

# 11th International Scientific Conference on Mineral Waters of the Carpathian Basin

Herl'any, Slovakia  
3 – 4 September 2015

## Imprint

Title Proceedings of 11th International Scientific Conference on Mineral Waters of the Carpathian Basin  
Publisher Institute of Environmental Management, University of Miskolc, Hungary  
Editor Zsombor Fekete  
Year 2015  
ISBN 978-963-358-096-7

### Organizers:

- Technical University of Košice, Institute of Geosciences
- University of Miskolc, Institute of Environmental Management
- Sapiientia University, Department of Bioengineering, Department of Food Science
- Foundation for Groundwater Resources



# A NYÍRSÉG HAVI CSAPADÉKVISZONYAINAK KOMPLEX ELEMZÉSE KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A LEÍRÓ STATISZTIKAI ÉS CIKLIKUS KOMPONENSEK VIZSGÁLATÁRA

## COMPLEX STATISTICAL AND SPECTRAL ANALYSIS OF THE MONTHLY PRECIPITATION DATASETS FROM THE NYÍRSÉG REGION

Ilyés Csaba<sup>1</sup> – Dr. Turai Endre<sup>2</sup> – Dr. Szűcs Péter<sup>3</sup> – Kompár László<sup>1,4</sup> – Osváth  
Kristóf<sup>5</sup>

1: doktorandusz, 2: egyetemi docens 3: egyetemi tanár 4: tudományos munkatárs 5: MSc hallgató

1, 3, 5: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet

2: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet

3: MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

4: Isotoptech Zrt.

kapcsolat: hgilyes@uni-miskolc.hu

**Kulcsszavak:** Nyírség, spektrális elemzés, statisztikai elemzés, csapadék, ciklusok

**Abstract:** *In this paper we examined monthly precipitation datasets from two meteorological stations located in the Nyírség Region of Hungary. To examine precipitation is important to define the main parameters and the cycles in these datasets, because precipitation is the main resource of groundwater, and therefore mineral water as well, through recharge. The two long term datasets were examined with descriptive statistical methods and spectral analysis. The results showed, that the two meteorological stations have almost the same parameters, the correlation between these two data are strong. The spectral analysis showed two major cycles, a one year, and a half year long cycles, and large number of additional cycles with relative amplitude range between 20-50 %. The numbers of additional cycles were 17, and 19.*

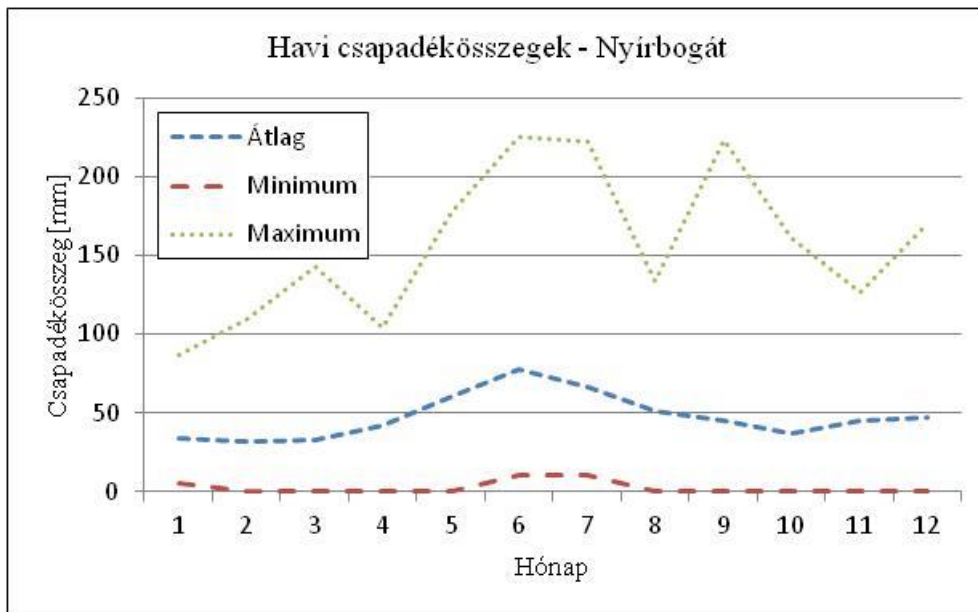
**Keywords:** *Nyírség, spectral analysis, statistical analysis, precipitation, cycles*

### 1. BEVEZETÉS

Napjainkra a felszíni vízkészletek többsége olyan mértékben elszennyeződött az emberi tevékenység hatására, hogy egyértelművé vált: a legfontosabb vízbeszerzési lehetőség a felszín alatt rejlik. Hazánk tekintetében különösen kiemelt fontosságú a felszín alatti vízkészletek mennyiségi és minőségi védelme az egyre szélsőségesebbé váló időjárási viszonyok közepette. Ásványvízkészletünk a felszín alatti vízkészlet része, azonban nem minden felszín alatti víz ásványvíz. Az ásványvíz legfőbb ismérvei a következők: védett vízadó rétegből származik, eredendően tiszta, összetétele állandó, ásványianyag-tartalma egészségre kedvező hatású [1]. Ezek a készletek azonban végesek, utánpótlódásuk igen lassú, évtizedekben-évszázadokban mérhető folyamat. Az utánpótlás főként a felszín felől érkező és a földkéregbe beszívargó csapadékból történik. A csapadékatatok elemzése tehát rendkívüli fontosságú az ásványvízkészletek fenntartható termeléséhez és felhasználásához.

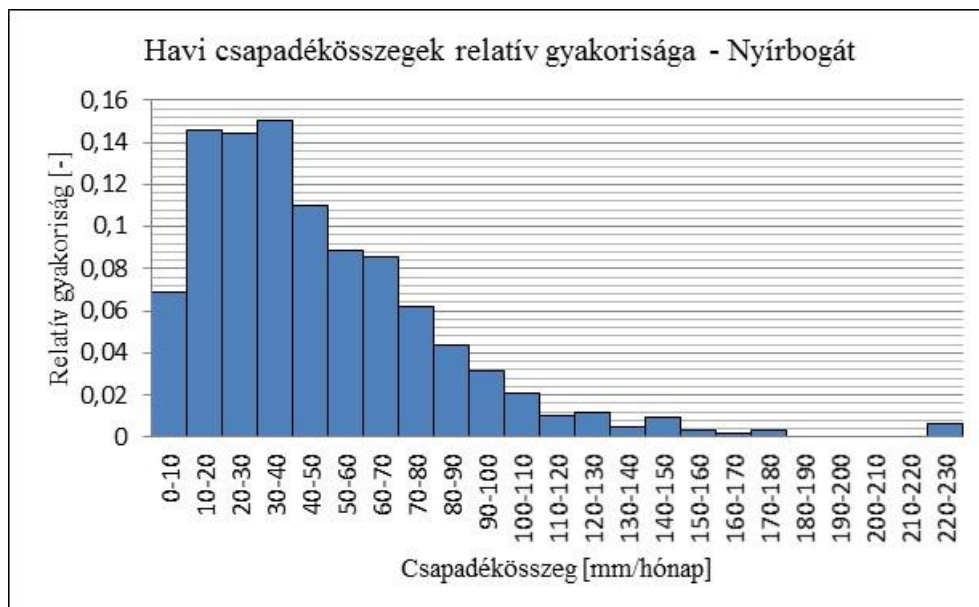
Erre a területre korábban elvégzett kutatómunka [2], és a Bükk és a Mátra területére 52 éves periódusra elvégzett korábbi vizsgálatok alapján [3][4], ahhoz hasonlóan modern statisztikai módszereket és diszkrét Fourier-transzformációt alkalmazva az ország Észak-keleti régiójában a Nyírség keleti részén található Nagyecséd és Nyírbogát területére vonatkozó csapadék adatokat vizsgáltuk. A Nyírség területén található két meteorológiai állomás hosszú távú hidrometeorológiai adatsorainak havi csapadékösszegeiben végeztünk leíró statisztikai, korrelációs és cikluselemzéses vizsgálatokat. A két állomás – Nagyecséd és Nyírbogát – 1958-tól és 1961-től regisztrált csapadékösszegeit vizsgáltuk.

## 2. STATISZTIKAI ELEMZÉS



1. ábra: Havi csapadékösszegek – Nyírbogát

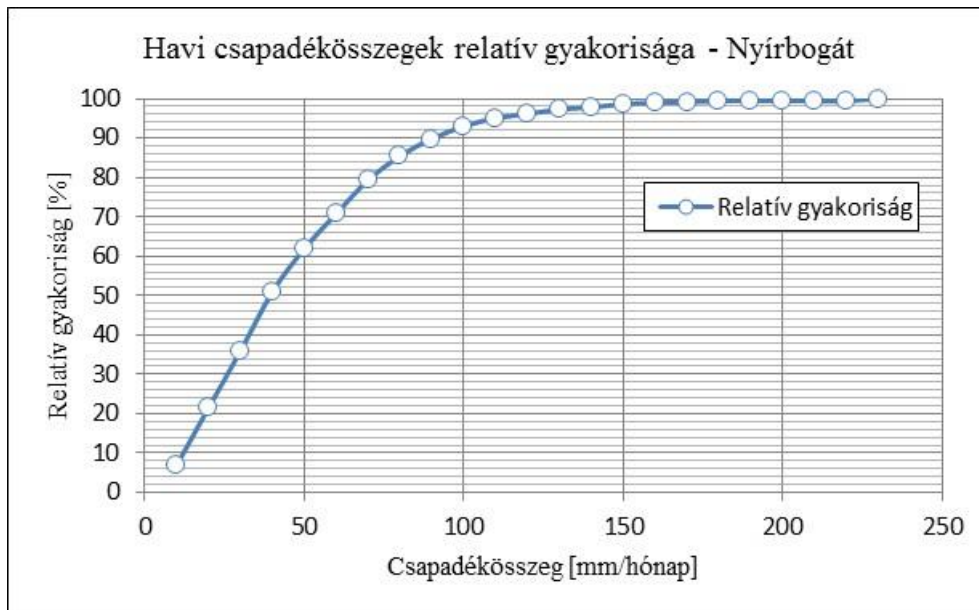
Nyírbogát állomáson az évi átlagos csapadék 567,29 mm. Az 1. ábrán látható, hogy a csapadékok éven belüli eloszlása nagy intervallumon belül mozog, a minimum értékek közel minden hónap esetében 0 és 10 mm között alakulnak. A havi átlagos értékekben a legnagyobb csapadékösszegek a nyári hónapokban tapasztalhatóak, a legszárazabb időszak a tél vége és a tavasz. A regisztrált maximum értékekben több hónapra is 200 mm feletti értékek voltak jellemzőek. A maximum értékek alakulásánál látható, hogy a június, július és szeptember hónapban található a görbe maximuma, augusztus hónapban a regisztrált legkisebb és legnagyobb havi csapadékösszeg közti intervallum a nyári hónapok közül a legkisebb. A nyári hónapokban a regisztrált maximum értéknek 225,6 mm is előfordult a megfigyelt 55 év során, amit június hónapban mértek. Az átlagos havi csapadékösszeg a vizsgált időszakra 47,44 mm.



2. ábra: Havi csapadékösszegek relatív gyakorisága – Nyírbogát

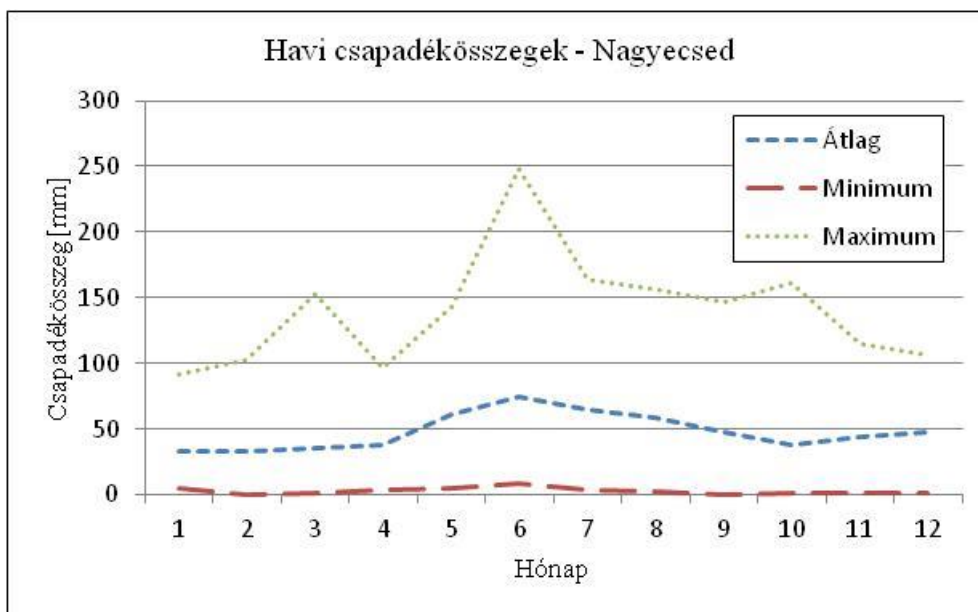
A havi csapadékértékek gyakoriságát vizsgálva (2. ábra) látható, hogy a havi csapadékösszegek nagy része a 10-40 mm közötti tartományban mozgott, a gyakorisági sorból számított módusz értéke: 31,29 mm, a havi maximum érték ennél az állomásonál kiugró, a vizsgált időszak alatt 4 hónapban is 220 mm feletti csapadékösszeg volt mérhető, míg 180-220 mm közötti csapadékösszeget nem mértek Nyírbogáton.

A csapadékadatok nagy része a 10-40 mm közötti három osztályközben közel azonos mértékben alakult, (~15 %), összesen a havi csapadékösszegek 43 %-a ebben az intervallumban alakult.



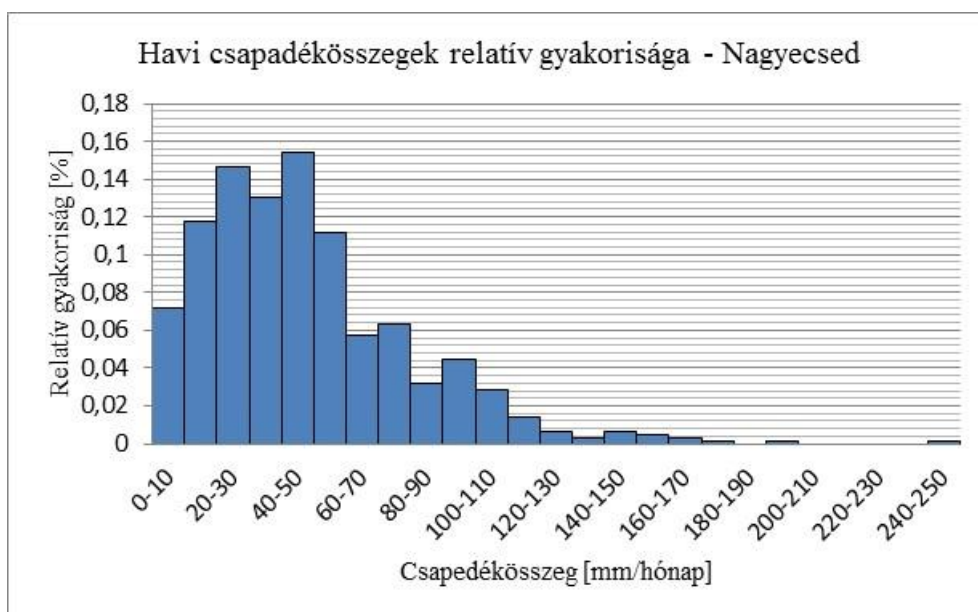
3. ábra: Eloszlásfüggvény – Nyírbogát

Az eloszlásfüggvényt vizsgálva (3. ábra) meredek emelkedés után a havi csapadékösszegek maximum értékéig közel vízszintes egyenes mentén halad az eloszlás függvény, ami a gyakori kisebb csapadékösszegeket, de ritkán előforduló nagycsapadékos hónapokat mutat. Az ábráról látható, hogy a csapadékértékek 50 %-a 40 mm-nél kevesebb volt, 70 %-a 60 mm-nél is, míg 89 %-ban 90 mm-nél kisebb havi csapadékösszegeket mértek az állomáson. A fennmaradó 10 % tekinthető kiugróan magas értéknek.



4. ábra: Havi csapadékösszegek – Nagyecséd

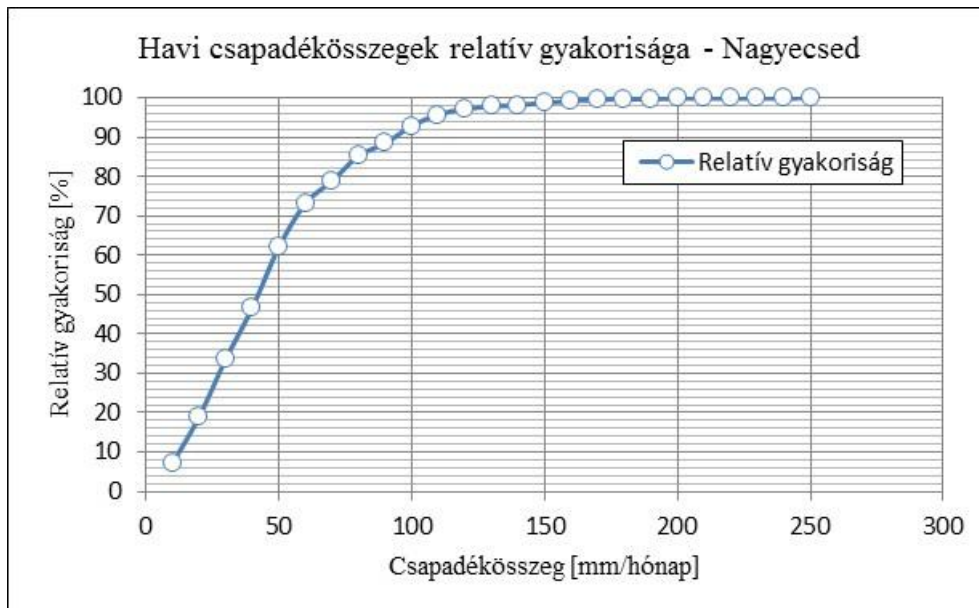
Nagyecséd állomáson az évi átlagos csapadék 572,37 mm volt. A havi átlagos csapadék adatokat a 4. ábra szemlélteti. Az ábra alapján a havi csapadék értékek mennyiségének eloszlása hasonló képet mutat, mint a másik állomás adatsora. A regisztrált maximum értékek csak júniusban lépik át a 200 mm-es határt, a többi esetben 100-200 mm között mozogtak. A havi átlagos értékek egyenletes eloszlást mutatnak a hónapok esetén, a maximum a nyári hónapokra esik, de az év vége is csapadékosabbnak számít. A legnagyobb havi csapadékösszeg 248,5 mm volt, míg a vizsgált időszakban az átlagos havi csapadékösszeg 47,85, ami közel tizedre azonos a másik állomásra számított középértékkel.



5. ábra: Havi csapadékösszegek relatív gyakorisága – Nagyecséd

A havi csapadékösszegeket gyakorisági sorokba rendezve (5. ábra) a nyírbogáti állomáshoz hasonló eloszlású gyakorisági függvényt kaptunk. A ritkán előforduló nagycsapadékos hónapok eloszlása egyenletlenebb, kiugróan magas értékek is találhatóak. Az adatok a 20-50 mm közötti intervallumban sűrűsödnek, az ebben található három osztályközben található az

értékek 43 %-a. A számított módusz értéke: 43,57 mm, ami majdnem 10 mm-el magasabb a másik állomás adataiból számítottnál.



6. ábra: Eloszlásfüggvény – Nagyecsed

Az eloszlásfüggvény (6. ábra) kezdeti meredeksége szintén azt mutatja, hogy az alacsonyabb értékek voltak a számottevőbbek, de volt kisszámú kiugróan csapadékgazdag hónap is a vizsgált időszakban. Az adatok 46%-át a 40 mm-nél kevesebb csapadékot hozó hónapok adták, továbbá 78%-ban 70 mm-nél kevesebb csapadékösszeggel rendelkező hónapok fordultak elő. A havi csapadékösszegek 92%-a 100 mm-nél kevesebb volt, a fennmaradó adatok a kiugróan csapadékos hónapok közé tartoznak.

A két állomás adatsora között Pearson-féle korrelációs vizsgálatot végeztünk el [5], ami erős kapcsolatot mutatott. A korrelációs együttható értéke:  $r=0,839$ . Az erős kapcsolatot okozhatja a földrajzi közelség, mivel a két település légvonalban 25 km-re található egymástól.

### 3. A VIZSGÁLAT ELMÉLETI ALAPJA

Az elemzés elvi alapja a Fourier-transzformáció. A frekvencia és amplitúdó értelmezése során  $2\pi$  szerint periodikus  $\cos(t)$  függvényből indulunk ki, ahol  $T=2\pi$  a periódushossza, ami alapján a  $\cos(t)$  függvény az alábbi szerint alakítható:

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

ahol  $f$  a frekvenciát jelenti, amely:

$$f = \left(\frac{1}{T}\right), \quad (2)$$

Amennyiben a  $t$  térbeli hosszat jelent, akkor a frekvencia az egységnyi térbeli hosszra eső peridusok számát fogja megadni.

A Fourier-transzformáció segítségével a tér-idő tartományból a jeleket frekvenciatartományba vihetjük át. Az eljárás során a jelek frekvencia tartománybeli képét spektrumoknak – Fourier-spektrumoknak nevezük. Analitikus Fourier-transzformáció [6] során harmonikus függvényekkel ( $\cos(2\pi ft)$  és  $\sin(2\pi ft)$ ) dolgozva komplex Fourier-spektrumokat kapunk, amelyet egy valós és egy képzetes részre bonthatunk:

$$\operatorname{Re}[F(f)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos(2\pi ft) dt, \quad (3)$$

$$\operatorname{Im}[F(f)] = - \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin(2\pi ft) dt, \quad (4)$$

A Fourier-spektrumokat a valós és képzetes rész összegeként írhatjuk fel. A jel kialakításánál a sinusos tagok a képzetes spektrum, a cosinusos tagok a valós spektrumok súlyát adják. Az  $F(f)$  komplex spektrum exponenciális alakban két másik valós spektrum segítségével is felírható:

$$F(f) = A(f)e^{j\Phi(f)}, \quad (5)$$

Az így bevezetett  $A(f)$  spektrumot amplitúdó spektrumnak, amely megadja, hogy a tetszőleges  $f$  frekvencia körüli egységnyi frekvenciasávba eső harmonikus komponensek súlyát a jel kialakításánál, a  $j=\sqrt{-1}$ , képzetes egység, míg a  $\Phi(f)$  spektrumot fázisspektrumnak nevezük, amely azt adja meg, hogy  $e$  harmonikus komponens maximuma a periódushossz hányad részével tolódik el [7].

A spektrális elemzés során a vizsgált  $y(t)$  csapadékmennyiségekben keressük a determinisztikus periodikus komponenseket.

#### 4. CIKLUSOK VIZSGÁLATA

A kutatás során a Diszkrét-Fourier transzformációnak egy analitikus változatát alkalmazva a két adatsorban fellelhető ciklusok megtalálása volt a cél. A két állomás adataiból származó eredmények jobb összehasonlíthatósága céljából mindkét adatsort az 1961-2013 közötti időszakra vizsgáltuk. A két elemzés mellé a területet jellemző átlagos értékekkel is elvégeztük a vizsgálatot. A vizsgálat során meghatároztuk a havi csapadékértékek függvényének komplex amplitúdó sűrűség spektrumait.

Mindkét idősnél drasztikusan jelentkezik az éves és féléves főciklus, habár 50 % relatív amplitúdó tartomány felett több főciklus nem található, ami a korábbi [4] Bükki-Mátrai mérésekhez képest újdonság. Emellett mindkét esetben több mellékciklus (20-40 % relatív amplitúdóval) is megtalálható a vizsgált adatsorokban. A nagy számú mellékciklusok a rövid mintavételi időköz (1 hónap) és a hosszú (629 hónapos) idősoroknak köszönhetően mutatható ki.

|         | $T$<br>(hónap) | $T$<br>(év) | $AY(T)_{max}$<br>(%) |        | $T$<br>(hónap) | $T$<br>(év) | $AY(T)_{max}$<br>(%) |
|---------|----------------|-------------|----------------------|--------|----------------|-------------|----------------------|
| Fő      |                |             |                      | Mellék |                |             |                      |
| 1.      | 12,00          | 1,00        | 100,00               | 10.    | 4,70           | 0,39        | 29,10                |
| 2.      | 6,00           | 0,50        | 61,01                | 11.    | 14,40          | 1,20        | 26,77                |
|         |                |             |                      | 12.    | 3,80           | 0,32        | 26,17                |
| Mellék: |                |             |                      | 13.    | 25,20          | 2,10        | 26,13                |
| 3.      | 128,00         | 10,67       | 38,80                | 14.    | 17,90          | 1,49        | 25,41                |
| 4.      | 11,60          | 0,97        | 38,79                | 15.    | 9,90           | 0,83        | 25,33                |
| 5.      | 13,60          | 1,13        | 38,54                | 16.    | 22,60          | 1,88        | 25,15                |
| 6.      | 8,20           | 0,68        | 32,17                | 17.    | 53,00          | 4,42        | 25,04                |
| 7.      | 4,30           | 0,36        | 31,74                | 18.    | 405,00         | 33,75       | 24,05                |
| 8.      | 3,00           | 0,25        | 30,76                | 19.    | 179,00         | 14,92       | 18,90                |
| 9.      | 28,70          | 2,39        | 30,21                |        |                |             |                      |

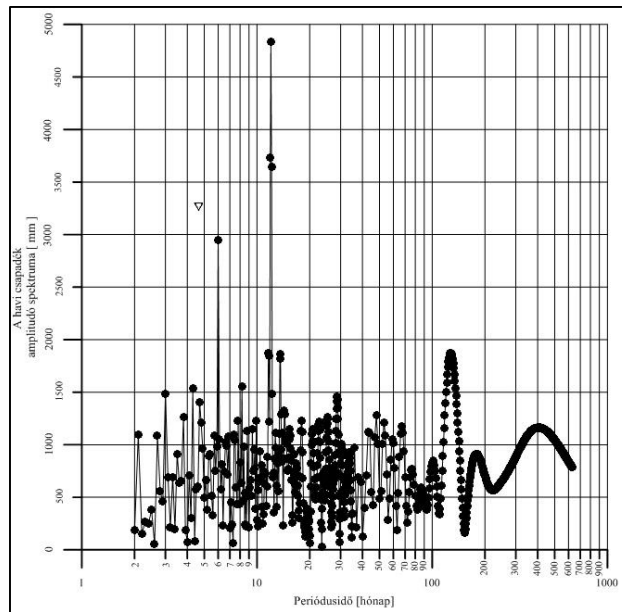
1. táblázat: Fő- és mellékciklusok Nagyecséd állomásra

|        | $T$<br>(hónap) | $T$<br>(év) | $AY(T)_{max}$<br>(%) |        | $T$<br>(hónap) | $T$<br>(év) | $AY(T)_{max}$<br>(%) |
|--------|----------------|-------------|----------------------|--------|----------------|-------------|----------------------|
| Fő     |                |             |                      | Mellék |                |             |                      |
| 1.     | 12,00          | 1,00        | 100,00               | 11.    | 9,90           | 0,83        | 35,70                |
| 2.     | 6,00           | 0,50        | 70,59                | 12.    | 68,00          | 5,67        | 35,67                |
|        |                |             |                      | 13.    | 23,80          | 1,98        | 35,47                |
| Mellék |                |             |                      | 14.    | 133,00         | 11,08       | 34,97                |
| 3.     | 28,50          | 2,38        | 43,00                | 15.    | 184,00         | 15,33       | 34,70                |
| 4.     | 17,70          | 1,48        | 42,01                | 16.    | 60,00          | 5,00        | 34,11                |
| 5.     | 4,80           | 0,40        | 39,88                | 17.    | 13,60          | 1,13        | 34,09                |
| 6.     | 36,00          | 3,00        | 39,80                | 18.    | 14,90          | 1,24        | 34,08                |
| 7.     | 3,80           | 0,32        | 39,43                | 19.    | 44,00          | 3,67        | 32,31                |
| 8.     | 6,70           | 0,56        | 37,64                | 20.    | 48,00          | 4,00        | 30,80                |
| 9.     | 13,90          | 1,16        | 37,42                | 21.    | 578,00         | 48,17       | 30,54                |
| 10.    | 8,80           | 0,73        | 36,37                |        |                |             |                      |

2. táblázat: Fő- és mellékciklusok Nyírbogát állomásra

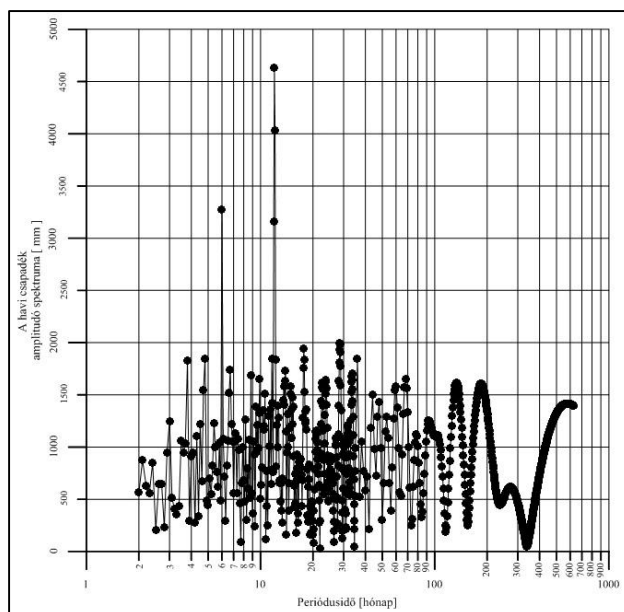
A két állomás adatai (1. táblázat és 2. táblázat) között sok hasonlóság mutatkozik. A ciklusok közül mindkettőben megjelenik egy nagy ciklus (33, ill. 44 év), a rövidebb ciklusok

közül hasonlóak a 184 és 179 hónapos ciklusok, a 128 és 133 hónaposak, továbbá az 53 és 60 hónapos ciklusok. A 10-30 hónapos ciklusok közül fellelhető párok a 28,5 ill. 28,7 hónapos, a 17,9 ill. 17,7 hónapos, illetve mindkettőben megjelenik a 13,6 hónapos ciklus közel azonos amplitúdó gyakorisággal. A 10 hónapnál rövidebb ciklusok közül a 9,9 hónapos mindkettőnél megjelenik, míg a 8,2 és 8,8 hónapos is tekinthető közel azonosnak. Az amplitúdó gyakoriságokat vizsgálva elmondható, hogy a Nyírbogáti állomás relatív amplitúdó spektrum ( $AY(T)_{max}$ ) tartománya nagyobb értékeket mutat, abban az esetben csak 30%-nál nagyobbak szerepelnek a táblázatban, míg a másik állomás adatai közül még enyhébb, 18,9 %-os melléciklus is kimutatásra került (7. ábra és 8. ábra).

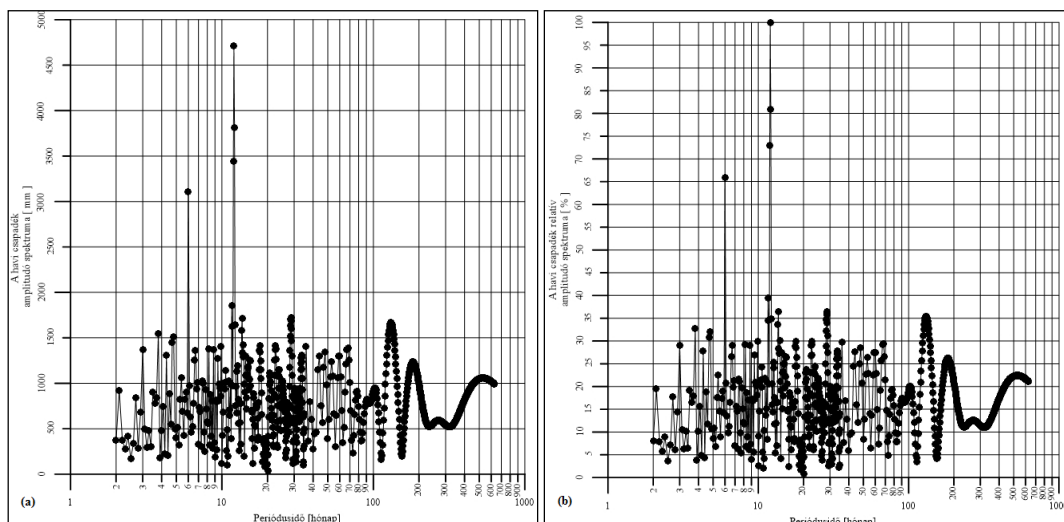


7. ábra: Nagyecsed állomás havi csapadékmennyiség amplitúdó spektruma

Mindkét állomásnál jelentkezik a 2 főciklus, az éves és féléves, ami a csapadékok időbeli eloszlását ismerve várható eredmény. Nagyecsed esetében a féléves főciklus amplitúdó spektruma 10%-al kisebb a Nyírbogáti állomás adataihoz képest.



8. ábra: Nyírbogát állomás havi csapadékmennyiség amplitúdó spektruma



9. ábra: A havi csapadékmennyiség amplitúdó (a) és relatív amplitúdó spektruma (b) a két terület átlagára 1961. január és 2013. május között

A két állomás adataiból képzett átlagos havi csapadékösszegeket is megvizsgáltuk, amely hasonló eredményt hozott, mint a külön megvizsgált két település időszora. Az átlagos csapadékösszegekre számított amplitúdó spektrumokban (9.a ábra) és relatív amplitúdó spektrumokban (9.b ábra) egyaránt megtalálható a két főciklus, az éves és a féléves. A 19 melléciklusban megtalálhatóak a másik két vizsgálat során már kimutatott ciklusok, a legnagyobb 44 éves, az utána következő 15 és a több, kisebb frekvenciájú melléciklus [8].

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy a földrajzilag egymáshoz közel elhelyezkedő két állomás adatsora hasonló, a csapadékösszegek havi eloszlása is hasonló képet mutat mind Nyírbogát, mind Nagyecsed esetében, a csapadéértékek nagy intervallumban mozogtak a vizsgált időszakban, a további Diszkrét Fourier-transzformációval elvégzett elemzés kimutatta, hogy a havi csapadékösszegeket vizsgálva két főciklus és több melléciklus is

megtalálható az idősorban. A vizsgálat során megkapott fő- és domináns melléciklusok alapján 10-20 éves időtávra előrejelzés is készíthető [4], amivel a területre havi csapadékösszegeket lehet meghatározni, ami további éves vagy napi adatokból készített mérésekkel tovább finomítható.

## 6. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0003 jelű projekt részeként, Széchenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## 7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **BORSZÉKI, B.** Ásványvíz szabályozások. Szabványok, rendeletek a Monarchiában és Magyarországon. A Kárpát-medence ásvány-és gyógyvizei. Budapest, 2013
- [2] **VIRÁG, M.** Felszín alatti vízáradó összletek komplex hidrogeológiai vizsgálata a Felső-Tisza vidékén. Doktori (PhD) értekezés, Miskolc, 2013
- [3] **KOVÁCS, F.** A Mátra-Bükk-i terület csapadékjellemzőinek alakulása az utóbbi ötven évben (1960-2012). Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat 147. évf. (2014) 1. sz. pp. 1-6.
- [4] **KOVÁCS, F., TURAI, E.** A Mátra-Bükkalja csapadékjellemzőinek ciklikus változása, prognózis módszer megalkotása. Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat 147. évf. (2014) 2. sz. pp. 2-10.
- [5] **DENKINGER, G.** Valószínűségszámítás, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2001
- [6] **BRACEWELL, R. N.,** The Fourier Transform and its Applications, McGraw-Hill Book Company, 1978
- [7] **TURAI, E.** Spektrális adat- és információfeldolgozás – egyetemi jegyzet. Miskolci Egyetem, Miskolc, 2005
- [8] **ILYÉS, Cs., TURAI, E., SZÚCS, P.** A Nyírség csapadék idősorainak statisztikus és ciklikus jellemzőinek változása, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2015 konferencia, 2015. június 11. Debrecen