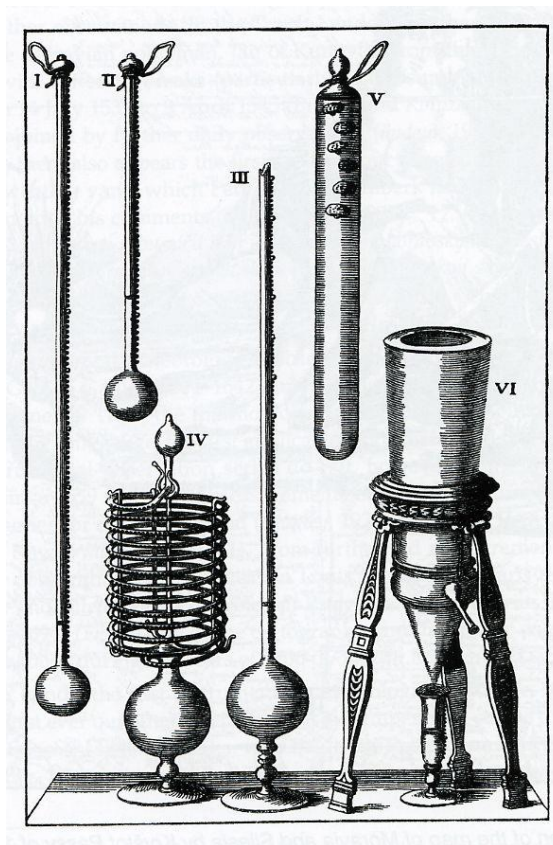
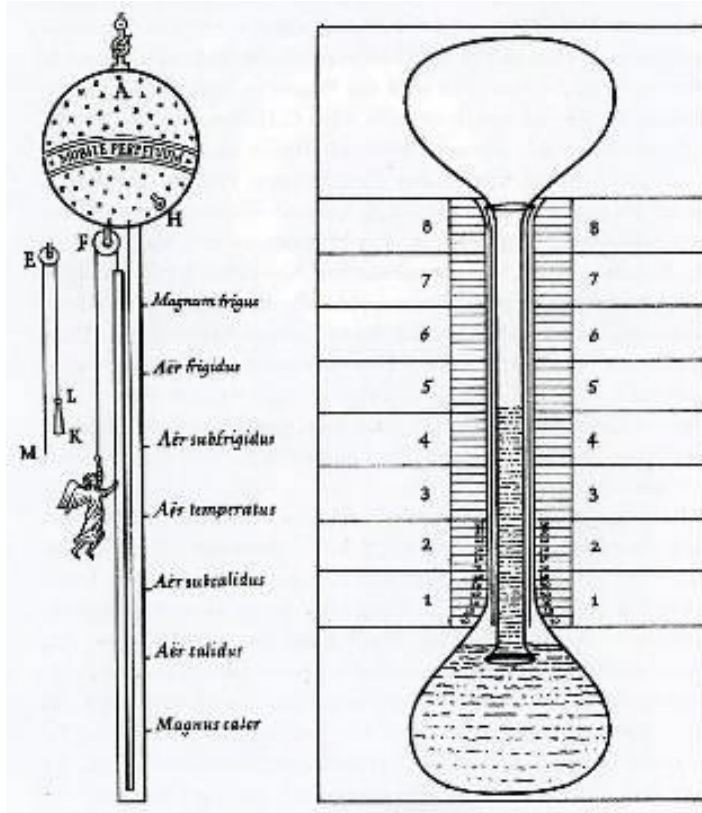


4. Klimatologie období přístrojových pozorování



4.1 Počátky meteorologických pozorování

- Galileo Galilei (1564-1642) a jeho žáci – první meteorologické přístroje
- Rete Medicea – první mezinárodní meteorologická síť (10 stanic) – začátek 1653-1654 – zaniká v roce 1667



Thermometer and weather angel from Otto von Guericke (Körber, 1989)



Evangelista Torricelli (1608-1647) jako autor rtuňového tlakoměru



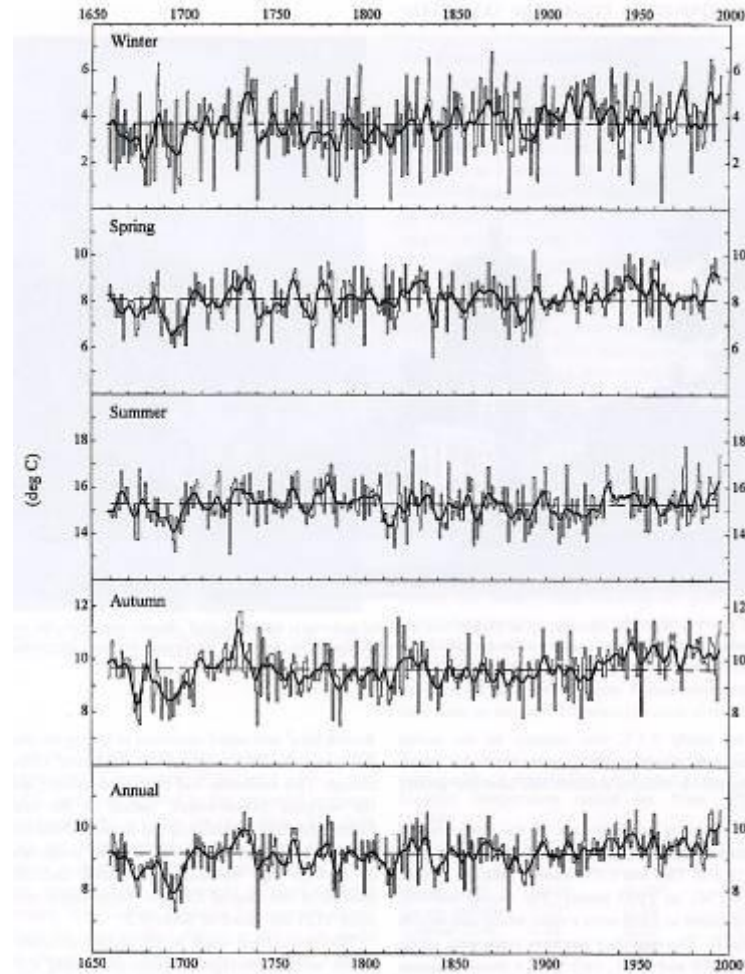
Tradiční korejský srážkoměr „Chukwooki“, používán v dynastii Choson - Čoson (1392-1910), byl vynalezen v roce 1441. Měřilo se s ním až do roku 1907, přičemž nejdelší srážková řada jím měřená pochází ze Soulu od roku 1777.

Yoo, C. et al., Journal of Hydrology, 520, 2015, 387-396

Central England Temperature series since 1659



Gordon Manley (1902-1980),
autor teplotní řady střední Anglie



Jones, Hulme (1997)

precipitation from 1697 – Kew, London; further local observing activities – e.g. Louis Morin, a physician in Paris, observed in the years 1665-1713

- organizace sítí
meteorologických stanic

“Breslau network”

Středoevropská síť **Johanna Kanolda** (1679-1729), lékaře ve Vratislavi (Breslau, Wroclaw), v letech 1717-1726, pokračovala v období 1727-1730 pod vedením **Andrease Büchnera**, lékaře v Erfurtu (**neo-hipokratovská teorie** o lidském zdraví a jeho vztahu k přírodnímu prostředí) – publikace meteorologických měření a pozorování po čtvrtletích (I-III, IV-VI, VII-IX, X-XII) – první známá přístrojová měření z českých zemí (Zákupy, SZ Čechy)

Sammlung
Von
Natur- und Medicin-
Wie auch
hierzu gehörigen Kunst- und Literatur-
Geschichten,
So stich
An. 1717. in den 3. Sommer-Monaten
In Schlesien und andern Ländern begeben.

Welcher Gestalt nemlich:
1) Die Veränderung des Gewitters von Tage zu Tage und von Zeit zu Zeit. 2) Land- und Witterungs-Seuchen, von Monat zu Monat, nach dem Einfluß Luft und Wetters. 3) Zu- und Miskwachs von Feld-, Wald- und Garten-Früchten, auch allerhand animalischem Proventu, in allerley Ländern Eurovens von einer Jahres-Zeit zur andern bemercket worden: Wie nicht weniger 4) was vor einzelne eclatante natürliche Begebenheiten am Firmament, in der Luft, auf und unter der Erde, im Wasser, an Menschen und Vieh: auch 5) was vor neue physicalische und medicinische Erfindungen diese Zeit über hervorgebracht und bekant worden: und denn 6) was in re literaria Phy- sico-Medica veränderliches vorgefallen.

Alles in ordentlicher Connexion und mit allerley Reflexions
Aus vielfältiger Correspondenz, und andern Relationibus, so wie grossen
Theils aus eigener Erfahrung zusammen gelesen;
Und

Als ein Versuch ans Licht gestellet

Von
Einigen Breslauischen Medicis.
Sommer-Quartal 1717.



Breslau,
Bey Michael Hubert, M DCC XVIII.

HA

- nejstarší přístrojová měření od 21. prosince 1719 do 31. března 1720 ze Zákup – Johann Carl Rost

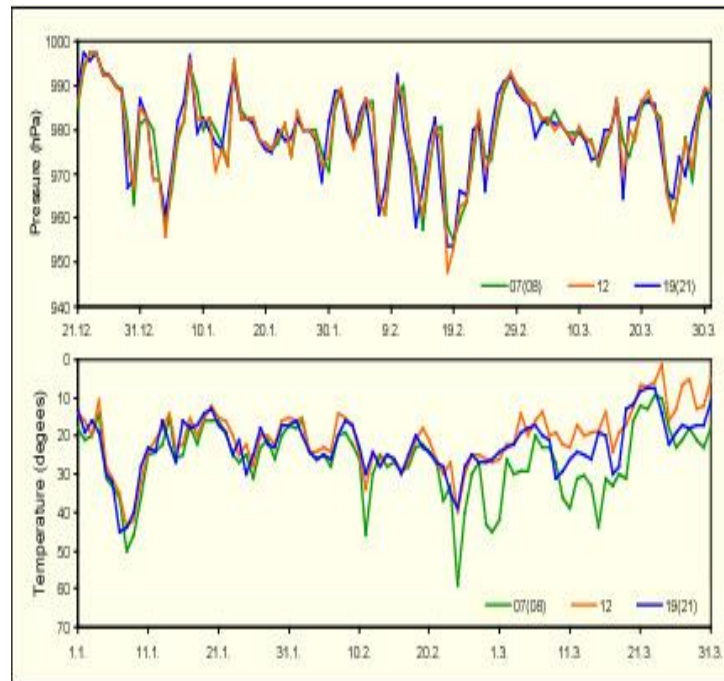


**Johann Carl Rost (1690-1731),
lékař v Zákupích**

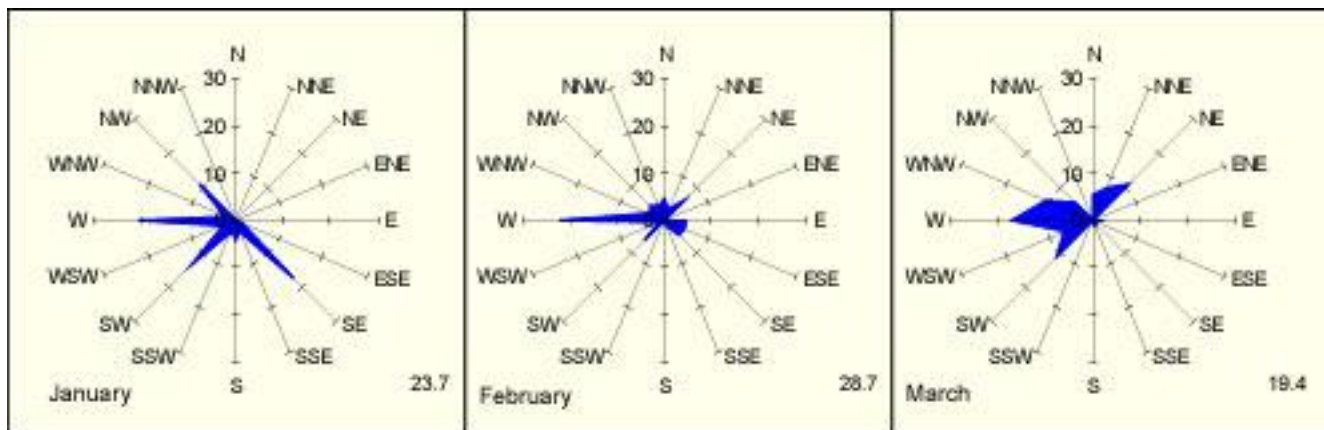
8 Anno 1720. JANUARIUS				
Zeit. 1719. December.	Barometr.	Wind.	Wetter.	
Den 31.	3. 2.			
Früh um 8.	28. 1. 11. 3. v.	N. W.	Wind; Stöße. Kalt.	
Mittags.	28. 3.	N. W. und W.	Heiter. Windig.	
Nachts um 7.	28. 3. 11. 3. v.	W.	Wind; stilles, trübes Wetter.	
Anno 1720. JANUARIUS.				
Zeit. 1720. Januarius.	Barometr.	Therm.	Wind.	Wetter.
Den 1.	3. 2.	2.		
Früh um 8.	28. 2. 11. 1. v.	18. dorf.	W.	Gelindes Wetter, Vormittags noch Regen.
Mittags.	28. 2. 11. 1. v.	14.	W.	Trübe.
Nachts um 7.	28. 2. 11. 1. v.	13.	W.	Dregl.
Den 2.				
Früh um 8.	28. 1. 11. 1. v.	21.	S. g. W.	Gelinde und trübe Luft.
Mittags.	27. 9. 11. 1. h.	16.	S. W.	Dünner wässeriger Schnee, Abends mit griech-
Nachts um 7.	27. 9. 11. 1. h.	13.	S. W. und W.	lichtendem Regen vermengt; auch sehr windig, zumal um 9. Uhr, da es stürmete und tobte. Thau; Wetter.
Den 3.				
Früh um 8.	27. 9. 11. 1. h.	20.	N. W. und W.	Zu früh von 6. Uhr bis etwa 8. stürmete es abscheulich aus Nord; West, stürzte dabei Schnee. Zwischen 10. und 12. Sonnenblicke, noch immer anstossender Wind, aber etwas kalt, dass das Erdreich angezogen.
Mittags.	27. 9. 11. 1. h.	20.	W.	Furioser Wind. Trübe. Nachmittag grau- peliger Schnee bis Nachts.
Nachts um 8.	27. 9. 11. 1. h.	16.	W.	Milder Schnee, gelinde Luft, Wind; stille.
Den 4.				
Früh um 8.	27. 5. 11. 3. v.	14.	W.	Stürmischer Wind schon seit etlichen Stunden vor Tage. Trübes gelindes Thau; Wetter.
Mittags.	27. 5.	10. 11. 1. h.	W.	Heftiger Sturm; Wind, trübe, darunter streichender Regen.
Nachts um 7.	28. 2. 11. 1. v.	19.	W.	Wind; stille seit Abends um 4. Uhr. Trüber unreiner Himmel mit Sternblicken.
Den 5.				
Früh um 8.	27. 8. 11. 1. h.	31.	W. N. W.	Veränderliche Luft. Schnee; Gestöber. Noch vor Tage heiter und schneidend kalt.
Mittags.	27. 9. 11. 1. h.	28.	N. W.	Kalter und starker Wind. Unreiner Himmel mit etwas blickendem Sonne, und dann und wann dünnem Schnee.
Nachts um 7.	27. 10.	30.	N. W.	Scharffer, kalter und stossender Wind den Tag über. Trübe.

Analýza Rostových pozorování v Zákupech

Brázdil, R., Valášek, H. (2002): Meteorologická měření a pozorování v Zákupech v letech 1718-1720. Geografie – Sborník České geografické společnosti, 107, č.1, s. 1–22.



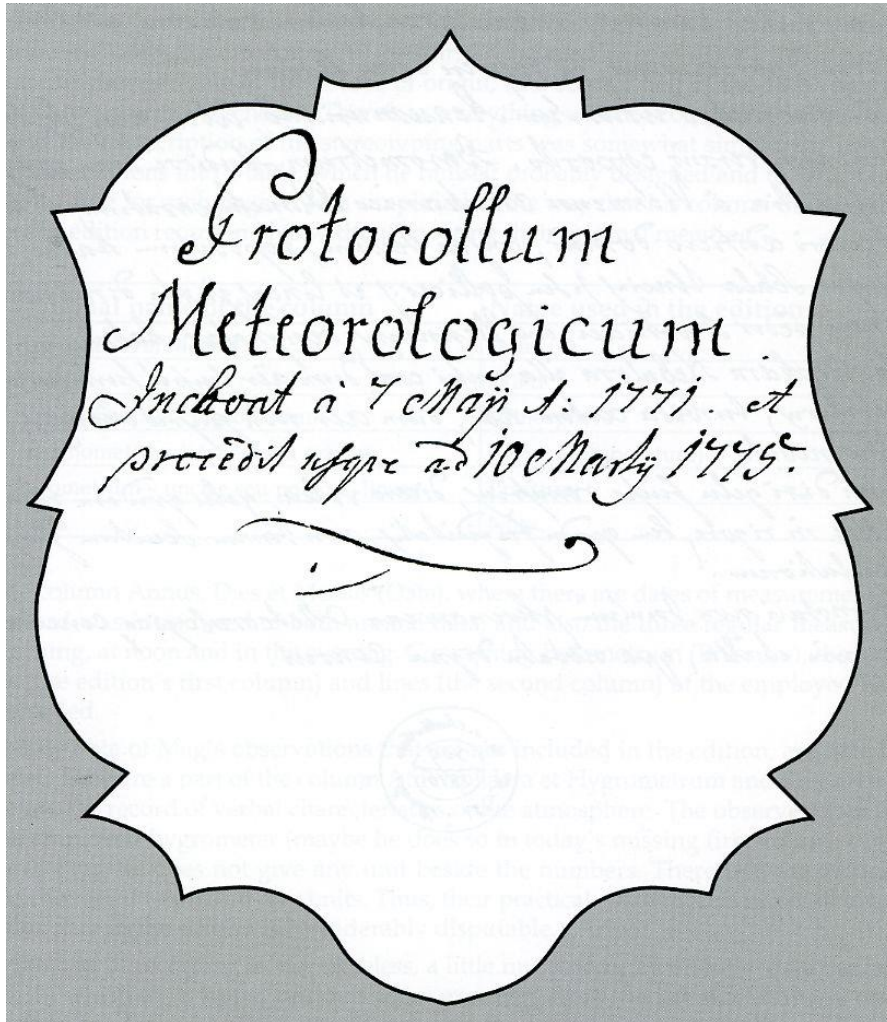
The variation of the term values of air pressure (21 Dec. 1719 – 31 March 1720) and air temperature (1 Jan – 31 March 1720)



Sixteen-part wind roses (%) in the months January to March of 1720. In the right lower corner – the relative frequency of calms.

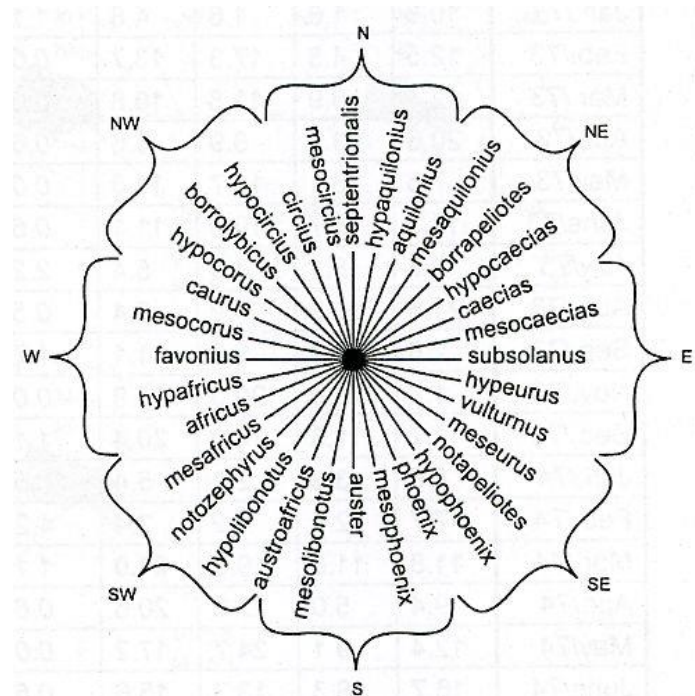
- nejstarší denní pozorování počasí třikrát denně před 7. květnem 1771 (po 9. březnu 1775) v Telči prováděl vrchnostenský lékař František Alois Mag z Maggu (Brázdil et al., Meteorol. Zpr., 2002, č. 2, s. 50-60)

František Alois Mag z Maggu (1725-1804)



Pozorované prvky/jevy:

Tlak, teplota, vlhkost, síla a směr větru (32-dílná větrná růžice), meteorologické jevy



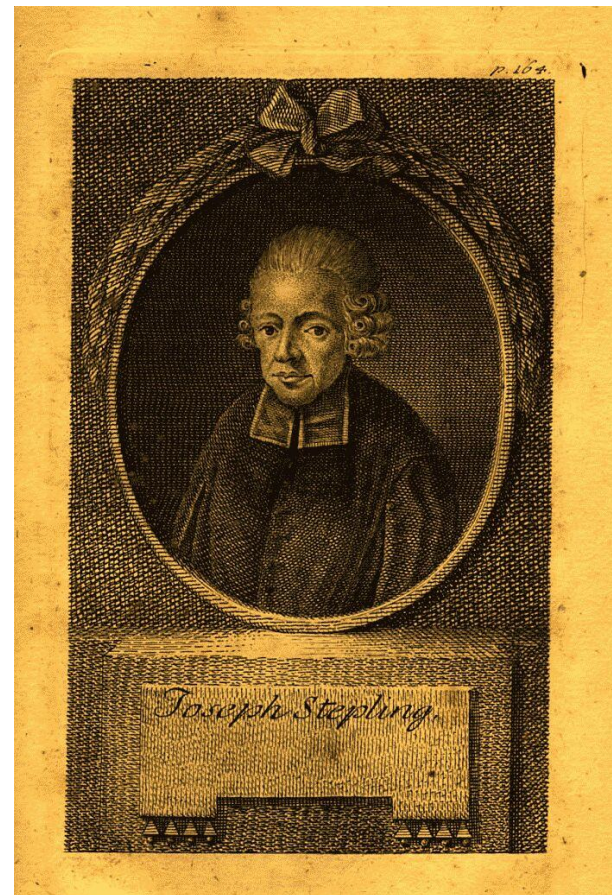
1. Decem.	2. Decem.	3. Decem.	4. Decem.	5. Decem.	6. Decem.	7. Decem.	8. Decem.	9. Decem.	10. Decem.	11. Decem.	12. Decem.	13. Decem.
Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.
Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0
Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.	Baromet. 28.6. 1/2 l.
Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0	Thermomet. 40.0

Příklad Magových denních meteorologických záznamů pro 3.-13. prosinec 1773

- nejstarší souvislá přístrojová měření v Praze-Klementinu od 1. ledna 1775 (předtím 1752, 1771) teplota a tlak vzduchu, od 1. května 1804 srážky



Jezuitská kolej sv. Klementa v Praze (zkráceně Klementinum)



Josef Stepling (1716-1778), první ředitel klementinské observatoře, měřil tlak vzduchu, teplotu vzduchu a srážky již v roce 1752

**Societas
Meteorologica**

Palatina – 39 stanic s
publikováním výsledků v
letech 1780-1792 –
sjednocení přístrojů a
termínů pozorování –
zahrnuta stanice Praha-
Klementinum

EPHEMERIDES

SOCIETATIS METEOROLOGICAE
PALATINAE.

OBSERVATIONES

ANNI 1792.

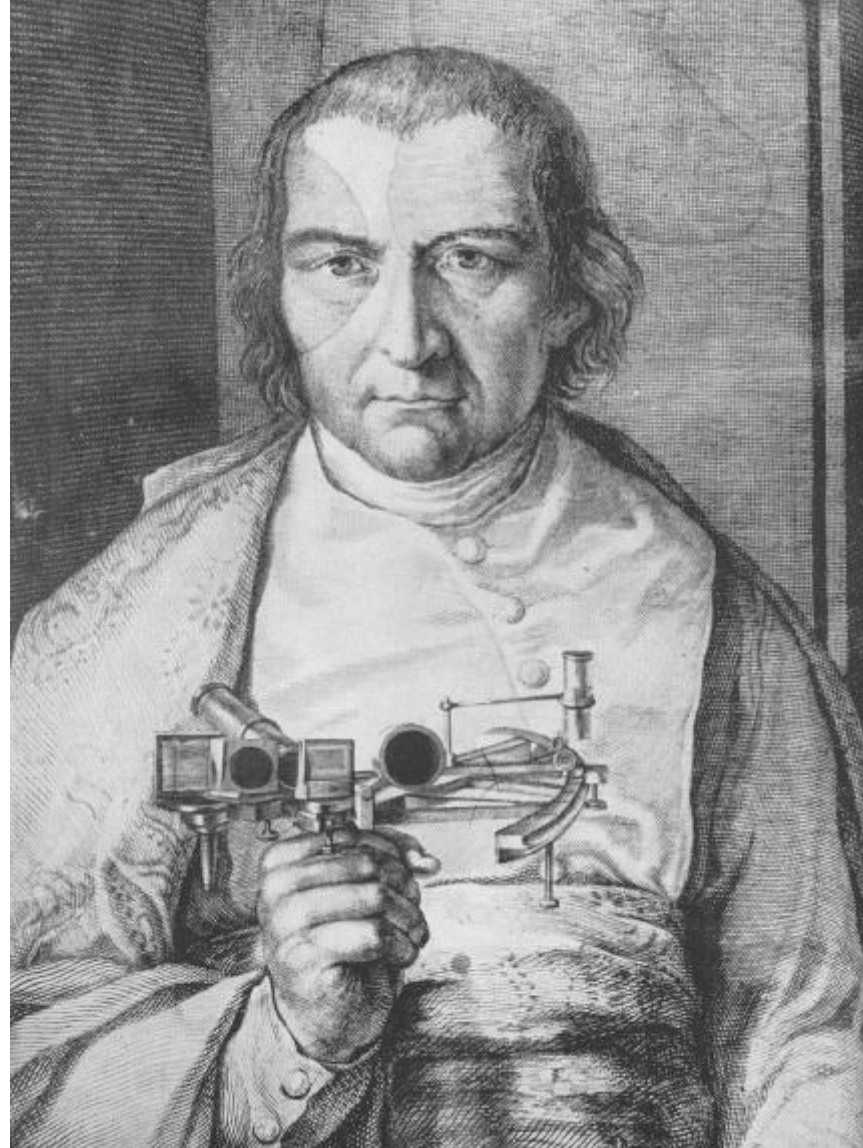


MANHEIMII
EX OFFICINA NOVAE SOCIETATIS TYPOGRAPHICAE
MDCCLXXXV.



*Antonín Strnad
Astronom*

Antonín Strnad (1746-1799), třetí ředitel klementinské observatoře, apeloval na rozšíření meteorologických pozorování v Čechách



Alois David (1757-1836), čtvrtý ředitel klementinské observatoře se zasloužil o rozvoj meteorologických pozorování v Čechách (návod pro pozorovatele, ročenky)



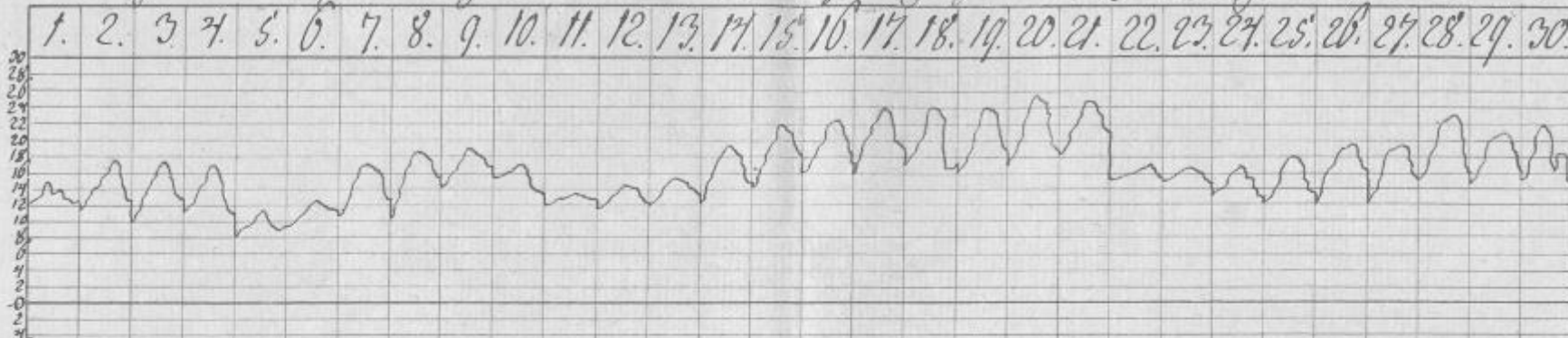
1777.
April.

Tag		H.	L.	Qn.	sz
1.	Břuana, und Angan	-	1.	-	1.
4.	Břuana	...	2.	2.	5.
5.	Břuana	-	10.	-	3.
6.	Břuana	-	15.	2.	...
7.	Břuana	...	17.	-	4.
8.	Břuana	...	9.	...	4.
9.	Břuana	...	20.	...	...
10.	Břuana	...	7.	2.	2.
15.	Angan	...	...	...	2.
19.	Angan	...	10.	...	6.
22.	Angan	...	...	...	4.
24.	Angan	...	4.	1.	...
25.	Angan, und Břuana	...	12.	-	1.
26.	Angan, Břuana, und Angan	...	7.	9.	3.
27.	idem	...	...	...	...
28.	Břuana, und Angan	...	31.	...	2.
30.	Angan	...	4.	1.	4.
		...	7.	9.	2.
		...	7.	6.	2.

In ganzen Monat summa 1583,158.752 Luthen 21H
 7L. 2 Qn. $\frac{4}{32}$ Oden:
 1563610619 Summa 37 Qn. $\frac{54}{52}$
 In Hofa Guberg 1, 10, $\frac{9}{10}$

Leopold Jan Šeršník (1747-1814), prefekt gymnázia v Těšíně, prováděl první měření srážek ve Slezsku (leden 1777 - leden 1778). Příklad jeho srážkových záznamů z dubna 1777

Quotidiana Observationes et Temperaturae Solis Cuiuslibet diei Mensis Junii 1788.
 Probatae in Observatorio imperii Litomerici sub Fr. de Neaumur'schen Thermometri.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽	☽
☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿	☿
♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁	♁
♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀

ad Mensis Junii hinc Observe et Comparatione.

12 h 24 h	Abend um 10 Uhr	Summa aller Wärme	Widder Wärme
-0	+0	Grad	-0
-	449° 5'	1416°	15° 4'

Die merkwürdigste Temperatur war am 18ten Tage, am 18ten Junii, war die Temperatur um 18 Uhr 27° 5' und am 19ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 20ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 21ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 22ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 23ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 24ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 25ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 26ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 27ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 28ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 29ten Junii um 10 Uhr 27° 5' und am 30ten Junii um 10 Uhr 27° 5'.

František Jakub Jindřich Kreybich (1759-1833), farář v Žitenicích, pozoroval v letech 1787-1829. Příklad Kreybichových pozorování z června 1788

Ferdinand Knittelmayer (1750-1814), Brno, 1799-1812

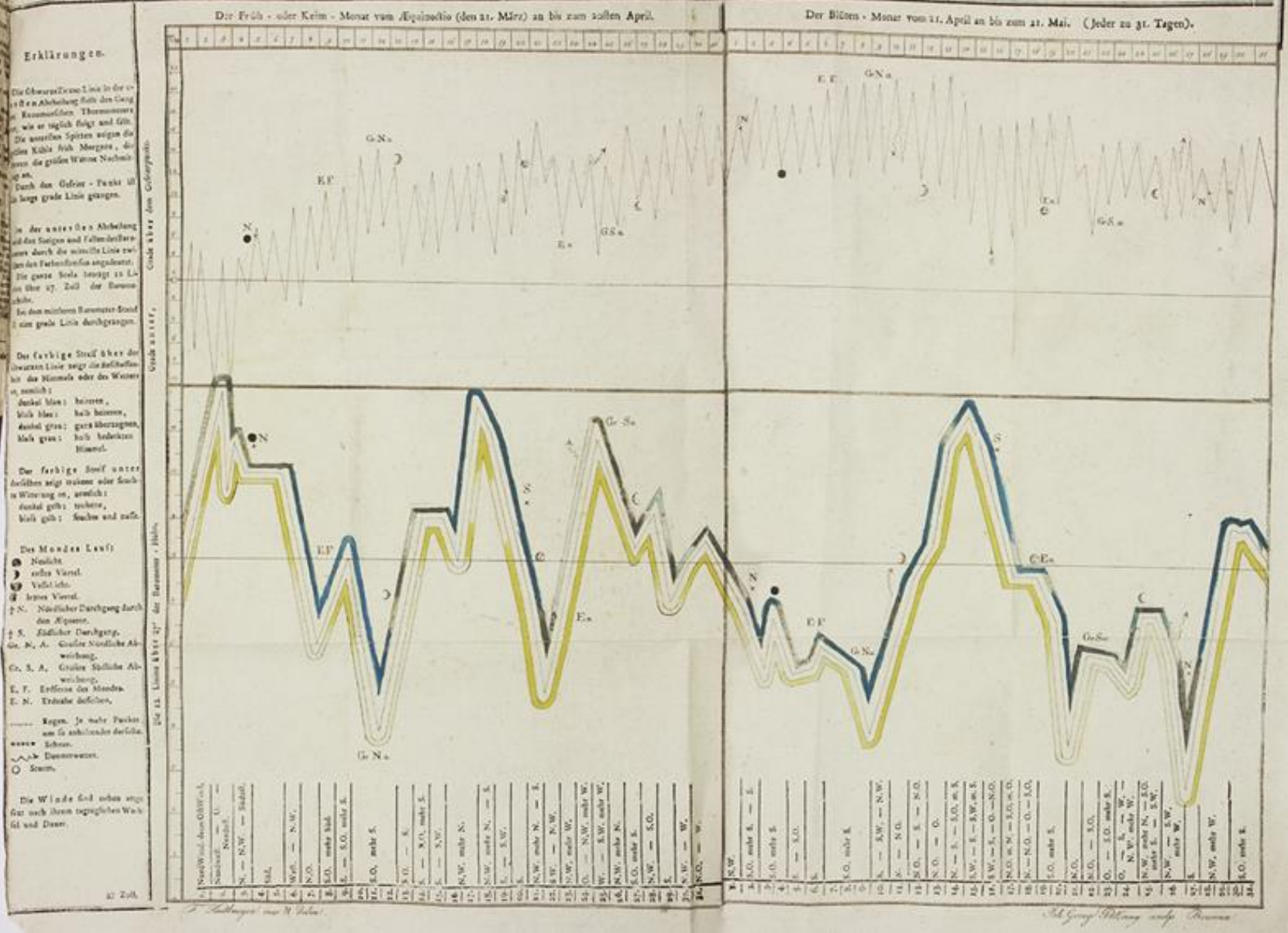
- a captain in pension
- observations five-times a day: pressure, temperature, wind, state of the sky, meteorological phenomena
- he believed for nineteen-year lunar cycle (“analoque weather forecast”)



Knittelmayer observed weather in the former Dominican monastery (used in his time by army)

Der Gang der Witterung von Brünn in den zwei ersten Monaten des Frühjahrs 1800.

Nemlich das Steigen und Fallen des Thermometers, Barometers, Hygrometers nebst der Beschaffenheit des Himmels und dessen Ereignissen.



Graph of meteorological observations by Ferdinand Knittelmayr (March-May 1800)

Ferdinand Knittelmayer (1799–1812)

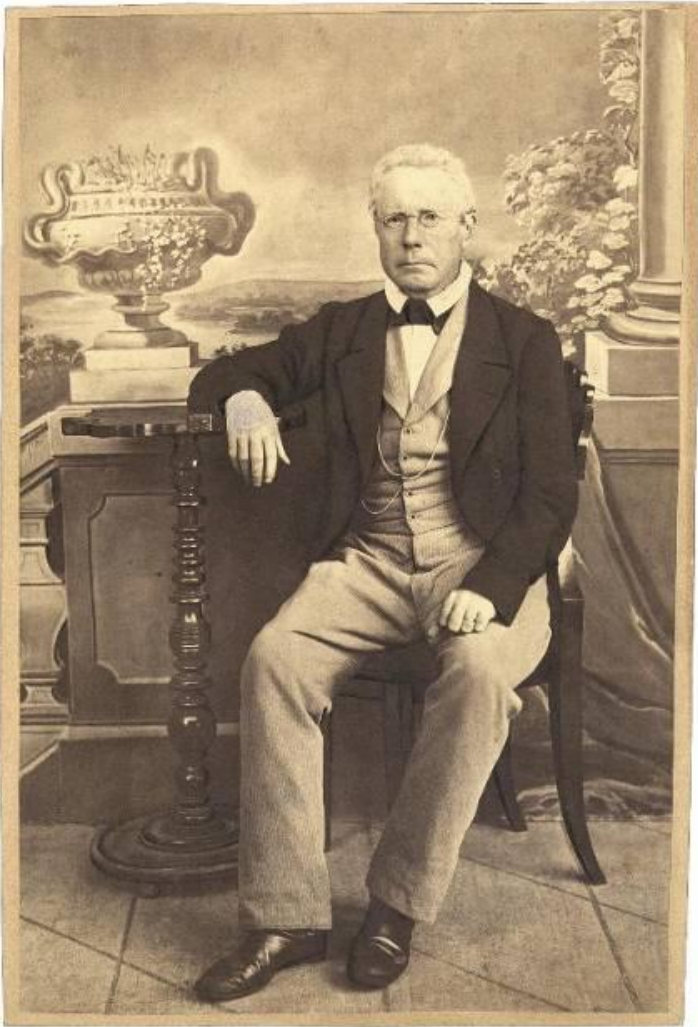


Johann Gregor Mendel (1878–1883)

Dr. Pavel Olexik (před 1848-1878)



1851 - Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ve Vídni



Karl Kreil (1798-1862), ředitel observatoře v Klementinu v letech 1845-1851 a Zentral Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ve Vídni (foto archiv ZAMG)



Karl Jelinek (1822-1876) přispěl významně k rozvoji meteorologie v Čechách i v celé rakouské monarchii jako ředitel ZAMG (foto archiv ZAMG)

Podrobné informace k historii meteorologických pozorování v České republice, včetně odkazů na další doplňkovou literaturu, a statistickou analýzu dlouhých teplotních a srážkových řad na bázi měsíčních, sezonních a ročních řad uvádí kniha

Brázdil, R., Bělínová, M., Dobrovolný, P., Mikšovský, J., Pišoft, P., Řezníčková, L., Štěpánek, P., Valášek, H., Zahradníček, P. (2012): Temperature and Precipitation Fluctuations in the Czech Lands During the Instrumental Period. Masaryk University, Brno, 236 s.

4.2 Teplota vzduchu

- měření v 1,25 - 2 metrech nad zemí
- výpočet denního průměru teploty vzduchu z termínů 7, 14 a 21 h SMČ – Kämtzův vzorec

Unterschiede verschiedener Mittelwertschätzverfahren zum 24stündigen Tagesmittel in 1/10 Grad C

$$\text{DIFF 1} = 1/4 \cdot (T_7 + T_{14} + 2 \cdot T_{21}) - 1/24 \cdot \sum_1^{24} T_i$$

$$\text{DIFF 2} = 1/4 \cdot (T_7 + T_{19} + T_{\max} + T_{\min}) - 1/24 \cdot \sum_1^{24} T_i$$

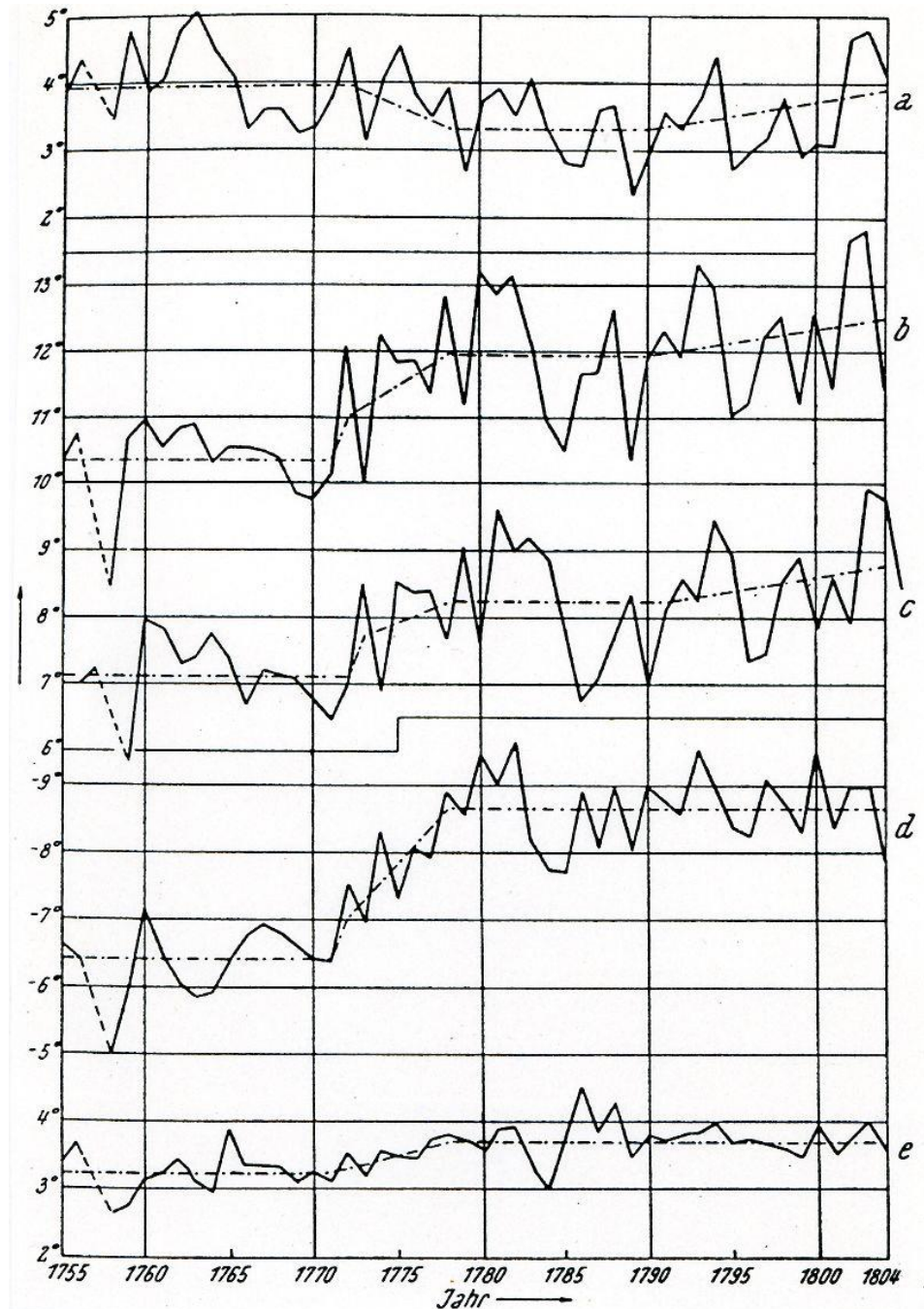
		JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Sonnblick (3106 m)	DIFF 1	0	0	1	-1	0	-1	1	1	1	0	0	0	0
	DIFF 2	0	0	-1	-1	0	-2	1	2	2	0	2	0	1
Dobratsch (2140 m)	DIFF 1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	-1	-1	0	0
	DIFF 2	0	-2	-1	-1	0	0	0	-1	-2	-2	-2	-1	-1
Schmittenhöhe (1976 m)	DIFF 1	-1	-2	0	1	0	1	1	0	-1	-1	-1	-1	0
	DIFF 2	-1	-1	0	0	1	2	2	0	-1	-1	0	-1	0
Innsbruck (577 m)	DIFF 1	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	2	3	2
	DIFF 2	-1	-2	-3	-3	-2	1	1	-1	-3	-3	-2	-1	-2
Wien (202 m)	DIFF 1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	1	1	1
	DIFF 2	-2	-2	-3	-3	-1	0	-1	-2	-4	-3	-2	-2	-2

Problémy starších měření

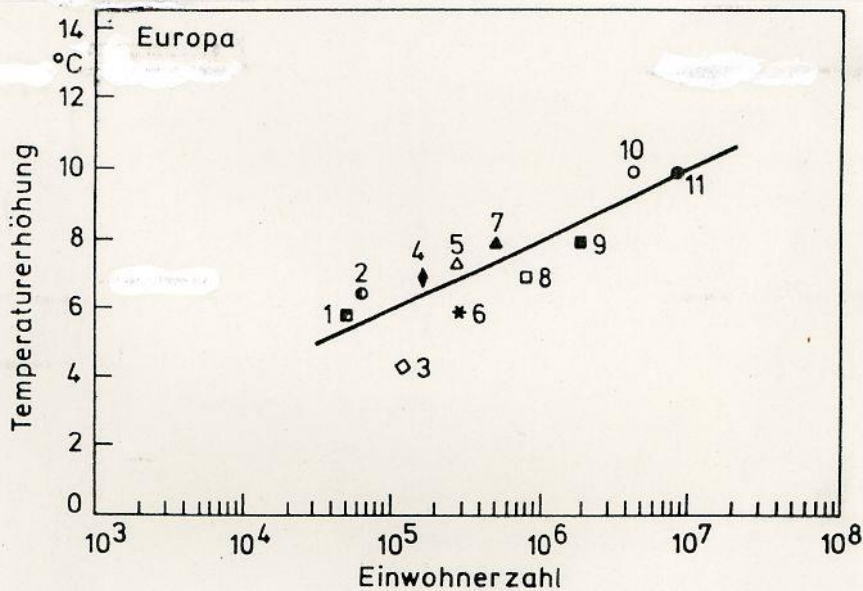
- dostupnost měření
- nestandardní umístění
- typ přístroje
- pozorovací termíny

Basilej – radiační efekt teploměru
(nedostatečné stínění)

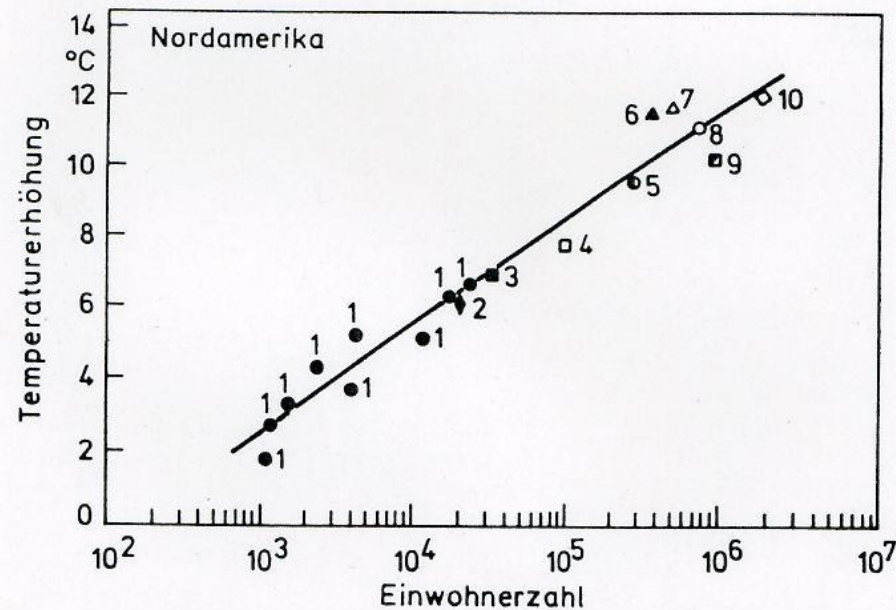
- a) ranní termín
- b) polední termín
- c) večerní termín
- d) ráno mínus poledne
- e) poledne mínus večer



4.2.1 Tepelný ostrov města

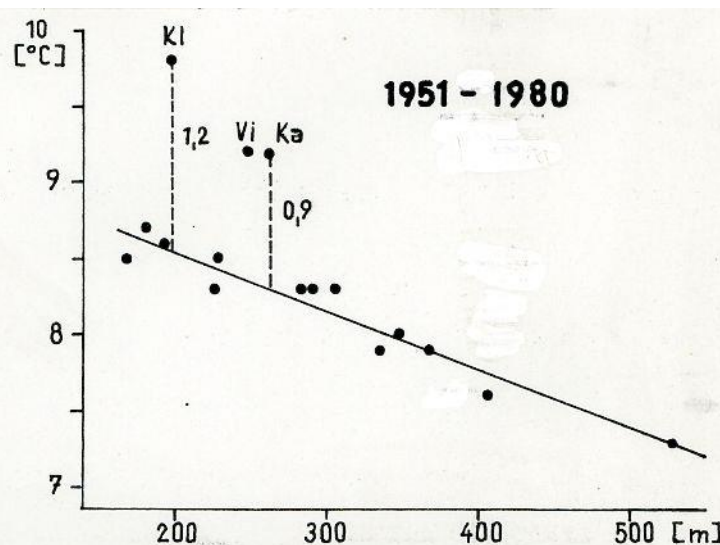
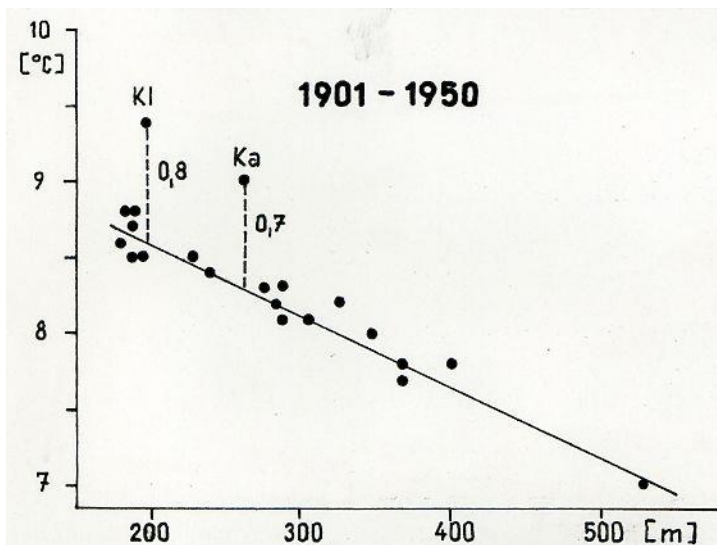
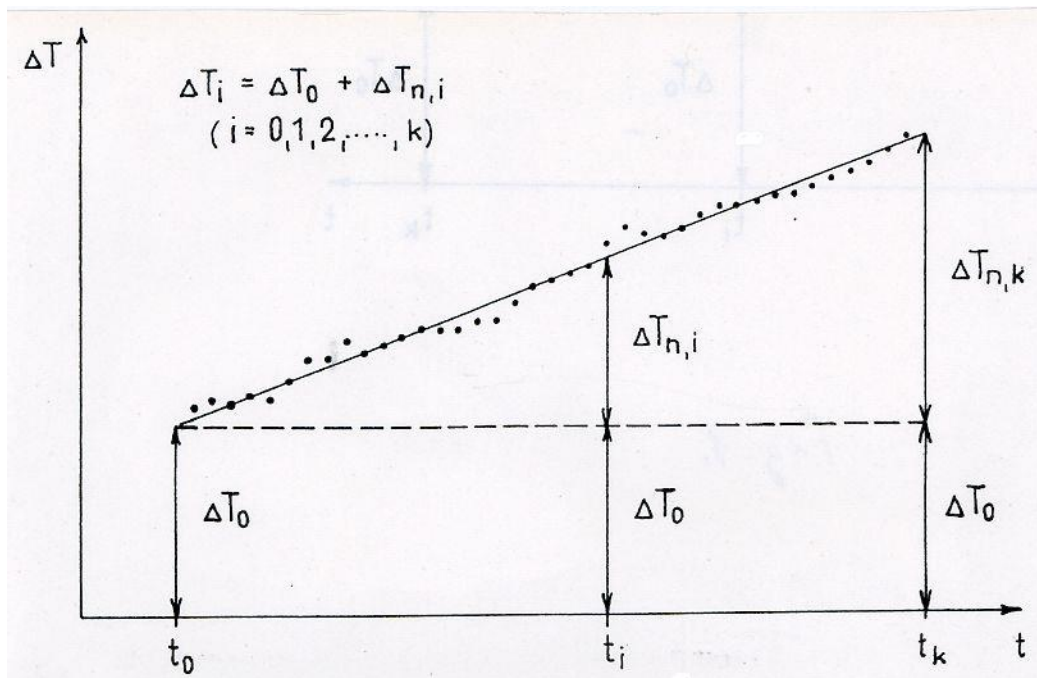


Städte: 1 Lund (Schweden), 2 Uppsala, 3 Reading (Engl.), 4 Karlsruhe, 5 Malmö, 6 Utrecht, 7 Sheffield (Engl.), 8 München, 9 Wien, 10 Berlin, 11 London.



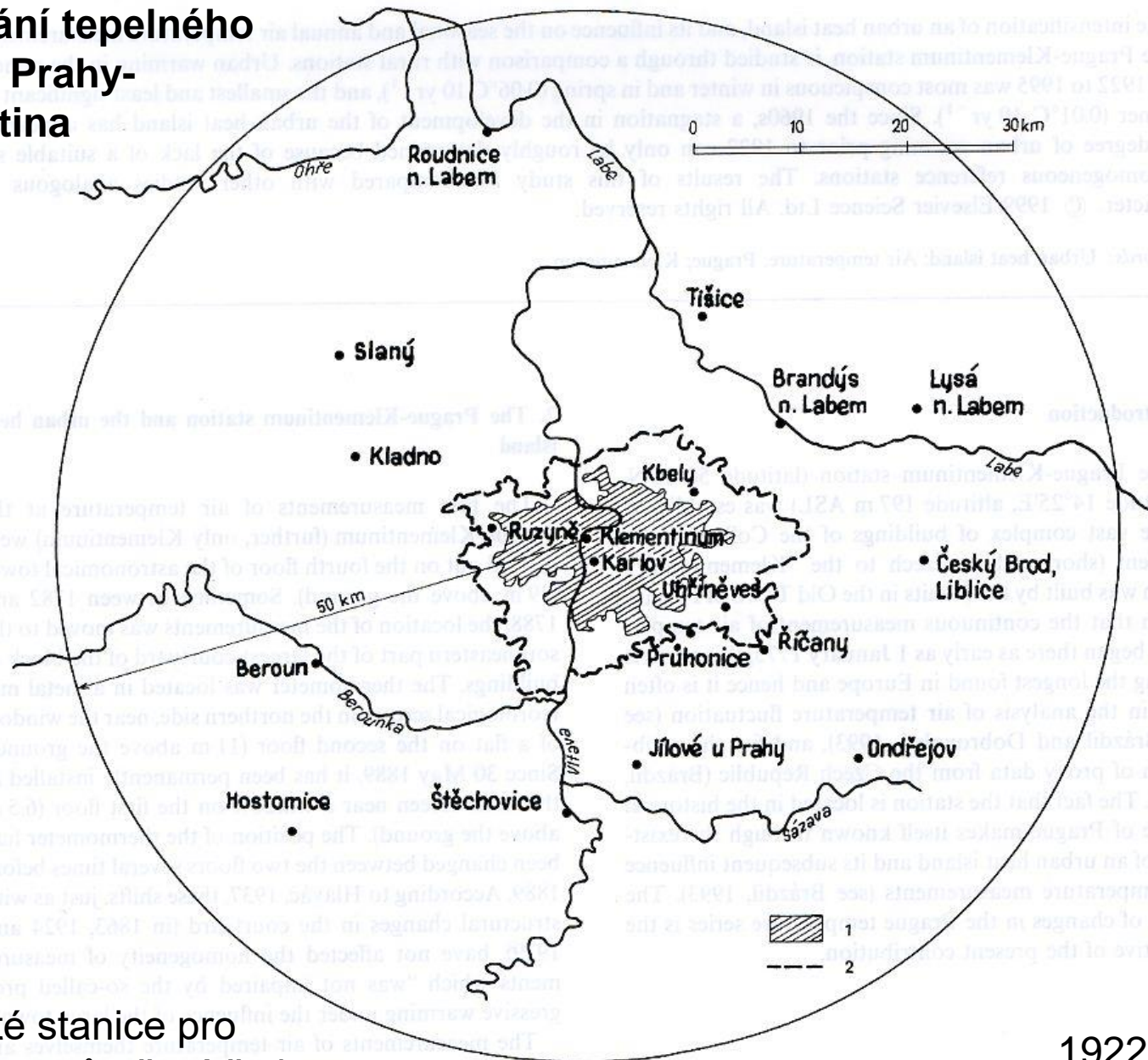
Städte: 1 Quebec (neun verschiedene Jahre), 2 Corvallis, 3 Palo Alto, 4 San Jose, 5 Hamilton, 6 Edmonton, 7 Winnipeg, 8 San Francisco, 9 Vancouver, 10 Montreal

Zesilování tepelného ostrova města (tj. rostoucí diference teploty vzduchu mezi městem a venkovskou krajinou)



Regresní závislost průměrné roční teploty vzduchu na nadmořské výšce podle stanic ve středních Čechách (Praha: KI – Klementinum, Ka – Karlov)

Zesilování tepelného ostrova Prahy-Klementina

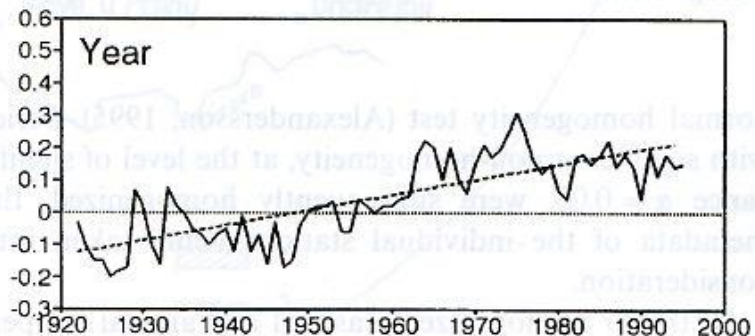
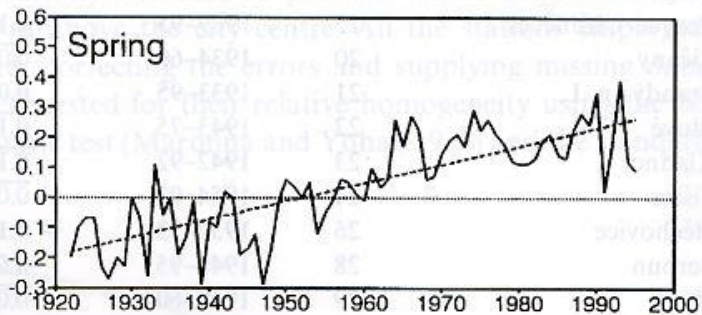
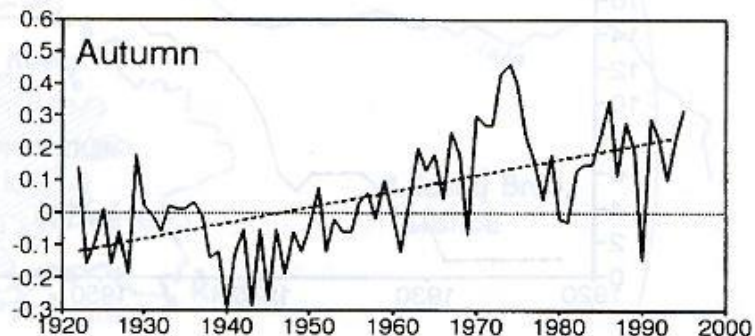
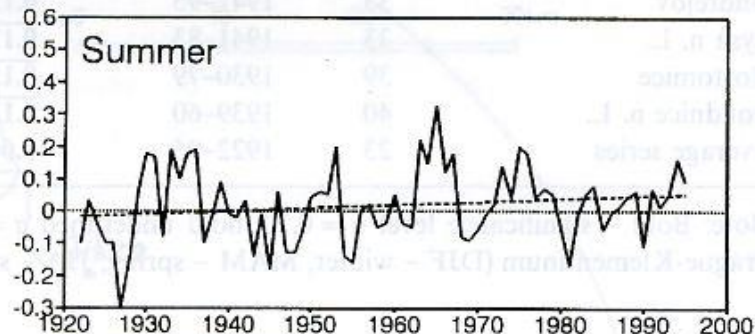
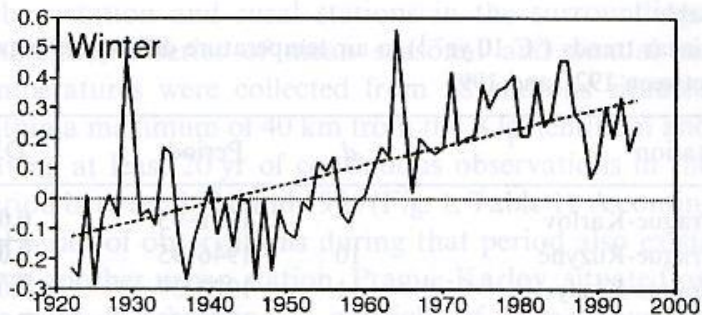


Použité stanice pro výpočet průměrné řady

1922-1995

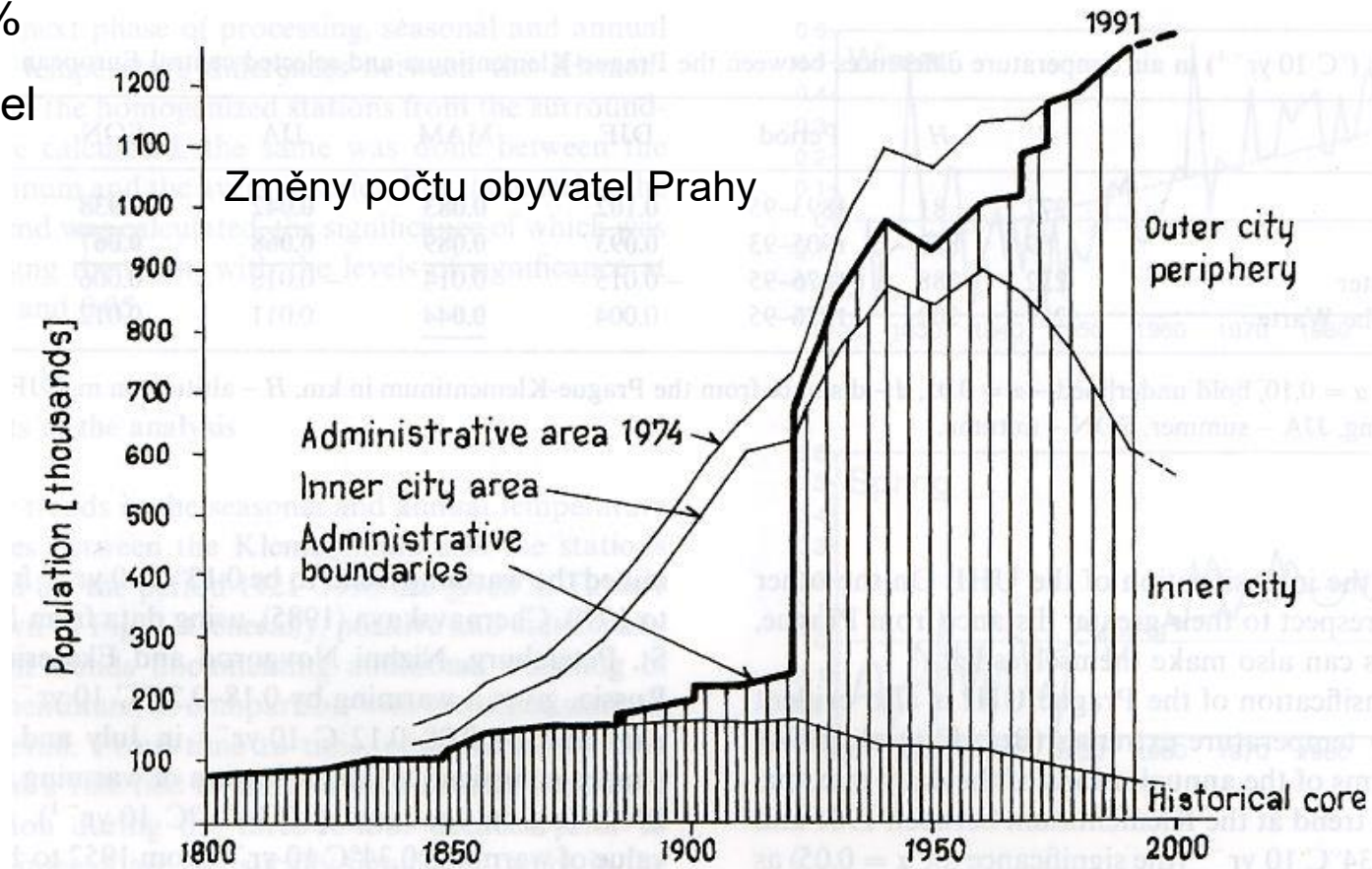
Tepelná diference Praha-Klementinum mínus průměrná řada: udávají nárůst teplného ostrova oproti okolí Prahy

- zima 0,6 °C/100 let
- jaro 0,6 °C/100 let
- léto 0,1 °C/100 let
- podzim 0,5 °C/100 let
- rok 0,5 °C/100 let

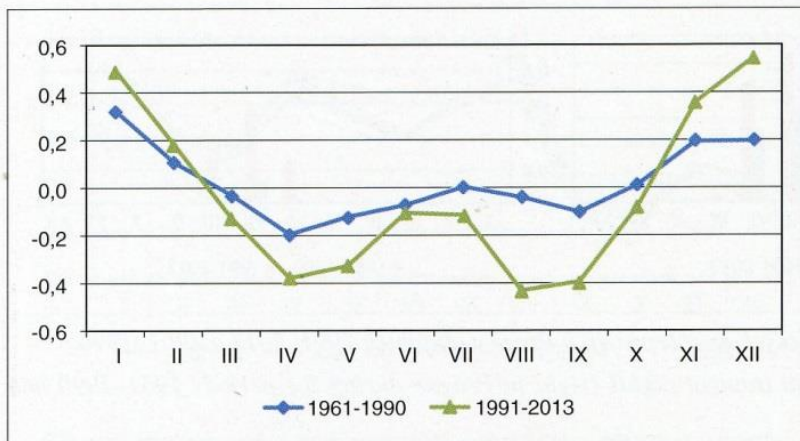


Faktory ovlivňující zesilování tepelného ostrova Prahy-Klementina

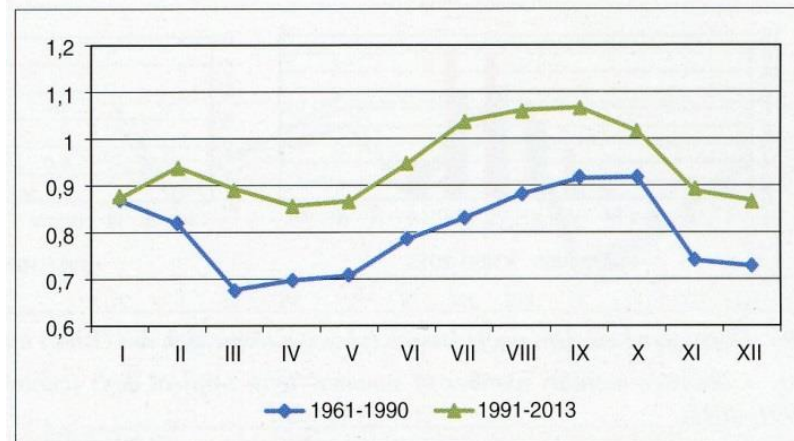
- zastavěná plocha
- produkce energie (odpadní teplo) – v období 1975-1987 nárůst spotřeby energie o 26 %
- počet obyvatel



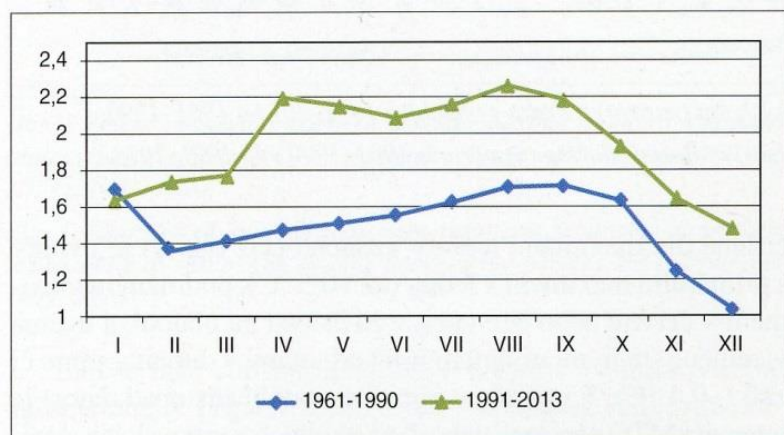
(Brázdil, R., Budíková, M., Atmospheric Environment, 1999, r. 33, č. 24-25, s. 4211-4217)



Obr. 6 Roční chod intenzity městského tepelného ostrova [°C] vyčíslené dle dlouhodobého měsíčního průměru denního maxima teploty vzduchu v obdobích 1991–2013 a 1961–1990.



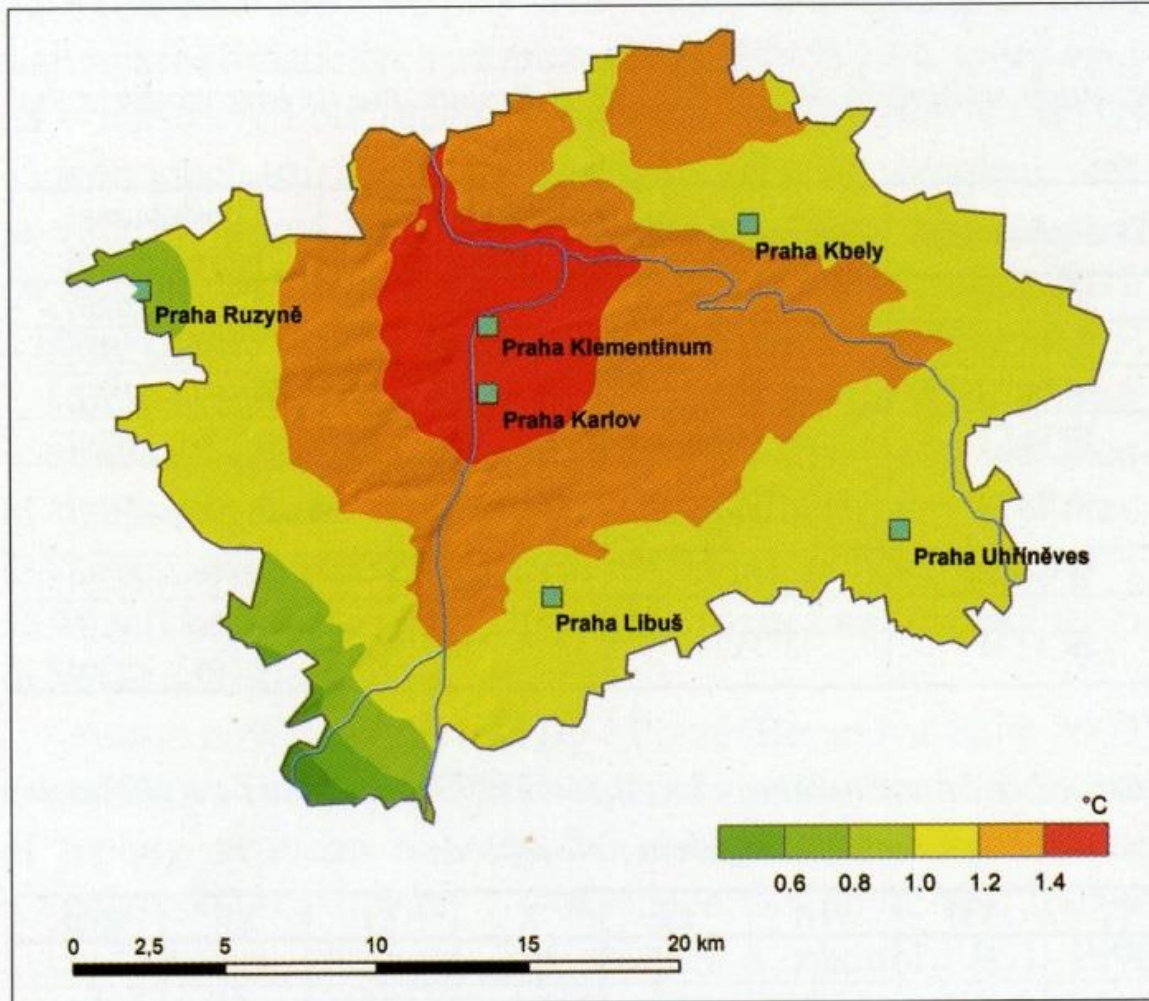
Obr. 8 Roční chod intenzity městského tepelného ostrova [°C] vyčíslené dle dlouhodobé průměrné měsíční teploty vzduchu v obdobích 1991–2013 a 1961–1990.



Obr. 7 Roční chod intenzity městského tepelného ostrova [°C] vyčíslené dle dlouhodobého měsíčního průměru denního minima teploty vzduchu v obdobích 1991–2013 a 1961–1990.

P-KI mínus průměr Brandýs nad Labem + Dobřichovice + Tuhaň

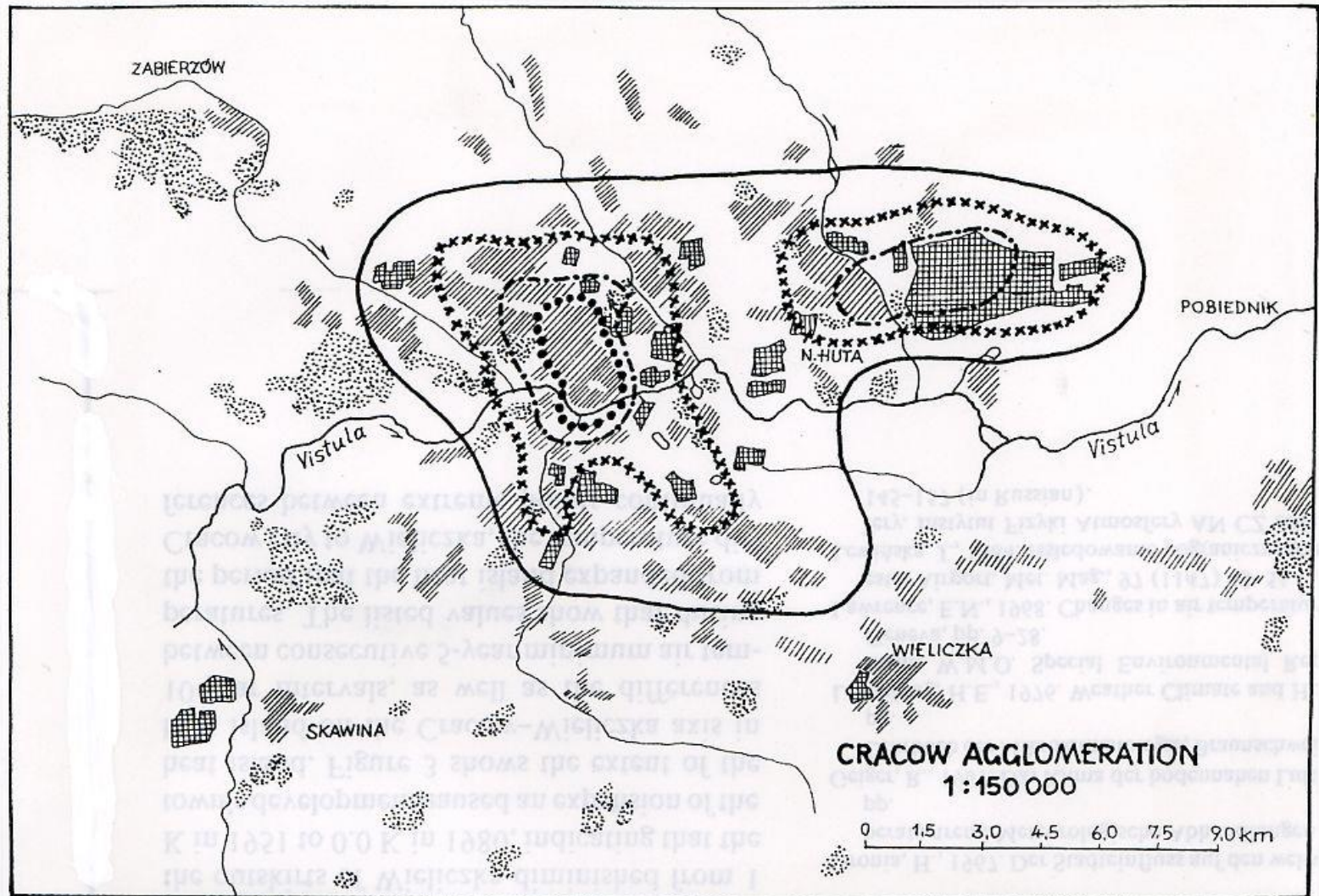
Skalák, P. et al. (2015): Příspěvek projektu UHI k poznání klimatu Prahy. Meteorologické zprávy, 68, 1, 18-23.



Obr. 2 Rozdíl ročního průměru denních minim teploty vzduchu [°C] v desetiletích 2001–2010 a 1961–1970.

Skalák, P. et al. (2015): Příspěvek projektu UHI k poznání klimatu Prahy. Meteorologické zprávy, 68, 1, 18-23.

Plošný nárůst tepelného ostrova Krakowa

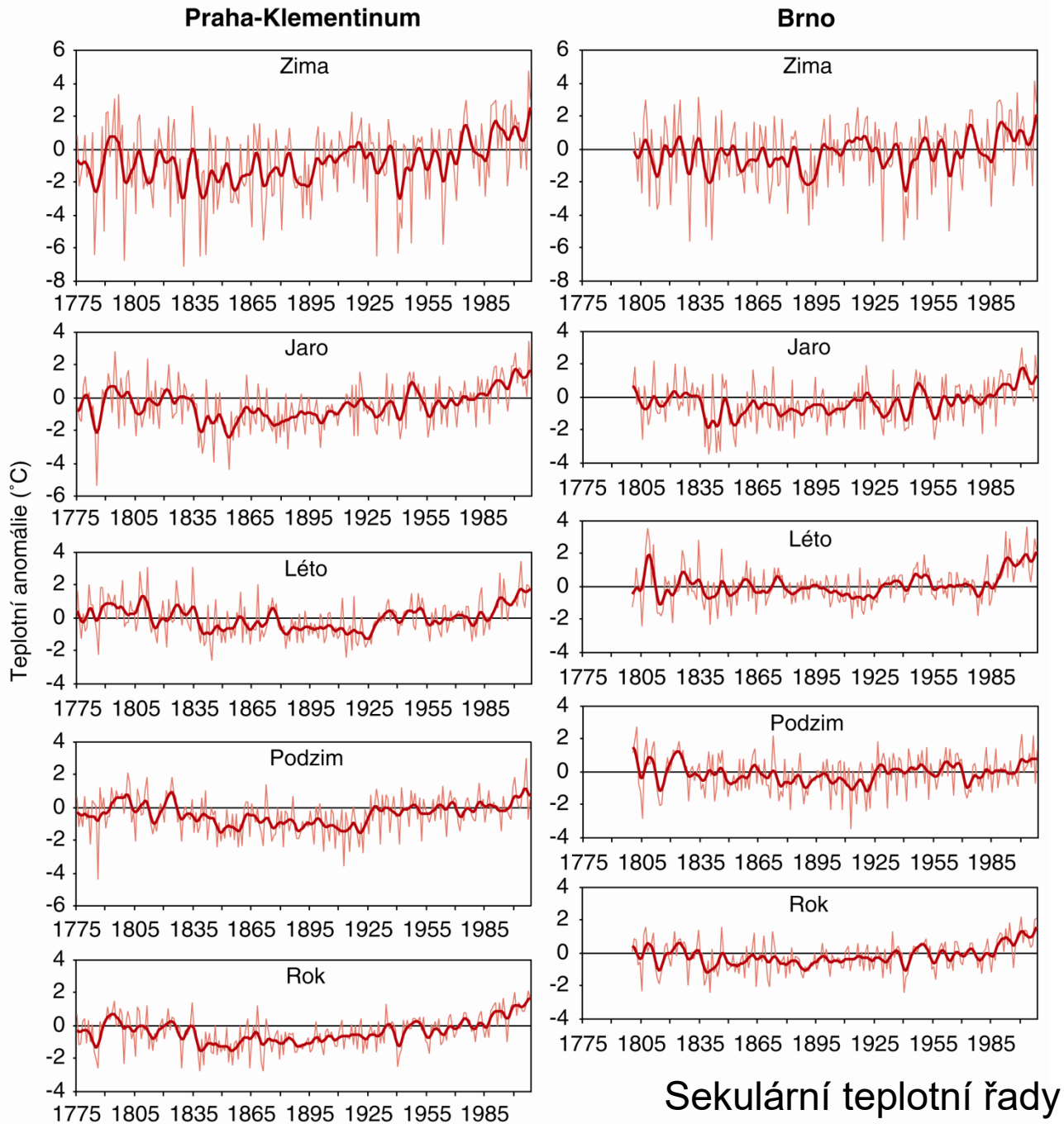


Expansion of the urban heat islands in the years 1950 (...), 1960 (— · — · —), 1970 (xxxx), 1980 (——).

1. centrum – střed města, 2. centrum – hutnický kombinát Nowa Huta

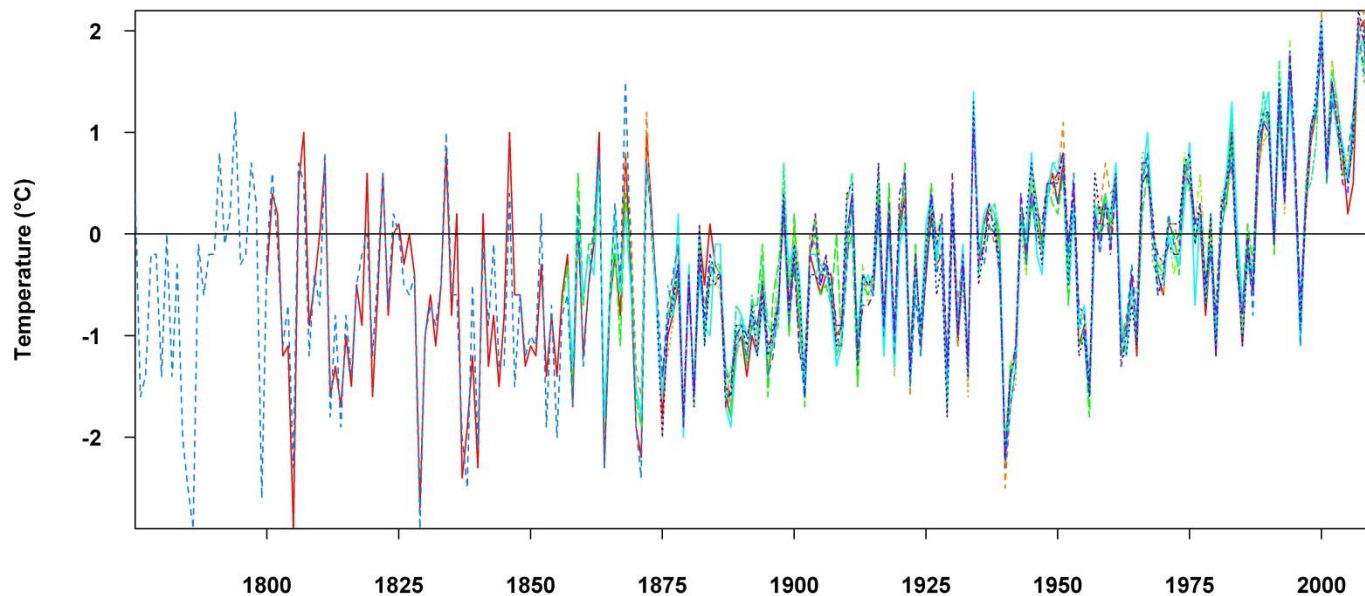
TABLE 3. Summary of reported annual urban warming rates. Rates are relative warming at the city stations with respect to the rural sites or to smaller towns as reported by the author or computed by us from the published data.

Rate (°C/10 yrs)	No. cities	Interval	Region	Remarks	References
0.11	34	1941-80	U.S./Canada	Group A1 Urban/rural pairs	This study
0.04	32	1941-80	U.S.	Group A2 Urban/divisions	This study
0.10	18	1941-80	U.S.	Group B Urban/divisions	This study
0.12	9	1941-80	U.S.	Group C1 Urban/rural pairs	This study
0.14	9	1941-80	U.S.	Group C2 Urban/divisions	This study
0.34	8	1951-80	U.S.	Group D Urban/rural pairs varying intervals	This study
0.09	10	1893-1954	E U.S.	Annual rate averaged from seasonal values taking insignificant differences as zero	Mitchell (1961b)
0.30	7	1933-80	SW U.S.	Average of cities vs 5 rural sites	Cayan & Douglas (1984)
0.42	2	1940-80	SW U.S.	Tucson City vs Airport & San Diego vs Scripps	Cayan & Douglas (1984)
0.30	3	1946-80	SW U.S.	Surface/700 mb; x Jan & Jul for Las Vegas, San Diego, Tucson	Cayan & Douglas (1984)
0.32	1	1904-79	Maryland	Baltimore/Woodstock	Landsberg (1981)
0.14	1	1903-47	Illinois	Urbana air/soil difference	Changnon (1964)
0.14	31	1917-83	California	Cities vs 31 rural sites	Goodridge (1985)
0.00	31	1917-40	California	Cities vs 31 rural sites	Goodridge (1985)
0.11	31	1941-60	California	Cities vs 31 rural sites	Goodridge (1985)
0.31	31	1961-83	California	Cities vs 31 rural sites	Goodridge (1985)
0.02	9	1891-1950	Europe	Largest cities/14 rural sites	Callendar (1961)
0.09	17	1891-1960	World	Cities vs selected rural sites (No. of cities from first decade)	Dronia (1967)
0.15	3	1871-1890	Europe	Cities vs selected rural sites (No. of cities from first decade)	Dronia (1967)
0.14	17	1891-1920	World	Cities vs selected rural sites (No. of cities from first decade)	Dronia (1967)
0.01	61	1921-40	World	Cities vs selected rural sites (No. of cities from first decade)	Dronia (1967)
0.13	45	1941-60	World	Cities vs selected rural sites (No. of cities from first decade)	Dronia (1967)
0.09	3	1886-1935	Japan	Average of Tokyo, Kyoto, Osaka vs Wakayama, Koti, Hamamatsu, Numazu, Miyako, Gihu, Sakai, Kanazawa, Husiki	Arakawa (1937)
0.33	1	1920-1950	Argentina	Buenos Aires vs countryside	Prohaska (1954)
0.10	1	1878-1968	England	Kew Observatory, London vs Rothamsted Experimental Stn.	Moffit (1972)
0.12	1	1891-1968	France	Paris vs Lyon, Besancon & Nantes	Dettwiller (1970)



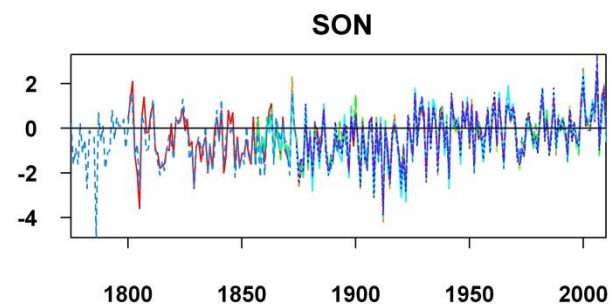
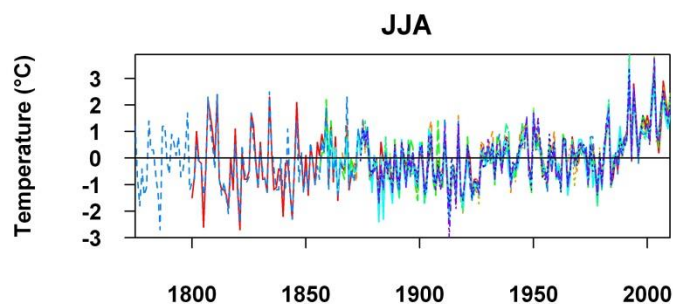
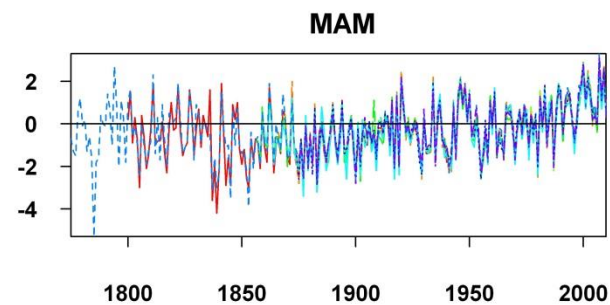
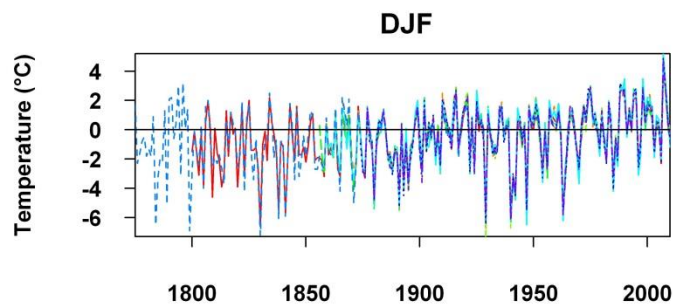
Sekulární teplotní řady

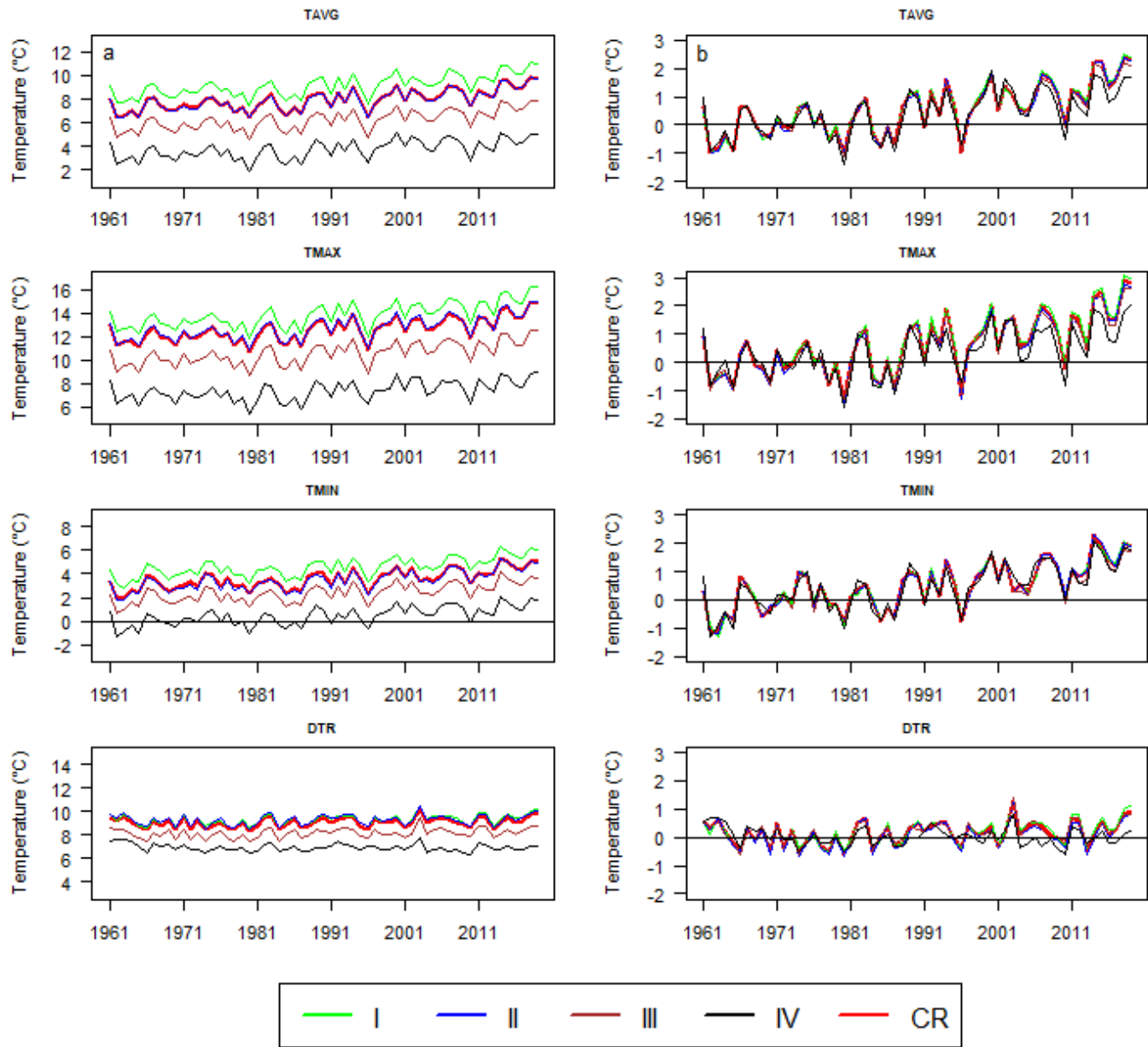
Year



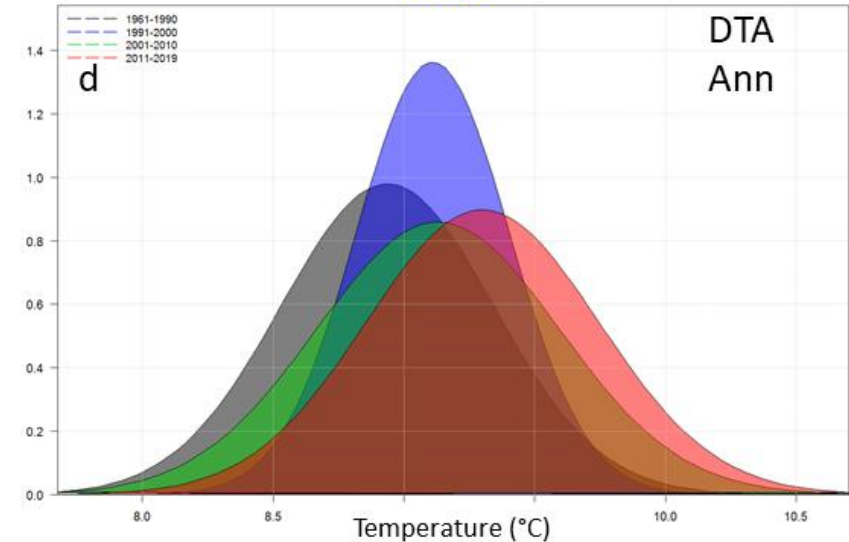
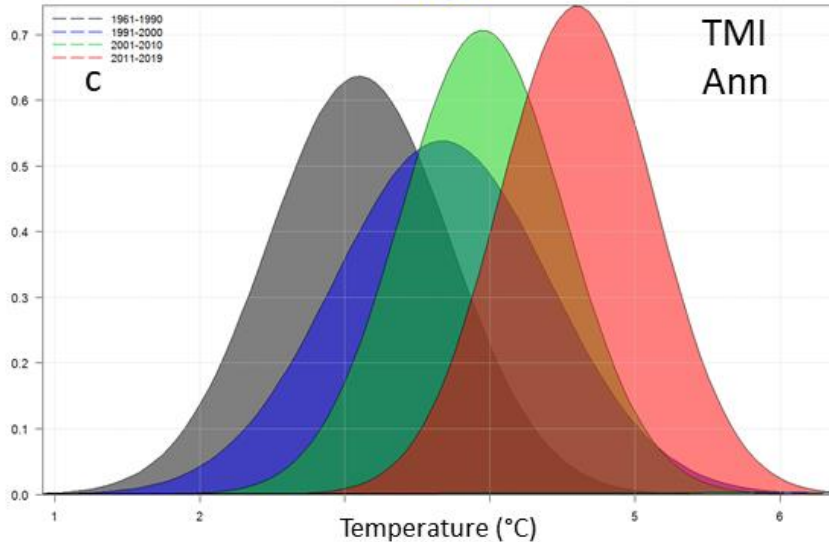
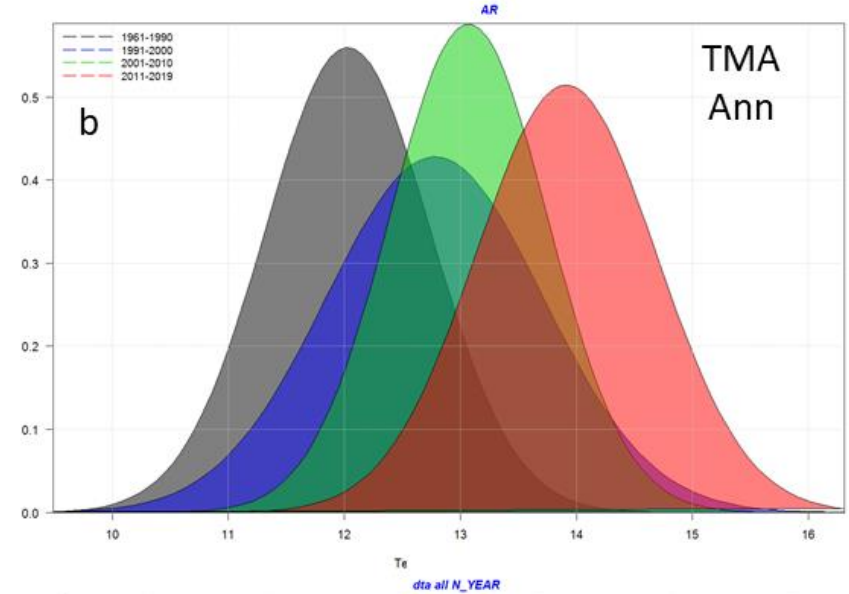
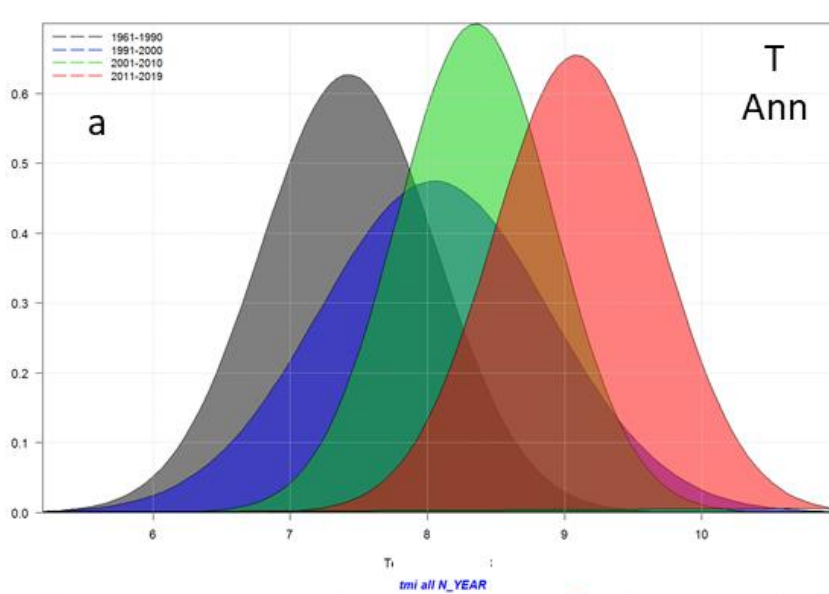
Teplota vzduchu

- 1 – Brno
- 2 – Bystřice pod Hostýnem
- 3 – Čáslav
- 4 – České Budějovice
- 5 – Havlíčkův Brod
- 6 – Olomouc
- 7 – Opava
- 8 – Praha-Klementinum
- 9 – Přerov
- 10 – Tábor

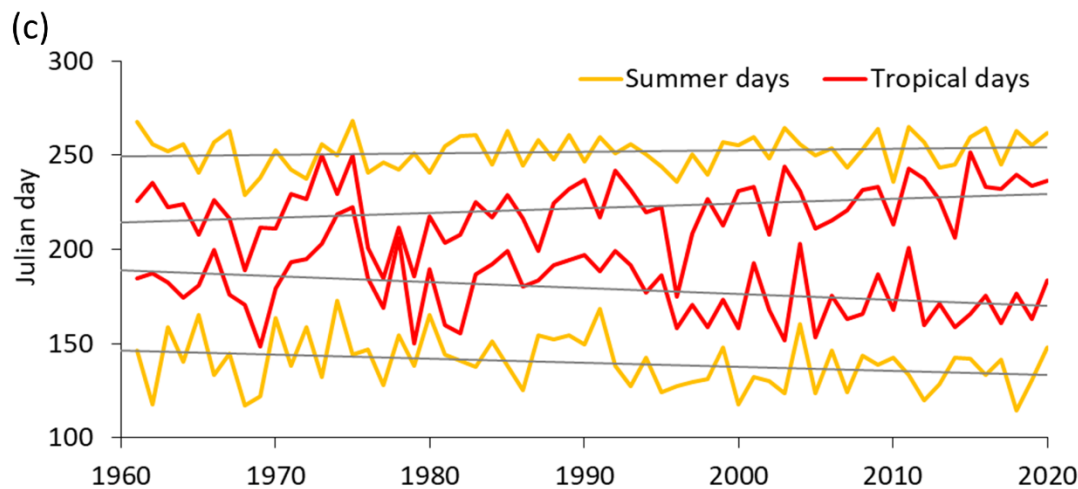
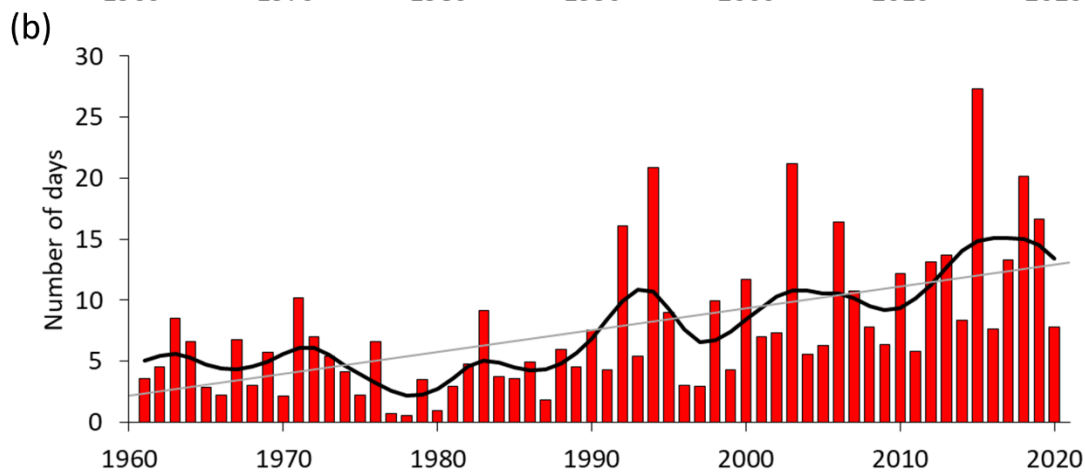
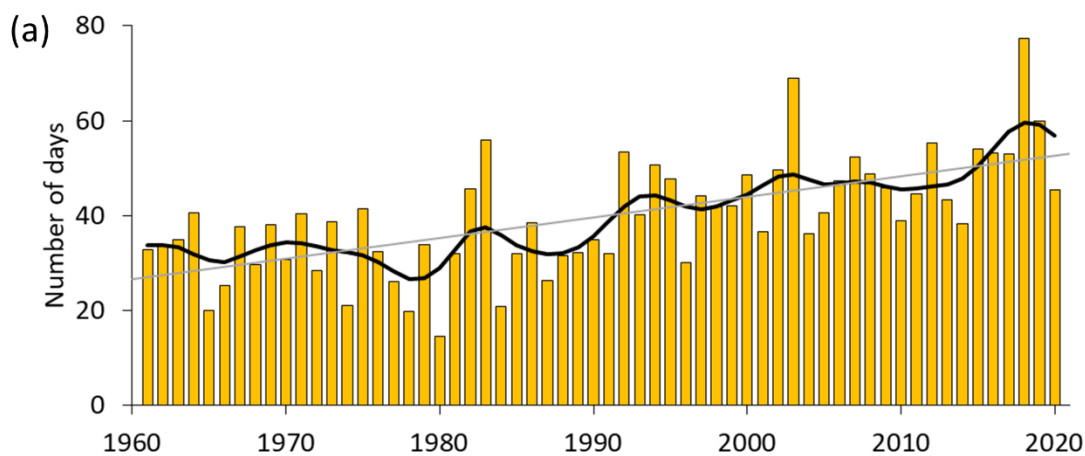




Kolísání teploty vzduchu v ČR v období 1961–2019: a) originální řady, b) odchylky od 1961-1990; I – stanice do 300 m, II – 301–600 m, III – 601–900 m, >900 m (Zahradníček et al., IJC, 2021)

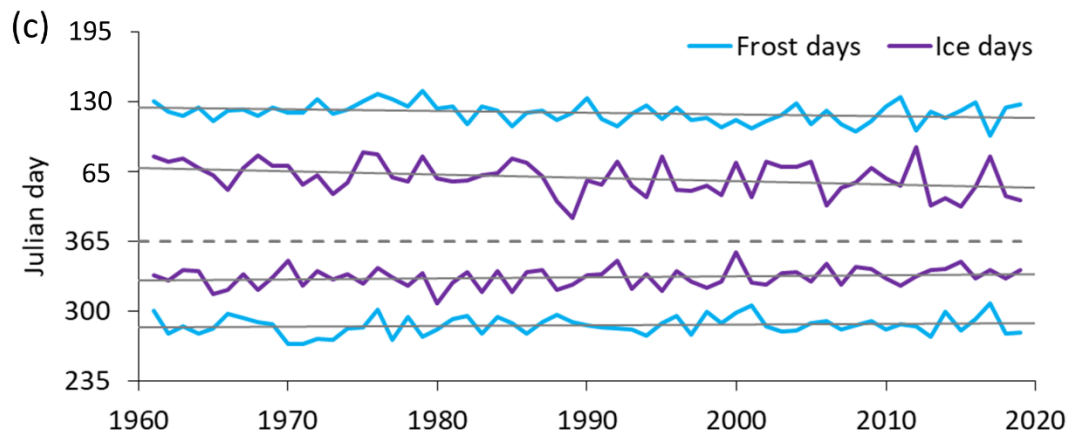
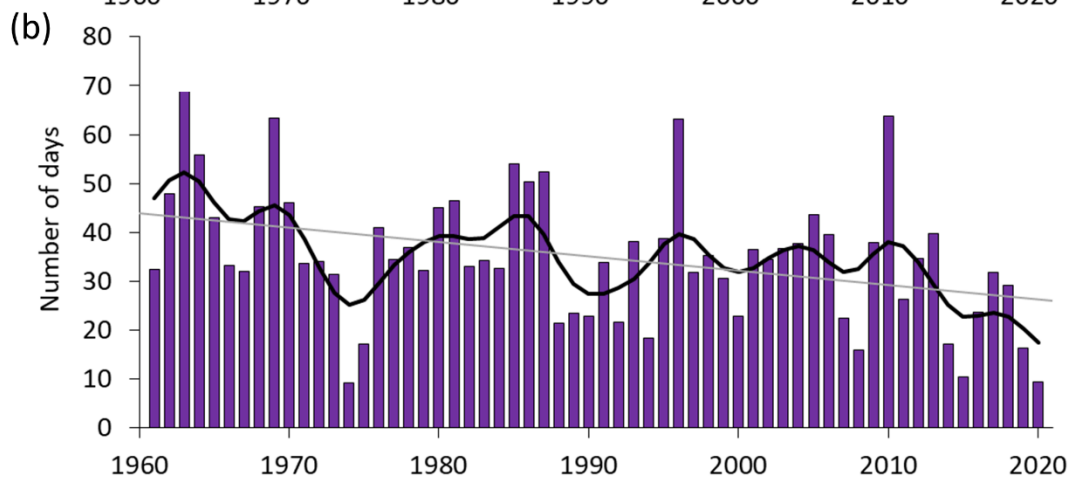
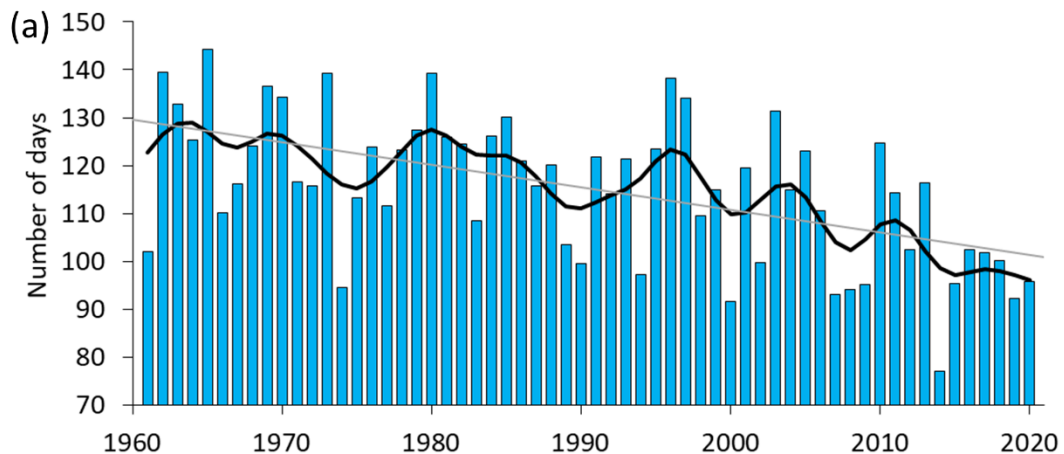


Normální rozdělení vybraných teplotních charakteristik v ČR: 1961–1990 (šedá), 1991–2000 (modrá), 2001–2010 (zelená) a 2011–2019 (červená)
(Zahradníček et al., IJC, 2021)



Fluctuations in mean annual numbers of summer (a) and tropical (b) days and in their mean earliest/latest occurrences (c) in the Czech Republic during the 1961–2020 period. Smoothed by 10-year Gaussian filter and supplemented by linear trends (Zahradníček et al., IJC, 2022)

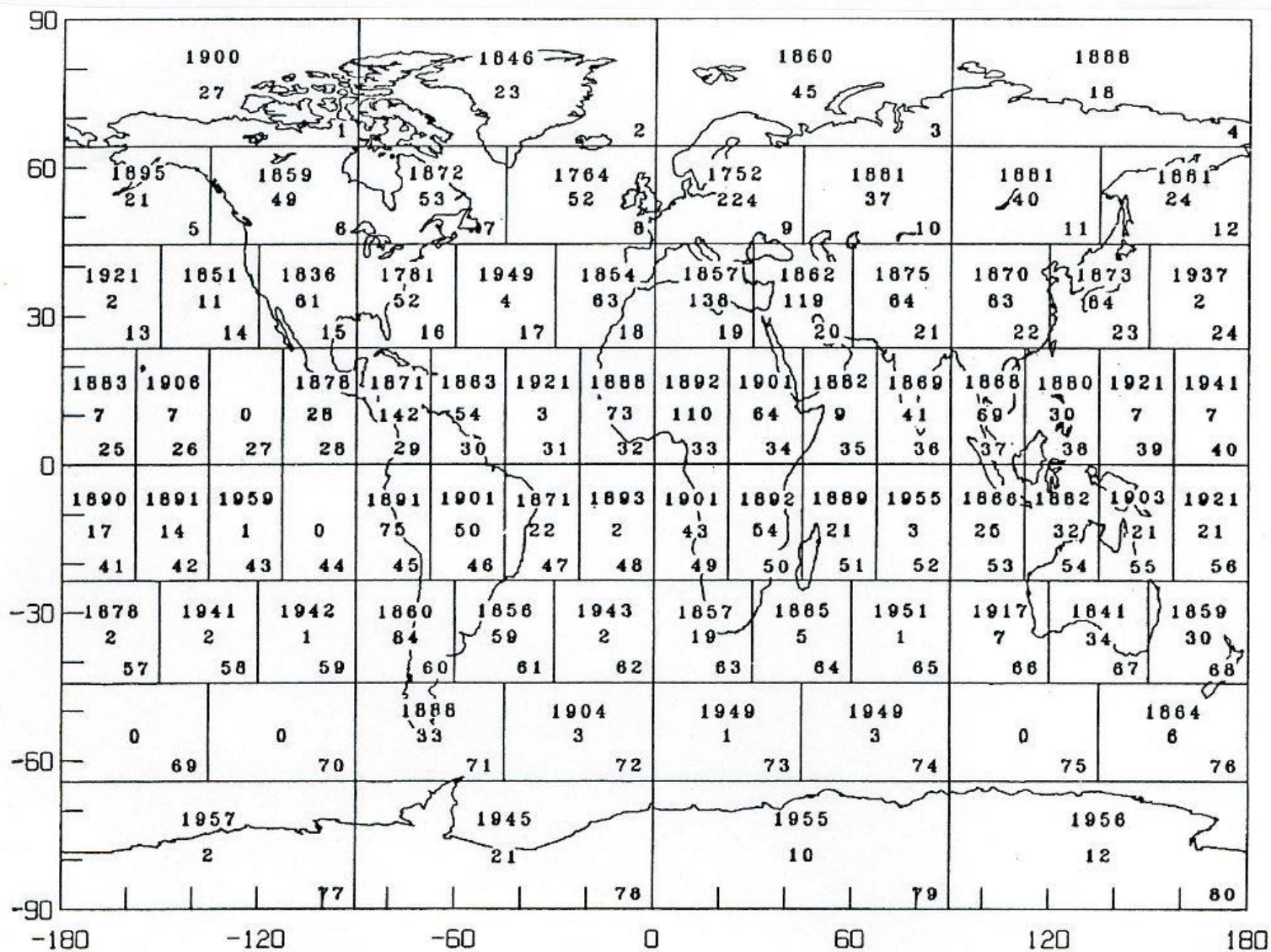
summer: $T_{MAX} \geq 25.0^{\circ}C$
 tropical: $T_{MAX} \geq 30.0^{\circ}C$

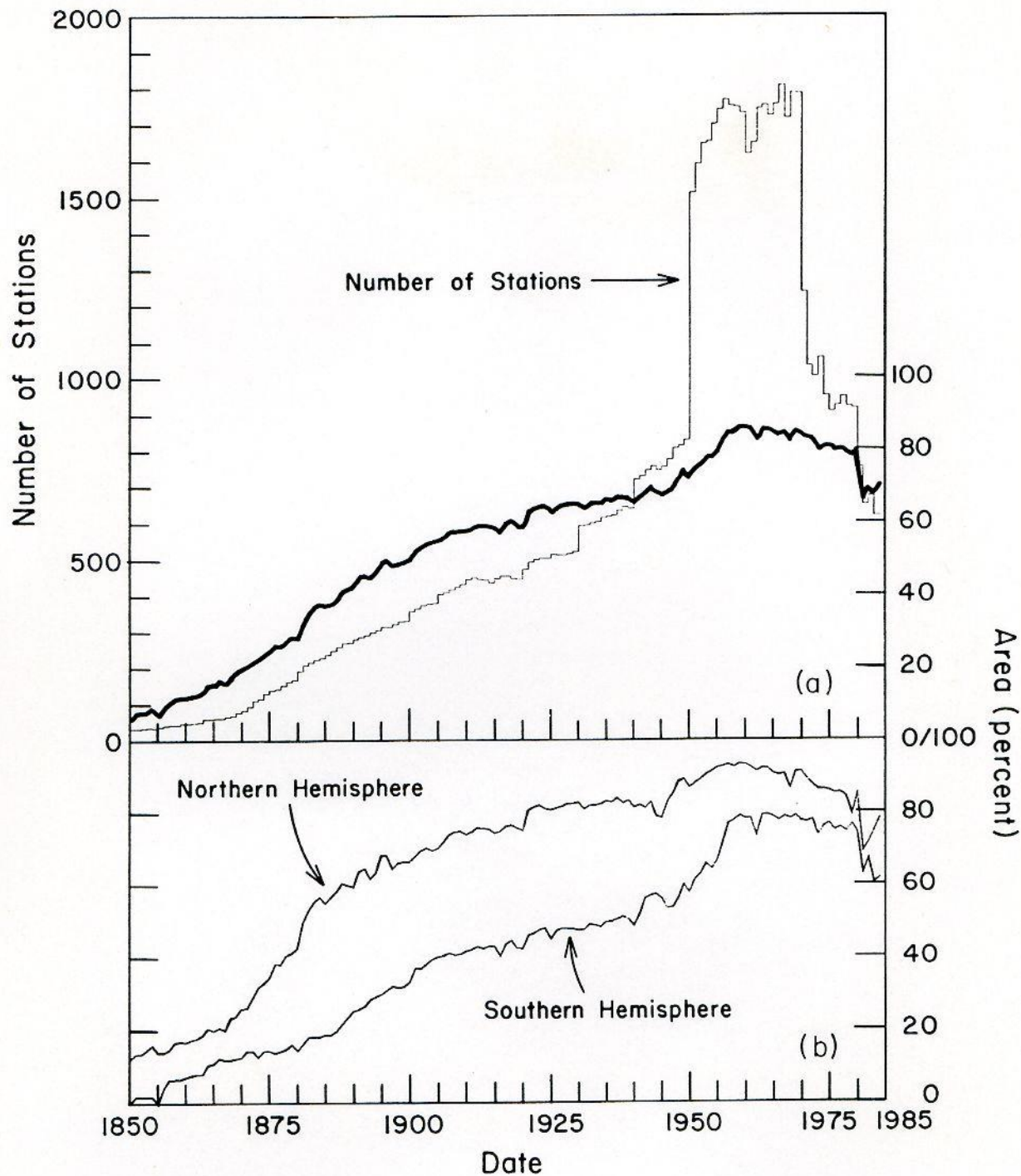


Fluctuations in mean annual numbers of frost (a) and ice (b) days and in their mean earliest/latest occurrences (c) in the Czech Republic during the 1961–2020 period. Smoothed by 10-year Gaussian filter and supplemented by linear trends (Zahradníček et al., IJC, 2022)

frost: $T_{MIN} < 0.0^{\circ}C$
 ice: $T_{MAX} < 0.0^{\circ}C$

4.2.2 Globální teplotní řady



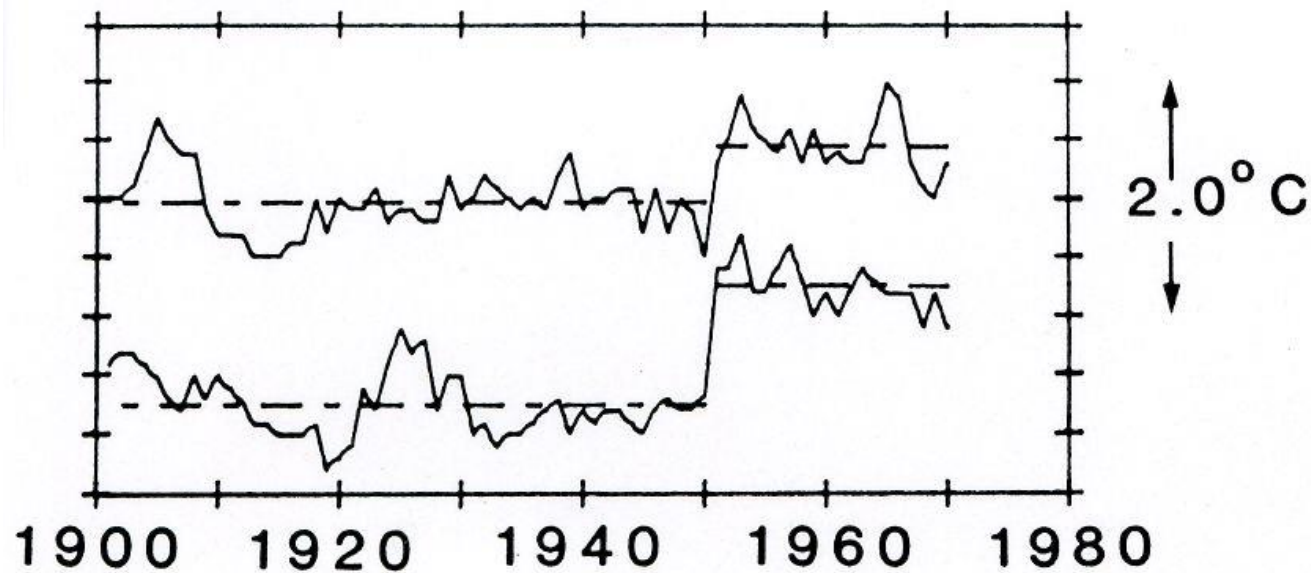


Počet dostupných teplotních řad (stanic) pro výpočet globální teplotní řady a procentuální pokrytí celé Země a obou polokoulí

Globální teplotní řada – způsob výpočtu (Climatic Research Unit (CRU), University East Anglia, P. Jones et al.)

HOMOGENEITY: 2666 stations

- comparing of station pairs



New York minus New Haven }
 Blue Hill minus New Haven } New Haven errant station (moving)

Correction factor:
$$C = X_0 - X_1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_{i0} - Y_{i1})$$

X - errant station

Y - homogeneous station

0 - time before

1 - time after

} discontinuity

CALCULATION OF GRID-POINT ANOMALIES:

reference period: 1951-1970

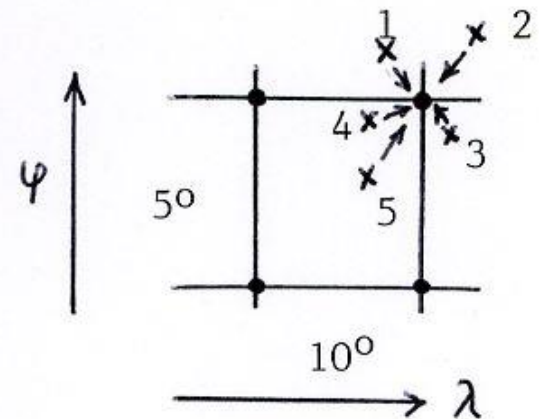
$$\Delta T_g = \frac{\sum_{s=1}^M \alpha_s T_s}{\sum_{s=1}^M \alpha_s}$$

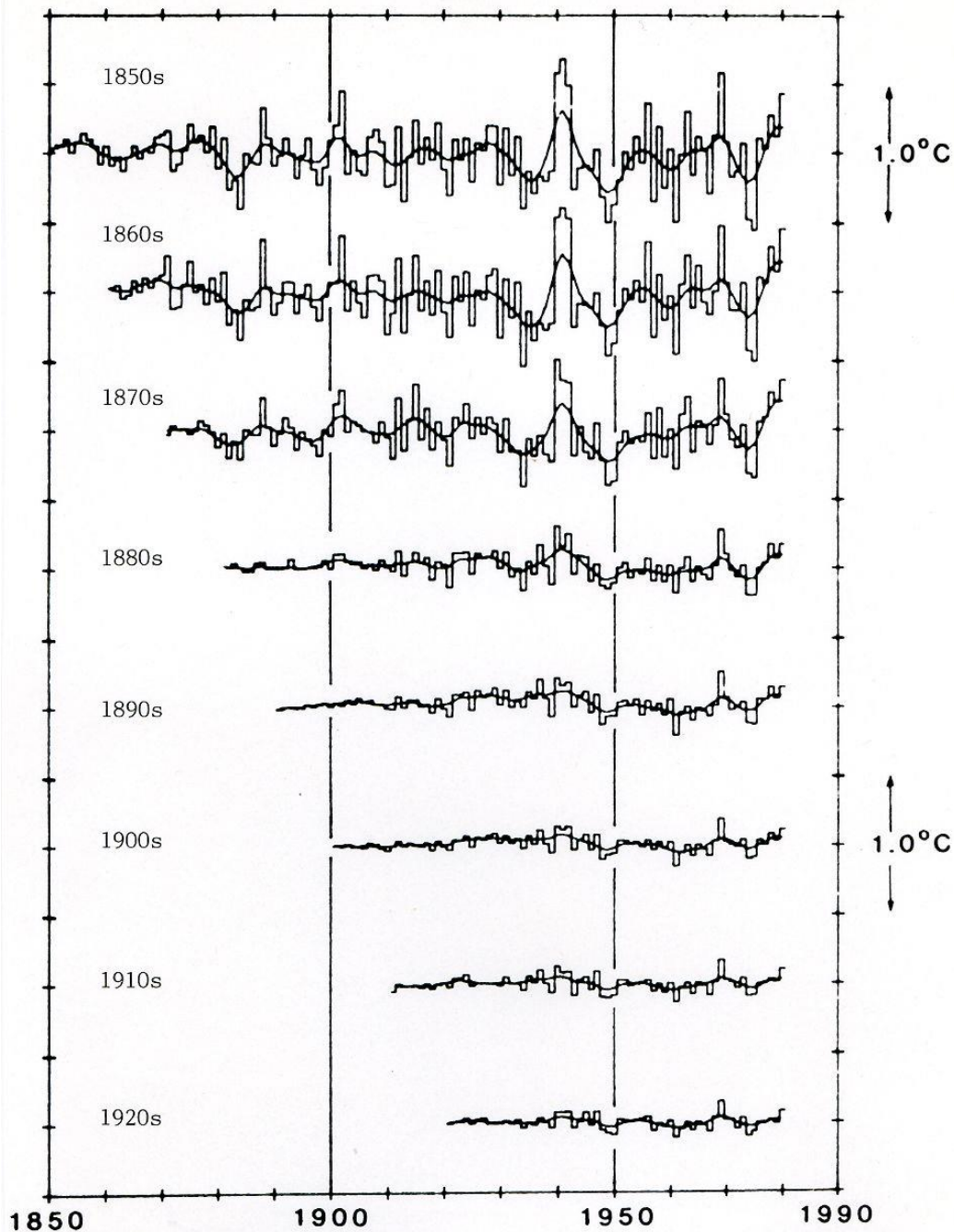
T_s - temperature anomaly

α_s - inverse of the great circle distance
between station s and the grid point

M - number of stations

hemispheric average - cosine weighting



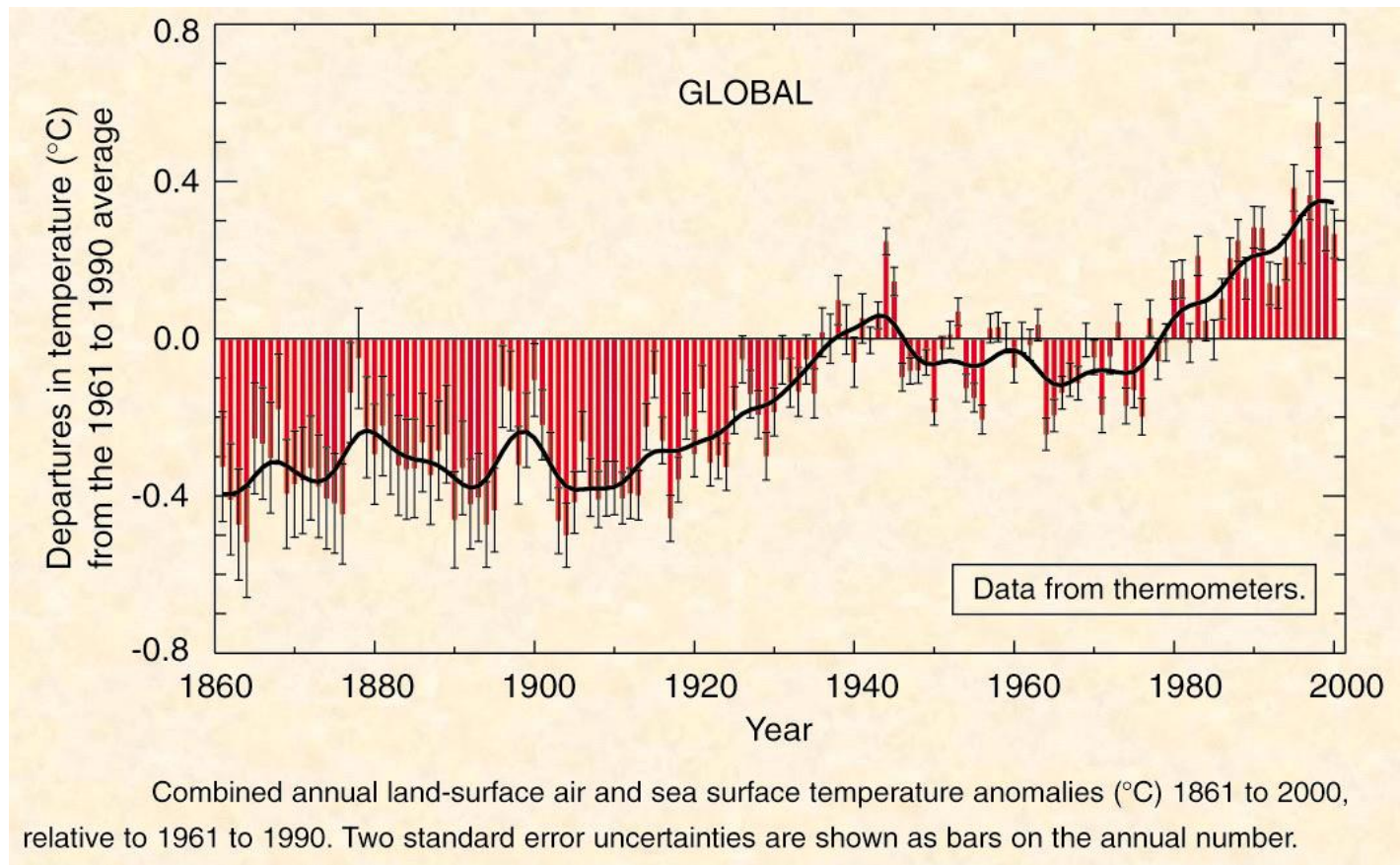


Vliv nerovnoměrného staničního pokrytí Severní polokoule na kolísání průměrných teplot vzduchu (při zahrnutí stanic, které začaly měřit v 50. letech 19. století, atd.)

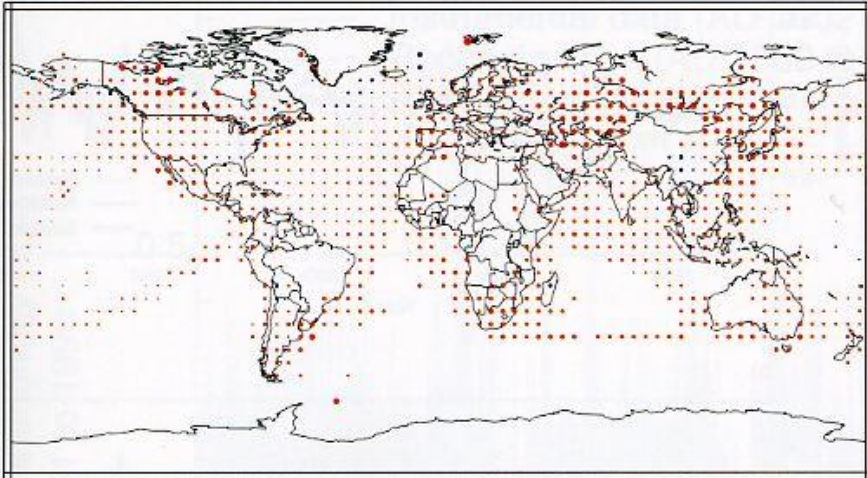
Problémy výpočtu globálních řad:

- prostorové a časové pokrytí
- homogenizace řad
- intenzifikace tepelného ostrova
- propojení teplot vzduchu s SST

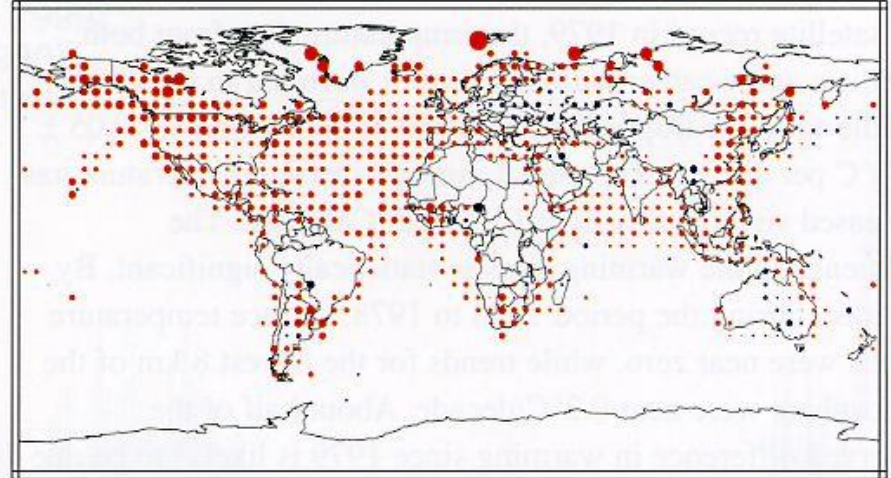
- globální teplotní řada na Zemi počítaná od roku 1856 na základě existujících teplotních měření
- **globální oteplování** s lineárním trendem $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ let}$
- extrémně teplá 90. léta 20. století, nejteplejší rok 1998



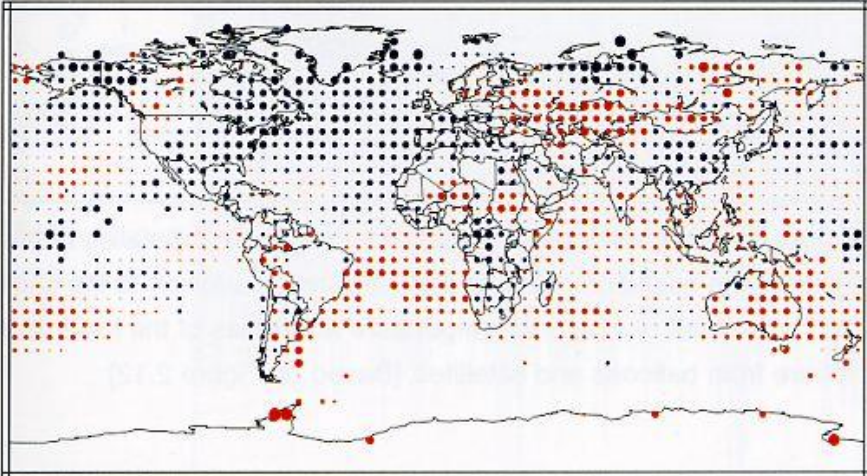
(a) Annual temperature trends, 1901 to 2000



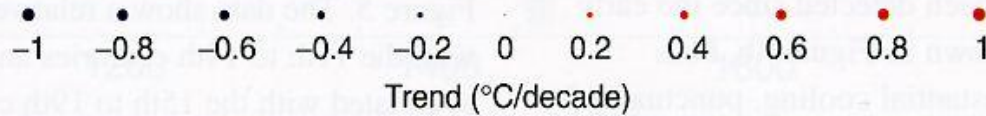
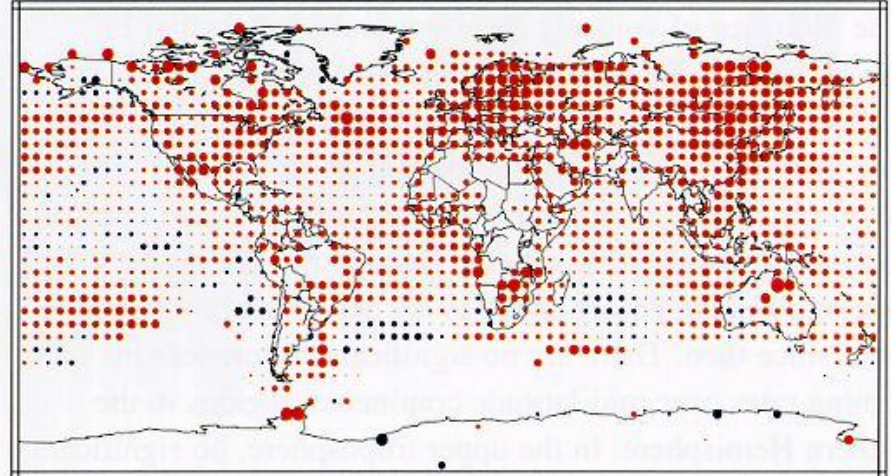
(b) Annual temperature trends, 1910 to 1945



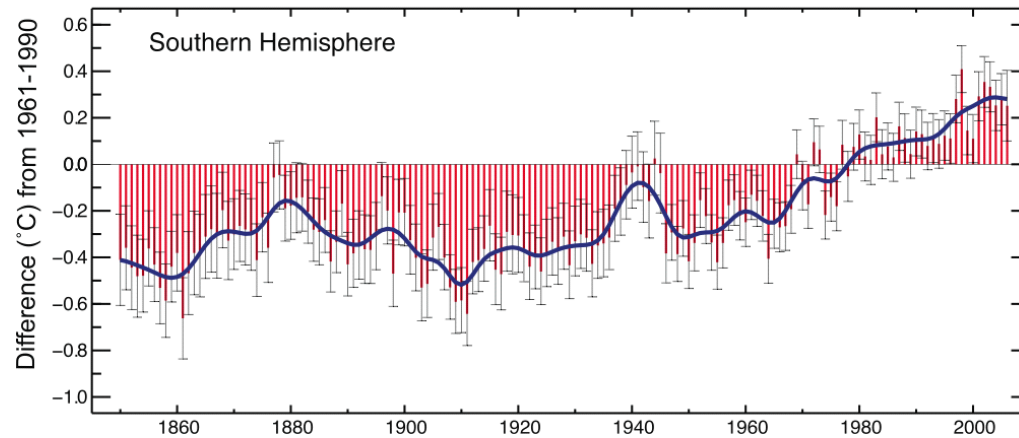
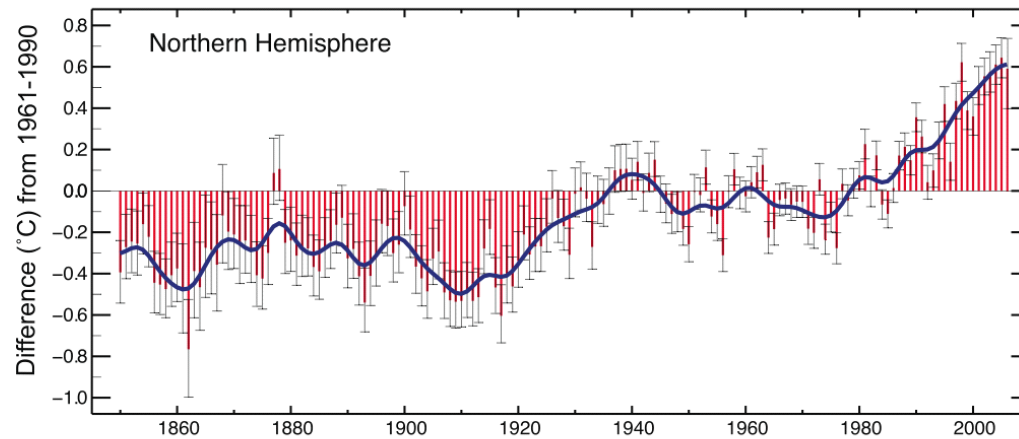
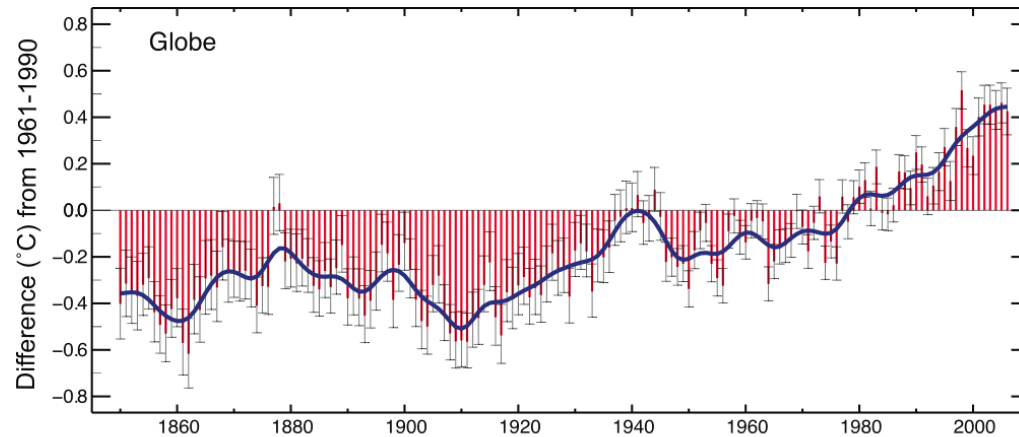
(c) Annual temperature trends, 1946 to 1975



(d) Annual temperature trends, 1976 to 2000



(IPCC, 2001)



Kombinované
teploty pevnina
+ oceán (Land
+ SST)

(IPCC, 2007)

Figure 3.6

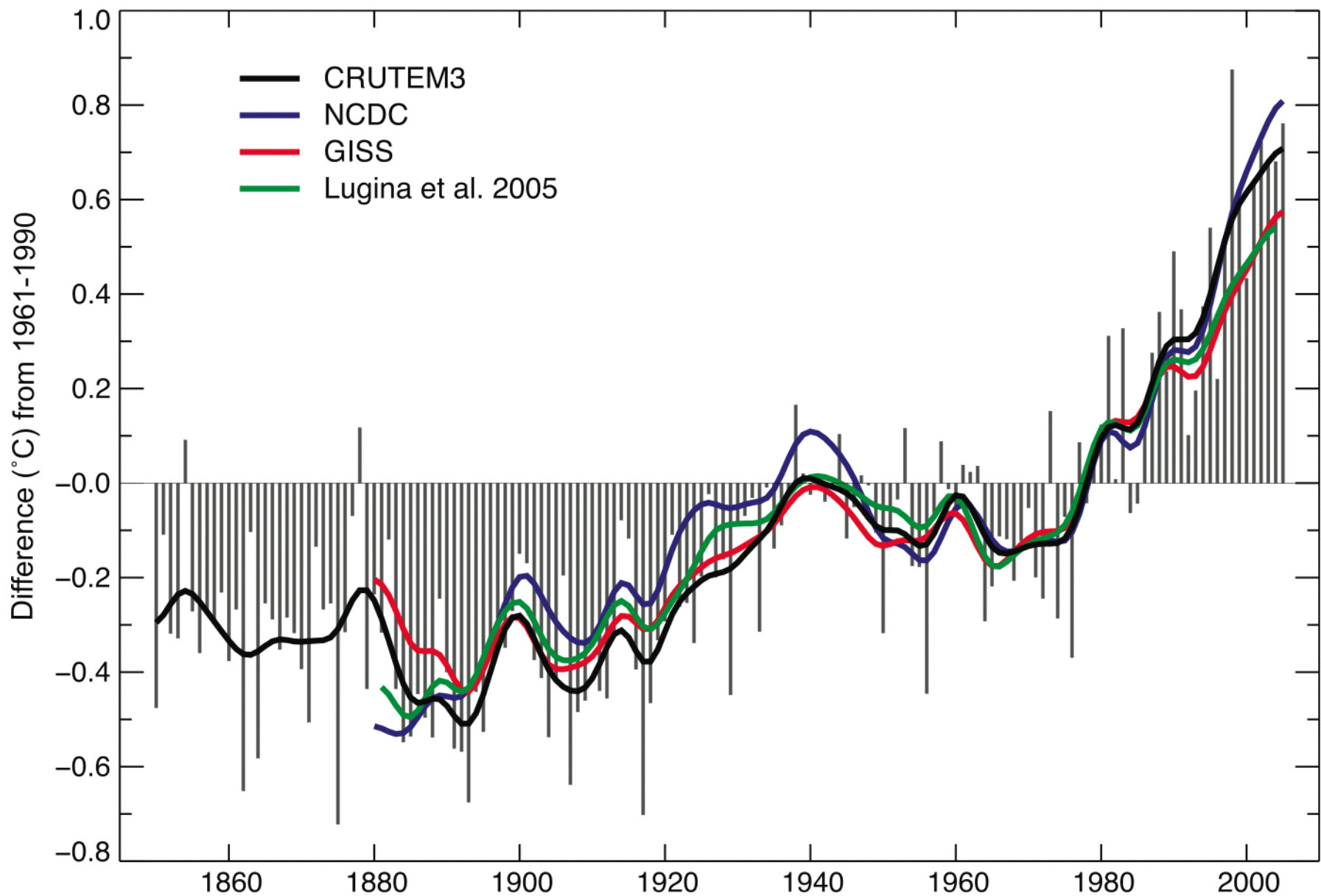
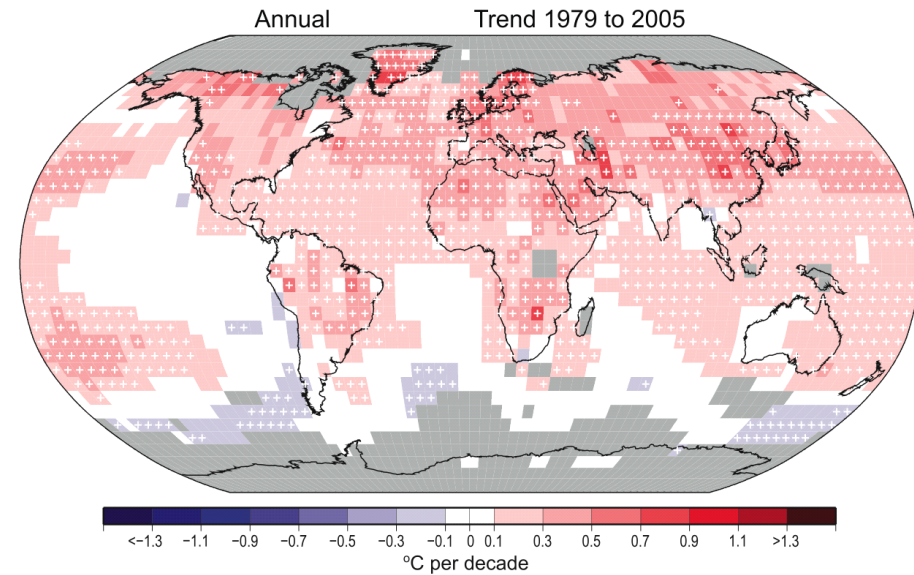
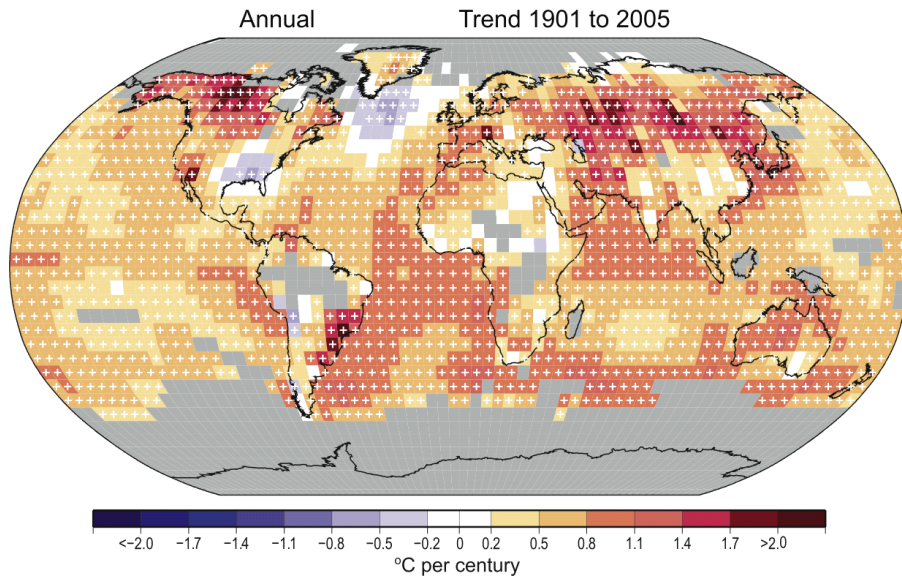


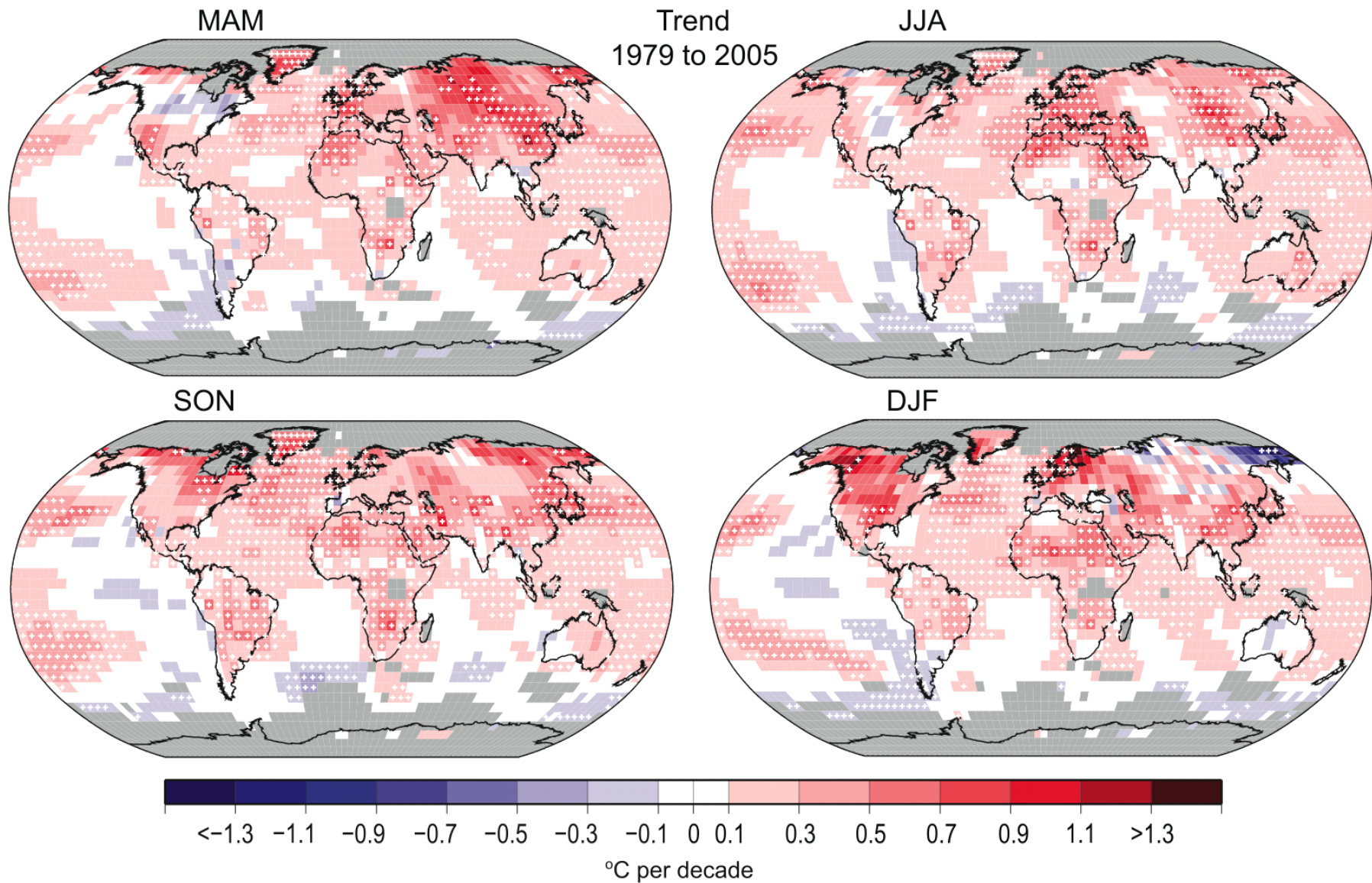
Figure 3.1

Porovnání různých globálních teplotních řad (IPCC, 2007)



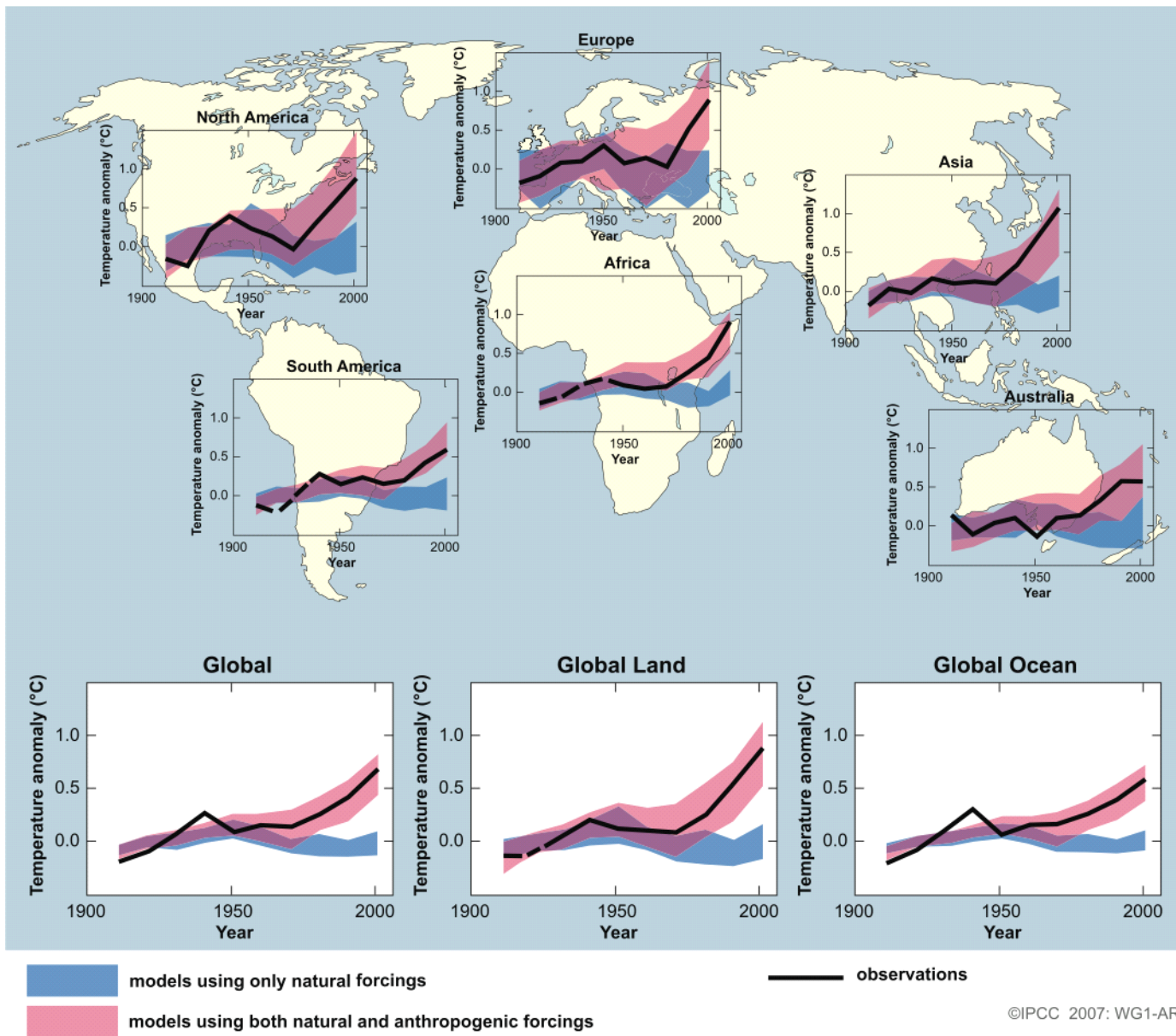
Porovnání ročních teplotních trendů mezi dvěma obdobími (IPCC, 2007)

Figure 3.9

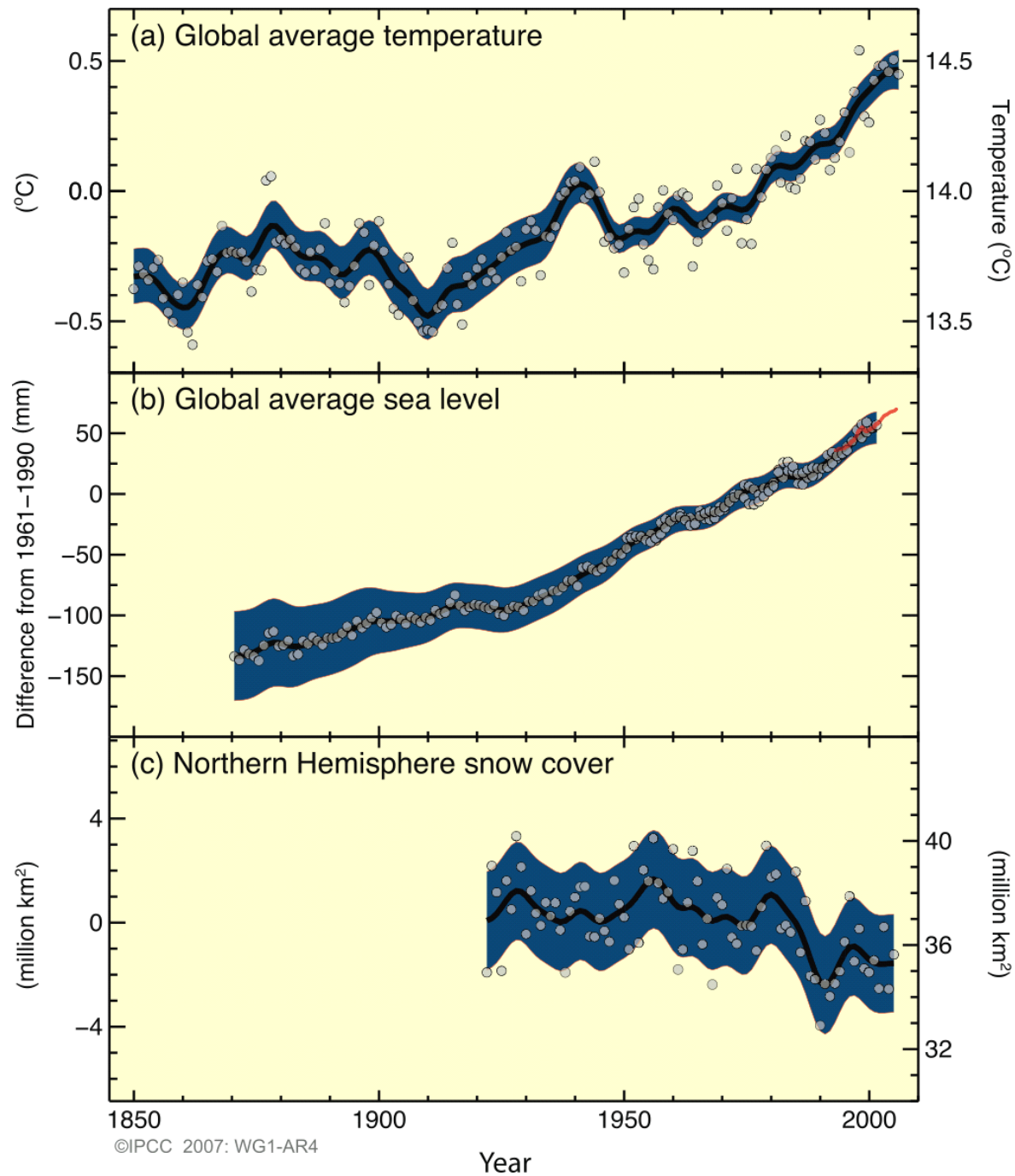


Sezonní teplotní trendy (IPCC, 2007)

Figure 3.10



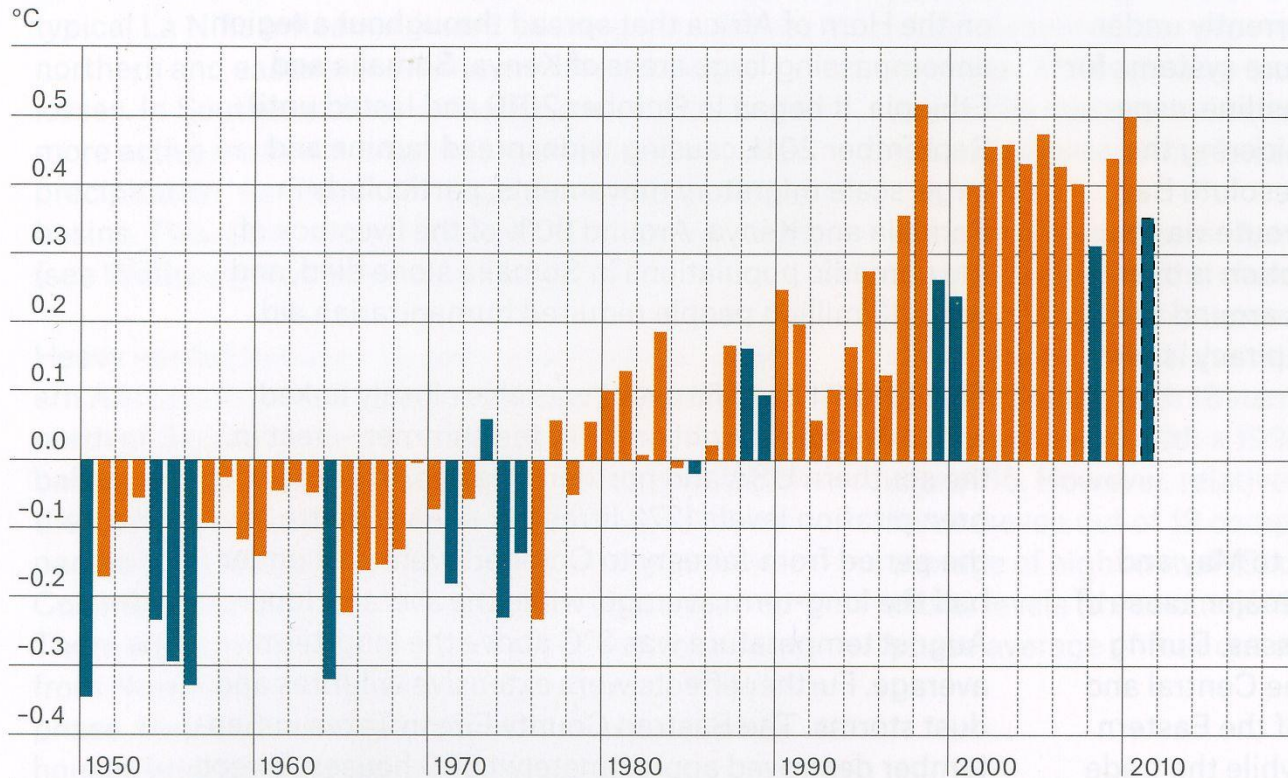
Simulace pozorovaných teplot se zahrnutím přírodních a antropogenních faktorů **Figure SPM.4** (IPCC, 2007)



(IPCC, 2007)

Figure SPM.3

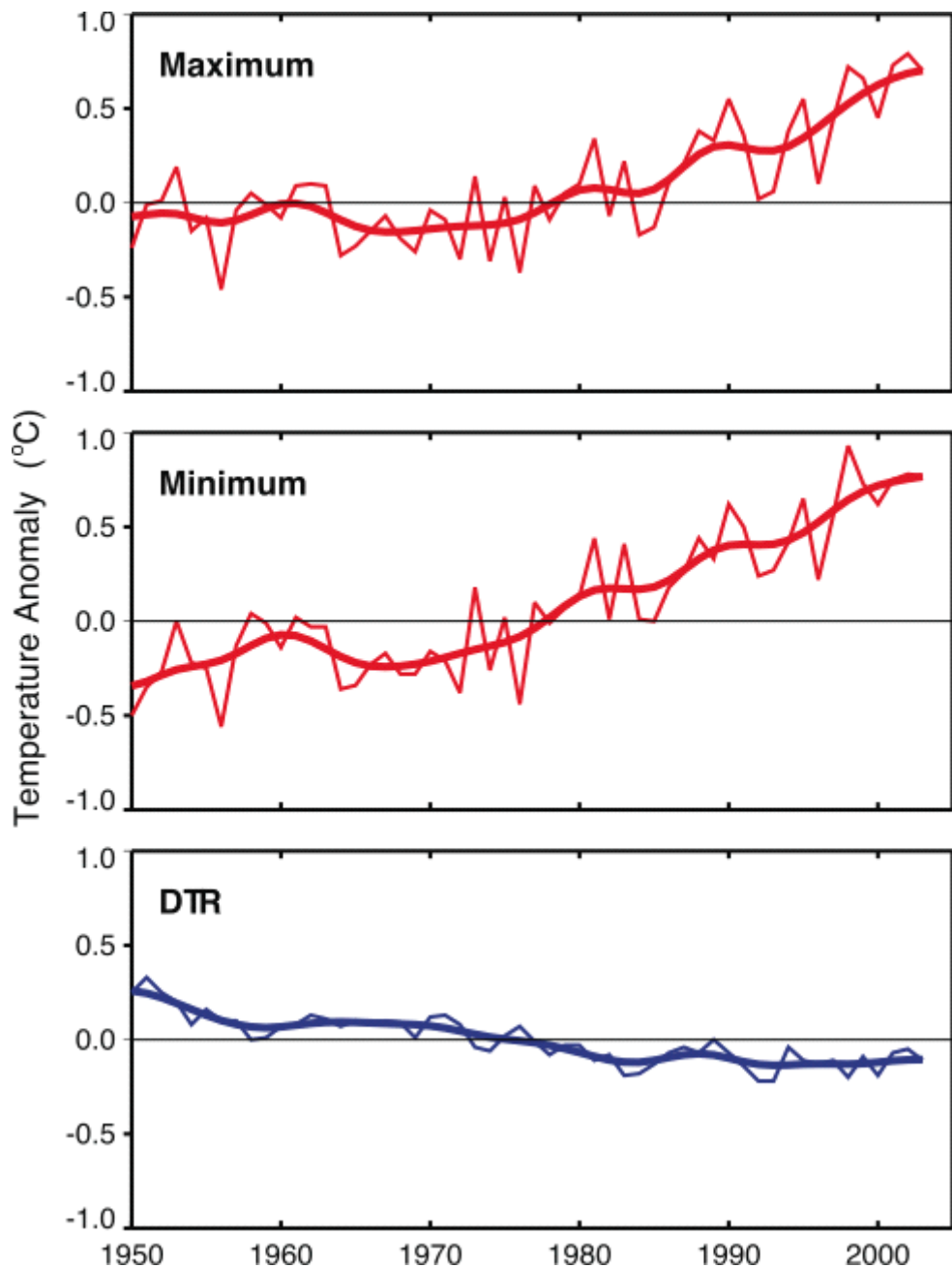
Time series of mean global annual temperature anomalies with respect to a 1961-1990 base period for the period 1950-2011



The La Niña years in the time series of the Met Office/University of East Anglia show a rise in global mean annual temperature over time, as does the entire series. Of all the La Niña years, preliminary analyses indicate that 2011 has been the warmest to date. Years in which the average Oceanic Niño Index (NOAA/CPC) is not more than -0.5 are termed La Niña years.

- Neutral and El Niño years
- La Niña years
- Preliminary estimate, based on January-October 2011

Data sources: Met Office/Climate Research Unit of the University of East Anglia; NOAA/Climate Prediction Center



Rychlejší nárůst minimálních (TMI) teplot oproti maximálním (TMA) a výsledný pokles denní teplotní amplitudy (DTR) je přičítán rostoucímu vlivu skleníkových plynů na TMI (TMA ovlivněno více slunečním svitem)

Figure 3.2

4.3 Srážky

Systematické chyby při měření srážek (Sevruk, 1985)

- aerodynamický efekt srážkoměru (2-10 % déšť, 10-50 % sních)
- smáčení srážkoměru (2-10 %)
- výpar vody ze srážkoměru (0-4 %)
- rozstřík dopadajících srážek do (ven ze) srážkoměru (1-2 %)
- akumulace navívaného a unášeného sněhu

Naměřené úhrny srážek představují podhodnocené odhady jejich skutečného množství.

Doporučená literatura:

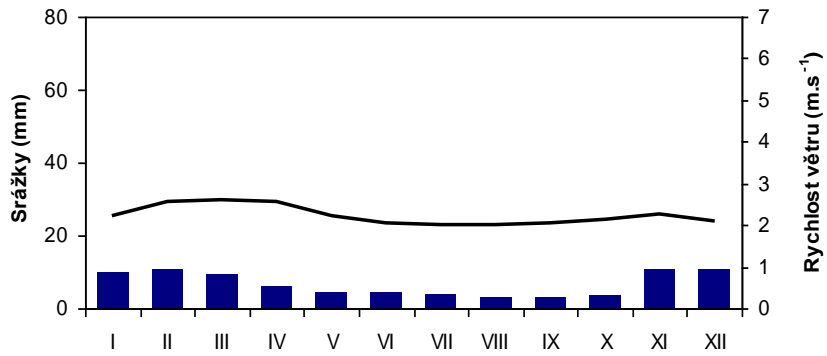
Brázdil, R., Štěpánková, P. (1998): Korekce systematických chyb při měření srážek na Milešovce v období 1956-1996. Meteorologické zprávy, 51, č. 5, s. 142-148.

Sevruk, B. (2004): Niederschlag als Wasserkreislauelement, Theorie und Praxis der Niederschlagsmessung. ETH, Zurich - Nitra, 200 s.

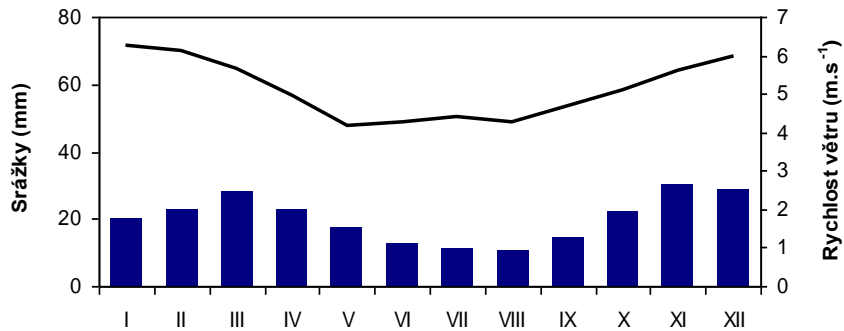
Velikost opravy srážek a ovlivňující faktory

Vítr

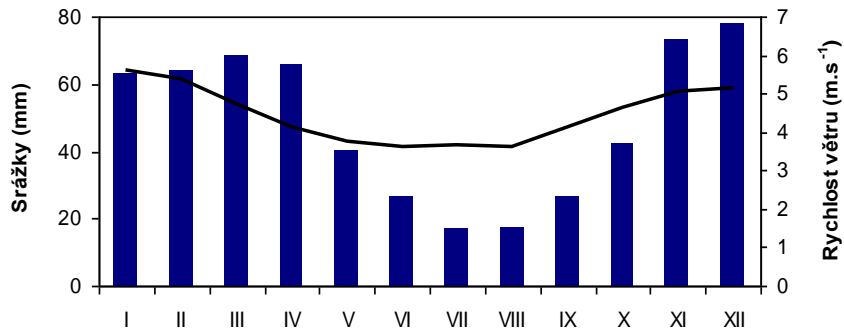
Brno-Tuřany



Milešovka

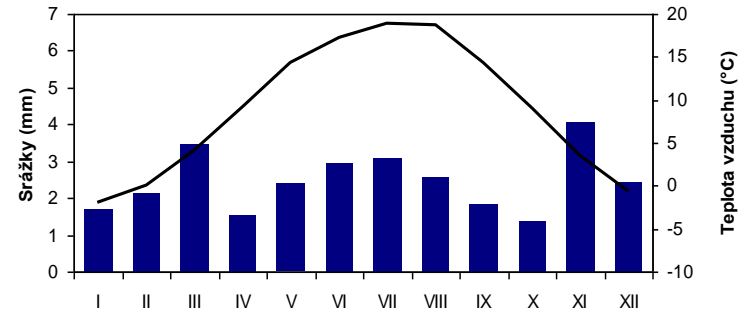


Lysá hora

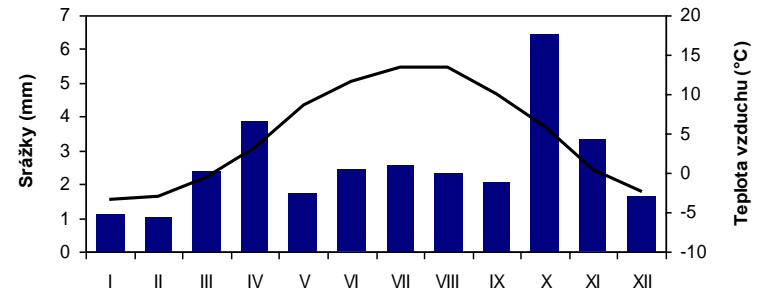


Výpar

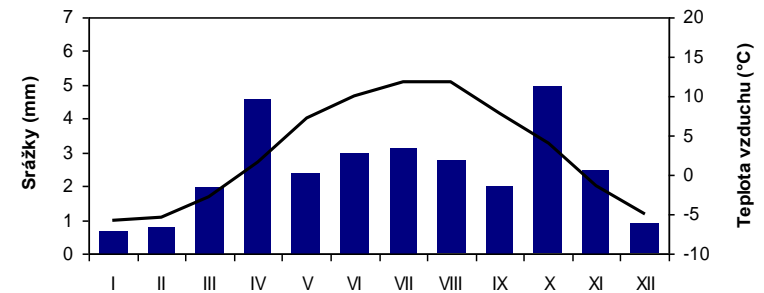
Brno-Tuřany



Milešovka

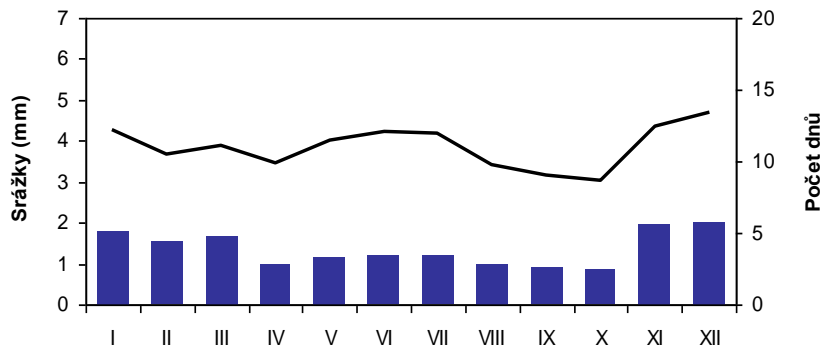


Lysá hora

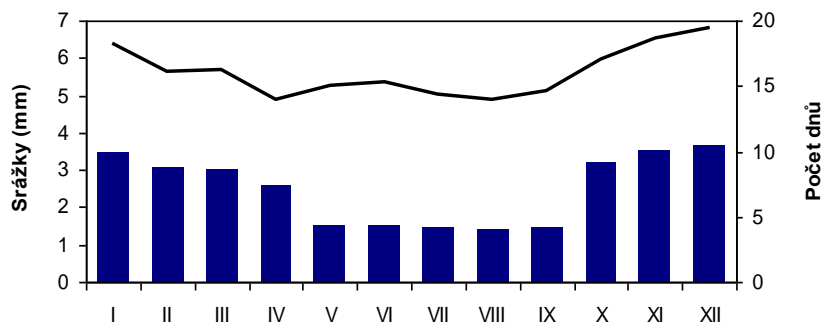


Smáčení

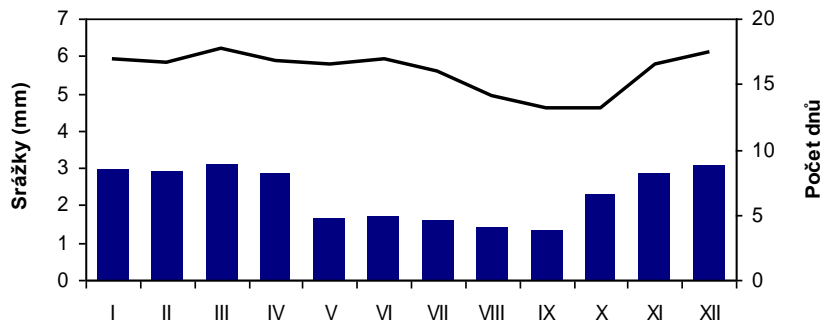
Brno-Tuřany



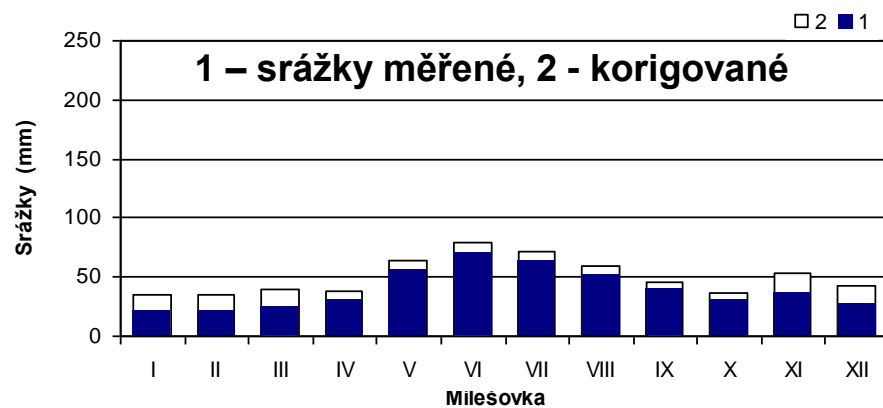
Milešovka



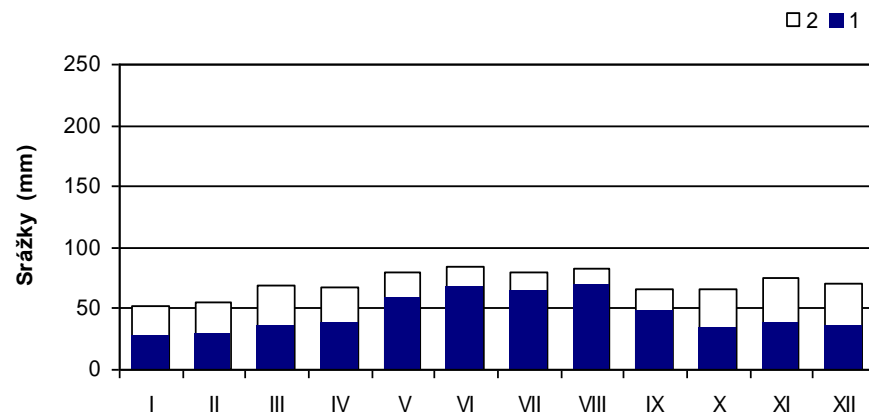
Lysá hora



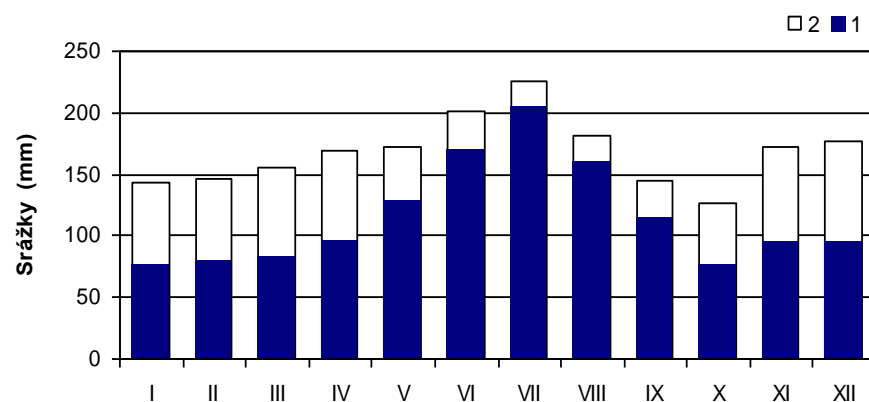
Brno-Tuřany



Milešovka



Lysá hora



(Atlas podnebí Česka, 2007, kap. Srážky)

Sevruk, Klemm (1989):

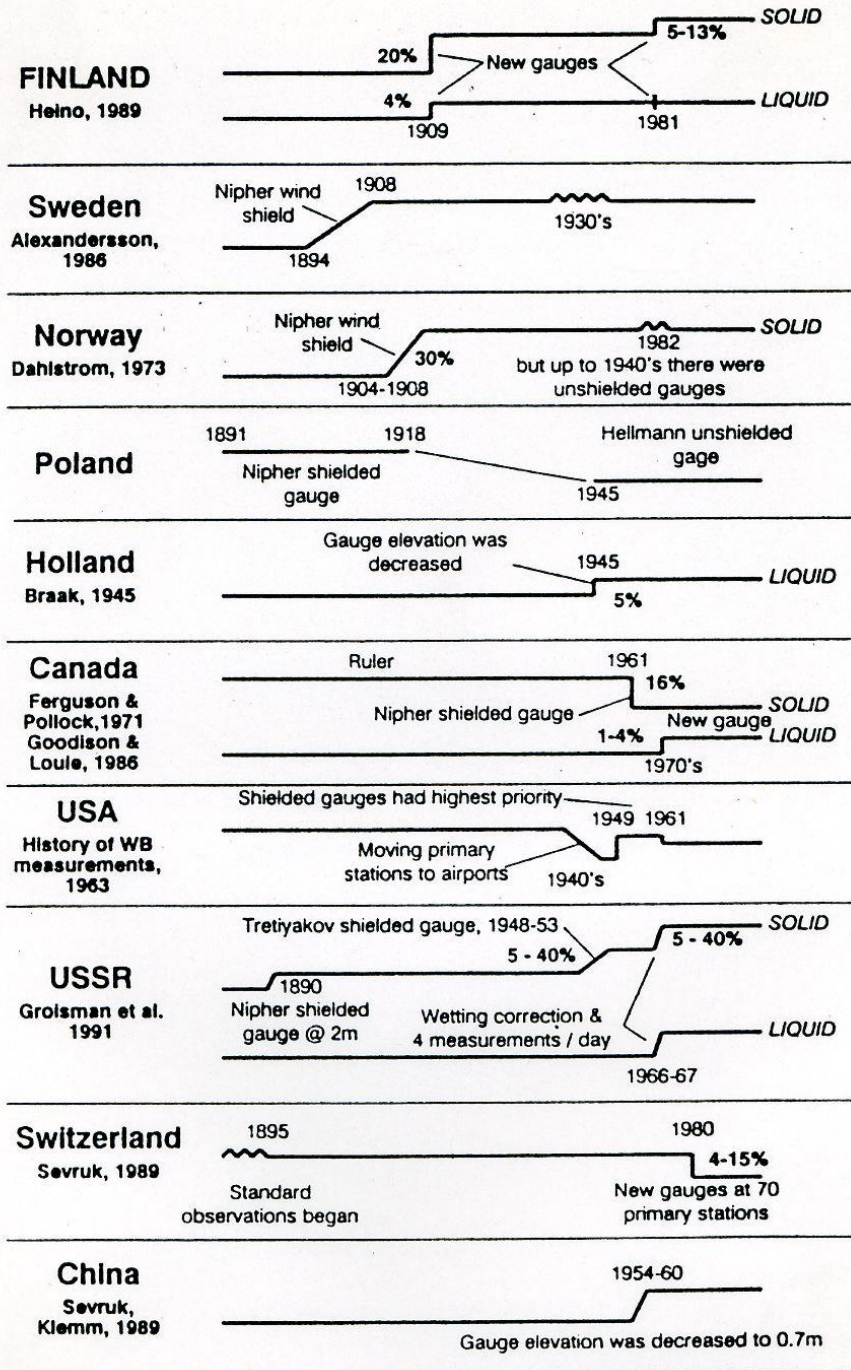
ve 136 zemích světa se užívalo

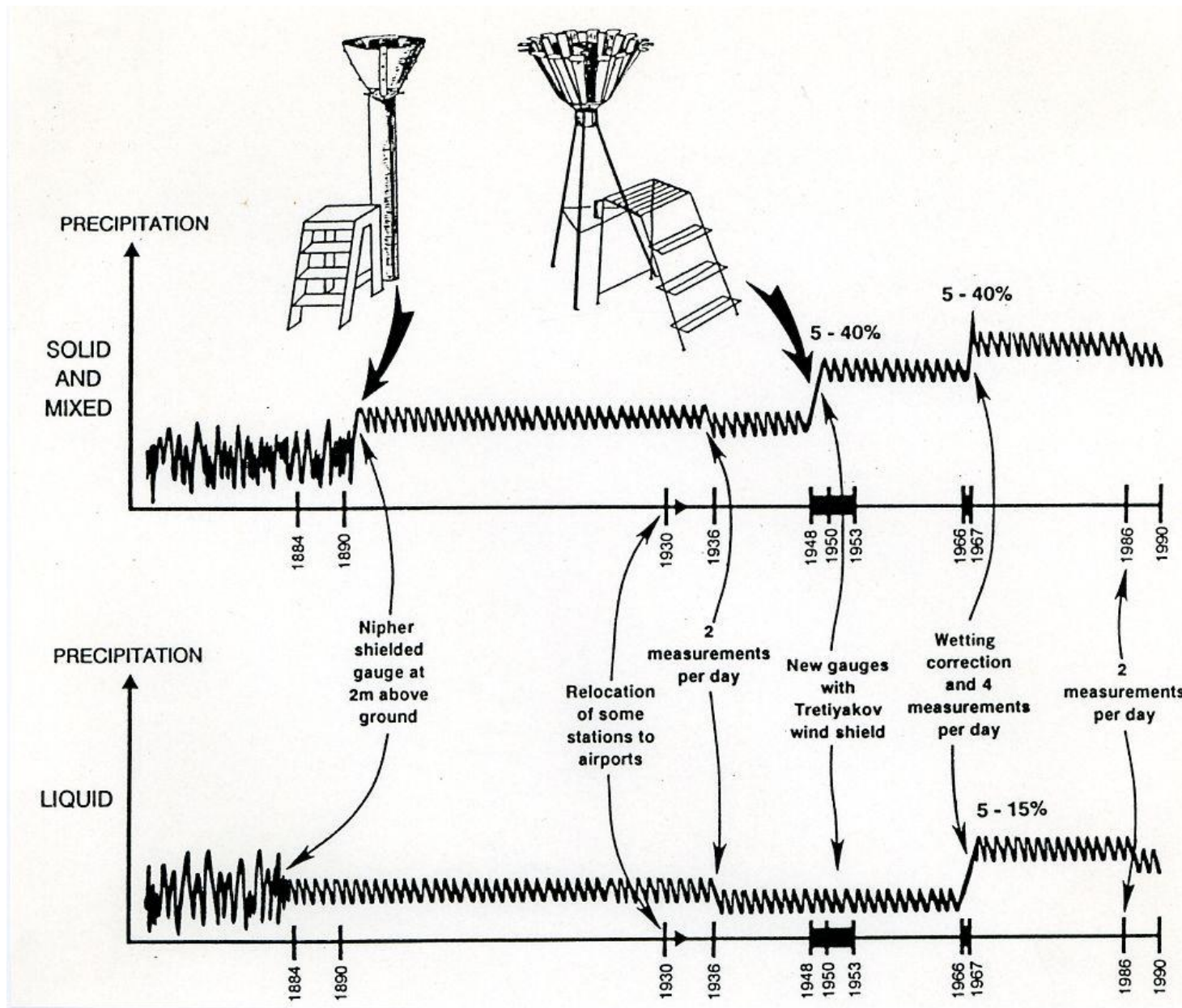
- 54 typů srážkoměrů
- záchytná plocha 7-1000 cm²
- výška 0,2-2 m nad zemí

- nehomogenity v měření srážek

- počítají se prostorové průměry (např. pro povodí)

- upuštěno od výpočtu globálních srážkových řad





Příklad narušení homogenity srážkových řad v Rusku

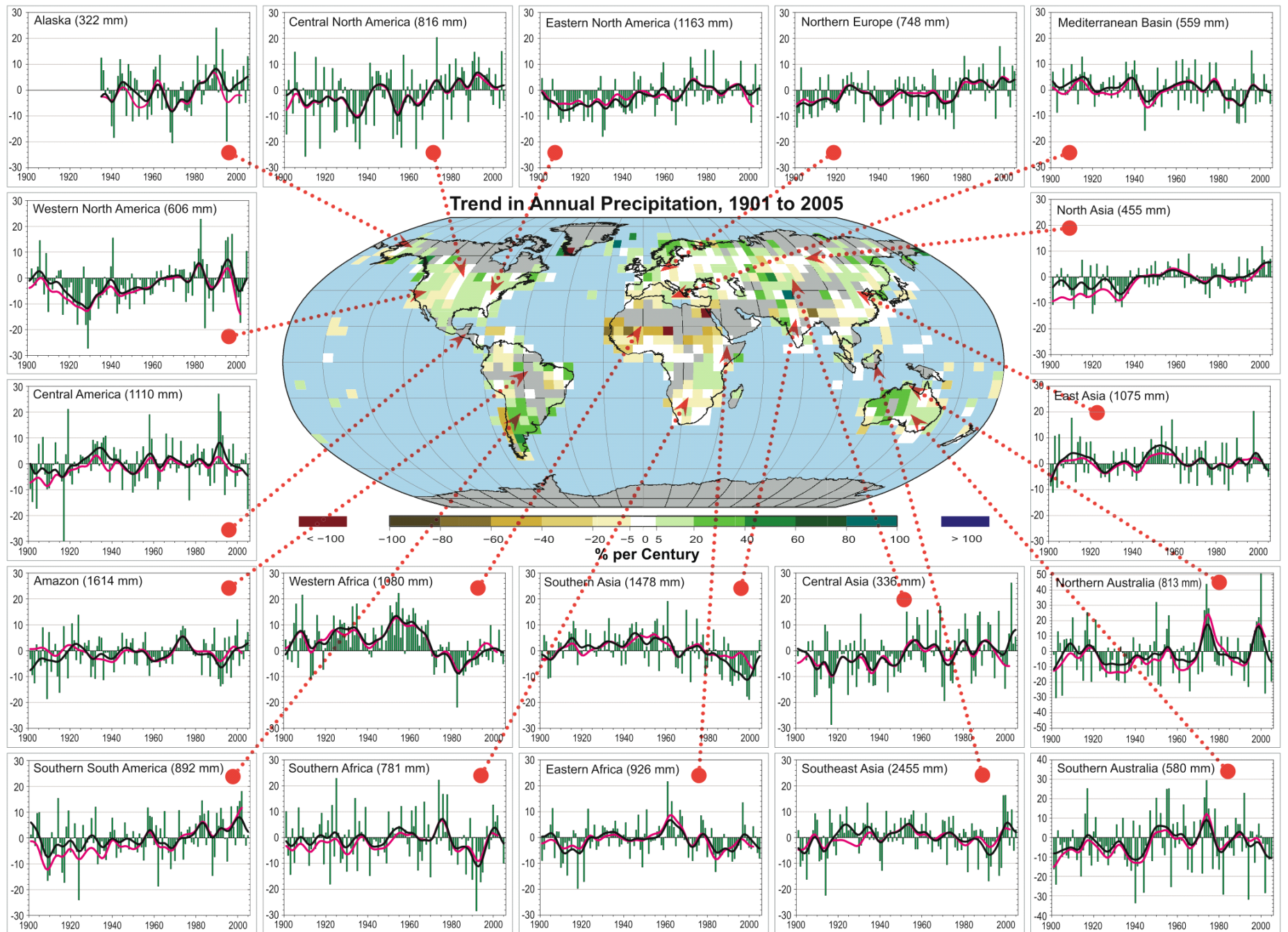


Figure 3.14

Problém automatizace měření

a)



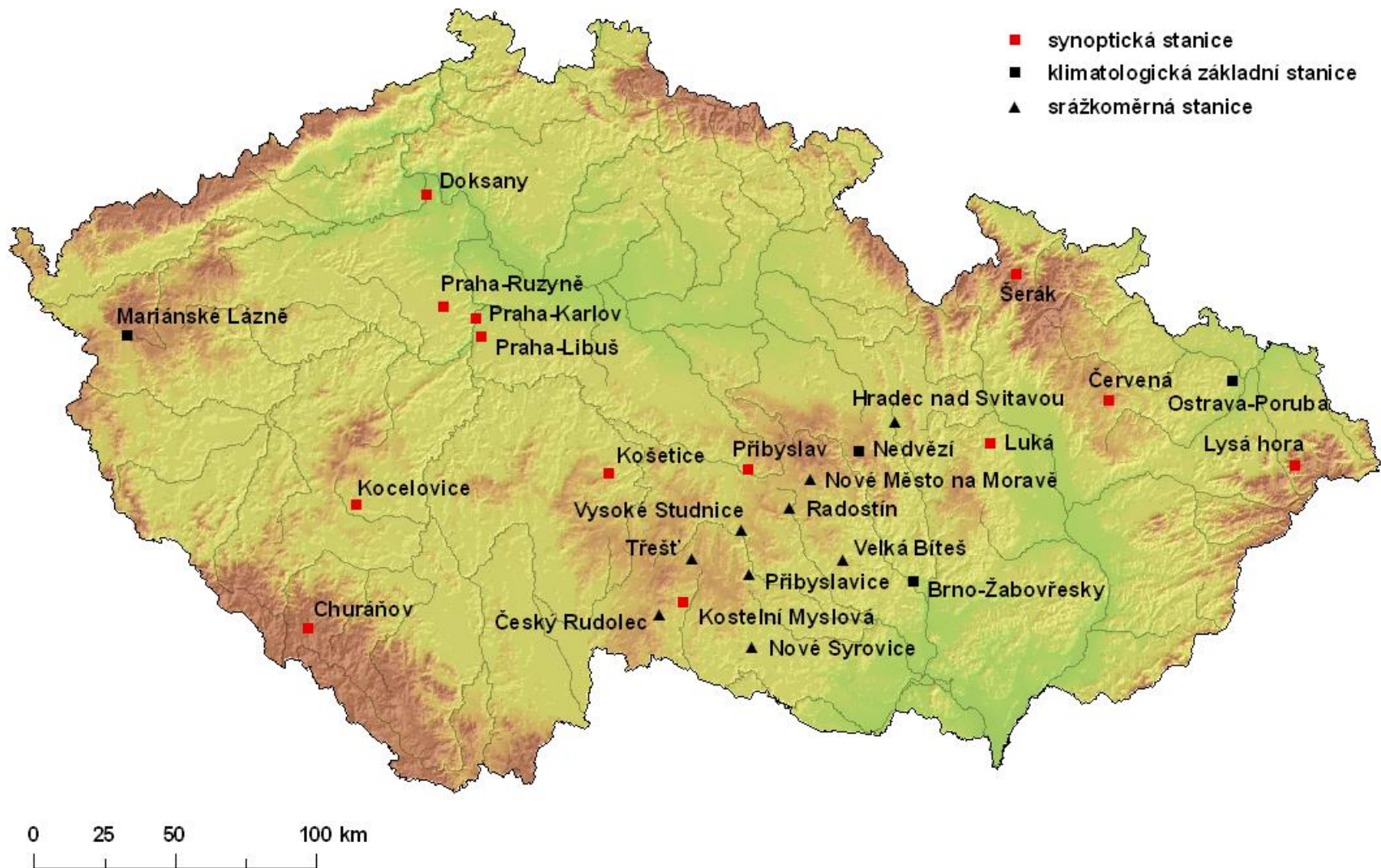
a) Manuální srážkoměr METRA 886

b) automatický člunkový srážkoměr MR3H

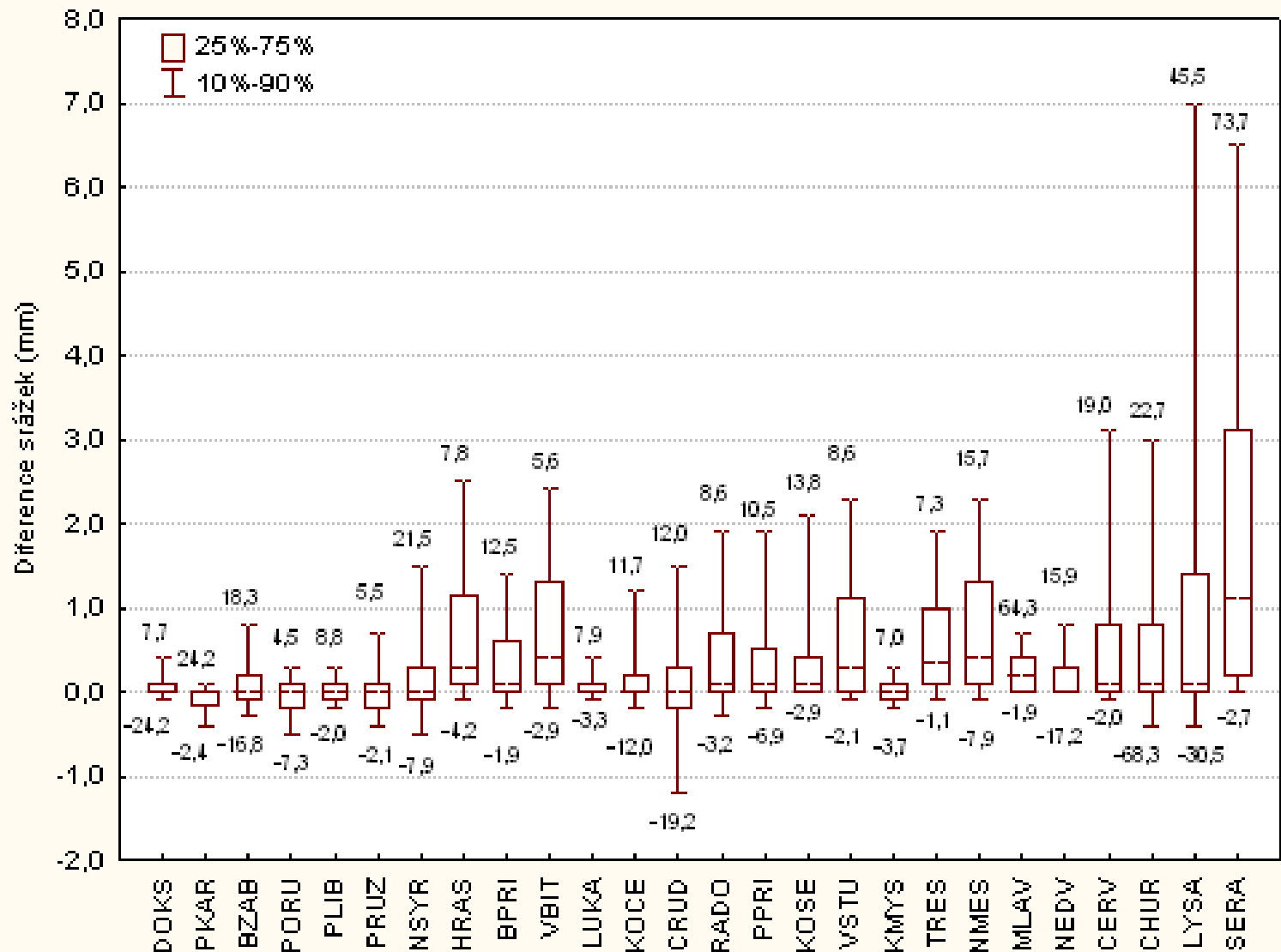
b)



Kněžínková, B., Brázdil, R., Štěpánek, P. (2010): Porovnání měření srážek srážkoměrem Metra 886 a automatickým člunkovým srážkoměrem MR3H ve staniční síti Českého hydrometeorologického ústavu. Meteorologické zprávy, 63, 5, 147–155

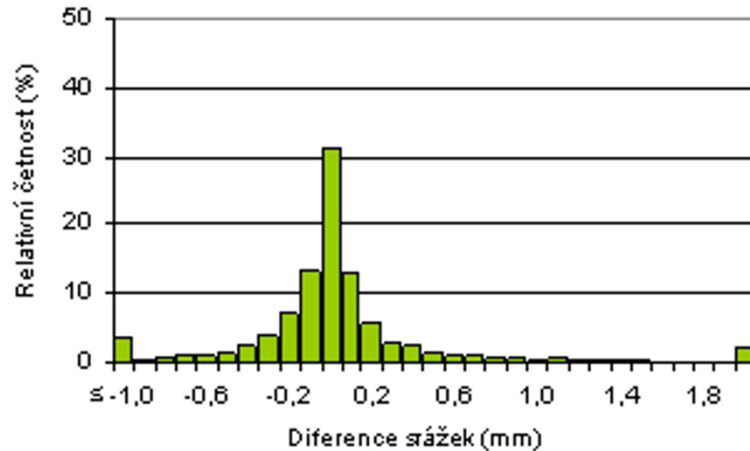


Poloha a typ meteorologických stanic ČHMÚ použitých k analýze diferencí denních úhrnů srážek měřených srážkoměry METRA 886 a MR3H

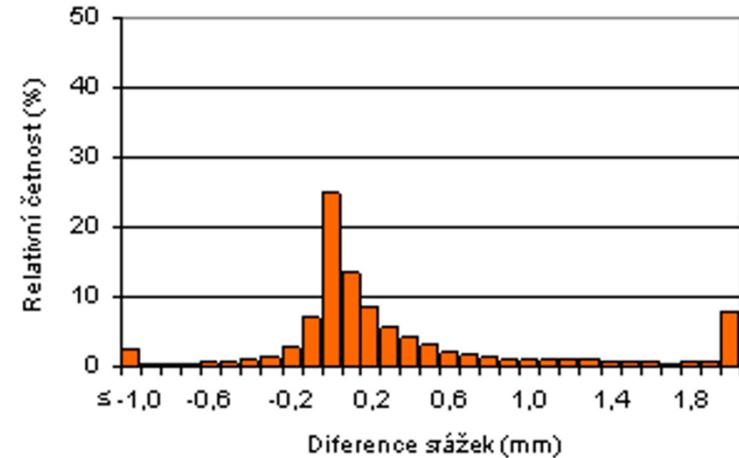


Krabicové grafy (medián, dolní a horní kvartil, 10. a 90. percentil) a extrémní kladné a záporné hodnoty (čísla) diferencí denních úhrnů srážek měřených srážkoměry METRA 886 a MR3H na jednotlivých stanicích v letech 1999–2007

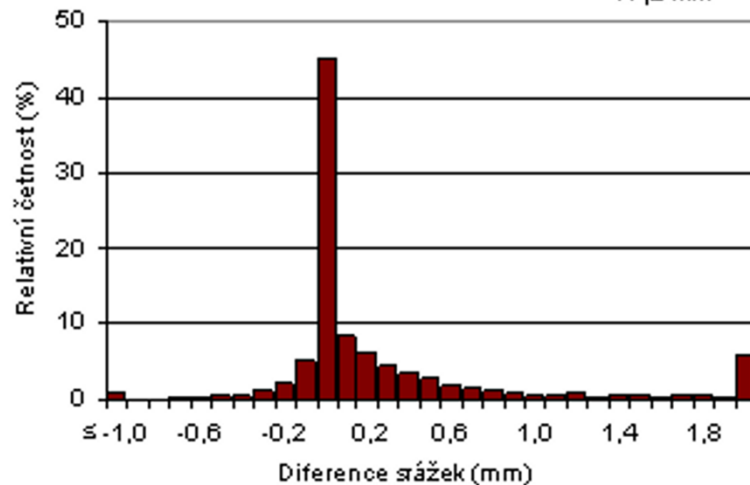
≤ 400 m n.m. maximální diference: 24,2 mm
-24,2 mm



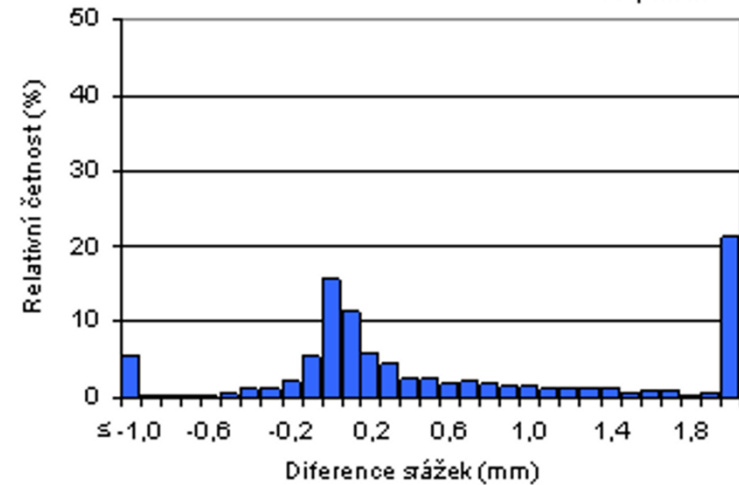
401-700 m n.m. maximální diference: 64,3 mm
-19,2 mm



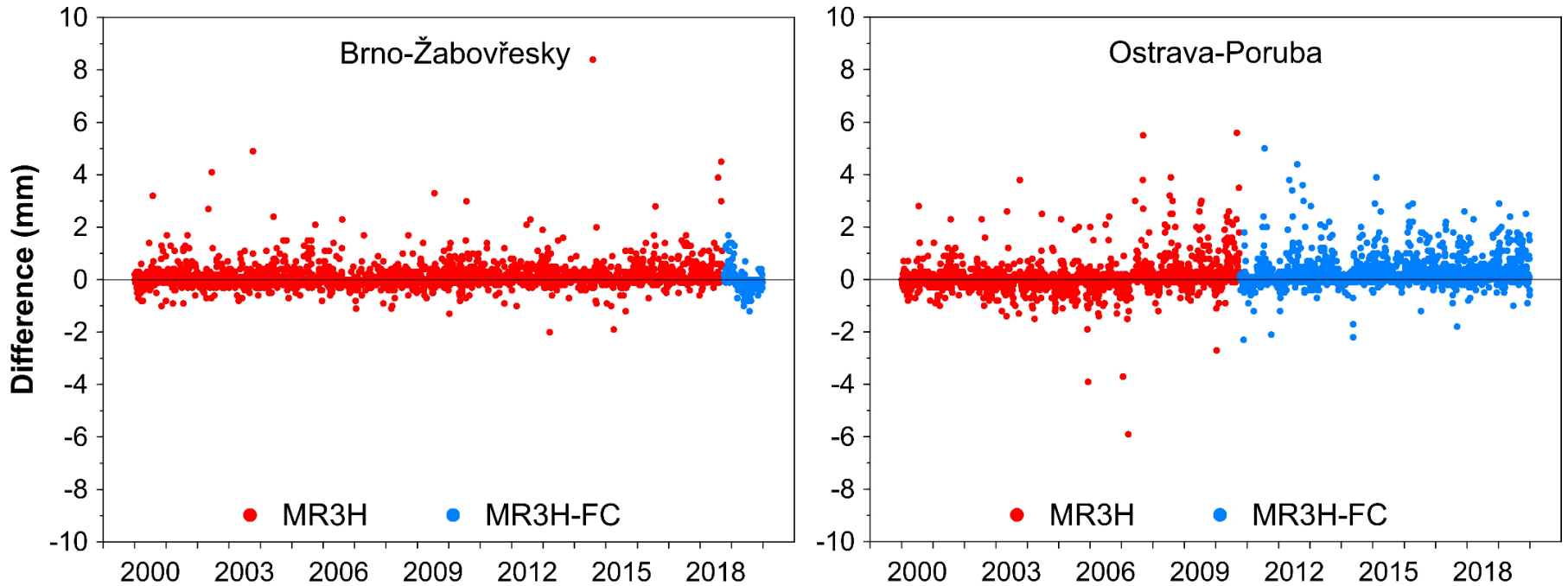
701-1000 m n.m. maximální diference: 19,0 mm
-17,2 mm



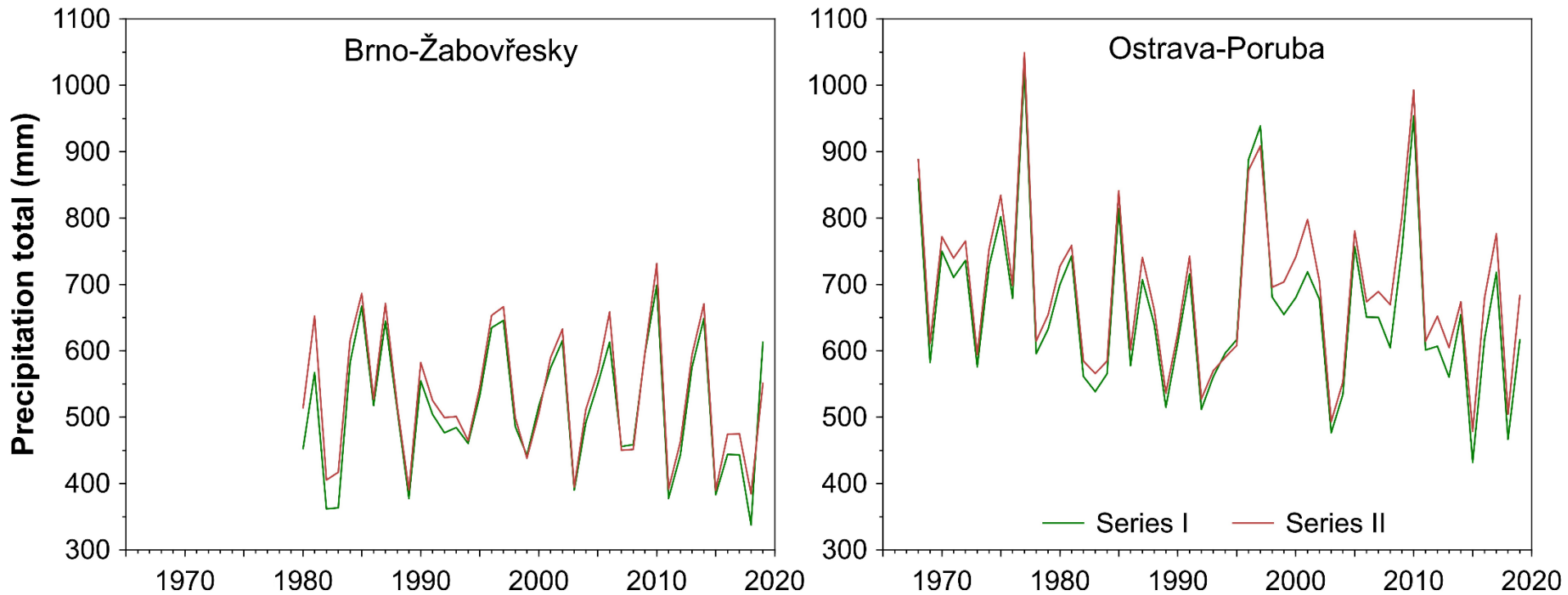
≥ 1001 m n.m. maximální diference: 73,7 mm
-68,3 mm



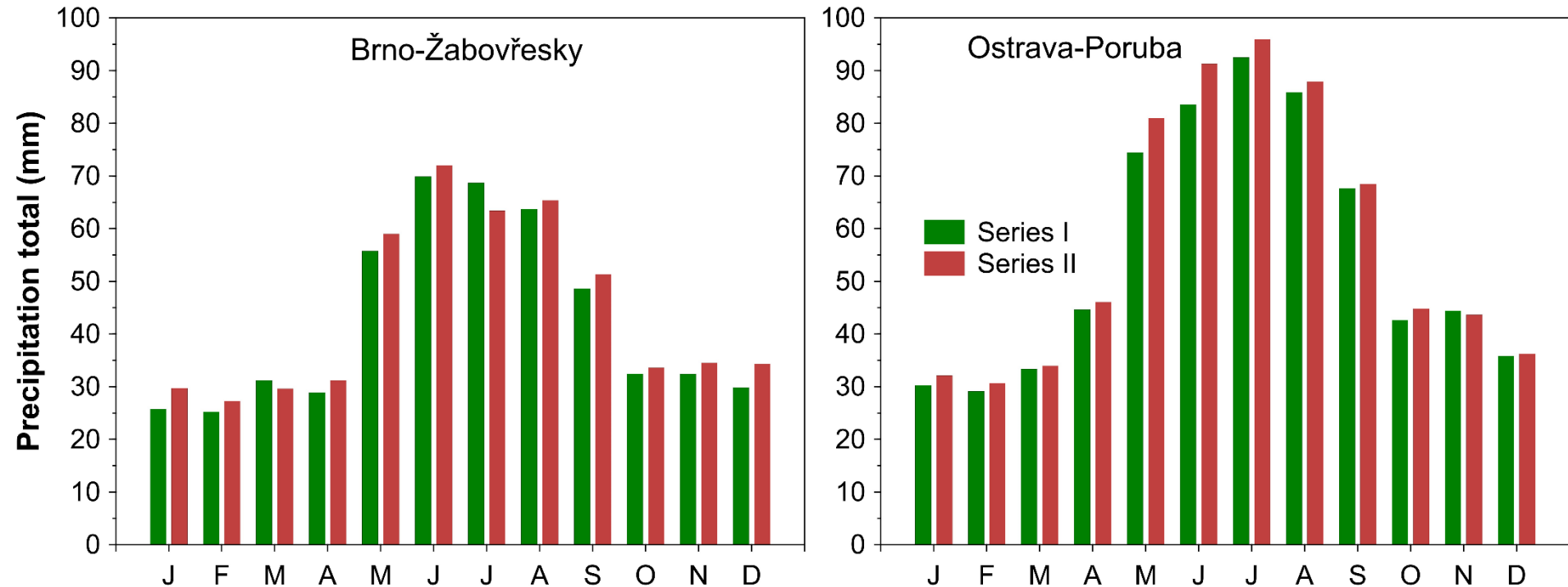
Relativní četnosti (%) rozdělení diferencí denních úhrnů srážek měřených srážkoměry METRA 886 a MR3H pro skupiny stanic v různých výškových intervalech v letech 1999–2007



Fluctuations in differences of daily precipitation totals measured simultaneously by METRA 886 and automatic rain gauges, MR3H (red) and MR3H-FC (blue), at the Brno-Žabovřesky (BZAB) and Ostrava-Poruba (PORU) stations in the 1 January 2000–31 December 2019 period (Valík et al., International Journal of Climatology, 2021)



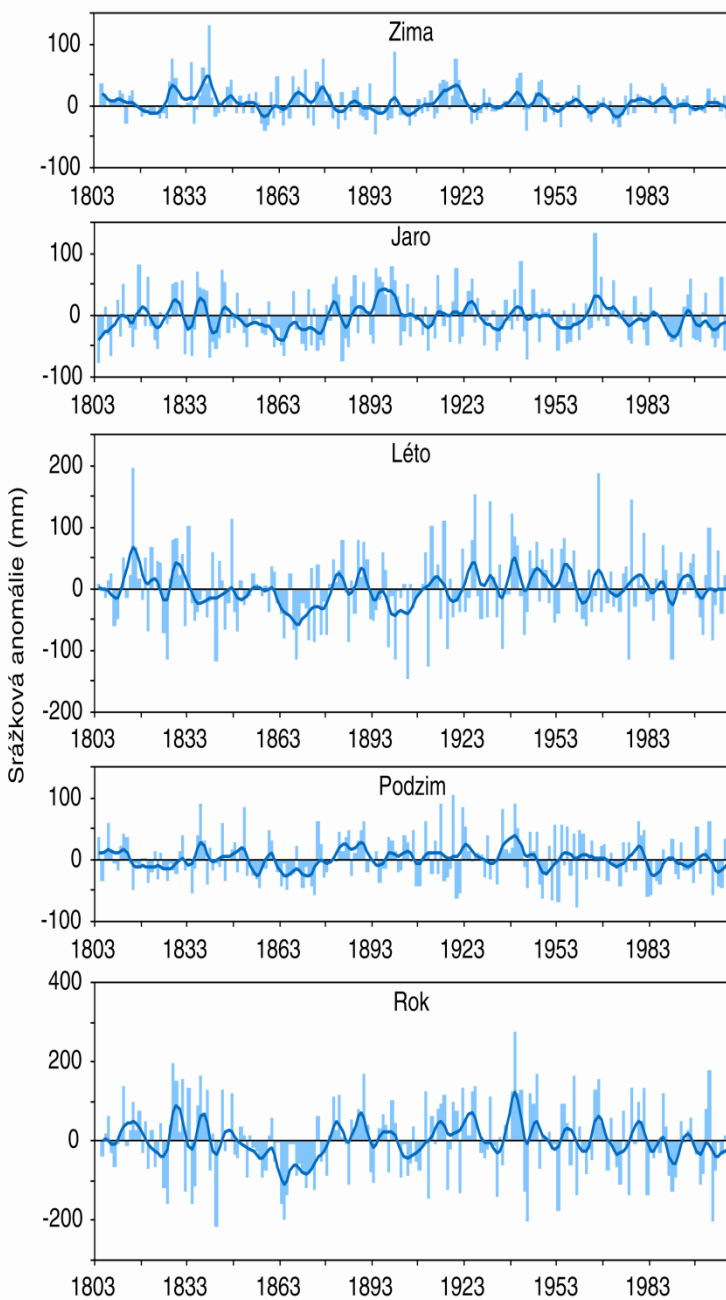
Fluctuations in annual precipitation totals at the Brno-Žabovřesky station (period 1980–2019) and the Ostrava-Poruba station (period 1968–2019), homogenised with respect precipitation measurements recorded by combined METRA 886 and automatic rain gauges (Series I) and METRA 886 alone (Series II) (Valík et al., IJC, 2021)



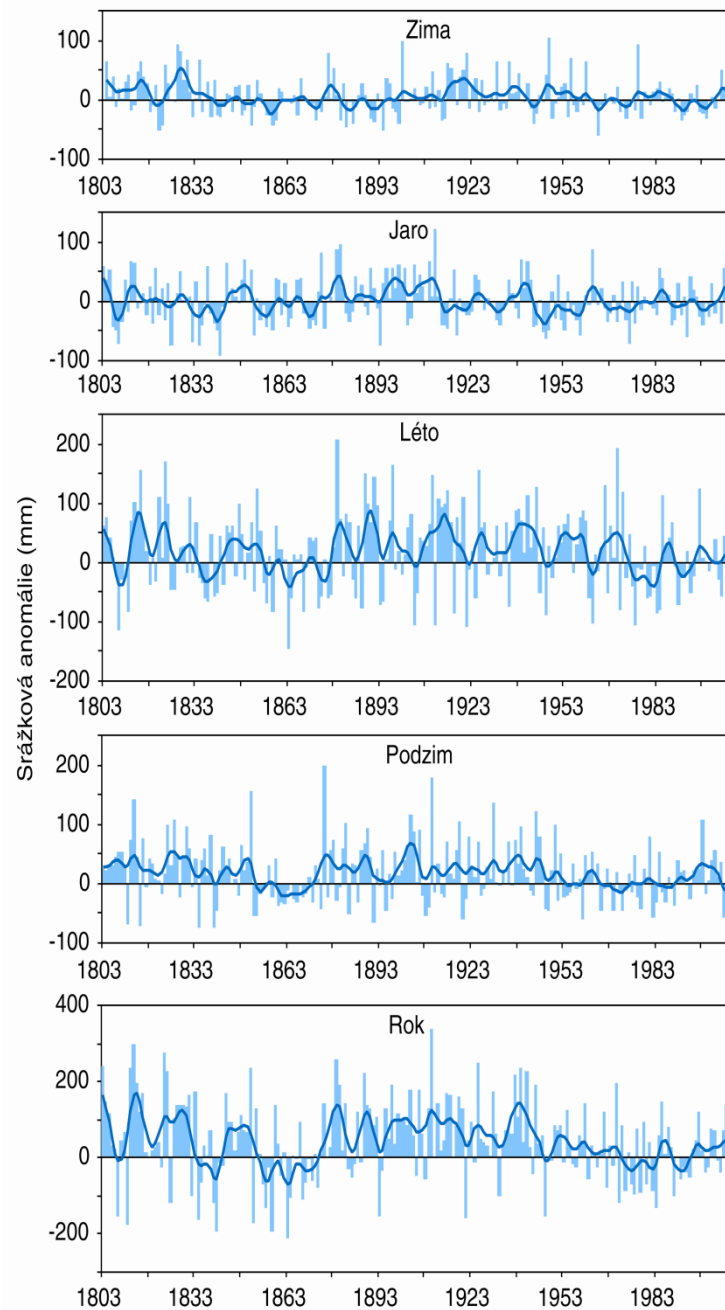
Annual variation in mean monthly precipitation totals at the Brno-Žabovřesky station (BZAB, period 1980–2019) and the Ostrava-Poruba station (PORU, period 1968–2019) homogenised with respect to combined METRA 886 and automatic rain gauges (Series I) and METRA 886 alone (Series II) precipitation measurements (Valík et al., IJC, 2021)

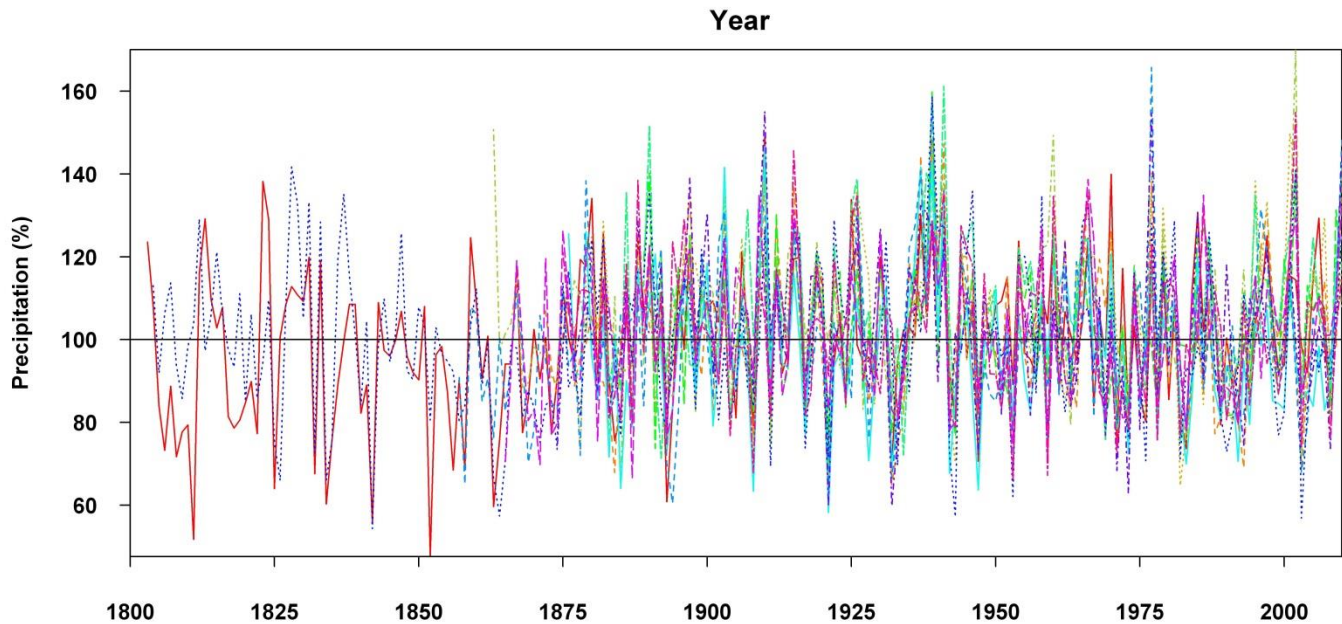
Sekulární srážkové řady

Praha-Klementinum



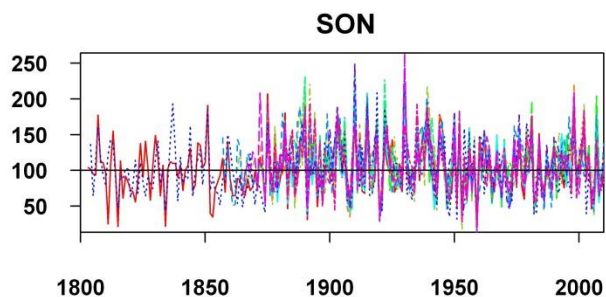
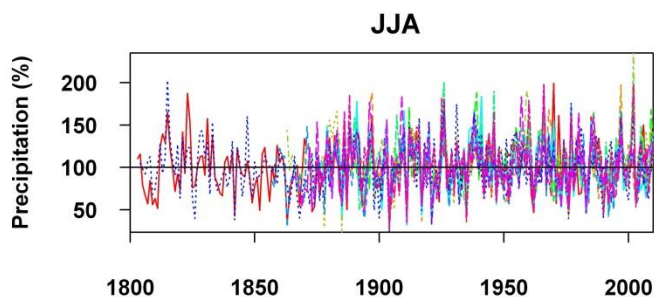
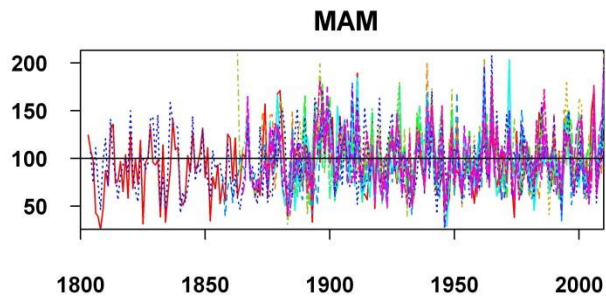
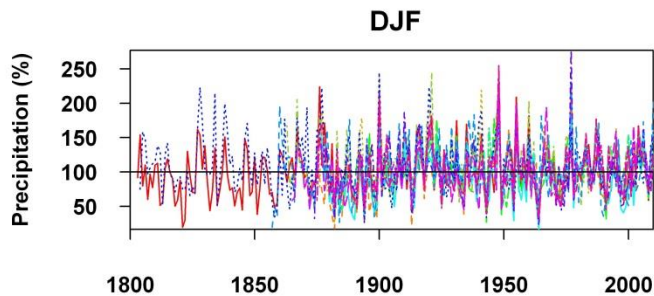
Brno

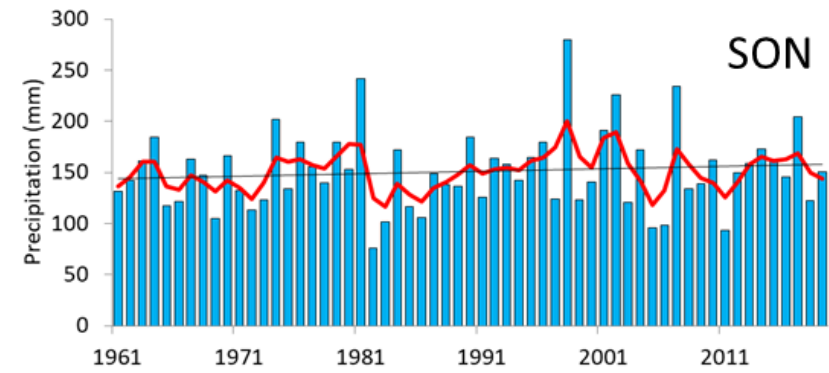
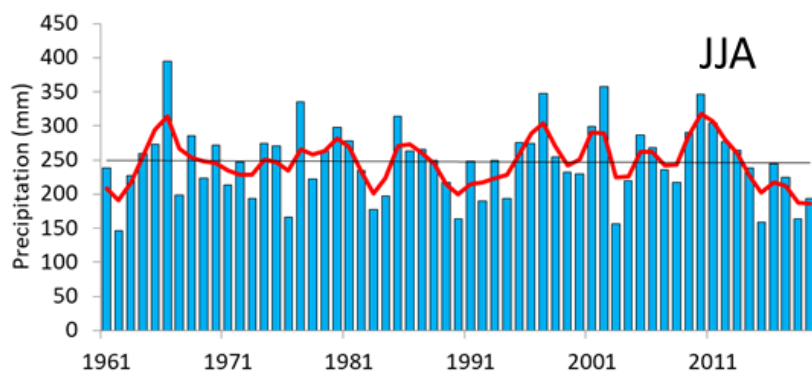
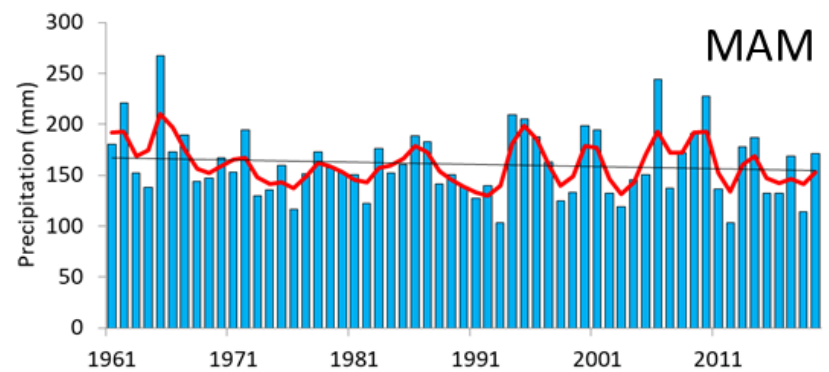
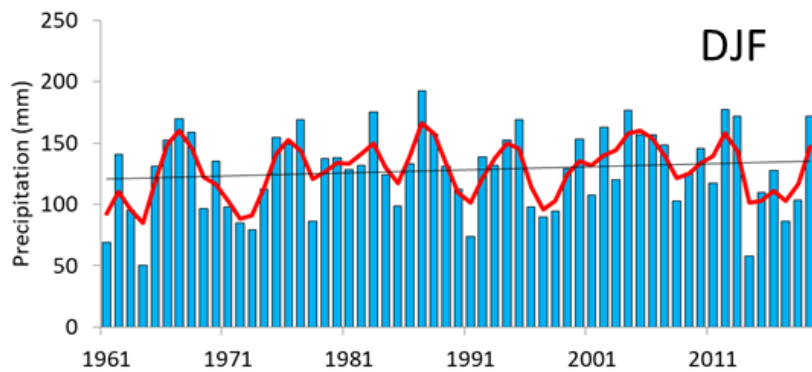
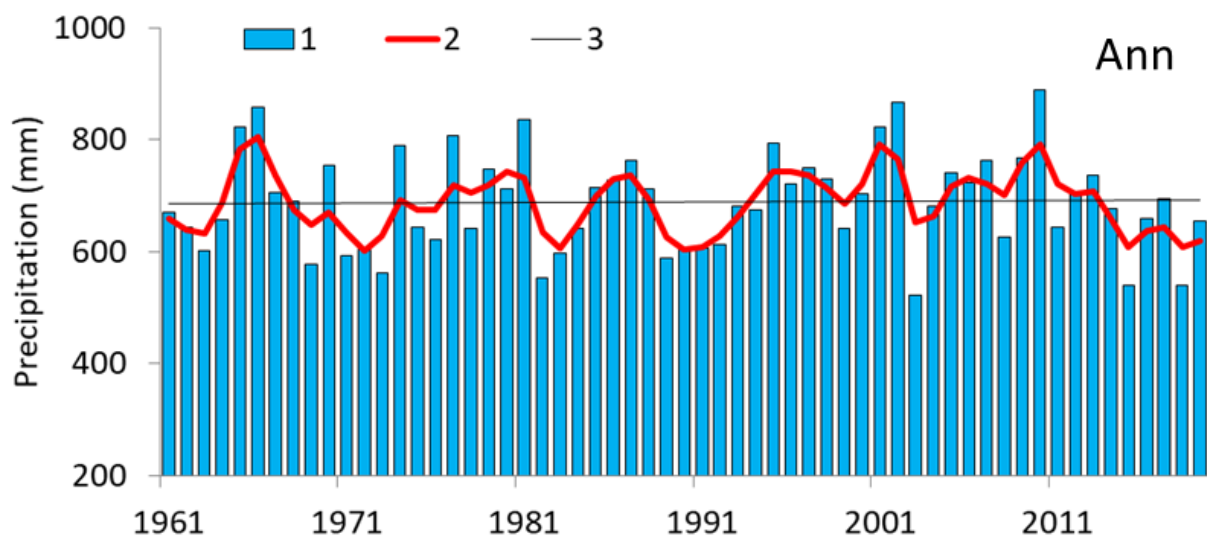




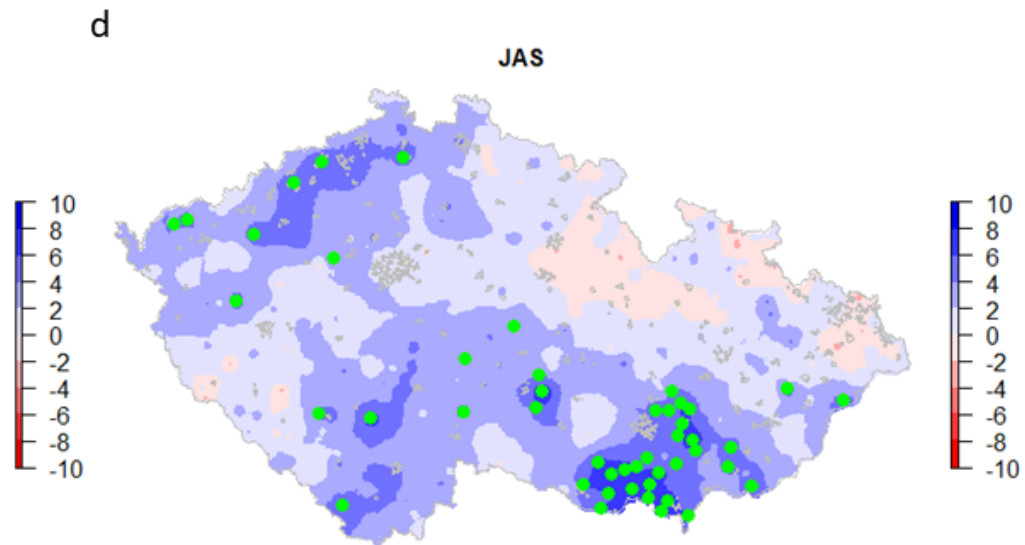
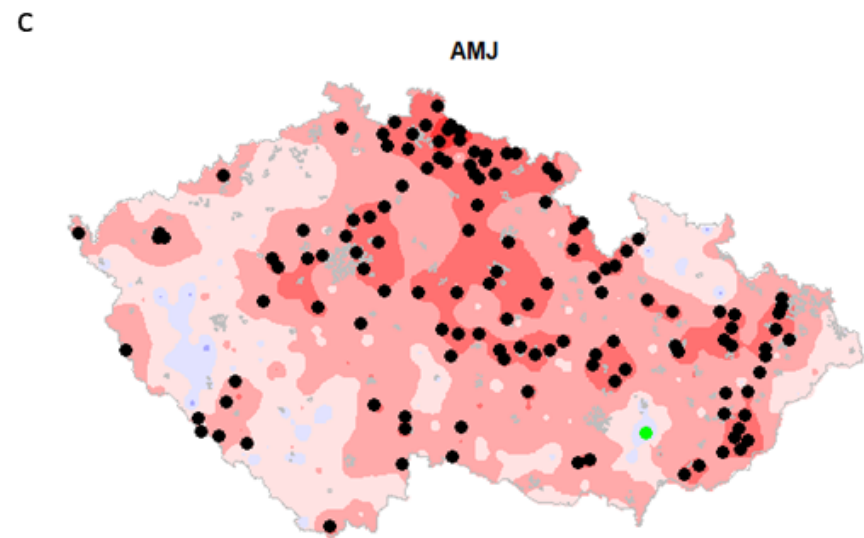
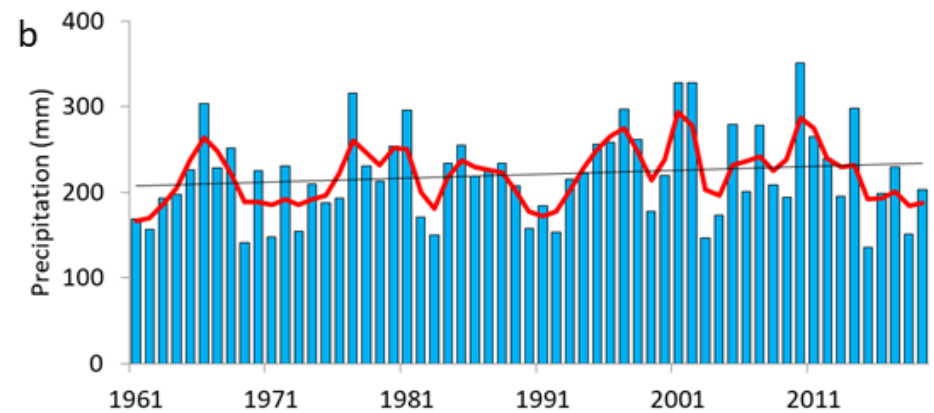
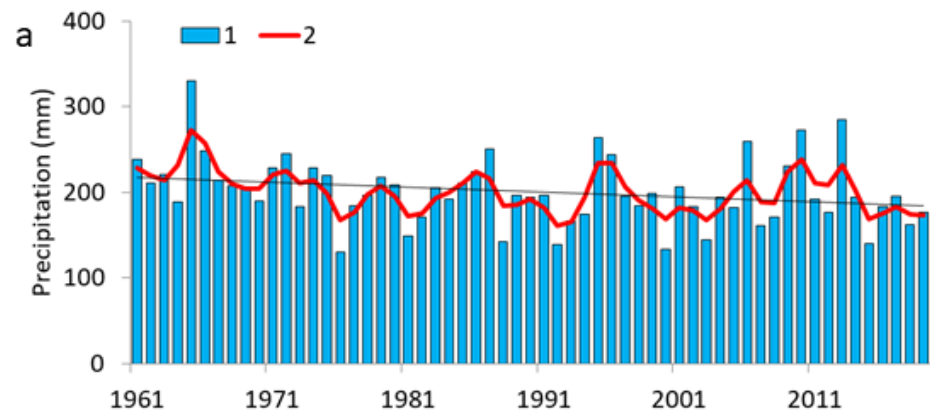
Srážky

- 1 – Brno
- 2 – Bystřice pod Hostýnem
- 3 – Čáslav
- 4 – České Budějovice
- 5 – Dačice
- 6 – Havlíčkův Brod
- 7 – Olomouc
- 8 – Opava
- 9 – Praha-Klementinum
- 10 – Přerov
- 11 – Šumperk
- 12 – Tábor

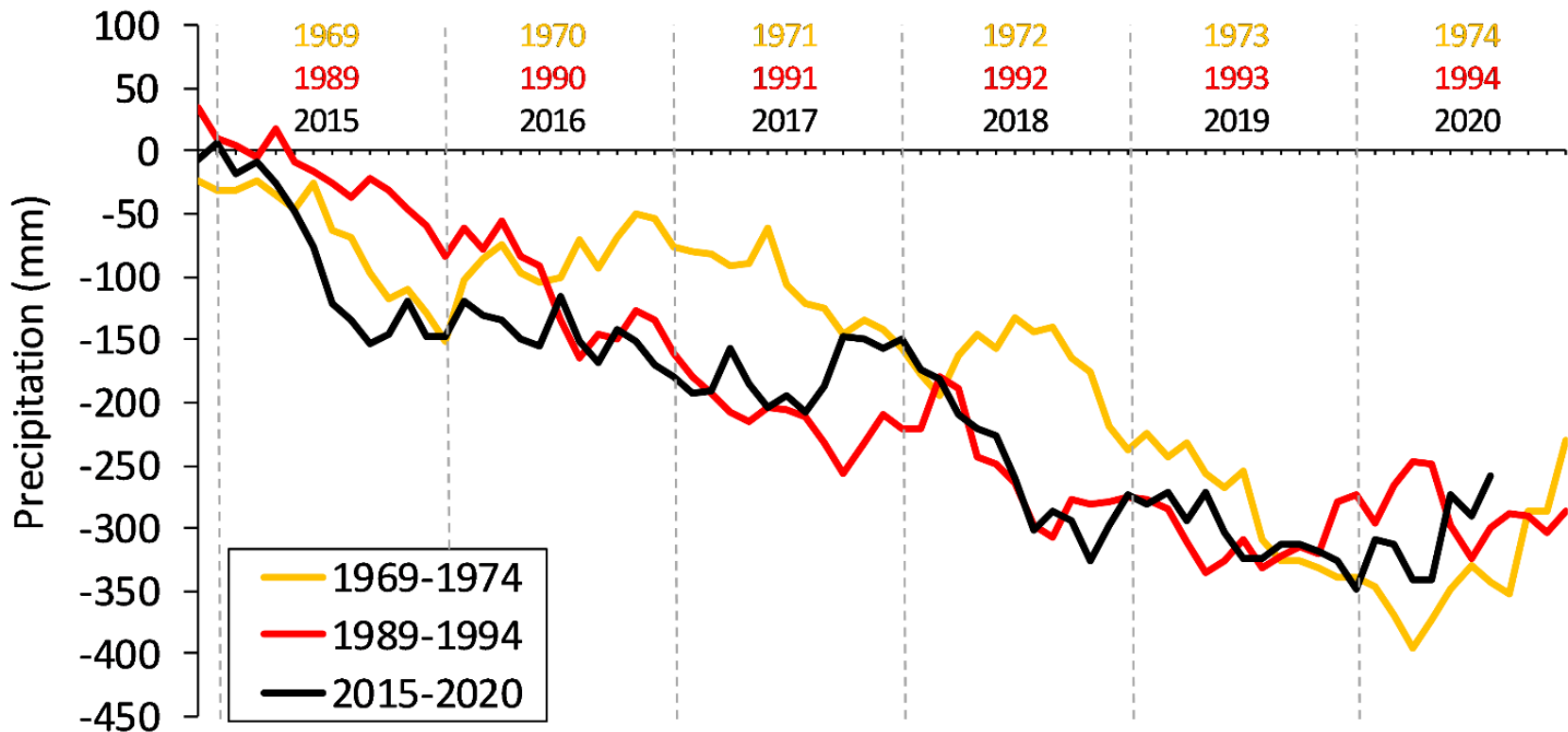




Srážková řada pro ČR v období 1961–2019 (Brázdil et al., IJC, 2021)



AMJ and JAS precipitation totals over the territory of the Czech Republic in the 1961–2019 period: (a, b) fluctuations in totals (1) smoothed by 5-year Gaussian filter (2); (c, d) spatial distribution of relative linear trends (%) and stations with statistically significant positive and negative trends (Brázdil et al., IJC, 2021)



Composite of cumulative monthly precipitation deviations from the 1961–1990 means for the three driest 5-year periods (1969–1973, 1989–1993, 2015–2019), selected from series of annual totals for the Czech Republic in the 1961–2019 period. Each period starts in the December before the first year and ends a year after the selected period (only data from January to August 2020 were available for 2015–2019) (Brázdil et al., IJC, 2021)

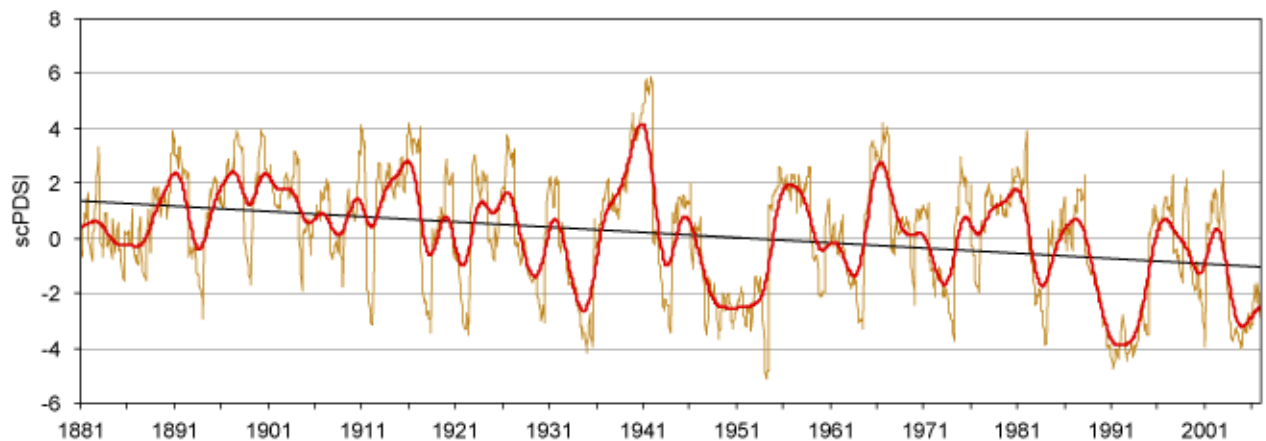
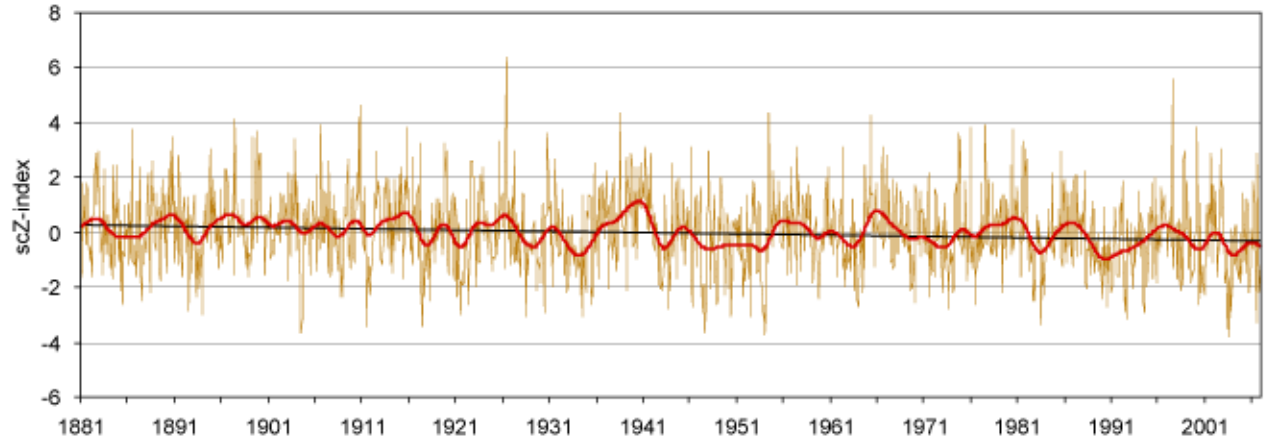
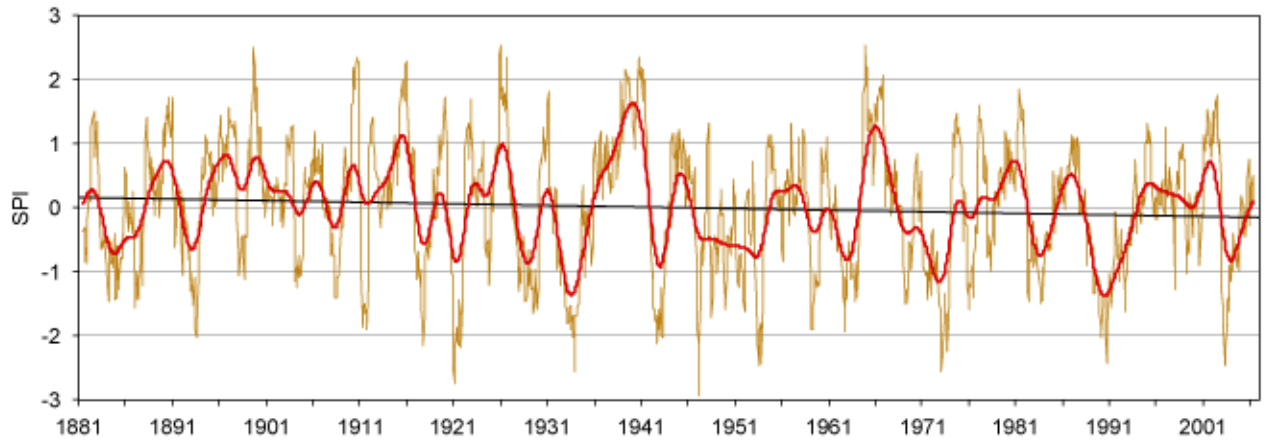
4.3.1 Sucho v České republice

Trendy pro 1881-
2006:

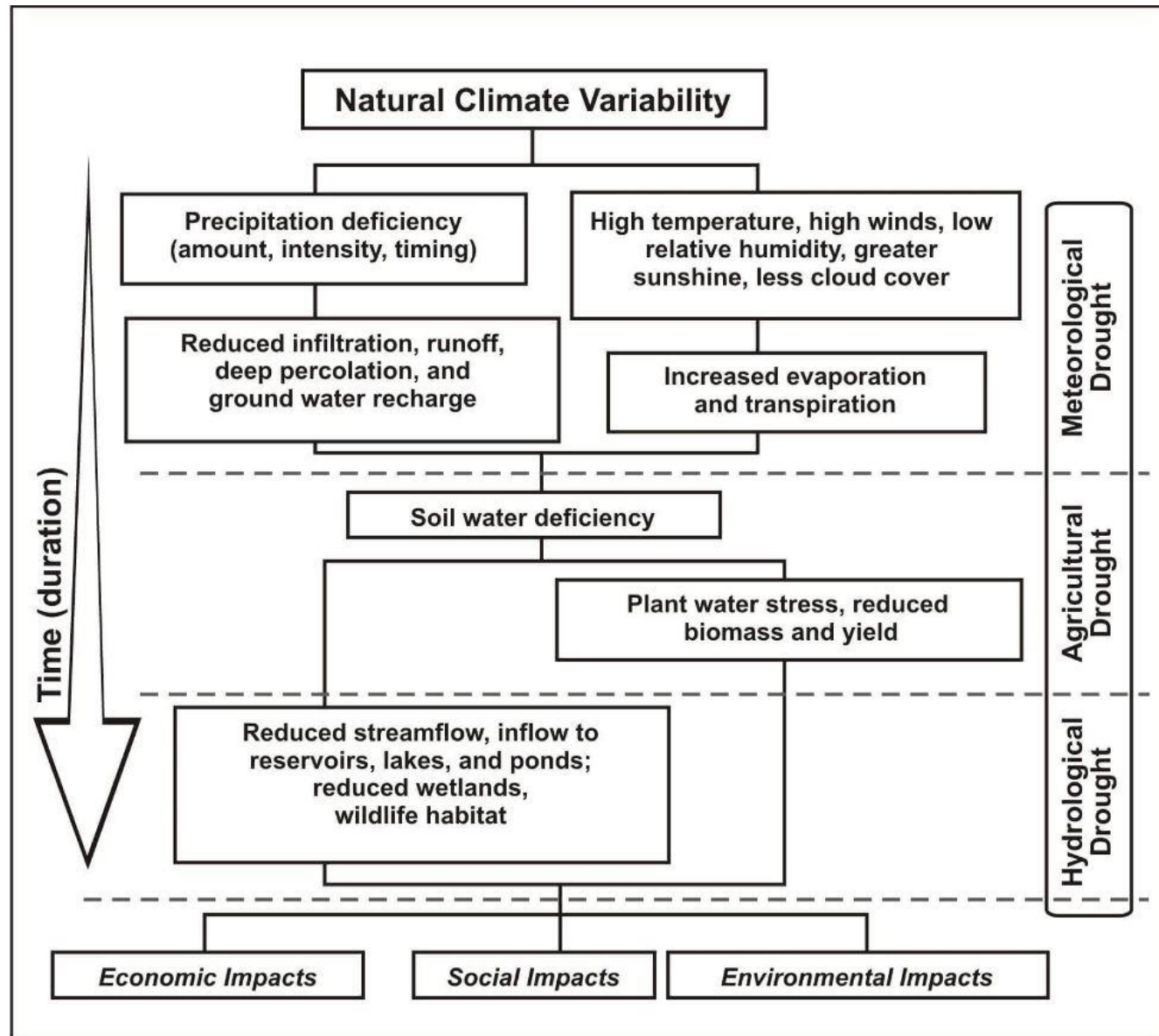
12-month SPI:
-0.024/10 years

scZ-index:
-0.048/10 years

scPDSI:
-0.192/10 years



Druhy sucha: meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické <http://drought.unl.edu/Education/DroughtIn-depth/TypesofDrought.aspx>



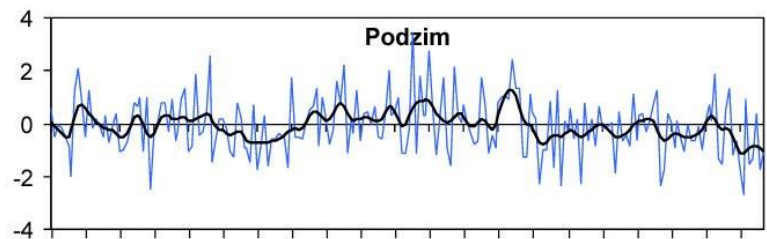
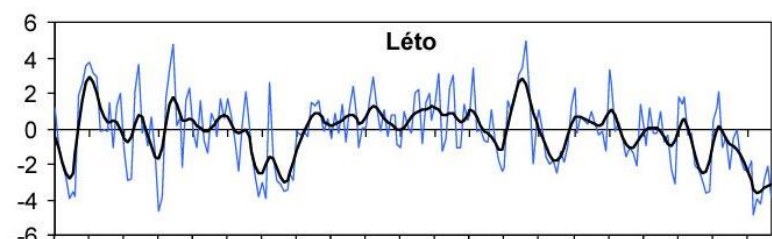
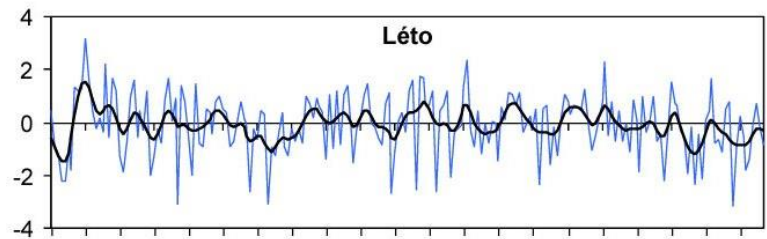
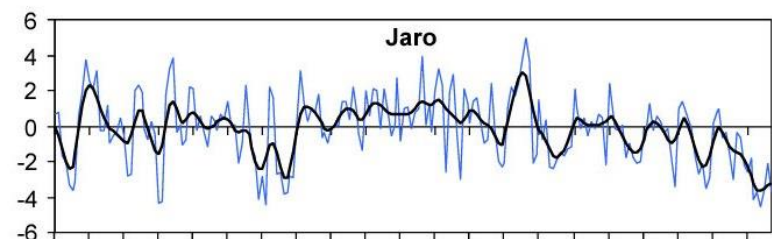
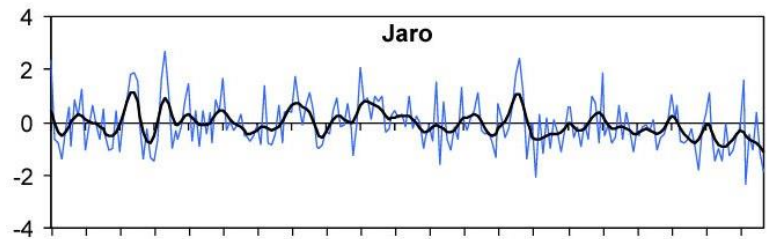
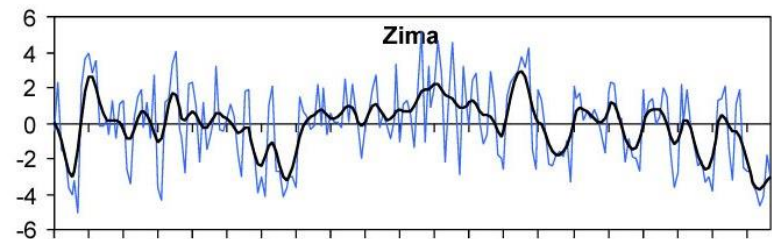
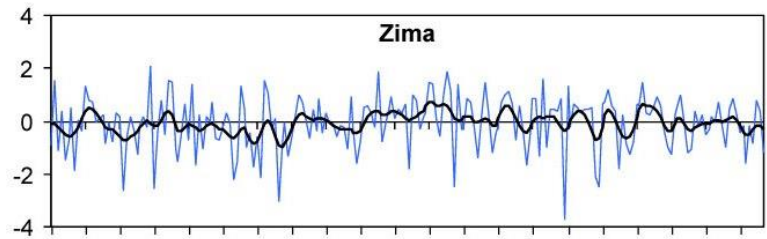
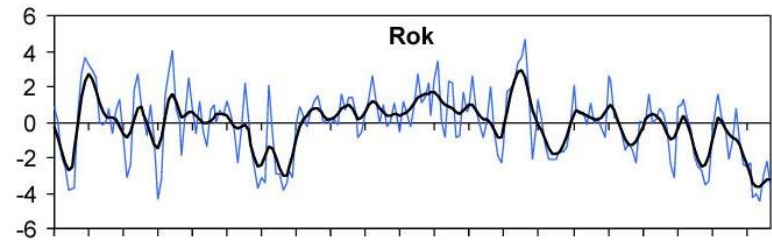
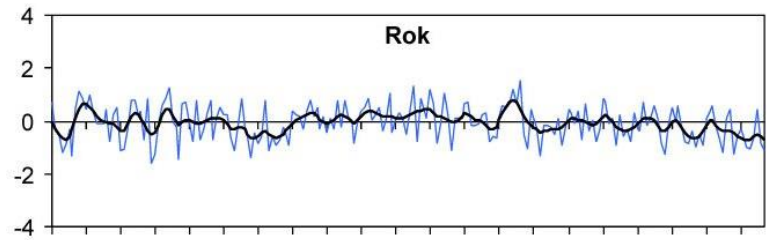
Indexy sucha

- Standardizovaný srážkový index (Standardised Precipitation Index – SPI)
- Standardizovaný srážkový evapotranspirační index (Standardised Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI)
- Palmerův index intenzity sucha (Palmer Drought Severity Index – PDSI) a Z-index

Brázdil, R., Trnka, M. a kol. (2015):
Sucho v českých zemích: minulost,
současnost a budoucnost. Centrum
výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.,
Brno, 400 s.)



<https://www.intersucho.cz/>

ZIND**1805-2012****PDSI**

1805 1825 1845 1865 1885 1905 1925 1945 1965 1985 2005

1805 1825 1845 1865 1885 1905 1925 1945 1965 1985 2005

Index	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
SPI-1	0,07	0,19	0,01	0,05	0,01
SPI-12	0,15	0,14	0,15	0,16	0,15
SPEI-1	-0,06	0,17	-0,20	-0,11	-0,09
SPEI-12	-0,23	-0,21	-0,23	-0,24	-0,24
ZIND	-0,12	0,13	-0,28	-0,12	-0,18
PDSI	-0,47	-0,36	-0,54	-0,49	-0,47

Stoleté lineární trendy ročních a sezonních indexů sucha pro české země v období 1805–2012 (negativní značí nárůst intenzity sucha). Statisticky významné hodnoty trendů na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsou vyjádřeny tučně: 1 – index pro 1 měsíc, 12 – index pro 12 měsíců-rok (Brázdil et al., International Journal of Climatology, 2015, 35, 1405–1421)

Drought in Central Europe— from drought response to preparedness

Editors: Donald A. Wilhite, Rudolf Brázdil, Ulf Büntgen, Michael Hayes, Miroslav Trnka



Photos: Jan Vopravil (left); Petr Hlavinka (right)

**Climate
Research**, vol. 70,
2016, No. 2-3

<http://www.int-res.com/abstracts/cr/v70/n2-3/>

Wilhite DA

INTRODUCTION: Managing drought risk in a changing climate 99–102

Brázdil R, Dobrovolný P, Trnka M, Büntgen U, Řezníčková L, Kotyza O, Valášek H, Štěpánek P

Documentary and instrumental-based drought indices for the Czech Lands back to AD 1501 103–117

Možný M, Brázdil R, Dobrovolný P, Trnka M, Potopová V, Hlavinka P, Bartošová L, Zahradníček P, Štěpánek P, Žalud Z

Drought reconstruction based on grape harvest dates for the Czech Lands, 1499–2012 119–132

Dobrovolný P, Rybníček M, Büntgen U, Trnka M, Brázdil R, Stachoň Z, Prokop O, Kolář T

Recent growth coherence in long-term oak (*Quercus* spp.) ring width chronologies in the Czech Republic 133–141

Trnka M, Balek J, Štěpánek P, Zahradníček P, Možný M, Eitzinger J, Žalud Z, Formayer H, Turňa M, Nejedlík P, Semerádová D, Hlavinka P, Brázdil R

Drought trends over part of Central Europe between 1961 and 2014 143–160

Brázdil R, Raška P, Trnka M, Zahradníček P, Valášek H, Dobrovolný P, Řezníčková L, Tremil P, Stachoň Z

The Central European drought of 1947: causes and consequences, with particular reference to the Czech Lands 161–178

Štěpánek P, Zahradníček P, Farda A, Skalák P, Trnka M, Meitner J, Rajdl K

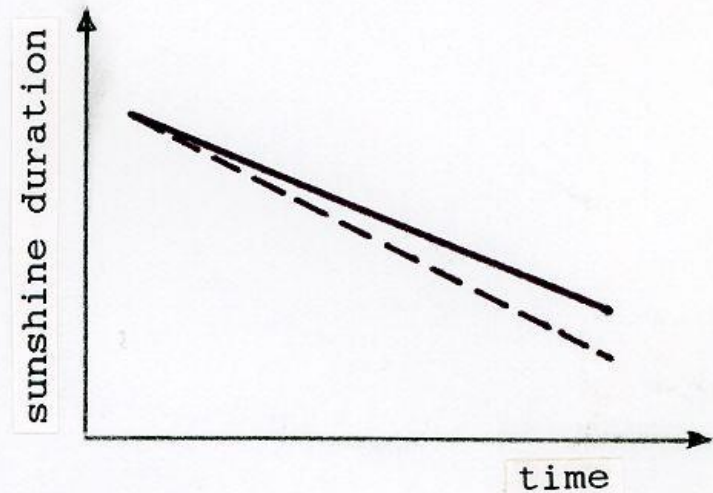
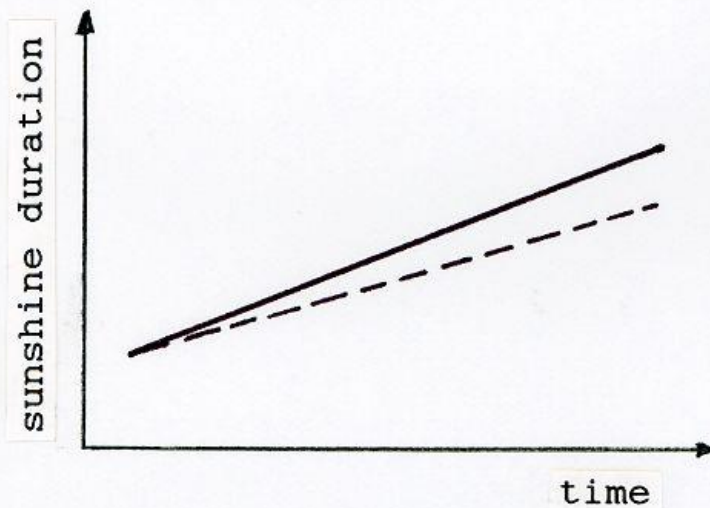
Projection of drought-inducing climate conditions in the Czech Republic according to Euro-CORDEX models 179–193

4.4 Ostatní meteorologické prvky a jevy

Sluneční svit

1. ERRORS CONNECTED WITH INSTRUMENT USED (heliograf)

a) Aging_of_the_glass_ball



————— real trend - - - - - measured trend

b) Changes_of_the_instrument

- recorders producing by several firms
- different sensitivity

- c) The recording tape and its evaluation
- tapes of different colours
- methodology for evaluation

2. ERRORS CONNECTED WITH THE STATION SURROUNDINGS

- a) Location of the station
- the horizon of the station and its changes
- b) Air pollution
- the heights h_{\odot} of the sun above the horizon

Example - Czech Republic:

- $h_{\odot} > 2-3^{\circ}$ - mountainous, non-polluted areas
 $h_{\odot} > 5^{\circ}$ - lowland, slightly polluted areas
 $h_{\odot} > 8^{\circ}$ - heavily polluted areas



a



b

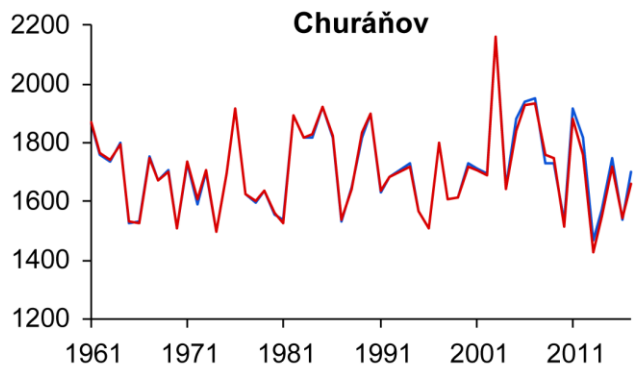
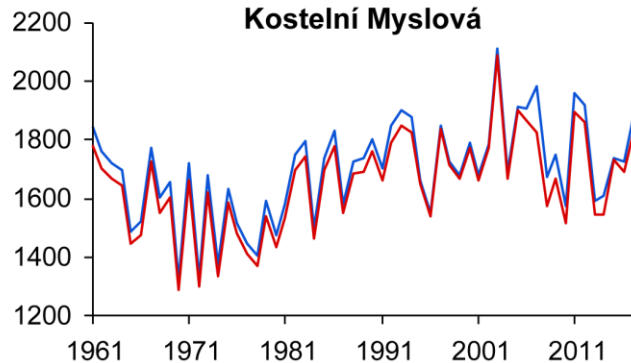
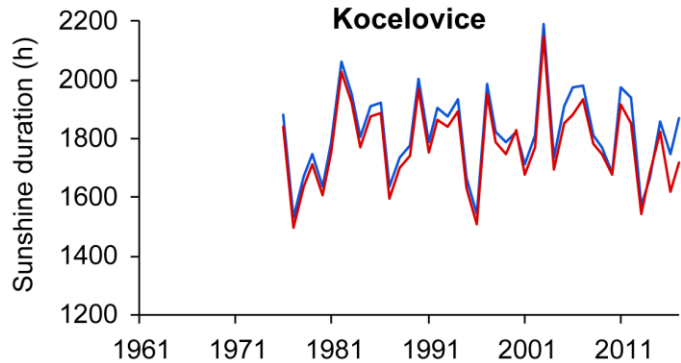
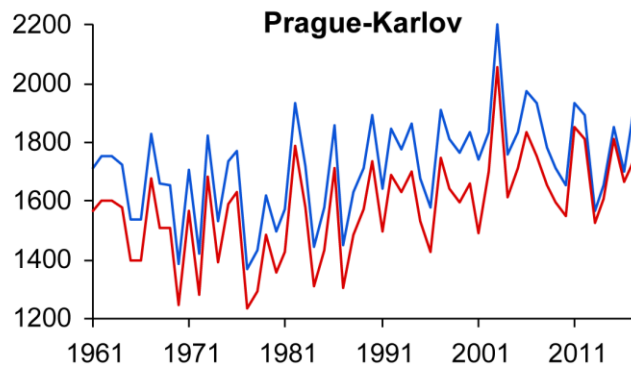
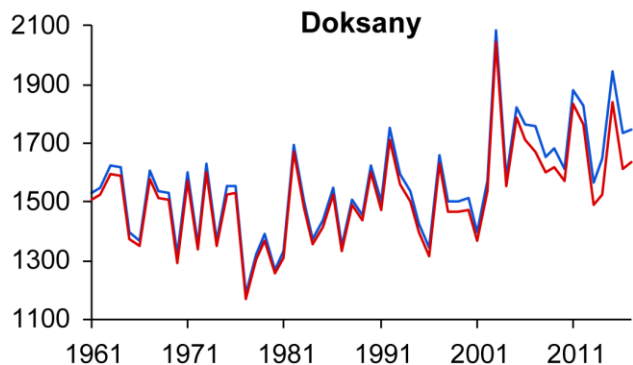


c



d

Slunoměry používané k měření délky slunečního svitu v síti stanic ČHMÚ: a) slunoměr Campbell-Stokes; automatické slunoměry: b) SD4 senzor, c) SD5 senzor, d) SD6 senzor

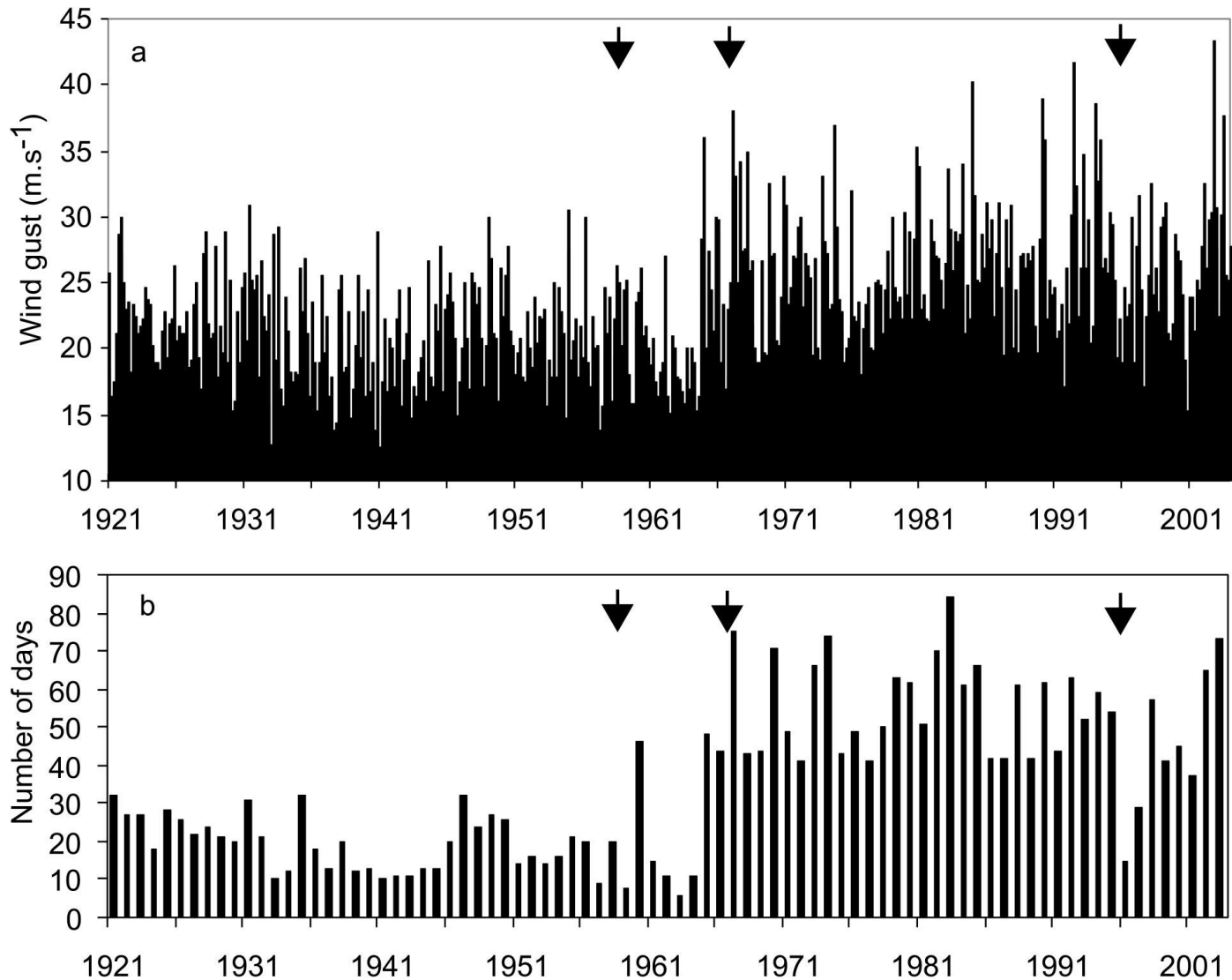


— Series I
— Series II

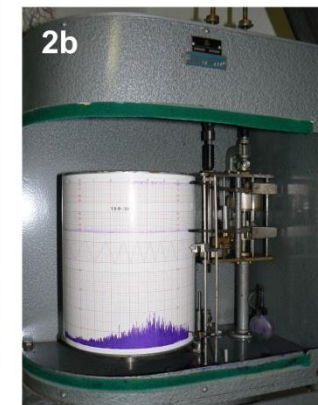
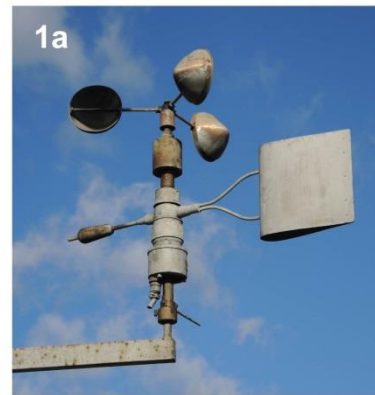
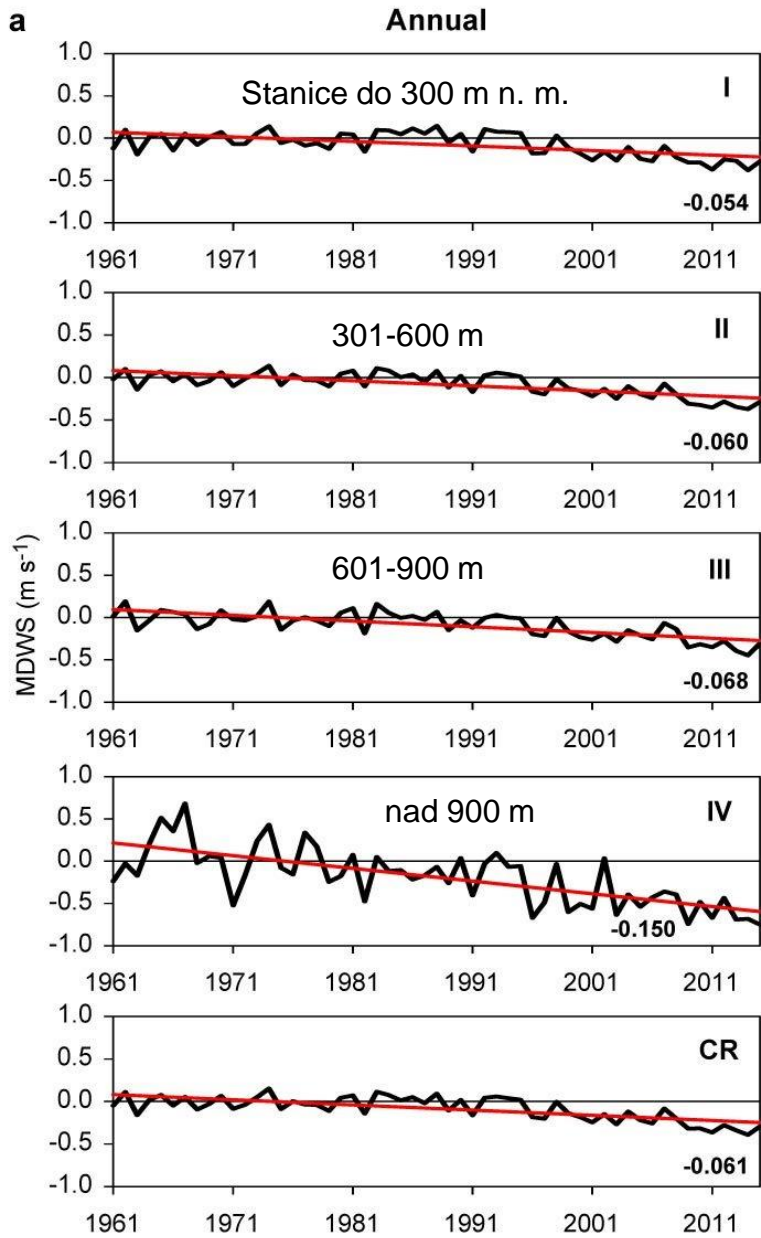
Homogenizované řady
slunečního svitu pěti
meteorologických stanic ČHMÚ
v období 1961–2017 (řada 1 –
kombinovaná řada z měření
slunoměrem Campbell–Stokes a
automatickými slunoměry, řada
2 – pouze slunoměr CS)

(Valík et al., Climate Research, 2019, 78,
1, 83–101)

Vitr

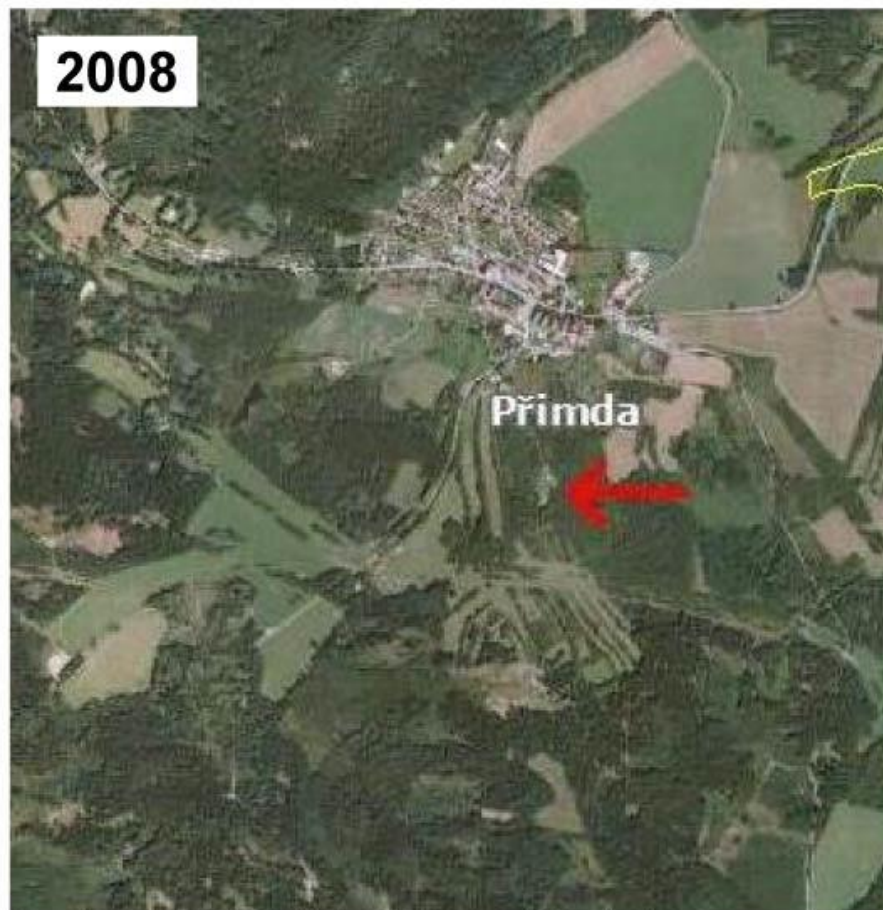
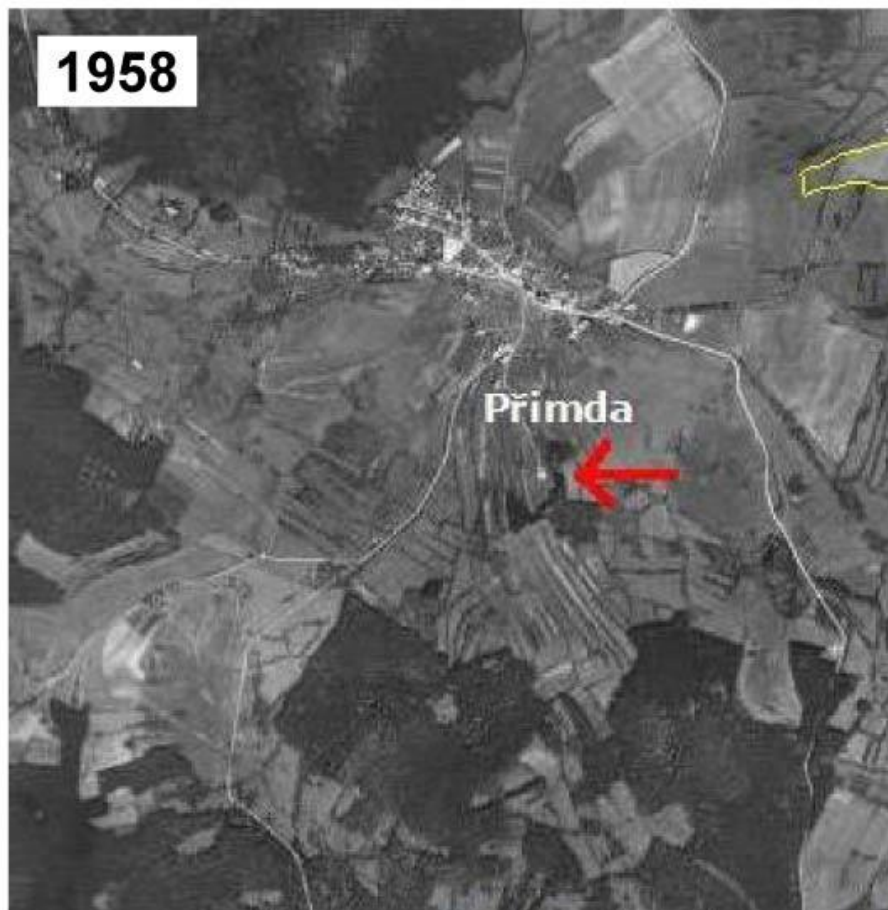


Fluctuations of maximum monthly wind gusts (m.s⁻¹) (a) and the annual number of days with wind gusts ≥ 17 m.s⁻¹ (b) at the station Prague-Karlov during the period 1921–2003. Arrows mark the years in which the anemographs were exchanged



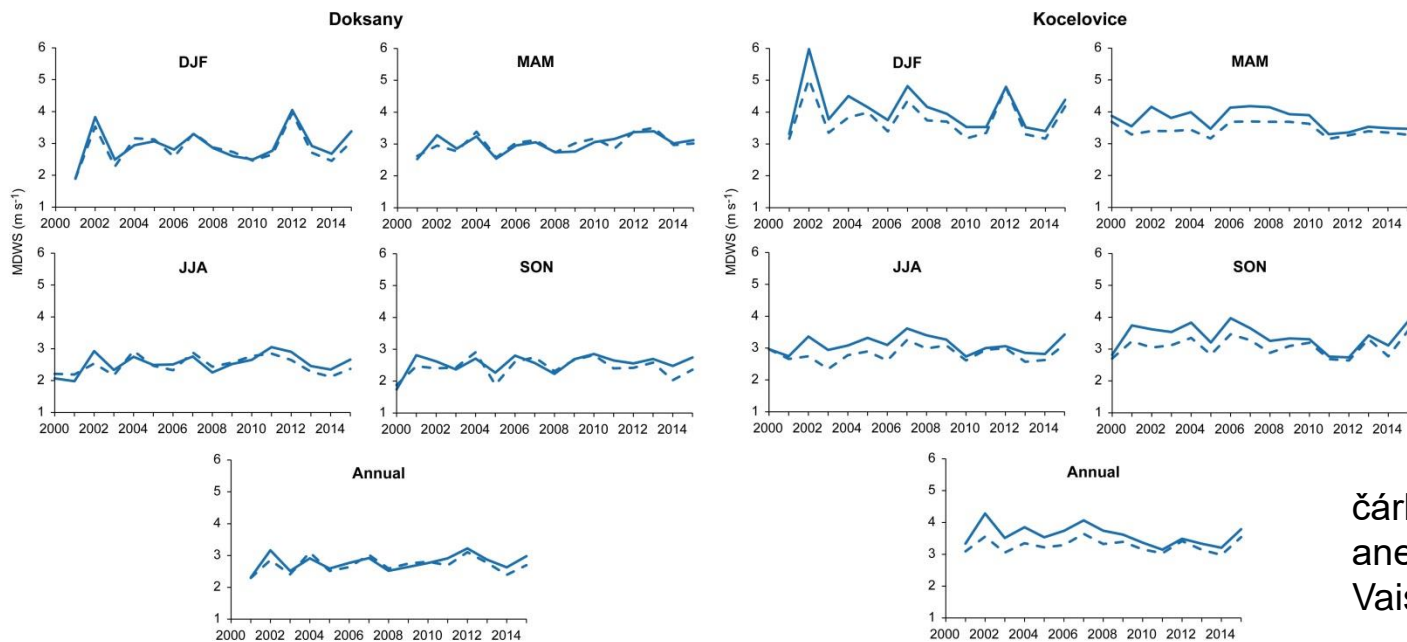
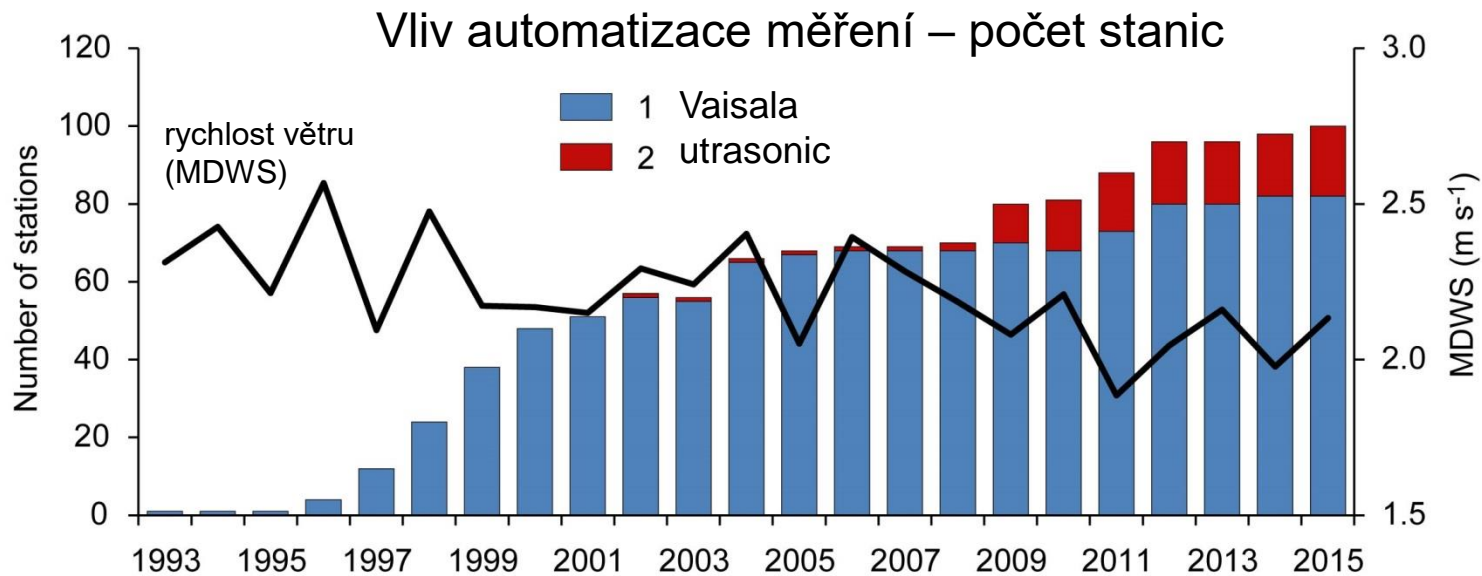
„wind stilling“ (pokles rychlosti větru) – trendy v m.s^{-1} za dekádu (odchylky od 1961–1990)

Přístroje v ČR: 1 – anemoindikátor, 2 – anemograf, 3 – Vaisala WAA 151, 4 – WS 425 (ultrasonic)



Porovnání okolí stanice Přimda v letech 1958 a 2008, ukazující zvýšení podílu zalesněné a zastavěné plochy (archív ČHMÚ) – zvýšení drsnosti povrchu významně přispívá k pozorovanému „wind stilling“

(Brázdil, R. et al. (2017): Spatial and temporal variability of mean daily wind speeds in the Czech Republic, 1961–2015. *Climate Research*, 72, 3, 197–216)



(Brázdil, R. et al. (2017): Wind-stilling in the light of wind speed measurements: the Czech experience. Climate Research, 74, 131–143)

Meteorologické jevy (a jejich závislost na pozorovatelích)

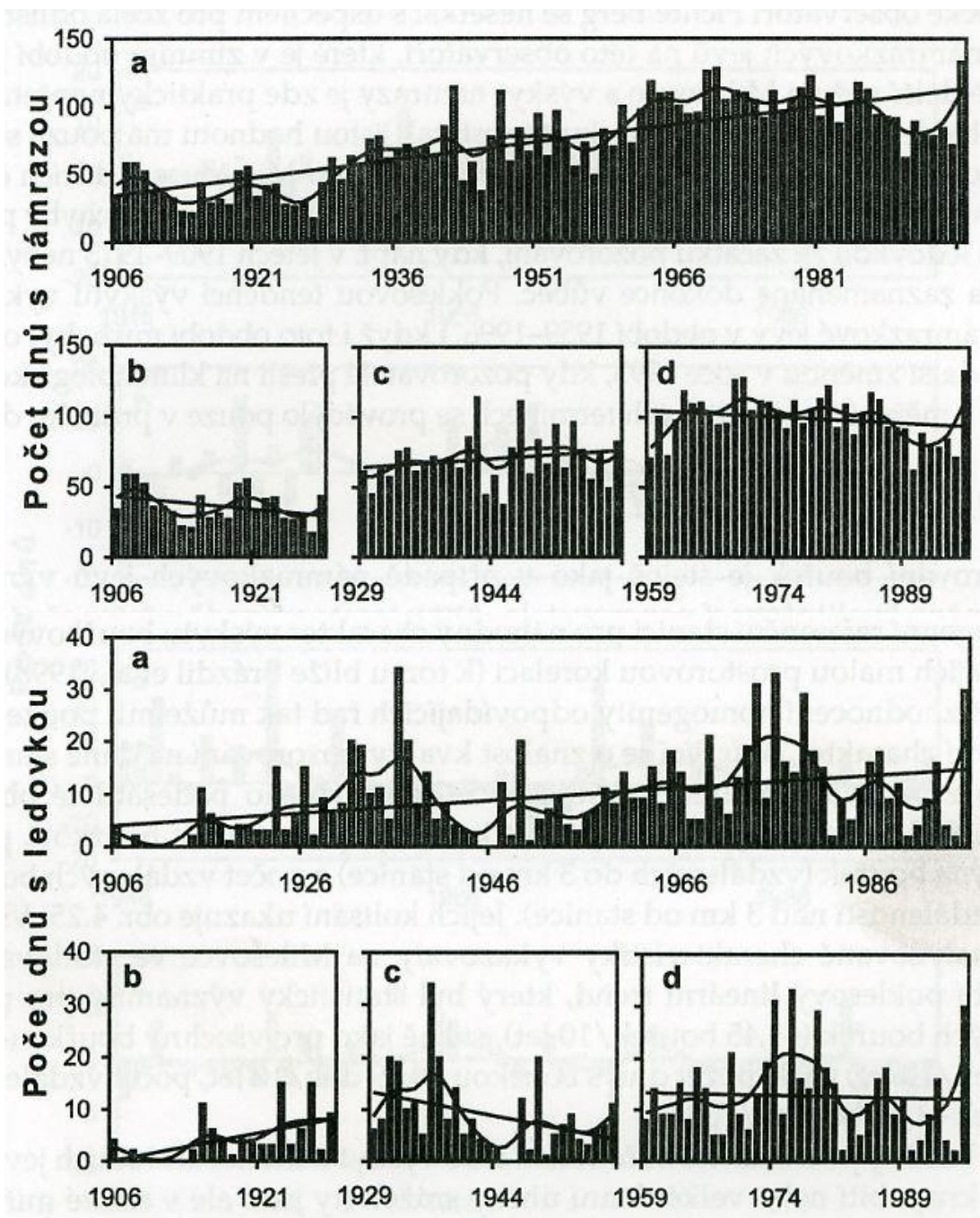
Milešovka 1906-1994

a) celá řada

b) jeden pozorovatel

c) dva pozorovatelé

d) synoptická stanice



4.5 Pozorované změny v klimatickém systému podle přístrojových pozorování – IPCC 2013

- vyjádření kvalitativního stupně **spolehlivosti** výsledku (velmi nízká až velmi vysoká) podle typu, množství, kvality a existence existujících svědectví
- kvantifikace **pravděpodobnosti** (plyne ze statistické analýzy):
prakticky jisté – 99-100% pravděpodobnost, velmi pravděpodobné – 90-100%, pravděpodobné – 66-100%, pravděpodobně ano i ne – 33-66%, nepravděpodobné – 0-33%, velmi nepravděpodobné – 0-10%, výjimečně nepravděpodobné – 0-1%
- dodatečné:
extrémně pravděpodobné – 95-100%, pravděpodobnější než ne - >50-100%, extrémně nepravděpodobné – 0-5%

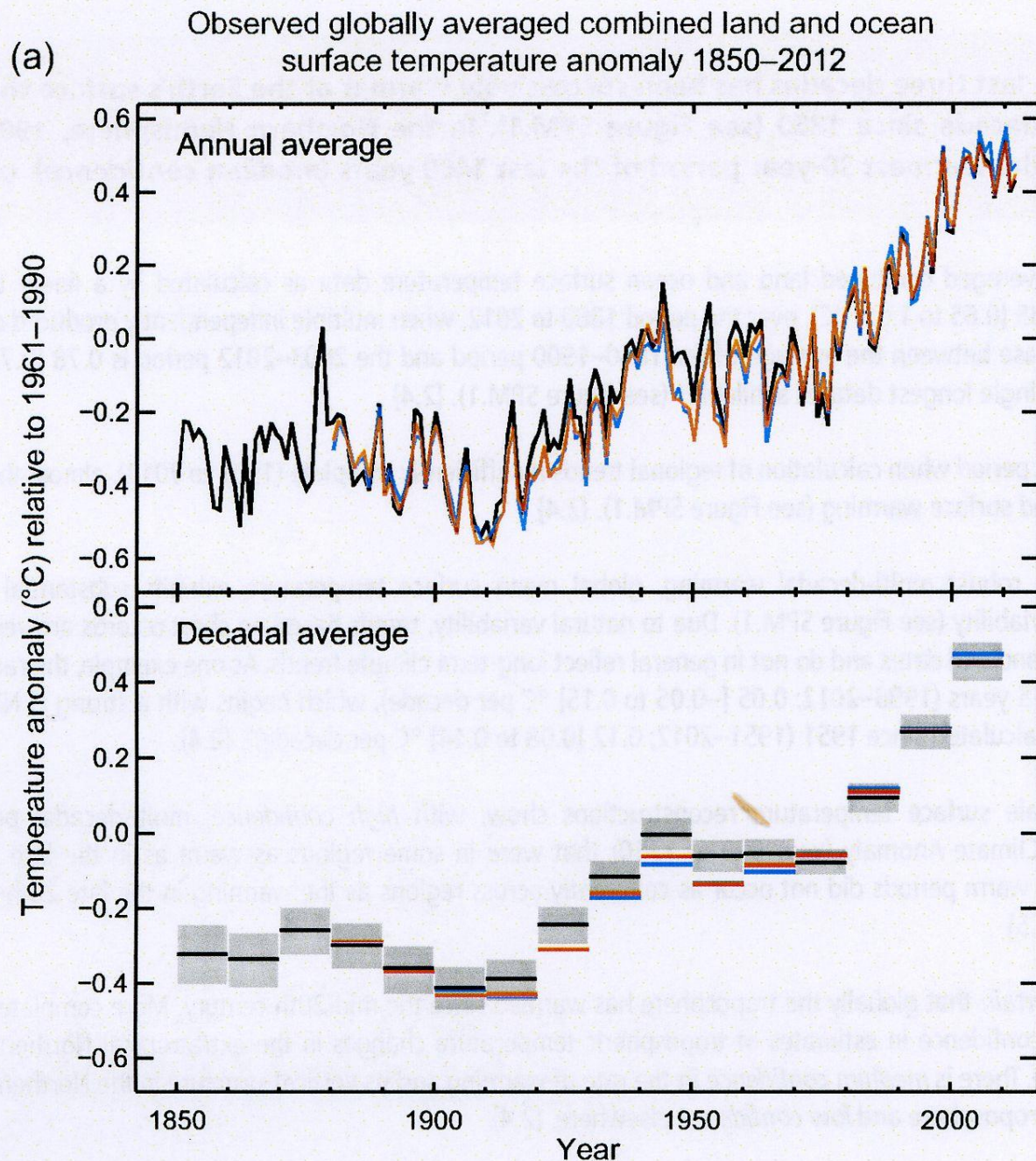
Lineární trend 1880-2012: 0,85 °C (0,65 až 1,06)

Rozdíl teplot v obdobích 1850-1900 a 2003-2012 je 0,78 °C (0,72 až 0,85)

Každá ze tří posledních dekád byla teplejší než předchozí dekády od roku 1850.

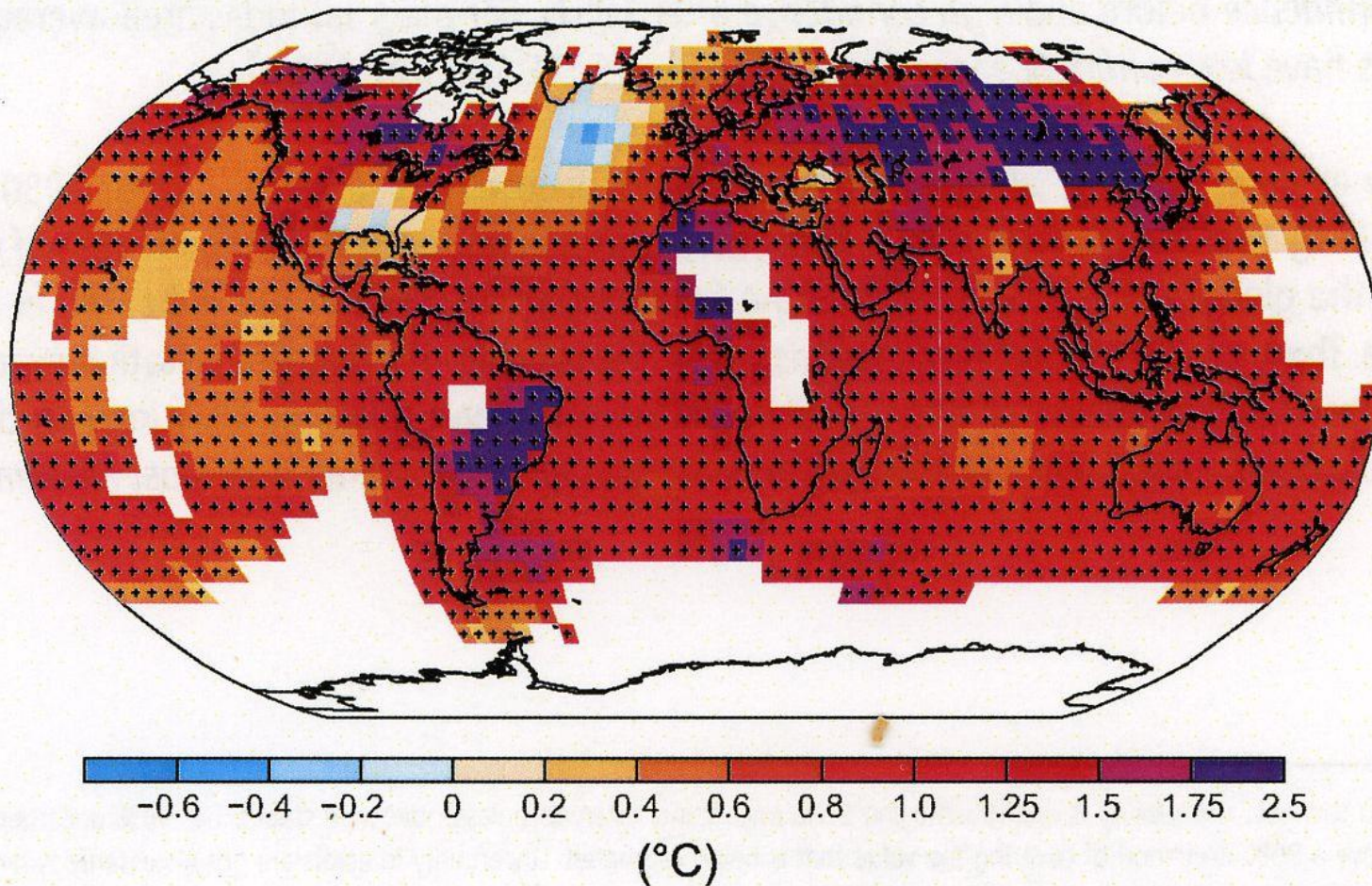
1983-2012 je nejteplejší 30-letí za posledních 1400 let.

Prakticky jisté, že se troposféra oteplila od poloviny 20. století.



(b)

Observed change in surface temperature 1901–2012



Lineární teplotní trend v letech 1901-2012 podle gridových bodů (70% dat, alespoň 20% dat na začátku a ke konci období). Gridy bez dat jsou bílé. Gridy se významným trendem pro $\alpha = 0,10$ jsou označeny +.

Observed change in annual precipitation over land

1901–2010

1951–2010

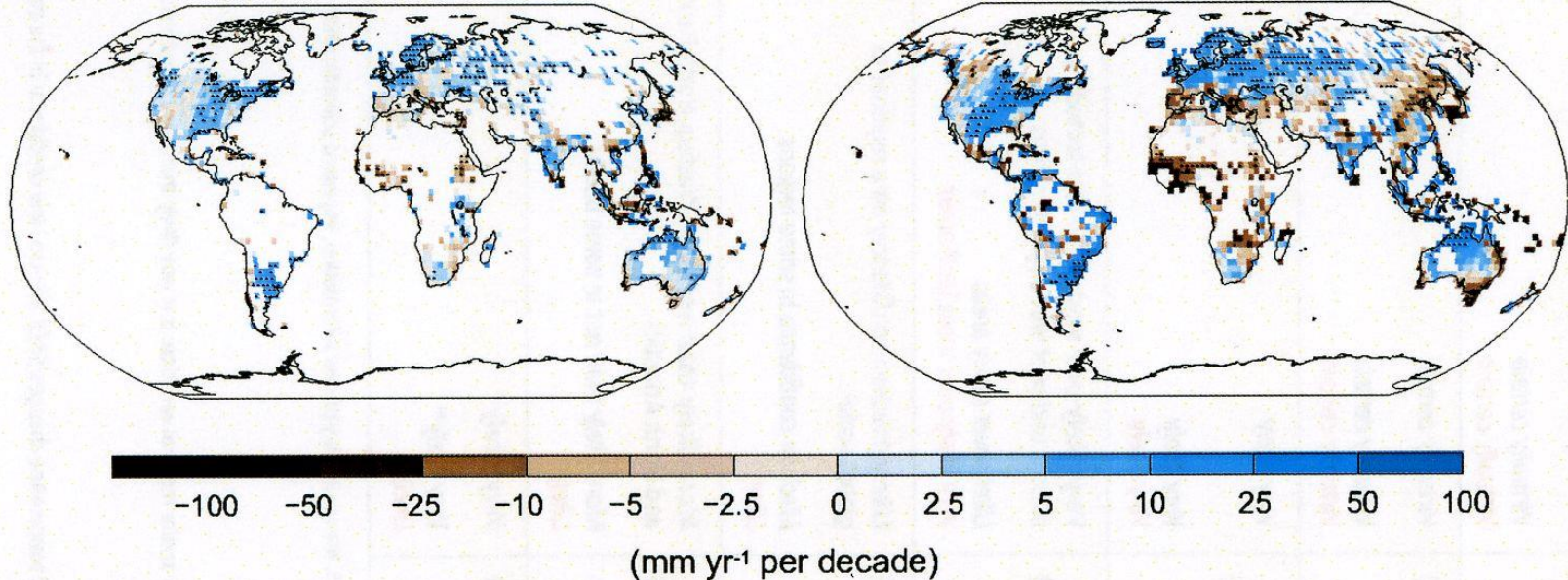
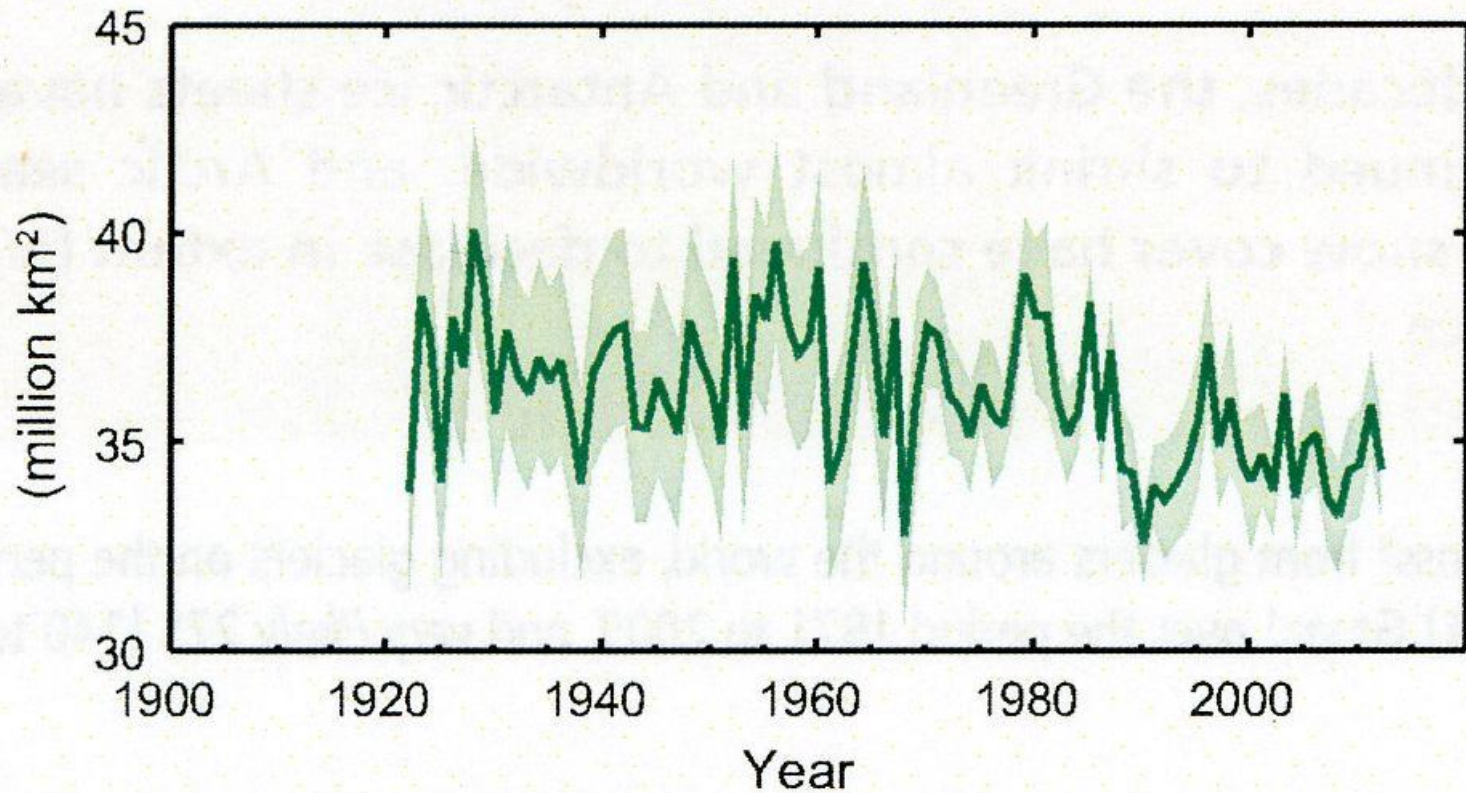


Figure SPM.2 | Maps of observed precipitation change from 1901 to 2010 and from 1951 to 2010 (trends in annual accumulation calculated using the same criteria as in Figure SPM.1) from one data set. For further technical details see the Technical Summary Supplementary Material. {TS TFE.1, Figure 2; Figure 2.29}

Spolehlivost změny srážek před rokem 1951 je nízká a poté střední. Srážky vzrostly v mírných šířkách pevnin na Severní polokouli (střední spolehlivost před 1951 a vysoká poté). Kladné i záporné trendy srážek v ostatních šířkách mají nízkou spolehlivost.

Phenomenon and direction of trend	Assessment that changes occurred (typically since 1950 unless otherwise indicated)	Assessment of a human contribution to observed changes
Warmer and/or fewer cold days and nights over most land areas	Very likely {2.6} Very likely Very likely	Very likely {10.6} Likely Likely
Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas	Very likely {2.6} Very likely Very likely	Very likely {10.6} Likely Likely (nights only)
Warm spells/heat waves. Frequency and/or duration increases over most land areas	Medium confidence on a global scale Likely in large parts of Europe, Asia and Australia {2.6} Medium confidence in many (but not all) regions Likely	Likely ^a {10.6} Not formally assessed More likely than not
Heavy precipitation events. Increase in the frequency, intensity, and/or amount of heavy precipitation	Likely more land areas with increases than decreases ^c {2.6} Likely more land areas with increases than decreases Likely over most land areas	Medium confidence {7.6, 10.6} Medium confidence More likely than not
Increases in intensity and/or duration of drought	Low confidence on a global scale Likely changes in some regions ^d {2.6} Medium confidence in some regions Likely in many regions, since 1970 ^e	Low confidence {10.6} Medium confidence ^f More likely than not
Increases in intense tropical cyclone activity	Low confidence in long term (centennial) changes Virtually certain in North Atlantic since 1970 {2.6} Low confidence Likely in some regions, since 1970	Low confidence ^g {10.6} Low confidence More likely than not
Increased incidence and/or magnitude of extreme high sea level	Likely (since 1970) {3.7} Likely (late 20th century) Likely	Likely ^h {3.7} Likely ^k More likely than not ^k

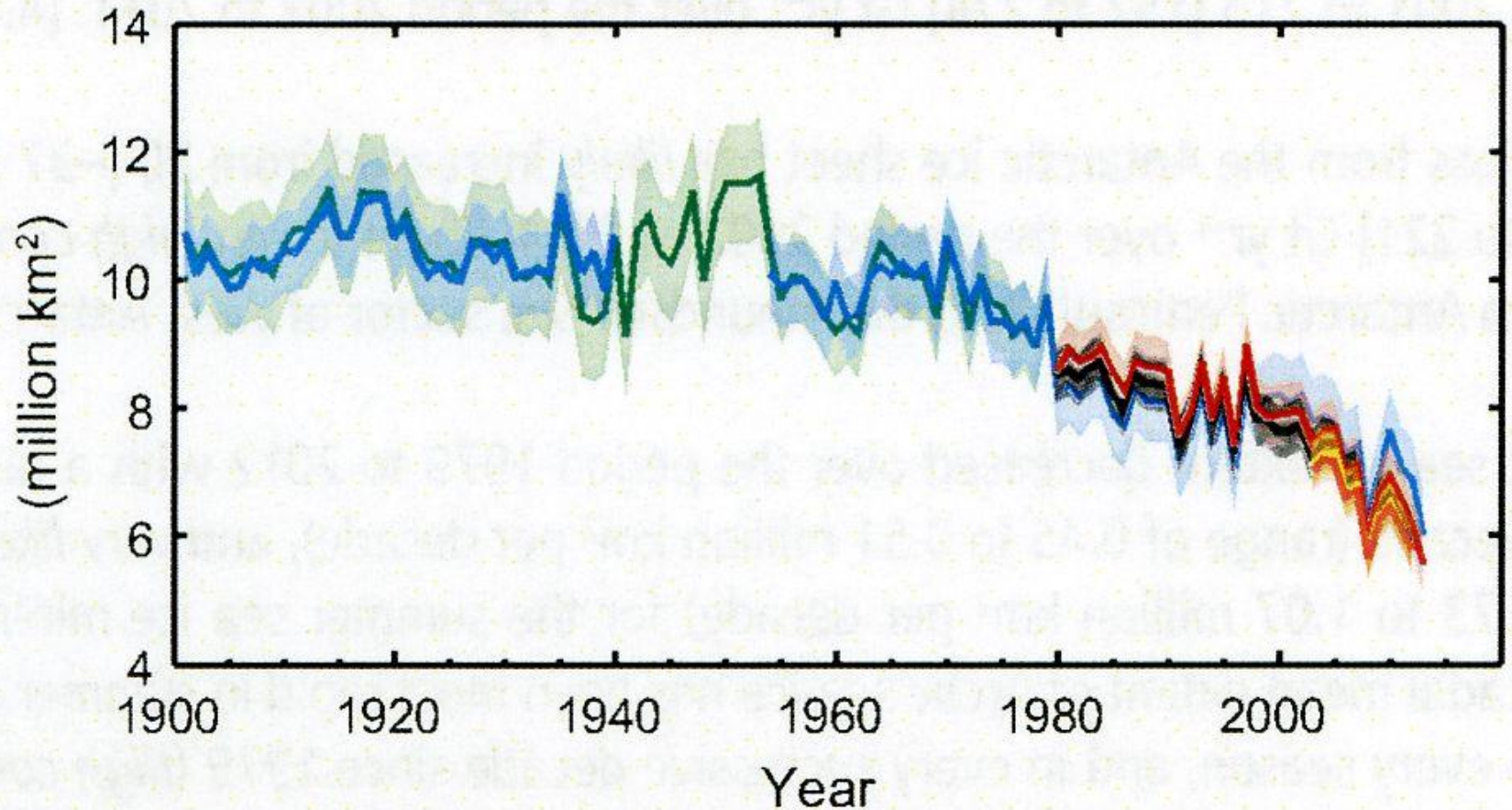
(a) Northern Hemisphere spring snow cover



Vysoká spoľehlivosť tvrzení, že jarní (březen-duben) rozsah sněhové pokrývky na severní polokouli se zmenšil.

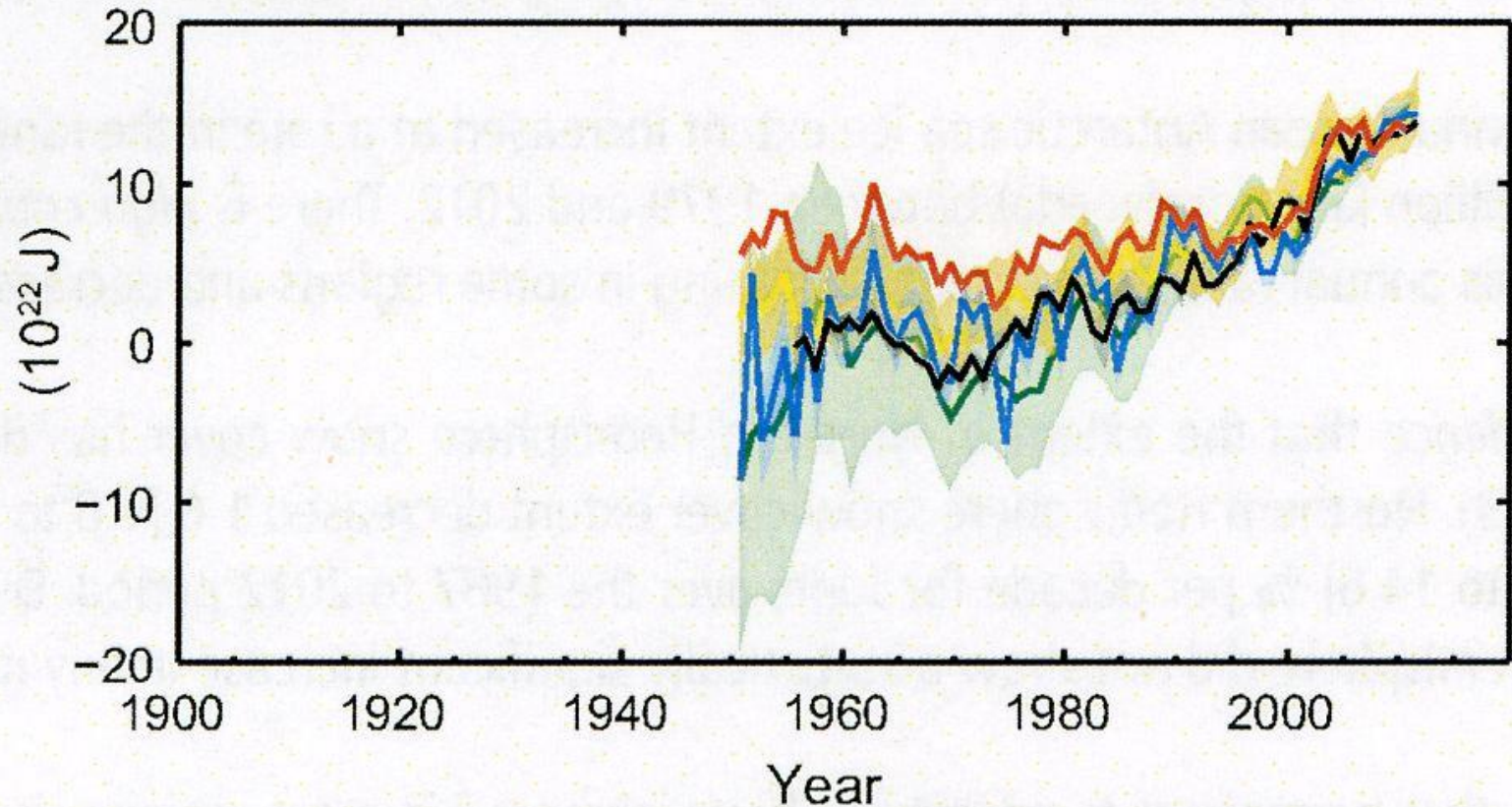
(b)

Arctic summer sea ice extent



Existuje vysoká spolehlivost tvrzení, že rozsah mořského ledu v Arktidě se zmenšil.

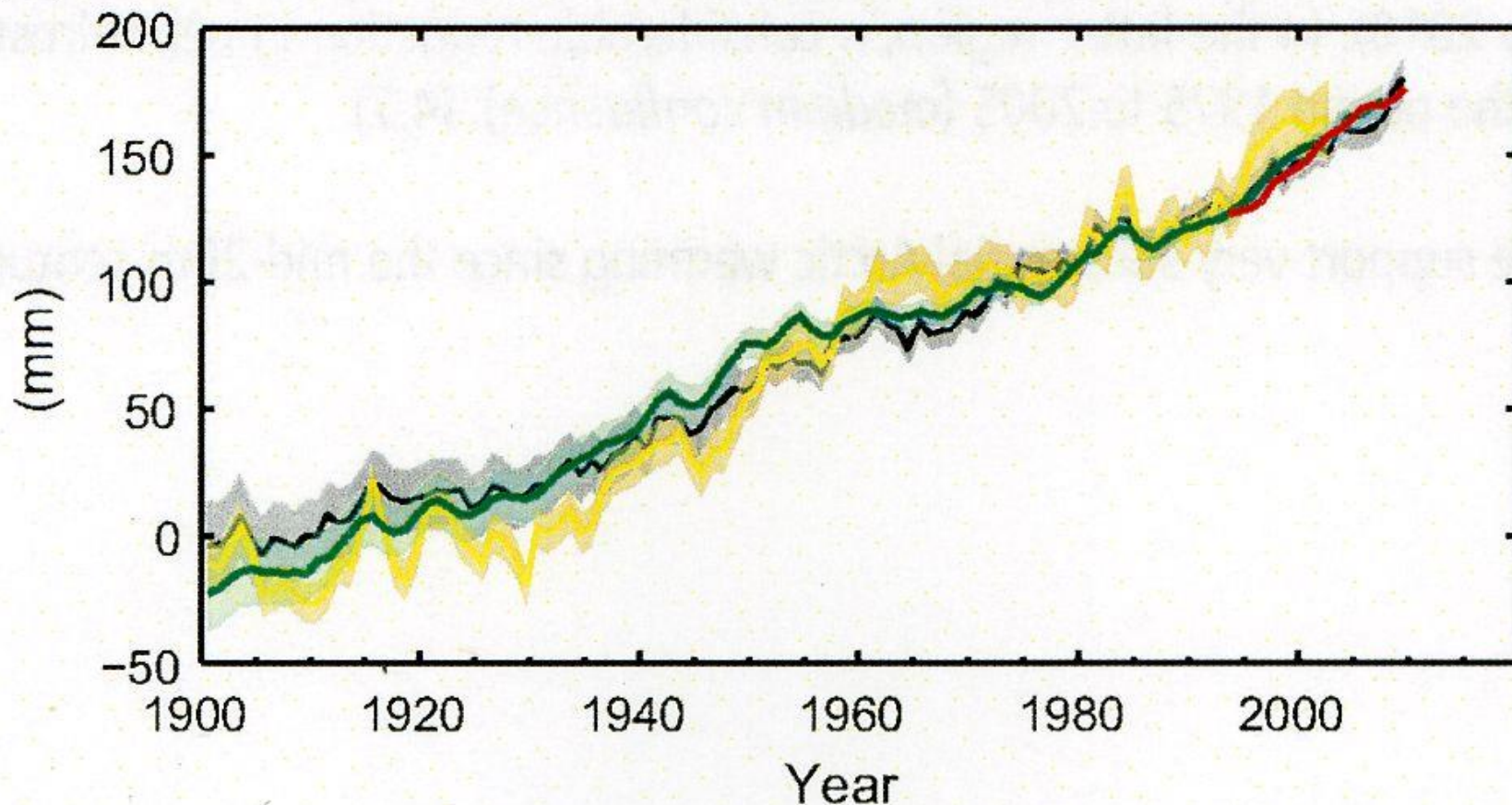
(c) Change in global average upper ocean heat content



Prakticky jisté, že svrchní vrstva oceánu (0-700 m) se oteplila od 1971 do 2010 a pravděpodobně se oteplila mezi 70. léty 19. století a rokem 1971.

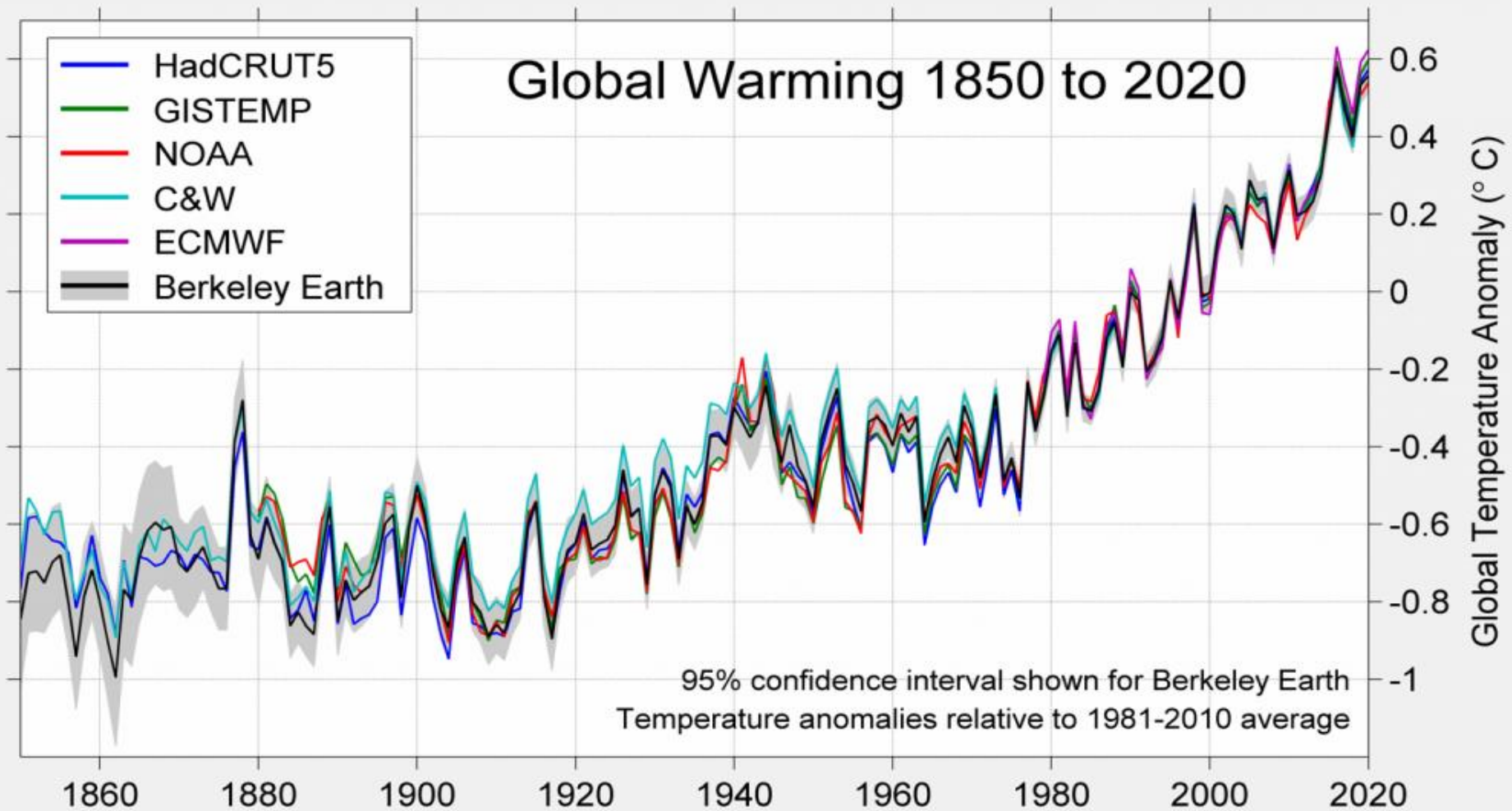
(d)

Global average sea level change

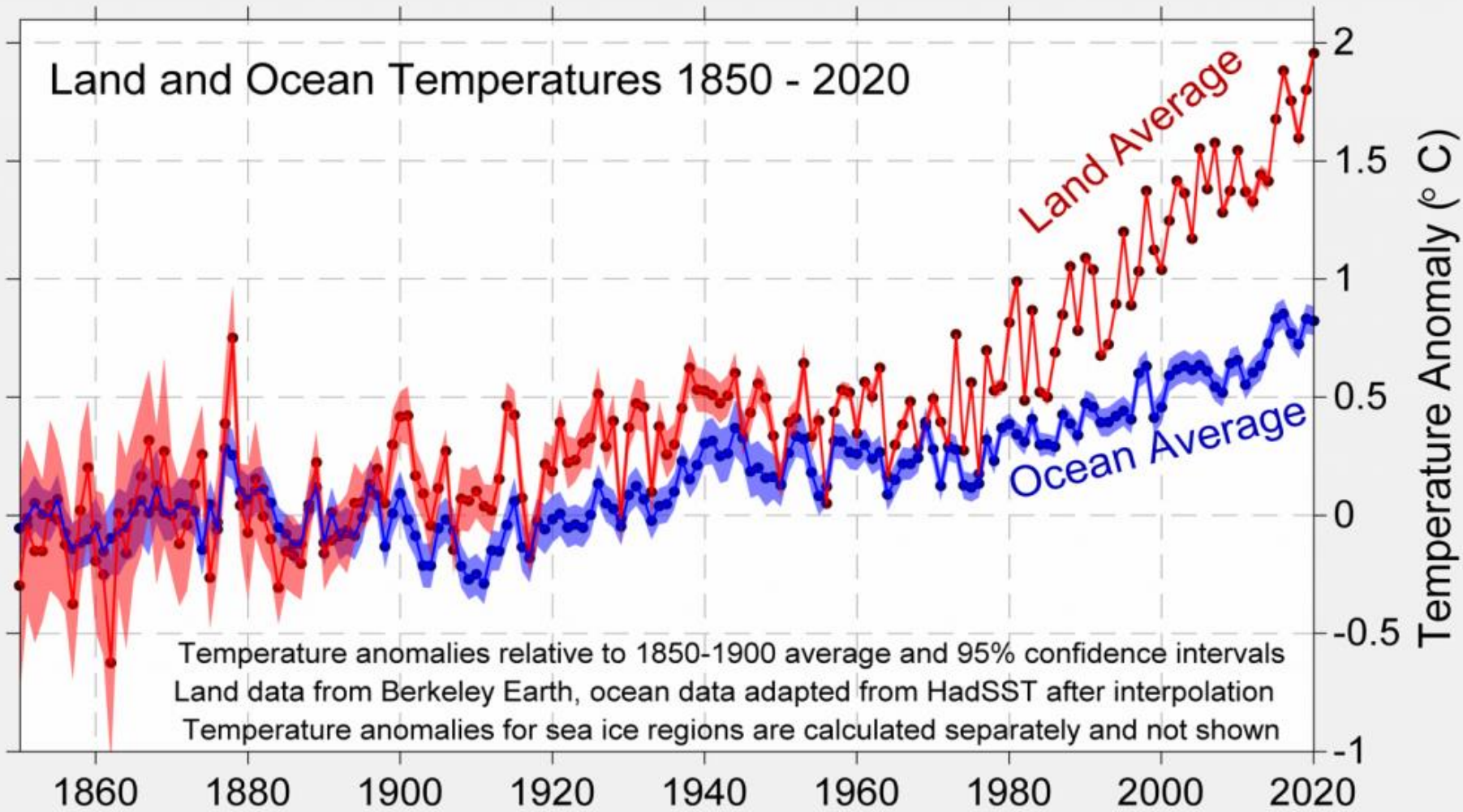


Rychlost vzestupu hladiny světového oceánu od poloviny 19. století byla větší než v předchozích dvou tisíciletích – vysoká spolehlivost. V letech 1901-2010 činil vzestup 19 cm (17-21 cm).

4.6 Globální teploty - současnost

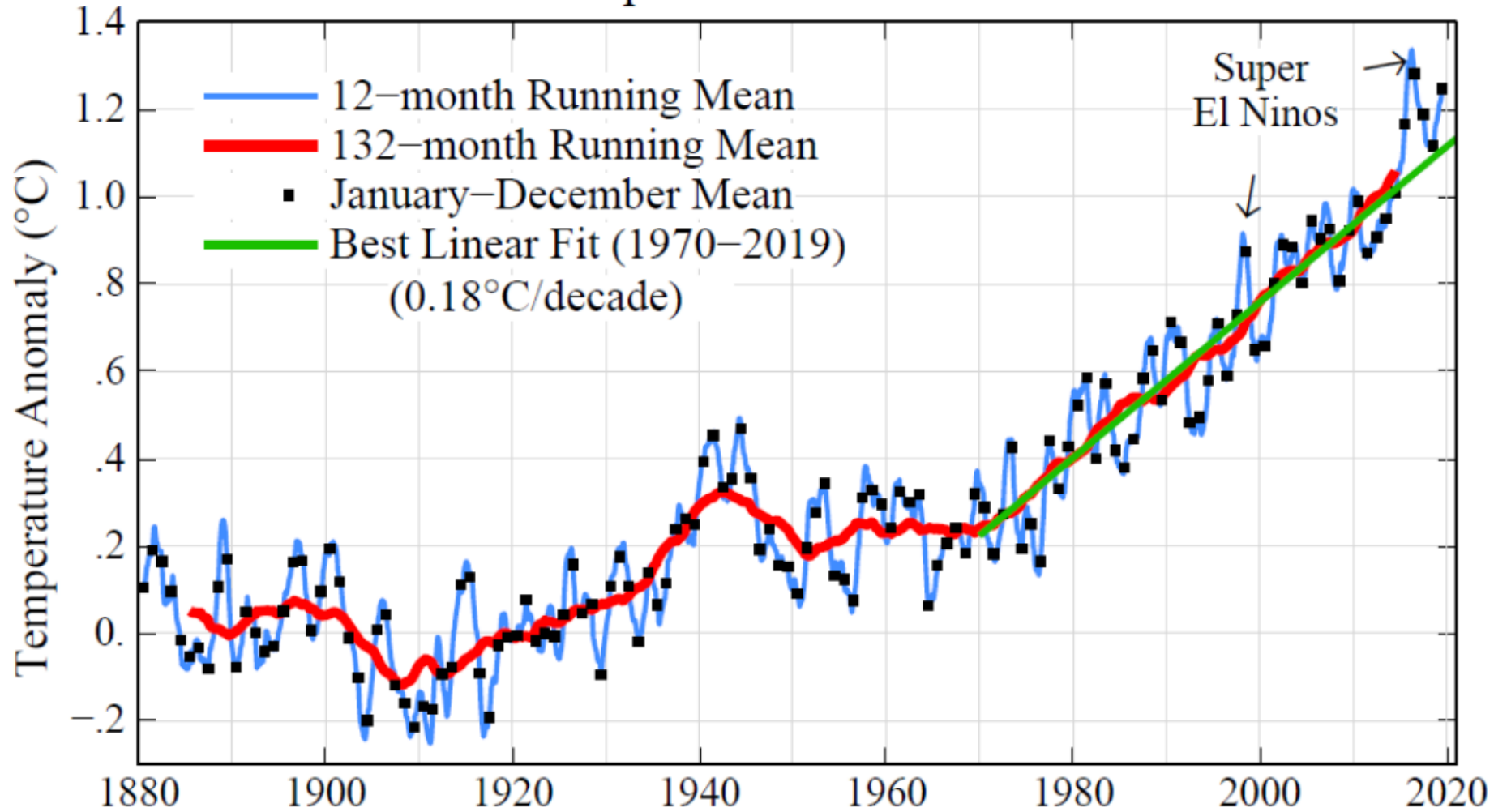


Land and Ocean Temperatures 1850 - 2020



Temperature anomalies relative to 1850-1900 average and 95% confidence intervals
Land data from Berkeley Earth, ocean data adapted from HadSST after interpolation
Temperature anomalies for sea ice regions are calculated separately and not shown

Global Surface Temperature Relative to 1880–1920 Mean



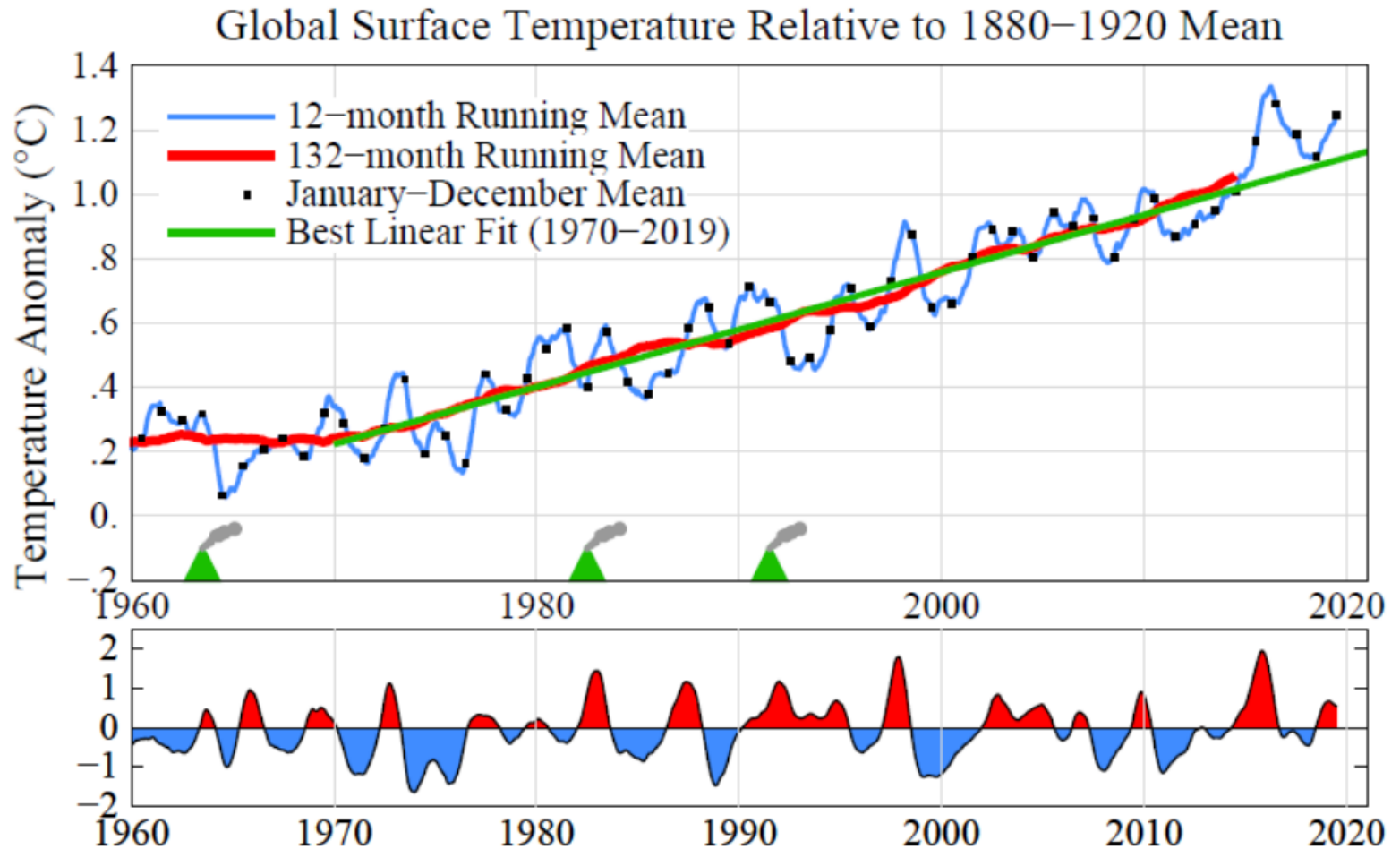
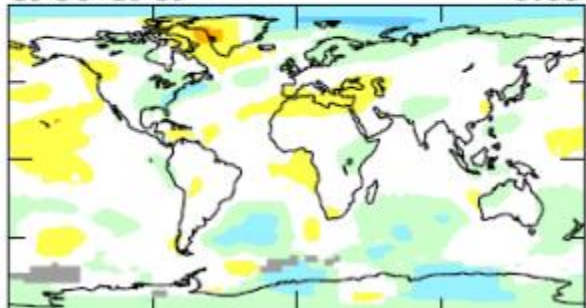


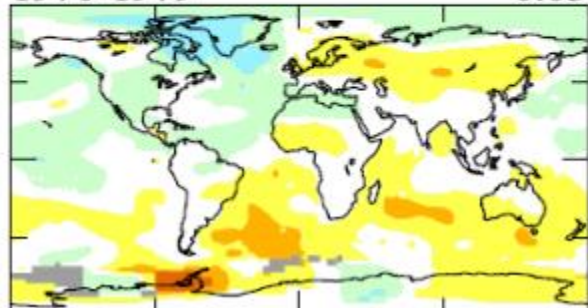
Fig. 4. Global surface temperature since 1960 relative to the 1880-1920 base period. The red-blue diagram is the Niño3.4 index, which is the temperature in a region along the equator in the Pacific Ocean used to characterize the El Niño status. Green triangles mark volcanic eruptions that produced a large amount of stratospheric aerosols.

Decadal Mean Surface Temperature Anomaly (°C): 1951-1980 Base Period

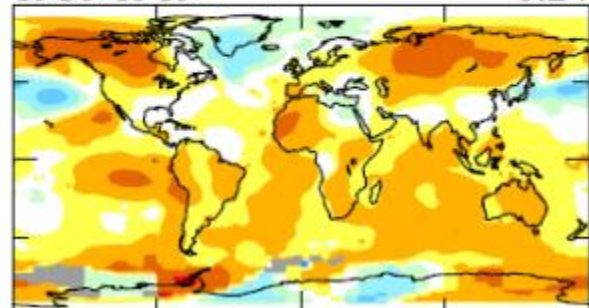
1960-1969 -0.03



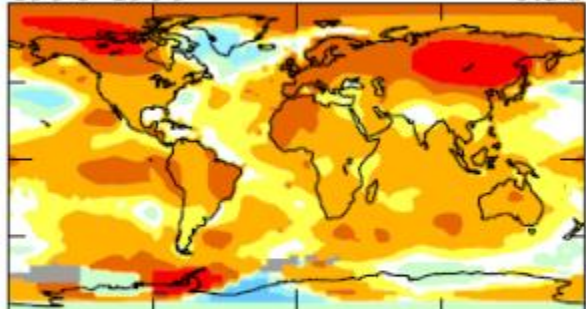
1970-1979 0.03



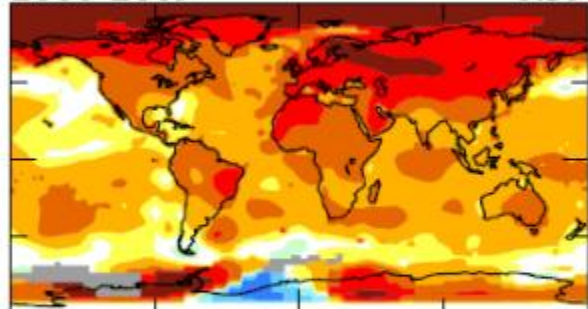
1980-1989 0.24



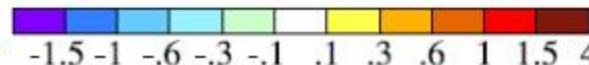
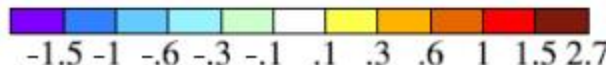
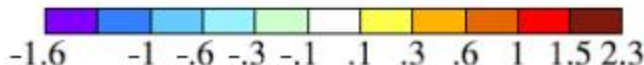
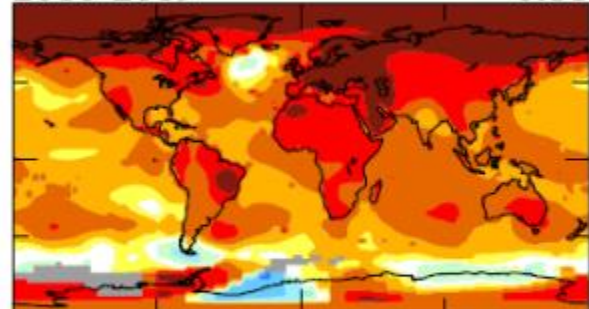
1990-1999 0.38



2000-2009 0.59



2010-2019 0.81



Doporučená literatura:

Brázdil, R., Štekl, J. a kol. (1999): Klimatické poměry Milešovky. Academia, Praha, 433 s.

Camuffo, D., Jones, P., eds. (2002): Improved understanding of Past Climatic Variability from Early Daily European Instrumental Sources. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 392 s.

Brázdil, R., Valášek, H., Macková, J. (2005): Meteorologická pozorování v Brně v 1. polovině 19. století (Historie počasí a hydrometeorologických extrémů). Archiv města Brna, Brno, 452 s.

Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K. Tignor, M. M. B., LeRoy Miller, H., Chen, Z., eds. (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, 996 s.

Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M., eds. (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 1535 s.

Auer, I. et al. (2007): HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. International Journal of Climatology, 27, 17–46.

<http://www.zamg.ac.at/histalp/>

Brázdil, R., Bělínová, M., Dobrovolný, P., Mikšovský, J., Pišoft, P., Řezníčková, L., Štěpánek, P., Valášek, H., Zahradníček, P. (2012): Temperature and Precipitation Fluctuations in the Czech Lands During the Instrumental Period. Masaryk University, Brno, 236 s.

Dobrovolný, P., Řezníčková, L., Brázdil, R., Krahula, L., Zahradníček, P., Hradil, M., Doleželová, M., Šálek, M., Štěpánek, P., Rožnovský, J., Valášek, H., Kirchner, K., Kolečka, J. (2012): Klima Brna. Víceúrovňová analýza městského klimatu. Masarykova univerzita, Brno, 200 s.

Brázdil, R., Trnka, M. a kol. (2015): Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno, 400 s.