

Časové a priestorové zmeny hodnôt vybraných meteorologických prvkov na Slovensku



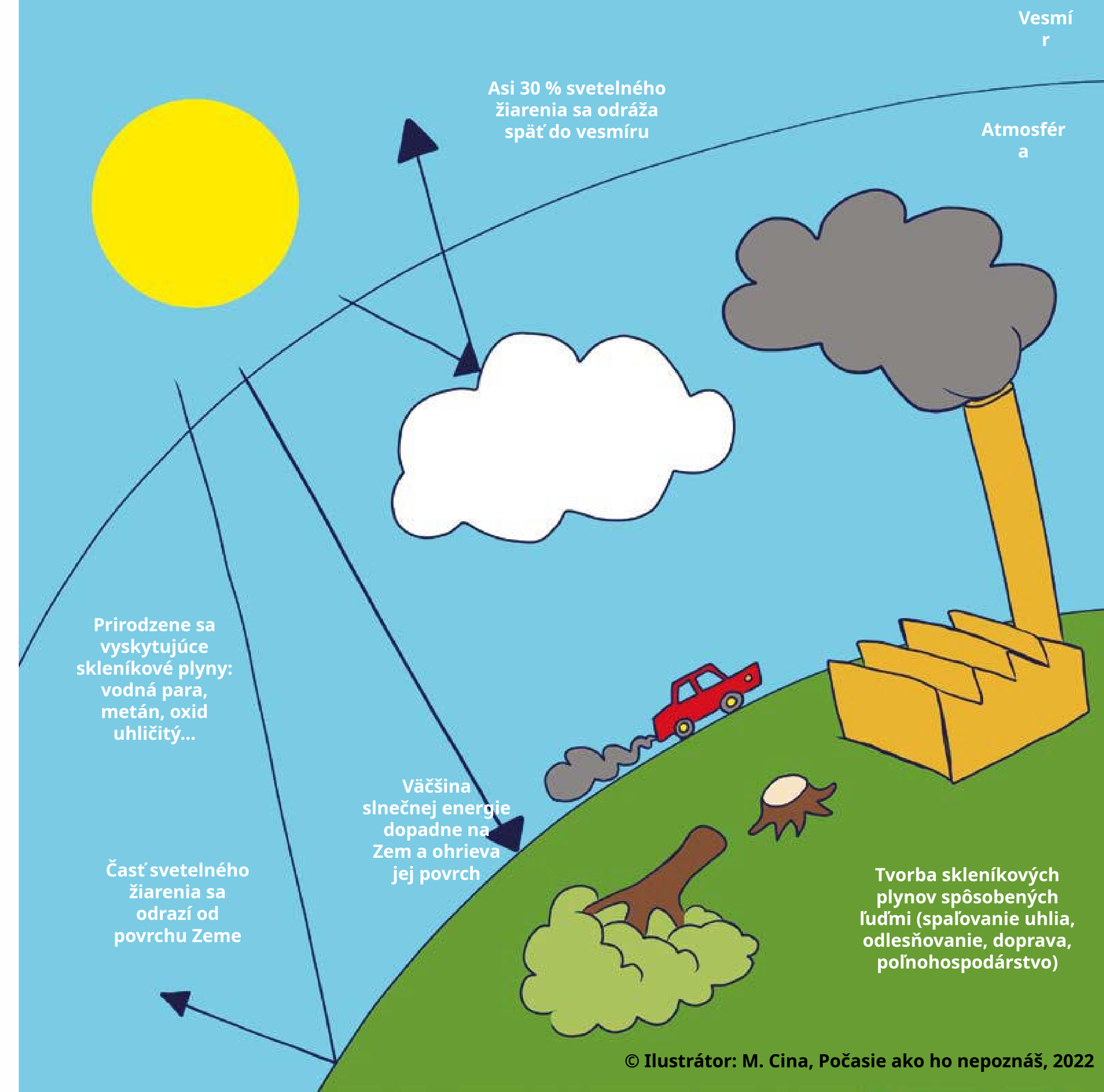
RNDr. Pavol Faško, CSc., RNDr. Gabriela
Mg. Ľuboslav Markovič, PhD., Ing. Jozef Rozkošný,
PhD., Mgr. Marcel Garaj, PhD.



Prečo sa naša planéta otepľuje

- prirodzený skleníkový efekt – priemerná globálna teplota Zeme je $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- bez atmosféry a prítomnosti tzv. skleníkového efektu by bolo na Zemi asi o $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ chladnejšie, teda $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- príčinou súčasného globálneho otepľovania je zosilnenie skleníkového efektu spôsobené zvýšeným množstvom skleníkových plynov v atmosfére, ktoré má na svedomí ľudská činnosť
- antropogénny skleníkový efekt zvyšuje teplotu Zeme až o $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$

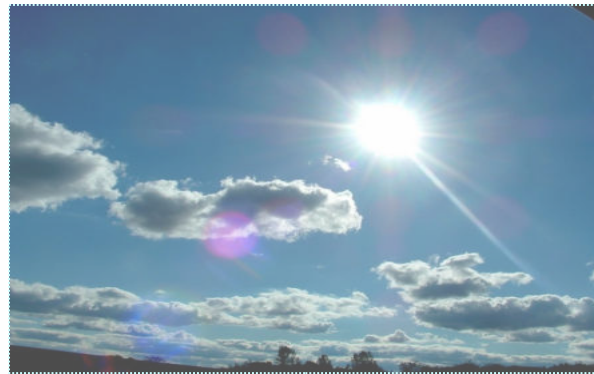
Schéma skleníkového efektu



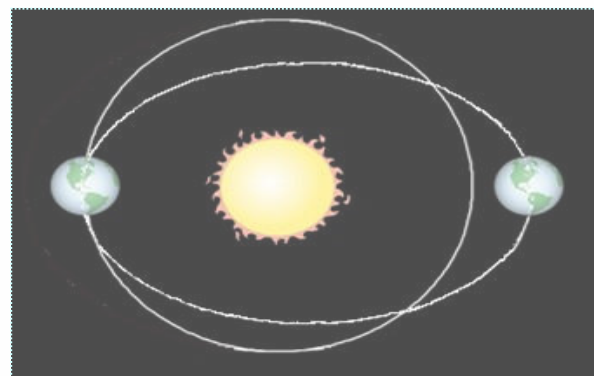
Príčiny zmien klímy v priebehu historických epoch

Vonkajšie (externé) faktory

Zmeny intenzity slnečného žiarenia



Zmena pohybu a pozície Zeme

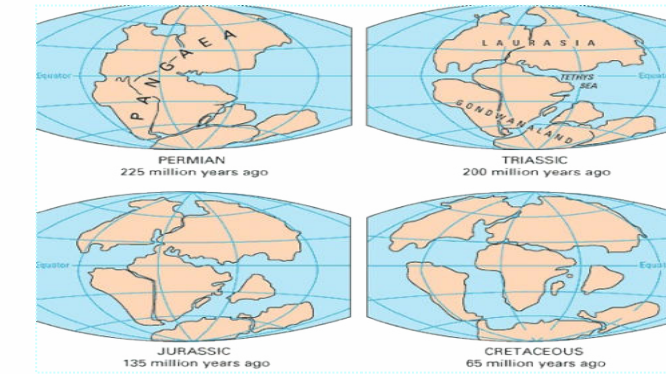


Dopady veľkých asteroidov na Zem

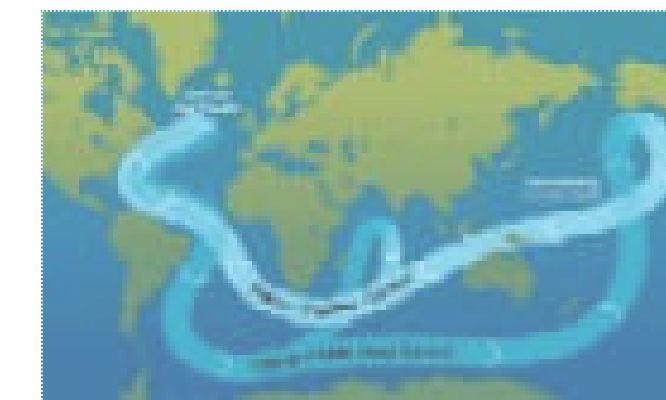


Vnútorne (interné) faktory

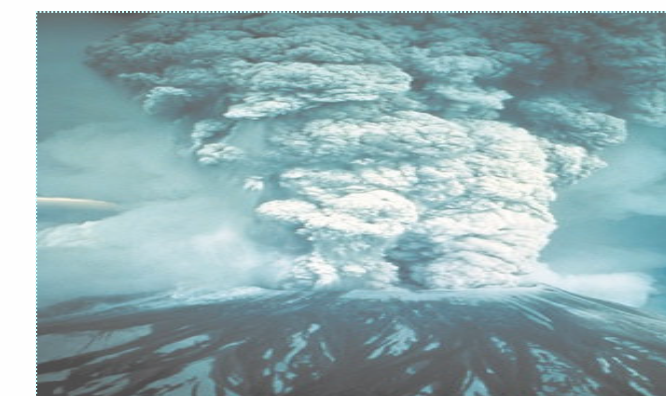
Pohyb kontinentov



Zmeny oceánskeho prúdenia

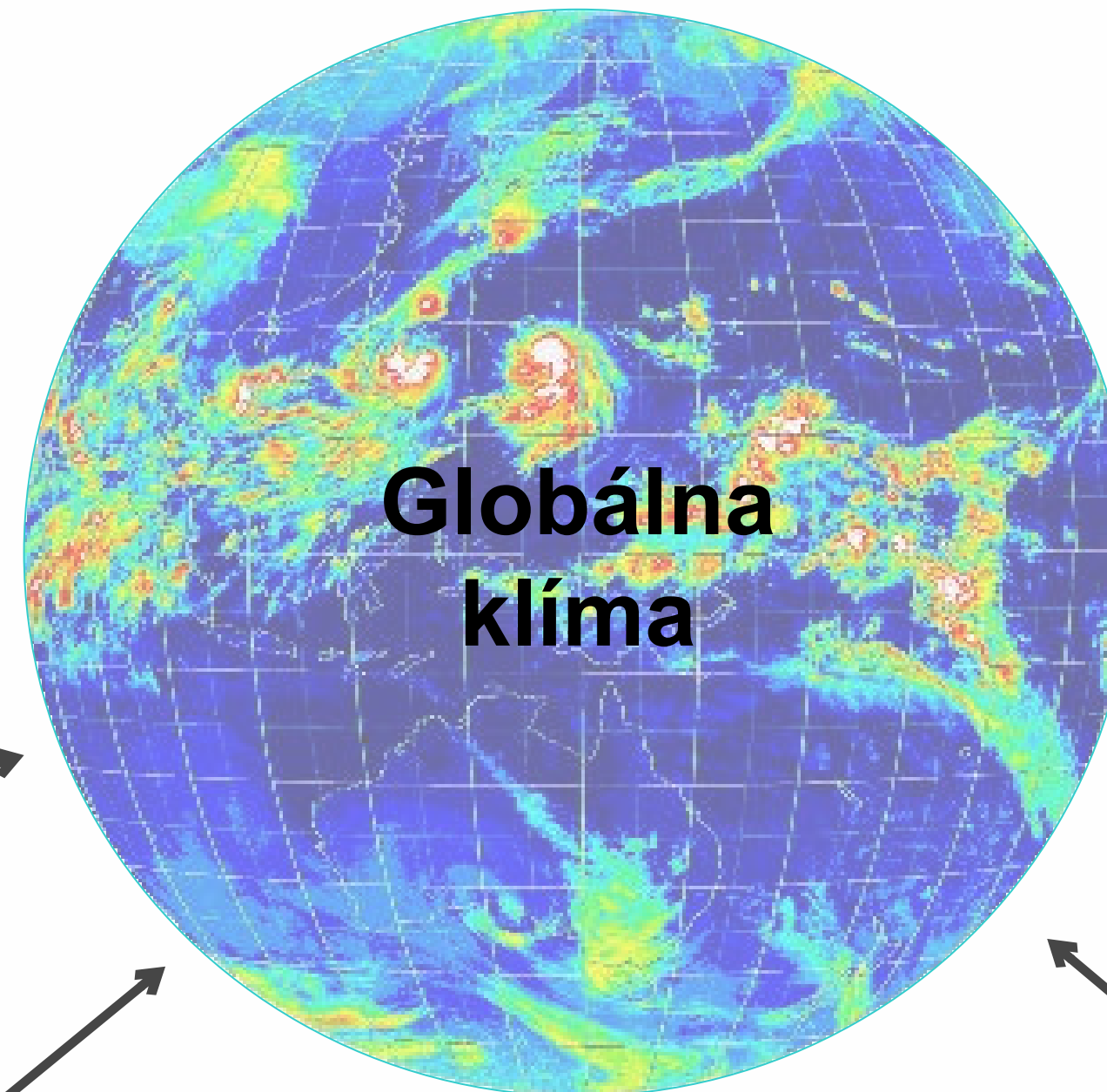


Veľké vulkanické erupcie



Zmena koncentrácie skleníkových plynov

V súčasnosti ovplyvnená človekom



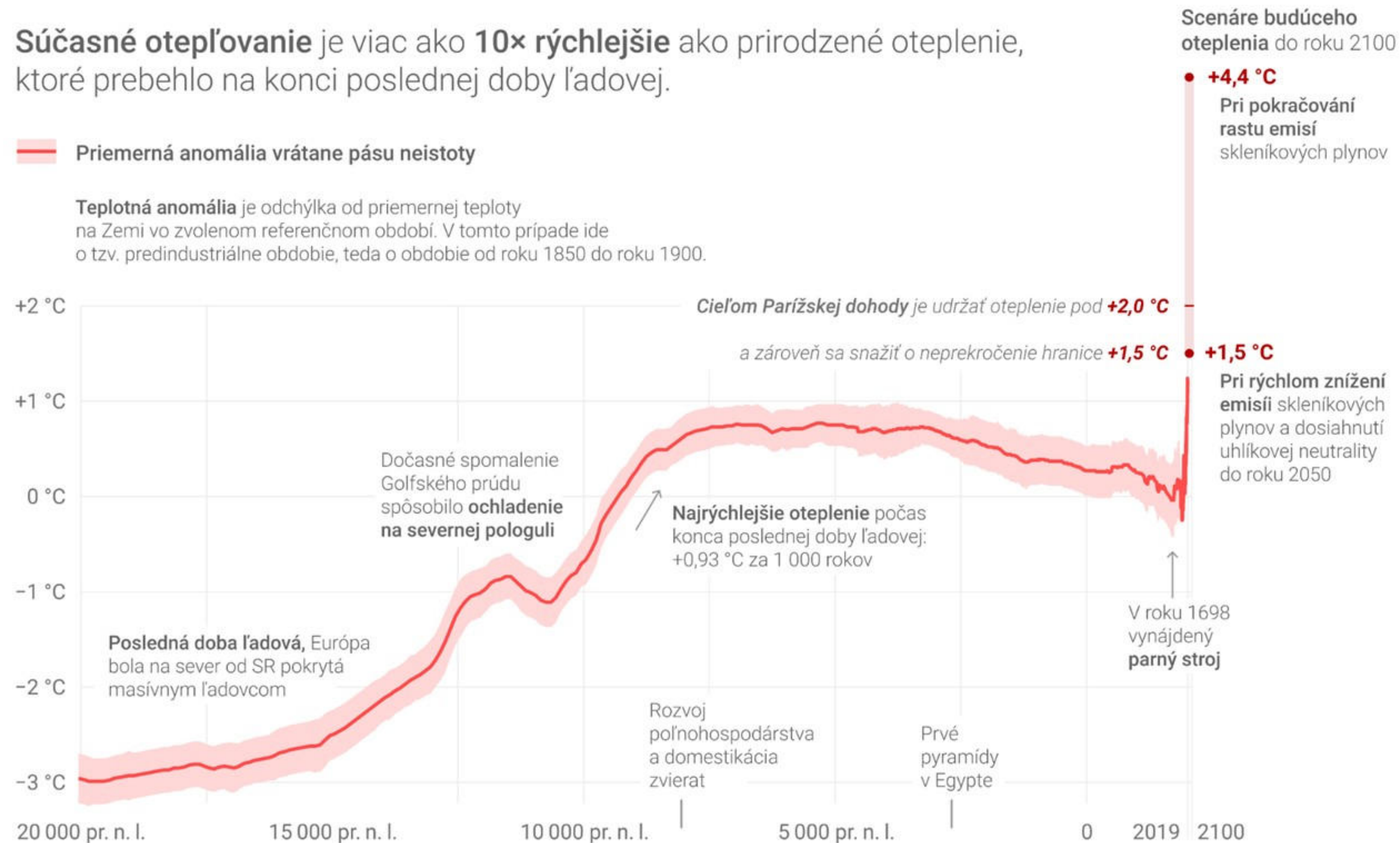
Vývoj teplotnej anomálie (odchýlky) od priemerných teplôt v referenčnom období z rokov 1850 – 1900 počas posledných 22 000 rokov

SVETOVÁ TEPLOTNÁ ANOMÁLIA ZA 22 000 ROKOV

Súčasnú otepľovanie je viac ako **10× rýchlejšie** ako prirodzené oteplenie, ktoré prebehlo na konci poslednej doby ľadovej.

— Priemerná anomália vrátane pásu neistoty

Teplotná anomália je odchýlka od priemernej teploty na Zemi vo zvolenom referenčnom období. V tomto prípade ide o tzv. predindustriálne obdobie, teda o obdobie od roku 1850 do roku 1900.



VERZIA 2021-02-25 LICENCIA CC BY 4.0

viac info na faktyoklime.sk/teplota-22000-rokov

zdroj dát: Shakun (2012): 22 050–4 550 pr. n. l., Marcott (2013): 4 540 pr. n. l.–1860, NASA GISS: 1880–2019

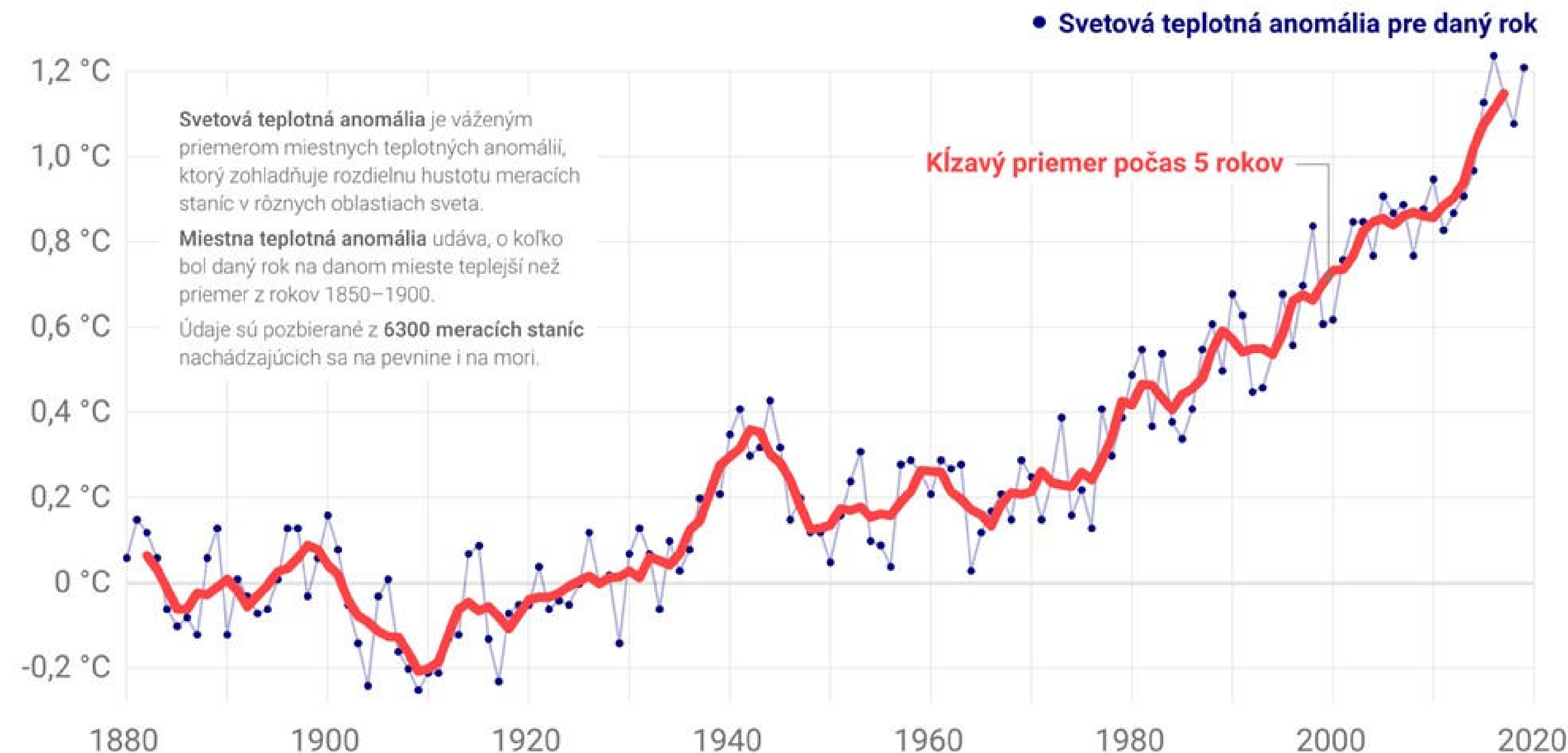
- v priebehu prirodzeného prechodu medzi dobou ľadovou a medziľadovou trvalo Zemi oteplenie o 1 °C viac ako 1000 rokov
- vplyvom človekom vypúšťaných skleníkových plynov sa Zem ohriala o 1 °C za menej ako 100 rokov
- podľa predpovedí sa do roku 2100 planéta v porovnaní so súčasnou teplotou oteplí ešte o 0,5 až 3 °C v závislosti od množstva emisií skleníkových plynov

SHMU KAŽDÝ DEŇ S VAMI

Vývoj svetovej teplotnej anomálie od hodnôt referenčného obdobia 1850 – 1900 počas posledných 140 rokov

VÝVOJ SVETOVEJ TEPLOTNEJ ANOMÁLIE

Planéta je v súčasnosti o 1,2 °C teplejšia než v rokoch 1850 – 1900.

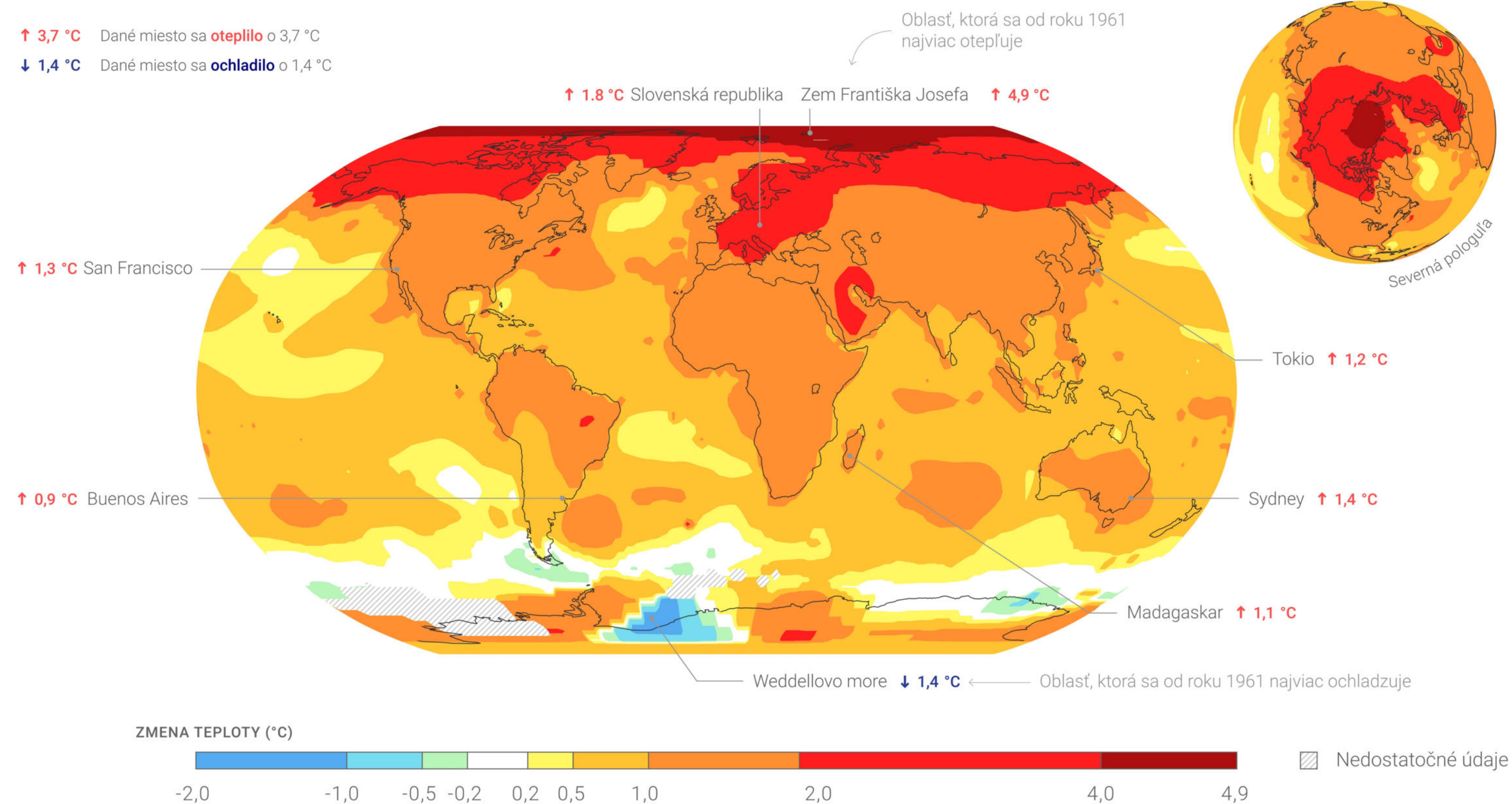


- Zem je v súčasnosti o 1,2 °C teplejšia ako v období pred industrializáciou (1850-1900)
- väčšina miest na severnej pologuli je dnes oproti referenčnému obdobiu teplejšia o 2 až 3 °C
- výstup zo 6300 staníc na pevnine, z meraní lodí, plávajúcich bójí a vedeckých staníc v Arktíde a Antarktíde

Zmeny teploty vzduchu na Zemi medzi rokmi 1961-2019

MAPA ZMENY TEPLoty MEDZI ROKMI 1961-2019

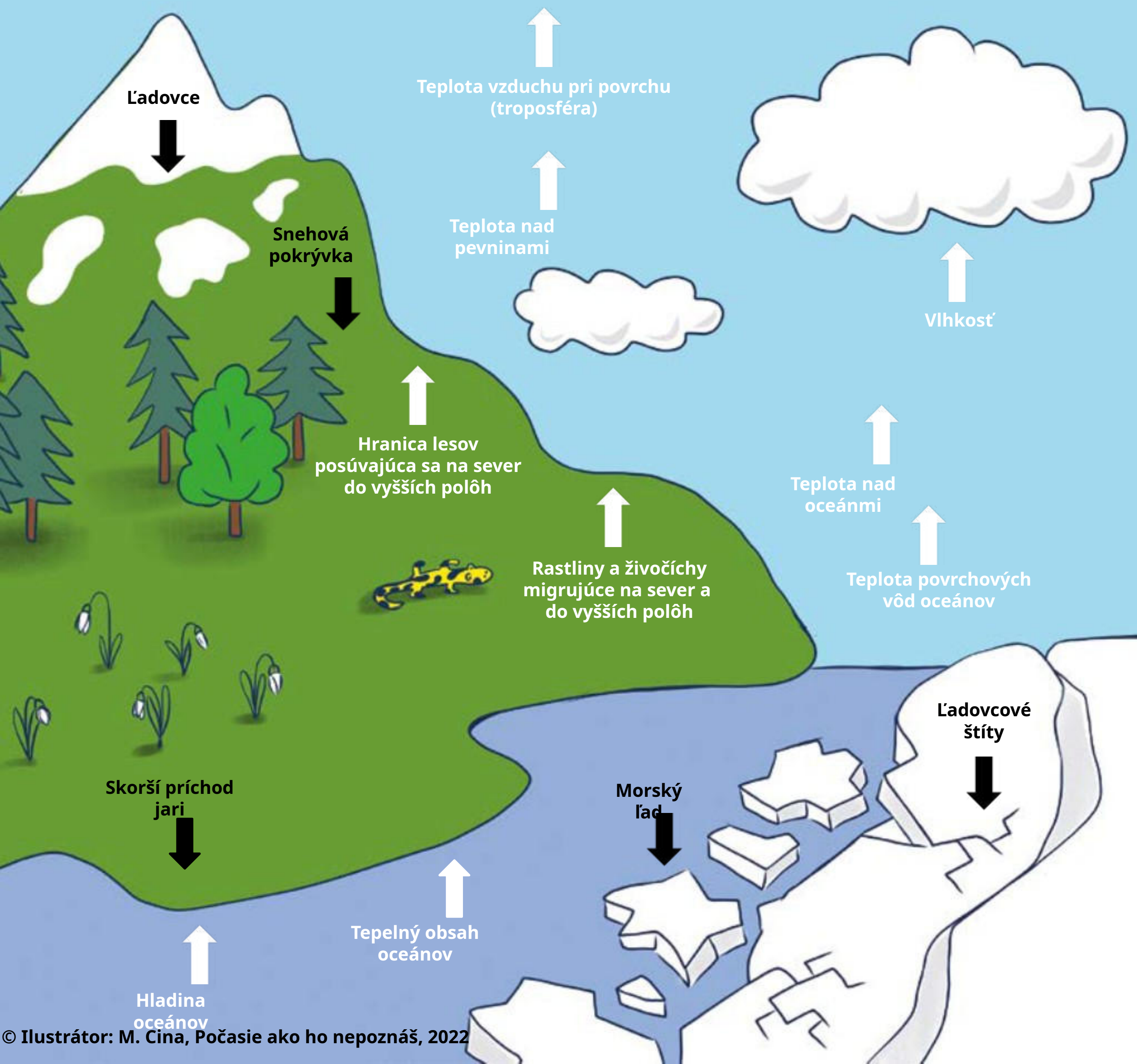
Zmena klímy prebieha rôzne na rôznych miestach planéty. Napríklad **kontinenty sa otepľujú približne dvakrát rýchlejšie než oceány.**



- **svet sa od roku 1961 oteplil o 1°C**
- **rôzne miesta sa otepľujú rôznou rýchlosťou**
- **pevniny sa otepľujú 2x rýchlejšie ako oceány**
- **severná pologuľa sa otepľuje rýchlejšie ako južná pologuľa**
- **k najväčšiemu otepleniu dochádza v Severnom ľadovom oceáne až o 4 °C (v zime až o 6 °C od roku 1961)**

Dôsledky zmeny klímy

- rýchlejšie topenie horských a kontinentálnych ľadovcov a snehovej pokrývky;
- ústup morského polárneho zaľadnenia Arktídy (najmä v lete);
- zvyšovanie teploty oceánov;
- zvyšovanie hladiny oceánov (v súčasnosti o viac ako 3 mm ročne);
- zväčšovanie územia postihovaného suchom, povodňami, silnými lejakmi;
- znižovanie produkcie poľnohospodárskej výroby najmä v dôsledku častejších záplav a dlhšieho obdobia sucha;
- viac infekčných chorôb a zdravotných rizík u ľudí, rastlín aj zvierat v dôsledku častejších horúčav;
- častejšie požiare lesov a polí v dôsledku dlhšieho obdobia sucha;
- zníženie druhovej rozmanitosti (biodiverzity) rastlín a živočíchov;
- viac silnejších búrok, víchric, hurikánov;
- rozmrzanie trvalo zamrznutej pôdy (permafrostu), z ktorej sa uvoľňujú ďalšie skleníkové plyny;
- dlhšie trvajúce vegetačné obdobie počas roka, skorší nástup jari



Topenie ľadovcov

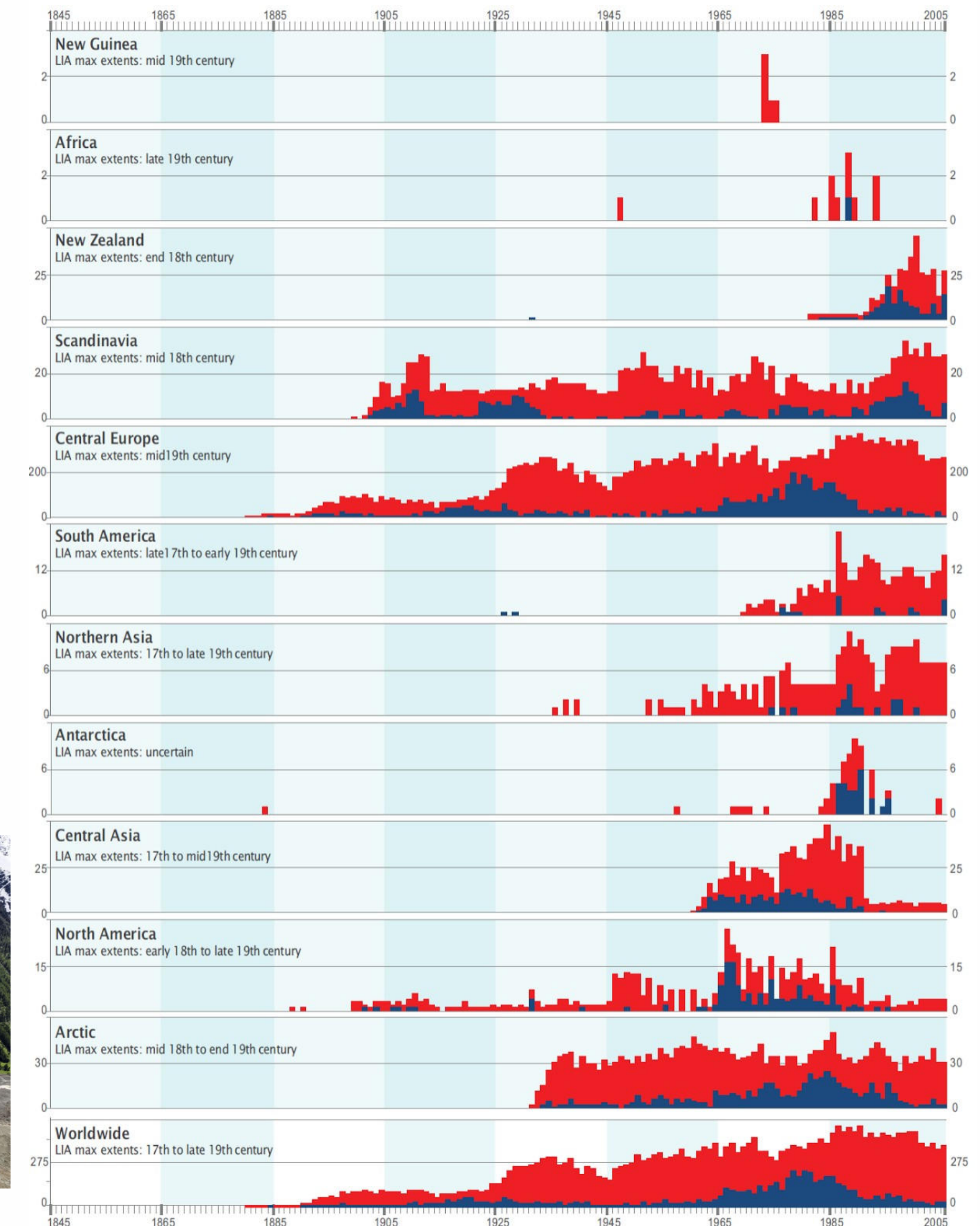
- najviditeľnejší prejav zmeny klímy
- zvyšovanie teploty (najmä v lete), zmeny zrážkových podmienok
- horské a kontinentálne ľadovce (Antarktída, Grónsko)
- tvoria 10 % zemského povrchu, 75 % všetkej sladkej vody na Zemi
- do konca 21. storočia zvýšenie hladiny oceána o 40 cm



Ustup ľadovcov v Severnej Amerike.



Ľadovec Birch, 28.5.2025

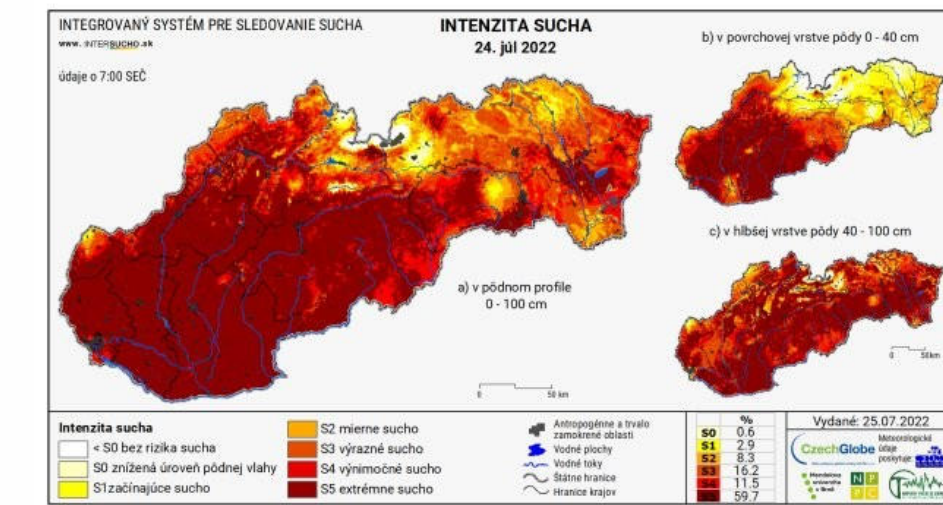


Dlhodobé zmeny počtu postupujúcich (modré) a ustupujúcich (červená) ľadovcov vo vybraných regiónoch sveta v období 1880-2005

SHMU KAŽDÝ DEŇ S VAMI

Pribúdanie extrémov v počasí

- teplejší vzduch dokáže absorbovať viac vodnej pary (nárast o 1 °C = 7 % viac vodnej pary)
- priemerné množstvo vodnej pary v atmosfére môže v budúcnosti vzrásť o 5 – 25 % (v závislosti od nárastu priemernej teploty vzduchu)
- intenzívnejšie búrky – nárast nebezpečných sprievodných javov búrok
- tornáda, tropické búrky (hurikány), vlny horúčav, dusno
- intenzívnejšie a dlhšie sucho
- prívalové povodne (napríklad v prípade intenzívneho dažďa po období sucha)



Mammatus, Bratislava 24.6.2021



Tornádo IF4 na Morave, 24.6.2021



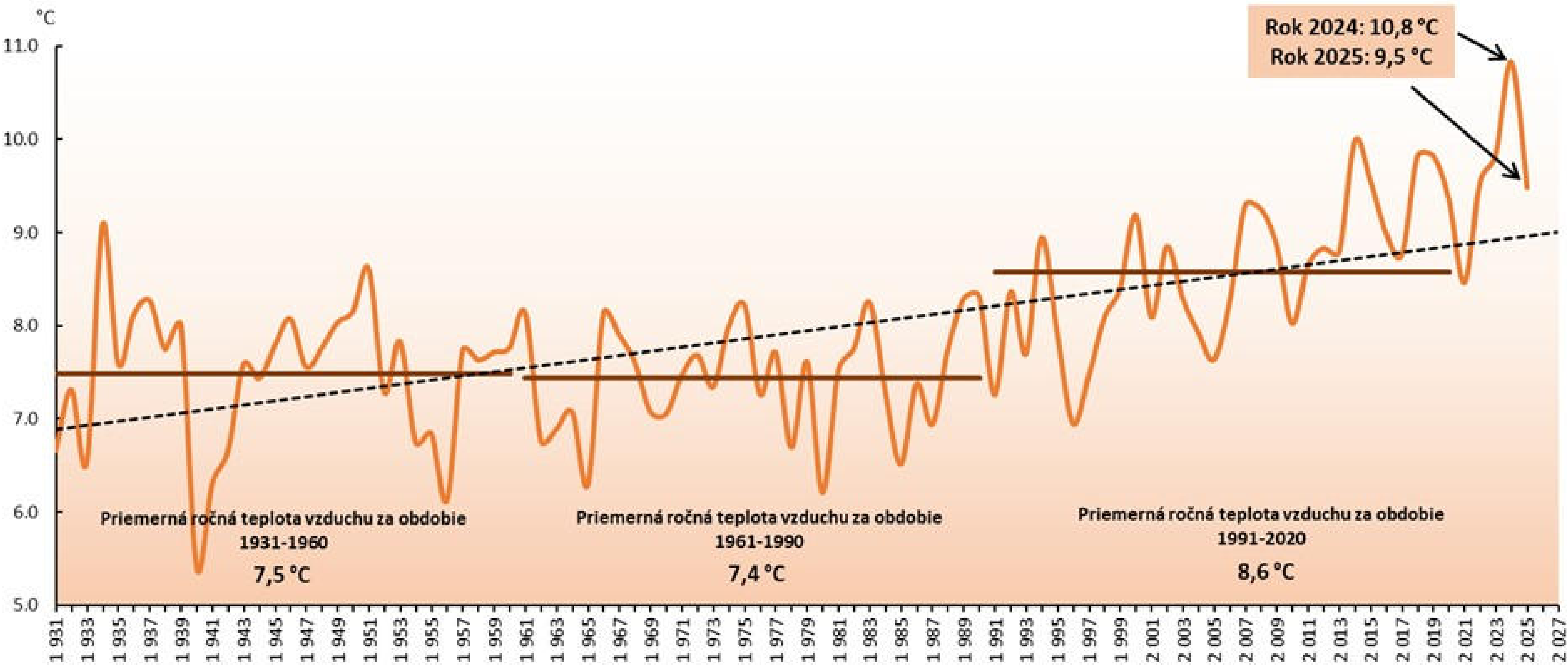
KE, 8 cm, 27.6.2019



Tatry prívalová povodeň júl 2018, požiar máj 2018



Priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku od roku 1931



Rok	Ročný priemer SR	Poradie
2024	10.8	1
2014	10.0	2
2023	9.8	3
2019	9.8	4
2018	9.8	5
2015	9.6	6
2022	9.5	7
2025	9.5	8
2020	9.4	9
2007	9.3	10



Ako je to s teplotou vzduchu?

10 najteplejších mesiacov na Slovensku od roku 1931 doteraz

Poradie	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December
1	2007	2024	2024	2018	2018	2019	2024	1992	2023	1966	2019	1934
2	2023	2016	2014	2009	2003	2021	2021	2024	1942	2023	2000	1960
3	1936	1966	1934	2000	2002	2022	2006	2015	1932	2000	1963	2020
4	1948	2014	2017	1934	1958	2025	2015	2022	1947	2001	2010	1959
5	1994	2020	1990	2024	1937	2003	1994	2018	1982	1935	2014	2025
6	1983	1990	2025	1961	1931	2017	2010	2003	2011	2018	2012	2015
7	2014	1974	2007	2025	1993	2024	1995	2019	1999	2022	1951	1979
8	2018	1995	1974	2011	1946	1964	2022	2020	2024	1944	1996	2019
9	2025	2002	2019	2014	2007	2007	2012	2017	1994	1961	2006	2006
10	1988	1998	1936	1952	2024	2016	2002	2023	2025	2013	2002	1985

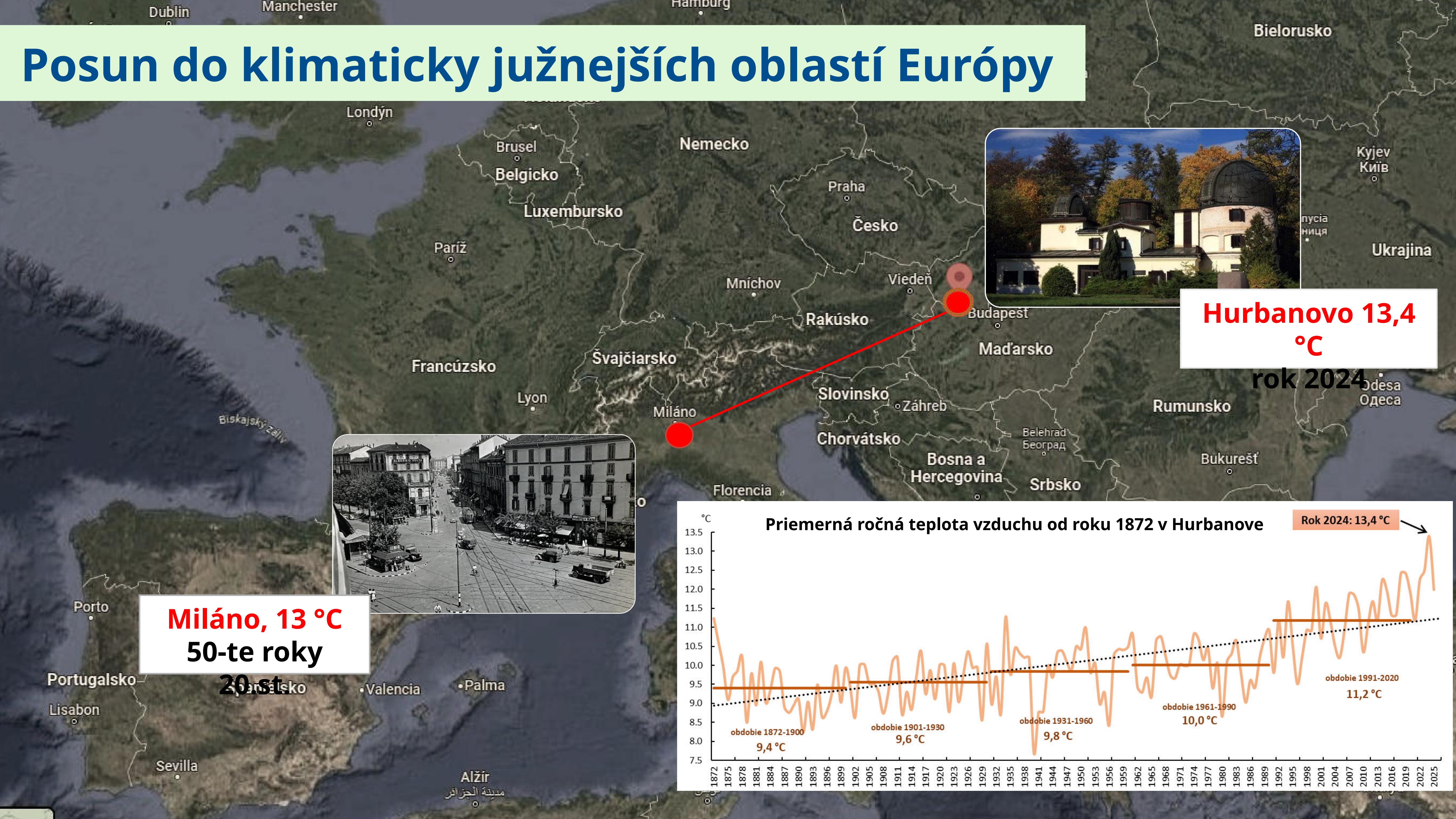
10 najteplejších ročných období a rokov na Slovensku od roku 1931 doteraz

Poradie	Jar	Leto	Jeseň	Zima	Rok
1	2024	2024	2023	2023/2024	2024
2	1934	2022	2019	2006/2007	2014
3	2018	2019	2000	2013/2014	2023
4	2007	2015	2014	2022/2023	2019
5	2014	2018	2006	1997/1998	2018
6	2000	2003	2018	2019/2020	2015
7	2012	2021	2012	1950/1951	2022
8	1946	1992	1982	2015/2016	2025
9	2002	2017	1963	1993/1994	2020
10	2009	2012	1961	2014/2015	2007

červenou farbou je vyznačených posledných 35 rokov (od roku 1991)



Posun do klimaticky južnejších oblastí Európy



Miláno, 13 °C
50-te roky

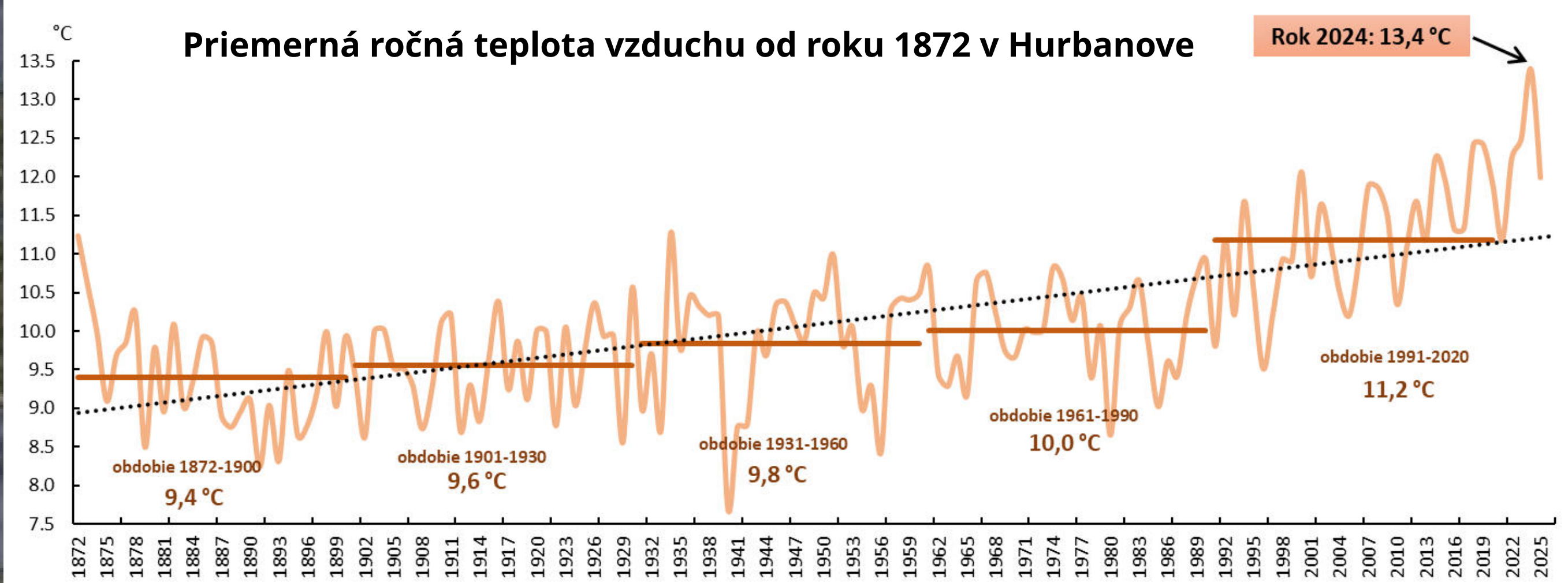
20.st.

Hurbanovo 13,4 °C

rok 2024

Priemerná ročná teplota vzduchu od roku 1872 v Hurbanove

Rok 2024: 13,4 °C



Posun teploty vzduchu na území Slovenska

**Prievidza, 20,4
°C**

júl 1991-2020

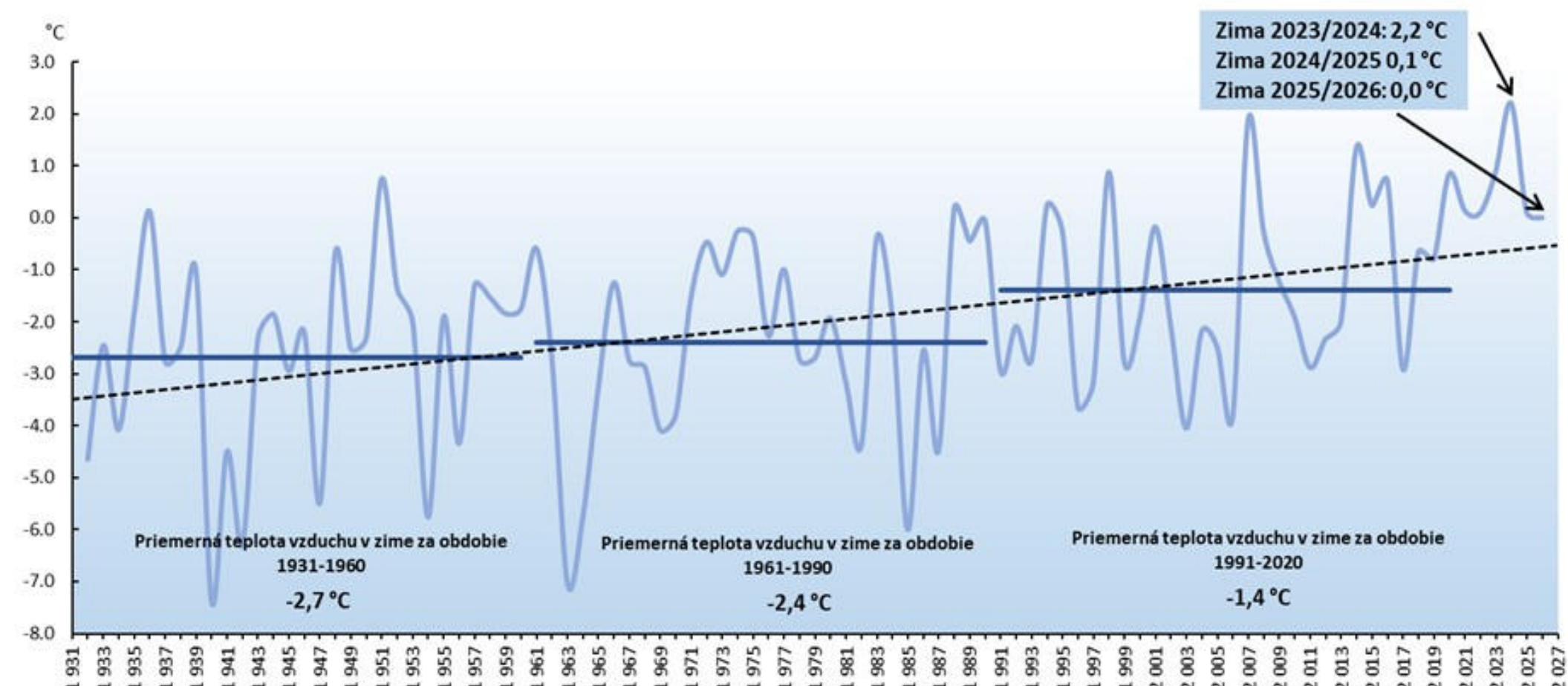
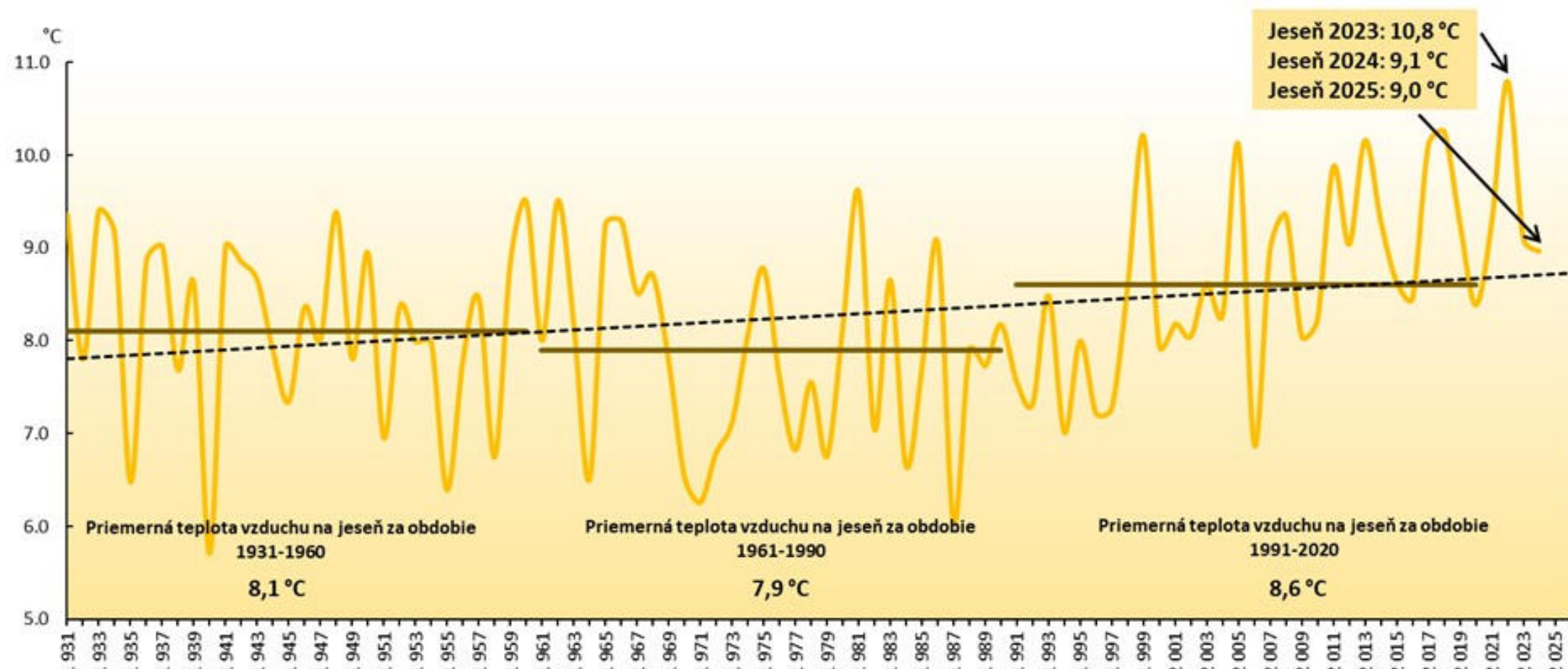
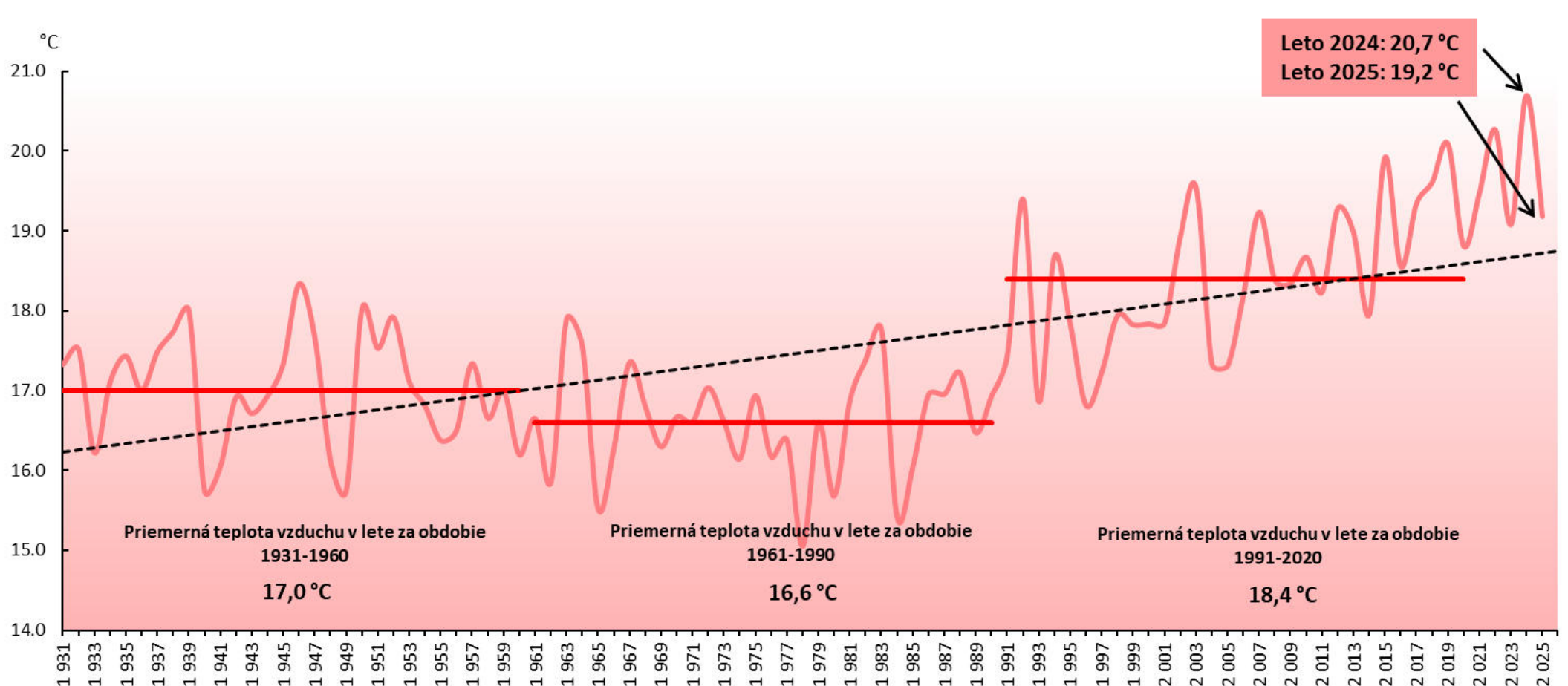
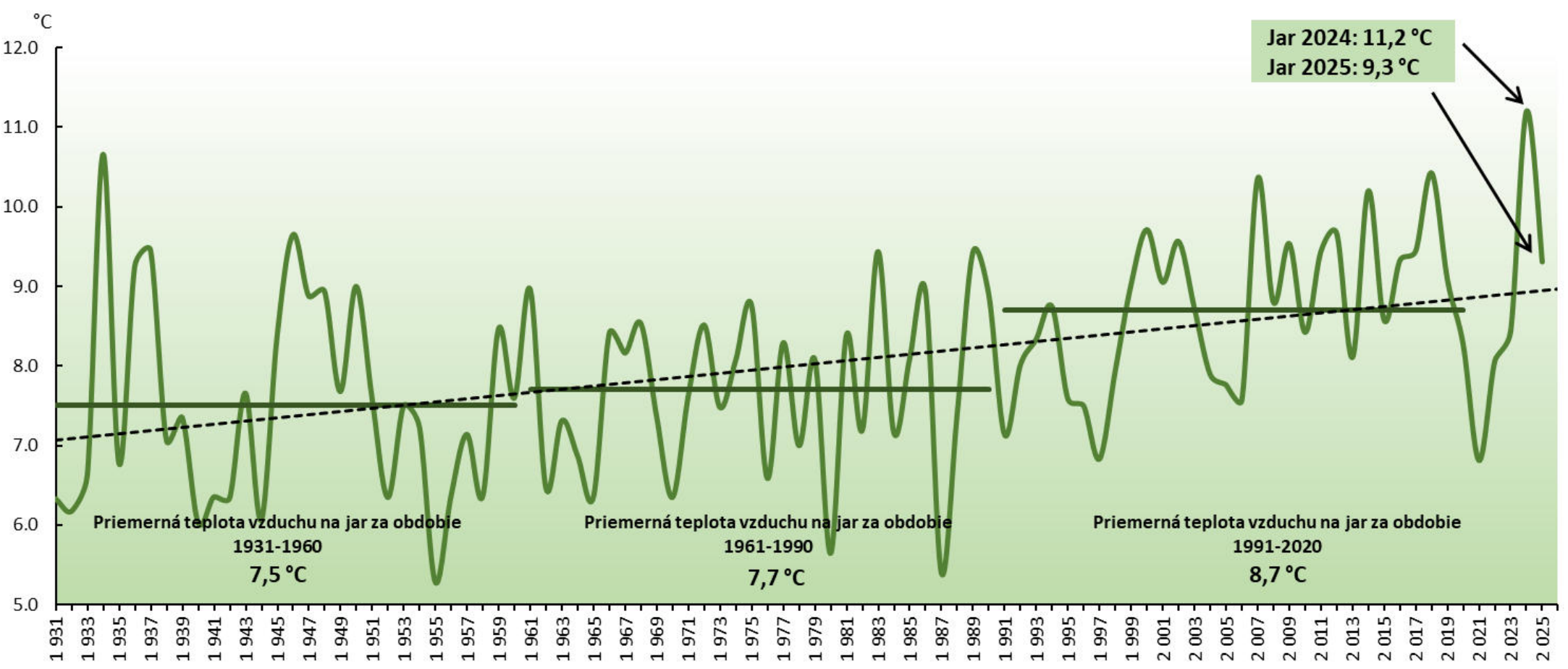
**Komárno, 20,2
°C**

júl 1951-1980

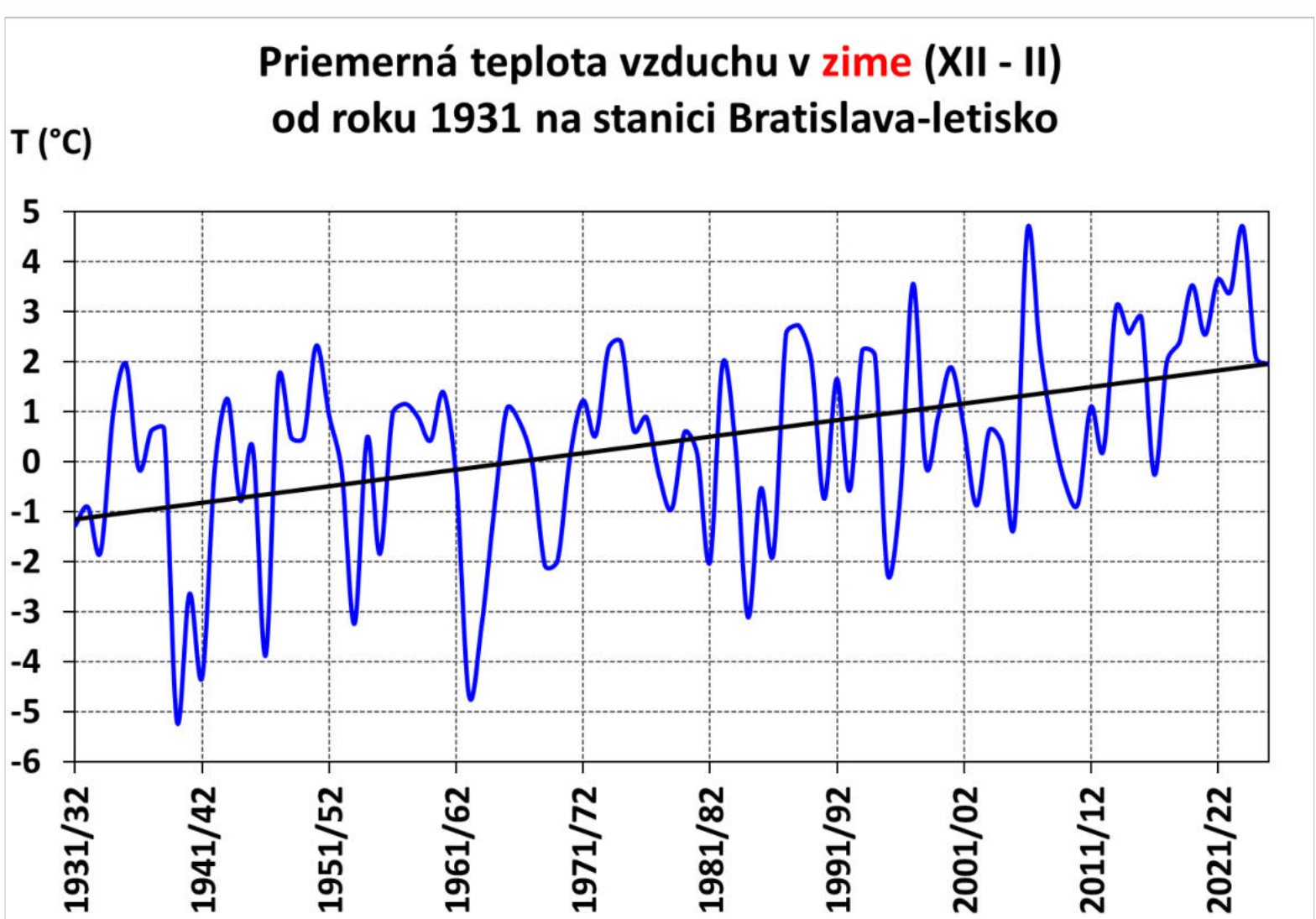
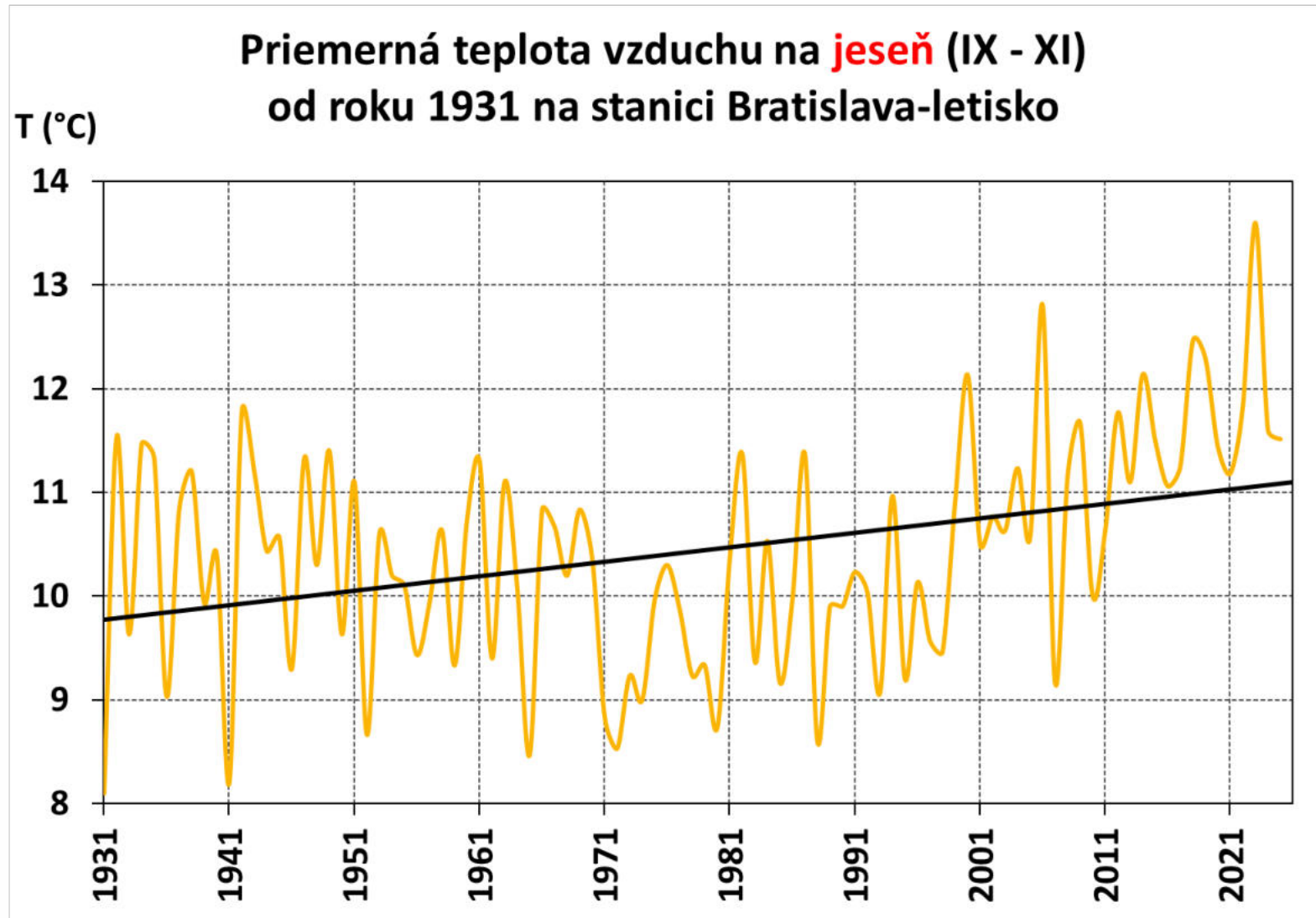
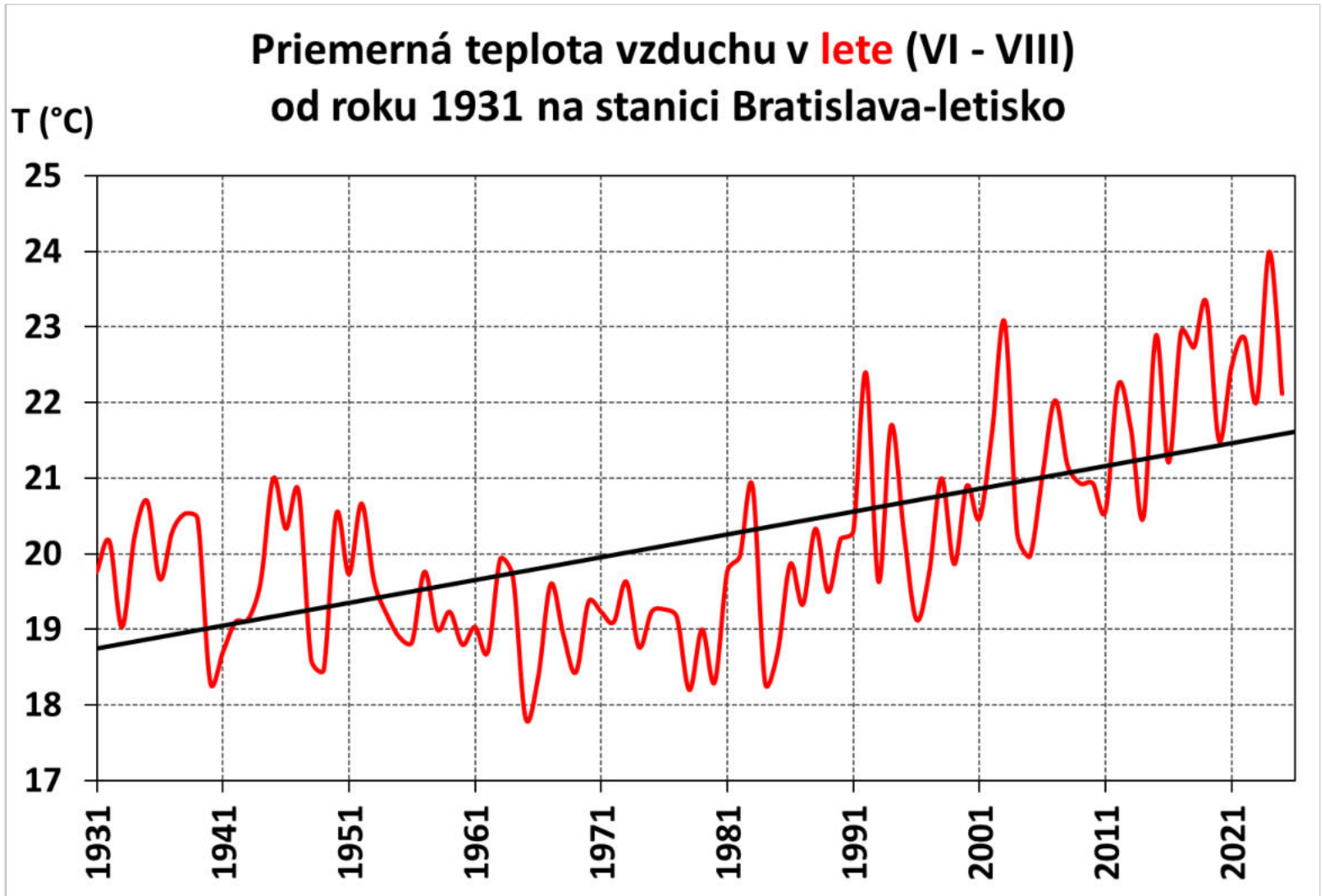
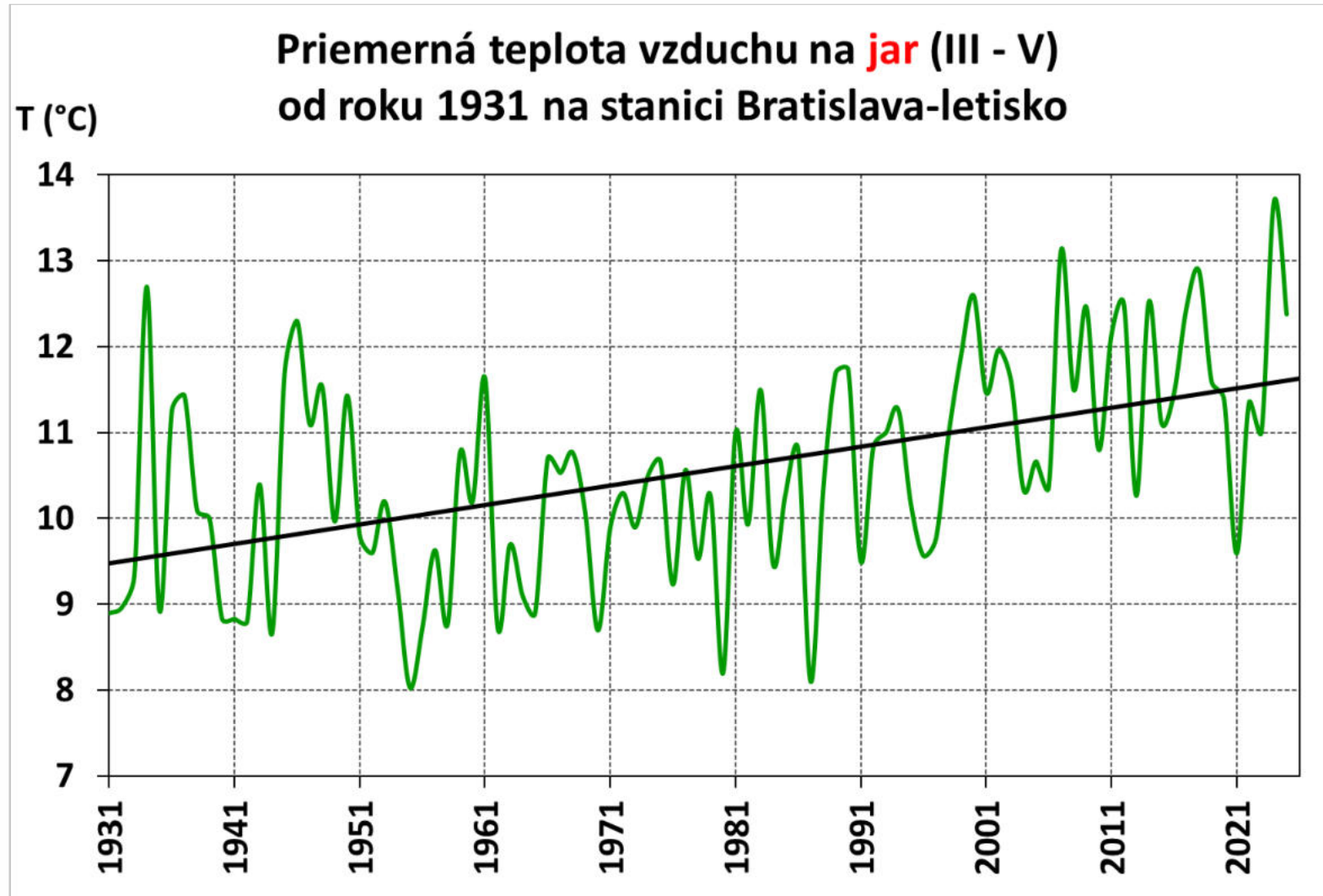
- najrýchlejší nárast teploty vzduchu zaznamenávame najmä v lete a zime
- od roku 1951 sa teplota vzduchu v lete na Slovensku zvýšila o viac ako 2 °C
- posun až 100 km na sever
- častejší výskyt extrémnych hodnôt

Ako je to s teplotou vzduchu?

- obdobie jeseň 2023 – leto 2024 boli 4 extrémne teplé ročné obdobia po sebe na Slovensku

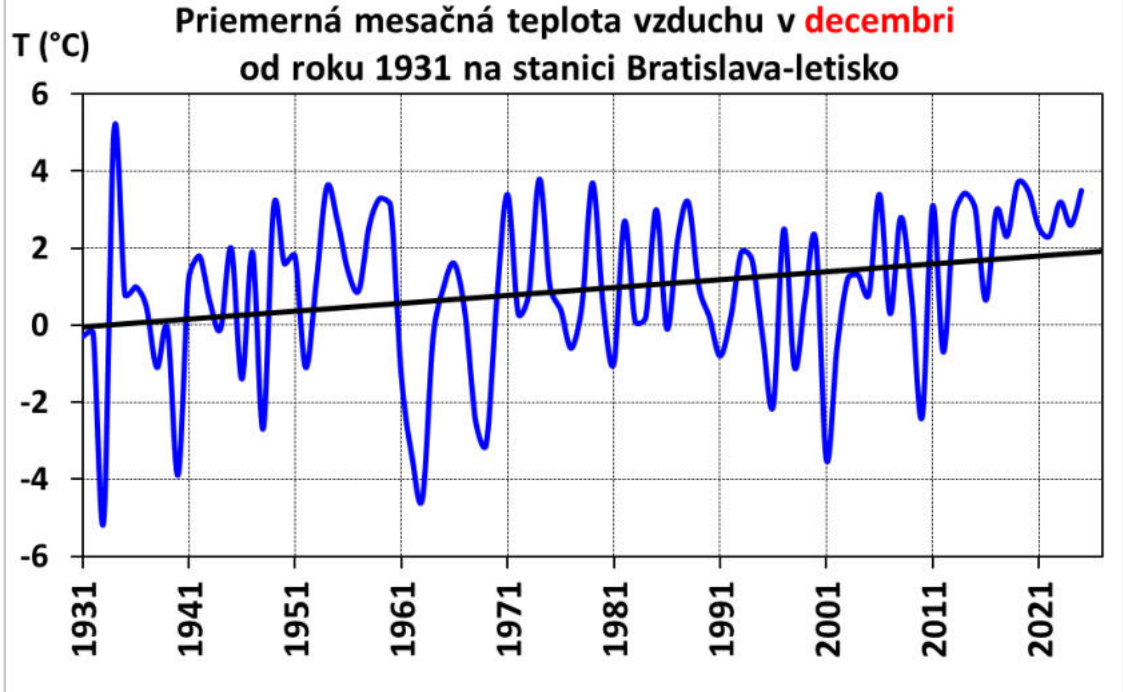
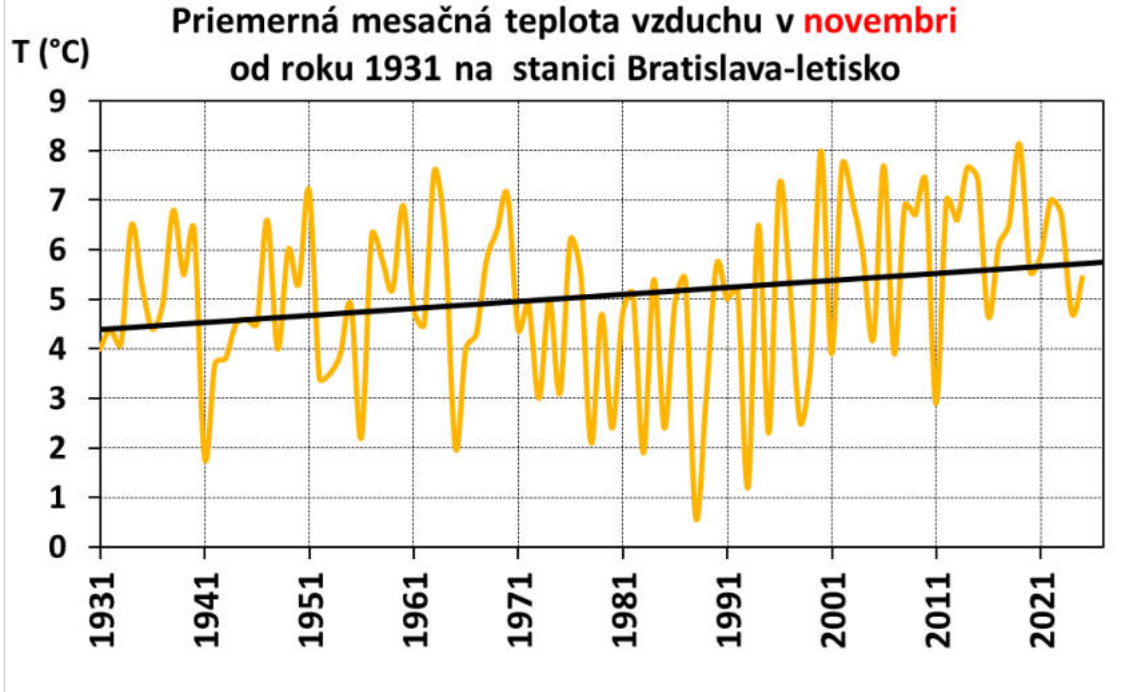
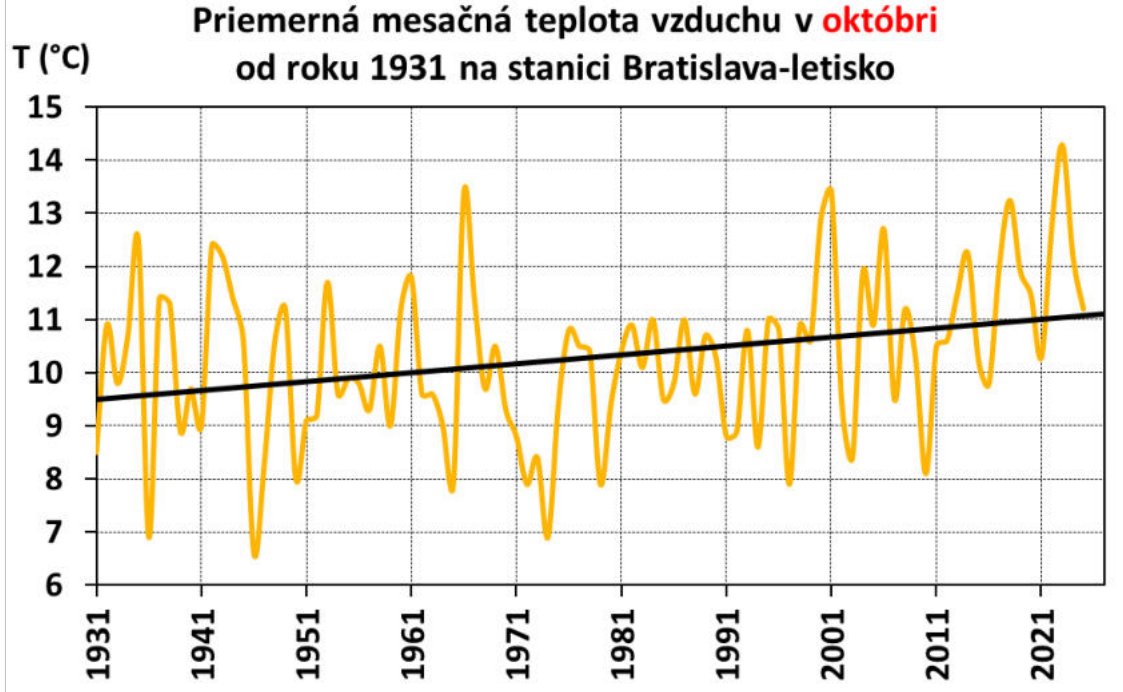
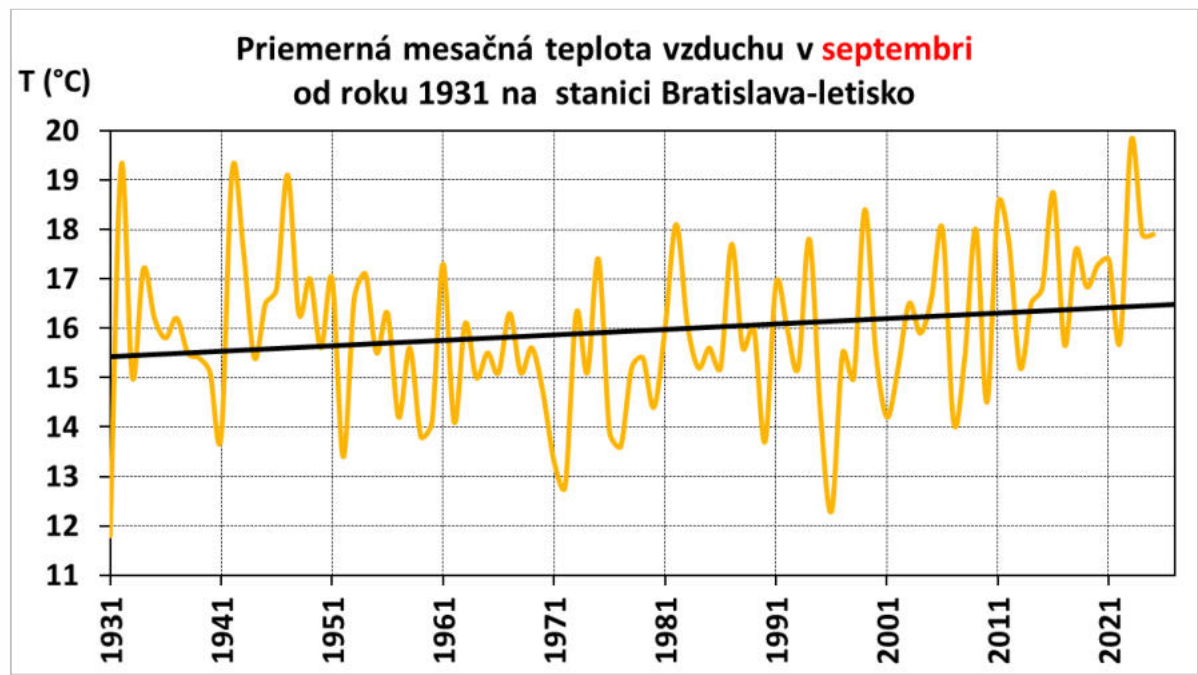
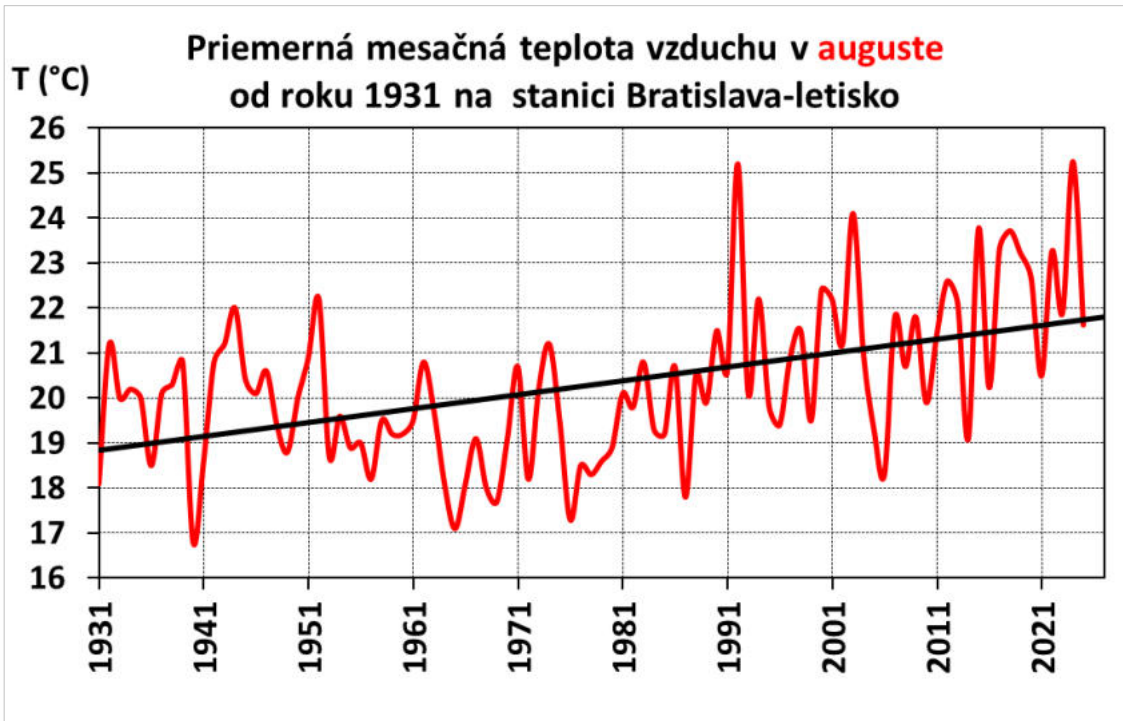
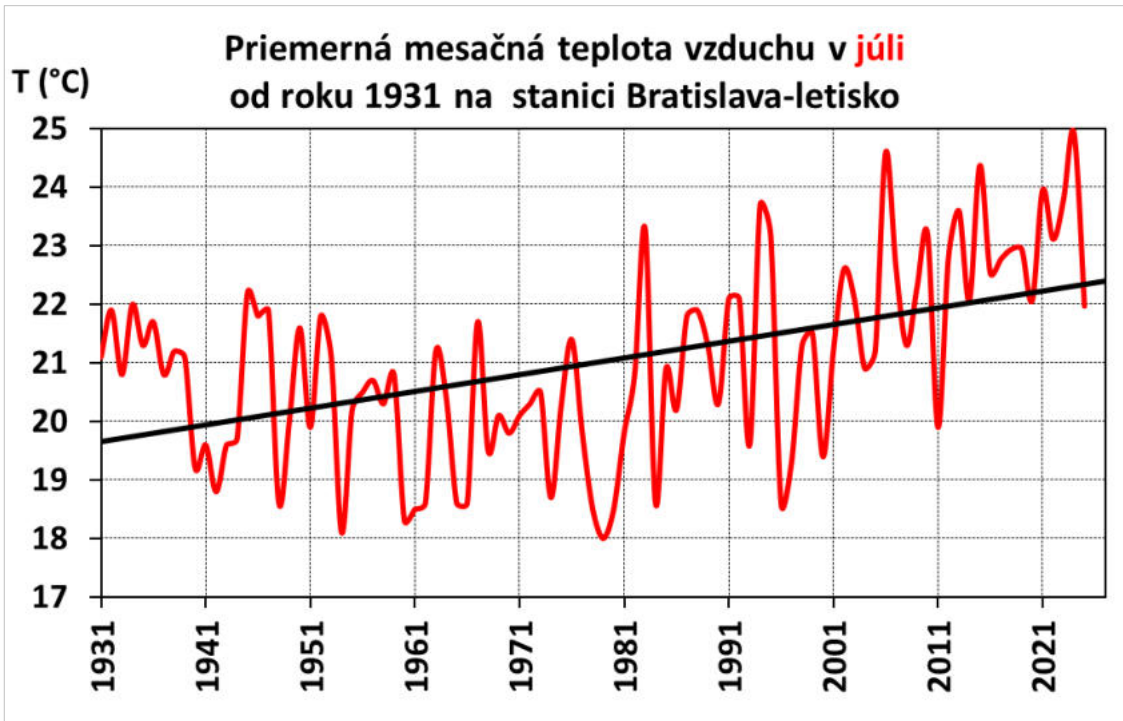
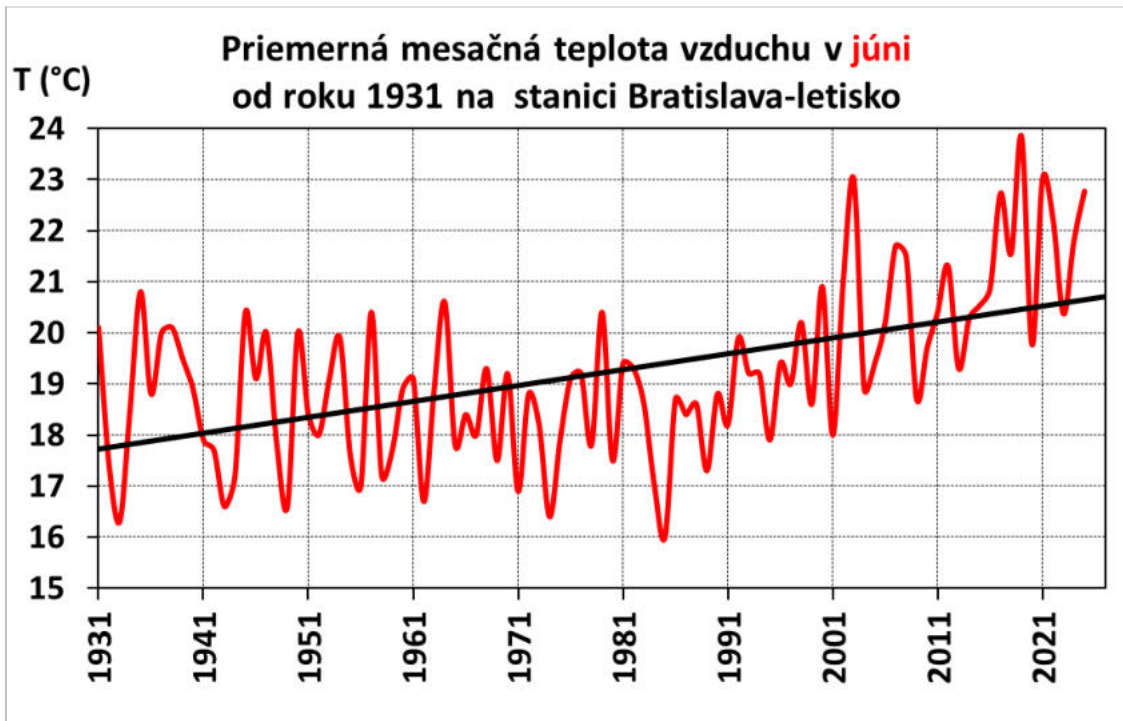
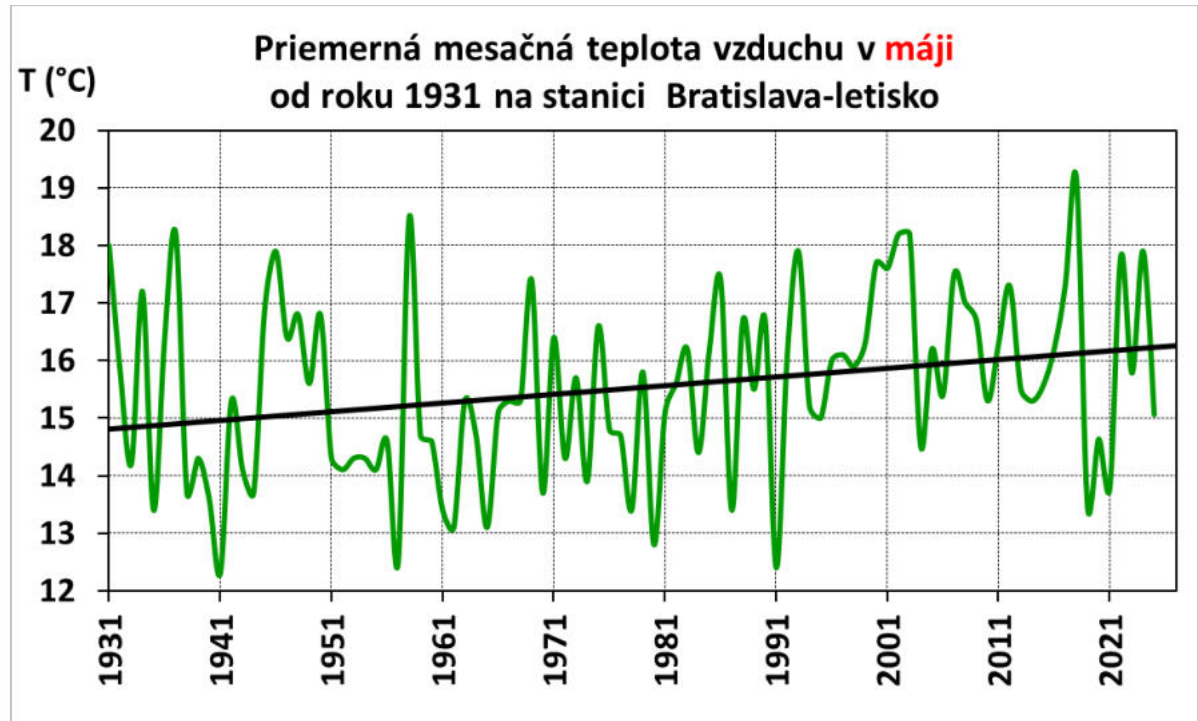
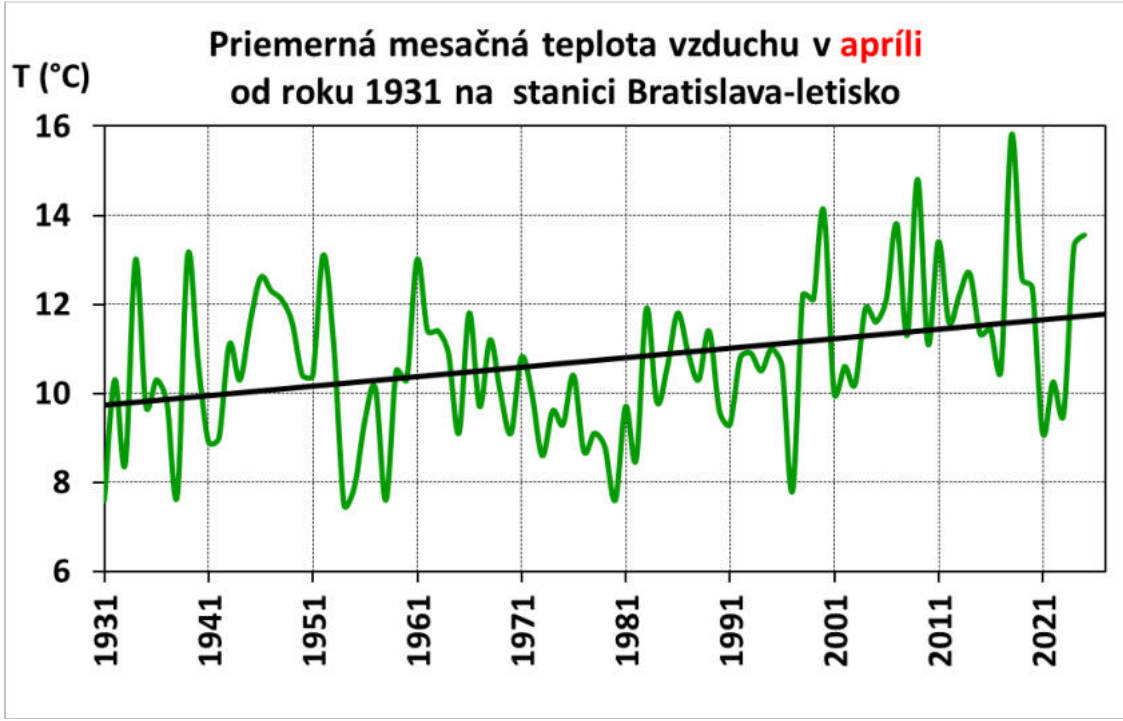
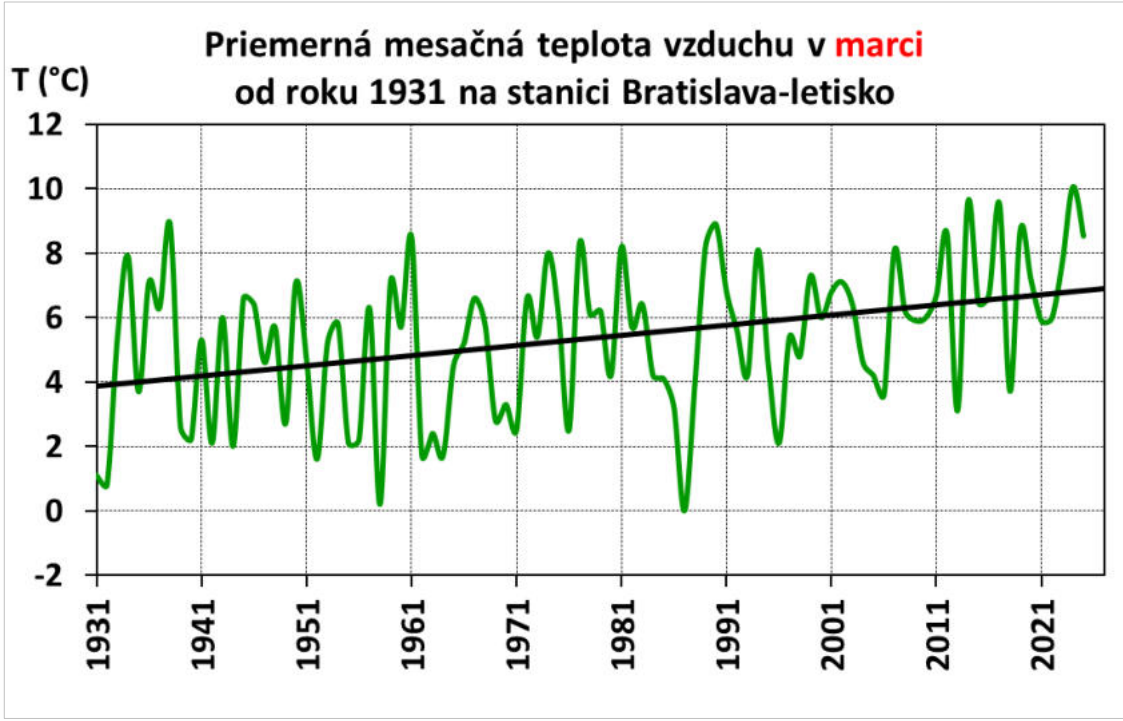
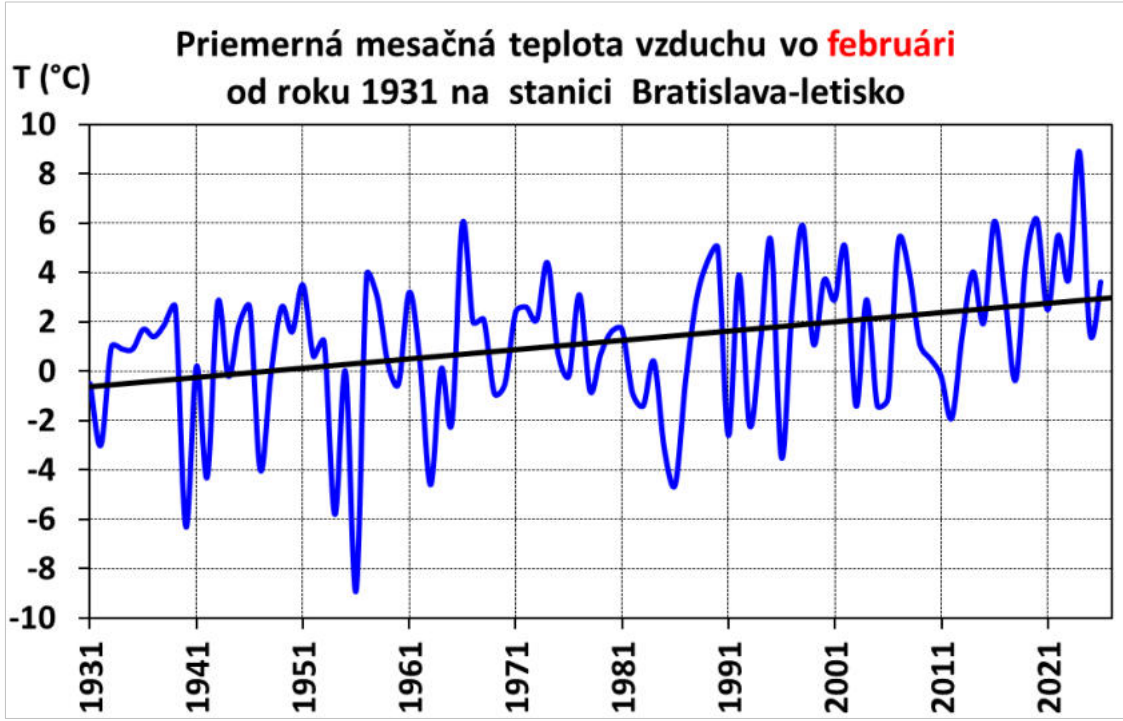
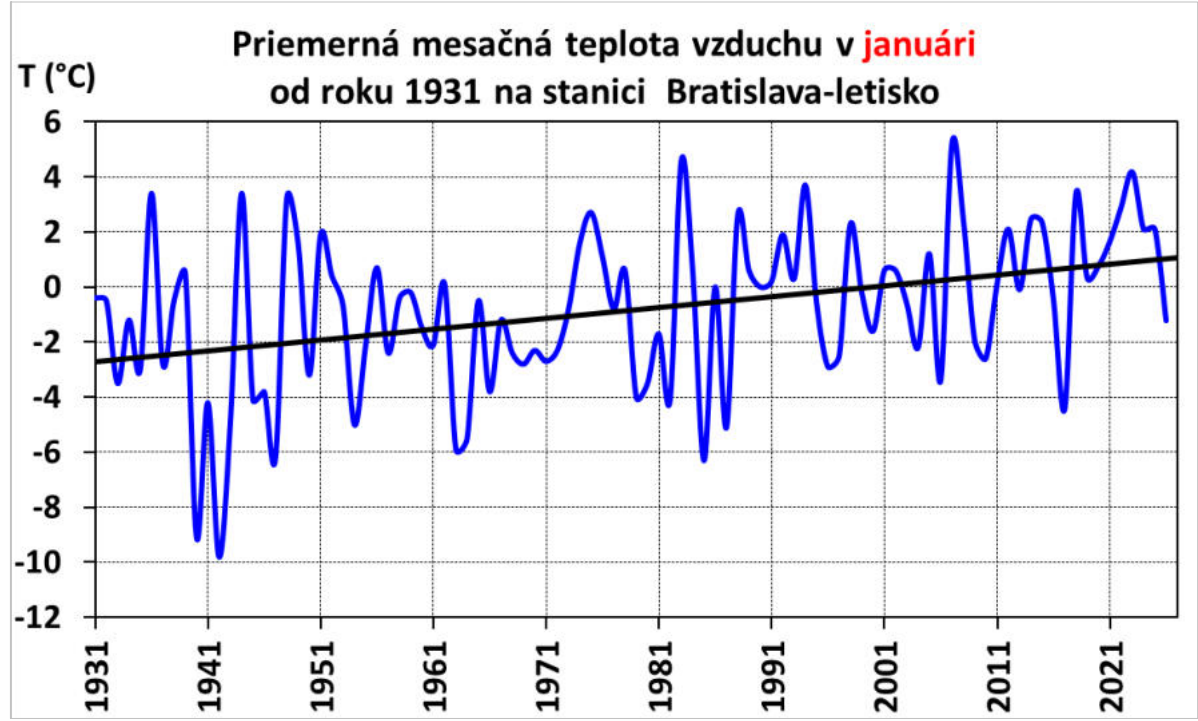


Ako je to s teplotou vzduchu v Bratislave?



Priemerná teplota vzduchu v ročných obdobiach v Bratislave od roku 1931

Ako je to s teplotou vzduchu v Bratislave?

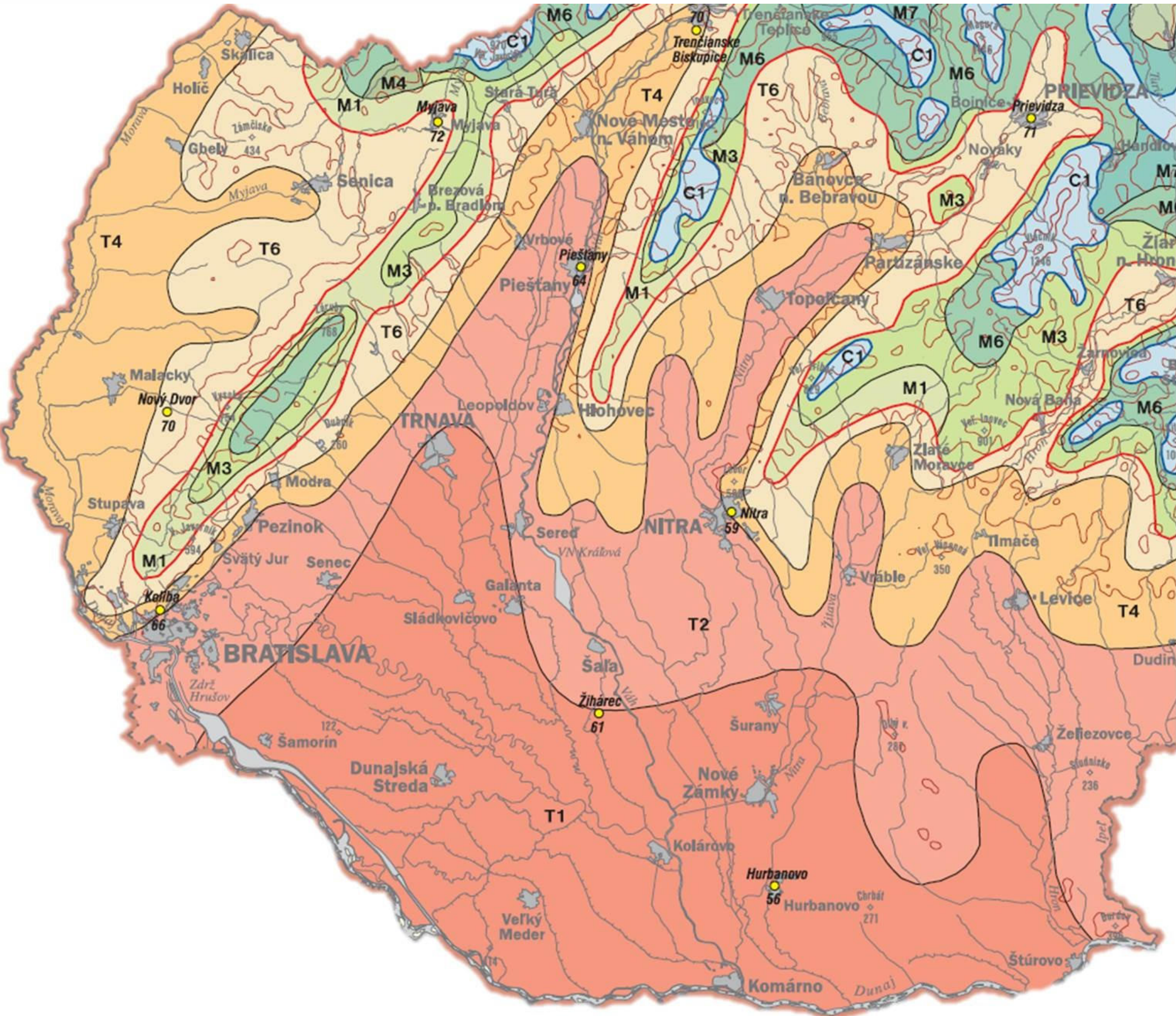


Priemerná mesačná teplota vzduchu v Bratislave od roku 1931

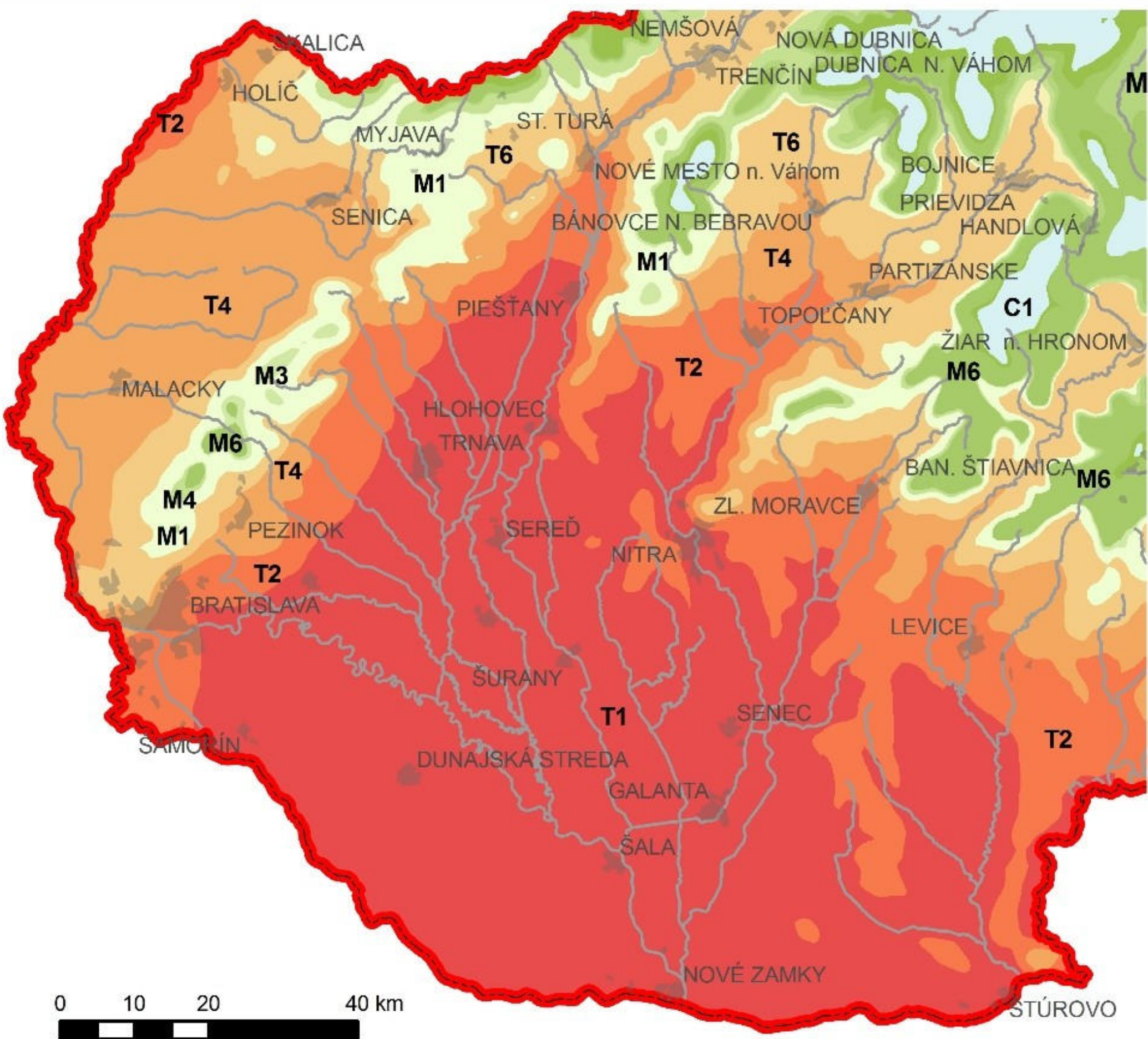


KLIMATICKÁ KLASIFIKÁCIA PODĽA KONČEKA – JUHOZÁPAD SR

1961-1990

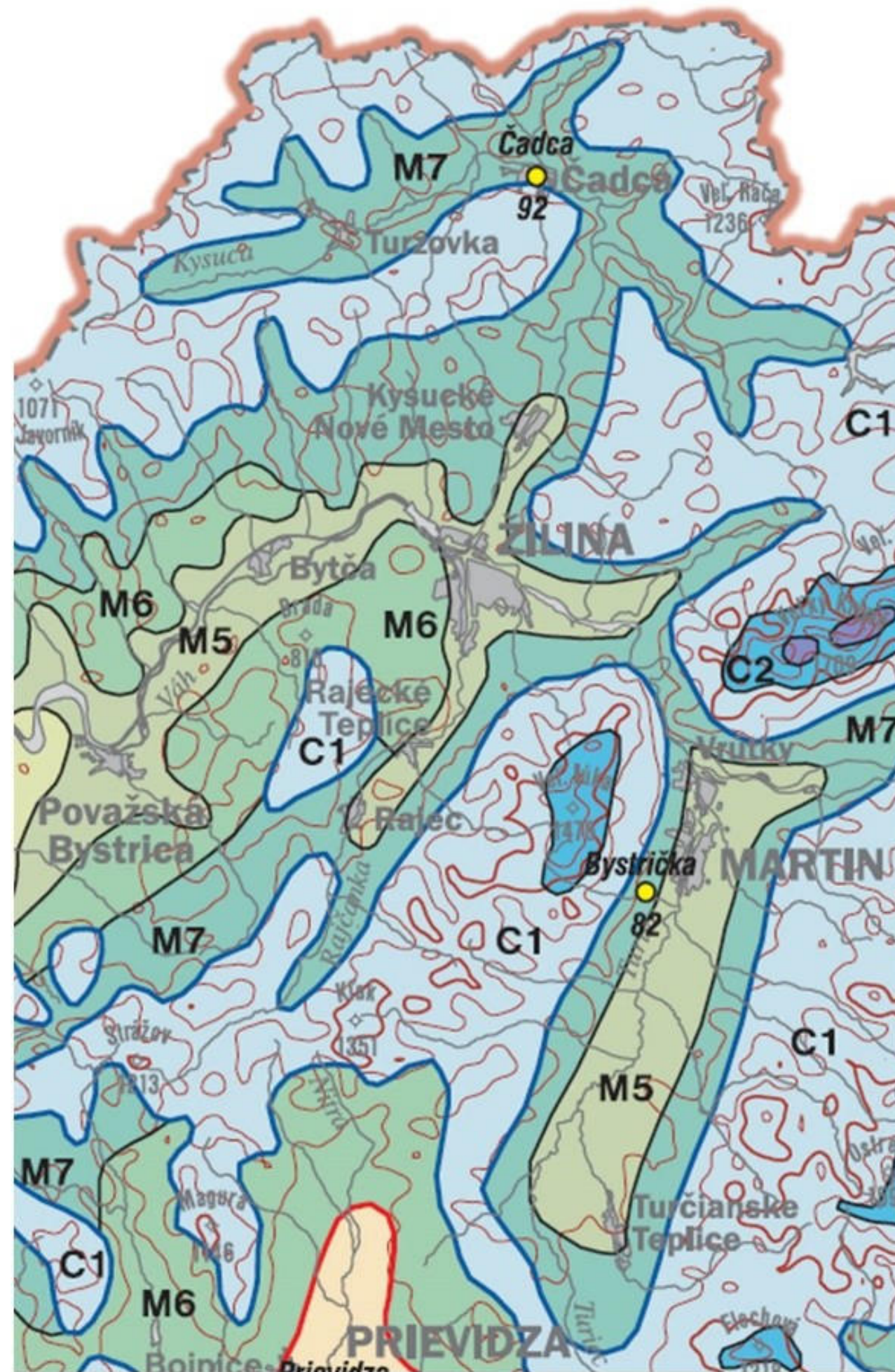


1961-2010

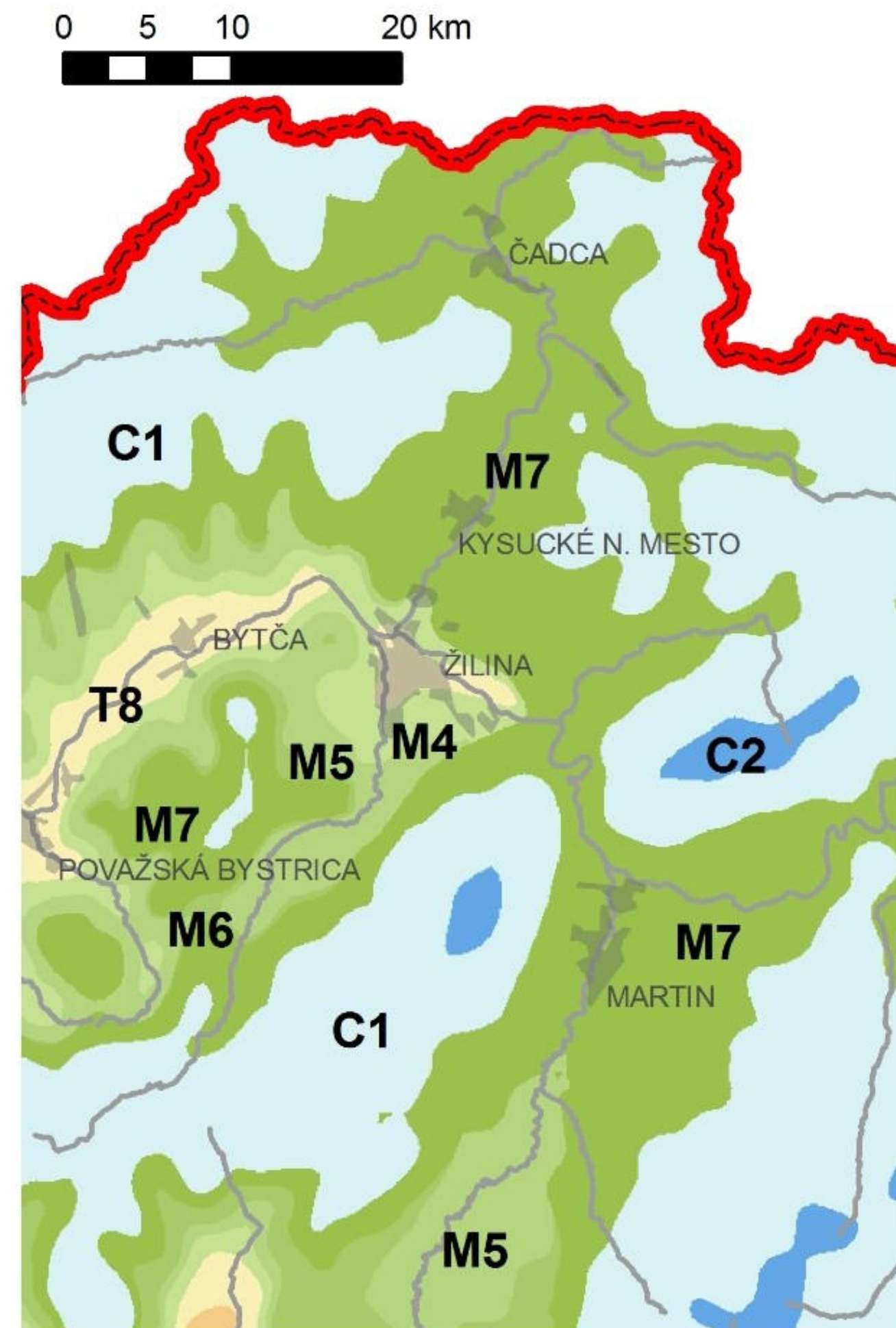


KLIMATICKÁ KLASIFIKÁCIA PODĽA KONČEKA – KYSUCE

1961-1990



1961-2010

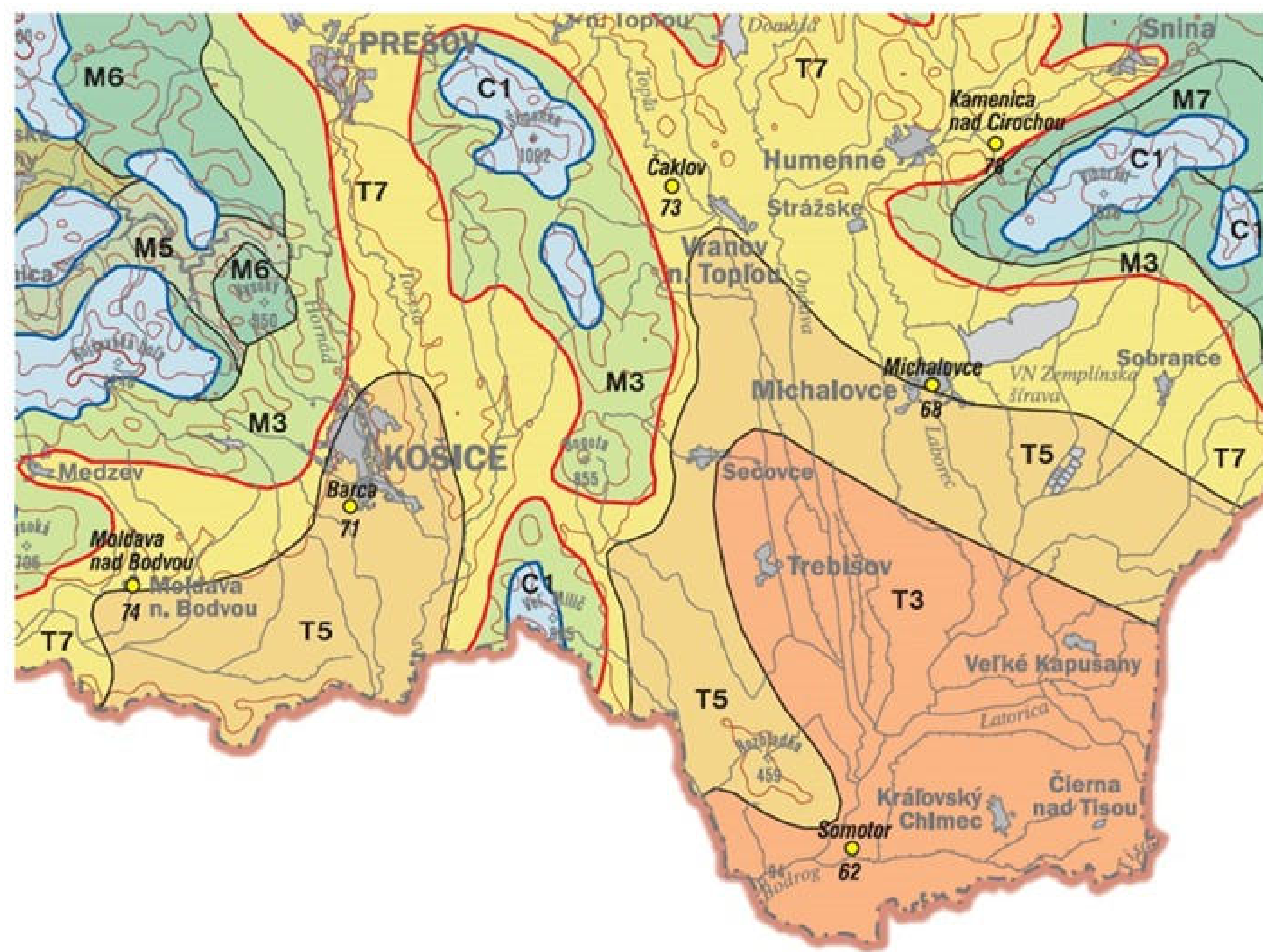


SHMÚ KAŽDÝ DEŇ S VAMI

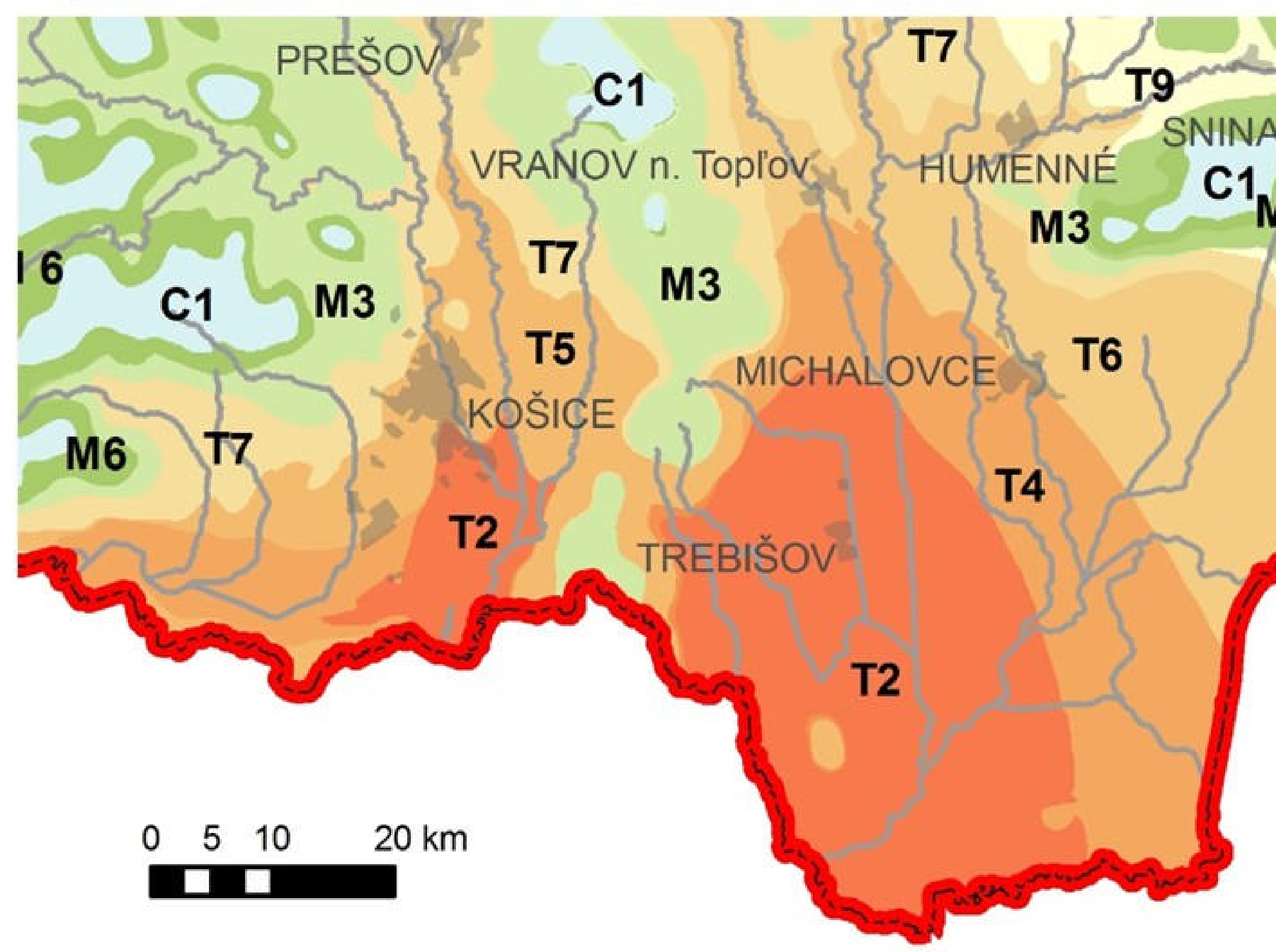


KLIMATICKÁ KLASIFIKÁCIA PODĽA KONČEKA – JUHOVÝCHOD SR

1961-1990

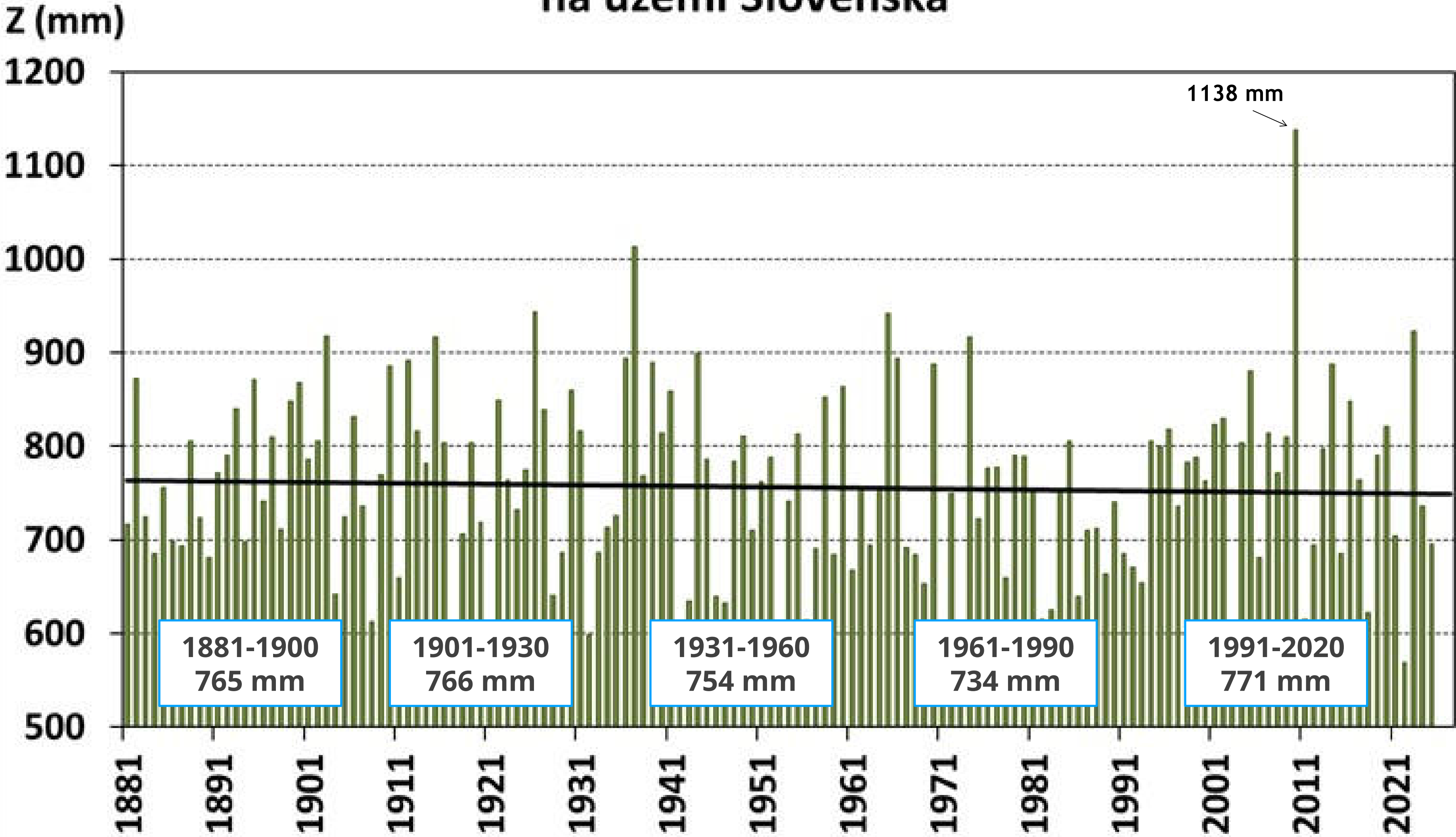


1961-2010



0 5 10 20 km

Priestorová **ročná** suma zrážok od roku 1881 na území Slovenska



10 najsuchších rokov

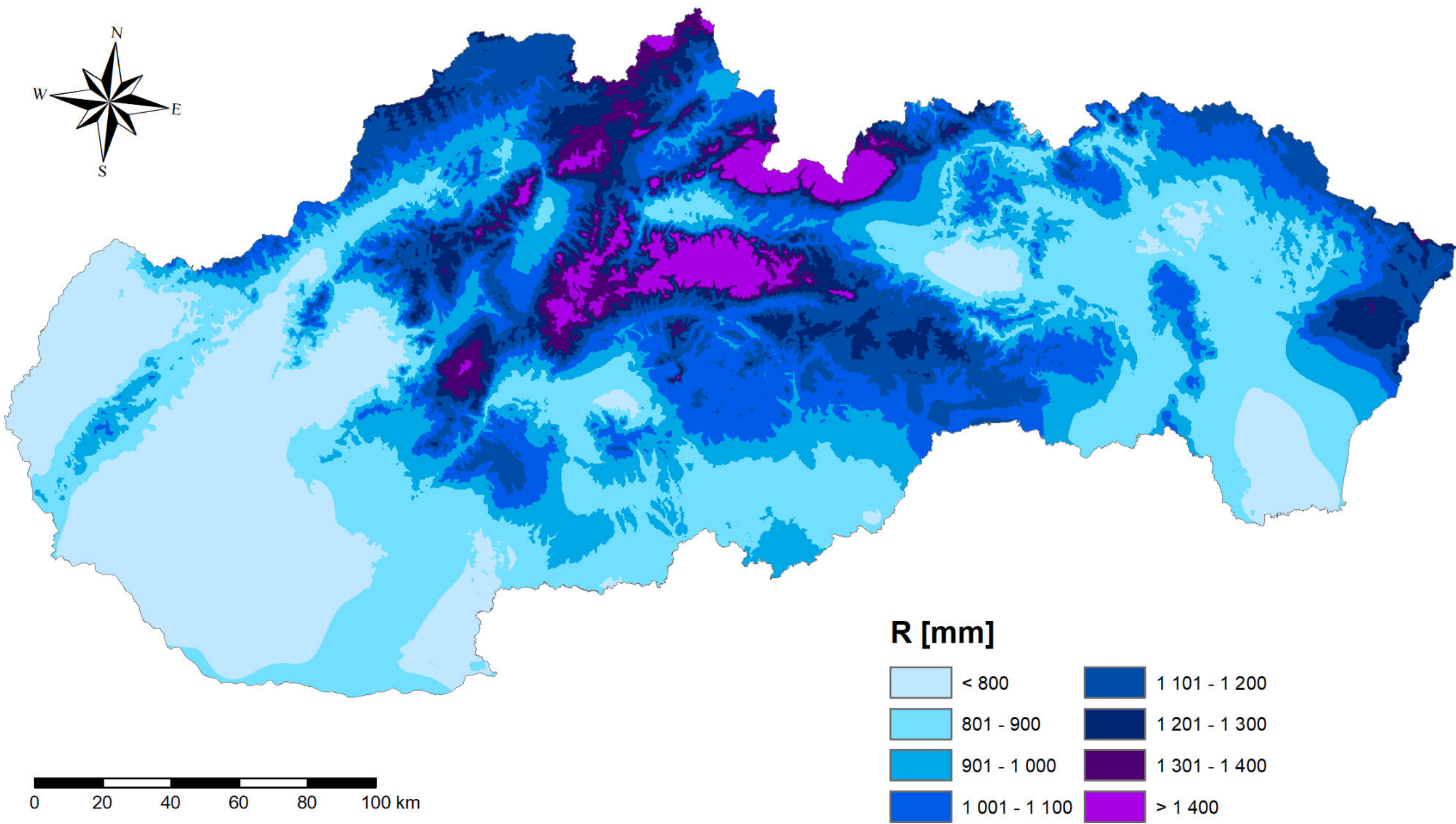
Rok	Ročný úhrn (mm)	Poradie
1921	529	1
1942	538	2
1917	543	3
2003	554	4
2022	569	5
1971	591	6
1932	598	7
1973	601	8
1953	608	9
1908	613	10

10 najvlhších rokov

Rok	Ročný úhrn (mm)	Poradie
2010	1138	1
1937	1013	2
1926	944	3
1965	942	4
2023	923	5
1903	918	6
1915	917	7
1974	917	8
1944	899	9
1936	894	10

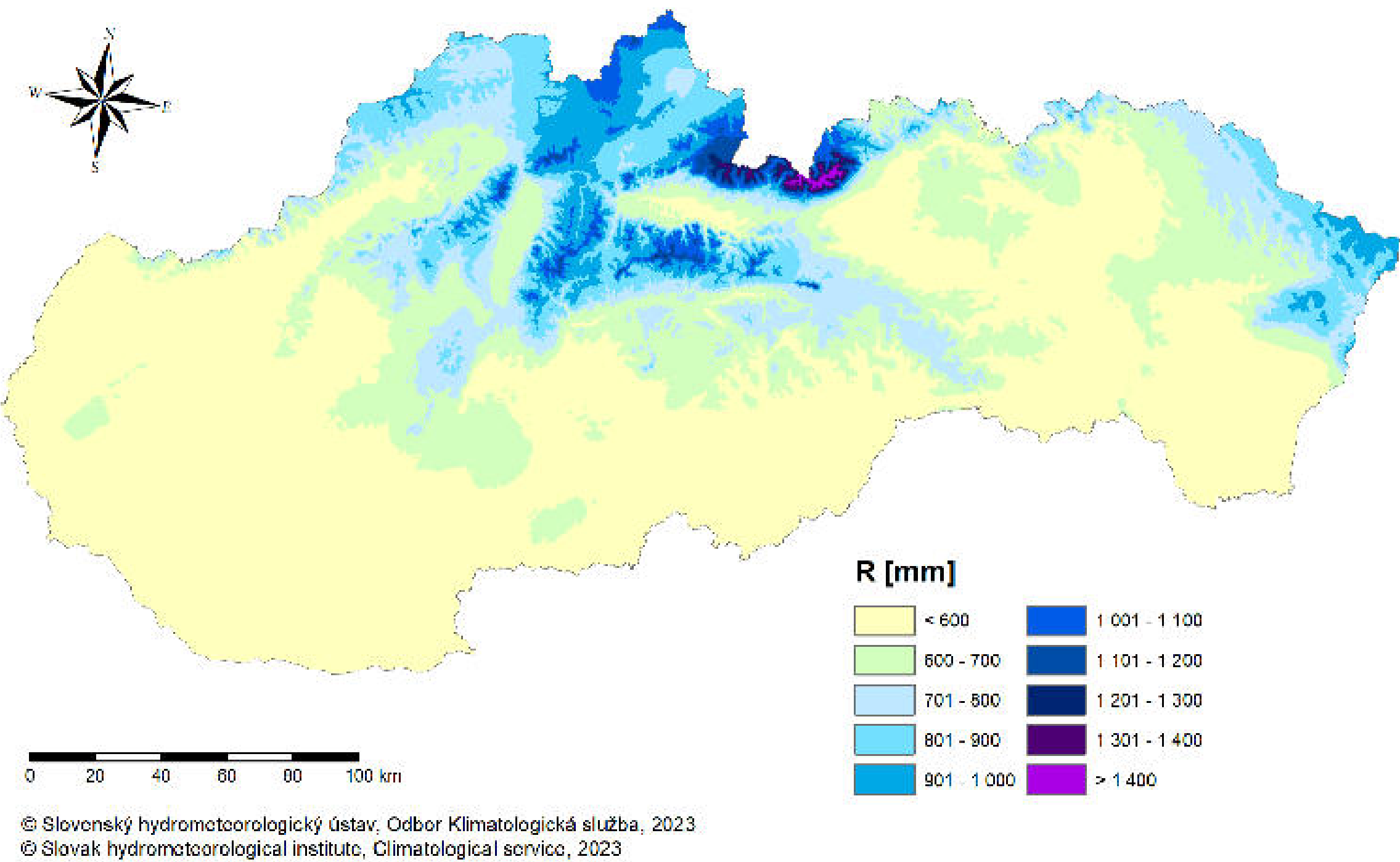
5. najvlhší rok

Ročný úhrn atmosférických zrážok na Slovensku za rok 2023
Annual precipitation total in Slovakia in 2023



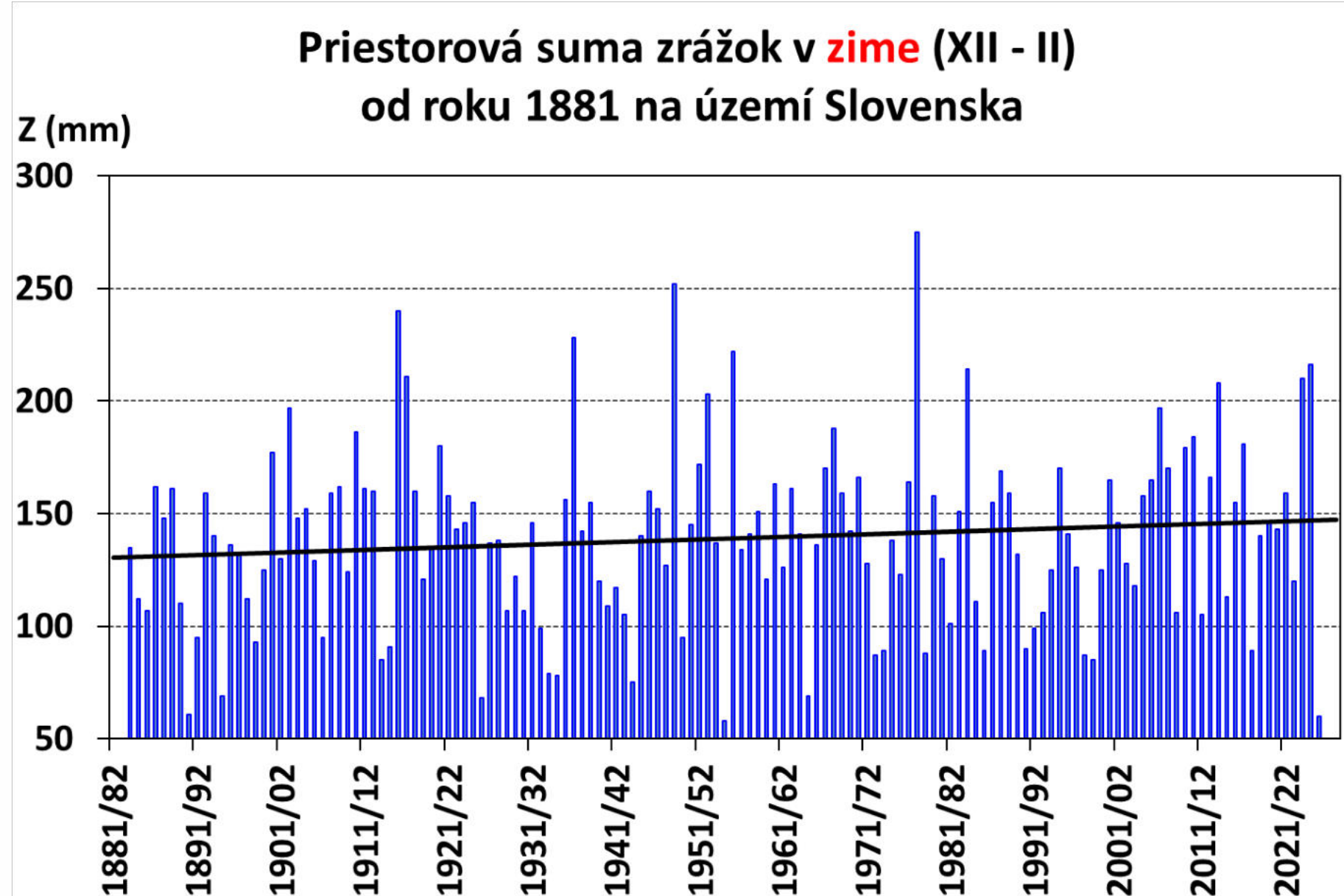
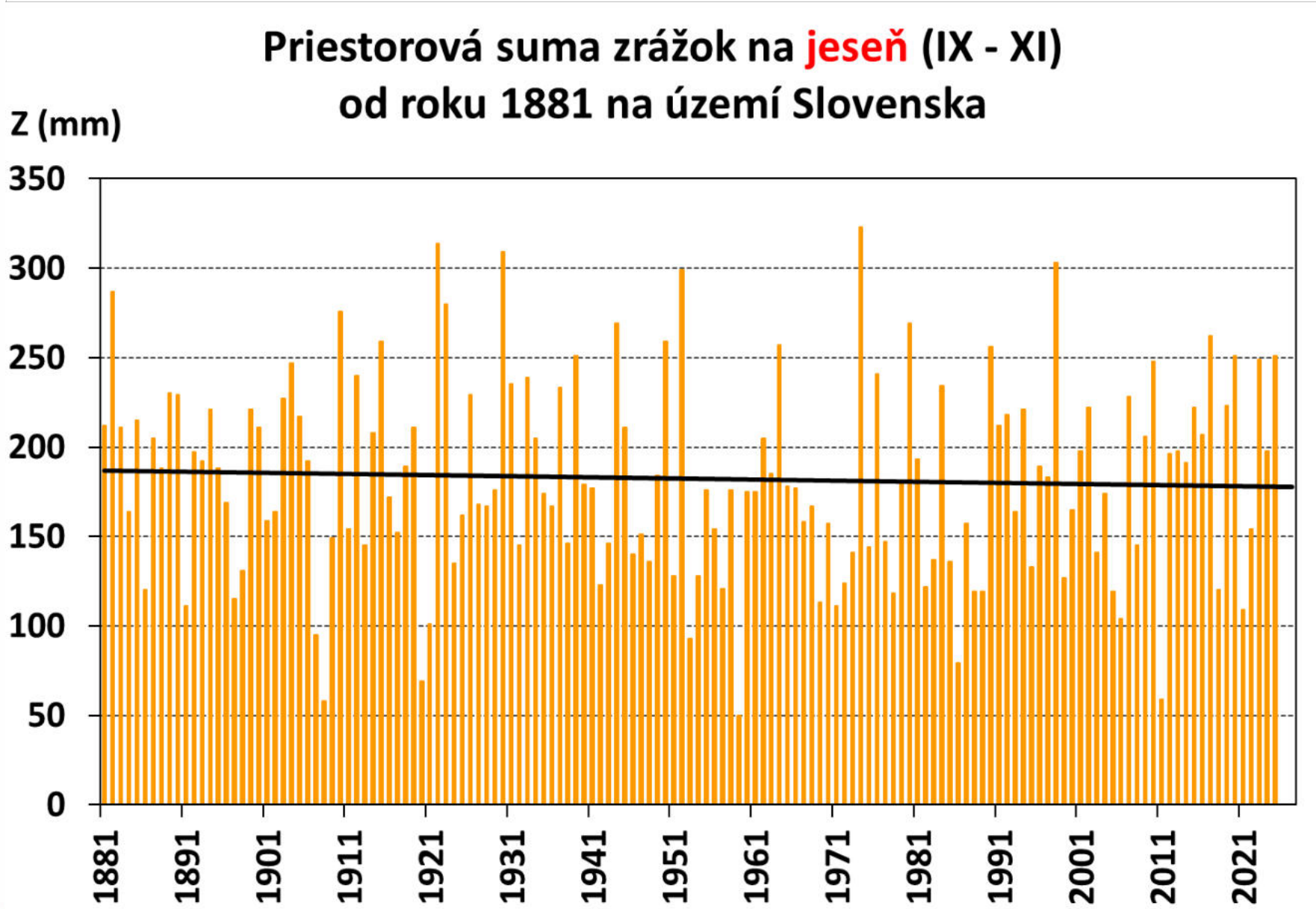
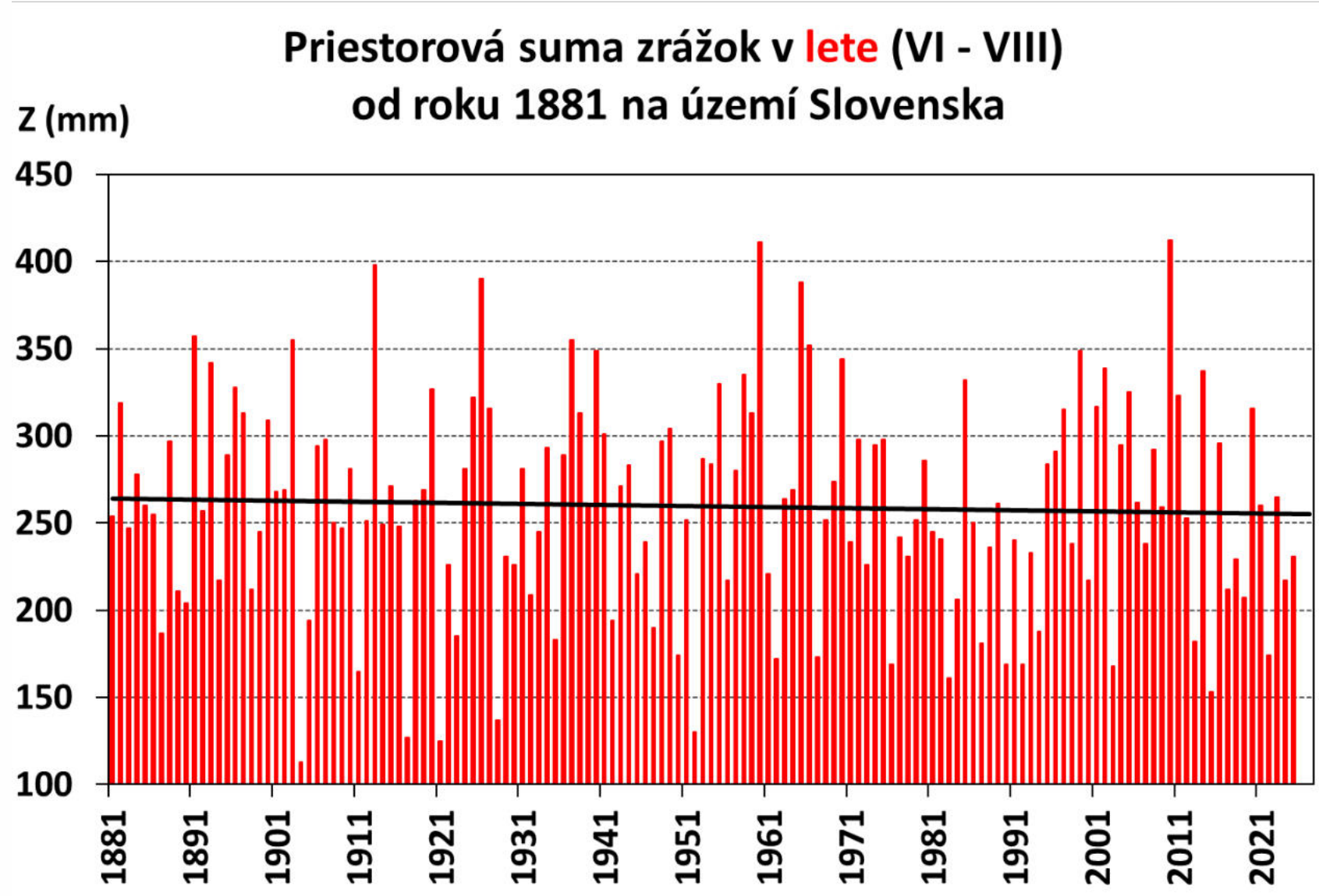
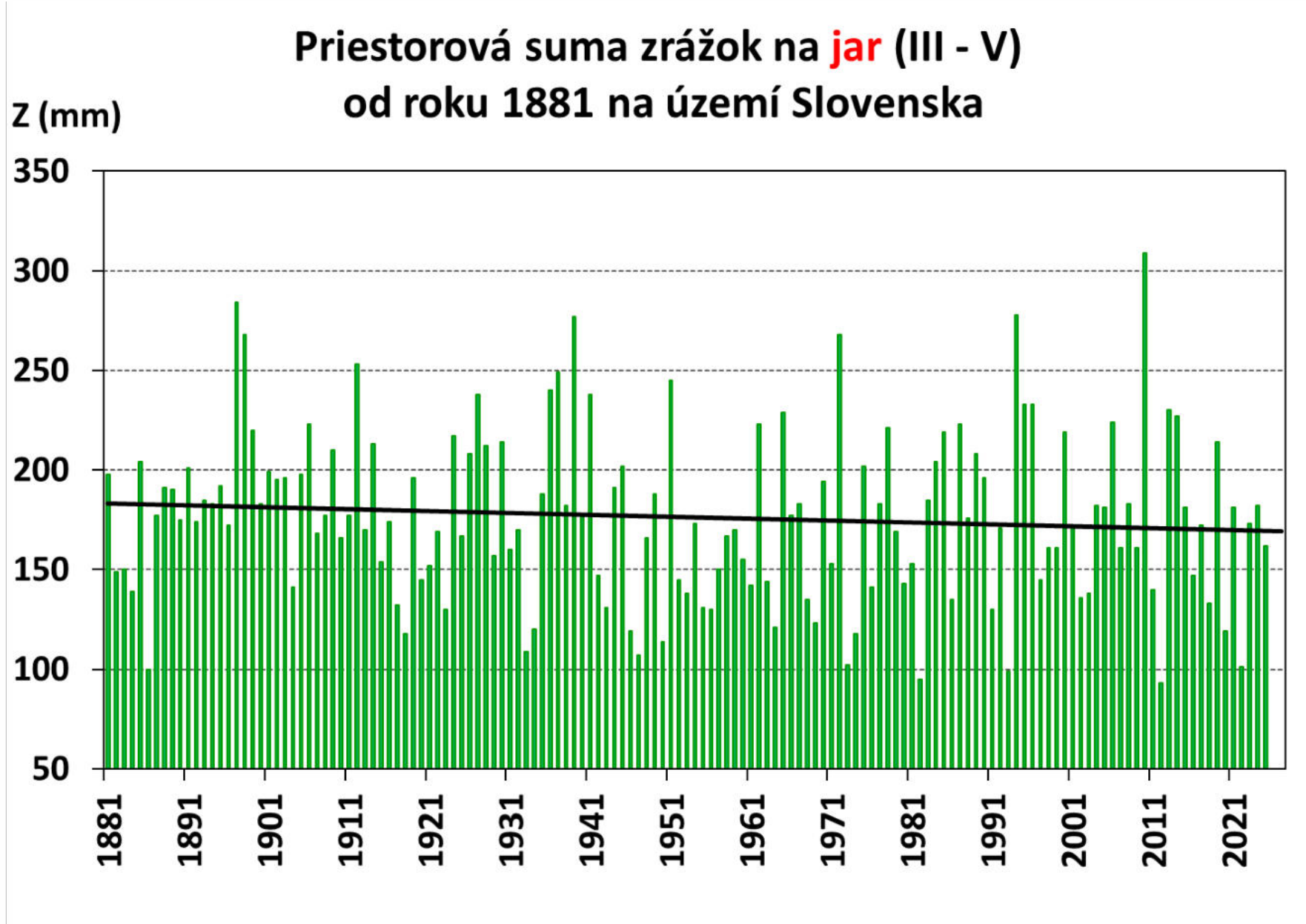
© Slovenský hydrometeorologický ústav, Odbor Klimatologická služba, 2024
© Slovak hydrometeorological institute, Climatological service, 2024

Ročný úhrn atmosférických zrážok na Slovensku za rok 2022
Annual precipitation total in Slovakia in 2022

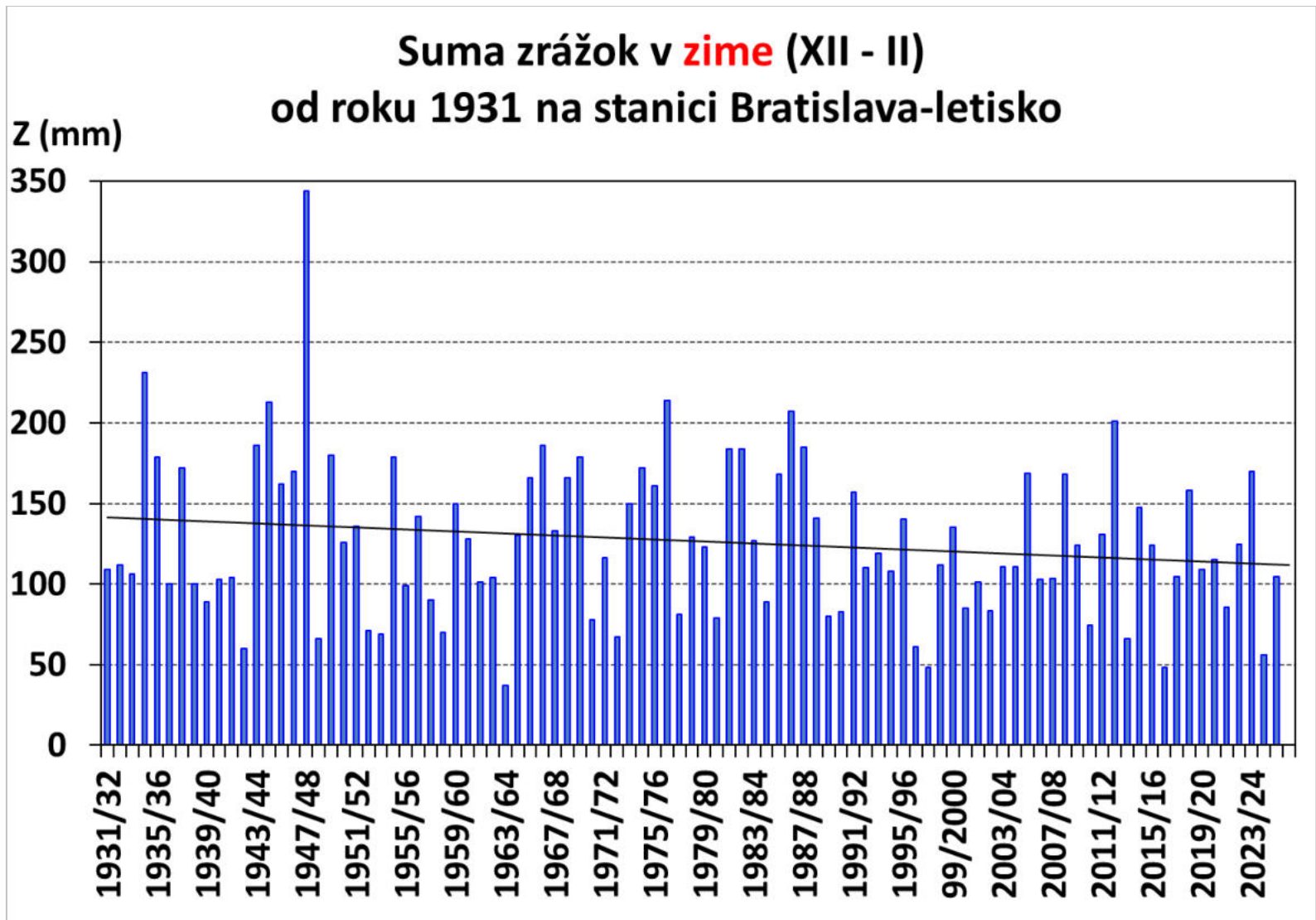
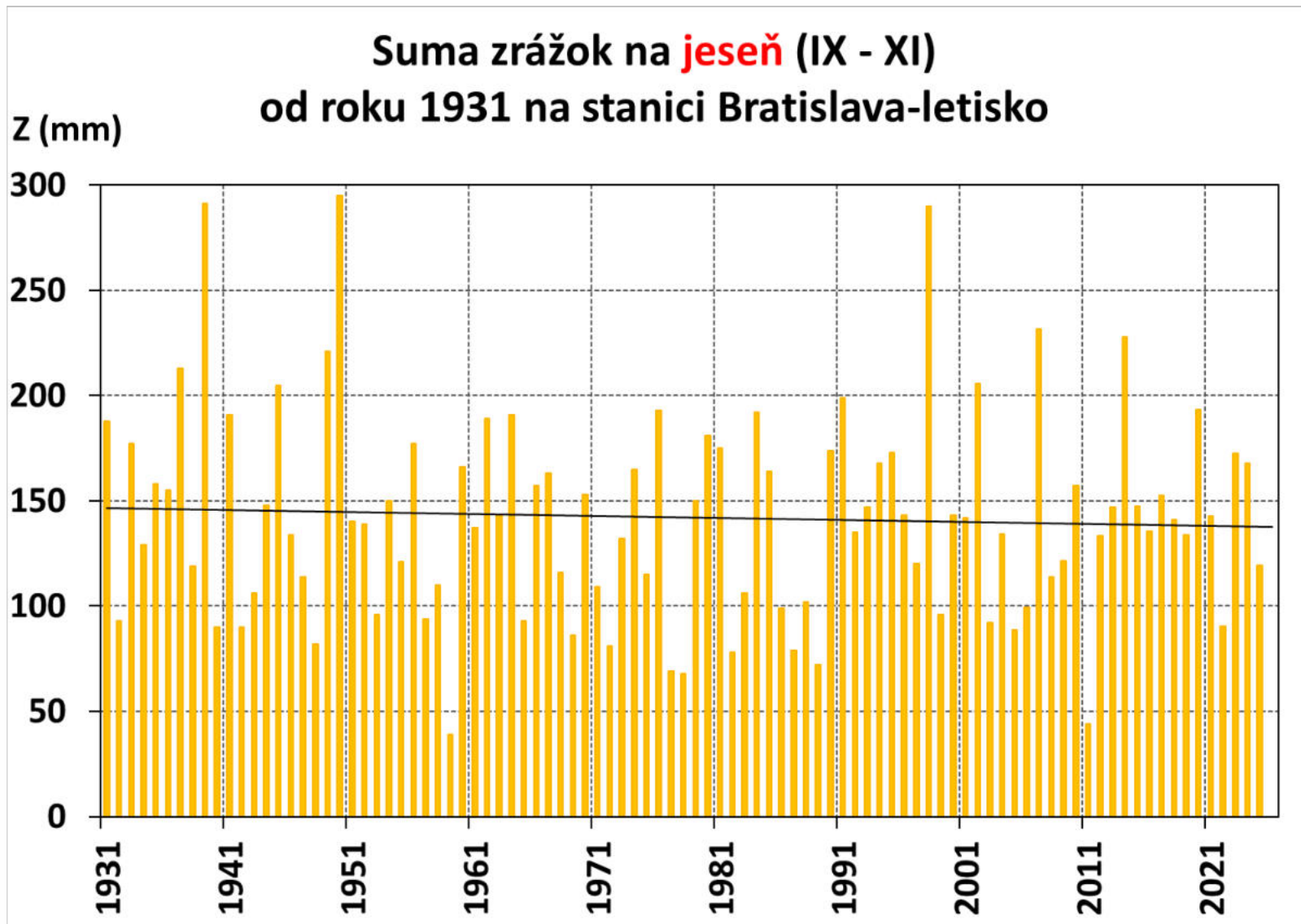
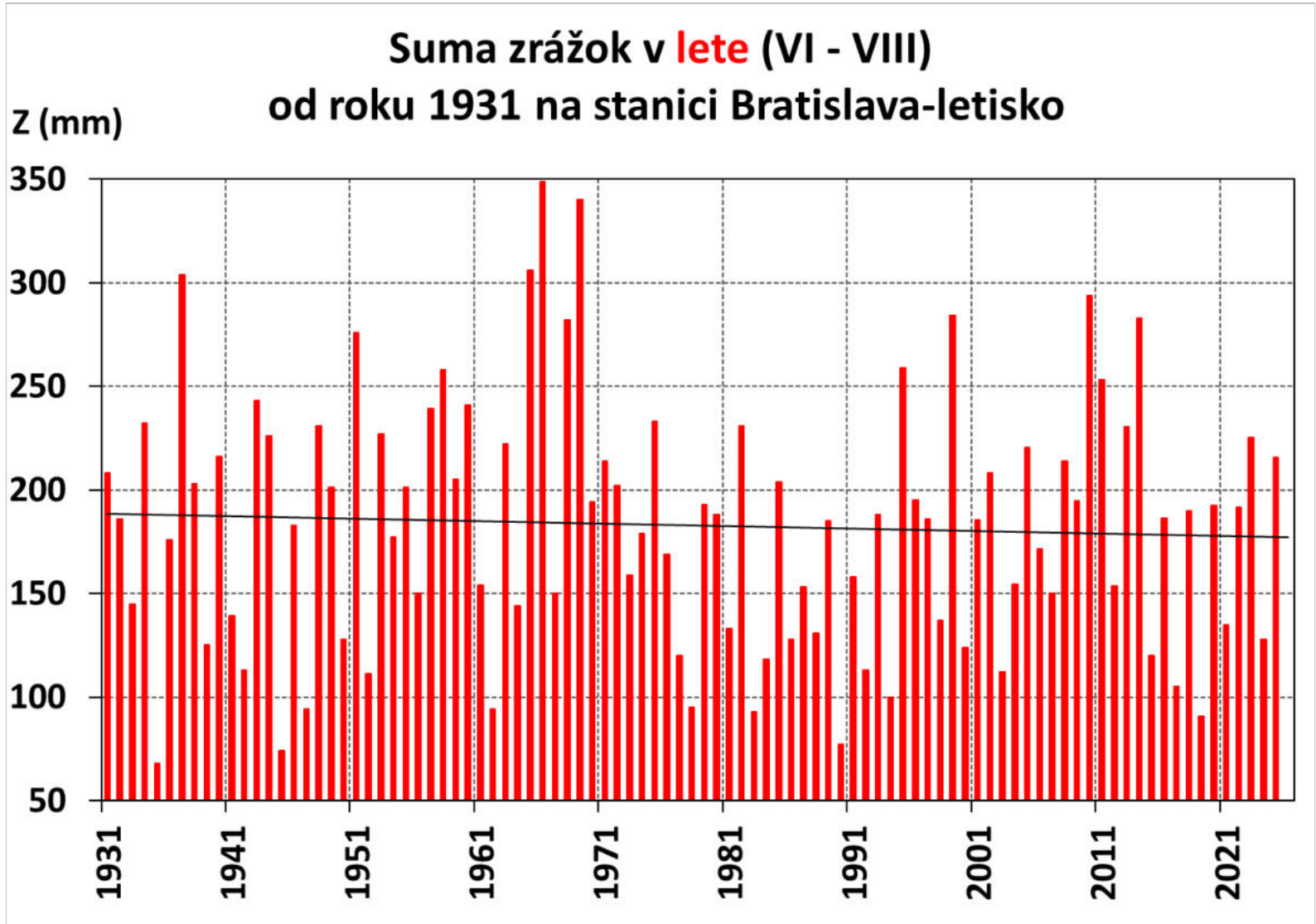
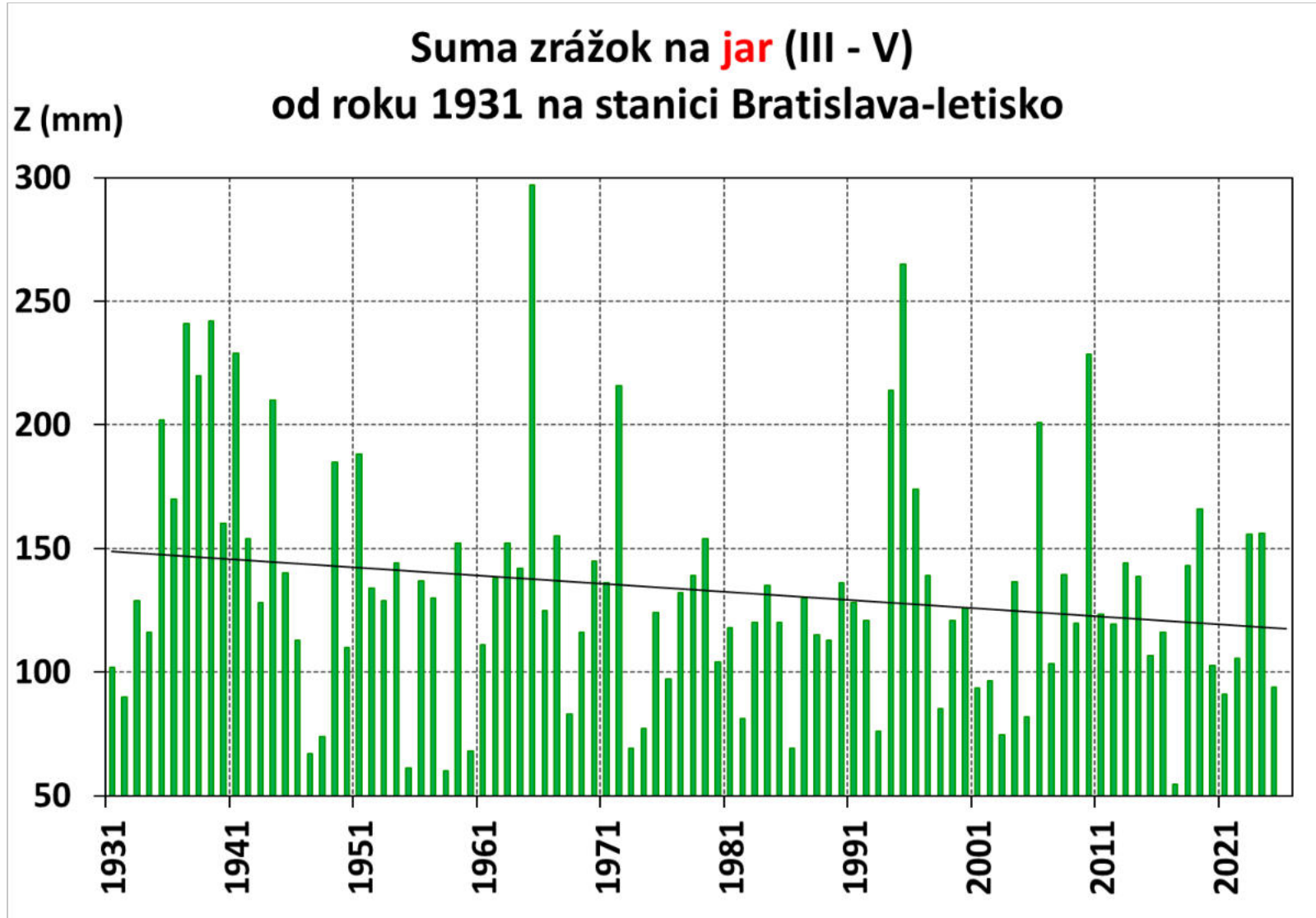


5. najsuchší rok

Priestorová suma zrážok na Slovensku v ročných obdobiach od roku 1881

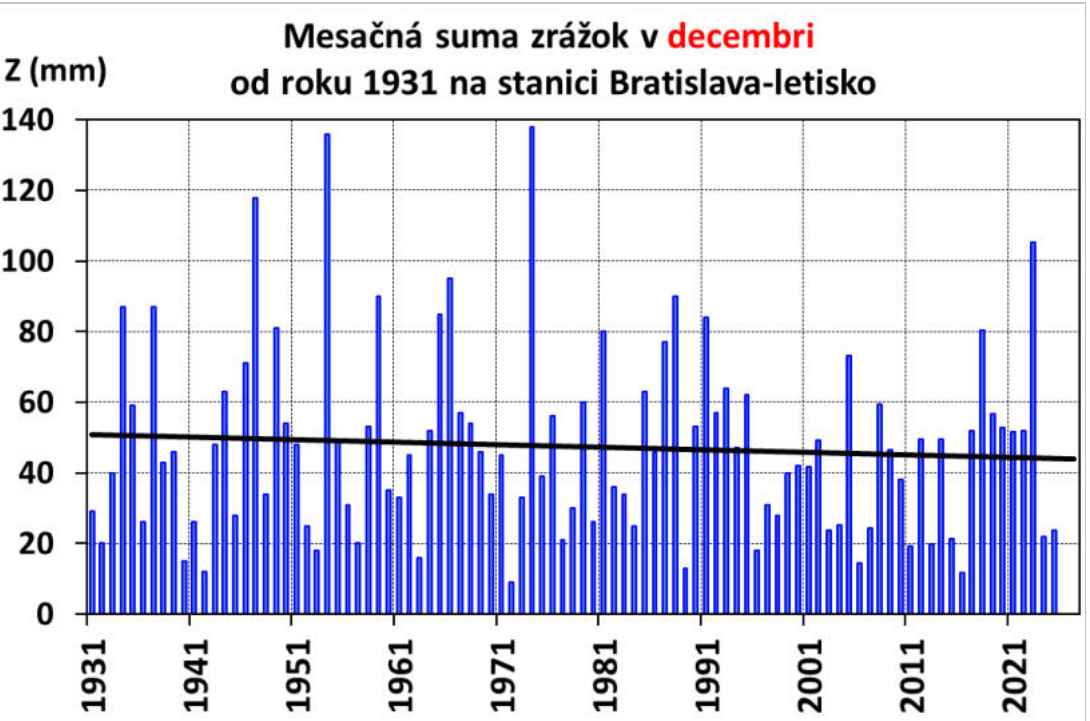
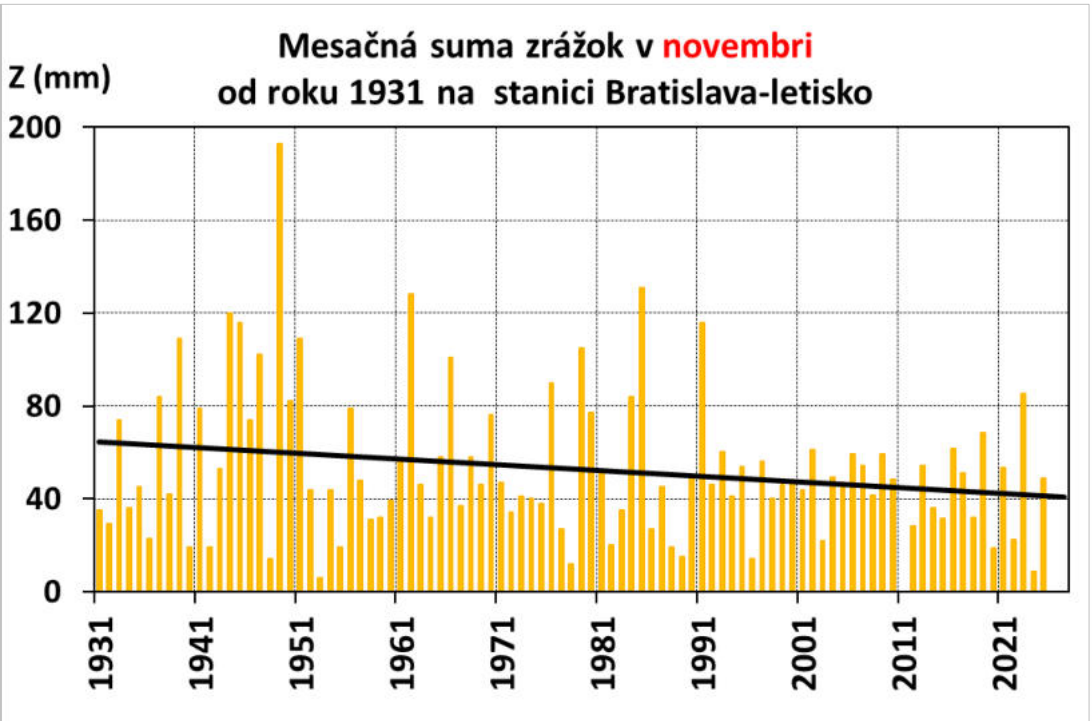
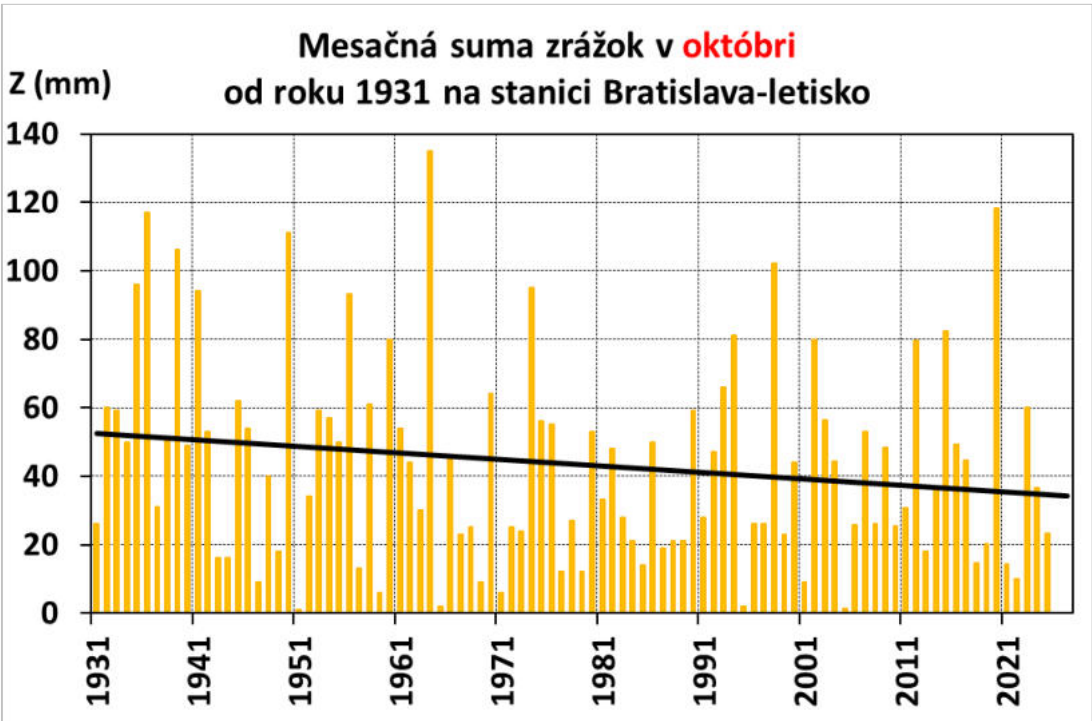
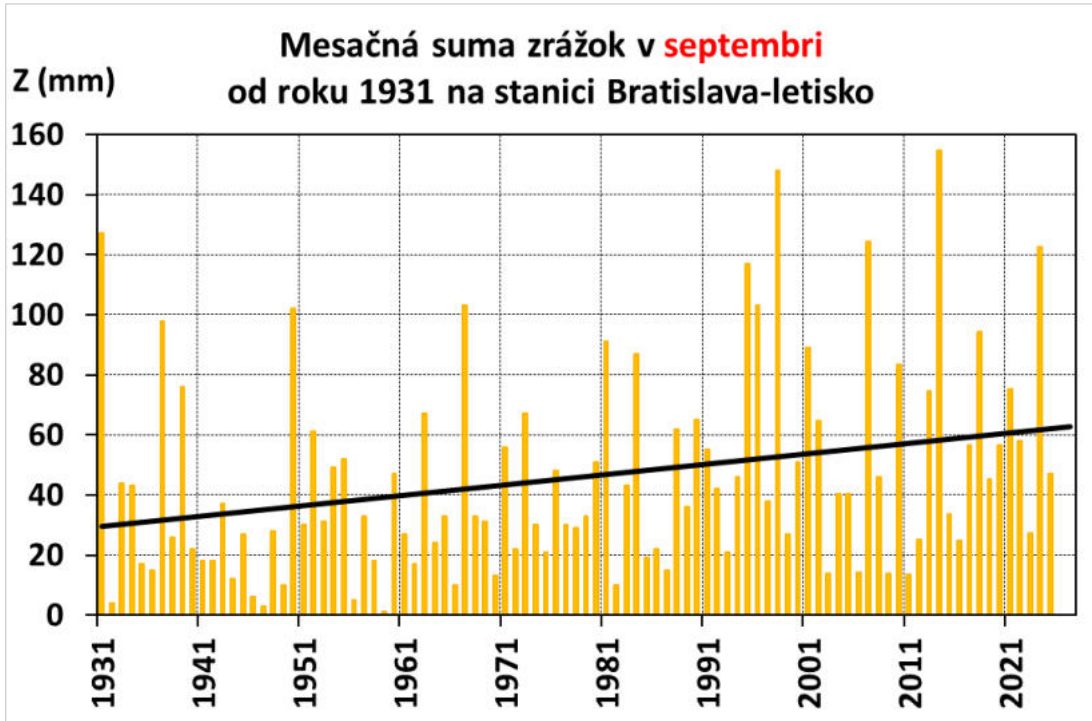
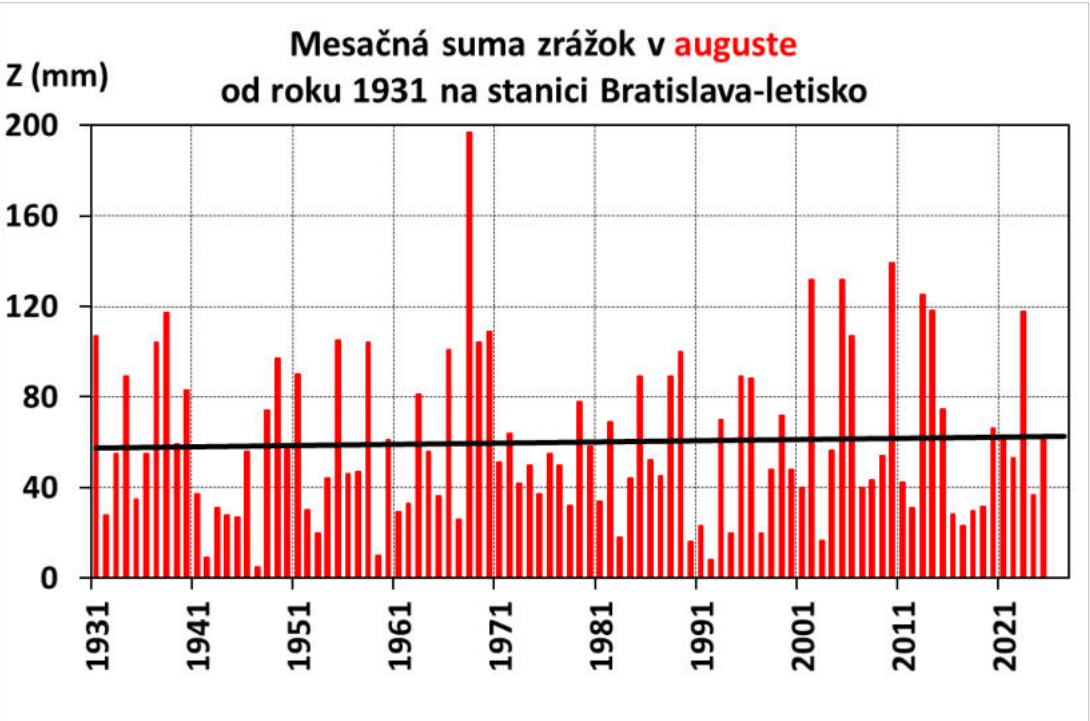
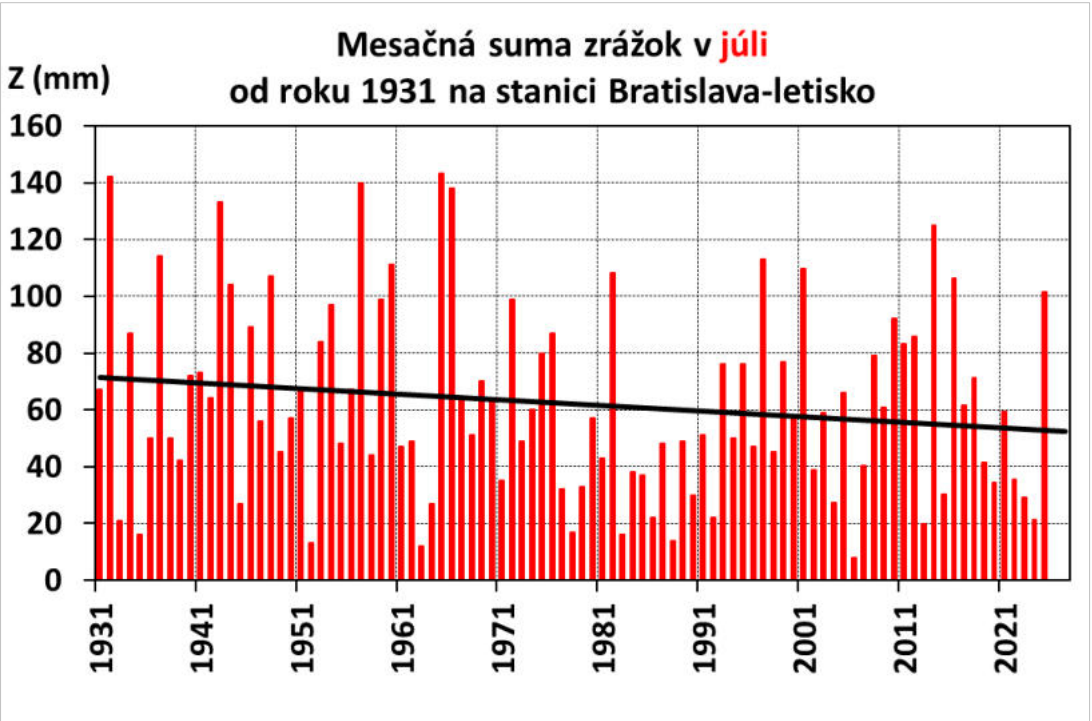
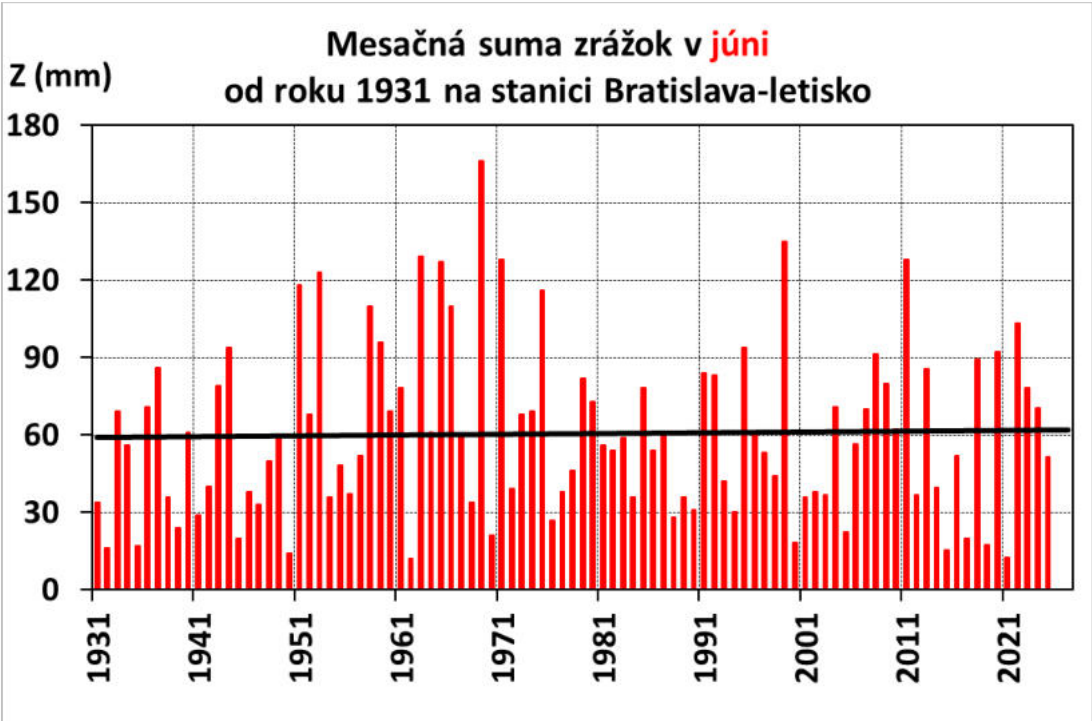
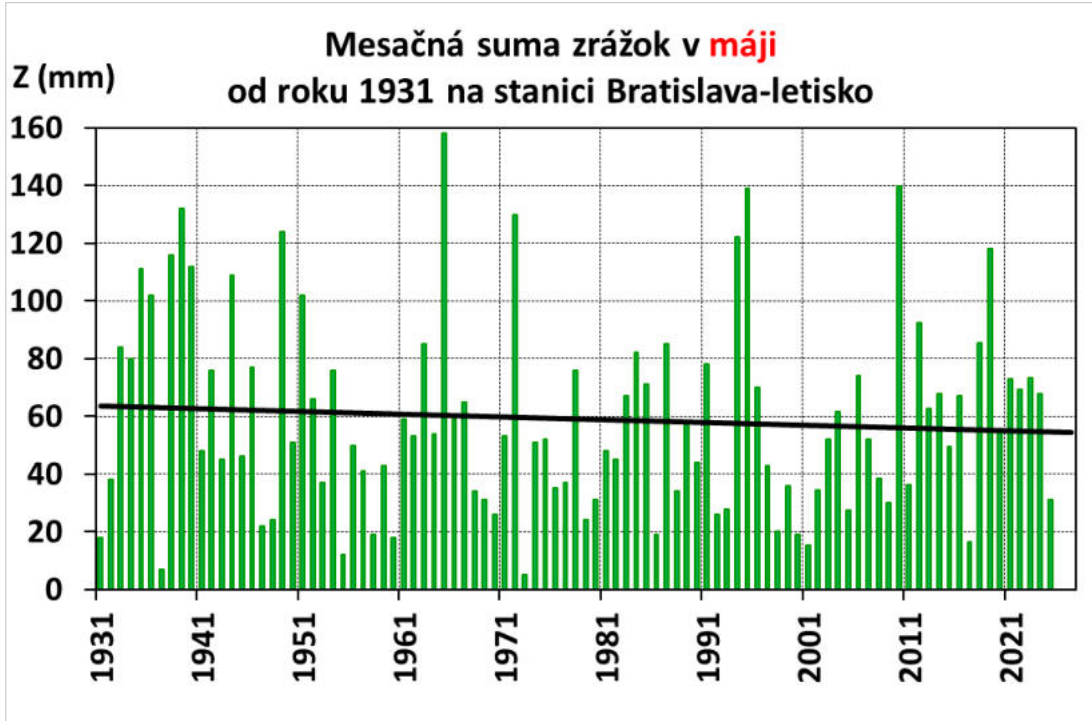
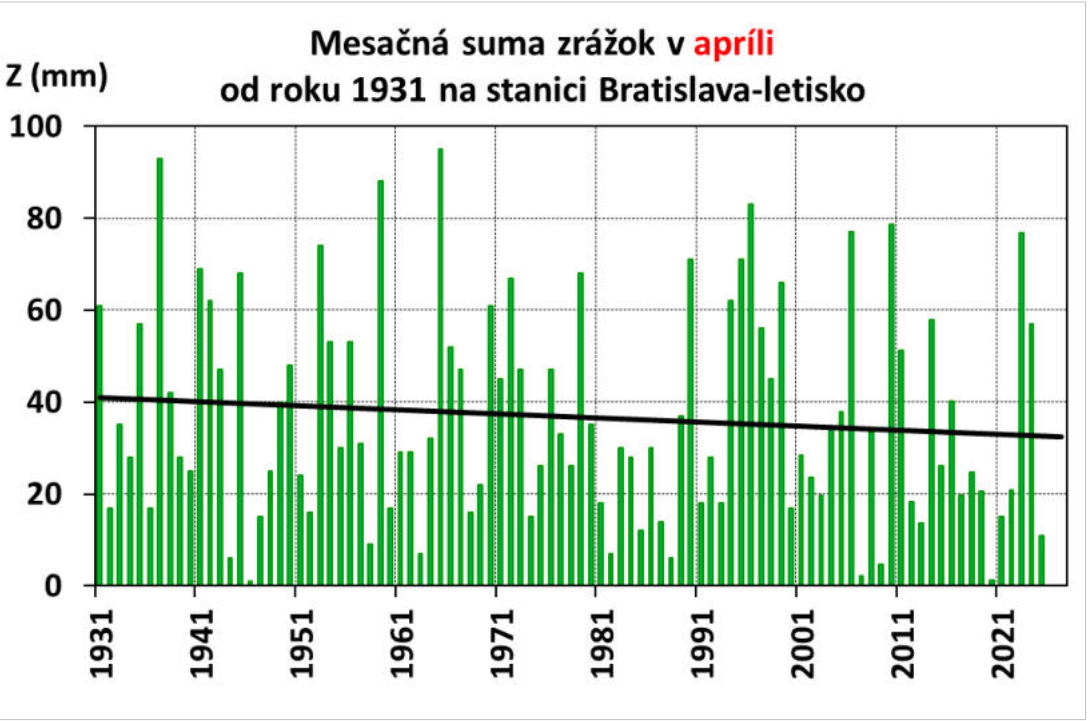
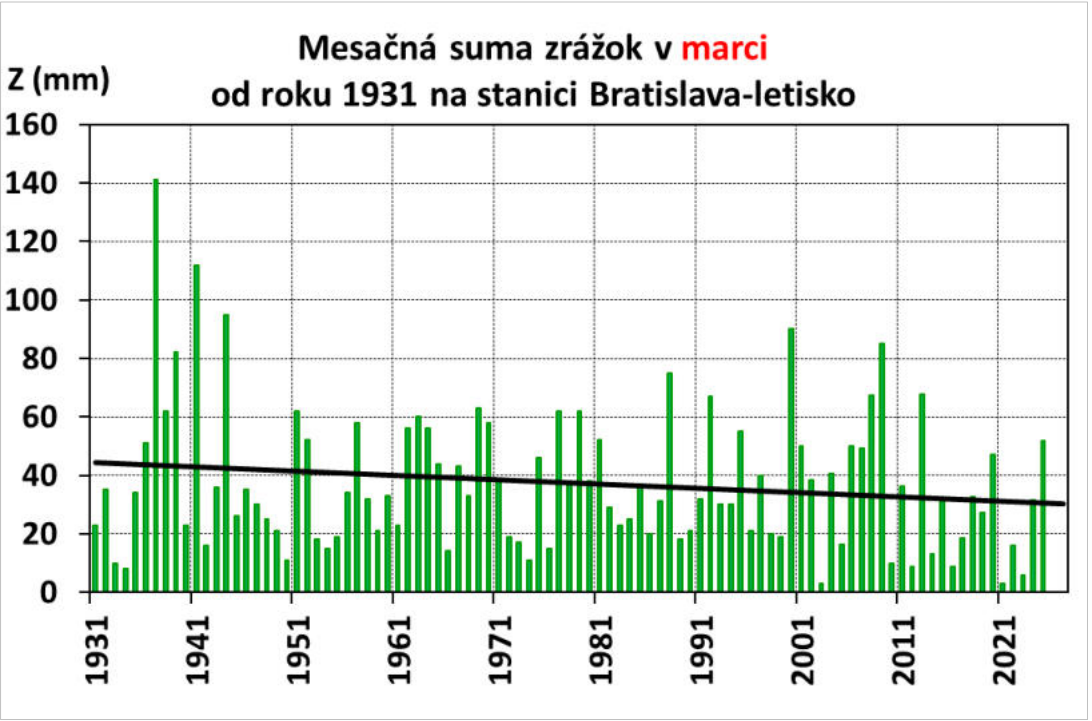
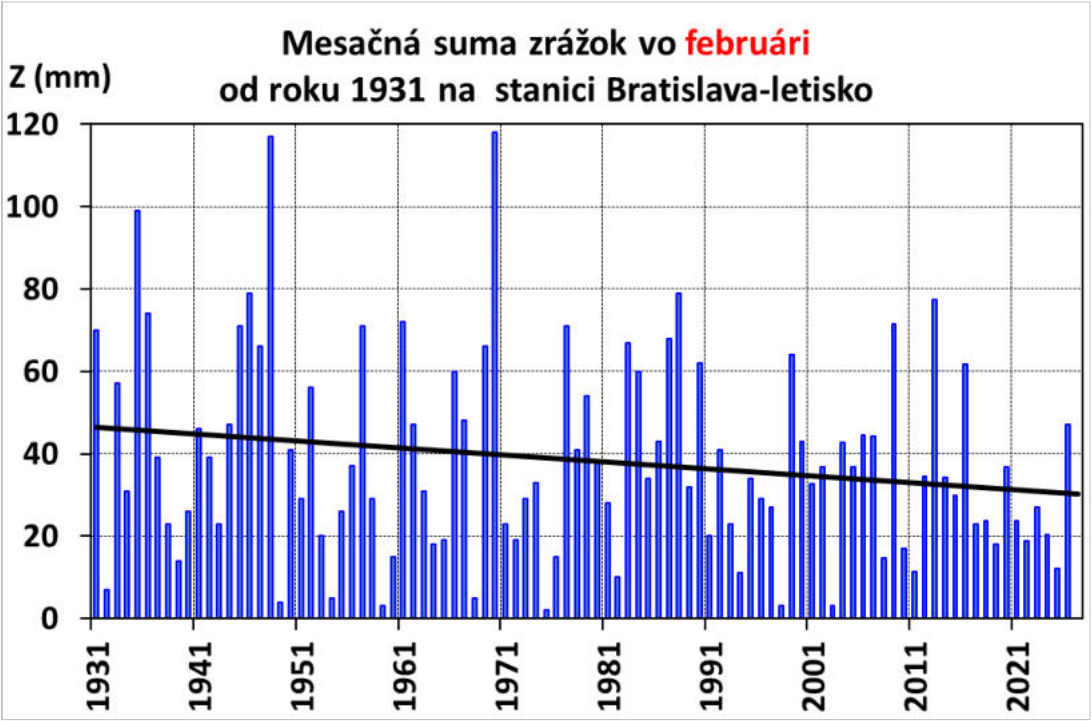
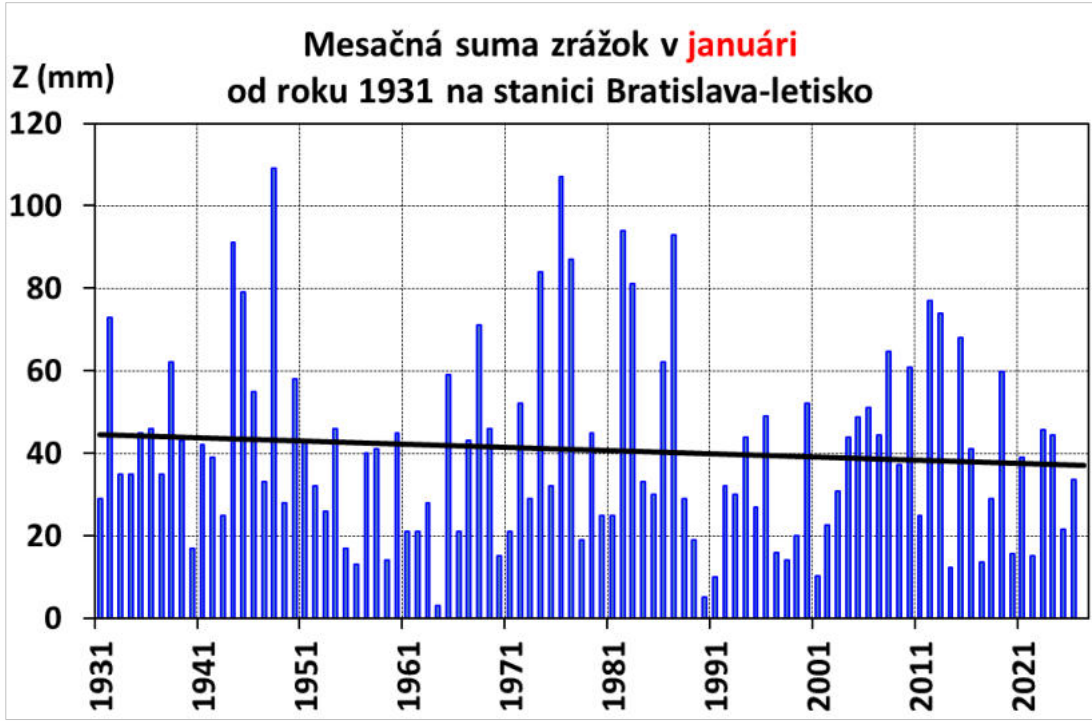


Ako je to s atmosférickými zrážkami v Bratislave?



Suma atmosférických zrážok v ročných obdobiach v Bratislave od roku 1931

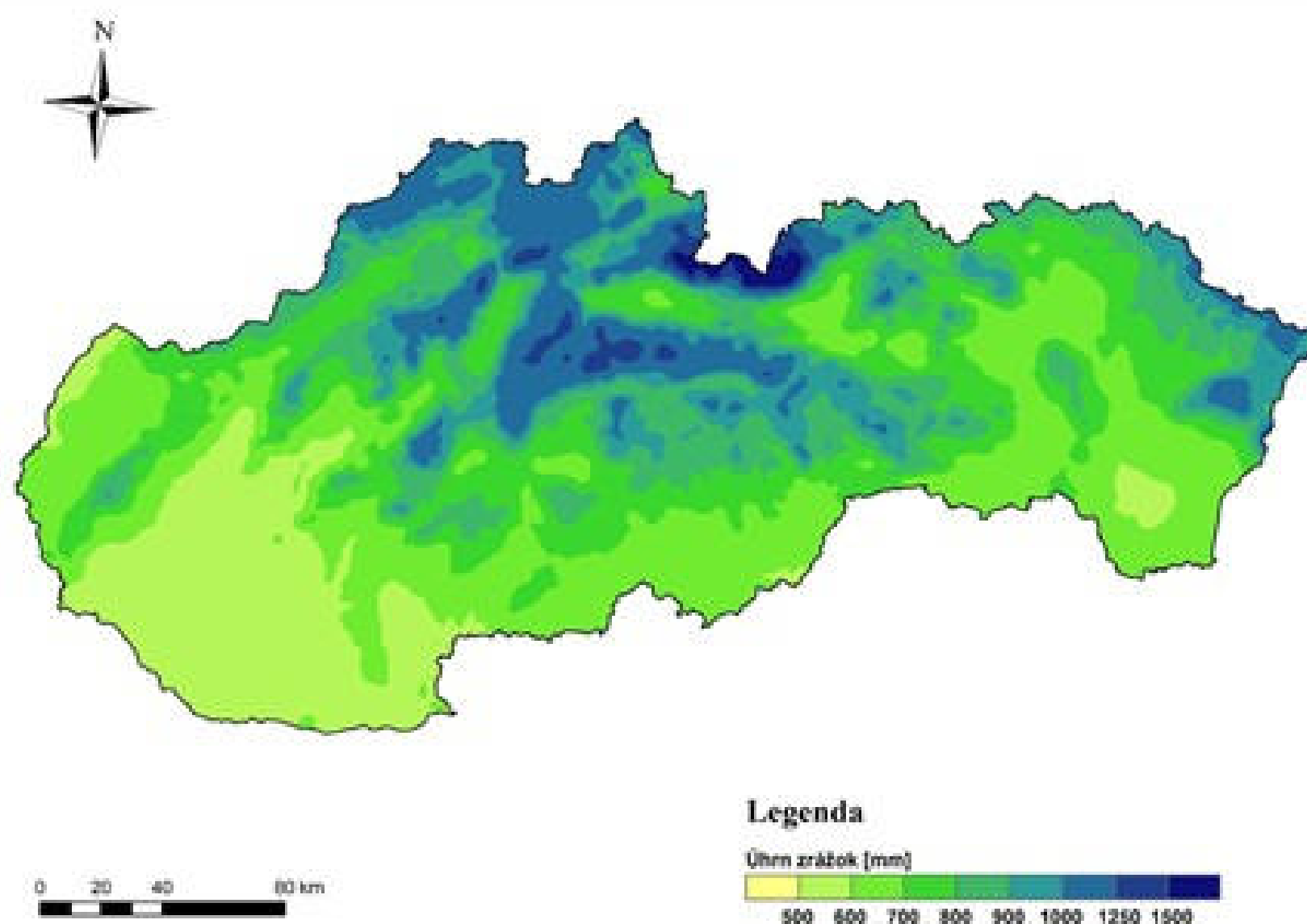
Ako je to s atmosférickými zrážkami v Bratislave?



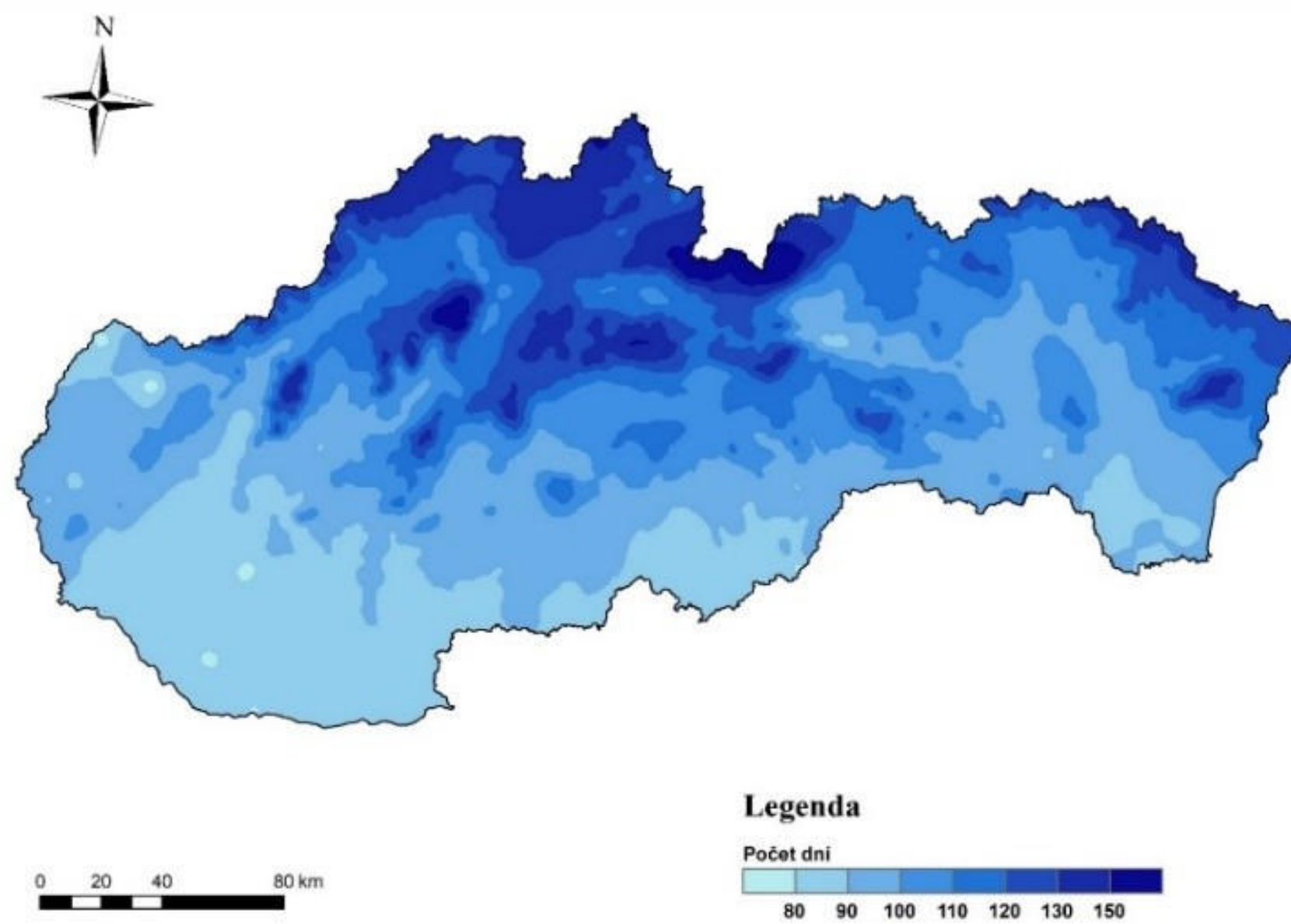
Mesačný úhrn atmosférických zrážok v Bratislave od roku 1931



Ročný úhrn zrážok na Slovensku v období 1991-2020



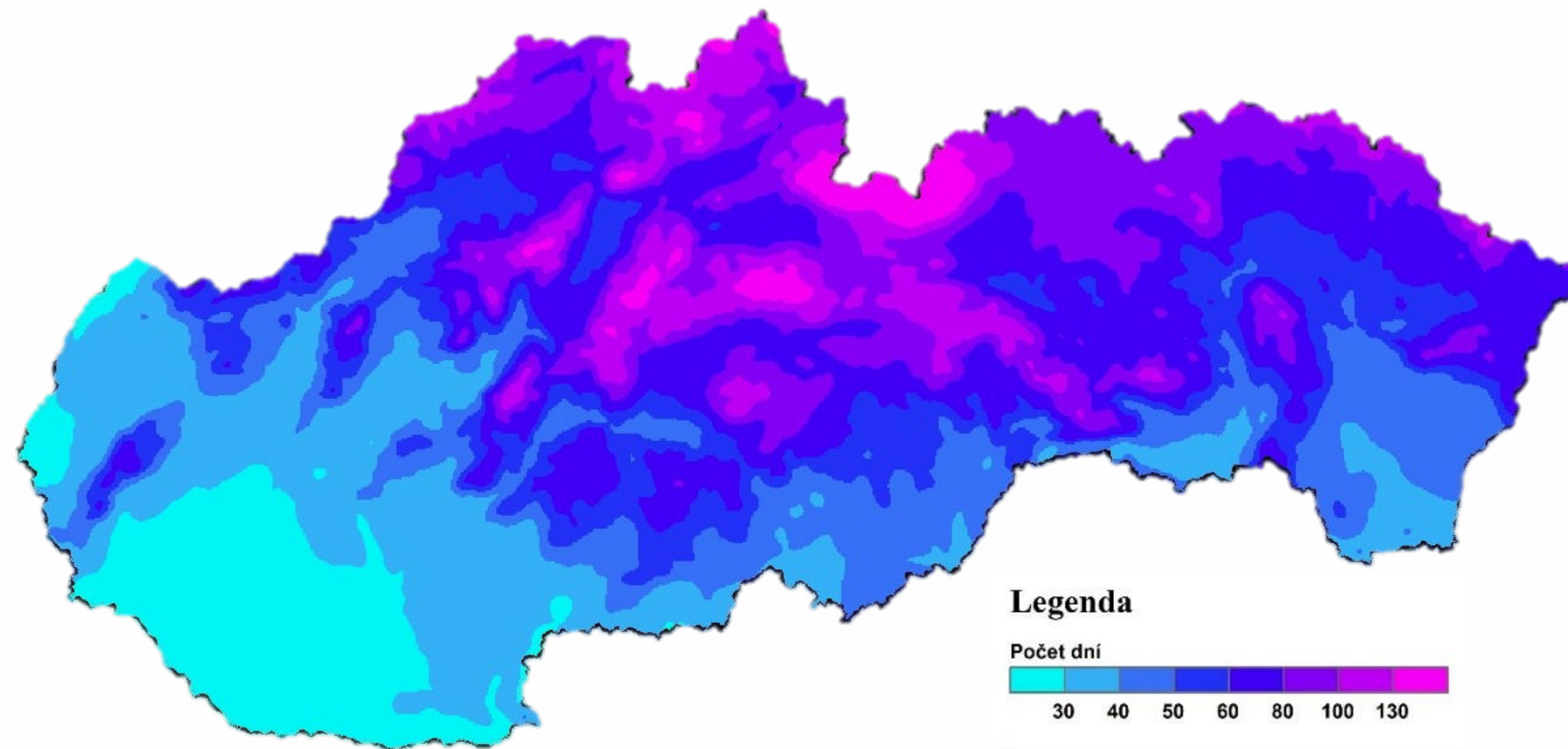
Počet dní so zrážkami 1 mm a viac na Slovensku v období 1991-2020



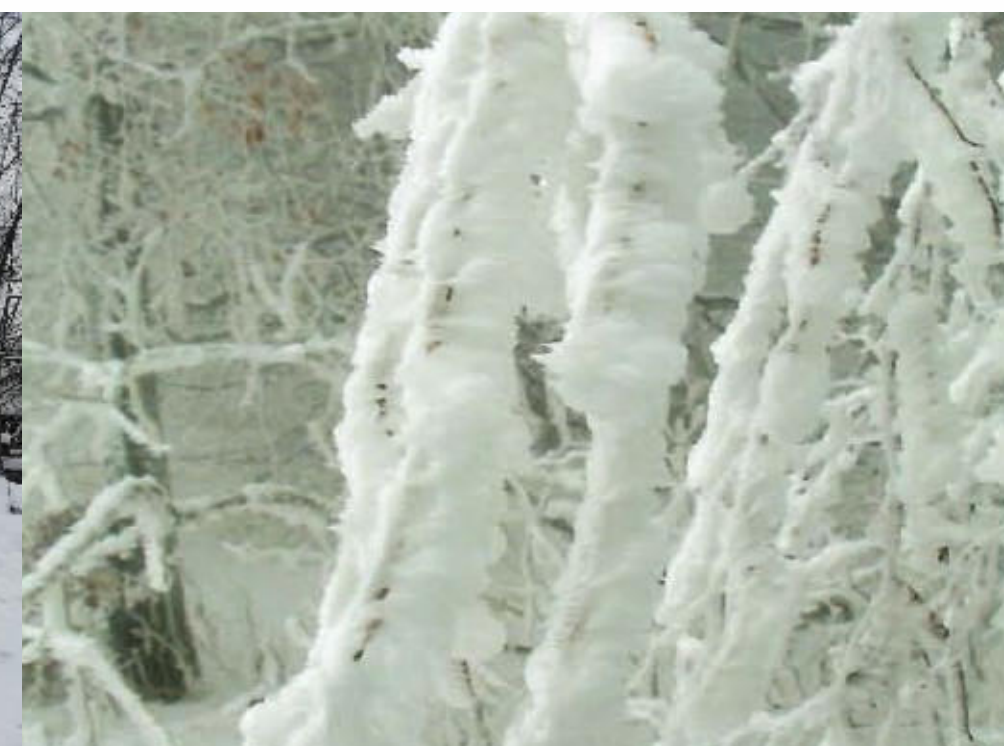
- zmena ročného režimu zrážok
- striedanie období s nedostatkom zrážok a suchom s kratšími obdobiami s výdatnými, resp. intenzívnymi zrážkami
- úbytok trvalejších veľkopriestorových zrážok na úkor búrkových lejakov



Počet dní s celkovou snehovou pokrývkou v období 1991-2020



- teplejšie a na sneh chudobnejšie zimy
- pribúdanie tekutých a zmiešaných zrážok na úkor tuhých zrážok
- výdatné sneženie aj v južných oblastiach Slovenska
- mokrý a ťažký sneh
- nebezpečná námraza a ľadovica



Snehová pokrývka na západnom Slovensku

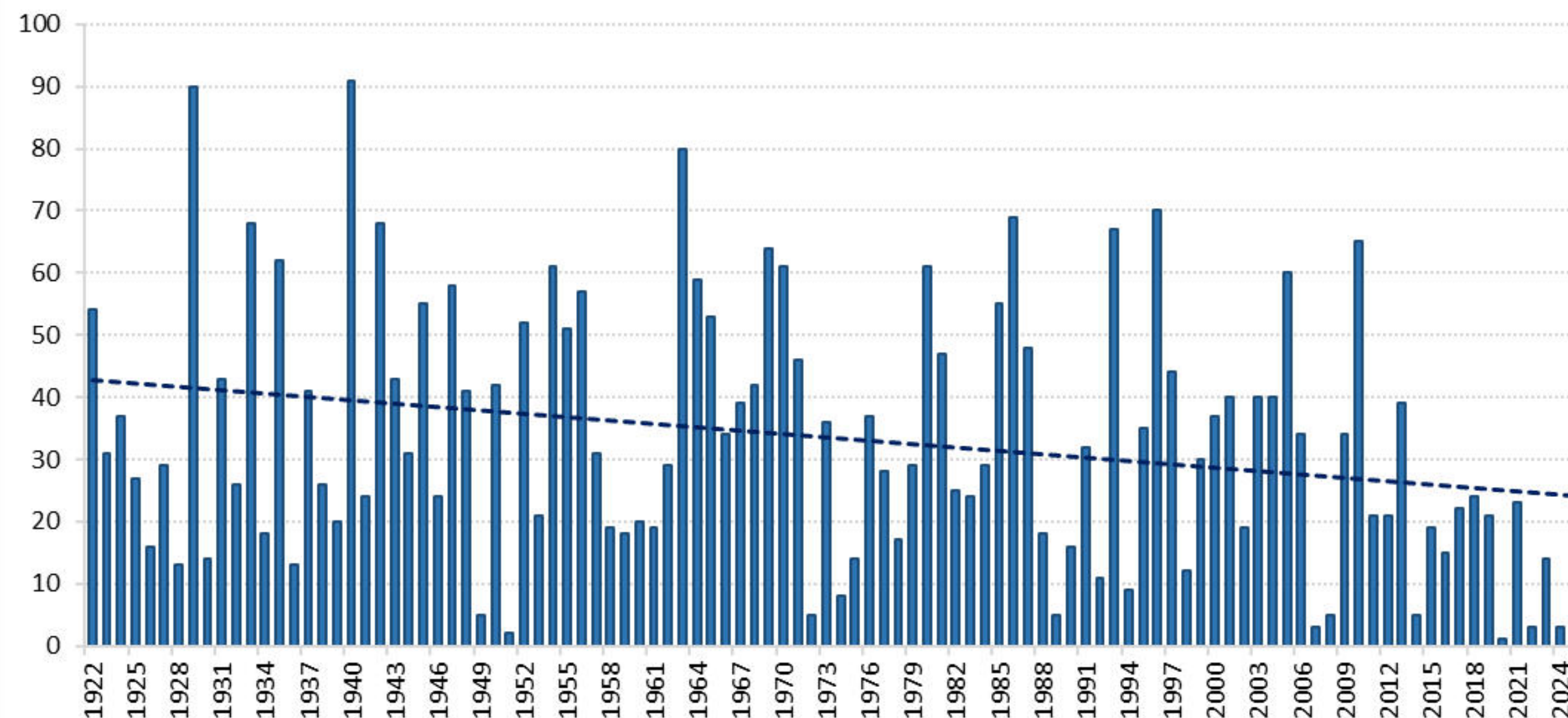
- nízka nadmorská výška
- pravidelnejší vplyv teplejších vzduchových hmôt od juhu až juhozápadu
- strmý úbytok počtu dní so SP po roku 2013
- roky 2020, 2022, 2024 – 3 a menej dní so SP



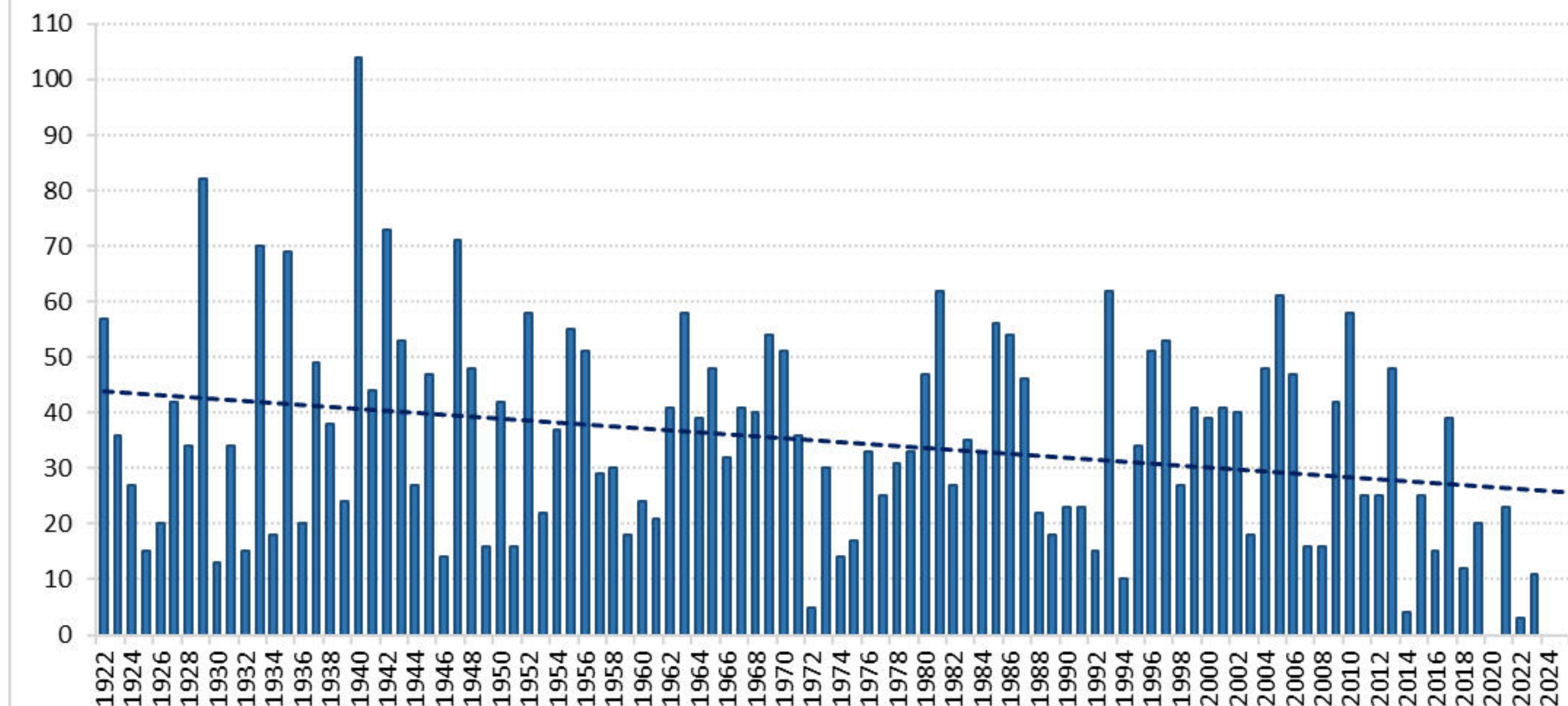
Snehová kalamita v Bratislave v januári 1987

(Zdroj: I. Krč)

Počet dní so snehovou pokrývkou od roku 1922
na stanici Hurbanovo



Počet dní so snehovou pokrývkou od roku 1922
na stanici Piešťany



Snehová pokrývka na západnom Slovensku

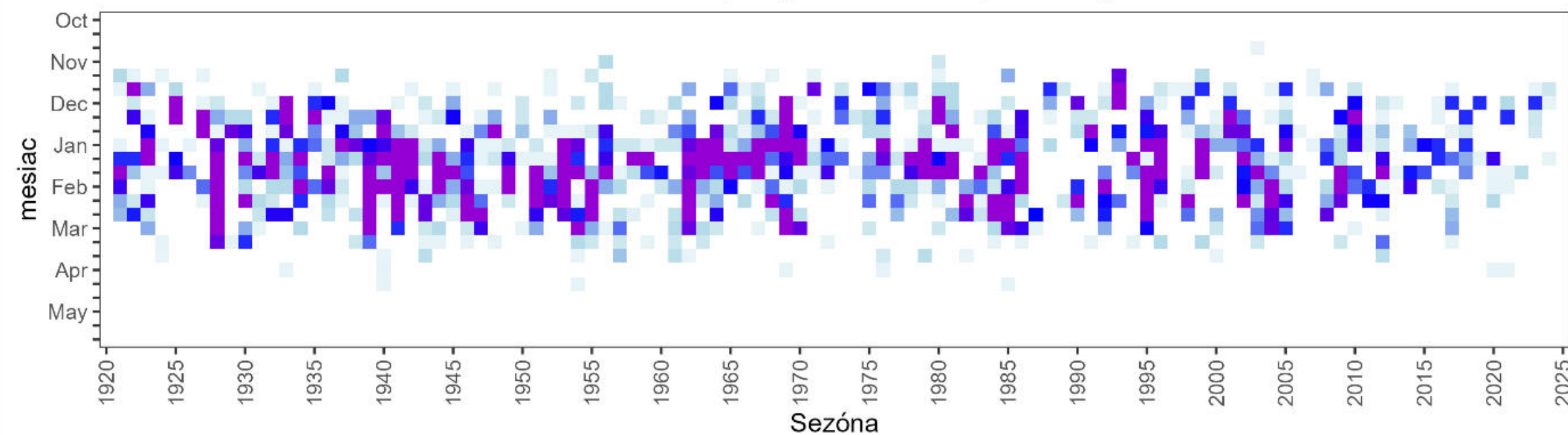
- nízka nadmorská výška
- pravidelnejší vplyv teplejších vzduchových hmôt od juhu až juhozápadu
- strmý úbytok počtu dní so SP po roku 2013
- roky 2020, 2022, 2024 – 3 a menej dní so SP



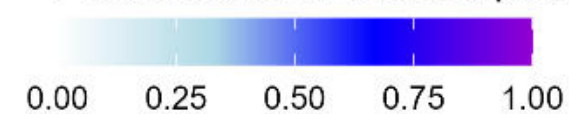
Snehová kalamita v Bratislave v januári 1987

(Zdroj: I. Krč)

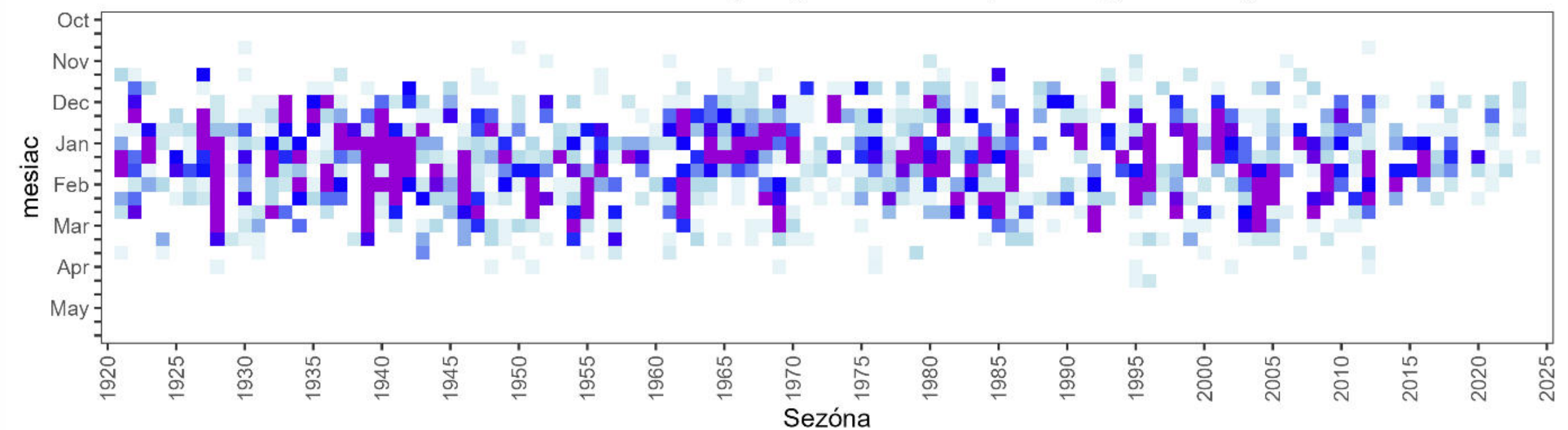
Pomer dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm (Okt–Máj): Hurbanovo



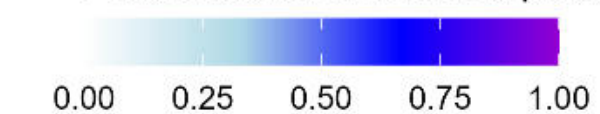
Pomer dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm



Pomer dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm (Okt–Máj): Piešťany



Pomer dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm

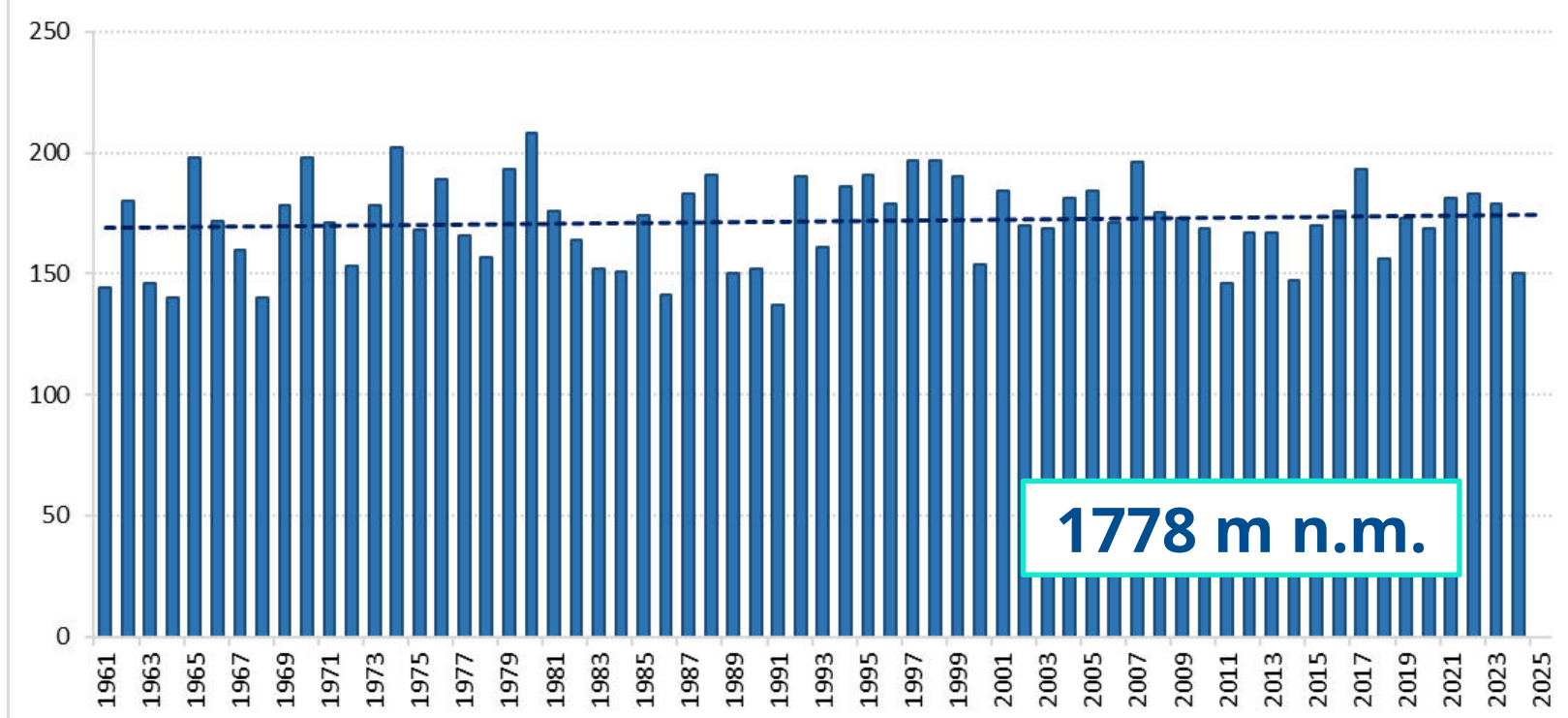


Snehová pokrývka vo vysokohorských polohách

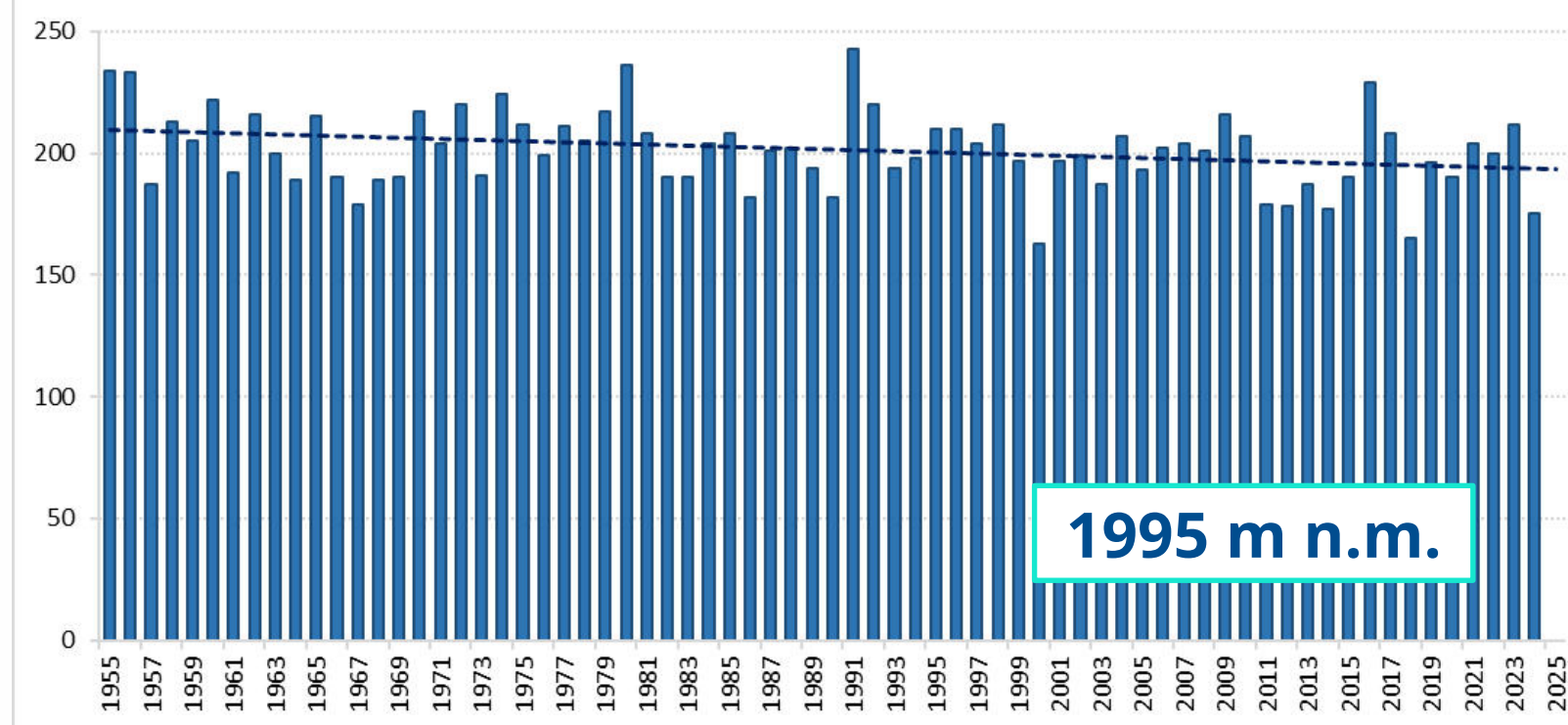
- nad 1000 m n. m. – trend snehovej pokrývky stúpajúci
- dôsledok vyšších úhrnov (najmä v zime, v časti jari a v časti jesene) a teplotných podmienok



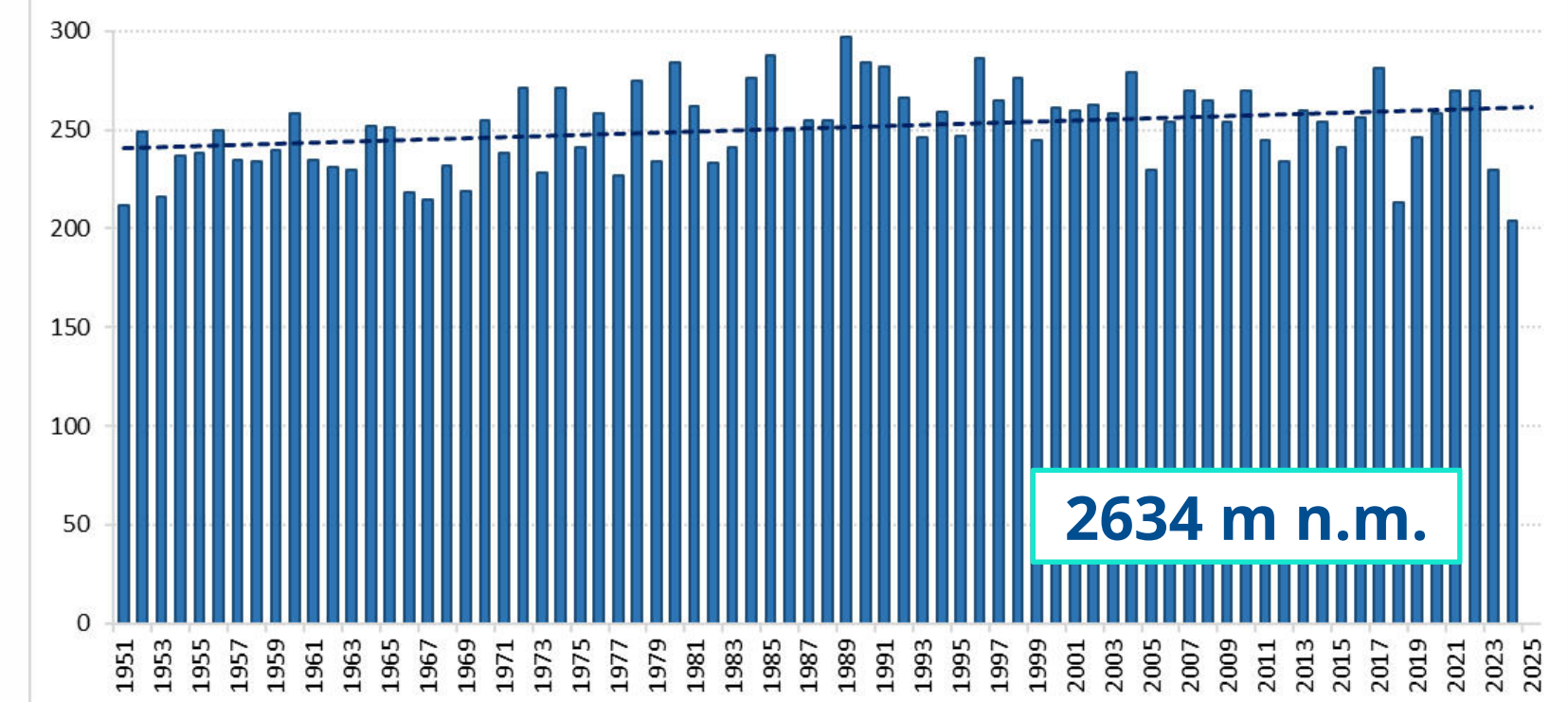
Počet dní so snehovou pokrývkou od roku 1961
na stanici Skalnaté pleso



Počet dní so snehovou pokrývkou od roku 1955
na stanici Chopok



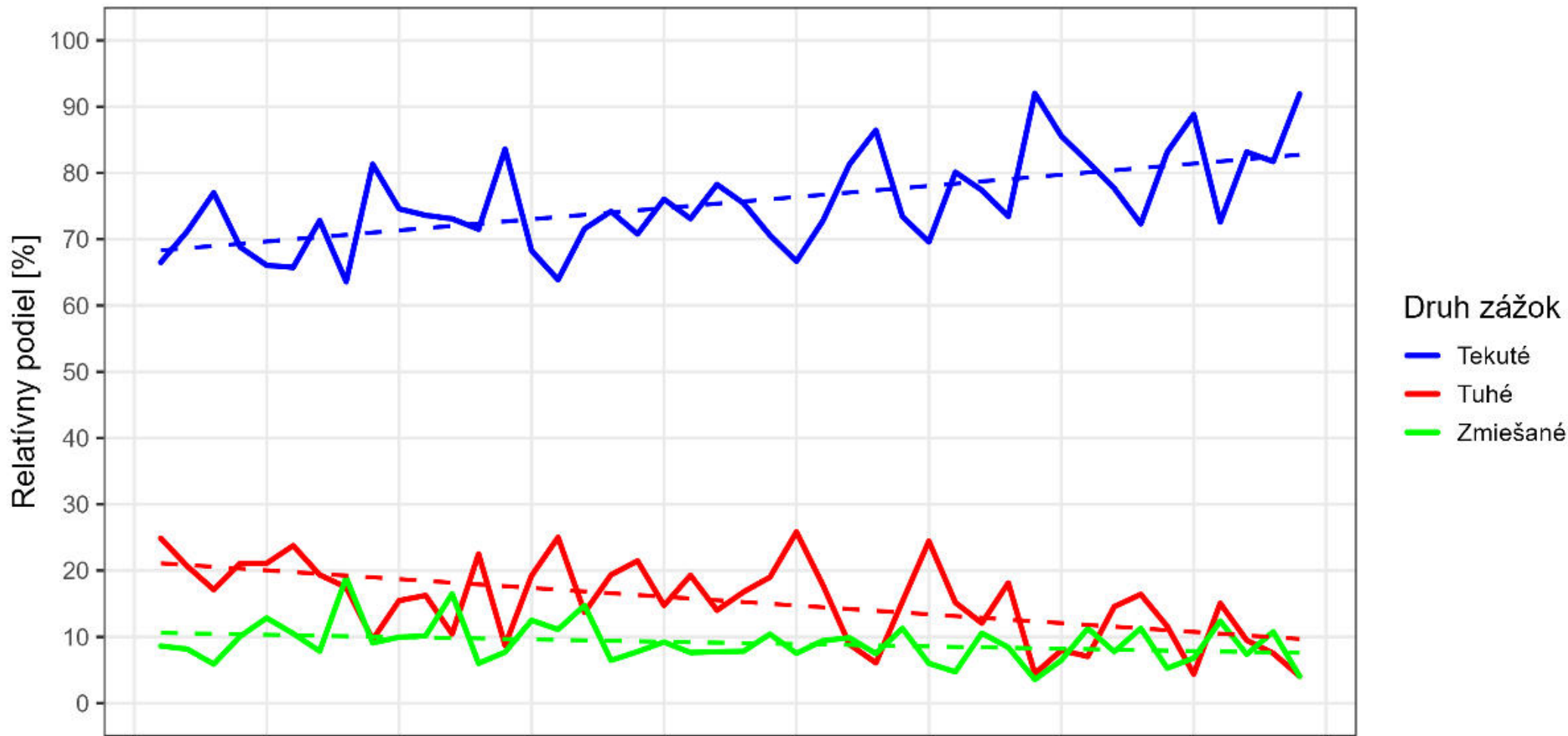
Počet dní so snehovou pokrývkou od roku 1951
na stanici Lomnický štít



Relatívna hodnota podielu počtu dní s tekutými, tuhými a zmiešanými zrážkami na celkovom počte dní so zrážkami

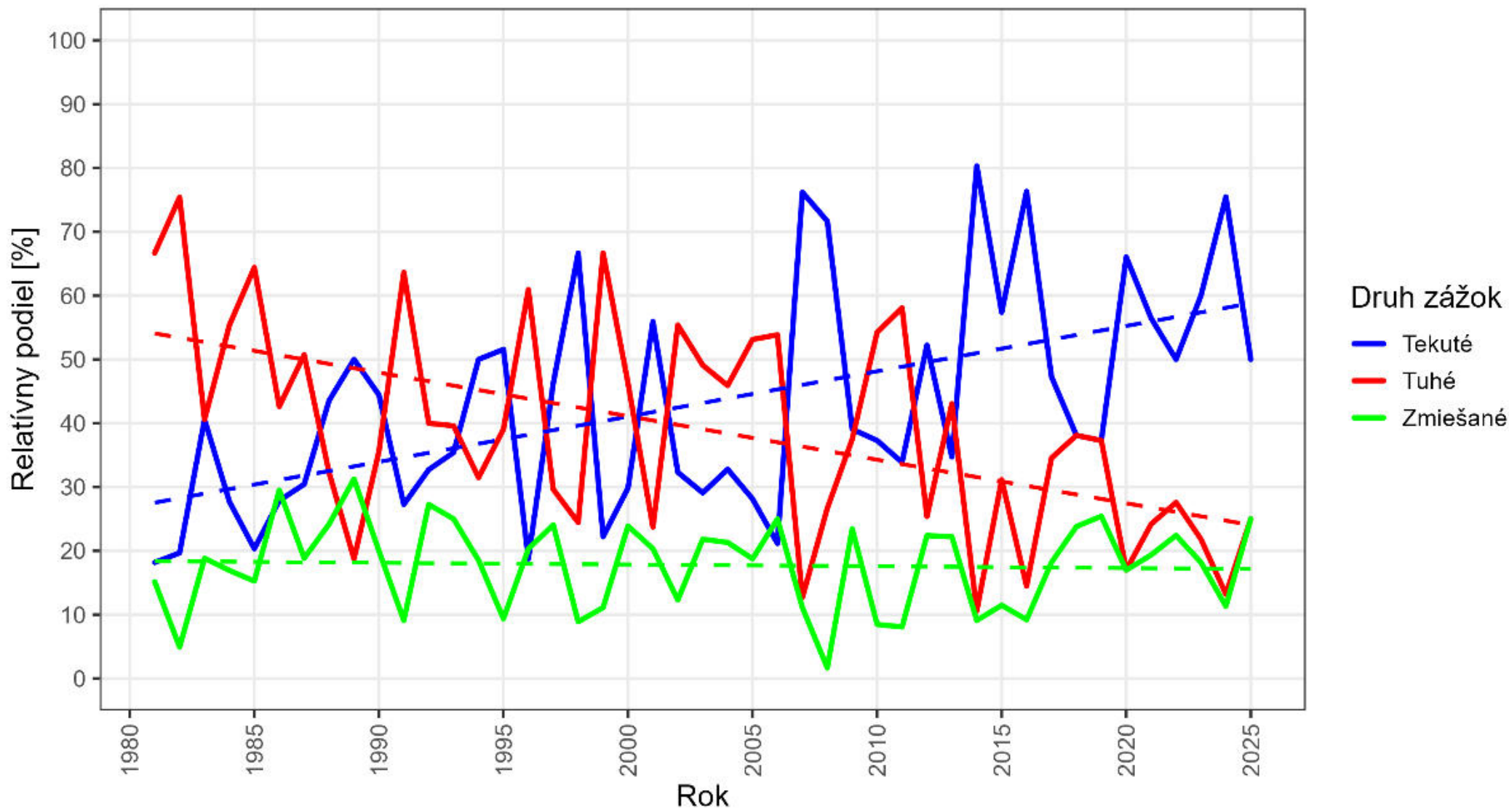
Ročný relatívny pomer atmosférických zrážok — Bratislava - Koliba 287 m n.m.

ID: 17140 (štart: 1981)



Zimný (DJF) relatívny pomer atmosférických zrážok — Bratislava - Koliba

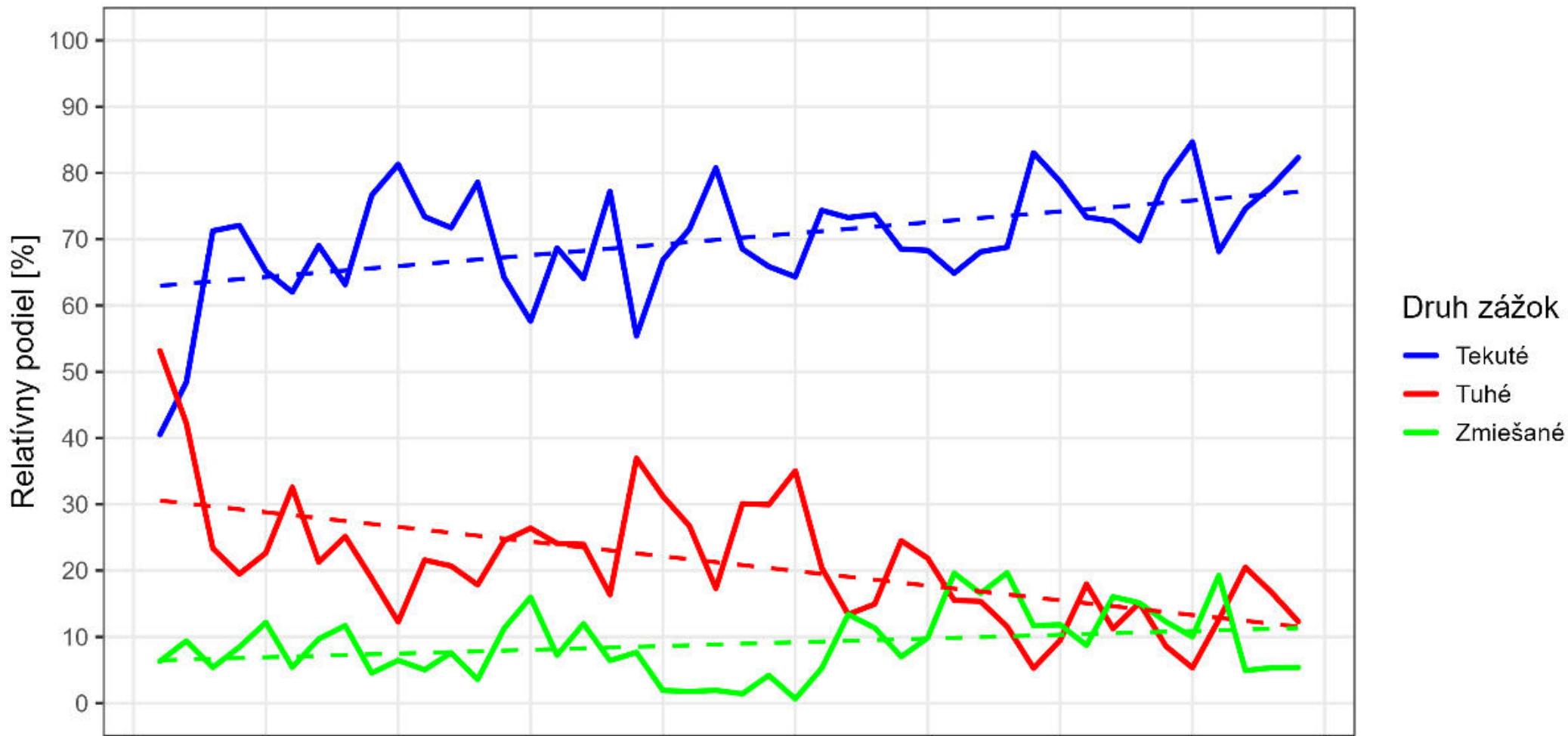
ID: 17140 (štart: 1981)



Ročný relatívny pomer atmosférických zrážok — Vyšná Jablonka 358 m n.m.

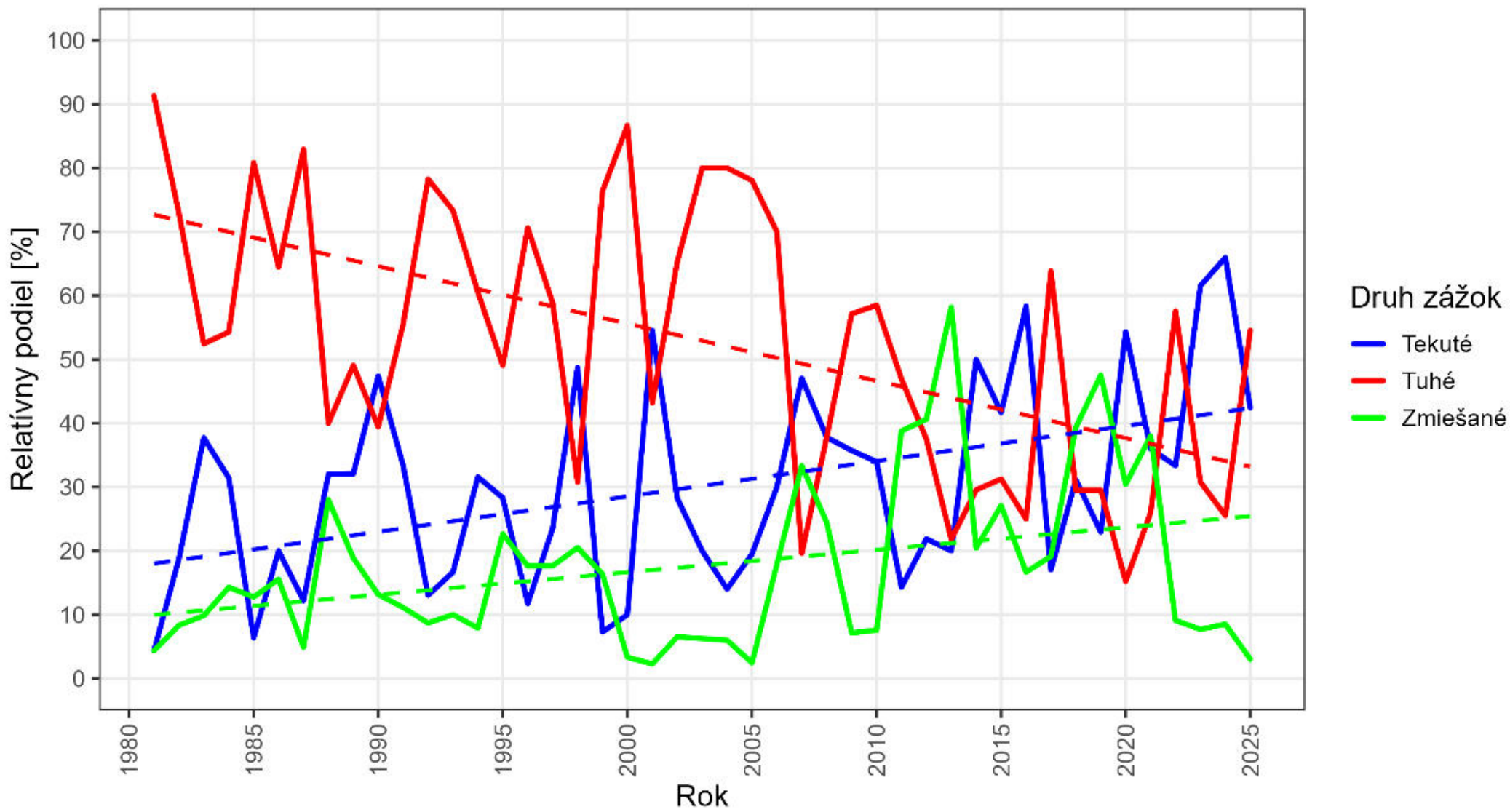
358 m n.m.

ID: 43180 (štart: 1981)



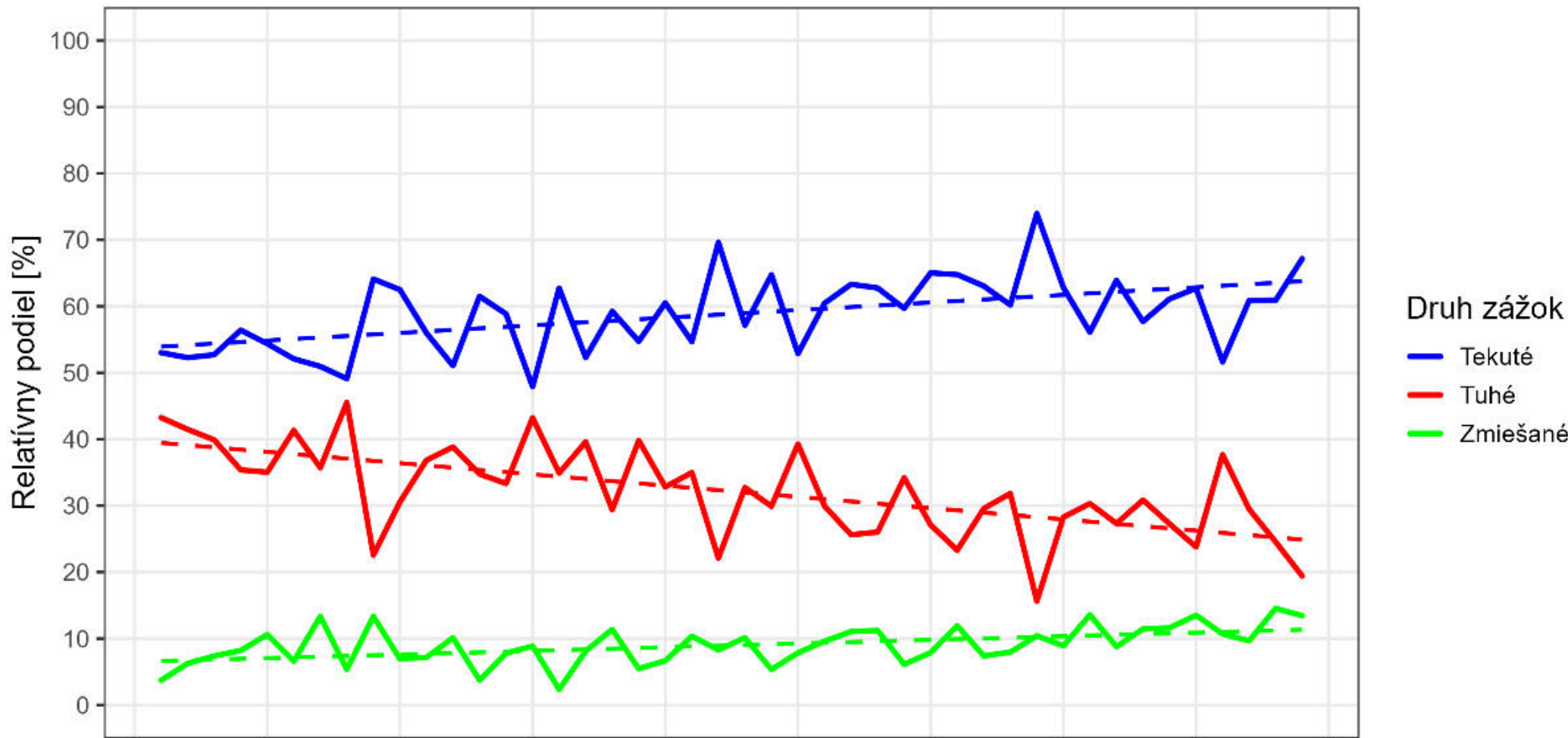
Zimný (DJF) relatívny pomer atmosférických zrážok — Vyšná Jablonka

ID: 43180 (štart: 1981)

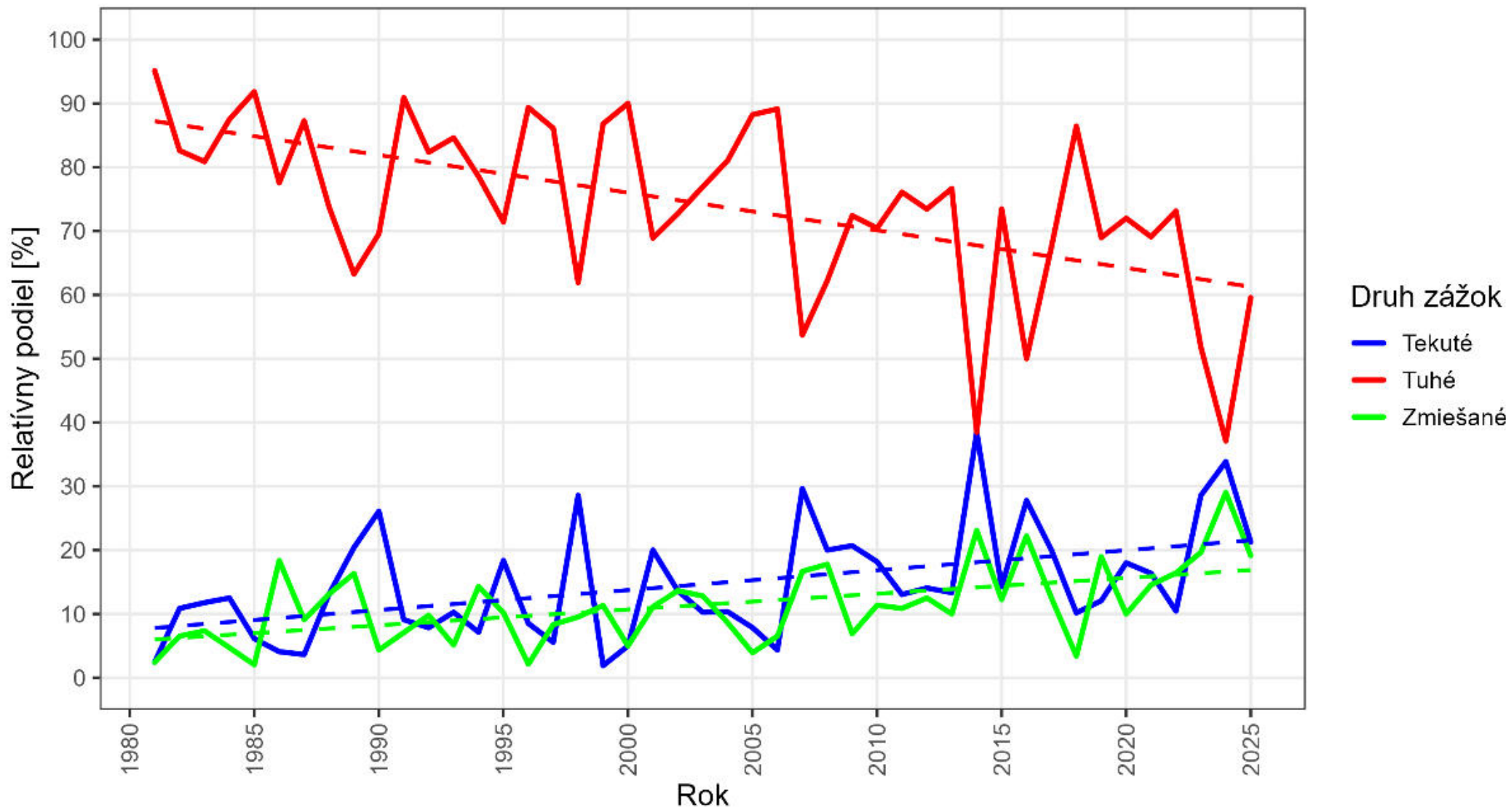


Relatívna hodnota podielu počtu dní s tekutými, tuhými a zmiešanými zrážkami na celkovom počte dní so zrážkami

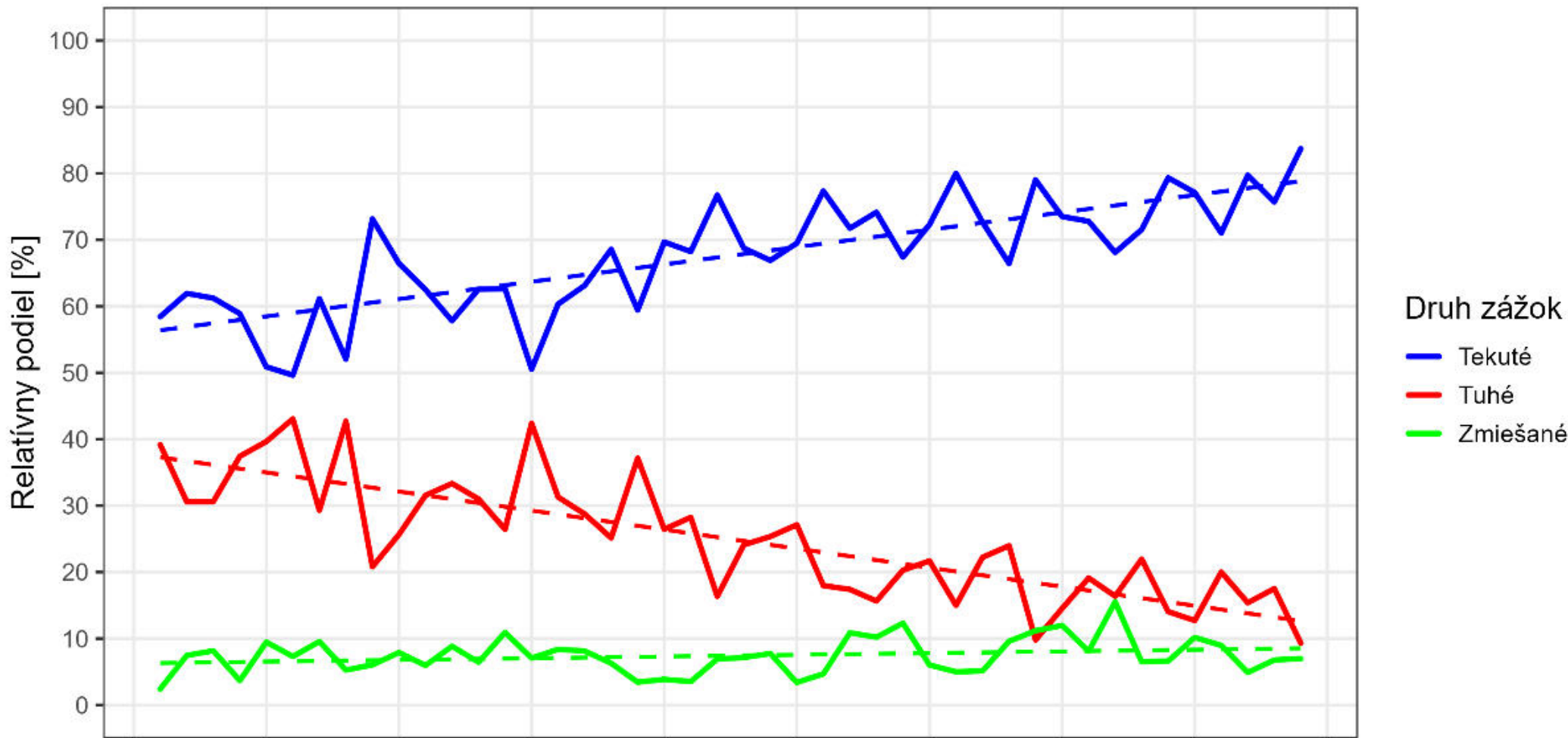
Ročný relatívny pomer atmosférických zrážok — Tatranská Javorina 1017 m n.m.
ID: 11020 (štart: 1981)



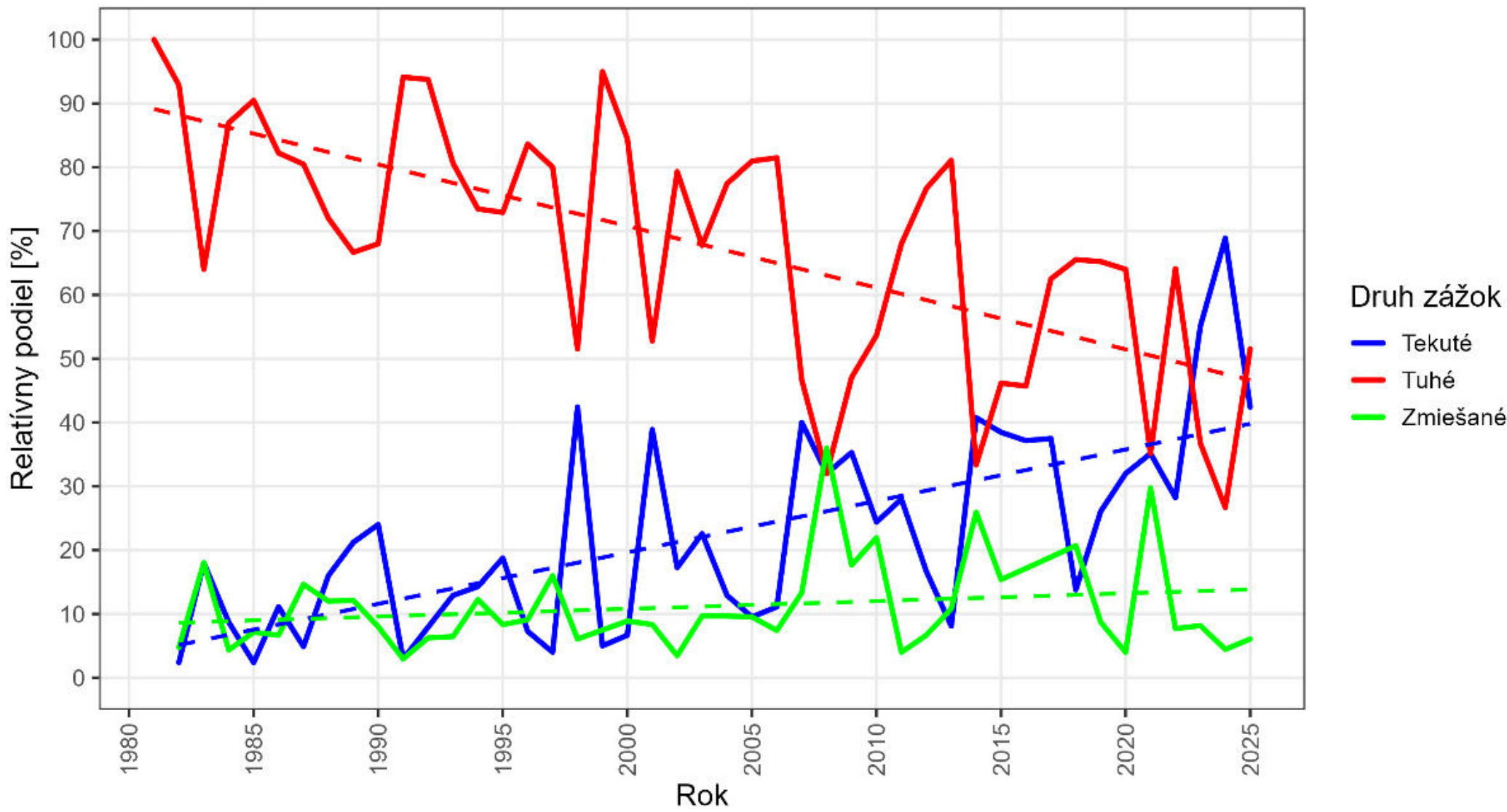
Zimný (DJF) relatívny pomer atmosférických zrážok — Tatranská Javorina
ID: 11020 (štart: 1981)



Ročný relatívny pomer atmosférických zrážok — Lom nad Rimavicou 1018 m n.m.
ID: 54120 (štart: 1981)



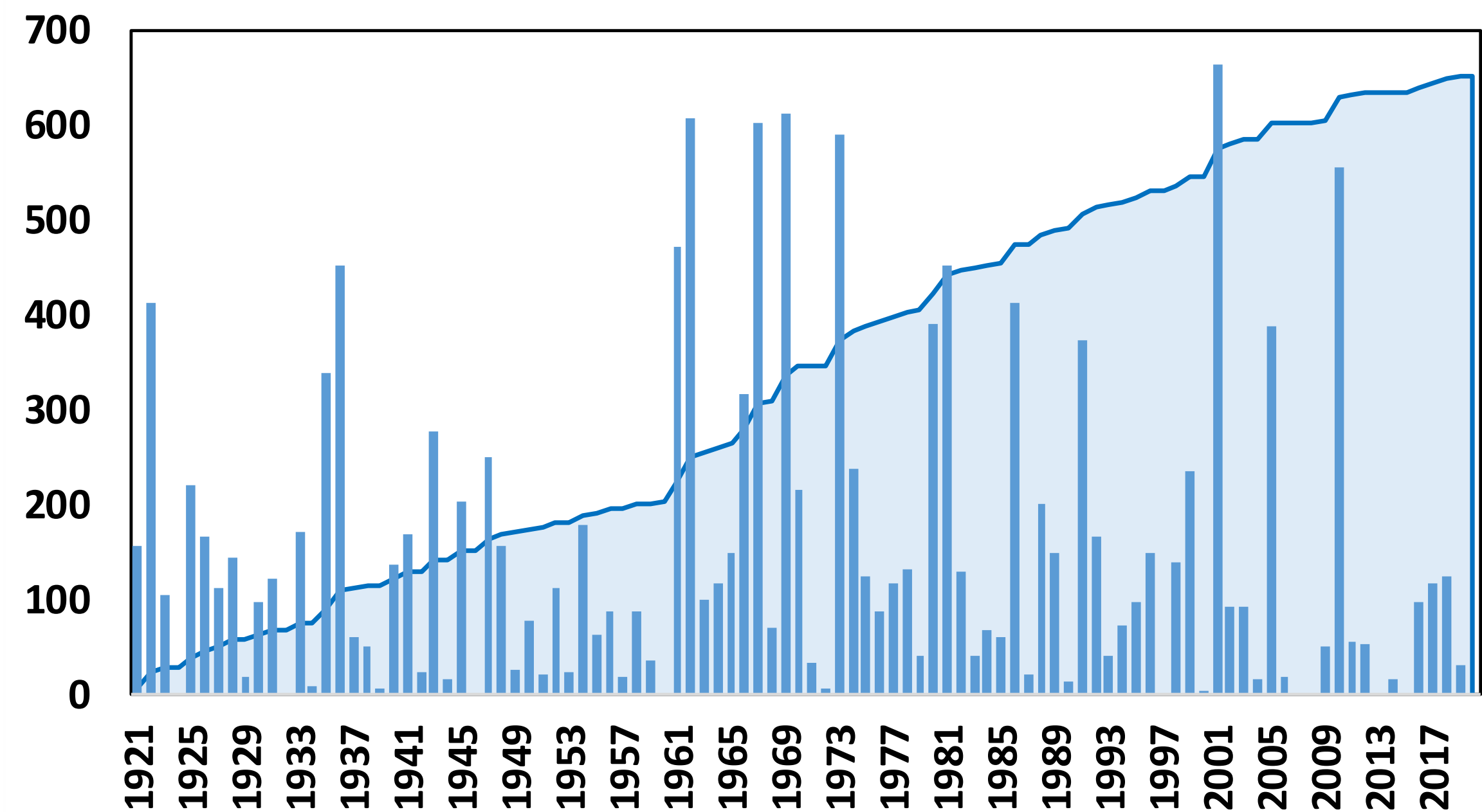
Zimný (DJF) relatívny pomer atmosférických zrážok — Lom nad Rimavicou
ID: 54120 (štart: 1981)



Kumulovaná výška snehovej pokrývky

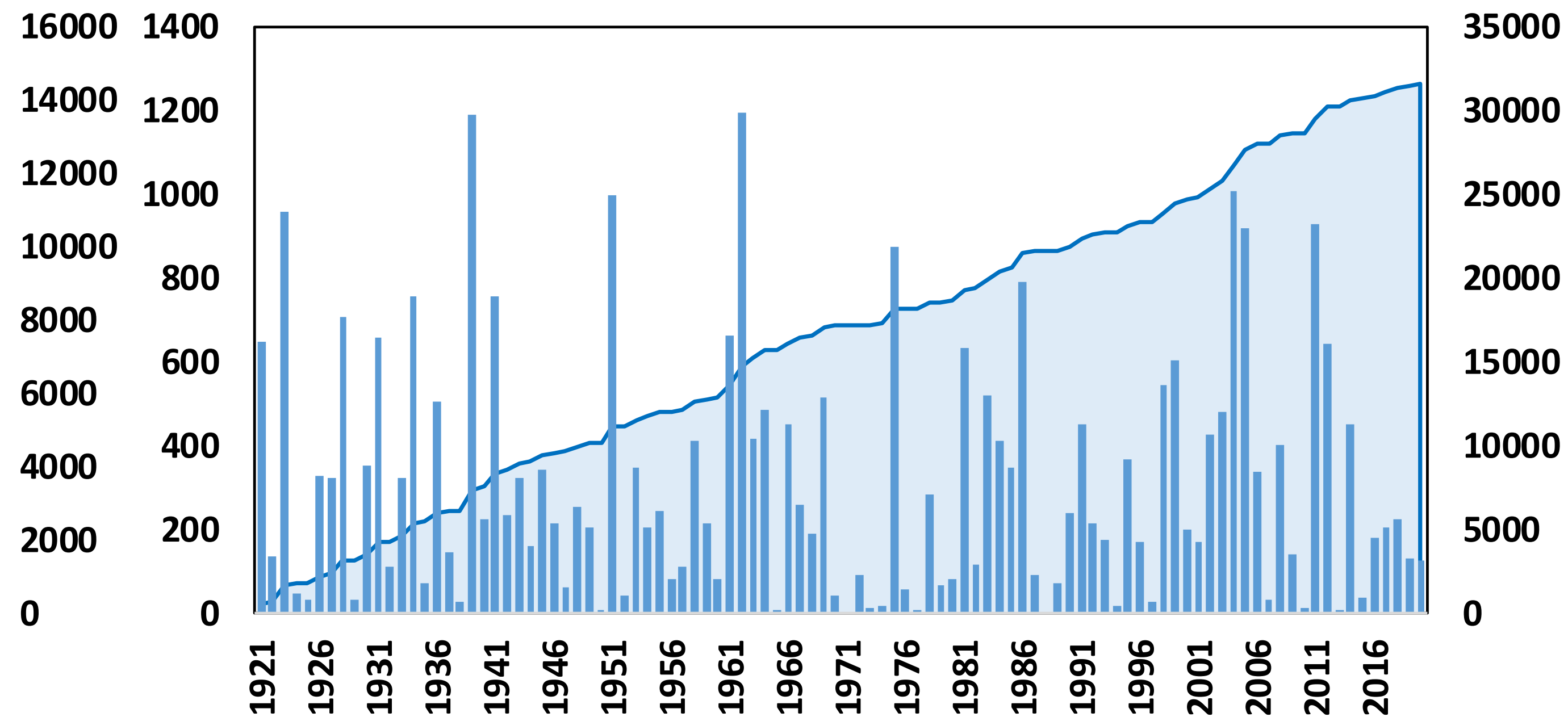
A

Liptovský Mikuláš - december 567 m n.m.



B

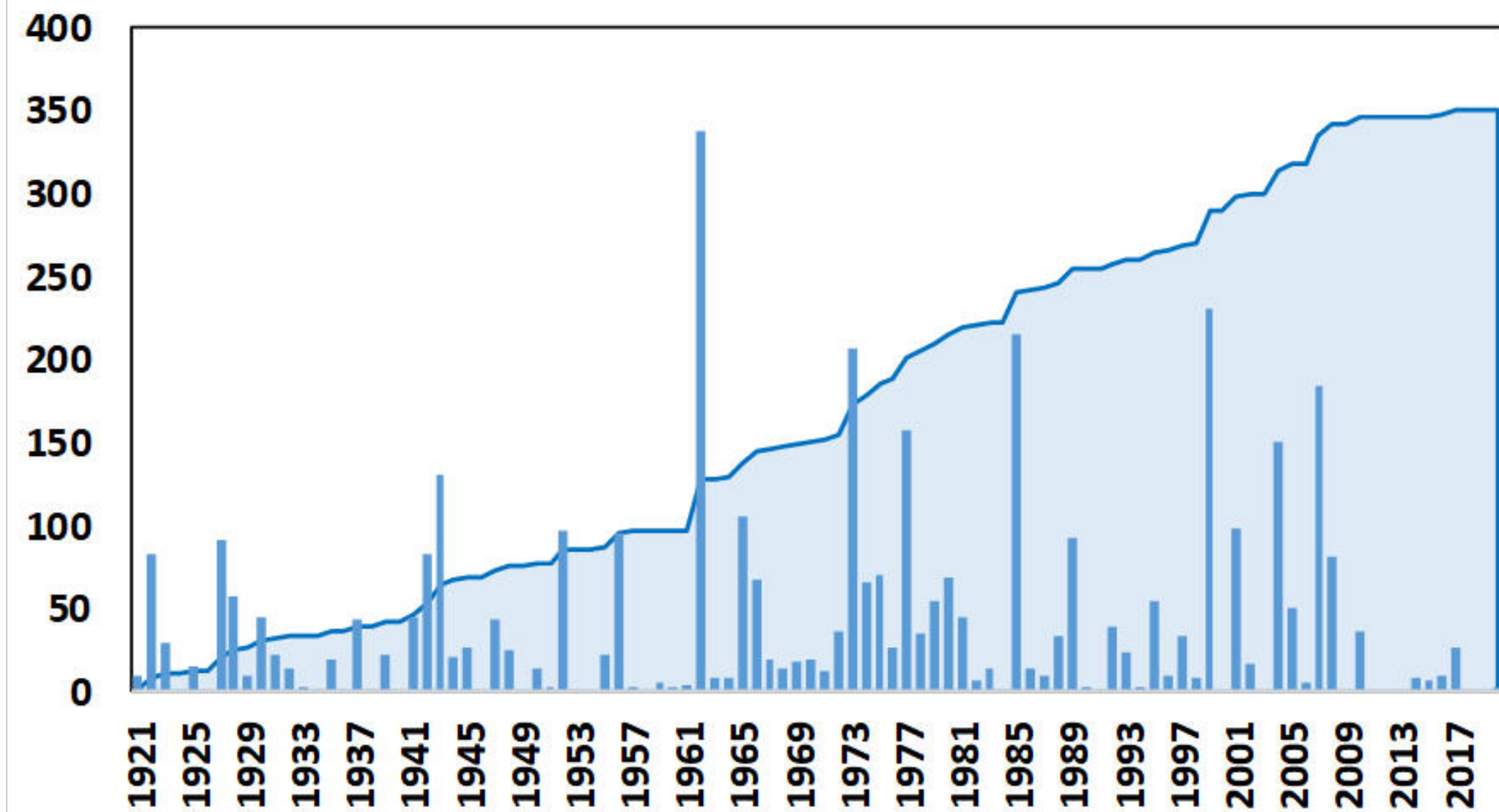
Liptovský Mikuláš - február 567 m n.m.



Kumulovaná výška snehovej pokrývky

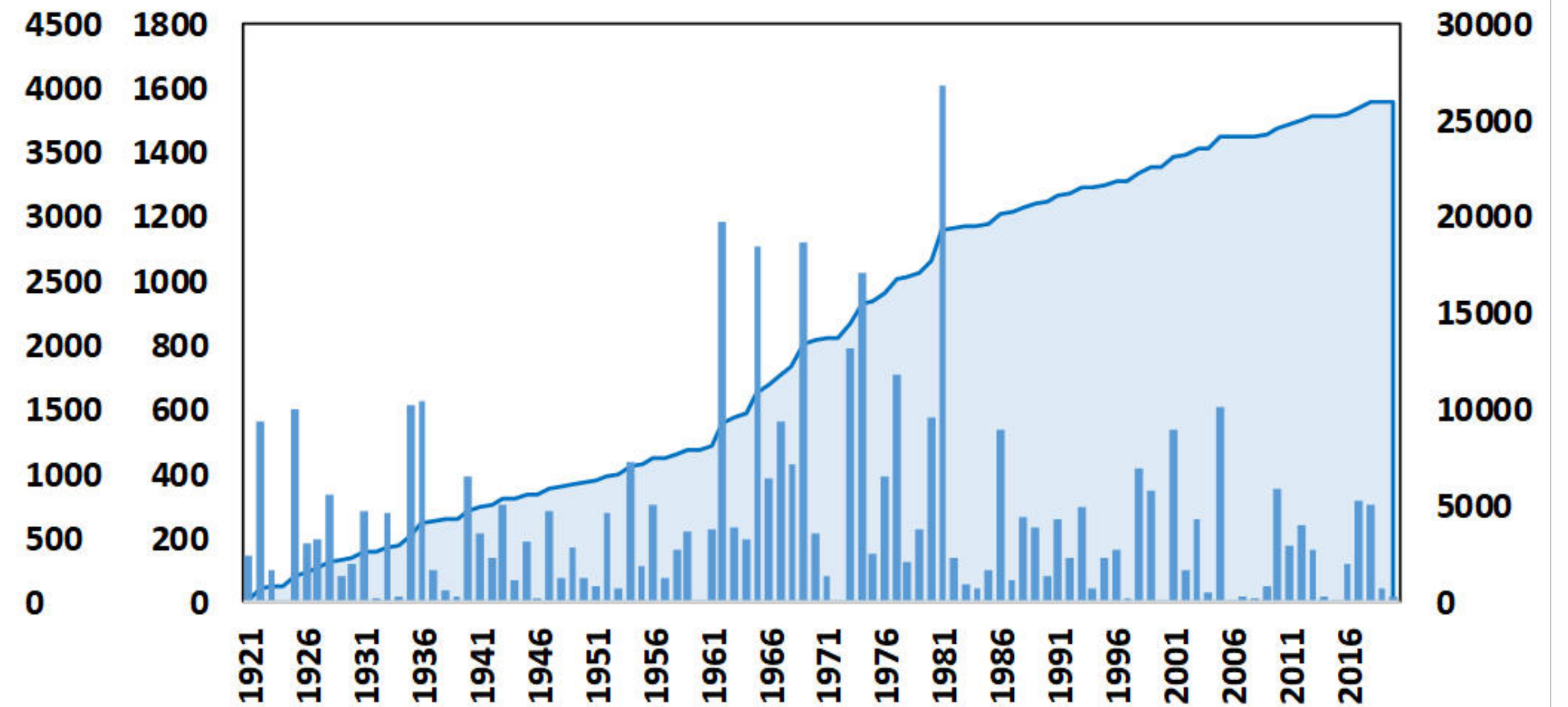
Pohorelá - november

755 m n.m.



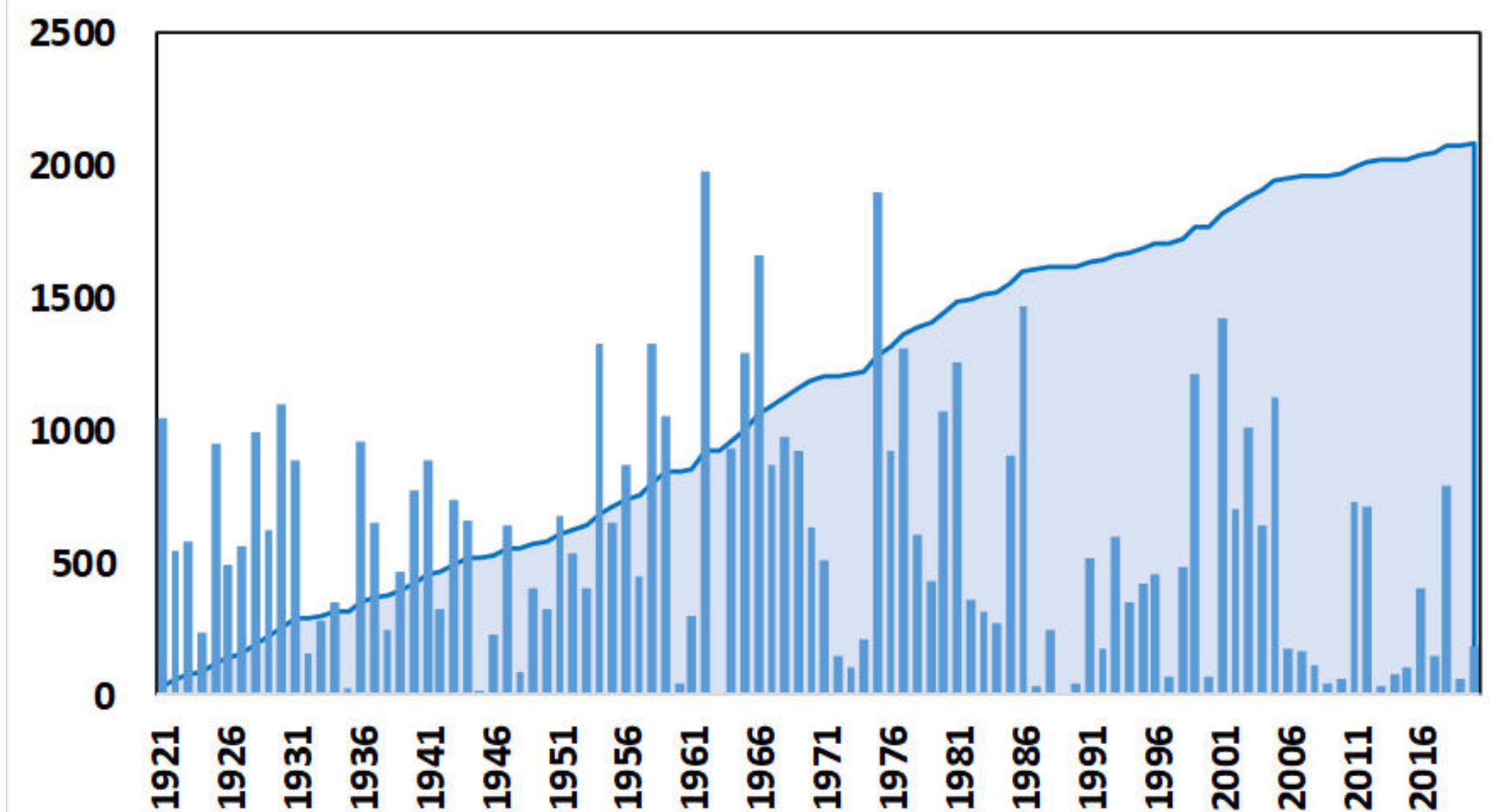
Pohorelá - december

755 m n.m.



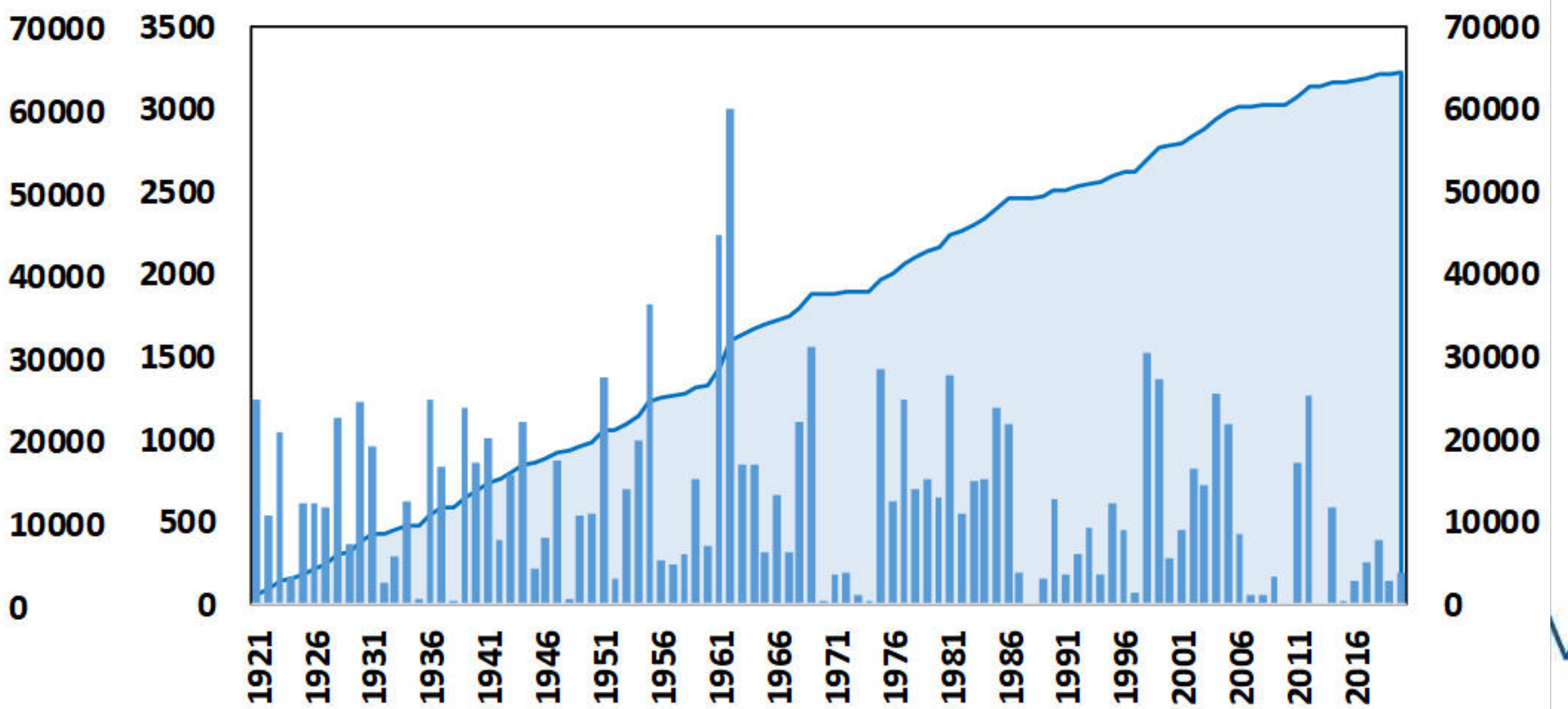
Pohorelá - január

755 m n.m.

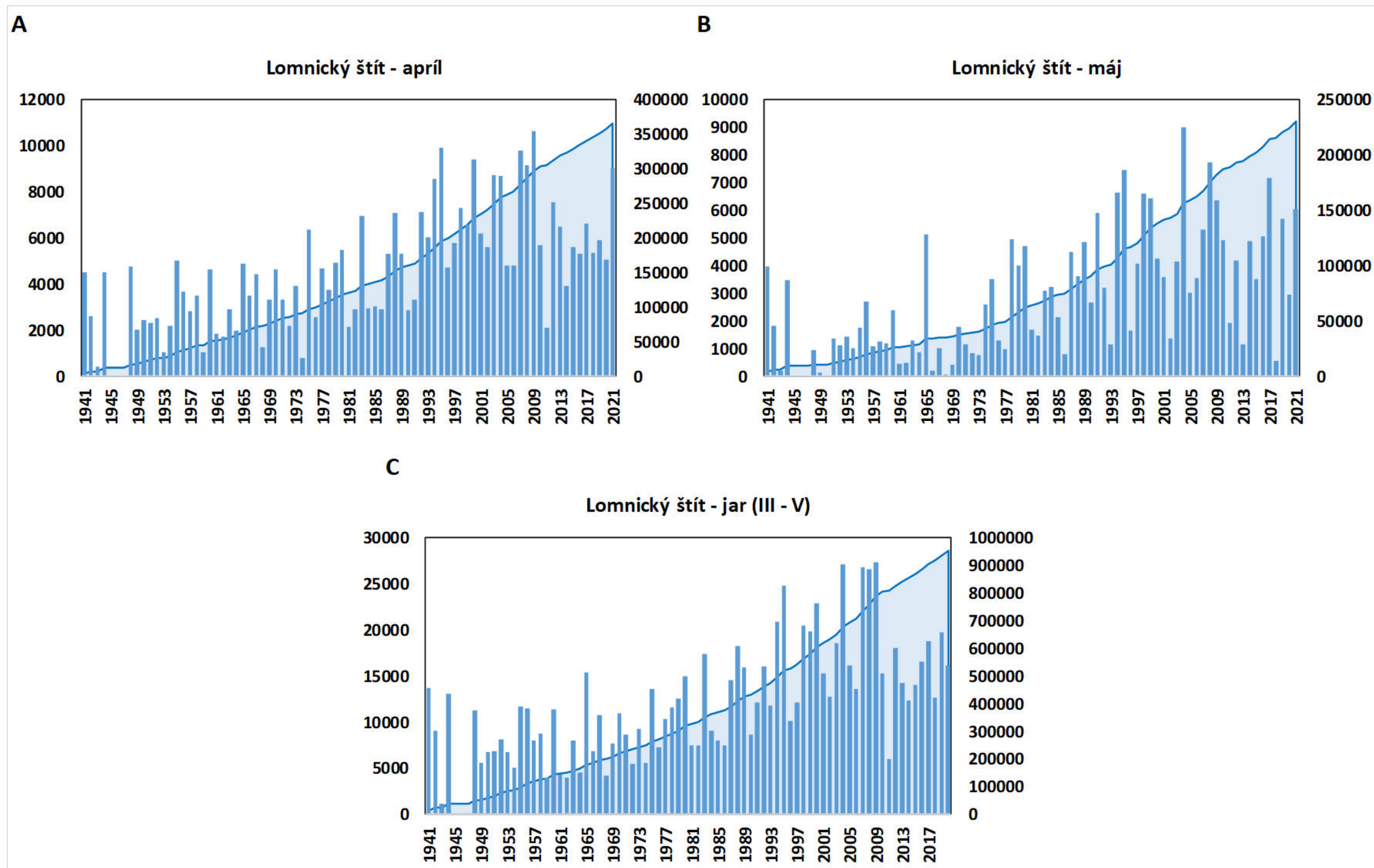


Pohorelá - február

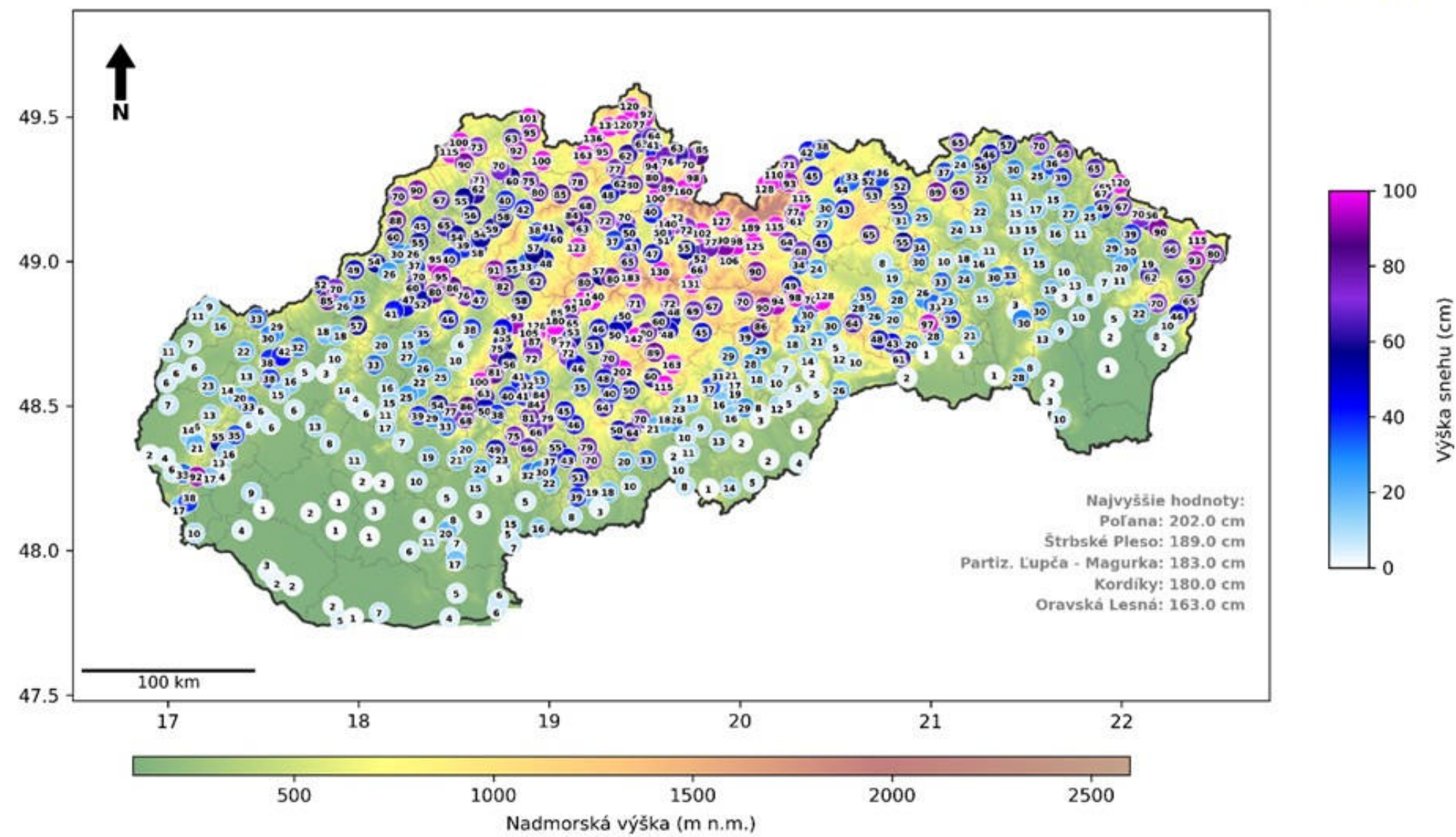
755 m n.m.



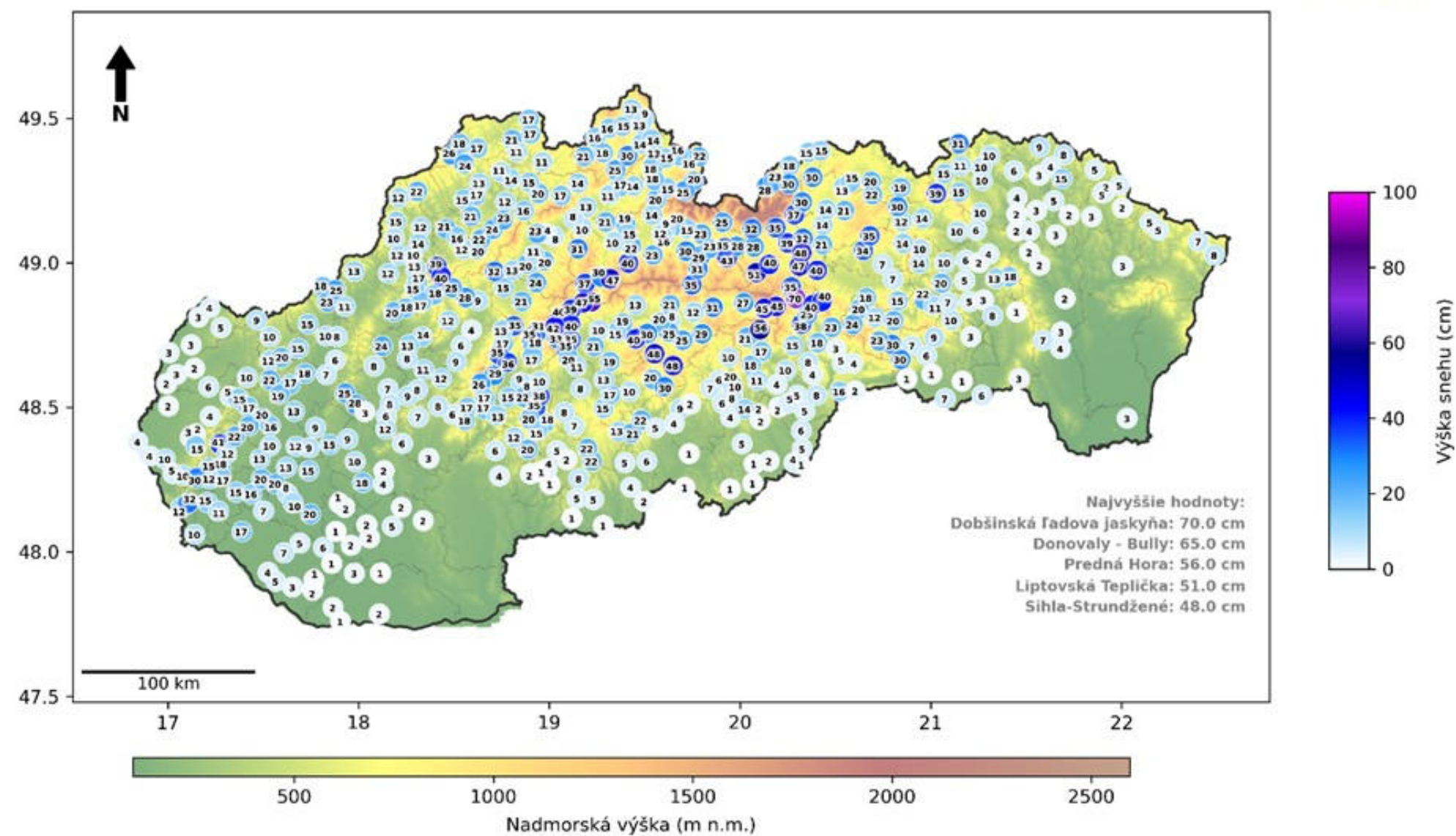
Kumulovaná výška snehovej pokrývky



Výška snehovej pokrývky [cm] na Slovensku - 12-03-2005



Výška novej snehovej pokrývky [cm] na Slovensku - 30-01-2015

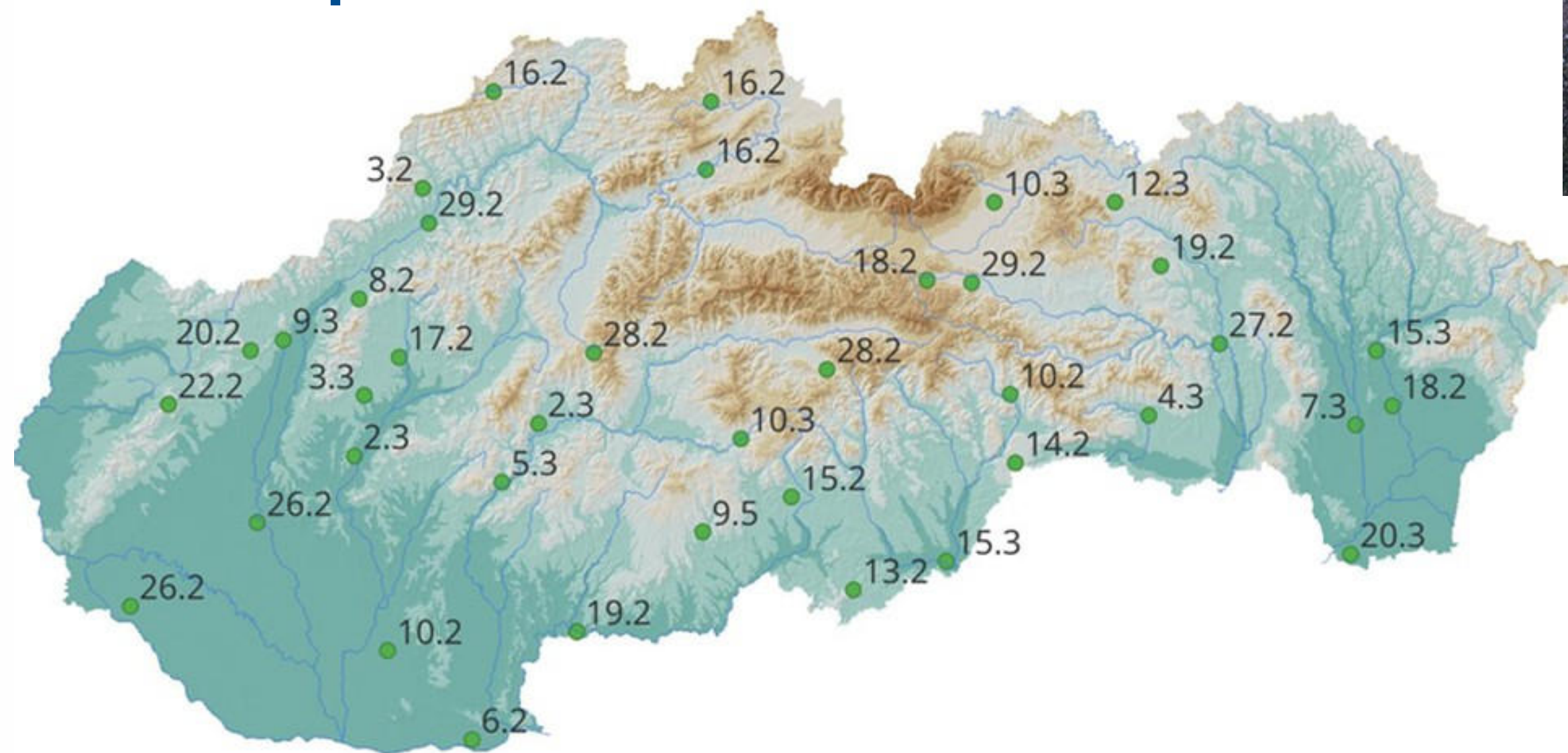
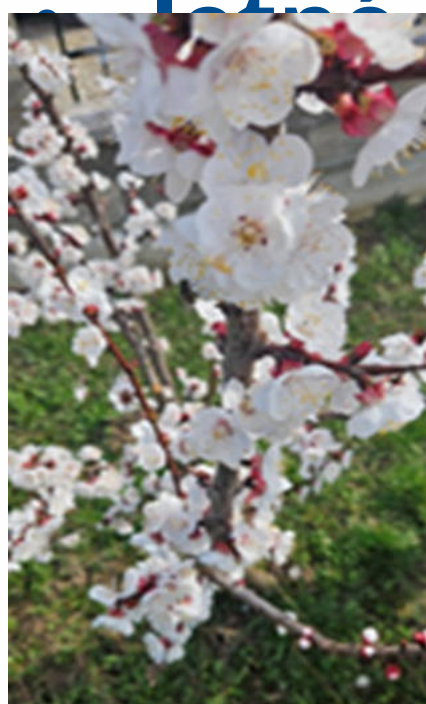


SHMU KAŽDÝ DEŇ S VAMI

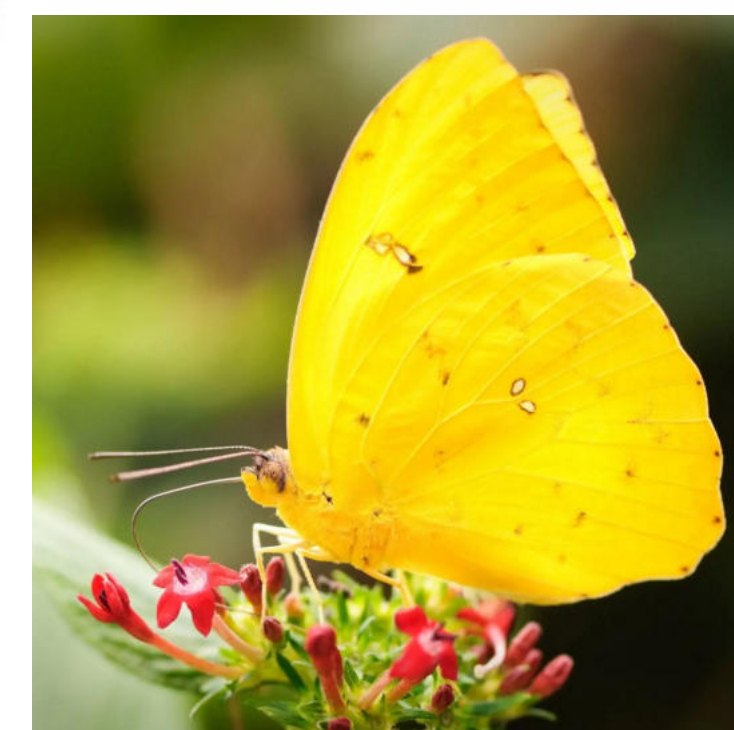
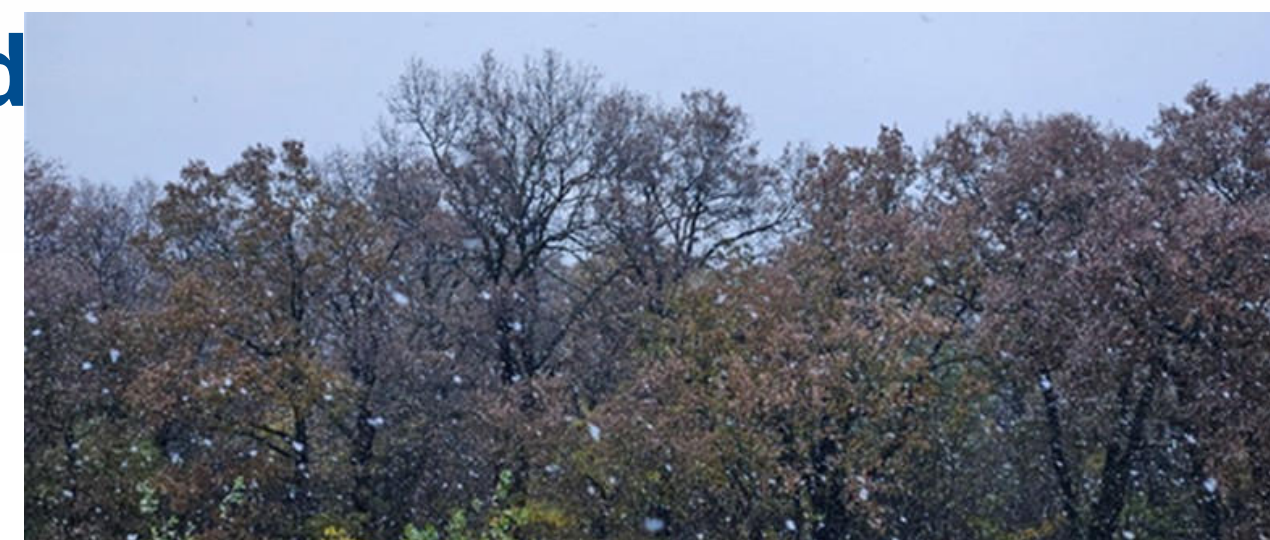


Fenológia

- narušenie fenologických cyklov
 - sucho - presun z chladného polroka do jari a leta, nárast počtu suchých mesiacov na západe a juhovýchode SR, výrazný nárast počtu veľmi až extrémne suchých mesiacov aj v hornatých oblastiach
 - posun jesenných fenologických fáz v roku 2023 (žltnutie, opad listov) až o 15 dní neskôr
 - posun jarných fenologických fáz v roku 2024 o 2 – 3 týždne
- **čoraz čoraz žltnutie a opad lístia zo sucha v roku 2024**



Mapa s dátumom prvej znášky peľu u včely medonosnej na Slovensku v roku 2024



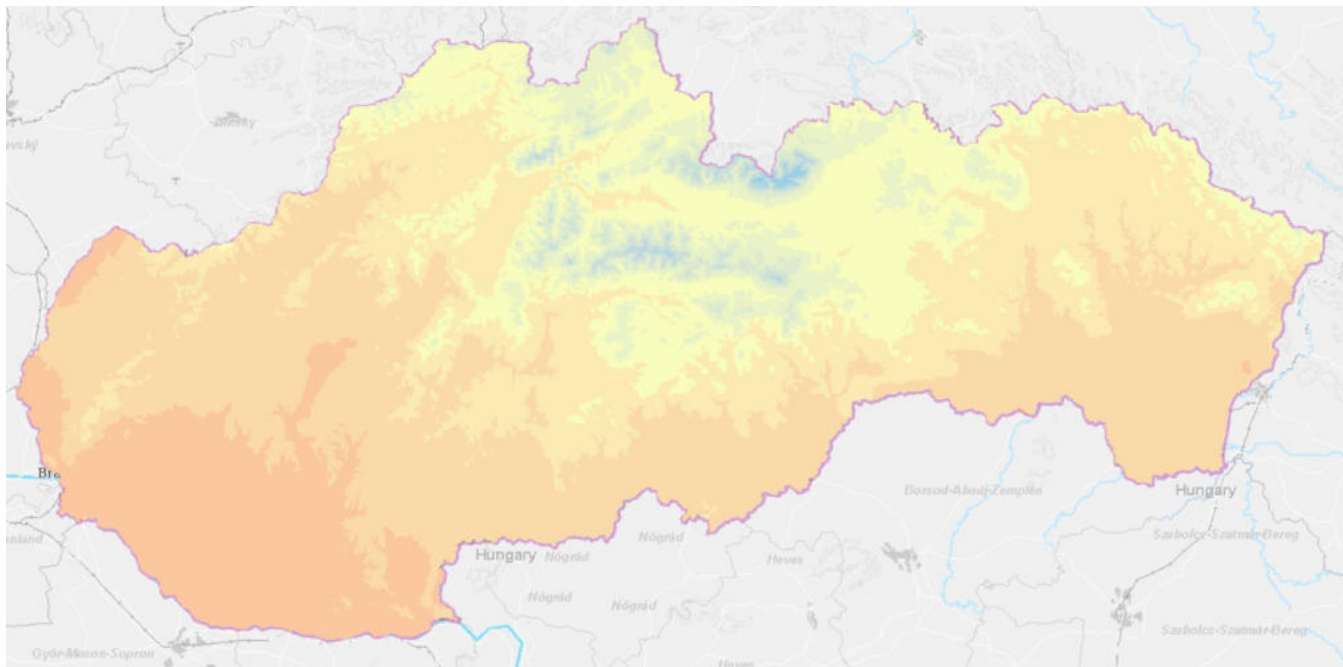
Ako to bude na Slovensku?

- do roku 2100 nárast teploty o 1 - 2 °C (optimistický scenár), 3 až 4 °C (stabilizačný scenár)
- o 5 až 6 °C (pesimistický scenár)
- jar a jeseň sa vytratia
- leto dlhé, veľmi teplé a zväčša aj suché
- zima mierna a daždivá
- hranica TSP v zime sa posunie do vyšších nadmorských výšok (1500 m n. m.) – dosť snehu
- nárast letných a tropických dní, tropických nocí
- pokles ľadových a mrazových dní
- vlny horúčav (2003, 2007, 2015) by sa okolo roku 2050 mohli zvýšiť 3 až 5-krát (máj až september)
- rast vlhkosti vzduchu a výparu
- do roku 2100 - výskyt silných nárazov vetra (nad 25 m/s) - nárast o 20–80 %
- výskyt krupobitia s priemerom krúp do 5 cm – nárast o 40–150 %
- prívalové a intenzívne krátkodobé zrážky budú častejšie a silnejšie
- výrazný deficit vody
- viac na : <https://geoportal.gov.sk/maps/klima-adapt?view=-380000,-1227000,609.5775200791>

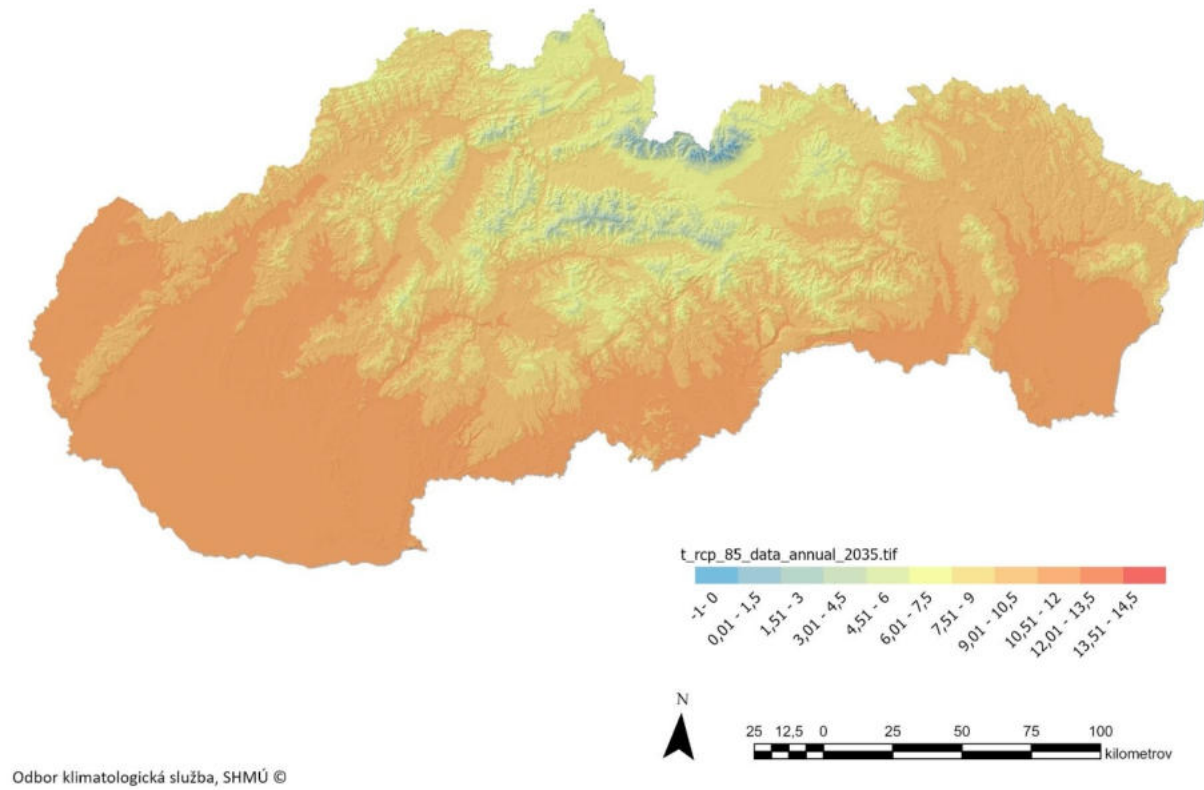


Priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku

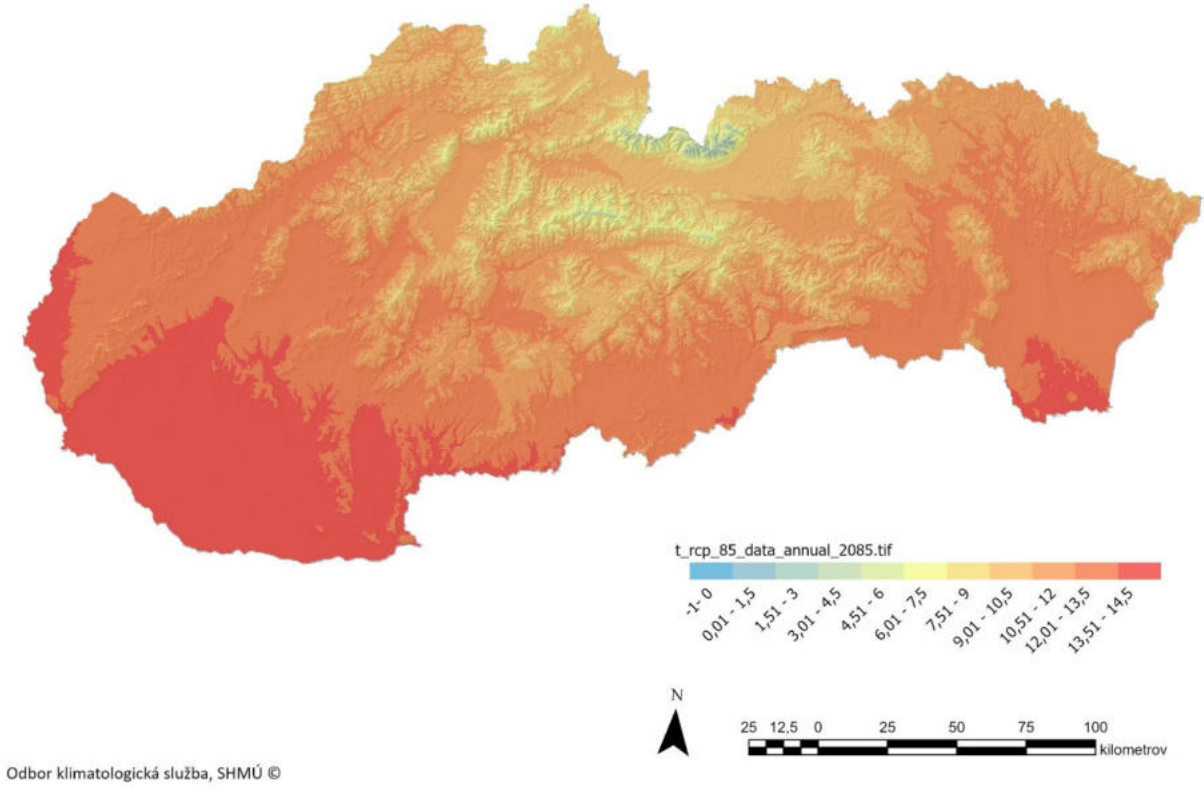
1991-2020



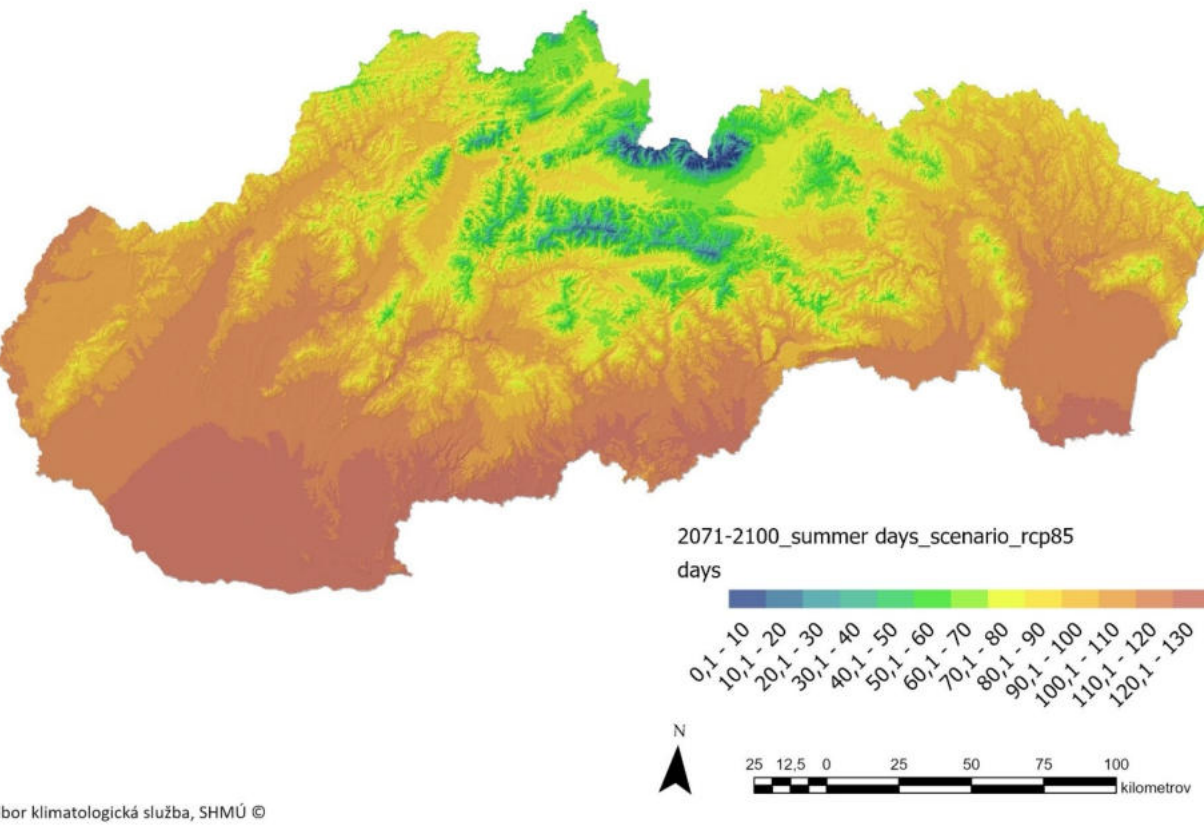
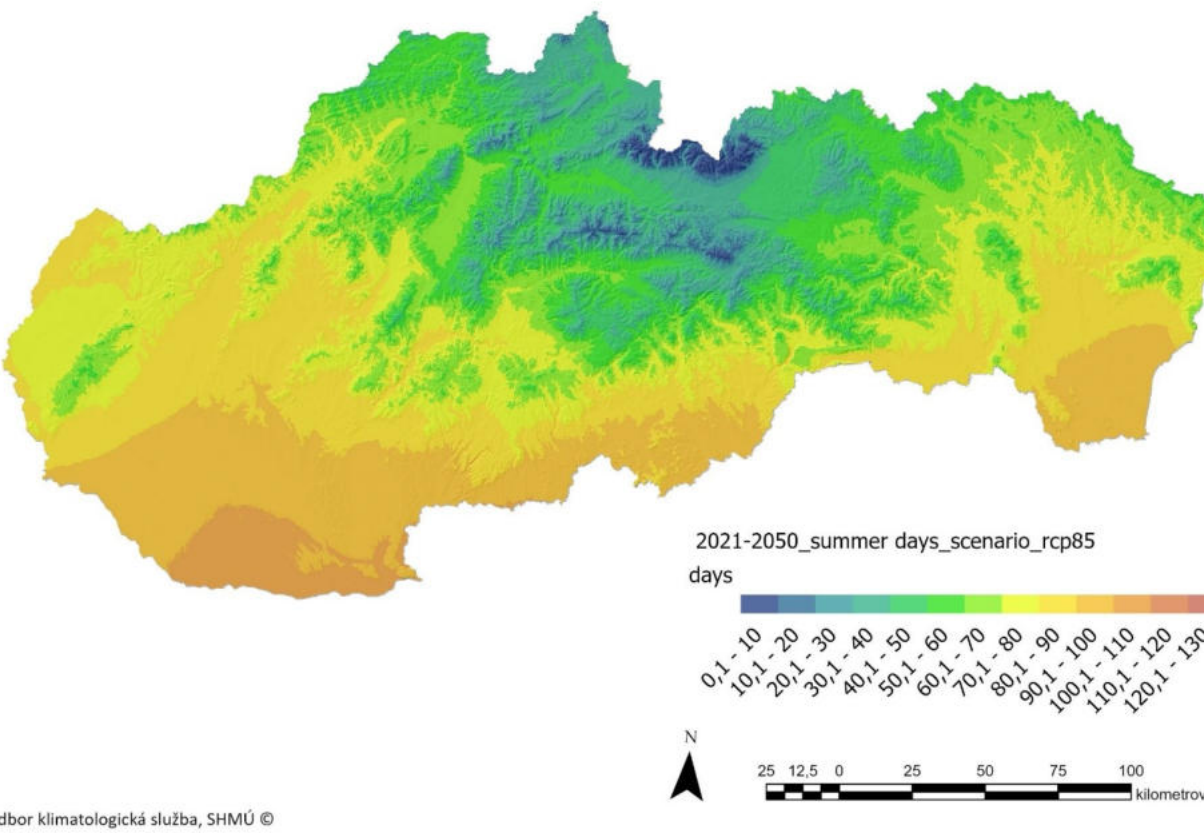
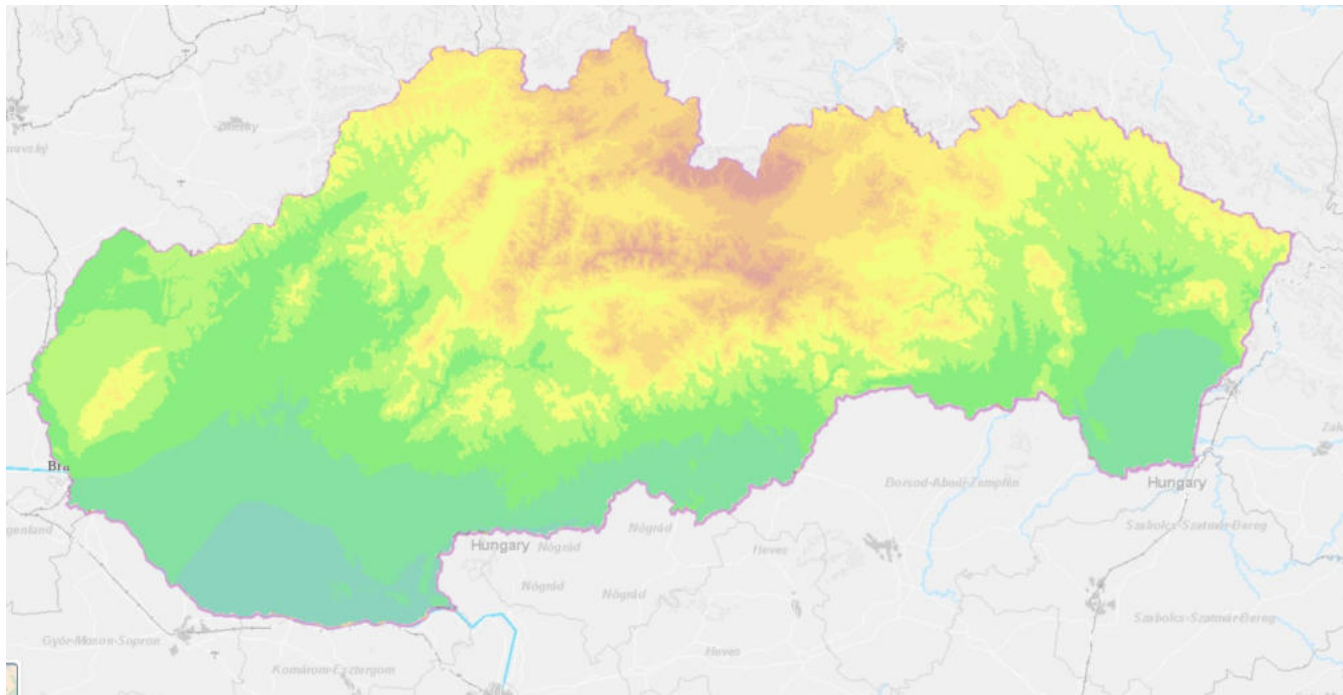
RCP8.5 horizont 2050



RCP8.5 horizont 2010

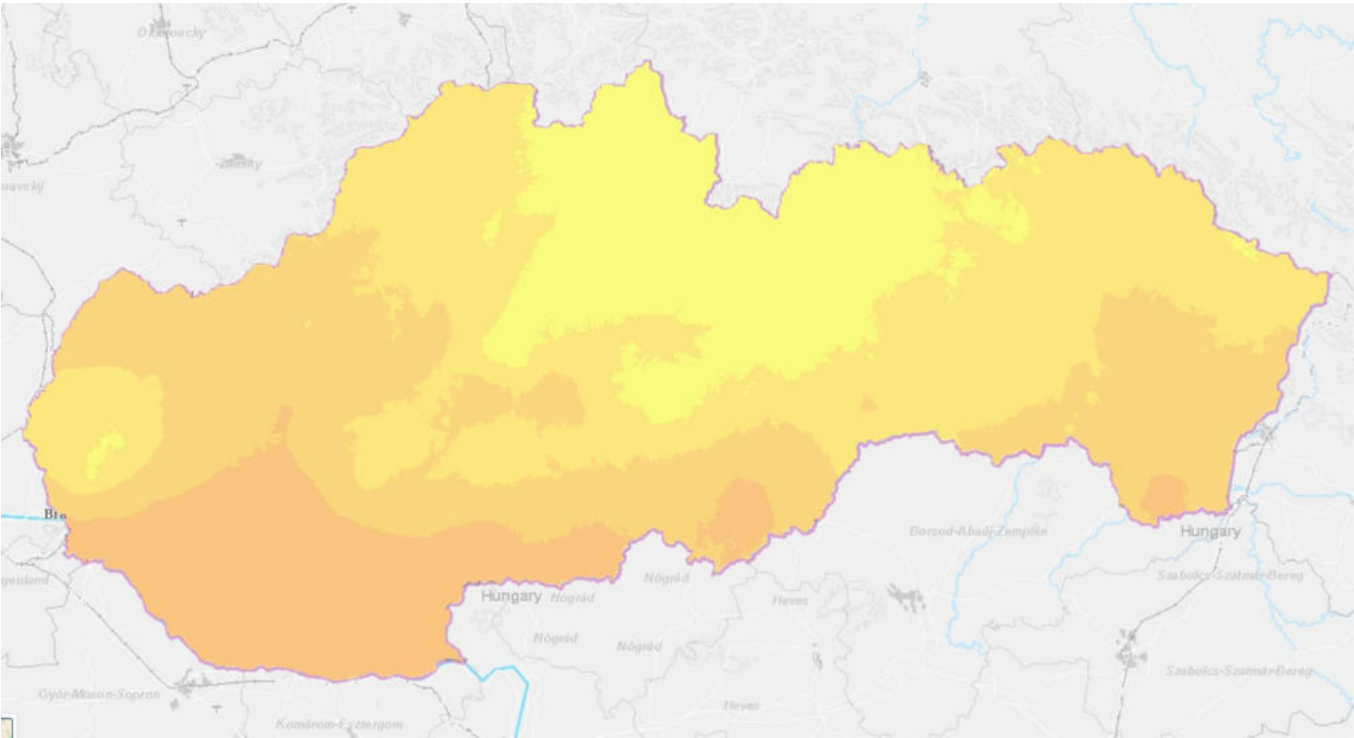


Priemerný počet letných dní ($T_{max} \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

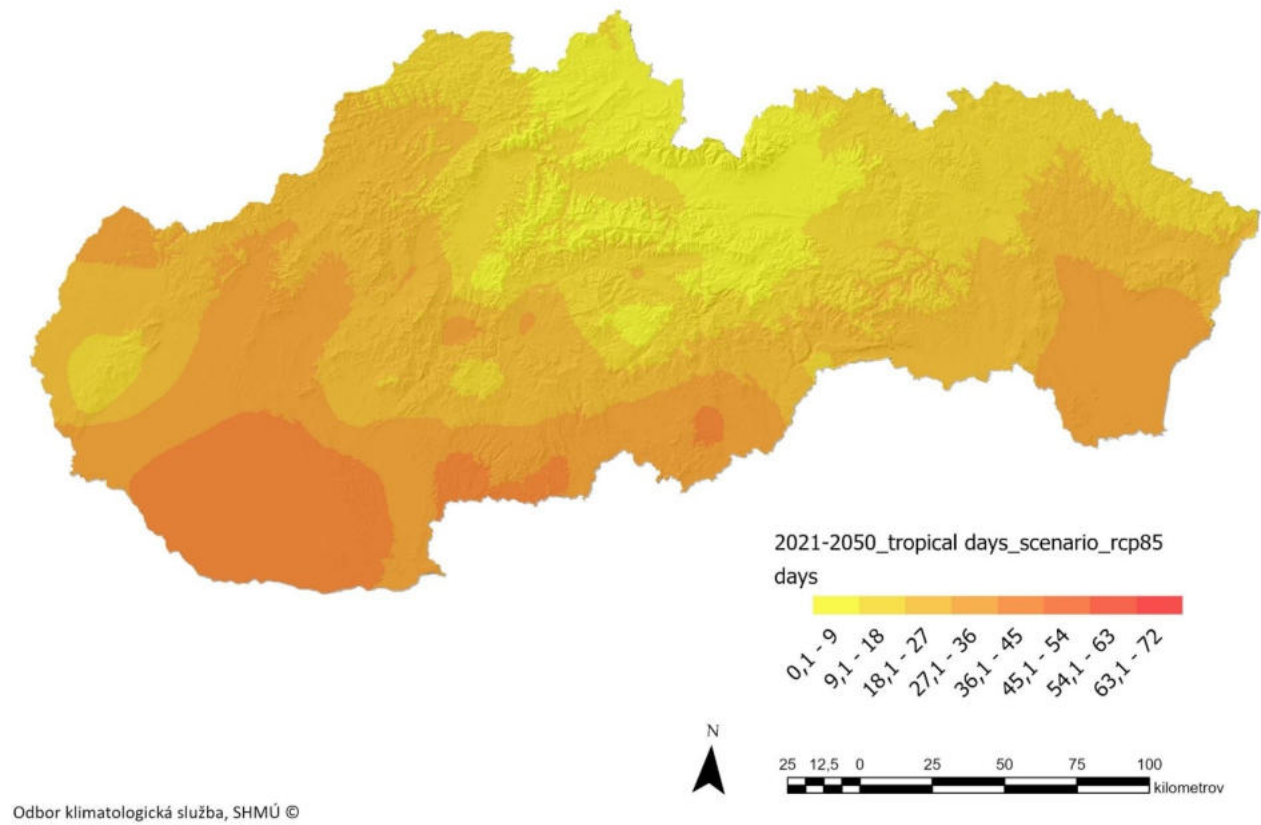


Priemerný počet tropických dní ($T_{max} \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)

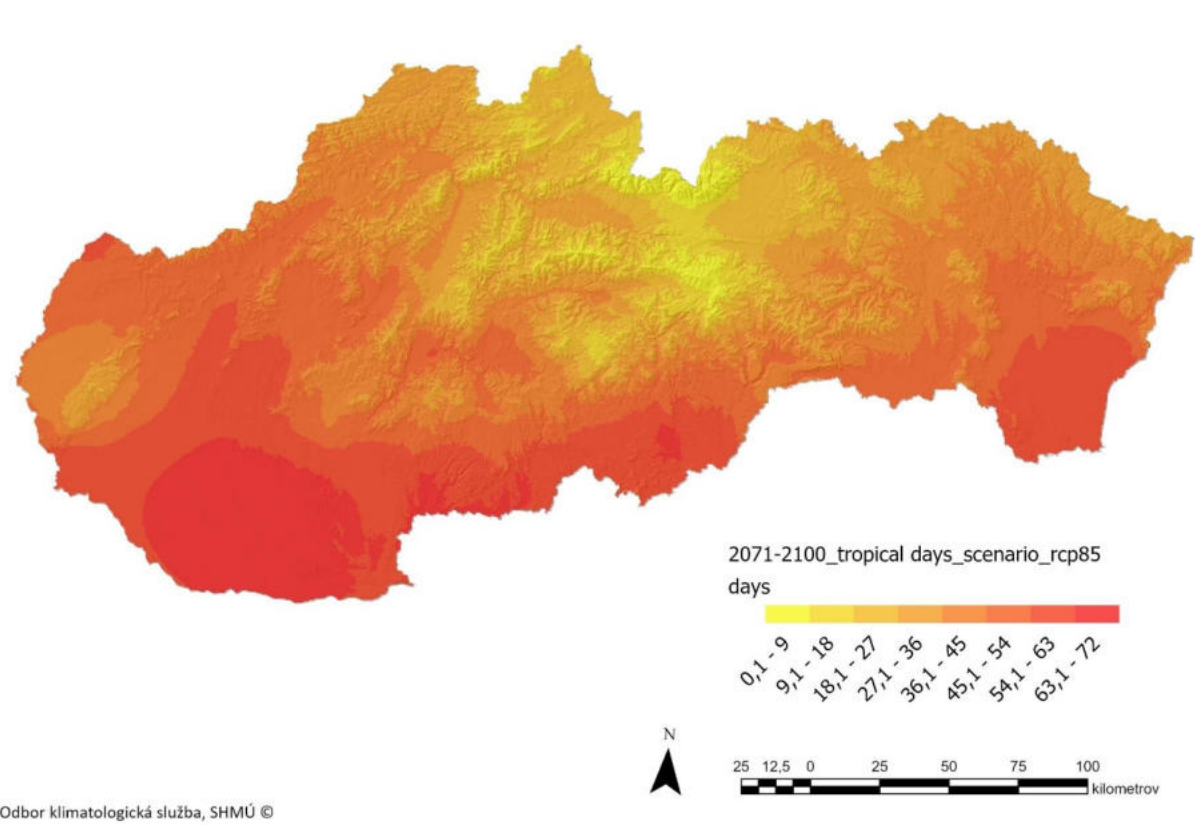
1991-2020



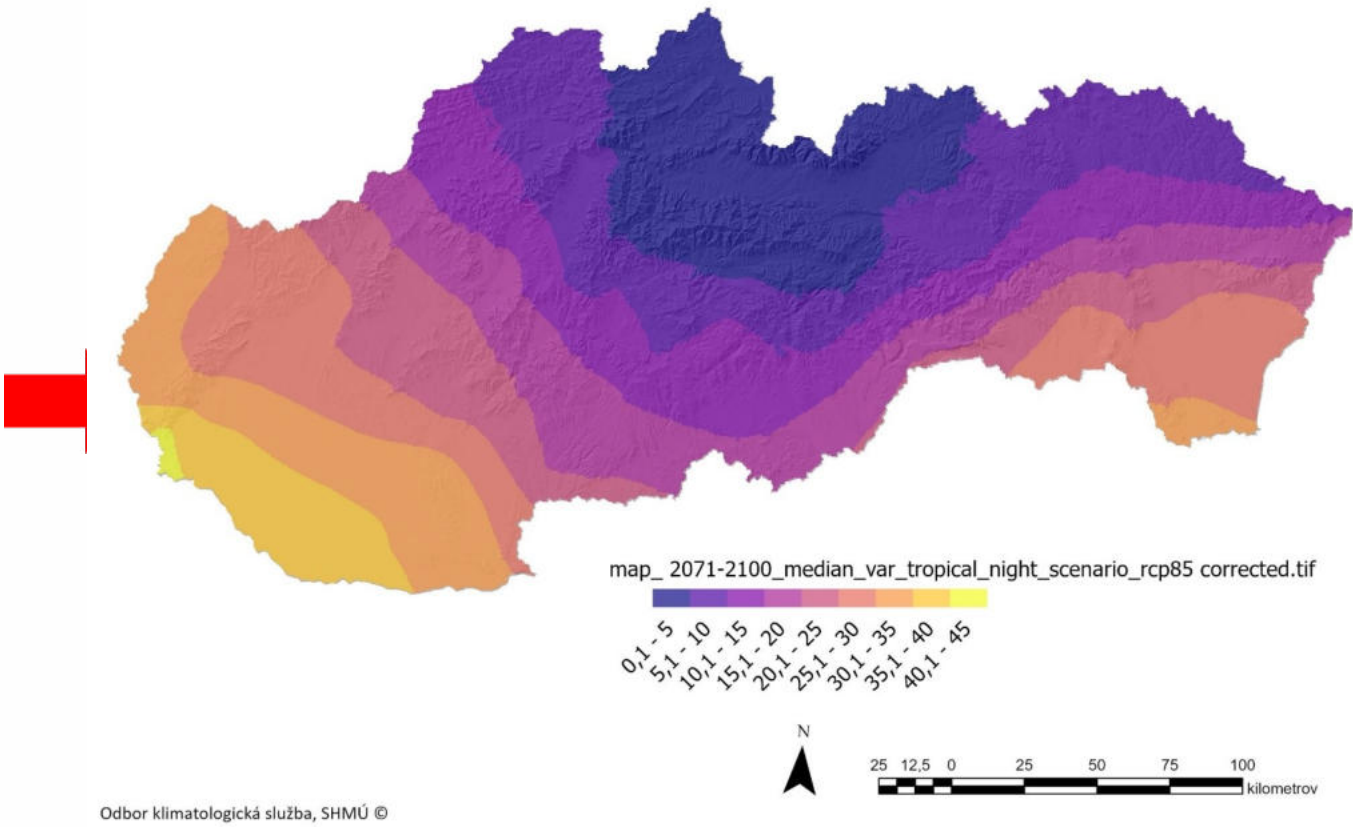
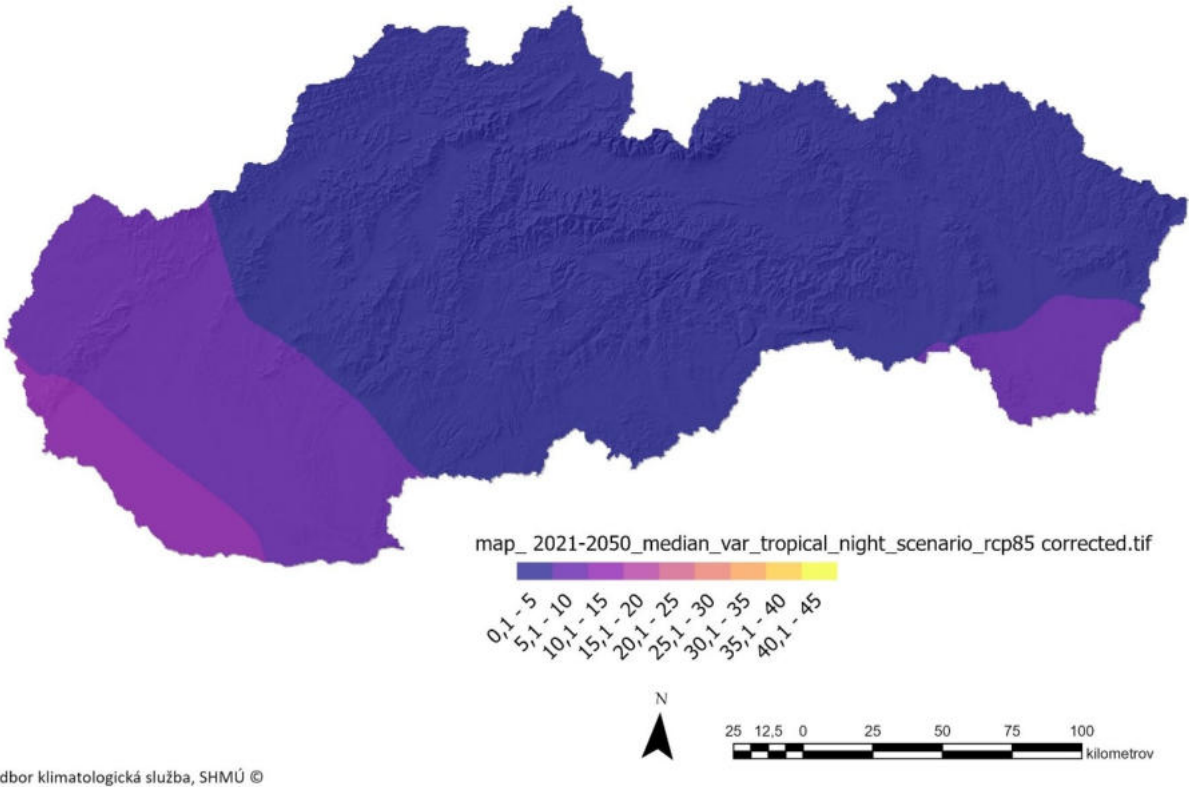
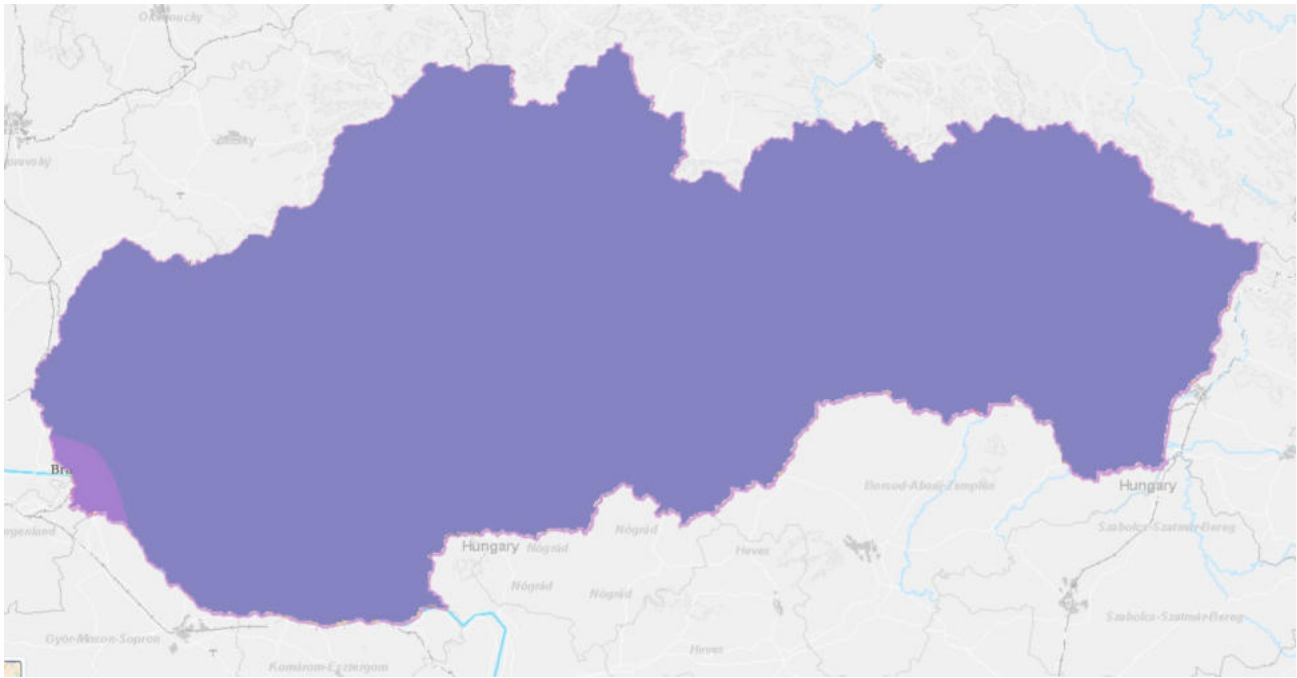
RCP8.5 horizont 2050



RCP8.5 horizont 2100

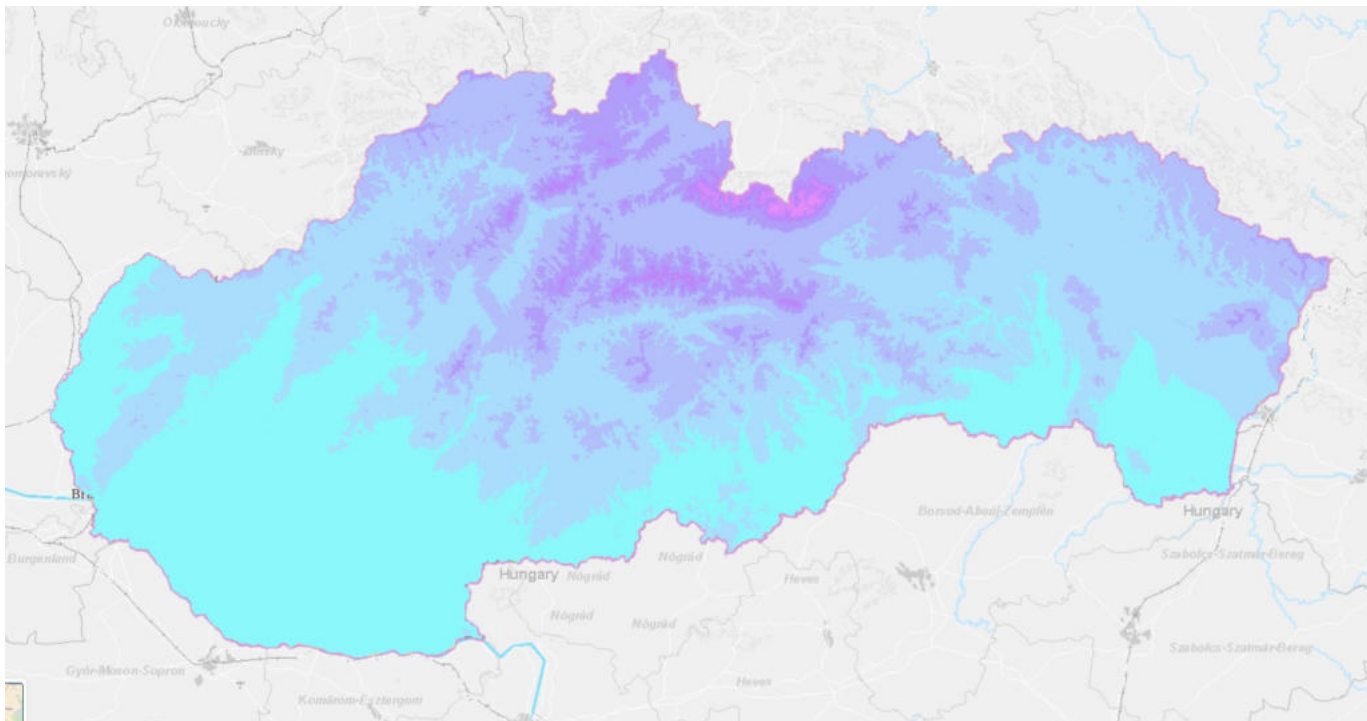


Priemerný počet tropických nocí ($T_{min} \geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

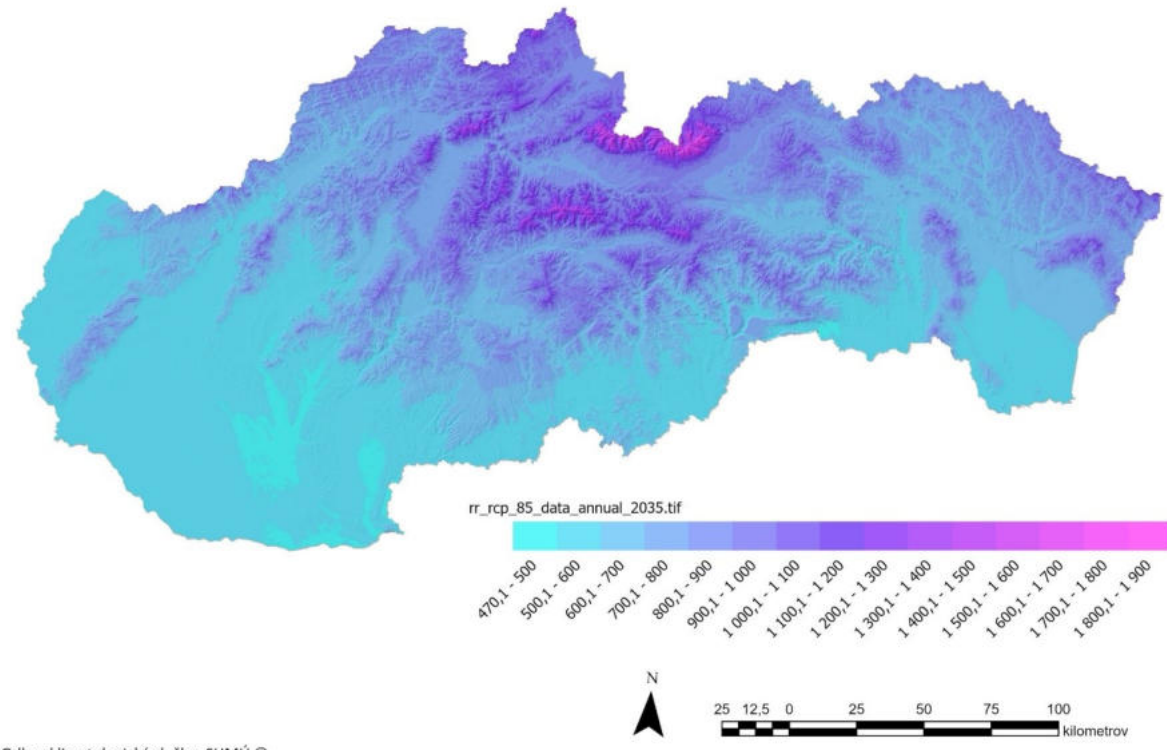


Priemerný ročný úhrn atmosférických zrážok

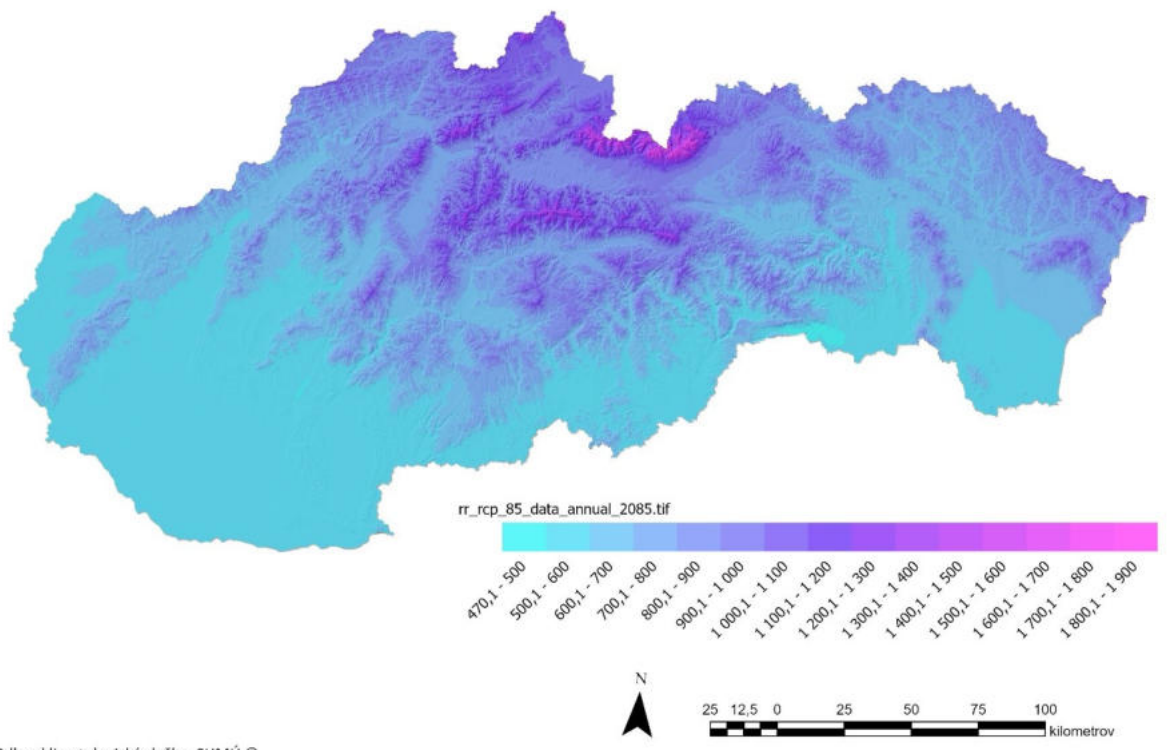
1991-2020



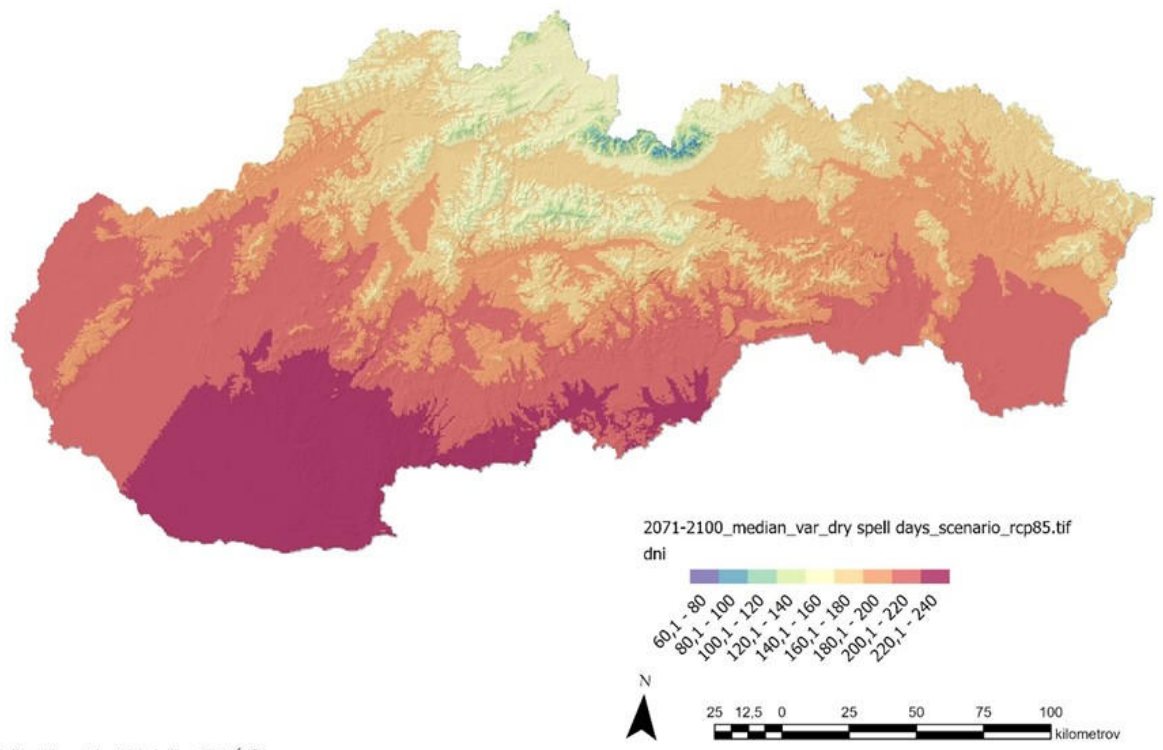
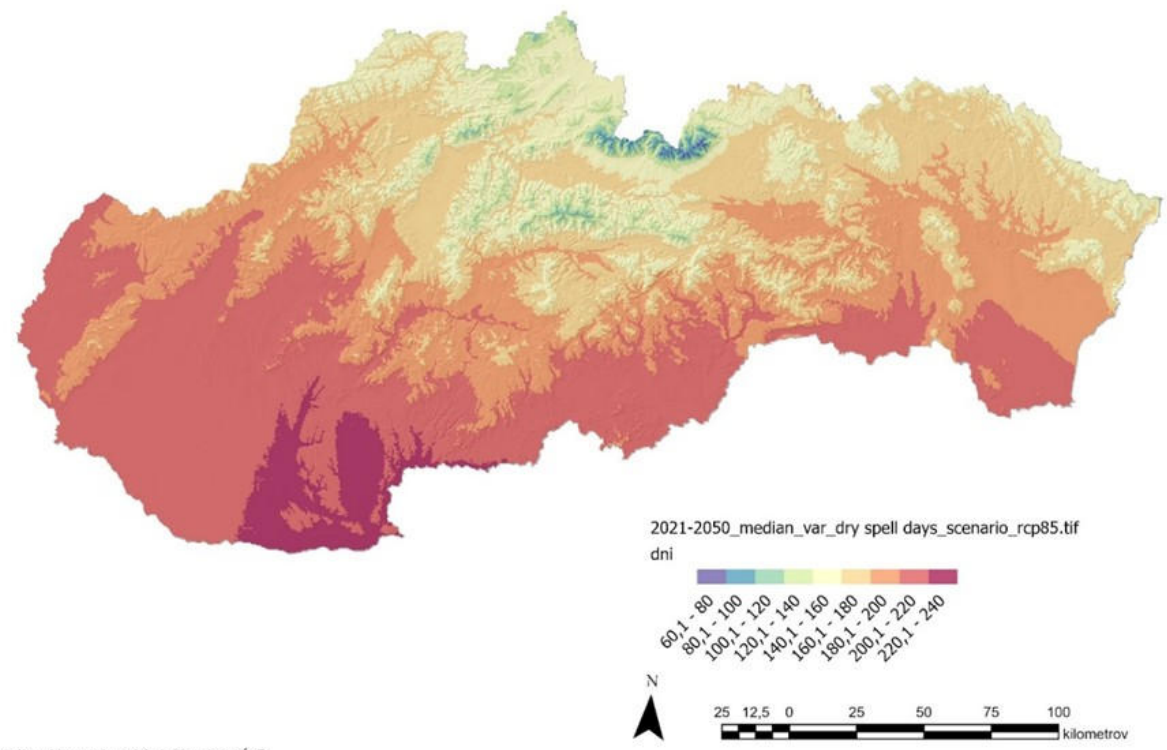
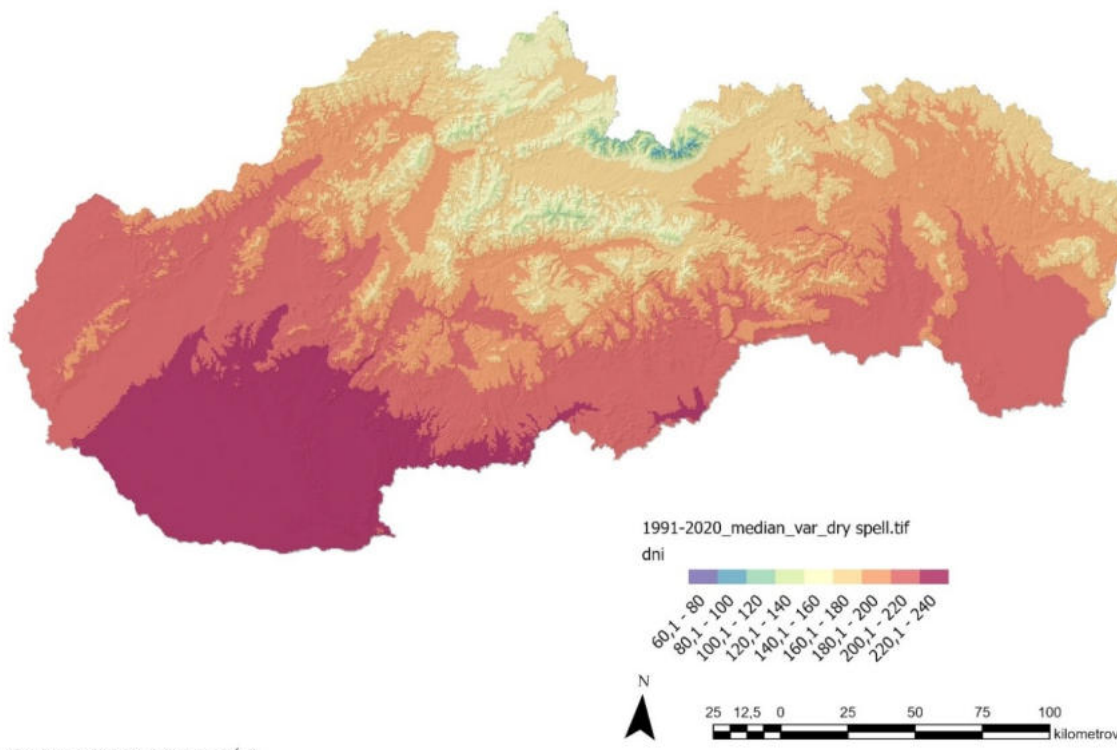
RCP8.5 horizont 2050



RCP8.5 horizont 2100



Priemerný počet dní bez zrážok





ĎAKUJEME ZA POZORNOSŤ



KAŽDÝ DEŇ S VAMI
UŽ 70 ROKOV

