

ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD

cv_2

Zadání:

S využitím softwaru AnClim proveďte statistickou analýzu srážkové a teplotní řady v zimě za období 1857 – 2010.


SRÁZKY

 **Základní statistické charakteristiky**

Statistical Characteristics for Single Series: Winter
> opava_precip.txt (1857-2010) :

Length of the Series : 153 (1 value(s) missing)

Arithmetic Mean : 23.118083

Standard Deviation : 8.997717

Variance : 80.958903

Coefficient of Variance: 38.9207%

Coefficient of Skew : 0.382144

Coefficient of Kurtosis : -0.162147

Maximal Value : 52.600 (1977)

Minimal Value : 5.767 (1884)

1st Quartile (25%) : 16.075

Median : 22.867

3rd Quartile (75%) : 28.558

Outliers : 1977 (52.600),

Extremes : /

:

Kolmogorov-Smirnov test for Normal
Distribution:

: D= 0.05857 (p=0.67013, O.K.)

:

Linear Regression Model (x=Time):

(y=b0+b1*x): y = 22.860644+0.003343*x

T-test for Coefficient b1 : T=0.20236 <
1.97562 (95%)

: (NON significant)

Trend /10 years: 0.03343

Index of Determination (Correlation):

0.000271 (0.016465)

Variance (Residuals+Estimates=Total) :

80.407955+0.021805=80.429760

:

Tests of Randomness (general):

Serial Correlation Coefficient r1 :

: r1 = -0.05570 <? r1(Tg_95%) = 0.12641
(O.K.)

Von Neumann Ratio V :

: V = 2.07258 >? V(Tg_95%) = 1.74718
(O.K.)

:

Test of Randomness (against Trend):

Spearman Rank Statistic rs :

: rs = -0.01859, t = -0.22846 <? Tkrit_97.5%
= 1.97562 (O.K.)

: Degrees of Freedom: 151

Mann-Kendall Rank Statistic :

: t = -0.01428 <? Tkrit_95% = 0.10685 (O.K.)

:

Confidence Intervals 95% :

Arithm. Mean: (21.69234 , 24.54383)

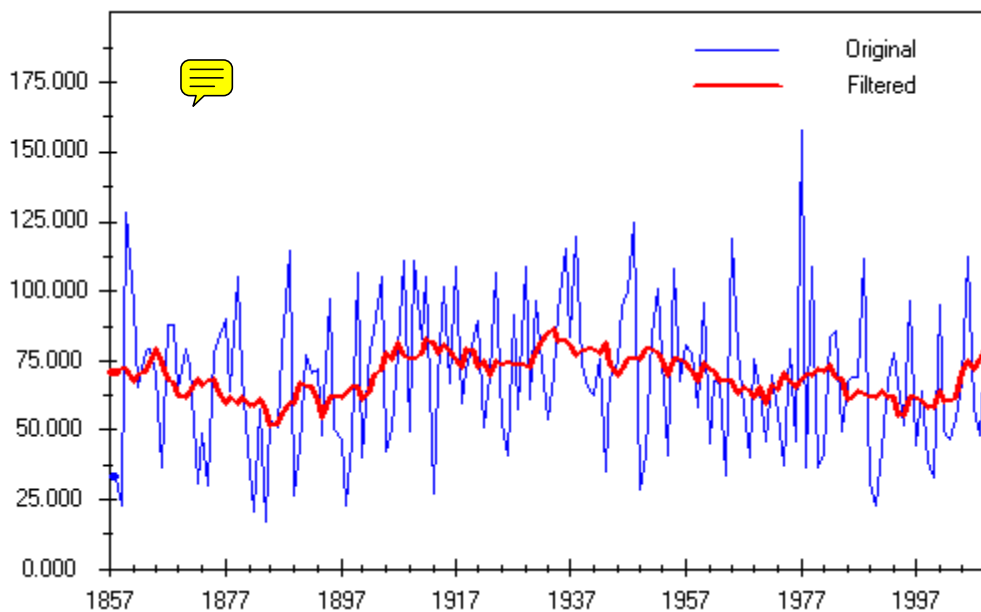
:

(Statistics are estimations of parameters of population) :

(Source: Like, 1983)

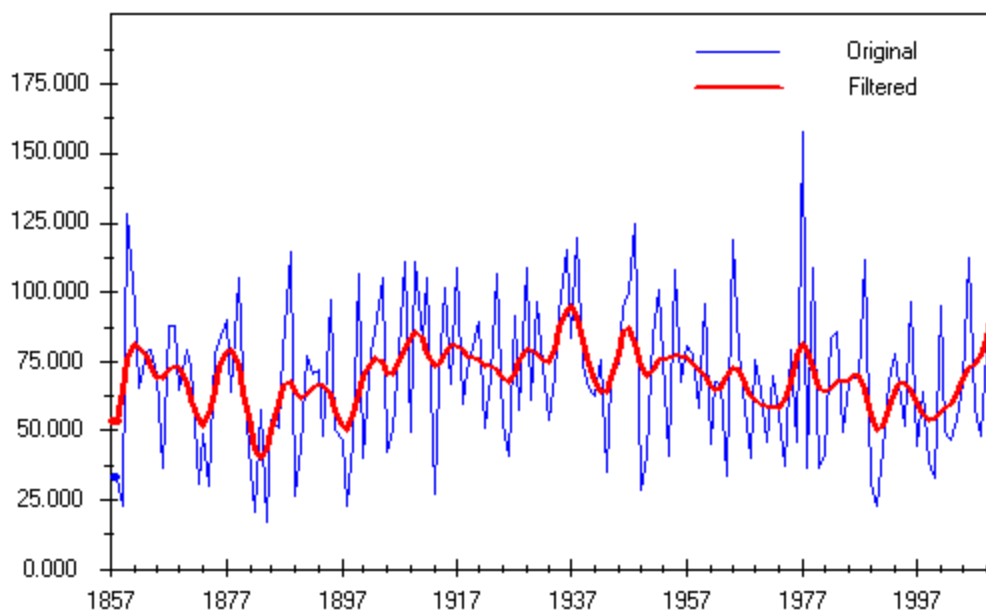
Zimní suma srážek podle vypočtených statistických charakteristik by měla stoupat o 0,3 mm za 100 let. Trend je tudíž statisticky nevýznamný.

b) Kolísání časové řady shlazené klouzavými průměry a Gaussovým filtrem



Obr. 1 Kolísání časové řady shlazeného klouzavými průměry

Jak lze pozorovat shlazení klouzavými průměry výrazně generalizuje kolísání dané řady. Extrémy jsou méně čitelné.



Obr. 2 Kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem

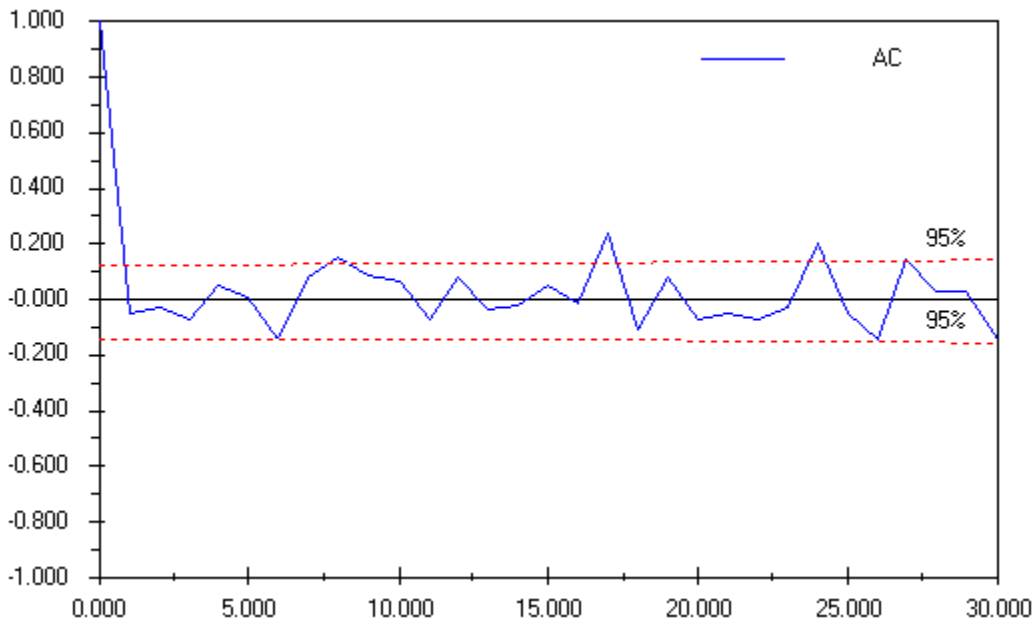


Jak lze pozorovat, díky danému filtru je řada shlazená, nicméně, stále lze pozorovat maxima. Extrémní hodnoty jsou více čitelné oproti předchozímu shlazení dané řady.

c) Koeficient autokorelace

Lag + Values

0 : 1.00000 <	11 :	-0.06938	22 :	-0.06756	
1 :	-0.05480	12 :	0.08024	23 :	-0.03286
2 :	-0.03150	13 :	-0.03613	24 : 0.20090 <	
3 :	-0.07364	14 :	-0.02327	25 :	-0.04703
4 :	0.04804	15 :	0.04737	26 :	-0.14184
5 :	0.01268	16 :	-0.01494	27 : 0.14776 <	
6 : -0.14368 <	17 : 0.23526 <	18 :	-0.10598	28 :	0.02703
7 :	0.07650	19 :	0.07991	29 :	0.03021
8 : 0.15398 <	20 :	-0.07036	30 :	-0.14210	
9 :	0.08919	21 :	-0.04725		
10 :	0.06884				



Obr. 3 Průběh autokorelační funkce s vyznačením hladiny významnosti 95%

Jak lze pozorovat výše, pro hodnocení autokorelace je důležitá 95% mez spolehlivosti. Jak jde v grafu vidět, tato mez byla několikrát překročena. Jedná se o pětinasobné překročení. V dalších případech se křivka velmi přibližuje nebo přímo dotýká této meze. U křivky lze také pozorovat, že se nejedná o žádnou stálost, neboť nulová hodnota je v několika místech překročena. Vzájemná závislost po sobě jdoucích hodnot je tedy velmi malá. V grafu i v tabulce lze pozorovat několikanásobný nepravidelný cyklus.

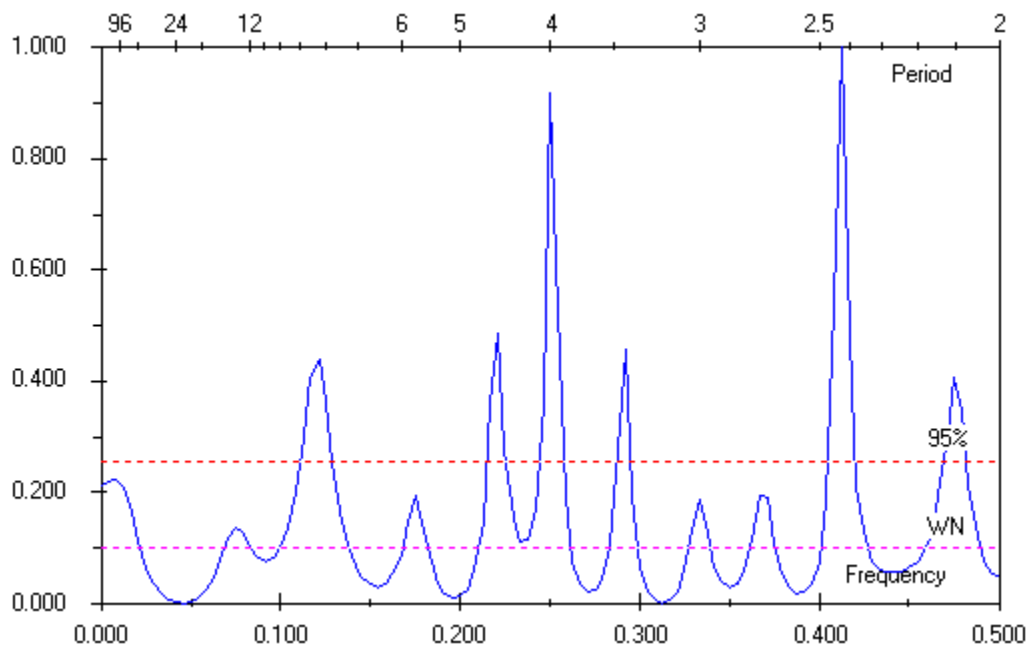
d) Spektrální analýza (MESA) a testování statistické významnosti cyklů

Frequencies + Values + Periods

0.00000 : 0.21407 ; 0.000000	0.07500 : 0.13650 ; 13.333333
0.00417 : 0.21755 ; 240.000000	0.07917 : 0.12379 ; 12.631579
0.00833 : 0.22124 ; 120.000000	0.08333 : 0.09995 ; 12.000000
0.01250 : 0.20723 ; 80.000000	0.08750 : 0.08236 ; 11.428571
0.01667 : 0.16503 ; 60.000000	0.09167 : 0.07559 ; 10.909091
0.02083 : 0.11101 ; 48.000000	0.09583 : 0.08041 ; 10.434783
0.02500 : 0.06617 ; 40.000000	0.10000 : 0.09882 ; 10.000000
0.02917 : 0.03600 ; 34.285714	0.10417 : 0.13609 ; 9.600000
0.03333 : 0.01745 ; 30.000000	0.10833 : 0.20121 ; 9.230769
0.03750 : 0.00672 ; 26.666667	0.11250 : 0.30043 < ; 8.888889
0.04167 : 0.00132 ; 24.000000	0.11667 : 0.40736 < ; 8.571429
0.04583 : 0.00000 ; 21.818182	0.12083 : 0.43912 < ; 8.275862
0.05000 : 0.00252 ; 20.000000	0.12500 : 0.36372 < ; 8.000000
0.05417 : 0.00957 ; 18.461538	0.12917 : 0.25467 ; 7.741935
0.05833 : 0.02294 ; 17.142857	0.13333 : 0.16603 ; 7.500000
0.06250 : 0.04561 ; 16.000000	0.13750 : 0.10590 ; 7.272727
0.06667 : 0.07974 ; 15.000000	0.14167 : 0.06790 ; 7.058824
0.07083 : 0.11805 ; 14.117647	0.14583 : 0.04522 ; 6.857143

0.15000 :	0.03329 ;	6.666667	0.32917 :	0.13538 ;	3.037975
0.15417 :	0.02987 ;	6.486486	0.33333 :	0.18558 ;	3.000000
0.15833 :	0.03503 ;	6.315789	0.33750 :	0.12669 ;	2.962963
0.16250 :	0.05173 ;	6.153846	0.34167 :	0.06682 ;	2.926829
0.16667 :	0.08711 ;	6.000000	0.34583 :	0.03839 ;	2.891566
0.17083 :	0.14709 ;	5.853659	0.35000 :	0.02979 ;	2.857143
0.17500 :	0.19111 ;	5.714286	0.35417 :	0.03581 ;	2.823529
0.17917 :	0.14553 ;	5.581395	0.35833 :	0.05980 ;	2.790698
0.18333 :	0.07721 ;	5.454545	0.36250 :	0.11353 ;	2.758621
0.18750 :	0.03676 ;	5.333333	0.36667 :	0.19201 ;	2.727273
0.19167 :	0.01748 ;	5.217391	0.37083 :	0.18981 ;	2.696629
0.19583 :	0.01056 ;	5.106383	0.37500 :	0.10870 ;	2.666667
0.20000 :	0.01283 ;	5.000000	0.37917 :	0.05374 ;	2.637363
0.20417 :	0.02615 ;	4.897959	0.38333 :	0.02819 ;	2.608696
0.20833 :	0.06049 ;	4.800000	0.38750 :	0.01911 ;	2.580645
0.21250 :	0.14823 ;	4.705882	0.39167 :	0.02139 ;	2.553191
0.21667 :	0.36169 <;	4.615385	0.39583 :	0.03675 ;	2.526316
0.22083 :	0.48635 <;	4.528302	0.40000 :	0.07724 ;	2.500000
0.22500 :	0.27732 <;	4.444444	0.40417 :	0.18744 ;	2.474227
0.22917 :	0.15269 ;	4.363636	0.40833 :	0.53642 <;	2.448980
0.23333 :	0.11046 ;	4.285714	0.41250 :	1.00000 <;	2.424242
0.23750 :	0.11362 ;	4.210526	0.41667 :	0.48149 <;	2.400000
0.24167 :	0.16914 ;	4.137931	0.42083 :	0.20786 ;	2.376238
0.24583 :	0.36146 <;	4.067797	0.42500 :	0.11309 ;	2.352941
0.25000 :	0.91763 <;	4.000000	0.42917 :	0.07526 ;	2.330097
0.25417 :	0.61445 <;	3.934426	0.43333 :	0.05971 ;	2.307692
0.25833 :	0.19156 ;	3.870968	0.43750 :	0.05474 ;	2.285714
0.26250 :	0.07266 ;	3.809524	0.44167 :	0.05530 ;	2.264151
0.26667 :	0.03320 ;	3.750000	0.44583 :	0.05890 ;	2.242991
0.27083 :	0.02055 ;	3.692308	0.45000 :	0.06492 ;	2.222222
0.27500 :	0.02295 ;	3.636364	0.45417 :	0.07491 ;	2.201835
0.27917 :	0.04285 ;	3.582090	0.45833 :	0.09300 ;	2.181818
0.28333 :	0.10176 ;	3.529412	0.46250 :	0.12706 ;	2.162162
0.28750 :	0.27603 <;	3.478261	0.46667 :	0.19139 ;	2.142857
0.29167 :	0.45514 <;	3.428571	0.47083 :	0.30198 <;	2.123894
0.29583 :	0.19390 ;	3.380282	0.47500 :	0.40794 <;	2.105263
0.30000 :	0.06408 ;	3.333333	0.47917 :	0.35005 <;	2.086957
0.30417 :	0.02044 ;	3.287671	0.48333 :	0.21089 ;	2.068966
0.30833 :	0.00452 ;	3.243243	0.48750 :	0.12022 ;	2.051282
0.31250 :	0.00070 ;	3.200000	0.49167 :	0.07430 ;	2.033898
0.31667 :	0.00568 ;	3.157895	0.49583 :	0.05321 ;	2.016807
0.32083 :	0.02227 ;	3.116883	0.50000 :	0.04709 ;	2.000000
0.32500 :	0.06088 ;	3.076923			

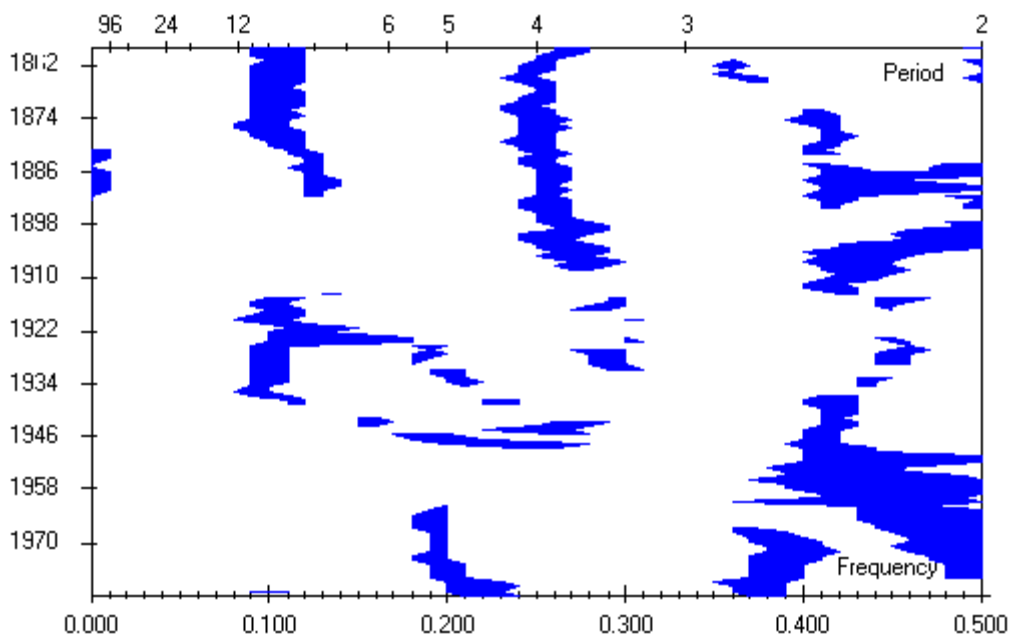
Mark "<" is used where the value exceeds 95%



Obr. 4 Spektrogram MESA

Největší výkyvy lze pozorovat ve 4 letém a ve 2,4 letém cyklu.

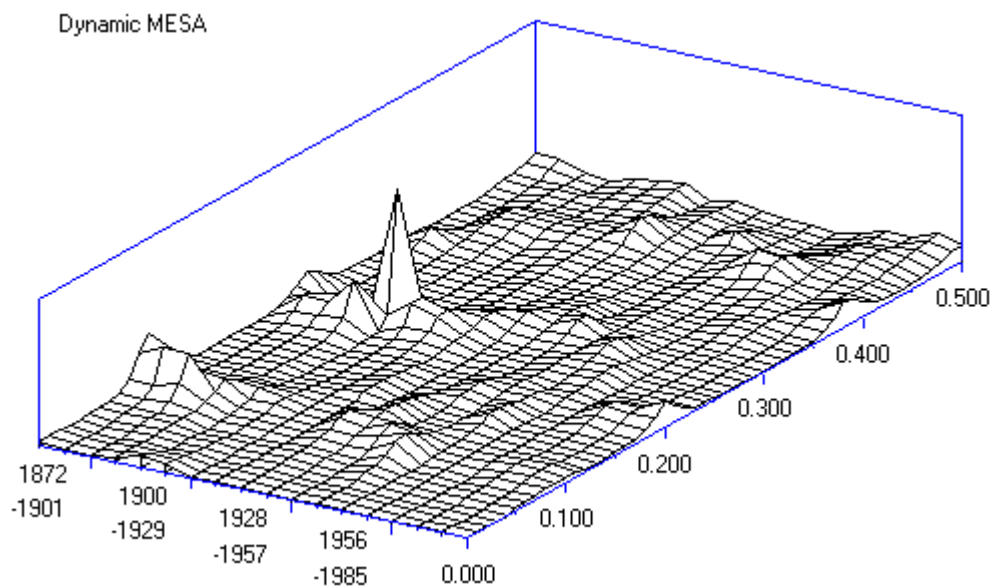
e) Dynamická MESA



Obr. 5 2D MESA

Graf zobrazuje rozsah statisticky významných period a jejich vývoj v čase. Z grafu lze též pozorovat, že se zde neobjevuje žádný zcela stabilní cyklus. Nicméně je zde pár významnějších cyklů a to zhruba 2,4

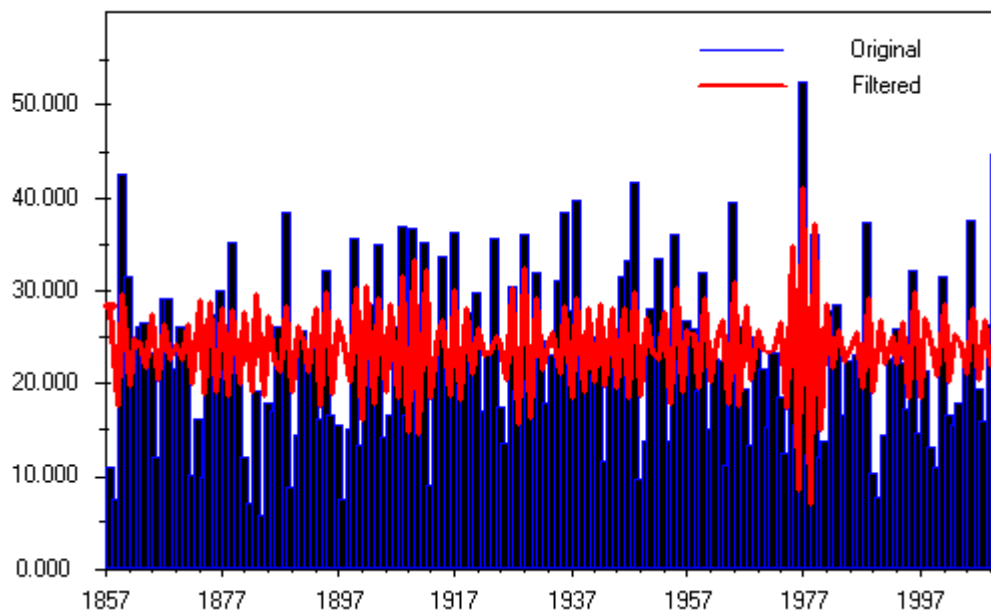
letý v letech 1934-1970. Dále také 4 letý v období 1862 – 1910 nebo 8 – 11-ti letý v období 1862 – 1886.



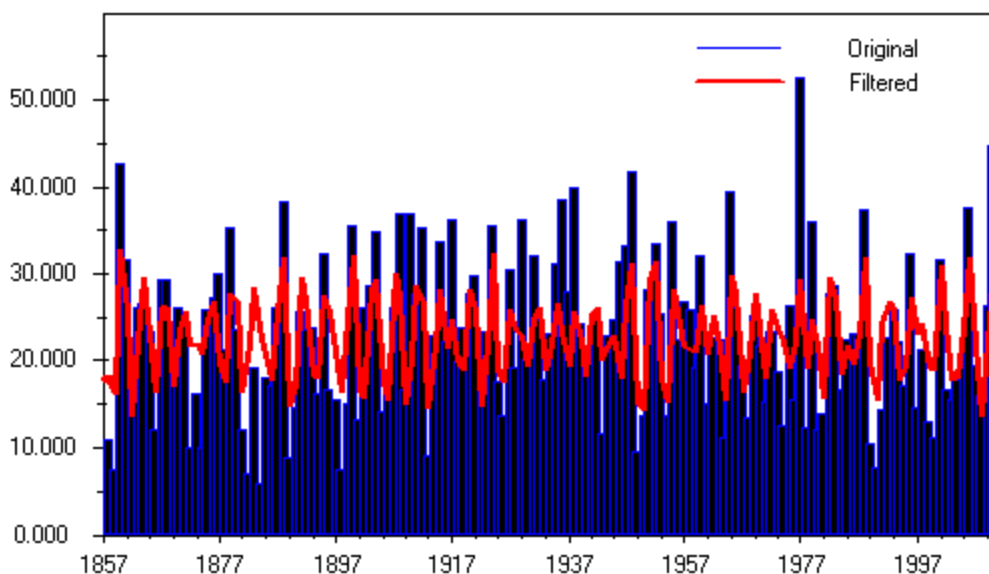
Obr. 6 3D MESA

f) Pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus

V grafu lze pozorovat stejné cykly jako ve 2D MESA.



Obr. 7 2,4 letý cyklus



Obr. 8 4 letý cyklus

Zkoumaná perioda je zde maximálně zesílena díky pásmové filtraci, která potlačuje ostatní. Díky ní se lze na danou řadu detailněji zaměřit. Jedná se o 2,4 letý cyklus a 4 letý cyklus. Ve 2,4 letém cyklu se jedná o největší rozkolísanost v období kolem roku 1977 a pak také v období 1897 – 1917. Nejméně rozkolísané období je naopak 1857 – 1877. Ve 4 letém cyklu se co do největší rozkolísanosti počítá období 1897 – 1917 a také 1967 – 1957. Za klidnější období by se dalo považovat období kolem roku 1937.

TEPLOTA

g) Základní statistické charakteristiky

Statistical Characteristics for Single Series: Winter

> opava_temp.txt (1857-2010) :

Length of the Series : 153 (1 value(s) missing)

Arithmetic Mean : -1.502832

Standard Deviation : 2.107425

Variance : 4.441242

Coefficient of Variance: 140.2303%

Coefficient of Skew : -0.594701

Coefficient of Kurtosis : 0.428282

Maximal Value : 4.000 (2007)

Minimal Value : -7.667 (1947)

1st Quartile (25%) : -2.883

Median : -1.167

3rd Quartile (75%) : -0.092

Outliers : 1929 (-7.600), 1940 (-7.167), 1947 (-7.667), 1963 (-7.400),

Extremes : /

: Kolmogorov-Smirnov test for Normal Distribution:

: D= 0.09066 (p=0.16164, O.K.)

: Linear Regression Model (x=Time):

(y=b0+b1*x): y = -2.505077+0.013016*x

T-test for Coefficient b1 : T=3.49656 <? 1.97562 (95%)

: (SIGNIFICANT)

Trend /10 years: 0.13016 (out)

Index of Determination (Correlation):

0.074902 (0.273682)

Variance (Residuals+Estimates=Total) :

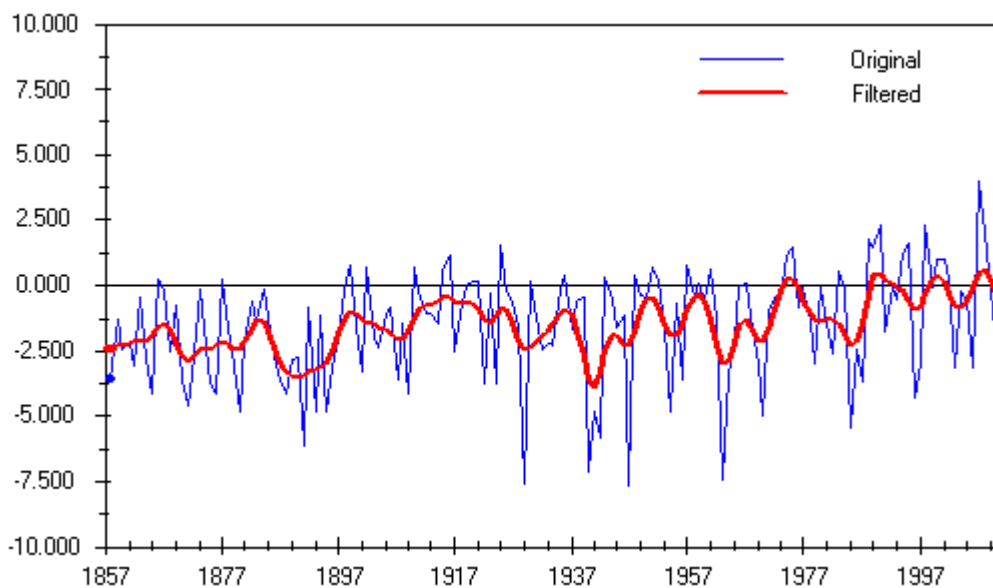
4.081731+0.330483=4.412214

:
 Tests of Randomness (general):
 Serial Correlation Coefficient r_1 :
 : $r_1 = 0.15582 < r_1(Tg_{95\%}) = 0.12641$
 (out)
 Von Neumann Ratio V :
 : $V = 1.69306 > V(Tg_{95\%}) = 1.74718$
 (out)
 :
 Test of Randomness (against Trend):
 Spearman Rank Statistic r_s :
 : $r_s = 0.30375, t = 3.91769 < T_{krit_97.5\%} = 1.97562$ (out)

: Degrees of Freedom: 151
 Mann-Kendall Rank Statistic :
 : $t = 0.20347 < T_{krit_95\%} = 0.10685$ (out)
 :
 Confidence Intervals 95% :
 Arithm. Mean: (-1.83677 , -1.16890)
 :
 (Statistics are estimations of parameters of population) :
 (Source: Like, 1983)

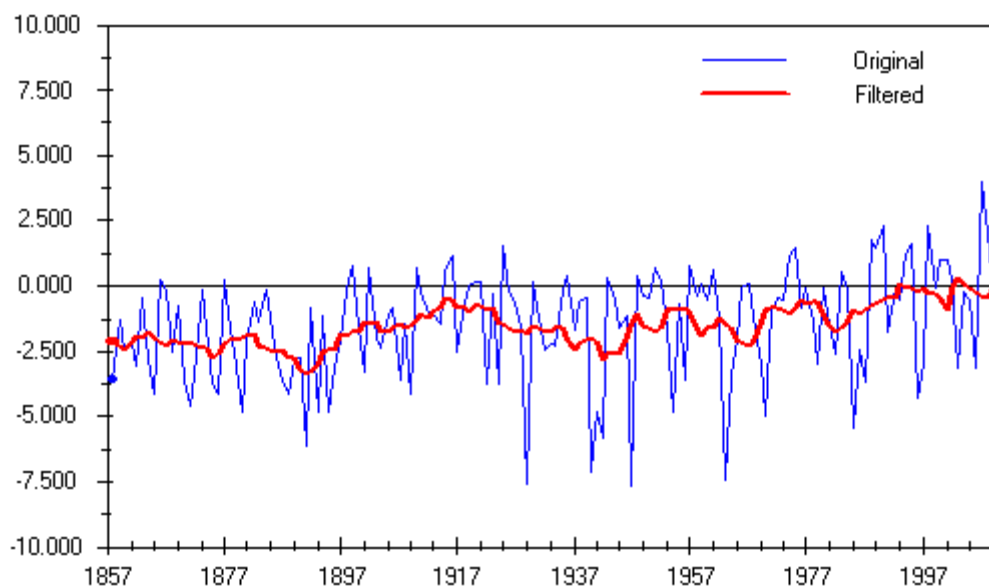
Zimní teploty podle vypočtených statistických charakteristik by měly stoupat o 1,3°C za 100 let. Trend je tudíž statisticky nevýznamný.

h) Kolísání časové řady shlazené klouzavými průměry a Gaussovým filtrem



Obr. 9 Kolísání časové řady shlazené Gaussovým filtrem

Jak lze pozorovat, díky danému filtru je řada shlazená, nicméně, lze pozorovat maxima a minima a také některé extrémní hodnoty. Nejnižší minimum lze pozorovat po roce 1930 a po roce 1960.

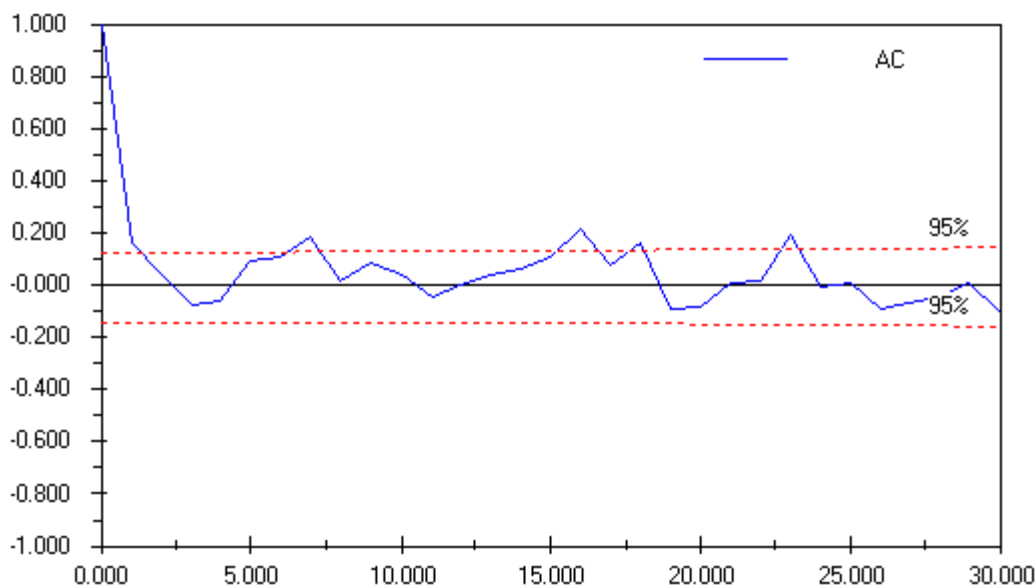


Obr. 10 Kolísání časové řady shlazené klouzavými průměry

Daný graf ukazuje shlazení grafu klouzavými průměry. Oproti předešlému grafu jsou minima a maxima hůře pozorovatelná. Některé extrémní lze ale pozorovat. Nicméně se jedná o shlazenější řadu než v předchozím případě.

i) Koeficient autokorelace

Lag + Values	10 :	0.04449	21 :	0.01198	
0 : 1.00000 <	11 :	-0.04048	22 :	0.01732	
1 : 0.15628 <	12 :	0.00121	23 : 0.19496 <		
2 :	0.03519	13 :	0.04334	24 :	-0.00282
3 :	-0.07615	14 :	0.06281	25 :	0.01310
4 :	-0.05807	15 :	0.11073	26 :	-0.08736
5 :	0.09725	16 : 0.21458 <	27 :	-0.06944	
6 :	0.11024	17 :	0.07802	28 :	-0.04822
7 : 0.18415 <	18 : 0.16165 <	29 :	0.01285		
8 :	0.01575	19 :	-0.09453	30 :	-0.10514
9 :	0.08614	20 :	-0.08292		



Obr. 11 Průběh autokorelační funkce s vyznačením hladiny významnosti 95%

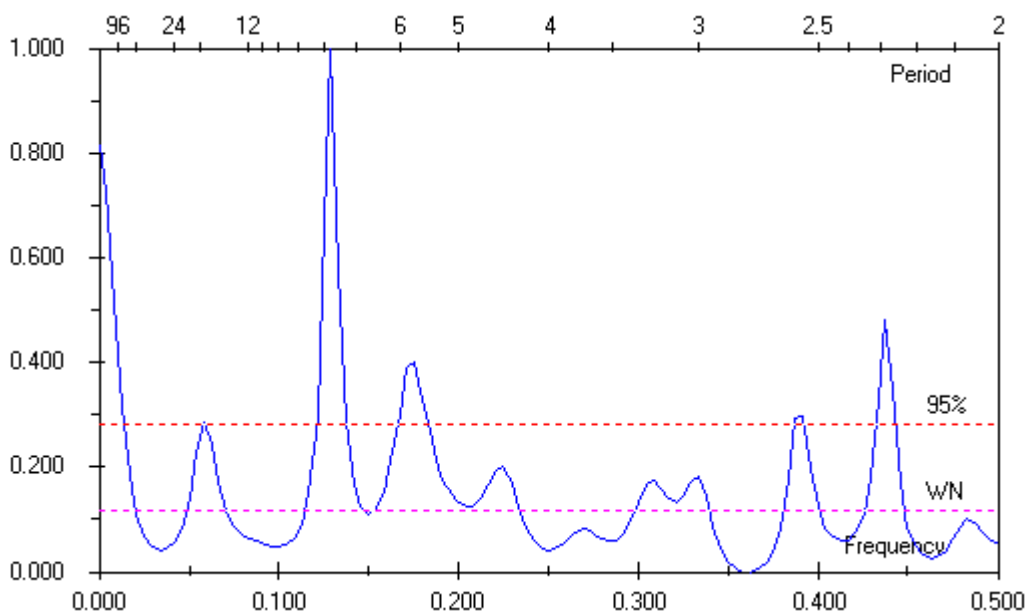
Jak lze pozorovat výše, pro hodnocení autokorelace je důležitá 95% mez spolehlivosti. Jak jde v grafu vidět, tato mez byla několikrát překročena. Jedná se o pětinasobné překročení. V dalších případech se křivka velmi přibližuje nebo přímo dotýká této meze. U křivky lze také pozorovat, že se nejedná o žádnou stálost, neboť nulová hodnota je v několika místech překročena. Vzájemná závislost po sobě jdoucích hodnot je tedy velmi malá. V grafu i v tabulce lze pozorovat několikanásobný nepravidelný cyklus.

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

Frequencies + Values + Periods		
0.00000	: 0.81587 < ; 0.000000	0.07083 : 0.11748 ; 14.117647
0.00417	: 0.72529 < ; 240.000000	0.07500 : 0.08762 ; 13.333333
0.00833	: 0.51627 < ; 120.000000	0.07917 : 0.07173 ; 12.631579
0.01250	: 0.31562 < ; 80.000000	0.08333 : 0.06322 ; 12.000000
0.01667	: 0.18359 ; 60.000000	0.08750 : 0.05789 ; 11.428571
0.02083	: 0.10921 ; 48.000000	0.09167 : 0.05352 ; 10.909091
0.02500	: 0.06937 ; 40.000000	0.09583 : 0.04992 ; 10.434783
0.02917	: 0.04921 ; 34.285714	0.10000 : 0.04853 ; 10.000000
0.03333	: 0.04142 ; 30.000000	0.10417 : 0.05176 ; 9.600000
0.03750	: 0.04345 ; 26.666667	0.10833 : 0.06320 ; 9.230769
0.04167	: 0.05634 ; 24.000000	0.11250 : 0.08990 ; 8.888889
0.04583	: 0.08525 ; 21.818182	0.11667 : 0.14960 ; 8.571429
0.05000	: 0.14026 ; 20.000000	0.12083 : 0.29430 < ; 8.275862
0.05417	: 0.22515 ; 18.461538	0.12500 : 0.65945 < ; 8.000000
0.05833	: 0.28511 < ; 17.142857	0.12917 : 1.00000 < ; 7.741935
0.06250	: 0.24561 ; 16.000000	0.13333 : 0.57744 < ; 7.500000
0.06667	: 0.17041 ; 15.000000	0.13750 : 0.28442 < ; 7.272727
		0.14167 : 0.16917 ; 7.058824

0.14583 :	0.12392 ;	6.857143	0.32500 :	0.14569 ;	3.076923
0.15000 :	0.11119 ;	6.666667	0.32917 :	0.17028 ;	3.037975
0.15417 :	0.12044 ;	6.486486	0.33333 :	0.18180 ;	3.000000
0.15833 :	0.15218 ;	6.315789	0.33750 :	0.14594 ;	2.962963
0.16250 :	0.21272 ;	6.153846	0.34167 :	0.08738 ;	2.926829
0.16667 :	0.30334 < ;	6.000000	0.34583 :	0.04402 ;	2.891566
0.17083 :	0.38916 < ;	5.853659	0.35000 :	0.01926 ;	2.857143
0.17500 :	0.40122 < ;	5.714286	0.35417 :	0.00635 ;	2.823529
0.17917 :	0.34145 < ;	5.581395	0.35833 :	0.00062 ;	2.790698
0.18333 :	0.26958 ;	5.454545	0.36250 :	0.00000 ;	2.758621
0.18750 :	0.21360 ;	5.333333	0.36667 :	0.00431 ;	2.727273
0.19167 :	0.17452 ;	5.217391	0.37083 :	0.01532 ;	2.696629
0.19583 :	0.14811 ;	5.106383	0.37500 :	0.03809 ;	2.666667
0.20000 :	0.13165 ;	5.000000	0.37917 :	0.08449 ;	2.637363
0.20417 :	0.12443 ;	4.897959	0.38333 :	0.17562 ;	2.608696
0.20833 :	0.12710 ;	4.800000	0.38750 :	0.29519 < ;	2.580645
0.21250 :	0.14107 ;	4.705882	0.39167 :	0.29636 < ;	2.553191
0.21667 :	0.16642 ;	4.615385	0.39583 :	0.19853 ;	2.526316
0.22083 :	0.19503 ;	4.528302	0.40000 :	0.12470 ;	2.500000
0.22500 :	0.20224 ;	4.444444	0.40417 :	0.08460 ;	2.474227
0.22917 :	0.17020 ;	4.363636	0.40833 :	0.06473 ;	2.448980
0.23333 :	0.12114 ;	4.285714	0.41250 :	0.05735 ;	2.424242
0.23750 :	0.08154 ;	4.210526	0.41667 :	0.06000 ;	2.400000
0.24167 :	0.05702 ;	4.137931	0.42083 :	0.07437 ;	2.376238
0.24583 :	0.04452 ;	4.067797	0.42500 :	0.10797 ;	2.352941
0.25000 :	0.04095 ;	4.000000	0.42917 :	0.18045 ;	2.330097
0.25417 :	0.04472 ;	3.934426	0.43333 :	0.32829 < ;	2.307692
0.25833 :	0.05480 ;	3.870968	0.43750 :	0.48038 < ;	2.285714
0.26250 :	0.06866 ;	3.809524	0.44167 :	0.34785 < ;	2.264151
0.26667 :	0.07971 ;	3.750000	0.44583 :	0.17110 ;	2.242991
0.27083 :	0.08049 ;	3.692308	0.45000 :	0.08522 ;	2.222222
0.27500 :	0.07198 ;	3.636364	0.45417 :	0.04706 ;	2.201835
0.27917 :	0.06214 ;	3.582090	0.45833 :	0.03040 ;	2.181818
0.28333 :	0.05722 ;	3.529412	0.46250 :	0.02533 ;	2.162162
0.28750 :	0.06014 ;	3.478261	0.46667 :	0.02877 ;	2.142857
0.29167 :	0.07305 ;	3.428571	0.47083 :	0.04072 ;	2.123894
0.29583 :	0.09834 ;	3.380282	0.47500 :	0.06192 ;	2.105263
0.30000 :	0.13515 ;	3.333333	0.47917 :	0.08795 ;	2.086957
0.30417 :	0.16904 ;	3.287671	0.48333 :	0.10205 ;	2.068966
0.30833 :	0.17584 ;	3.243243	0.48750 :	0.09245 ;	2.051282
0.31250 :	0.15779 ;	3.200000	0.49167 :	0.07290 ;	2.033898
0.31667 :	0.13904 ;	3.157895	0.49583 :	0.05850 ;	2.016807
0.32083 :	0.13380 ;	3.116883	0.50000 :	0.05359 ;	2.000000

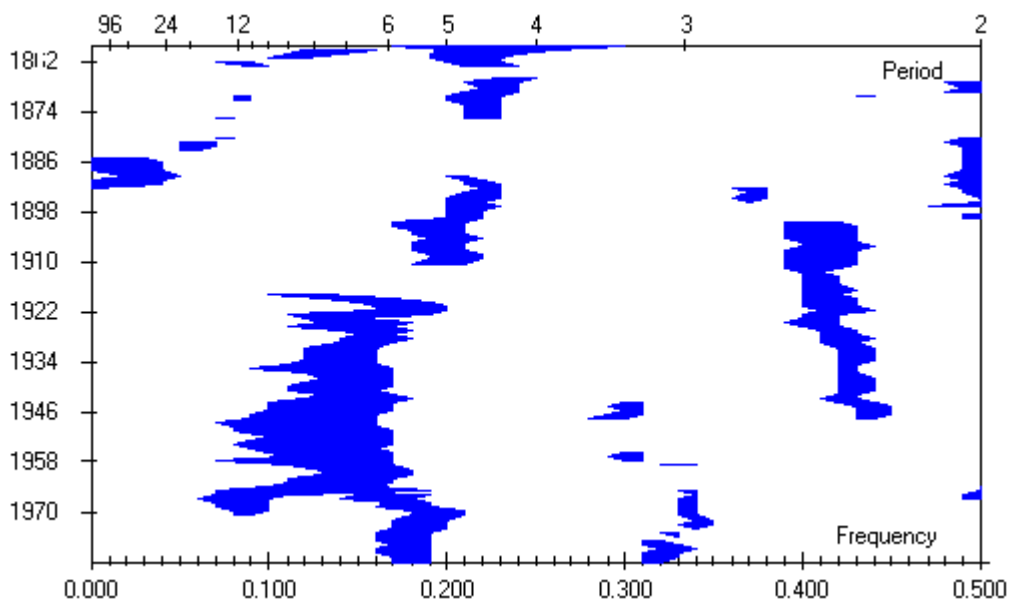
Mark "<" is used where the value exceeds 95%



Obr. 12 Spektrogram MESA

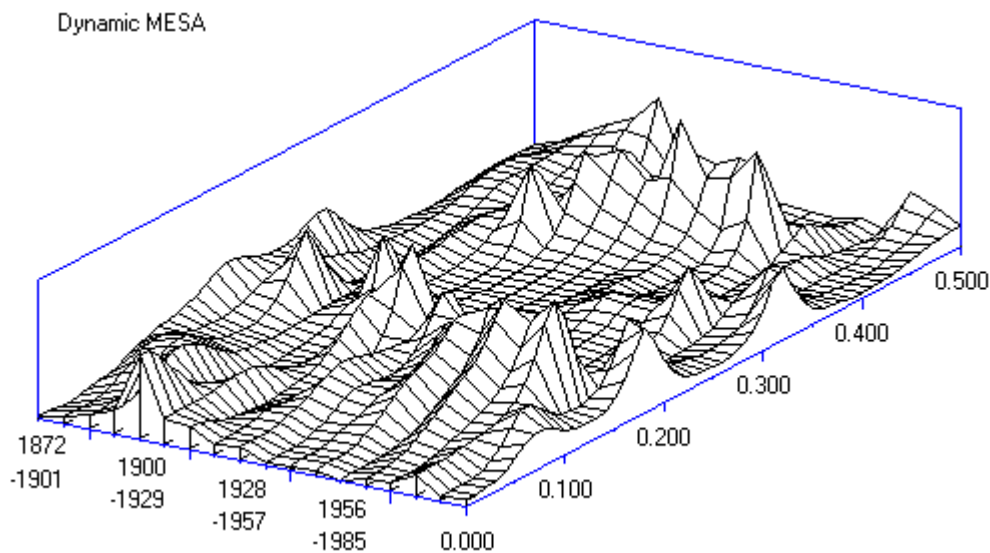
Největší výkyvy lze pozorovat v 8 letém a ve 2,3 letém cyklu.

k) Dynamická MESA



Obr. 13 2D MESA

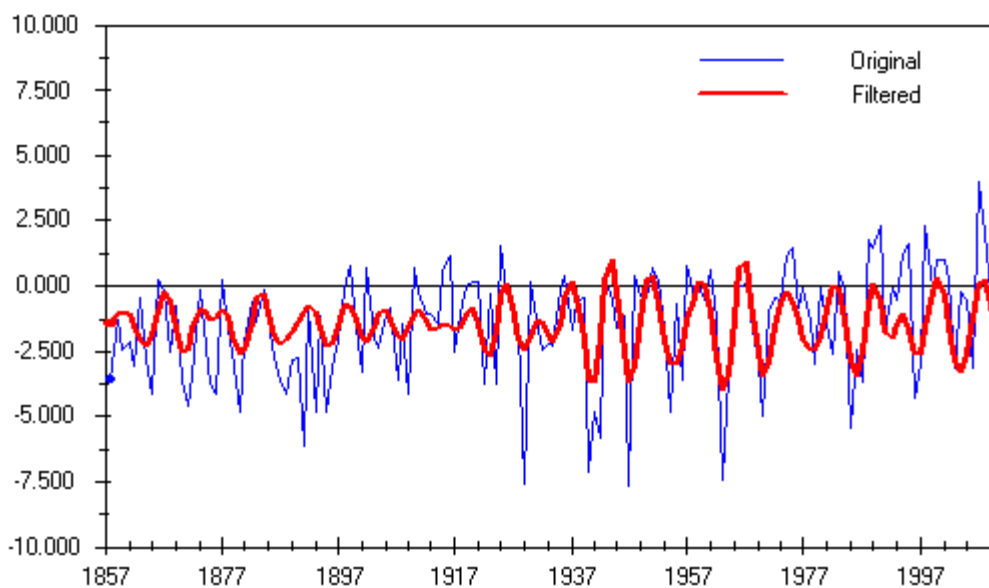
Graf zobrazuje rozsah statisticky významných period a jejich vývoj v čase. Z grafu lze též pozorovat, že se zde neobjevuje žádný zcela stabilní cyklus. Nicméně je zde pár významnějších cyklů a to cyklus 5 – 12 letý v letech 1910-1970. Dále také 2,3 letý v období 1898 – 1946.



Obr. 14 3D MESA

V grafu lze pozorovat stejné cykly jako ve 2D MESA.

f) Pásmová filtrace pro statisticky nejvýznamnější cyklus



Obr. 15 8 letý cyklus

Zkoumaná perioda je zde maximálně zesílena díky pásmové filtraci, která potlačuje ostatní. Díky ní se lze na danou řadu detailněji zaměřit. Jedná se o 8 letý cyklus. V daném cyklu se co do největší rozkolísanosti počítá období 1937 – 1970. Za klidnější období by se dalo považovat období mezi rokem 1897 a 1917.

