

Analýza časových řad Cvičenie 2

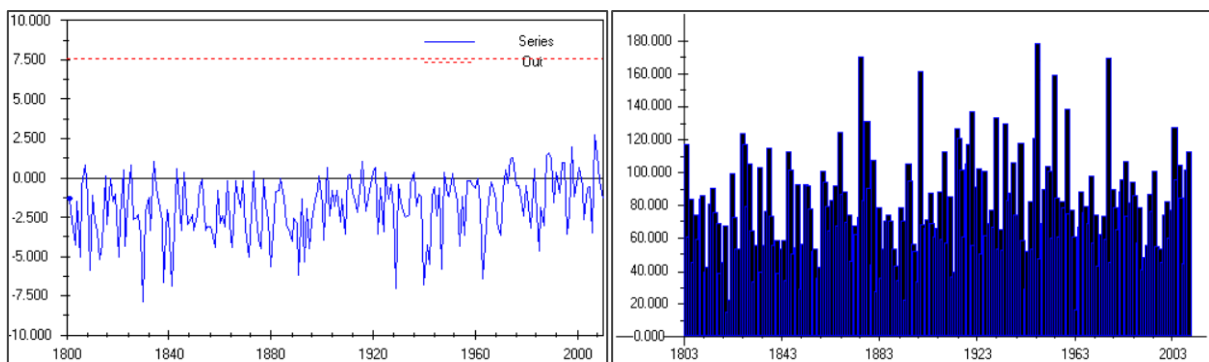
Zadanie:

S využitím softwaru AnClim proved'te statistickou analýzu zvolené teplotní a srážkové řady Brna pro zadanou (zimnou) sezónu. Vypočtete, graficky znázorníte a následně slovně zhodnotíte:

- základní statistické charakteristiky (průměr, směrodatná odchylka, normální rozdělení, trend a jeho významnost atd.),
- kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem a klouzavým průměrem (pro 10 let) a obě metody srovnajte,
- koeficienty autokorelace,
- spektrální analýza (MESA) a testování statistické významnosti cyklů,
- dynamická MESA,
- pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus, příp. jiný statisticky významný.

každému bodu přiložte odpovídající tabulky a grafy a napište stručný závěr.

Vypracovanie:



Obr. 1, 2: chod sezónnych priemerných teplôt [°C] a sezónnej sumy zrážok [mm] v Brne medzi rokmi 1800 (1803) až 2010

Tab. 2: Štatistické charakteristiky chodu teplôt v Brne počas zimného obdobia

Statistical Characteristics for Single Series: Winter

> brno_temp.txt (1800-2010) :

Length of the Series : 210 (1 value(s) missing)

Arithmetic Mean : -1.830476

Standard Deviation : 1.939911

Variance : 3.763256

Coefficient of Variance: 105.9785%

Coefficient of Skew : -0.537313

Coefficient of Kurtosis : 0.110310

Maximal Value : 2.733 (2007)

Minimal Value : -7.833 (1830)

1st Quartile (25%) : -3.100

Median : -1.567

3rd Quartile (75%) : -0.433

Outliers : 1830 (-7.833),

Extremes : /

:

Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution:

: D= 0.06591 (p=0.32123, O.K.)
 :
 Linear Regression Model (x=Time):
 (y=b0+b1*x): y = -2.833014+0.009503*x
 T-test for Coefficient b1 : T=4.49681 <? 1.97131 (95%)
 : (SIGNIFICANT)
 Trend /10 years: 0.09503 (out)
 Index of Determination (Correlation): 0.088604 (0.297664)
 Variance (Residuals+Estimates=Total) : 3.413484+0.331852=3.745336

:
 Tests of Randomness (general):
 Serial Correlation Coefficient r1 :
 : r1 = 0.16408 <? r1(Tg_95%) = 0.10873 (out)
 Von Neumann Ratio V :
 : V = 1.67923 >? V(Tg_95%) = 1.78254 (out)

:
 Test of Randomness (against Trend):
 Spearman Rank Statistic rs :
 : rs = 0.30135, t = 4.55802 <? Tkrit_97.5% = 1.97131 (out)
 : Degrees of Freedom: 208
 Mann-Kendall Rank Statistic :
 : t = 0.20346 <? Tkrit_95% = 0.09092 (out)

:
 Confidence Intervals 95% :
 Arithm. Mean: (-2.09285 , -1.56810)

Tab. 2: Štatistické charakteristiky chodu zrážok v Brne počas zimného obdobia

Statistical Characteristics for Single Series: Winter

> brno_precip.txt (1803-2010) :

Length of the Series : 207 (1 value(s) missing)

Arithmetic Mean : 75.929952

Standard Deviation : 29.187715

Variance : 851.922691

Coefficient of Variance: 38.4403%

Coefficient of Skew : 0.773286

Coefficient of Kurtosis : 1.048071

Maximal Value : 178.100 (1948)

Minimal Value : 14.900 (1821)

1st Quartile (25%) : 55.775

Median : 73.800

3rd Quartile (75%) : 91.650

Outliers : 1876 (170.400), 1900 (161.600), 1948 (178.100), 1955 (159.000), 1977 (169.400),

Extremes : /

:
 Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution:

: D= 0.06409 (p=0.36289, O.K.)

:
 Linear Regression Model (x=Time):

(y=b0+b1*x): y = 68.515923+0.071289*x

T-test for Coefficient b1 : T=2.11749 <? 1.97148 (95%)

: (SIGNIFICANT)

Trend /10 years: 0.71289 (out)

Index of Determination (Correlation): 0.021404 (0.146301)

Variance (Residuals+Estimates=Total) : 829.660695+18.146427=847.807122

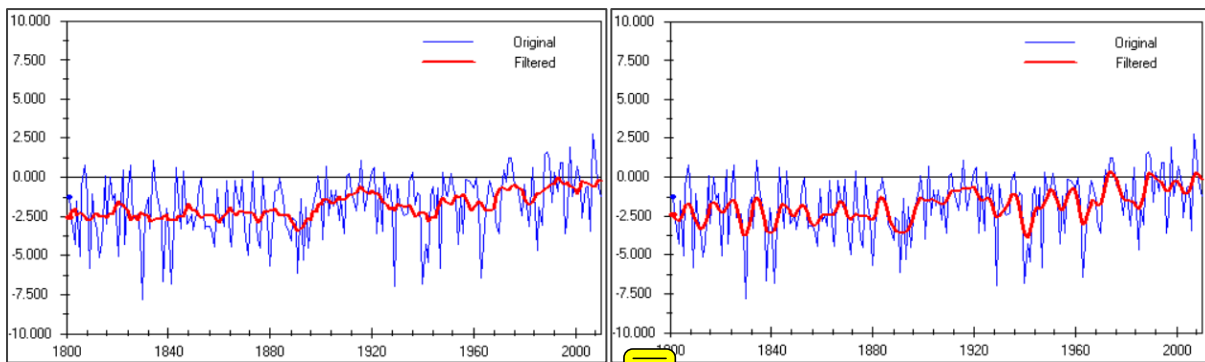
:
 Tests of Randomness (general):

Serial Correlation Coefficient r1 :

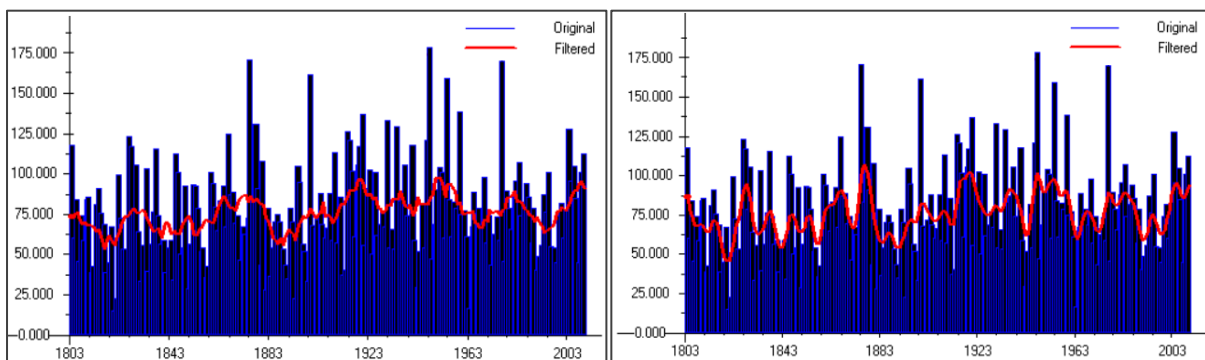
: $r_1 = 0.05701 < r_1(Tg_{95\%}) = 0.10948$ (O.K.)
 Von Neumann Ratio V :
 : $V = 1.87855 > V(Tg_{95\%}) = 1.78104$ (O.K.)
 :
 Test of Randomness (against Trend):
 Spearman Rank Statistic r_s :
 : $r_s = 0.14925$, $t = 2.16111 < T_{krit_97.5\%} = 1.97148$ (out)
 : Degrees of Freedom: 205
 Mann-Kendall Rank Statistic :
 : $t = 0.09479 < T_{krit_95\%} = 0.09159$ (out)
 :
 Confidence Intervals 95% :
 Arithm. Mean: (71.95373 , 79.90618)

Priemerné teploty zimných období za jednotlivé roky iba asi 20 krát prekročili nulu. Priemerná teplota sa pohybovala okolo $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, maximálna dosiahla $2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimálna $-7.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ počas veľmi tuhej zimy v roku 1830, kedy v Európe vrcholila tzv. malá doba ľadová. K podobnej hodnote mal ale teplomer nakročené ešte asi 6-krát. Podľa K-S testu dosahuje súbor teplôt normálneho rozdelenia.

Súbor zrážok v zimnom období taktiež vykazuje normálne rozdelenie. Priemerná suma zrážok predstavovala asi 76 mm. Minimálna hodnota v roku 1821 (14.9 mm) sa blíži k teplotne najnižšiemu píku v roku 1830. Taktiež možno vyvodit' súvislosť s Malou dobou ľadovou. V súbore sa ďalej vyskytuje celkom 5 odľahlých hodnôt zvýšenej zrážkovej činnosti, kedy napadlo od 160 do 170 mm zrážok, predpokladajme, že vo forme snehu.

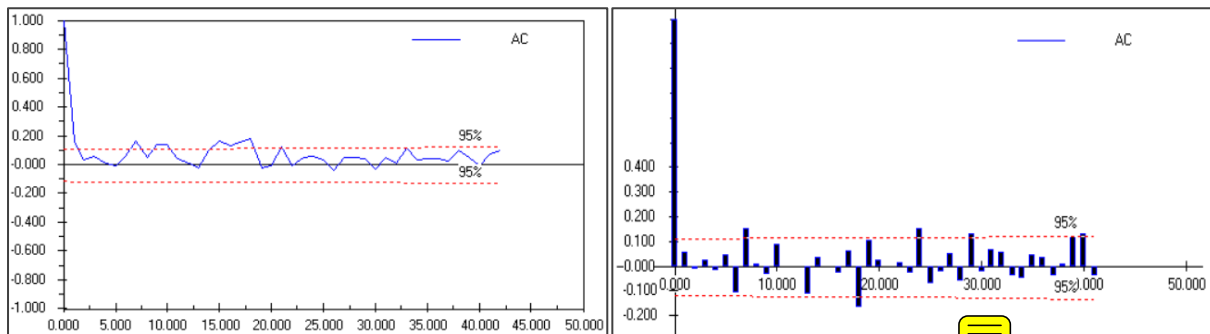


Obr. 3, 4: sezónny chod priemerných teplôt zahladený metódou kľzavých priemerov (vľavo) a Gaussovým filtrom (vpravo)



Obr. 5, 6: sezónny chod sumy zrážok zahladený metódou kľzavých priemerov (vľavo) a Gaussovým filtrom (vpravo)

Pri teplotách i zrážkach je poznať, že Gaussov filter predstavuje vhodnejšiu variantu pre vyjadrenie trendu so všetkými zmenami. Pri oboch veličinách vidieť nepatrne rastúci trend.

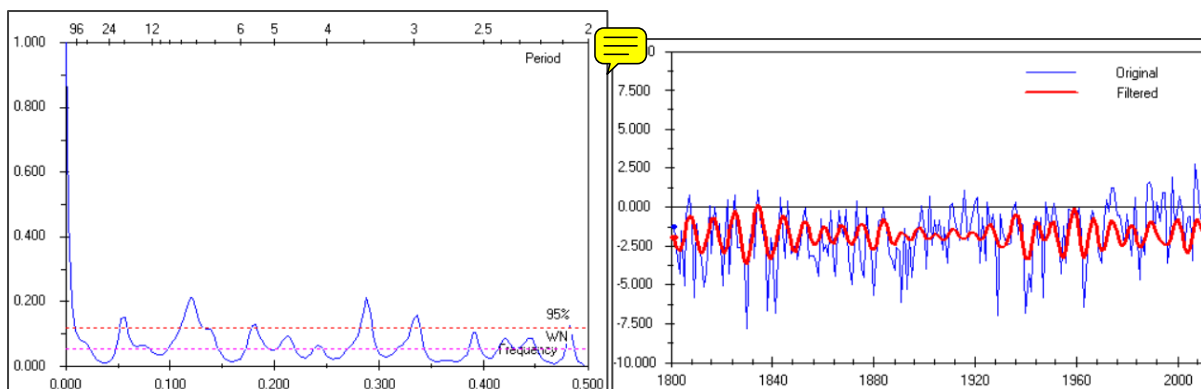


Obr. 7, 8: graf chodu autokorelačných koeficientov pre teploty a zrážky

Tab. 3: Autokorelačné koeficienty chodu teplôt a zrážok pre jednotlivé kroky (symbol „<“ označuje prekročenie 95% hladiny spoľahlivosti)

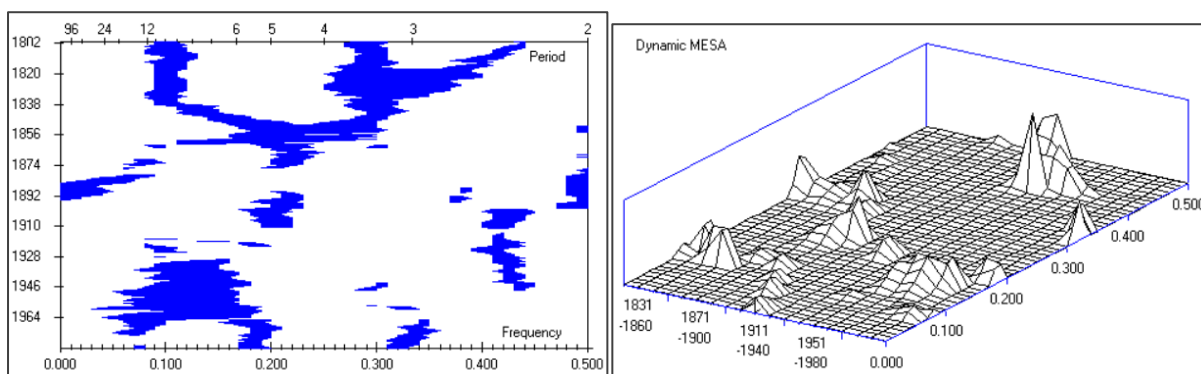
teploty				zrážky				
Lag	Values	Lag	Values	Lag	Values	Lag	Values	
0	1	<	22	0.01003	0	1	<	
1	0.30669		23	0.00314	1	0.05683		
2	0.19136		24	0.07938	<	2	-0.01051	
3	0.18338		25	0.01709		3	0.02227	
4	0.27221		26	-0.01303		4	-0.01693	
5	0.15947		27	0.08533		5	0.04866	
6	0.13933		28	0.02825		6	-0.10952	
7	0.21838	<	29	-0.04767	<	7	0.15412	<
8	0.20818		30	-0.03821		8	0.00559	
9	0.18294		31	0.05266		9	-0.03402	
10	0.07396		32	-0.05767		10	0.08868	
11	0.20346		33	-0.0445		11	-0.00403	
12	0.16127		34	-0.05125		12	-0.00041	
13	0.06991		35	0.05168		13	-0.11208	
14	-0.04448		36	0.01499		14	0.03881	
15	0.17301		37	0.00556		15	0.00021	
16	0.19976		38	0.01136		16	-0.02648	
17	0.07311		39	0.08783	<	17	0.0615	
18	0.08244	<	40	-0.01806	<	18	-0.16731	<
19	0.08019		41	-0.06295		19	0.10619	
20	0.15971		42	0.01532		20	0.02281	
21	-0.01768					21	0.0015	
						22	0.01533	
						23	-0.02648	
						24	0.15287	<
						25	-0.07252	
						26	-0.01943	
						27	0.05132	
						28	-0.06199	
						29	0.12928	<
						30	-0.02047	
						31	0.06828	
						32	0.05798	
						33	-0.03698	
						34	-0.04776	
						35	0.04523	
						36	0.03756	
						37	-0.03785	
						38	0.00946	
						39	0.12344	<
						40	0.13496	<
						41	-0.03826	





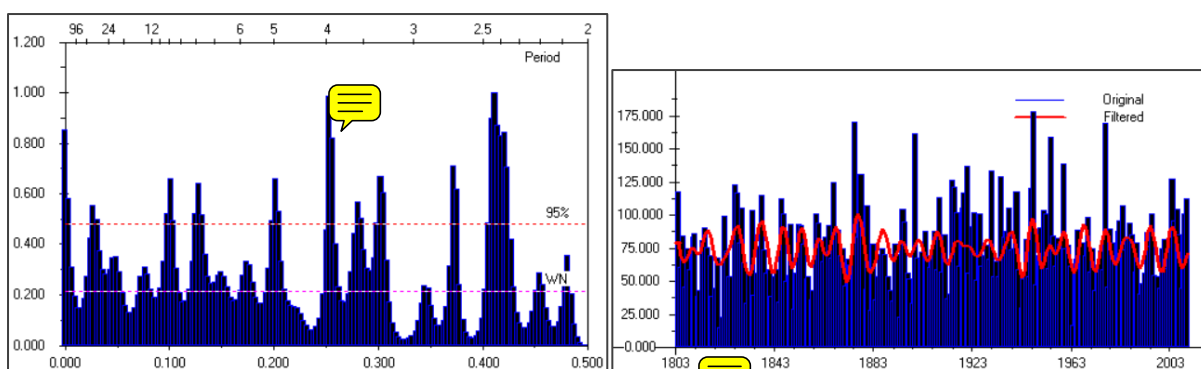
Obr. 9, 10: analýza MESA a pásmová filtrácia pre teplotnú radu

Ako najdôležitejšie cykly sa javia rovnako výz-
 ňné periódy 3.5 a 8 ročné. Hranicu však taktiež prekračujú cykly s periódou 2.1, 3, 6 a 18 rokov.



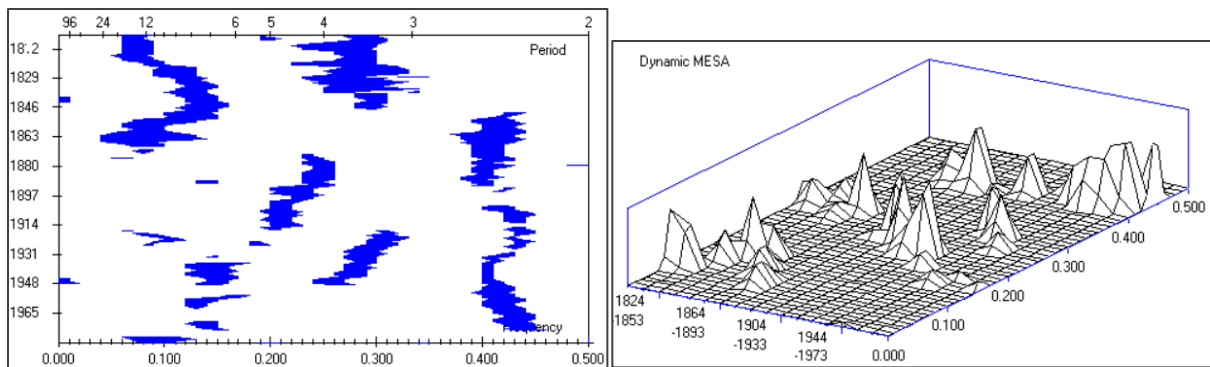
Obr. 9, 10: analýza 2D MESA a 3D MESA pre teplotnú radu

Analýza MESA poskytla jasnejší pohľad na to, že z dvoch prevládajúcich cyklov je významnejší ten s 10-ročnou periódou, ktorý sa prejavuje najmä na začiatku a konci teplotnej rady, kde ale už opäť jeho vplyv mizne. 3.5-ročný cyklus sa vyskytuje v zázname len do polovice 19. storočia.



Obr. 11, 12: analýza MESA a pásmová filtrácia pre radu zrážok

Ako najvýznamnejší cyklus sa prejavuje cyklus 5 a 4-ročný, hneď po nich taktiež cykly s dobou opakovania približne 2.6, 3.5, 5, 8, 10 a asi 70 rokov.



Obr. 13, 14: analýza 2D MESA a 3D MESA pre radu zrážok

Z 2D MESY možno vyčítať významný vplyv 2.5-ročného cyklu od pol. 19. storočia až do súčasnosti, ktorého nástup nahradil cyklus 3.5-ročný. Rovnako tak 10 ročný cyklus môžeme pozorovať len asi do polovice 19. storočia.

Záver:

Trend teplotnej i zrážkovej rady mesta Brna v zimnom období rokov 1800 – 2010 vykazuje nepatrne rastúci trend, pričom najväčšie výkyvy hodnôt medzi za sebou nasledujúcimi rokmi vykazuje rada zrážková. Priemerné teploty sa až na pár výnimiek do pol. 20. storočia nachádzali pod nulou. Pri zrážkach pozorujeme smerom do súčasnosti istý nárast výskytu extrémnych situácií. Ako najvýraznejšia teplotná perióda sa prejavil 10-ročný cyklus, ktorý ale od pol. 18. do začiatku 19. storočia neevidujeme. Druhý najdôležitejší, 3.5-ročný cyklus, sa v zázname vyskytoval iba prvú pol. 19. storočia. Zrážkové cykly sú jasnejšie. Už asi 150 rokov je najvýznamnejším cyklus 2.5-ročný, s ktorého počiatkom výskytu v pol. 19. storočia takmer vymizli cykly 10 a 3.5-ročné.