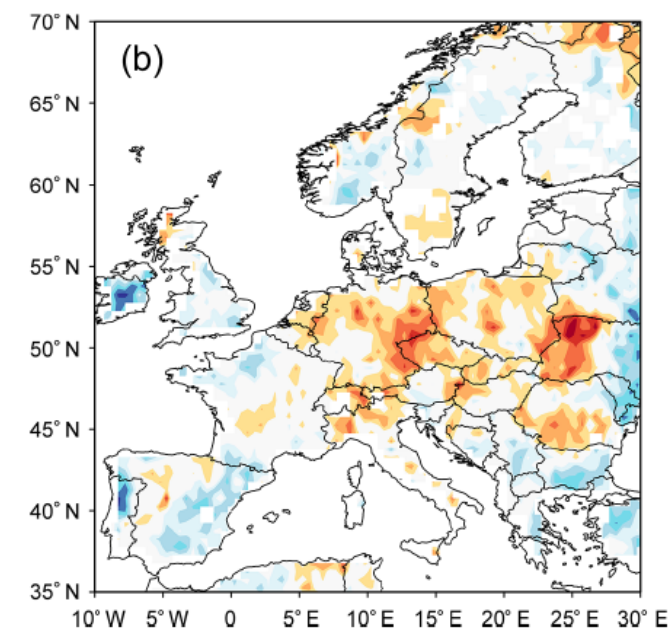
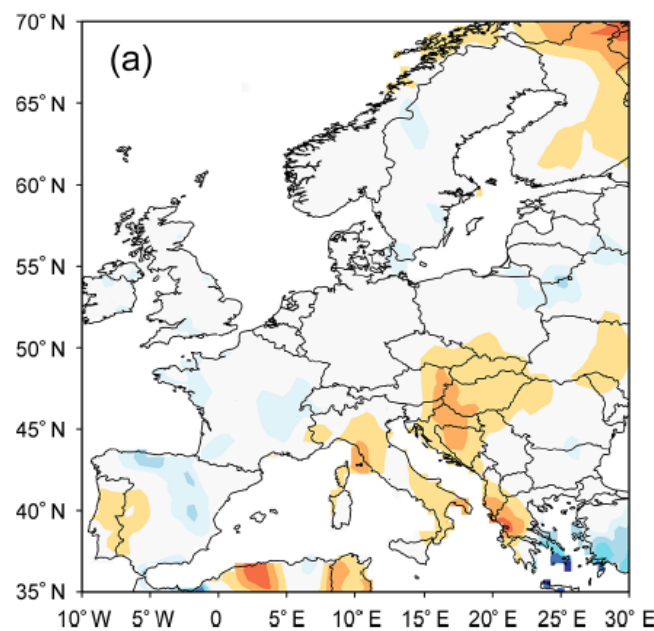


# Desetiletí 1531–1540: nejsušší letní sezóny ve střední Evropě za posledních 500 let?

- Analýza výskytu a závažnosti epizod sucha v **letní sezóně** (JJA) (1501–2015) na základě SPI, SPEI a Z-indexu a přístrojových měření
- Desetiletí 1531–1540: **nejsušší letní sezóny** ve střední Evropě
- Epizody sucha/  
nedostatek srážek:

**1532, 1534–36, 1538,  
1540**

*Srážkové úhrny v létě 1535 vyjádřené  
percentuálně odchylnou od NO 1961–1990  
(a; Pauling et al., 2006) a index scPDSI  
podle OWDA (b; Cook et al., 2015)*



# Epizody sucha v ČR a jejich příčinná podmíněnost

MAM				JJA				SON				AMJJAS			
Year	SPI	SPEI	Z-index	Year	SPI	SPEI	Z-index	Year	SPI	SPEI	Z-index	Year	SPI	SPEI	Z-index
1532	50	20	20	1503	10	20	20	1536	10	20	50	1504	10	20	20
1540	50	200	100	1504	10	20	20	1540	20	100	200	1534	10	20	20
1571	20	50	50	1534	10	20	20	1548	100	50	20	1536	20	50	50
1583	20	20	20	1536	20	50	50	1580	100	20	20	1540	200	200	200
1603	50	50	50	1540	200	200	200	1590	20	50	100	1590	200	100	100
1638	200	200	200	1556	20	20	20	1605	100	100	50	1616	100	100	200
1683	200	50	20	1590	100	200	200	1631	10	20	20	1631	20	20	50
1686	20	50	20	1616	50	100	200	1634	200	50	50	1684	10	20	20
1727	50	50	20	1630	50	20	20	1680	100	200	200	1706	10	20	20
1732	20	20	20	1631	10	20	20	1686	20	20	50	1718	10	20	20
1753	20	20	20	1666	20	20	20	1710	20	20	20	1726	10	20	20
1779	200	200	200	1684	20	50	50	1726	20	20	50	1727	20	50	50
1781	50	20	20	1718	20	20	20	1727	20	50	100	1728	10	20	100
1790	200	20	20	1719	20	20	20	1731	10	20	20	1800	20	20	20
1794	50	200	200	1728	20	20	100	1754	10	20	20				
1800	50	50	50	1746	100	50	50	1772	20	20	20				

# Epizody sucha v ČR a jejich příčinná podmíněnost

- **Sucho 1540**

- zasažena **téměř celá Evropa**
- až **80 % úbytek srážek** oproti průměru ve 20. stol.
- v S Itálii nezaznamenány srážky od 11/1539–4/1540
- v J Evropě prům. roční **teplota vyšší až o 9 °C**
- **vyschnutí** studní a menších **toků**, rapidní pokles hladin řek a jezer (Bodamské j., Labe, Rýn, Seina)
- největší **lesní požáry** za 500 let, snížený sluneční svit
- chybějící letokruhy, extrémní trhliny, koupání v zimě

# Epizody sucha v ČR a jejich příčinná podmíněnost

- **Příčiny současného sucha**

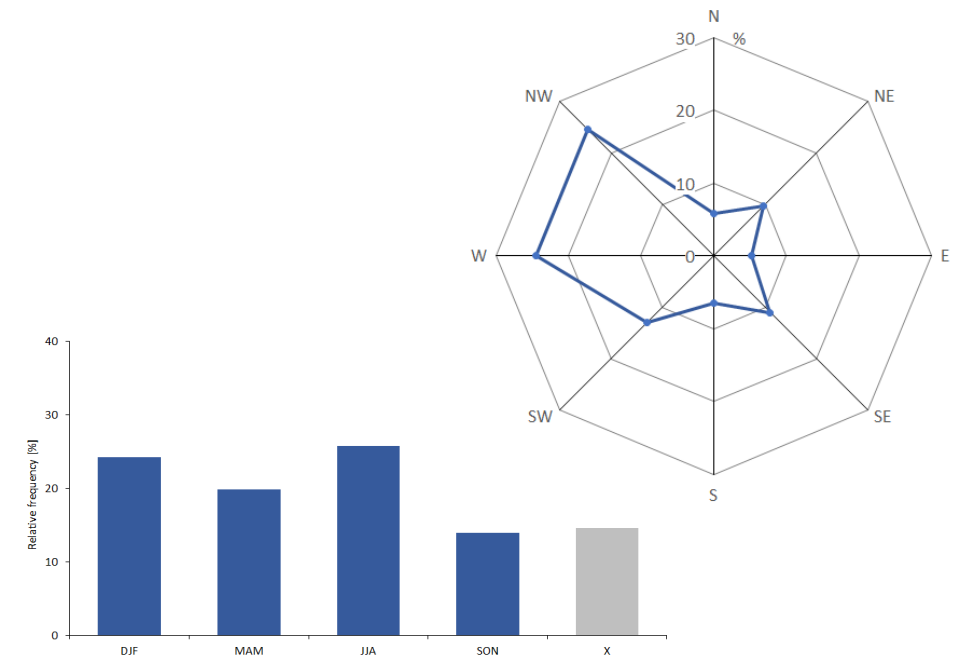
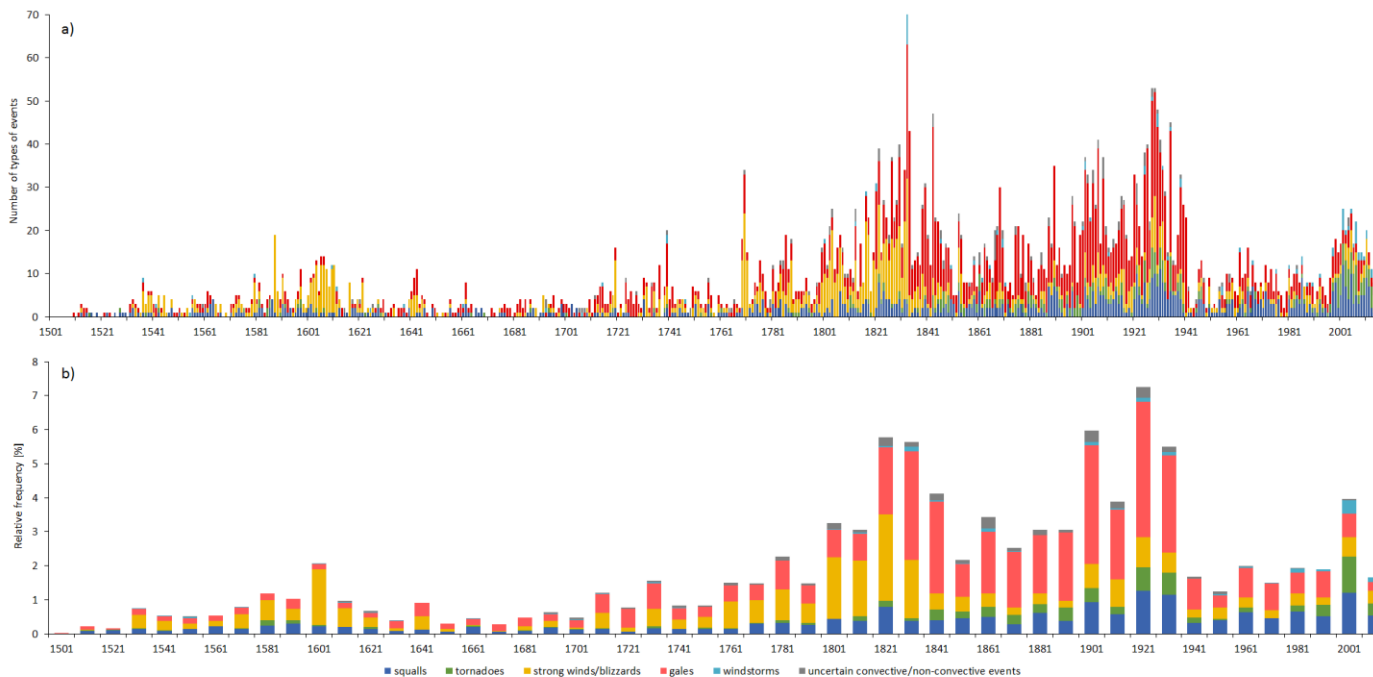
- ve střední Evropě převažující **vliv** růstu **teploty vzduchu** na výskyt sucha než nedostatku srážek
- **neprůkazný vliv sluneční aktivity** na růst teploty vzduchu
- **vyšší výpar**, snížená vlhkost, nižší počet dnů se sněhovou pokrývkou
- prokázán **vztah** mezi **indexy sucha** reagující na průměrnou teplotu vzduchu a koncentrací **CO<sub>2</sub>**
- nerovnoměrné rozložení srážek
- v období se zvýšenou **sopečnou aktivitou** výskyt **chladnějších a deštivějších období**

# Epizody sucha v ČR a jejich příčinná podmíněnost

- **Příčiny současného sucha**
  - **zemědělská krajina**, odvodňování, nedostatek biomasy v půdě
  - **změny v krajině** a rychlý odtok vody
  - **špatné** hospodaření s vodou
  - **potencionálně průkazná 60–100 letá oscilace** ovlivňující dlouhodobou variabilitu epizod such ve střední Evropě
- Sucho ve 21. století nejzávažnější přírodní hrozbou pro zemědělství, průmysl, vodní hospodářství a společnost v ČR

# Vichřice v Českých zemích za posledních 500 let

- 4 864 případů vichřic a silných větrů (1510–2017)
- Vichřice (43,8 %), blizzardy (25,7 %), nárazový vítr během bouřky (17,9 %), tornáda (7,2 %), silné větry nejistého původu (3,5 %), větrné smrště (1,9 %)



# Tornáda v Českých zemích za posledních 200 let

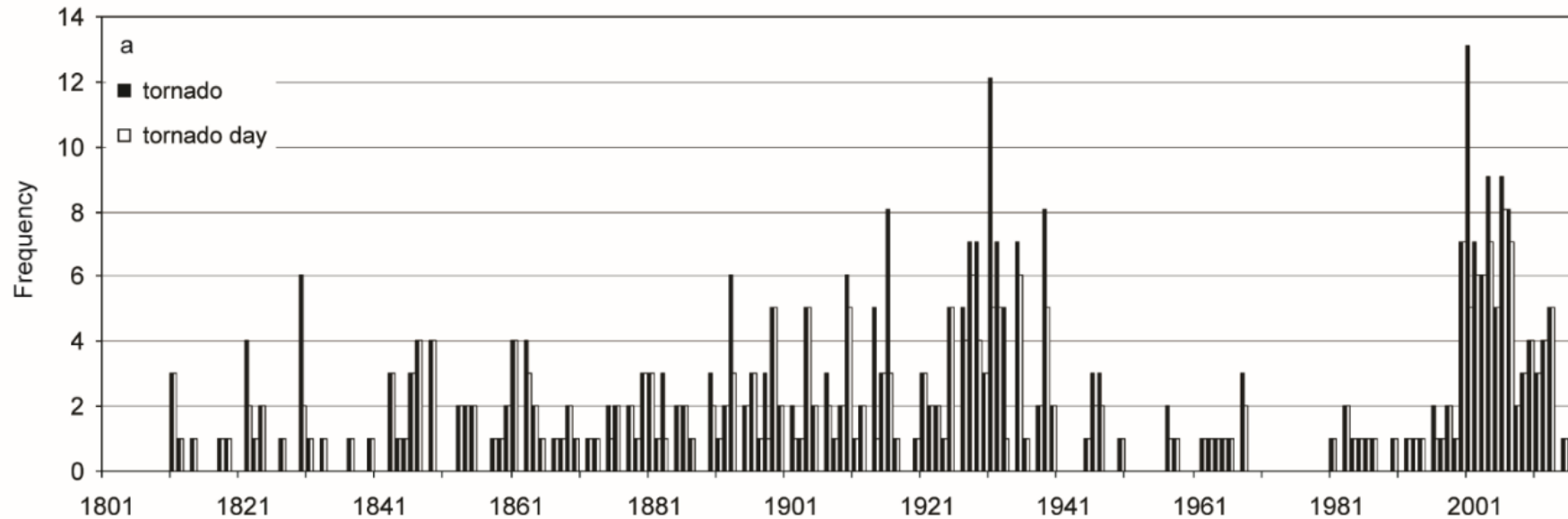
- Nejstarší dokumentované tornádo na území ČR: **30. 7. 1119**, Kosmova kronika (škody na **Vyšehradě**)
- V období 1801–2017 zaznamenáno **367 tornád a 299 dnů** s tornádem
- Chronologie tornád ovlivněna **dostupností** dokumentárních **pramenů**
- Nejvyšší výskyt v nižších a středních polohách
- **Průměrný počet tornád v ČR: 2/rok**

*Představa tornáda od J. A. Komenského v Orbis sensualium Pictus (Levoča, 1685)*



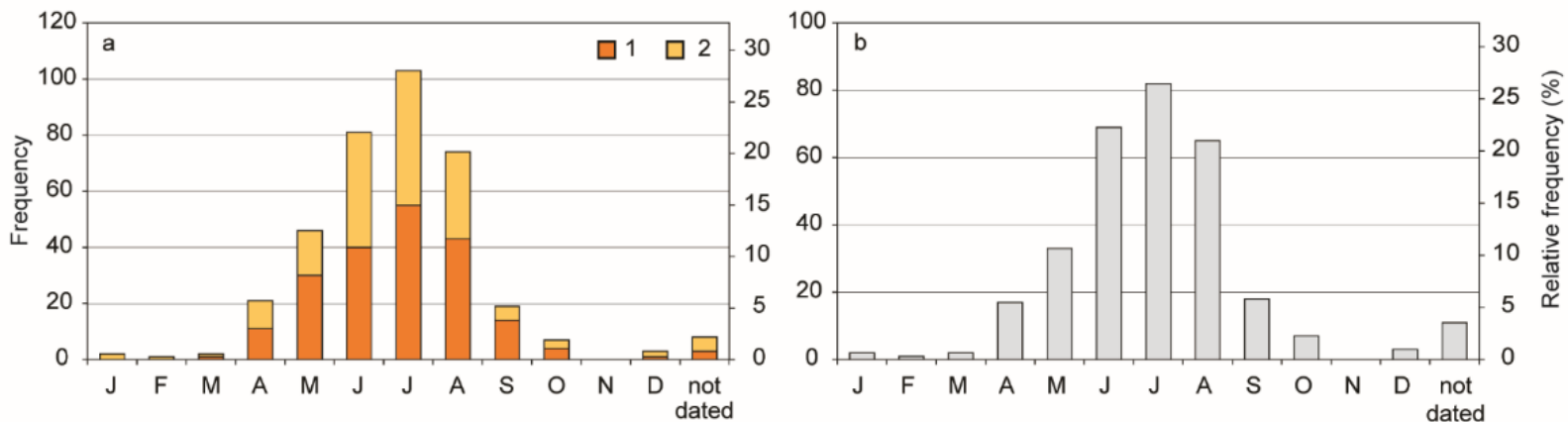


# Tornáda v Českých zemích za posledních 200 let

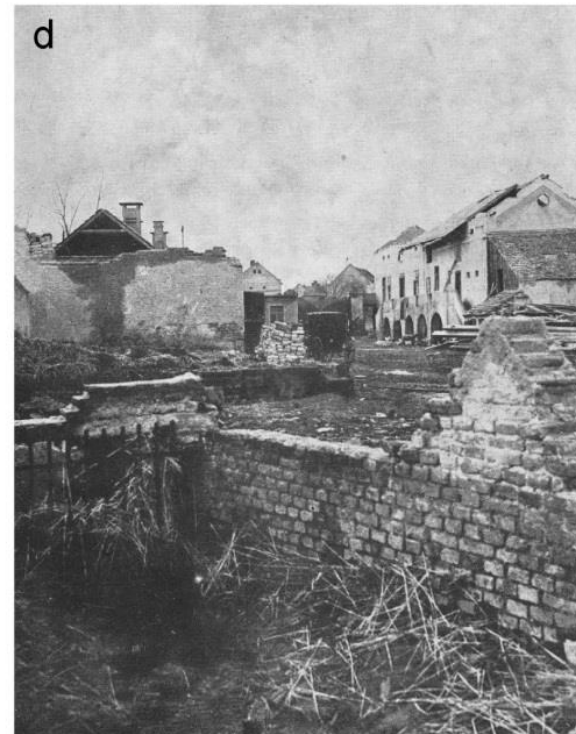
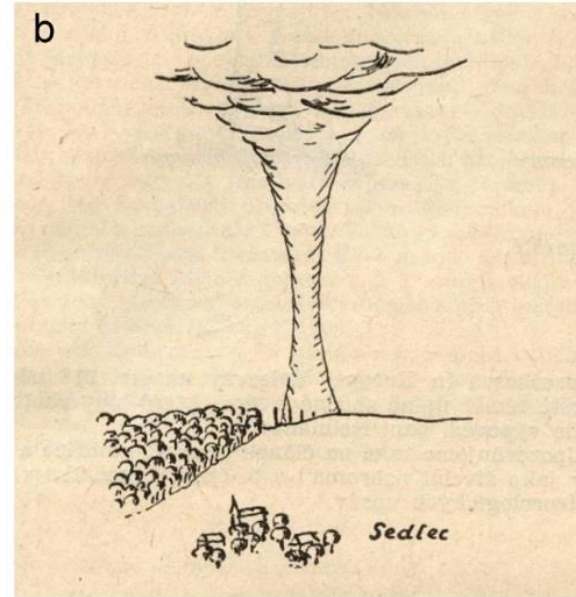
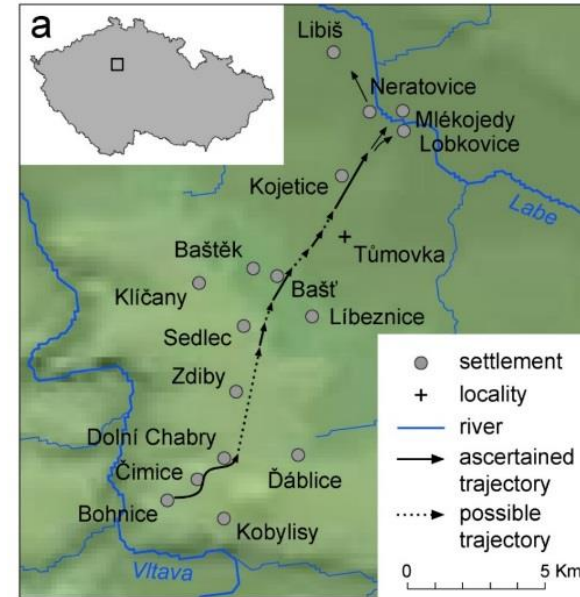


*Roční četnost tornád a dnů s tornádem v ČR v období 1801–2017*

*Frekvence tornád (1 – prokázané, 2 – neprokázané) (a) a dnů s tornádem (b)*



# Tornáda v Českých zemích za posledních 200 let



*Trasa a následky tornáda dne 20. 4. 1950 (F3) ve středních Čechách dle Fikar 1950: (a) trasa tornáda; (b) nákres tornáda nedaleko Sedlece; (c) trosky zvonice v Dolních Chabrech; (d) zničený statek v Bašti*

# Tornáda v Českých zemích za posledních 200 let



Hněvčeves 1. 6. 2014



Vídeň 10. 7. 2017

Zdroj: Svere Weather Europe

# Tornáda v Českých zemích za posledních 200 let

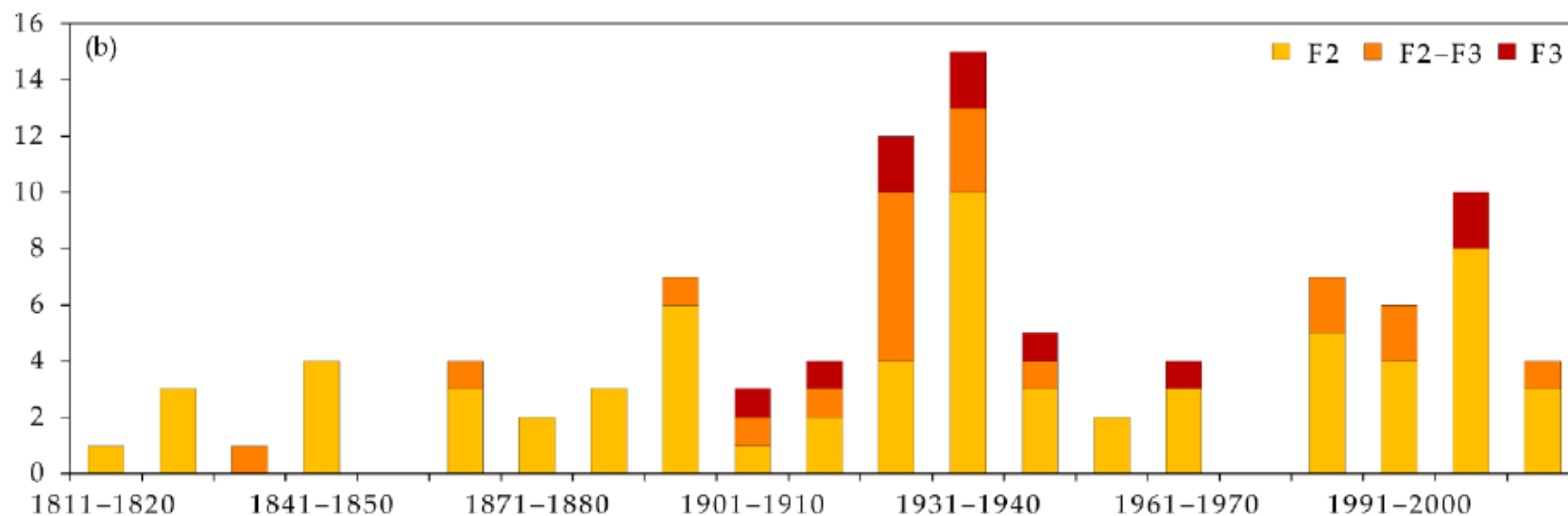
- Tornádo 24. 6. 2021 na jižní Moravě (F4)



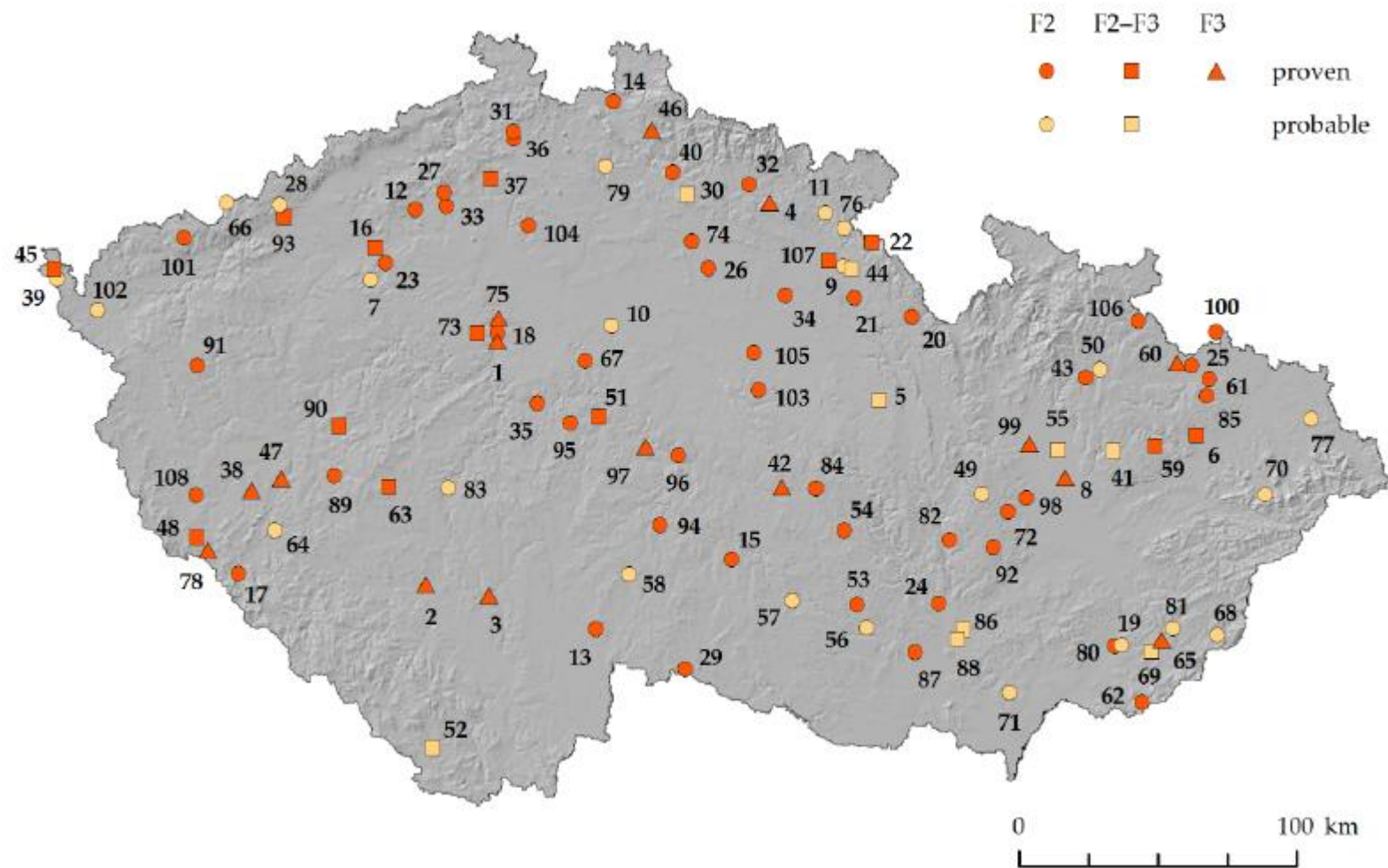
Foto: Dominik Herka

# Klimatologie významných tornád v ČR

- Studium tornád síly **F2–F3** v ČR v období 1119–2019
- Celkem **108 případů** (97 v letech 1811–2019)
- **Nejčastější výskyt:** 1921–1930, 1931–1940, 2001–2010
- **Nejčastější čas výskytu:** odpoledne a pozdní večer
- **Následky:**
  - 8 mrtvých
  - 95 zraněných



# Klimatologie významných tornád v ČR



# Dopady sopečných erupcí na klima, přírodu a společnost

- **Lakagígar** (Island) 8. 6. 1783–únor 1784:
  - největší výron lávy za posledních 1000 let
  - následkem zvýšená úmrtnost v Z Evropě a řada klimatických anomálií
- **Tambora** (Indonésie) 10. 4. 1815:
  - jedna z největších zaznamenaných sopečných erupcí
  - více než 35 000 obětí
  - rok 1816 znám jako „rok bez léta“



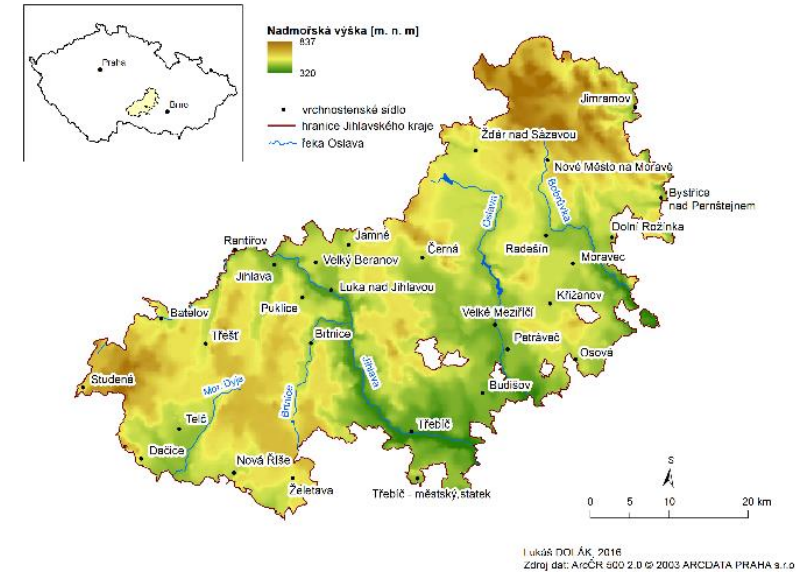
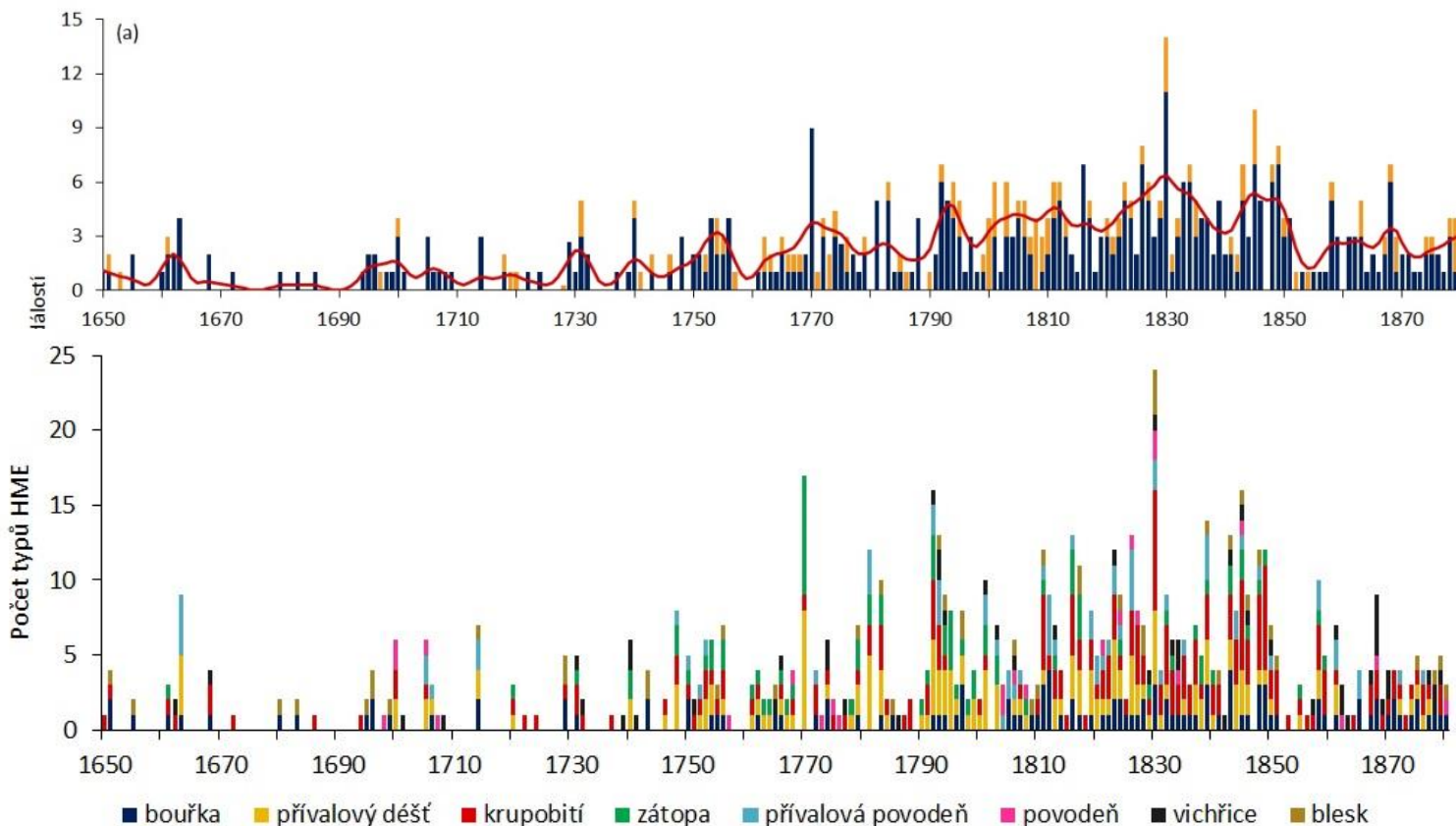
# Dopady sopečných erupcí na klima, přírodu a společnost

<b>Lakagígar 1783</b>	<b>Tambora 1815</b>
Temperature: Extreme winter 1783/1784, spring 1785, summer and autumn 1786	Temperature: Extreme summer 1816
Precipitation: No extreme season	Precipitation: Extreme summer 1815
Weather: Dry fog, heavy thunderstorms (no rain), sun and moon red	Weather: No directly observed post-volcanic weather effects
Large floods: February 1784, April 1785, August 1786	Large floods: August 1815, March 1817
Landslides: No indications of landslides	Landslides: five events in north-western Bohemia (1817)
No effects on agriculture and grain prices	Bad grain harvest, rise in grain prices
No crisis indications	Lack of bread, hunger, high vagrancy
Fatalities among those ringing city bells to ward off thunderstorms – prohibition of ringing	Important natural and societal impacts



# Časoprostorová variabilita HME na Českomoravské vrchovině 1650–1850

- 510 případů HME během období 1650–1880



Chod ročních četností HME shlazených Gaussovým filtrem pro 10 let v Jihlavském kraji v období 1650–1880 podle (a) přesnosti datování událostí a (b) typů pramenů a (c) roční četnosti typů HME krátkého trvání

# Časoprostorová variabilita HME na Českomoravské vrchovině 1650–1850

## ■ Bouře velmi silné intenzity

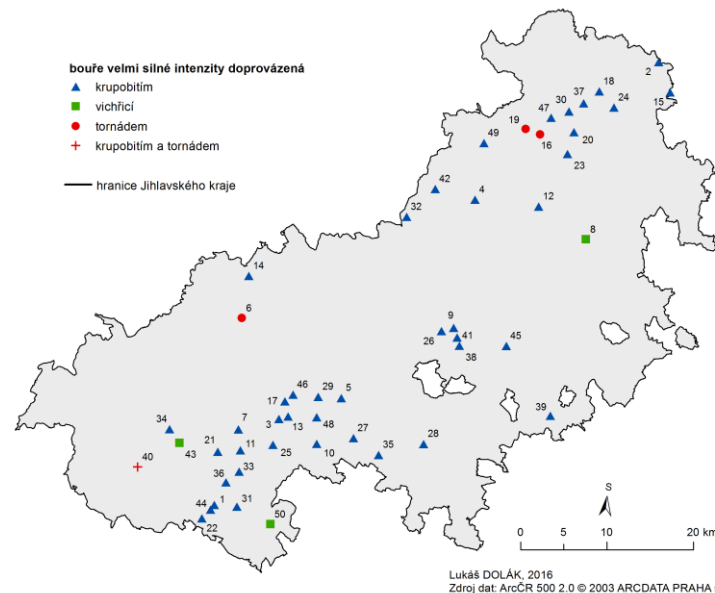
- kroupy  $\geq 2$  cm
- rychlost větru  $\geq 25$  m.s<sup>-1</sup>
- výskyt tornáda

## ■ 32 událostí v 50 obcích

- 78,1 % (kroupy)
- 12,5 % (vichřice)
- 6,3 % (tornáda)
- 3,1 % (kroupy a tornádo)

## ■ Tornáda

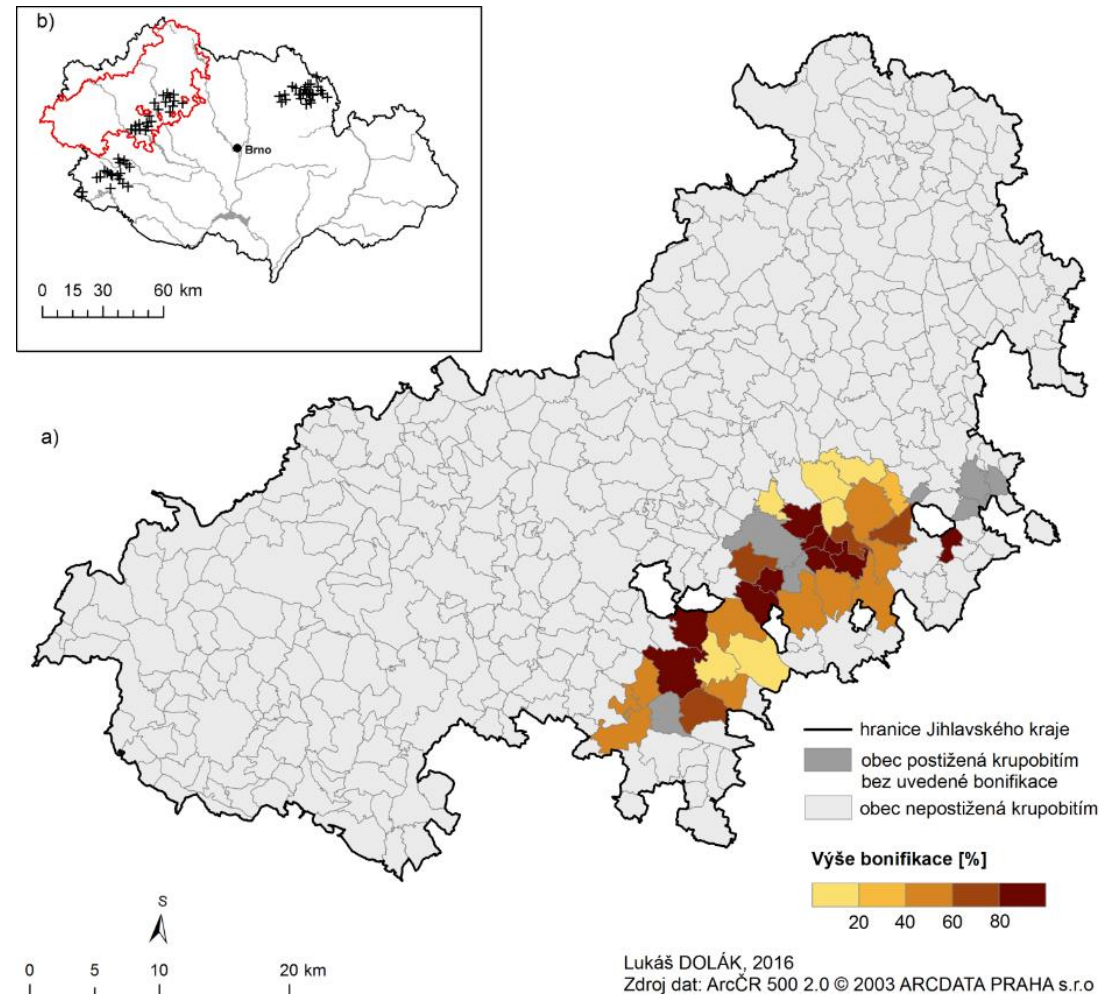
- 20.6.1774 Telč (F1)
- 9.6.1827 Čížov (F2)
- 8.10.1843 Lhotka, Jiříkovice (F1)



*Prostorové rozložení obcí a měst postižených bouřemi velmi silné intenzity*

# Časoprostorová variabilita HME na Českomoravské vrchovině 1650–1850

*Katastry obcí postižené krupobitím v (a) Jihlavském kraji a (b) na území jižní Moravy dne 25. června 1844 (obr. b upraven podle Brázdila et al. 2014) s výší slevy na dani pro 33 obcí*



# Historická databáze svahových pohybů v Česku (CHILDA)

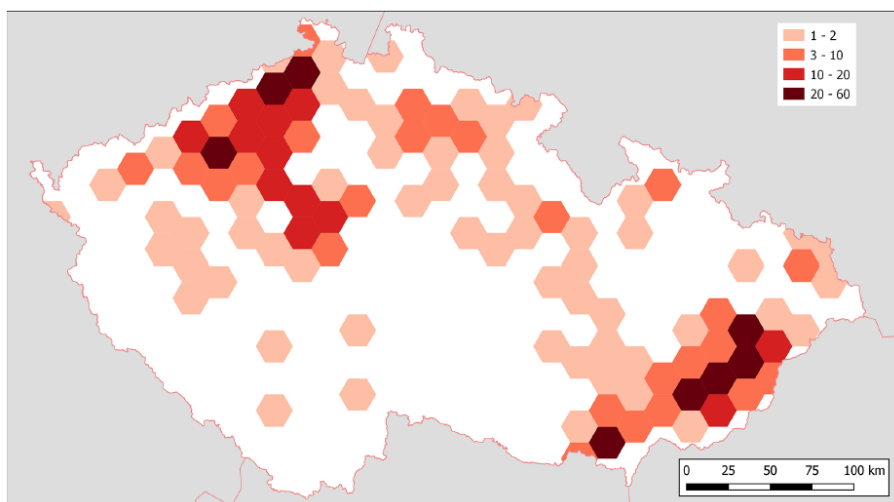
- Databáze sesuvů a skalních řícení v ČR (1132–1989/2022)
- 2021: 699 záznamů
- Analýza příčin, rozsahu, dopadů sesuvů, opatření proti sesuvům, zdroj a obrázek (je-li dostupný)



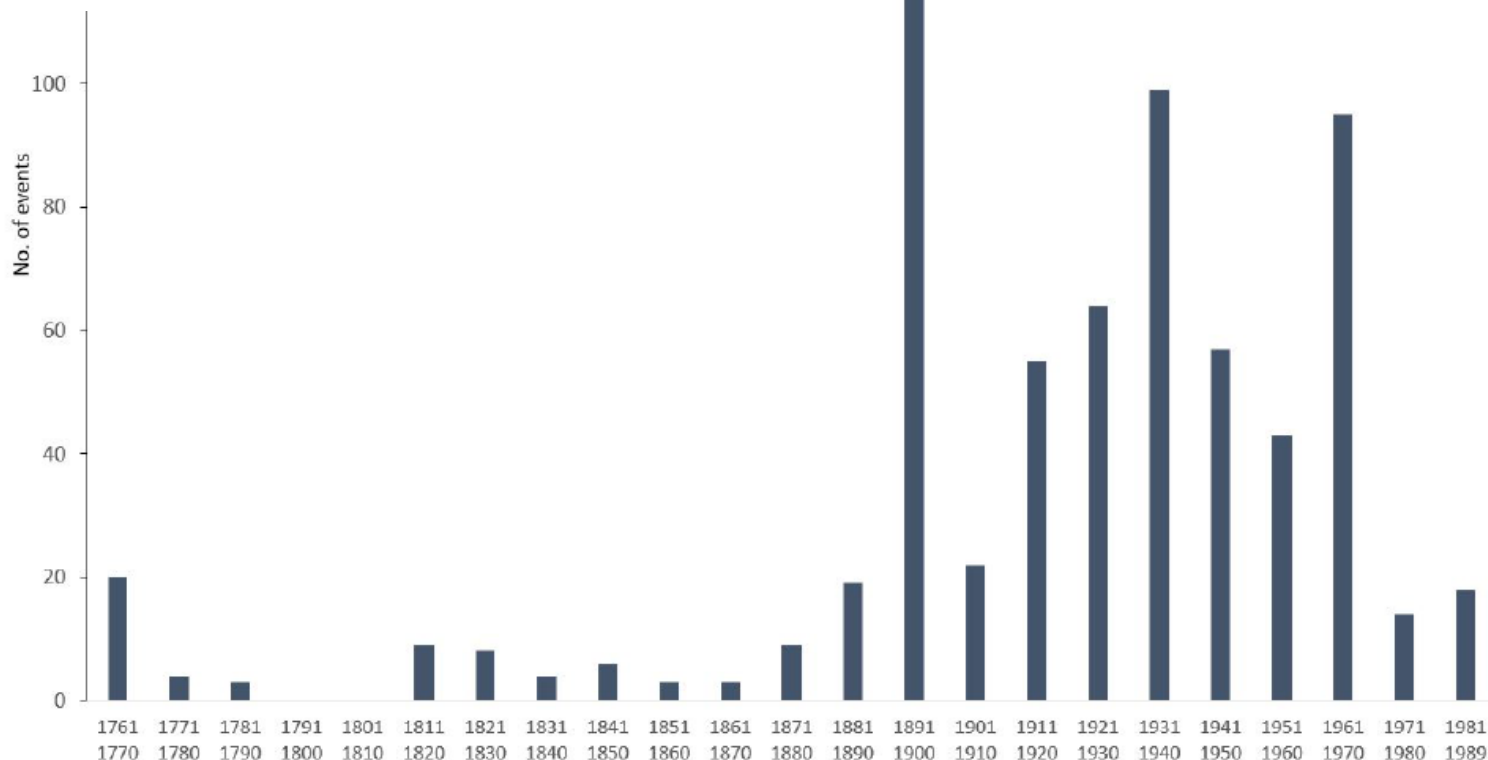
# Historická databáze svahových pohybů v Česku (CHILDA)

Century	12th	13th	14th	15th	16th	17th	18th	19th	20th*
<i>n</i>	1	0	0	0	5	2	30	194	467

\* up to and including 1989.



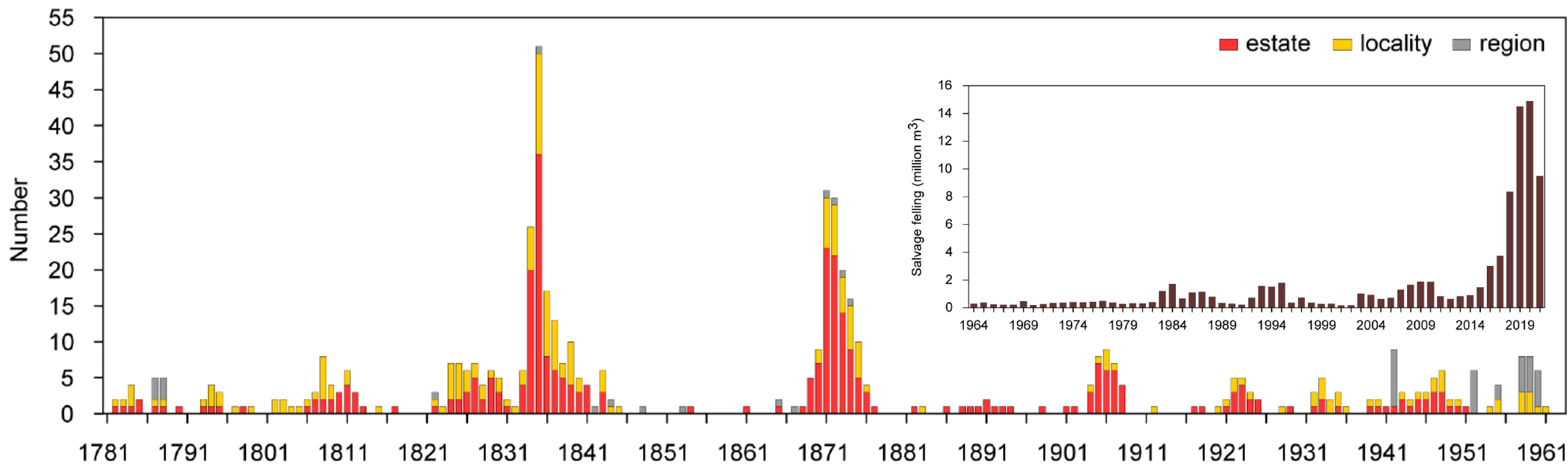
*Hustota sesuvů (nahore) a desetiletá četnost sesuvů na území ČR v letech 1761–1989 (vpravo)*



# Meteorologické a klimatologické příčiny minulých a současných kůrovcových kalamit (1781–2021)

- Vytvoření **chronologie kůrovcových kalamit (1781–2021)** na základě dokumentárních pramenů a dat o těžbě napadených stromů (1964–2021)
- **Největší kůrovcové kalamity:** 1830s, 1870s, 1940s–1950s, 1980s, 1990s, 2000s a 2010s
- Rozdílné příčiny kalamit v **19. stol.** (vichřice, sucho, pomalé zpracování) a **po r. 1980** (vliv současné změny klimatu, popř. i vichřic)
- Kalamita po r. 2015 **největší** zaznamenanou kalamitou v Českých zemích

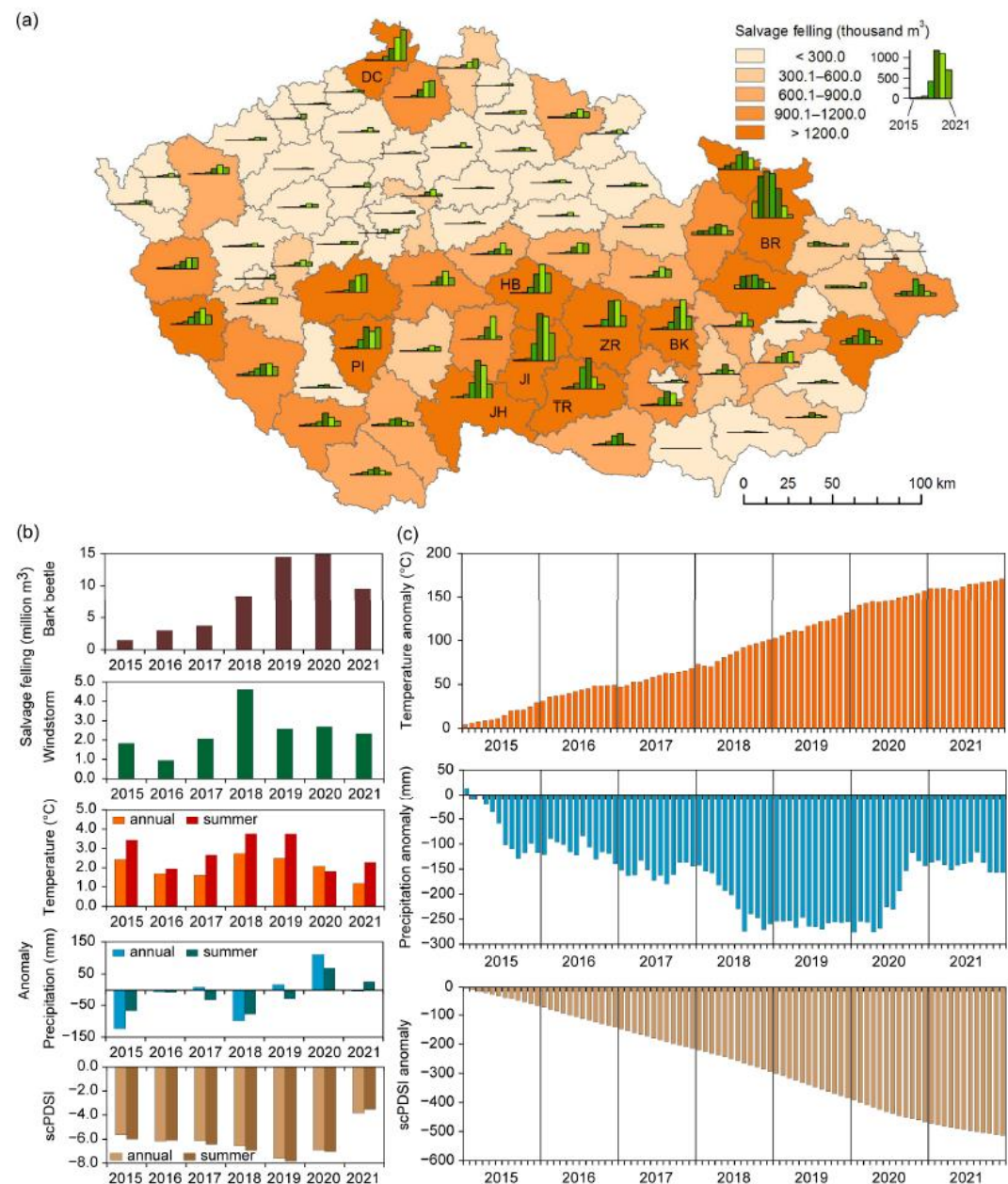
# Meteorologické a klimatologické příčiny minulých a současných kůrovcových kalamit (1781–2021)



Počet oblastí zasažených kůrovcovou kalamitou na základě dokumentárních pramenů v letech 1781–1963 (a) a množství vytěženého dřeva (mil. m<sup>3</sup>) následkem kůrovcové kalamity v letech 1964–2021 (b) v ČR

# Meteorologické a klimatologické příčiny minulých a současných kůrovcových kalamit (1781–2021)

*Kůrovcová kalamita v ČR v letech 2015–2021: (a) objem vytěženého dřeva v letech 2015–2021, (b) roční objem vytěženého dřeva následkem kůrovcové kalamity a vichřic, roční a letní odchylky teploty vzduchu, srážek a indexu sucha scPDSI v letech 2015–2021, (c) měsíční kumulativní odchylky teploty vzduchu, srážek a indexu sucha scPDSI v letech 2015–2021 oproti období 1961–1990*



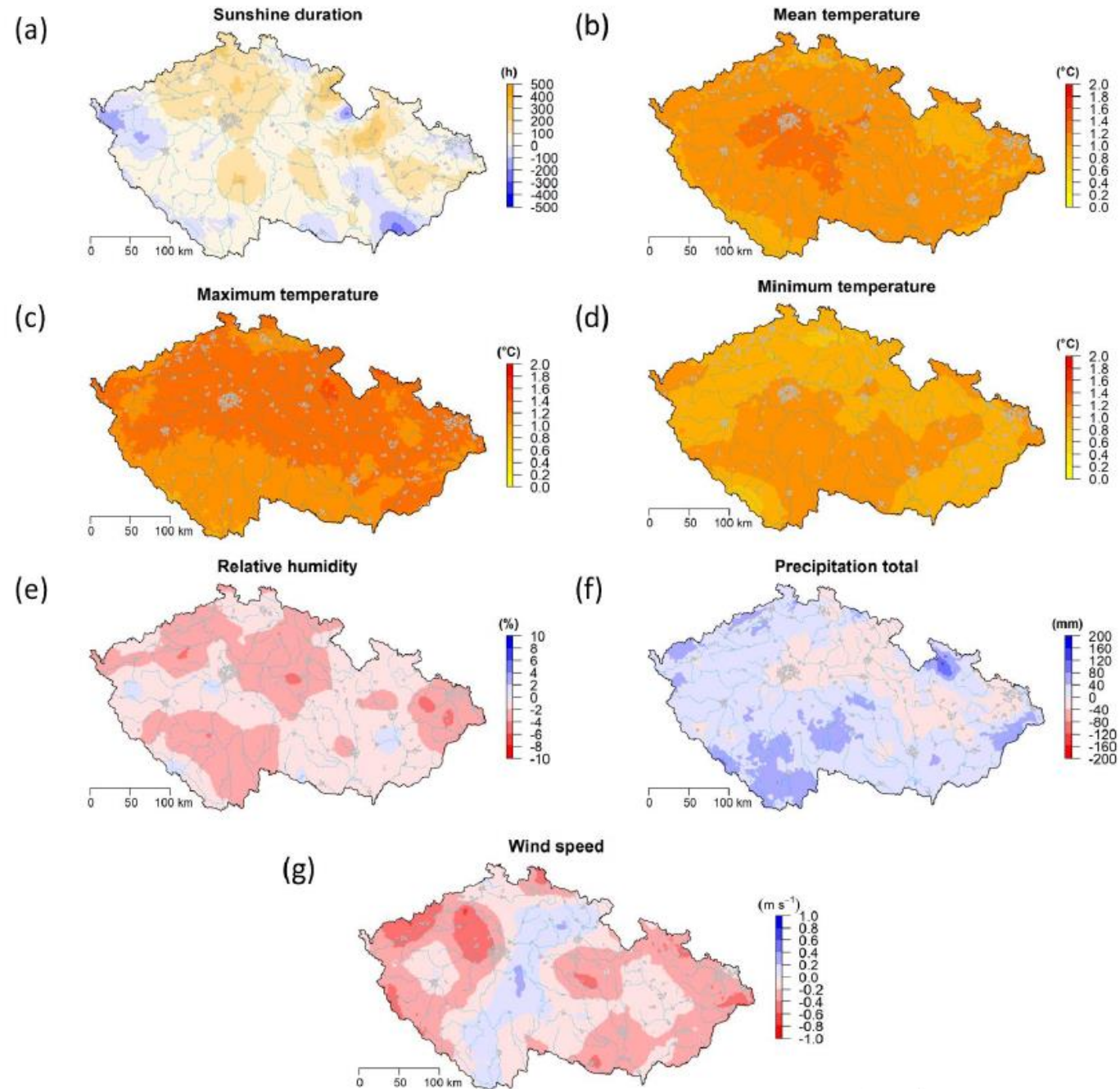


# Klimatická variabilita v ČR: 1961–1990 vs 1991–2020

- Významný **vliv změny klimatu** na 2. NO (1991–2020)
- Statisticky významný **nárůst** frekvence **anticyklonálního** a **pokles cyklonálního** proudění ve 2. NO oproti 1. NO (1961–1990)
- Významné změny v teplotě a vlhkosti vzduchu, délce slunečního svitu a rychlosti větru mezi oběma NO **vyjma srážek**

# Klimatická variabilita v ČR: 1961–1990 vs 1991–2020

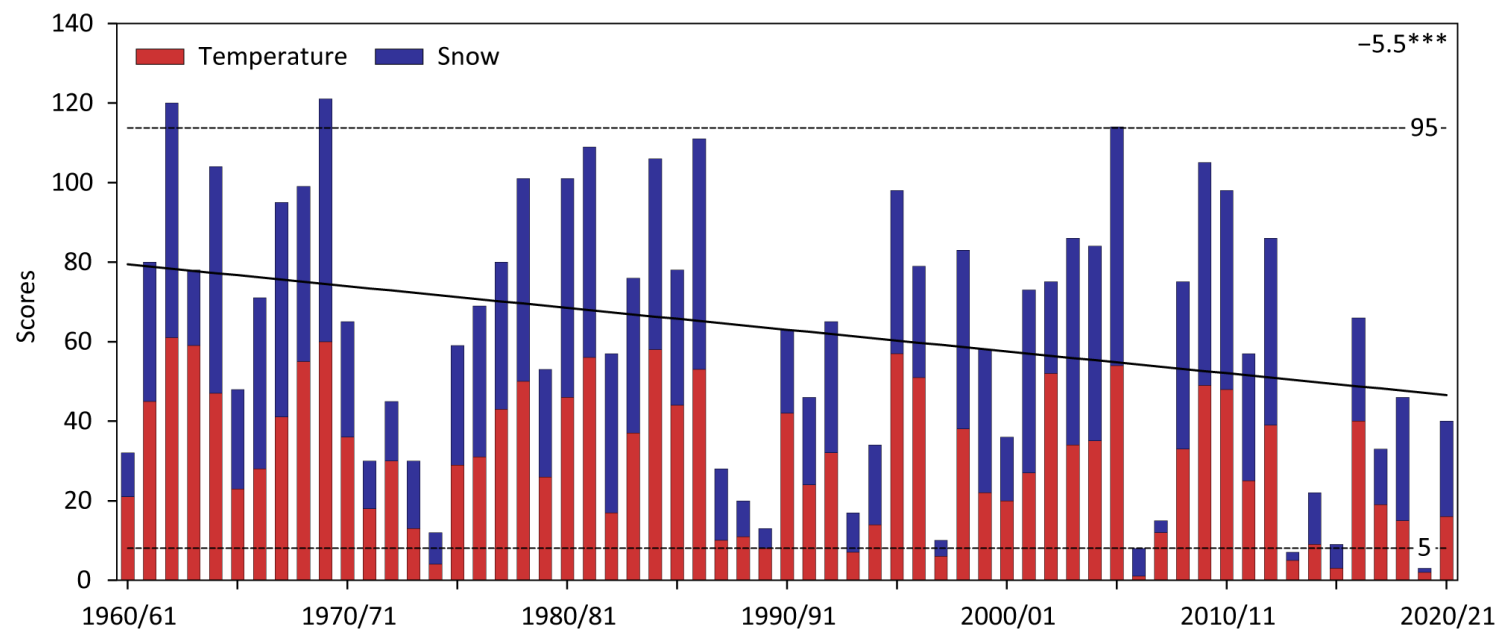
*Změny v prostorovém rozložení délky slunečního svitu (a), průměrné teploty vzduchu (b), max. teploty vzduchu (c), min. teploty vzduchu (d), relativní vlhkosti vzduchu (e), množství srážkových úhrnů (f) a rychlosti větru (g) v ČR mezi normálovými obdobími 1961–1990 a 1991–2020*



# Analýza tuhých zim v ČR a jejich environmentální dopady (1961–2021)

- Významné **rostoucí trendy** průměrné, min., max., absolutní min. a max teploty vzduchu
- Významné **poklesy** počtu mrazových, ledových a arktických dnů, dnů se sněhem a délky vln chladu
- **Klesající závažnost** (*severity*) zim v ČR

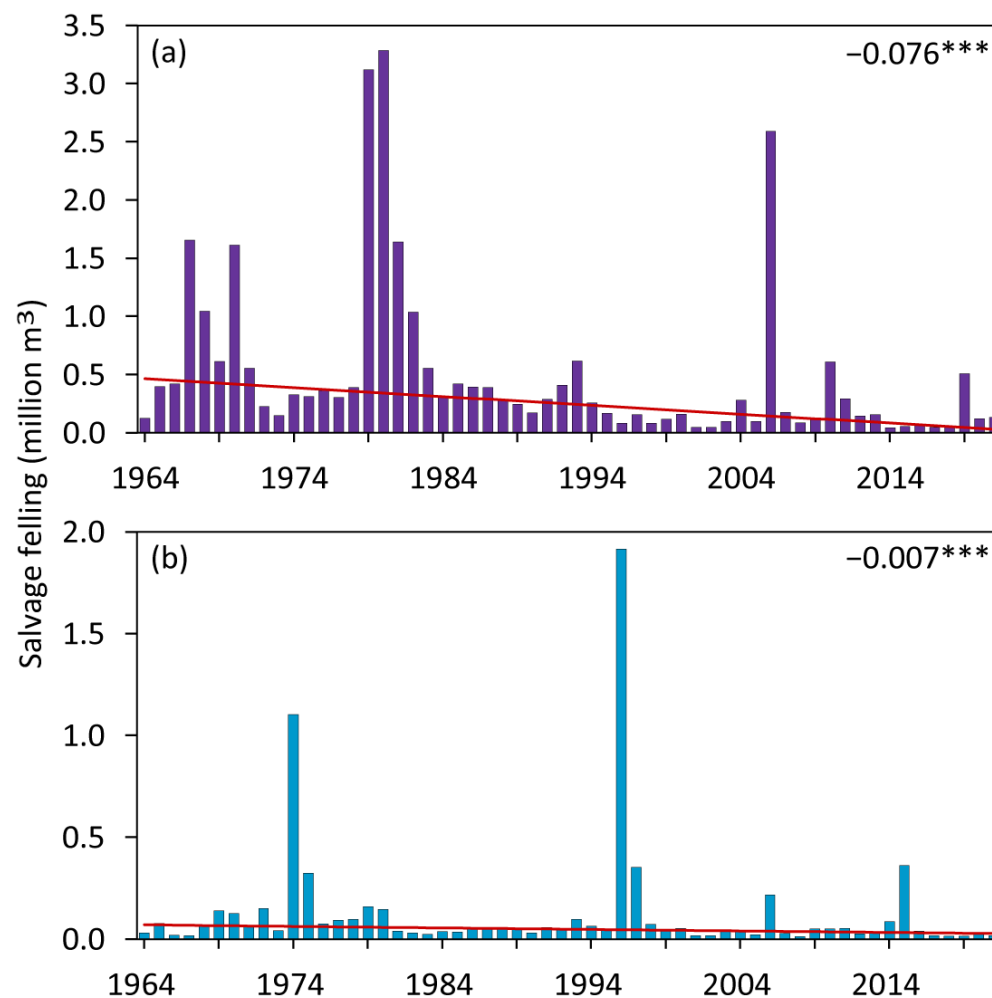
*Kolísání a lineární trend závažnosti zim v ČR (1961 – 2021) vyjádřený skóre sumy teploty vzduchu a sněhových podmínek*



# Analýza tuhých zim v ČR a jejich environmentální dopady (1961–2021)

- Prokazatelný **vliv klesající četnosti výskytu cyklonálních** typů na klesající závažnost zim
- Souvislost mezi poklesem závažnosti zim s **poklesem dopravních nehod** následkem sněhu a ledovky na silnici a **poklesem škod v lesích** následkem sněhových polomů
- **Mimořádně chladné zimy:** 1962/63, 1984/85
- **Mimořádně mírné zimy:** 2006/07, 2019/20

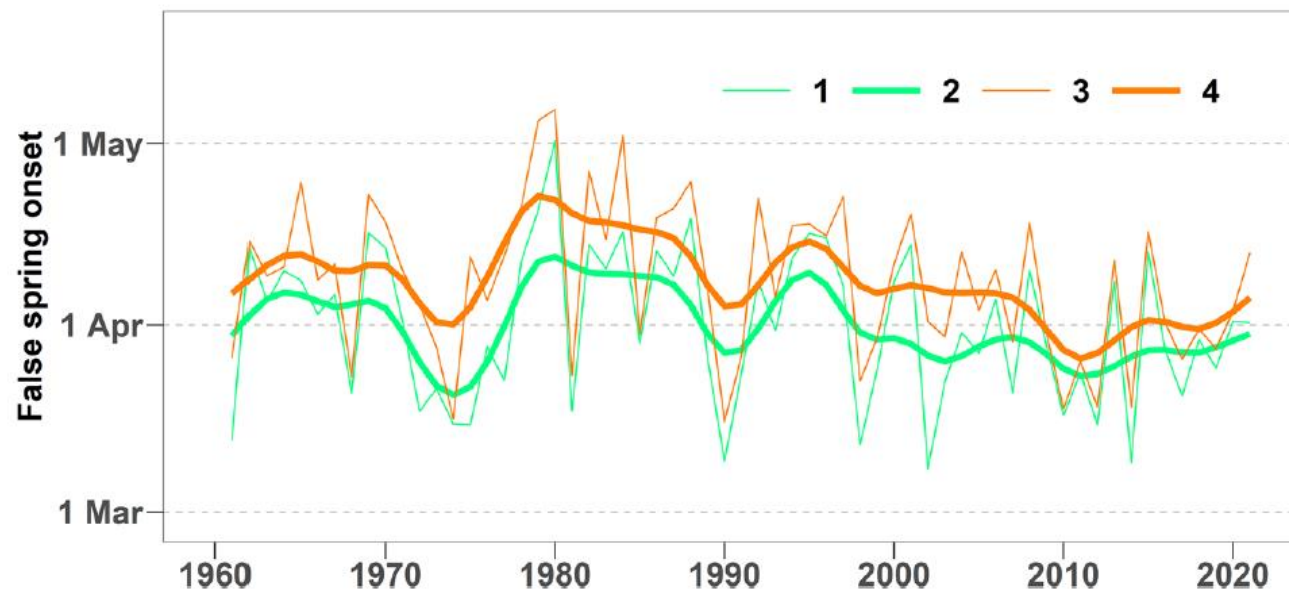
*Roční těžba dřeva (mil. m<sup>3</sup>) následkem sněhových (a) a ledovkových (b) polomů v České republice (1964–2021)*



# Riziko jarních mrazů pro ovocné stromy v ČR

- **Dřívější nástup jara** vlivem změny klimatu
  - vyšší riziko škod ovocných stromů následkem jarních mrazů
- Častější začátek **falešného jara** po r. 1980
  - nejméně 10 po sobě jdoucích dnů s  $T \geq 10 \text{ °C}$ )

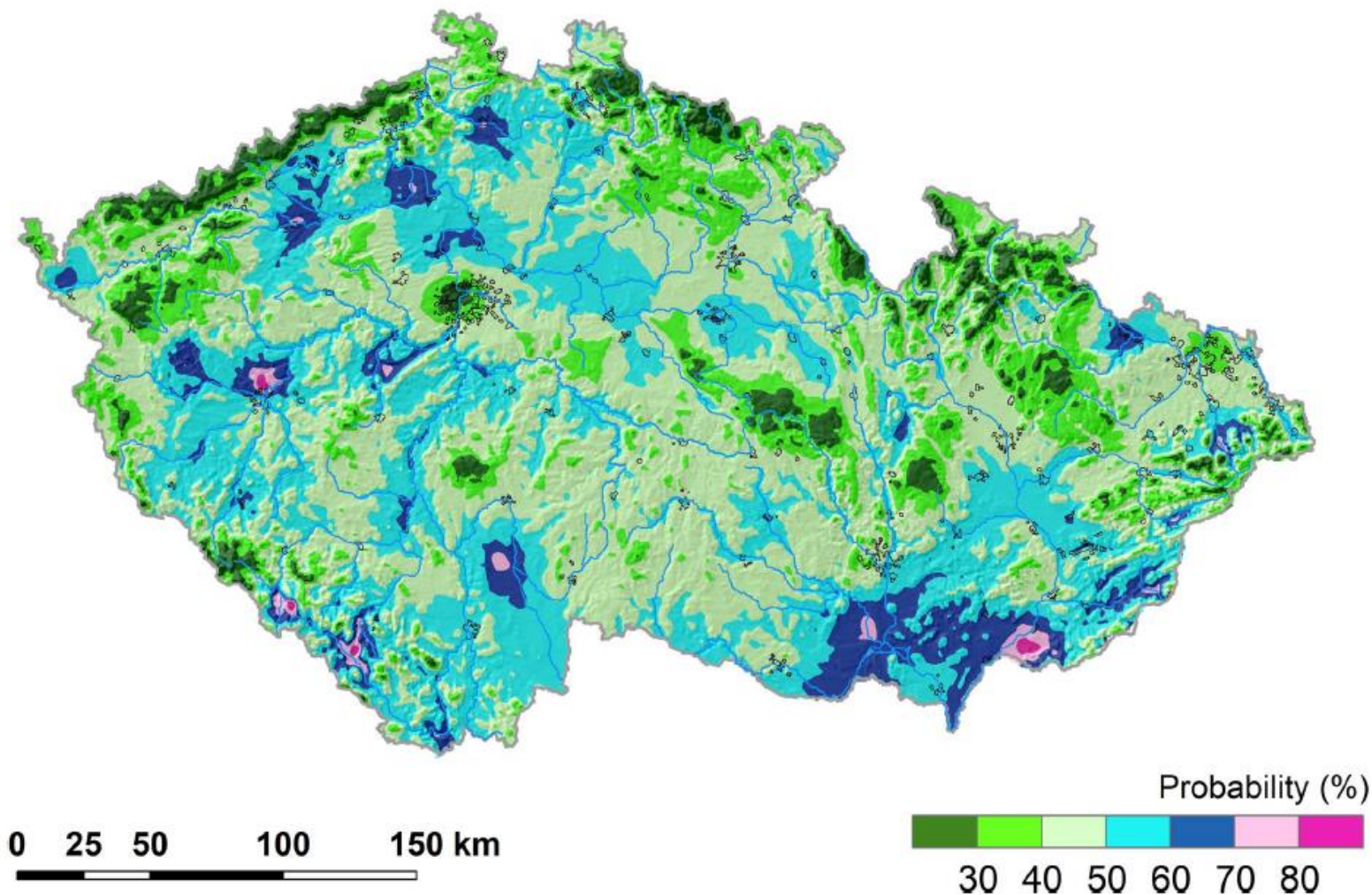
Fluctuations in the onsets of false springs in the Czech Republic for Groups I (up to 300 m a.s.l.) and II (301–600 m a.s.l.) in the period 1961–2021



# Riziko jarních mrazů pro ovocné stromy v ČR

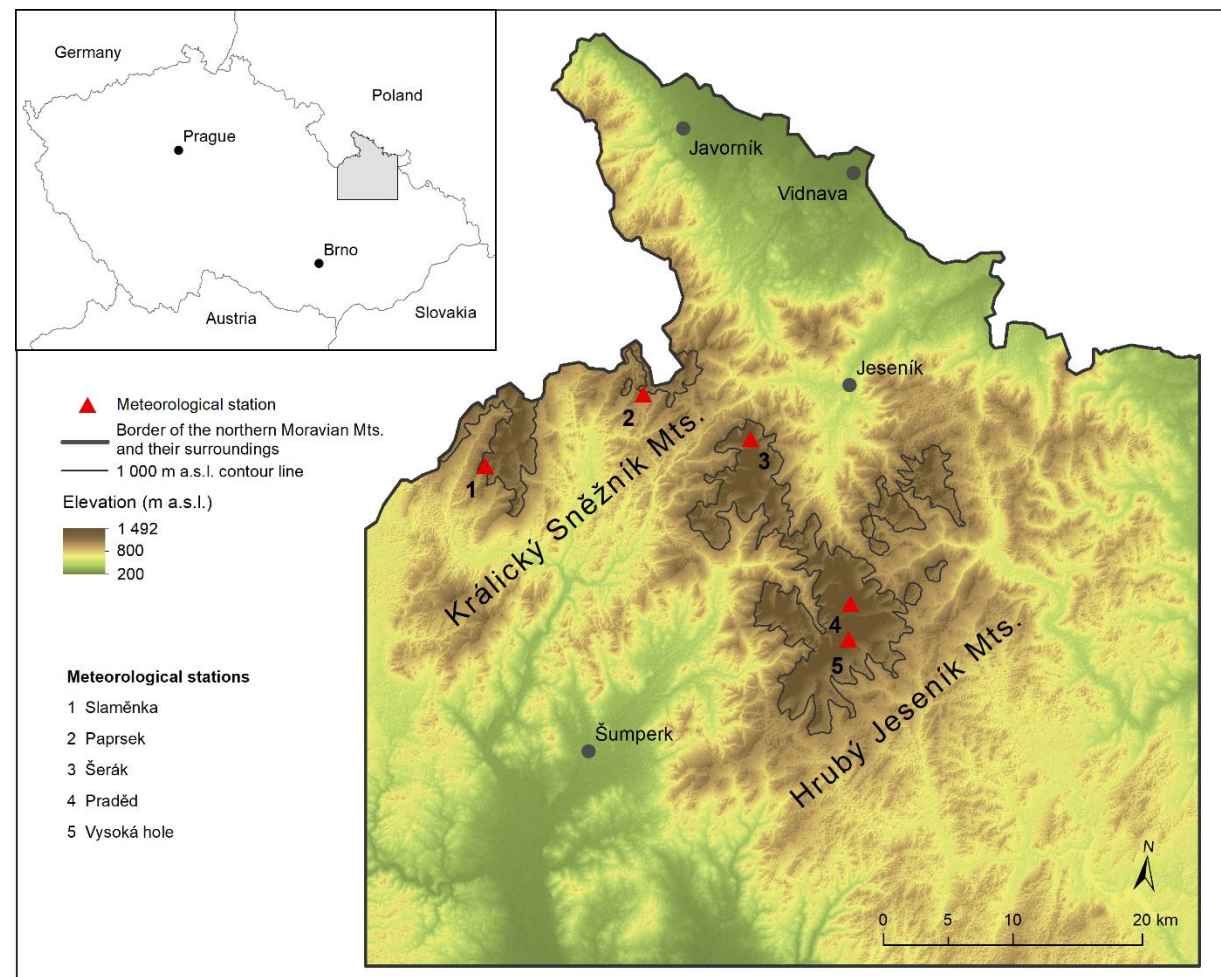
- Významný **nárůst škod** pozdními mrazy **po r. 1996**
- Spojitost s častějšími **anticyklonálními situacemi**

Spatial probability (%) of a day with  $T_{MIN} < -1.5\text{ °C}$  occurring 10 days after the beginning of false spring in the Czech Republic during the period 1961–2021



# Teplotní variabilita vrcholových částí Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku (1961–2020)

- Analýza průměrné, min. a max. teploty vzduchu na 4 stanicích ve vrcholových partiích severomoravských pohoří nad 1 000 m
- Statisticky významný roční, sezónní a měsíční **nárůst teplot** vzduchu mezi dvěma NO (1961–1990 a 1991–2020)

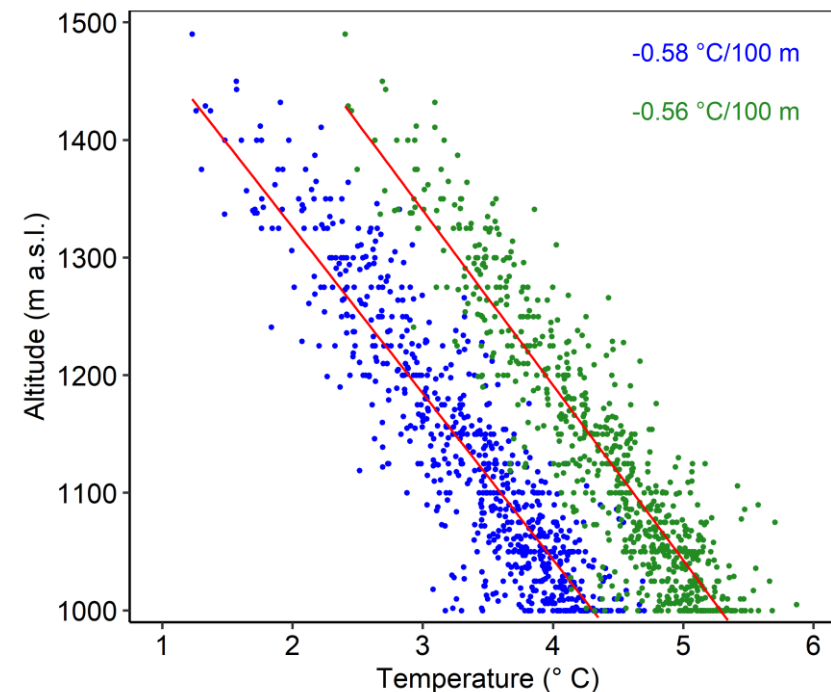


# Teplotní variabilita vrcholových částí Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku (1961–2020)

- Statisticky významný **pokles počtu ledových a mrazových dnů** a nárůst počtu dnů letních
- Nárůst výškového teplotního gradientu o **0,56 °C mezi NO**

*Průměrná (TAVG), max. (TMAX) a min. (TMIN) teplota vzduchu na vybraných stanicích a jejich rozdíly mezi 1961–1990 a 1991–2020*

Station		Paprsek	Slaměnka	Šerák	Praděd	
Temp. char.	Period					Mean of all stations
TAVG	1961–1990	4.09	3.49	2.39	1.02	2.75
	1991–2020	4.95	4.52	3.16	2.02	3.66
	diff	<b>0.86</b>	<b>1.03</b>	<b>0.77</b>	<b>1.00</b>	<b>0.92</b>
TMAX	1961–1990	7.98	6.99	5.56	3.95	6.12
	1991–2020	9.08	8.29	6.53	5.28	7.29
	diff	<b>1.10</b>	<b>1.29</b>	<b>0.97</b>	<b>1.33</b>	<b>1.17</b>
TMIN	1991–2020	0.62	0.35	-0.39	-1.44	-0.22
	1961–1990	1.55	1.41	0.32	-0.38	0.73
	diff	<b>0.93</b>	<b>1.06</b>	<b>0.71</b>	<b>1.06</b>	<b>0.95</b>





# Analýza obětí HME a nepříznivých povětrnostních podmínek (1921–2020)

- Tvorba **chronologií obětí** na území ČR na základě dokumentárních pramenů (noviny, weby, kroniky, policejní statistiky)
- Detekce obětí **živelních pohrom** (povodně, vichřice, údery blesku...) a **nepříznivých podmínek** (náledí, mlha, vlny veder...)
- Ruční zpracování vs. online monitoring

## Potential of Documentary Evidence to Study Fatalities of Hydrological and Meteorological Events in the Czech Republic

Rudolf Brázdil<sup>1,2,\*</sup>, Kateřina Chromá<sup>2</sup>, Jan Řehoř<sup>1</sup>, Pavel Zahradníček<sup>2,3</sup>, Lukáš Dolák<sup>1,2</sup>, Ladislava Řezníčková<sup>1,2</sup> and Petr Dobrovolný<sup>1,2</sup>

## Fatalities associated with the severe weather conditions in the Czech Republic, 2000–2019

Rudolf Brázdil<sup>1,2</sup>, Kateřina Chromá<sup>2</sup>, Lukáš Dolák<sup>1,2</sup>, Jan Řehoř<sup>1,2</sup>, Ladislava Řezníčková<sup>1,2</sup>, Pavel Zahradníček<sup>2,3</sup>, and Petr Dobrovolný<sup>1,2</sup>

Article

## The 100-Year Series of Weather-Related Fatalities in the Czech Republic: Interactions of Climate, Environment, and Society

Rudolf Brázdil<sup>1,2,\*</sup>, Kateřina Chromá<sup>2</sup>, Lukáš Dolák<sup>1,2</sup>, Pavel Zahradníček<sup>2,3</sup>, Jan Řehoř<sup>1,2</sup>, Petr Dobrovolný<sup>1,2</sup> and Ladislava Řezníčková<sup>1</sup>

Article

## Changes in Weather-Related Fatalities in the Czech Republic during the 1961–2020 Period

Rudolf Brázdil<sup>1,2,\*</sup>, Kateřina Chromá<sup>2</sup>, Pavel Zahradníček<sup>2,3</sup>, Petr Dobrovolný<sup>1,2</sup>, Lukáš Dolák<sup>1,2</sup>, Jan Řehoř<sup>1,2</sup> and Ladislava Řezníčková<sup>1,2</sup>

## Weather and traffic accidents in the Czech Republic, 1979–2020

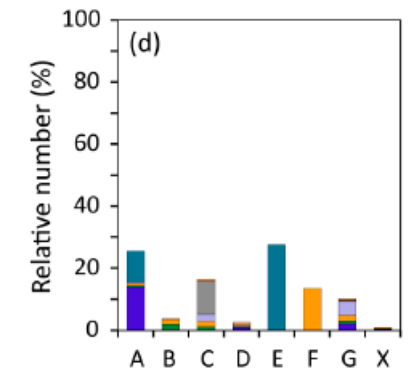
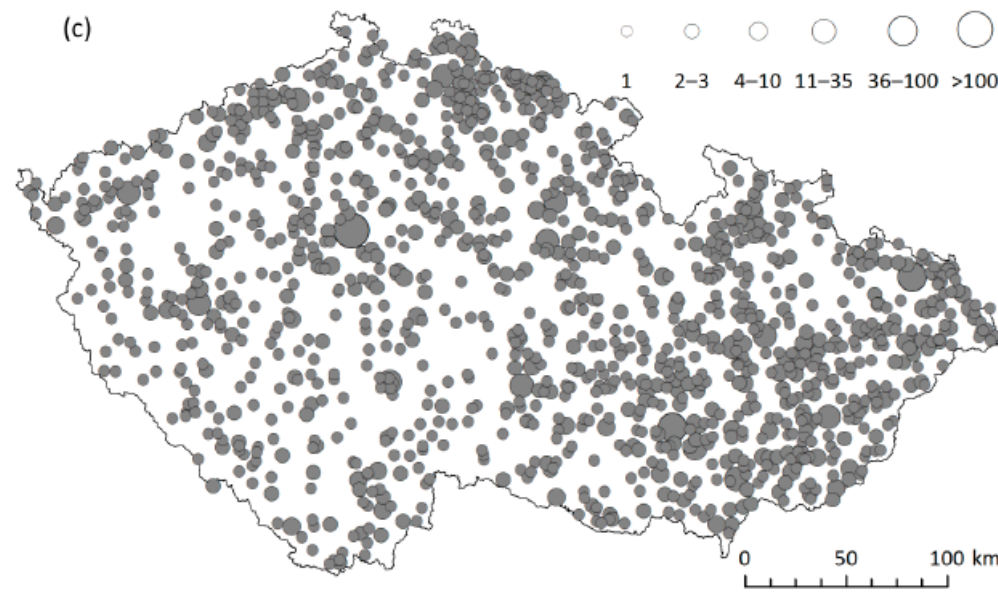
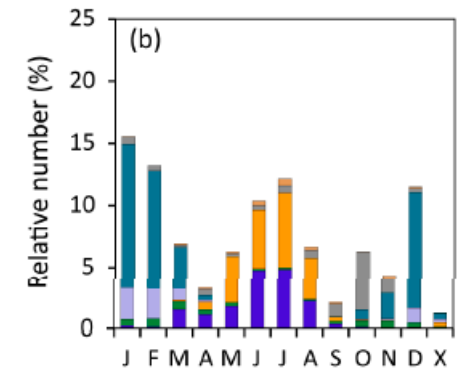
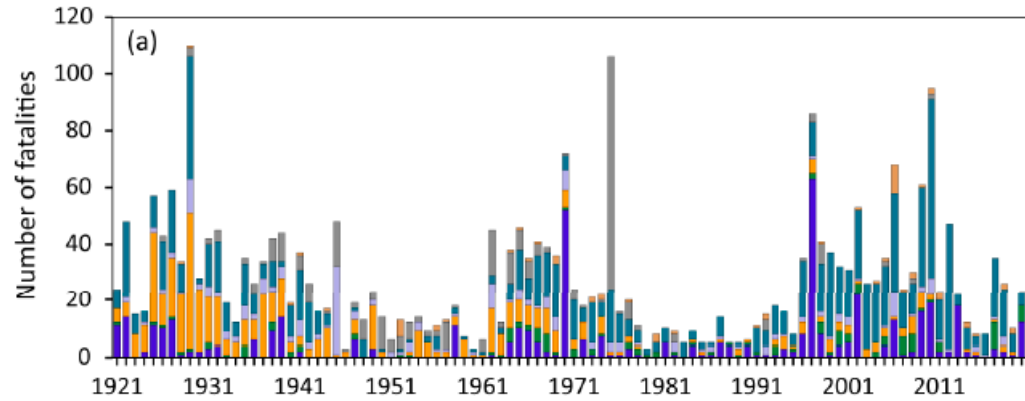
Rudolf Brázdil<sup>1,2</sup> · Kateřina Chromá<sup>2</sup> · Pavel Zahradníček<sup>2,3</sup> · Petr Dobrovolný<sup>1,2</sup> · Lukáš Dolák<sup>1,2</sup>

# Analýza obětí HME a nepříznivých povětrnostních podmínek (1921–2020)

- Celkem 2 729 obětí
- **Hlavní příčiny úmrtí:** mráz (38 %), konvektivní bouře (19 %), povodně (17 %)
- **Maxima úmrtí:** leden, červenec
- **Nejčastější doba úmrtí:** odpoledne, noc
- **Nejčastější místa úmrtí:** otevřená krajina, břehy řek
- Převaha **hazardního** chování obětí

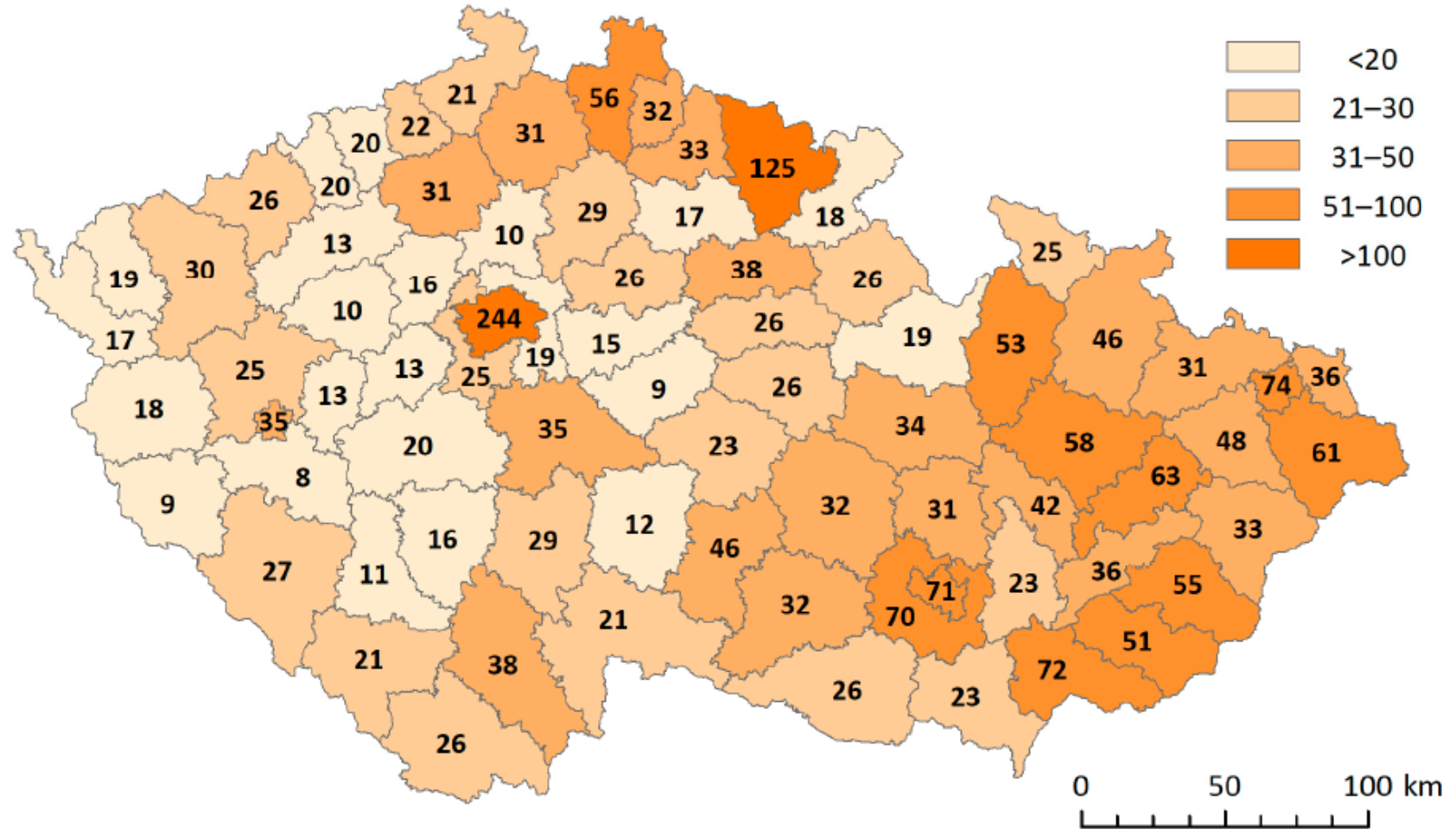
# Analýza obětí HME a nepříznivých povětrnostních podmínek (1921–2020)

*Characteristics of weather-related fatalities (in the Czech Republic during the 1921–2020 period: (a) long-term fluctuation; (b) annual variation; (c) spatial distribution; (d) cause of death*



# Analýza obětí HME a nepříznivých povětrnostních podmínek (1921–2020)

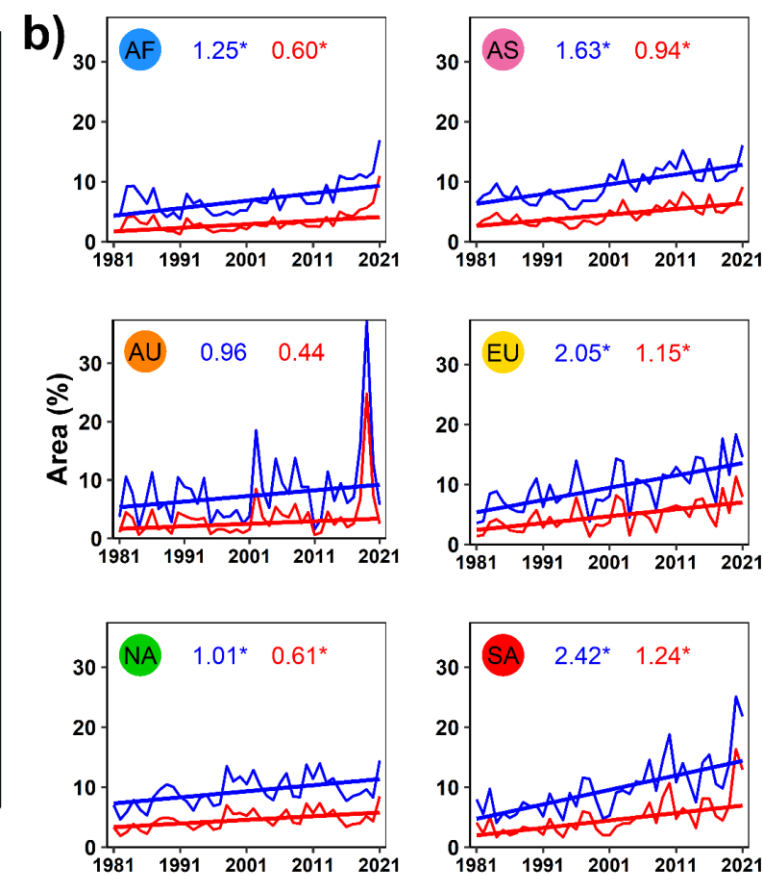
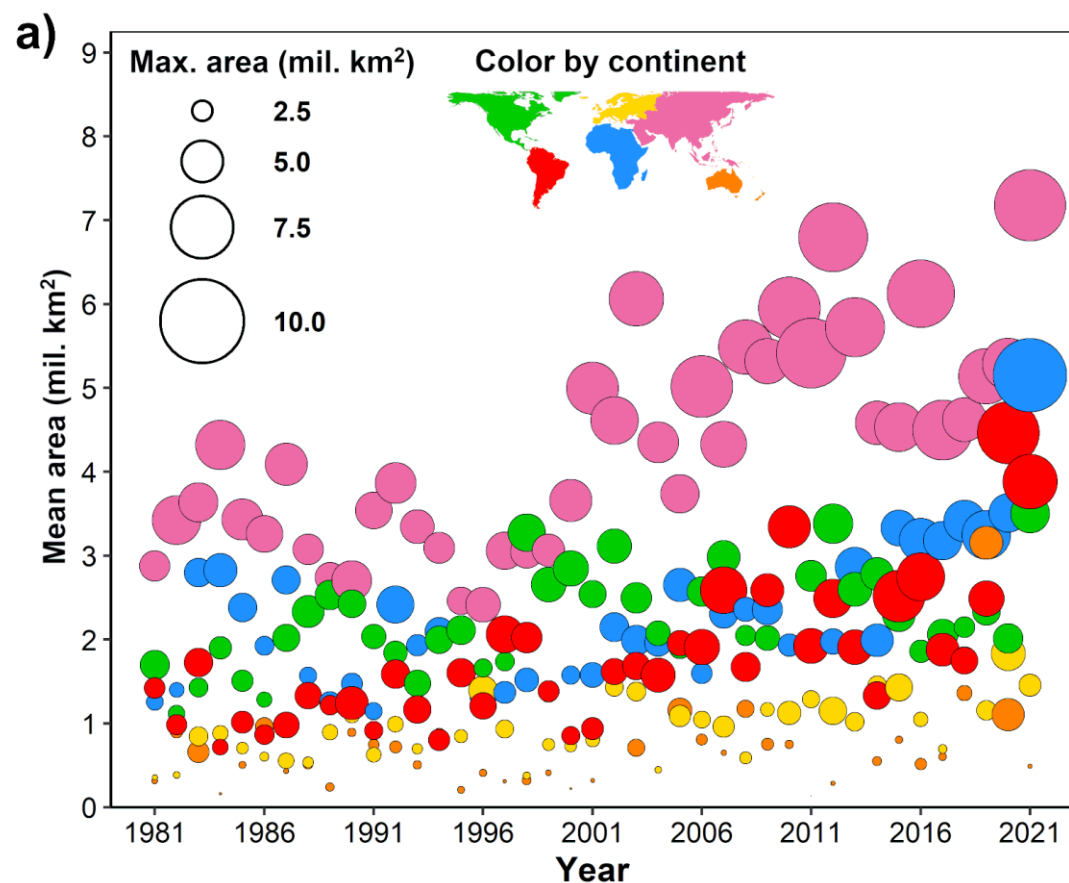
*Distribution of weather-related fatalities for the individual districts of the Czech Republic during the period of 1921–2020, expressed in colored intervals and numbers of fatalities.*



# Variabilita půdního sucha ve světě (1981–2021)

- Analýza relativního nasycení půdního profilu 0–100 cm (1981–2021)
- Statisticky významné **rostoucí trendy** zasažení 10/5percentilovým suchem pro **všechny kontinenty vyjma Austrálie**

- Největší dopady sucha v biomech **mírného pásu a vlhkých tropů**



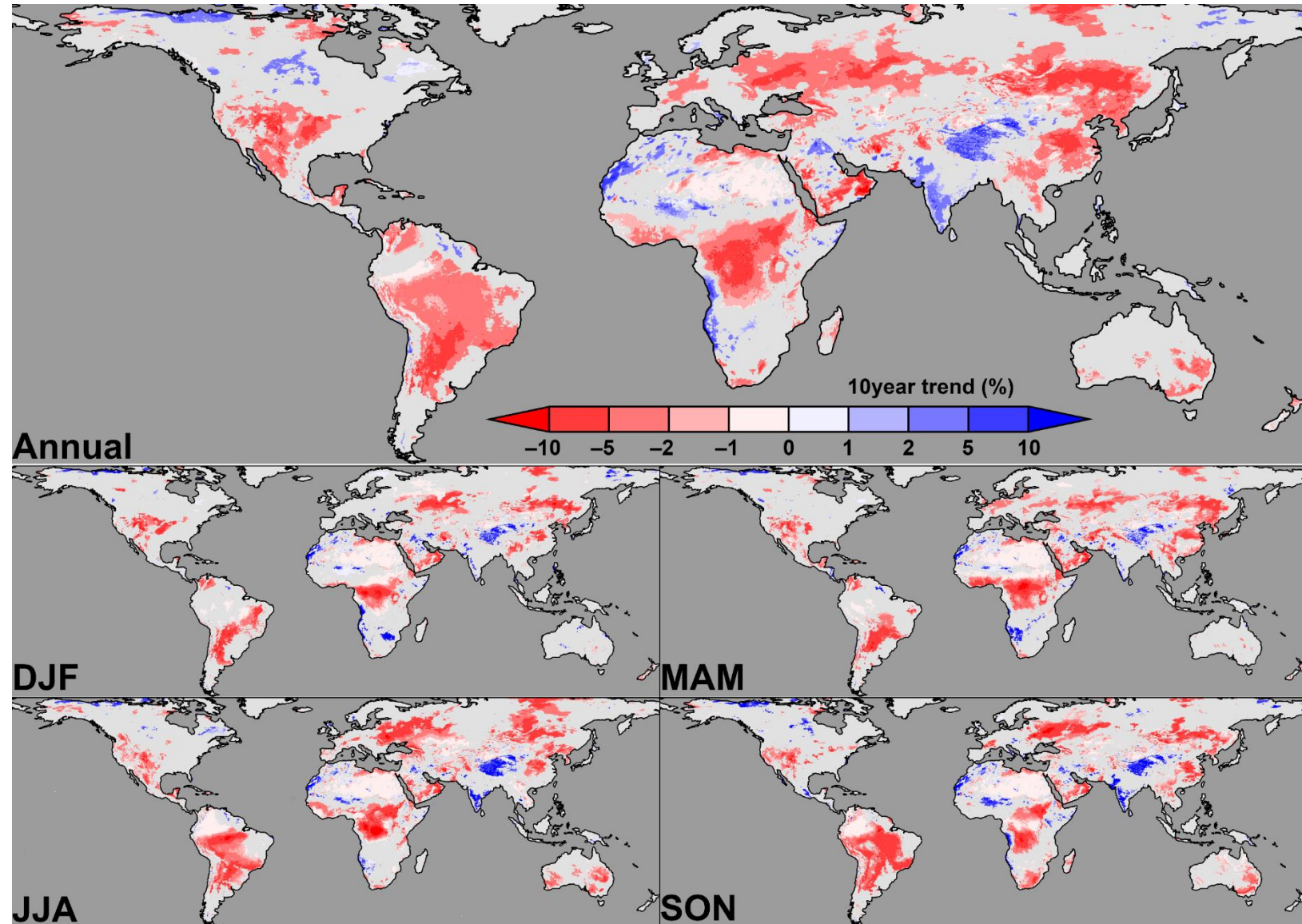
# Hlavní „hotspoty“ přibývání půdního sucha (1981–2021)

- Jižní Amerika
- centrální Afrika
- východní Evropa
- východní Asie
- středozápad USA

- **Růst půdní vlhkosti:**

- Indie, Tibet, části Kanady  
suchých tropů v Africe

*Statisticky významné 10 leté trendy v  
relativním nasycení půdního profilu  
0–100 cm, za období 1981–2021*



# Budoucí řešená témata (2024)

- **Klima a konflikty** v Evropě
- **Rebelie 1775 a 1821**: možný vliv HME a klimatické variability
- Analýza **compound events** (epizod sucha a vln veder) v ČR od r. 1961
- Časoprostorová variabilita **epizod sucha, vln veder a lesních požárů** a jejich dopady ve střední Evropě ve 21. století
- **Percepce změny klimatu** studenty SŠ
- Významné **klimatologické anomálie** v Českých zemích a jejich dopady na společnost

# Budoucí možná řešená témata

- **Analýza obětí HME** a nepříznivých povětrnostních podmínek v 19. stol.
- Rekonstrukce **četnosti povodní** ve střední Evropě v 15. století
- Možnosti **využití historické klimatologie** v rámci analýzy vývoje vybraného území od 13. stol.
- Zpracování **denních pozorování** počasí v 19. stol.
- Historická **protipovodňová opatření** a jejich vývoj
- **Hladomory** v Českých zemích (1002–1873) a jejich příčiny
- Analýza výskytu **malárie** v Českých zemích v 19. stol. s ohledem na klimatické podmínky



# Otázka dne

Jsou k něčemu využitelné výsledky historické klimatologie s ohledem na v současnosti rychle se měnící klima?

Pokud ano, k čemu?

# Literatura

- BRÁZDIL, Rudolf, Petr DOBROVOLNÝ, Miroslav TRNKA, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Lukáš DOLÁK a Oldřich KOTYZA. Extreme droughts and human responses to them: the Czech Lands in the pre-instrumental period. *Climate of the Past*, 2019, roč. 15, č. 1, s. 1-24.
- BRÁZDIL, Rudolf, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Hubert VALÁŠEK, Lukáš DOLÁK a Oldřich KOTYZA. Climatic effects and impacts of the 1815 eruption of Mount Tambora in the Czech Lands. *Climate of the Past*, 2016, roč. 12, č. 6, s. 1361-1374.
- BRÁZDIL, Rudolf, Kateřina CHROMÁ, Lukáš DOLÁK, Oldřich KOTYZA, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Petr DOBROVOLNÝ a Zbyněk ČERNOCH. Spatiotemporal variability of tornadoes in the Czech Lands, 1801–2017. *Theoretical and Applied Climatology*, Springer Vienna, 2019, roč. 136, 3-4, s. 1233-1248.
- BRÁZDIL, Rudolf, Kateřina CHROMÁ, Tomáš PÚČIK, Zbyněk ČERNOCH, Petr DOBROVOLNÝ, Lukáš DOLÁK, Oldřich KOTYZA, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ a Mateusz TASZAREK. The Climatology of Significant Tornadoes in the Czech Republic. *Atmosphere*, MDPI, 2020, roč. 11, č. 7, s. 1-22.
- BRÁZDIL, Rudolf, Péter SZABÓ, Peter STUCKI, Petr DOBROVOLNÝ, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Oldřich KOTYZA, Hubert VALÁŠEK, Marián MELO, Silvie SUCHÁNKOVÁ, Lukáš DOLÁK a Kateřina CHROMÁ. The extraordinary windstorm of 7 December 1868 in the Czech Lands and its central European context. *International Journal of Climatology*, Hoboken: Wiley, 2017, roč. 37, August, s. 14-29.

# Literatura

- BRÁZDIL, Rudolf, Kateřina CHROMÁ, Jan ŘEHOŘ, Pavel ZAHRADNÍČEK, Lukáš DOLÁK, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ a Petr DOBROVOLNÝ. Potential of Documentary Evidence to Study Fatalities of Hydrological and Meteorological Events in the Czech Republic. *Water*, BASEL: MDPI, 2019, roč. 11, č. 10, s. 1-25.
- BRÁZDIL, Rudolf, Peter STUCKI, Péter SZABÓ, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Lukáš DOLÁK, Petr DOBROVOLNÝ, Radim TOLASZ, Oldřich KOTYZA, Kateřina CHROMÁ a Silvie SUCHÁNKOVÁ. Windstorms and forest disturbances in the Czech Lands: 1801–2015. *Agricultural and Forest Meteorology*, Elsevier, 2018, roč. 250-251, 15.3.2018, s. 47-63.
- BRÁZDIL, Rudolf, Hubert VALÁŠEK, Kateřina CHROMÁ, Lukáš DOLÁK, Ladislava ŘEZNÍČKOVÁ, Monika BĚLÍNOVÁ, Adam VALÍK a Pavel ZAHRADNÍČEK. The climate in south-east Moravia, Czech Republic, 1803–1830, based on daily weather records kept by the Reverend Šimon Hausner. *Climate of the Past*, 2019, roč. 15, č. 4, s. 1205-1222.
- DOBROVOLNÝ, Petr, Michal RYBNICEK, Tomáš KOLAR, Rudolf BRÁZDIL, Miroslav TRNKA a Ulf BÜNTGEN. May-July precipitation reconstruction from oak tree-rings for Bohemia (Czech Republic) since AD 1040. *International Journal of Climatology*, HOBOKEN: Wiley, 2018, roč. 38, č. 4, s. 1910-1924.
- MOŽNÝ, Martin, Rudolf BRÁZDIL, Petr DOBROVOLNÝ a Miroslav TRNKA. April-August temperatures in the Czech Lands, 1499-2015, reconstructed from grape-harvest dates. *Climate of the Past*, GOTTINGEN: Copernicus, 2016, roč. 12, č. 7, s. 1421-1434. ISSN 1814-9324.

---

Děkuji za pozornost