

ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD

Cvičení č. 2

Zadání

S využitím softwaru AnClim proveďte statistickou analýzu zvolené teplotní a srážkové řady Brna nebo Opavy pro zadanou sezónu (září-listopad). Vypočtěte, graficky znázorněte a následně slovně zhodnoťte:

- a) základní statistické charakteristiky (průměr, směrodatná odchylka, normální rozdělení, trend a jeho významnost atd.),
 - b) kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem a klouzavým průměrem (pro 10 let) a obě metody srovnejte,
 - c) koeficienty autokorelace,
 - d) spektrální analýza (MESA) a testování statistické významnosti cyklů,
 - e) dynamická MESA,
 - f) pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus, příp. jiný statisticky významný.
- Ke každému bodu přiložte odpovídající tabulky a grafy a napište stručný závěr.

Vypracování:

a) základní statistické charakteristiky (průměr, směrodatná odchylka, normální rozdělení, trend a jeho významnost atd.)

Tab. 1 Základní statistické charakteristiky pro teplotní řadu září–říjen

Statistical Characteristics for Single Series	
> brno_temp.txt (1800-2010)	
Length of the Series	211
Arithmetic Mean	8,565719
Standard Deviation	1,094275
Variance	1,197438
Coefficient of Variance	12,78%
Coefficient of Skew	-0,185375
Coefficient of Kurtosis	-0,113887
Maximal Value	11,233 (2000)
Minimal Value	5,233 (1912)
1st Quartile (25%)	7,767
Median	8,6
3rd Quartile (75%)	9,358
Outliers	1805 (5,333), 1912 (5,233),
Extremes	/
Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution	D= 0,05821 (p=0,47213, O.K.)
Linear Regression Model (x=Time)	
(y=b0+b1*x)	y = 8,075419+0,004625*x
T-test for Coefficient b1	T=3,86179 <? 1,97126 (95%)
	(SIGNIFICANT)
Trend /10 years	0,04625 (out)
Index of Determination (Correlation)	0,066603 (0,258076)
Variance (Residuals+Estimates=Total)	1,112388+0,079375=1,191763
Tests of Randomness (general)	
Serial Correlation Coefficient r1	r1 = 0,09930 <? r1(Tg_95%) = 0,10848 (O.K.)
Von Neumann Ratio V	V = 1,80687 >? V(Tg_95%) = 1,78303 (O.K.)
Test of Randomness (against Trend)	
Spearman Rank Statistic rs	rs = 0,25690, t = 3,84293 <? Tkrit_97,5% = 1,97126 (out)
Degrees of Freedom	209
Mann-Kendall Rank Statistic	t = 0,16795 <? Tkrit_95% = 0,09070 (out)
Confidence Intervals 95%	
Arithm. Mean	(8,41807; 8,71337)

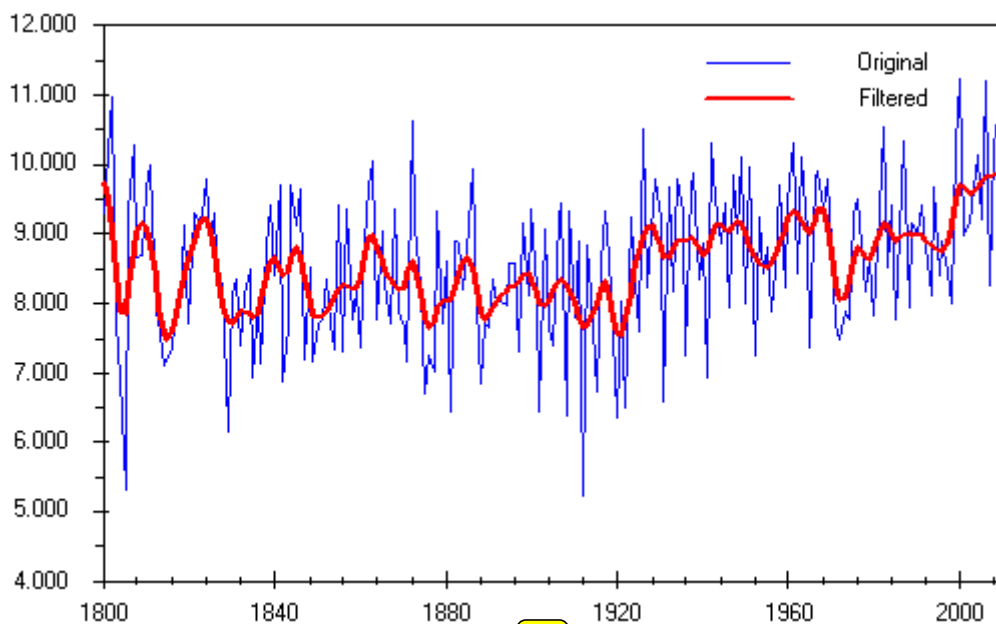
Tab. 2 Základní statistické charakteristiky pro srážkovou řadu září–říjen

Statistical Characteristics for Single Series	
> brno_precip.txt (1803-2010)	
Length of the Series	208
Arithmetic Mean	107,531731
Standard Deviation	39,772982
Variance	1581,890099
Coefficient of Variance	36,99%
Coefficient of Skew	0,542071
Coefficient of Kurtosis	0,480763
Maximal Value	248,500 (1910)
Minimal Value	22,500 (1815)
1st Quartile (25%)	76,9
Median	105,65
3rd Quartile (75%)	128,95
Outliers	1875 (219,000), 1910 (248,500), 1930 (209,500), 1998 (212,700),
Extremes	/
Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution	D= 0,06165 (p=0,40792, O.K.)
Linear Regression Model (x=Time)	
(y=b0+b1*x)	y = 100,981773+0,062679*x
T-test for Coefficient b1	T=1,36755 <? 1,97142 (95%) (NON significant)
Trend /10 years	0,62679
Index of Determination (Correlation)	0,008997 (0,094852)
Variance (Residuals+Estimates=Total)	1560,121056+14,163802=1574,284859
Tests of Randomness (general)	
Serial Correlation Coefficient r1	r1 = -0,06730 <? r1(Tg_95%) = 0,10923 (O.K.)
Von Neumann Ratio V	V = 2,14479 >? V(Tg_95%) = 1,78154 (O.K.)
Test of Randomness (against Trend)	
Spearman Rank Statistic rs	rs = 0,08762, t = 1,26240 <? Tkrit_97,5% = 1,97142 (O.K.)
Degrees of Freedom	206
Mann-Kendall Rank Statistic	t = 0,05695 <? Tkrit_95% = 0,09136 (O.K.)
Confidence Intervals 95%	
Arithm. Mean	(102,12652; 112,93694)

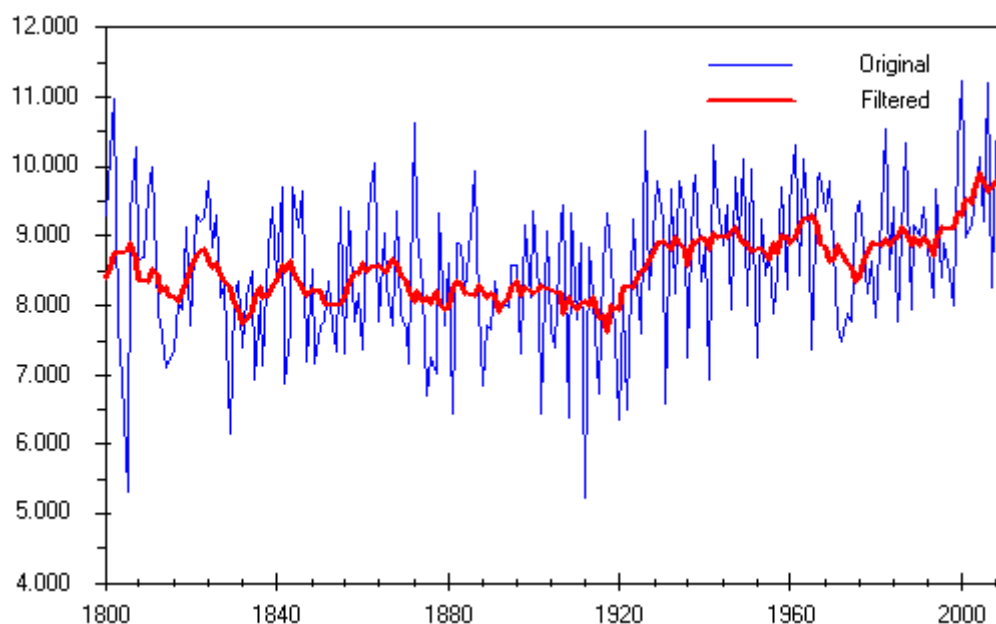
Pro teplotní řadu září–říjen vyšel aritmetický průměr přibližně 8,57 °C. Směrodatná odchylka byla 1,09. U Kolmogorova-Smirnovova testu normality rozdělení pro teplotní řadu vyšla p hodnota 0,47213. Na zvolené hladině významnosti (0,05) byla p hodnota vyšší. Teplotní řada má normální rozdělení. Teploty by měly růst přibližně o 0,04625° C během 100 let, trend je statisticky významný na zvolené hladině významnosti (0,05).

U srážkové řady byl průměr 107,53 mm. Směrodatná odchylka vyšla 39,77. Pro srážkovou řadu byla p hodnota 0,40792. Na zvolené hladině významnosti (0,05) byla p hodnota vyšší. Srážková řada má normální rozdělení. Suma srážek by měla vzrůstat o 0,62679 mm za 100 let, trend není na zvolené hladině významnosti (0,05) nevýznamný.

b) kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem a klouzavým průměrem (pro 10 let) a obě metody srovnajte

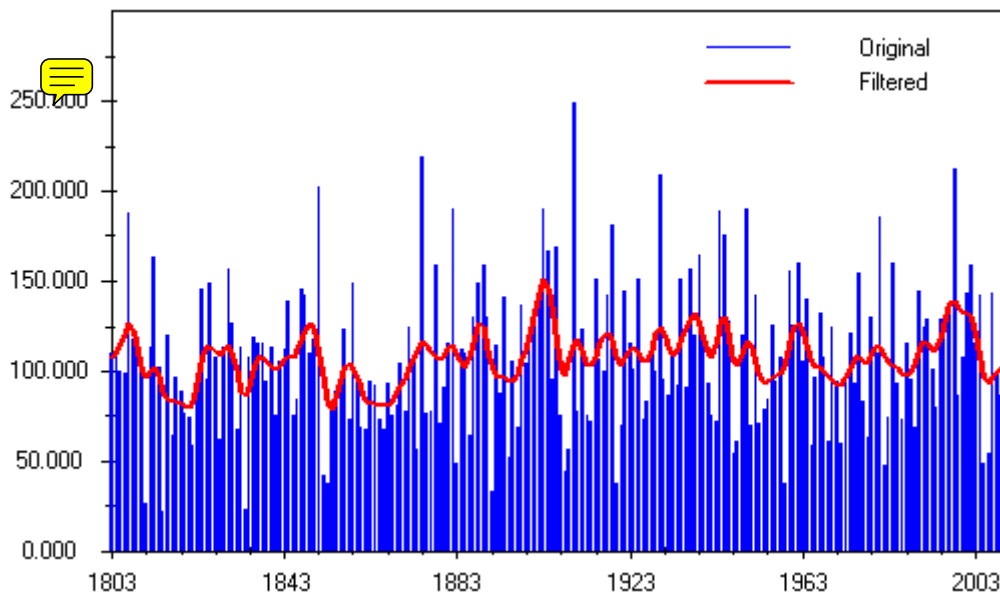


Obr. 1 Kolísání časové teplotní řady shlazené Gaussovým filtrem

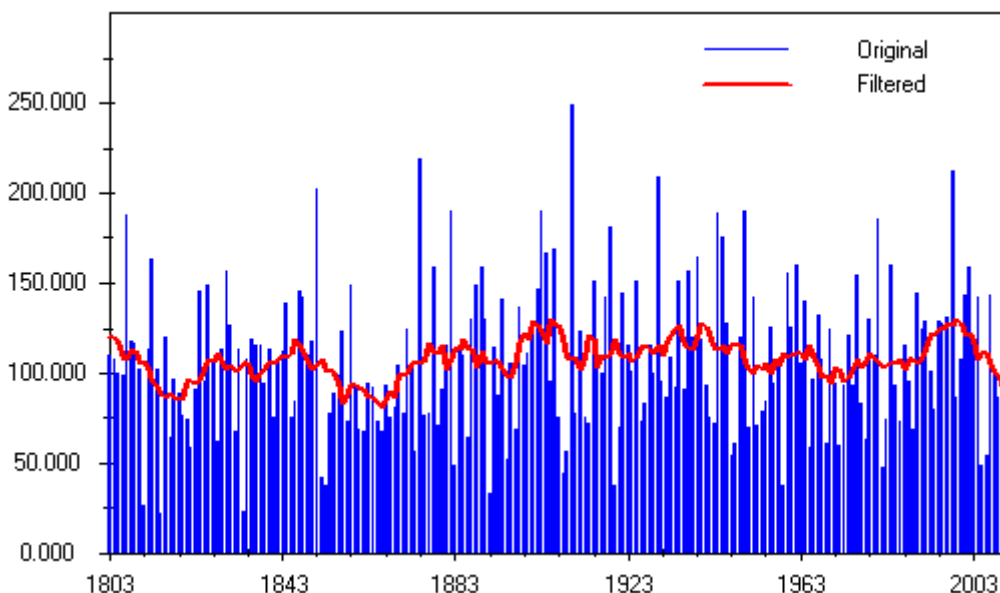


Obr. 2 Kolísání časové teplotní řady shlazené klouzavými průměry

Z časové řady shlazené Gaussovým filtrem pro teplotní řadu (viz obr. 1) je patrné, že mezi lety 1800–1840 a 1930–2010 teploty dosahovaly vyšších hodnot, než tomu bylo např. v období 1840–1930. Pro téměř celou první polovinu 19. století a od 30. let 20. století jsou tedy charakteristická teplejší období. Na obr. 2 je znázorněno kolísání časové teplotní řady, které bylo shlazené metodou klouzavých průměrů. Metoda klouzavých průměrů potlačila vyšší teplotní hodnoty v období 1800–1840. Pro období 1930–2010 zůstaly vyšší teplotní hodnoty pozorovatelné.



Obr. 3 Kolísání časové srážkové řady shlazené Gaussovým filtrem



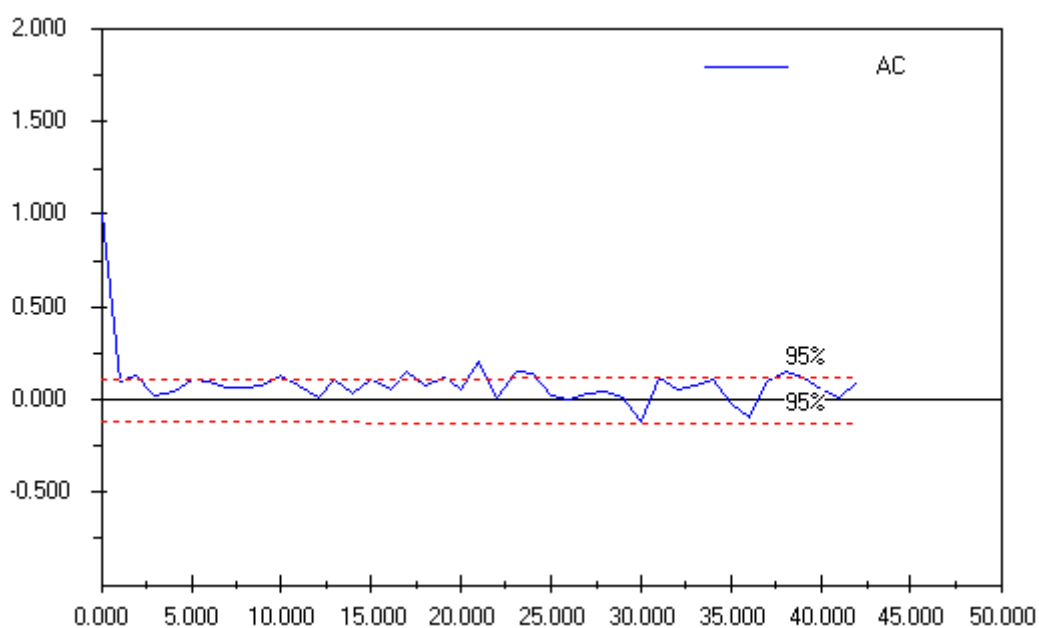
Obr. 4 Kolísání časové srážkové řady shlazené klouzavými průměry

U kolísání srážkové řady shlazené Gaussovým filtrem (viz obr. 3) je detekovatelné, že nejvlhčí období bylo kolem roku 1900. Podružná maxima se objevila kolem let 1805, 1850 a 2002. Před rokem 1900 byla zaznamenatelná sušší období, než v průběhu 20. století. Při znázornění kolísání časové řady srážek metodou klouzavých průměrů (viz obr. 4) byla maxima více zhlazena. Kupříkladu výrazné maximum kolem roku 1900 téměř zaniklo. Sušší období před rokem 1900 je stále dobře patrné.

c) koeficienty autokorelace

Tab. 3 Hodnoty koeficientu autokorelace pro teplotní řadu

Lag	Values	Lag	Values	Lag	Values
0	1,0000 <	14	0,03069	28	0,03996
1	0,09961	15	0,11049	29	0,01418
2	0,13578 <	16	0,05269	30	-0,12209
3	0,02646	17	0,15236 <	31	0,12016 <
4	0,04501	18	0,08032	32	0,05404
5	0,10697	19	0,12091 <	33	0,07746
6	0,10472	20	0,0521	34	0,11053
7	0,06412	21	0,20152 <	35	-0,02472
8	0,06197	22	0,01577	36	-0,09384
9	0,07536	23	0,14754 <	37	0,10322
10	0,12448 <	24	0,13903 <	38	0,15044 <
11	0,06934	25	0,02346	39	0,12165 <
12	0,01621	26	-0,00275	40	0,05561
13	0,10925	27	0,02851	41	0,01497
				42	0,10574

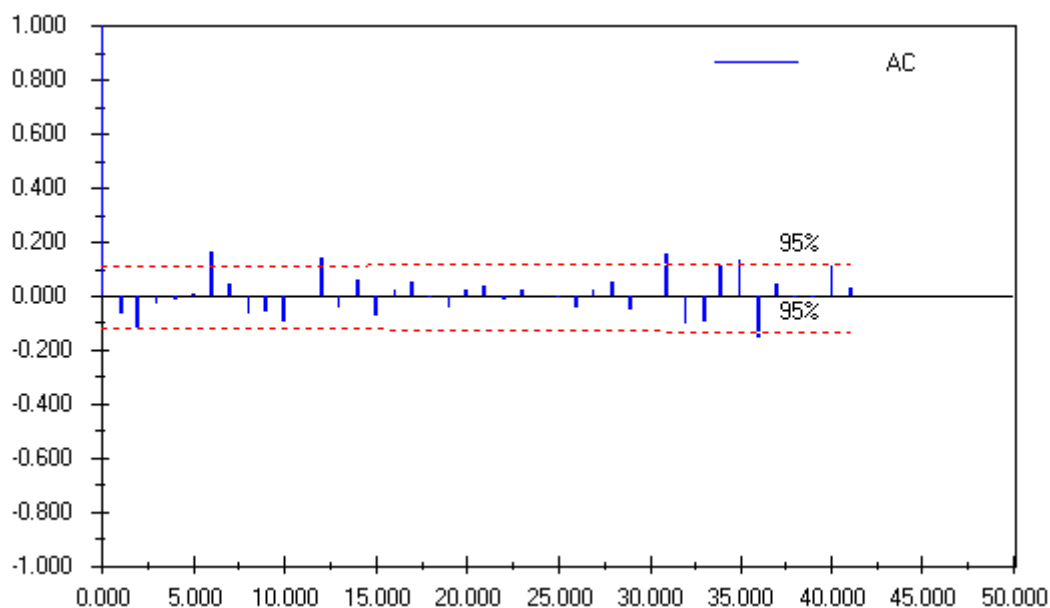


Obr. 5 Průběh autokorelační funkce pro teplotní řadu s vyznačením hladiny významnosti 95 %

Autokorelační funkce pro teplotní řadu (viz obr. 5) byla hodnocena na základě překročení 95 % meze spolehlivosti. Horní hodnota intervalu byla několikrát překročena. Perzistence byla mírně velká, nulová hodnota byla překročena dvakrát až v poslední třetině průběhu autokorelační funkce. Vzájemná závislosti po sobě jdoucích hodnot je vyšší. Protože nulová hodnota nebyla mnohokrát překročena, ve dvou třetinách průběhu autokorelační funkce se projevuje v analyzované řadě pravidelný cyklus.

Tab. 4 Hodnoty koeficientu autokorelace pro srážkovou řadu

Lag	Values	Lag	Values	Lag	Values
0	1,00000 <	14	0,06369	28	0,05400
1	-0,06762	15	-0,07147	29	-0,05008
2	-0,11600	16	0,02133	30	-0,00861
3	-0,02904	17	0,05436	31	0,15148 <
4	-0,01820	18	-0,00380	32	-0,10317
5	0,00844	19	-0,04215	33	-0,10241
6	0,16522 <	20	0,02149	34	0,11487
7	0,04109	21	0,03531	35	0,13680 <
8	-0,06978	22	-0,01651	36	-0,15088 <
9	-0,05681	23	0,01890	37	0,04370
10	-0,09267	24	-0,00776	38	-0,01656
11	0,00220	25	-0,01093	39	-0,10152
12	0,14194 <	26	-0,04580	40	0,11669
13	-0,04622	27	0,01983	41	0,03331



Obr. 6 Průběh autokorelační funkce pro srážkovou řadu s vyznačením hladiny významnosti 95 %

Autokorelační funkce pro srážkovou řadu (viz obr. 6) byla hodnocena na 95 % mezích spolehlivosti. Mez byla několikrát překročena. Perzistence byla malá, nulová hodnota byla opakovaně překračována. Po sobě jdoucí hodnoty měly vzájemnou závislost velmi malou. Jelikož byla nulová hodnota překračována, projevuje se v analyzované řadě nepravidelný cyklus.

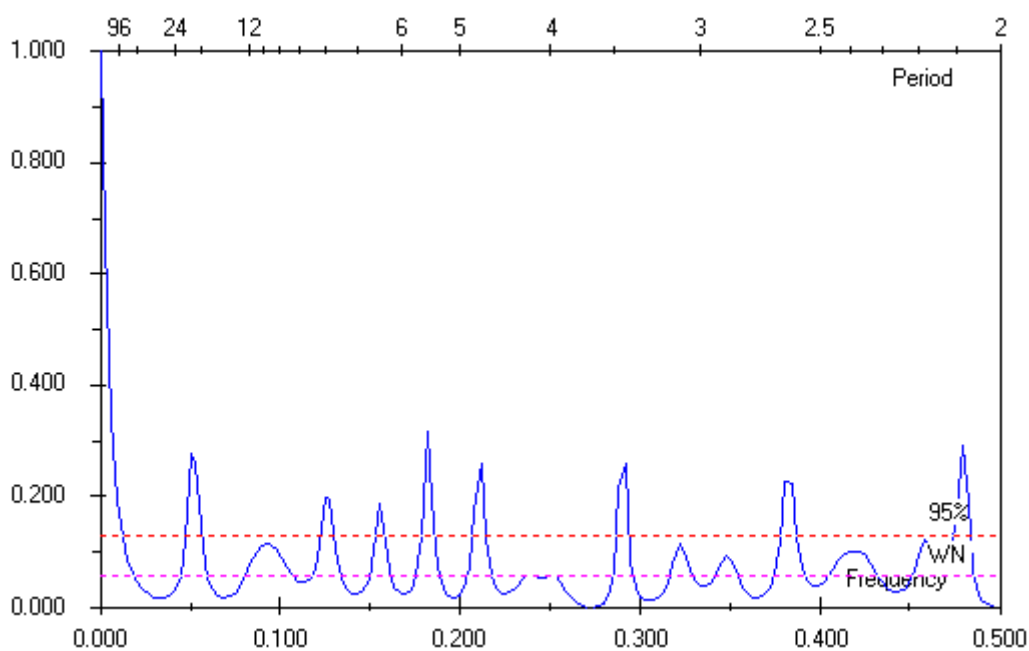
d) spektrální analýza (MESA) a testování statistické významnosti cyklů

Tab. 5 Spektrální analýza pro hodnoty teplotní řady

Frequencies	Values	Periods	Frequencies	Values	Periods	Frequencies	Values	Periods
0.00000	1,00000 <	0.00000	0.16964	0.02382	5.89474	0.33929	0.04500	2.94737
0.00298	0,66494 <	336.00000	0.17262	0.03082	5.79310	0.34226	0.05923	2.92174
0.00595	0,33910 <	168.00000	0.17560	0.05400	5.69492	0.34524	0.08090	2.89655
0.00893	0,19321 <	112.00000	0.17857	0.12788	5.60000	0.34821	0.09502	2.87180
0.01190	0.12425	84.00000	0.18155	0,31561 <	5.50820	0.35119	0.08072	2.84746
0.01488	0.08613	67.20000	0.18452	0,19374 <	5.41936	0.35417	0.05415	2.82353
0.01786	0.06175	56.00000	0.18750	0.07055	5.33333	0.35714	0.03492	2.80000
0.02083	0.04469	48.00000	0.19048	0.03346	5.25000	0.36012	0.02435	2.77686
0.02381	0.03255	42.00000	0.19345	0.02096	5.16923	0.36310	0.01965	2.75410
0.02679	0.02429	37.33333	0.19643	0.01791	5.09091	0.36607	0.01924	2.73171
0.02976	0.01922	33.60000	0.19940	0.02140	5.01493	0.36905	0.02327	2.70968
0.03274	0.01692	30.54546	0.20238	0.03436	4.94118	0.37202	0.03412	2.68800
0.03571	0.01740	28.00000	0.20536	0.07082	4.86957	0.37500	0.05923	2.66667
0.03869	0.02145	25.84615	0.20833	0,17574 <	4.80000	0.37798	0.11860	2.64567
0.04167	0.03171	24.00000	0.21131	0,25965 <	4.73239	0.38095	0,22576 <	2.62500
0.04464	0.05616	22.40000	0.21429	0.12545	4.66667	0.38393	0,22079 <	2.60465
0.04762	0.12086	21.00000	0.21726	0.05848	4.60274	0.38690	0.12355	2.58462
0.05060	0,27557 <	19.76471	0.22024	0.03489	4.54054	0.38988	0.07134	2.56489
0.05357	0,25777 <	18.66667	0.22321	0.02675	4.48000	0.39286	0.04915	2.54546
0.05655	0.11044	17.68421	0.22619	0.02606	4.42105	0.39583	0.04076	2.52632
0.05952	0.05235	16.80000	0.22917	0.03076	4.36364	0.39881	0.04016	2.50746
0.06250	0.03043	16.00000	0.23214	0.04013	4.30769	0.40179	0.04557	2.48889
0.06548	0.02158	15.27273	0.23512	0.05136	4.25317	0.40476	0.05662	2.47059
0.06845	0.01890	14.60870	0.23810	0.05790	4.20000	0.40774	0.07214	2.45256
0.07143	0.02040	14.00000	0.24107	0.05693	4.14815	0.41071	0.08779	2.43478
0.07440	0.02606	13.44000	0.24405	0.05368	4.09756	0.41369	0.09771	2.41727
0.07738	0.03709	12.92308	0.24702	0.05325	4.04819	0.41667	0.10084	2.40000
0.08036	0.05499	12.44444	0.25000	0.05613	4.00000	0.41964	0.10069	2.38298
0.08333	0.07857	12.00000	0.25298	0.05682	3.95294	0.42262	0.09889	2.36620
0.08631	0.10007	11.58621	0.25595	0.04675	3.90698	0.42560	0.09272	2.34965
0.08929	0.11105	11.20000	0.25893	0.02948	3.86207	0.42857	0.07930	2.33333
0.09226	0.11285	10.83871	0.26190	0.01546	3.81818	0.43155	0.06170	2.31724
0.09524	0.11018	10.50000	0.26488	0.00709	3.77528	0.43452	0.04602	2.30137
0.09821	0.10281	10.18182	0.26786	0.00268	3.73333	0.43750	0.03532	2.28571
0.10119	0.08882	9.88235	0.27083	0.00075	3.69231	0.44048	0.02966	2.27027
0.10417	0.07126	9.60000	0.27381	0.00065	3.65217	0.44345	0.02857	2.25503
0.10714	0.05620	9.33333	0.27679	0.00252	3.61290	0.44643	0.03228	2.24000
0.11012	0.04699	9.08108	0.27976	0.00766	3.57447	0.44940	0.04248	2.22517
0.11310	0.04454	8.84211	0.28274	0.02066	3.53684	0.45238	0.06268	2.21053
0.11607	0.05020	8.61539	0.28571	0.06042	3.50000	0.45536	0.09476	2.19608
0.11905	0.06891	8.40000	0.28869	0,21626 <	3.46392	0.45833	0.12178	2.18182
0.12202	0.11433	8.19512	0.29167	0,25692 <	3.42857	0.46131	0.11462	2.16774
0.12500	0,19642 <	8.00000	0.29464	0.08152	3.39394	0.46429	0.09094	2.15385
0.12798	0,19521 <	7.81395	0.29762	0.03325	3.36000	0.46726	0.07639	2.14013
0.13095	0.10262	7.63636	0.30060	0.01780	3.32673	0.47024	0.07723	2.12658
0.13393	0.05201	7.46667	0.30357	0.01244	3.29412	0.47321	0.09990	2.11321

Tab. 6 Spektrální analýza pro hodnoty teplotní řady – pokračování

0.13690	0.03121	7.30435	0.30655	0.01191	3.26214	0.47619	0,16832 <	2.10000
0.13988	0.02343	7.14894	0.30952	0.01538	3.23077	0.47917	0,28876 <	2.08696
0.14286	0.02303	7.00000	0.31250	0.02437	3.20000	0.48214	0,19036 <	2.07407
0.14583	0.02998	6.85714	0.31548	0.04327	3.16981	0.48512	0.06872	2.06135
0.14881	0.05015	6.72000	0.31845	0.07795	3.14019	0.48810	0.02632	2.04878
0.15179	0.10217	6.58824	0.32143	0.11225	3.11111	0.49107	0.01054	2.03636
0.15476	0,18710 <	6.46154	0.32440	0.10086	3.08257	0.49405	0.00379	2.02410
0.15774	0,14183 <	6.33962	0.32738	0.06938	3.05455	0.49702	0.00084	2.01198
0.16071	0.06743	6.22222	0.33036	0.04906	3.02703	0.50000	0.00000	2.00000
0.16369	0.03655	6.10909	0.33333	0.04004	3.00000			
0.16667	0.02539	6.00000	0.33631	0.03897	2.97345			



Obr. 7 Spektrogram MESA pro řadu teplot

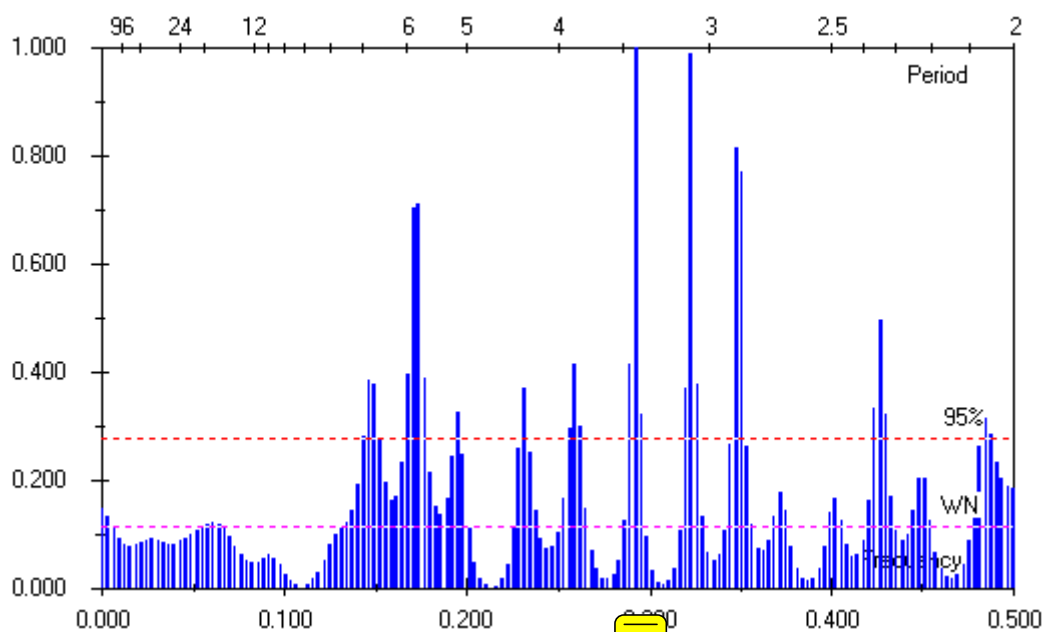
Z tab. 5 a obr. 7 vyplývá, že nejvíce statisticky významný cyklus (na hladině významnosti 0,05) má periodu 5,51 let. Druhý statisticky nejvýznamnější cyklus má periodu 5,42. Statisticky významné jsou dále cykly 2,09, 2,07 a 2,10 let; 19,76 a 18,67 let; 3,43 a 3,46 let; 4,73 a 4,80 let; 2,63 a 2,60 let; 8,00 a 7,81 let; 6,46 a 6,34 let. Hodnoty v tab. 5, které jsou žlutě podbarveny, byly dále využity v pásmové filtraci.

Tab. 7 Spektrální analýza pro hodnoty srážkové řady

Frequencies	Values	Periods	Frequencies	Values	Periods	Frequencies	Values	Periods
0.00000	0.14611	0.00000	0.16768	0,39476 <	5.96364	0.33537	0.04987	2.98182
0.00305	0.13544	328.00000	0.17073	0,70365 <	5.85714	0.33841	0.05993	2.95496
0.00610	0.11272	164.00000	0.17378	0,71292 <	5.75439	0.34146	0.10759	2.92857
0.00915	0.09204	109.33333	0.17683	0,38975 <	5.65517	0.34451	0.26505	2.90266
0.01220	0.07942	82.00000	0.17988	0.21630	5.55932	0.34756	0,81529 <	2.87719
0.01524	0.07519	65.60000	0.18293	0.15045	5.46667	0.35061	0,77094 <	2.85217
0.01829	0.07771	54.66667	0.18598	0.13772	5.37705	0.35366	0.26331	2.82759
0.02134	0.08418	46.85714	0.18902	0.16600	5.29032	0.35671	0.11811	2.80342
0.02439	0.09041	41.00000	0.19207	0.24300	5.20635	0.35976	0.07435	2.77966
0.02744	0.09234	36.44444	0.19512	0,32591 <	5.12500	0.36280	0.06772	2.75630
0.03049	0.08923	32.80000	0.19817	0.24767	5.04615	0.36585	0.08675	2.73333
0.03354	0.08413	29.81818	0.20122	0.11705	4.96970	0.36890	0.13268	2.71074
0.03659	0.08073	27.33333	0.20427	0.04813	4.89552	0.37195	0.17734	2.68853
0.03963	0.08114	25.23077	0.20732	0.01730	4.82353	0.37500	0.14365	2.66667
0.04268	0.08566	23.42857	0.21037	0.00395	4.75362	0.37805	0.07674	2.64516
0.04573	0.09311	21.86667	0.21341	0.00000	4.68571	0.38110	0.03600	2.62400
0.04878	0.10131	20.50000	0.21646	0.00331	4.61972	0.38415	0.01751	2.60318
0.05183	0.10824	19.29412	0.21951	0.01570	4.55556	0.38720	0.01232	2.58268
0.05488	0.11331	18.22222	0.22256	0.04487	4.49315	0.39024	0.01763	2.56250
0.05793	0.11723	17.26316	0.22561	0.11246	4.43243	0.39329	0.03612	2.54264
0.06098	0.12001	16.40000	0.22866	0.25721	4.37333	0.39634	0.07612	2.52308
0.06402	0.11925	15.61905	0.23171	0,37057 <	4.31579	0.39939	0.13916	2.50382
0.06707	0.11121	14.90909	0.23476	0.25356	4.25974	0.40244	0.16682	2.48485
0.07012	0.09534	14.26087	0.23780	0.14241	4.20513	0.40549	0.12281	2.46617
0.07317	0.07640	13.66667	0.24085	0.09136	4.15190	0.40854	0.07871	2.44776
0.07622	0.06024	13.12000	0.24390	0.07353	4.10000	0.41159	0.05880	2.42963
0.07927	0.04997	12.61539	0.24695	0.07705	4.04938	0.41463	0.06014	2.41177
0.08232	0.04624	12.14815	0.25000	0.10324	4.00000	0.41768	0.08621	2.39416
0.08537	0.04847	11.71429	0.25305	0.16689	3.95181	0.42073	0.15954	2.37681
0.08841	0.05466	11.31035	0.25610	0,29493 <	3.90476	0.42378	0,33443 <	2.35971
0.09146	0.05956	10.93333	0.25915	0,41591 <	3.85882	0.42683	0,49733 <	2.34286
0.09451	0.05575	10.58065	0.26220	0,30058 <	3.81395	0.42988	0,32121 <	2.32624
0.09756	0.04201	10.25000	0.26524	0.14678	3.77012	0.43293	0.16781	2.30986
0.10061	0.02566	9.93939	0.26829	0.06925	3.72727	0.43598	0.10580	2.29371
0.10366	0.01298	9.64706	0.27134	0.03424	3.68539	0.43902	0.08884	2.27778
0.10671	0.00566	9.37143	0.27439	0.01928	3.64444	0.44207	0.10096	2.26207
0.10976	0.00344	9.11111	0.27744	0.01613	3.60440	0.44512	0.14273	2.24658
0.11280	0.00617	8.86487	0.28049	0.02400	3.56522	0.44817	0.20324	2.23129
0.11585	0.01456	8.63158	0.28354	0.05026	3.52688	0.45122	0.20342	2.21622
0.11890	0.02999	8.41026	0.28659	0.12678	3.48936	0.45427	0.12718	2.20134
0.12195	0.05308	8.20000	0.28963	0,41223 <	3.45263	0.45732	0.06540	2.18667
0.12500	0.07979	8.00000	0.29268	1,00000 <	3.41667	0.46037	0.03362	2.17219
0.12805	0.10028	7.80952	0.29573	0,31982 <	3.38144	0.46341	0.01998	2.15790
0.13110	0.11065	7.62791	0.29878	0.09397	3.34694	0.46646	0.01755	2.14379
0.13415	0.12014	7.45455	0.30183	0.03227	3.31313	0.46951	0.02481	2.12987
0.13720	0.14238	7.28889	0.30488	0.01121	3.28000	0.47256	0.04468	2.11613

Tab. 8 Spektrální analýza pro hodnoty srážkové řady – pokračování

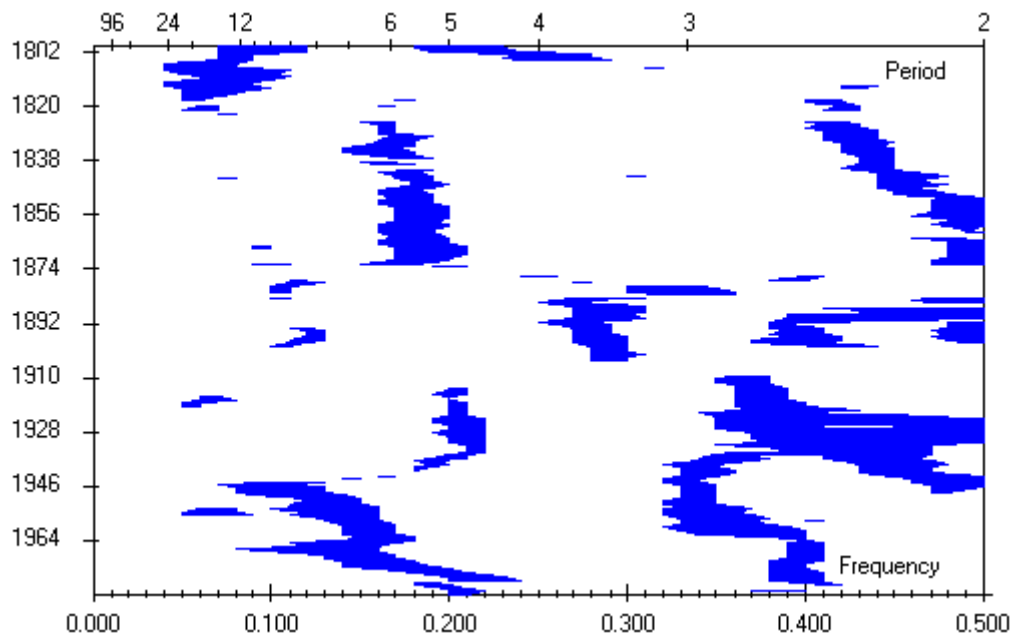
0.14024	0.19187	7.13044	0.30793	0.00604	3.24753	0.47561	0.08558	2.10256
0.14329	0,28238 <	6.97872	0.31098	0.01228	3.21569	0.47866	0.16083	2.08917
0.14634	0,38426 <	6.83333	0.31402	0.03563	3.18447	0.48171	0.26328	2.07595
0.14939	0,37648 <	6.69388	0.31707	0.10513	3.15385	0.48476	0,31637 <	2.06289
0.15244	0.27485	6.56000	0.32012	0,36749 <	3.12381	0.48780	0,28455 <	2.05000
0.15549	0.19647	6.43137	0.32317	0,98964 <	3.09434	0.49085	0.23515	2.03727
0.15854	0.16394	6.30769	0.32622	0,37557 <	3.06542	0.49390	0.20296	2.02469
0.16159	0.17228	6.18868	0.32927	0.13234	3.03704	0.49695	0.18768	2.01227
0.16463	0.23283	6.07407	0.33232	0.06657	3.00917	0.50000	0.18342	2.00000



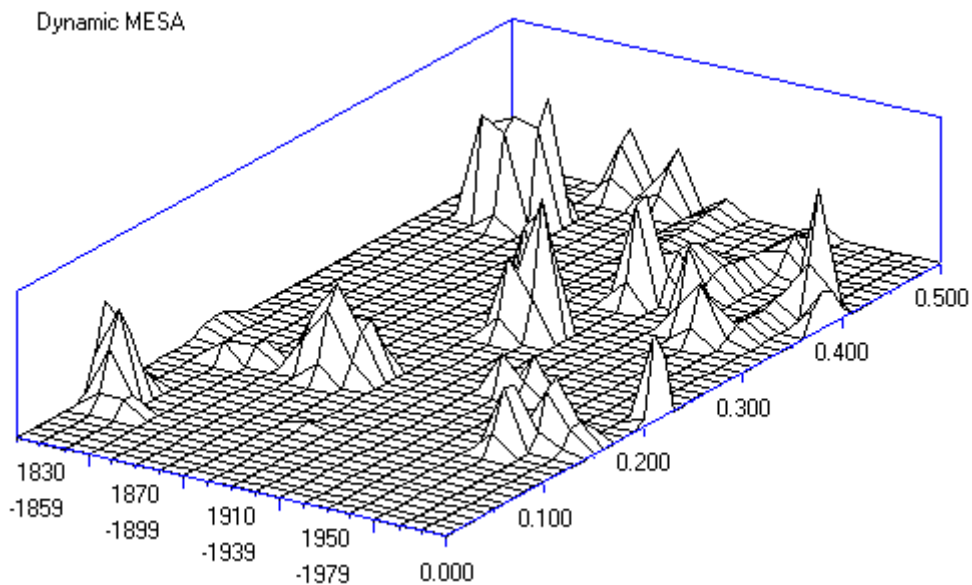
Obr. 8 Spektrogram MESA pro řadu srážek

Podle tab. 6 a obr. 8 má nejvýraznější cyklus periodu 3,42 let na hladině významnosti 0,05. Druhý nejvýznamnější cyklus má periodu 3,09 let. Další statisticky významné cykly mají periodu 2,88 a 2,85; 5,75 a 5,85; 2,34; 3,85; 3,45; 5,96 a 5,66; 6,83 a 6,69; 3,07 a 3,12; 4,32; 2,36; 5,13; 2,33; 3,38; 2,06; 3,81 a 3,90; 2,05; 6,98 let. Žlutě podbarvené hodnoty v tab. 6 byly dále použity pro pásmovou filtraci.

e) dynamická MESA

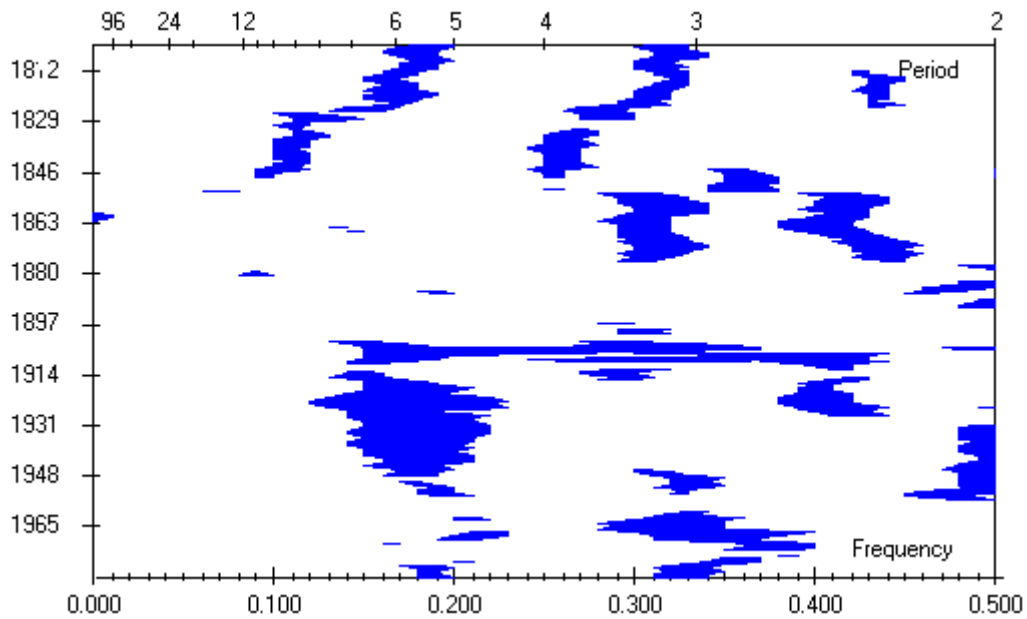


Obr. 9 Dynamická MESA 2D (významné cykly) pro teplotní řadu

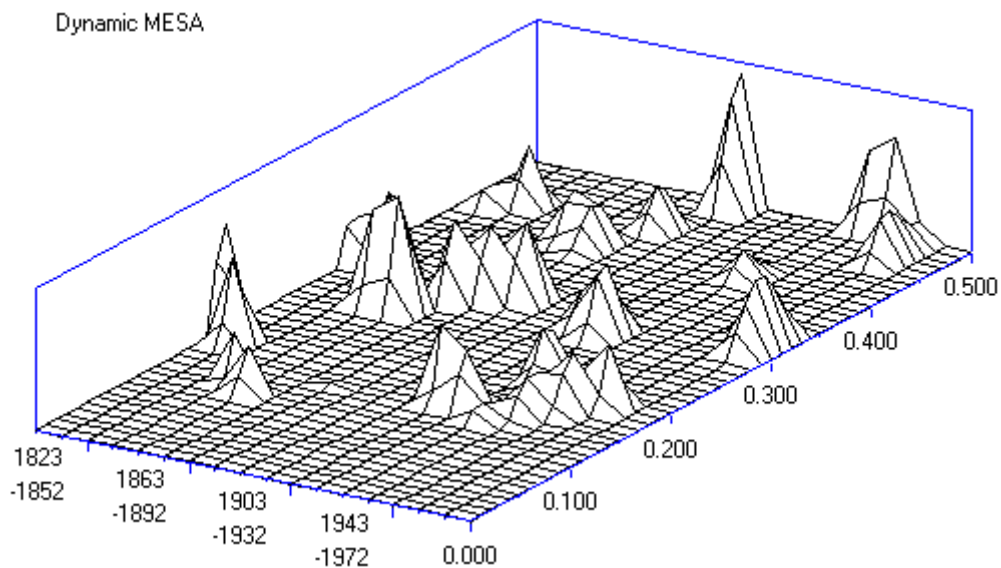


Obr. 10 Dynamická MESA 3D (významné cykly) pro teplotní řadu

Obr. 9 a obr. 10 znázorňují rozsah statisticky významných period pro teplotní řadu v čase. Z grafů je zřejmé, že zde není stabilní cyklus. Statisticky nejvýznamnější cyklus se objevuje v periodě přibližně 2–3 roky v období 1910 až 1980. Statisticky významný cyklus je zaznamatelný v periodě asi 4–15 let během období 1946 až 1978. Mezi statisticky významné cykly dále patří přibližně 2,75letá perioda v období 1885 až 1900.



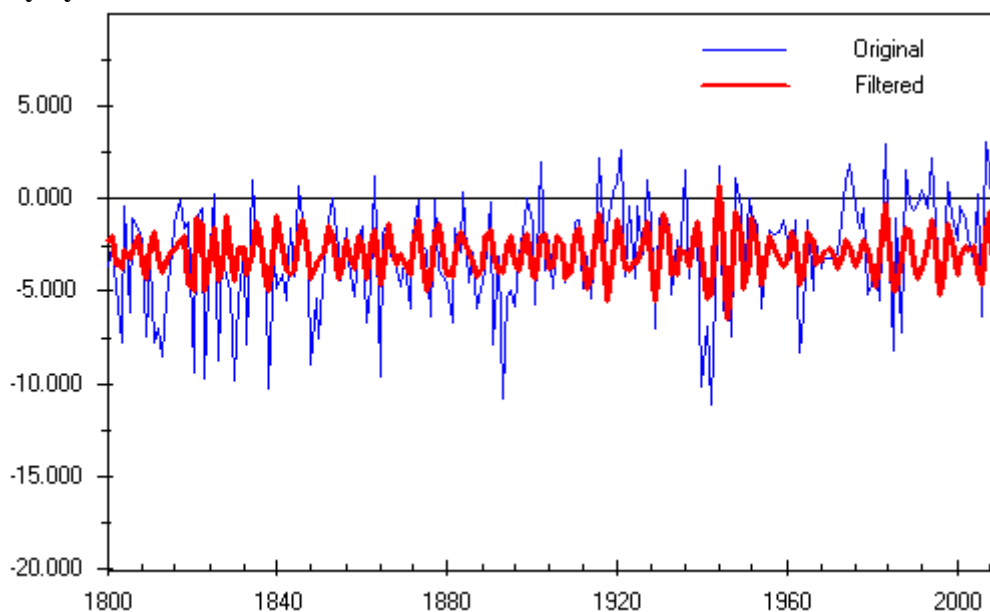
Obr. 11 Dynamická MESA 2D (významné cykly) pro srážkovou řadu



Obr. 12 Dynamická MESA 3D (významné cykly) pro srážkovou řadu

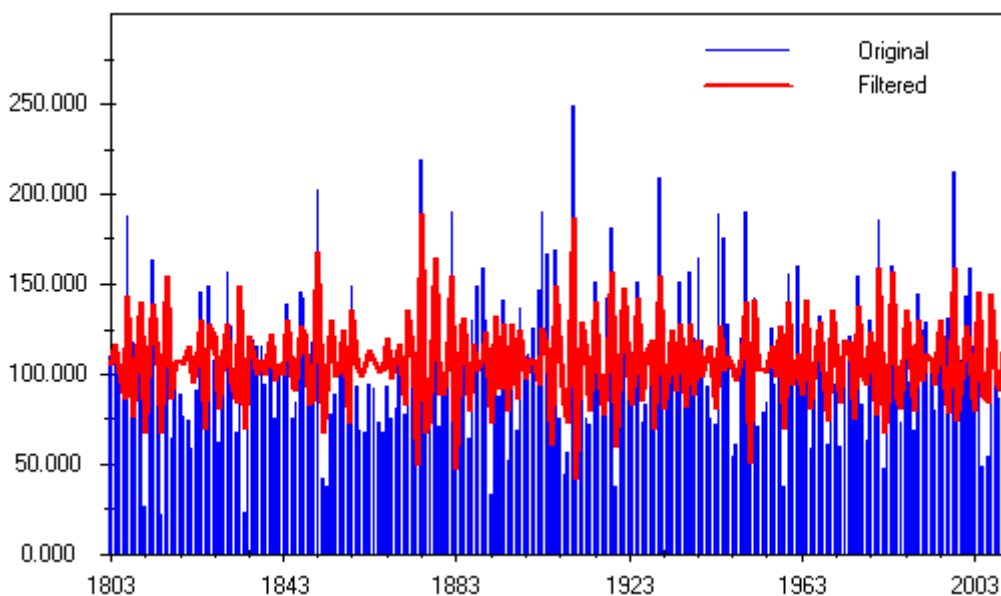
Z obr. 11 a obr. 12 jsou viditelné statisticky významné periody pro srážkovou řadu. Velice stabilní cykly zde nejsou patrné. Nejvíce statisticky významný cyklus má periodu přibližně 2,4 až 8 let v období 1900–1910. Další statisticky významný cyklus osciluje přibližně v intervalu 4,5 až 9 let během období 1914–1948. Mezi statisticky významné cykly patří i cyklus s periodou asi 2,5–3,5 let v období 1960 až 1975.

f) pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus, příp. jiný statisticky významný cyklus



Obr. 13 Pásmová filtrace teplotní řady pro statisticky nejvýznamnější cyklus (5,51 let)

Perioda (5,51 let) je pásmovou filtrací zesilována, dochází k potlačení jiných period. Zároveň je tím umožněno detailní studium této periody. Nejvýznamnější výkyvy jsou rozpoznatelné pro období 1940–1950. Další významnější výkyvy jsou viditelné za období 1980–2010. Nejméně rozkolísaná období jsou 1960–1980 a 1900–1910.



Obr. 14 Pásmová filtrace srážkové řady pro statisticky nejvýznamnější cyklus (3,42 let)

Prostřednictvím pásmové filtrace dochází k zesilování periody (3,42 let) a k potlačení jiných period. Tímto způsobem je možné periodu lépe studovat. Výkyvy jsou nejvýznamnější přibližně v obdobích 1873–1880 a 1903–1920. Naopak nejméně rozkolísaným obdobím jsou roky v rozmezí 1920–1925. Dalším málo rozkolísaným období jsou roky 1863–1873.

Závěr

Teplotní a srážková řada pro Brno (SON) byly analyzovány v programu AnClim. Po provedení Kolmogorov-Smirnovova testu bylo ověřeno, že p hodnoty obou řad jsou na zvolené hladině významnosti (0,05) vyšší. Tím byla prokázána normalita rozdělení. Po shlazení teplotní řady Gaussovým filtrem byla zjištěna teplá období v letech 1800–1840 a 1930–2010. U srážkové řady byla při shlazení Gaussovým filtrem zaznamenatelné sušší období v 19. století, než ve 20. století. Při vykreslení autokorelační funkce pro teplotní i srážkovou řadu bylo zjištěno překročení 95 % mezi významnosti. U teplotní řady byl při spektrální analýze zjištěn statisticky nejvýznamnější cyklus s periodou 5,51 let. Pro srážkovou řadu byl detekován statisticky nejvýznamnější cyklus s periodou 3,42 let. Při dynamické MESA analýze pro teplotní řadu byl pozorován statisticky nejvýznamnější cyklus s periodou 2 až 3 roky v období 1910–1980. U srážkové řady byl statisticky nejvýznamnější cyklus zaznamenán s periodou 2,4 až 8 let pro období 1900–1910. U teplotní řady byl při použití pásmové filtrace pozorován nejvýznamnější výkyv za období 1940–1950. U srážkové řady byly zjištěny nejvýznamnější výkyvy v letech 1873–1880 a 1903–1920.

Data

Studijní materiály – Cvičení 2 (cv2_data.rar)