

## HOMOGENIZACE ČASOVÝCH ŘAD

### *Cvičení č. 1*

#### **Zadání**

S využitím softwaru AnClim proveďte analýzu relativní homogenity dvou modelových řad teploty vzduchu a doplňte slovním hodnocením. V této souvislosti prezentujte:

- a) statistické charakteristiky testované řady (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, rozptyl), (+ normální rozdělení – KS test) – 2 tabulky, závěr
- b) výběr vhodnější referenční řady porovnáním korelací s testovanou řadou – 2 tabulky, závěr

*(uvést korelační koeficienty s oběma ref. řadami pro každý měsíc a rok),*

- c) chod teploty vzduchu původních řad a jejich diferencí – 14 grafů, závěr

*(chod teploty jen pro rok – obě řady do 1 grafu, chod diferencí pro rok a 12 měsíců – obě řady do 1 grafu, stejné měřítko osy y, příp. odstranění vychýlených hodnot)*

- d) testování relativní homogenity metodou Alexanderssona – tabulka, 13 grafů, závěr

*(tabulka s výsledky, grafy – testovací kritérium pro každý měsíc a rok, stejné měřítko osy y, s přihlédnutím k výsledkům zdůvodnit výběr řad, které se opraví)*

- e) homogenizaci řady podle testu Alexanderssona, vč. grafu diferencí – 2 (3) tabulky, 14 grafů

*(uvést hodnoty oprav, případné doplnění chybějících hodnot - vypsát, opravenou řadu znovu otestovat na homogenitu, grafy jako v bodě c)*

## Vypracování

a) Statistické charakteristiky testované řady (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, rozptyl), (+ normální rozdělení – KS test)

Tab. 1 Základní charakteristiky zpracovávané řady

Období	Aritmetický průměr	Směr. odchylka	Rozptyl
I	-0,231579	2,561577	6,561679
II	-0,450000	2,137661	4,569595
III	-0,376923	2,069384	4,282348
IV	-0,281081	1,705357	2,908243
V	0,032432	1,773110	3,143919
VI	-0,043590	1,547289	2,394103
VII	0,090000	1,414359	2,000410
VIII	-0,237500	1,295888	1,679327
IX	-0,190000	1,359072	1,847077
X	-0,587500	1,522176	2,317019
XI	-0,646154	1,409525	1,986761
XII	-0,223684	2,184891	4,773748
I - XII	-0,263889	0,683333	0,466944

Tab. 2 Základní statistická charakteristika – test pro normální rozdělení

Období	Kolmogorov-Smirnovův test pro normální rozdělení
I	D= 0,09461 (p=0,88571, O.K.)
II	D= 0,14778 (p=0,37777, O.K.)
III	D= 0,09038 (p=0,90764, O.K.)
IV	D= 0,07563 (p=0,98397, O.K.)
V	D= 0,08022 (p=0,97113, O.K.)
VI	D= 0,10444 (p=0,78854, O.K.)
VII	D= 0,06697 (p=0,99389, O.K.)
VIII	D= 0,14423 (p=0,37609, O.K.)
IX	D= 0,10156 (p=0,80376, O.K.)
X	D= 0,09449 (p=0,86746, O.K.)
XI	D= 0,09963 (p=0,83365, O.K.)
XII	D= 0,08604 (p=0,94116, O.K.)
I - XII	D= 0,09280 (p=0,91582, O.K.)

Pro cvičení č. 1 byly vybrány časové řady č. 5. Aritmetický průměr za celý rok byl -0,263889. Směrodatná odchylka za všechny měsíce vyšla 0,683333. Rozptyl za celý rok byl 0,466944. Pomocí Kolmogorov-Smirnovova testu bylo ověřeno, že hodnoty mají normální rozdělení. Vypočtené hodnoty byly na zvolené hladině významnosti ( $p = 0,05$ ) ve všech měsících vyšší než p-hodnota. Byl tedy splněn předpoklad pro homogenizaci.

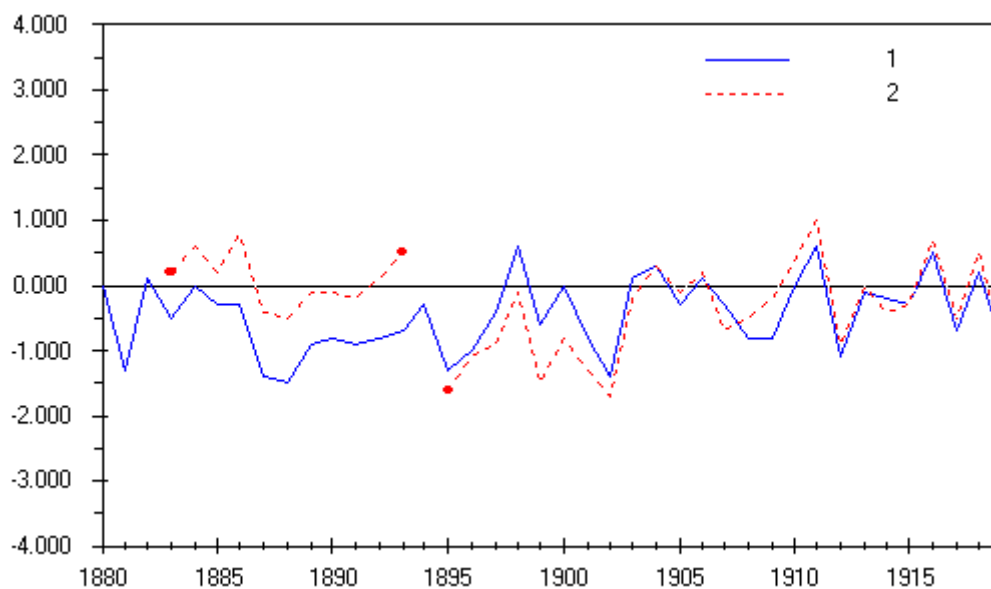
## b) Výběr vhodnější referenční řady porovnáním korelací s testovanou řadou

Tab. 3 Zobrazení hodnot korelačních koeficientů pro obě stanice (stanice podle korelačního koeficientu a podle vzdálenosti).

Období	Řada stanic podle korelačního koeficientu	Řada stanic podle vzdálenosti
I	0,961614	0,961614
II	0,929198	0,929198
III	0,924566	0,924566
IV	0,848677	0,848677
V	0,910487	0,910487
VI	0,910250	0,910250
VII	0,889021	0,889021
VIII	0,897470	0,897470
IX	0,928493	0,928493
X	0,832083	0,832083
XI	0,920573	0,920573
XII	0,924435	0,924435
I - XII	0,623597	0,623597

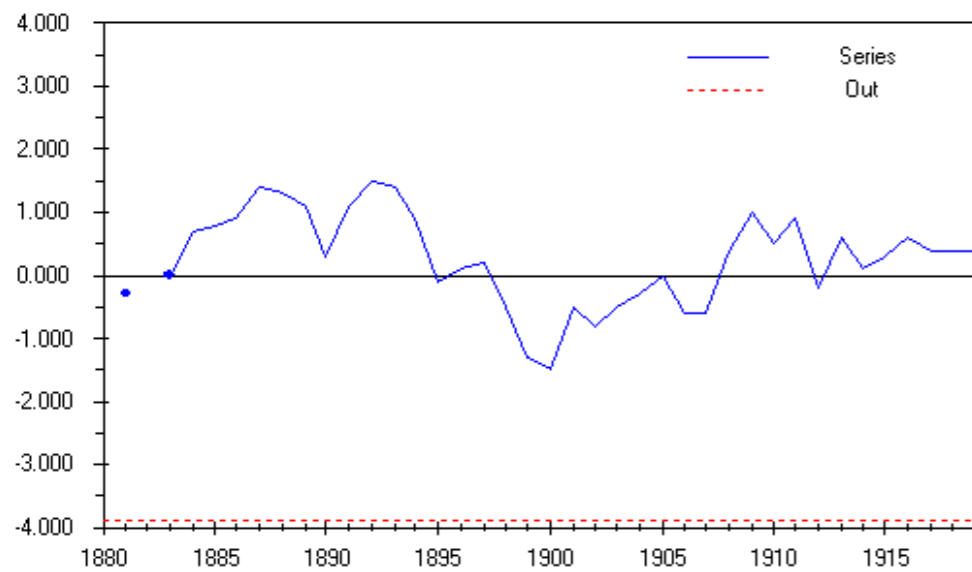
Hodnoty podle korelačního koeficientu a podle vzdálenosti byly stejné. Pro další postup byly hodnoty podle korelačního koeficientu použity jak referenční řada.

**c) Chod teploty vzduchu původních řad a jejich diferencí**

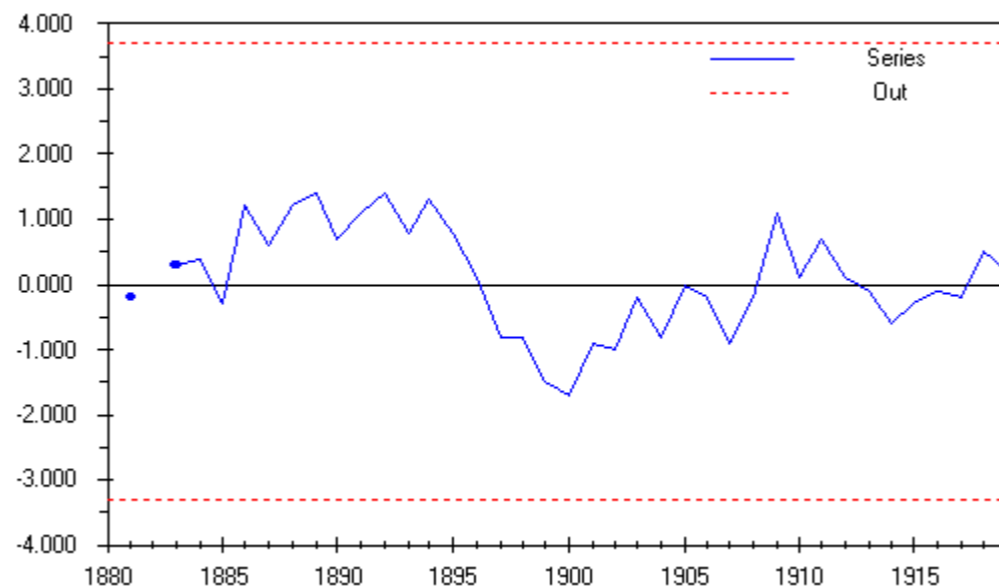


Obr. 1 Chod teploty vzduchu na řadě referenční (č. 1) a řadě testované (č. 2) za časové období 1880–1919

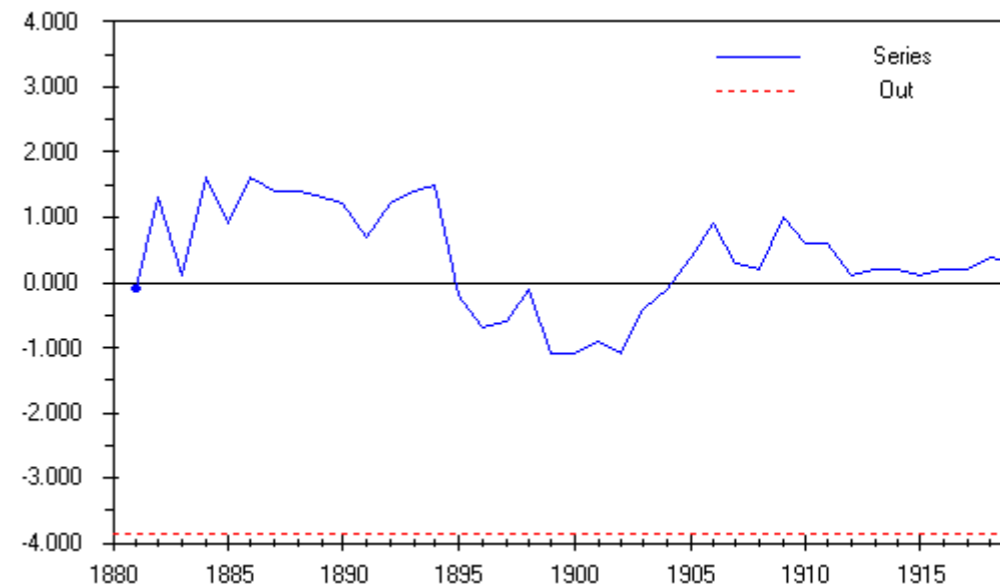
V další části následují řady diferencí pro jednotlivé měsíce a roční průměry.



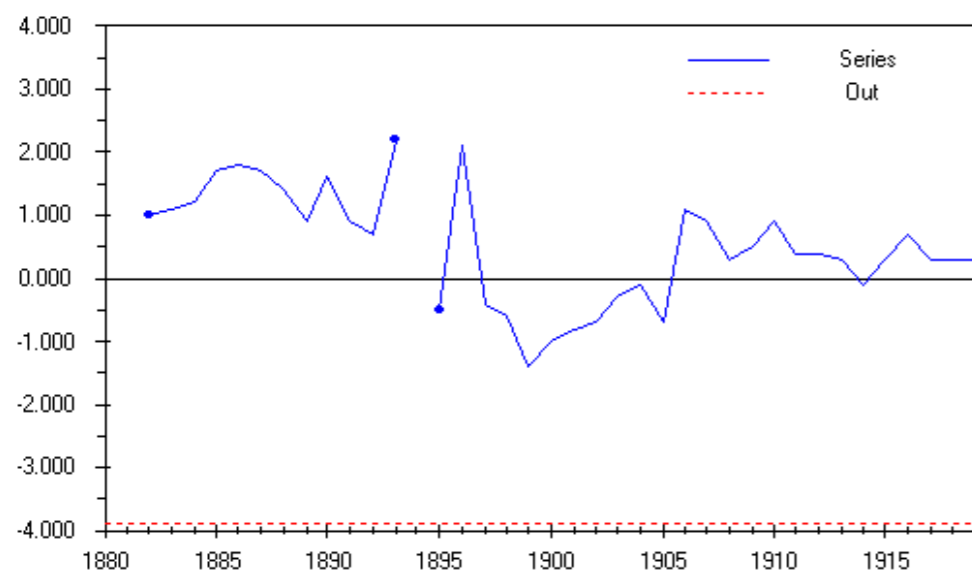
Obr. 1 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v lednu



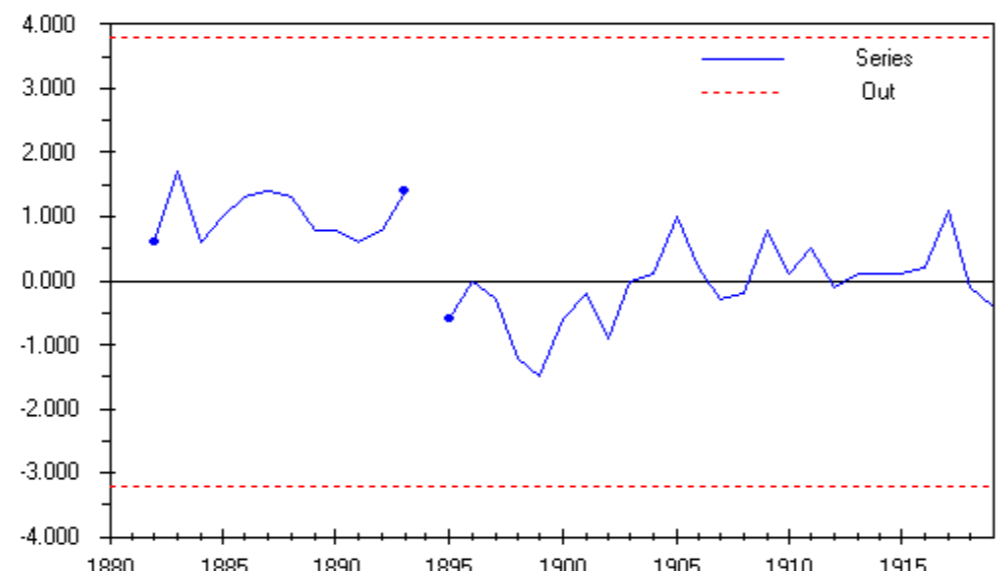
Obr. 2 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v únoru



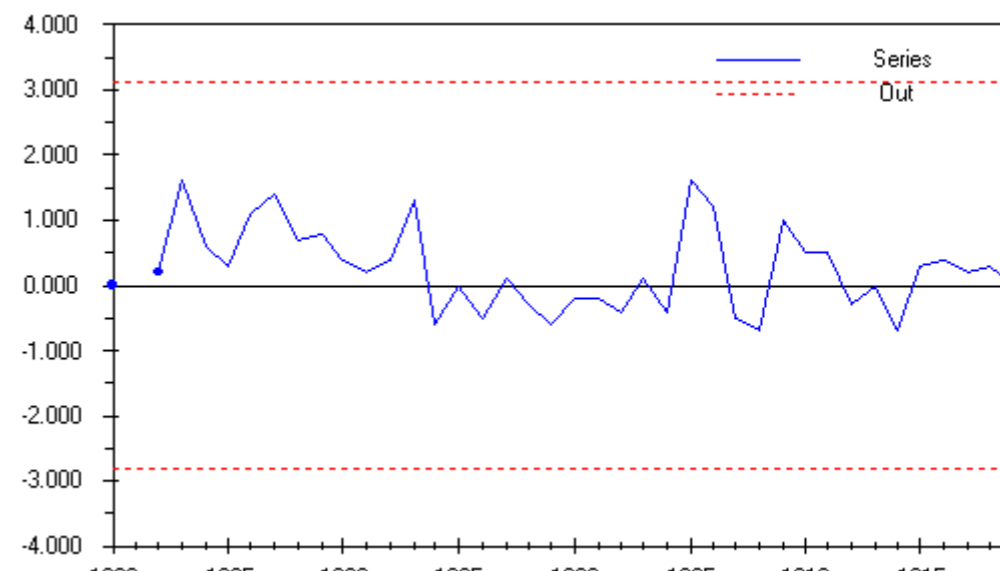
Obr. 3 Řada diferencí referenční a testované řady - měsíční průměry v březnu



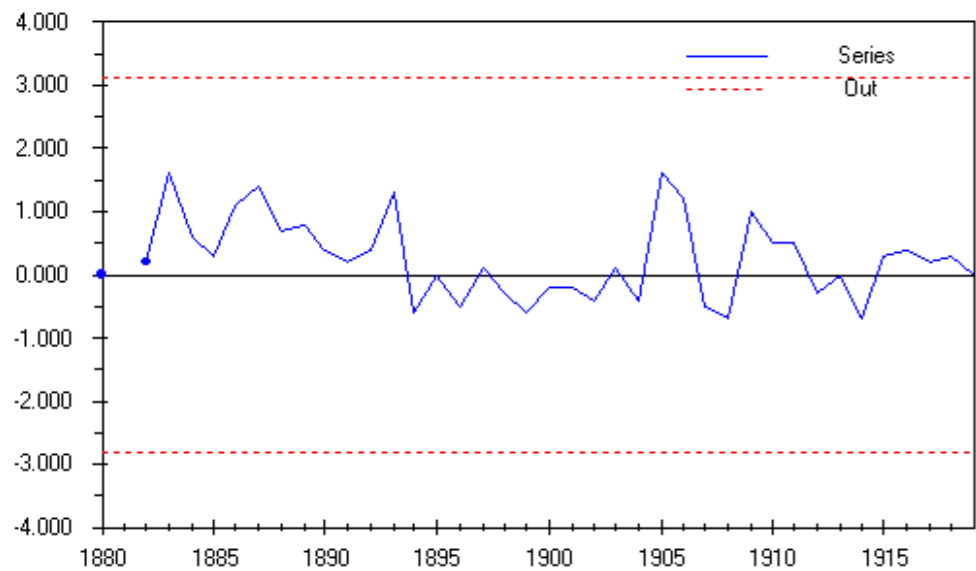
Obr. 4 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v dubnu



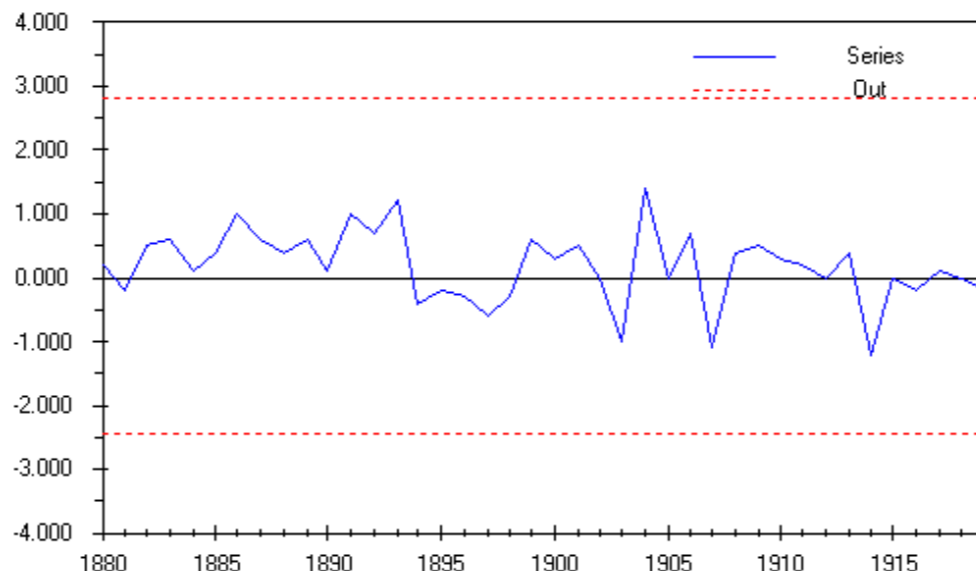
Obr. 5 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v květnu



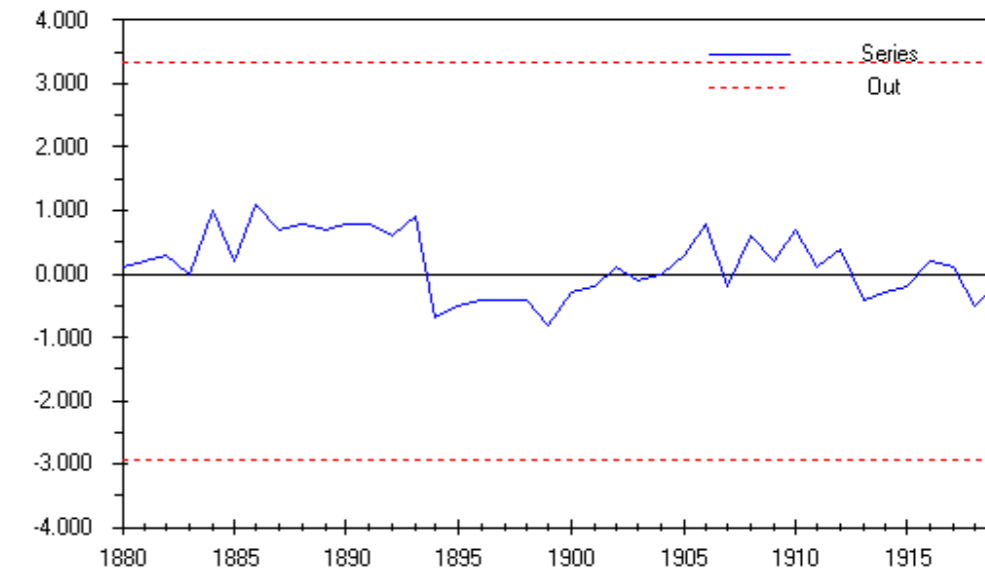
Obr. 6 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v červnu



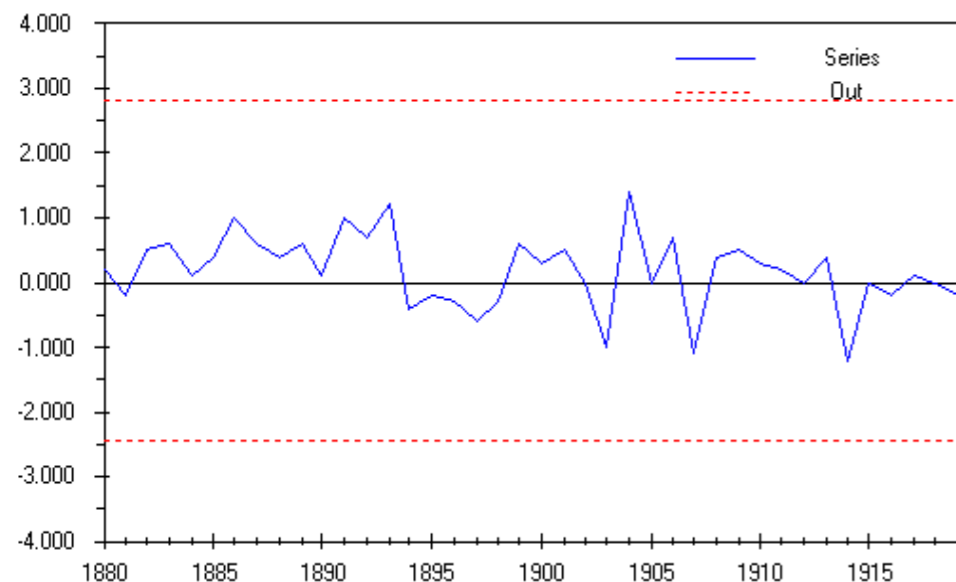
Obr. 7 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v červenci



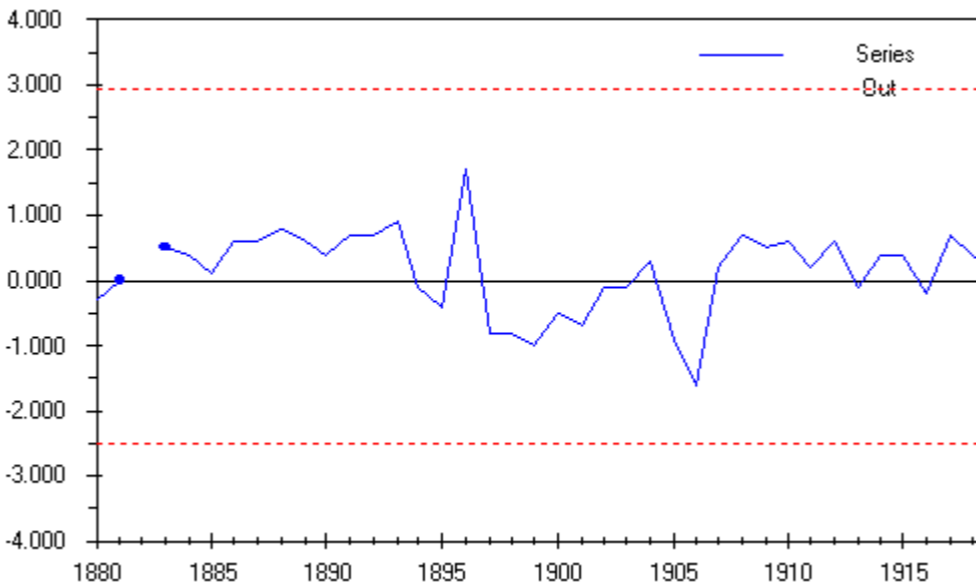
Obr. 8 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v srpnu



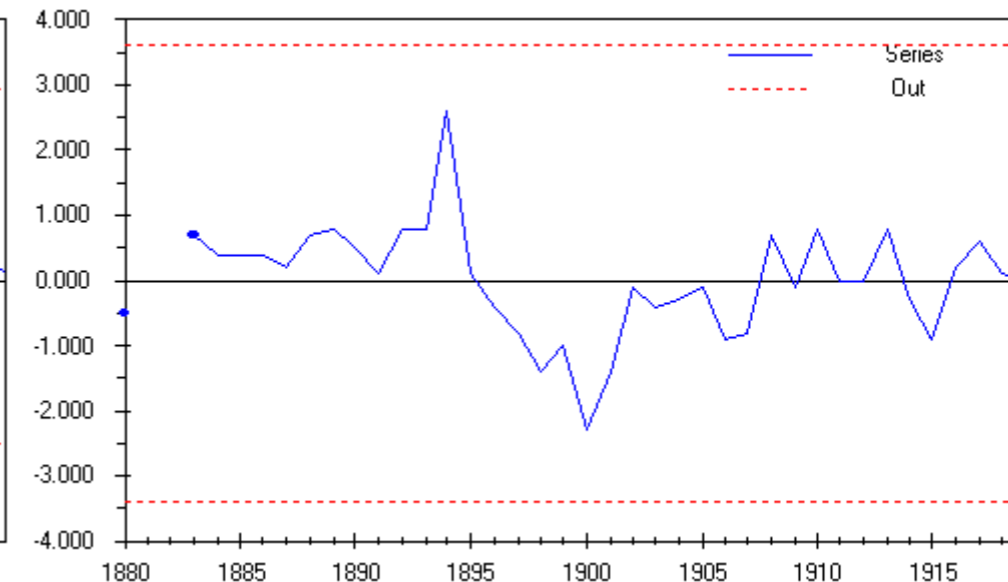
Obr. 9 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v září



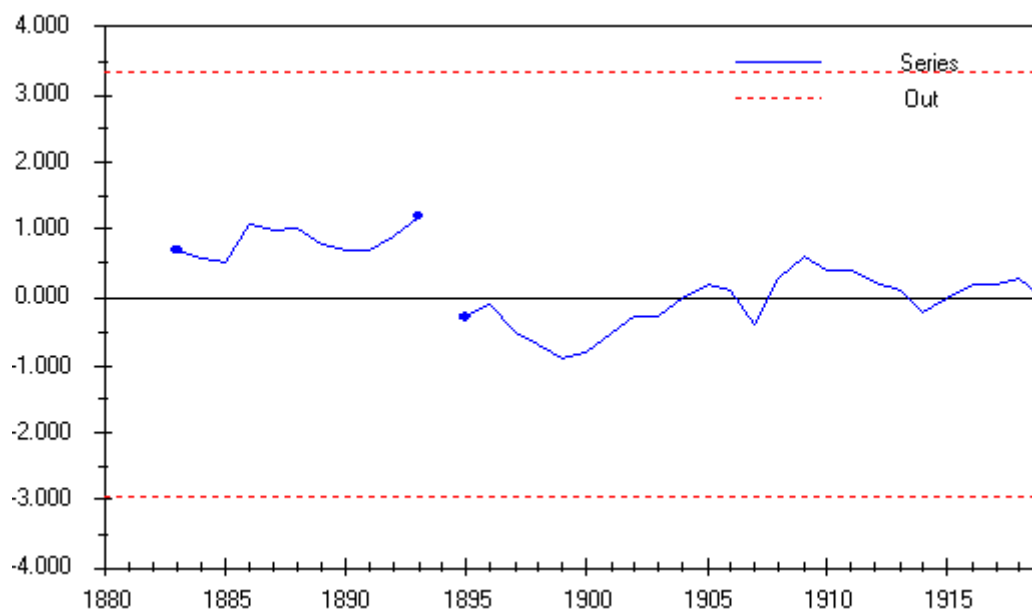
Obr. 10 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v říjnu



Obr. 11 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v listopadu



Obr. 12 Řada diferencí referenční a testované řady – měsíční průměry v prosinci



Obr. 13 Řada diferencí referenční a testované řady – roční průměry

Porovnáním chodu teploty vzduchu na řadě referenční (č. 1) a na řadě testované (č. 2) nebyly zaznamenány výrazné rozdíly. Pouze u řady referenční byly hodnoty teploty vzduchu nižší v letech 1887 a 1888 ⇒ řady testované chybějí údaje z let 1880–1883 a 1893–1895. Způsobuje to nehomogenitu dat. Tyto nehomogenity s ⇒ jevíly ve všech měsíčních řadách, vyjma srpna, září a října. Chybějící hodnoty byly pro další zpracování dat vyřazeny. Kolem roku 1895 byl zaznamenán v několika měsíčních řadách (např. duben, listopad, prosinec) prudký skok. V měsíčních řadách pro leden, únor, březen a prosinec byl pozorován skok pro rok 1894. V měsíční řadě za listopad byl zaznamenán skok v roce 1906.

**d) Testování relativní homogenity metodou Alexanderssona**

Tab. 4 Výsledky testování relativní homogenity metodou Alexanderssona

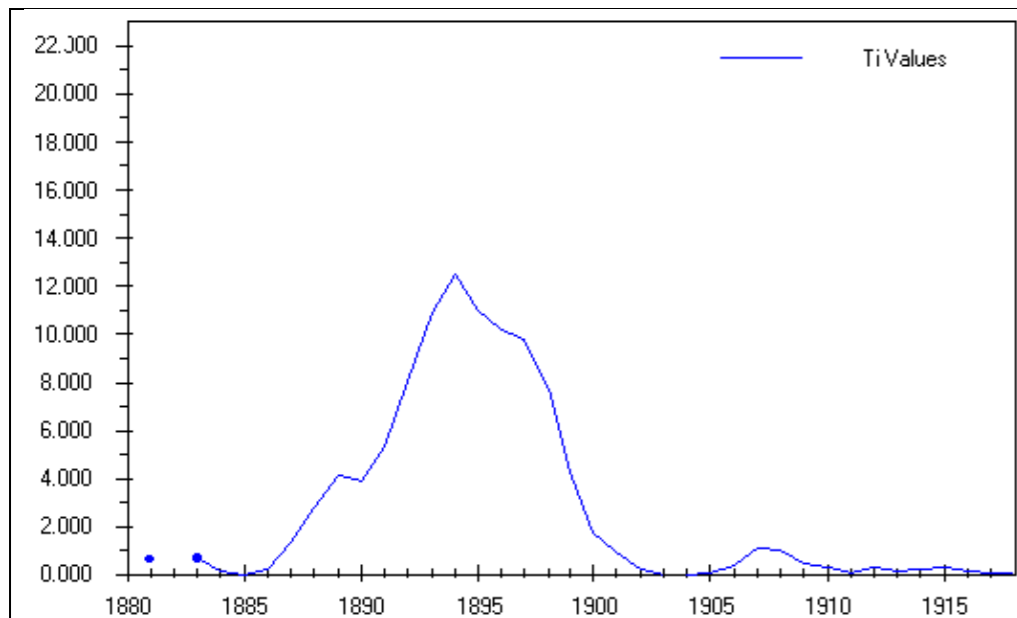
Series: Change	To_value	Adjust	Correlation
1: 1895 <	12,46352	-1,009	0,96161
1: 1884 <	7,65806	1,186	0,98282; (1880–1894); (n=15)
1: 1908 <	13,68091	0,942	0,96450; (1895–1919); (n=25)
2: 1896 <	15,6292	-1,159	0,9292
2: 1886 <	9,21169	1,000	0,97402; (1880–1895); (n=16)
2: 1908 <	9,40556	0,825	0,94666; (1896–1919); (n=24)
3: 1895 <	18,25873	-1,197	0,92457
3: 1904 <	17,06013	1,039	0,94537; (1895–1919); (n=25)
4: 1897 <	16,58893	-1,286	0,84868
4: 1906 <	16,22002	1,138	0,91504; (1897–1919); (n=23)
5: 1895 <	17,71218	-1,175	0,91049
5: 1903 <	10,8443	0,851	0,94705; (1895–1919); (n=25)
6: 1894 <	9,22861	-0,677	0,91025
7: 1894	5,67619	-0,473	0,88902
7: 1882 <	6,38625	0,983	0,90464; (1880–1893); (n=14)
7: 1898 <	9,11659	1,095	0,90170; (1894–1919); (n=26)
8: 1894	7,47283	-0,444	0,89747
9: 1894 <	15,67888	-0,646	0,92849
9: 1884 <	8,34017	0,610	0,95350; (1880–1893); (n=14)
9: 1902 <	10,0204	0,557	0,95153; (1894–1919); (n=26)
10: 1894 <	13,35317	-1,212	0,83208
10: 1881 <	6,77778	1,408	0,94294; (1880–1893); (n=14)
10: 1902 <	9,24451	1,015	0,84988; (1894–1919); (n=26)
11: 1897	6,33566	-0,595	0,92057
11: 1907 <	12,97723	0,966	0,94532; (1897–1919); (n=23)
12: 1895 <	10,18082	-1,003	0,92444
12: 1894 <	8,76189	2,158	0,94176; (1880–1894); (n=15)
12: 1908 <	9,34564	0,912	0,94690; (1895–1919); (n=25)
13: 1895 <	20,98216	-0,971	0,6236
13: 1904 <	14,84912	0,639	0,83558; (1895–1919); (n=25)

(1880 - 1919; n = 40 ); (Differences) (Mark "<" is used where To value exceeds 95%),  
 (Adjust: from 20 values around the change)

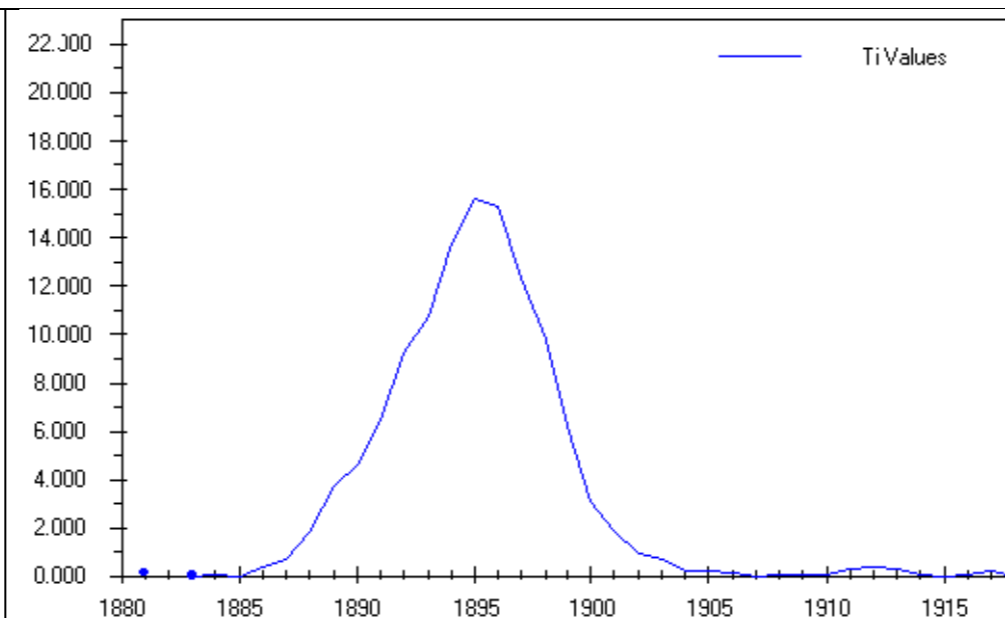


V další části následují řady hodnot testovacího kritéria pro jednotlivé měsíce a za rok.

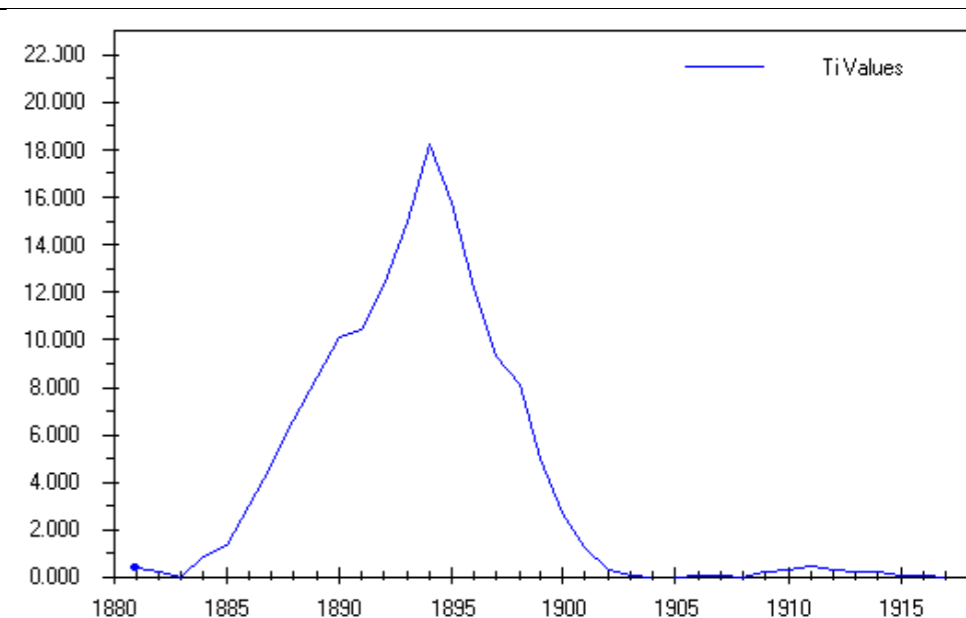




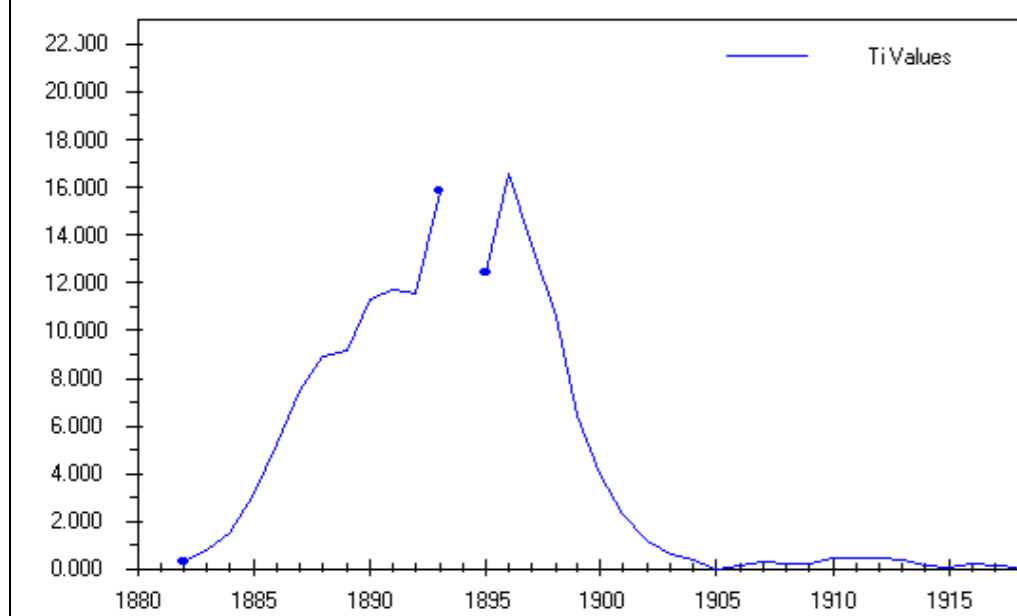
Obr. 14 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc leden



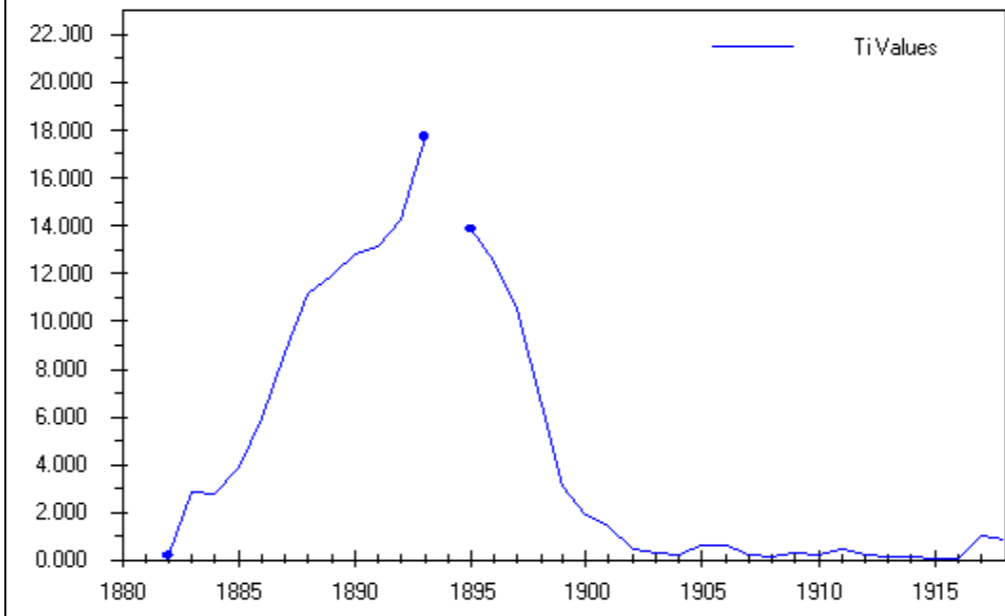
Obr. 16 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc únor



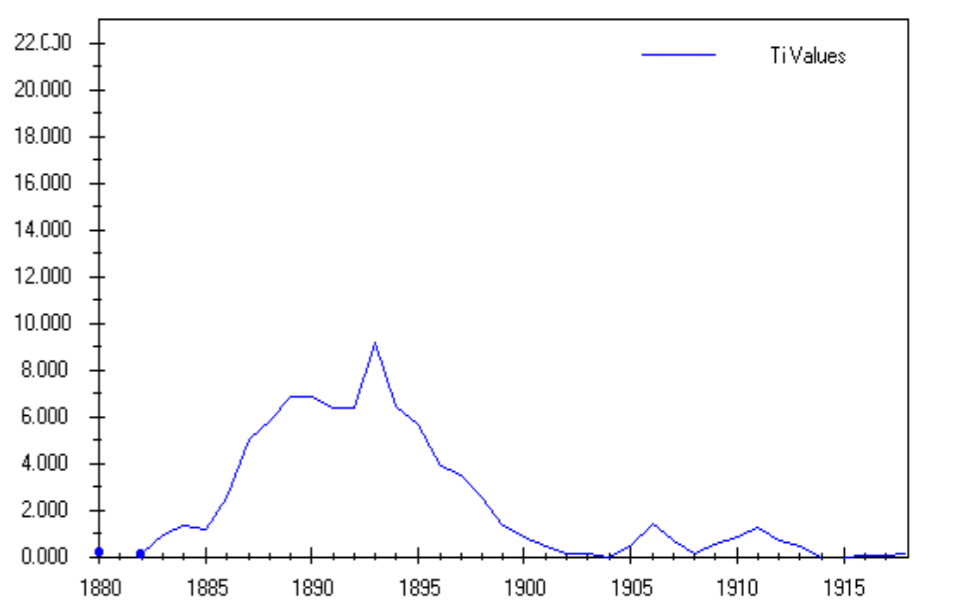
Obr. 17 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc březen



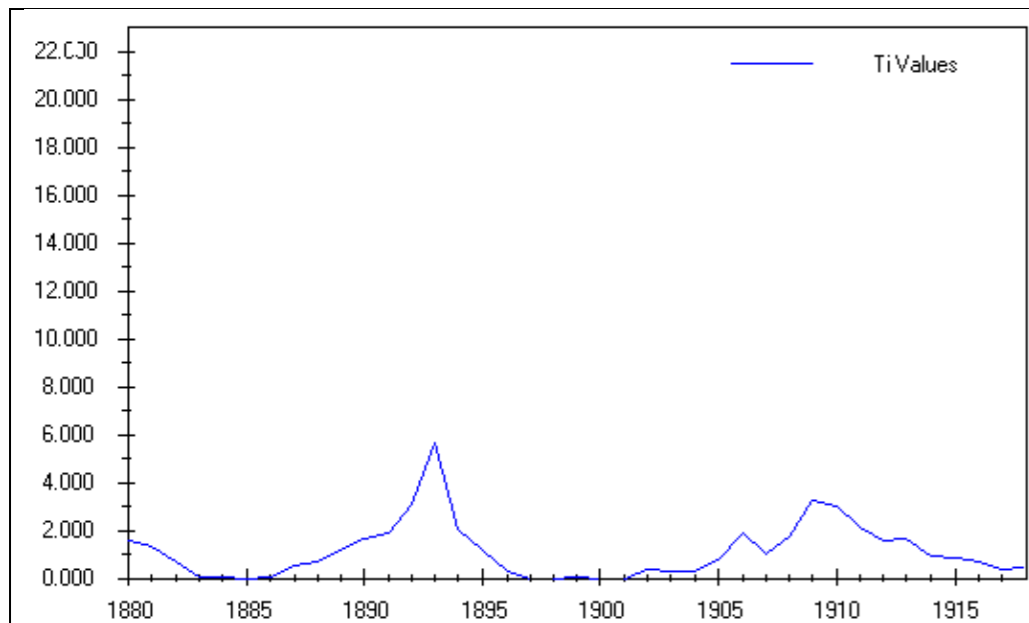
Obr. 18 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc duben



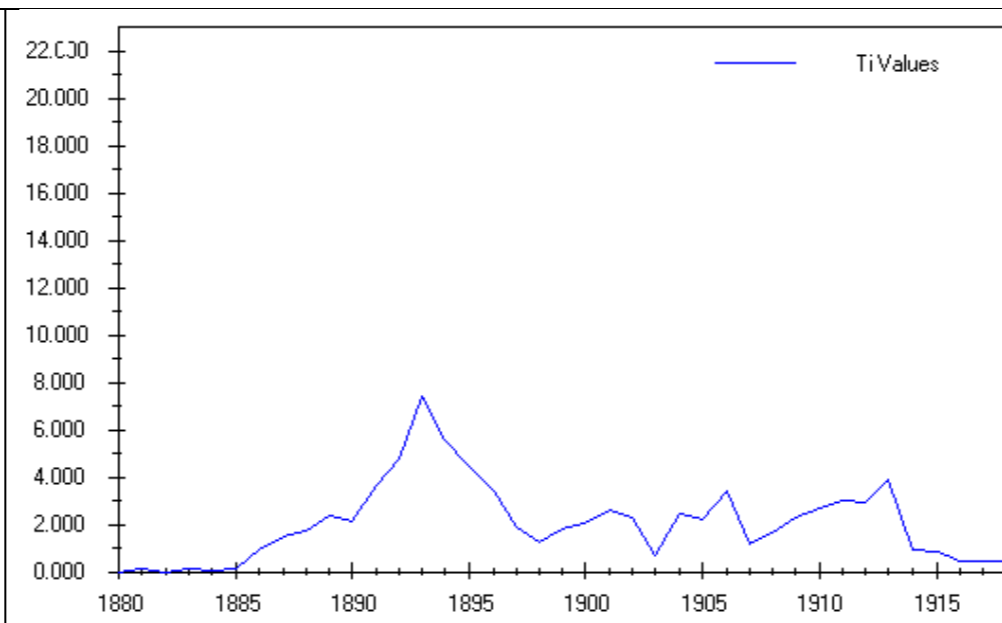
Obr. 19 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc květen



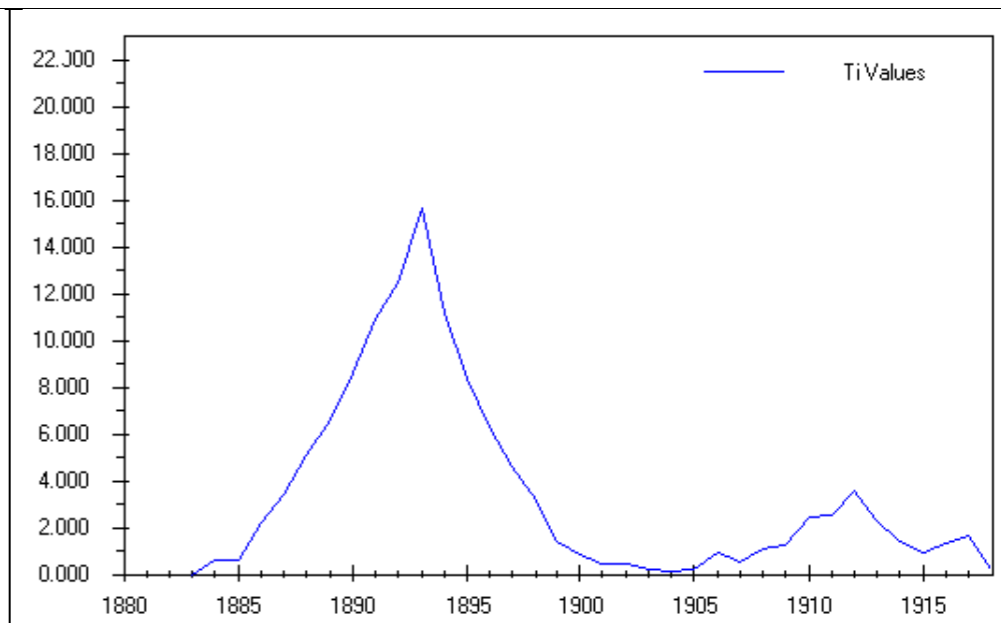
Obr. 20 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc červen



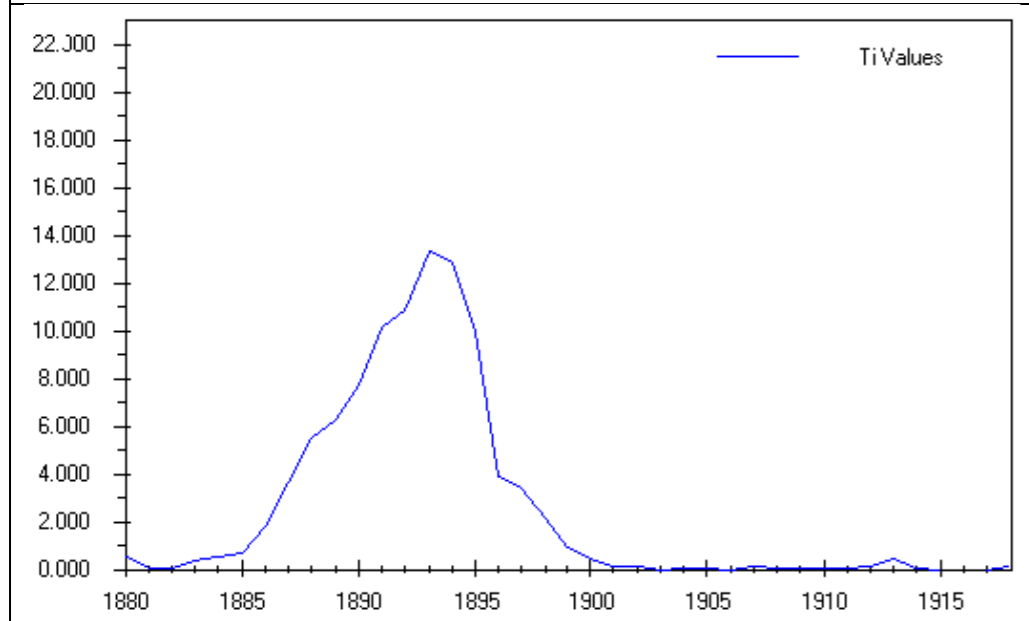
Obr. 21 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc červenec



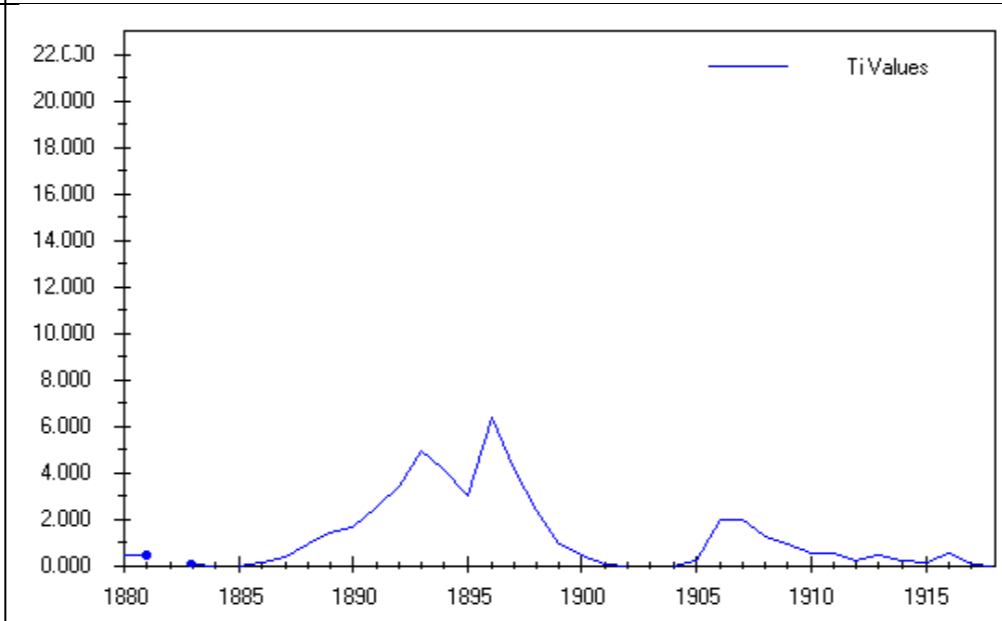
Obr. 22 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc srpen



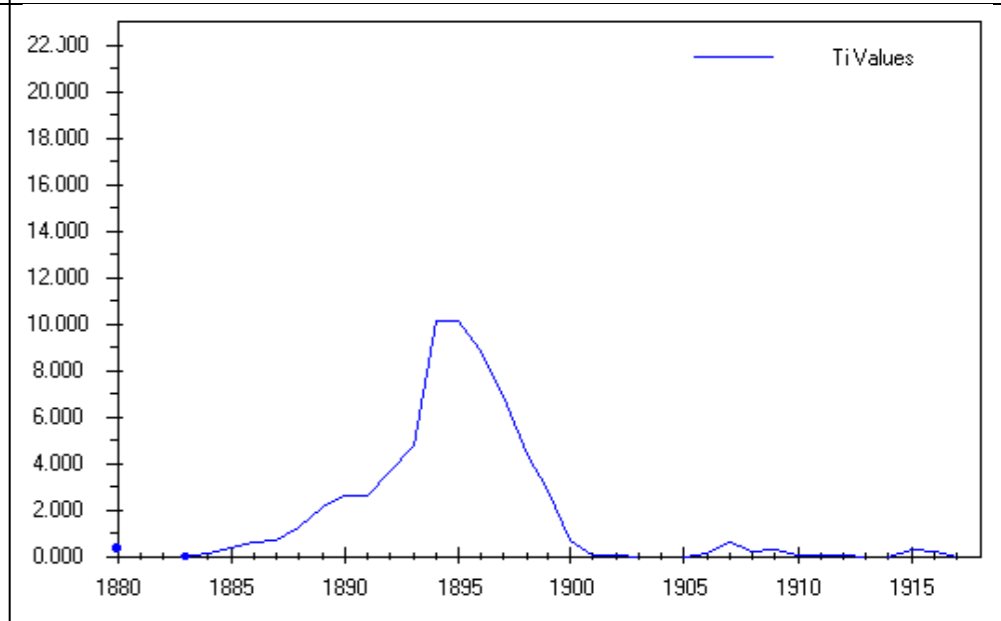
Obr. 23 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc září



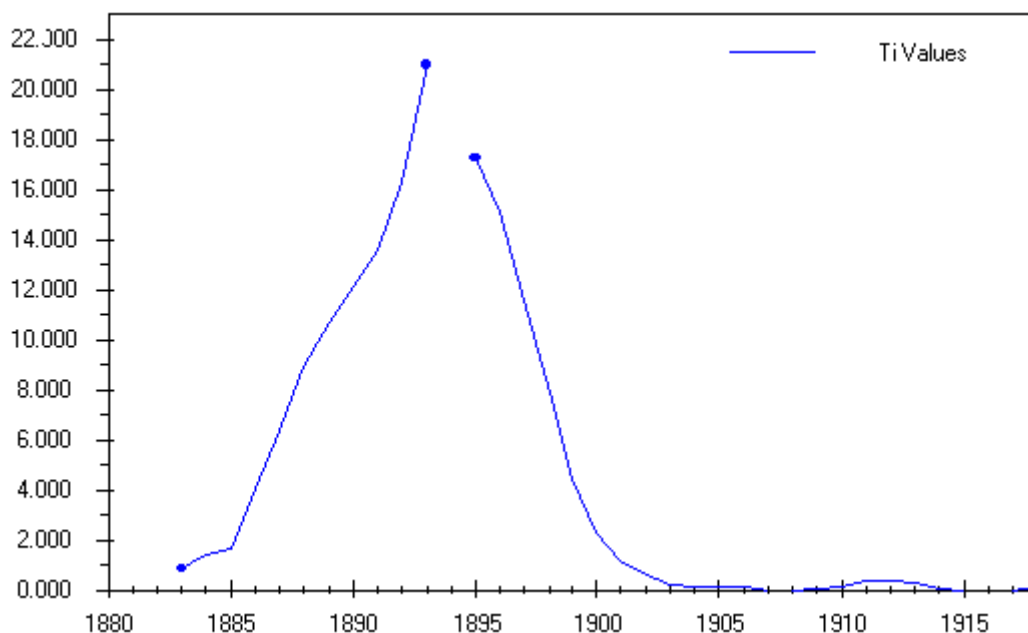
Obr. 24 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc říjen



Obr. 25 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc listopad



Obr. 26 Řada hodnot testovacího kritéria za měsíc prosinec



Obr. 27 Řada hodnot testovacího kritéria za rok

Alexanderssonovým testem relativní homogenity byly zjištěny významné nehomogenity. V řadě hodnot testovacího kritéria za duben a květen byly nehomogenity zaznamenány z roku 1894. Pro stejný rok se jeví jako nehomogenní hodnoty testovacího kritéria i za leden, únor a březen. V řadě hodnot testovacího kritéria v měsících září a říjnu působí nehomogenně rok 1893. V řadě hodnot testovacího kritéria za rok byla zjištěna nehomogenita v roce 1894.

## e) Homogenizace řady podle testu Alexanderssona, vč. grafu diferencí

Podle výsledků Alexanderssonova testu byly zaznamenány výrazné nehomogenity v letech 1893 a 1894. Řady z výše zmíněných let byly opraveny. Hodnoty oprav udává Tab. 5.


Tab. 5 Opravované měsíční řady, poslední rok před změnou a hodnota opravy

Časová řada	Rok před změnou	Hodnota opravy
III	1895	0,66357
V	1895	0,54324
IV	1897	0,75397
IX	1894	0,27187
II	1896	0,56372
III	1905	-0,34263
X	1894	0,63482
I	1895	0,74310
I	1908	0,92898
IV	1906	-0,51650
XII	1895	0,68427
V	1903	-0,40246
X	1904	1,17925
VI	1894	0,37812
XII	1908	-0,36059
II	1908	0,67464
I–XII	1895	0,44425
I–XII	1904	-0,24877

V dalším kroku bylo zapotřebí doplnit chybějící hodnoty. V Tab. 6 jsou uvedeny doplněné hodnoty.

Tab. 6 Doplněné hodnoty pro období 1880 – 1919

Series	Year	AverageRef	AverageCan	ValueRef	NewValCan
> 1	1880	-0,497	-0,232	-1,2	-0,9
> 1	1882	-0,497	-0,232	1,4	1,7
> 2	1880	-0,534	-0,450	-2,0	-1,9
> 2	1882	-0,534	-0,450	0,8	0,9
> 3	1880	-0,759	-0,377	-0,9	-0,5
> 4	1880	-0,778	-0,281	1,2	1,7
> 4	1881	-0,778	-0,281	-3,1	-2,6
> 4	1894	-0,778	-0,281	2,0	2,5
> 5	1880	-0,243	0,032	-1,8	-1,5
> 5	1881	-0,243	0,032	-0,6	-0,3
> 5	1894	-0,243	0,032	-0,8	-0,5
> 6	1881	-0,295	-0,044	-1,2	-0,9
> 11	1882	-0,787	-0,646	0,1	0,2
> 12	1881	-0,224	-0,224	0,1	0,1
> 12	1882	-0,224	-0,224	0,1	0,1
> 13	1880	-0,464	-0,264	0,0	0,2
> 13	1881	-0,464	-0,264	-1,3	-1,1
> 13	1882	-0,464	-0,264	0,1	0,3
> 13	1894	-0,464	-0,264	-0,3	-0,1

Celkově bylo nahrazeno 19 hodnot. Bylo provedena oprava  hodnot a doplnění chybějících hodnot. V následujícím kroku byla znovu otestována homogenita řady. Výsledky testování homogenity udává Tab. 7.

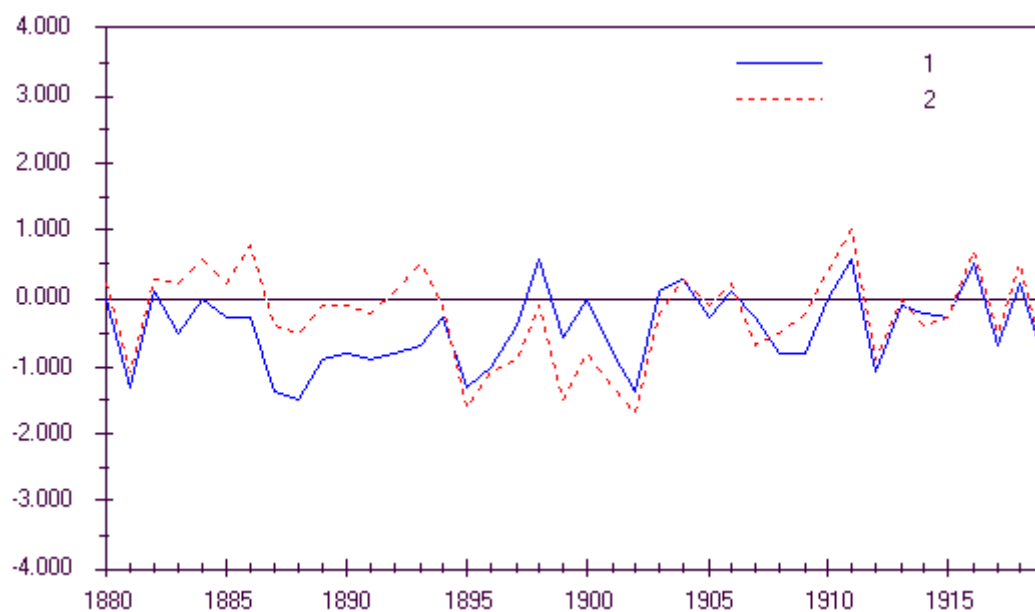


Tab. 7 Doplněné hodnoty po provedení oprav a doplnění pro období 1880–1919

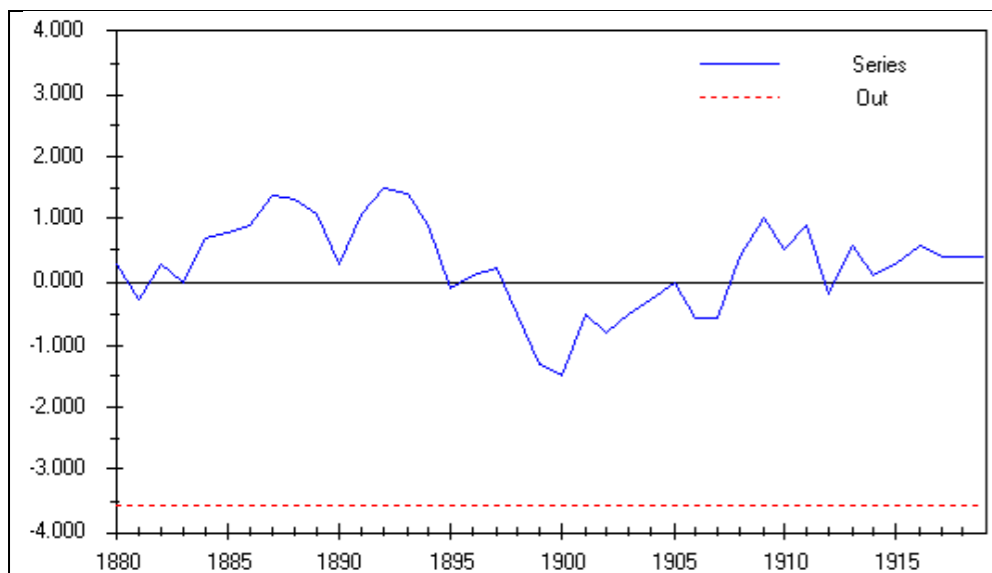
Series: Change	To_value	Adjust	Correlation
1: 1895 <	11,98566	-0,930	0,96219
1: 1884 <	9,07556	0,978	0,98157; (1880–1894); (n=15)
1: 1908 <	13,68091	0,942	0,96450; (1895–1919); (n=25)
2: 1896 <	15,17264	-1,074	0,93078
2: 1886 <	11,35522	0,989	0,97039; (1880–1895); (n=16)
2: 1908 <	9,40556	0,825	0,94666; (1896–1919); (n=24)
3: 1895 <	17,93829	-1,149	0,92457
3: 1884 <	7,47888	0,870	0,97487; (1880–1894); (n=15)
3: 1904 <	17,06013	1,039	0,94537; (1895–1919); (n=25)
4: 1897 <	15,9984	-1,150	0,87125
4: 1906 <	16,22002	1,138	0,91504; (1897–1919); (n=23)
5: 1894 <	17,09787	-1,059	0,91253
5: 1903 <	9,27478	0,746	0,94576; (1894–1919); (n=26)
6: 1894 <	9,01987	-0,646	0,91107
7: 1894	5,67619	-0,473	0,88902
7: 1882 <	6,38625	0,983	0,90464; (1880–1893); (n=14)
7: 1898 <	9,11659	1,095	0,90170; (1894–1919); (n=26)
8: 1894	7,47283	-0,444	0,89747
9: 1894 <	15,67888	-0,646	0,92849
9: 1884 <	8,34017	0,610	0,95350; (1880–1893); (n=14)
9: 1902 <	10,02040	0,557	0,95153; (1894–1919); (n=26)
10: 1894 <	13,35317	-1,212	0,83208
10: 1881 <	6,77778	1,408	0,94294; (1880–1893); (n=14)
10: 1902 <	9,24451	1,015	0,84988; (1894–1919); (n=26)
11: 1897	6,27678	-0,577	0,92119
11: 1896 <	6,68497	1,347	0,88844; (1880–1896); (n=17)
11: 1907 <	12,97723	0,966	0,94532; (1897–1919); (n=23)
12: 1896 <	9,80392	-0,945	0,92452
12: 1902 <	10,91519	1,178	0,94745; (1896–1919); (n=24)
13: 1894 <	19,62617	-0,815	0,65456
13: 1883 <	8,61742	0,636	0,78612; (1880–1893); (n=14)
13: 1904 <	12,89798	0,570	0,83350; (1894–1919); (n=26)

(1880 - 1919; n = 40 ); (Differences) (Mark "<" is used where To value exceeds 95%), (Adjust: from 20 values around the change)

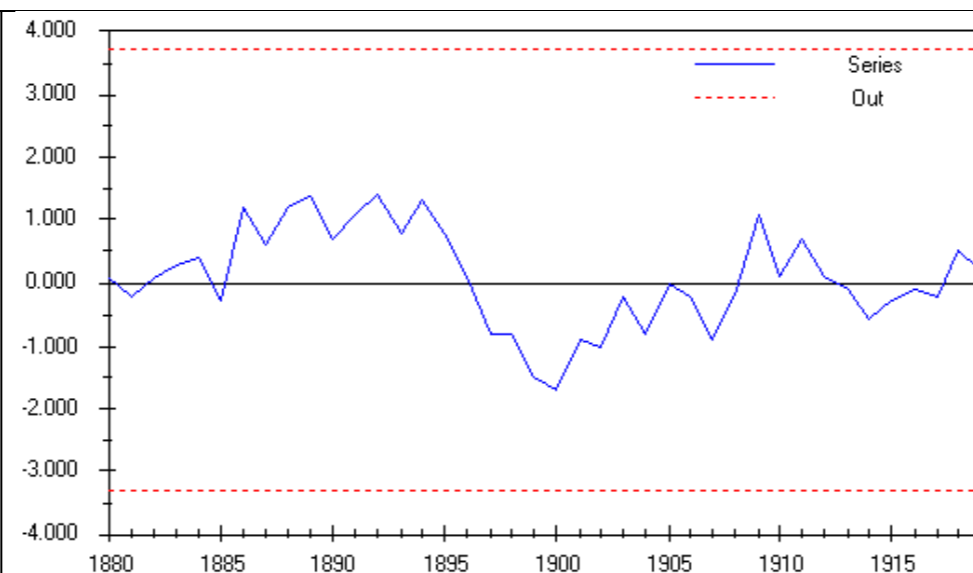
Pro možnost porovnání jsou v další části uvedeny grafy chodu průměrných ročních teplot vzduchu řady referenční (č. 1) a řady homogenizované (č. 2). Dále jsou uvedeny i řady diferencí za jednotlivé měsíce a roční průměry po homogenizaci řady.



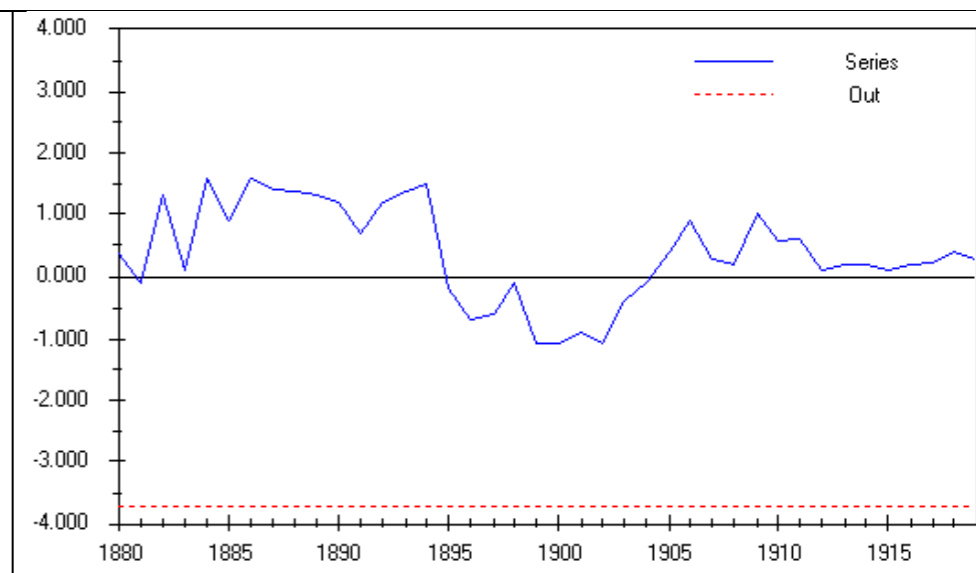
Obr. 28 Řady průměrných ročních teplot řady referenční (č. 1) a řady homogenizované (č. 2)



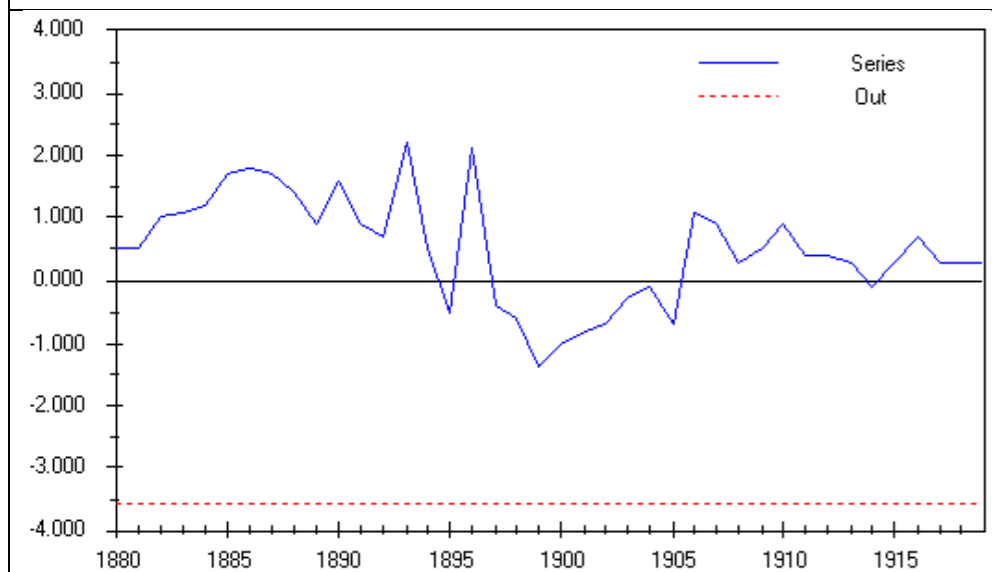
Obr. 29 Řada diferencí testované a referenční řady pro leden – po homogenizaci



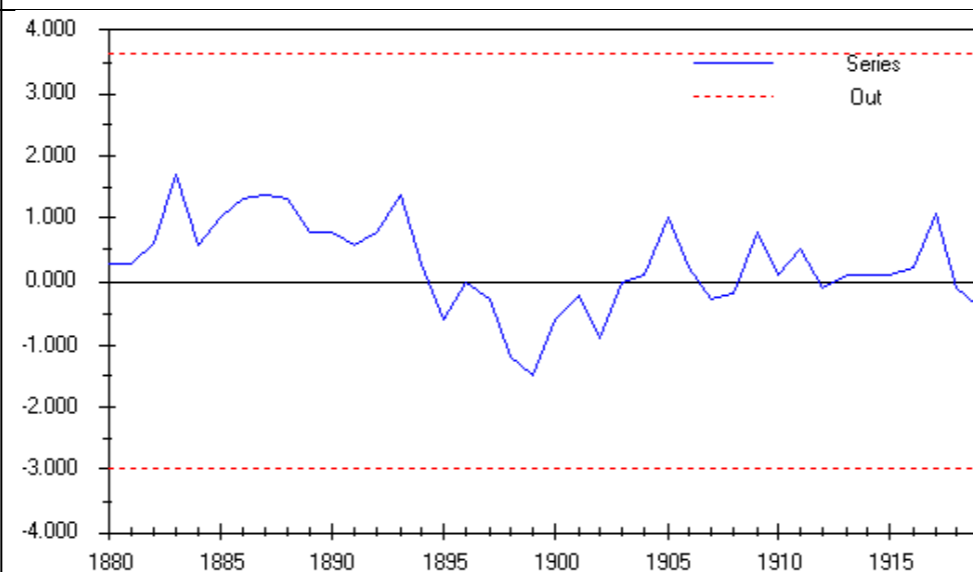
Obr. 30 Řada diferencí testované a referenční řady pro únor – po homogenizaci



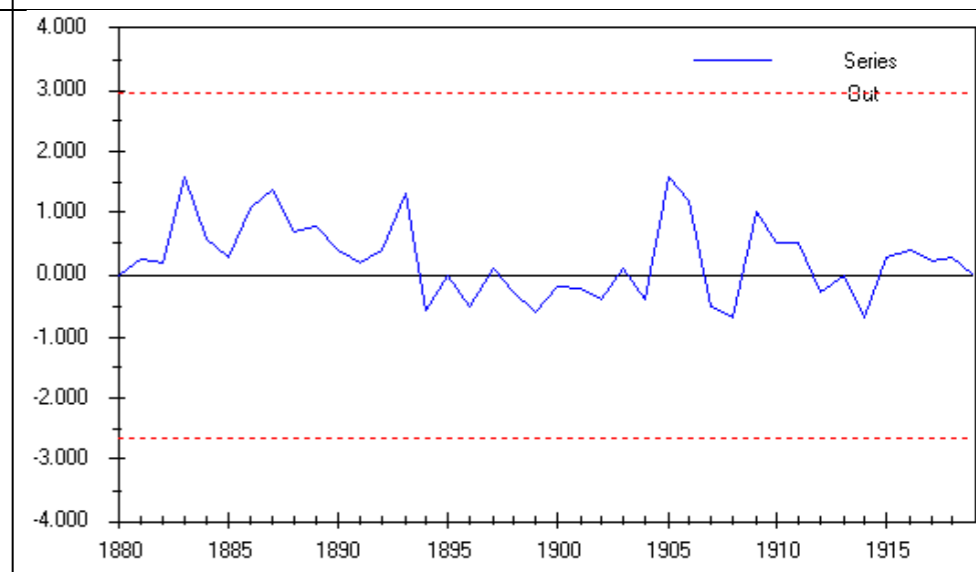
Obr. 31 Řada diferencí testované a referenční řady pro březen – po homogenizaci



Obr. 32 Řada diferencí testované a referenční řady pro duben – po homogenizaci

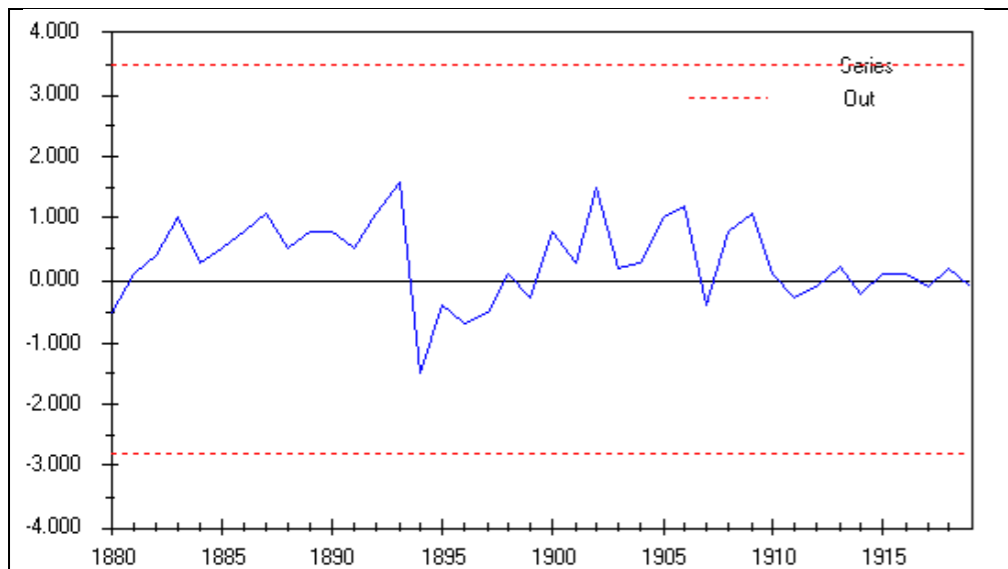


Obr. 33 Řada diferencí testované a referenční řady pro květen – po homogenizaci

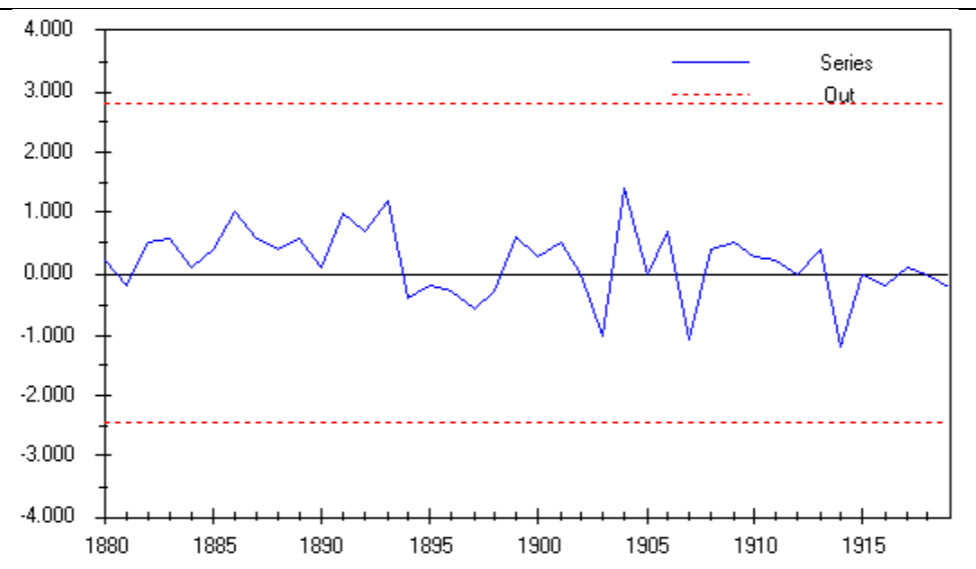


Obr. 34 Řada diferencí testované a referenční řady pro červen – po homogenizaci

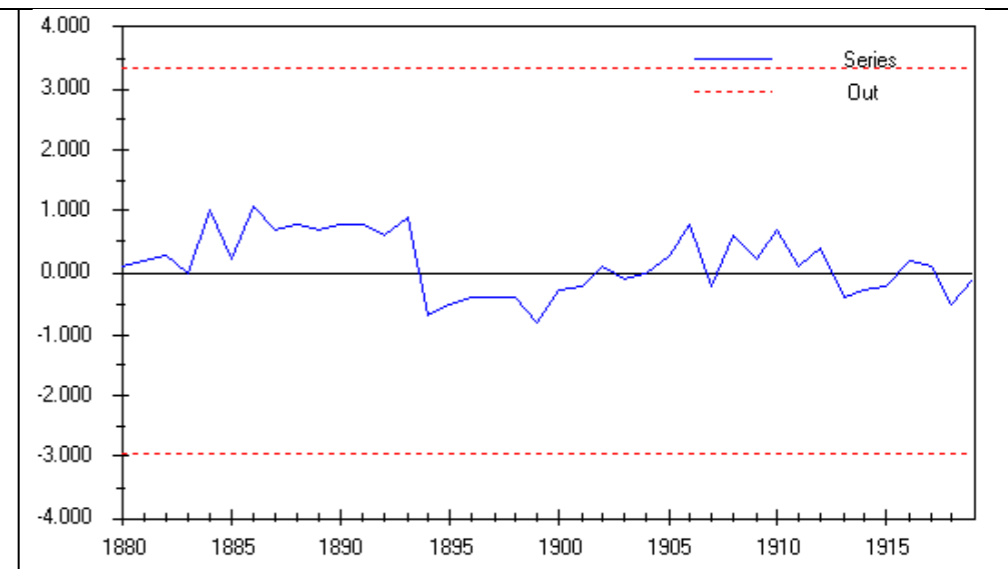




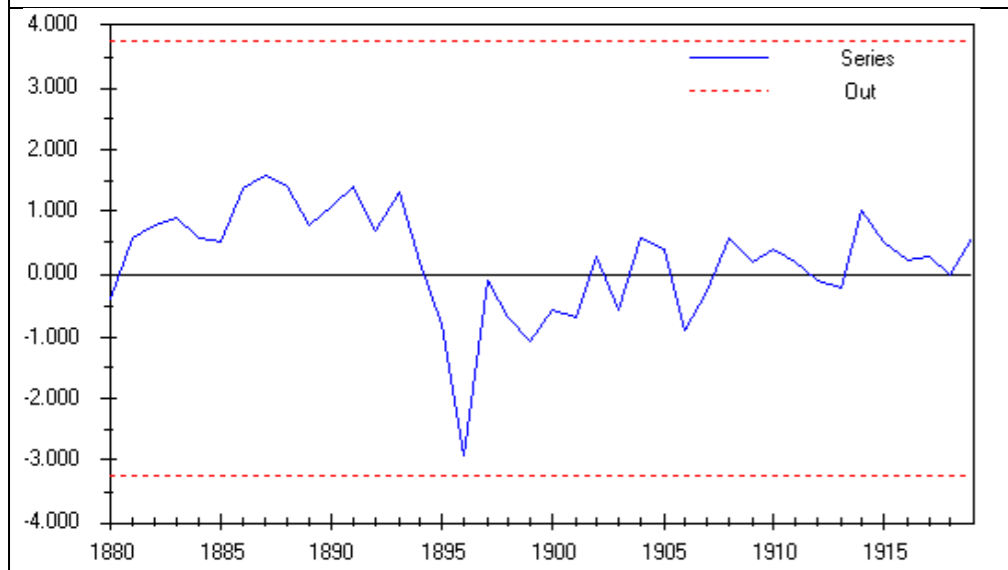
Obr. 35 Řada diferencí testované a referenční řady pro červenec – po homogenizaci



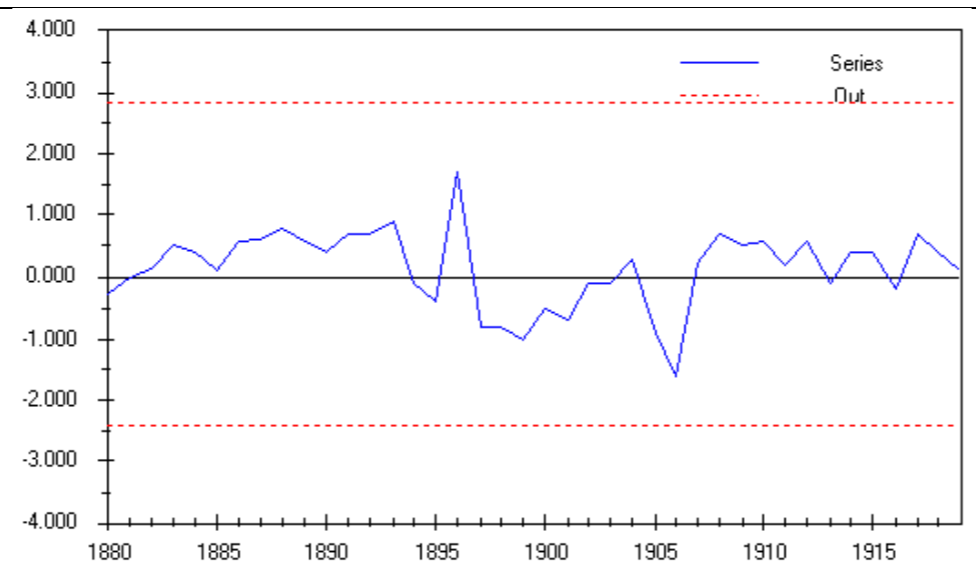
Obr. 36 Řada diferencí testované a referenční řady pro srpen – po homogenizaci



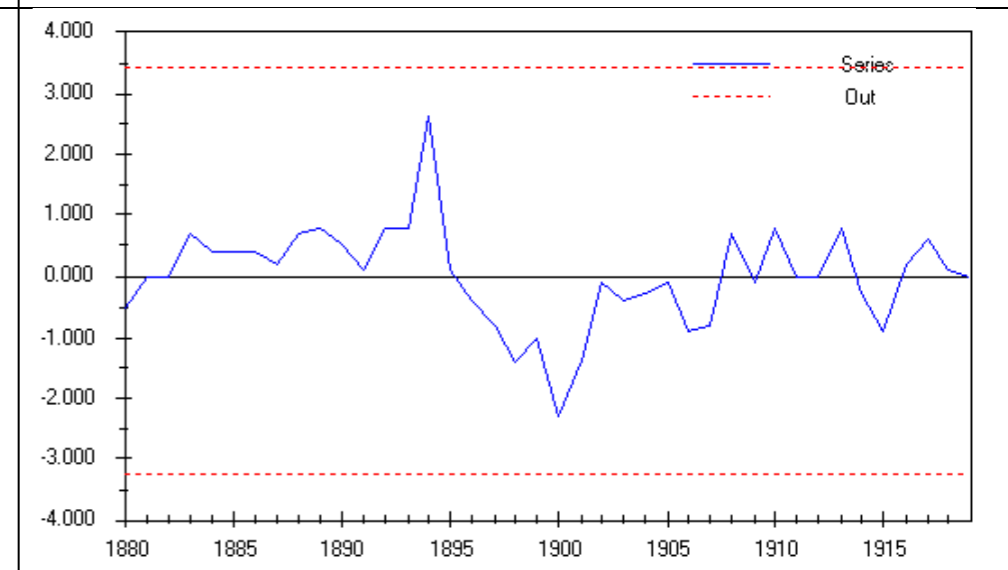
Obr. 37 Řada diferencí testované a referenční řady pro září – po homogenizaci



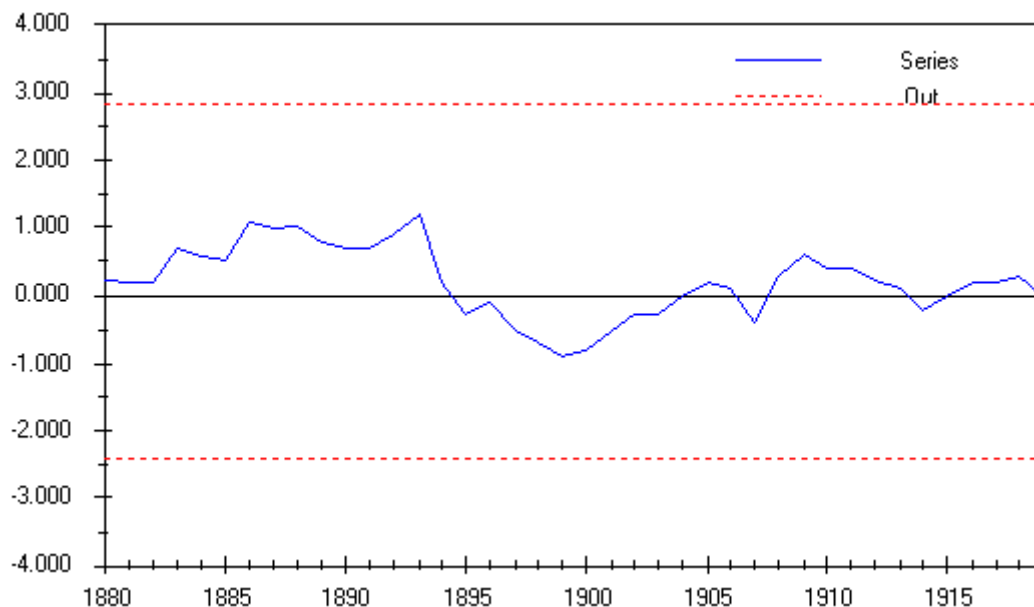
Obr. 38 Řada diferencí testované a referenční řady pro říjen – po homogenizaci



Obr. 39 Řada diferencí testované a referenční řady pro listopad – po homogenizaci



Obr. 40 Řada diferencí testované a referenční řady pro prosinec – po homogenizaci



Obr. 41 Řada diferencí testované a referenční řady pro roční průměry – po homogenizaci

V řadách diferencí testované a referenční řady za jednotlivé měsíce nebyly zaznamenány žádné odlehlé hodnoty. Pro roční průměry byl výsledek obdobný, ani zde nebyly zjištěny odlehlé hodnoty.

### Závěr

V grafu chodu teploty vzduchu (Obr. 1) na řadě referenční (č. 1) a na řadě testované (č. 2) nebyly zjištěny významné rozdíly. V testované řadě byly zjištěny chybějící hodnoty z let 1880–1883 a 1893–1895. V řadách hodnot testovacího kritéria byly zaznamenány nehomogenity z let 1893 a 1894. V řadě diferencí testované a referenční řady pro jednotlivé měsíce i roční průměry nebyly zaznamenány žádné odlehlé hodnoty. Ačkoliv se ve studované řadě vyskytovaly nehomogenity, lze ji klasifikovat jako relativně homogenní.

### Podkladová data

AnClim\Data\CVICENI\Cviceni\_3