



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

FOURIER-TRANSZFORMÁCIÓN ALAPULÓ ELEMZÉSEK HOSSZÚ IDEJŰ METEOROLÓGIAI ADATOKBÓL

Ilyés Csaba – Turai Endre – Szűcs Péter

Miskolci Egyetem – Műszaki Földtudományi Kar
MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

2017. Március 28-29. Siófok

"Almássy Endre XXIV. Konferencia a Felszín Alatti Vizekről"



BEVEZETÉS

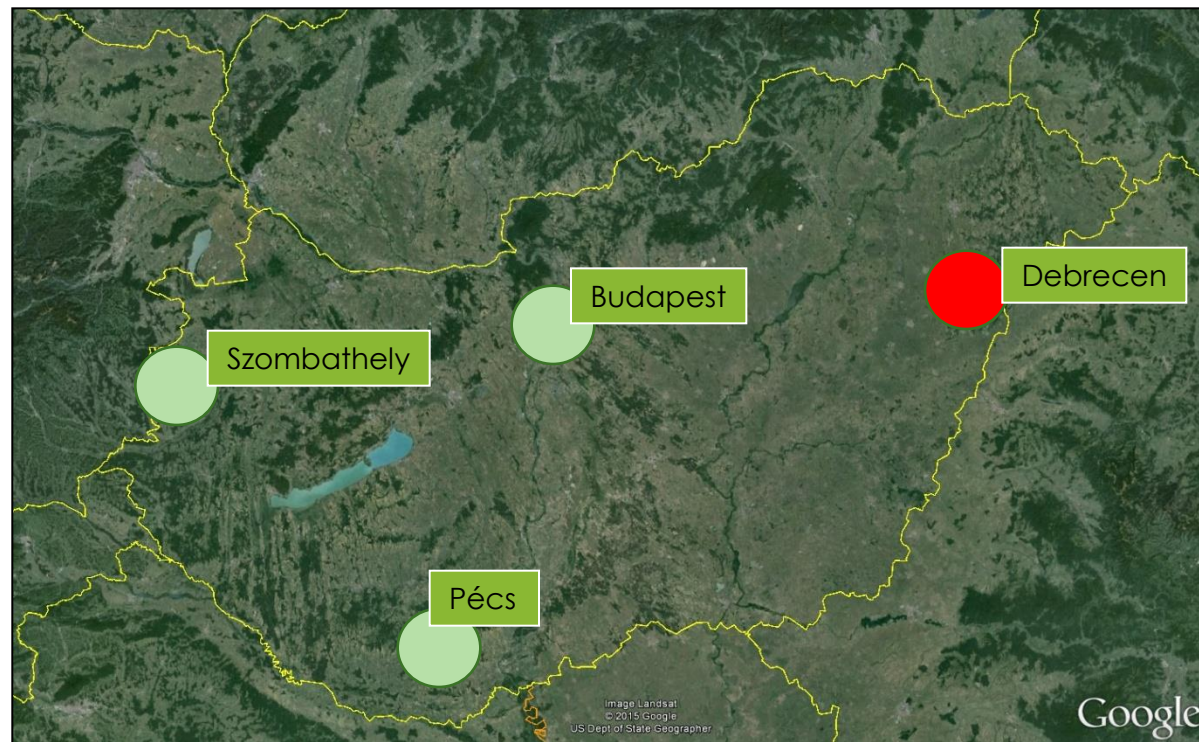
- Földi vízkörforgalom évente nagyságrendileg 400 000 km³
- Magyarországon az ivóvízhasználat 95%-a felszín alatti vízádóból termelt
- A víz körforgásában bekövetkező változás hatással van a teljes egészre is
- Számos tanulmány alapján: A víz körforgásának a sebessége megnőtt, felgyorsult az egész folyamat
- A ciklikusság feltérképezésére a csapadékösszegek determinisztikus periódusait kutattuk fel.





ADATOK – VIZSGÁLATOK

- Az Országos Meteorológiai Szolgálat internetes felületéről elérhető 110 éves adatsorok az ország 4 nagyvárosára
- Éves, havi és napi csapadékösszegek alapján ciklikus paraméterek felkutatása
- Előrejelzések készítése Debrecen területére



ELMÉLETI ALAPOK

$$\cos(t) = \cos\left(\frac{2\pi}{2\pi}t\right) = \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = \cos\left(2\pi \frac{1}{T}t\right) = \cos(2\pi ft)$$

$$f = \left(\frac{1}{T}\right)$$

Ahol, f : frekvencia,
 $T=2\pi$: periódus idő

$$A * \cos(2\pi ft + \varphi)$$

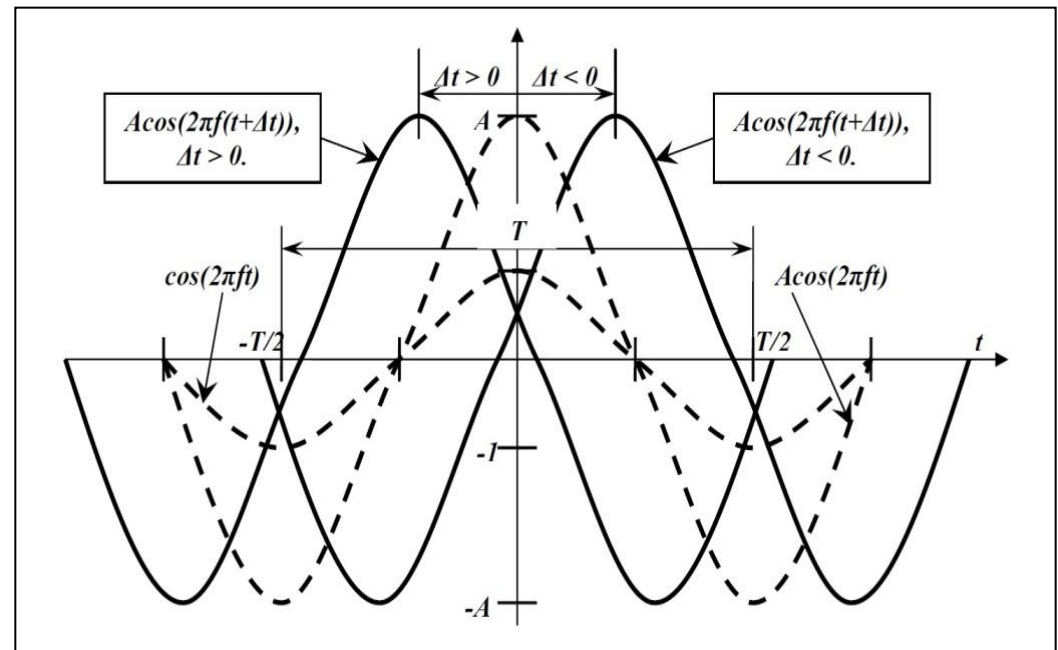
Ahol, A : amplitúdó,
 φ : fázisszög

$$\text{Re}[F(f)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos(2\pi ft) dt$$

$$\text{Im}[F(f)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin(2\pi ft) dt$$

Valós és képzetes
tagok a sinus-cosinus
tagok súlyát adják, →

$\cos(2\pi ft)$ és $\sin(2\pi ft)$ alapján
komplex Fourier-spektrumok
 $y(t)$ csapadékmennyiségekben
keressük a determinisztikus periodikus
komponenseket



$$F(f) = A(f)e^{j\Phi(f)}$$



ELMÉLETI ALAPOK

- Amplitúdó-spektrum:
 - Egy adott frekvenciájú komponens súlya

$$A(f) = \sqrt{Re^2[F(f)] + Im^2[F(f)]}$$

- Fázis-spektrum:
 - A regisztrátumok kezdőpontjától vett távolság

$$\phi(f) = \arctg \frac{Im[F(f)]}{Re[F(f)]}$$

Nyquist-frekvencia: megadja a legkisebb kimutatható periódust.

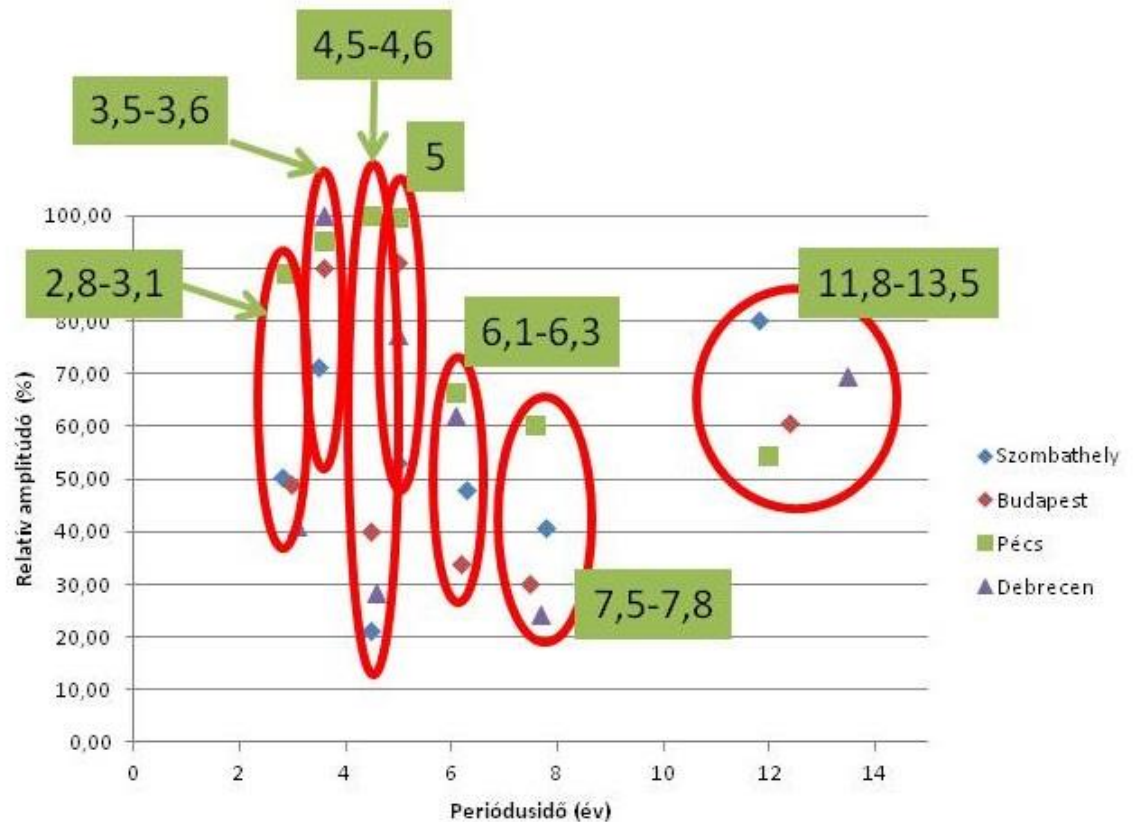
$$f_N = \frac{f_s}{2}$$

A vizsgálat során az egyébként sztochasztikusnak tekinthető csapadék idősor determinisztikus komponenseit kerestük meg.

ÉVES ADATOK – ORSZÁGOS

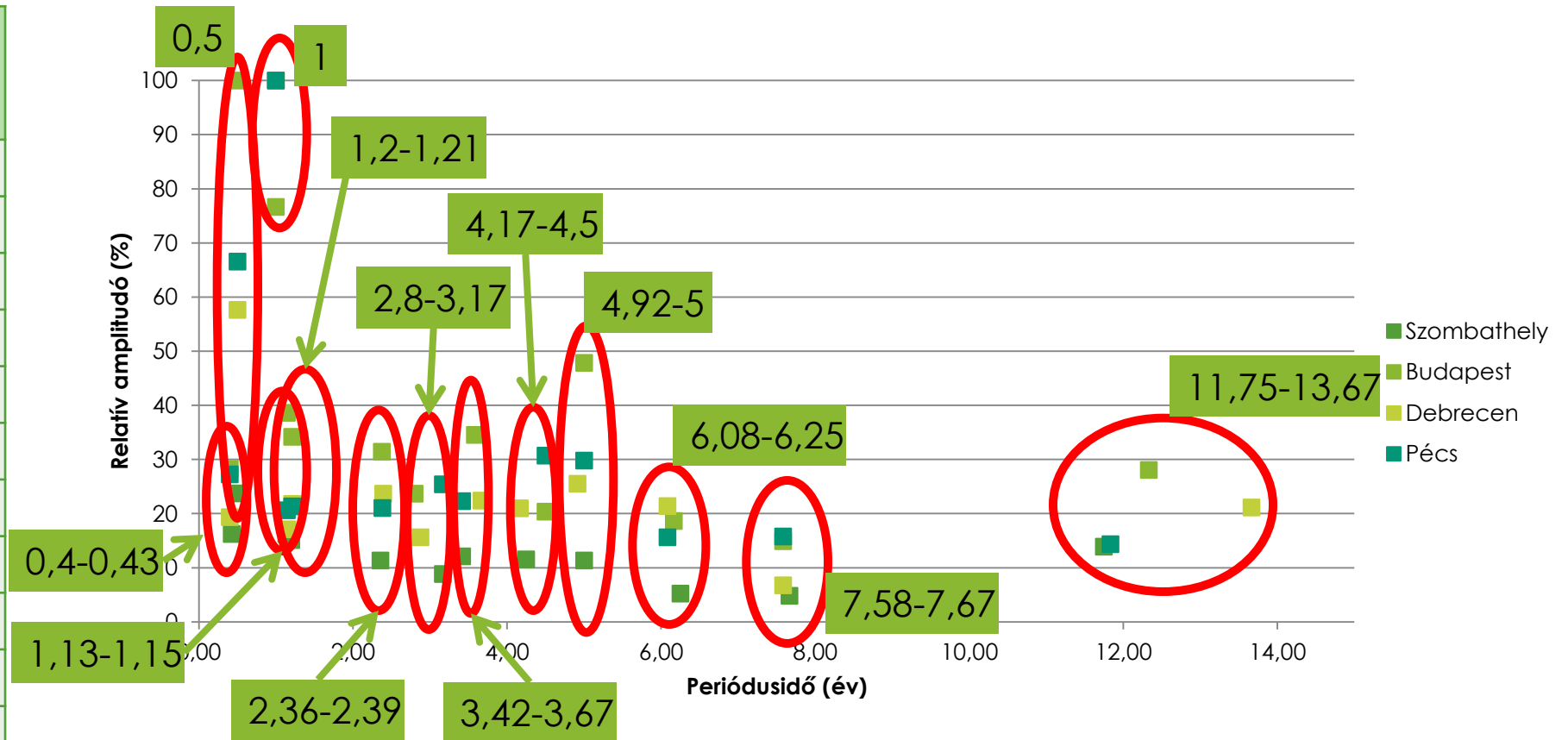
Éves mintavétel alapján [év]	$\frac{A(T)_{lok_{max}}}{A(T)_{abs_{max}}}$
5	80,17 %
3,5-3,6	71,25 %
11,8-13,5	66,11 %
2,8-3,1	57,27 %
6,1-6,3	52,36 %
4,5-4,6	47,36 %
7,5-7,8	38,79 %

- Éves adatok alapján:
 - Időszak: 1901-2010
 - 110 év
 - Mintas szám: 110
 - Mintavételi köz: 1 év



HAVI ADATOK – ORSZÁGOS

Havi mintavétel alapján [év]	$\frac{A(T)_{\max}^{\text{lok}}}{A(T)_{\max}^{\text{abs}}}$
1	94,16 %
0,5	61,97 %
4,92-5,00	28,61 %
1,13-1,15	23,14 %
1,2-1,21	23,08 %
3,42-3,67	22,83 %
0,4-0,43	22,76 %
2,36-2,39	21,85 %
4,17-4,50	20,88 %
11,75-13,67	19,34 %
2,8-3,17	17,35 %
6,08-6,25	15,21 %
7,58-7,67	10,56 %



- Havi adatok alapján:
 - Időszak: 1901. január. – 2010. december.
 - 1320 hónap
 - Mintavételi köz: 1 hónap



ELŐREJELZÉS ELMÉLETI ALAPJAI

- A különböző ciklusokhoz kapott $A(f)$ amplitúdó sűrűség és a $\Phi(f)$ fázissűrűség alapján visszaállítható az eredeti $y(t)$ csapadék idősor:
- A fő és mellékciklusok periódusidőit valamint a hozzájuk tartozó amplitúdó és fázis értékeket használva meghatározható a csapadékmennyiség determinisztikus okokra visszavezethető idősora:

$$y(t) = \bar{Y} + \int_0^{+f_N} A(f) e^{j[2\pi f t + \Phi(f)]} df$$

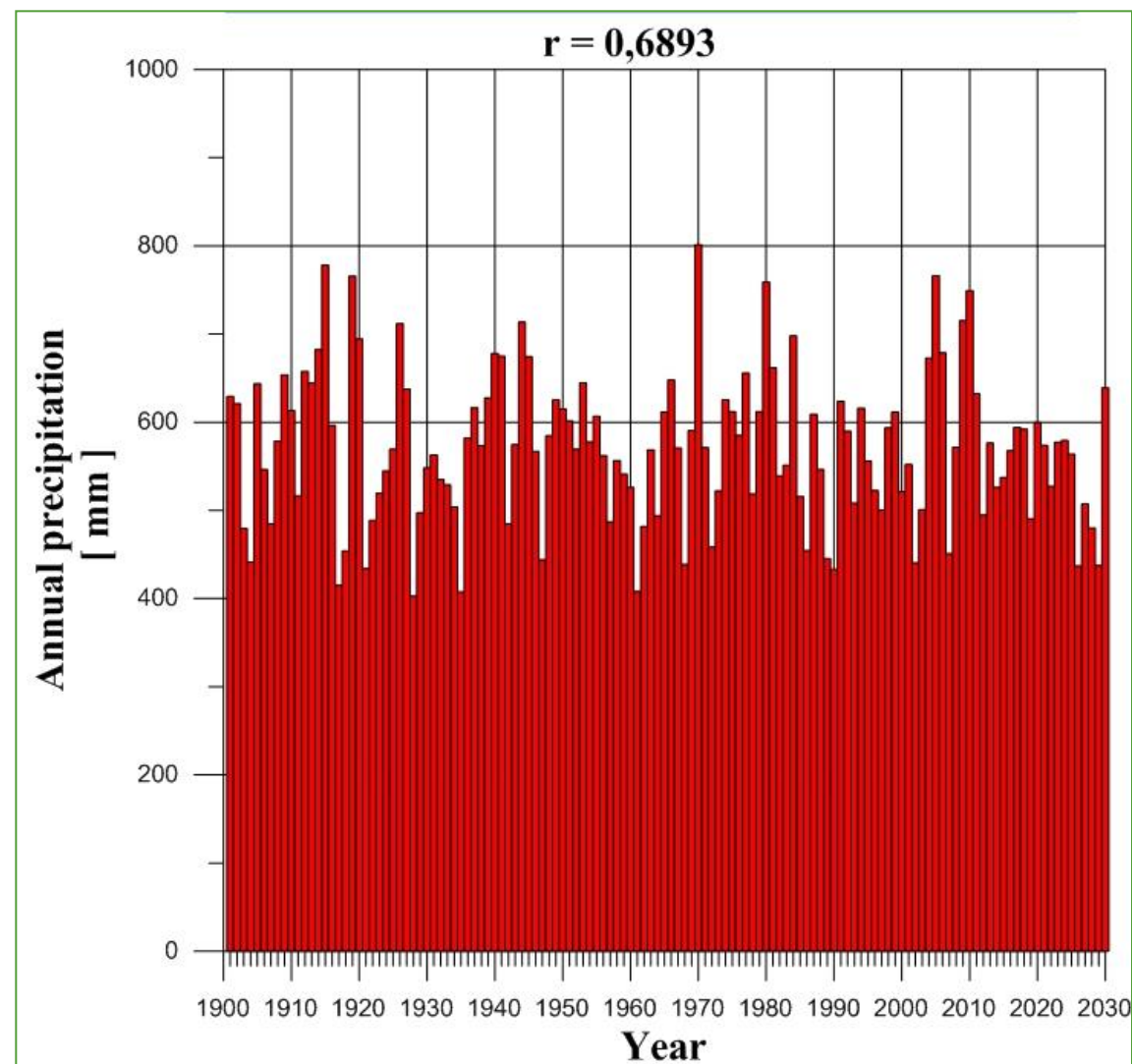
$$y(t)^{det} = \bar{Y} + \frac{2}{T_{reg}} \sum_{i=1}^{18} A_i \cos \left[\frac{2\pi}{T_i} (t - 1901) + \Phi(T_i) \right]$$



- Debrecen állomás
- 10 főciklus alapján
- $R=0,6893$
 - Erős kapcsolat

Év	Éves csapadékos szeg
2011	632,2241
2012	494,7366
2013	576,3424
2014	526,2386
2015	537,4061
2016	567,6647
2017	594,0211
2018	592,067
2019	490,4126
2020	599,6852
2021	573,7112
2022	527,4424
2023	577,0714
2024	579,3427
2025	563,8536
2026	437,2421
2027	507,218
2028	480,0853
2029	437,4212
2030	638,9421

ELŐREJELZÉS

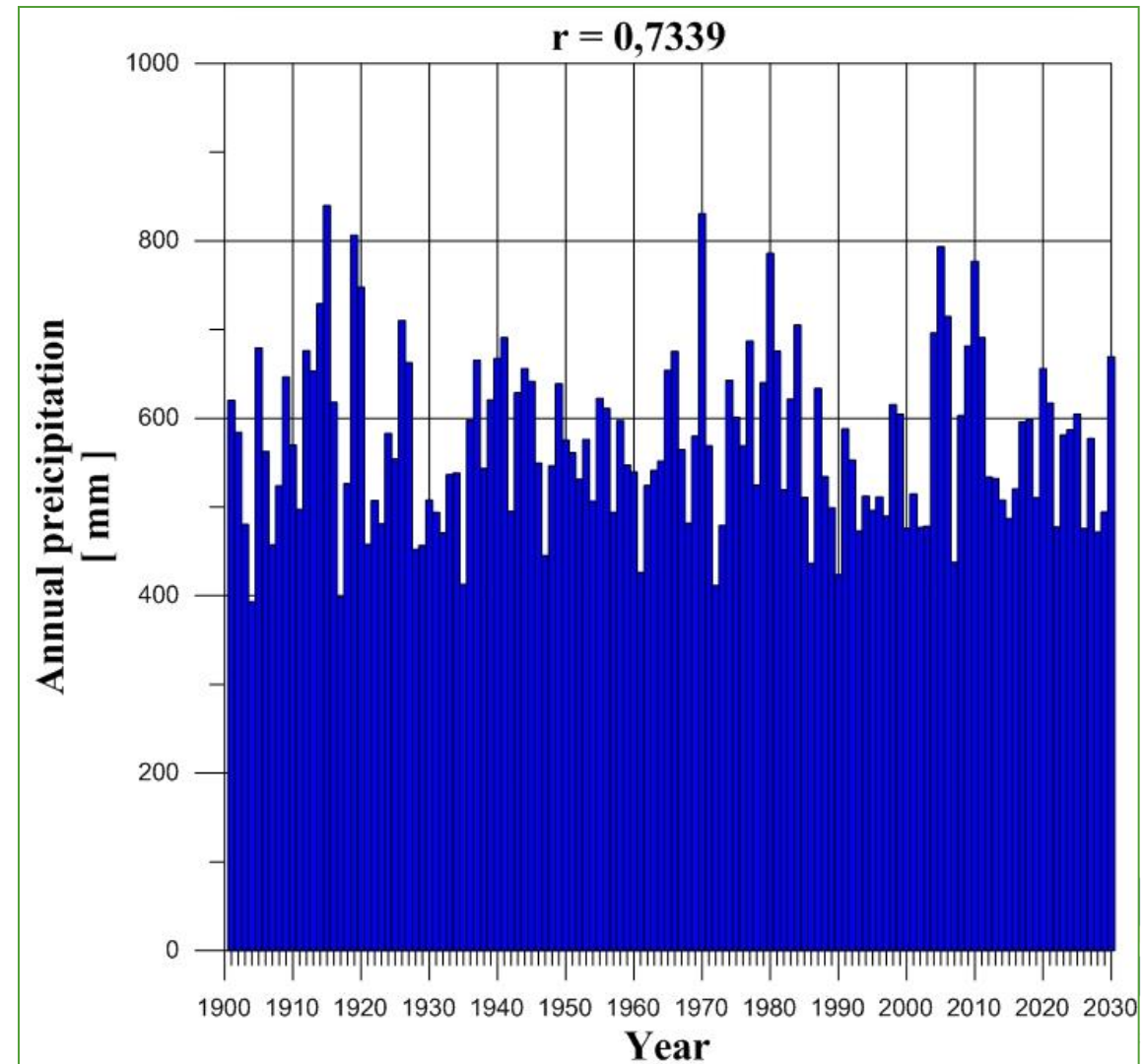




- Debrecen állomás
- Mind a 18 megtalált ciklus alapján
- $R=0,7339$
 - Erős kapcsolat

Év	Éves csapadékos szeg
2011	690,8934
2012	534,0055
2013	532,3459
2014	507,6688
2015	486,8898
2016	520,2941
2017	595,7828
2018	598,6286
2019	510,3985
2020	656,009
2021	617,2546
2022	477,5907
2023	581,1527
2024	587,3426
2025	604,5649
2026	475,6356
2027	577,1597
2028	471,7733
2029	494,1645
2030	669,1239

ELŐREJELZÉS



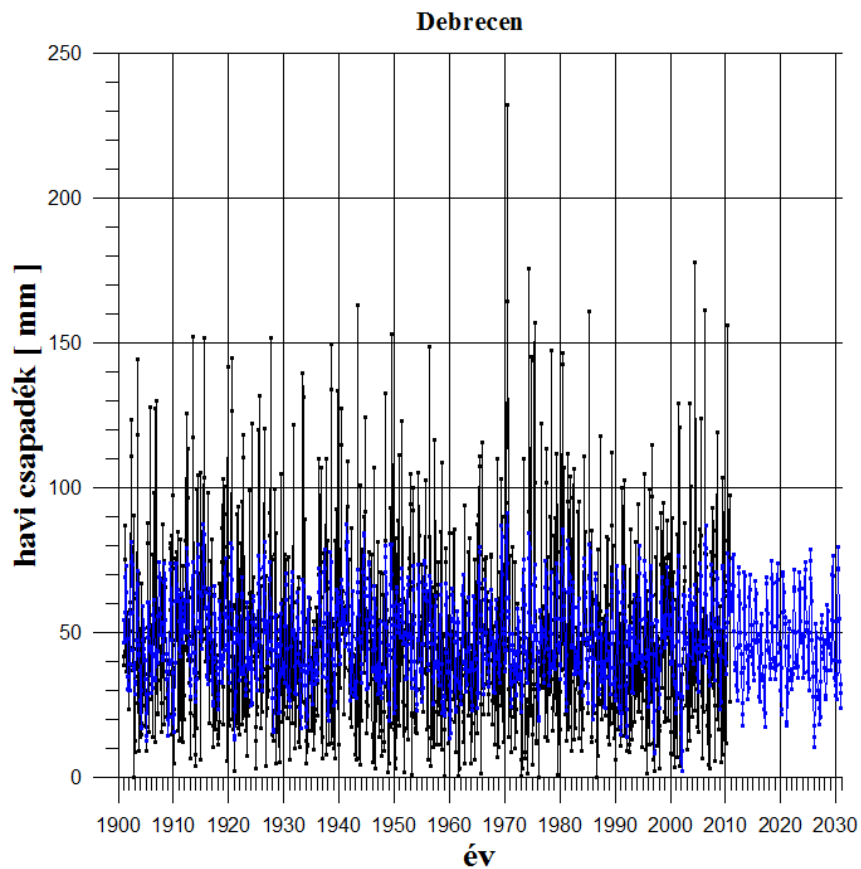
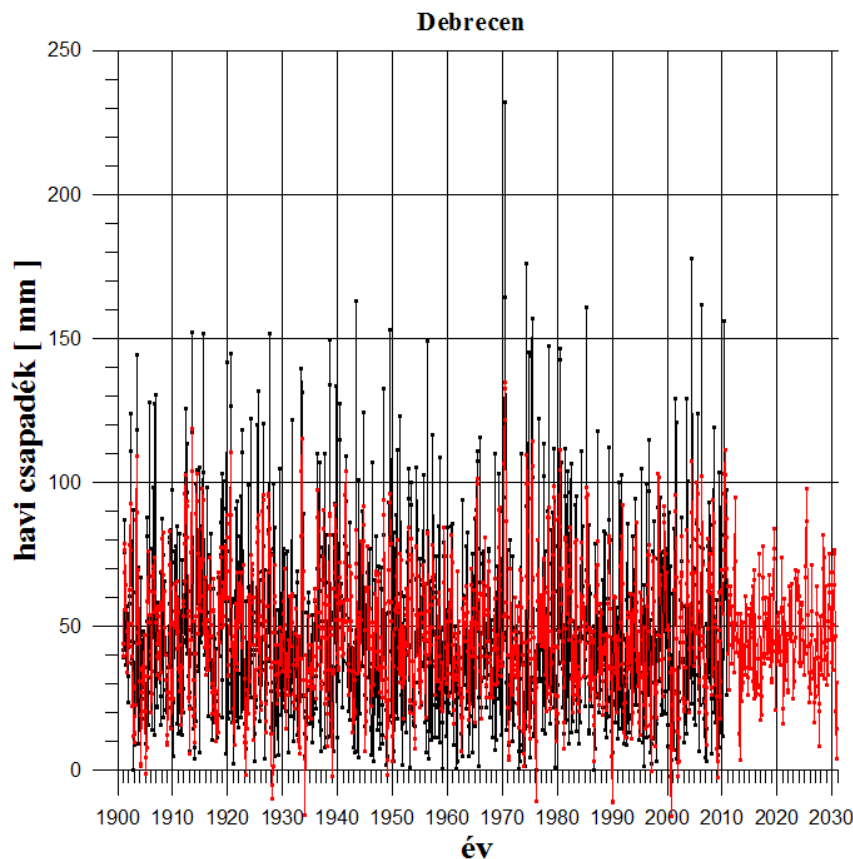
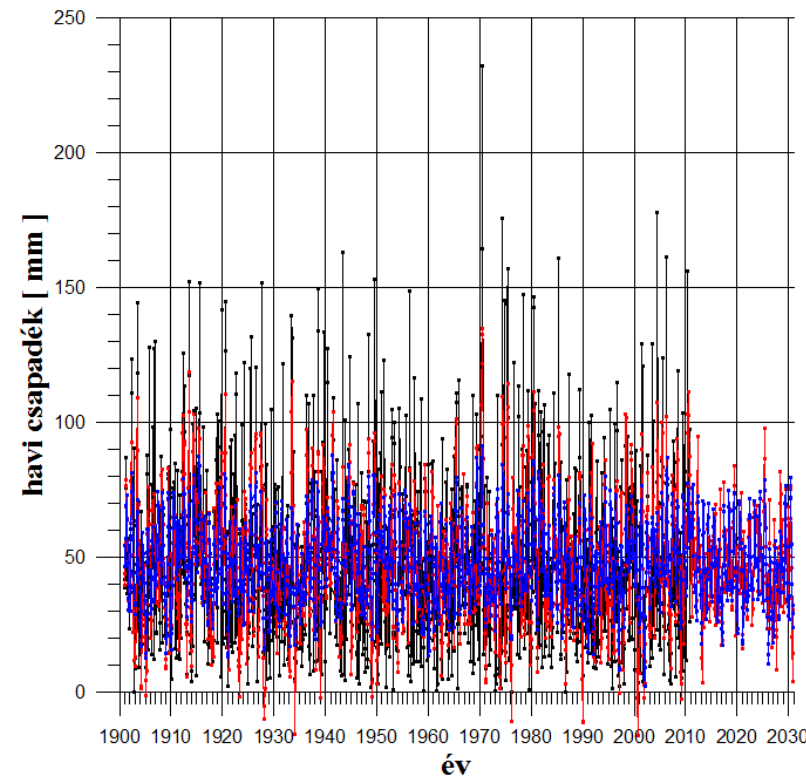


164 ciklus alapján
 $R=0,6237$

15 ciklus alapján
 $R=0,4735$

ELŐREJELZÉS

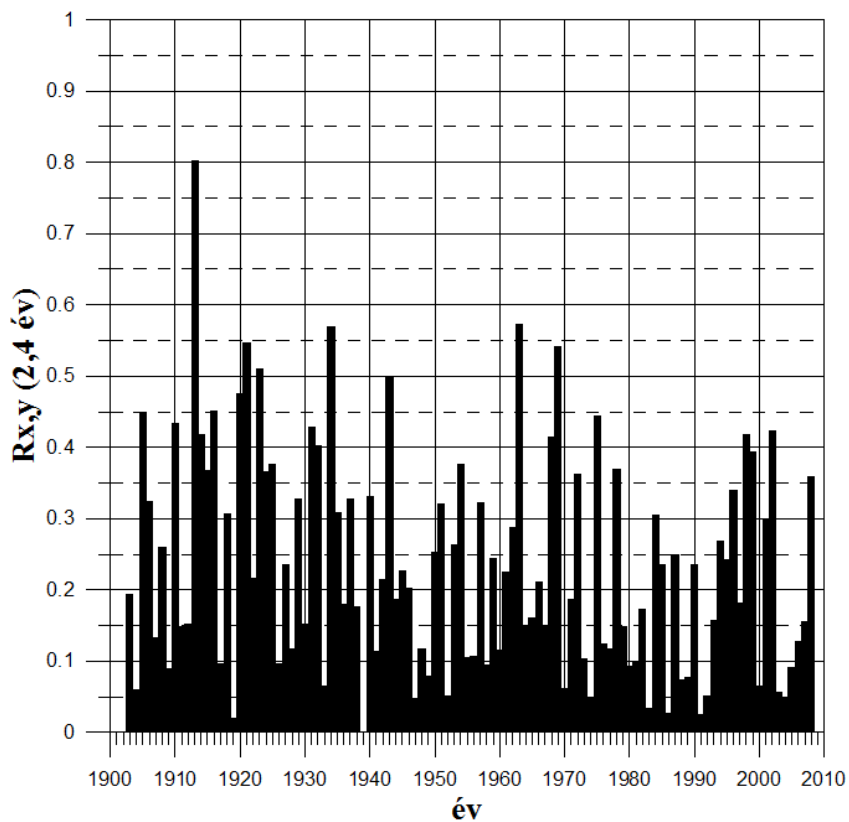
Debrecen



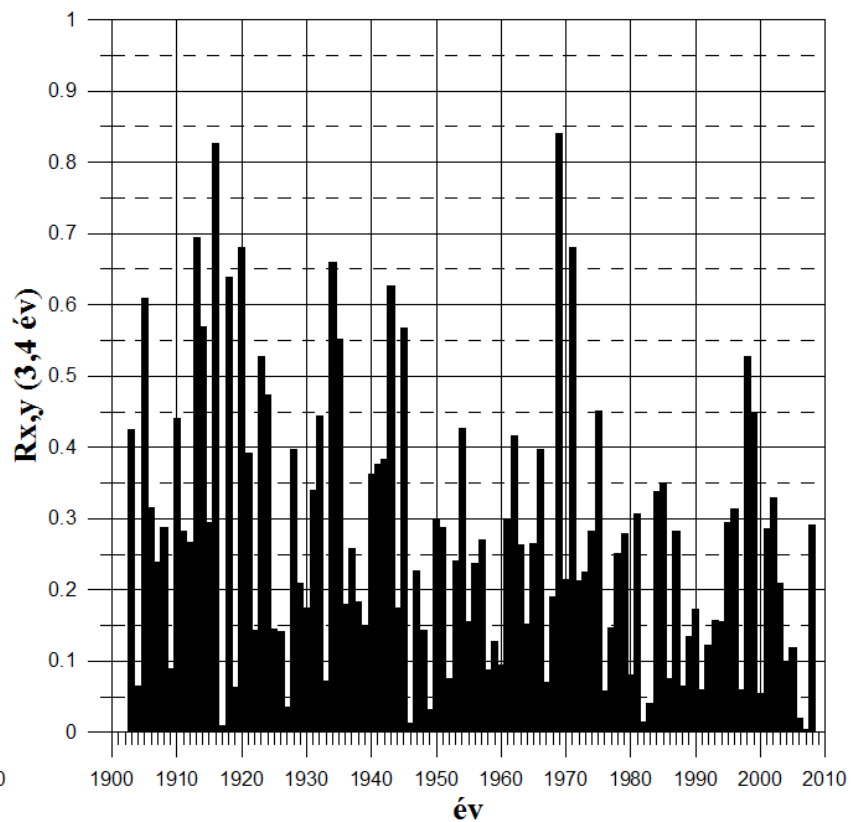


WAVELET-ELEMZÉS - DEBRECEN

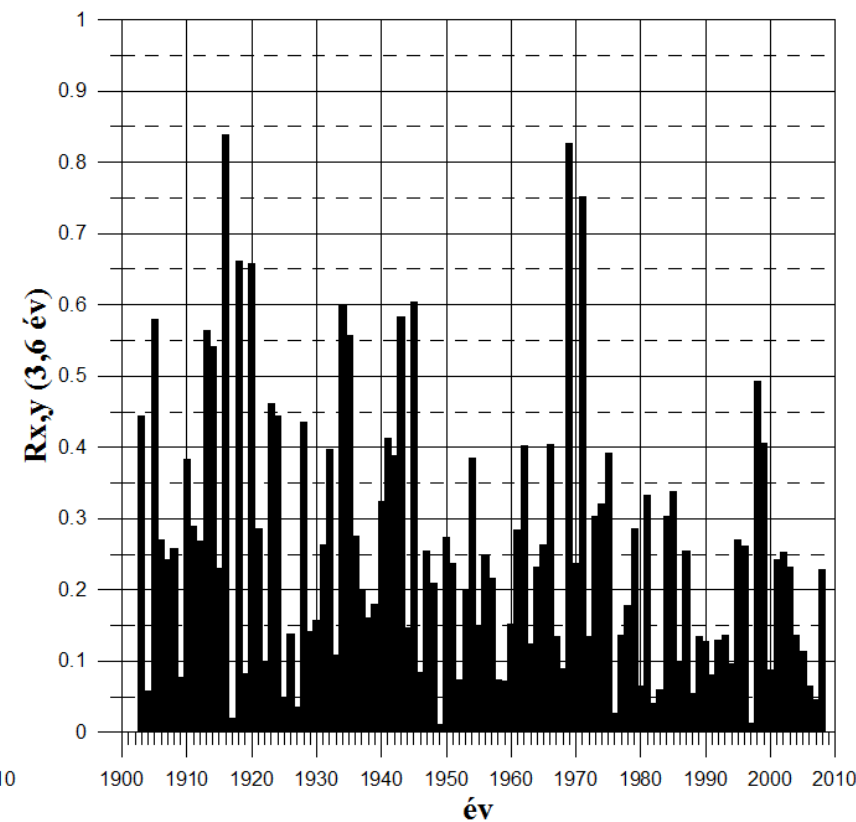
A 2,4 éves ciklus (x) és az évi csapadéértékek (y)
keresztkorrelációs függvénye



A 3,4 éves ciklus (x) és az évi csapadéértékek (y)
keresztkorrelációs függvénye



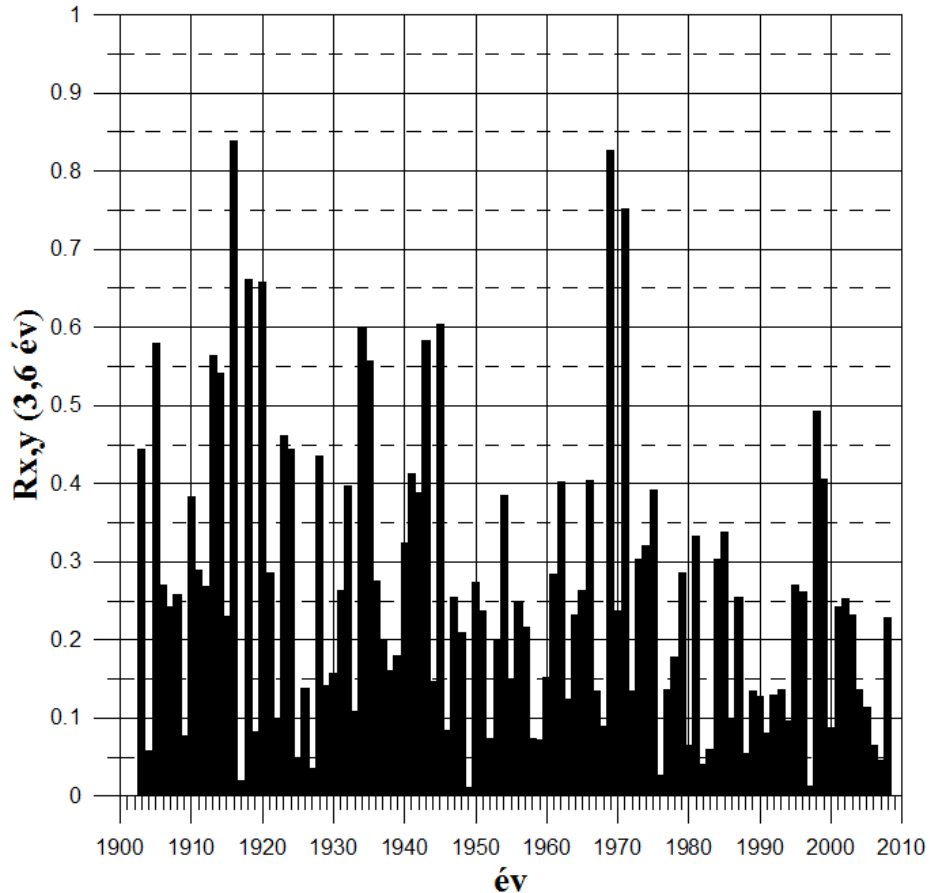
A 3,6 éves ciklus (x) és az évi csapadéértékek (y)
keresztkorrelációs függvénye



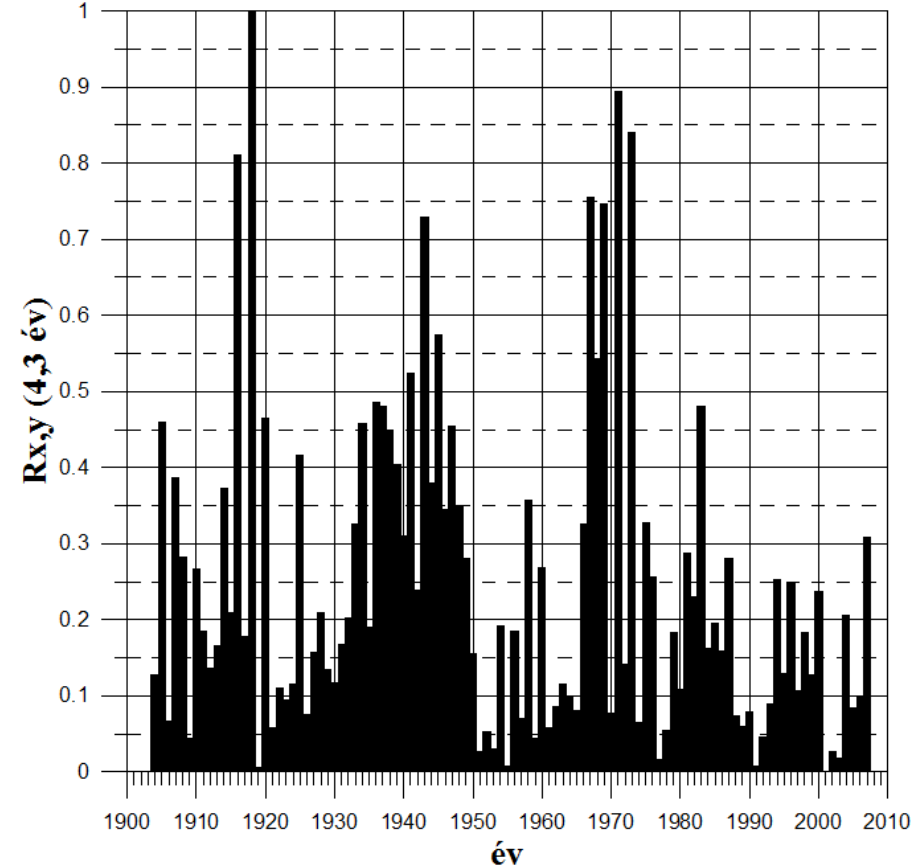


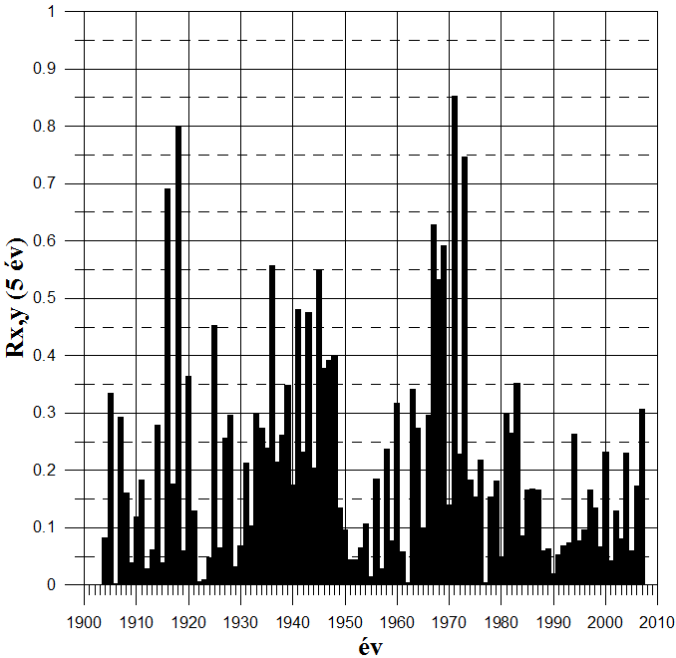
WAVELET-ELEMZÉS - DEBRECEN

A 3,6 éves ciklus (x) és az évi csapadékértékek (y) keresztkorrelációs függvénye

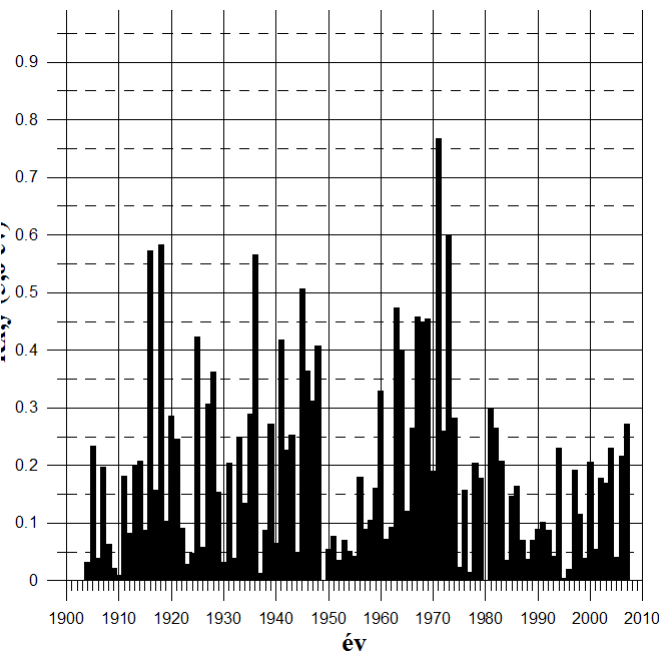


A 4,3 éves ciklus (x) és az évi csapadékértékek (y) keresztkorrelációs függvénye

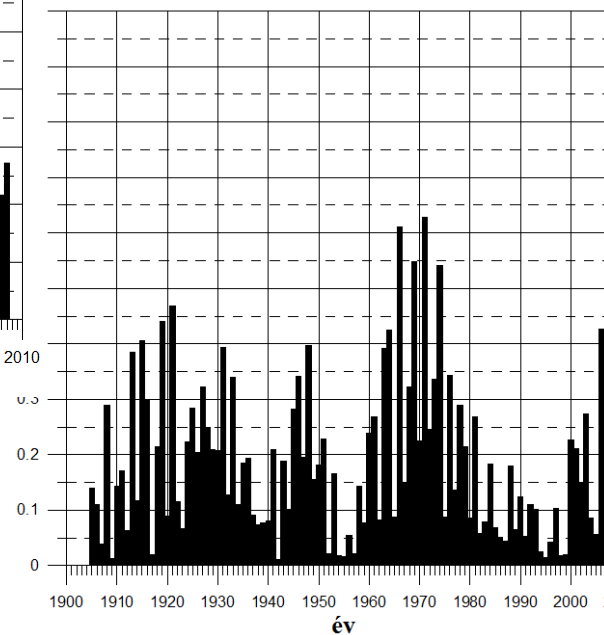




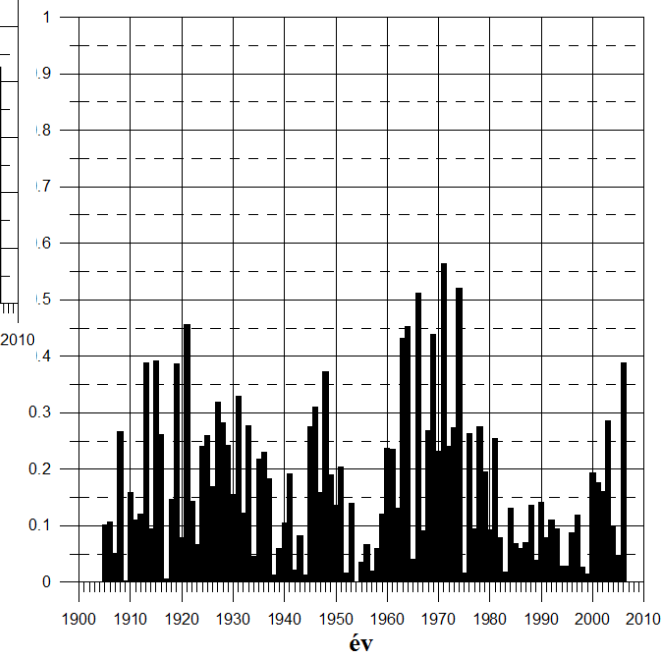
5 éves



5,6 éves



6,1 éves

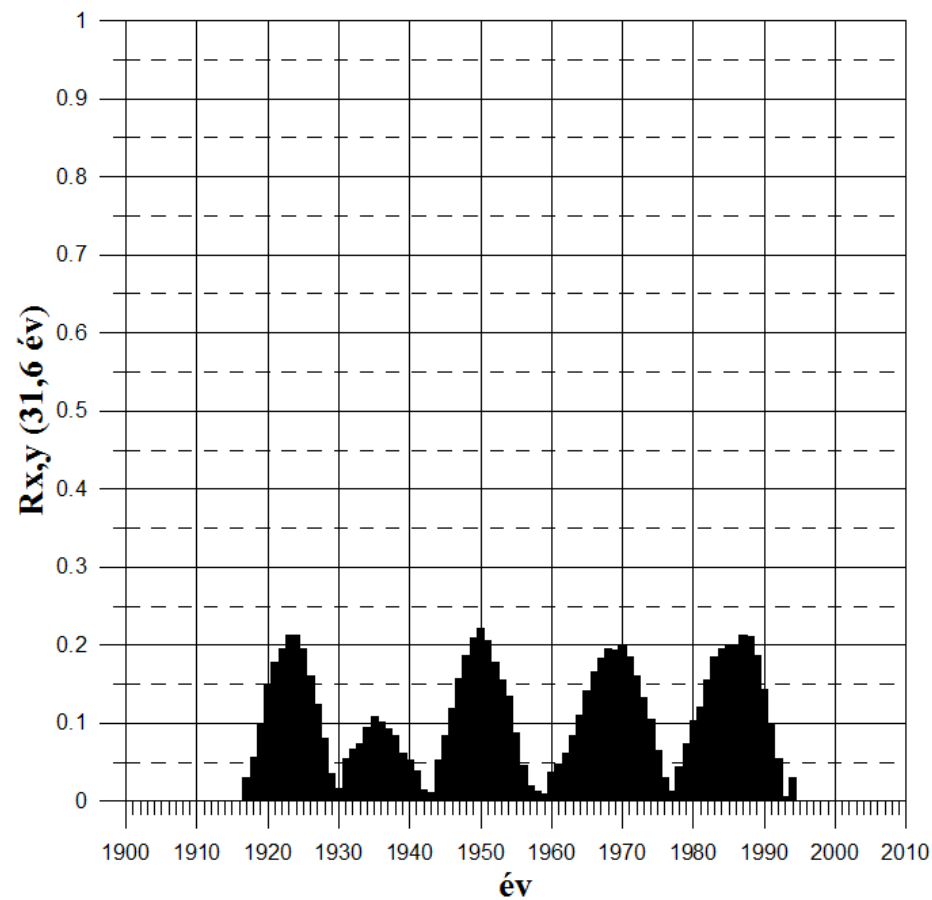
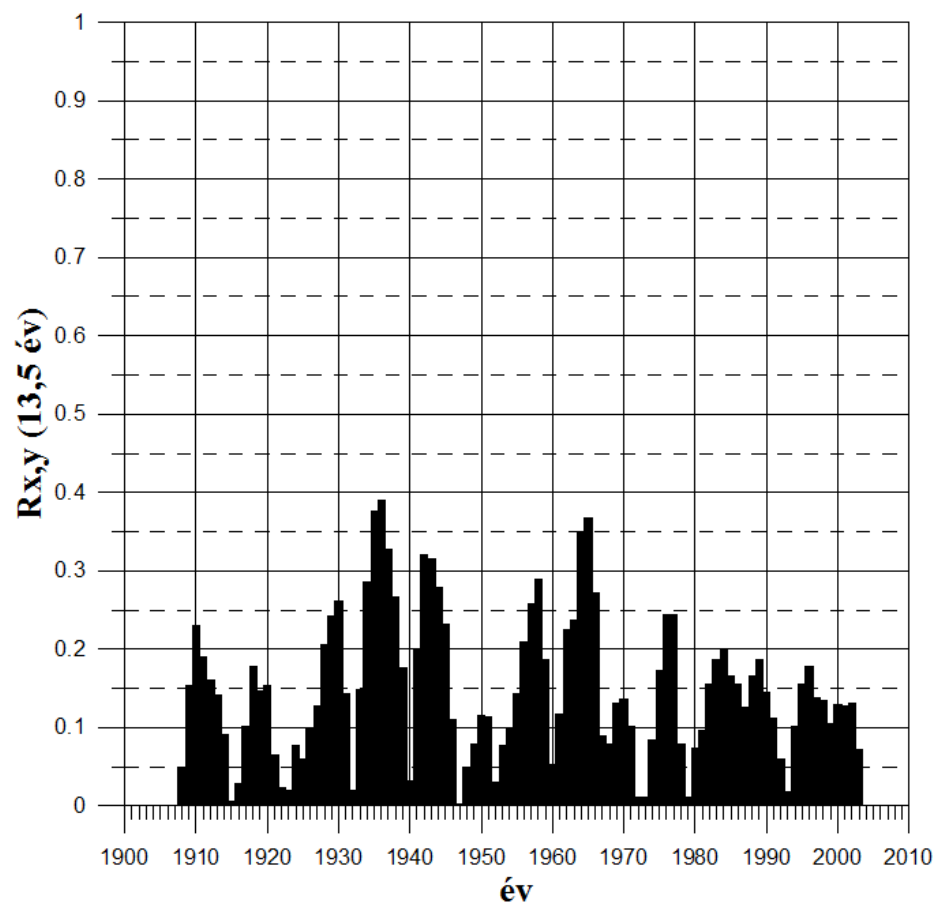


6,5 éves

WAVELET-ELEMZÉS



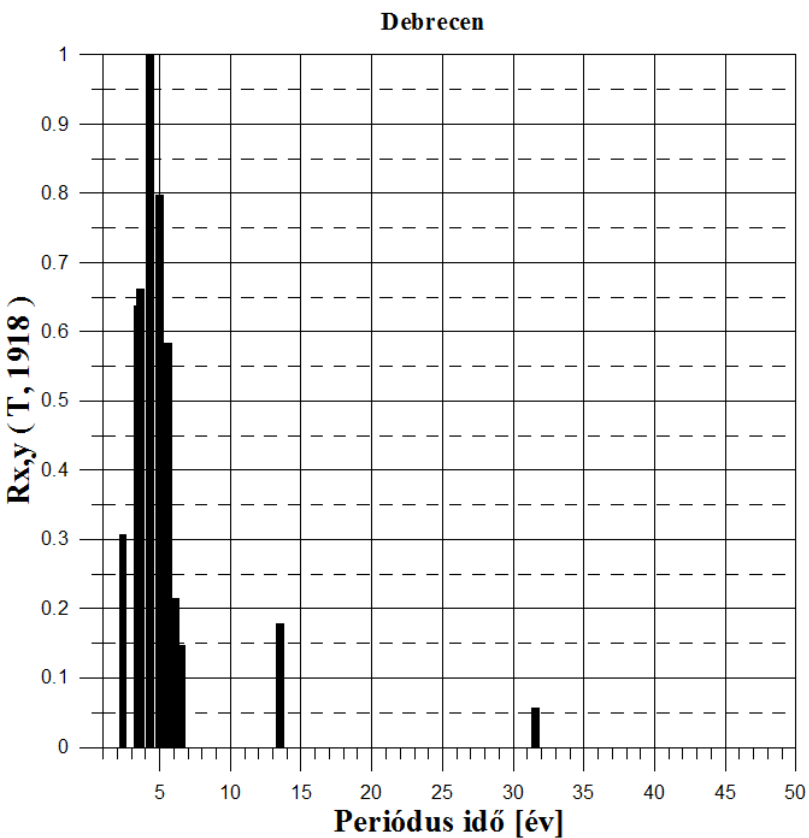
WAVELET-ELEMZÉS - DEBRECEN



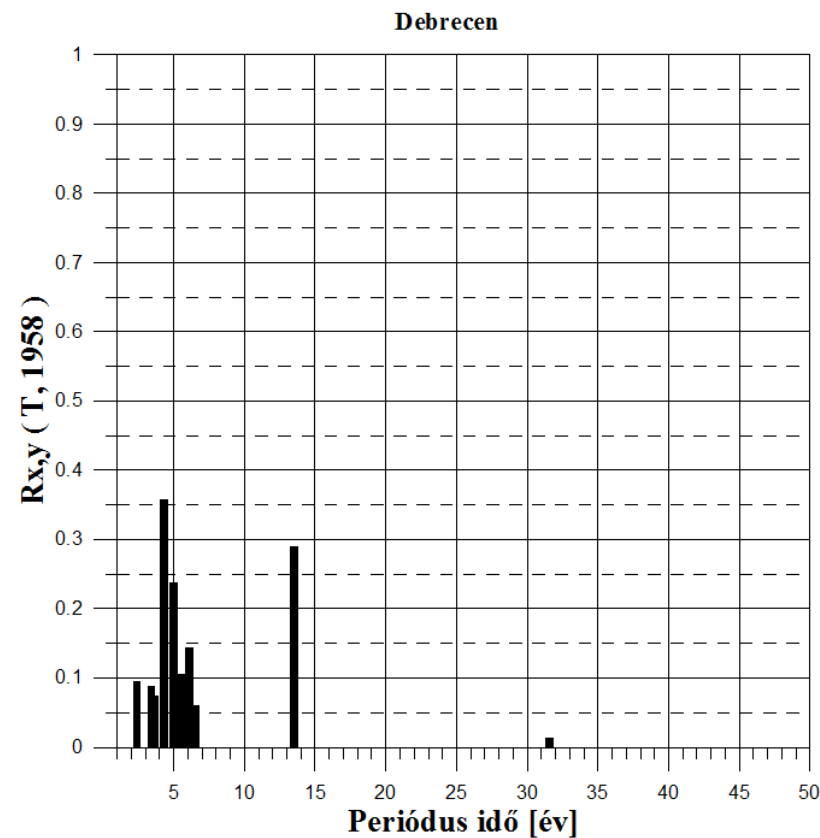


WAVELET-ELEMZÉS - DEBRECEN

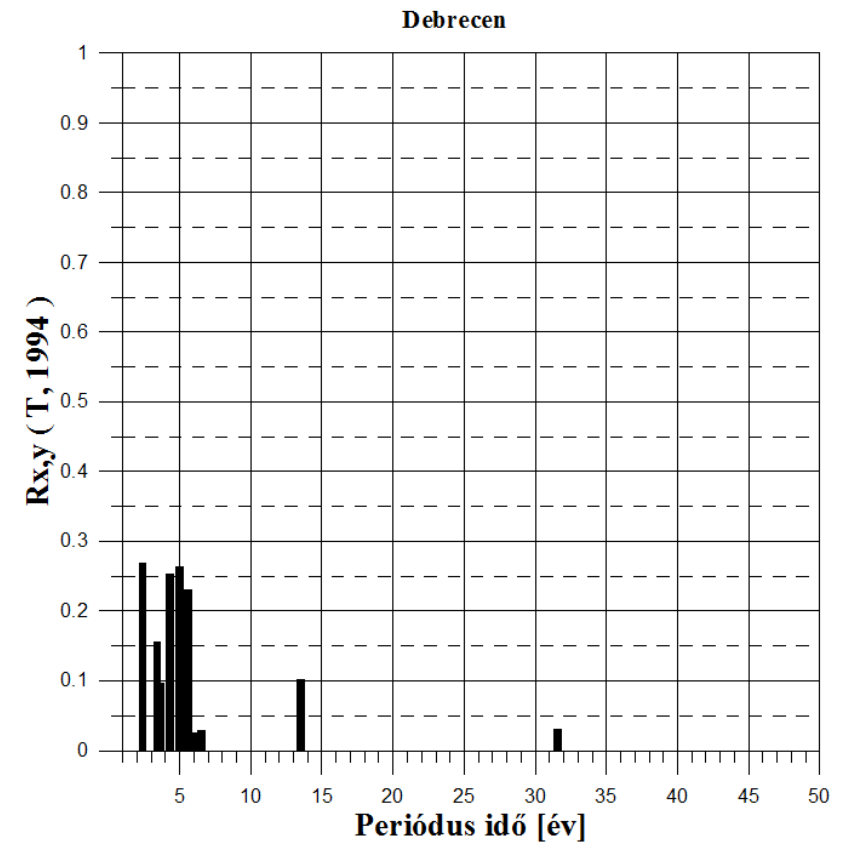
A ciklusok (x) és az évi csapadékértékek (y) keresztkorrelációs együtthatóinak a periódusidő szerinti eloszlása 1918-ban



A ciklusok (x) és az évi csapadékértékek (y) keresztkorrelációs együtthatóinak a periódusidő szerinti eloszlása 1958-ban



A ciklusok (x) és az évi csapadékértékek (y) keresztkorrelációs együtthatóinak a periódusidő szerinti eloszlása 1994-ben





ÖSSZEFOGLALÁS

- Nagy periódusidejű ciklusok lokálisan és országosan
- Szabályszerűségek alapján előrejelzés Debrecen területére
- Éves és havi csapadékösszegek komplex vizsgálata
- Ciklusok dominanciájának kutatása a 110 éves adatsorban



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

