



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Kateřina Vodičková

Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu

Katedra fyziky atmosféry

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Eva Holtanová, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Obecná fyzika

Praha 2019

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 16.5.2019

Kateřina Vodičková

Poděkování

Děkuji své vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Evě Holtanové za cenné rady a doporučení pro zpracování. Děkuji také Českému hydrometeorologickému ústavu za poskytnutí dat potřebných pro tuto práci. Dále byla použita staniční data ve střední Evropě získaná z databáze projektu ECA&D (<https://www.ecad.eu>).

Název práce: Mezigenní proměnlivost teploty vzduchu

Autor: Kateřina Vodičková

Katedra / Ústav: Katedra fyziky atmosféry MFF UK

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Eva Holtanová, Ph.D., Katedra fyziky atmosféry MFF UK

Abstrakt: Jednou z důležitých charakteristik klimatu je proměnlivost teploty vzduchu. V této práci je věnována pozornost anomáliím od shlazeného průměrného ročního chodu teploty vzduchu a jejich mezigenním a vícedenním proměnlivostem. Je zkoumán vývoj anomálií a jejich proměnlivostí v období 1900-2015 na vybraných klimatologických stanicích ve střední Evropě. Vývoj anomálií i jejich mezigenní proměnlivosti odpovídá vývoji teploty vzduchu ve 20. století. Byl zjištěn jistý systematický trend ve zvyšování mezigenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v posledních desetiletích.

Klíčová slova: teplota vzduchu, proměnlivost, mezigenní změny, průměrný roční chod, anomálie od průměrného ročního chodu

Title: Interdiurnal variability of air temperature

Author: Kateřina Vodičková

Department: Department of Atmospheric Physics

Supervisor: RNDr. Eva Holtanová, Ph.D., Department of Atmospheric Physics

Abstract: One of important climate characteristics is interdiurnal variability of air temperature. Significant attention of the bachelor thesis was paid to anomalies from a smoothed annual course of daily mean air temperature and their interdiurnal and multi-diurnal variability. Changes of anomalies and their variability during period 1900-2015 on various climatologic stations in central Europe were studied. The changes of anomalies and their interdiurnal variability fits the changes of the air temperature in the 20th century. An increasing trend of interdiurnal variability of anomalies of air temperature in last decades was found.

Keywords: air temperature, variability, interdiurnal changes, mean annual cycle, anomaly from mean annual cycle

Obsah	
Úvod	3
1. Denní průměrná teplota vzduchu a její měření	5
1.1 Teplota vzduchu	5
1.2 Měření teploty vzduchu	5
1.3 Denní průměr	7
2 Použitá data	8
2.1 Staniční měření ČHMÚ	8
2.2 ECA&D	10
3 Použité metody	11
3.1 Metoda robustní lokálně vážené regrese	11
3.2 Metody analýzy dat	13
3.2.1 Základní charakteristiky proměnlivosti	13
3.2.2 Výpočet mezidenní proměnlivosti	14
3.2.3 Boxplot	15
4 Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu ve střední Evropě	17
4.1 Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu v České republice	17
4.2 Mezidenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě	18
4.3 Vícedenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě	19
5 Výsledky	20
5.1 Průměrný roční chod	20
5.2 Teplotní řada pro brněnské stanice	21
5.3 Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu	22
5.3.1 Referenční období 1981–2010	23
5.3.2 Období 1900 – 2015	27
5.4 Mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu	33
5.4.1 Referenční období 1981 – 2010	33
5.4.2 Proměnlivost anomálií období 1900-2015	46
Závěr	63
Seznam použité literatury	65
Seznam obrázků	67
A. Přílohy	71
5.5 Shlazený roční chod	71
A.2 Anomálie teploty vzduchu	75
A.3 Mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu	79
A.4 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu	86
A.5 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu	93

Úvod

Při hodnocení změn teploty na území ČR, pozorovaných v posledních desetiletích, byly již vyšetřeny průměrné hodnoty a výskyt extrémních jevů (např. (Valeriánová, a další, 2015). V (Valeriánová, a další, 2015) bylo zjištěno, že nejčastěji jsou epizody s výskytem extrémně vysokých teplot spojovány se západním prouděním, které je spojené s výběžkem vyššího tlaku vzduchu rozšiřujícího se od jihozápadu do střední Evropy nebo s anticyklónou se středem na jihu Evropy. Dále bylo zjištěno, že epizody s nejvyššími teplotami vzduchu se vyskytují při východním proudění mezi oblastí vysokého tlaku vzduchu na severovýchodě a oblastí nízkého tlaku vzduchu na jihovýchodě.

Stejně důležité jako změny v průměrných hodnotách nebo extrémech teploty vzduchu ovšem mohou být i změny její mezidenní proměnlivosti. Systematické hodnocení pro střední Evropu v tomto ohledu zatím chybí. Existuje několik studií, které se zabývaly popisem pozorovaného statistického rozdělení mezidenních změn teploty na území ČR nebo Střední Evropy. Jejich cílem ale nebylo hodnotit změny v průběhu posledních desetiletí, ale získat podklad pro validaci výstupů klimatických modelů ((Nemešová, a další, 1997), (Huth, a další, 2000)) nebo popsat příčiny specifického tvaru rozdělení ((Pískala, 2013), (Pískala, 2015)). V (Nemešová, a další, 1997) byla použita průměrná mezidenní proměnlivost minimální a maximální teploty vzduchu pro validaci výstupů globálního klimatického modelu ECHAM na území jižní Moravy. V (Huth, a další, 2001) byly analyzovány časové řady měření denní teploty vzduchu v létě a v zimě z několika stanic v ČR, Německu a Rakousku. Výsledky ukázaly, že statistické rozdělení mezidenních změn teploty je v obou zkoumaných sezónách mírně sešikmené. V létě převládají slabá oteplení nad slabými ochlazeními, v zimě je situace opačná. Tento jev může podle autorů studie být dán poměrně častým výskytem několikadenních situací s převládající kladnou (zápornou) radiační bilancí povrchu v létě (v zimě) (Huth, a další, 2001). Dále, přechody front způsobují výrazná oteplení nebo ochlazení, přičemž v létě převládají výrazná ochlazení spojená s přechodem studené fronty, v zimě naopak výrazná oteplení v důsledku přechodu teplé fronty, což opět přispívá k sešikmení statistického rozdělení mezidenních změn. Výrazná oteplení v létě a výrazná ochlazení v zimě jsou spíše výjimečné jevy (Huth, a další, 2001). Studie (Pískala, 2013), (Pískala, 2015)

navázaly na studii (Huth, a další, 2001) a analyzovaly podrobněji vliv přechodu atmosférických front a výskytu anticyklonálních situací na rozdělení mezidenních změn teploty na stanici Praha-Karlov. Výsledky potvrdily, že v letní sezóně lze většinu velkých ochlazení o více než 5 °C vysvětlit přechodem studené fronty a převládající slabá oteplení jsou zapříčiněna kladnou radiační bilancí při anticyklonálních situacích a advekcí teplého vzduchu od jihu. V zimě jsou pak častější výrazná oteplení spojená s přechody teplých front a převládající mírná ochlazení pravděpodobně vznikají advekcí studeného vzduchu od severu a východu.

V této práci jsou prezentovány výsledky analýzy statistického rozdělení anomálií průměrné teploty vzduchu, její mezidenní a vícedenní proměnlivosti a jejich vývoji ve dvacátém století. První část práce je věnována způsobům měření teploty vzduchu a výpočtu jejího denního průměru. V druhé části práce jsou popsána použitá data. V části 3 této práce je vysvětlena metodika analýzy dat a jsou zde popsány použité statistické charakteristiky a nástroje pro grafické zobrazení dat. Čtvrtá část práce je věnovaná předchozím studentským projektům SFG o mezidenní a vícedenní proměnlivosti teploty vzduchu na území České republiky a střední Evropy, na jejichž výsledky tato práce navazuje. V části 5 jsou popsány výsledky práce, pozornost je věnována napojení teplotní řady pro brněnské stanice, shlazenému průměrnému ročnímu chodu průměrné teploty vzduchu a statistickému rozložení anomálií od tohoto shlazeného ročního chodu a také statistickému rozložení mezidenní a vícedenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu. Nejprve je popsáno rozdělení anomálií a jejich proměnlivosti za referenční období 1981-2010 pro jednotlivé stanice a dále jsou vzájemně porovnávány výsledky pro jednotlivá zkoumaná období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015.

1. Denní průměrná teplota vzduchu a její měření

1.1 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je základním meteorologickým prvkem. Charakterizuje tepelný stav ovzduší ve 2 m nad povrchem, není-li uvedeno jinak. Přímé sluneční záření ohřívá vzduch jen velice málo, hlavním zdrojem tepla vzduchu je ohřátý zemský povrch (Bednář, a další, 2005). Během dne se vlivem insolace (množství přímého slunečního záření, dopadající na jednotku vodorovné nebo nakloněné plochy za jednotku času (EMS, 2019)) zemský povrch ohřívá a je teplejší než vzduch. Teplo se přesouvá z teplejšího povrchu na chladnější vzduch a vzduch je ohříván. Během noci, kdy na Zem nedopadá sluneční záření je zemský povrch chladnější a vzduch mu předává teplo (Bednář, a další, 2005). Teplota vzduchu má pravidelný denní chod. Nejnižší teploty během dne naměříme při východu Slunce, nejvyšší pak kolem 14. až 15. hodiny místního času.

V soustavě SI se pro vyjádření teploty vzduchu používá jednotka Kelvin (K). V meteorologii se často využívá jednotka stupeň Celsia (°C) nebo stupeň Fahrenheita (°F). Pro přepočítání mezi Kelvinovou a Celsiovou stupnicí se používá tento vztah:

$$T[{}^{\circ}\text{C}] = T[\text{K}] - 273,16$$

Pro převod mezi Celsiovou a Fahrenheitovou stupnicí se používá vztah:

$$T[{}^{\circ}\text{F}] = \frac{9}{5}T[{}^{\circ}\text{C}] + 32$$

1.2 Měření teploty vzduchu

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) vydal v roce 2014 nejnovější verzi *Návodu pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ* (Židek, a další, 2014). V praxi je totiž potřeba, aby používaná metodika měření meteorologických prvků a jevů byla v souladu s mezinárodními standardy a požadavky Světové meteorologické organizace (WMO).

V práci byla použita data z klimatologických stanic sítě ČHMÚ. Zde se měření a pozorování všech základních meteorologických prvků (teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru, teplota půdy, atmosférický tlak...) provádí třikrát denně v tzv. klimatologických termínech. Pro koordinaci vědeckých a technických činností se používá světový čas UTC – Universal Time Coordinated. Středoevropský

čas SEČ (SEČ = UTC + 1 hodina) je střední sluneční čas středoevropského poledníku (15° v. d.) a platí ve většině evropských států včetně České republiky. V letním období je ve většině států používán SELČ – středoevropský letní čas (SELČ = UTC + 2 hodiny).

Pro opravu na skutečný místní poledník je používán místní střední sluneční čas (MSSČ). Korekce činí 4 minuty na 1° zeměpisné délky. Pro stanice ležící na východ od 15. poledníku se tato hodnota odečítá, pro stanice ležící západně se přičítá. Analogický postup se používá i pro korekci SELČ.

Pravidelná měření a pozorování základních meteorologických prvků pro účely klimatologie se provádějí v klimatologických termínech 07, 14 a 21 hod.

(SEČ + korekce na MSSČ, resp. 08, 15, 22 hodin SELČ + korekce na MSSČ).

Na stanicích se dále měří množství spadlých srážek, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota v klimatologickém termínu 07 hodin.

Meteorologická měření a pozorování se provádějí na měrném pozemku stanice, který vybírají pracovníci ČHMÚ. Tyto pozemky musí splňovat určité požadavky popsané v (Židek, a další, 2014). Patří k nim např. doporučené rozměry pozemku, rovný povrch pozemku bez větších jam a nerovností, pozemek musí být pokryt trávnikem, který je třeba pravidelně sekat a udržovat ve výšce kolem 5 cm. Dále je třeba v zimním období zachovávat původní stav sněhové pokrývky. Hlavní součástí základní klimatologické stanice je standardní meteorologická budka. Pro nás je důležité, že se teploměrná čidla musí nacházet ve výšce 2 m nad povrchem země a musí být chráněna před přímým slunečním světlem, větrem a srážkami.

Na stanicích se dříve kromě měření momentální teploty vzduchu sledovaly i údaje, které tvoří základní charakteristiky průběhu teploty během dne, tj. maximální a minimální teploty. Dále se obvykle prováděl i termografický záznam, tj. nepřetržitý záznam průběhu teploty. K měření se používaly skleněné kapalinové teploměry s Celsiovou stupnicí. Z teploměrů bylo třeba vyčíst teplotu s přesností na desetiny stupně (Židek, a další, 2003).

Později však na naprosté většině stanic došlo k přechodu na automatické měření teploty vzduchu pomocí teplotních čidel (Židek, a další, 2014). Jedná se o čidla teploty a vlhkosti vzduchu se senzory chráněnými proti stříkání vody, prachu

a nečistotám. Měření je založeno na principu měření změny kapacity čidla při změně vlhkosti vzduchu (Židek, a další, 2014).

1.3 Denní průměr

Výše popsaná metoda měření teploty v hlavních pozorovacích termínech 07, 14 a 21 hodin, tzv. „mannheimské hodiny“ se používá na stanici Praha-Klementinum již od roku 1775 a vydržela dodnes.

Výpočet denní průměrné teploty byl odvozen empiricky, porovnáním údajů z kontinuálního grafického záznamu na termografu bylo zjištěno, že následující vzorec nejlépe odpovídá naměřeným hodnotám v našich klimatických podmínkách.

Denní průměrná teplota je tedy počítána jako

$$\frac{T(7)+T(14)+2T(21)}{4} \quad (1)$$

Je to průměr teploty naměřené v 7 hodin, teploty naměřené v 14 hodin a dvojnásobek teploty naměřené ve 21 hodin místního času. I přes rozvoj automatických měření teploty a možnosti výpočtu průměrné denní teploty z plynulého měření za celých 24 hodin se nadále používá vztah (1) a to z důvodu zachování kontinuity historických řad (Jůza, 2011).

V jiných částech světa se průměrná denní teplota může počítat jiným způsobem. Další způsob výpočtu průměrné teploty je zprůměrování minimální a maximální denní teploty vzduchu. Další metodou výpočtu průměrné denní teploty vzduchu je průměr teplot naměřených v 0, 6, 12 a 18 hodin místního času.

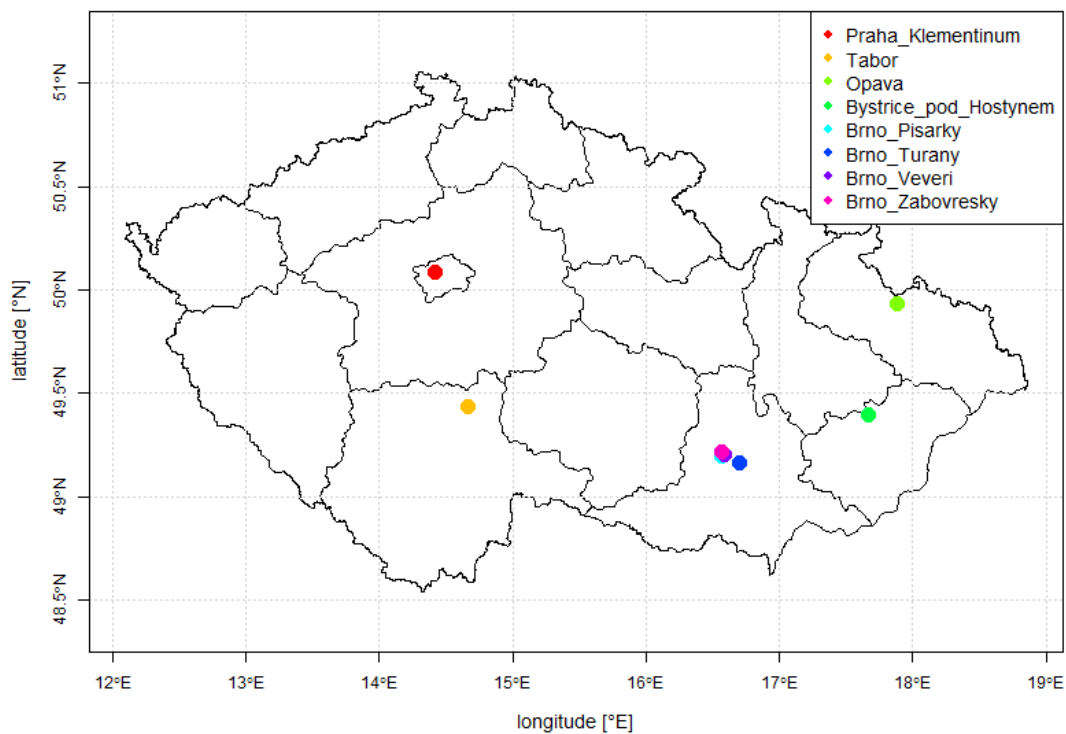
2 Použitá data

2.1 Staniční měření ČHMÚ

K analýze byla použita data průměrných denních teplot z několika klimatologických stanic na území České republiky, která poskytl Český Hydrometeorologický Ústav. V Tabulce 2.1 je uveden seznam stanic a údaje o jejich zeměpisné poloze. Jejich umístění na mapě České republiky naleznete na Obr. 2.1.1.

Indikativ stanice	Název stanice	Zeměpisná šířka (s.š.)	Zeměpisná délka (v.d.)	Nadmořská výška [m n. m.]	Zahájení měření	Ukončení měření
P1PKLE01	Praha-Klementinum	50° 05' 12"	14° 24' 59"	191	1.1.1775	x
C2TABO01	Tábor	49° 26' 10"	14° 39' 37"	459	01.01.1875	x
O1OPAV01	Opava	49° 55' 50"	17° 52' 42"	272	01.10.1857	x
B1BYSH01	Bystřice pod Hostýnem	49° 23' 47"	17° 40' 14"	314	1.9.1865	x
B2BPIS01	Brno, Pisárky	49° 11' 45"	16° 34' 04"	203	1.10.1885	31.12.1960
B2BTUR01	Brno, Tuřany	49° 09' 35"	16° 41' 44"	241	1.1.1961	x
B2BVEV01	Brno, Veverčí	49° 12' 01"	16° 35' 04"	284	01.01.1971	31.12.1984
B2BZAB01	Brno, Žabovřesky	49° 12' 59"	16° 34' 04"	236	01.01.1987	x

Tabulka 2.1: Stanice z ČHMÚ, údaje o jejich zeměpisné poloze a době měření, x ve sloupci o ukončení měření značí, že stanice měření neukončila



Obr. 2.1.1: Prostorové rozložení použitých klimatologických stanic na území ČR

Pro tuto práci jsou potřeba souvislé teplotní řady z jednotlivých stanic alespoň za období 1900 - 2015. Tuto podmínku bez problémů splňují stanice v Praze-Klementinu, Opavě a v Táboře. Dostatek dat byl dohledán i pro stanici v Bystřici pod Hostýnem, zde bylo pouze potřeba dopočítat denní průměry dle vzorce (1). Problém nastává v délce naměřených dat na stanicích na jižní Moravě. Na Obr. 2.1.2 je vidět rozmístění použitých klimatologických stanic v okolí Brna. Máme zde data ze stanice Brno-Tuřany, kde probíhalo měření od roku 1961. Ze stanice Brno-Pisárky nám jsou k dispozici jen data do roku 1960. A ještě kratší teplotní řady jsou ze stanice Brno-Veverí, resp. Brno-Žabovřesky, kde probíhalo měření pouze v letech 1971 - 1984, resp. 1987 - 2017. Nejschůdnějším řešením je napojení řad ze stanic Brno-Tuřany a Brno-Pisárky, ale každá ze stanic má jinou nadmořskou výšku (viz Tabulka 2.1) a první ze stanic je umístěna na letišti a druhá v centru města, což je vidět z Obr. 2.1.2. To může mít vliv na homogenitu takto napojených řad. V kapitole 5.2 bylo kvalitativně ověřeno, zda nedošlo napojením řad k systematickému posunu hodnot. Data ze stanic Brno-Veverí a Brno-Žabovřesky nebyla použita vůbec.



Obr. 2.1.2: Prostorové rozložení klimatologických stanic v okolí Brna (vytvořeno pomocí aplikace (Mapy.cz))

2.2 ECA&D

Analyzována byla také staniční data, která jsou volně přístupná v rámci projektu ECA-D na <http://www.ecad.eu/dailydata/customquery.php>. Konkrétně se jednalo o stanice ve Vídni, Postupimi, Sonnblicku a v Košicích. V Tabulce 2.2 jsou opět uvedeny zeměpisné údaje o jednotlivých stanicích.

Název stanice	Zeměpisná šířka (s.š.)	Zeměpisná délka (v.d.)	Nadmořská výška [m n. m.]	Začátek časové řady
Sonnblick	47° 03'	12° 57'	3106	1.8.1890
Postupim	52° 23'	13° 03'	81	1.1.1893
Vídeň	48° 14'	16° 21'	199	1.1.1872
Košice	48° 48'	21° 13'	230	1.1.1951

Tab. 2.2.: Stanice z ECA&D, údaje o jejich zeměpisné poloze a době měření

Projekt ECA&D pomáhá analyzovat klima a klimatické změny v Evropě. Databáze obsahuje denní data z pozorování 12 meteorologických prvků z více než 11 100 stanic napříč celou Evropou, z toho data z více než 7 500 stanic obsahují měření teploty vzduchu a databáze se i nadále rozrůstá. Více než 200 časových řad v rámci tohoto projektu začíná již před rokem 1900. Data ze staniční sítě jsou každý měsíc aktualizována ve spolupráci s národními meteorologickými a hydrologickými službami. Všechna data jsou také v rámci projektu ECA&D kontrolována s ohledem na jejich kvalitu a homogenitu (Squintu, a další, 2018).

3 Použité metody

3.1 Metoda robustní lokálně vážené regrese

K určení průměrného ročního chodu teploty vzduchu byla v této práci užitá metoda robustní lokálně vážené regrese (dále jen RLWR). Je to robustní neparametrická metoda, která pracuje s časovými řadami (Solow, 1988). V této práci budeme analyzovat časové řady třicetiletých průměrů denních průměrných teplot vzduchu.

Časová řada Y_t je rozdělena na systematickou část M_t a náhodnou komponentu e_t s nulovou střední hodnotou a nenulovým rozptylem V_t . Pro jednotlivé dny v roce (všechny časy) t_1, \dots, t_n tak platí:

$$Y_t = M_t + e_t \quad (2)$$

Metoda RLWR umožňuje odhadnout systematickou komponentu M_t časové řady Y_t polynomem stupně m na lokálním intervalu $(t-h, t+h)$, kde h je šířka vyhlazovacího okénka a interval $(t-h, t+h)$ je vyhlazovací okénko. Vliv odlehlých hodnot je potlačen zavedením robustních vah, zároveň je zachováno lokální chování časové řady. K odhadu je použita metoda nejmenších čtverců, tento odhad je prováděn pro všechny časy t a je značen \hat{M}_t . Rezidua z aktuálního odhadu \hat{M}_t jsou použita k odhadu rozptylu V_t , který je následně použit pro zpřesnění odhadu \hat{M}_t .

Výpočetní algoritmus RLWR

Nejprve je pomocí metody vážených nejmenších čtverců vypočten odhad systematické části \hat{M}_t časové řady Y_t pro každé t . Váha přiřazená pozorování $(t', Y_{t'})$ v bodě t je dána výrazem $d_t w(t, t')$, kde d_t je robustní váha, která je pro první iteraci rovna jedné, $w(t, t')$ je zvolená lokalizační váha. Hodnota lokalizačních vah $w(t, t')$ je z definice rovna nule pro ty páry (t, t') , pro které je $|t-t'| \geq h$, h je šířka vyhlazovacího okénka.

Pokud je pro odhad systematické komponenty \hat{M}_t časové řady Y_t na lokálním intervalu $(t-h, t+h)$ použit polynom stupně nula, pak pro tento odhad \hat{M}_t platí (Solow, 1988):

$$\hat{M}_t = \frac{\sum_{t'=t_1}^{t_2} dt' w(t', t) Y_{t'}}{\sum_{t'=t_1}^{t_2} dt' w(t', t)} \quad (3)$$

Použití lokalizačních vah $w(t, t')$ umožňuje odhadu systematické komponenty \hat{M}_t vystihnout lokální změny chování časové řady.

Dále pro každé $t = t_1 \dots t_n$ definujeme rezidua r_t :

$$r_t = Y_t - \hat{M}_t \quad (4)$$

a medián absolutních hodnot reziduí $|r_t|$ označíme jako s .

Dále definujeme robustní váhy d_t :

$$d_t = \left[1 - \left(\frac{r_t}{6s}\right)^2\right]^2 \quad \text{pro } \left|\frac{r_t}{6s}\right| < 1$$

$$d_t = 0 \quad \text{pro } \left|\frac{r_t}{6s}\right| \geq 1 \quad (5)$$

Použití robustních vah d_t omezuje vliv odlehlých hodnot na odhad \hat{M}_t .

Popsaný algoritmus se dále opakuje do stanoveného počtu iterací K .

Výběr velikosti šířky vyhlazovacího okénka h je velice důležitý. Pro menší h přiřadí metoda RLWR více detailů v chování časové řady systematické komponentě M_t . Naopak pro větší hodnotu h bude mít větší vliv náhodná část e_t (Solow, 1988).

Vhodnost použití této metody pro výpočet průměrného ročního chodu průměrné teploty vzduchu ukázala ve své diplomové práci (Černochová, 2006). Popisuje zde, že pro třicetiletá nebo čtyřicetiletá období je právě metoda RWLR nejvhodnější se šířkou vyhlazovacího okénka $h = 15$, neboť je tak nejlépe popsáno lokální chování ročního chodu teploty vzduchu. Při výpočtu s touto velikostí vyhlazovacího okénka

závisí odhad \hat{M}_i pro i -tý den v roce na 30 okolních hodnotách, dá se tak tedy říci, že se jedná o jakousi obdobu měsíčního průměru (Černochová, 2006).

Dále je také dle (Černochová, 2006) vhodný počet iterací K pro výpočty průměrných denních chodů průměrné denní teploty vzduchu $K = 2$, což uvádí i (Solow, 1988).

Detailnější popis metody RLWR je popsán v (Solow, 1988), (Dubrovský, 1993) nebo (Michálek, a další, 1993).

Pro výpočty byly použity tyto lokalizační váhy:

$$w(x) = (1 - |x|^3)^3 \quad (6)$$

při substituci $x = \frac{t'-t}{h}$, pro $|x| \geq 0$ platí $w(x) = 0$

Aplikace metody RLWR

Pro aplikaci metody RLWR byla v této práci použita metoda `loess()` v programu R Studio (<https://www.rstudio.com/>). Důležité parametry v této funkci jsou *span* a *iteration*.

Span je parametr, který ovlivňuje stupeň shlazení. Šířka vyhlazovacího okénka h je násobkem parametru *span* a celkového počtu dní. *Iteration* značí počet iterací.

Při shlazování dat nebyl zacyklen průměrný roční chod anomálií teploty vzduchu, pro shlazování dat na konci prosince a začátku ledna bylo použito méně dat, což může mít vliv na výsledky.

3.2 Metody analýzy dat

3.2.1 Základní charakteristiky proměnlivosti

Variabilita, nebo také proměnlivost či rozptýlenost dat, vyjadřuje, jak vzdálené jsou hodnoty analyzované veličiny od sebe, střední hodnoty nebo jiné statistické míry polohy. Je několik způsobů, jak měřit míru variability. (Anděl, 2007) Jsou to například variační rozpětí, rozptyl, mezikvartilové rozpětí nebo směrodatná odchylka.

Nejčastěji používané míry rozptýlenosti hodnot x_1, \dots, x_n jsou rozptyl, který je založen na odchylce od aritmetického průměru \bar{x} (Anděl, 2007):

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (7)$$

a jeho odmocnina – směrodatná odchylka.

Důležitými charakteristikami rozdělení dat jsou tzv. míry polohy. Mezi ně patří (aritmetický) průměr (součet všech dat dělený jejich počtem) a medián (hodnota, která rozděluje soubor dat – 50 % hodnot je stejných nebo nižších než je hodnota mediánu) (Anděl, 2007).

Na výpočet nejjednodušší míra variability je variační rozpětí. Jde o rozdíl maximální a minimální hodnoty v celém datovém souboru. Tato charakteristika nám rychle ukáže celkové rozpětí hodnot, ale nevíme nic o jejich distribuci.

Další často používanou charakteristikou je mezikvartilové rozpětí hodnot. Je to ukazatel rozptýlenosti statistického rozdělení. Spočte se jako rozdíl horního a spodního kvartilu:

$$IQR = q_{0,75} - q_{0,25}. \quad (8)$$

IQR nám dobře popisuje rozptyl střední části dat, protože v sobě soustředí prostředních 50 % hodnot. Vzhledem k tomu, že vynechává spodních a horních 25 % hodnot, je IQR odolné vůči odlehlým hodnotám (Wilks, 2011). Tato charakteristika spolu s mediánem bude použita pro popis analyzovaných dat.

3.2.2 Výpočet mezidenní proměnlivosti

Mezidenní nebo také interdiurní proměnlivost meteorologického prvku se nejčastěji počítá z denních průměrů onoho meteorologického prvku nebo z jeho hodnot zjištěných v termínech pozorování (EMS, 2019). V této práci byla počítána mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu, ta je určena rozdíly mezi anomálií teploty od průměrného ročního chodu pro den i a den $i-k$, kde bylo k rovno 1, 3 a 7.

Průměrná vícedenní proměnlivost je definována jako:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} |x_{i+k} - x_i| \quad (9)$$

kde i označuje číslo dne, n je počet dní, k určuje k -denní proměnlivost a x označuje vybranou teplotní charakteristiku. Je nutné zdůraznit, že pro výpočet průměrné hodnoty jsou brány v úvahu absolutní hodnoty vícedenních rozdílů, není tedy odlišováno znaménko změny.

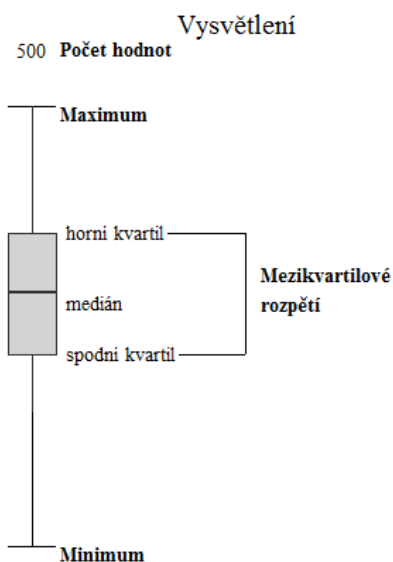
Pomocí výše zmíněné metody RWLR byl vypočten průměrný roční chod průměrné denní teploty vzduchu. Z tohoto průměru byly vypočteny anomálie teploty vzduchu pro jednotlivé dny a byla zkoumána jejich mezidenní a vícedenní proměnlivost. Analýza anomálií od průměrného ročního chodu poskytne bližší náhled na krátkodobou složku variability po odstranění vlivu změn daných právě ročním chodem.

3.2.3 Boxplot

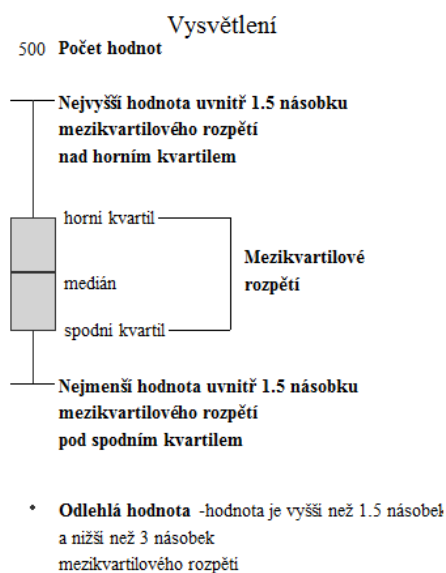
Pro analýzu statistického rozdělení výsledných hodnot byly použity boxploty. Boxplot, nebo také tzv. „vousatá krabice“ nebo „krabicový diagram“ je široce využívaný grafický nástroj, který poprvé uvedl (Tukey, 1977). Je to jednoduchý graf, který jednoduše zobrazuje rozložení analyzovaných dat. Jeho „vousy“ mohou reprezentovat rozsah extrémních hodnot (Obr. 3.2.1) nebo 1,5 násobek mezikvartilového rozpětí (Obr. 3.2.2), nebo například 9. a 91. percentil, záleží na požadavcích uživatele. Dále je v boxplotu pomocí úsečky v „krabicové části“ zobrazen medián hodnot (střední hodnota, tj. 50% hodnot leží nad ním, 50% hodnot pod ním) a spodní ($q_{0,25}$) a horní ($q_{0,75}$) kvartil (jako spodní a horní hranice „krabicové“ části). Ty určují tzv. „mezikvartilové rozpětí“ (IQR), v němž leží středních 50% hodnot. Na některých boxplotech může být vyznačen kromě mediánu i aritmetický průměr. V grafech Obr. 3.2.1 a Obr. 3.2.2 je zobrazen vzorek 500 náhodných dat.

Boxplot na Obr. 3.2.1, kde jsou pomocí „vousů“ zobrazeny extrémní hodnoty je méně citlivý na odlehlé hodnoty a na první pohled vidíme celý rozsah dat. Nevýhodou tohoto typu boxplotu je, že nemáme žádnou informaci o rozdělení dat ve vyšších a nižších kvartilech. Na Obr. 3.2.1 sice vidíme, že nejnižší dosažená hodnota v datasetu je velmi nízká, ale nevíme, zda šlo o jedinou situaci, nebo jestli jsou takto nízké hodnoty rovnoměrně rozmístěné mezi spodním kvartilem $q_{0,75}$ a minimem.

Někdy je tedy potřeba vědět, zda jsou extrémní hodnoty odlehlé od zbytku hodnot. Tento typ boxplotu poprvé představil (Tukey, 1977). Na Obr. 3.2.2 je pomocí „vousů“ zobrazen interval 1,5 násobku IQR spodního a horního kvartilu. Odlehlé hodnoty jsou zde reprezentovány jednotlivými body.



Obr. 3.2.1: Ukázka boxplotu s vousy po extrémní hodnoty



Obr. 3.2.2: Ukázka boxplotu s vousy s 1,5 násobkem mezikvartilového rozpětí

4 Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu ve střední Evropě

V této kapitole jsou shrnuty poznatky získané v rámci *Studentských fakultních grantů* MFF UK „*Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu v České republice*“, „*Mezidenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě*“ a „*Vícedenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě*“. Závěrečné zprávy zmíněných projektů jsou k nahlédnutí na webové stránce

<http://kamet6.troja.mff.cuni.cz/~holtanova/SFG/Vodickova/>.

V těchto pracích byla také analyzována volně dostupná data z projektu ECA&D. Byly použity údaje z databáze E-OBS. Tento soubor je volně dostupný na internetové stránce: <http://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php>. Obsahuje gridovaná data (data získaná interpolací staničních údajů do pravidelné sítě s rozlišením $0,25^\circ \times 0,25^\circ$). Jsou zde zaznamenány, pro nás důležité, denní průměrné, minimální a maximální teploty vzduchu ve dvou metrech. Dále obsahuje informace o srážkách a o průměrném atmosférickém tlaku.

Mezidenní proměnlivost zde byla určena prostými rozdíly teplot dvou po sobě jdoucích dní, nebyly počítány anomálie od průměrného ročního chodu. Její průměrná hodnota byla poté vynesena do map a boxplotů.

Výsledky jednotlivých projektů byly předneseny v roce 2016 na Výročním semináři České Meteorologické Společnosti (přednesla vedoucí projektu a bakalářské práce RNDr. Eva Holtanová, PhD.), dále také v rámci 9. Česko-Slovenské studentské vědecké konference ve fyzice (přednesla Kateřina Vodičková) a výsledky budou také součástí připravované odborné publikace.

4.1 Mezidenní proměnlivost teploty vzduchu v České republice

V prvním projektu na toto téma, který byl vypracován v roce 2015/2016 byly zpracovány základní charakteristiky mezidenní proměnlivosti průměrné denní teploty vzduchu na území České republiky. Bylo zkoumáno její prostorové rozložení v jednotlivých desetiletích v období 1951-2010 a také za dvě třicetiletí 1951-1980 a 1981-2010. Dále byly vybrány 4 význačné gridové body (výběr na základě různorodosti teplotní proměnlivosti a geografické lokace) a pro tyto body byly

vytvořeny boxploty mezidenní proměnlivosti vzduchu v jednotlivých zkoumaných obdobích. Bylo tedy zkoumáno i statistické rozdělení průměrné mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu.

Tento prvotní projekt přinesl hned několik zajímavých výsledků. Bylo zjištěno, že k nejmenší průměrné mezidenní proměnlivosti průměrných teplot dochází hlavně na podzim a v ostatních sezónách jsou výsledky přibližně srovnatelné. Z geografického pohledu byly vyšší hodnoty mezidenní proměnlivosti nalezeny hlavně na severu zkoumaného území. Při tomto prvním zpracování nebyl nalezen žádný významný systematický trend zvyšování nebo snižování mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu.

4.2 Mezidenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě

Cílem následujícího projektu byla opět analýza mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu, tentokrát na území střední Evropy. Byly zkoumány nejen průměrné, ale i denní maximální a minimální teploty. Dalším rozšířením od předchozího projektu bylo porovnání výsledků pro stanice (Praha, Košice, Sonnblick, Postupim a Vídeň) s výsledky z nejbližších gridových bodů z databáze E-OBS. Bylo třeba se ujistit, zda jsou gridová data pro tuto analýzu dostatečně přesná.

Opět bylo analyzováno prostorové rozložení hodnot v jednotlivých třicetiletých obdobích 1951-1980 a 1981-2010. Byly vytvořeny mapy tohoto rozložení pro denní průměrné, maximální a minimální teploty a navzájem byly porovnávány. Dále byly vytvořeny boxploty pro vybrané stanice a jejich nejbližší gridové body.

Při zkoumání mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu na území střední Evropy byl tentokrát zjištěn určitý systematický trend zvyšování průměrné mezidenní proměnlivosti teplot. Při porovnávání boxplotů ze staničních dat a dat z gridových bodů byly nalezeny jen malé rozdíly, hlavně v extrémních hodnotách. Pro tento výzkum, kde byla zkoumána průměrná mezidenní proměnlivost, jsou tedy data dostatečně přesná. Větší odlišnosti byly nalezeny u stanice Sonnblick, ale to bylo vysvětleno velkým rozdílem mezi nadmořskými výškami stanice a nejbližšího gridového bodu.

4.3 Vícedenní proměnlivost teplot vzduchu ve střední Evropě

V rámci posledního projektu z roku 2017 bylo zkoumáno prostorové a statistické rozložení vícedenní proměnlivosti minimální, maximální a průměrné denní teploty vzduchu a také denní amplitudy teploty vzduchu na území Střední Evropy. Výpočty byly prováděny pro třicetiletí 1951-1980 a 1981-2010.

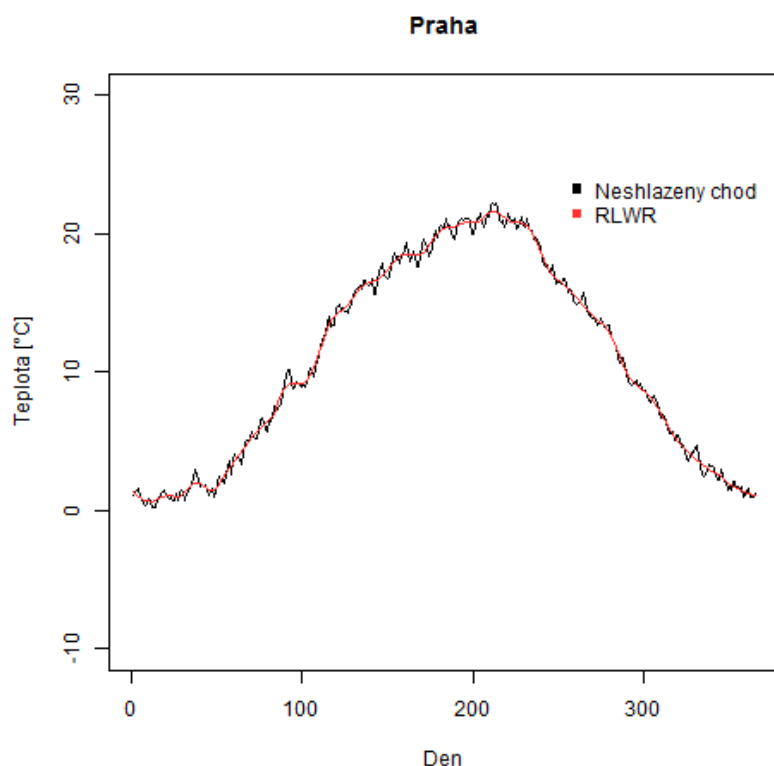
Amplituda teploty vzduchu byla vypočtena rozdílem denní minimální a maximální teploty vzduchu a dále byla vypočtena její průměrná mezidenní a vícedenní proměnlivost. Vícedenní proměnlivost teploty vzduchu je určena rozdíly mezi teplotou naměřenou v den i a v den $i-x$, pro x od 2 do 7. Její průměrná hodnota byla opět vynesena do map a boxplotů.

Při této analýze byl opět zjištěn určitý systematický posun k vyšší vícedenní proměnlivosti teplot vzduchu. Stejný závěr byl učiněn i o vývoji mezidenní a vícedenní proměnlivosti denní amplitudy teploty vzduchu. I při této práci byla zjišťována přesnost gridových dat. Při porovnání boxplotů pro vícedenní proměnlivost denní minimální, maximální a průměrné teploty vzduchu a denní amplitudy teploty vzduchu bylo opět potvrzeno, že jsou použítá gridová data pro tento výzkum dostatečně přesná. Byly zjištěny podobné odchylky jako v předchozím projektu.

5 Výsledky

5.1 Průměrný roční chod

Pro každou z vybraných klimatologických stanic ČHMÚ byl vypočten průměrný roční chod průměrné denní teploty vzduchu za třicetileté období 1981 - 2010, pokud byla dostupná data. Stejně tak byl průměrný roční chod teploty vzduchu zpracován i pro stanice ve střední Evropě z databáze ECA&D. Roční chod byl nadále shlazen pomocí metody RLWR s použitím šířky vyhlazovacího okénka 15. Na Obr. 5.1.1 je zobrazen průměrný roční chod průměrné teploty vzduchu v Praze-Klementinu i se shlazeným chodem pomocí metody RLWR. Grafy pro roční chody na ostatních stanicích naleznete v Příloze (Obr. A.1.1-Obr. A.1.8). Je vidět, že použitá metoda hlazení zachovává tvar ročního chodu, jak bylo potvrzeno již v práci (Černochová, 2006). Je tedy dobře použitelná pro účely této práce.

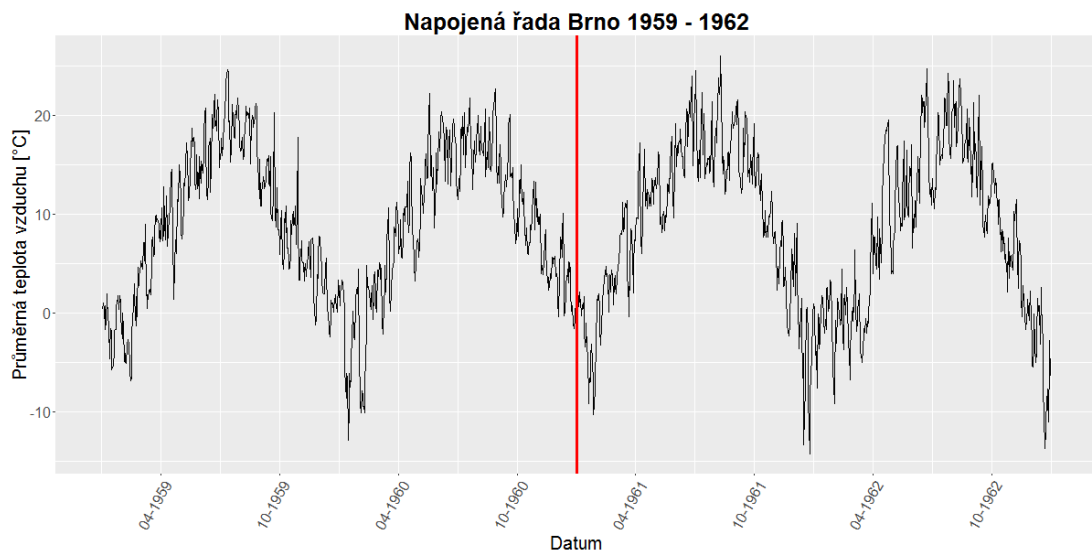


Obr. 5.1.1: Průměrný a shlazený roční chod průměrné denní teploty vzduchu v Praze-Klementinu, období 1981 – 2010, černá křivka značí průměrný roční chod teploty na stanici, červená křivka je průměrný roční chod teploty shlazený metodou RLWR

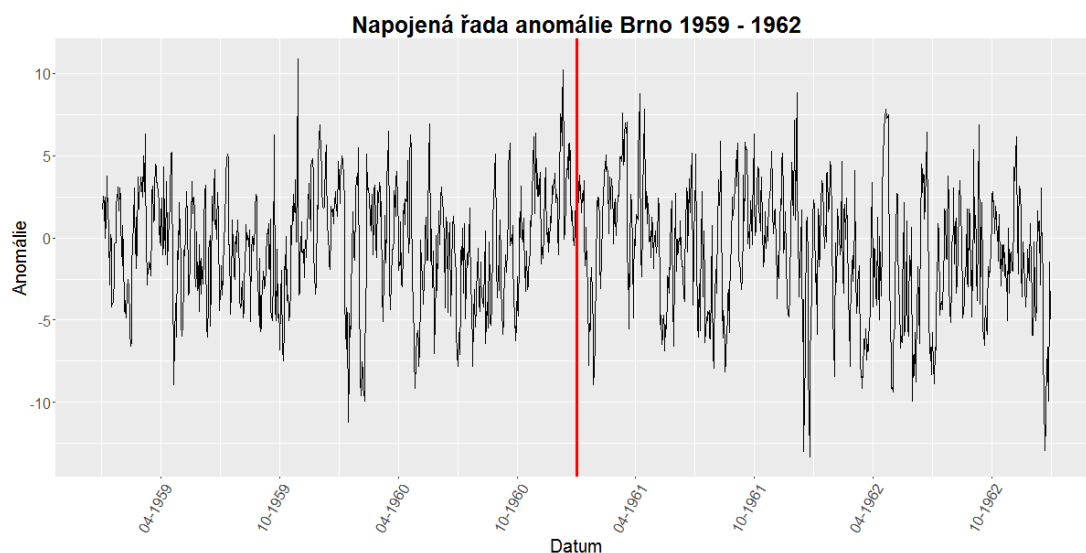
5.2 Teplotní řada pro brněnské stanice

Jak bylo avizováno v kapitole 2.1 o staničních datech, pro stanice na jižní Moravě neexistuje souvislá časová řada naměřených teplot vzduchu za celé období 1900–2015. Bylo třeba existující řady napojit a rozhodnout o jejich použitelnosti pro tuto práci.

Byly na sebe napojeny údaje ze stanic Brno, Pisárky (měření do roku 1961) a Brno, Tuřany (měření od roku 1961). Spojená teplotní řada s červeně vyznačeným dnem napojení je v Obr. 5.2.1 a v Obr. 5.2.2 je zobrazena časová řada anomálií teploty vzduchu od shlazeného průměrného ročního chodu. Zobrazena jsou období nejbližší době napojení, 1959 – 1962.



Obr. 5.2.1: Napojená časová řada průměrné denní teploty vzduchu pro brněnské stanice, červeně vyznačená je doba napojení, období 1959 – 1962



Obr. 5.2.2: Napojená časová řada anomálií průměrné denní teploty vzduchu pro brněnské stanice, červeně vyznačená je doba napojení, období 1959 - 1962

Po napojení řad není patrný žádný systematický posun v časové řadě průměrné denní teploty vzduchu ani jejich anomálií od průměrného ročního chodu. Pro analýzu v této práci budeme data z napojené řady považovat za použitelná. Kvantitativní analýza homogenity vzniklé řady by byla nad rámec této práce.

5.3 Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu

Od shlazeného průměrného ročního chodu průměrné teploty vzduchu v období 1981-2010 byla vždy odečtena průměrná teplota vzduchu v konkrétní den. Tímto způsobem byly vypočteny denní anomálie teploty vzduchu pro celé období 1900–2015. Některé stanice mají kratší dobu měření, což je vidět v tabulkách Tab. 2.1 a Tab. 2.2. Pro všechny stanice byly vytvořeny boxploty pro jednotlivá období (1901-1930, 1931–1960, 1961–1990, 1990–2015) a také pro referenční období 1981–2010. Pro využití co nejdelší celkové časové řady a pro využití dat co nejbližší současnosti byla zkoumaná období zvolena právě takto. V grafech zkratky označující sezóny jsou odvozené od počátečních písmen anglických názvů měsíců, např. DJF značí December, January, February).

Pomocí boxplotů je analyzováno statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu za jednotlivá roční období. Tato analýza je provedena jako první krok, aby bylo jasné, z jakého souboru hodnot je následně počítána samotná mezidenní a vícedenní proměnlivost teploty vzduchu.

5.3.1 Referenční období 1981–2010

V statistickém rozložení anomálií teploty vzduchu za referenční období 1981-2010 pro stanici Praha-Klementinum je kladná hodnota mediánu v jarní (0,1 °C) a zimní (0,3 °C) sezóně (viz. Obr. 5.3.1). V zimě je tedy z grafu viditelná určitá asymetrie dat z pohledu rozdílu hodnoty průměru a mediánu. Na jaře a v létě se hodnota mediánu pohybuje kolem nuly. Velikosti mezikvartilového rozpětí jsou oproti ostatním zkoumaným stanicím u statistického rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum spíše menší, u podzimní sezóny se dokonce jedná o druhou nejmenší hodnotu IQR (4,5 °C).

U tábořské stanice je záporný medián znatelný u všech jara, léta a na podzim (viz Obr. 5.3.1). Nejnižší hodnota mediánu je u podzimu, kde dosahuje -0,9 °C. Rozložení dat v jarní, letní a podzimní sezóně symetrické z pohledu shody mediánu a průměru. V těchto sezónách se totiž jejich hodnoty téměř neliší. Rozdíl mezi nimi o více než 0,5 °C však nalezneme u zimní sezóny. Velikost IQR (5 °C) je u tábořské stanice v letním období největší při porovnání s ostatními stanicemi. V jarním období se její hodnota (5,3 °C) také pohybuje mezi stanicemi s vyšší velikostí mezikvartilového rozpětí. Na podzim a v zimě je velikost IQR pro tábořskou stanici spíše menší než pro ostatní.

Ze statistického rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Opava (Obr. 5.3.1) lze vyčíst kladnou hodnotu mediánu. Hodnota mediánu se pohybuje od 0,3 °C pro léto až po 1,6 °C pro zimu. Kromě zimní sezóny je rozdíl mezi hodnotou mediánu a průměru do 0,2 °C. V zimě je však rozdíl větší a to až 0,7 °C. Velikost IQR pro opavskou stanici v letním období patří mezi nejvyšší (4,3 °C), v zimě naopak mezi nejvyšší (6,4 °C).

Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu na stanici Bystřice pod Hostýnem vykazuje z pohledu shody mediánu a průměru spíše symetričnost v jarním, letním i podzimním období (viz Obr. 5.3.2). Jejich hodnoty se liší nejvýše o 0,2 °C. V zimě je však rozdíl větší, medián zde dosahuje hodnoty až 0,4 °C. Velikosti mezikvartilového rozpětí pro bystřickou stanici patří obecně k největším ve všech sezónách. Ze všech analyzovaných stanic je největší hodnota IQR nalezena u této stanice v jarní (5,6 °C) a podzimní sezóně (5,4 °C).

Hodnota mediánu se u rozložení anomálií brněnské stanice v referenčním období pohybuje na jaře, v létě i na podzim kolem nuly (viz Obr. 5.3.2). U zimního období je hodnota mediánu téměř $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Velikost IQR u brněnské stanice v porovnání s ostatními stanicemi patří k průměru.

Rozdělení anomálií teploty vzduchu na stanici Košice je z pohledu shody mediánu a průměru u všech sezón spíše symetrické (viz Obr. 5.3.2). Největší rozdíl mezi nimi lze nalézt v zimním období, kde dosahuje velikosti $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Velikost IQR u košické stanice patří k nejmenším, a to hlavně na jaře ($4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) a v zimě ($5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

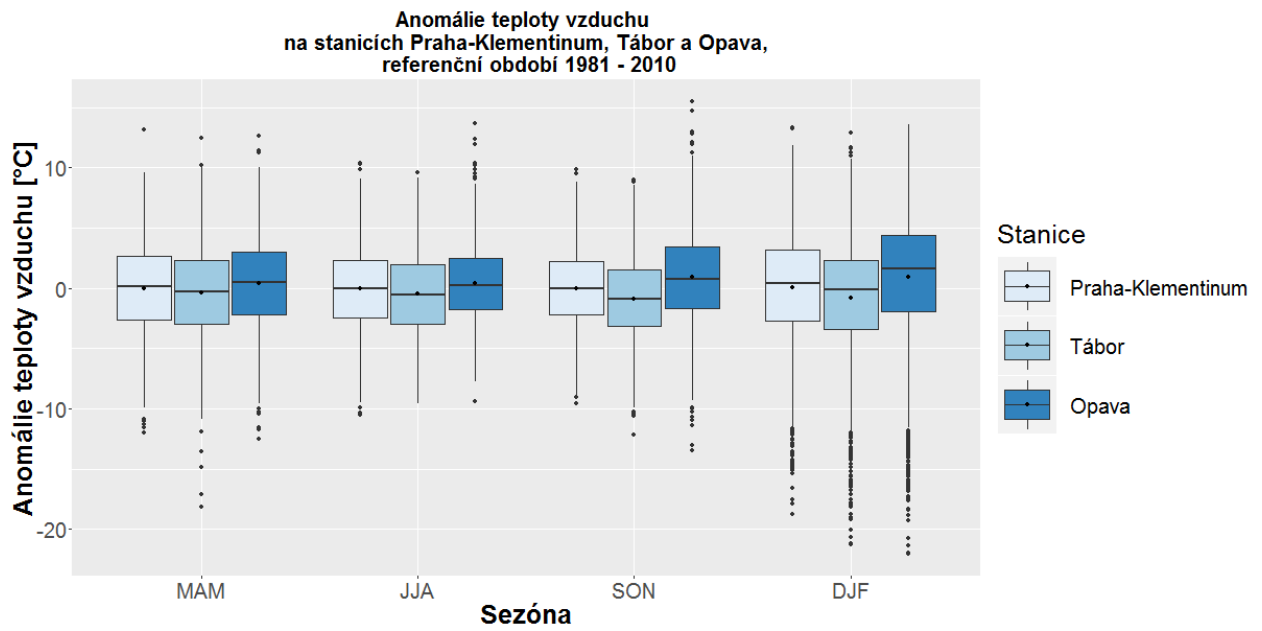
U statistického rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Postupim se hodnota mediánu pohybuje kolem nuly u všech sezón, jen v zimě dosahuje $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (viz Obr.5.3.3). Průměr je ve všech sezónách blízký nule. Velikost mezikvartilového rozpětí se v porovnání s ostatními stanicemi pohybuje kolem průměru na jaře, v létě a v zimě. V podzimní sezóně patří ale hodnota IQR ($4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) na této stanici mezi nejmenší.

Hodnota mediánu statistického rozdělení anomálií teploty vzduchu se na vídeňské stanici pohybuje kolem $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, na podzim je blíže nule (viz Obr.5.3.3). Velikost mezikvartilového rozpětí ($4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) je v létě nejmenší ze všech porovnávaných stanic. Také na podzim patří hodnota IQR pro vídeňskou stanici mezi nejmenší.

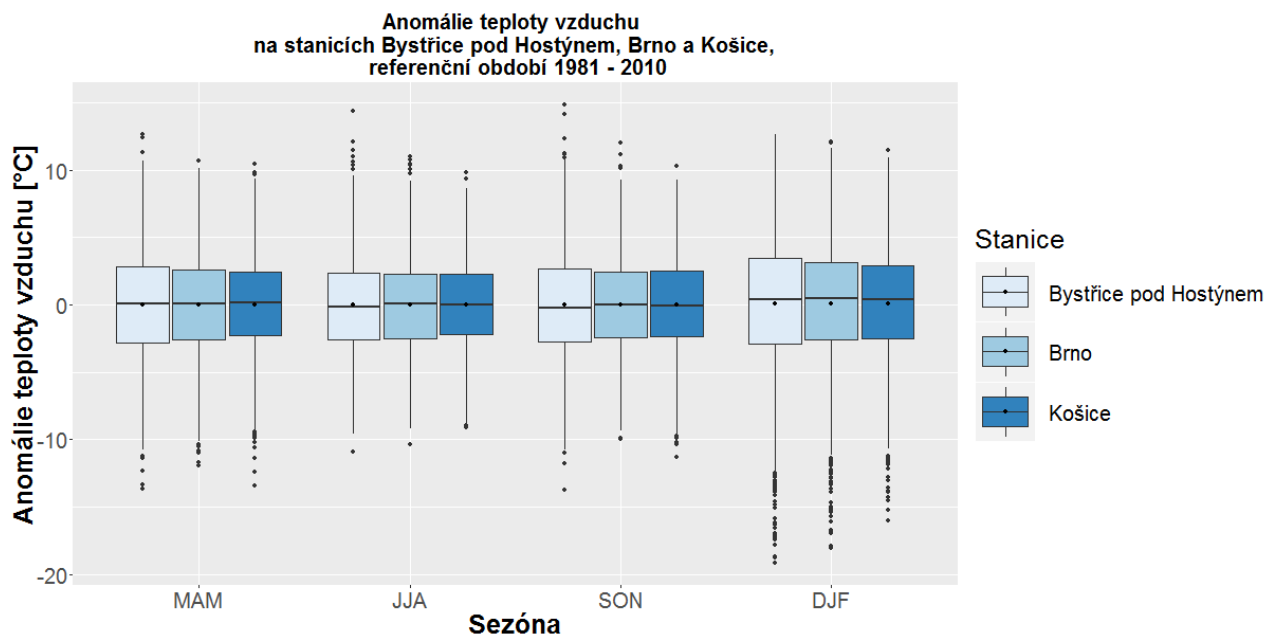
V statistickém rozložení anomálií průměrné teploty vzduchu v referenčním období na horské stanici Sonnblick lze pozorovat hodnotu mediánu od $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro léto po $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro zimu (viz Obr.5.3.3). I zde je viditelný rozdíl mezi mediánem a průměrem dat. Velikost mezikvartilového rozpětí ($6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) je v zimní sezóně u stanice Sonnblick nejvyšší ze všech porovnávaných stanic.

U statistického rozložení všech zkoumaných stanic lze pozorovat největší extrémy anomálií teploty vzduchu v zimním období. V zimě byla také u většiny stanic hodnota mediánu vzdálenější od nuly. Medián se často významněji lišil od průměru a byl posunut k hornímu kvartilu. U většiny stanic je hodnota mediánu kladná. U stanice Tábor naopak záporná. Také u stanic Bystřice pod Hostýnem a Postupim byl ve dvou sezónách medián záporný.

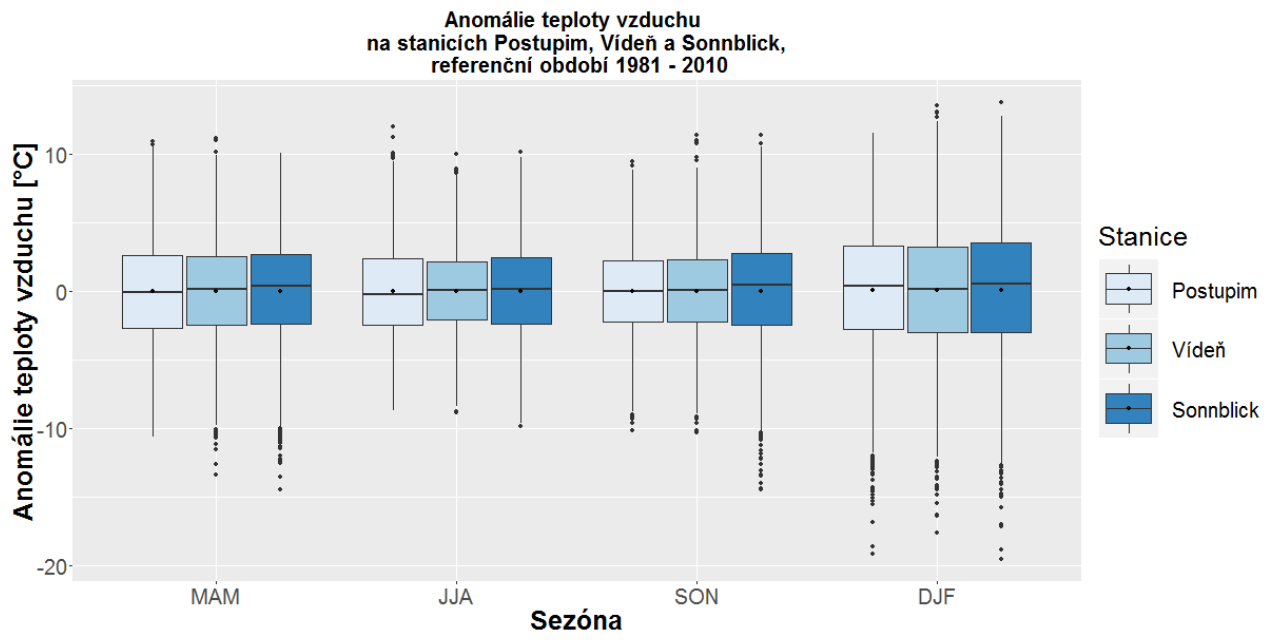
Největších extrémů je často dosahováno v zimním období. To může být způsobeno výpočtem shlazeného průměrného ročního chodu teploty vzduchu, jak je popsáno v kapitole 3.1.



Obr. 5.3.1: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981-2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava



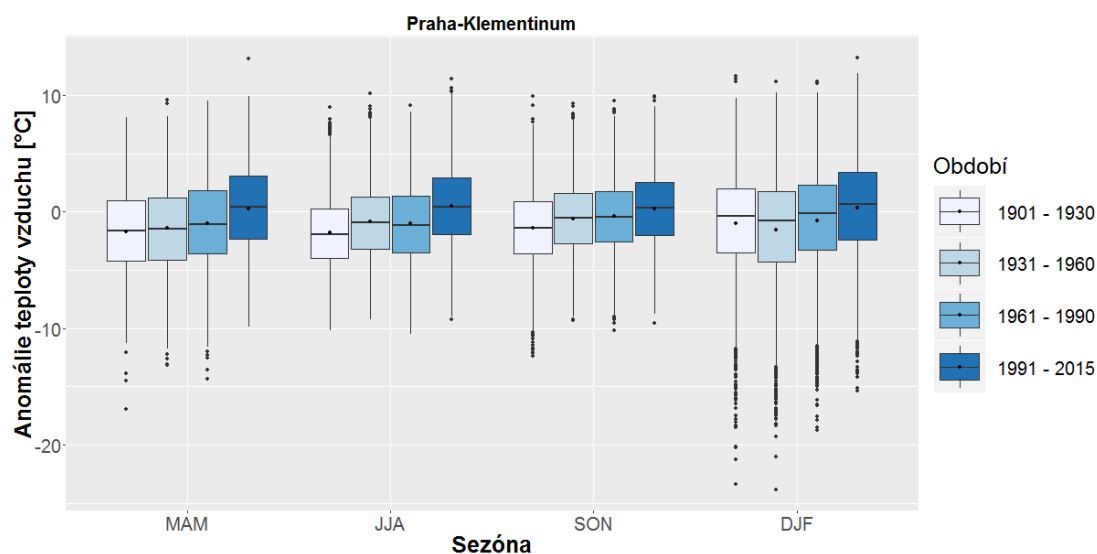
Obr. 5.3.2: Jako Obr. 5.3.1 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice



Obr.5.3.3: Jako Obr. 5.3.1 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick

5.3.2 Období 1900 – 2015

Dále bylo na všech stanicích zkoumáno statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu napříč zkoumanými obdobími 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2015. V Obr. 5.3.4 je uvedeno statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých analyzovaných obdobích na stanici Praha-Klementinum, na Obr. 5.3.5 nalezneme to stejné pro stanici Košice. Grafy statistických rozdělení ostatních stanic jsou k nahlédnutí v Příloze (Obr. A.2.1-Obr. A.2.7)



Obr. 5.3.4: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2015 na stanici Praha–Klementinum

Z Obr. 5.3.4 je patrné postupné zvyšování hodnoty mediánu napříč obdobími. V každé sezóně také vidíme ve statistickém rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum zápornou hodnotu mediánu pro všechna zkoumaná období kromě posledního, 1991-2015 – v tomto období je hodnota mediánu kladná v každé sezóně. V létě a na podzim je viditelný také nárůst mediánu mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960. Hodnoty mediánu jsou pro období 1931-1960 a 1961-1990 v létě a na podzim srovnatelné. V každé sezóně je pozorovatelný nárůst mediánu v posledním období 1991-2015 oproti předchozímu. V zimní sezóně lze pozorovat pro všechna období větší rozdíly mezi hodnotou mediánu a průměru. Medián je posunut směrem k hornímu kvartilu – největší posun je v období 1931-1960

a nejmenší v 1991-2015. Pro jaro jsou velikosti IQR pro všechna období srovnatelná, v létě vidíme jejich hodnotu větší hlavně pro období 1961-1990 a 1991-2015.

Na podzim jsou srovnatelné velikosti mezikvartilového rozpětí pro období 1931-1960 a 1961-1990. IQR je větší pro zbylá období. V zimě je vidět nárůst velikosti IQR hlavně v třicetiletí 1931-1960, poté jeho pokles a opět mírný nárůst.

V statistickém rozdělení anomálií teploty vzduchu za jednotlivá období na brněnské stanici (viz Obr. A.2.1) je vidět v jarní sezóně nejprve mírný pokles hodnoty mediánu mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960 a v dalších obdobích její nárůst. Významný nárůst mediánu v posledním zkoumaném období 1991-2015 je pozorovatelný v každé sezóně. V jarním, letním a podzimním období je vidět záporný medián pro třicetiletí 1901-1930, 1931-1960 a 1961-1990 a medián větší než nula v posledním zkoumaném období. V zimě je medián kladný pro všechna zkoumaná období. V zimě je ale také znatelný větší rozdíl mezi hodnotou mediánu a průměru – největší rozdíl opět nalezneme v prvním třicetiletí, 1901-1930, a nejmenší v posledním analyzovaném období. V zimní sezóně v období 1901-1930 dosahuje medián nejvyšší hodnoty ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) ze všech zkoumaných období. Stejně jako v předchozím je u léta a podzimu vidět nejprve mírný nárůst hodnoty mediánu, dále jsou mediány období 1931-1960 a 1961-1990 srovnatelné a v dalším období vidíme opět hodnotu mediánu výrazně větší. Velikost mezikvartilového rozpětí je v jarní a letní sezóně srovnatelná pro období 1901-1930 a 1931-1960, v dalších obdobích je velikost IQR u jara téměř o $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ větší, v létě dokonce o $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na podzim je vidět větší rozdíl velikostí IQR hlavně mezi obdobími 1961-1990 ($4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) a 1990-2015 ($5,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). V zimní sezóně je jsou vyšší velikosti IQR v letní a zimní sezóně.

Podobně jako u brněnské stanice, i u stanice Bystřice pod Hostýnem lze nalézt kladnou hodnotu mediánu v každé sezóně v posledním analyzovaném období 1991-2015 ale také v období 1901-1930 v zimě (viz Obr. A.2.2). Na jaře jsou hodnoty mediánu pro období 1901-1930, 1931-1960 a 1961-1990 srovnatelné, lze však zaznamenat mírný pokles mediánu v období 1931-1960. Hodnota mediánu v období 1991-2015 je mnohem vyšší než v předchozích třicetiletích. Podobně je tomu i v letní sezóně. Zde je vidět mírnější pokles mediánu v období 1961-1990

a jeho velký vzrůst v období 1991-2015. Na podzim se hodnoty mediánu pohybují blíže kolem nuly, nejvyšší hodnota je opět zaznamenána v posledním zkoumaném období. V zimě je vidět podobný vývoj mediánu jako u brněnské

stanice. Nejvyšší hodnota mediánu je sice opět v období 1991-2015, medián v období 1901-1930 je ale jen o 0,1 °C menší. U bystrické stanice můžeme pozorovat větší rozdíly mezi hodnotou průměru a mediánu ve všech sezónách. Největší rozdíl je opět u zimy, kde v období 1931-1960 dosahuje velikosti až 0,8 °C. V posledním analyzovaném období je tento rozdíl pouze 0,2 °C. Velikost mezikvartilového rozpětí pro jarní sezónu je menší u období 1901-1930 a 1931-1960. V létě je nejmenší velikost IQR u období 1931-1960 a největší u následujícího třicetiletí. Na podzim je pozorovatelná největší velikost IQR pro první zkoumané třicetiletí, 1901-1930 a v zimě v období 1931-1960.

U opavské stanice je vidět kladný medián častěji a to v jarní a letní sezóně v období 1901-1930 a 1991-2015, na podzim a v zimě je medián kladný pro všechna zkoumaná období (viz Obr. A.2.3). Na jaře a v létě má jeho hodnota obdobný vývoj jako u bystrické stanice. Na podzim se hodnota mediánu u všech období pohybuje kolem 0,8 °C. V zimě opět vidíme vyšší hodnotu mediánu v prvním a posledním zkoumaném období. Zde však medián v období 1991-2015 dosahuje hodnoty až 1,8 °C. Větší asymetrii dat z pohledu rozdílu mezi průměrem a mediánem opět zaznamenáváme v zimní sezóně, kde se jejich hodnoty liší až o 1 °C v období 1931-1960. Velikost IQR je na jaře pro všechna období srovnatelná, jen v třicetiletí 1931-1960 je její hodnota nejvyšší, 5,8 °C. V létě je největší mezikvartilové rozpětí v období 1961-1990, hodnoty IQR v ostatních obdobích jsou si blízká. Na podzim je vidět malé mezikvartilové rozpětí v období 1961-1990, a největší v posledním zkoumaném období. V zimě vyčnívá hlavně velikost IQR v období 1931-1960, kdy dosahuje velikosti 6,7 °C.

Statistické rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Postupim vykazuje srovnatelné hodnoty mediánu kolem -1 °C v jarní sezóně v obdobích 1901-1930, 1931-1960 a 1961-1990 (viz Obr. A.2.4). V období 1991-2015 dosahuje velikost mediánu 0,2 °C. Je zde vidět tedy jeho velký nárůst v posledním zkoumaném období. Stejně jako v předchozích případech je hodnota mediánu pro období 1901-1930, 1931-1960 a 1961-1990 menší záporná na jaře, v létě a v zimě. Medián je větší než nula v posledním analyzovaném období ve všech sezónách. V zimě ještě kladný medián nalezneme v období 1901-1930. V létě je vidět nejprve nárůst hodnoty mediánu mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960, poté její mírný pokles a opět nárůst do období 1991-2015. Na podzim se hodnoty mediánu pro léto, podzim a zimu pohybují kolem nuly pro všechna období kromě 1901-1930, kde je hodnota mediánu

nižší, přibližně $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vývoj mediánu v zimní sezóně je podobný jako u předchozích stanic, vyšší hodnotu tedy nalezneme v období 1901-1930 a také 1991-2015.

I v datech z postupimské stanice je vidět rozdíl mezi hodnotou mediánu a průměru v zimní sezóně, kdy je největší v období 1931-1960. V létě lze nalézt rozdíly mezi průměrem a mediánem kolem $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve všech sezónách. V jarní sezóně je nejmenší velikost IQR v období 1961-1990. V létě a v zimě jsou velikosti mezikvartilového rozpětí pro všechna období srovnatelné. Na podzim je vidět menší velikost IQR v období 1961-1990.

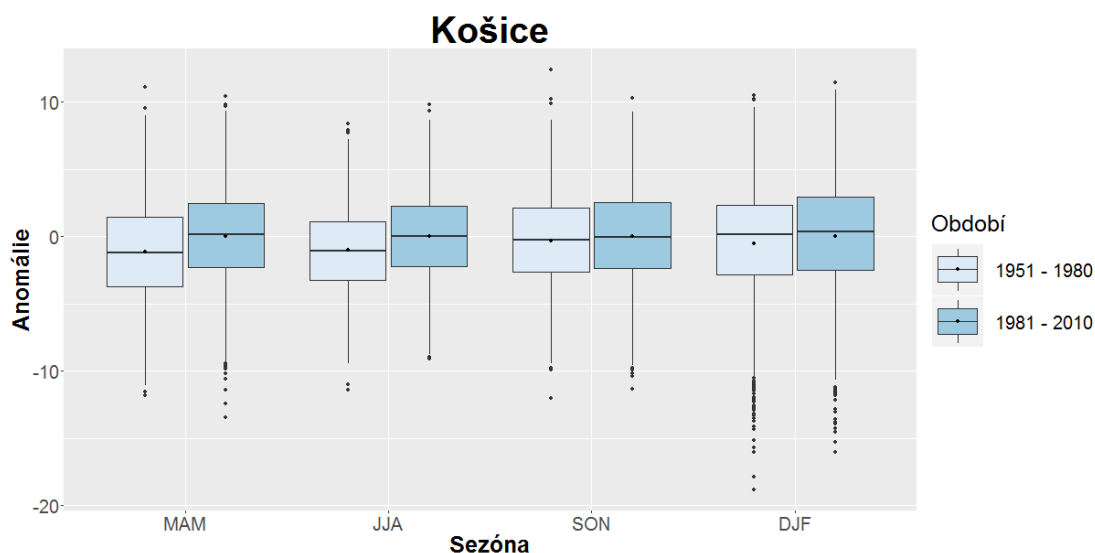
U statistického rozdělení anomálií teploty vzduchu pro stanici Sonnblick lze nalézt kladnou hodnotu mediánu na jaře, v létě a v zimě jen v posledním zkoumaném období 1991-2010 (viz Obr. A.2.5). Na podzim je medián větší než nula i pro období 1961-1990. Vývoj mediánu je jinak velice podobný předchozím. Na jaře a v létě je viditelný velký nárůst hodnoty mediánu v období 1991-2010. Na podzim je medián pro období 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 srovnatelný, v období 1901-1930 je asi o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ nižší. V zimě je ale tentokrát hodnota mediánu srovnatelná pro období 1901-1930, 1931-1960, v období 1961-1990 je vyšší o přibližně $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v období 1991-2010 je medián vyšší o dalších bezmála $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. V jarní sezóně se v obdobích 1901-1930, 1931-1960 a 1991-2010 liší hodnota mediánu a průměru o přibližně $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stejný rozdíl lze nalézt mezi mediánem a průměrem i u podzimu období 1931-1960 a 1991-2010. Stejně jako u předchozích stanic lze zaznamenat větší rozdíl mezi mediánem a průměrem v zimní sezóně, hlavně v obdobích 1931-1960 a 1961-1990. V jarní, letní a podzimní sezóně je velikost IQR pro všechna období srovnatelná. V létě je vidět výrazný nárůst velikost IQR mezi obdobími 1901-1930 ($5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) a 1931-1960 ($6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

U tábořské stanice je hodnota mediánu záporná pro všechna období v sezónách jaro, léto a podzim (viz Obr. A.2.6). Kladný medián lze nalézt jen v zimě v období 1901-1930 a 1991-2015. Hodnoty mediánu jsou srovnatelné na jaře a v létě pro období 1901-1930, 1931-1960 a 1961-1990. Hodnota mediánu v období 1991-2015 je v obou sezónách o skoro o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší než v předcházejících obdobích. Na podzim lze nalézt nižší hodnotu mediánu v období 1901-1930 ($-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), v ostatních obdobích jsou hodnoty mediánu srovnatelné, pohybují se kolem $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. V zimě je nejvyšší hodnota mediánu v prvním zkoumaném třicetiletí ($0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), poté dojde k jejímu poklesu v období 1931-1960 na hodnotu $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v dalších obdobích medián opět narůstá. I v tomto případě je v zimním období viditelná větší nesymetrie

dat z pohledu rozdílu mediánu a průměru – největší rozdíl je v období 1931-1960 a to více než 1 °C. Velikost mezikvartilového rozpětí v jarní sezóně je pro všechna období symetrická. V létě vidíme větší hodnotu IQR v posledních dvou analyzovaných obdobích. Na podzim je nejmenší mezikvartilové rozpětí v období 1961-1990. V zimě je jeho hodnota nejvyšší v třicetiletí 1931-1960.

Statistické rozložení anomálií teploty vzduchu na stanici Vídeň vykazuje postupné narůstání hodnoty mediánu v jarní, letní i podzimní sezóně (viz Obr. A.2.7). Ve všech sezónách je medián kladný jen v období 1991-2010. V zimě vidíme podobný vývoj jako v předchozích případech, kde v období 1901-1930 je hodnota mediánu trochu větší než v následujícím třicetiletí. Dále medián roste a největší hodnoty opět dosahuje v období 1991-2010. V zimě se medián u všech období pohybuje kolem 0 °C. V období 1901-1930 lze nalézt hodnotu mediánu v létě až kolem -2 °C. V zimní sezóně v období 1991-2010 vidíme větší symetrii dat z pohledu shody mediánu a průměru. V předchozích obdobích se však jejich hodnoty liší až o 0,5 °C. Velikost IQR je na jaře nejmenší pro období 1901-1930 (4,81 °C) a největší pro následující třicetiletí 1931-1960 (5,3 °C). V létě je vidět větší IQR v období 1961-1990 (4,5 °C). Na podzim jsou velikosti IQR pro všechna období srovnatelná. V zimě je oproti ostatním obdobím velikost mezikvartilového rozpětí výrazněji větší v období 1931-1960.

Díky nedostatku dat ze stanice Košice se dají analyzovat jen dvě úplná třicetiletí 1951-1980 a 1981-2010 (viz Obr. 5.3.5). Statistické rozdělení anomálií na této stanici vykazuje výrazný nárůst hodnoty mediánu v jarní a letní sezóně. Na podzim a v zimě je sice hodnota mediánu v období 1981-2010 také větší než v předchozím třicetiletí, ale změna není tak významná. V zimní sezóně je vidět větší rozdíl mezi mediánem a průměrem, v prvním zkoumaném období je medián posunut k hornímu kvartilu o více než 0,5 °C, v období 1981-2010 je posun menší jen 0,3 °C. Ve velikostech IQR není mezi zkoumanými obdobími významný rozdíl v letní a podzimní sezóně. Na jaře je vidět zmenšení velikosti mezikvartilového rozpětí o 0,4 °C v posledním třicetiletí. V zimě došlo naopak k jejímu zvětšení o 0,3 °C.



Obr. 5.3.5: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1951 – 1980, 1981 – 2010, na stanici Košice

Celkově je vidět zvýšení anomálií v posledním zkoumaném období v jarní a letní sezóně na všech stanicích. Pro podzimní sezónu byla často data pro jednotlivá období vzájemně srovnatelná, přesto byla však několikrát vidět mnohem nižší hodnota mediánu dat v období 1901-1930 a její zvýšení v posledním období. Vývoj mediánu v zimní sezóně byl na většině stanic také podobný: vyšší hodnota mediánu v prvním třicetiletí, dále její pokles v období 1931-1960 a její postupný mírný nárůst v dalších obdobích. Tyto výsledky jsou v souladu se známým vývojem teploty vzduchu v průběhu 20. století.

U všech stanic byla nalezena největší hodnota mezikvartilového rozpětí v zimní sezóně v období 1931-1960. V tomto období byl také často nalezen největší rozdíl mezi hodnotou mediánu a průměru. Variabilita anomálií v tomto období se tedy odlišuje od ostatních zkoumaných období. Bude tedy zajímavé sledovat, jak se zjištěné rozdíly projeví ve změnách mezidenní a vícedenní proměnlivosti v průběhu 20. století.

5.4 Mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu

V této kapitole bude analyzována mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu vypočtená dle vzorce (9) pro všechny vybrané stanice za období 1900 až 2015. Některé stanice však mají kratší dobu měření, jak je vidět v Tab. 2.1 a Tab. 2.1. Pro zobrazení statistického rozložení proměnlivosti anomálií byly opět vytvořeny boxploty pro jednotlivé sezóny na všech zkoumaných stanicích pro jednotlivá období 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990, 1991–2015 a také pro referenční období 1981–2010. Dále byly také vytvořeny sloupcové grafy, které zobrazují průměrnou 1, 3 a 7 denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu pro jednotlivé sezóny všech zkoumaných období.

5.4.1 Referenční období 1981 – 2010

Mezidenní proměnlivost

V statistickém rozložení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum je vidět v jarní a letní sezóně kladný medián, který se liší od průměru až o 0,3 °C (viz Obr. 5.4.1). V podzimní a zimní sezóně je medián blízký nule. Je zde vidět nejmenší mezikvartilové rozpětí na podzim (2,5 °C) a největší v létě (3,1 °C). Velikost IQR pro pražskou stanici patří na podzim a v létě k nejmenším ze všech analyzovaných stanic. V jarní a letní sezóně jsou odlehle hodnoty převážně na záporné poloose, na podzim a v zimě jsou symetricky rozložené.

Posun mediánu oproti průměru statistického rozložení mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu na brněnské stanici v jarní a letní sezóně je také přibližně 0,3 °C (viz Obr. 5.4.2). Velikost mezikvartilového rozpětí je v porovnání s ostatními stanicemi průměrná v jarní, letní a podzimní sezóně. Hodnota IQR pro zimu je 2,8 °C, což je jedna z nejmenších pro tuto sezónu.

Hodnoty mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Bystřice pod Hostýnem patří k těm největším (viz Obr. 5.4.3). Opět je znatelný posun mediánu vůči průměru o 0,2–0,3 °C v jarní a letní sezóně. Velikost IQR se

pohybuje od 3,1 °C pro podzim po 3,6 °C pro jaro a patří k největším z porovnávaných stanic.

Stejně jako v předchozích případech je i medián hodnot mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Košice v jarním a letním období mírně posunut od průměru, v tomto případě o 0,16 °C pro jaro a 0,25 °C pro léto (Obr. 5.4.4). V podzimní sezóně je rozdíl mediánu a průměru 0,11 °C. Velikost mezikvartilového rozpětí patří k nejmenším z porovnávaných stanic.

Posun mediánu vůči průměru lze pozorovat u jara a léta i u stanice Opava (Obr. 5.4.5). V tomto případě je však rozdíl mezi mediánem a průměrem jen 0,15 °C pro jaro a 0,23 °C pro léto. Velikost mezikvartilového rozpětí se pohybuje od 3,1 °C pro léto po 3,5 °C pro zimu a patří mezi největší v porovnání s ostatními stanicemi.

V statistickém rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Postupim lze opět pozorovat rozdíl mezi mediánem a průměrem v jarní (0,12 °C) a letní (0,18 °C) sezóně (Obr. 5.4.6). V ostatních sezónách jsou hodnoty mediánu a průměru srovnatelné. Velikost IQR se pohybuje mezi 2,6 °C pro podzim a 3,1 °C pro zimu, což jsou průměrné hodnoty v porovnání s ostatními analyzovanými stanicemi.

Oproti ostatním stanicím je medián u jarní sezóny mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Sonnblick srovnatelný s hodnotou průměru (Obr. 5.4.7). V letní sezóně je rozdíl mezi průměrem a medián 0,13 °C. Velikost mezikvartilového rozpětí v jarní a letní sezóně patří k nejmenším, v zimě je největší ze všech porovnávaných stanic.

Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Tábor je velice podobné jako v předchozích případech (Obr. 5.4.8). Medián je u jarní a letní sezóny posunut vůči průměru přibližně o 0,3 °C. Velikost mezikvartilového rozpětí je průměrná v porovnání s ostatními stanicemi.

Podobně je to u rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu u stanice Vídeň (Obr. 5.4.9). Rozdíl mediánu a průměru je 0,15 °C pro jaro a 0,26 °C pro léto. Velikost IQR v jarní a letní sezóně je nejmenší ze všech porovnávaných stanic.

Hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti patří obecně k nejvyšším pro stanici Bystřice pod Hostýnem (viz Obr. 5.4.11), a to hlavně v jarní a letní sezóně. Na podzim je nejvyšší hodnota průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v referenčním období 1981-2010 pozorovatelná na stanici Opava

(viz Obr. 5.4.10) a v zimě na stanici Sonnblick (viz Obr. 5.4.12). Nejmenší hodnota průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu je v jarní a letní sezóně na stanici Vídeň, na podzim na pražské stanici (viz Obr. 5.4.10) a v zimě na košické stanici. Obecně lze nalézt nižší hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti na jaře a v létě i na stanici Sonnblick.

Ve většině případu je v jarní a letní sezóně medián posunut vůči průměru směrem k hornímu kvartilu.

3denní proměnlivost

Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v referenčním období 1981-2010 je podobné jako u mezidenní proměnlivosti. I v tomto případě je často hodnota mediánu v jarní sezóně posunuta od hodnoty průměru o 0,15-0,25 °C. Na stanicích Postupim (Obr. 5.4.6) a Sonnblick (Obr. 5.4.7) se hodnota mediánu a průměru téměř shodují. V letním období je znatelný rozdíl mezi mediánem a průměrem jen u stanic Brno (Obr. 5.4.2), Bystřice pod Hostýnem (Obr. 5.4.3), Košice (Obr. 5.4.4) a Sonnblick a pohybuje se kolem 0,14 °C. V podzimní sezóně lze nalézt rozdíl 0,12 °C mezi průměrem a mediánem na vídeňské stanici. V zimě je rozdíl mezi mediánem a průměrem na stanici Sonnblick 0,14 °C. V ostatních případech se hodnota průměru a mediánu téměř shodují. I u 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu je největší mezikvartilové rozpětí napříč sezónami pozorovatelné u stanice Bystřice pod Hostýnem. V zimě je ještě vysokých hodnot IQR dosahováno na stanicích Sonnblick a Opava (Obr. 5.4.5). V jarní a letní sezóně se vysoké hodnoty IQR vyskytují také u tábořské stanice. Naopak nejnižší velikost mezikvartilového rozpětí nalezneme na jaře a v zimě na stanici Košice, v létě na vídeňské stanici a na podzim na pražské.

Průměrná proměnlivost je v jarní a letní sezóně nejvyšší na stanici Bystřice pod Hostýnem (Obr. 5.4.13) a v létě a v zimě na stanici Sonnblick (Obr. 5.4.15). Vyšších hodnot průměrné proměnlivosti je na podzim a v zimě dosahováno také na stanici v Postupimi (Obr. 5.4.15). Nejnižší hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v referenčním období v jarní a letní sezóně nalezneme u stanice Košice (Obr. 5.4.14). Nízké hodnoty jsou také u vídeňské stanice a v létě je dokonce nejnižší ze všech porovnávaných stanic (Obr. 5.4.15). Na podzim je nejnižší hodnota průměrné mezidenní proměnlivosti na stanici

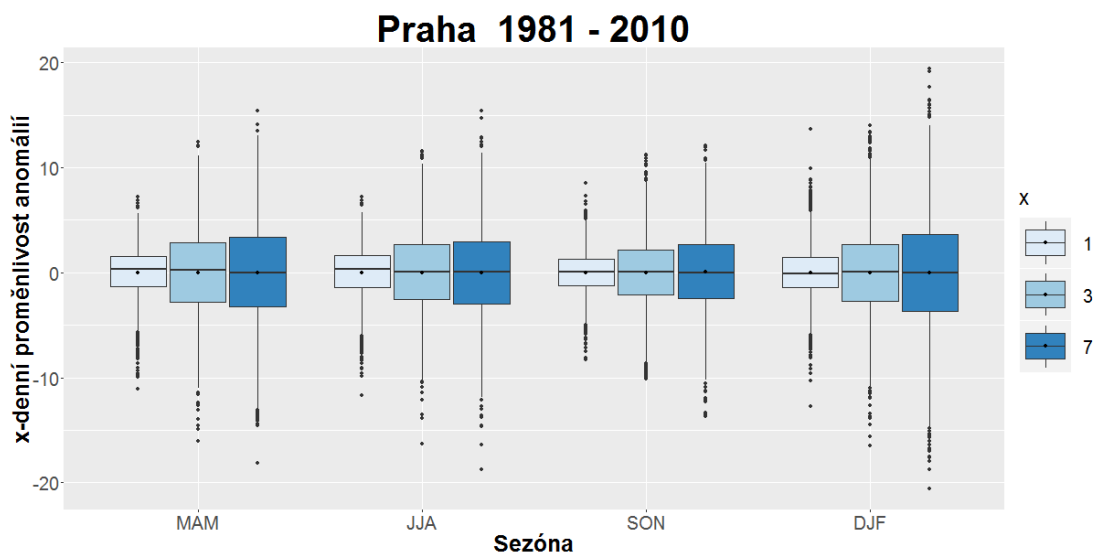
Praha-Klementinum (Obr. 5.4.13), nízkých hodnot v tomto období je dosahováno také na stanicích Brno (Obr. 5.4.14) a Postupim.

7denní proměnlivost

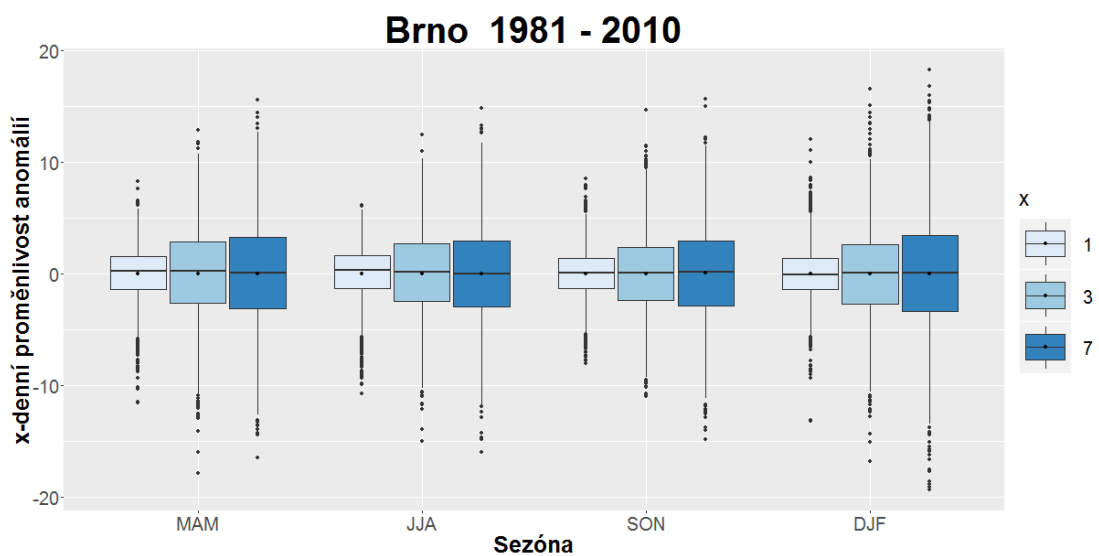
Ve statistickém rozložení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu za referenční období 1981-2010 je znatelný posun mediánu pouze u několika stanic. V jarní sezóně je rozdíl mezi mediánem a průměrem 0,12 °C na stanici Opava (viz Obr. 5.4.5) a 0,18 °C na stanici Postupim (Obr. 5.4.6). V letním období nalezneme rozdíl mezi mediánem a průměrem přibližně 0,13 °C na stanicích Bystřice pod Hostýnem (Obr. 5.4.3) a Sonnblick (Obr. 5.4.7). V zimě je rozdíl mezi mediánem a průměrem 0,14 °C na stanici Opava a v zimě je rozdíl 0,12 °C na stanici Sonnblick. V ostatních případech se hodnota mediánu a průměru téměř shodují. Stejně jako u mezidenní a 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu je nejvyšších hodnot dosahováno na stanici Bystřice pod Hostýnem. Vyšších hodnot IQR je také dosahováno v jarní, letní a zimní sezóně na opavské stanici. Na jaře a v létě je velikost mezikvartilového rozpětí vysoká i pro táborskou stanici (Obr. 5.4.8). V podzimní a zimní sezóně dosahuje nejvyšších velikostí IQR stanice Sonnblick. Na košické stanici lze v jarní, letní a zimní sezóně nalézt jedny z nejnižších velikostí IQR ze všech porovnávaných stanic (Obr. 5.4.4). Malá velikost mezikvartilového rozpětí je pozorovatelná i v zimě u pražské stanice (Obr. 5.4.1), na podzim u stanice Postupim a na jaře na stanici Sonnblick.

Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v referenčním období 1981-2010 je nejvyšší v jarní a letní sezóně na stanici Bystřice pod Hostýnem (Obr. 5.4.17). Na této stanici je dosahováno vysokých hodnot průměrné 7denní proměnlivosti i v ostatních sezónách. Nejvyšší průměrná proměnlivost na podzim a v zimě lze pozorovat na stanici Sonnblick (Obr. 5.4.18). Dále lze nalézt vysoké hodnoty průměrné 7denní proměnlivosti na jaře a v létě na táborské stanici (Obr. 5.4.16) a také na jaře, na podzim a v zimě na opavské stanici (Obr. 5.4.16). Naopak nízké hodnoty průměrné 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu lze nalézt především na košické stanici (Obr. 5.4.17) a to hlavně na jaře, v létě a v zimě. V létě je nejnižší hodnota průměrné proměnlivosti na vídeňské stanici (Obr. 5.4.18) a také na opavské stanici. Ve Vídni je jedna z nejnižších hodnot průměrné proměnlivosti i na jaře. Na podzim lze nalézt nejnižší hodnotu průměrné 7denní

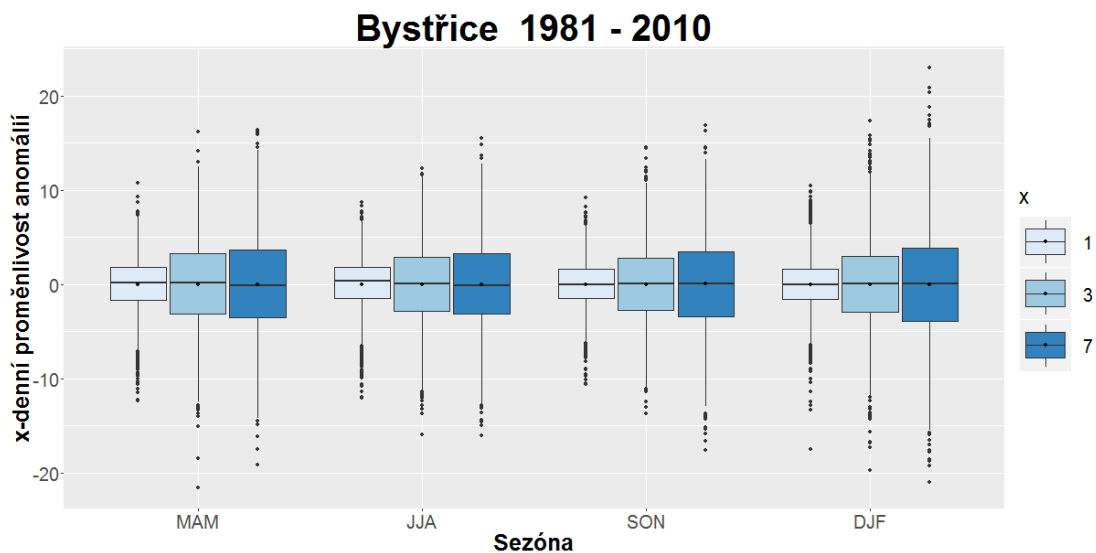
proměnlivosti na pražské stanici (Obr. 5.4.16). Nízká hodnota průměrné proměnlivosti je pozorovatelná také na stanici v Postupimi (Obr. 5.4.18) na podzim a v zimě. V zimě je jedna z nejnižších hodnot průměrné proměnlivosti na brněnské stanici (Obr. 5.4.17).



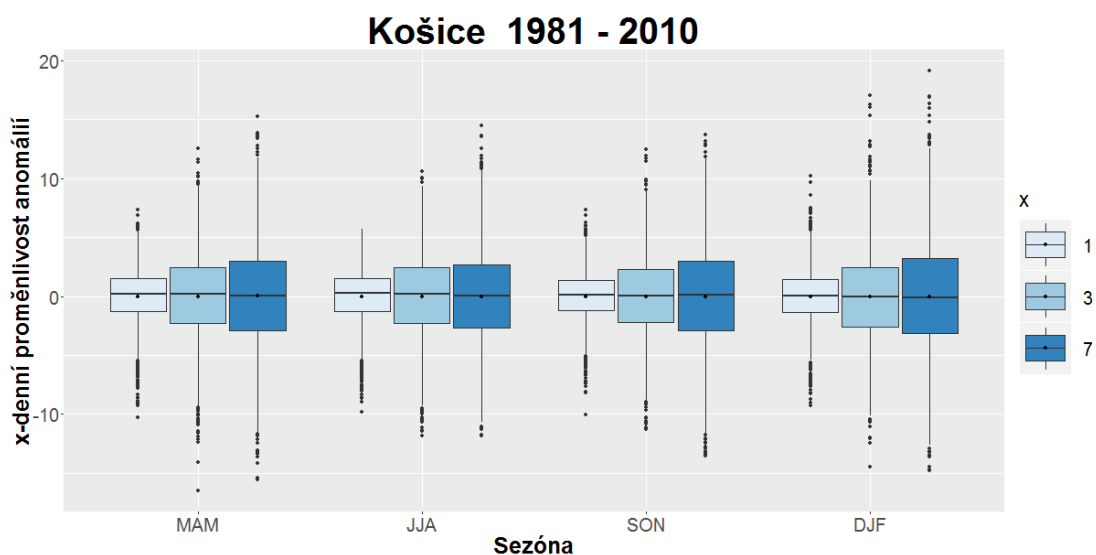
Obr. 5.4.1: Statistické rozdělení 1, 3 a 7 denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981-2010 na stanici Praha-Klementinum



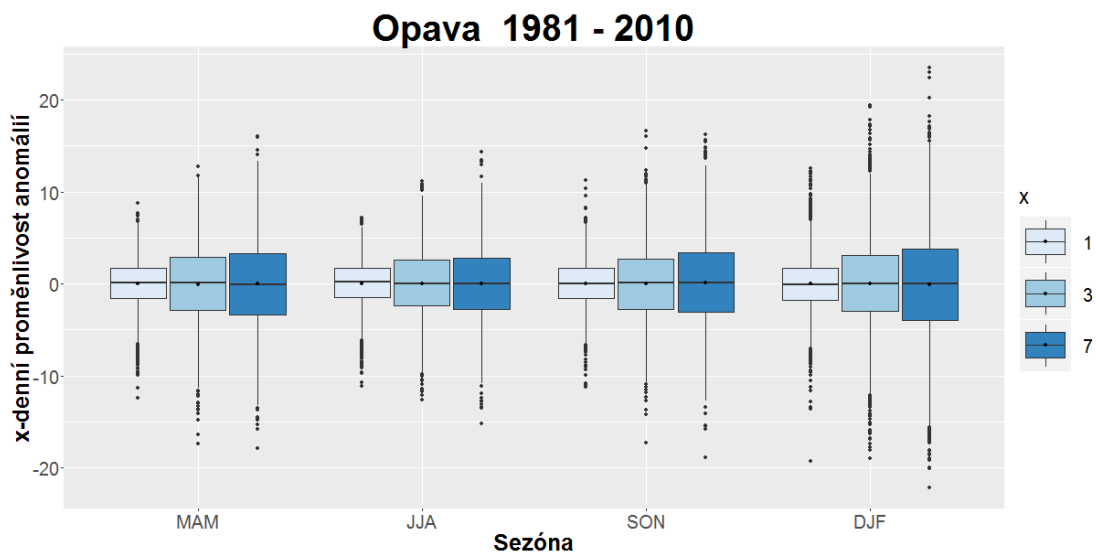
Obr. 5.4.2: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Brno



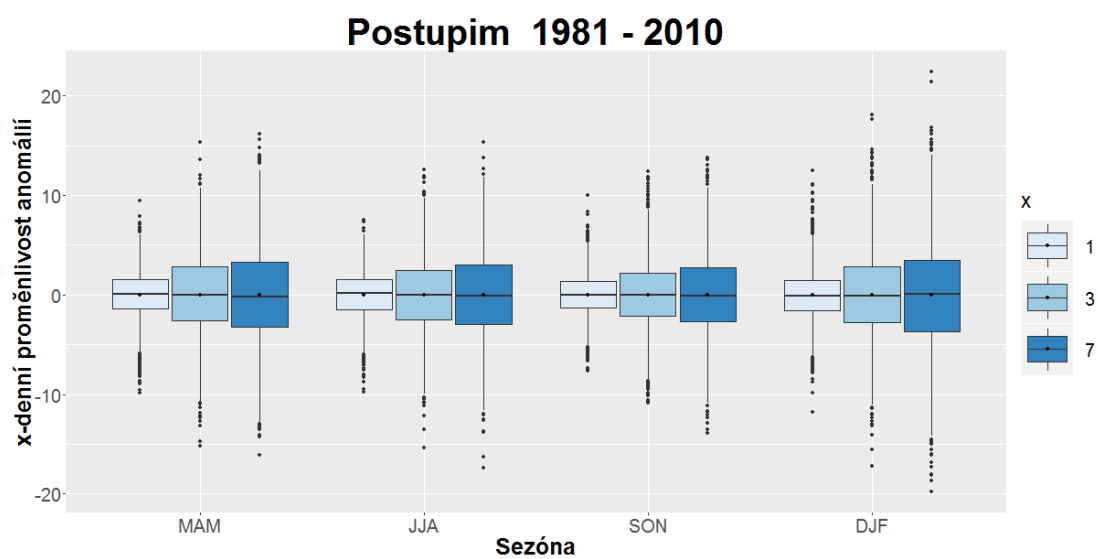
Obr. 5.4.3: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



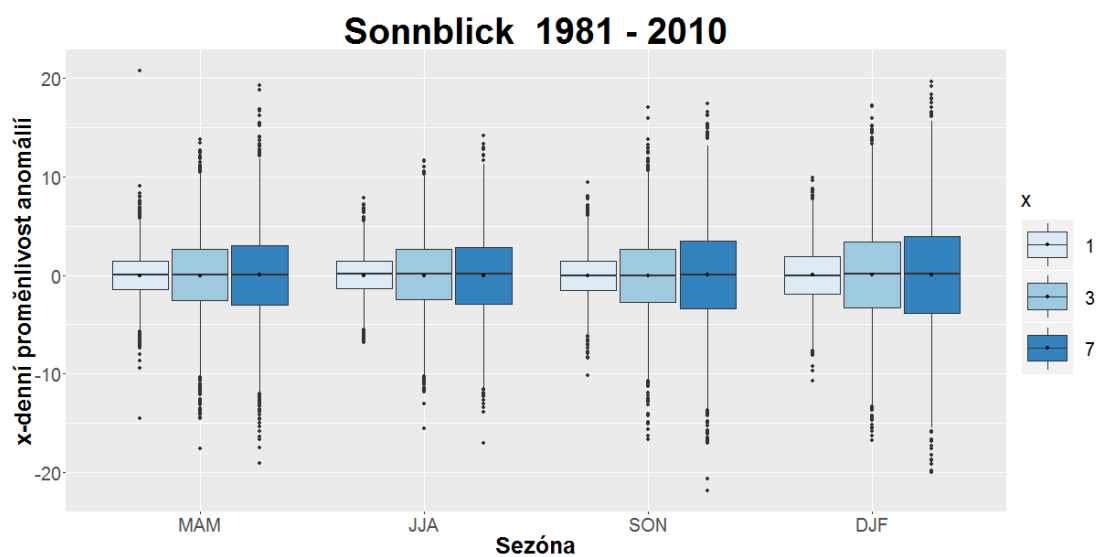
Obr. 5.4.4: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Košice



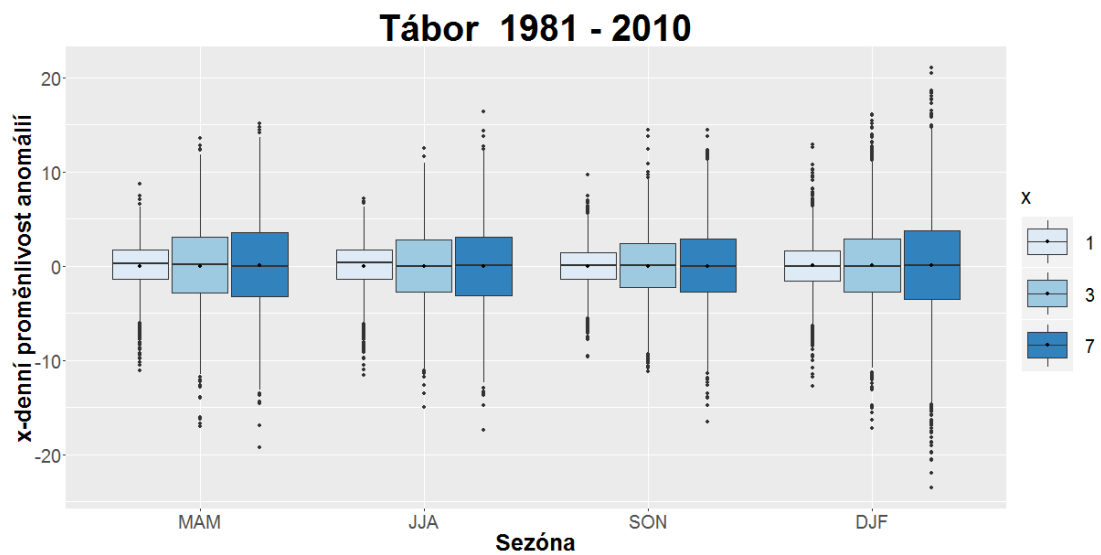
Obr. 5.4.5: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Opava



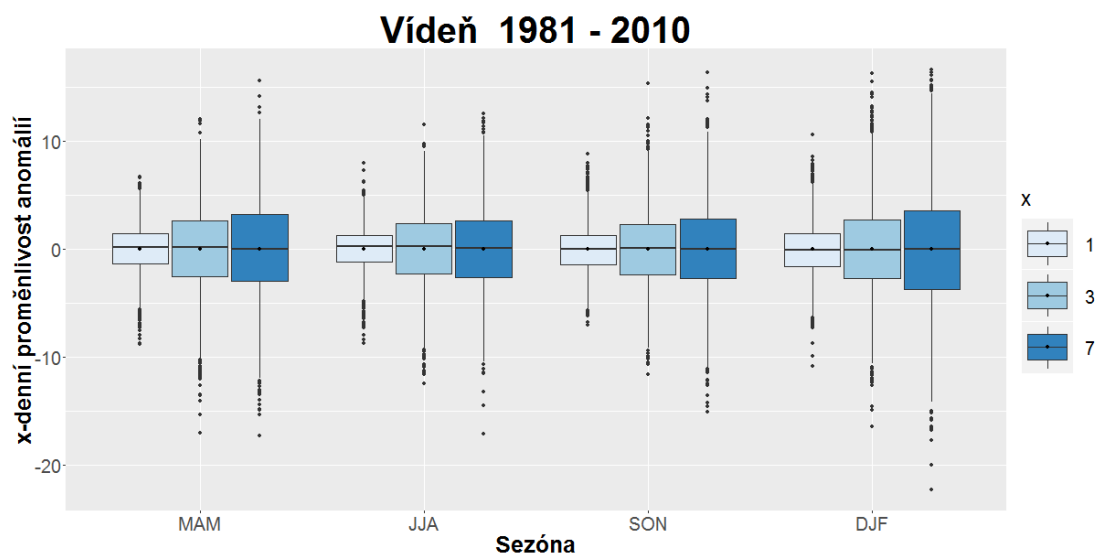
Obr. 5.4.6: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Postupim



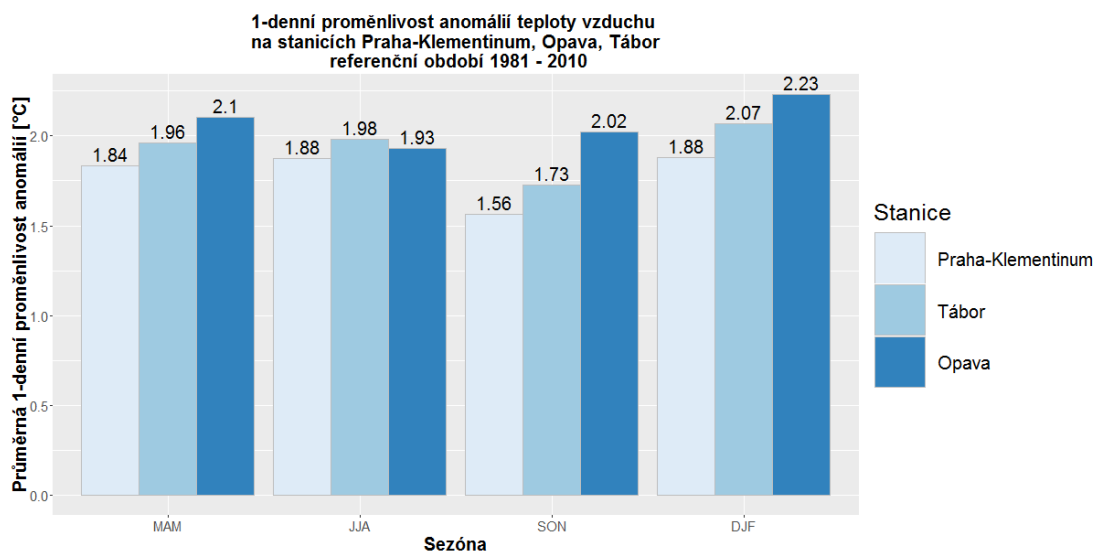
Obr. 5.4.7: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Sonnblick



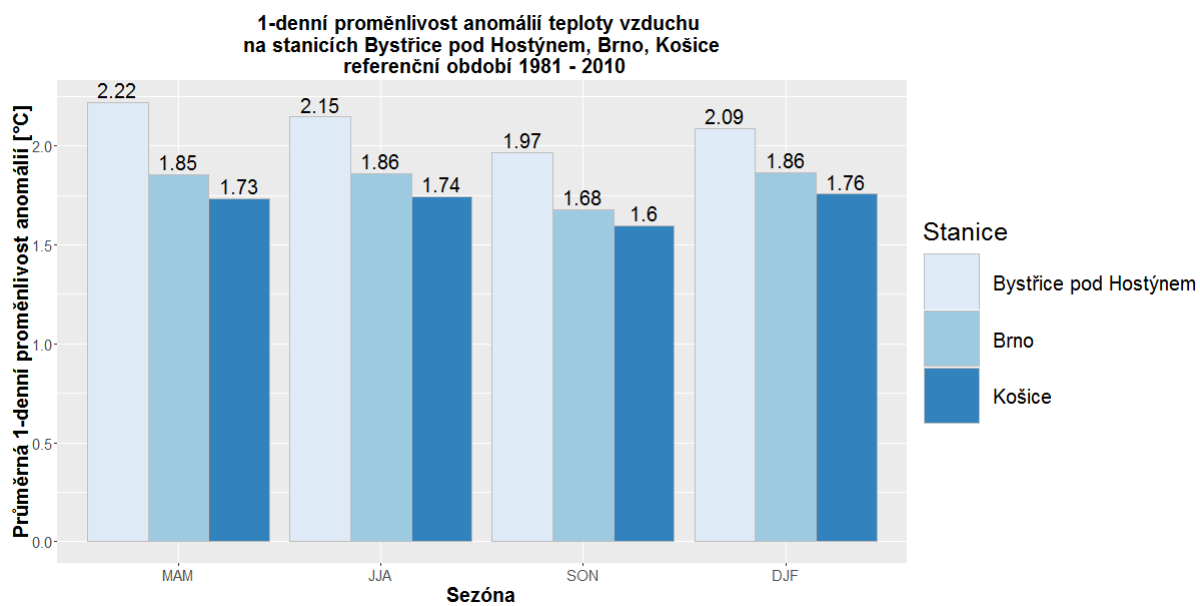
Obr. 5.4.8: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Tábor



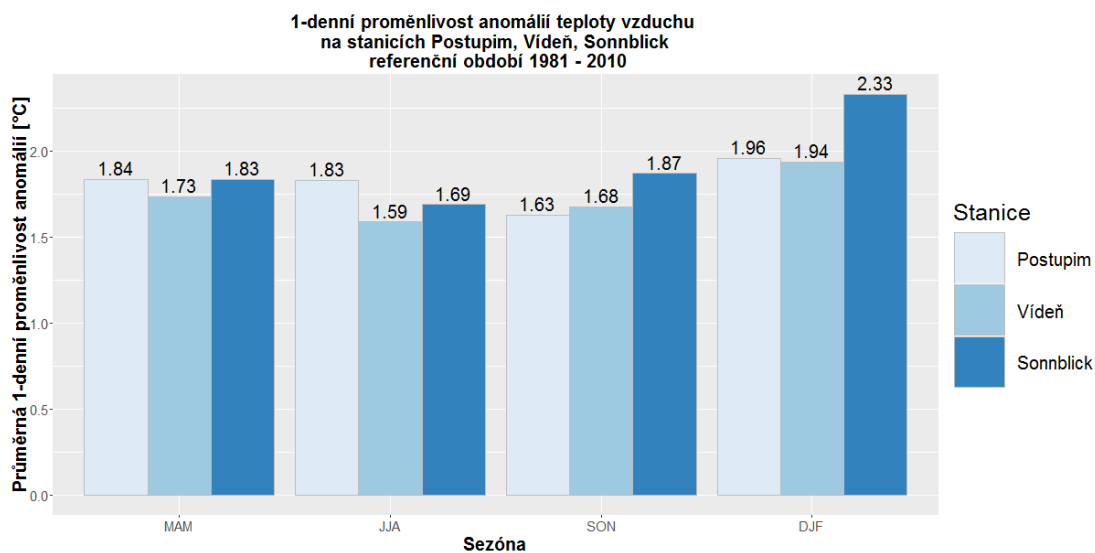
Obr. 5.4.9: Jako Obr. 5.4.1 ale pro stanici Viedeň



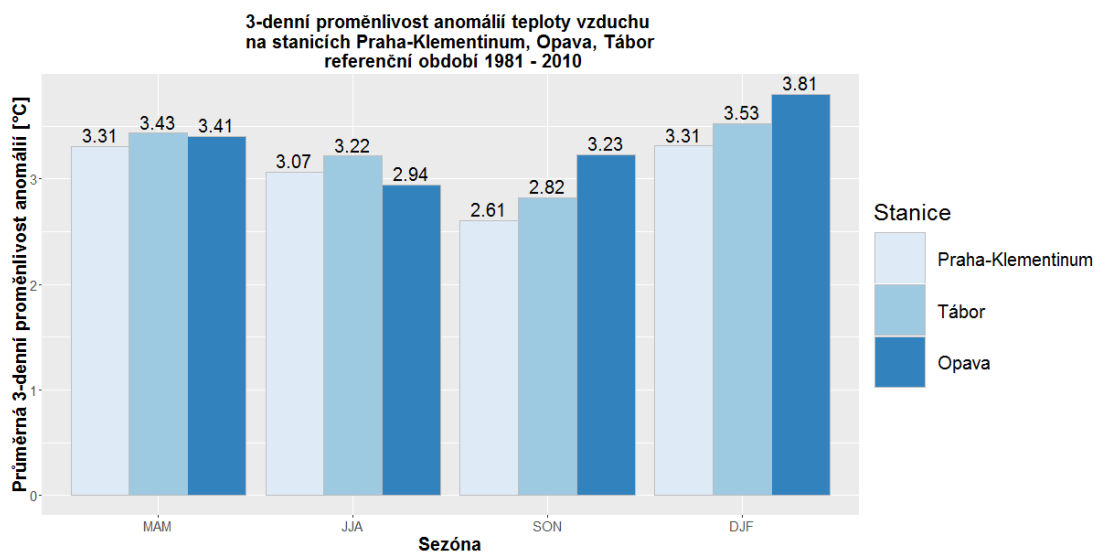
Obr. 5.4.10: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981 – 2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava



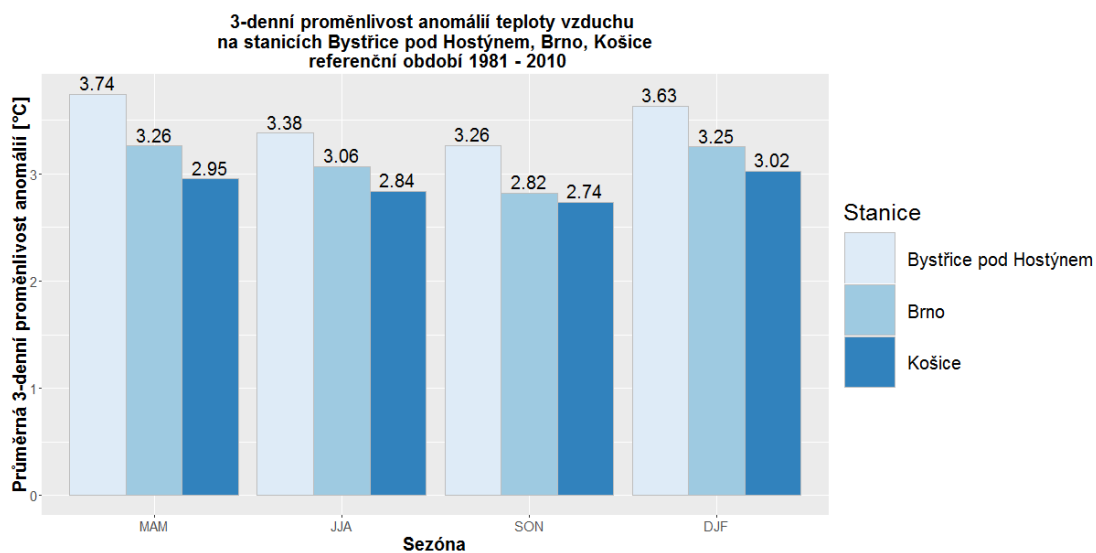
Obr. 5.4.11: Jako Obr. 5.4.10 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice



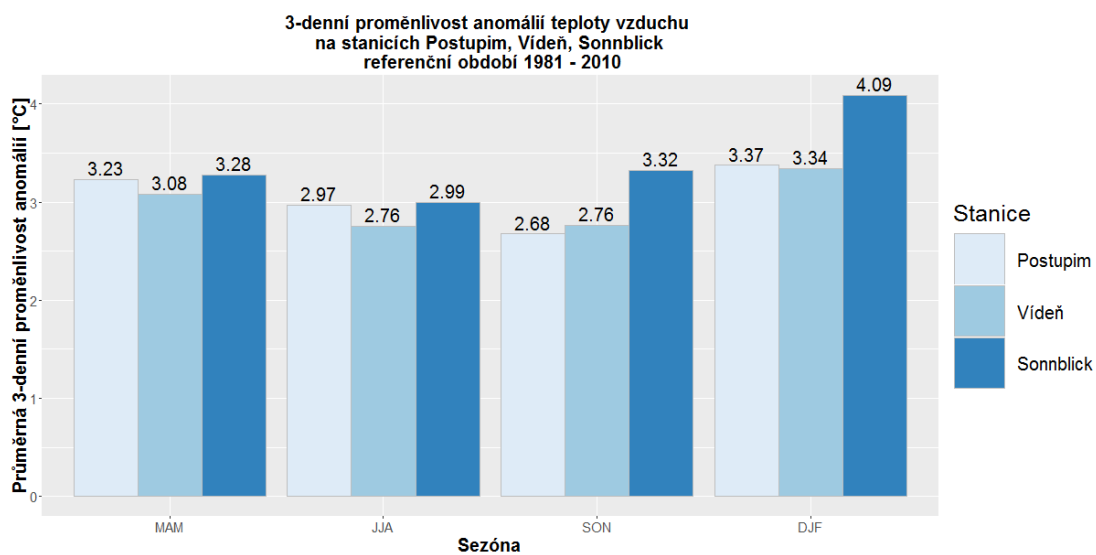
Obr. 5.4.12: Jako Obr. 5.4.10 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick



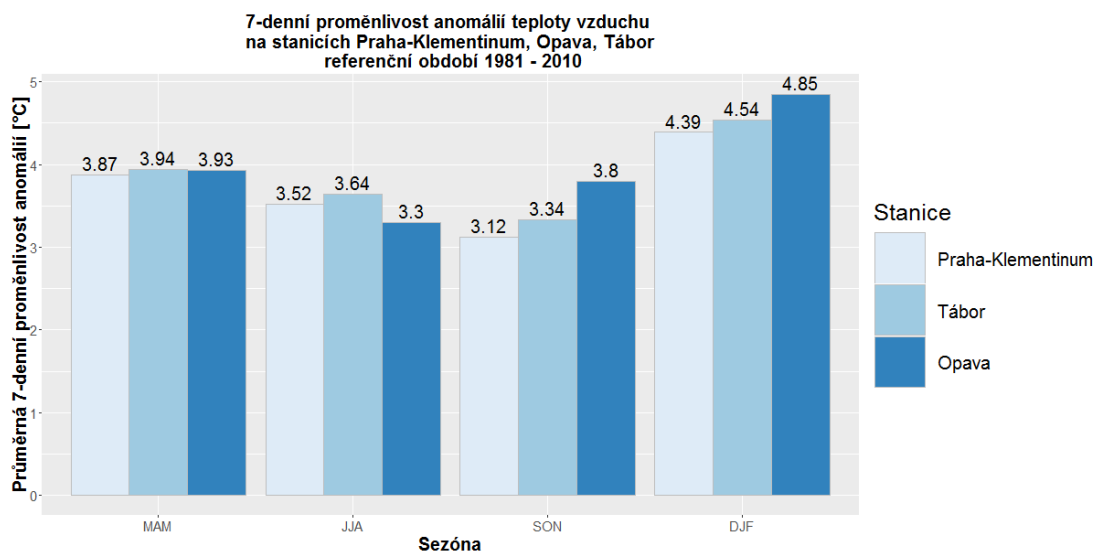
Obr. 5.4.13: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981 – 2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava



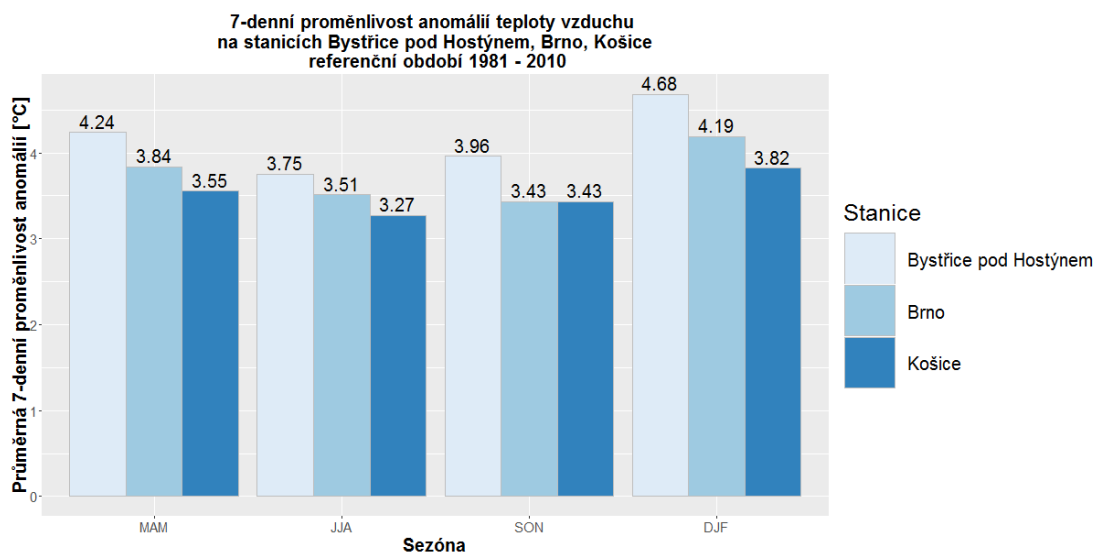
Obr. 5.4.14: Jako Obr. 5.4.13 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice



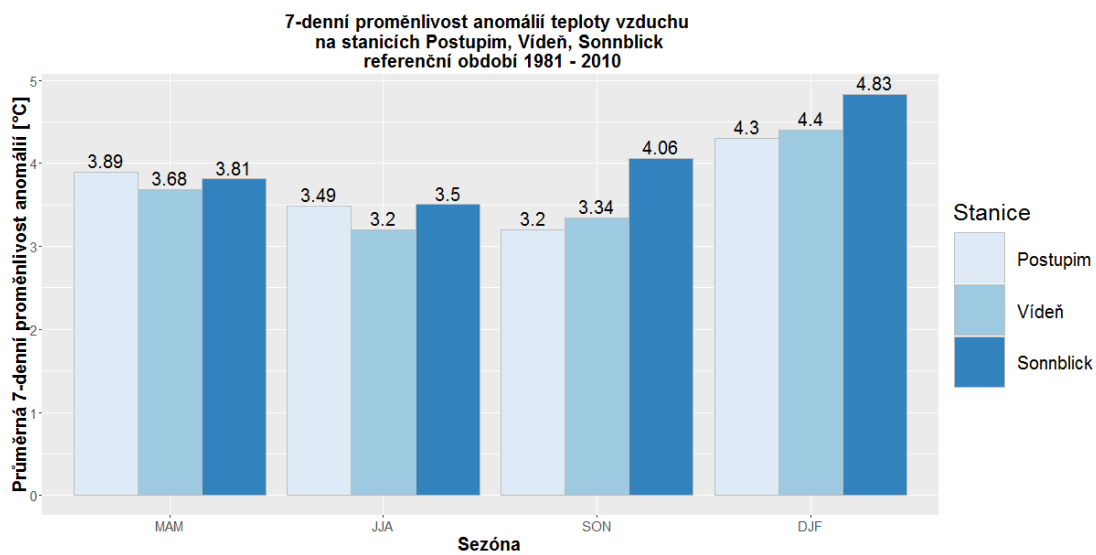
Obr. 5.4.15: Jako Obr. 5.4.13 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick



Obr. 5.4.16: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981–2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava



Obr. 5.4.17: Jako Obr. 5.4.16 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice



Obr. 5.4.18: Jako Obr. 5.4.16 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick

5.4.2 Proměnlivost anomálií období 1900-2015

Mezidenní proměnlivost

Ze statistického rozložení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum (Obr. 5.4.19) nelze vyčíst velké rozdíly mezi jednotlivými zkoumanými obdobími. V jarní sezóně hodnota mediánu postupně narůstá od 0,20 °C pro období 1901-1930 po 0,22 °C pro třicetiletí 1961-1990. V období 1991-2015 má medián hodnotu 0,3 °C. Pro všechna období se hodnota průměru pohybuje v blízkosti nuly. Z pohledu shody mediánu a průměru se dají data v jarní a letní sezóně považovat za asymetrická, medián je posunut směrem k hornímu kvartilu. Podobně je tomu i u letní sezóny, zde se hodnota mediánu postupně zvyšuje od 0,26 °C pro období 1901-1930 po 0,36 °C pro poslední zkoumané období. V podzimní sezóně se hodnoty mediánu a průměru pro všechna období téměř shodují. V zimě je opět vidět rozdíl mezi mediánem a průměrem, ale pro období 1901-1930, 1931-1960 a 1991-2015 je podobný, jeho hodnota je kolem 0,12 °C. V jarní sezóně lze pozorovat největší hodnotu IQR v období 1931-1960 a nejnižší v následujícím třicetiletí, 1961-1990. V posledním zkoumaném období došlo k mírnému nárůstu velikosti mezikvartilového rozpětí. Na podzim lze u pražské stanice pozorovat nejprve snížení velikosti IQR mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1961 a dále jeho postupné narůstání až k maximální hodnotě v období 1991-2015. Na podzim je viditelný pokles velikosti IQR v období 1931-1960 a také v posledním období, 1991-2015. V zimní sezóně je vidět nejprve nárůst velikosti mezikvartilového rozpětí v období 1931-1960, poté jeho pokles a v posledním období zaznamenáváme opět jeho mírný nárůst.

Největší hodnota mediánu v jarním období je u stanic Postupim (Obr. A.3.4), Opava (Obr. A.3.3), Tábor (Obr. A.3.6) a Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.3.2) v prvním zkoumaném třicetiletí. Na opavské stanici pak dochází k postupnému poklesu mediánu mezi jednotlivými analyzovanými obdobími. Na stanici Postupim je vidět větší snížení hodnoty mediánu v období 1931-1960, v dalším období má stejnou hodnotu a v období 1991-2015 je medián větší než v předchozím zkoumaném období. Na tábořské stanici dochází nejprve k poklesu mediánu v období 1931-1960 a poté k jeho postupnému nárůstu. Na boxplotech pro stanici Bystřice pod Hostýnem dochází nejprve k významnějšímu poklesu hodnoty mediánu, poté k jeho nárůstu a poté k mírnějšímu poklesu v posledním zkoumaném období.

Na brněnské (Obr. A.3.1) a vídeňské (Obr. A.3.7) stanici je hodnota mediánu v jarní sezóně nejvyšší v období 1961-1990, ale hodnoty mediánu jsou obecně v jednotlivých zkoumaných obdobích srovnatelné. Na stanici Sonnblick je hodnota mediánu blízka nule a příliš se mezi jednotlivými obdobími nemění.

V letní sezóně je u několika stanic (Bystřice pod Hostýnem, Praha-Klementinum, Tábor, Vídeň) pozorovatelný nárůst hodnoty mediánu v posledním zkoumaném období. Na stanicích Sonnblick a Postupim jsou změny hodnoty mediánu v jednotlivých obdobích nevýrazné. Na brněnské a opavské stanici je nejvyšší hodnota mediánu dosaženo v období 1961-1990, v dalším období došlo k jejímu poklesu. Na podzim a v zimě jsou změny mediánu v jednotlivých obdobích na všech stanicích nevýrazné.

Nárůst velikosti mezikvartilového rozpětí v období 1931–1960 v jarní sezóně je patrný u většiny ostatních stanic. Jen u stanic Sonnblick (Obr. A.3.5) a Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.3.2) došlo v tomto období v jarní sezóně ke zmenšení velikosti IQR oproti období 1901 – 1930. V třicetiletí 1961-1990 došlo v jarní sezóně u většiny stanic k poklesu velikosti IQR – liší se stanice Bystřice pod Hostýnem, Sonnblick a Vídeň, na kterých v tomto období došlo ke zvýšení velikosti mezikvartilového rozpětí. V posledním analyzovaném období často docházelo ke zvýšení hodnoty IQR a to u stanic Brno, Opava, Postupim, Praha a Tábor. Na ostatních stanicích došlo v tomto období ke snížení hodnoty IQR, změna ale není příliš výrazná.

Na většině stanic je pozorovatelné zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období v letní sezóně. K jeho zmenšení došlo jen na stanicích Opava a Sonnblick, změna je ale pouze o 0,01-0,03 °C. Na stanici Sonnblick je patrný postupný mírný pokles velikosti mezikvartilového rozpětí v letní sezóně. Na pražské, tábořské a bystřické stanici nejprve dochází k poklesu hodnoty IQR v období 1931-1960 a v dalších obdobích k jejímu postupnému narůstání. U stanice Opava je také znatelný pokles hodnoty IQR v období 1931-1960, dále dojde k jejímu nárůstu a v posledním zkoumaném období k nepatrnému poklesu. Na brněnské stanici jsou velikosti IQR pro období 1901-1930 a 1931-1960 srovnatelné a od dalšího třicetiletí dochází k narůstání velikosti mezikvartilového rozpětí. Z boxplotů pro letní sezónu na stanici Postupim je vidět postupný pokles velikosti IQR až do třicetiletí 1961-1990. Poté došlo v posledním zkoumaném období ke zvětšení mezikvartilového rozpětí. Na vídeňské stanici není

pozorovatelná významná změna ve velikostech mezikvartilového rozpětí v letní sezóně napříč analyzovanými obdobími.

Na stanicích Opava, Tábor a Vídeň lze pozorovat postupné narůstání velikosti mezikvartilového rozpětí v podzimní sezóně. Na brněnské stanici je to podobné, jen v posledním zkoumaném období dojde k zanedbatelnému poklesu hodnoty IQR. Větší zmenšení velikosti mezikvartilového rozpětí v podzimní sezóně v posledním zkoumaném období lze zaznamenat na stanicích Bystřice pod Hostýnem, Postupim, Praha a Sonnblick.

V zimní sezóně je největší velikost IQR zaznamenána u všech stanic v období 1931-1960. Na většině stanic pak také nalezneme zvětšení velikosti IQR v posledním zkoumaném období oproti třicetiletí 1961-1990. Jen na stanicích Brno a Tábor je hodnota IQR v období 1991-2015 o 0,06-0,1 °C nižší než v předchozím třicetiletí.

Pro stanici Košice jsou opět porovnávána jen třicetiletí 1951-1980 a 1981-2010. V jarní sezóně je znatelný pokles hodnoty mediánu mezi třicetiletími (viz Obr. 5.4.21). V letní sezóně došlo k mírnému zvětšení mediánu v posledním zkoumaném třicetiletí. V podzimní a zimní sezóně nejsou rozdíly mediánu mezi jednotlivými sezónami výrazné. Velikost mezikvartilového rozpětí je pro jarní a podzimní sezónu pro obě třicetiletí srovnatelná, k významnější změně nedošlo. V letní a zimní sezóně je na košické stanici pozorovatelný mírný nárůst velikosti IQR mezi analyzovanými obdobími.

Průměrná mezidenní proměnlivost v jarní sezóně na pražské stanici vykazuje nárůst v posledním zkoumaném období (viz Obr. 5.4.20). Podobně je tomu i na většině ostatních stanic, kde je pozorovatelné alespoň mírné zvýšení hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu (Obr. A.3.8-Obr. A.3.14). Na stanicích Vídeň (Obr. A.3.14) a Sonnblick (Obr. A.3.12) lze pozorovat zanedbatelný pokles hodnoty průměrné proměnlivosti v posledním zkoumaném období. Na stanici Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.3.9) je tento pokles výraznější. Na stanicích Vídeň a Sonnblick jsou ale změny průměrné mezidenní proměnlivosti mezi jednotlivými zkoumanými obdobími v jarní sezóně téměř nevýrazné.

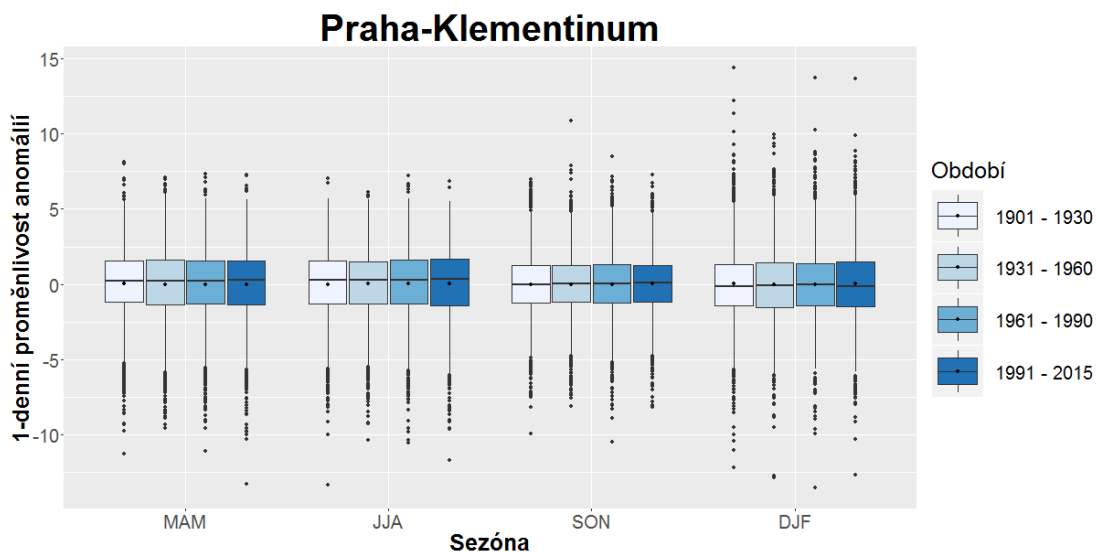
Na stanicích Brno, Opava, Postupim, Praha-Klementinum a Vídeň lze pozorovat mírné zvětšení hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti v období 1931-1960. Naopak u stanic Tábor, Bystřice pod Hostýnem a Sonnblick je v tomto období v jarní sezóně pozorován mírný pokles hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti.

V letní sezóně je vidět v grafu pro pražskou stanicí významný nárůst hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v posledním analyzovaném období. Podobná situace je zřetelná i u stanic Brno, Postupim a Tábor. Vývoj průměrné proměnlivosti v letní sezóně na stanicích Sonnblick, Opava a Vídeň není výrazný. V grafech průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanicích Bystřice pod Hostýnem a Tábor je výrazný pokles její hodnoty v letní sezóně v období 1931-1960. Na stanici Postupim je tento pokles posunut do období 1961-1990.

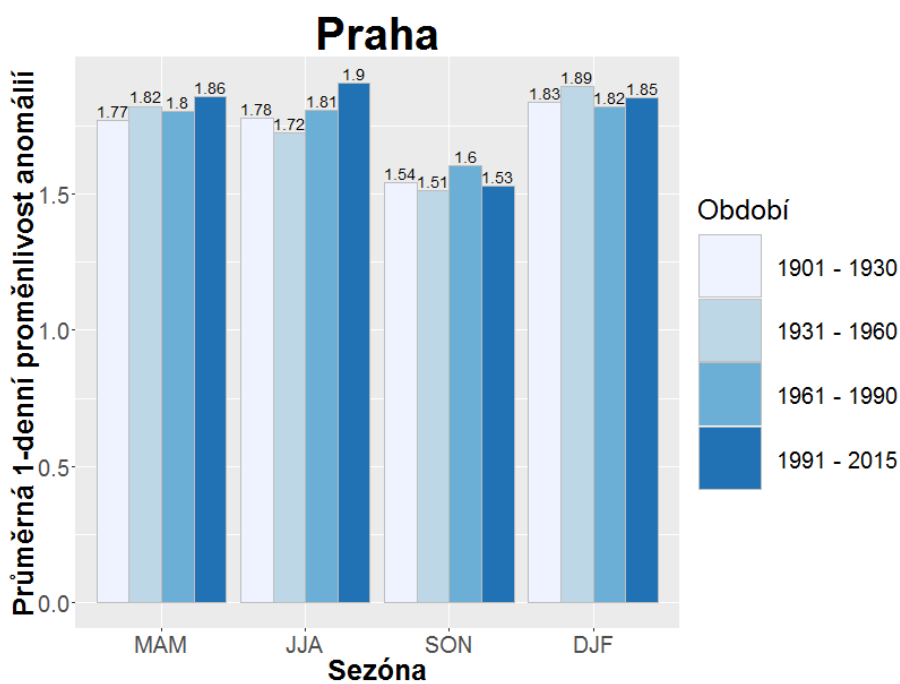
V grafu průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum je v podzimní sezóně výrazný nárůst její hodnoty v období 1961-1990 a pokles v následujícím zkoumaném období. Podobný vývoj průměrné mezidenní proměnlivosti registrujeme i u stanice Bystřice pod Hostýnem a Sonnblick. V grafech pro Brno, Opavu, Tábor a Vídeň dochází k mírnému nárůstu hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti mezi zkoumanými obdobími. Změny mezi obdobími jsou však často zanedbatelné.

Na většině zkoumaných stanic lze v zimní sezóně pozorovat maximální hodnotu průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v období 1931-1960. Další nárůst se objevuje i v posledním zkoumaném období. Na stanici Vídeň je maximální hodnota posunuta do období 1961-1990.

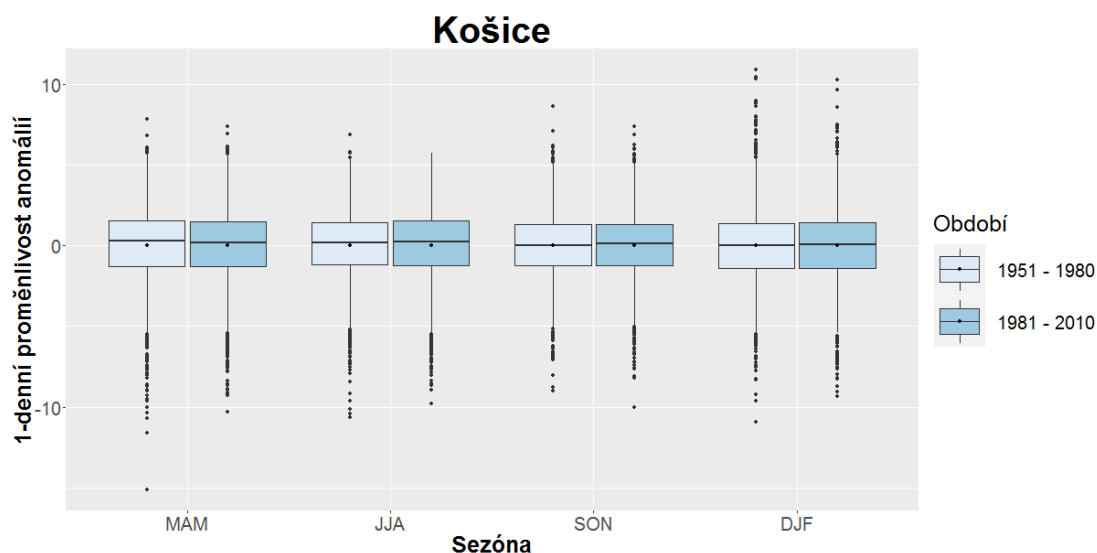
Průměrná mezidenní proměnlivost na stanici Košice je v jarní sezóně menší pro období 1981-2010 než v období 1951-198 (Obr. 5.4.22). V letní sezóně došlo naopak k nárůstu hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu mezi zkoumanými obdobími. V podzimní a zimní sezóně jsou změny průměrné mezidenní proměnlivosti na stanici Košice nevýrazné.



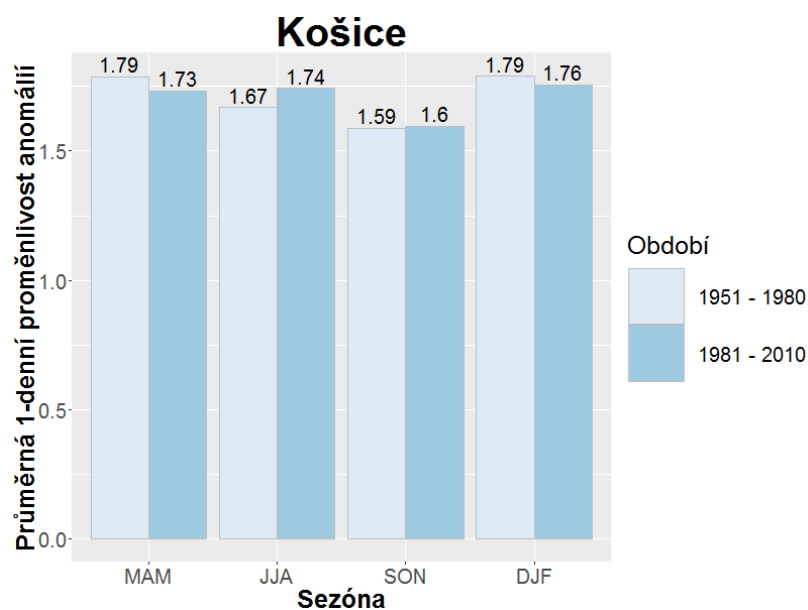
Obr. 5.4.19: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.20: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.21: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice



Obr. 5.4.22: Průměrná mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice

U většiny zkoumaných stanic je viditelný vývoj velikosti mezikvartilového rozpětí v jarní sezóně podobný – mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960 dochází k nárůstu hodnoty IQR, v dalším období k jejímu poklesu a v posledním analyzovaném období k jejímu opětovnému nárůstu.

V letní sezóně lze pozorovat u většiny stanic zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období. Několikrát je také zaznamenán pokles hodnoty IQR mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960.

V podzimní sezóně je v několika případech vidět postupný pokles velikosti mezikvartilového rozpětí mezi obdobími. Hodnoty IQR se v podzimním období ale nemění příliš významně.

Na většině stanic můžeme v zimním období vidět podobný vývoj mezikvartilového rozpětí jako u jarní sezóny. I zde platí, že často dochází ke zvětšení IQR v posledním zkoumaném období.

V projektech popsanych v kapitole 4 bylo zjištěno, že hodnoty mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu se jsou nejmenší na podzim. Takový závěr se dá učinit i o našich výsledcích – hodnoty mezikvartilového rozpětí pro podzimní sezónu jsou skutečně nejnižší.

V projektu popsaném v kapitole 4.2 byly analyzováno několik stejných klimatologických stanic jako v této práci. V projektu byl zjištěn určitý systematický posun ve zvyšování mezidenní proměnlivosti teploty vzduchu v posledním třicetiletí. V projektu byla však analyzována jen období 1951-1980 a 1981-2010.

Z naší analýzy je také často viditelné zvyšování mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v posledním zkoumaném období 1991-2010 nebo 1991-2015.

Mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v období 1880-1998 byla analyzována v (Moberg, a další, 2000). Zde byla věnována pozornost proměnlivosti anomálií teplot z měření několika evropských stanicích, z nichž však žádná neleží v naší studované oblasti. Z výsledků (Moberg, a další, 2000) vyplývá, že na jihozápadě Evropy byl detekován nárůst proměnlivosti a na severu naopak pokles.

3denní proměnlivost

V statistickém rozložení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum lze v jarní sezóně pozorovat kladný medián ve všech zkoumaných obdobích (viz Obr. 5.4.23). Největší hodnoty mediánu je dosahováno v období 1961-1990. Stejný vývoj hodnoty mediánu v jednotlivých zkoumaných obdobích lze nalézt i u stanic Brno (Obr. A.4.1), Tábor (Obr. A.4.6) a Vídeň

(Obr. A.4.7). Medián statistického rozložení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu je pro jarní sezónu na stanici Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.4.2) nejvyšší v období 1901-1930 a na opavské stanici (Obr. A.4.3) v období 1931-1960.

Na stanici Postupim se hodnota mediánu pohybuje u všech analyzovaných období v jarní sezóně v blízkosti nuly (Obr. A.4.4). U stanice Sonnblick je hodnota mediánu kladná jen v období 1901-1930 a 1961-1990 (Obr. A.4.5). U všech zkoumaných stanic je v jarní sezóně zaznamenáno zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období. U brněnské stanice dochází mezi obdobími k postupnému zvětšování hodnoty IQR. U stanic Opava, Postupim Praha-Klementinum, Sonnblick, Tábor a Vídeň lze pozorovat pokles hodnoty IQR v období 1961-1990. Na stanici Bystřice pod Hostýnem je nejnižší hodnota IQR v třicetiletí 1931-1960. U většiny stanic lze nalézt nárůst velikosti IQR mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960.

V letní sezóně lze u všech stanic nalézt kladnou hodnotu mediánu v rozmezí od 0,1 do 0,27 °C. Na většině stanic je nejvyšší hodnota mediánu v období 1931-1960. Stanice v Postupimi vykazuje hodnotu mediánu větší než 0,1 °C jen v třicetiletích 1901-1930 a 1961-1990. U stanice Sonnblick je hodnota mediánu v období 1901-1930 přibližně nulová. I v letní sezóně je velikost mezikvartilového rozpětí u většiny stanic v posledním zkoumaném období vyšší než v 1961-1990. Výjimkou jsou stanice Bystřice pod Hostýnem, Sonnblick a Vídeň, u kterých však došlo jen k zanedbatelnému snížení hodnoty IQR. Dále došlo k zmenšení velikosti IQR v posledním zkoumaném období na stanici Opava, zde už rozdíl dosahuje více než 0,3 °C.

V statistickém rozložení 3denní proměnlivosti anomálií průměrné teploty vzduchu na stanici Praha-Klementinum je medián v podzimní sezóně posunut k hodnotě kolem 0,14 °C jen v období 1901-1930 a 1961-1990. U brněnské stanice je posun mediánu vůči průměru pozorovatelný jen v období 1961-1990. U opavské, tábořské a vídeňské stanice je hodnota mediánu kolem 0,17 °C v posledním zkoumaném období. V ostatních obdobích je medián téměř nulový. U stanice Bystřice pod Hostýnem lze pozorovat posun mediánu vůči průměru v období 1901-1930 k hodnotě 0,18 °C, v období 1961-1990 má medián zápornou hodnotu, -0,11 °C a v posledním zkoumaném období 1991-2015 je medián opět kladný, 0,12 °C. Také u stanice Sonnblick je pozorovatelný záporný medián, tentokrát v období 1991-2015. U většiny analyzovaných stanic dochází v podzimní sezóně k postupnému mírnému nárůstu mezikvartilového rozpětí, u některých stanic

(Postupim, Praha) jsou rozdíly mezi obdobími zanedbatelné. Pouze u stanice Sonnblick došlo v posledním zkoumaném období k poklesu hodnoty IQR a to o přibližně 0,4 °C.

V zimní sezóně lze u několika stanic nalézt zápornou hodnotu mediánu, převážně v období 1931-1960 a 1961-1990. U některých stanic (Brno, Bystřice pod Hostýnem, Opava, Postupim a Sonnblick) nalezneme zvýšení velikosti mezikvartilového rozpětí v zimní sezóně v období 1931-1960, v následujícím třicetiletí dojde k poklesu hodnoty IQR a v posledním zkoumaném období opět k jeho nárůstu. U zbylých stanic (Praha-Klementinum, Tábor a Vídeň) je vývoj velikosti IQR opačný.

Ve statistickém rozložení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na stanici Košice (Obr. 5.4.25) je vidět větší rozdíl mezi velikostmi IQR v jednotlivých zkoumaných obdobích hlavně v jarní sezóně. Zde lze pozorovat zmenšení mezikvartilového rozpětí v posledním třicetiletí. V zimní sezóně došlo naopak ke zvýšení hodnoty IQR v období 1981-2010. Hodnota mediánu je vyšší pro období 1951-1980 v jarní a letní sezóně. V ostatních sezónách nejsou změny mezikvartilového rozpětí významné.

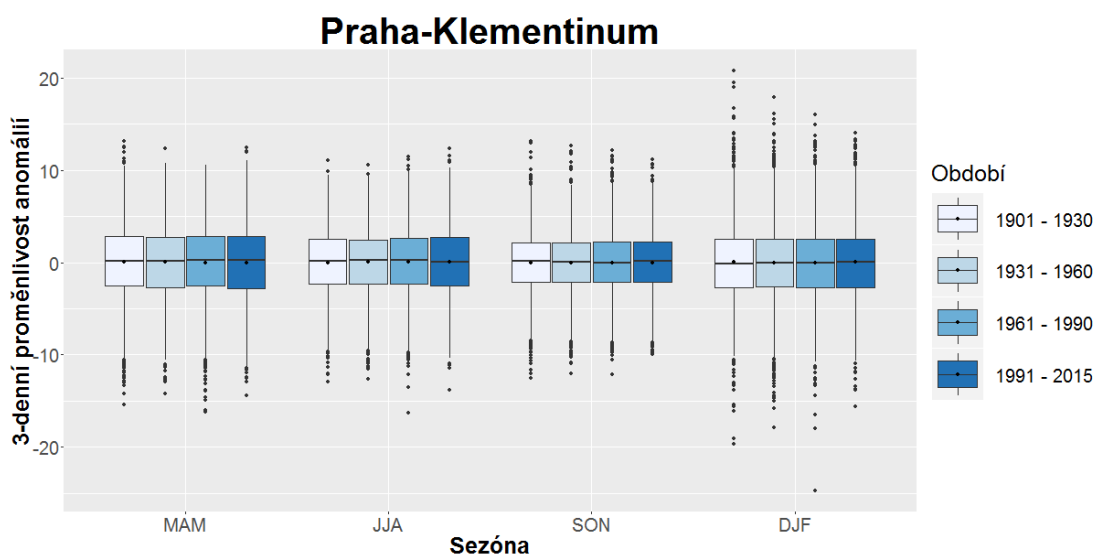
Ve vývoji průměrné 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu je v jarní sezóně u většiny stanic viditelný pokles její hodnoty v období 1961-1990 a následný nárůst (Obr. 5.4.24 a Obr. A.4.8-Obr. A.4.14). U brněnské stanice dochází k postupnému nárůstu průměrné 3denní proměnlivosti napříč všemi analyzovanými obdobími. Na stanici Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.4.9) je pokles hodnoty průměrné 3denní proměnlivosti v období 1931-1960, následuje její nárůst a poté další pokles v období 1991-2015. Změny průměrné proměnlivosti mezi obdobími jsou v jarní sezóně na stanicích Opava (Obr. A.4.10) a Vídeň (Obr. A.4.14) jen málo výrazné.

V letní sezóně je na pražské (Obr. 5.4.24), brněnské a táborské (Obr. A.4.13) stanici významný nárůst průměrné 3denní proměnlivosti v posledních dvou analyzovaných obdobích. Na stanici Opava sice také dochází v období 1961-1990 k velkému nárůstu hodnoty průměrné proměnlivosti, v dalším období ho následuje mírný pokles. Na stanici Bystřice pod Hostýnem lze pozorovat výrazný pokles hodnoty průměrné 3denní proměnlivosti v období 1931-1960. Na zbylých stanicích je vývoj průměrné 3denní proměnlivosti nevýrazný.

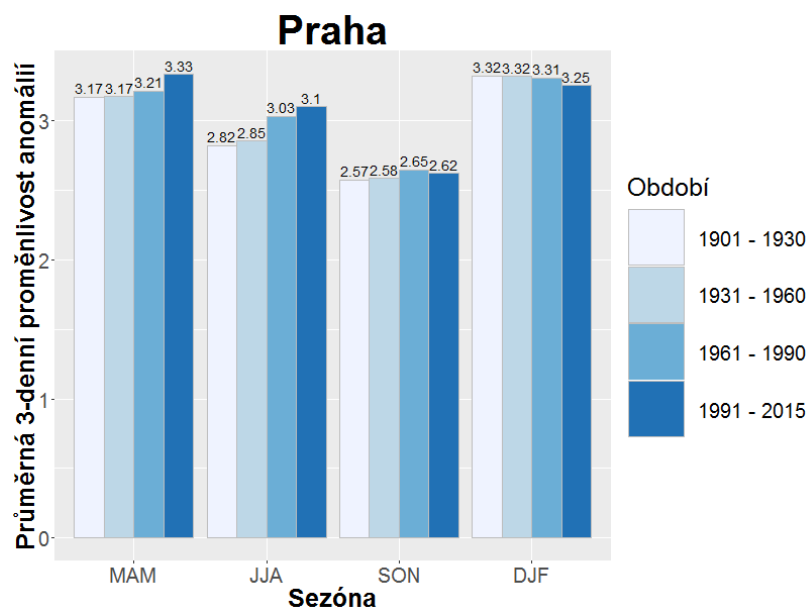
V podzimní sezóně je vidět často nevýrazný vývoj průměrné 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu. Na stanicích Brno, Opava, Tábor a Vídeň lze pozorovat postupný nárůst hodnot průměrné proměnlivosti.

V zimní sezóně lze u několika stanic (Bystřice pod Hostýnem, Postupim, Opava a Sonnblick) pozorovat nejvyšší hodnotu průměrné 3denní proměnlivosti v období 1931-1960. Na ostatních stanicích jsou změny průměrné proměnlivosti malé. Na stanicích Bystřice pod Hostýnem, Opava a Sonnblick je vidět zvýšení průměrné 3denní proměnlivosti v posledním zkoumaném období.

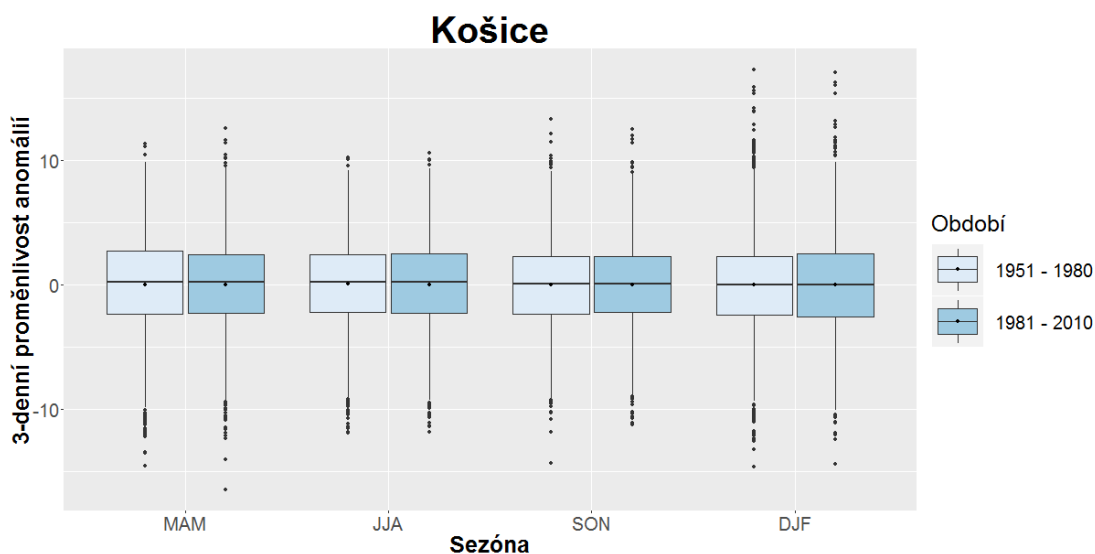
Výraznější rozdíly v průměrné 3denní proměnlivosti anomálií průměrné teploty vzduchu na stanici Košice nalezneme jen v jarní a letní sezóně (viz Obr. 5.4.26). Na jaře je vidět snížení hodnoty průměrné 3denní proměnlivosti v posledním třicetiletí, v létě naopak její zvýšení.



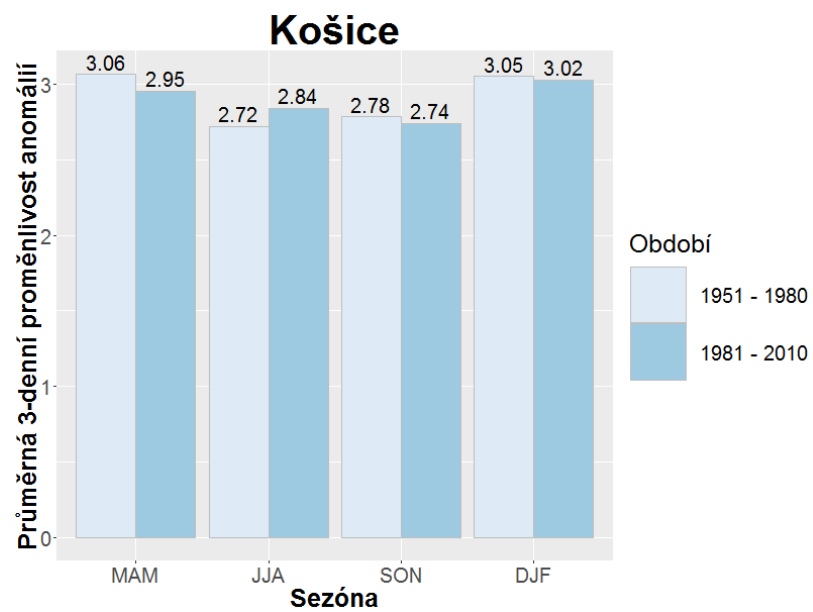
Obr. 5.4.23: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.24: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.25: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice



Obr. 5.4.26: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice

7denní proměnlivost

V grafech statistického rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu (Obr. 5.4.27, Obr. A.5.1-Obr. A.5.7) je v jarní sezóně u většiny stanic viditelný nárůst velikosti mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období. U stanic Brno (Obr. A.5.1), Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.5.2) a Vídeň došlo v tomto období k poklesu hodnoty IQR. Mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960 dochází ke zmenšení velikosti mezikvartilového rozpětí. U několika stanic lze v jarní sezóně pozorovat výrazný pokles velikosti IQR v třicetiletí 1961-1990.

V letní sezóně je u většiny stanic vidět pokles mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období. Jen u stanice Brno lze pozorovat jeho výraznější nárůst v tomto období. U některých stanic je největší velikost IQR dosažena v období 1961-1990. Mezi obdobími 1931-1960 a 1961-1990 většinou dochází ke zvětšování mezikvartilového rozpětí.

Na podzim vidíme zvětšování mezikvartilového rozpětí v posledním analyzovaném období u většiny stanic, výjimkou jsou stanice Postupim (Obr. A.5.4) a Sonnblick (Obr. A.5.5). Ve vývoji velikosti IQR je často vidět nejprve nárůst mezi obdobími 1901-1930 a 1931-1960, poté její pokles v období 1961-1990 a následný nárůst v posledním zkoumaném období.

I v zimní sezóně je často zaznamenáno zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období. Na stanici Opava (Obr. A.5.3) dochází v zimě k postupnému nárůstu hodnoty IQR mezi jednotlivými zkoumanými obdobími. Vývoj velikosti mezikvartilového rozpětí bývá podobný jako v předchozí sezóně – nárůst velikosti mezi prvním a druhým zkoumaným třicetiletím, jeho následný pokles a opětovný nárůst. U stanice Tábor (Obr. A.5.6) je vývoj odlišný – nejprve dochází k poklesu velikosti IQR a v období 1961-1990 a 1991-2015 k jejímu postupnému narůstání.

V grafu statistického rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií průměrné teploty vzduchu pro stanici Košice (Obr. 5.4.29) je výraznější snižování velikosti mezikvartilového rozpětí patrné v jarní a letní sezóně.

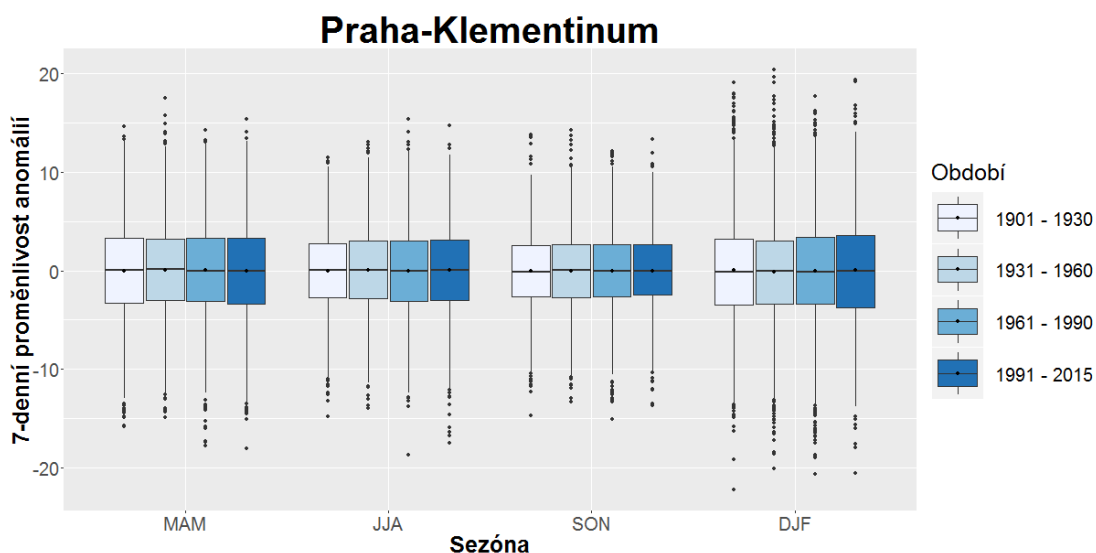
V grafech průměrné 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu (Obr. 5.4.28, Obr. A.5.8-Obr. A.5.14) je u několika stanic vidět v jarní sezóně nárůst průměrné proměnlivosti v posledním zkoumaném období. U vídeňské stanice je vývoj mezi jednotlivými obdobími průměrné proměnlivosti na jaře nevýrazný

(Obr. A.5.14). Na stanici Brno (Obr. A.5.8) a Bystřice pod Hostýnem (Obr. A.5.9) dochází mezi třicetiletími 1901-1930 a 1931-1960 v poklesu hodnoty průměrné proměnlivosti, v následujícím třicetiletí k jejímu nárůstu a v posledním zkoumaném období zaznamenáváme další pokles. U opavské stanic (Obr. A.5.10) lze pozorovat v jarní sezóně postupné mírné klesání průměrné 7denní proměnlivosti napříč všemi analyzovanými obdobími. U stanice Sonnblick je na jaře dosaženo nejvyšší hodnoty průměrné 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v období 1931-1960.

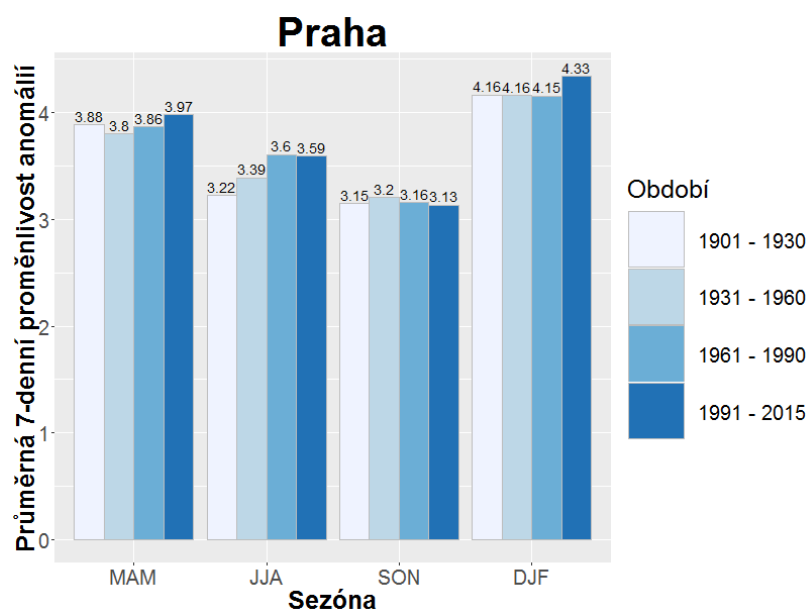
V letní sezóně je na brněnské stanici viditelný výrazný postupný nárůst hodnoty průměrné 7denní proměnlivosti anomálií. Podobně je tomu na táborské stanici (Obr. A.5.13), zde je nárůst v prvních dvou zkoumaných třicetiletích jen mírný a mezi obdobími 1961-1990 a 1991-2015 je výraznější. Na pražské stanici (Obr. 5.4.28) je vidět také postupný nárůst průměrné proměnlivosti, mezi obdobími 1961-1990 a 1991-2015 dochází k jeho zanedbatelnému poklesu. Na stanicích Bystřice pod Hostýnem, Opava a Vídeň je nejvyšší hodnoty průměrné 7denní proměnlivosti anomálií dosaženo v období 1961-1990. Na stanici Sonnblick nalezneme maximum v období 1931-1960.

V zimní sezóně lze na většině stanic nalézt zvýšení průměrné 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v posledním zkoumaném období. Jen na stanici Praha-Klementinum došlo k jejímu mírnému poklesu a vývoj průměrné 7denní proměnlivosti na táborské stanici je zanedbatelný. Často se také vyskytuje velmi vysoká hodnota průměrné proměnlivosti v období 1931-1960.

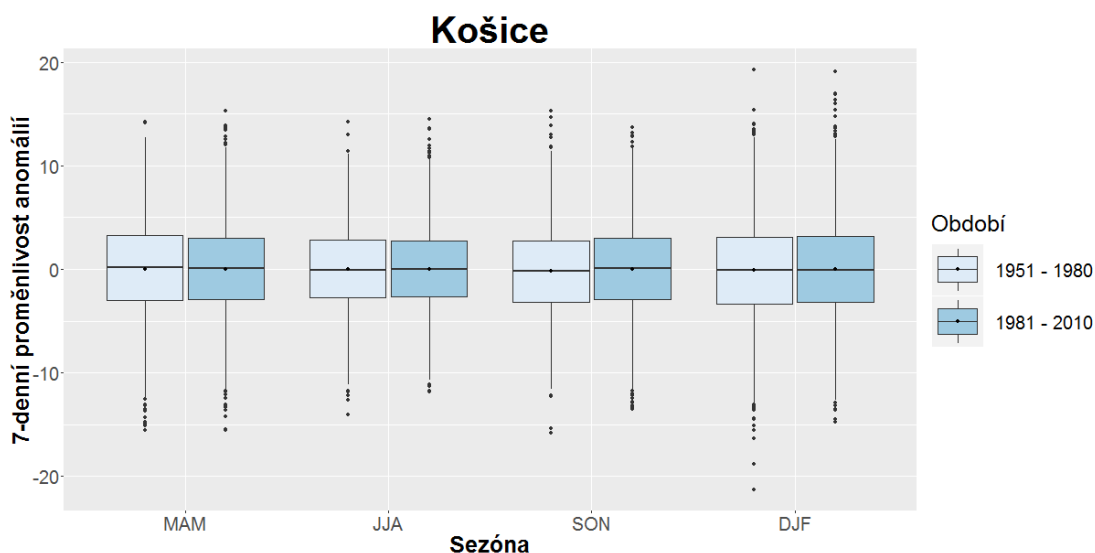
V grafu průměrné 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu na košické stanici (Obr. 5.4.30) lze ve všech sezónách nalézt mírné snížení hodnoty průměrné proměnlivosti mezi obdobími 1951-1980 a 1981-2010.



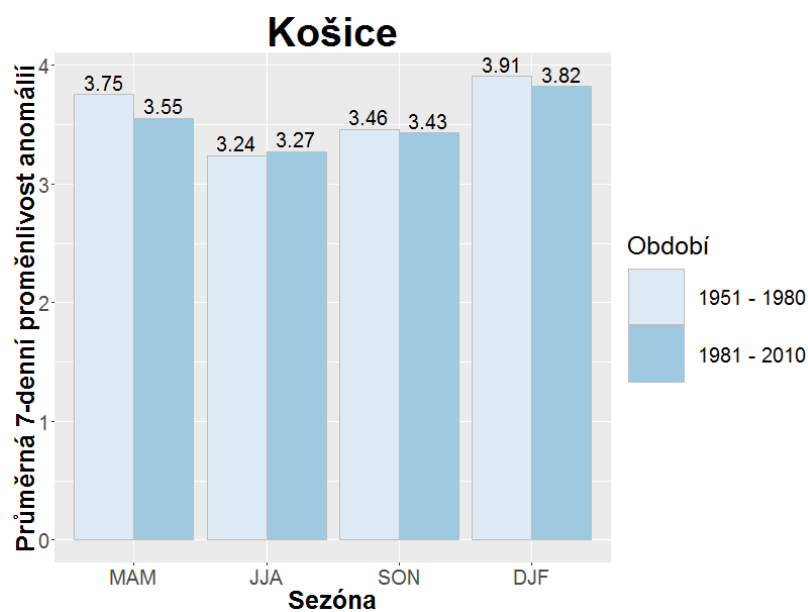
Obr. 5.4.27: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.28: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum



Obr. 5.4.29: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice



Obr. 5.4.30: Průměrná 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice

Výsledky analýzy vícedenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu odpovídají závěrům z projektu popsaného v kapitole 4.3. V posledním analyzovaném období dochází ke zvyšování 3denní a 7denní proměnlivosti teploty vzduchu. Z projektů také vyplývá, že vysokých hodnot mezidenní a vícedenní proměnlivosti je dosahováno na severu Čech a také na jihovýchodně. Jihovýchodní oblast v naší práci

reprezentuje stanice Bystřice pod Hostýnem, kde jsou celkově hodnoty proměnlivosti nejvyšší.

Sever analyzované oblasti je reprezentován stanicí Opava, jih představuje vídeňská stanice. V referenčním období lze pozorovat, že průměrná mezidenní i vícedenní proměnlivost dosahuje vyšších hodnot pro opavskou stanici. Naopak na vídeňské stanici jsou často detekována minima průměrné mezidenní a vícedenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu mezi zkoumanými stanicemi. Velikost mezikvartilového rozpětí také často dosahuje vyšších hodnot právě na severní stanici. Vývoj velikosti IQR mezidenní proměnlivosti je na opavské a vídeňské stanici podobný hlavně v zimě. Na jaře a na podzim je však její vývoj naprosto opačný. Zatímco na jižní, vídeňské, stanici dochází v posledním zkoumaném období ke zvýšení velikosti IQR na jaře a k jejímu snížení na podzim, na opavské stanici je to naopak. Změny průměrné mezidenní proměnlivosti mezi jednotlivými analyzovanými obdobími jsou na obou stanicích málo výrazné. Vývoj velikosti mezikvartilového rozpětí 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu mezi jednotlivými obdobími jsou srovnatelné. Vývoj velikosti IQR 7denní proměnlivosti je podobný pro obě stanice v létě a na podzim. Na jaře uvidíme u severní, opavské, stanice zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období a v zimě zmenšení. Na stanici reprezentující jih oblasti je vývoj přesně opačný. Rozdíl mezi východem a západem analyzované oblasti reprezentují stanice Košice a Postupim. Hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v referenčním období 1981-2010 jsou vždy větší pro stanici Postupim. U vícedenní proměnlivosti to platí pro všechny sezóny kromě podzimu.

Závěr

V práci byla analyzována mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií průměrné teploty vzduchu v období 1900-2015. Pro práci byla použita data měření teploty vzduchu z celkem 10 klimatologických stanic. Aby bylo možné zkoumat dostatečně dlouhou časovou řadu i pro stanici na jižní Moravě, bylo třeba napojit měření ze stanic Brno-Pisárky a Brno-Tuřany. Ačkoliv byla jedna stanice umístěna přímo ve městě a druhá je od ní vzdálená několik kilometrů a za městem, z analýzy vyplývá, že napojení řad nemělo na výsledky přílišný vliv. Kolem doby napojení nebyly detekovány žádné významné změny v anomáliích teploty vzduchu ani v jejich proměnlivostech, které by neodpovídaly změnám na ostatních stanicích.

Pro shlazení průměrného ročního chodu průměrné teploty vzduchu byla použita metoda RLWR. Její aplikace mohla mít vliv na výsledky zejména v zimní sezóně, kdy v první polovině ledna a v druhé polovině prosince bylo pro výpočet použito méně hodnot.

Nejprve bylo zkoumáno statistické rozložení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých obdobích. V jarní a letní sezóně bylo na všech stanicích vidět zvýšení anomálií v posledním zkoumaném období 1991-2015.

Pro podzimní sezónu byla data pro jednotlivá období vzájemně srovnatelná, v několika případech byla detekována mnohem nižší hodnota mediánu dat v období 1901-1930 a její zvýšení v posledním období. Vývoj mediánu anomálií v zimní sezóně byl na většině stanic také podobný: vyšší hodnota mediánu v prvním třicetiletí, dále její pokles v období 1931-1960 a její postupný mírný nárůst v dalších obdobích. Tyto výsledky jsou v souladu se známým vývojem teploty vzduchu v průběhu 20. století.

Dále byl zkoumán vývoj mezidenní a vícedenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu. V grafech statistického rozložení mezidenní a vícedenní proměnlivosti anomálií byl o často patrné zvětšení mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období a také v období 1931-1960. U mezidenní proměnlivosti bylo také viditelné zvýšení hodnoty mediánu v posledních letech. Vývoj průměrné mezidenní proměnlivosti byl pro různé stanice a sezóny různý. Často se ale opět objevovaly vyšší hodnoty průměrné mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v období 1931-1960 a také v posledním analyzovaném období.

V případě 3denní proměnlivosti anomálií teplot byl také popsán nárůst velikosti mezikvartilového rozpětí v posledním zkoumaném období a v několik případech v období 1931-1960. U 7denní proměnlivosti už některé změny nejsou příliš významné a můžeme se setkat i s poklesem mezikvartilovho rozpětí v posledních letech.

V posledním zkoumaném období je pozorovatelný nárůst průměrných hodnot 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu. U 7denní proměnlivosti se opět často setkáváme s nevýrazným vývojem jejích hodnot. Ve většině případů byl však detekován alespoň mírný nárůst vícedenní proměnlivosti v posledním analyzovaném období.

Výsledky týkající se mezidenní a vícedenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu byly srovnány s výsledky studentských projektů zmiňovaných v kapitole 4. Na rozdíl od studentských projektů nebyla analyzována mezidenní a vícedenní proměnlivost přímo průměrné teploty vzduchu ale jejích anomálií od shlazeného ročního chodu. Důvodem byla snaha o odstranění vlivu změn daných právě ročním chodem, respektive ověření, zda se po odstranění vlivu ročního chodu teploty se zjištěné změny mezidenní a vícedenní proměnlivosti v průběhu 20. století změnil. Obecně se výsledky shodují, některé změny proměnlivosti ale byly v naší analýze méně výrazné.

Oproti zmíněným studentským projektům bylo použito delší časové období a tak byla kromě zvýšení proměnlivosti v posledním zkoumaném období detekována a popsána i větší mezidenní a vícedenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v období 1931-1960 oproti ostatním analyzovaným obdobím – převážně v jarní a zimní sezóně.

Seznam použité literatury

- Anděl, Jiří. 2007.** *Statistické metody*. Praha : vydavatelství Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, 2007.
- Bednář, J. a Kopáček, J. 2005.** *Jak vzniká počasí* . Praha : Karolinum, 2005.
- Černochová, E. 2006.** *Změny délek období s charakteristickými teplotami vzduchu*. Praha : MFF UK, 2006. [Diplomová práce].
- Dubrovský, M. 1993.** *Robust locally weighted regression: algorithm, programming and application to radiation data*. Ústav fyziky atmosféry : Akademie věd České republiky, 1993.
- EMS. 2019.** Meteorologický slovník výkladový a terminologický. *Česká meteorologická společnost (ČMeS)*. [Online] 15. 4 2019. Dostupné na: <http://slovník.cmes.cz>.
- Freedman, D. a Diaconis, P. 1981.** On the maximum deviation between the histogram and the underlying density. *Z. Wahrsch. Verw. Gebiete*. 1981, stránky 453-476.
- Huth, R., Kyselý, J. a Dubrovský, M. 2001.** Time structure of observed, GCM-simulated, downscaled, and stochastically generated daily temperature series. *Journal of Climate*. 2001, DOI: 10.1175/1520-0442, stránky 4047-4061.
- Huth, R., Kyselý, J. a Pokorná, L. 2000.** A GCM simulation of heat waves, dry spells, and their relationships to circulation. *Climatic Change*. 2000, 46.
- Jůza, P. 2011.** V kolik hodin se měří maximální a minimální teploty. *INFOMET - Informační web ČHMÚ*. [Online] 2011. [Citace: 19. 4 2019.] <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1303000400> .
- Mapy.cz.** Mapový portál. [Online] [Citace: 10. 4 2019.] <https://mapy.cz/>.
- Michálek, J., Budíková, M. a Brázdil, R. 1993.** *Metody odhadu trendu časové řady na příkladu Středoevropských teplotních řad*. Praha : NKP, 1993.
- Moberg, A., a další. 2000.** Day-to-day temperature variability trends in 160- to 275-year-long European instrumental records. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. 2000, DOI: 10.1029/2000JD900300.
- Nemešová, I. a Kalvová, J. 1997.** On the validity of ECHAM-simulated daily extreme temperatures. *Studia Geophysica et Geodaetica*. 1997, stránky 396-406.
- Pískala, V. 2013.** *Asymetrie rozdělení mezidenních teplot vzduchu a jejich souvislost s meteorologickými podmínkami*. místo neznámé : [Bakalářská práce], Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 2013.
- . 2015. *Příspěvek anticyklonálních forem cirkulace k asymetrii rozdělení mezidenních změn teploty vzduchu*. Praha : [Diplomová práce], Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 2015.
- Scott, D. 1979.** On optimal and data-based histograms. *Biometrika*. 1979, stránky 605-610.
- Solow, A.R. 1988.** Detecting changes through time in the variance of a longterm hemispheric temperature record: an application of robust locally. *Journal of Climate*. 1988, 290-296, stránky 290-296.
- Squintu, A.,A., a další. 2018.** Homogenization of daily ECA&D temperature series. *International Journal of Climatology*. 2018, 39.
- Tukey, J.W. 1977.** *Exploratory Data Analysis*. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley, 1977.
- Valeriánová, A., a další. 2015.** High temperature extremes in the Czech Republic 1961-2010 and their synoptic variants. *Theoretical and Applied Climatology*. 2015. DOI: 10.1007/s00704-015-1614-8.

Wilks, D. 2011. *Statistical Methods in Atmospheric Sciences (2nd ed.)*. San Diego : Academic Press, 2011.

Židek, D. a Lipina, P. 2014. *Návod pro pozorovatele automatizovaných meteorologických stanic*. Praha : ČHMÚ, 2014.

— **2003.** *Návod pro pozorovatele meteorologických stanic*. Praha : ČHMÚ, 2003.

— **2014.** *Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ*. Praha : ČHMÚ, 2014.

Seznam obrázků

Obr. 2.1.1: Prostorové rozložení použitých klimatologických stanic na území ČR	9
Obr. 2.1.2: Prostorové rozložení klimatologických stanic v okolí Brna (vytvořeno pomocí aplikace (Mapy.cz)).....	10
Obr. 3.2.1: Ukázka boxplotu s vousy po extrémní hodnoty	16
Obr. 3.2.2: Ukázka boxplotu s vousy s 1,5 násobkem mezikvartilového rozpětí.....	16
Obr. 5.1.1: Průměrný a shlazený roční chod průměrné denní teploty vzduchu v Praze-Klementinu, období 1981 – 2010, černá křivka značí průměrný roční chod teploty na stanici, červená křivka je průměrný roční chod teploty shlazený metodou RLWR... ..	20
Obr. 5.2.1: Napojená časová řada průměrné denní teploty vzduchu pro brněnské stanice, červeně vyznačená je doba napojení, období 1959 – 1962.....	21
Obr. 5.2.2: Napojená časová řada anomálií průměrné denní teploty vzduchu pro brněnské stanice, červeně vyznačená je doba napojení, období 1959 - 1962.....	22
Obr. 5.3.1: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981-2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava..	25
Obr. 5.3.2: Jako Obr. 5.4 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice	25
Obr.5.3.3: Jako Obr. 5.4 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick.....	26
Obr. 5.3.4: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2015 na stanici Praha–Klementinum.....	27
Obr. 5.3.5: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1951 – 1980, 1981 – 2010, na stanici Košice.....	32
Obr. 5.4.1: Statistické rozdělení 1, 3 a 7 denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981-2010 na stanici Praha-Klementinum.....	37
Obr. 5.4.2: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Brno	37
Obr. 5.4.3: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem.....	38
Obr. 5.4.4: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Košice	38
Obr. 5.4.5: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Opava	38
Obr. 5.4.6: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Postupim	39
Obr. 5.4.7: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Sonnblick	39
Obr. 5.4.8: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Tábor.....	40
Obr. 5.4.9: Jako Obr. 5.8 ale pro stanici Vídeň.....	40
Obr. 5.4.10: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981 – 2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava	41
Obr. 5.4.11: Jako Obr. 5.17 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice	41
Obr. 5.4.12: Jako Obr. 5.17 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick.....	42
Obr. 5.4.13: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981 – 2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava	42
Obr. 5.4.14: Jako Obr. 5.20 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice	43
Obr. 5.4.15: Jako Obr. 5.20 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick.....	43
Obr. 5.4.16: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách referenčního období 1981–2010 na stanicích Praha-Klementinum, Tábor a Opava	44
Obr. 5.4.17: Jako Obr. 5.23 ale pro stanice Bystřice pod Hostýnem, Brno a Košice	44
Obr. 5.4.18: Jako Obr. 5.23 ale pro stanice Postupim, Vídeň a Sonnblick.....	45

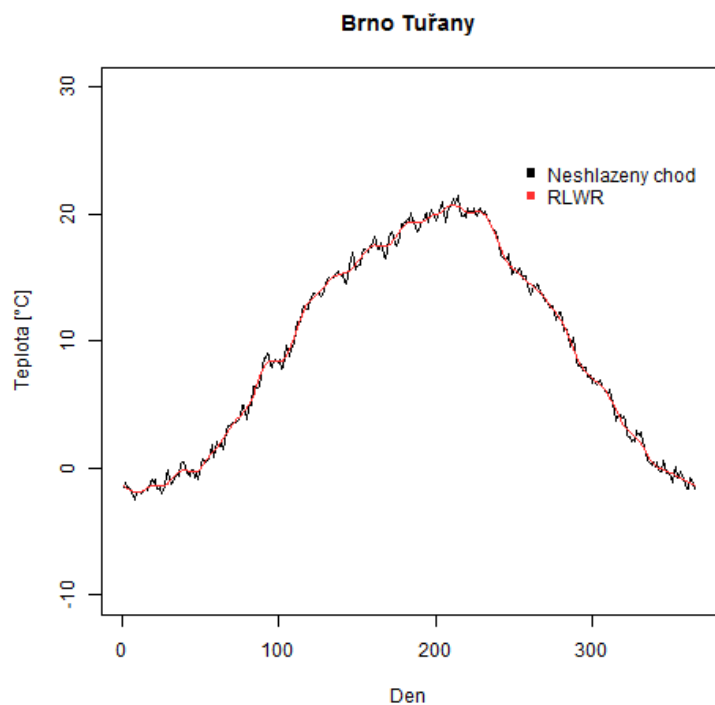
Obr. 5.4.19: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	50
Obr. 5.4.20: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	50
Obr. 5.4.21: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice.....	51
Obr. 5.4.22: Průměrná mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice	51
Obr. 5.4.23: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	55
Obr. 5.4.24: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	56
Obr. 5.4.25: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice	56
Obr. 5.4.26: Průměrná 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice	57
Obr. 5.4.27: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	60
Obr. 5.4.28: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Praha-Klementinum.....	60
Obr. 5.4.29: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice	61
Obr. 5.4.30: Průměrná 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1951-1980, 1981-2010 na stanici Košice	61
Obr. A.1.1: Průměrný a shlazený roční chod průměrné denní teploty vzduchu v Brně-Tuřanech, období 1981 – 2010.....	71
Obr. A.1.2: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem.....	71
Obr. A.1.3: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Košice	72
Obr. A.1.4: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Opava	72
Obr. A.1.5: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Postupim	73
Obr. A.1.6: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Sonnblick	73
Obr. A.1.7: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Tábor	74
Obr. A.1.8: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Vídeň.....	74
Obr. A.2.1: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2015 na stanici Brno.....	75
Obr. A.2.2: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem.....	75
Obr. A.2.3: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Opava	76
Obr. A.2.4: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Postupim	76

Obr. A.2.5: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2010 na stanici Sonnblick	77
Obr. A.2.6: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Tábor	77
Obr. A.2.7: Jako Obr. A.2.5 ale pro stanici Vídeň	78
Obr. A.3.1: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	79
Obr. A.3.2: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem	79
Obr. A.3.3: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Opava	80
Obr. A.3.4: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Postupim	80
Obr. A.3.5: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	81
Obr. A.3.6: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Tábor	81
Obr. A.3.7: Jako Obr. A.3.5 ale pro stanici Vídeň	82
Obr. A.3.8: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	82
Obr. A.3.9: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem	83
Obr. A.3.10: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Opava	83
Obr. A.3.11: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Postupim	84
Obr. A.3.12: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	84
Obr. A.3.13: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Tábor	85
Obr. A.3.14: Jako Obr. A.3.12 ale pro stanici Vídeň	85
Obr. A.4.1: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	86
Obr. A.4.2: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem	86
Obr. A.4.3: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Opava	87
Obr. A.4.4: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Postupim	87
Obr. A.4.5: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	88
Obr. A.4.6: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Tábor	88
Obr. A.4.7: Jako Obr. A.4.5 ale pro stanici Vídeň	89
Obr. A.4.8: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	89
Obr. A.4.9: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem	90
Obr. A.4.10: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Opava	90
Obr. A.4.11: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Postupim	91
Obr. A.4.12: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	91
Obr. A.4.13: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Tábor	92
Obr. A.4.14: Jako Obr. A.4.12 ale pro stanici Vídeň	92

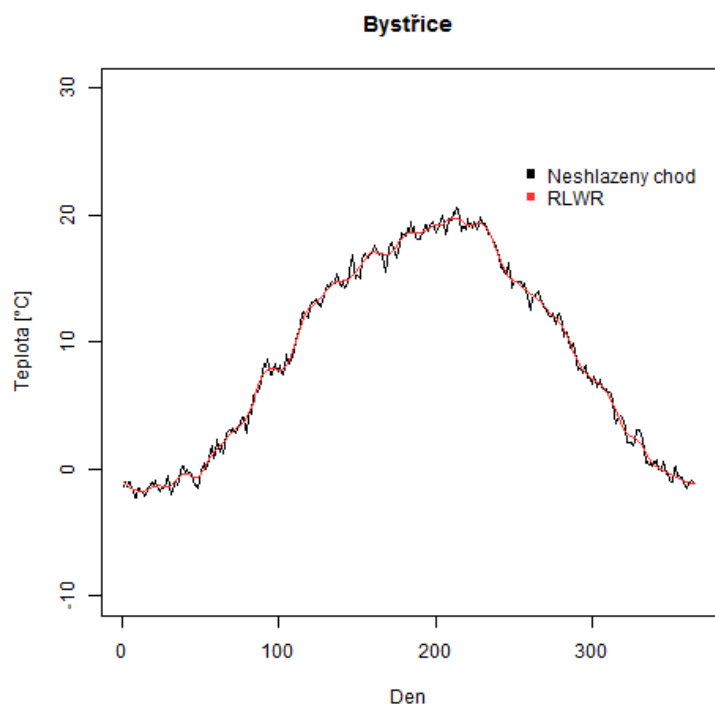
Obr. A.5.1: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	93
Obr. A.5.2: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem.....	93
Obr. A.5.3: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Opava	94
Obr. A.5.4: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Postupim	94
Obr. A.5.5: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	95
Obr. A.5.6: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Tábor	95
Obr. A.5.7: Jako Obr. A.5.5 ale pro stanici Vídeň.....	96
Obr. A.5.8: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno	96
Obr. A.5.9: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem.....	97
Obr. A.5.10: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Opava	97
Obr. A.5.11: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Postupim	98
Obr. A.5.12: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick	98
Obr. A.5.13: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Tábor	99
Obr. A.5.14: Jako Obr. A.5.12 ale pro stanici Vídeň.....	99

A. Přílohy

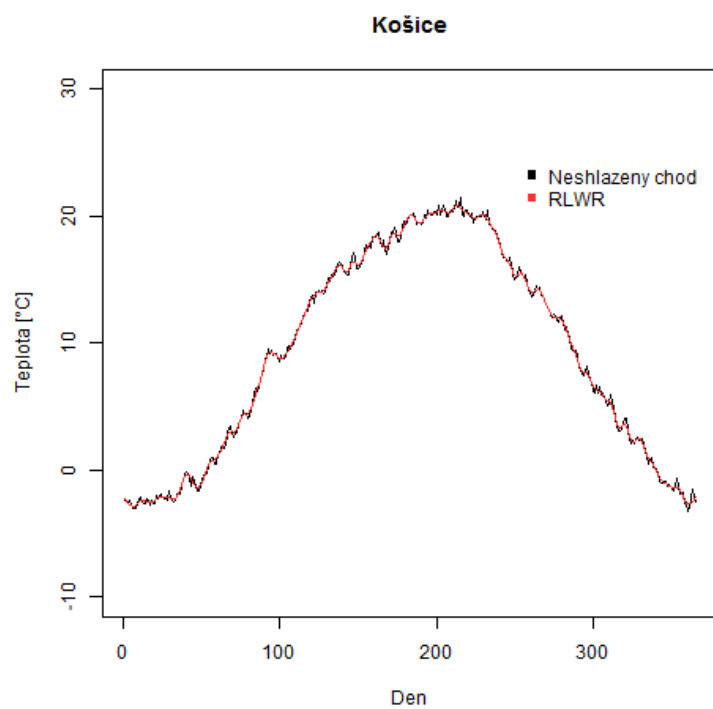
A.1 Shlazený roční chod



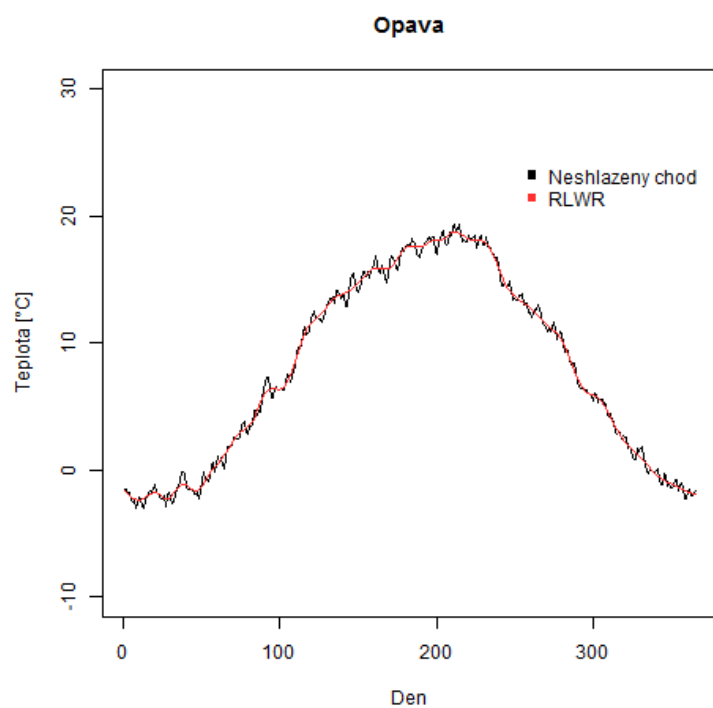
Obr. A.1.1: Průměrný a shlazený roční chod průměrné denní teploty vzduchu v Brně-Tuřanech, období 1981 – 2010



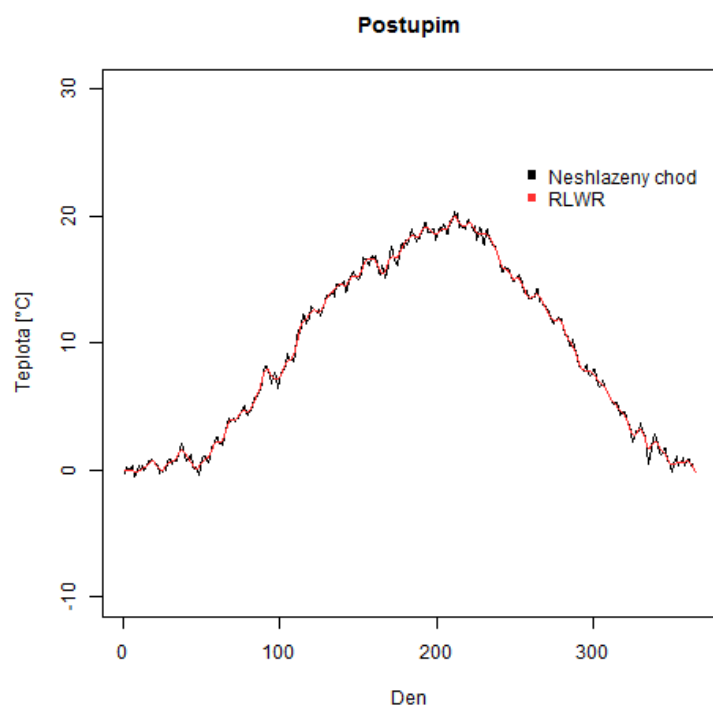
Obr. A.1.2: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



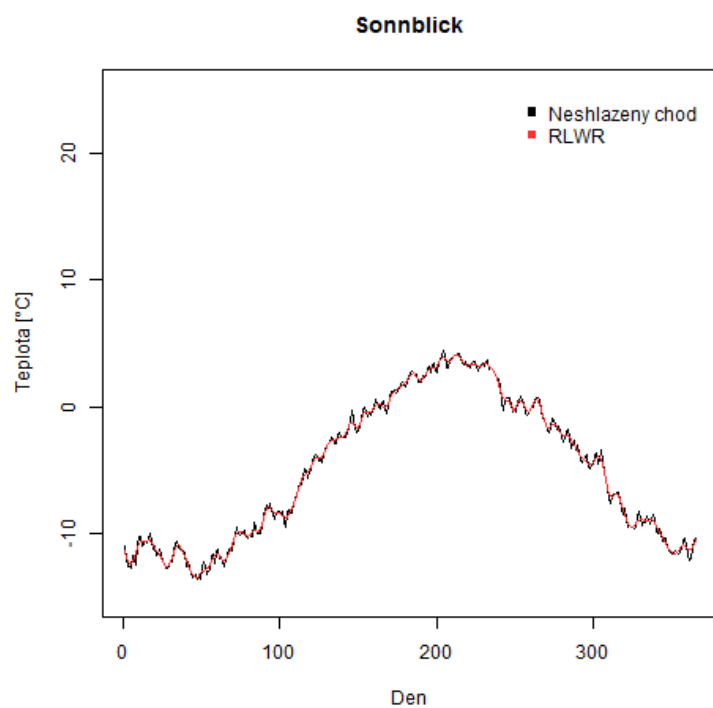
Obr. A.1.3: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Košice



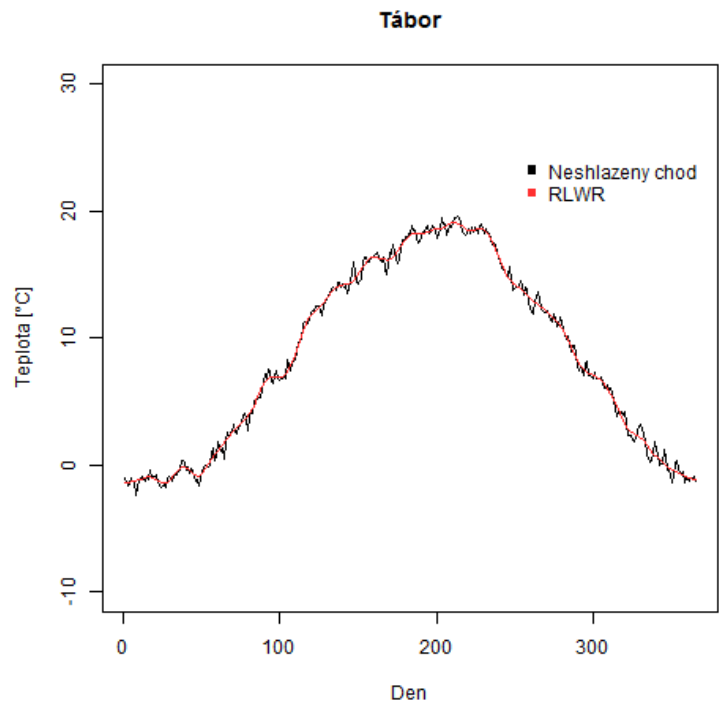
Obr. A.1.4: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Opava



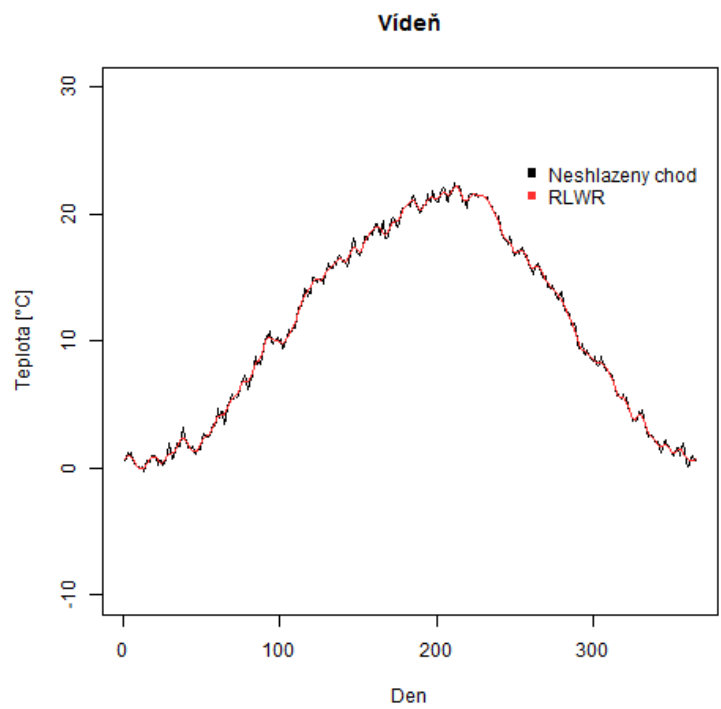
Obr. A.1.5: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Postupim



Obr. A.1.6: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Sonnblick

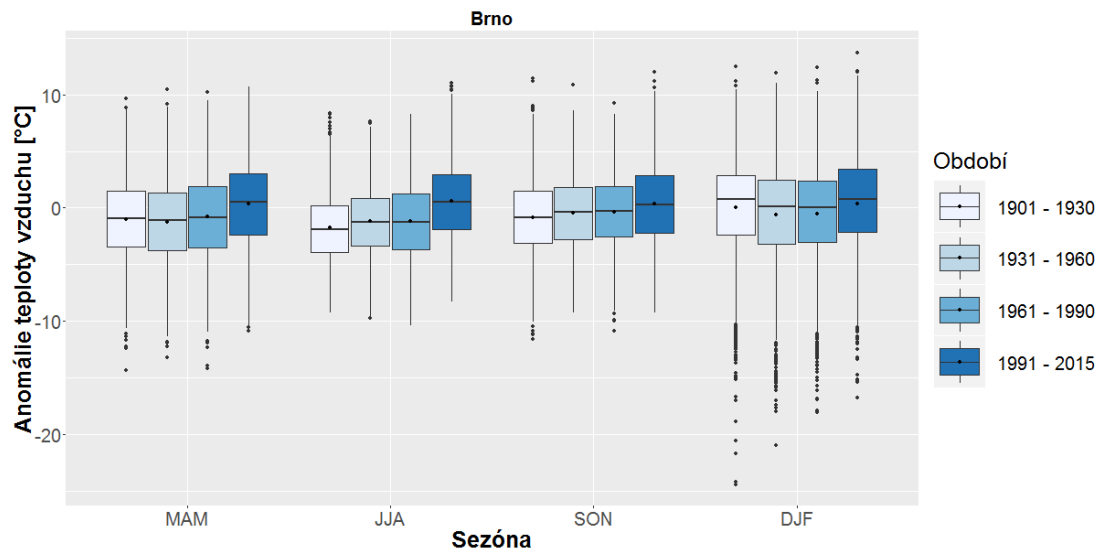


Obr. A.1.7: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Tábor

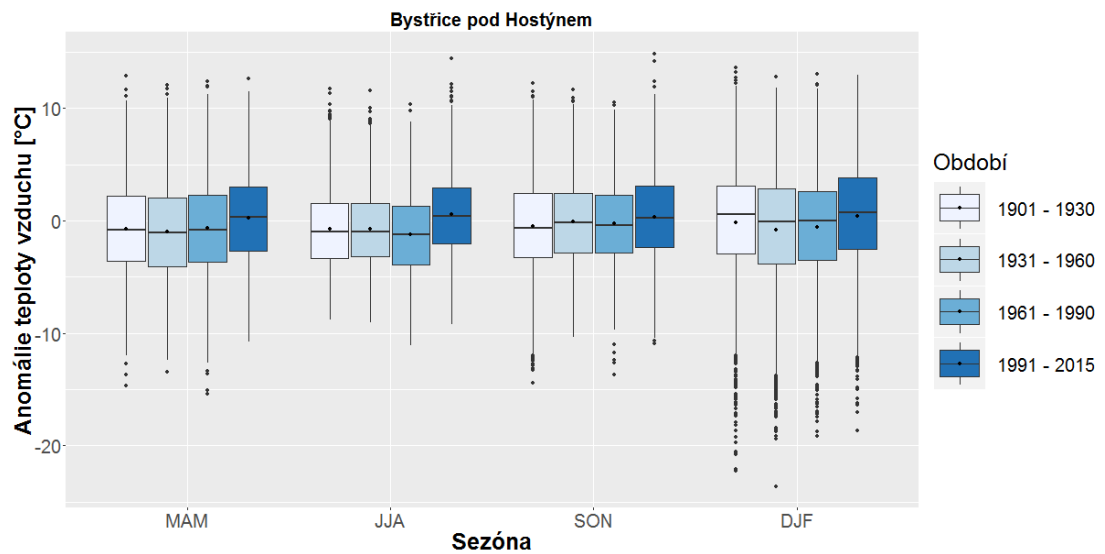


Obr. A.1.8: Jako Obr. A.1.1 ale pro stanici Videň

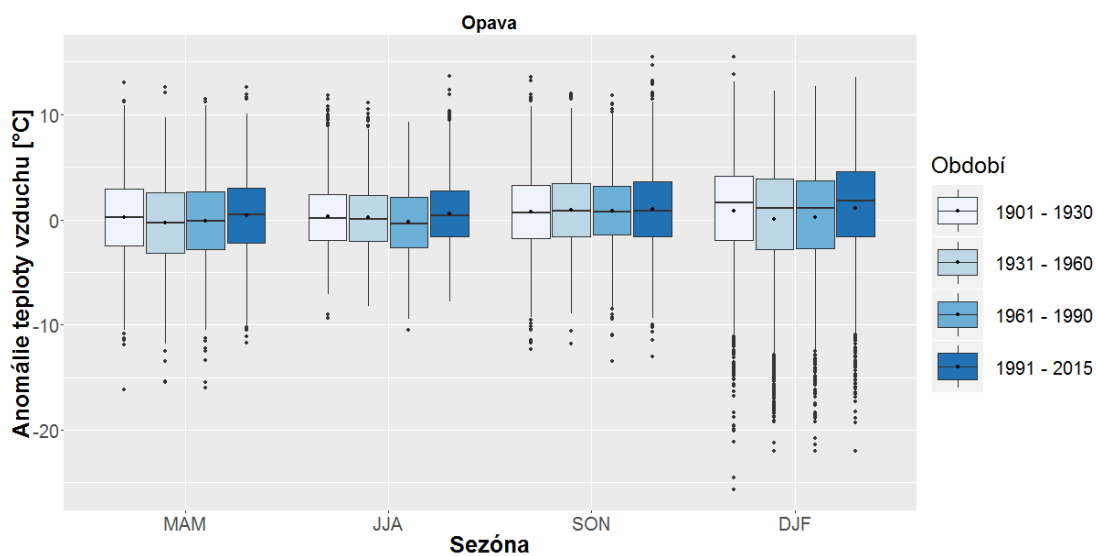
A.2 Anomálie teploty vzduchu



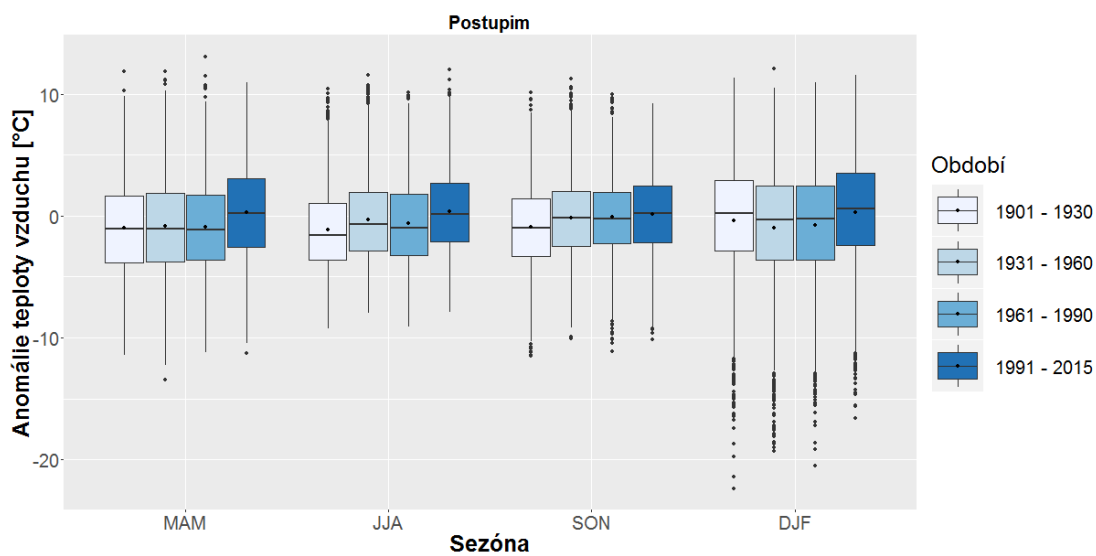
Obr. A.2.1: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2015 na stanici Brno



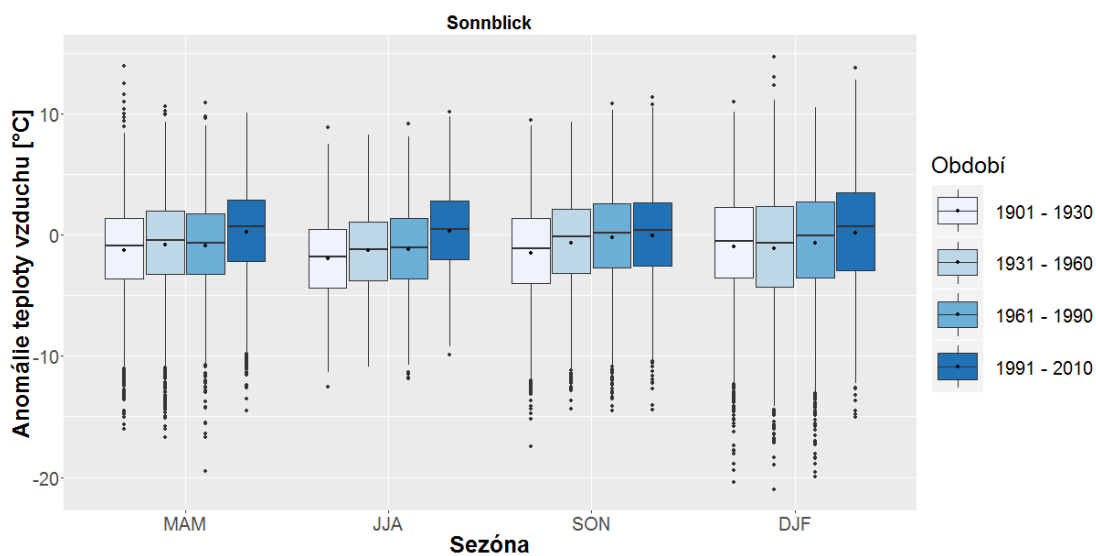
Obr. A.2.2: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



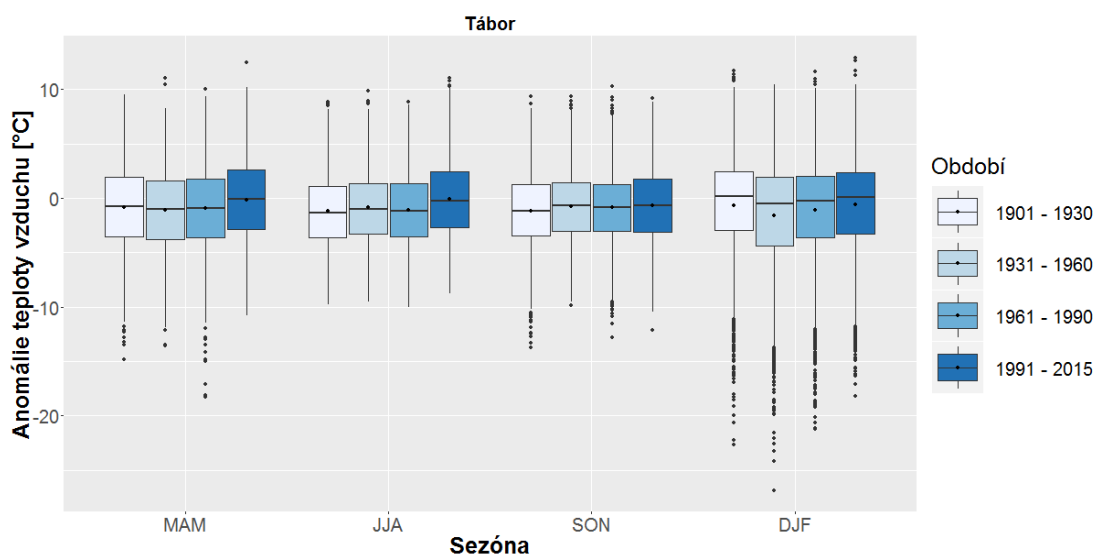
Obr. A.2.3: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Opava



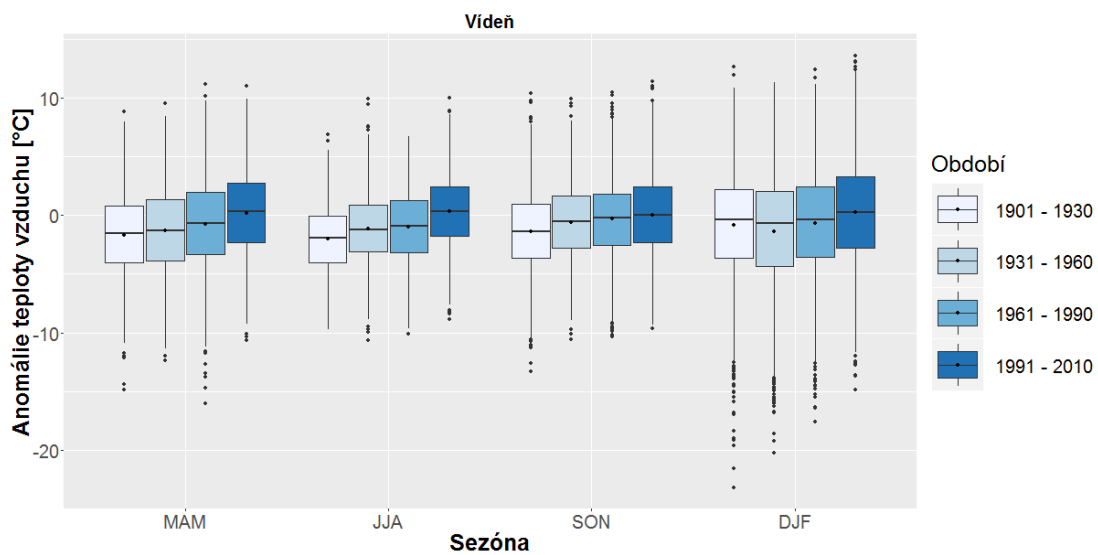
Obr. A.2.4: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Postupim



Obr. A.2.5: Statistické rozdělení anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách zkoumaných období 1900–1930, 1931–1960, 1961–1990 a 1991–2010 na stanici Sonnblick

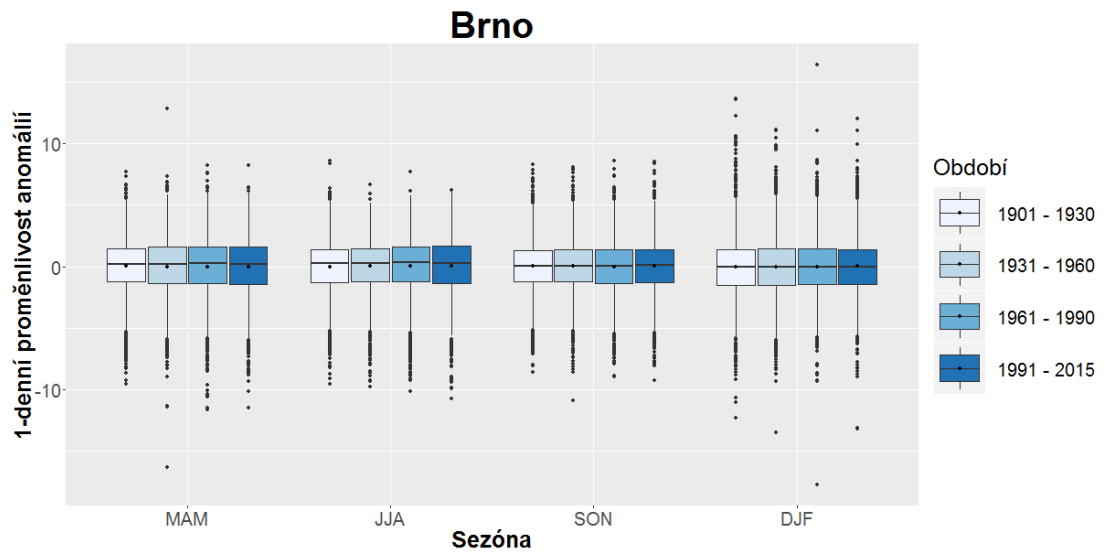


Obr. A.2.6: Jako Obr. A.2.1 ale pro stanici Tábor

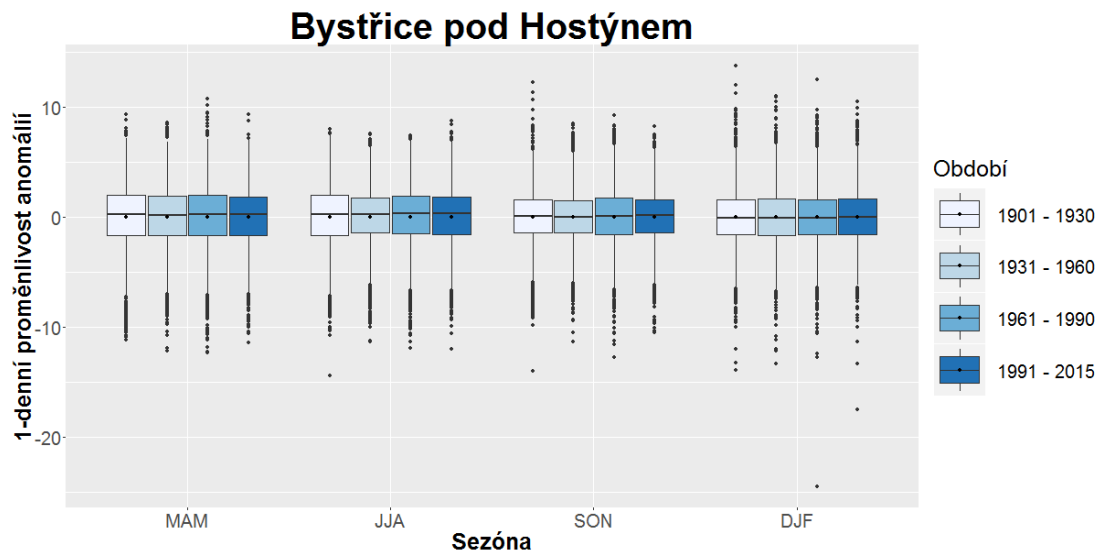


Obr. A.2.7: Jako Obr. A.2.5 ale pro stanici Vídeň

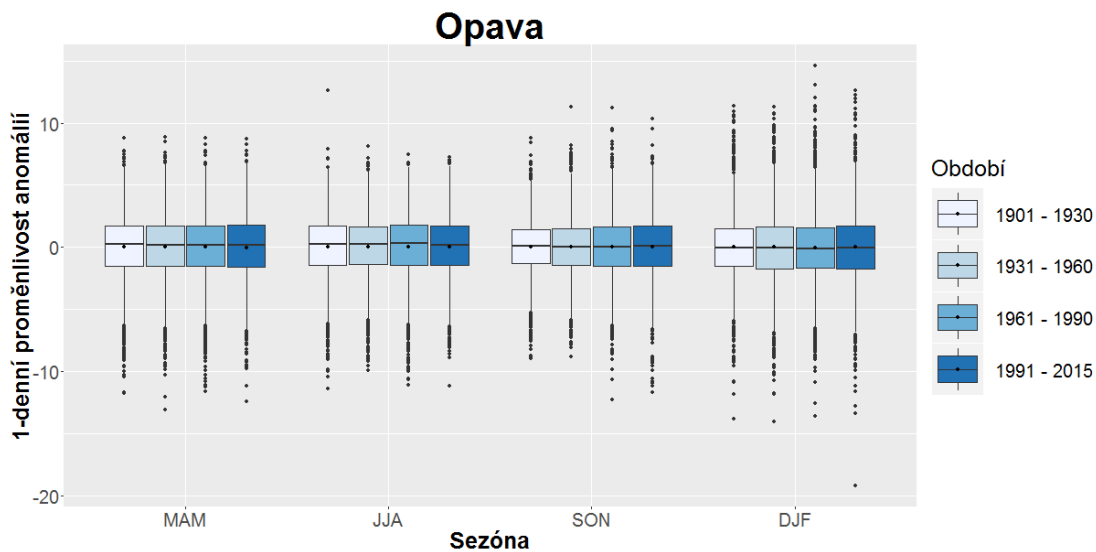
A.3 Mezigodní proměnlivost anomálií teploty vzduchu



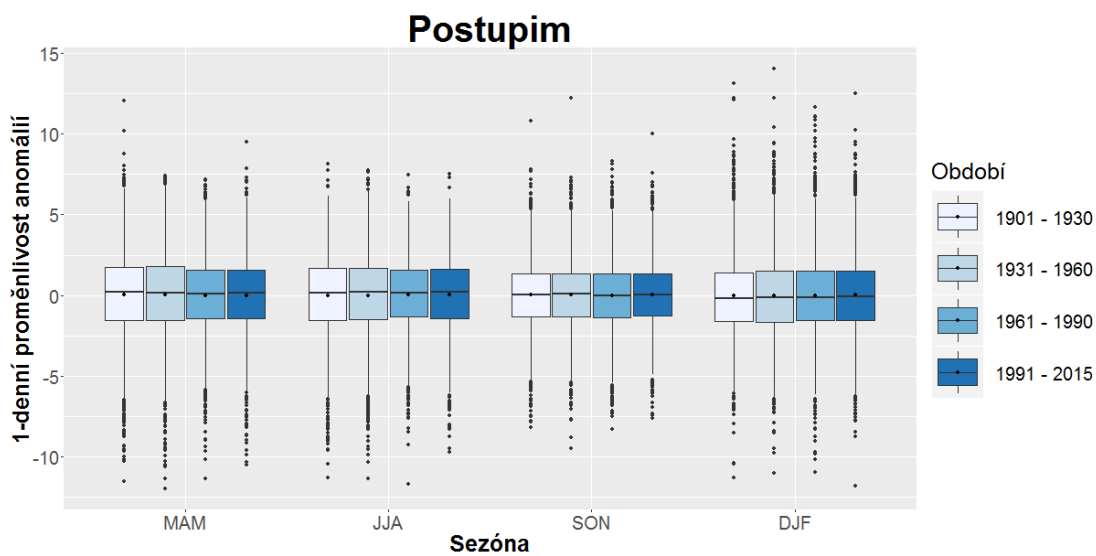
Obr. A.3.1: Statistické rozdělení mezigodní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



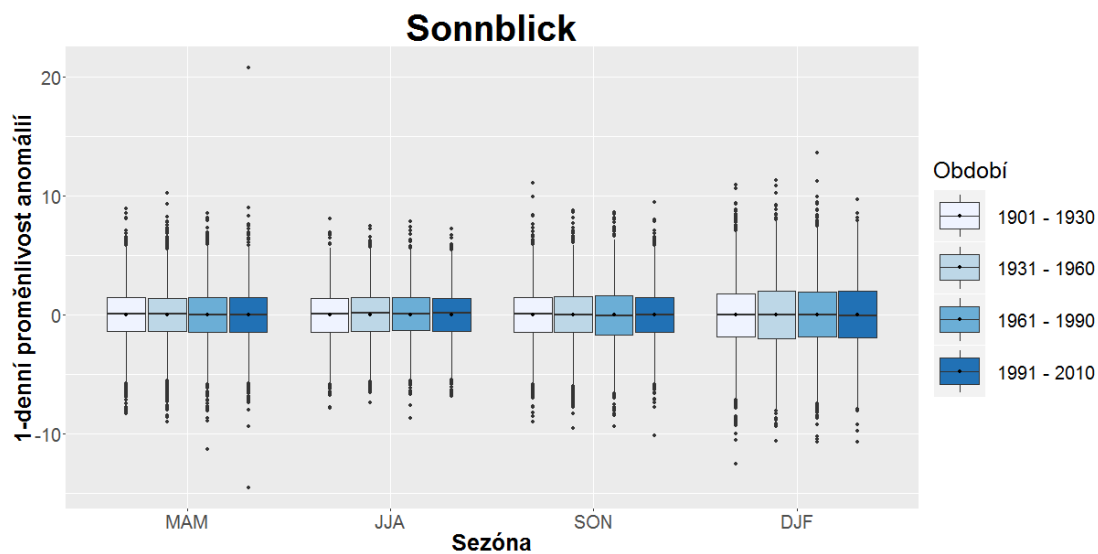
Obr. A.3.2: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



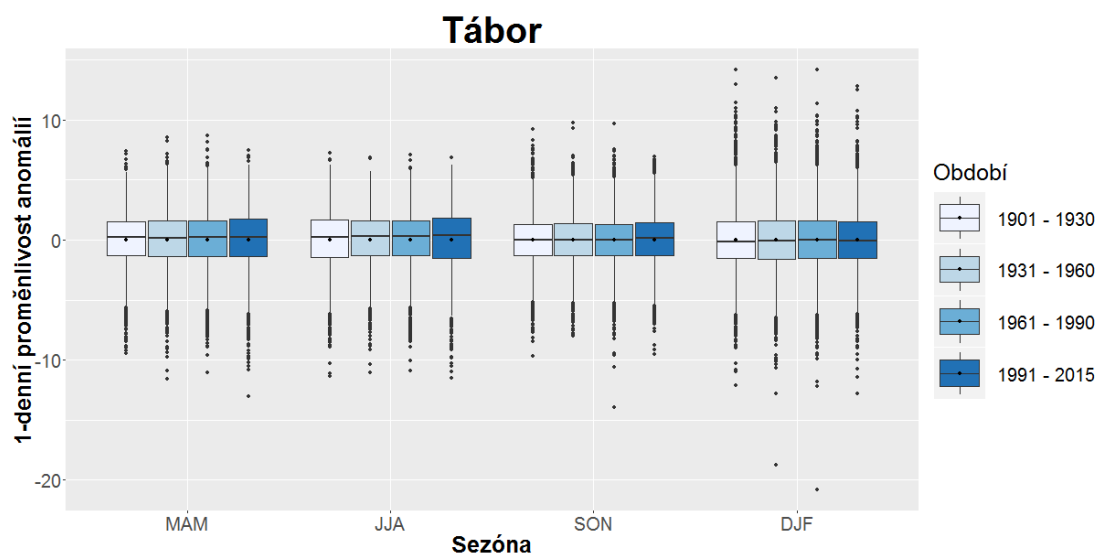
Obr. A.3.3: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Opava



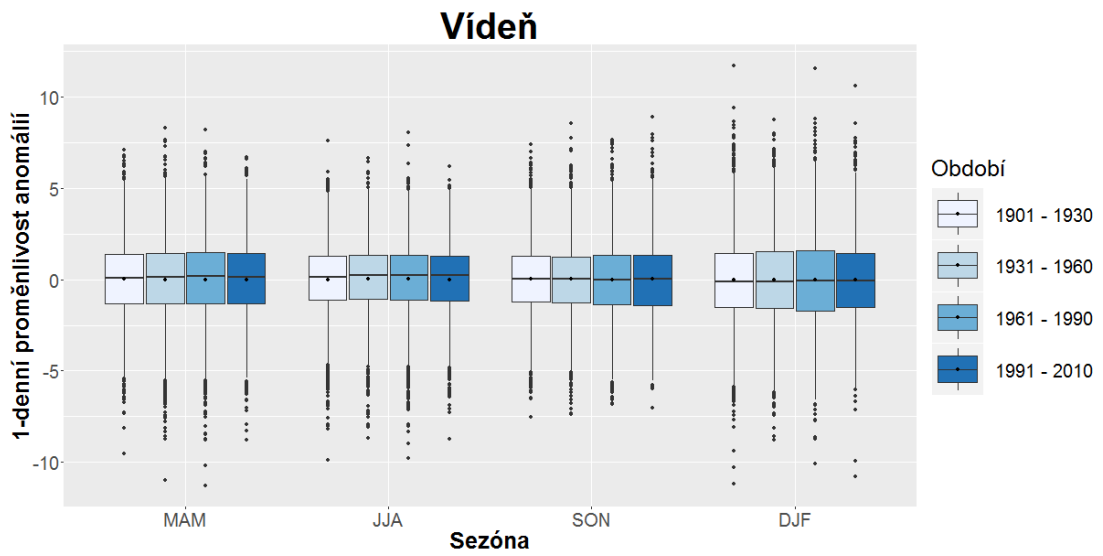
Obr. A.3.4: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Postupim



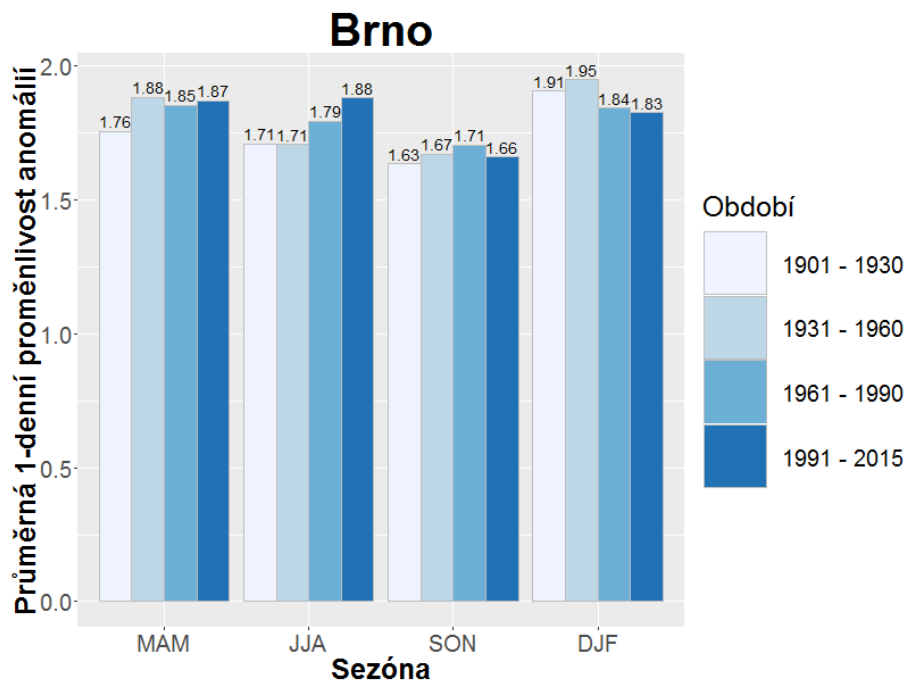
Obr. A.3.5: Statistické rozdělení mezidenní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick



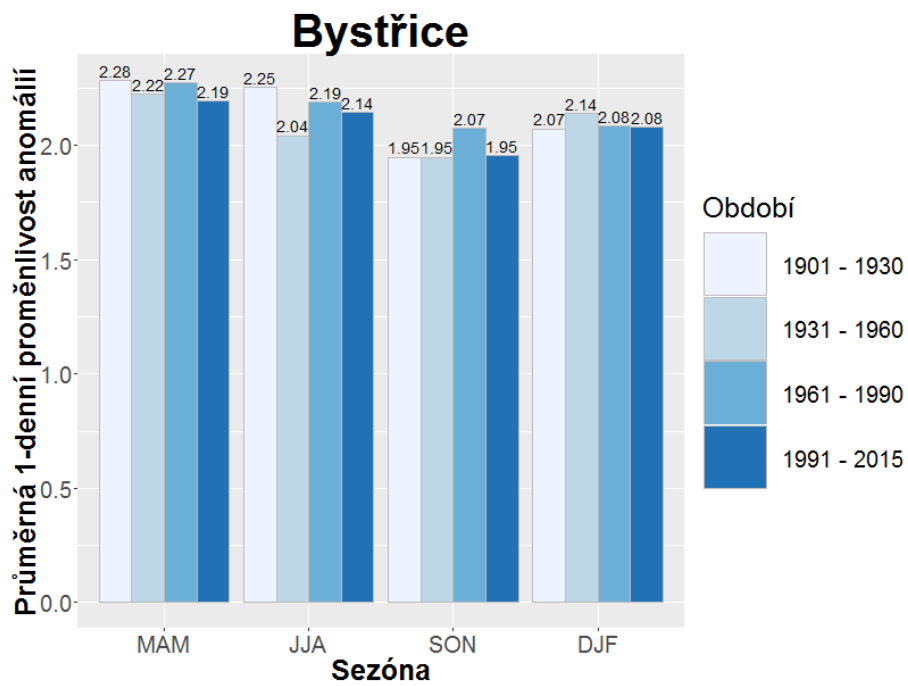
Obr. A.3.6: Jako Obr. A.3.1 ale pro stanici Tábor



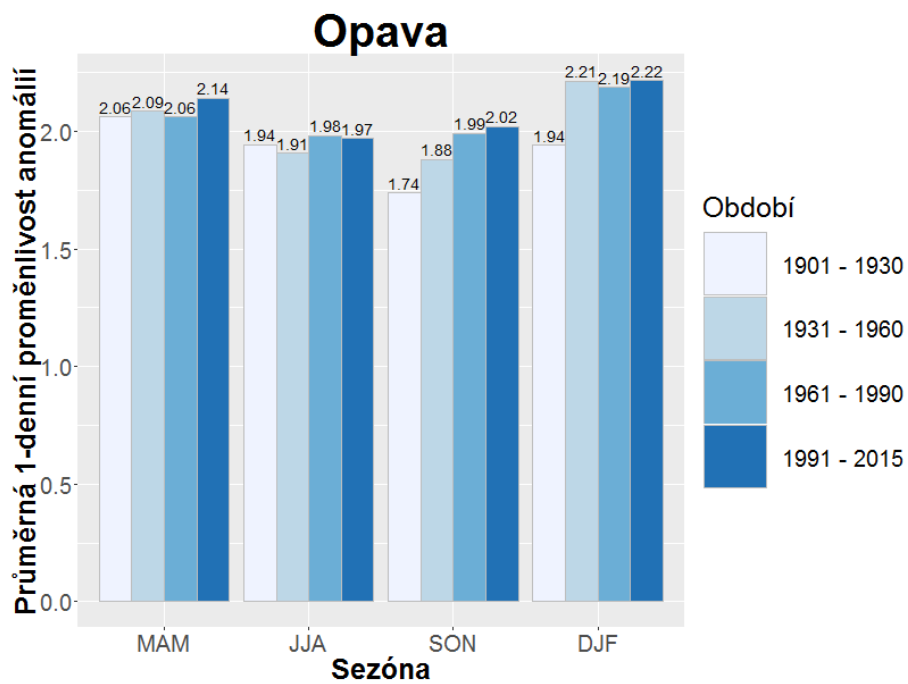
Obr. A.3.7: Jako Obr. A.3.5 ale pro stanici Viedeň



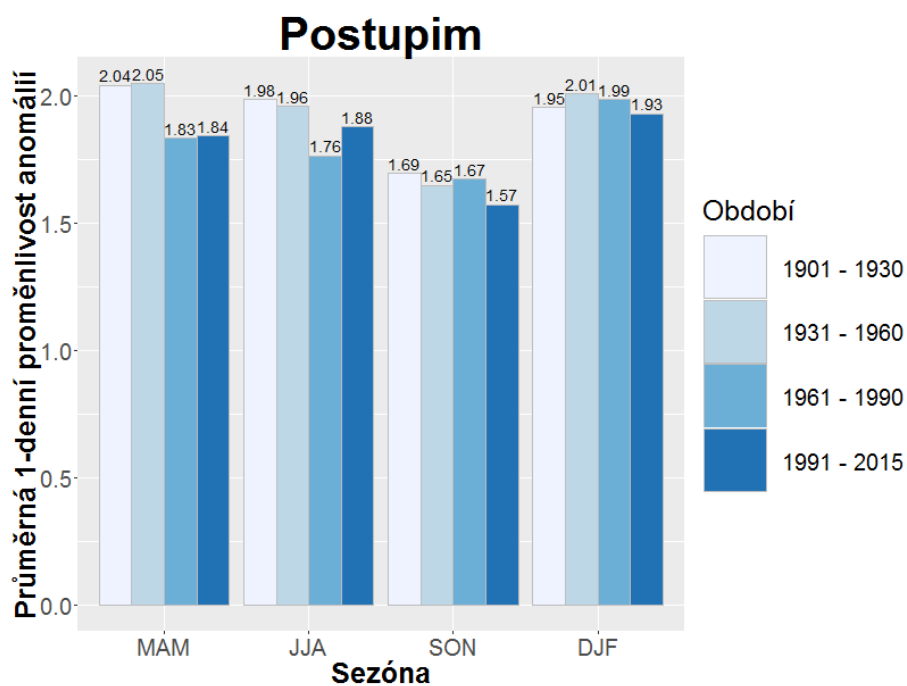
Obr. A.3.8: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



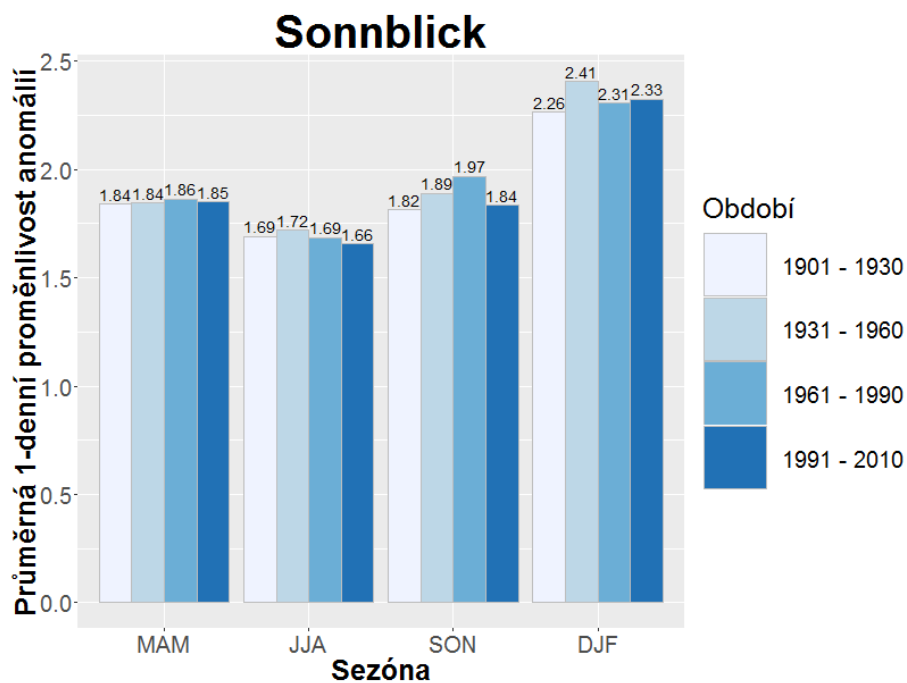
Obr. A.3.9: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



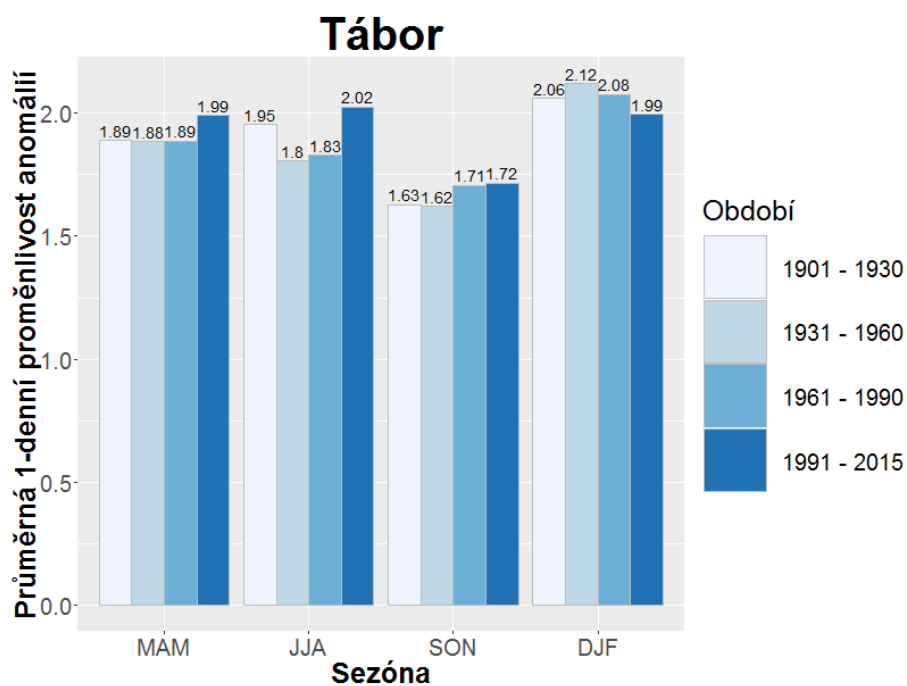
Obr. A.3.10: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Opava



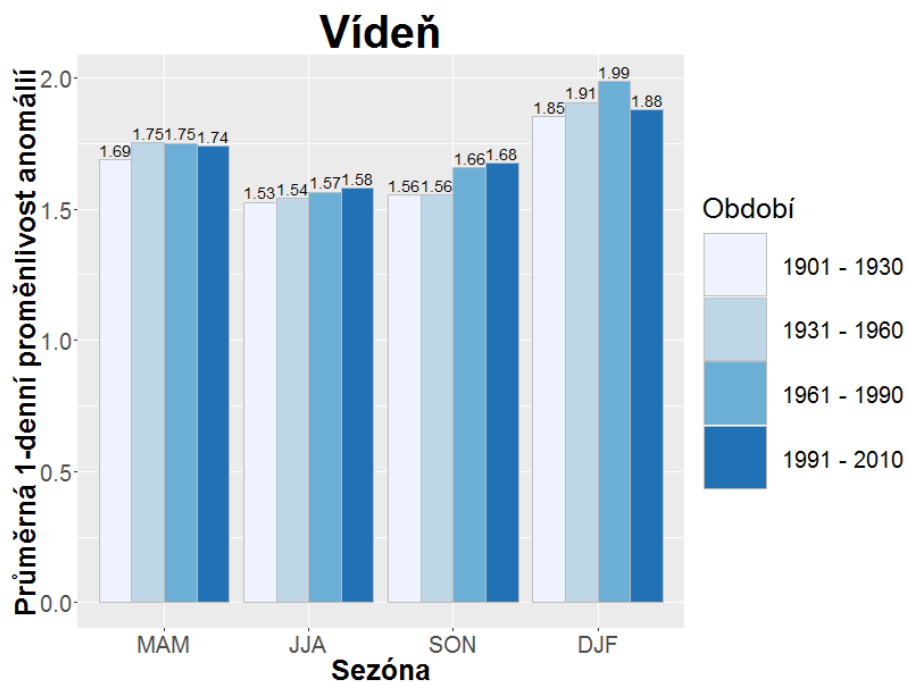
Obr. A.3.11: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Postupim



Obr. A.3.12: Průměrná mezidenní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick

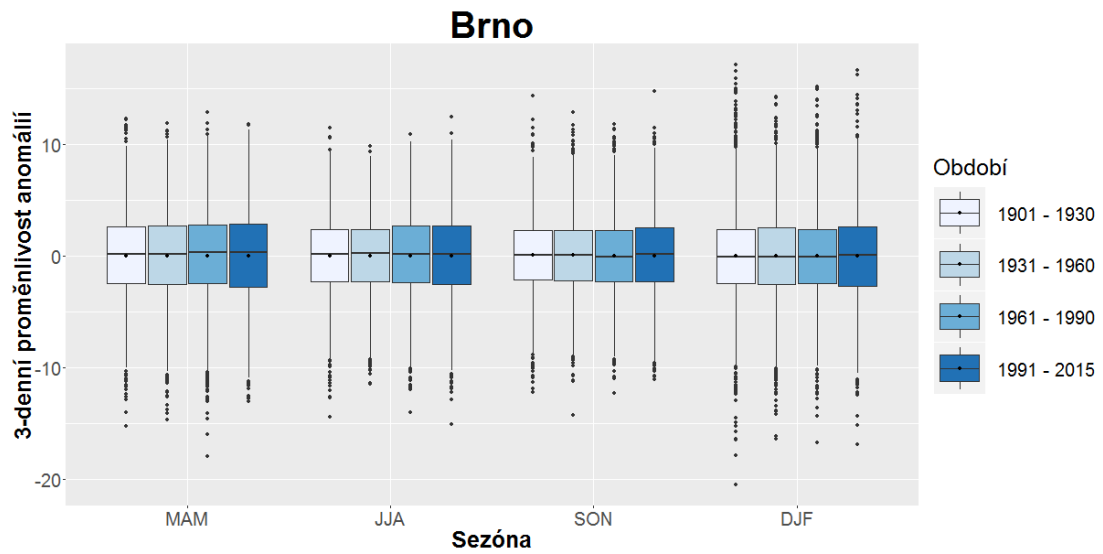


Obr. A.3.13: Jako Obr. A.3.8 ale pro stanici Tábor

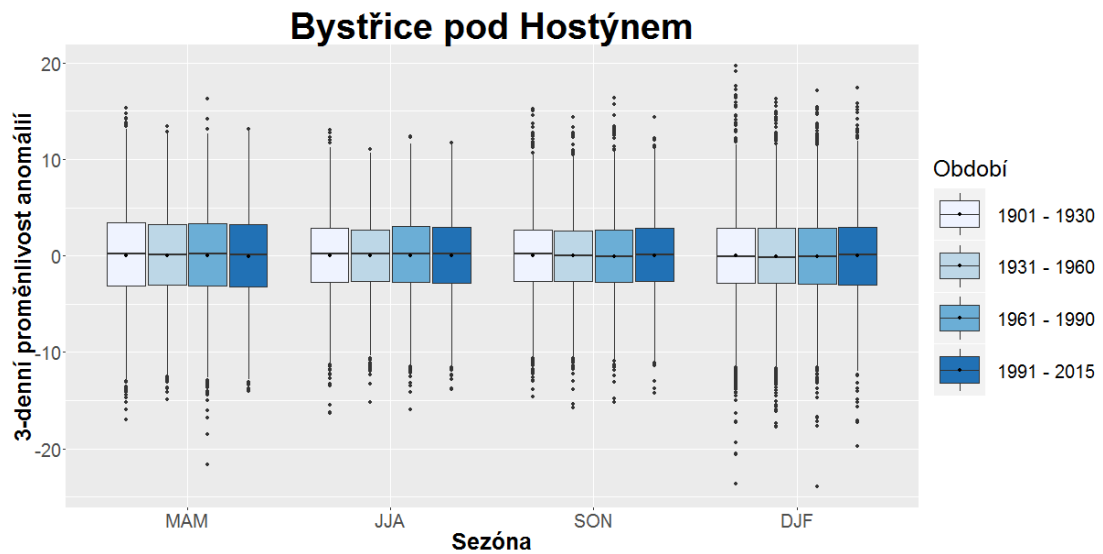


Obr. A.3.14: Jako Obr. A.3.12 ale pro stanici Vídeň

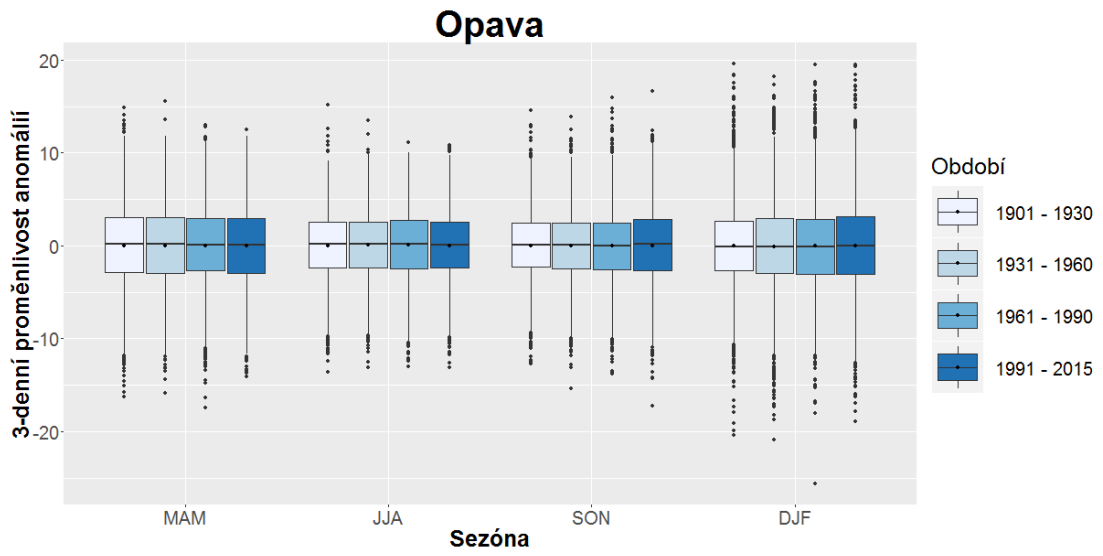
A.4 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu



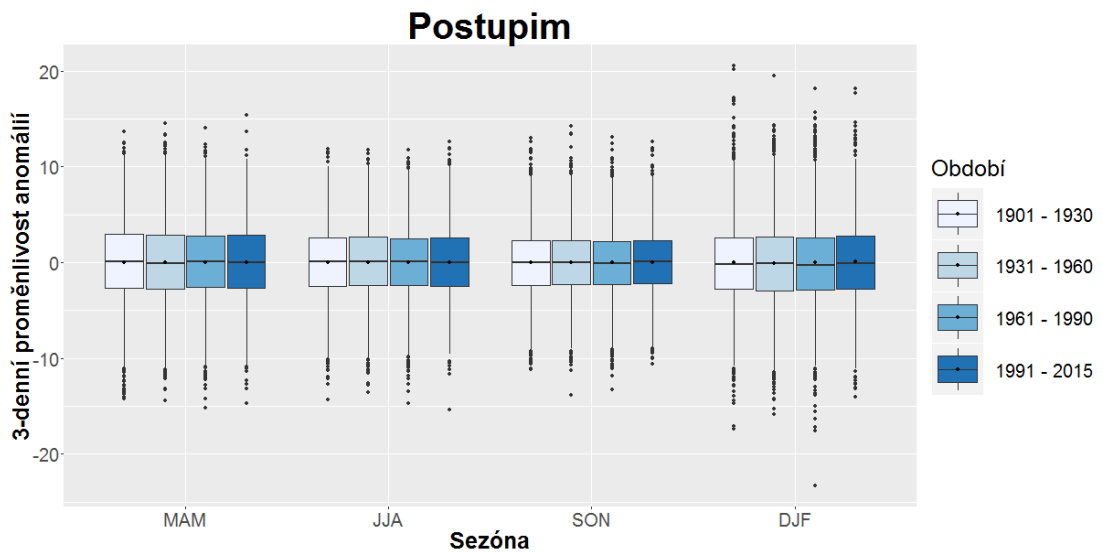
Obr. A.4.1: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



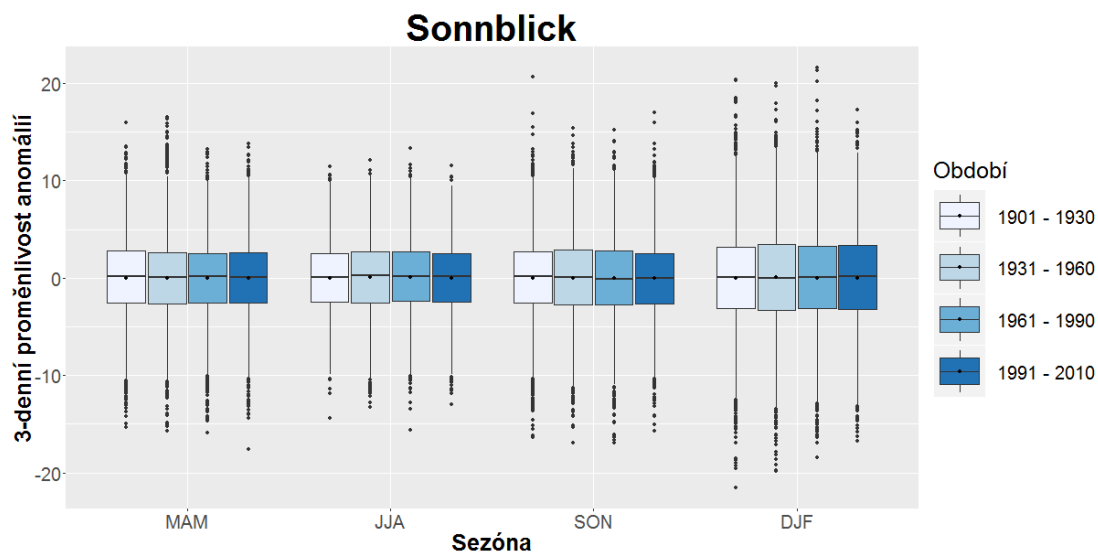
Obr. A.4.2: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



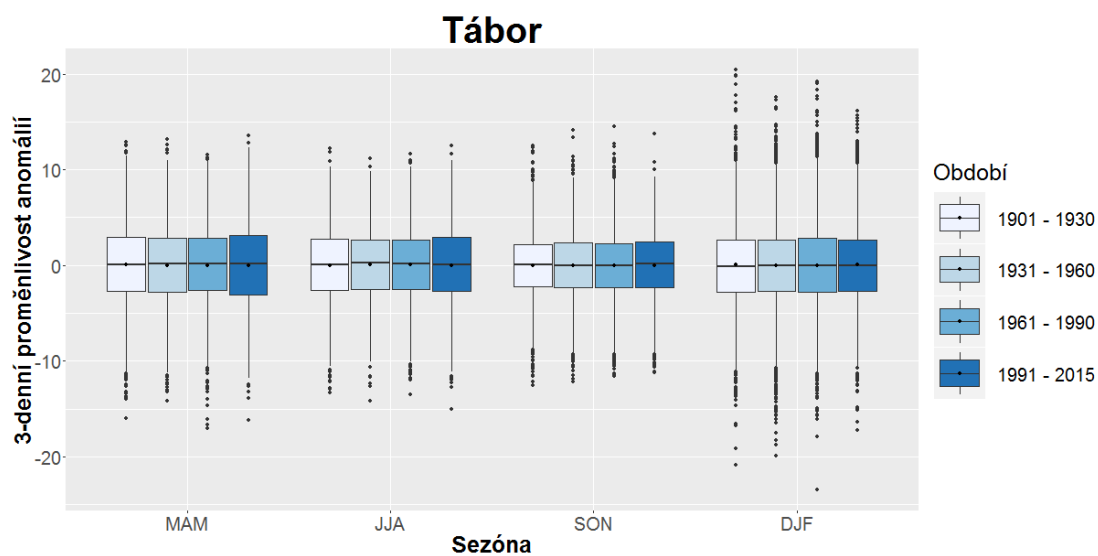
Obr. A.4.3: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Opava



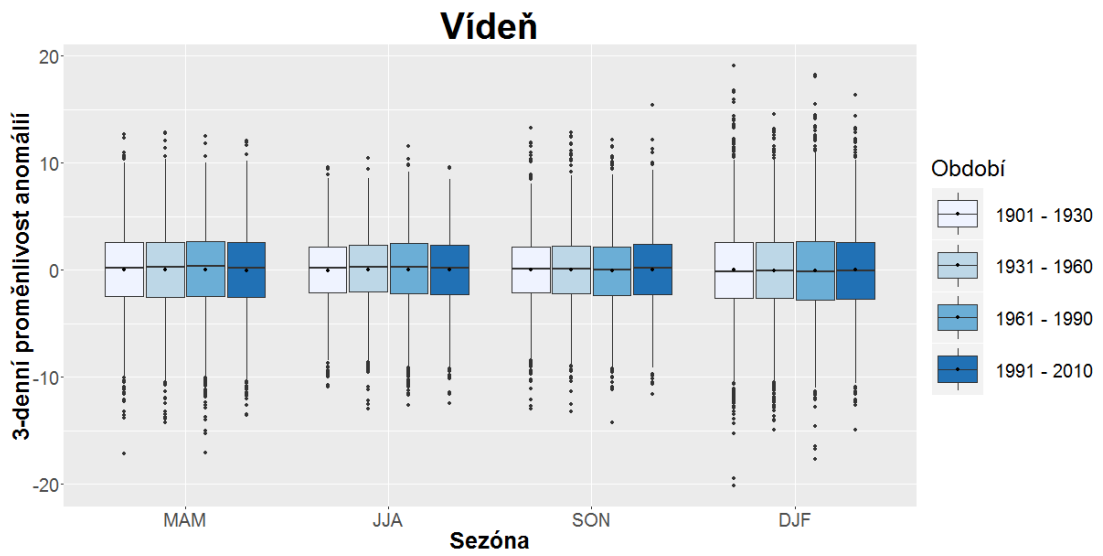
Obr. A.4.4: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Postupim



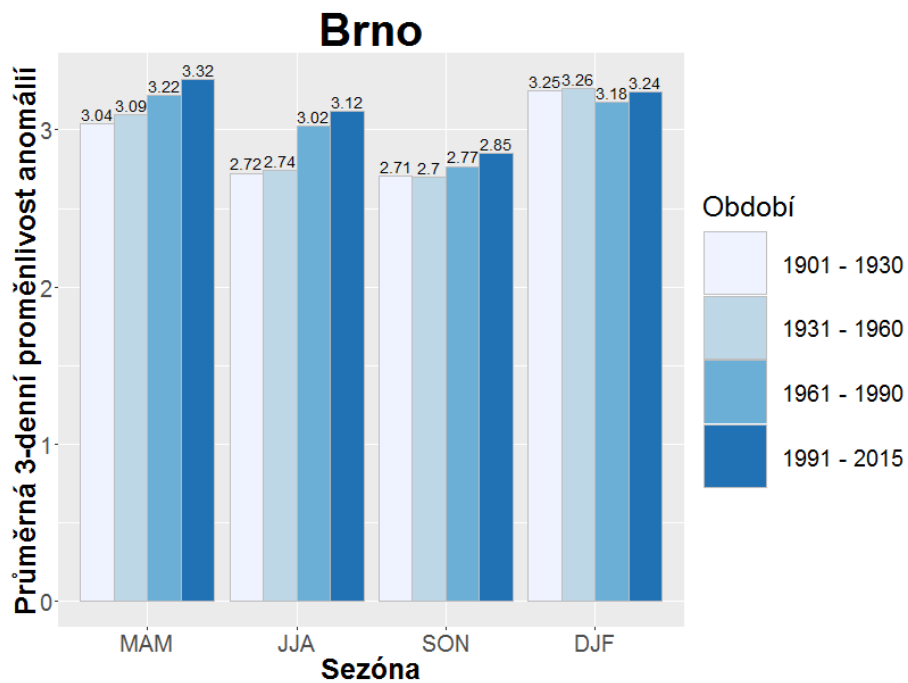
Obr. A.4.5: Statistické rozdělení 3denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick



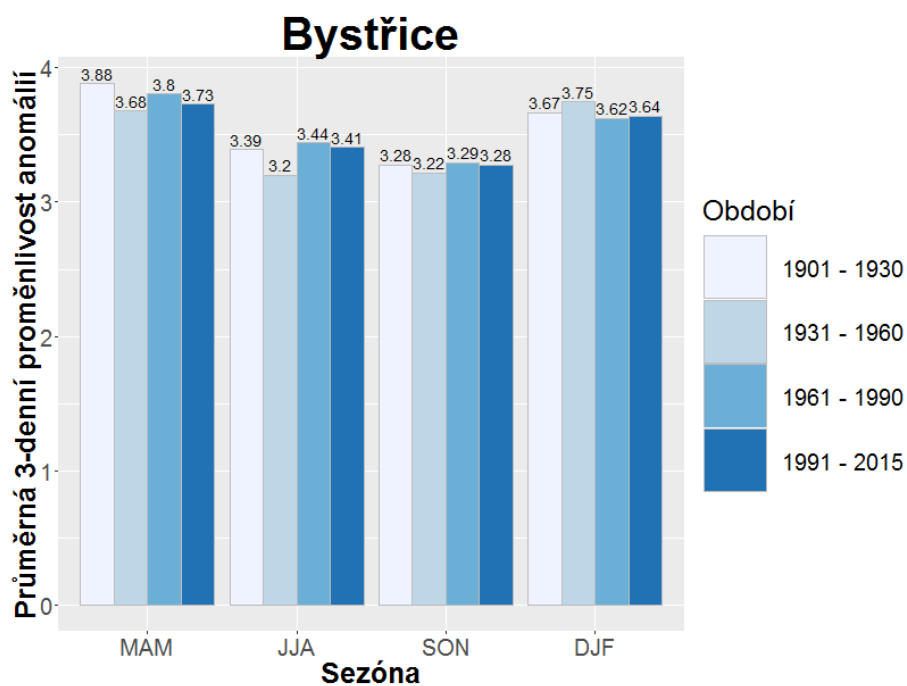
Obr. A.4.6: Jako Obr. A.4.1 ale pro stanici Tábor



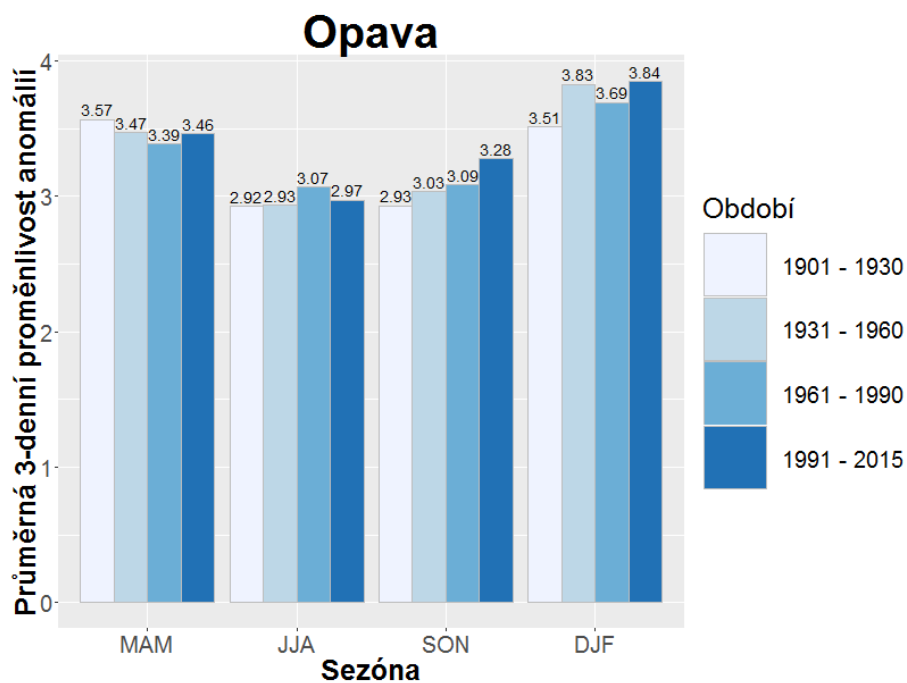
Obr. A.4.7: Jako Obr. A.4.5 ale pro stanici Vídeň



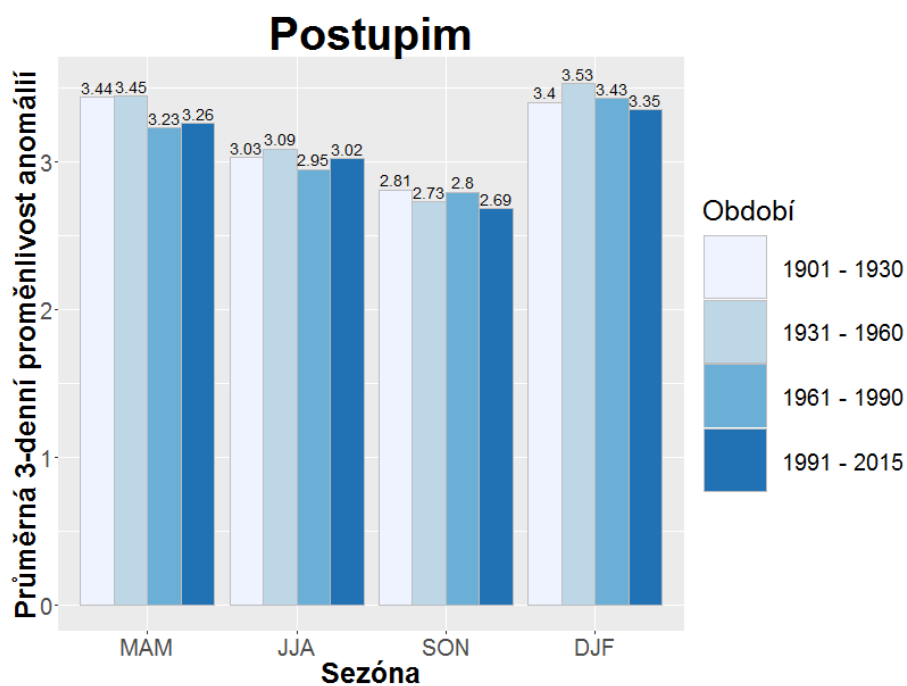
Obr. A.4.8: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



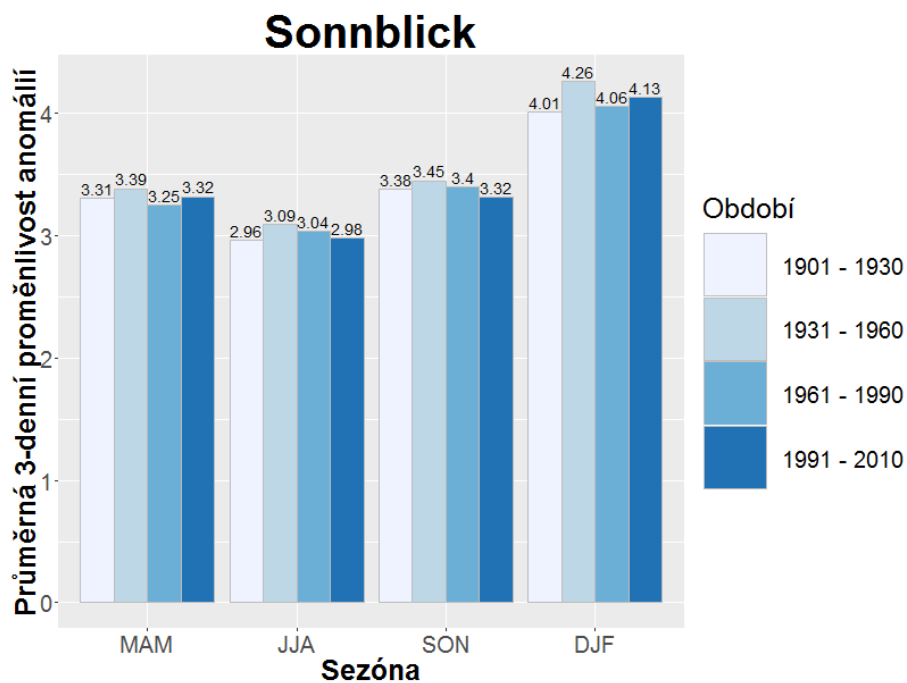
Obr. A.4.9: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



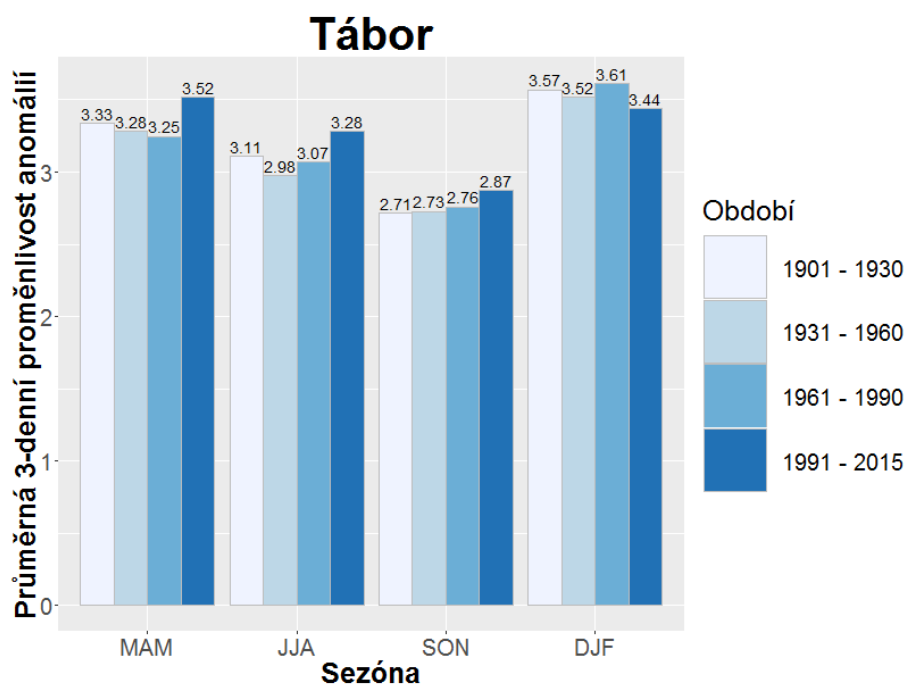
Obr. A.4.10: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Opava



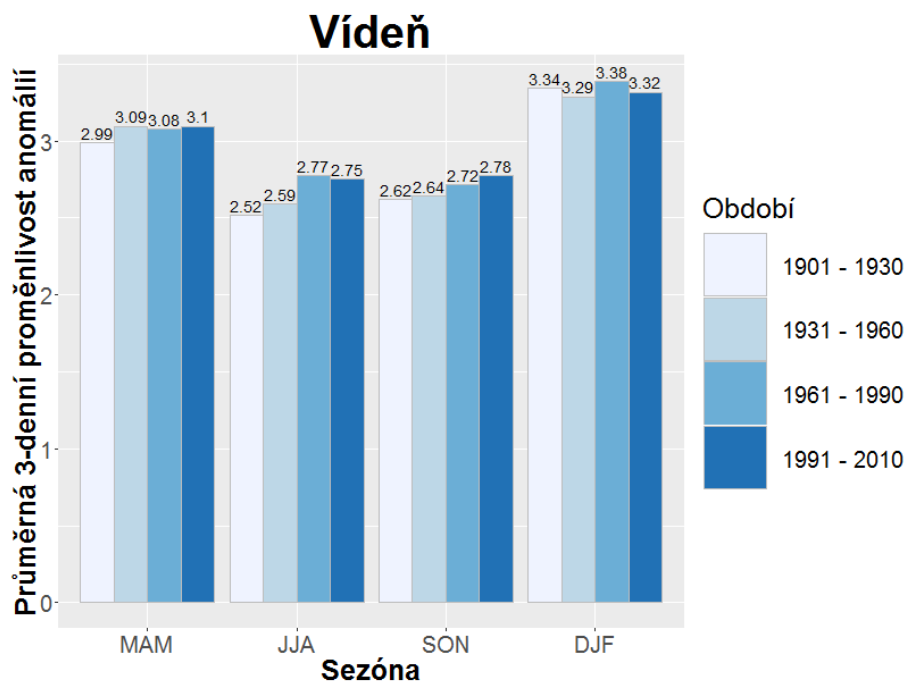
Obr. A.4.11: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Postupim



Obr. A.4.12: Průměrná 3denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick

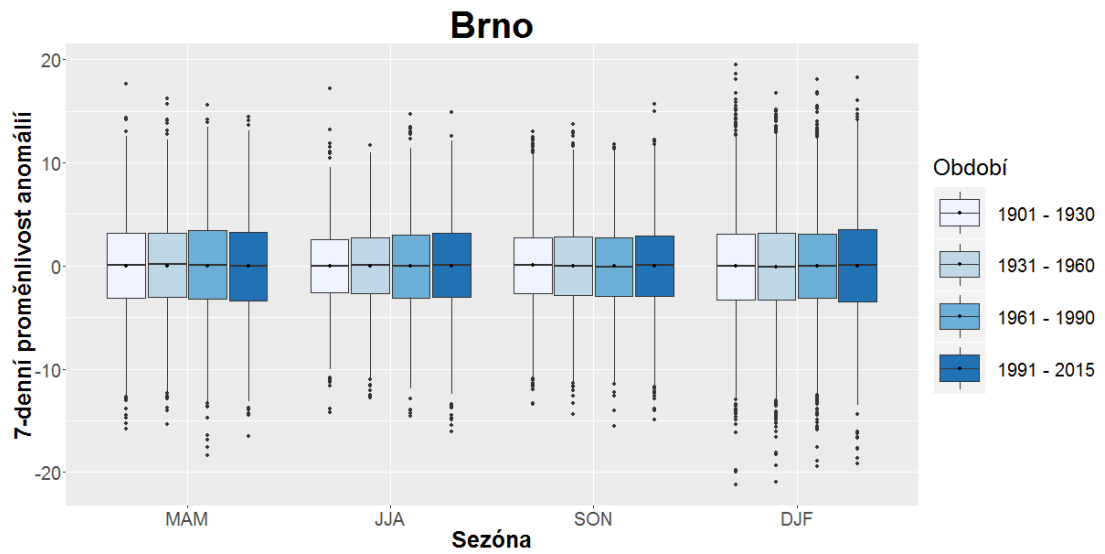


Obr. A.4.13: Jako Obr. A.4.8 ale pro stanici Tábor

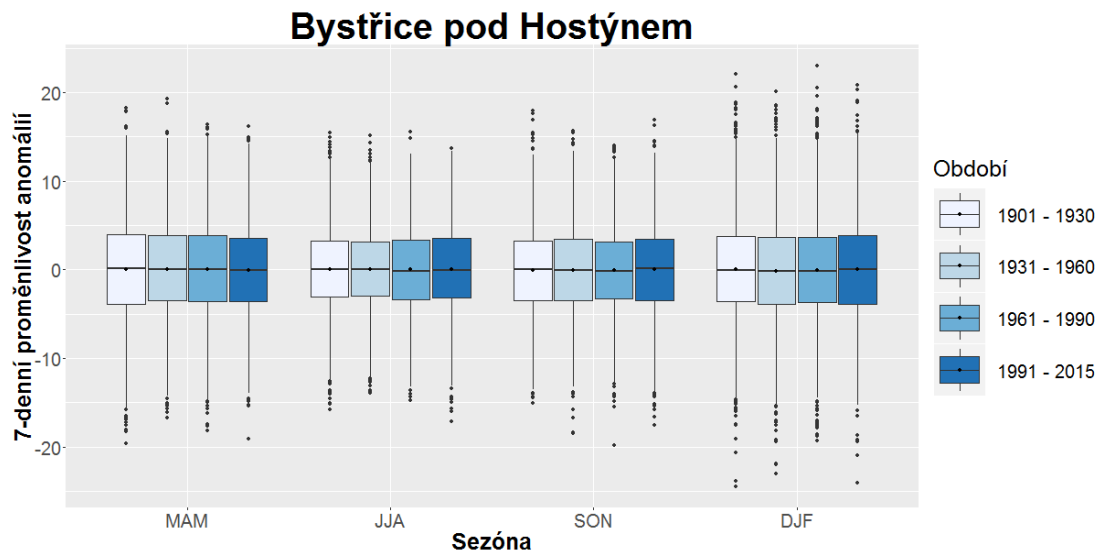


Obr. A.4.14: Jako Obr. A.4.12 ale pro stanici Vídeň

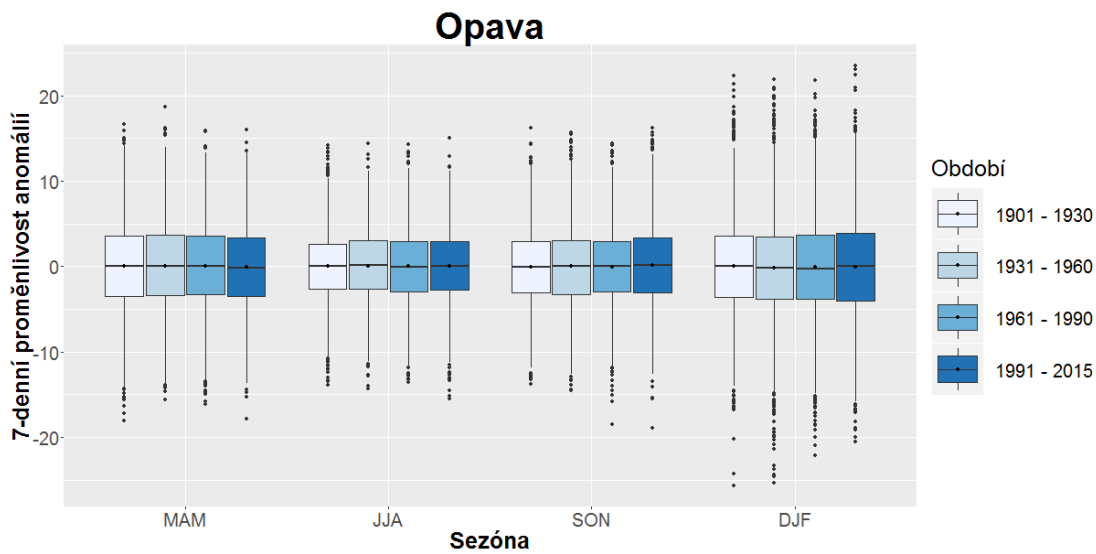
A.5 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu



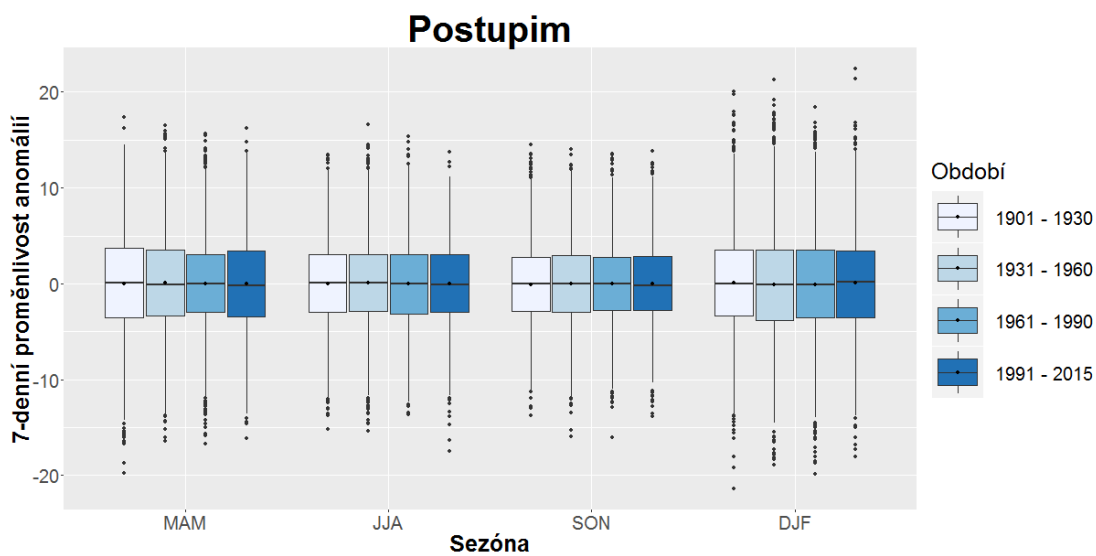
Obr. A.5.1: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



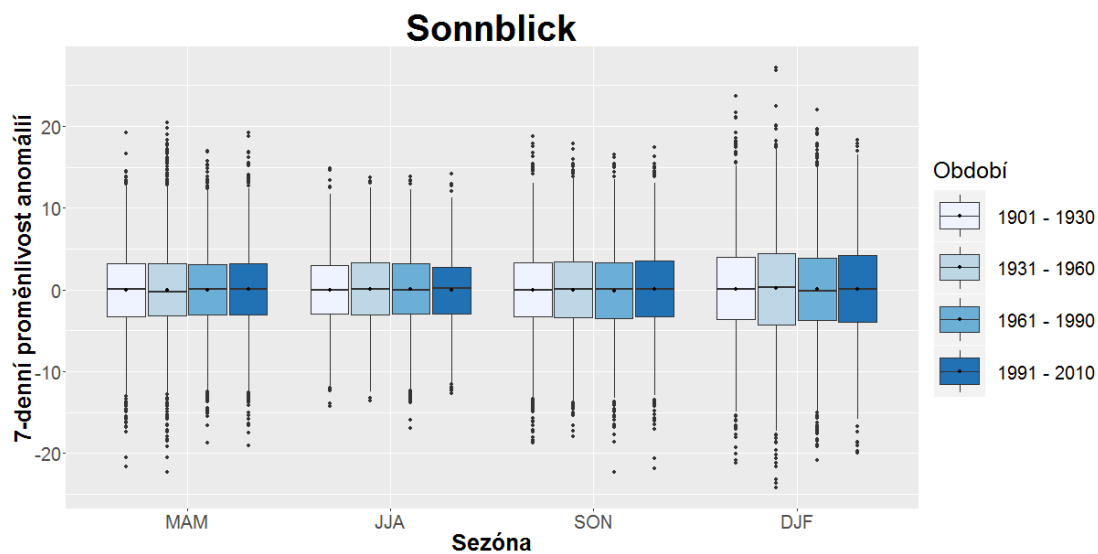
Obr. A.5.2: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



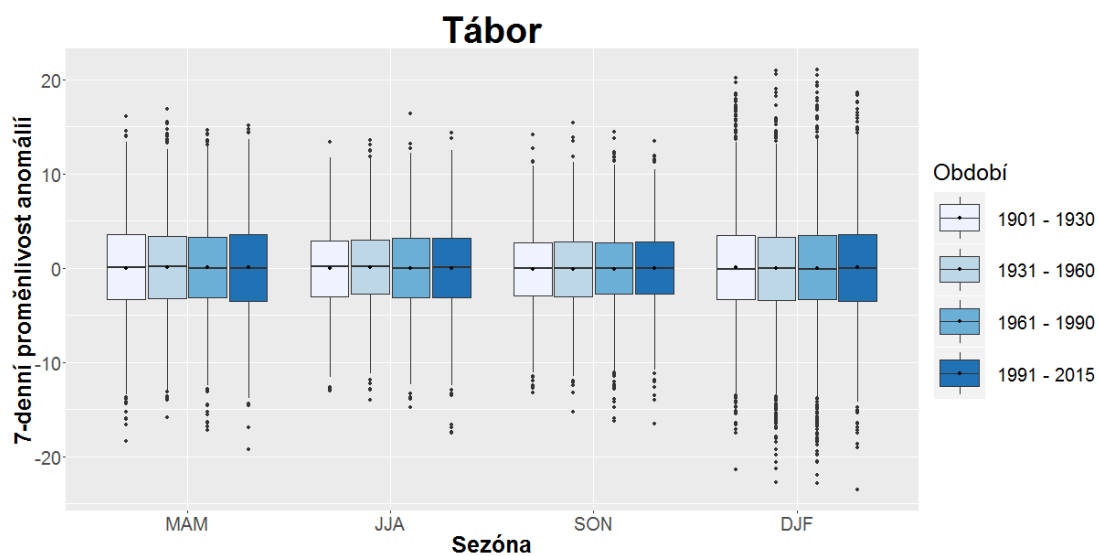
Obr. A.5.3: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Opava



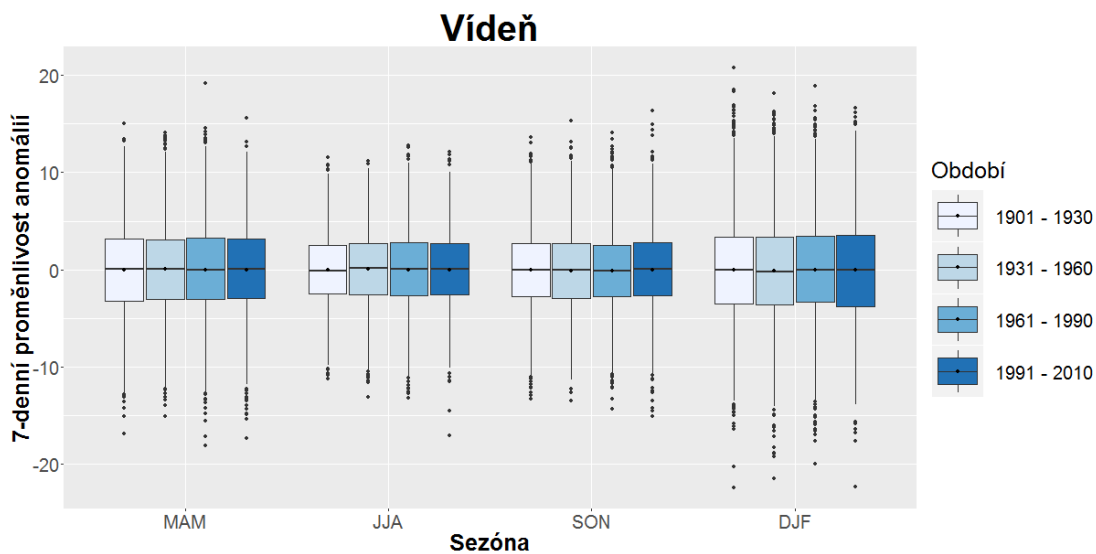
Obr. A.5.4: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Postupim



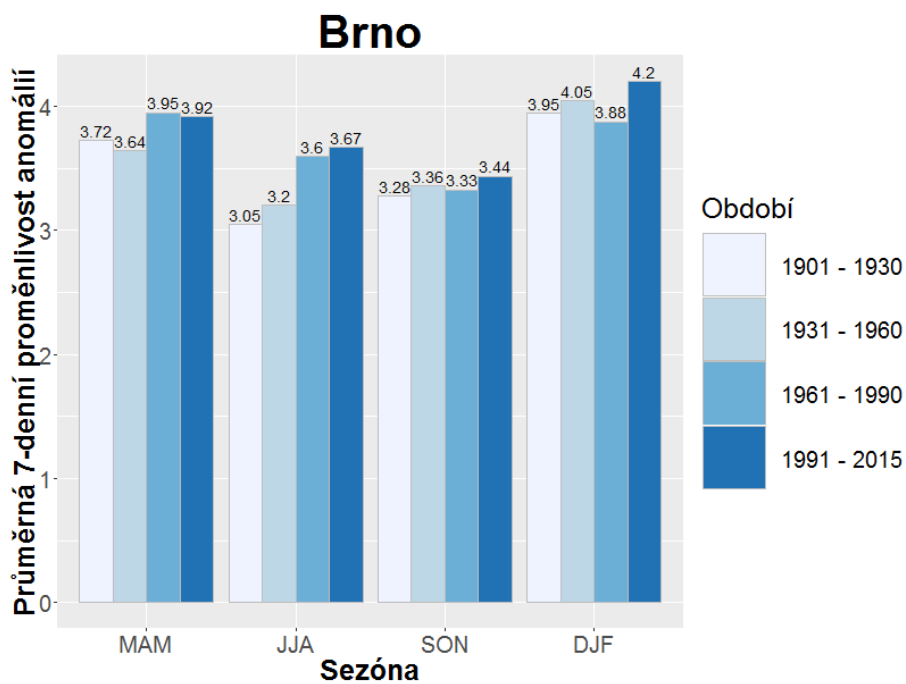
Obr. A.5.5: Statistické rozdělení 7denní proměnlivosti anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick



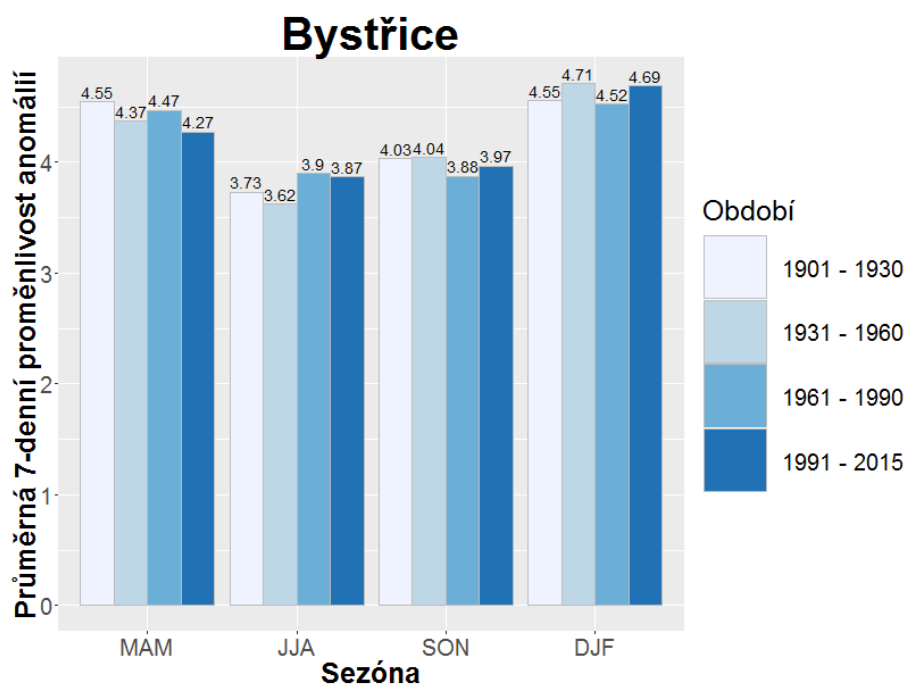
Obr. A.5.6: Jako Obr. A.5.1 ale pro stanici Tábor



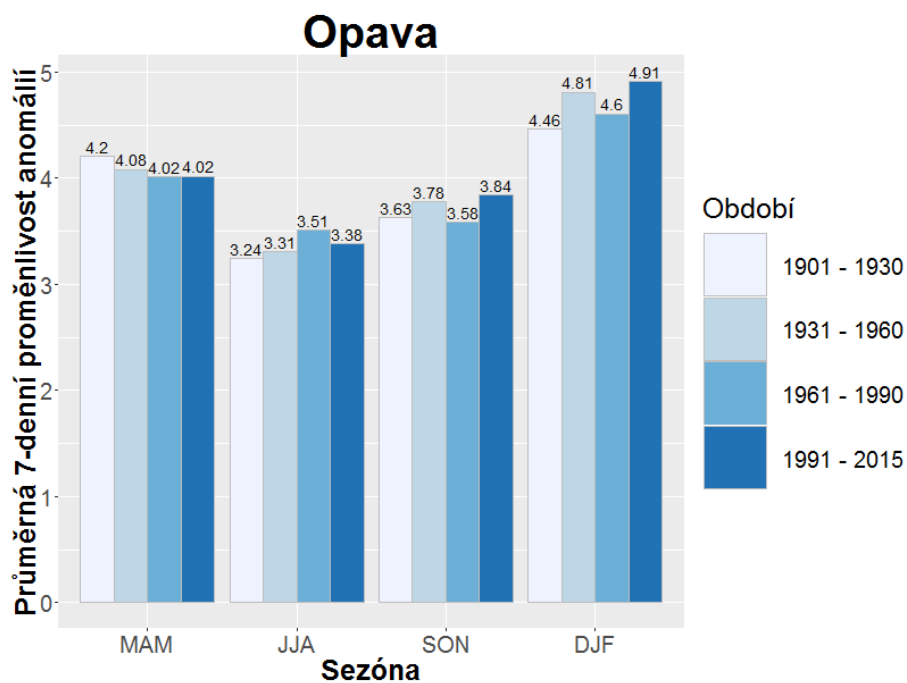
Obr. A.5.7: Jako Obr. A.5.5 ale pro stanici Viedeň



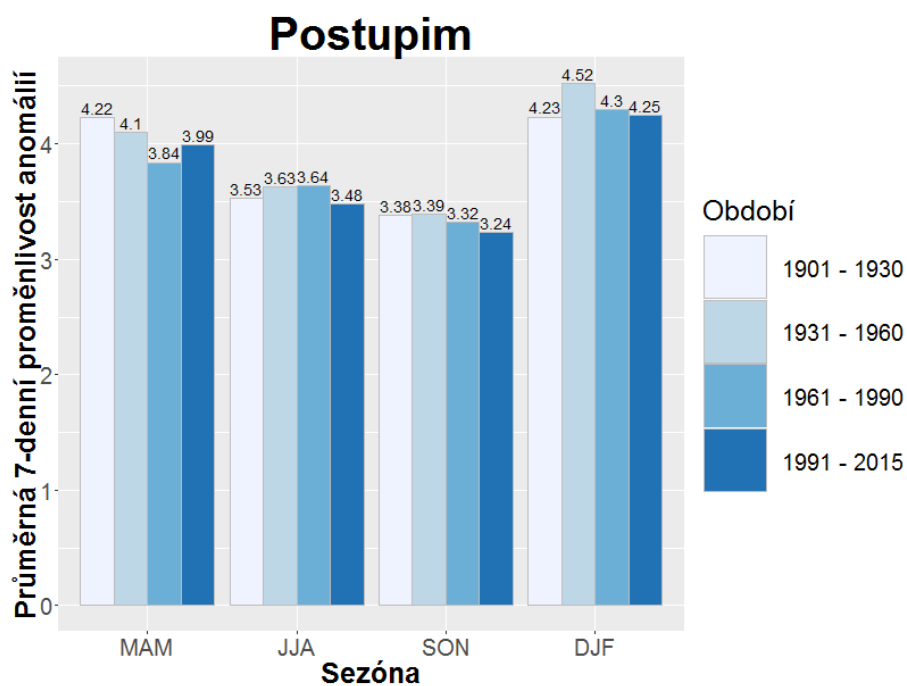
Obr. A.5.8: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2015 na stanici Brno



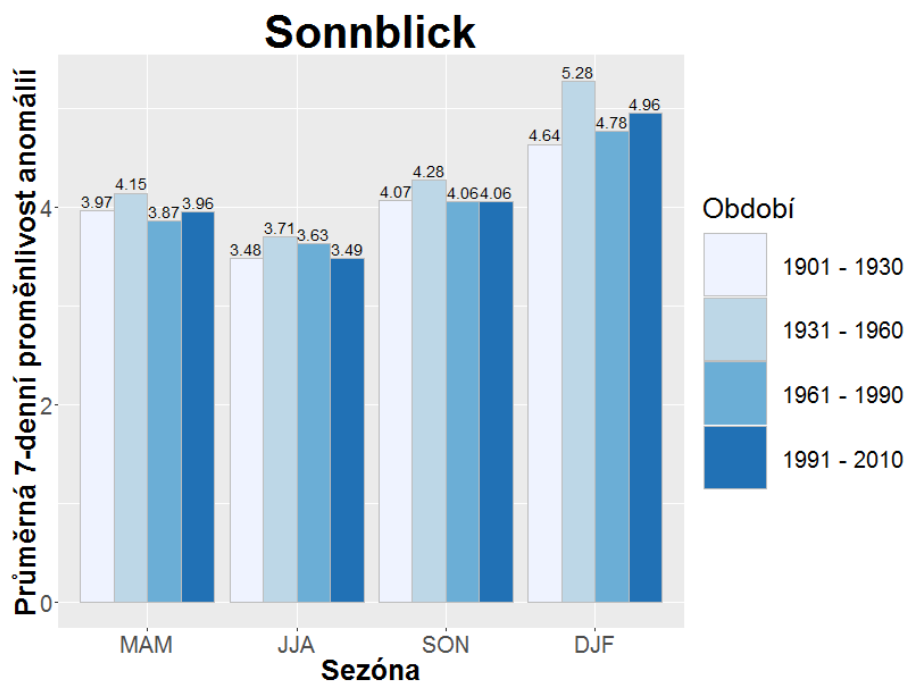
Obr. A.5.9: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Bystřice pod Hostýnem



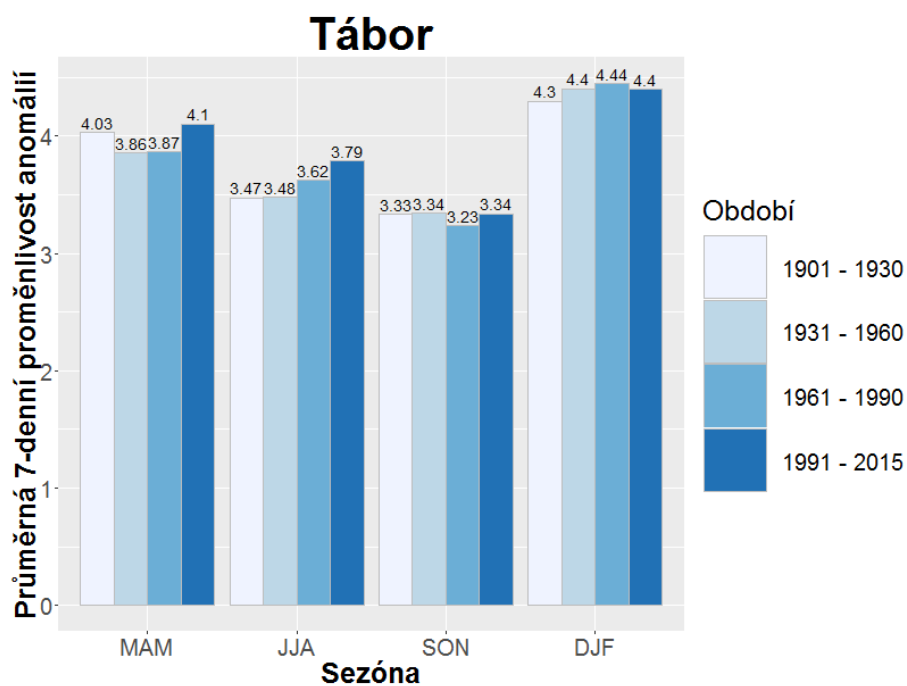
Obr. A.5.10: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Opava



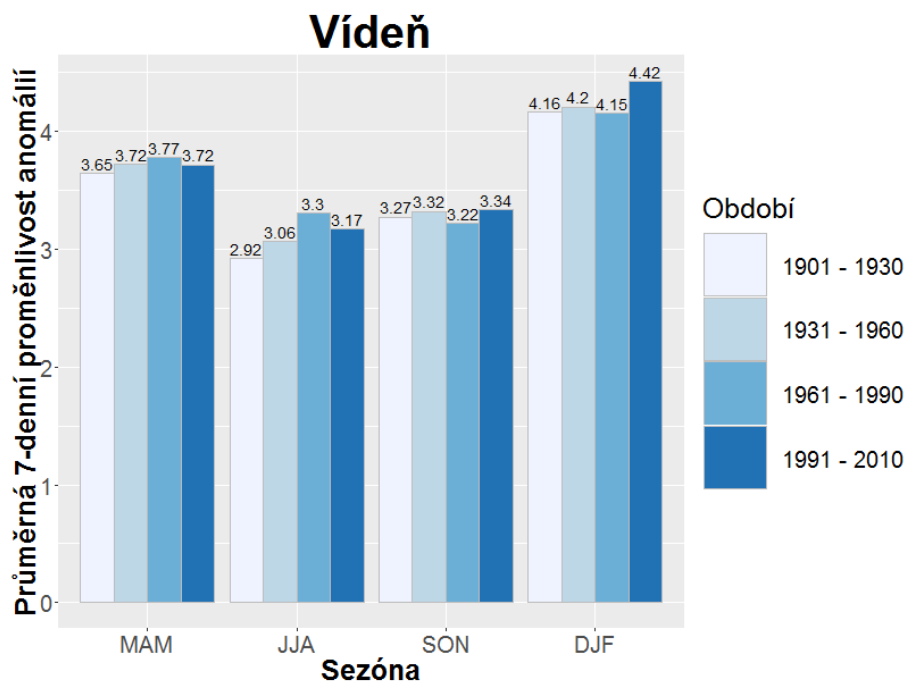
Obr. A.5.11: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Postupim



Obr. A.5.12: Průměrná 7denní proměnlivost anomálií teploty vzduchu v jednotlivých sezónách za jednotlivá období 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 a 1991-2010 na stanici Sonnblick



Obr. A.5.13: Jako Obr. A.5.8 ale pro stanici Tábor



Obr. A.5.14: Jako Obr. A.5.12 ale pro stanici Vídeň

