

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA

## DIPLOMOVÁ PRÁCE



Michaela Radová

### **Singularities v ročním chodu klimatických prvků, jejich dlouhodobé změny a souvislost s atmosférickou cirkulací**

Katedra meteorologie a ochrany prostředí

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Jan Kyselý, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Meteorologie a klimatologie

## **Poděkování**

Na prvním místě bych chtěla poděkovat RNDr. Janu Kyselému, Ph.D. za jeho obětavost, trpělivost a mnohé cenné připomínky při vedení mé diplomové práce. Českému hydrometeorologickému ústavu v Praze a prof. F.-W. Gerstengarbemu z Postdam-Institut für Klimafolgenforschung v Německu děkuji za poskytnutí výchozích dat. Ráda bych také poděkovala Mgr. Radce Mužíkové za možnost užívání jejího notebooku a panu Jakobovi Seidlovi za pomoc při řešení rozličných problémů při sepisování práce. Na závěr chci poděkovat všem svým blízkým, kteří mě podporovali během celého studia.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 19. 7. 2006

Michaela Radová

# Obsah

<b>Abstrakt.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Úvod.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Rešerše.....</b>	<b>8</b>
2.1 Singularity v ČR a ve střední Evropě .....	8
2.1.1 Přehled hlavních singularit .....	8
2.1.2 Výsledky předchozích prací a jejich srovnání.....	10
2.2 Používané metody detekce singularit .....	14
2.2.1 Metody používané ve starších studiích .....	14
2.2.2 Přehled statistických metod detekce singularit .....	16
2.2.3 Využití statistických metod detekce singularit v novějších studiích.....	18
2.3 Souvislost singularit s atmosférickou cirkulací .....	20
2.3.1 Souvislost s prouděním v hladině 500 hPa.....	20
2.3.2 Cyklonální a anticyklonální singularity .....	21
2.3.3 Souvislost s povětrnostními situacemi podle katalogu Hesse a Brezowského .....	21
2.3.4 Souvislost se synoptickými situacemi podle typizace ČHMÚ.....	22
<b>3 Přehled použitých dat .....</b>	<b>25</b>
<b>4 Singularity na stanici Praha – Klementinum v období 1881–2000 ...</b>	<b>28</b>
4.1 Detekce teplotních singularit .....	28
4.1.1 Metoda.....	28
4.1.2 Výsledky.....	28
4.2 Časová stabilita výskytu teplotních singularit .....	33
4.2.1 Metoda.....	33
4.2.2 Výsledky.....	33
4.3 Detekce teplotních singularit s omezením závislosti na volbě referenčního období .....	36
4.3.1 Metoda.....	36
4.3.2 Výsledky.....	37
4.4 Pravděpodobnost výskytu teplotních singularit.....	38
4.4.1 Pravděpodobnost výskytu singularit jako odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu přesahujících zvolené meze .....	38
4.4.2 Pravděpodobnost výskytu kladných a záporných odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu .....	42
4.5 Dlouhodobé změny ve výskytu teplotních singularit .....	43

4.5.1 Dlouhodobé změny ve výskytu nejméně výraznějších singularit.....	43
4.5.2 Dlouhodobé změny ve výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy .....	46
4.6 Srážkové charakteristiky.....	52
4.7 Shrnutí hlavních výsledků .....	55
<b>5 Souvislost teplotních singularit s atmosférickou cirkulací.....</b>	<b>57</b>
5.1 Rozdělení cirkulačních typů .....	57
5.2 Četnosti výskytu cirkulačních typů .....	59
5.3 Porovnání četností cirkulačních typů s výskytem hlavních singularit.....	59
5.4 Souvislost atmosférické cirkulace s výskytem méně výrazných singularit.....	62
5.5 Porovnání s výsledky předchozích prací .....	64
5.6 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu singularit s atmosférickou cirkulací .....	66
5.6.1 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu medardovského počasí s cirkulací .....	66
5.6.2 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu ledových mužů s cirkulací .....	68
5.7 Shrnutí hlavních výsledků .....	70
<b>6 Závěr.....</b>	<b>72</b>
<b>Seznam literatury .....</b>	<b>76</b>

# Abstrakt

**Název práce:** Singularity v ročním chodu klimatických prvků, jejich dlouhodobé změny a souvislost s atmosférickou cirkulací

**Autor:** Michaela Radová

**Katedra (ústav):** Katedra meteorologie a ochrany prostředí

**Vedoucí diplomové práce:** RNDr. Jan Kyselý, Ph.D., Ústav fyziky atmosféry AV ČR

**e-mail vedoucího:** kysely@ufa.cas.cz

**Abstrakt:** Na základě řady průměrné denní teploty vzduchu na stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000 byla v této práci provedena detekce singularit (výrazných odchylek od shlazeného průměrného ročního chodu klimatického prvku) založená na statistickém přístupu. Byla zkoumána časová stabilita výskytu singularit. Pro nejvýraznější detekované a některé další, často uváděné, singularity byla stanovena pravděpodobnost jejich výskytu. Dále byly analyzovány dlouhodobé změny ve výskytu těchto singularit a jejich souvislost s atmosférickou cirkulací. Bylo zjištěno, že nelze předpokládat časovou stabilitu (každoroční výskyt ani přesnou kalendářní vazbu) většiny nalezených singularit. Navíc takto detekované singularity mohou být někdy jen statistickými vlastnostmi zvoleného výběru bez vztahu např. k typickým cirkulačním podmínkám. Není tedy vhodné spoléhat na výsledky získané při hledání singularit jako přesně kalendářně vázaných odchylek a vycházet při jejich detekci jen z jednoho referenčního období. Hlavní příčinou dlouhodobých změn ve výskytu vybraných singularit je proměnlivost atmosférické cirkulace.

**Klíčová slova:** singularita, průměrná denní teplota vzduchu, atmosférická cirkulace, Hess-Brezowského typizace povětrnostních situací, Praha – Klementinum, proměnlivost klimatu

**Title:** Singularities in annual cycle of climatic variables, their long-term changes and relationships to atmospheric circulation

**Author:** Michaela Radová

**Department:** Department of Meteorology and Environmental Protection

**Supervisor:** RNDr. Jan Kyselý, Ph.D., Institute of Atmospheric Physics AS CR

**Supervisor's e-mail address:** kysely@ufa.cas.cz

**Abstract:** In this thesis a statistical detection of singularities (strong deviations from the smoothed mean annual cycle of a climatic variable) was performed on the basis of mean daily air temperature at the Prague – Klementinum station over the period 1881–2000. A temporal stability of all singularities was investigated, and probabilities of the occurrence of the strongest ones and some of the most often mentioned ones were determined. Long-term changes of occurrence of these singularities and their relationships to atmospheric circulation were analyzed. The results show that the temporal stability (annual recurrence as well as regular occurrence at specific calendar days of a year) cannot be assumed for most singularities. Moreover, some of the singularities found using this procedure can generally be just statistical properties of a chosen sampling without relationships e.g. to circulation conditions. That is why it is not proper to look for singularities tied closely to a specific date and use only one reference period for their detection. Variability of atmospheric circulation is the main source of long-term changes of the occurrence of examined singularities.

**Keywords:** singularity, mean daily air temperature, atmospheric circulation, Hess-Brezowsky catalogue of weather types, Prague – Klementinum, climate variability

# 1 Úvod

V průměrném ročním chodu klimatických prvků se projevují některé významné odchylky od shlazeného průměrného chodu, označované jako singularity. Tento pojem zavedl již v roce 1928 A. Schmauss jako analogii k singulárním bodům matematické křivky. Podle Sobíška a kol. (1993) se singularitou v původním významu (podle A. Schmausse) rozumí odchylka od hladké (zidealizované) křivky dlouhodobého ročního chodu meteorologického prvku, zvláště teploty vzduchu a množství atmosférických srážek, která je patrná ještě ve stoleté řadě pozorování. V tomto smyslu je tedy singularita jevem víceméně přesně vázaným na určité kalendářní období. V širším smyslu se singularitou označuje poměrně pravidelná odchylka od celkového trendu počasí, podmíněná zvýšeným výskytem určitých povětrnostních situací v dané části roku. Výskyt singularit odrážejí i některé lidové pranostiky (Muzar, 1986; Vašků, 1998), které zachycují typický průběh počasí v dané části roku nebo odhadují vývoj počasí podle jeho charakteru v určitém referenčním období.

Studiem singularit se zabývá řada prací německých i českých klimatologů (např. Bayer, 1955, 1959; Rein, 1956; Richter, 1938; Schmauss, 1938; Stuchlík, 1960; Zikmunda, 1954). V novějších studiích (např. Bissolli a Schönwiese, 1987, 1990; Bissolli, 1991; Brázdil a kol., 1999; Řezníčková, 2004; Řezníčková a kol., 2006) byl při výzkumu singularit uplatněn statistický přístup.

Cílem této diplomové práce bylo na základě statistického přístupu (i) stanovit nejvýznamnější singularity v ročním chodu základních klimatických prvků v ČR, (ii) určit pravděpodobnosti jejich výskytu v daném období roku, (iii) analyzovat dlouhodobé změny ve výskytu vybraných singularit a (iv) analyzovat možné příčiny dlouhodobých změn na základě studia charakteristik atmosférické cirkulace nad střední Evropou.

Práce navazuje zejména na studie Bissolliho a Schönwieseho (1990) a Řezníčkové a kol. (2006), a tedy i pojetí pojmu singularita je zde stejné (singularity jsou detekovány pomocí statistických metod). Jedním z cílů bylo ukázat, že takto definované singularity mohou být často jen statistickými vlastnostmi zvoleného výběru, které závisí mj. na volbě referenčního období. Pokud tomu tak je, je potřeba opatrně nahlížet na výsledky předchozích prací.

Diplomová práce je rozvržena do 6 kapitol. Kapitola 2 obsahuje přehled hlavních singularit v ČR a ve střední Evropě, shrnutí výsledků předchozích prací i popis

používaných metod detekce singularit. V kapitole 3 jsou stručně popsána použitá data. Následující dvě kapitoly se již přímo týkají zmíněných cílů a tvoří tedy jádro práce. V kapitole 4 jsou prezentovány výsledky detekce teplotních singularit. Na základě studia časové stability jejich výskytu jsou stanoveny nejvýznamnější z nich. Pro ně jsou dále určeny pravděpodobnosti jejich výskytu v dané části roku. V období těchto nejvýznamnějších singularit a v období očekávaného výskytu některých dalších (v literatuře často uváděných) singularit jsou studovány dlouhodobé změny v jejich výskytu. Pro stejná období jsou uvedeny i výsledky doplňujícího zkoumání srážkových charakteristik. Nově byl také uplatněn postup detekce singularit s omezením závislosti na volbě referenčního období. Kapitola 5 se vztahuje k souvislosti výskytu a především dlouhodobých změn ve výskytu teplotních singularit s atmosférickou cirkulací. Všechny dosažené výsledky jsou shrnuty v kapitole 6.

Práce je příspěvkem k analýze vztahu mezi přízemními klimatickými prvky (konkrétně průměrnou denní teplotou) a atmosférickou cirkulací a ke studiu dlouhodobé proměnlivosti klimatu.

## 2 Rešerše

### 2.1 Singularity v ČR a ve střední Evropě

#### 2.1.1 Přehled hlavních singularit

Hlavní singularity uváděné pro Českou republiku jsou ochlazení v polovině března (březnová zima), ledoví muži, medardovské počasí, babí léto a vánoční obleva (viz zejména práce Brázdil a kol. (1999), Munzar (1986), Řezníčková (2004), Řezníčková a kol. (2006), Souborná studie (1969)). Brázdil a kol. (1999) navíc uvádějí singularity oteplení začátkem února s následujícím ochlazením, oteplení koncem listopadu, vrcholení zimy a vrcholení léta. Munzar (1986) uvádí dvě oteplení v prosinci (v první polovině prosince a kolem Vánoc) a navíc další dvě singularity návratu zimy v dubnu (kolem 9. 4. a 21. 4.), zmiňuje také tzv. malé ledové muže s průměrným datem výskytu 26. a 27. 5. Podle Bayera (1959) se vyskytuje také singularita pozdní léto.

Následující popis jednotlivých singularit v průběhu roku vychází zejména z prací Bayera (1959), Brázdila a kol. (1999), Munzara (1986), Munzara a kol. (1989), Řezníčkové a kol. (2006), Sobiška a kol. (1993) a Souborné studie (1969).

Za vrcholení zimy se považuje období nejnižších zimních teplot vzduchu. Toto období obvykle nastává kolem poloviny ledna až začátkem třetí lednové dekády. Je pro ně charakteristický častější výskyt anticyklón nebo chladnější východní proudění.

Únorové ochlazení se vyskytuje koncem první a začátkem druhé dekády února po předchozím oteplení. Je časté, ale ne každoroční (Souborná studie, 1969).

Během březnové zimy, která připadá přibližně na druhou a třetí pentádu března, dochází ke vpádům studeného vzduchu od severu (vlhký mořský labilní vzduch, přinášející přeháňky) i ke vpádům studeného kontinentálního vzduchu.

Ledoví muži jsou povětrnostní singularitou náhlého ochlazení na vzestupné křivce ročního chodu teploty nejčastěji v první polovině května. Jejich nástup je ale značně nepravidelný a v některých letech se nevyskytují vůbec. Doba trvání také značně kolísá, nejčastěji je však 3 až 4 dny (Bayer, 1959). Ledoví muži souvisí s vpády studeného vzduchu severních směrů. Nutnou podmínkou je výskyt mohutné anticyklóny nad severovýchodním Atlantikem a odpovídající oblasti nízkého tlaku vzduchu nad



severní Evropou. Po východní straně anticyklóny k nám pak proudí i po několik dní velmi čistý studený mořský polární vzduch, který se vyznačuje i malým obsahem vodní páry, a dochází tedy k dalšímu ochlazování vyzařováním za jasných nocí.

Nejvýraznější střeoevropskou singularitou je podle Sobíška a kol. (1993) medardovské počasí. Podle Munzara a kol. (1989) nastává v 78% let a trvá kolem 14 dnů. Souborná studie (1969) uvádí stejné procento let výskytu, avšak průměrnou dobu trvání okolo 7 dnů. Tato singularita je charakterizována chladným, oblačným počasím s několika srážkovými vlnami. Projevuje se výrazněji v ročním chodu teploty než srážek. Dochází k zastavení vzestupu, popř. poklesu průměrných denních teplot. Její nástup se klade na začátek druhé červnové dekády. Medardovské počasí je způsobeno dlouhotrvajícím přílivem studeného mořského vzduchu od západu až severozápadu z Atlantského oceánu. Tento příliv bývá nepříliš vhodně označován jako evropský letní monzun (např. postrádá zimní složku proudění opačného směru, která musí u monzunu podle klasické definice existovat). Evropským letním monzunem se rozumí proudění po okraji azorské anticyklóny posunuté k severu. Někteří autoři do tohoto názvu zahrnují kromě západních a severozápadních situací i severní situace a situace centrálních cyklón. Evropský letní monzun proniká nad kontinent ve vlnách, kterých může být podle německého meteorologa H. Flohna až sedm (M1 – M7). Monzunové vlny M4 – M6 bývají situovány do července, jejich intenzita ve srovnání s červnovou postupně slábne. Jednotlivé monzunové vlny jsou od sebe odděleny anticyklonálními situacemi. Ne všechny vydatné červnové deště však souvisí s medardovským počasím; některé (lidová meteorologie hovoří o „svatojánských deštích“) jsou vyvolány povětrnostními situacemi, kdy dochází k přesunu tlakové níže ze severní části Itálie k severovýchodu. Tato dráha cyklóny je označována podle klasifikace německého meteorologa van Bebbera z r. 1891 jako Vb (pět b).

Vrcholení léta, které zpravidla souvisí s ustáleným slunečným anticyklonálním počasím, je charakteristické nejvyššími teplotami vzduchu během roku a poklesem úhrnů srážek i srážkové činnosti obvykle v druhé polovině července. Podle Souborné studie (1969) dochází ke zvyšování teploty po 15. červenci několikrát.

Pozdní léto se vyskytuje v první polovině září a je charakterizováno anticyklonální situací.

V září nebo říjnu nastává babí léto, což je období převážně slunečného, málo větrného a přes den teplého počasí beze srážek. Noci jsou již chladné a vytvářejí se v nich radiační mlhy, které se s postupujícím podzimem udržují po větší část dne. Dny

babího léta bývají často doprovázeny slabým východním prouděním. Příčinou této singularity je poměrně stálá rozsáhlá anticyklóna nad střední a jihovýchodní Evropou. S postupem tlakové výše od západu na východ dochází nejdříve k poklesu teploty za jasných nocí a teprve později nastává oteplení, způsobené advekcí teplého vzduchu na západní straně anticyklóny. Trvání babího léta v jednotlivých letech je velmi rozdílné. Podle německého meteorologa H. Flohna se v letech 1881–1947 vyskytovalo na území Německa babí léto ve dnech 21. 9. – 2. 10. s relativní četností 76%.

Vánoční obleva nastává mezi Vánoce a Novým rokem, je to období vlhkého a poměrně teplého počasí, které je způsobeno prouděním relativně teplého mořského vzduchu od jihozápadu až západu. Ve středních a nižších polohách přináší déšť a tání, ve vyšších polohách může dojít ke zvýšení sněhové pokrývky vydatným sněžením. Podle Munzara (1986) je „v současné době vánoční obleva stálejším výkyvem křivky ročního chodu teploty u nás než ledoví muži i Medardova kápě“. Dále Munzar (1986) uvádí zjištění (doplněním staršího šetření K. Bayera o singularitách teploty vzduchu na Milešovce do počátku 80. let), že s oteplením nebo oblevou v druhé polovině prosince je nutné počítat ve více než 80 % všech let.

Tab. 2.1 je přehledem zmíněných singularit včetně doby jejich výskytu a základních charakteristik.

### **2.1.2 Výsledky předchozích prací a jejich srovnání**

Teplotní singularity na Milešovce za období 1910–1939 zkoumal Bayer (1955). Vyhodnotil období poklesů či zpomalení v jarním vzestupu teploty a období zastavení poklesu nebo vzestupů na sestupné části teplotní křivky. Výsledky jeho práce ukazují na existenci většiny výše popsaných singularit.

Strukturu ročního chodu srážek analyzovali pro Milešovku za období 1910–1940 (s vynecháním roku 1917, kdy chyběla data) Zikmunda (1954) a ve stovacetileté řadě Praha – Klementinum (období 1. 8. 1839 – 31. 12. 1959) Stuchlík (1960). Všem suchým obdobím, která našel ve své práci Zikmunda (1954), odpovídají poklesy srážkové činnosti v práci Stuchlíka (1960). Ten hodnotí výsledky tak, že z popisu ročního chodu dlouholetých pražských pozorování srážek vyplývá určitá kalendářní závislost výskytu srážkových období, kterým většinou odpovídá i zvýšená četnost příslušných

Tab. 2.1. Přehled a charakteristiky hlavních singularit v ČR a ve střední Evropě.

Singularita	Doba výskytu	Charakteristika
<b>Nejčastěji uváděné singularity</b>		
březnová zima	druhá a třetí pentáda března	vpády studeného vzduchu od severu (vlhký mořský labilní vzduch, přinášející přeháňky) i vpády studeného kontinentálního vzduchu
ledoví muži	první polovina května	vpády studeného vzduchu severních směrů, výskyt mohutné anticyklóny nad severovýchodním Atlantikem a odpovídající oblasti nízkého tlaku vzduchu nad severní Evropou
medardovské počasí	začátek druhé červnové dekády	chladné, oblačné počasí s několika srážkovými vlnami, zastavení vzestupu popř. pokles průměrných denních teplot, příliv studeného mořského vzduchu od západu až severozápadu z Atlantského oceánu
babí léto	v září nebo říjnu	převážně slunečné, málo větrné a přes den teplé počasí beze srážek, noci již chladné – vytvářejí se v nich radiační mlhy, často slabé východní proudění, stálá rozsáhlá anticyklóna nad střední a jihovýchodní Evropou
vánoční obleva	mezi Vánocemi a Novým rokem	vlhké a poměrně teplé počasí, proudění relativně teplého mořského vzduchu od jihozápadu až západu
<b>Další uváděné singularity</b>		
vrcholení zimy	polovina ledna až začátek třetí lednové dekády	nejnižší zimní teploty vzduchu, častější výskyt anticyklón nebo chladnější východní proudění
únorové ochlazení	první a začátek druhé dekády února	návrat chladného počasí po předchozím oteplení
návrat zimy v dubnu	kolem 9. 4.	
návrat zimy v dubnu	kolem 21. 4.	
malí ledoví muži	26. a 27. 5.	
vrcholení léta	druhá polovina července	ustálené slunečné anticyklonální počasí, nejvyšší teploty vzduchu během roku, pokles úhrnů srážek i srážkové činnosti
pozdní léto	první polovina září	anticyklonální situace
oteplení koncem listopadu	konec listopadu	
oteplení v prosinci	první polovina prosince	

charakteristických povětrnostních situací nad Evropou ve smyslu Schmaussových singularit. Ze srovnání s výsledky získanými z kratších časových řad různých středoevropských míst je podle Stuchlíka vidět, že není potřeba tak dlouhých časových řad a že většina singularit zůstává přes jisté menší přesuny ve své podstatě zachována. Jak ovšem upozorňují Řezníčková a kol. (2006), tento závěr odpovídá dlouhou dobu převažujícímu šablonovitému přístupu k singularitám, kdy se k předem známým singularitám hledají a přiřazují datem výskytu nejbližší odchylky. Pokud se však taková odchylka významně neliší od shlazeného ročního chodu daného meteorologického prvku, je třeba ji chápat jen jako součást náhodných výkyvů v dané časové řadě.

Prostorovým a časovým kolísáním singularit na území Německé spolkové republiky v období 1881–1986 se zabývali Bissolli a Schönwiese (1990). Vycházeli z dat ze 32 stanic, které rozdělili do 8 regionů. Některé teplotní singularity našli ve všech regionech, další se objevují jen v některých oblastech nebo vykazují v určitých regionech opožděný výskyt. Ledové muže (přibližně 11. – 15. května) nahrazuje ve všech oblastech teplá singularita.

Do analýzy zahrnuli i srážková data a definovali 4 druhy událostí: chladno – suché, teplo – suché, chladno – deštivé a teplo – deštivé. I zde některé singularity našli ve všech regionech, u jiných se vyskytly regionální rozdíly. Počet takto definovaných singularit je větší než počet čistě teplotních singularit. U těchto dvojdimenzionálních singularit se někdy objevují opačné události připadající přibližně na stejné datum, např. pro 25. – 27. července vyšla v některých regionech teplo – suchá i chladno – deštivá singularita. Chladno – suché a teplo – deštivé singularity se objevují většinou v zimě, zatímco teplo – suché a chladno – deštivé v létě.

Některé singularity se projevíly jak při analýze čistě teplotních dat, tak při zahrnutí dat srážkových. Naproti tomu např. vánoční obleva byla nalezena jako významná teplo – deštivá singularita téměř ve všech regionech, ale jen jako relativně slabá teplotní singularita, a to pouze v několika oblastech.

Ke zkoumání časového kolísání použili řadu teplot ze stanice Hohenpeissenberg za období 1881–1985. Chování některých singularit se za toto období změnilo pouze mírně, u jiných došlo k podstatné změně v době výskytu, trvání nebo velikosti odchylky; některé singularity zmizely, jiné se objevily.

Povětrnostními singularitami na Milešovce v období 1905–1994 se detailně zabývali Brázdil a kol. (1999). I podle jejich výsledků, podobně jako v práci Bissolli a Schönwiese (1990), odpovídá květnovému ochlazení, které bývá uváděno na začátek druhé květnové dekády, významná kladná odchylka. Dále zjistili, že babí léto, které bývá spojováno s vyšším tlakem vzduchu, je zřetelněji vyjádřeno v průměrných hodnotách a neprojevuje se v odchylkách od průměrného chodu. Bissolli a Schönwiese (1990) našli pro Německo větší počet statisticky významných teplotních odchylek, ale převážná většina odchylek na Milešovce, zjištěných Brázdilem a kol. (1999), odpovídá jejich výsledkům.

Povětrnostními singularitami v České republice na základě řad průměrné denní teploty vzduchu, průměrného denního tlaku vzduchu a denních srážkových úhrnů ze 13 klimatologických stanic v období 1961–2002 se zabývali Řezníčková a kol. (2006). Nalezli 45 povětrnostních singularit (souvislých období, kdy jednotlivé dny splňují podmínky pro uznání výskytu singularity – viz dále kapitola 2.2.3), z toho 33 teplotně, 34 tlakově a 27 srážkově významných. Průměrná délka trvání teplotní singularity je 6.2 dne, pro tlakové singularity 5.1 dne a pro srážkové 6.8 dne. Velká část zjištěných singularit se projevuje na celém území ČR. V jistých případech dochází ale ke zřetelnému prostorovému omezení výskytu singularity, které nejspíš souvisí s územním dosahem určitých synoptických situací. I když byly singularity z větší části nalezeny zároveň ve více zpracovaných prvcích, nemusí se časově shodně projevovat ve stejných dnech. Singularity v teplotě a tlaku se na jednotlivých stanicích vyskytovaly přibližně ve stejnou dobu, u srážkových singularit je shoda mezi jednotlivými stanicemi méně častá. Většině singularit odpovídala i významně vyšší četnost výskytu určitých skupin synoptických situací vyznačujících se anomálními teplotními nebo srážkovými projevy. Stejně jako ve výsledcích práce Bissolli a Schönwiese (1990) se i zde objevily případy, kdy ve stejný den mohou nastat protichůdné singularity spojené s určitou povětrnostní situací („konkurence“ mezi singularitami). Některé singularity přicházejí na území ČR v několika fázích (např. vrcholení zimy, medardovské počasí, vrcholení léta, babí léto). Zjištěné povětrnostní singularity vcelku potvrzují případy uvedené v Tab. 2.1 v této práci; singularitě ledoví muži však i zde odpovídá teplá singularity.

Některým suchým obdobím nalezeným Zikmundou (1954) odpovídá podle Řezníčkové a kol. (2006) suchá srážková singularity, v jistých případech však v daném období nebyl nalezen výskyt singularity nebo byla dokonce nalezena srážková

singularita opačného znaménka. Z porovnání prací Stuchlíka (1960) a Řezníčkové a kol. (2006) je vidět, že ne každému poklesu či vzestupu srážkové činnosti odpovídá výskyt singularity.

Ze srovnání poklesů a vzestupů teploty (Bayer, 1955) s teplotními singularitami (Řezníčková a kol., 2006) vyplývá, že méně než polovina nalezených období vzestupů či poklesů odpovídá singularitě se správným znaménkem odchylky teploty, v několika případech se předpokládaná singularita vyskytuje přibližně o týden posunuta a existují i situace, kdy danému poklesu či vzestupu teploty odpovídá opačná singularita. Analogické výsledky dává i srovnání poklesů a vzestupů teploty (Bayer, 1955) se singularitami nalezenými na Milešovce Brázdilem a kol. (1999).

Z porovnání singularit detekovaných ve všech 8 regionech Německa Bissollim a Schönwiesem (1990) se singularitami v ČR podle Řezníčkové a kol. (2006) vyplývá, že shodný výskyt byl zjištěn přibližně v 50 % případů (ze singularit nalezených v Německu). V některých případech (6 % singularit nalezených v Německu) se singularita zjištěná Bissollim a Schönwiesem (1990) vyskytuje podle Řezníčkové a kol. (2006) přibližně o týden posunuta.

Když uvažujeme vícedenní statisticky významné odchylky teploty vzduchu podle Brázdila a kol. (1999), vidíme, že ve stejných obdobích našli tyto singularity také Řezníčková a kol. (2006). Pouze u dvou z těchto devíti singularit není období výskytu stejné, ale posunuté.

Srovnání výskytu hlavních singularit nalezených v pracích Bissolli a Schönwiese (1990), Brázdil a kol. (1999) a Řezníčková a kol. (2006) je shrnuto v Tab. 2.2.

## **2.2 Používané metody detekce singularit**

### **2.2.1 Metody používané ve starších studiích**

Bayer (1959) uvádí, že podle práce Končeka (1927) je společnou příčinou singulárních bodů v ročních chodech meteorologických prvků téměř každoroční opakování určitých povětrnostních situací. Proto se již od počátku snažil Schmauss přejít od zkoumání chodů jednotlivých prvků k nějaké komplexní charakteristice. Ve svém článku (1938) použil k postižení pravidelných přestaveb atmosférické cirkulace nad Evropou tlakové gradienty v sedmi řezech a zkoumal jejich roční chod.

Tab. 2.2. Srovnání výskytu hlavních teplotních singularit podle různých prací. V prvním sloupci jsou období výskytu vícedenních singularit, které detekovali Brázdil a kol. (1999) pro Milešovku za období 1905–1994. K těmto singularitám jsou v dalších sloupcích uvedena období výskytu odpovídajících singularit nalezených Rezníčkovou a kol. (2006) pro ČR za období 1961–2002 a Bissolli a Schönwiesem (1990) pro Německo za období 1881–1986. Období výskytu singularit, která jsou vůči obdobím zjištěným v práci Brázdil a kol. (1999) posunuta, jsou psána kurzívou; období výskytu singularit, které nebyly zjištěny na všech zkoumaných stanicích v ČR nebo ve všech uvažovaných regionech Německa, jsou uvedena v závorce.

<b>Brázdil a kol. (1999)</b>	<b>Rezníčková a kol. (2006)</b>	<b>Bissolli a Schönwiese (1990)</b>
<b>studené singularity</b>		
16. – 17. února	14. – 18. února	13. – 21. února
11. – 13. března	<i>(18. – 21. března)</i>	<i>(12. – 20. března)</i>
15. – 16. června	15. – 18. června	-
19. – 20. července	17. – 22. července	<i>20. – 24. července</i>
15. – 19. listopadu	17. – 24. listopadu	<i>(13. – 18. listopadu)</i>
<b>teplé singularity</b>		
13. – 14. května	12. – 18. května	6. – 18. května
16. – 18. května	12. – 18. května	6. – 18. května
3. – 4. července	2. – 5. července	3. – 14. července
4. – 6. prosince	<i>(26. listopadu – 4. prosince)</i> <i>(6. – 12. prosince)</i>	<i>(3. – 5. prosince)</i>

Podobný pokus o zachycení singularit v tlakovém poli byl uskutečněn pomocí četností cyklón, případně anticyklón v oblastech o rozměrech 5° x 10° nad Evropou (Richter, 1938).

Velkou naději vkládal Schmauss v denní četnosti výskytu vzduchových hmot na určitém místě, sestavené na základě dlouholetých pozorování. Předpokládal, že právě v tomto rozložení četností se objeví kalendářní vazba určitých povětrnostních situací.

Roku 1952 byl vydán katalog Hesse a Brezowského (Hess a Brezowsky, 1952), ve kterém je provedena typizace synoptických situací pro střední Evropu podle rozložení řídicích tlakových center určujících směr advekce vzduchových hmot a povětrnostní situace v každém dni v období 1881–1950 je klasifikována a zařazena pod určitý typ. Tento katalog byl později často využíván při studiu singularit.

Zikmunda (1954), který se zabýval srážkovými singularitami (singularity uvažuje jako období velkých kladných nebo záporných odchylek určitého meteorologického prvku) na Milešovce, vycházel z počtů srážkových dní v jednotlivých kalendářních dnech roku. Hodnoty shladil tak, že pro každý den uvažoval součet počtů srážkových dní pro daný den, den předcházející a následující. Pro úplnější

charakteristiku srážkových poměrů přihlížel i k průměrnému množství srážek v pentádách.

Při studiu teplotních singularit na Milešovce hledal Bayer (1955) pravidelně se opakující období poklesů a vzestupů teploty. Vycházel z pentádových průměrů teploty a z četností teplot (zaokrouhlených na celé stupně), které byly zaznamenány v příslušné pentádě za celé zkoumané období.

Bayer (1959) uvádí, že statistická analýza existenci singularit nepotvrzuje, a zmiňuje i názor Schmausse, že realita singularit nemůže být prokázána matematickou cestou. Jednou z příčin, které podle něj znehodnocují použití metod matematické statistiky při výzkumu singularit, jsou dlouhodobé výkyvy v jejich nástupu. Uvažujeme-li souvislost povětrnostních singularit se všeobecnou cirkulací, pak v důsledku změn její intenzity a charakteru dochází právě k dlouhodobým výkyvům v datech nástupu i v intenzitě povětrnostních singularit.

Stuchlík (1960) se zabýval strukturou ročního chodu srážek. Zpracoval denní srážkové záznamy za období od 1. srpna 1839 do 31. prosince 1959 podle pravidelných nepřetržitých pozorování v Praze – Klementinu. Každý údaj nebyl opsán mechanicky, ale byl ověřován situačně a případně i porovnáván se záznamy okolních stanic. Byly také použity malé opravy, protože umístění srážkoměru na Klementinu není zcela vhodné. Při zpracování řady byla snaha všechny srážky do 7. hodiny ranní přičítat k minulému dni, přesto bylo provedeno vyrovnání z obou sousedních dní podle vzorce  $(x_0 + 2x_1 + x_2) / 4$ , kde  $x_1$  je dnem, k němuž se srážky přímo vztahují,  $x_0$  je dnem předchozím,  $x_2$  dnem následným. Tím se mají odstranit nedostatky plynoucí z možných chyb, aby struktura ročního chodu byla co nejreálnější.

### **2.2.2 Přehled statistických metod detekce singularit**

Následující popis v současné době používaných statistických metod detekce singularit vychází zejména z prací Bissolli a Schönwiese (1987, 1990) a Bissolli (1991).

K odstranění ročního chodu a případného trendu v časové řadě se na hodnoty studovaného prvku aplikuje Gaussovský vysokofrekvenční filtr (ve výše uvedených pracích šedesátidenní), kterým se získají odchylky od shlazeného chodu. Ty se mohou pro odstranění velké rozkolísanosti dále shladit tak, že se z nich vypočtou třídní klouzavé průměry  $m_{t,i}$  ( $t = 1, \dots, 365$ ;  $i = 1, \dots, N$ ; kde  $N$  je počet let). Na ně se pak



aplikují metody detekce singularit. Použití tří denních klouzavých průměrů navíc umožňuje lepší srovnání s výskytem cirkulačních typů (trvání výskytu jednoho cirkulačního typu se udává alespoň tři dny). Popis metod v této kapitole je uveden konkrétně pro případ takto upravených dat.

*Filtrace Gaussovským vysokofrekvenčním filtrem* je ekvivalentní výpočtu rozdílů původních dat a dat získaných *filtrací Gaussovským nízkofrekvenčním filtrem*. Aplikace Gaussovského nízkofrekvenčního filtru shladí data počítáním vážených průměrů (např. Hoffmann, 2005; Fisher et al., 1994)

$$fa_j = \frac{\sum_{x=-n}^n w(x)a_{j+x}}{\sum_{x=-n}^n w(x)}, \quad (1)$$

kde  $a_j$  jsou původní hodnoty,  $fa_j$  jsou nové hodnoty vzniklé z původních aplikováním filtru,  $w(x)$  jsou váhy dané vztahem:

$$w(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

kde  $\sigma$  je standardní odchylka.

Díky vlastnostem Gaussovského rozdělení můžeme váhy položit rovny nule pro vzdálenost od přepočítávané hodnoty větší než  $3\sigma$ . Pro šedesátidenní filtr, který uvažuje pro výpočet filtrované hodnoty daného dne hodnoty ze třiceti předcházejících a třiceti následujících dní (tzn.  $n = 30$ ), je tedy  $\sigma = 10$ . Gaussovský šedesátidenní nízkofrekvenční filtr poměrně dobře zvýrazní roční chod.

**Metoda průměru** testuje nulovou hypotézu  $m_t = m_0 = 0$  ( $m_0 = 0$  plyne z faktu, že data jsou Gaussovsky vysokofrekvenčně filtrovaná), kde  $m_t$  je průměr z hodnot  $m_{t,i}$  ( $i = 1, \dots, N$ ) a  $m_0$  průměr všech hodnot datového souboru (tzn. všech hodnot  $m_{t,i}$ ;  $t = 1, \dots, 365$ ;  $i = 1, \dots, N$ ). Platnost nulové hypotézy by znamenala, že nenastává žádná odchylka od průměrného shlazeného ročního chodu. Příslušné meze významnosti jsou:

$$m_0 \pm z_\alpha s_t / \sqrt{n}, \quad (3)$$

kde  $z_\alpha$  je kritická hodnota standardního normálního rozdělení  $N(0,1)$  odpovídající  $\alpha/2$ , resp.  $(1-\alpha/2)\%$  kvantilu,  $\alpha =$  hladina významnosti,  $s_t =$  standardní odchylka souboru hodnot  $m_{t,i}$  ( $i = 1, \dots, N$ ),  $n = 3N$  (Bissolli, 1991). Vztah (3) předpokládá normální rozdělení souboru. Pokud hodnota  $m_t$  přesahuje meze významnosti, vyskytuje se v daném dni singularita, jejíž intenzita je charakterizována právě hodnotou  $m_t$ .

**Metoda mediánu** pracuje se vzestupně uspořádanou řadou hodnot. Nulová hypotéza je  $Med_t = Med_0$  ( $t = 1, \dots, 365$ ),  $Med_t$  je hodnota mediánu v den  $t$  a  $Med_0$  medián ze všech hodnot dané řady. Meze významnosti jsou:

$$Med_0 \pm z_{\alpha} s_t \sqrt{\frac{\pi}{2n}}, \quad (4)$$

kde  $\pi$  je Ludolfovo číslo. Výhodou mediánu je, že na rozdíl od průměru není ovlivňován extrémními hodnotami; průměr a medián jsou identické pouze pro symetrické rozdělení četností.

Popis některých dalších metod detekce singularit lze nalézt např. v práci Bissolli (1991).

### 2.2.3 Využití statistických metod detekce singularit v novějších studiích

Bissolli a Schönwiese (1990) použili ke zkoumání prostorového kolísání singularit denní průměrné teploty vzduchu (vycházeli z třídenních klouzavých průměrů) a denní úhrny srážek ze 32 stanic v Německu, rozdělených do 8 regionů, za období převážně 1946–1986. Tyto regiony reprezentují různé geografické podmínky, zejména s ohledem na orografii a kontinentalitu. Ke zkoumání časového kolísání použili teplotní řadu ze stanice Hohenpeissenberg za období 1881–1985, kterou rozdělili na 3 kratší období.

K analýze singularit použili teplotní data filtrovaná 60-ti denním Gaussovským vysokofrekvenčním filtrem (viz kapitola 2.2.2). U zkoumání prostorového kolísání byl filtr aplikován na regionální řady, které vznikly průměrováním z řad jednotlivých stanic. V případě srážek je roční chod podstatně slabší, takže vysokofrekvenční filtrování podle nich nebylo nutné.

Pro nalezení teplotních singularit použili metodu průměru (viz kapitola 2.2.2) s hladinou významnosti 0.2. K uvážení chladno – suchých, teplo – suchých, chladno – deštivých a teplo – deštivých singularit aplikovali na filtrovaná teplotní a srážková data metodu četností (viz Bissolli, 1991) s hladinou významnosti 0.2.

Brázdil a kol. (1999) studovali odchylky průměrného ročního chodu meteorologických prvků (teplota vzduchu, rychlost větru, tlak vodní páry, tlak vzduchu, množství oblačnosti, množství srážek, relativní vlhkost vzduchu, sluneční svit) od odpovídajícího shladeného ročního chodu na Milešovce v období 1905–1994. Pro

shlazení použili jednotně nízkofrekvenční filtr pro 60 dnů (viz kapitola 2.2.2). Zmiňují však, že pro některé prvky se i tato délka filtru ukazuje ještě jako nedostatečná. Pro testování statistické významnosti odchylek od shlazeného chodu použili párový t-test (s hladinou významnosti  $\alpha = 0.2$ ) pro ty případy, kdy soubor hodnot daného meteorologického prvku pro daný den za období 1905–1994 měl podle Kolmogorovova-Smirnova testu pro danou hladinu významnosti normální rozdělení. Uvádějí také, že mírné narušení normality nemívá závažné důsledky. Pokud nebyla splněna podmínka normalnosti rozdělení, použili k testování významnosti odchylek neparametrický jednovýběrový Wilcoxonův test. Zmiňují, že tento test je v mnoha případech málo přesný a vede k nelogickým závěrům při interpretaci výsledků, zejména u charakteristik s výrazně sešikmeným rozdělením, jako u denních úhrnů srážek nebo množství oblačnosti. U těchto charakteristik jsou oba testy prakticky nepoužitelné. Tyto prvky proto používali jen pro dokreslení charakteru počasí během statisticky významných teplotních singularit.

Z výsledků vyplývá, že výskyt statisticky významných odchylek pro jednotlivé prvky je jen zřídka časově shodný a že záporné odchylky jsou četnější než kladné. Autoři práce dále upozorňují na to, že pokud se odchylka statisticky významně neliší od shlazeného ročního chodu, je třeba ji chápat jen jako součást běžných náhodných výkyvů v dané časové řadě, které mohou nastat v kterékoliv části roku. Další podstatnou vlastností singularit je to, že jejich výskyt lze vázat k časovému intervalu, jehož délka je nejméně jedno přirozené synoptické období, tj. 3 – 5 dnů. Pokud jsou příčinou těchto odchylek cirkulační frontální procesy, pak by bylo vhodnější hledat ne klasicky chápané singularity, ale spíše subsezónní anomálie, jejichž výskyt v trvání několika málo dnů je typický pro dané roční období, ale není striktně kalendářně vázán.

V práci Řezníčková a kol. (2006) byly teplotní a tlakové singularity zjišťovány metodami průměru, mediánu a šikmosti (popis metod průměru a mediánu viz kapitola 2.2.2, metody šikmosti viz Bissolli, 1991 nebo Řezníčková a kol., 2006) s hladinou významnosti 0.2. Tyto metody zpravidla vedly k podobným výsledkům. Pro srážkové singularity byly kvůli asymetrickému rozdělení srážkových úhrnů použity pouze metody průměru a četností (popis metody četností viz Bissolli, 1991 nebo Řezníčková a kol., 2006); metody zde nedávaly tak shodné výsledky, jako tomu bylo u teploty a tlaku. Určité singularity jsou lépe vyjádřeny v množství srážek, jiné v četnostech srážkově významných dnů. Četnostní analýzou byly také vyšetřovány vztahy mezi

jednotlivými meteorologickými prvky. K analýze použili teplotní a tlaková data filtrovaná Gaussovským šedesátidenním vysokofrekvenčním filtrem. Na rozdíl od Bissolliho a Schönwieseho (1990) filtrovali stejným způsobem i srážková data. Aby odstranili velkou rozkolísanost, pracovali stejně jako Bissolli a Schönwiese (1990) s třídními klouzavými průměry. Singularitu v řadě teploty či tlaku uznali, pokud na její výskyt ukazovaly alespoň dvě z metod – metoda průměru, metoda mediánu, metoda šikmosti.

## **2.3 Souvislost singularit s atmosférickou cirkulací**

### **2.3.1 Souvislost s prouděním v hladině 500 hPa**

Bayer (1959) definuje primární a sekundární singularity. Primární singularitou nazývá „zvýšenou tendenci k intenzivní meridionální výměně vzduchových hmot v určitém období a na určitých místech severní polokoule“. Primární singularity jsou podle něj pravděpodobně důsledkem měnicího se přítoku slunečního záření při pohybu Země kolem Slunce.

Sekundární singularitou nazývá „zvýšenou tendenci k nástupu určité povětrnostní situace v jistém období a v určité oblasti na severní polokouli, jako následek nástupu primární singularity“. Sekundární singularita je příčinou výskytu singulárních bodů v křivkách ročního chodu meteorologických prvků na daném místě.

Podle Bayera (1959) je pro zjištění primárních singularit vhodné sledovat cirkumpolární proudění v hladině 500 hPa. Existují období, kdy cirkumpolární proud probíhá převážně zonálně, a období, kdy dochází k intenzivní meridionální výměně. Tato období meridionální výměny nejsou rozložena během roku pravidelně.

Z porovnání období zvýšené meridionální výměny vzduchových hmot na severní polokouli s výskytem singularit v průběhu meteorologických prvků na Milešovce zjistil Bayer (1959), že v době jarního vzestupu teploty odpovídá meridionalizace vždy ochlazení na Milešovce. Pro podzim jsou charakteristická období intenzivní meridionální výměny, kterým odpovídá oteplení.

Souvislost mezi primárními singularitami a obdobími povětrnostních zvláštností ve střední Evropě bývá v jednotlivých letech různá. Dochází k časovým posunům dat nástupu sekundárních singularit nebo k tomu, že se povětrnostní situace typická pro

danou sekundární singularitu vůbec nevyskytne. Primární singularity, díky tomu, že jsou hemisférickým jevem, mají mnohem větší perzistenci než sekundární singularity. Nenastávají u nich totiž nepravidelnosti v důsledku posuvů řídicích tlakových center.

Na základě rozboru poměrně krátkého období 1949–1953 zjistil Bayer (1959) výskyt primárních singularit, které ve střední Evropě odpovídají následujícím sekundárním singularitám: vrcholení zimy (poslední lednová dekáda), březnová zima (poslední dny února a začátek března), ledoví muži (vrchol v 1. květnové dekádě), červnové ochlazení (červen), pozdní léto (první polovina září), babí léto (konec září a začátek října), oteplení v listopadu (vrchol 17. – 26. listopadu), sekundární singularita druhé poloviny prosince (vzhledem k převážně zonálnímu charakteru cirkulace v prosinci považuje Bayer za primární singularitu období meridionalizace před vánoční oblevou a po ní).

### **2.3.2 Cyklonální a anticyklonální singularity**

Podle Bayera (1959) mohou být povětrnostní singularity cyklonální a anticyklonální. V případě výskytu cyklonální singularity se zkoumané místo nachází v oblasti nízkého tlaku vzduchu a dochází k advekci určitých vzduchových hmot. K určení takových singularit je nejvhodnější roční chod teploty; roční chod srážek nemůže pro tyto singularity podat rozhodující odpověď. Analogicky je tomu u ročního chodu tlaku, neboť průběh tlaku na jediné stanici nemůže nic jednoznačně říct o singularitách působených advekcí. Pro anticyklonální singularity je vhodnější chod tlaku, případně srážek. V případě těchto singularit se v blízkosti místa pozorování nachází střed oblasti vysokého tlaku a jedná se o autochtonní ráz počasí.

### **2.3.3 Souvislost s povětrnostními situacemi podle katalogu Hesse a Brezowského**

Vztahem singularit a cirkulačních typů v období 1949–1985 v Německu se zabývali Bissolli a Schönwiese (1990). Pro cirkulační typy použili klasifikaci založenou na Hess – Brezowského katalogu povětrnostních situací. Tato klasifikace má 10 hlavních typů specifikujících advekci vzduchových hmot (západní, jihozápadní, severozápadní, výše nad střední Evropou, níže nad střední Evropou, severní,

severovýchodní, východní, jihovýchodní a jižní), 3 typy zonality (zonální, smíšený a meridionální) a 2 typy cyklonality (cyklonální a anticyklonální). Počítali pro každý den v roce kontingenční koeficient vypovídající o síle vztahu mezi cirkulačními typy a teplotními daty (vymezili 2 třídy: hodnoty  $\geq 0$  a  $< 0$ ). Kontingenční koeficienty pro hlavní typy vyšly mnohem vyšší než pro zbylá dvě rozdělení na skupiny cirkulačních typů. V případě hlavních typů je většina koeficientů statisticky významná na hladině 0.05. To zdůvodňují tím, že hodnoty denních průměrných teplot jsou ovlivňovány advekčními procesy, které jsou popsány právě hlavními typy.

Vzájemné vztahy mezi teplotními singularitami a cirkulačními typy zkoumali porovnáním dat výskytu teplotních singularit a dat výskytu významných dvojdimenziálních četností  $H(A_1, A_2)$  současného výskytu kvantilově definovaných teplotních událostí  $A_1$  (chladno / teplo) a výskytu nějakého hlavního cirkulačního typu  $A_2$  ve vymezené referenční době  $N$  let (Bissolli a Schönwiese, 1990). Pro testování významnosti dvojdimenziálních četností použili metodu četností s hladinou významnosti 0.05.

Pro některé singularity vyšla souvislost s jedním hlavním cirkulačním typem. Ale např. pro 14. – 20. únor, kdy se vyskytuje chladná singularita, vyšla významná dvojdimenziální četnost pro 4 různé hlavní cirkulační typy (severní, východní, jihovýchodní a níže nad střední Evropou).

Teplé zimní singularity se zdají být většinou způsobené západním, jihozápadním nebo severozápadním hlavním typem. Od května do září hlavní typy výše nad střední Evropou, jihozápadní a východní přispívají poměrně často k teplým událostem, zatímco typy severní, severozápadní a níže nad střední Evropou k událostem chladným.

### **2.3.4 Souvislost se synoptickými situacemi podle typizace ČHMÚ**

Vazbou povětrnostních singularit (na Milešovce) na synoptické situace podle typizace ČHMÚ v období 1946–1995 se zabývá práce Brázdil a kol. (1999). Jen pro necelou třetinu období s výrazně vyššími relativními četnostmi výskytu modelových synoptických situací s anomálními projevy teploty vzduchu byla nalezena statisticky významná odchylka denních teplot vzduchu. (Za výrazně vyšší relativní četnosti výskytu jsou v tomto případě považovány ty četnosti, které přesahují průměr celého padesátiletého období alespoň o 10 %. Tato hodnota byla zvolena subjektivně

s ohledem na celkový soubor.) Někdy těmto obdobím odpovídalo dokonce opačné znaménko odchylky, než by příslušelo výrazně vyššímu výskytu určité skupiny situací. Velmi volná vyšla i vazba denních odchylek srážkových úhrnů a relativních četností výskytu srážkového dne na výrazně vyšší četnosti výskytu vybraných synoptických situací s anomálními projevy srážek. Z toho plyne důležitý závěr, že zvýšený výskyt typických synoptických situací s anomálními teplotními a srážkovými projevy sám o sobě nepodmiňuje výskyt singularit v ročním chodu teploty vzduchu a srážek v dané lokalitě.

Při interpretaci výsledků je přitom třeba mít na paměti, že typizace ČHMÚ ani Hess-Brezowského nepostihují subsynoptické objekty, počasové projevy nestacionárních situací a transformační procesy během daného přirozeného období.

Souvislosti singularit (nalezených pro Českou republiku za období 1961–2002) s atmosférickou cirkulací se věnuje také práce Řezníčková a kol. (2006). Pro zjištění vztahu singularit s výskytem jednotlivých typů synoptických situací katalogu ČHMÚ použili metodu četností. Pracovali s třídenními klouzavými průměry, což je vhodné pro porovnávání hodnot meteorologických prvků s trváním jedné synoptické situace, které se udává alespoň tři dny.

Z výsledků této práce plyne, že teplé singularity v zimě souvisí s převládáním západního a severozápadního proudění (podrobněji viz Řezníčková a kol., 2006). Ve srovnání s prací Bissolli a Schönwiese (1990), jejíž autoři pracovali s katalogem Hess – Brezowského, chybí jihozápadní typ. Kladné srážkové singularity v zimě jsou podle Řezníčkové a kol. (2006) nejčastěji vyvolány prouděním se západní složkou. Studené singularity jsou v zimě spojeny převážně s východním a jihovýchodním prouděním, popř. anticyklonálním charakterem počasí. V letním půlroce dochází k výskytu teplých singularit většinou v souvislosti se západním, jihozápadním až jižním prouděním vzduchu nebo s anticyklonálním typem počasí. Bissolli a Schönwiese (1990) přiřadili shodně jihozápadní proudění a výskyt anticyklóny nad střední Evropou, navíc však uvádějí východní typ. Studené singularity jsou podle Řezníčkové (2006) zpravidla vázány na frontální činnost v cyklónách nebo brázdách nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou. Tyto podmínky bývají spojeny i se srážkovou činností. Bissolli a Schönwiese (1990) spojili studené singularity v letním půlroce navíc se severozápadním typem.

Výsledky zkoumání souvislosti singularit a synoptických situací podle katalogu ČHMÚ zjištěné pro období 1946–1995 pro Milešovku Brázdilem a kol. (1999) a výsledky podobné studie pro ČR za období 1961–2002 získané Řezníčkovou a kol. (2006) jsou v poměrně dobré shodě.



### 3 Přehled použitých dat

Ke studiu singularit byla jako základní data použita řada průměrné denní teploty vzduchu na stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000; u babího léta byla navíc pro doplnění uvažována i řada maximální denní teploty vzduchu na téže stanici za stejné období. Rok 1881 byl volen jako počáteční s ohledem na to, že odpovídá začátku období, pro které je k dispozici Hess – Brezowského typizace povětrnostních situací (viz níže). Stanice Praha – Klementinum se nachází v historickém centru Prahy. Od roku 1752 zde probíhala pravidelná meteorologická měření, pozorovací řada patří k nejdelším v Evropě. Řada denních teplot vzduchu je nepřerušena od 1. ledna 1775. Před rokem 1889 se několikrát změnila poloha teploměrů; od 30. května 1889 jsou umístěny na stejném místě – 6 metrů nad zemí, na budově v jihovýchodní části nádvoří komplexu budov bývalé koleje sv. Klementa. Stavební úpravy, které v areálu proběhly v letech 1924 a 1929, homogenitu měření neovlivnily (Hlaváč, 1937). Ani změny přístrojů by neměly mít na homogenitu teplotní řady vliv, neboť v takových případech byla po určitou dobu prováděna současná pozorování, na základě kterých byly učiněny případné korekce (Hlaváč, 1937).

Kvalita teplotní řady byla v nedávné době hodnocena zejména Štěpánkem (2004, 2005). Statisticky významné nehomogenity jsou soustředěny převážně do počátečních období měření; v průběhu 20. století se významněji projevuje pouze růst městského tepelného ostrova (srov. Brázdil a Budíková, 1999). Tato skutečnost (podobně jako dlouhodobé trendy) nemá na zjištěné výsledky vliv, protože byl eliminován použitým filtrováním (viz část 2.2.2).

Jako pomocný prvek byly uvažovány denní srážkové úhrny na stejné stanici v období 1881–2000. Ze zkoumání byly vypuštěny hodnoty pro rok 1908, neboť v daném roce chybí srážková data ve dnech 1. – 31. 10. Srážky byly na stanici Praha – Klementinum rovněž měřeny již od roku 1752, pravidelná měření však probíhají až od 1. května 1804. Zejména v první polovině 19. století se v řadě projevují problémy s kvalitou srážkoměrných dat (např. Křivský, 1957). Od roku 1901 nebyly, podle hodnocení provedeného Wijngaard a kol. (2003), v klementinské srážkové řadě nalezeny nehomogenity.

Pro klasifikaci cirkulace byl použit katalog Hesse a Brezowského, který popisuje charakter cirkulace v západní a střední Evropě (Hess a Brezowsky, 1952; Gerstengarbe

a kol., 1999). Dobře vystihuje i poměry v Čechách a s výjimkou méně četných speciálních situací i na Moravě (Kalvová a kol., 1995). V této práci byl použit, neboť v něm jsou cirkulační pole klasifikována zpětně až do roku 1881, zatímco typizace ČHMÚ sahá pouze do roku 1946.

Klasifikace Hesse a Brezowského obsahuje 29 cirkulačních typů, které se řadí do 10 skupin – tzv. hlavních typů, specifikujících advekci vzduchových hmot. S hlavními typy pracovali např. Bissolli a Schönwiese (1990) (viz kapitola 2.3.3). V této práci bylo použito modifikované rozdělení typů do skupin (podle práce Kyselý a Domonkos, 2006); málo četné hlavní typy jihovýchodní a jihozápadní byly zahrnuty společně s hlavním typem jižním do stejnojmenné skupiny. Tato modifikace také umožnila přehlednější znázornění výsledků. Přehled všech cirkulačních typů včetně jejich rozdělení do skupin je uveden v Tab. 3.1.

Tab. 3.1. Přehled cirkulačních typů podle klasifikace Hesse a Brezowského a jejich rozdělení do skupin (podle práce Kyselý a Domonkos, 2006).

<b>skupina (zkratka)</b>	<b>cirkulační typ</b>	<b>zkratka</b>
západní (W)	západní cyklonální	WZ
	západní anticyklonální	WA
	západní se stáčením	WW
	západní cyklonální s jižní drahou	WS
výše nad střední Evropou (HM)	výše nad střední Evropou	HM
	pás vysokého tlaku nad střední Evropou	BM
jižní (S)	jihozápadní anticyklonální	SWA
	jihozápadní cyklonální	SWZ
	jižní anticyklonální	SA
	jižní cyklonální	SZ
	níže nad Britskými ostrovy	TB
	brázda nad západní Evropou	TRW
	jihovýchodní anticyklonální	SEA
	jihovýchodní cyklonální	SEZ
severní (N)	severní anticyklonální	NA
	severní cyklonální	NZ
	výše nad Norským mořem, anticyklonální nad střední Evropou	HNA
	výše nad Norským mořem, cyklonální nad střední Evropou	HNZ
	výše nad Britskými ostrovy	HB
	brázda nad střední Evropou	TRM
východní (E)	výše nad Skandinávií, anticyklonální nad střední Evropou	HFA
	výše nad Norským mořem a Skandinávií, anticyklonální nad střední Evropou	HNFA
	výše nad Skandinávií, cyklonální nad střední Evropou	HFZ
	výše nad Norským mořem a Skandinávií, cyklonální nad střední Evropou	HNFZ
severozápadní (NW)	severozápadní anticyklonální	NWA
	severozápadní cyklonální	NWZ
severovýchodní (NE)	severovýchodní anticyklonální	NEA
	severovýchodní cyklonální	NEZ
níže nad střední Evropou (TM)	níže nad střední Evropou	TM

## 4 Singularity na stanici Praha – Klementinum v období 1881–2000

### 4.1 Detekce teplotních singularit

#### 4.1.1 Metoda

Ke studiu singularit byly z řady průměrné denní teploty na stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000 nejprve vyřazeny hodnoty vztahující se k 29. únoru. Analýza vycházela z odchylek původních hodnot průměrné denní teploty od odpovídajícího shlazeného ročního chodu. V souladu s prací Brázdil a kol. (1999) byl pro shlazení použit Gaussovský šedesátidenní nízkofrekvenční filtr (viz kapitola 2.2.2). Aby se při tom neztratilo 30 hodnot na začátku a na konci řady, byly uvažovány i hodnoty pro prosinec 1880 a leden 2001. K odstranění velké rozkolísanosti byly obdobně jako v pracích Řezníčková a kol. (2006) a Bissolli a Schönwiese (1990) z odchylek vypočítány třídní klouzavé průměry. Pro výpočet třídního klouzavého průměru pro 1. 1. 1881 byla zahrnuta hodnota příslušející 31. 12. 1880, pro 31. 12. 2000 byla uvažována hodnota pro 1. 1. 2001. Na řadu třídních klouzavých průměrů byly aplikovány metoda průměru a metoda mediánu (viz kapitola 2.2.2) – v obou případech byly testy provedeny na hladině významnosti 0.2 (stejně jako v práci Řezníčková a kol., 2006).

#### 4.1.2 Výsledky

Metodou průměru bylo nalezeno 33 singularit (souvislých období, kdy  $m_t$  přesahuje meze významnosti stejným směrem – viz 2.2.2) s průměrnou dobou trvání 7.1 dne. Metoda mediánu vymežila 82 singularit (souvislých období, kdy  $Med_t$  přesahuje meze významnosti stejným směrem – viz 2.2.2) s průměrnou dobou trvání 2.8 dne. Při porovnání výsledků metody průměru a mediánu dochází ke shodě (nalezení singularity stejného znaménka) v 50 % dnů, kdy alespoň jedna metoda ukazuje na výskyt singularity. Přehled singularit zjištěných jednotlivými metodami i na základě shody

obou metod je uveden v Tab. 4.1. Dále byl výskyt singularity uvažován pouze pro dny, kdy na něj shodně (včetně znaménka singularity) ukazovaly obě metody. Takto bylo nalezeno 47 singularit s průměrnou dobou trvání 3.2 dne.

Tab. 4.1. Srovnání teplotních singularit (teplé: „+“, studené: „-“) nalezených v této práci pro Prahu – Klementinum za období 1881–2000 metodou průměru (řádky „průměr“), metodou mediánu (řádky „medián“) a na základě shody obou metod (řádky „shoda“) pro a) jarní, b) letní, c) podzimní, d) zimní měsíce. V tabulce jsou odlišeny výrazné singularity, které byly nalezeny na hladině významnosti 0.05 (teplé singularity: „++“, studené singularity: „--“).

a)

měsíc	březen																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
průměr										-	-	--	--	--	--	--									+	++	++	++	+		+	++
medián	++			+	+	+	+			--	--	--	--	--	--		++						+	+		++	+	+		++	++	++
shoda										-	-	--	--	--	--										++	+	+			+	++	

měsíc	duben																													
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
průměr	++	++	+	+	+	+			-	--	--	--	--	--				-	--	--	-	-					-	-		
medián	++	+	+		+	+				--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		+
shoda	++	+	+		+	+				--	--	--	--	--	--			-	-	--	-	-				-	-			

měsíc	květen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr					++	++	++	+				+	++	++	++	++	++	++	+		--	--	--							+	++
medián	++	+			+	++	+			++			++	++		++		++	++	++	--	-					+				
shoda					+	++	+					++	++		++		++	+		--	-										

b)

měsíc	červen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
průměr	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	--	--	--	--	--	--	--									+	+	+	+	+
medián	++	++	++	++	++	++	++	++	++			-		--	--	--	--	--	--	-	-	-	-	--	--	-			+	++	
shoda	++	++	++	++	++	++	++	++	++			-		--	--	--	--	--											+	+	

měsíc	červenec																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr	+	++	++	++	++	++					+	+	++	++	++	++	+										+	+	++	++	++
medián	+	++	++	++	++	+			-	-		++	+		-			-	-	-	--	-						++		+	+
shoda	+	++	++	++	++	+					+	+																+		+	+

měsíc	srpen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++	++	+	++	++	++	++	+				++	++	++	+	+
medián	++	++		+		++		+	++	++	+	+	+			-		-	++	+		--					+		++	+	
shoda	++	++		+		++		+	++	++	+	+	+							++	+						+		+	+	

c)

měsíc	září																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
průměr		+	++	++	+	+	++	+	+							+	+	++	+			-	-	-	-				+	++	++
medián		+		+				+	+	-			-	-	-					-	--	--	--	--	--				++	++	
shoda		+		+				+	+																				++	++	

měsíc	říjen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr	++	++	+			+	++	++	++	+				+				-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
medián	++	+	++	+			++	++	++	+		-		-			--	-		--	--	-	--	--	--	--			+	+	
shoda	++	+	+				++	++	++	+									-	--	--	--	--	--	--	--					

měsíc	listopad																													
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
průměr			++	++	++	++	++	++	++					-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
medián			++	+	++	++	++	++	+		-		-	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			--
shoda			++	+	++	++	++	++	+				-	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			-

d)

měsíc	prosinec																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr	--	--			+						+	+				-	-	-	-	--	--	--	--	-					+		
medián	--	-		+		++		+	++	++		++	++			+	-			--	--			+				+	+	+	
shoda	--	-									+							-			--	--							+		

měsíc	leden																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
průměr	-									-	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
medián			++		+	++	+	++				-	-	--					--	--	--	--	--	--	--	--	-		+	+	+
shoda											-	-	--						--	-	--	--	--	--	--	-					

měsíc	únor																											
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
průměr		+	++	+										--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
medián	++	++	++	+	-			+						--	--	--				-	--	-						+
shoda		+	++	+										--	--	--				-	--	-						

Nalezené singularity vcelku potvrzují většinu případů uvedených v Tab. 2.1 v této práci. Výjimku tvoří ledoví muži, jejichž výskyt je uváděn na první polovinu května. Ve shodě s pracemi Bissolli a Schönwiese (1990), Brázdil a kol. (1999) a Řezníčková a kol. (2006) se i ve výsledcích pro Prahu – Klementinum za období 1881-2000 objevuje v této době teplá singularita. Ani nástup malých ledových mužů (26. – 27. 5.) nebyl potvrzen. Byla však nalezena studená singularita 21. – 22. 5., což je ve shodě s výsledky Řezníčkové a kol. (2006). K dalšímu nesouhlasu došlo u oteplení koncem listopadu, které je ve výsledcích nahrazeno studenou singularitou. V souladu se zjištěním Řezníčkové a kol. (2006) je také nástup některých singularit v několika fázích (např. vrcholení zimy, pozdní léto, babí léto). Pro některé singularity byla statisticky

významná odchylka nalezena pouze pro jeden den (oteplení v první polovině prosince, vánoční obleva).

Bylo provedeno porovnání s výsledky získanými Řezníčkovou a kol. (2006) pro území ČR za období 1961–2002 (viz Tab. 4.2). Ve zmíněné práci je uvedeno 33 teplotních singularit s průměrnou dobou trvání 6.2 dne. Při srovnání mohly nastat 4 možnosti: shoda, posun, opak, neshoda. Jako shoda byly hodnoceny takové případy, kdy se singularity stejného znaménka trvající 4 a více dní překrývají alespoň 2 dny a singularity stejného znaménka trvající 3 dny a méně překrývají alespoň 1 dnem. Posun odpovídá případům, kdy se singularity stejného znaménka trvající 4 a více dní překrývají 1 dnem nebo žádným dnem, přičemž vzdálenost mezi nimi je maximálně 1 den bez singularity, a singularity stejného znaménka trvající 3 dny a méně se nepřekrývají, ale vzdálenost mezi nimi je maximálně 1 den bez singularity. Opak přísluší těm případům, kdy se singularity opačného znaménka trvající 4 a více dní překrývají alespoň 2 dny a singularity opačného znaménka trvající 3 dny a méně překrývají alespoň 1 dnem. Ostatní případy byly hodnoceny jako neshoda. Shoda nastala v 62 %, posun ve 4 %, opak v 11 % a neshoda ve 23 % singularit nalezených výše popsaným postupem pro stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000. Opak byl výsledkem porovnání i u jedné z výrazných studených singularit, která byla zjištěna pro 9. – 15. 3. (s výjimkou prvních dvou dní dokonce na hladině významnosti 0.05). Řezníčková a kol. (2006) našla v této době teplou singularitu (5. – 11. 3.). V Tab. 2.1 tomuto období přísluší singularita březnová zima (2. – 3. pentáda března). Řezníčková a kol. (2006) však detekovala studenou singularitu 18. – 21. 3., kdy naopak výsledky pro Prahu – Klementinum na výskyt singularity neukazují.

Brázdil a kol. (1999) našel pro Milešovku za období 1905–1994 20 teplotních singularit (z toho 11 jednodenních). 60 % z nich vykazuje shodu se singularitami nalezenými v této práci, pro dalších 10 % je výsledkem porovnání hodnocení posun.

Tab. 4.2. Srovnání teplotních singularit (teplé: „+“, studené: „-“) nalezených v této práci pro Prahu – Klementinum za období 1881–2000 (řádky „Praha“) se singularitami nalezenými Řezníčkovou a kol. (2006) pro ČR za období 1961–2002 (řádky „ČR“) pro a) jarní, b) letní, c) podzimní, d) zimní měsíce. V řádcích „Praha“ jsou odlišeny výrazné singularity, které byly nalezeny na hladině významnosti 0.05 (teplé singularity: „++“, studené singularity: „--“).

a)

měsíc	březen																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Praha										-	-	--	--	--	--											++	+	+			+	++
ČR					+	+	+	+	+	+	+								-	-	-	-										+

měsíc	duben																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Praha	++	+	+		+	+				--	--	--	--	--	-			-	-	--	-	-					-	-			
ČR	+	+	+	+	+	+	+					-	-	-	-	-	-	-	-										+	+	+

měsíc	květen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Praha					+	++	+						++	++		++		++	+		--	-									
ČR	+	+										+	+	+	+	+	+	+			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

b)

měsíc	červen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Praha	++	++	++	++	++	++	++	++	++				-		--	--	--	--												+	+
ČR	-			+	+	+	+	+								-	-	-	-							+	+	+	+		

měsíc	červenec																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Praha	+	++	++	++	++	+						+	+																+		+	+
ČR		+	+	+	+						+	+	+	+				-	-	-	-	-	-						+	+	+	

měsíc	srpen																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Praha	++	++		+			++		+	++	++	+	+	+							++	+							+		+	
ČR	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

c)

měsíc	září																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Praha		+		+				+	+																				++	++	
ČR																						-	-	-	-	-	-	-			

měsíc	říjen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Praha	++	+	+				++	++	++	+										-		--	--	-	-	--	-				
ČR						+	+	+	+	+	+	+	+							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

měsíc	listopad																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Praha			++	+	++	++	++	++	+					-	-	--	--	--	--	--	--	--			-	-	--				-
ČR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



d)

měsíc	prosinec																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Praha	--	-										+							-			--	--								+	
ČR	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+															+	+	+	+		
měsíc	leden																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Praha												-	-	--					--	-	--	--	-			-						
ČR												-	-	-		-	-	-	-	-	-			+	+	+	+	+		+	+	+
měsíc	únor																															
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
Praha		+	++	+										--	--	--				-	--	-										
ČR	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-							

## 4.2 Časová stabilita výskytu teplotních singularit

### 4.2.1 Metoda

Pro zkoumání časové stability výskytu singularit byly metody průměru a mediánu aplikovány na 3 čtyřicetiletá období (1881–1920, 1921–1960, 1961–2000). Výchozími daty byly opět hodnoty průměrné denní teploty pro stanici Praha – Klementinum, které byly upraveny analogicky jako u analýzy celého stodvacetiletého období. Výskyt singularity byl hodnocen obdobně jako v části 4.1.

### 4.2.2 Výsledky

Pro porovnání výsledků byly uvažovány stejné možnosti jako v kapitole 4.1.2, tzn. shoda, posun, opak a neshoda. Shoda se singularitami nalezenými ve stodvacetiletém období vyšla pro 51, 45 a 61 % singularit nalezených ve čtyřicetiletých obdobích 1881–1920, 1921–1960 a 1961–2000; u 68, 59 a 76 % singularit došlo ke shodě nebo posunu. Při srovnání jednotlivých čtyřicetiletých období mezi sebou (viz Tab. 4.3) se podíl singularit, kdy došlo ke shodě, pohybuje mezi 27 a 34 %, shoda nebo posun nastává pro 37 – 53 % singularit zjištěných v jednotlivých obdobích, pro 19 – 28 % je výsledkem hodnocení opak. Vyskytly se tedy takové případy, kdy pro jednotlivá čtyřicetiletá období byly nalezeny opačné singularity připadající na stejné dny, pro které při zkoumání stodvacetiletého období nebyla žádná singularita nalezena.

Tak tomu je např. na konci května, kde se podle výsledků pro stodvacetileté období singularita nevyskytuje: na základě období 1881–1920 je 29. – 31. květen začátkem teplé singularity, v letech 1921–1960 singularita nalezena nebyla, v posledním čtyřicetiletí byla detekována studená singularita. Z porovnání výsledků pro uvažovaná čtyřicetiletí po jednotlivých dnech (viz Tab. 4.3) je vidět, že ke shodě v nalezení singularity stejného znaménka u všech tří čtyřicetiletí zároveň dochází pouze v 11 dnech, a to pro teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6 a pro studené singularity 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11. Pro všechny tyto dny byla nalezena výrazná singularita (na hladině významnosti 0.05) i ve stodvacetiletém období (viz Tab. 4.2).

Z uvedených výsledků je zřejmé, že nelze počítat s časovou stabilitou většiny takto detekovaných singularit; výsledky závisí na volbě zkoumaného období. To je v souladu s názorem uvedeným v práci Brázdil a kol. (1999), že velikost i výskyt nalezených odchylek meteorologických prvků jsou poplatné zvolenému období zpracování. Časové kolísání singularit (v podobné míře jako pro Klementinum) potvrzují i výsledky Bissolliho a Schönwieseho (1990) pro stanici Hohenpeissenberg za období 1881–1985. (Toto období rozdělili pro zkoumání časové stability na tři kratší. Při jejich srovnání mezi sebou se podíl singularit, kdy došlo ke shodě, pohybuje mezi 19 a 28 %, shoda nebo posun nastává pro 41 – 44 % singularit zjištěných v jednotlivých obdobích, pro 17 – 21 % je výsledkem hodnocení opak. Ke shodě v nalezení singularity stejného znaménka u všech tří období zároveň dochází pouze ve 4 dnech, a to pro studené singularity 15. – 16. 2. a 17. – 18. 11. Druhý případ se shoduje s výsledky získanými v této práci.) Ukazuje se tedy, že není vhodné spoléhat na výsledky získané při hledání singularit pouze na základě jednoho referenčního období, jak tomu bylo v některých dřívějších pracích (např. Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006). Pravděpodobně je také vhodnější hledat singularity nikoli jako přesně kalendářně vázané odchylky daného prvku, ale spíše jako odchylky trvající několik málo dní, jejichž výskyt je typický pro dané roční období. To doporučují i Brázdil a kol. (1999), když uvažují cirkulační a frontální procesy jako příčinu odchylek.

Tab. 4.3. Srovnání teplotních singularit (teplé: „+“, studené: „-“) nalezených v této práci pro Prahu – Klementinum za období 1881–1920 (řádky „1.“), 1921–1960 (řádky „2.“) a 1961–2000 (řádky „3.“) pro a) jarní, b) letní, c) podzimní, d) zimní měsíce.

a)

měsíc	březen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.				-					-					-	-		+	+	+				-	-	-				+	+	
2.	+	+	+						-	-	-	-	-									+	+	+	+			+			+
3.	-													-				-	-	-						+				+	+

měsíc	duben																													
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1.					+	+		-					-	-	-						-	-								
2.							-	-	-	-	-		+	+	+				-	-	-	-	-	-	-	-				
3.	+	+	+	+	+	+	+				-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	+					-			

měsíc	květen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.										-														+					+	+	+
2.					+	+	+	+										+								+					+
3.					+	+				+	+	+	+	+	+	+		+	+		-	-	-	-					-	-	-

b)

měsíc	červen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-					+	+	+	
2.			+		+	+	+	+	+					-	-	-	-	-							-	-	-	-			
3.		+	+	+	+	+	+	+	+							-	-	-							+	+	+	+			

měsíc	červenec																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.																+	+	+	+		+		+								
2.		+	+	+	+	+	+	+	+																-	-	+	+	+		
3.		+	+	+			-	-	-			+	+				-	-	-	-						-			+	+	+

měsíc	srpen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.													+	+						+	+	+					+		+	+	+
2.	+						+	+		+	+			-	-	-								+	+	+	+	+			+
3.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+								-	-	-	-				-

c)

měsíc	září																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1.			+		+		+	+													-	-	-	-	-		+	+	+	+	
2.																			+				+	+			-	-	-		
3.				+		-	-			+	+	+																			

měsíc	říjen																														
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	+	+	+	+	+	+	+									+		-					-	-	-	-					
2.					-	-	-			-						-			+		+										
3.					+	+	+	+	+	+	+	+	+			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

měsíc	listopad																													
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1.					+	+	+	+	+						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
2.			+		+					-				-	-	-	-	-	-	-		+			-	-				
3.			+	+			+	+		+	+			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-

d)

měsíc	prosinec																																
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1.															+	+	+											-	-				
2.					+	+	+					+				-	-	-				-	-	-	-					+	+	+	
3.	-										+	+																					
měsíc	leden																																
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1.	-	-	-		+	+	+						-	-	-	-							-	-				+	+	+	+		
2.	+	+	+																		-	-	-	-	-	-	-				-		
3.			+			-				-	-	-	-	-			-		-	-	-		+	+	+	+							
měsíc	únor																																
den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					
1.	+	+	+		-	-	-		-				-	-	-										+	+	+						
2.		+	+	+			-													-	-	-						+					
3.						+	+	+	+					-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-					

### 4.3 Detekce teplotních singularit s omezením závislosti na volbě referenčního období

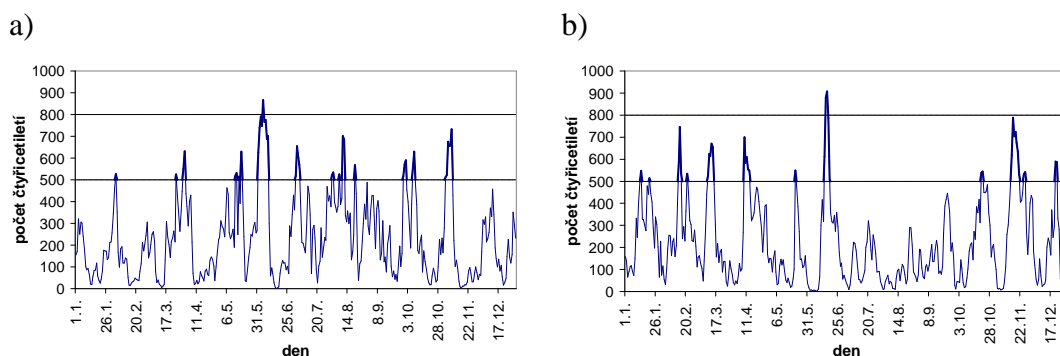
#### 4.3.1 Metoda

Za účelem omezení vlivu volby referenčního období na nalezené singularity byly metody průměru a mediánu aplikovány opakovaně na 1000 náhodně vybraných 40letých období. Simulace spočívala v náhodném řetězení řad příslušejících jednotlivým rokům (nejednalo se tedy o souvislá čtyřicetiletí) z období 1881–2000. Výchozími daty byly i zde hodnoty průměrné denní teploty pro stanici Praha – Klementinum upravené analogicky jako u zkoumání celého stovčacetiletého období (kapitola 4.1.1) i tří navazujících čtyřicetiletí. Výskyt singularity v daném čtyřicetiletí byl opět uznán, pokud na něj ukazovaly obě metody (na hladině významnosti 0.2) zároveň. Pro každý den roku bylo stanoveno, v kolika ze zkoumaných čtyřicetiletí pro něj nebyla detekována singularity, byla detekována teplá singularity, byla detekována studená singularity. Výskyt singularity byl dále uvažován pro dny, kdy byla singularity (ve smyslu shody metody průměru a mediánu) daného znaménka detekována ve více než 50 % náhodně vybraných čtyřicetiletí.

### 4.3.2 Výsledky

Počty čtyřicetiletí, ve kterých byla detekována teplá nebo studená singularita, jsou pro každý den vyneseny v grafech na Obr. 4.1. Přestože zvolená hladina 50 % je relativně nízká, vymezuje jen přibližně poloviční počet (27) singularit, tj. souvislých období splňujících zmíněné podmínky, v porovnání s počtem singularit nalezených při jednom pevném referenčním stodvacetiletém období (kapitola 4.1; 47 singularit). Co se týká data výskytu, dochází ke shodě se singularitami ve stodvacetiletém období pro všechny dny, kdy byla nalezena singularita v alespoň 50 % všech náhodně vybraných čtyřicetiletí. Doba trvání singularit detekovaných na základě čtyřicetiletých období je tedy vždy menší nebo rovna době trvání singularit ve stodvacetiletém období.

Uvedených 27 singularit, detekovaných pro hladinu 50 %, zahrnuje celkem 73 dní v roce. Při zvyšování uvažované hladiny počet singularit a doba jejich trvání výrazně klesají (viz Obr. 4.1): na hladině 60 % je detekováno 13 singularit trvajících dohromady 31 dní, na hladině 70 % už jen 6 singularit s celkovým trváním 13 dní. Pouze ve třech dnech přesáhl počet čtyřicetiletí, pro které byla v daném dni nalezena singularita stejného znaménka, 80 %. Tyto dny – 5. 6. (teplá singularita) a 15. - 16. 6. (studená singularita), patří mezi 11 dnů, pro které došlo ke shodě ve znaménku nalezené singularity pro všechna tři čtyřicetiletí zkoumaná v kapitole 4.2. Znaménka singularit nalezených pro tyto dny v kapitole 4.2 přitom souhlasí se znaménky singularit zjištěných zde uvedeným způsobem. Při zkoumání celého stodvacetiletého období (kapitola 4.1) byly pro tyto dny detekovány singularity daného znaménka dokonce na hladině významnosti 0.05.



Obr. 4.1. Počty čtyřicetiletí, ve kterých byla nalezena a) teplá, b) studená singularita (ve smyslu shody metody průměru a mediánu) při analýze 1000 náhodně vybraných čtyřicetiletí.

## 4.4 Pravděpodobnost výskytu teplotních singularit

Pravděpodobnost výskytu byla zkoumána pro 5 nejvýraznějších výše detekovaných singularit – teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11. Tyto singularity

- a) byly nalezeny pro stodvacetileté období v kapitole 4.1.2 na hladině významnosti 0.05;
- b) jako jediné vyšly společně pro všechna 3 zkoumaná čtyřicetiletí v kapitole 4.2.2;
- c) při analýze tisíce náhodně vybraných čtyřicetiletí v kapitole 4.3.2 byly pro dny 5. 6. a 15. – 16. 6. nalezeny singularity ve více než 80 % čtyřicetiletí, pro ostatní zde uvažované dny byly singularity zjištěny ve více než 60 % čtyřicetiletí.

Výchozími daty byly hodnoty odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu (viz kapitola 4.1.1) ze stanice Praha – Klementinum za roky 1881–2000.

### 4.4.1 Pravděpodobnost výskytu singularit jako odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu přesahujících zvolené meze

Pro zjištění pravděpodobnosti bylo potřeba stanovit meze, při jejichž překročení se bude hovořit o výskytu singularity v daném dni konkrétního roku. Tyto meze byly zvoleny zvláště pro období teplých singularit v červnu, dobu studené singularity v červnu a období studených listopadových singularit – jako 20% a 80% percentily souborů hodnot odchylek průměrné denní teploty od shlazeného chodu ze stanice Praha – Klementinum vždy z 61 dní kolem data výskytu singularity (ze dne uprostřed období výskytu singularity, 30 dnů předcházejících a 30 dnů následujících) ze všech 120 let (1881– 2000). Pro teplé červnové singularity byly tedy pro výpočet percentilů uvažovány hodnoty ze 7. 5. – 6. 7., pro studenou červnovou singularitu ze 17. 5. – 16. 7. a pro listopadové singularity z 18. 10. – 17. 12. Hodnoty percentilů uvádí Tab. 4.4.

Výskyt studené, resp. teplé singularity v daném dni konkrétního roku byl nejprve uznán tehdy, pokud odchylka průměrné denní teploty od shlazeného chodu nedosahovala hodnoty 20%, resp. přesahovala hodnotu 80% percentilu příslušného období. Pravděpodobnost byla vyhodnocena jako podíl počtu let, ve kterých byla pro

uvažovaný den nalezena singularita daného znaménka, k celkovému počtu let (120 let). Výsledky jsou uvedeny v Tab. 4.5, kde je vidět, že pravděpodobnosti výskytu singularit (odchylek teploty přesahujících zvolené meze) ve všech uvažovaných dnech jsou poměrně nízké. Ve všech případech jsou vyšší pravděpodobnosti výskytu singularit těch znamének, která byla pro daný den nalezena v kapitole 4.2.2. Pro vícedenní singularity (detekované v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí) 5. – 9. 6. a 15. – 17. 6. byly dále spočítány pravděpodobnosti překročení mezí alespoň v jednom dni; pro teplou singularitu 5. – 9. 6. je tato pravděpodobnost 61 % a pro studenou singularitu 15. – 17. 6. 55 %. Zdůvodněním nízkých hodnot pravděpodobností v Tab. 4.5 by tedy mohla být časová nestabilita výskytu singularit a jí způsobené změny v datu výskytu i délce trvání singularity.

Tab. 4.4. 20% a 80% percentily ze souborů hodnot odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu pro jednotlivá období v okolí výskytu zkoumaných singularit ze stanice Praha – Klementinum z let 1881–2000.

období	20% percentil [°C]	80% percentil [°C]
7. 5. - 6. 7.	-2.63	2.85
17. 5. - 16. 7.	-2.55	2.75
18. 10. - 17. 12.	-2.55	2.34

Tab. 4.5. Pravděpodobnosti výskytu teplých a studených singularit (odchylek teploty přesahujících zvolené meze) v době nejvýraznějších singularit nalezených v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí. Tučně jsou zvýrazněny pravděpodobnosti pro singularity těch znamének, která byla v daných dnech zjištěna v kapitole 4.2.2. Ve sloupci „rozdíl“ jsou uvedeny rozdíly pravděpodobností teplých a studených singularit v daných dnech.

den	teplá singularita	studená singularita	rozdíl
3.6.	<b>0.24</b>	0.18	0.06
5.6.	<b>0.28</b>	0.17	0.11
6.6.	<b>0.30</b>	0.13	0.17
7.6.	<b>0.22</b>	0.16	0.06
8.6.	<b>0.22</b>	0.13	0.09
9.6.	<b>0.23</b>	0.15	0.08
15.6.	0.11	<b>0.36</b>	-0.25
16.6.	0.10	<b>0.31</b>	-0.21
17.6.	0.16	<b>0.30</b>	-0.14
16.11.	0.12	<b>0.18</b>	-0.06
18.11.	0.20	<b>0.22</b>	-0.02

Pro ověření této možnosti byla dále zkoumána pravděpodobnost výskytu stejných singularit (3. 6., 5. – 9. 6., 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11.) v delších obdobích zvolených tak, že k době výskytu uvažované singularity byly přidány 2 dny, resp. 5 dní před první den a 2 dny, resp. 5 dní za poslední den. Obě teplé singularity v červnu byly zahrnuty do jednoho společného období; stejně tak studené singularity v listopadu. Výskyt singularity v konkrétním roce v období přiřazeném teplým červnovým singularitám byl uznán pouze v případě, že odchylka průměrné denní teploty od shlazeného chodu přesahovala meze (stejným směrem) alespoň ve 3 dnech zkoumaného období; v obdobích přiřazených studeným singularitám v červnu i v listopadu bylo požadováno překročení alespoň ve 2 dnech (tyto nižší požadavky byly zvoleny na základě kratší doby trvání uvažovaných singularit). Výsledné pravděpodobnosti jsou uvedeny v Tab. 4.6a, resp. 4.6b. V tabulkách jsou tučně zvýrazněny pravděpodobnosti výskytu singularit (alespoň 3, 2 a 2 dní s odchylkou teploty přesahující zvolené meze) těch znamének, která byla pro daná období zjištěna v kapitole 4.2.2. Tyto pravděpodobnosti jsou pro všechna uvažovaná období větší než pravděpodobnosti singularit opačného znaménka; pro delší období (Tab. 4.6b) jsou pro všechny zde analyzované singularity (teplá singularity v červnu, studená singularity v červnu, studená singularity v listopadu) mezi 60 – 70 %. Při porovnání výsledků v Tab. 4.6a a 4.6b je vidět, že s prodlužováním zkoumaného období rostou pravděpodobnosti výskytu teplých i studených singularit (alespoň 3, 2 a 2 dní s odchylkou přesahující zvolené meze) ve všech uvažovaných případech. V červnu dochází při prodloužení období k poklesu absolutních hodnot rozdílů (viz Tab. 4.6a, 4.6b) mezi pravděpodobnostmi výskytu teplé a studené singularity (tj. více narůstají pravděpodobnosti výskytu singularit s opačnými znaménky). K největšímu nárůstu pravděpodobnosti v důsledku prodloužení uvažovaného období došlo pro studenou singularity v listopadu. Zároveň při tom narostla absolutní hodnota rozdílu mezi pravděpodobnostmi výskytu teplé a studené singularity. Zdá se tedy, že výše detekovaná studená listopadová singularity je kalendářně méně stabilní než obě singularity v červnu.



Tab. 4.6. Pravděpodobnosti výskytu teplých singularit (alespoň 3, 2 a 2 dní s odchylkou teploty přesahující hodnotu 80% percentilu) a studených singularit (alespoň 3, 2 a 2 s dní odchylkou teploty nedosahující hodnoty 20% percentilu) v obdobích okolo nejvýraznějších singularit (nalezených v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí) a) 1. – 11. 6., 13. – 19. 6. a 14. – 20. 11.; b) 29. 5. – 14. 6., 10. – 22. 6. a 11. – 23. 11. Tučně jsou zvýrazněny pravděpodobnosti výskytu singularit těch znamének, která byla pro daná období zjištěna v kapitole 4.2.2. Ve sloupci „rozdíl“ jsou uvedeny rozdíly pravděpodobností teplých a studených singularit v daných obdobích.

a)

období	teplá singularita	studená singularita	rozdíl
1. - 11. 6.	<b>0.53</b>	0.31	0.22
13. - 19. 6.	0.26	<b>0.52</b>	-0.26
14. - 20. 11.	0.33	<b>0.38</b>	-0.05

b)

období	teplá singularita	studená singularita	rozdíl
29. 5. - 14. 6.	<b>0.67</b>	0.55	0.12
10. - 22. 6.	0.50	<b>0.69</b>	-0.19
11. - 23.11.	0.52	<b>0.64</b>	-0.12

Pravděpodobnosti výskytu singularit (alespoň 3, 2 a 2 dní s odchylkou přesahující zvolené meze) znamének odpovídajících kapitole 4.2.2 vyšly vyšší pro singularity v červnu než pro singularitu v listopadu (viz zejména Tab. 4.6a, ale rovněž Tab. 4.6b). To je v dobrém souladu s výsledky kapitoly 4.3, kde právě pro část dní těchto červnových singularit byly singularity detekovány ve více než 80 % zkoumaných čtyřicetiletí, zatímco pro listopadové dny pouze ve více než 60 % čtyřicetiletí. Opět to může ukazovat na menší časovou stabilitu listopadové singularity.

Při volbě kritéria pro uznání výskytu singularity v období teplé červnové singularity, studené červnové singularity a studené listopadové singularity v konkrétním roce byl zvolen požadavek alespoň 3, 2 a 2 dní s odchylkou přesahující stanovené meze. Jinou možností bylo požadovat překročení mezí ve stejném počtu dní s podmínkou, aby tyto dny tvořily souvislé období. Tato možnost nebyla zvolena jako základní v této práci, neboť analýza pro období teplé červnové i studené listopadové singularity byla prováděna na základě zjištěného výskytu dvou singularit (3. 6. a 5. – 9. 6., 16. 11. a 18. 11.). Byla však použita pro doplnění výsledků. Postup byl tedy zopakován s požadavkem překročení stanovených mezí alespoň ve 3, 2 a 2 po sobě následujících dnech pro stejná období jako výše. Pro získané výsledky platí většina závěrů, které byly

zmíněny na základě Tab. 4.6, proto zde není nutné uvádět konkrétní hodnoty. Rozdíl nastal v jednotlivých pravděpodobnostech, které byly v tomto případě nižší než hodnoty uvedené v Tab. 4.6 (s výjimkou období 1. – 11. 6. a 29. 5. – 14. 6. vždy méně než o 0.08; pro zmíněná období v průměru o 0.15). Rozdíly mezi pravděpodobnostmi výskytu teplé a studené singularity získané tímto postupem se od hodnot z Tab. 4.6 v žádném případě nelišily o více než 0.03.

#### **4.4.2 Pravděpodobnost výskytu kladných a záporných odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu**

Dále byly vyhodnoceny pravděpodobnosti výskytu kladné a záporné odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu v obdobích zmíněných nejvýraznějších singularit (podle kapitoly 4.2.2). Výsledky uvádí Tab. 4.7. V tabulce jsou tučně zvýrazněny pravděpodobnosti výskytu odchylek těch znamének, která odpovídají znaménkům singularit zjištěným v daných obdobích v kapitole 4.2.2. Tyto pravděpodobnosti jsou pro všechna uvažovaná období větší než pravděpodobnosti odchylek opačného znaménka a jejich velikost se ve všech případech pohybuje nad 55 %. Výsledky pro jednodenní období v Tab. 4.7 ukazují, že ačkoliv byl dnům 3. 6., 16. 11. a 18. 11. v kapitole 4.2.2 přiřazen výskyt výrazných singularit, měla přibližně ve 40 % let odchylka průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu v těchto dnech opačné znaménko než nalezená singularita. Analogický závěr lze učinit i pro vícedenní období z Tab. 4.7. Pro dobu teplé singularity 5. – 9. 6., resp. studené singularity 15. – 17. 6. (zjištěné v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí) vyšla pravděpodobnost výskytu alespoň jednoho dne s kladnou, resp. zápornou odchylkou v uvažovaných obdobích 89 %, resp. 78 %. Z těchto hodnot je zřejmé, že se vyskytují i roky, kdy všem dnům teplé singularity 5. – 9. 6., resp. studené singularity 15. – 17. 6. přísluší záporné, resp. kladné odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu.

Tab. 4.7. Pravděpodobnosti výskytu kladné a záporné odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu v obdobích nejvýraznějších singularit nalezených v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí. Tučně jsou zvýrazněny pravděpodobnosti výskytu odchylek těch znamének, která byla pro daná období zjištěna v kapitole 4.2.2. Ve sloupci „rozdíl“ jsou uvedeny rozdíly pravděpodobností kladných a záporných odchylek v daných obdobích.

období	kladná odchylka	záporná odchylka	rozdíl
3. 6.	<b>0.59</b>	0.41	0.18
5. - 9. 6.	<b>0.57</b>	0.43	0.14
15. - 17. 6.	0.40	<b>0.60</b>	-0.20
16. 11.	0.43	<b>0.58</b>	-0.15
18. 11.	0.40	<b>0.60</b>	-0.20

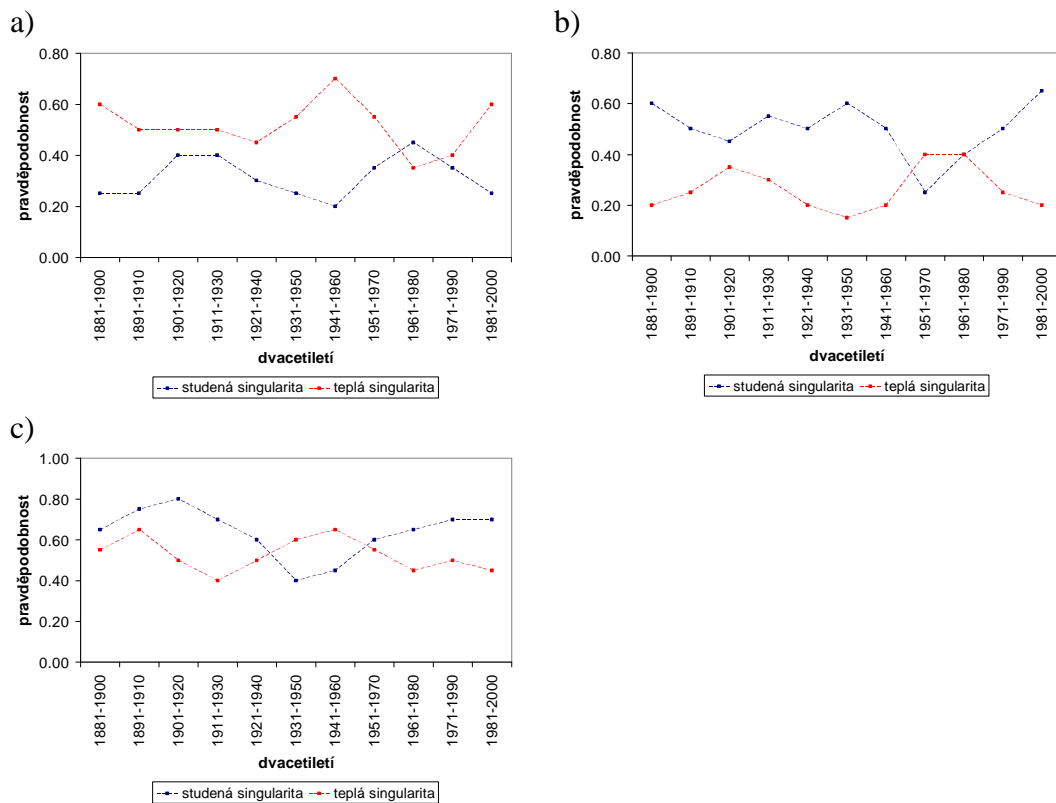
## 4.5 Dlouhodobé změny ve výskytu teplotních singularit

### 4.5.1 Dlouhodobé změny ve výskytu nejvýraznějších singularit

Nejprve byly analyzovány dlouhodobé změny ve výskytu nejvýraznějších singularit (nalezených v kapitole 4.2.2 na základě shody všech 3 čtyřicetiletí), pro které byla v kapitole 4.4 také stanovena pravděpodobnost výskytu, tj. teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6. (medardovské počasí), 16. 11. a 18. 11.

Byly počítány pravděpodobnosti výskytu singularit pro dvacetiletí z období 1881–2000 (bylo uvažováno 11 dvacetiletí, která začínala v letech 1881 + 10i; i = 0, ..., 10). Meze, při jejichž překročení se bude hovořit o výskytu singularity v konkrétního roce, byly zvoleny stejně jako v kapitole 4.4 (viz Tab. 4.4). Výskyt singularity v konkrétním roce v uvažovaném období přiřazeném teplé červnové singularity byl opět uznán pouze tehdy, když odchylka průměrné denní teploty od shlazeného chodu přesahovala meze (stejným směrem) alespoň ve 3 dnech zkoumaného období; v obdobích přiřazených studeným singularitám v červnu i v listopadu bylo požadováno překročení alespoň ve 2 dnech. Pro červnové singularity byla uvažována kratší období (Tab. 4.6a), neboť výsledky kapitoly 4.4 naznačovaly, že u delších období (Tab. 4.6b) se více projevuje vliv okolních singularit. Pro listopadovou singularitu ukazovala kapitola 4.4 na menší časovou stabilitu, proto zde bylo zvoleno delší období

(viz Tab. 4.6b). Výsledné pravděpodobnosti pro jednotlivá dvacetiletí jsou znázorněny v grafech na Obr. 4.2.



Obr. 4.2. Dlouhodobé změny v pravděpodobnosti výskytu teplých singularit (alespoň a) 3, b) 2, c) 2 dní s odchylkou teploty přesahující hodnotu 80% percentilu) a studených singularit (alespoň a) 3, b) 2, c) 2 dní s odchylkou teploty nedosahující hodnoty 20% percentilu) v obdobích okolo nejvýraznějších singularit: a) 1. – 11. 6. (pro teplou červnovou singularitu), b) 13. – 19. 6. (pro studenou červnovou singularitu), c) 11. – 23. 11. (pro studenou listopadovou singularitu). Na ose x je vždy uveden první a poslední rok každého dvacetiletí.

Je zřejmé, že docházelo k některým nápadným změnám v pravděpodobnosti výskytu těchto singularit během zkoumaných 120 let. Pro období první poloviny června, ve kterém byla v kapitole 4.2.2 nalezena teplá singularita, nabývá pravděpodobnost výskytu teplé singularity (alespoň 3 dnů s odchylkou teploty přesahující zvolené meze) od roku 1881 až do roku 1940 přibližně stejné hodnoty (kolem 50 %; Obr. 4.2a). Pro dvacetiletí 1941–1960 je tato pravděpodobnost nejvyšší (70 %) a v následujícím dvacetiletí 1961–1980 nejnižší (35 %) za celých 120 let. V období 1961–1980 je zároveň hodnota pravděpodobnosti výskytu studené singularity vyšší (45 %) než

příslušná pravděpodobnost pro teplou singularitu. Pravděpodobnost výskytu studené singularity (alespoň 2 dny s odchylkou přesahující zvolené meze) v období přiřazeném studené červnové singularitě, nalezené v kapitole 4.2.2, od roku 1881 do roku 1950 pouze mírně kolísá kolem hodnoty 55 % (Obr. 4.2b). Pro dvacetiletí 1951–1970 klesá tato pravděpodobnost na své minimum (25 %) a v dalším období (až do roku 2000) se opět zvyšuje. S minimem této pravděpodobnosti se znovu překrývá vyšší hodnota (40 %) pravděpodobnosti výskytu singularity opačného znaménka (v tomto případě kladného). Pro období studené listopadové singularity, nalezené v kapitole 4.2.2, nabývá pravděpodobnost výskytu studené singularity (alespoň 2 dny s odchylkou přesahující zvolené meze) v letech 1881–1930 hodnot kolem 70 %, v letech 1931–1960 nejnižších hodnot (kolem 45 %) a v letech 1961–2000 hodnot kolem 65 % (Obr. 4.2c). Období nejnižší pravděpodobnosti i zde odpovídá vyšší pravděpodobnost výskytu singularity opačného znaménka (kolem 60 %). Převýšení pravděpodobnosti výskytu singularity znaménka, jaké bylo v daném období nalezeno v kapitole 4.2.2, pravděpodobností výskytu singularity opačného znaménka je v tomto případě výraznější než v obou předchozích.

Je zřejmé (viz Obr. 4.2), že ve všech uvažovaných obdobích v červnu i v listopadu byly pro většinu dvacetiletí vyšší hodnoty pravděpodobnosti výskytu singularit (alespoň 3, 2 a 2 dny s odchylkou přesahující zvolené meze) těch znamének, jaká pro ně byla zjištěna v kapitole 4.2.2. Ve všech třech případech se však vyskytlo alespoň jedno dvacetiletí, kdy tomu bylo naopak. To ještě nemusí znamenat, že se v těchto letech daná singularita vyskytovala výrazně méně často; mohlo dojít jen k jejímu posunu mimo zkoumané dny. Tak tomu pravděpodobně bylo pro obě červnové singularity, neboť při zopakování celého postupu pro delší kalendářní období (viz Tab. 4.6b) vyšly ve zmíněných dvacetiletích vyšší pravděpodobnosti výskytu singularit těch znamének, která byla zjištěna v kapitole 4.2.2.

Stejně jako v kapitole 4.4.1 byl i zde pro doplnění výsledků postup zopakován s požadavkem překročení stanovených mezí alespoň ve 3, 2 a 2 po sobě následujících dnech ve stejných obdobích jako výše (1. – 11. 6., 13. – 19. 6. a 11. – 23. 11.) pro uznání výskytu singularity v konkrétním roce. Výsledné grafy dlouhodobých změn v pravděpodobnosti výskytu teplých singularit (alespoň 3, 2 a 2 po sobě následujících dnů s odchylkou přesahující hodnotu 80% percentilu) a studených singularit (alespoň 3, 2 a 2 po sobě následujících dnů s odchylkou nedosahující hodnoty 20% percentilu) se však od grafů na Obr. 4.2 významně neliší, proto zde nejsou uvedeny. Průběhy křivek

pro oba postupy jsou analogické, k rozdílu dochází pouze ve velikostech pravděpodobností. Ty jsou při doplňujícím postupu nižší v období teplé červnové (studené červnové, studené listopadové) singularity v průměru o 11 % (1 %, 7 %).

#### 4.5.2 Dlouhodobé změny ve výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy

Dále byly zkoumány dlouhodobé změny ve výskytu některých dalších, často uváděných singularit (např. Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006; Souborná studie, 1969), a to konkrétně ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy. Meze, při jejichž překročení se bude hovořit o výskytu singularity v konkrétním roce, byly spočítány analogicky jako v kapitole 4.4 – jako 20% a 80% percentily souborů hodnot odchylek průměrné denní teploty od shlazeného chodu ze stanice Praha – Klementinum vždy z 61 dní kolem očekávaného data výskytu singularity ze všech 120 let (1881–2000). Singularita ledoví muži / babí léto / vánoční obleva se podle Tab. 2.1 vyskytuje v první polovině května / v září nebo říjnu / mezi Vánocemi a Novým rokem, proto byly meze počítány na základě období 8. 4. – 7. 6. / 1. 9. – 31. 10. / 28. 11. – 27. 1. Hodnoty mezi uvádí Tab. 4.8.

Tab. 4.8. 20% a 80% percentily ze souborů hodnot odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu pro jednotlivá období v okolí očekávaného výskytu zkoumaných singularit ze stanice Praha – Klementinum z let 1881–2000.

období	20% percentil [°C]	80% percentil [°C]
8. 4. - 7. 6.	-2.86	2.91
1. 9. - 31. 10.	-2.26	2.25
28. 11. - 27. 1.	-3.07	2.76

Aby bylo možné zkoumat dlouhodobé změny ve výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy analogicky jako v kapitole 4.5.1, bylo potřeba zvolit pro jednotlivé singularity období, na nichž bude analýza provedena, a také minimální počet dní, pro který bude požadováno překročení mezí. Tato volba byla provedena na základě informací o zmíněných singularitách v kapitole 2.1, výsledků získaných v kapitolách

4.1 a 4.2 a požadavku, aby byly výsledky pro zmíněné singularity vzájemně porovnatelné.

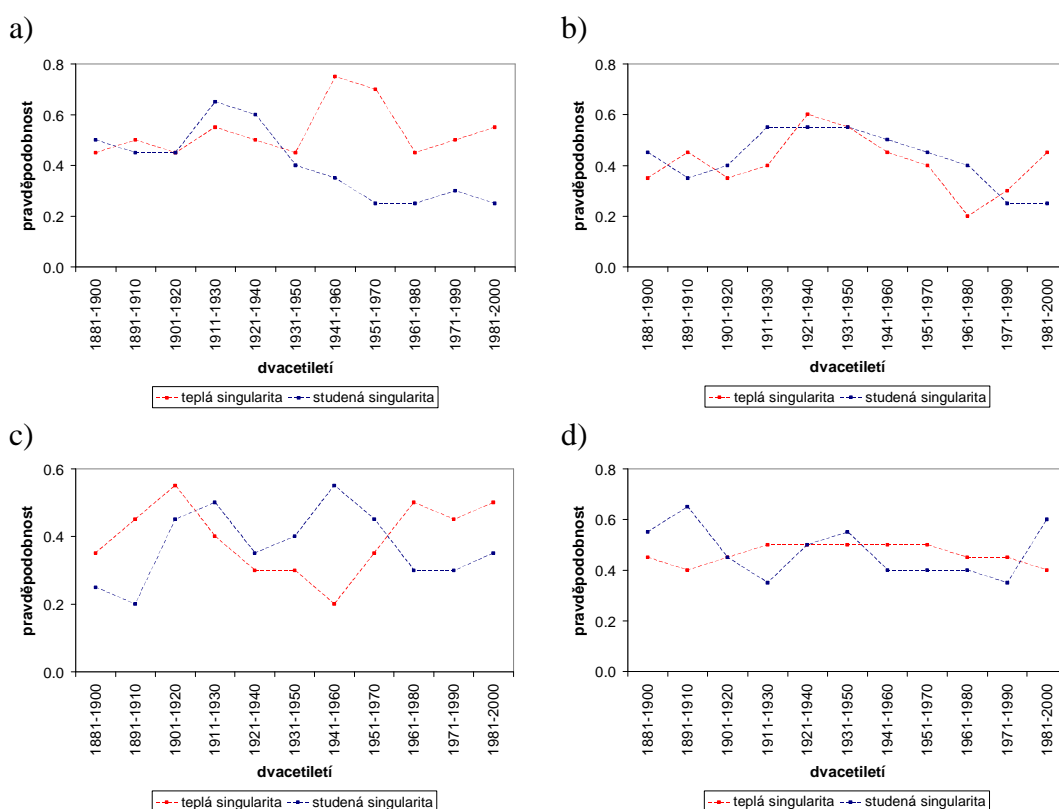
Studená singularita ledoví muži se podle Tab. 2.1 vyskytuje v první polovině května. Bissolli a Schönwiese (1990) očekávali její výskyt 11. – 15. května (viz kapitola 2.1.2). Brázdil a kol. (1999) zmiňují jako předpokládanou dobu výskytu začátek druhé květnové dekády (viz kapitola 2.1.2). Bayer (1959) uvádí nejčastější dobu trvání 3 – 4 dny (viz kapitola 2.1.1). V kapitole 4.1 nebyla tato singularita nalezena (viz Tab. 4.2). V kapitole 4.2 byla zjištěna pouze ve čtyřicetiletí 1881–1920, a to pouze jako jednodenní singularita 10. 5. (viz Tab. 4.3). Na základě toho bylo pro zkoumání dlouhodobých změn ve výskytu ledových mužů zvoleno období 7. – 18. 5. a bylo požadováno překročení mezí alespoň ve 3 dnech.

Výskyt teplé singularity babí léto udává Tab. 2.1 na září nebo říjen, přičemž v první polovině září uvádí ještě teplou singularitu pozdní léto, proto zde byla první polovina září ze zkoumání vyloučena. Německý meteorolog H. Flohn předpokládal výskyt babího léta v období 21. 9. – 2. 10. (viz kapitola 2.1.1). V kapitole 4.1 byly nalezeny teplé singularity 29. 9. – 3. 10. a 7. – 10. 10. (viz Tab. 4.2). V kapitole 4.2 byla teplá singularita v období 1881–1920 zjištěna ve dnech 27. 9. – 7. 10. a 16. 10., v období 1921–1960 ve dnech 19. 9., 23. – 24. 9., 19. 10. a 21. 10., v období 1961–2000 ve dnech 6. – 14. 10. (viz Tab. 4.3). V kapitole 4.1 však byly také detekovány studené singularity 19. 10. a 21. – 26. 10. (v několika dnech dokonce na hladině významnosti 0.05; viz Tab. 4.2), které by mohly negativně ovlivnit výsledky, a tak toto období bylo z analýzy vyloučeno, ačkoliv v něm byly podle kapitoly 4.2 v jednom ze čtyřicetiletí nalezeny dvě jednodenní teplé singularity. V kapitole 4.1 byla detekována ještě studená singularita 22. – 25. 9. V tomto období však byla nejen nalezena teplá singularita v jednom ze čtyřicetiletí podle kapitoly 4.2, ale také zde očekával výskyt babího léta meteorolog H. Flohn, a tak toto období nebylo z analýzy vyloučeno. Pro zkoumání dlouhodobých změn ve výskytu babího léta bylo tedy zvoleno období 21. 9. – 14. 10. To je však poměrně dlouhé, a tak byly pro analýzu uvažovány samostatně dvě jeho části: 21. 9. – 2. 10. („babí léto podle Flohna“) a 3. – 14. 10. („pozdní babí léto“). Překročení mezí bylo požadováno alespoň ve 3 dnech.

Výskyt teplé singularity vánoční obleva se podle Tab. 2.1 očekává mezi Vánocemi a Novým rokem. Munzar (1986) hovoří o oblevě v druhé polovině prosince (viz kapitola 2.1.1). V kapitole 4.1 byla nalezena pouze jednodenní teplá singularita 29. 12. (viz Tab. 4.2). V kapitole 4.2 byl zjištěn výskyt teplé singularity 15. – 17. 12.

pro čtyřicetiletí 1881–1920, 29. 12. – 3. 1. pro 1921–1960 a 3. 1. pro 1961–2000 (viz Tab. 4.3). Navíc však byly v kapitole 4.1 detekovány studené singularity 18. 12. a 21. – 22. 12. (druhá dokonce na hladině významnosti 0.05; viz. Tab. 4.2), které by mohly negativně ovlivnit výsledky. Proto bylo pro zkoumání dlouhodobých změn ve výskytu vánoční oblevy zvoleno období 23. 12. – 3. 1. I zde bylo překročení mezí požadováno alespoň ve 3 dnech.

Délka všech takto uvažovaných kalendářních období je 12 dní, což je příznivé pro možnost vzájemného srovnání. Analogicky jako v kapitole 4.5.1 byly spočítány pravděpodobnosti výskytu studených a teplých singularit (alespoň 3 dní s odchylkou teploty přesahující zvolené meze) pro dvacetiletí z období 1881–2000. Výsledky znázorňují grafy na Obr. 4.3.



Obr. 4.3. Dlouhodobé změny v pravděpodobnosti výskytu teplých singularit (alespoň 3 dnů s odchylkou teploty přesahující hodnotu 80% percentilu) a studených singularit (alespoň 3 dnů s odchylkou teploty nedosahující hodnoty 20% percentilu) v obdobích okolo zkoumaných singularit: a) 7. – 18. 5. (pro ledové muže), b) 21. 9. – 2. 10. (pro babí léto podle Flohna), c) 3. – 14. 10. (pro pozdní babí léto), d) 23. 12. – 3. 1. (pro vánoční oblevu). Na ose x je vždy uveden první a poslední rok každého dvacetiletí.



V období, kdy je očekáván výskyt studené singularity ledoví muži, je ve většině dvacetiletí pravděpodobnější výskyt teplé singularity než singularity studené (Obr. 4.3a). Pouze ve třech dvacetiletích, z první poloviny analyzovaného období, (1881–1900, 1911–1930, 1921–1940) vyšla pravděpodobnost výskytu studené singularity vyšší a pro jedno dvacetiletí (1901–1920) jsou pravděpodobnosti stejně velké. Pro dvacetiletí 1891–1910 vyšla pravděpodobnost výskytu studené singularity jen o 5 % nižší než pro teplou singularitu. Tyto výsledky jsou v dobré shodě s výsledky kapitol 4.1 a 4.2, ve kterých byla studená singularita v první polovině května nalezena pouze ve čtyřicetiletí 1881–1920 (viz Tab. 4.3). Zdá se tedy, že od 40. let byl výskyt ledových mužů ve zkoumaném období (7. – 18. 5.) nahrazen teplou singularitou. To je v souladu s výsledky práce Řezníčková a kol. (2006), ve které byla v letech 1961–2002 detekována teplá singularita v období očekávaného výskytu ledových mužů. Teplá singularita na místě ledových mužů však byla detekována v této práci i při uvažování celých 120 let (viz Tab. 4.2). Je tedy zřejmé, že u výsledků v této části roku (7. – 18. 5.) převážil vliv druhé poloviny stodvacetiletí. To je ve shodě s Obr. 4.3a, kde je vidět, že od 40. let jsou nejen nižší pravděpodobnosti výskytu studené singularity (alespoň 3 dny s odchylkou přesahující zvolené meze), ale i výrazně vyšší absolutní hodnoty rozdílů pravděpodobností výskytu teplé a studené singularity než v první polovině zkoumaných 120 let. V souladu s tím byla teplá singularita místo očekávaných ledových mužů detekována i v pracích Bissolli a Schönwiese (1990) pro období 1881–1986 a Brázdil a kol. (1999) pro období 1905–1994. Ledoví muži tak byli oprávněně uváděni mezi výraznými singularitami v počátcích jejich studia ve 20. a 30. letech 20. století, zatímco z dlouhodobějšího pohledu se projevují jen málo nápadně.

Pokud se za období očekávaného výskytu babího léta uvažují dny 21. 9. – 2. 10. (podle H. Flohna), je podle Obr. 4.3b s výjimkou pěti dvacetiletí vždy vyšší pravděpodobnost výskytu studené singularity (alespoň 3 dny s odchylkou přesahující zvolené meze). Absolutní hodnoty rozdílů mezi pravděpodobnostmi pro teplou a studenou singularitu jsou však ve většině dvacetiletí nízké. Vyšší pravděpodobnosti výskytu studené singularity nemusí být způsobeny nahrazením teplé singularity studenou, ale mohou být důsledkem výskytu studené singularity, která předchází babímu létu (podle popisu babího léta v kapitole 2.1.1 dochází nejprve k poklesu teploty a až později nastává oteplení). Ta byla v kapitole 4.1 nalezena 22. – 25. 9. (viz Tab. 4.2) – tedy ve dnech patřících do zkoumaného období. Pro druhé uvažované období očekávaného výskytu babího léta 3. – 14. 10. (pozdní babí léto) je pravděpodobnost

výskytu teplé singularity (alespoň 3 dnů s odchylkou přesahující zvolené meze) vyšší než studené singularity v obdobích 1881–1910 a 1971–2000 (Obr. 4.3c). V období 1921–1960, kterému odpovídá snížení pravděpodobnosti výskytu teplé singularity a zvýšení pravděpodobnosti výskytu studené singularity (1911–1930, 1941–1960), je tomu naopak. To je v dobrém souladu s Tab. 4.3, podle které se v letech 1921–1960 vyskytla teplá singularita již ve dnech 23. – 24. 9., které nebyly zahrnuty do výpočtů pravděpodobností vynesných na Obr. 4.3c; ve dnech uvažovaného období (3. – 14. 10.) se naopak podle Tab. 4.3 vyskytly studené singularity (5. – 7. 10. a 11. 10.). Protože počasí označované jako babí léto může být doprovázeno poměrně nízkými minimálními denními teplotami, nemusí se projevit jako teplá singularita v průměrné denní teplotě. Z tohoto důvodu byl postup zkoumání dlouhodobých změn ve výskytu singularit v období očekávaného výskytu babího léta (v obou výše uvažovaných obdobích) aplikován navíc na řadu maximální denní teploty vzduchu na stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000. Výsledky jsou však obdobné jako pro průměrnou denní teplotu na Obr. 4.3b a 4.3c. Jediný významný rozdíl nastal pro období 21. 9. – 2. 10. v posledním zkoumaném dvacetiletí (1981–2000), kde vyšel výrazný rozdíl mezi pravděpodobnostmi výskytu teplé a studené singularity v maximální denní teplotě (o 30 % větší než pro průměrnou denní teplotu); pravděpodobnost výskytu teplé / studené singularity v maximální denní teplotě je navíc v tomto dvacetiletí vyšší / nižší než ve všech ostatních. V této souvislosti je třeba si také uvědomit, že počasí charakteristické pro období babího léta se zejména v pokročilém podzimu nemusí projevit kladnými odchylkami teploty od normálu (např. v důsledku přízemní inverze a výskytu radiačních mlh) a pro určení pravděpodobnosti jeho nástupu by bylo třeba se zabývat dalšími meteorologickými prvky, případně cirkulačními poli. Podrobněji se babím létem zabývá P. Treml ve své diplomové práci (Treml, 2006).

Podle Obr. 4.3d došlo v období očekávaného výskytu vánoční oblevy 23. 12. – 3. 1. k převýšení pravděpodobnosti výskytu teplé singularity (alespoň 3 dní s odchylkou přesahující zvolené meze) pravděpodobností pro studenou singularitu ve dvacetiletích: 1881–1900, 1891–1910, 1931–1950 a 1981–2000. Pravděpodobnost výskytu teplé singularity se v celých 120 letech příliš nemění, pro všechna dvacetiletí je její hodnota mezi 40 a 50 %. Zmíněná převýšení jsou způsobena změnami v pravděpodobnosti výskytu studené singularity. Zvýšená hodnota této pravděpodobnosti v období 1881–1910 je ve shodě s Tab. 4.3, podle které byla v období 1881–1920 vánoční obleva nahrazena studenými singularitami 27. – 28. 12. a 31. 12. – 3. 1. Vyšší pravděpodobnost

výskytu studené singularity v období 1931–1950 (Obr. 4.3d) by mohla být způsobena výskytem studené singularity předcházející vánoční oblevě (viz Tab. 4.3).

Opět (jako v kapitolách 4.4.1 a 4.5.1) byl pro doplnění výsledků postup zopakován s požadavkem překročení stanovených mezí alespoň ve 3 po sobě následujících dnech ve stejných obdobích jako výše (7. – 18. 5., 21. 9. – 2. 10., 3. – 14. 10. a 23. 12. – 3. 1.) pro uznání výskytu singularity v konkrétním roce. Výsledné grafy dlouhodobých změn v pravděpodobnosti výskytu teplých singularit (alespoň 3 po sobě následujících dnů s odchylkou přesahující hodnotu 80% percentilu) a studených singularit (alespoň 3 po sobě následujících dnů s odchylkou nedosahující hodnoty 20% percentilu) se od grafů na Obr. 4.3 významně neliší, proto zde nejsou uvedeny. Průběhy křivek pro oba postupy jsou analogické, k rozdílu dochází pouze ve velikostech pravděpodobností. Ty jsou při doplňujícím postupu nižší v průměru o 11 %.

Pro úplnost byly ještě stanoveny pravděpodobnosti výskytu teplých, resp. studených singularit (alespoň 3 dnů s odchylkou teploty větší než 80%, resp. menší než 20% percentil) v obdobích očekávaného výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy (ve všech obdobích, která byla uvažována při výpočtu pravděpodobností ve dvacetiletích) pro celé stodvacetiletí 1881–2000 (viz Tab. 4.9). Z Tab. 4.9 je vidět, že pro obě období očekávaného výskytu babího léta i pro období předpokládaného výskytu vánoční oblevy jsou absolutní hodnoty rozdílu velmi nízké, tzn. je téměř stejně pravděpodobný výskyt teplé i studené singularity v daných částech roku. Pouze v období očekávaného výskytu ledových mužů je hodnota rozdílu vyšší; pravděpodobnější je výskyt teplé singularity.

Tab. 4.9. Pravděpodobnosti výskytu teplých, resp. studených singularit (alespoň 3 dnů s odchylkou teploty větší než 80%, resp. menší než 20% percentil) v obdobích očekávaného výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy. Tučně jsou zvýrazněny pravděpodobnosti pro singularity těch znamének, která jsou v daných obdobích očekávána. Ve sloupci „rozdíl“ jsou uvedeny rozdíly pravděpodobností teplých a studených singularit.

období	teplá singularita	studená singularita	rozdíl
7. - 18. 5.	0.53	<b>0.40</b>	0.13
21. 9. -2. 10.	<b>0.40</b>	0.43	-0.03
3. - 14. 10.	<b>0.40</b>	0.38	0.02
23. 12. - 3. 1.	<b>0.46</b>	0.48	-0.02

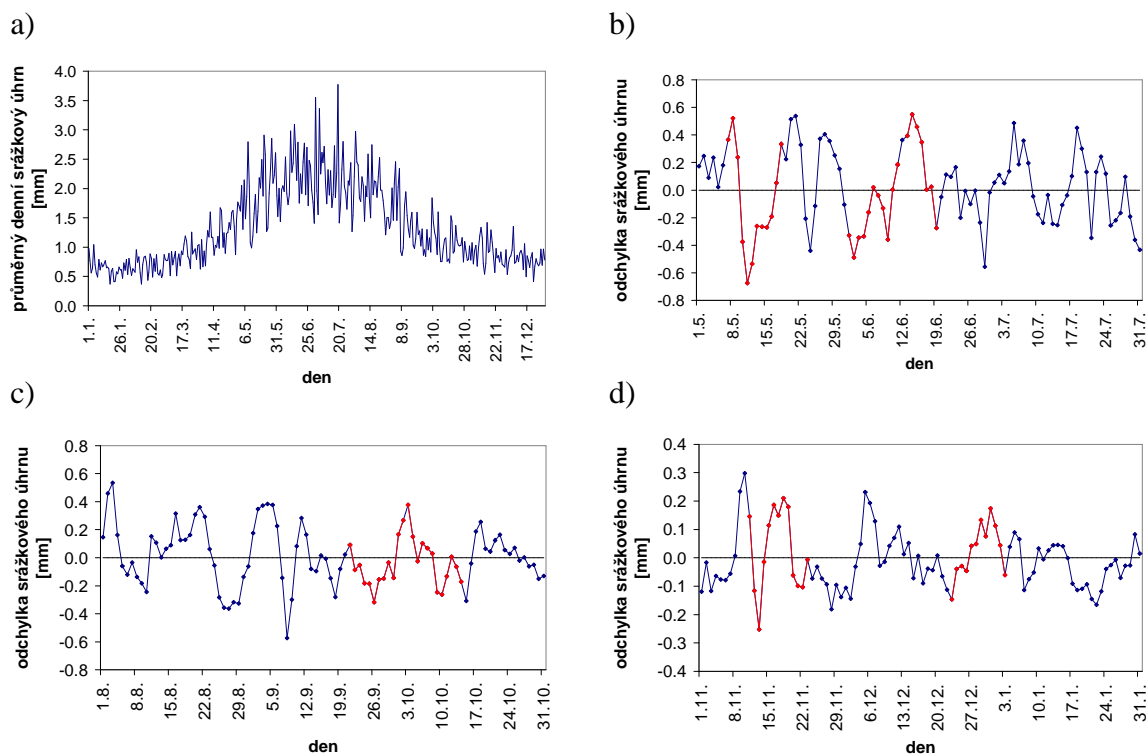
I zde (stejně jako v kapitolách 4.4.1 a 4.5.1) byl pro doplnění výsledků postup zopakován s požadavkem překročení stanovených mezí alespoň ve 3 po sobě následujících dnech pro uznání výskytu singularity v konkrétním roce. Pravděpodobnosti výskytu takto definovaných teplých i studených singularit jsou oproti odpovídajícím hodnotám v Tab. 4.9 v průměru o 0.11 nižší. Absolutní hodnoty rozdílu pravděpodobností výskytu teplé a studené singularity při tomto doplňujícím postupu jsou pro všechna uvažovaná období menší než 0.10; nejvyšší hodnota (0.07) odpovídá stejně jako v Tab. 4.9 období očekávaného výskytu ledových mužů (7. – 18. 5.) – opět vyšel pravděpodobnější výskyt teplé singularity v tomto období.

## 4.6 Srážkové charakteristiky

Vzhledem k nesrovnatelně větší prostorové proměnlivosti srážek oproti teplotě mají srážková data z jedné stanice omezenou výpovědní hodnotu. Při zpracování srážkových dat navíc dochází k obtížím při aplikaci testů předpokládajících normální rozdělení. Podle výsledků Řezníčkové a kol. (2006) nedávají výsledky různých metod pro srážky tak shodné výsledky jako u teploty; určité singularity se zdají být lépe vyjádřeny v množství srážek, jiné v četnostech srážkově významných dnů. Z těchto důvodů byly srážky zkoumány jen pro dokreslení charakteru počasí u některých teplotních singularit.

Při studiu srážek byly výchozími daty denní srážkové úhrny ze stanice Praha – Klementinum za období 1881–2000 (bez roku 1908, pro který chybí srážková data v říjnu). Na základě těchto dat byla pro každý den v roce spočítána průměrná hodnota denního srážkového úhrnu (viz Obr. 4.4a). Protože tyto průměrné denní srážkové úhrny ukazují na roční chod s vyššími hodnotami v létě, byly vypočítány odchylky původních hodnot denních srážkových úhrnů od odpovídajícího shlazeného ročního chodu. Pro shlazení byl na srážková data (stejně jako na teplotní data v kapitole 4.1) aplikován Gaussovský šedesátidenní nízkofrekvenční filtr. K odstranění velké rozkolísanosti byly i zde z odchylek vypočítány třídní klouzavé průměry. Pro každý den roku pak byla určena průměrná hodnota z třídních klouzavých průměrů odchylek denních srážkových úhrnů od shlazeného ročního chodu pro období 1881–2000 (dále jen odchylka srážkového úhrnu). V grafech těchto odchylek (Obr. 4.4) jsou barevně zvýrazněny hodnoty pro období okolo nejvýraznějších teplotních singularit – teplých

červnových singularit, studené červnové singularity (medardovského počasí) a studených listopadových singularit (jde o stejná období, jaká byla v kapitole 4.5.1 uvažována při zkoumání dlouhodobých změn), a pro období očekávaného výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy (stejná období jaká byla uvažována v kapitole 4.5.2).



Obr. 4.4. a) Průměrné denní srážkové úhrny stanice Praha – Klementinum na základě období 1881–2000 (s vynecháním roku 1908). b), c), d) Grafy odchylek srážkových úhrnů od shlazeného ročního chodu ve vybraných částech roku. Červeně jsou zvýrazněny hodnoty pro období kolem výskytu teplých červnových singularit (1. – 11. 6.), medardovského počasí (13. – 19. 6.), studených listopadových singularit (11. – 23. 11.) a pro období očekávaného výskytu ledových mužů (7. – 18. 5.), babího léta (21. 9. – 2. 10., 3. – 14. 10.) a vánoční oblevy (23. 12. – 3. 1.).

V období očekávaného výskytu ledových mužů (7. – 18. 5.) se nachází minimum odchylky srážkového úhrnu od shlazeného ročního chodu (Obr. 4.4b). V práci Řezníčková a kol. (2006) byla v souladu s tím nalezena suchá singularita 13. – 18. 5.; Bissolli a Schönwiese (1990) detekovali pro Německo teplo – suchou singularitu 8. – 14. 5. Dnům 1. – 11. 6. v okolí teplých červnových singularit odpovídají převážně

záporné hodnoty odchylek srážkových úhrnů (Obr. 4.4b). Řezníčková a kol. (2006) v této době našli naopak deštivou singularitu. Bissolli a Schönwiese (1990) však v souladu s výsledky této práce detekovali začátkem června teplo – suchou singularitu. Období kolem medardovského počasí (13. – 19. 6.) se překrývá s maximem odchylky srážkových úhrnů (Obr. 4.4b). Řezníčková a kol. (2006) v této době nezjistili výskyt žádné srážkové singularity. Bissolli a Schönwiese (1990) detekovali pro tyto dny jak teplo – suchou tak chladno – deštivou singularitu. Oběma obdobím očekávaného výskytu babího léta (21. 9. – 2. 10. a 3. – 14. 10.) odpovídají spíše záporné odchylky srážkových úhrnů; ve dnech na společné hranici těchto období dochází k výkyvu do kladných hodnot (Obr. 4.4c). Řezníčková a kol. (2006) našli suchou singularitu 28. 9. – 12. 10. Bissolli a Schönwiese (1990) zjistili výskyt teplo – suché singularity 7. – 8. 10. (pouze v jednom regionu Německa). Pro uvažované období kolem studených listopadových singularit (11. – 23. 11.) se odchylky srážkových úhrnů od shlazeného ročního chodu pohybují v kladných i záporných hodnotách; v těsném okolí nalezených singularit (16. a 18. 11.) jsou však kladné (Obr. 4.4d). V práci Řezníčková a kol. (2006) byla v souladu s tím nalezena deštivá singularita 13. – 20. 11. Bissolli a Schönwiese (1990) však ve zmíněných listopadových dnech zjistili v některých regionech výskyt chladno – suché singularity a v některých výskyt teplo – deštivé singularity. Období vánoční oblevy (23. 12. – 3. 1.) odpovídají převážně kladné hodnoty odchylek srážkových úhrnů (Obr. 4.4d). Řezníčková a kol. (2006) nenalezli žádnou srážkovou singularitu v tomto období. Ve shodě s výsledky této práce Bissolli a Schönwiese (1990) detekovali teplo-deštivé singularity 25. – 28. 12. a 1. – 3. 1.

Charakter počasí z hlediska srážek v uvažovaných obdobích teplotních singularit zjištěný v této práci i přes velkou prostorovou proměnlivost tedy velmi dobře odpovídá zejména výsledkům Bissolliho a Schönwieseho (1990) pro Německo. Výsledky získané pro medardovské počasí, babí léto a vánoční oblevu jsou v souladu s popisem těchto singularit v kapitole 2.1.1. Období očekávaného výskytu ledových mužů a období teplých červnových singularit jsou podle výše uvedených výsledků doprovázena spíše suchým počasím; období studených listopadových singularit deštivým počasím.

Jako další srážková charakteristika byla pro každý den roku spočítána četnost výskytu kladné, resp. záporné odchylky srážkového úhrnu od shlazeného ročního chodu. Pro většinu období uvažovaných teplotních singularit nejsou v těchto četnostech patrné žádné významné výkyvy. Pouze v období očekávaného výskytu ledových mužů

dochází k významnějšímu poklesu četnosti kladné odchylky a vzestupu četnosti záporné odchylky. Období očekávaného výskytu ledových mužů se tedy podle obou srážkových charakteristik jeví doprovázeno suchým počasím.

Dále byla pro každý den roku spočítána četnost výskytu odchylky srážkového úhrnu od shlazeného ročního chodu větší než příslušný 80%, resp. menší než příslušný 20% percentil odchylek srážkových úhrnů (hodnoty percentilů byly počítány pro každý den zvlášť z 61 dní kolem daného dne z let 1881–2000 s vynecháním roku 1908). V těchto četnostech nebyly nalezeny žádné výrazné hodnoty příslušející zkoumaným obdobím roku; pouze období teplých červnových singularit odpovídají vyšší hodnoty četnosti výskytu odchylek menších než příslušné 20% percentily. Ve shodě s výsledky získanými výše na základě průměrných odchylek srážkových úhrnů od shlazeného ročního chodu se tedy jeví teplé červnové singularity doprovázeny suchým počasím.

## 4.7 Shrnutí hlavních výsledků

Na základě shody metody průměru a mediánu bylo pro Prahu – Klementinum pro období 1881–2000 nalezeno 47 teplotních singularit s průměrnou délkou trvání 3.2 dne (viz kapitola 4.1.2), které vcelku potvrzují většinu případů uvedených v Tab. 2.1. Ke všem singularitám zmíněných v Tab. 2.2 byla v této práci nalezena obdobná singularita ve stodvacetiletém období v kapitole 4.1.2 nebo alespoň v jednom ze čtyřicetiletí v kapitole 4.2.2. Z výsledků předchozích kapitol je zřejmé, že nelze počítat s časovou stabilitou většiny nalezených singularit. Velikost i výskyt detekovaných odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu závisí na zvoleném období zpracování. Není tedy vhodné hledat singularity jako přesně kalendářně vázané odchylky a pouze na základě jednoho pevně zvoleného období. Při omezení závislosti na volbě referenčního období (kapitola 4.3) bylo detekováno 27 singularit s průměrnou délkou trvání 2.7 dne.

Jako nejvýraznější singularity s nejpravidelnějším nástupem se podle kapitol 4.1 – 4.3 jeví teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6. (medardovské počasí), 16. 11. a 18. 11. Obdobné významné singularity byly detekovány vždy alespoň v některé z předchozích prací (Bissolli a Schönwiese, 1990; Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006). Z nejčastěji uváděných singularit (viz Tab. 2.1) se tedy jeví nejvýraznější medardovské počasí. To se shoduje s tvrzením

Sobíška a kol. (1993), že medardovské počasí je nejvýraznější středoevropskou singularitou. Munzar (1986) uvádí vánoční oblevu jako stálejší výkyv v ročním chodu teploty než jsou ledoví muži i medardovské počasí, což výsledky této práce nepotvrzují. Pro období očekávaného výskytu vánoční oblevy i babího léta vyšla podle kapitoly 4.5.2 téměř stejná pravděpodobnost výskytu teplé i studené singularity (alespoň 3 dnů s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu přesahující zvolené meze); v řadě průměrné denní teploty v Praze-Klementinu se tak tyto často uváděné singularity významně neprojevují. V případě ledových mužů lze o studené singularitě hovořit pouze v první polovině analyzovaného období a její nahrazení poměrně výraznou teplou singularitou v období následujícím poukazuje na jeden z nápadných rysů výskytu většiny méně významných singularit, kterým je jejich časová nestabilita. Ve shodě s pracemi Bissolli a Schönwiese (1990), Brázdil a kol. (1999) i Řezníčková a kol. (2006) byla v kapitole 4.1 detekována teplá singularita v období očekávaného výskytu ledových mužů. Podle Munzara a kol. (1989), resp. Souborné studie (1969) nastává medardovské počasí v 78 % let a trvá kolem 14, resp. 7 dnů. V této práci vyšla pravděpodobnost výskytu alespoň 2 dní s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu nedosahující příslušné hodnoty 20% percentilu 52 % v období 13. – 19. 6. a 69 % v období 10. – 22. 6 (viz kapitola 4.4.1). Z výsledků kapitoly 4.5 je zřejmé, že docházelo ke změnám v pravděpodobnosti výskytu singularit během zkoumaných 120 let. Z doplňujícího studia srážkových charakteristik (kapitola 4.6) vyplývá, že období medardovského počasí, studených listopadových singularit a očekávaného výskytu vánoční oblevy jsou doprovázena spíše deštivým počasím; období očekávaného výskytu ledových mužů, teplých červnových singularit a babího léta suchým počasím.



## **5 Souvislost teplotních singularit s atmosférickou cirkulací**

Souvislost s atmosférickou cirkulací byla zkoumána především pro období výskytu nejvýraznějších singularit detekovaných v kapitole 4 na stanici Praha – Klementinum v období 1881–2000, tzn. teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6 a studené singularity 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11. (v kapitole 4.1 byly tyto singularity nalezeny na hladině významnosti 0.05; v kapitole 4.2 na základě shody všech tří vyšetřovaných období). Pro klasifikaci cirkulace byl použit katalog Hesse a Brezowského (Hess a Brezowsky, 1952). Popis klasifikace je uveden v kapitole 3.

### **5.1 Rozdělení cirkulačních typů**

Cirkulační typy byly rozděleny do dvou skupin – typy spojené s převládajícím teplým počasím (dále již jen typy spojené s teplým počasím) a typy spojené s převládajícím studeným počasím (dále již jen typy spojené se studeným počasím). Toto rozdělení bylo provedeno zvlášť pro červen a listopad, tj. analyzovaná období výskytu nejvýraznějších singularit. Do obou období byly zahrnuty dekády, ve kterých se vyskytují zmíněné singularity, společně s jednou dekadou předcházející a jednou následující; pro červen tedy poslední dekáda května až poslední dekáda června; pro listopad všechny tři listopadové dekády. Na základě hodnot odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu na stanici Praha – Klementinum (pro shlazení byl použit Gaussovský šedesátidenní nízkofrekvenční filtr – viz kapitola 2.2.2) a klasifikace cirkulačních polí podle Hesse a Brezowského pro jednotlivé dny uvažovaných období v letech 1881–2000 byla pro každý cirkulační typ spočítána průměrná hodnota odchylky teploty od shlazeného chodu (viz Tab. 5.1). Rozdělení typů bylo provedeno na základě znaménka této průměrné odchylky (kladné znaménko – typy spojené s teplým počasím, záporné znaménko – typy spojené se studeným počasím).

Tab. 5.1. Rozdělení cirkulačních typů na typy spojené s převládajícím teplým a studeným počasím v době okolo červnových a listopadových singularit. Ve sloupcích „průměrná odchylka“ je pro každý typ uvedena průměrná hodnota odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu. Průměrné odchylky v absolutní hodnotě větší než 1°C jsou zvýrazněny tučně. Ve sloupcích „počasí“ znamená „+“ spojení s převládajícím teplým počasím, „-“ s převládajícím studeným počasím. Ve sloupci „skupina“ je pro každý typ uvedena zkratka skupiny cirkulačních typů (podle práce Kyselý a Domonkos, 2006), do které daný typ patří.

skupina	cirkulační typ	červen		listopad	
		průměrná odchylka [°C]	počasí	průměrná odchylka [°C]	počasí
W	WZ	-0.06	-	<b>1.57</b>	+
	WA	0.82	+	0.80	+
	WW	0.19	+	0.00	-
	WS	-0.30	-	<b>1.02</b>	+
HM	HM	<b>1.63</b>	+	-0.80	-
	BM	<b>1.04</b>	+	<b>-1.04</b>	-
S	SWA	<b>3.44</b>	+	-0.17	-
	SWZ	<b>2.33</b>	+	<b>1.87</b>	+
	SA	<b>2.68</b>	+	-0.36	-
	SZ	<b>4.71</b>	+	0.60	+
	TB	<b>1.16</b>	+	0.78	+
	TRW	<b>1.11</b>	+	0.03	+
	SEA	<b>2.08</b>	+	<b>-1.06</b>	-
	SEZ	<b>1.82</b>	+	<b>1.09</b>	+
N	NA	<b>-2.03</b>	-	<b>-1.75</b>	-
	NZ	<b>-2.11</b>	-	<b>-1.56</b>	-
	HNA	0.26	+	<b>-2.68</b>	-
	HNZ	-0.08	-	<b>-1.46</b>	-
	HB	<b>-1.43</b>	-	<b>-1.52</b>	-
	TRM	<b>-1.38</b>	-	-0.55	-
E	HFA	0.93	+	<b>-1.96</b>	-
	HNFA	0.89	+	<b>-4.08</b>	-
	HFZ	<b>1.20</b>	+	<b>-2.31</b>	-
	HNFZ	0.59	+	-0.72	-
NW	NWA	-0.79	-	-0.31	-
	NWZ	<b>-1.87</b>	-	0.44	+
NE	NEA	-0.30	-	<b>-2.74</b>	-
	NEZ	-0.91	-	-0.75	-
TM	TM	-0.84	-	-0.22	-

## 5.2 Četnosti výskytu cirkulačních typů

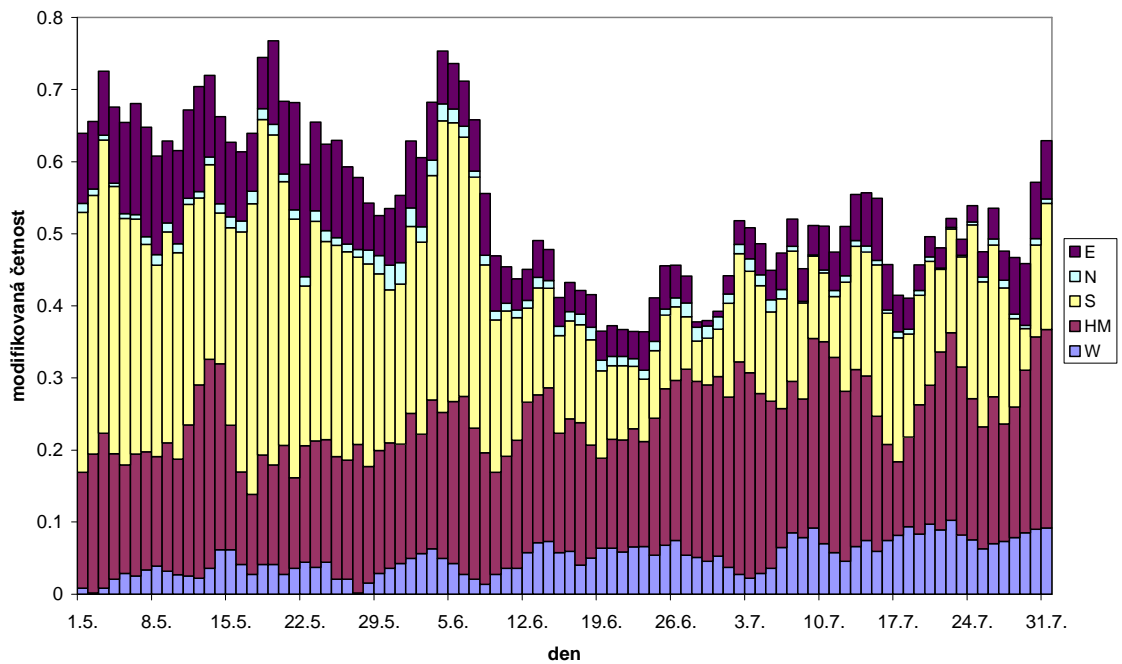
Pro každý cirkulační typ byly spočítány relativní četnosti jeho výskytu v jednotlivých dnech roku za období 1881–2000. Aby byl do zkoumání souvislosti singularit s cirkulací zahrnut fakt, že různé typy přispívají ke změně teploty odlišnou měrou, byly vypočítány modifikované četnosti (odpovídající stejné situaci v případě, že by všechny typy přispívaly ke změně velikosti teploty stejně) – původní relativní četnosti byly vynásobeny velikostmi (kladnými číselnými hodnotami) průměrných odchylek charakterizujících daný typ (viz Tab. 5.1). Výsledky jsou uvedeny v grafech na Obr. 5.1 zvlášť pro typy spojené s teplým počasím v červnu, studeným počasím v červnu (obojí pro květen až červenec), teplým počasím v listopadu a studeným počasím v listopadu (obojí pro říjen až prosinec). Pro lepší přehlednost grafů nebyly vynášeny modifikované četnosti jednotlivých typů, ale modifikované četnosti jejich skupin (viz Tab. 5.1), tj. součty modifikovaných četností typů patřících do dané skupiny. Přitom byly vždy zahrnuty jen ty typy, které jsou v uvažovaném období spojeny podle Tab. 5.1 s převládajícím počasím, pro které je daný graf sestaven (tzn. že např. četnost skupiny W na Obr. 5.1a je součtem četností typů WA a WW, zatímco četnost stejné skupiny na Obr. 5.1b je dána četnostmi typů WZ a WS).

## 5.3 Porovnání četností cirkulačních typů s výskytem hlavních singularit

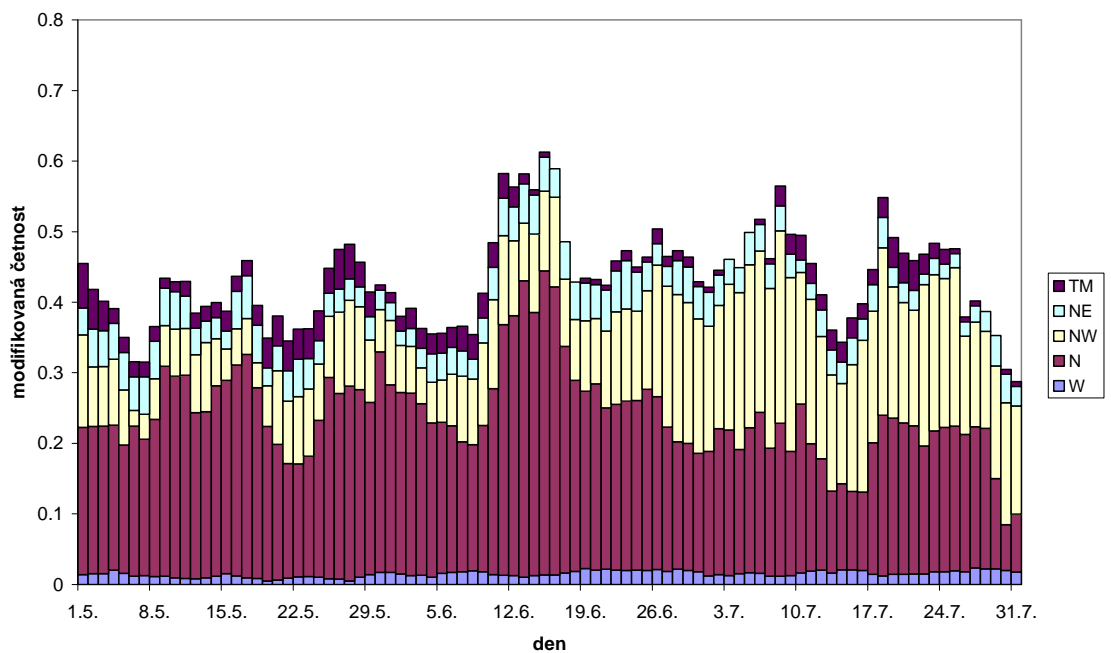
Podle Obr. 5.1a přísluší dnům 3. – 7. 6. lokální zvýšení modifikované četnosti výskytu cirkulačních typů spojených s teplým počasím, zejména jižních typů. Téměř stejnému období (3. – 8. 6.) odpovídá na Obr. 5.1b lokální snížení četnosti výskytu cirkulačních typů spojených se studeným počasím. To je v dobrém souladu s výskytem teplých singularit 3. 6. a 5. – 9. 6. Pro období studené singularity 15. – 17. 6. jsou na Obr. 5.1a relativně nízké četnosti výskytu cirkulačních typů spojených s teplým počasím a na Obr. 5.1b poměrně výrazné maximum četnosti výskytu cirkulačních typů spojených se studeným počasím, zejména severních typů. Období studené singularity 16. 11. se podle Obr. 5.1c nachází v oblasti lokálního minima četnosti výskytu cirkulačních typů spojených s teplým počasím. Studené singularity 18. 11. odpovídá sice lokální maximum četnosti výskytu cirkulačních typů spojených s teplým počasím, avšak

v porovnání s již zmíněnými lokálními výkyvy pro červen není příliš výrazné. V četnosti výskytu cirkulačních typů spojených se studeným počasím na Obr. 5.1d dochází pro 16. 11. a 18.11. k lokálnímu zvýšení.

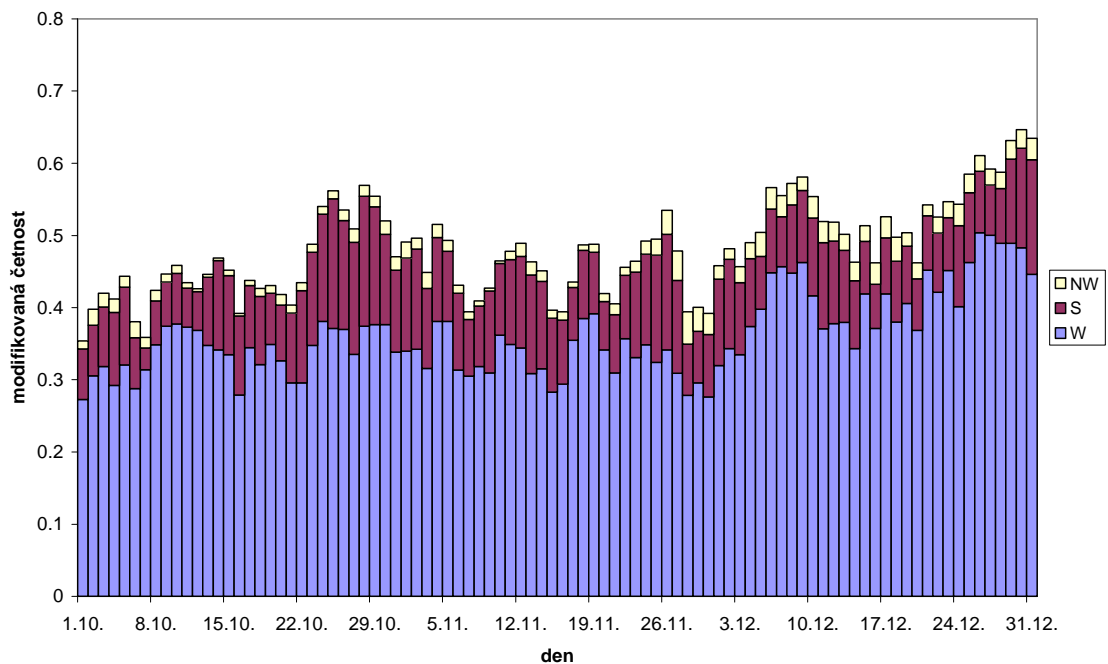
a) skupiny cirkulačních typů spojených s převládajícím teplým počasím v červnu



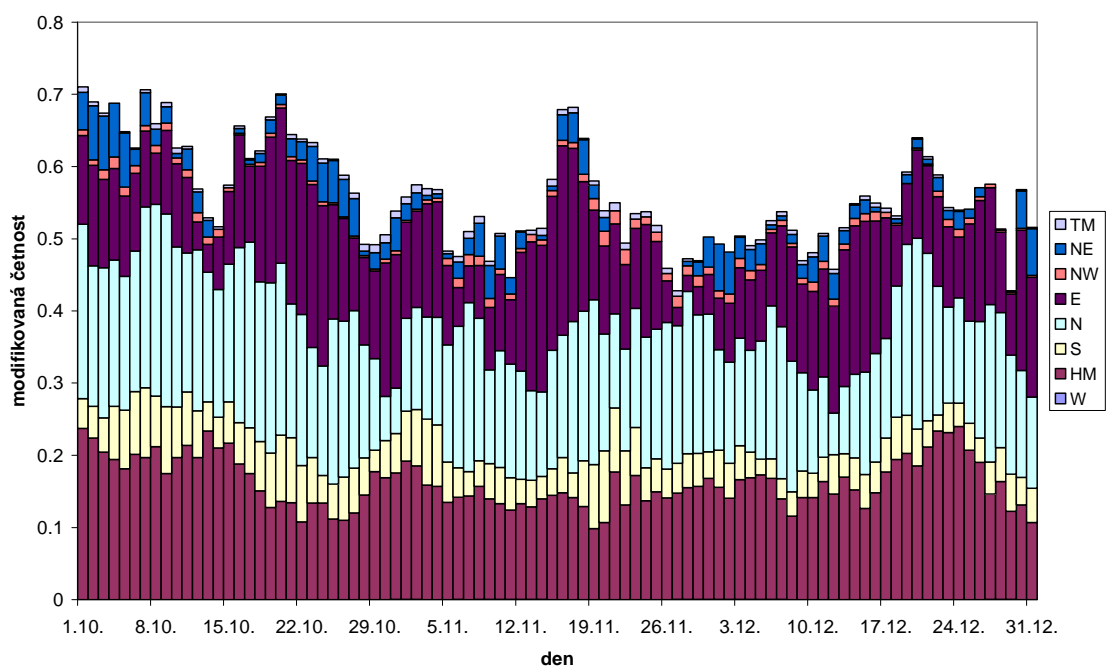
b) skupiny cirkulačních typů spojených s převládajícím studeným počasím v červnu



c) skupiny cirkulačních typů spojených s převládajícím teplým počasím v listopadu



d) skupiny cirkulačních typů spojených s převládajícím studeným počasím v listopadu



Obr. 5.1. Grafy modifikovaných četností výskytu skupin cirkulačních typů spojených s převládajícím a) teplým počasím v červnu, b) studeným počasím v červnu, c) teplým počasím v listopadu, d) studeným počasím v listopadu.

Aby byla vyloučena možnost, že ke shodě ve výskytu singularit s výskytem odpovídajících cirkulačních typů dochází kvůli nevhodné volbě (v tomto případě příliš

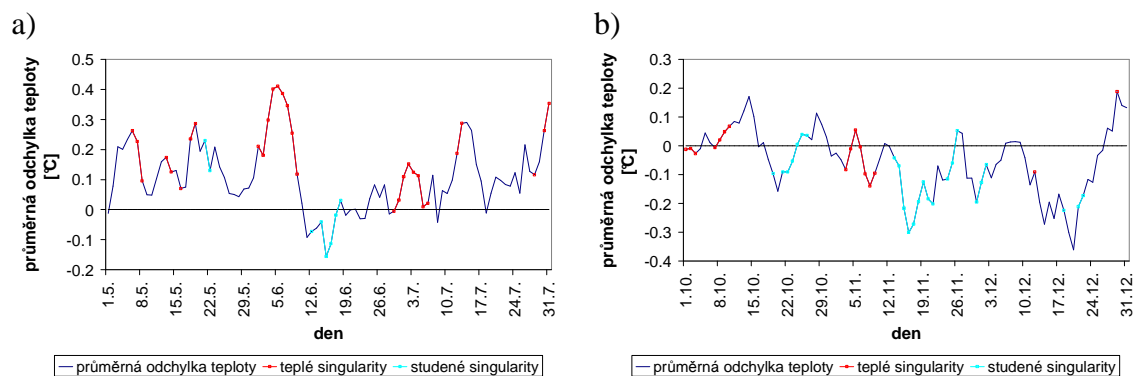
krátkého) období pro rozdělení typů na typy spojené se studeným a teplým počasím, byl celý postup opakován s volbou delšího období. Pro červen byly typy rozděleny na základě hodnot z května až července, pro listopad na základě hodnot z října až prosince. Výsledky získané při této volbě se shodují s tím, co ukazuje Obr. 5.1, jejich uvedení by tedy bylo pouze opakováním již zmíněných hodnocení.

Výsledky zkoumání pro nejvýraznější singularity tedy ukazují na souvislost mezi výskytem teplé / studené singularity detekované na základě statistického přístupu a zvýšenou četností výskytu cirkulačních typů spojených s teplým / studeným počasím. Tato souvislost je přitom nápadnější pro červnové singularity než pro listopadové.

## **5.4 Souvislost atmosférické cirkulace s výskytem méně výrazných singularit**

Na Obr. 5.1 se však vyskytují i další lokální maxima a minima modifikovaných četností výskytu daných cirkulačních typů kromě těch, která již byla dána do souvislosti se zmíněnými nejvýraznějšími singularitami. Dále bylo tedy zkoumáno, zda tyto lokální extrémy odpovídají některým z méně výrazných singularit nalezených pro stanici Praha – Klementinum na základě celého stovacetiletého období v kapitole 4.1 (viz Tab. 4.2). Bylo potřeba spočítat průměrné odchylky teploty odpovídající jednotlivým cirkulačním typům analogicky jako u analýzy souvislosti nejvýraznějších singularit s cirkulací (viz kapitola 5.1), ale tak, aby charakterizovaly cirkulační typy vyskytující se v okrajových i středových částech uvažovaných období – květen až červenec, říjen až prosinec. Pro výpočet však nemohou být použity hodnoty z příliš dlouhého období, neboť vliv jednotlivých cirkulačních typů se mění během roku. Období nemůže být ani příliš krátké, aby v době výskytu singularity nebylo působení daného typu nadhodnoceno. Proto je nutné, aby toto období bylo dostatečně delší než doba trvání singularit, která je pro uvažované měsíce maximálně 9 dní (viz Tab. 4.2). Průměrné odchylky teploty pro jednotlivé typy byly proto počítány klouzavě v 61–denních oknech (v každém dni uvažovaných měsíců příslušely typům jiné hodnoty průměrných odchylek). Pro znázornění vlivu cirkulace byla pro každý den spočítána a do grafu (Obr. 5.2) vynesena průměrná odchylka teploty jako vážený průměr odchylek odpovídajících všem cirkulačním typům; jako váhy byly použity četnosti jednotlivých typů v daný den.

Na Obr. 5.2 jsou zvýrazněny úseky křivky pro dny, kdy byly nalezeny singularity v kapitole 4.1 (viz Tab. 4.2).



Obr. 5.2. Průměrná odchylka teploty spočítaná jako vážený průměr odchylek teploty odpovídajících jednotlivým cirkulačním typům v daných dnech; jako váhy byly použity četnosti výskytu cirkulačních typů v daných dnech. Červeně, resp. světle modře jsou zvýrazněny úseky křivky v obdobích, kdy byla nalezena teplá, resp. studená singularita na stanici Praha – Klementinum za období 1881–2000 (viz Tab. 4.2).

Všechny teplé vícedenní singularity v květnu až červenci nastávají podle Obr. 5.2a ve dnech s lokálním zvýšením (v kladných hodnotách) průměrné odchylky teploty vyjadřující vliv cirkulace. Jednodenní teplá singularita 16. 5., resp. 28. 7. nastává sice v době lokálního minima průměrné odchylky, ale toto minimum nabývá kladné hodnoty, což značí převažující vliv cirkulačních typů spojených s teplým počasím, a lokální maximum se vyskytlo o 1, resp. 2 dny dříve. Nejvýraznějšímu lokálnímu minimu průměrné odchylky (15. 6., viz Obr. 5.2a) v záporných hodnotách odpovídá výskyt studené singularity. Jednodenní studená singularita 12. 6. se vyskytuje 1 den za dalším lokálním minimem průměrné odchylky v záporných hodnotách. Avšak studené singularitě 21. – 22. 5. přísluší podle Obr. 5.2a převažující vliv cirkulačních typů spojených s teplým počasím. Ne všem lokálním extrémům na Obr. 5.2a odpovídá výskyt singularity, ale u těch nejvýraznějších dochází k dobré shodě.

Pro říjen až prosinec nedochází pro nejvýraznější lokální maxima průměrné odchylky teploty vyjadřující vliv cirkulace k výskytu singularity; s výjimkou jednodenní teplé singularity 29. 12. (viz Obr. 5.2b). Teplá singularita 1. – 3. 10. je jen částí delší singularity (začíná na konci září – viz Tab. 4.2), a tak zde nelze plně posoudit její souvislost s cirkulací. Ostatní vícedenní teplé singularity odpovídají alespoň svojí

částí době převažujícího vlivu cirkulačních typů spojených s teplým počasím. Teplá singularita 7. – 10. 10. nastává 2 dny po lokálním maximu průměrné odchylky teploty vyjadřující vliv cirkulace. Singularita 3. – 9. 11. souhlasí s lokálním zvýšením průměrné odchylky. Jednodenní teplá singularita 12. 12. odpovídá sice lokálnímu maximu, avšak v době převažujícího vlivu cirkulačních typů spojených se studeným počasím. Výskyt všech studených singularit v říjnu až prosinci začíná v obdobích lokálních snížení průměrné odchylky teploty nebo v jejich těsné blízkosti v záporných hodnotách (viz Obr. 5.2b).

Výsledky tedy ukazují na jistou souvislost mezi výskytem singularit a cirkulačních typů. Tato souvislost se podle Obr. 5.2 jeví výraznější pro měsíce květen až červenec než pro říjen až prosinec. To ve shodě např. s pracemi Huth (1997) a Huth a Kyselý (2000) poukazuje na slabší vazbu přízemní teploty vzduchu na atmosférickou cirkulaci v pozdním podzimu a v zimě. Zjištění, že některým výraznějším lokálním extrémům průměrné odchylky teploty vyjadřující vliv cirkulace (Obr. 5.2) neodpovídá výskyt singularity, je v souladu se závěrem Brázdila a kol. (1999), že výrazně vyšší výskyt synoptických situací s anomálními teplotními projevy ještě nepodmiňuje výskyt singularity na daném místě (viz kapitola 2.3.4).

## 5.5 Porovnání s výsledky předchozích prací

Souvislostí singularit na Milešovce za období 1946–1995 se synoptickými situacemi podle typizace ČHMÚ se zabývali Brázdil a kol. (1999). Uvažovali případy, kdy relativní četnosti výskytu modelových synoptických situací s anomálními projevy teploty vzduchu přesahovali průměr celého padesátiletého období alespoň o 10 %. Při porovnání těchto období vyšších relativních četností a nejvýraznějších singularit nalezených v kapitole 4 v této práci je vidět, že teplé singularitě 5. – 9. 6. odpovídá zvýšený výskyt jihozápadních cyklonálních situací (7. – 10. 6.). To je v souladu s tím, že analogický cirkulační typ (SWZ) podle katalogu Hesse a Brezowského (Hess a Brezowsky, 1952) byl v kapitole 5.1 zařazen mezi typy spojené s teplým počasím v červnu. Studeným singularitám 16. a 18. 11. odpovídá zvýšený výskyt skupiny situací cyklóna nad střední Evropou, brázda nízkého tlaku nad střední Evropou, brázda postupující přes střední Evropu a severní cyklonální situace (15. – 17. 11.). Rovněž zde dochází ke shodě ve smyslu zařazení analogických typů podle katalogu Hesse



a Brezowského (TM, TRM, NZ; typ brázda postupující přes střední Evropu se v katalogu Hesse a Brezowského nevyskytuje) mezi typy spojené se studeným počasím v listopadu (viz Tab. 5.1). Pro období teplé singularity 3. 6. a studené singularity 15. – 17. 6. nenalezli Brázdil a kol. (1999) zvýšení relativních četností u žádných synoptických situací.

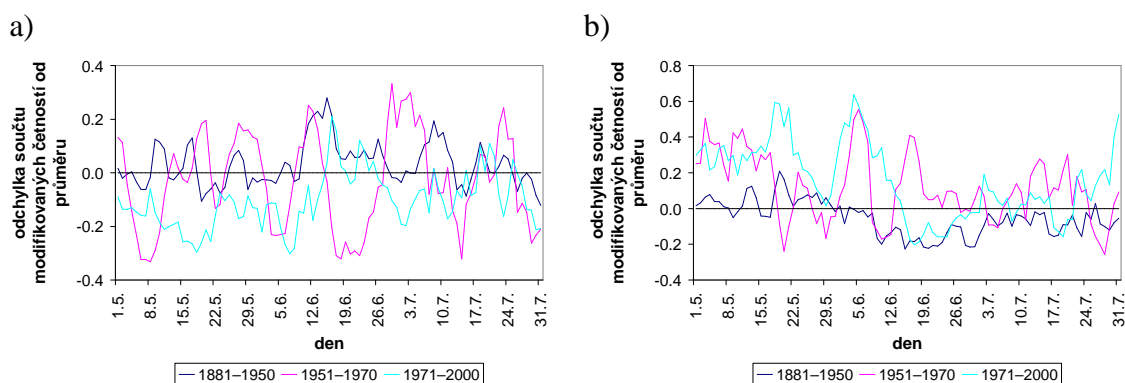
Bissolli a Schönwiese (1990), kteří se také zabývali souvislostí singularit s atmosférickou cirkulací, hledali období výskytu významných dvojdimenzionálních četností současného výskytu kvantilově definovaných teplotních událostí (chladno / teplo) a výskytu hlavních cirkulačních typů (vycházeli z klasifikace odvozené z katalogu Hesse a Brezowského; viz kapitola 2.3.3) v západním regionu Německa za období 1949–1985. Všem nejvýraznějším singularitám (zjištěným v kapitole 4.2 na základě shody všech tří vyšetřovaných čtyřicetiletí) odpovídají období výskytu významných dvojdimenzionálních četností nalezená Bissolliem a Schönwiesem (1990). Ve dnech teplých singularit 3. 6. a 5. – 9. 6. našli Bissolli a Schönwiese (1990) významnou dvojdimenzionální četnost současného výskytu teplé události a hlavního cirkulačního typu výše nad střední Evropou (3. – 5. 6.). V souladu s tím byly typy ze skupiny výše nad střední Evropou HM (HM, BM) v kapitole 5.1 identifikovány jako typy spojené s teplým počasím v červnu. Na Obr. 5.1a je však patrné jen malé lokální zvětšení četnosti typů z této skupiny v období 3. – 7. 6.; v těchto dnech je výraznější nárůst četnosti pro typy ze skupiny S (jižní). Studeným singularitám 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11. odpovídají ve výsledcích Bissolliho a Schönwieseho (1990) chladné události spojené s hlavními cirkulačními typy: severní (15. – 17. 6.), níže nad střední Evropou (15. – 16. 11.) a východní (15. – 23. 11.). Je vidět, že singularitě 16. 11. odpovídají významné dvojdimenzionální četnosti chladné události se dvěma různými hlavními cirkulačními typy. V kapitole 5.1 byly všechny cirkulační typy ze skupiny N (severní), s výjimkou typu HNA, v souladu s výsledky Bissolliho a Schönwieseho (1990) identifikovány jako typy spojené se studeným počasím v červnu, typ níže nad střední Evropou (TM) a typy ze skupiny E (východní) jako typy spojené se studeným počasím v listopadu. Ve shodě s výsledky Bissolliho a Schönwieseho (1990) je pro severní typy (skupina N) na Obr. 5.1b patrné zvýšení četnosti ve dnech 11. – 17. 6. Pro typ níže nad střední Evropou (TM) se na Obr. 5.1d neprojevuje nárůst četnosti v okolí 16. 11., u východní typů (skupina E) ale podle Obr. 5.1d dochází k lokálnímu zvýšení četnosti ve dnech 12. až 18. 11.

## **5.6 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu singularit s atmosférickou cirkulací**

Pro studium souvislosti dlouhodobých změn ve výskytu singularit s atmosférickou cirkulací byly na základě výsledků kapitoly 4.5 vybrány studená červnová singularita 15. – 17. 6. (medardovské počasí), která byla v kapitole 4.2.2 nalezena ve všech třech čtyřicetiletích, a ledoví muži. Pro obě tyto singularity jsou v grafech na Obr. 4.2b a 4.3a dobře patrné změny v pravděpodobnostech výskytu.

### **5.6.1 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu medardovského počasí s cirkulací**

Pro zkoumání souvislosti cirkulace a dlouhodobých změn ve výskytu studené singularity 15. – 17. 6. (medardovské počasí) bylo uvažováno rozdělení cirkulačních typů na typy spojené s převládajícím teplým počasím a spojené s převládajícím studeným počasím (dále jen typy spojené s teplým počasím a typy spojené se studeným počasím) v červnu, které bylo provedeno v kapitole 5.1 (viz Tab. 5.1). Analogicky jako v kapitole 5.2 byly vypočítány modifikované četnosti výskytu cirkulačních typů pro jednotlivé dny května až července pro období 1881–1950, 1951–1970 a 1971–2000. Tato tři období byla zvolena podle Obr. 4.2b tak, aby v žádném z nich nedocházelo k výrazným změnám v pravděpodobnosti výskytu singularity (alespoň 2 dny s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu přesahující zvolené meze) a bylo tak možné vyhodnotit souvislost změn ve výskytu singularity a změn v atmosférické cirkulaci. Pro přehlednější srovnání byly uvažovány součty modifikovaných četností všech cirkulačních typů spojených s teplým, resp. studeným počasím. Od těchto součtů byla navíc odečtena průměrná hodnota součtu modifikovaných četností všech typů spojených s teplým, resp. studeným počasím spočtená na základě dní poslední květnové dekády až poslední červnové dekády (stejně období jako bylo uvažováno pro rozdělení cirkulačních typů na typy spojené s teplým a studeným počasím v kapitole 5.1) všech let 1881 – 2000. Tak byly získány odchylky od průměru, které jsou vyneseny v grafech na Obr. 5.3.



Obr. 5.3. Grafy odchylek součtů modifikovaných četností výskytu cirkulačních typů spojených a) s převládajícím studeným počasím, b) s převládajícím teplým počasím v červnu od příslušného průměru (spočteného na základě poslední dekadý května až poslední dekadý června 1881–2000) pro období 1881–1950, 1951–1970 a 1971–2000.

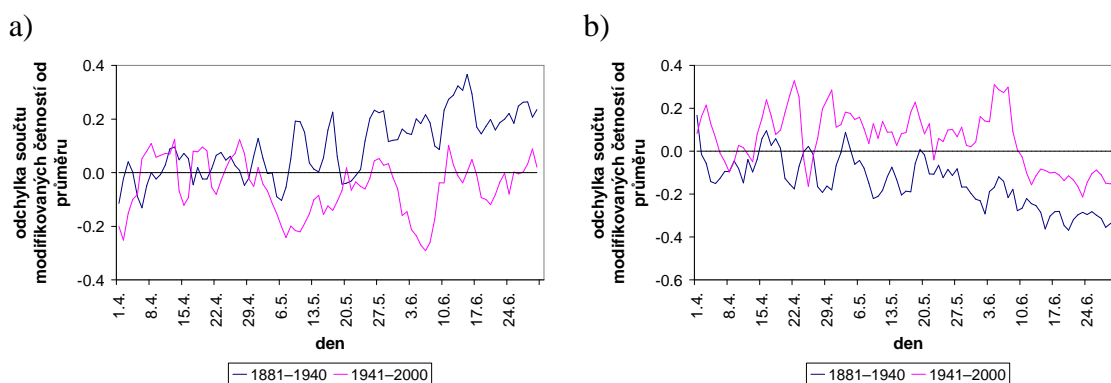
Pro období 1881–1950 jsou odchylky součtů modifikovaných četností typů spojených se studeným počasím v červnu od průměru ve dnech 13. – 19. 6., které byly uvažovány pro zkoumání dlouhodobých změn ve výskytu medardovského počasí v kapitole 4.5.1, kladné (Obr. 5.3a). Rovněž v období 1971–2000 nabývají součty těchto modifikovaných četností ve zmíněných dnech převážně nadprůměrných hodnot. Naopak je tomu pro období 1951–1970, kdy ve zkoumaných dnech klesají odchylky součtů modifikovaných četností typů spojených se studeným počasím v červnu do záporných hodnot. Pro typy spojené s teplým počasím v červnu jsou pro uvažované dny odchylky součtů modifikovaných četností od průměru v období 1881–1950 záporné, v letech 1951–1970 dosahují poměrně vysokých kladných hodnot, v období 1971–2000 jsou převážně záporné (Obr. 5.3b). To je v dobré shodě s Obr. 4.2b, podle kterého dochází právě v letech 1951–1970 k poklesu pravděpodobnosti výskytu studené singularity ve dnech 13. – 19. 6. a k jejímu převýšení pravděpodobností výskytu teplé singularity. Výsledky pro medardovské počasí tedy potvrzují předpokládanou souvislost dlouhodobých změn ve výskytu teplotní singularity s proměnlivostí atmosférické cirkulace.

## 5.6.2 Souvislost dlouhodobých změn ve výskytu ledových mužů s cirkulací

Pro zkoumání souvislosti dlouhodobých změn ve výskytu singularity a cirkulace bylo pro ledové muže provedeno rozdělení cirkulačních typů na spojené s převládajícím teplým a studeným počasím (viz Tab. 5.2) podle znaménka průměrné odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu příslušející danému cirkulačnímu typu (analogicky jako v kapitole 5.1); na základě poslední dubnové dekády až poslední květnové dekády (dekády zahrnující období očekávaného výskytu ledových mužů uvažované v kapitole 4.5.2, tj. 7. – 18. 5., společně s jednou dekádou předcházející a jednou následující). Opět byly vypočítány modifikované četnosti výskytu jednotlivých cirkulačních typů, tentokrát ve všech dnech dubna až června pro období 1881–1940 a 1941–2000. Tato období byla zvolena podle Obr. 4.3a, aby bylo možné posoudit souvislost změn v atmosférické cirkulaci s nahrazením ledových mužů teplotou singularitou od 40. let. Analogicky jako pro medardovské počasí (kapitola 5.6.1) byly uvažovány součty modifikovaných četností všech cirkulačních typů spojených s teplým, resp. studeným počasím, od kterých byla odečtena průměrná hodnota součtu modifikovaných četností všech typů spojených s teplým, resp. studeným počasím spočtená na základě dní poslední dubnové dekády až poslední květnové dekády (stejně období jako bylo uvažováno pro rozdělení cirkulačních typů na spojené s teplým a studeným počasím v květnu) všech let 1881–2000. Takto získané odchylky od průměru jsou vyneseny v grafech na Obr. 5.4. Pro období 1941–2000 je patrný pokles součtů modifikovaných četností typů spojených s převládajícím studeným počasím a nárůst součtů modifikovaných četností typů spojených s převládajícím teplým počasím ve dnech 7. – 18. 5. oproti období 1881–1940 (Obr. 5.4). Přitom rokům 1941–2000 odpovídají nadprůměrné, resp. podprůměrné hodnoty součtů modifikovaných četností výskytu typů spojených s teplým, resp. studeným počasím v daných dnech. Toto zjištění společně s výsledky na Obr. 4.3a, kde je od 40. let studená singularita (alespoň 3 dny s odchylkou průměrné denní teploty přesahující zvolené meze) nahrazena teplotou, tedy opět ukazují na rozhodující vliv proměnlivosti atmosférické cirkulace na dlouhodobé změny ve výskytu singularit.

Tab. 5.2. Rozdělení cirkulačních typů na typy spojené s převládajícím teplým počasím („+“) a s převládajícím studeným počasím („-“) v květnu. Ve sloupci „průměrná odchylka“ je pro každý typ uvedena průměrná hodnota odchylky průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu. Průměrné odchylky v absolutní hodnotě větší než 1°C jsou zvýrazněny tučně. Ve sloupci „skupina“ je pro každý typ uvedena zkratka skupiny cirkulačních typů (podle práce Kyselý a Domonkos, 2006), do které daný typ patří.

skupina	cirkulační typ	průměrná odchylka [°C]	počasí
W	WZ	0.14	+
	WA	0.21	+
	WW	0.39	+
	WS	0.86	+
HM	HM	<b>1.32</b>	+
	BM	0.68	+
S	SWA	<b>3.04</b>	+
	SWZ	<b>2.16</b>	+
	SA	<b>3.53</b>	+
	SZ	<b>4.40</b>	+
	TB	<b>2.06</b>	+
	TRW	<b>1.48</b>	+
	SEA	<b>1.56</b>	+
	SEZ	0.97	+
N	NA	<b>-2.44</b>	-
	NZ	<b>-2.02</b>	-
	HNA	-0.54	-
	HNZ	-0.37	-
	HB	<b>-1.28</b>	-
	TRM	<b>-1.20</b>	-
E	HFA	0.38	+
	HNFA	0.40	+
	HFZ	0.40	+
	HNFZ	0.84	+
NW	NWA	<b>-1.50</b>	-
	NWZ	<b>-2.34</b>	-
NE	NEA	<b>-1.38</b>	-
	NEZ	-0.56	-
TM	TM	<b>-1.10</b>	-



Obr. 5.4. Grafy odchylek součtů modifikovaných četností výskytu cirkulačních typů spojených a) s převládajícím studeným počasím, b) s převládajícím teplým počasím v květnu od příslušného průměru (spočteného na základě poslední dekadý dubna až poslední dekadý května 1881–2000) pro období 1881–1940 a 1941–2000.

## 5.7 Shrnutí hlavních výsledků

Pro nejvýraznější singularity detekované v kapitole 4 na stanici Praha – Klementinum v období 1881–2000, tzn. teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11., byla zjištěna velmi dobrá shoda mezi obdobími výskytu teplých (studených) singularit a obdobími vzestupů / poklesů modifikovaných četností (viz kapitola 5.2) výskytu cirkulačních typů spojených s převládajícím teplým / studeným (studeným / teplým) počasím. To dokládá souvislost mezi výskytem singularit a atmosférickou cirkulací. Také výsledky pro méně výrazné singularity v květnu až červenci a říjnu až prosinci ukazují na jistou souvislost mezi výskytem singularit a cirkulačních typů. Ne každý výrazně vyšší výskyt cirkulačních typů spojených s anomálními teplotními projevy však znamená výskyt singularity (v souladu s prací Brázdil a kol., 1999). Souvislost s atmosférickou cirkulací se zdá být výraznější pro květen až červenec než říjen až prosinec. To poukazuje na slabší vazbu přízemní teploty vzduchu na atmosférickou cirkulaci v pozdním podzimu a v zimě (ve shodě s pracemi Huth, 1997; Huth a Kyselý, 2000).

Výsledky této práce pro nejvýraznější singularity detekované v kapitole 4 do jisté míry souhlasí s výsledky prací Brázdila a kol. (1999) a zejména Bissolliho a Schönwieseho (1990). Všem těmto singularitám odpovídají období výskytu významných dvojdimenzionálních četností současného výskytu kvantilově

definovaných teplotních událostí a výskytu nějakého hlavního cirkulačního typu nalezená Bissolim a Schönwiesem (1990).

Dlouhodobé změny ve výskytu medardovského počasí (zjištěné v kapitole 4.5.1) a nahrazení studené singularity ledoví muží teplou singularitou od 40. let (detekované v kapitole 4.5.2) velmi dobře odpovídají změnám ve výskytu cirkulačních typů spojených s teplým a studeným počasím. To naznačuje, že proměnlivost atmosférické cirkulace je hlavní příčinou dlouhodobých změn ve výskytu singularit.

## 6 Závěr

Jedním z cílů této práce bylo stanovení nejvýznamnějších singularit v ročním chodu klimatických prvků v ČR. Výchozími daty byly především hodnoty průměrné denní teploty ze stanice Praha – Klementinum za období 1881–2000; pro doplnění byly uvažovány denní srážkové úhrny z této stanice za stejné období. Pro celé stodvacetileté období bylo na základě shody metody průměru a mediánu nalezeno 47 teplotních singularit s průměrnou délkou trvání 3.2 dne (kapitola 4.1), které vcelku potvrzují většinu hlavních singularit uváděných pro ČR (viz Tab. 2.1 a práce Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006). Při detekci singularit s omezením závislosti na volbě referenčního období (kapitola 4.3) bylo zjištěno 27 teplotních singularit s průměrnou délkou trvání 2.7 dne. Nejvýraznějšími singularitami s nejpravidelnějším nástupem jsou podle kapitol 4.1 – 4.3 teplé singularity 3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6. (medardovské počasí), 16. 11. a 18. 11. Analogické významné singularity byly detekovány vždy alespoň v některé z předchozích prací (Bissolli a Schönwiese, 1990; Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006). Jako nejvýraznější singularita z nejčastěji uváděných (viz Tab. 2.1) se tedy jeví medardovské počasí. To je v souladu s tvrzením Sobíška a kol. (1993), že medardovské počasí je nejvýraznější středoevropskou singularitou. Srážkové charakteristiky (kapitola 4.6) byly zkoumány pro období výskytu zmíněných nejvýznamnějších singularit a také pro období očekávaného výskytu některých dalších často uváděných singularit (ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy). Podle tohoto doplňujícího studia jsou období medardovského počasí, studených listopadových singularit a očekávaného výskytu vánoční oblevy doprovázena spíše deštivým počasím; období očekávaného výskytu ledových mužů, teplých červnových singularit a babího léta suchým počasím.

Dalšími cíly bylo určit pravděpodobnosti výskytu nejvýznamnějších singularit v daném období roku a analyzovat dlouhodobé změny ve výskytu vybraných singularit. Pravděpodobnosti výskytu teplé singularity v červnu (alespoň 3 dnů s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu větší než příslušný 80% percentil), studené singularity v červnu (medardovského počasí) a studené singularity v listopadu (v obou případech alespoň 2 dní s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu menší než příslušný 20% percentil), tj. singularit, které byly vyhodnoceny jako nejvýznamnější, vyšly (při uvažování všech 120 let 1881–2000) pro



období 29. 5. – 14. 6., 10. – 22. 6. a 11. – 23. 11. mezi 60 a 70 % (kapitola 4.4.1). Dlouhodobé změny ve výskytu singularit byly zkoumány pro tyto nejvýraznější singularity a pro období očekávaného výskytu ledových mužů, babího léta a vánoční oblevy (kapitola 4.5). Z výsledků je zřejmé, že docházelo ke změnám ve výskytu singularit během zkoumaných 120 let. I pro období nejvýraznějších singularit se vždy vyskytlo alespoň jedno dvacetiletí, ve kterém byla vyšší pravděpodobnost výskytu singularity (určitého počtu dní s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu přesahující zvolené meze) opačného znaménka, než které bylo zjištěno v kapitole 4.1. V období očekávaného výskytu vánoční oblevy i babího léta vyšel podle kapitoly 4.5.2 téměř stejně pravděpodobný výskyt teplé i studené singularity; v řadě průměrné denní teploty v Praze – Klementinu se tak tyto často uváděné singularity významně neprojevují. Výsledky této práce tedy nepotvrzují hodnocení Munzara (1986), že vánoční obleva je stálejším výkyvem v ročním chodu teploty než jsou ledoví muži i medardovské počasí. V případě ledových mužů lze o studené singularitě hovořit pouze v první polovině analyzovaného období. Munzar a kol. (1989), resp. Souborná studie (1969) uvádějí, že medardovské počasí nastává v 78 % let a trvá kolem 14, resp. 7 dnů. V této práci vyšla pravděpodobnost výskytu alespoň 2 dní s odchylkou průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu nedosahující příslušné hodnoty 20% percentilu 52 % v období 13. – 19. 6. a 69 % v období 10. – 22. 6. (viz kapitola 4.4.1). Na základě analýzy singularit v Praze – Klementinu v celých 120 letech v kapitole 4.1 odpovídají medardovskému počasí dvě singularity – jedna jednodenní a druhá pětidenní. Při detekci na třech čtyřicetiletích v kapitole 4.2 bylo medardovské počasí nalezeno jako osmi-, pěti- a třídní singularita.

Z výsledků kapitol 4.1 – 4.5 je zřejmé, že nelze předpokládat časovou stabilitu většiny nalezených singularit. Velikost i výskyt detekovaných odchylek průměrné denní teploty od shlazeného ročního chodu jsou závislé na zvoleném období zpracování. Není tedy vhodné spoléhat na výsledky získané při hledání singularit jako přesně kalendářně vázaných odchylek a pouze na základě jednoho referenčního období.

Dalším cílem této práce bylo analyzovat možné příčiny dlouhodobých změn vybraných singularit na základě studia charakteristik atmosférické cirkulace nad střední Evropou. Nejprve byla ověřena souvislost teplotních singularit s atmosférickou cirkulací; pro její klasifikaci byl použit katalog Hesse a Brezowského, který sahá zpětně až do roku 1881. Výsledky zkoumání pro nejvýraznější singularity detekované v kapitole 4 na stanici Praha – Klementinum v období 1881–2000, tzn. teplé singularity

3. 6. a 5. – 9. 6. a studené singularity 15. – 17. 6., 16. 11. a 18. 11., demonstrují souvislost mezi výskytem teplé / studené singularity a zvýšenou modifikovanou četností (viz kapitola 5.2) výskytu cirkulačních typů spojených s teplým / studeným počasím. Také pro méně výrazné singularity v květnu až červenci a říjnu až prosinci se ukazuje jistá souvislost mezi výskytem singularit a cirkulačních typů. Výrazně vyšší výskyt cirkulačních typů spojených s anomálními teplotními projevy však ještě nepodmiňuje výskyt singularity (v souladu s prací Brázdil a kol., 1999). Souvislost s atmosférickou cirkulací je nápadnější pro singularity v květnu až červenci než v říjnu až prosinci, což je ve shodě s tím, že vazba přízemní teploty vzduchu na atmosférickou cirkulaci se jeví slabší v pozdním podzimu a v zimě (viz Huth, 1997; Huth a Kyselý, 2000). Dochází také k jistému souhlasu mezi výsledky této práce pro nejvýraznější singularity detekované v kapitole 4 s výsledky prací Brázdila a kol. (1999) a zejména Bissolliho a Schönwieseho (1990). Všem těmto singularitám odpovídají období výskytu významných dvojdímenzionálních četností současného výskytu kvantilově definovaných teplotních událostí a výskytu nějakého hlavního cirkulačního typu nalezená Bissolim a Schönwiesem (1990).

Pro studium souvislosti dlouhodobých změn ve výskytu singularit s atmosférickou cirkulací byly vybrány studená červnová singularita 15. – 17. 6. (medardovské počasí) a ledoví muži, neboť pro obě tyto singularity byly v kapitole 4.5 dobře patrné změny v pravděpodobnosti výskytu ve zkoumaných 120 letech. Dlouhodobé změny ve výskytu medardovského počasí (zjištěné v kapitole 4.5.1) a nahrazení studené singularity ledoví muži teplou singularitou od 40. let (detekované v kapitole 4.5.2) velmi dobře odpovídají změnám ve výskytu cirkulačních typů spojených s teplým a studeným počasím. To potvrzuje domněnku, že proměnlivost atmosférické cirkulace je hlavní příčinou dlouhodobých změn ve výskytu singularit.

Pro detekci singularit byly v této práci zvoleny v návaznosti na novější studie (Bissolli a Schönwiese, 1990; Brázdil a kol., 1999; Řezníčková a kol., 2006) statistické metody. Při použití takových postupů (viz kapitola 2.2.2) dochází k obtížím v důsledku dlouhodobých změn ve výskytu singularit. Na to upozorňuje již Bayer (1959), který uvádí, že dlouhodobé výkyvy v nástupu singularit znehodnocují použití metod statistické matematiky. Na druhou stranu však nelze považovat za singularitu odchylku, která se významně neliší od shlazeného ročního chodu (Řezníčková a kol., 2006). Tu je třeba chápat jen jako součást náhodných výkyvů v dané časové řadě. Z tohoto hlediska vyžaduje detekce singularit použití statistických metod. Na základě výsledků této práce

i zmíněných novějších studií je zřejmé, že lze jisté singularity detekovat statistickými metodami; je však důležité si uvědomit, že takto definované singularity mohou být někdy jen statistickými vlastnostmi zvoleného výběru, které nejsou podmíněny charakteristickými a poměrně pravidelně se opakujícími cirkulačními podmínkami, ale odráží jen náhodnou výběrovou proměnlivost. Jak již bylo zmíněno, není vhodné hledat singularity jako přesně kalendářně vázané odchylky (na to upozorňuje rovněž Brázdil a kol., 1999) a vycházet při detekci pouze z jednoho pevně zvoleného období. (Příkladem detekce singularit s omezením závislosti na volbě referenčního období je postup použitý v kapitole 4.3.) Vždy je třeba zkoumat souvislost s atmosférickou cirkulací.

V této práci byly zkoumány singularity pouze na základě dat z jedné stanice. V případných navazujících studiích by mohly být použité postupy aplikovány např. na další dlouhé střeoevropské řady. Dále by mohla být provedena detekce singularit i v řadách dalších meteorologických prvků, pro které by ale bylo třeba ověřit platnost předpokladů, ze kterých vycházejí používané metody. Bylo by také dobré hledat singularity přímo v souvislosti s cirkulací a výskytem konkrétních skupin typů, které přinášejí charakteristické počasí (např. vpád vlhkého oceánického vzduchu v červnu), tzn. hledat cirkulačně podmíněné singularity. V dalších studiích by se však určitě nemělo spoléhat pouze na výsledky statistických přístupů, navíc založených jen na jednom zvoleném referenčním období. Možným předmětem zájmu by také mohl být vliv filtrování vstupních dat na získané výsledky, neboť se dosud nikdo nezabýval jinak upravenými řadami (např. použitím jiné délky filtru nebo jiného druhu filtru).

## Seznam literatury

- Bayer K. (1955): Singularity teploty na Milešovce v období 1910–1939. *Meteorologické zprávy* **8**, 35 – 42.
- Bayer K. (1959): Povětrnostní singularity a všeobecná cirkulace zemské atmosféry. Kandidátská disertační práce, Geofyzikální ústav ČSAV, Praha.
- Bissolli P., Schönwiese C.–D. (1987): Singularitäten in der Bundesrepublik Deutschland 1946–1986. Vorläufige Ergebnisse einer statistischen Analyse anhand ausgewählter Stationen. *Meteorologische Rundschau* **40**, 147 – 155.
- Bissolli P., Schönwiese C.–D. (1990): Spatial and temporal variations of singularities in the Federal Republic of Germany 1881–1986. *Meteorologische Rundschau* **42**, 33 – 42.
- Bissolli P. (1991): Eintrittswahrscheinlichkeit und statistische Charakteristika der Witterungsregelfälle in der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlin. *Berichte des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt/Main*, Frankfurt am Main, **88**, 566 s.
- Brázdil R., Budíková M. (1999): An urban bias in air temperature fluctuations at the Klementinum, Prague, the Czech Republic. *Atmospheric Environment* **33**, 4211 – 4217.
- Brázdil R., Štekl J. a kol. (1999): Klimatické poměry Milešovky. Academia, Praha, 434 s.
- Fisher B. et al. (1994): Gaussian smoothing. Department of Artificial Intelligence, University of Edinburgh, UK. Dostupné na:  
<<http://www.cee.hw.ac.uk/hipr/html/gsmooth.html>>.
- Gerstengarbe F. W., Werner P. C., Rüge U. (1999): Katalog der Grosswetterlagen Europas nach Paul Hess und Helmuth Brezowsky 1881-1998. Deutscher Wetterdienst, Offenbach a. Main.

- Hess P., Brezowsky H. (1952): Katalog der Grosswetterlagen Europas. Ber. Dt. Wetterdienstes in der US-Zone, **33**, 39 s.
- Hlaváč V. (1937): Die Temperaturverhältnisse der Hauptstadt Prag. Teil I. *Prager Geophysikalische Studien* **8**, Prague, 111 s.
- Hoffmann G. (2005): Gaussian Filters. Department of Mechanical Engineering, University of Applied Sciences in Emden. 9 s. Dostupné na:  
<<http://www.fho-emden.de/~hoffmann/gauss25092001.pdf>>.
- Huth R. (1997): Potential of continental-scale circulation for the determination of local daily surface variables. *Theoretical and Applied Climatology* **56**, 165 – 186.
- Huth R., Kyselý J. (2000): Constructing site-specific climate change scenarios on a monthly scale using statistical downscaling. *Theoretical and Applied Climatology* **66**, 13 - 27.
- Kalvová J. a kol. (1995): Scénáře změny klimatu pro Českou republiku. Územní studie změny klimatu pro Českou republiku, Národní klimatický program, Praha, 101 s.
- Konček M. (1927): Poruchy v ročním chodu meteorologických činitelů během letního pololetí ve střední Evropě. *Spisy přírodovědecké fakulty Karl. univ.* **73**, Praha.
- Křivský L. (1957): Atmosphärische Niederschläge in Prag-Klementinum (1804-1956). *Studia Geophysica et Geodaetica* **1**, 182-192.
- Kyselý J., Domonkos P. (2006): Recent increase in persistence of atmospheric circulation over Europe: Comparison with long-term variations since 1881. *International Journal of Climatology* **26**, 461 – 483.
- Munzar J. (1986): Medardova kápě aneb pranostiky očima meteorologa. Horizont, Praha, 240 s.
- Munzar J. a kol. (1989): Malý průvodce meteorologií. Mladá fronta, Praha, 248 s.
- Rein F. (1956): Teplota na Milešovce v letech 1946–1955. *Meteorologické zprávy* **9**, 86 – 90.

- Richter G. (1938): Singularitäten der Zyklonenfrequenz in einzelnen  $5^{\circ} : 10^{\circ}$  - Feldern. *Veröff. Leipzig, zweite Serie, 9*, Heft 4.
- Řezníčková L. (2004): Povětrnostní singularity na území České republiky. Diplomová práce, Geografický ústav PřF MU, Brno, 74 s.
- Řezníčková L., Brázdil R., Tolasz R. (2006): Meteorological singularities in the Czech Republic in period 1961 – 2002. *Theoretical and Applied Climatology*. (v tisku)
- Schmauss A. (1938): Synoptische Singularitäten. *Meteorologische Zeitschrift* **55**, 385 – 403.
- Sobíšek B. a kol. (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 594 s.
- Souborná studie (1969): Podnebí Československé socialistické republiky. Hydrometeorologický ústav, Praha.
- Stuchlík F. (1960): Struktura ročního chodu srážek podle stodvacetileté řady Praha – Klementinum. *Meteorologické zprávy* **13**, 137 – 140.
- Štěpánek P. (2004): Homogenizace teploty vzduchu na území České republiky v období přístrojových pozorování. *Práce a studie* **32**. ČHMÚ, Praha, 56 s.
- Štěpánek P. (2005): Variabilita teploty vzduchu na území České republiky v období přístrojových měření. Disertační práce, Geografický ústav PřF MU, Brno, 137 s.
- Treml P. (2006): Babí léto. Diplomová práce. PřF UK, Praha.
- Vašků Z. (1998): Velký pranostikon. Academia, Praha, 375 s.
- Wijngaard J. B., Klein Tank A. M. G., Koennen G. P. (2003): Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *International Journal of Climatology* **23**, 679-692.
- Zikmunda O. (1954): Singularity srážek na Milešovce. *Meteorologické zprávy* **7**, 86 – 87.