

ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD

Zadání: S využitím softwaru AnClim proveďte statistickou analýzu podzimní srážkové řady Čech v období 1876-2003. 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.

a) Základní statistické charakteristiky

Statistical Characteristics for Single Series: Autumn

> Cechy_srazky_mes.txt (1876-2003) :

Length of the Series : 128

Arithmetic Mean : 148.945313

Standard Deviation : 45.040543

Variance : 2028.650529

Coefficient of Variance: 30.2397%

Coefficient of Skew : 0.404232

Coefficient of Kurtosis : 0.163320

Maximal Value : 273.000 (1998)

Minimal Value : 41.000 (1959)

1st Quartile (25%) : 118.000

Median : 143.000

3rd Quartile (75%) : 177.000

Outliers : 1998 (273.000),

Extremes : /

Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution: D=0.08685 (p=0.28915, O.K.)

Linear Regression Model (x=Time):

($y=b_0+b_1*x$): $y = 154.297736 - 0.082983*x$

T-test for Coefficient b1 : T=-0.76895 >? --

1.97875 (95%)

: (NON significant)

Trend /10 years: -0.82983

Index of Determination (Correlation): 0.004671 (0.068343)

Variance (Residuals+Estimates=Total) : 2003.400271+9.401426=2012.801697

Tests of Randomness (general):

Serial Correlation Coefficient r1 :

: $r_1 = -0.14643 <? r_1(Tg_{95\%}) = 0.13752$ (O.K.)

Von Neumann Ratio V :

: $V = 2.30138 >? V(Tg_{95\%}) = 1.72496$ (O.K.)

Test of Randomness (against Trend):

Spearman Rank Statistic rs :

: $rs = -0.06917, t = -0.77824 <? T_{krit_{97.5\%}} = 1.97875$ (O.K.)

: Degrees of Freedom: 126

Mann-Kendall Rank Statistic :

: $t = -0.04847 <? T_{krit_{95\%}} = 0.11707$ (O.K.)

Confidence Intervals 95% :

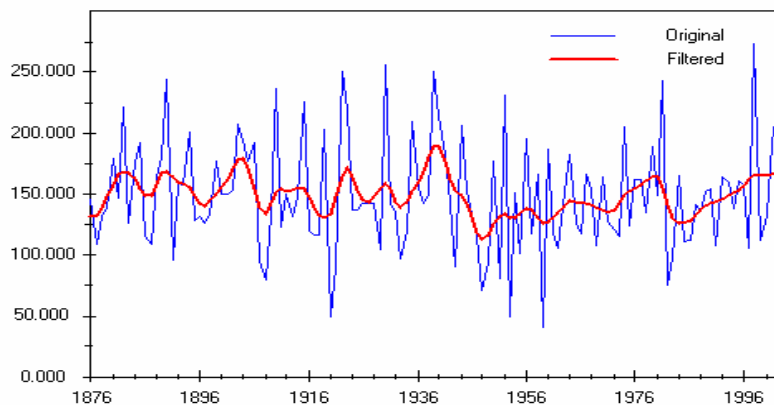
Arithm. Mean: (141.14244 , 156.74819)

Standard Dev.: (40.99919 , 50.29177)

(Statistics are estimations of parameters of population) :

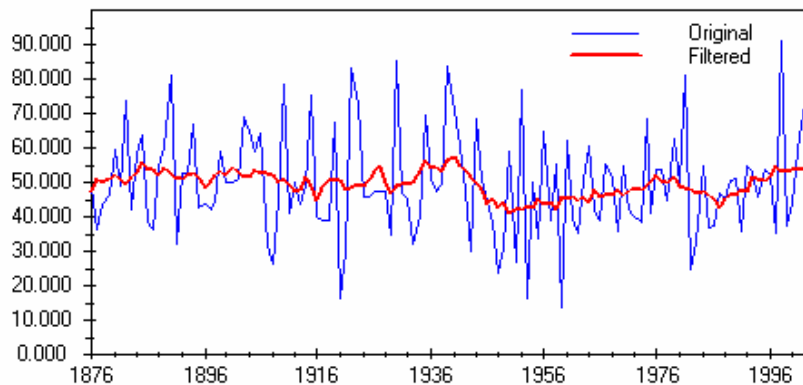
Závěr: Podzimní suma srážek by měla klesat přibližně o 8,3 mm na 100 let, čímž je trend statisticky nevýznamný.

b) Kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem a klouzavým průměrem



Graf 1. Kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem

Závěr: Z grafu vyplývá, že na přelomu 19. a 20. st. a kolem roku 1940 byly výrazně vlhčí období (v rámci křivky shlazené pomocí Gaussova filtru) než v na počátku řady koncem 70. let 19. stol. a ve 40. a 80. letech 20. století (výrazná období sucha).

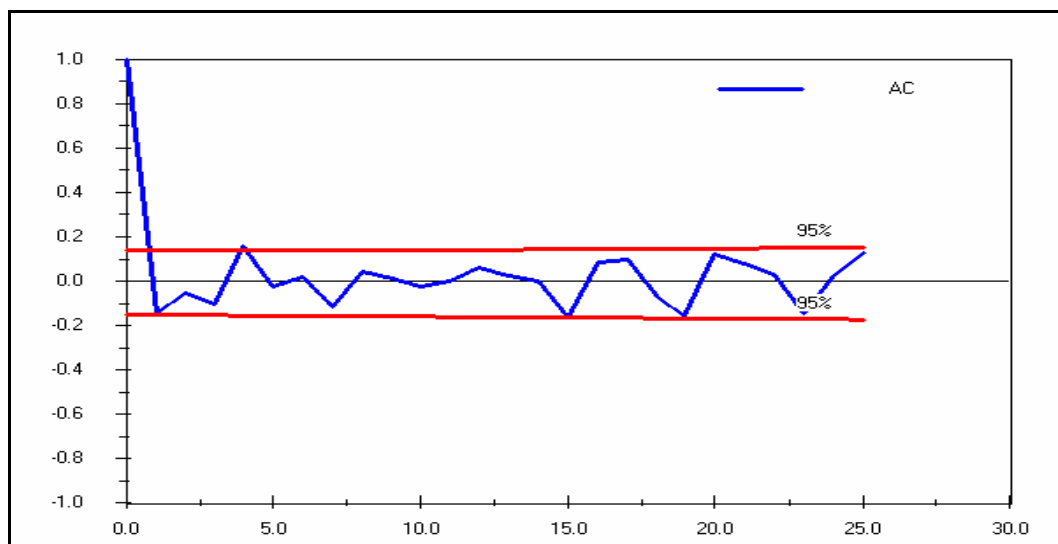


Graf 2. Kolísání časové řady shlazené klouzavými průměry

Závěr: Shlazení s využitím metody klouzavých průměrů výrazněji zgeneralizovalo kolísání řady než předchozí metoda. Maximum z přelomu 19. a 20. st. dokonce zcela zaniklo. Ostatní výše popsané extrémní sice zůstali zachováni, ale jsou mnohem hůře „čitelné“.

c) Koefficient autokorelace

Lag + Values	8 : 0.04443	17 : 0.10010
0 : 1.00000 <	9 : 0.01083	18 : -0.07582
1 : -0.14697	10 : -0.01995	19 : -0.15657
2 : -0.05483	11 : -0.00218	20 : 0.11944
3 : -0.10304	12 : 0.06032	21 : 0.08033
4 : 0.15965 <	13 : 0.02587	22 : 0.03175
5 : -0.02078	14 : 0.00159	23 : -0.14335
6 : 0.01478	15 : -0.16097	24 : 0.02714
7 : -0.11694	16 : 0.08311	25 : 0.12459



Graf 3. Průběh autokorelační fce s vyznačením hladiny významnosti 95 %

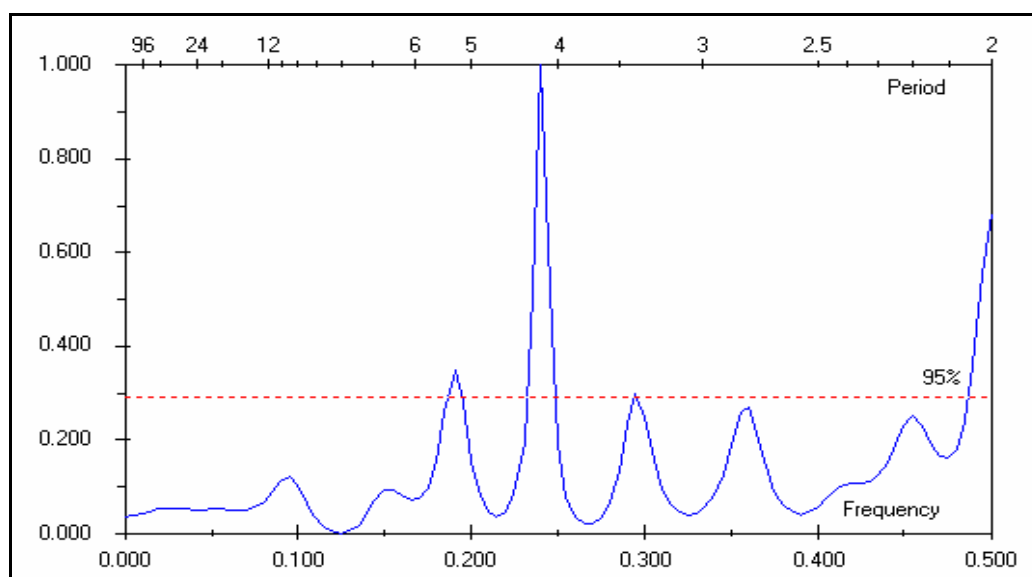
Závěr: Pro hodnocení autokorelační fce v čase jsou důležité 95% meze spolehlivosti. Tato mez byla jednou nepatrně překročena a v několika případech se jí autokorelační fce velmi přiblížila. Perzistence je však velmi malá, protože nulovou hodnotu křivka překračuje již v prvním kroku, a proto vzájemná závislost po sobě jdoucích hodnot řady je velmi malá. V grafu je také několikrát překročena nulová hodnota, což znamená, že v analyzované řadě se projevuje nepravidelný cyklus.

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

Frequencies + Values + Periods

0.00000	: 0.03814	;	0.000000	0.17000	: 0.07383	;	5.882353	0.34000	: 0.08260	;	2.941176
0.00500	: 0.03953	;	200.000000	0.17500	: 0.09806	;	5.714286	0.34500	: 0.12633	;	2.898551
0.01000	: 0.04322	;	100.000000	0.18000	: 0.15551	;	5.555556	0.35000	: 0.19074	;	2.857143
0.01500	: 0.04790	;	66.666667	0.18500	: 0.25966	;	5.405405	0.35500	: 0.25787	;	2.816901
0.02000	: 0.05179	;	50.000000	0.19000	: 0.34919	<	5.263158	0.36000	: 0.27197	;	2.777778
0.02500	: 0.05356	;	40.000000	0.19500	: 0.27884	;	5.128205	0.36500	: 0.21456	;	2.739726
0.03000	: 0.05323	;	33.333333	0.20000	: 0.15540	;	5.000000	0.37000	: 0.14214	;	2.702703
0.03500	: 0.05201	;	28.571429	0.20500	: 0.08155	;	4.878049	0.37500	: 0.08997	;	2.666667
0.04000	: 0.05120	;	25.000000	0.21000	: 0.04761	;	4.761905	0.38000	: 0.05929	;	2.631579
0.04500	: 0.05131	;	22.222222	0.21500	: 0.03788	;	4.651163	0.38500	: 0.04408	;	2.597403
0.05000	: 0.05186	;	20.000000	0.22000	: 0.04831	;	4.545455	0.39000	: 0.03999	;	2.564103
0.05500	: 0.05188	;	18.181818	0.22500	: 0.08792	;	4.444444	0.39500	: 0.04482	;	2.531646
0.06000	: 0.05093	;	16.666667	0.23000	: 0.19580	;	4.347826	0.40000	: 0.05727	;	2.500000
0.06500	: 0.04986	;	15.384615	0.23500	: 0.51069	<	4.255319	0.40500	: 0.07508	;	2.469136
0.07000	: 0.05074	;	14.285714	0.24000	: 1.00000	<	4.166667	0.41000	: 0.09317	;	2.439024
0.07500	: 0.05615	;	13.333333	0.24500	: 0.52032	<	4.081633	0.41500	: 0.10491	;	2.409639
0.08000	: 0.06841	;	12.500000	0.25000	: 0.19108	;	4.000000	0.42000	: 0.10805	;	2.380952
0.08500	: 0.08842	;	11.764706	0.25500	: 0.07853	;	3.921569	0.42500	: 0.10750	;	2.352941
0.09000	: 0.11131	;	11.111111	0.26000	: 0.03560	;	3.846154	0.43000	: 0.11069	;	2.325581
0.09500	: 0.12090	;	10.526316	0.26500	: 0.02014	;	3.773585	0.43500	: 0.12357	;	2.298851
0.10000	: 0.10219	;	10.000000	0.27000	: 0.02034	;	3.703704	0.44000	: 0.15003	;	2.272727
0.10500	: 0.06652	;	9.523810	0.27500	: 0.03483	;	3.636364	0.44500	: 0.18999	;	2.247191
0.11000	: 0.03451	;	9.090909	0.28000	: 0.06897	;	3.571429	0.45000	: 0.23182	;	2.222222
0.11500	: 0.01352	;	8.695652	0.28500	: 0.13453	;	3.508772	0.45500	: 0.24926	;	2.197802
0.12000	: 0.00264	;	8.333333	0.29000	: 0.23475	;	3.448276	0.46000	: 0.22937	;	2.173913
0.12500	: 0.00000	;	8.000000	0.29500	: 0.30015	<	3.389831	0.46500	: 0.19344	;	2.150538
0.13000	: 0.00501	;	7.692308	0.30000	: 0.24685	;	3.333333	0.47000	: 0.16656	;	2.127660
0.13500	: 0.01842	;	7.407407	0.30500	: 0.15726	;	3.278689	0.47500	: 0.15998	;	2.105263
0.14000	: 0.04119	;	7.142857	0.31000	: 0.09575	;	3.225806	0.48000	: 0.17996	;	2.083333
0.14500	: 0.07000	;	6.896552	0.31500	: 0.06149	;	3.174603	0.48500	: 0.23835	;	2.061856
0.15000	: 0.09126	;	6.666667	0.32000	: 0.04457	;	3.125000	0.49000	: 0.35885	<	2.040816
0.15500	: 0.09180	;	6.451613	0.32500	: 0.03914	;	3.076923	0.49500	: 0.55422	<	2.020202
0.16000	: 0.07931	;	6.250000	0.33000	: 0.04298	;	3.030303	0.50000	: 0.68494	<	2.000000
0.16500	: 0.07007	;	6.060606	0.33500	: 0.05652	;	2.985075				

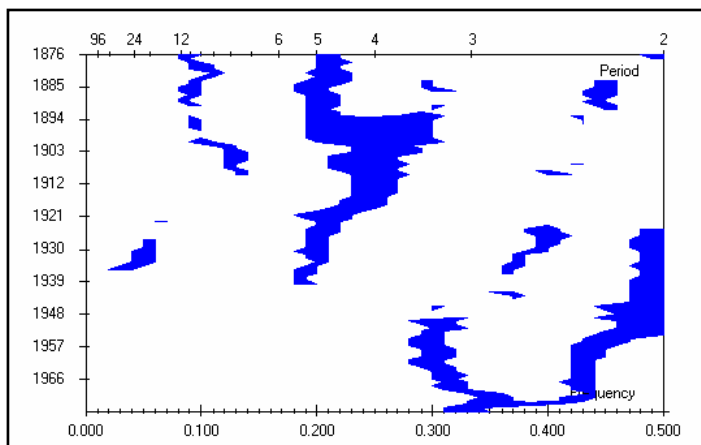
Mark "<" is used where the value exceeds 95%



Graf 4. Spekrogram MESA

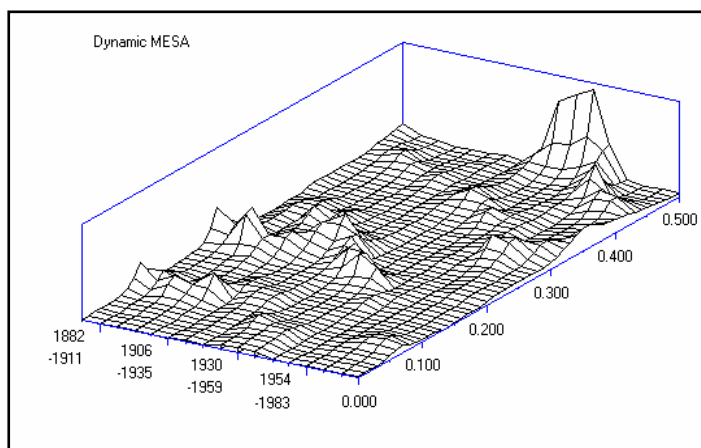
Závěr: Z grafu i tabulky je patrný nejvýznamnější cyklus v periodě přibližně 4,17 a 4,08 let a zhruba 2-letý cyklus. Další statisticky významné cykly mají periodu 4,26 a 5,26 let.

e) Dynamická MESA



Graf 5. Dynamická MESA 2D (významné cykly)

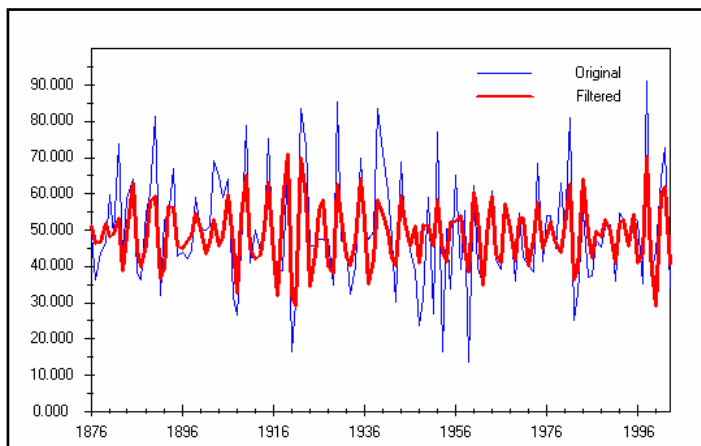
Závěr: Graf zobrazuje rozsah statisticky významných period a jejich vývoj v čase. Z grafu je patrné, že zde není žádný velice stabilní cyklus. Dalo by se říci, že významnější cyklus osciluje v rozmezí 4-5 let v období 1876-1939. Další cykly se dají vypočítat v letech 1948-1966 (asi 3,5 lety) a v letech 1925-1950 (asi 2,2 lety).



Graf 6. Dynamická MESA 3D (pouze významné cykly)

Závěr: Graf potvrzuje stejné rozložení významnějších cyklů jako v metodě MESA 2D.

f) Pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus



Graf 7. Pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus (4,17 let)

Závěr: Pásmová filtrace maximálně zesiluje zkoumanou periodu a potlačuje tak ostatní. Tím umožňuje její detailní studium. Nejvýznamnější jsou výkyvy v letech zhruba 1908-1936. Další významné výkyvy jsou na konci sledovaného období (1996-2003). Nejméně rozkolísané období je zhruba v letech 1896-1908.