

CUM SCIENTIA PRO AQUIS HUNGARIAE

# Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia tanulmányai

Kézirat változat



Szerkesztette:  
BÍRÓ TIBOR

Dialóg Campus

ISBN 978-615-5845-21-5 (nyomtatott)  
ISBN 978-615-5845-22-2 (elektronikus)

## **Kedves Olvasó!**

A hazai települési vízgazdálkodás meghatározó, ám kevésbé gondozott és átgondolt területe a csapadékvíz-gazdálkodás. Bár a szennyvízelvezetési program változást hozott a csapadékvizek életében is, a velük való ésszerű gazdálkodásról még aligha beszélhetünk.

A globális klímában, valamint a települések szerkezetében, lefolyási viszonyaiban bekövetkezett változások komoly kihívások elé állítják az önkormányzatokat, a víziközmű szolgáltatókat és a vízkárelhárításban szerepet vállaló szakembereket egyaránt.

A nagyintenzitású csapadékok soha nem látott elöntéseket és helyi vízkárokat okozhatnak a településeinken. Teljes biztonságot adó valószínűséggel történő megakadályozásuk a jelenlegi infrastrukturális adottságok tükrében nem képzelhető el.

A települések ma még alig tekintenek úgy a csapadéokra, mint vízkészletre, holott a csapadékvizek tudatos visszatartása nemcsak a települések vízháztartására fejt ki jótékony hatást, de értékes készleteket is jelenthetnek számukra.

A csapadékvíz visszatartása és hasznosítása azon túl, hogy vízbázisainkat táplálja és kíméli, elősegíti az önkormányzatok és a lakosok általi preventív települési vízgazdálkodás, valamint az élhetőbb és üdébb környezet megteremtését.

A szélsőségektől egyáltalán nem mentes települési csapadékvíz-gazdálkodás a területi vízgazdálkodásunkat is erősen megterheli. A megnövekedett települési lefolyások olyan fokozott fejlesztési és üzemelési igényeket támasztanak a területi vízgazdálkodásban, melynek felelősségi kérdését már ma is sokan felvetik.

A csapadékvíz-gazdálkodás szükségszerűen a szakma homlokterébe került, széleskörű összefogást sürgetve. A 2017 novemberében Baján, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karán megrendezett konferencia szervezői között valamennyi szakmai szervezet felsorakozott, melyet az igazgatás és a tudományos élet képviselői tettek teljessé.

A plenáris és a szekcióülések keretében közel 70 előadás hangzott el, melynek köszönhetően a tisztelt olvasó most 27 válogatott publikációt tarthat a kezében. Hasznos olvasást kívánok hozzá.

*Dr. Bíró Tibor dékán*

*Nemzeti Közszolgálati Egyetem*

*Víz tudományi Kar*

## Tartalomjegyzék

I. FEJEZET A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS HIDROLÓGIAI FOLYAMATAI SZEKCIÓ .....	7
1. Lakatos Mónika és Hoffmann Lilla: Növekvő csapadékintenzitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában .....	8
2. Ilyés Csaba – Turai Endre – Szűcs Péter: Csapadékösszegek és talajvízszint idősorok spektrális elemzése .....	17
3. Domján Anita, Nagy Gábor, Dr. Ronczyk Levente, Dr. Czigány Szabolcs: Reakció idő számítása hidrológiai mérőhálózat alapján Pécssett .....	25
4. Ilyés Csaba – Lénárt László – Szűcs Péter – Horányiné Csiszár Gabriella – Üszögh Lajos: Miskolc villámárvizeinek elemzése a Bükki források és a városi szennyvízelvezető rendszer hozamadatai alapján .....	36
5. Bardóczyné Székely Emőke: A Biológiai Aktivitás Érték (BAÉ) fogalma és kapcsolata a települési hidrológiával.....	43
6. Török László, Orgoványi Péter, Salamon Endre: A mérnök számára szükséges csapadékatatok és számítási módszerek a települési csapadékvíz elvezetéstől a csapadékvíz gazdálkodásig.....	54
II. fejezet: Települési infrastruktúra és települési vízgazdálkodás szekció .....	64
7. Tamás János, Nagy Attila, Riczu Péter, Fehér János: Nagyfelbontású 3d városmodell felépítése és szerepe a települési vízgazdálkodásban .....	65
8. Komárominé Kucsák Mónika: Városi zöldfelületek növelésének vizsgálata a villámárvízi elöntések enyhítése érdekében, konkrét példán keresztül .....	76
9. Karches Tamás, Mátrai Ildikó, Orgoványi Péter, Vadkerti Edit: Csapadékesemény hatása a mozgó ágyas biofilm reaktorokat alkalmazó szennyvízkezelési technológiára .....	90
10. Puskás Tibor: Szélsőséges időjárási események hatása a pécsi víz- és szennyvízszolgáltatásra konkrét esetek alapján.....	98
11. Ámon Gergely: Települési vízrendszerek tervezése modellezéssel .....	108
12. Kozák Péter: Települési csapadékvíz kezelés és a külterületi vízvezető rendszerek diszharmóniájának bemutatása Dél-alföldi esettanulmányokon .....	118

13. Mrekva László: A zöld infrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyás-szabályozásában /1. rész/ .....	128
14. Mrekva László: A zöld infrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyás-szabályozásában /2. rész/ .....	142
15. Goda Zoltán: A villámárvizek meteorológiai háttere .....	156
III. fejezet: Csatornahálózatokra gyakorolt hatások és a fenntartható csapadékesatornázás szekció .....	165
16. Dulovics Dezsőné: A települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásai .....	166
17. Istók Balázs: Lézerscannelt 3D felszínmodell alkalmazása csatornakiöntések modelljének pontosítására .....	180
18. Salamon Endre: Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban .....	190
19. Rácz Tibor: A 2017.05.23-i felhőszakadás Budapesten és a 2015. évi három fővárosi felhőszakadás jellemzői. Eltérések és hasonlóságok .....	200
20. Gerőfi-Gerhardt András: Budapest belváros csapadékvíz elvezető rendszerének bővítési lehetőségei .....	223
21. Hajtó Ödön: A vízügyi szabályozás és a csőstatika példája .....	235
22. Hancz Gabriella: A fenntartható csapadékesatornázás várható eredményei debrecen példáján .....	243
IV. fejezet: Csapadékvíz-gazdálkodás katasztrófavédelmi aspektusai szekció .....	254
23. Békési István, Sólyom Péter: Települések belvíz-veszélyeztetettségének értékelése a közép-tisza vidékén .....	255
24. Jackovics Péter: kárelhárítási, veszélyhelyzet-kezelési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem polgári védelmi szakterülete elmúlt öt éves tevékenységének tükrében. ....	262
25. Hábermayer Tamás: Katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése a települések ár- és belvíz elleni védekezéséhez .....	273
26. Takács Krisztina – Kuti Rajmund: Extrém esőzések következtében kialakult csapadéktöbblet kezelésének tapasztalatai Győrben .....	288

27. Balatonyi László, Makay Gábor, Tóth László: A közelmúlt globális klímaváltozásai, helyi vízkáreseményei és költségvetési következményei a dél- dunántúli kis vízfolyásokon ..... 296
28. Hoffmann Imre, Cimer Zsolt, Király Lajos: A csapadékvíz-gazdálkodás iparbiztonsági aspektusai ..... 311

## **2. Ilyés Csaba – Turai Endre – Szűcs Péter: Csapadékösszegek és talajvízszint idősorok spektrális elemzése**

### **Absztrakt**

A kutatásunk célja, hogy a sztochasztikusnak tekintett csapadék- illetve talajvízes idősorokban determinisztikus periodikus komponenseket találjunk.

A folyamatosan változó klímánkban, valamint az ehhez szükséges adaptációhoz ismernünk kell, hogy ezekben az idősorokban milyen ciklusok mutathatóak ki, így a változékonyságot és az ebből fakadó bizonytalanságot csökkenteni tudjuk.

Tanulmányunkban diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzéssel több meteorológiai állomásról származó hosszú idejű hidrometeorológiai idősorokat elemeztünk. Ugyanezen területekről származó talajvíz-figyelő kutak idősorában is felkutattuk a periódusokat, illetve a kettő közötti összefüggések, különbségek kerültek kimutatásra.

**Kulcsszavak:** Spektrális elemzés, csapadék, ciklusok, Fourier-transzformáció

### **Abstract**

Extreme climatic conditions and precipitation distributions play a major role in a city's life, and intense rainfall that may fall in a short time period can cause flash floods. These floods and rainfall events can be linked to a changing hydrological cycle on the basis of several researches, so the precise knowledge of the cycle is being more important in understanding it. With the applied spectral analysis, the change in character within the cycle can be followed.

The aim of our research is to find deterministic periodic components in the precipitation and groundwater time series, which are considered stochastic.

In our constantly changing climate and the necessary adaptation to it, we need to know what cycles can be detected in these time series, so we can reduce variability and the resulting uncertainty.

In our study we analyzed long-term hydro-meteorological time series from several meteorological stations using spectral analysis based on discrete Fourier transformation. Then we searched for the time periods of the data from groundwater monitoring wells from the same areas, and the differences between the two were detected.

**Keywords:** Spectral analysis, precipitation, cycles, Fourier-transformation

## Bevezetés

Szélsőséges időjárási viszonyok és csapadékeloszlások komoly szerepet játszanak egy város életében, a rövid időn belül lehulló intenzív csapadékok villámárvizeket is okozhatnak. Ezen árvizek és csapadékesemények több kutatás alapján is a változó hidrológiai ciklushoz köthetőek, aminek megértésében fontos szerepet játszik maga a ciklus pontos ismerete. Az alkalmazott spektrális elemzéssel nyomom követhető a cikluson belüli jellembeli változás.

A városi csapadékvíz-gazdálkodásban fontos szerep juthat a csapadék időbeliségében rejlő tulajdonságok és állandóságok felkutatásának. A napjainkban egyre erősödő klímaváltozás, és a hozzá való alkalmazkodásnak feltétele, hogy ismerjük a változás mértékét. Matematikai módszerekkel a sztochasztikusnak tekinthető csapadék-idősorokban determinisztikus komponensek kutathatóak, amivel a változékonyság hatását tudjuk csökkenteni a vizsgált paraméter esetén.

Kutatásunkban diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzéssel vizsgáltunk hosszú idejű csapadék-idősorokat, illetve talajvíz-figyelő kutak vízállás idősorait, az azokban kimutatható ciklikus paraméterek felkutatása céljából.

## Módszerek és adatok

A számításokhoz a diszkrét-Fourier transzformáción alapuló spektrális elemzés módszereét választottuk, ahol a mérési eredmények (regisztrátumok) spektrális képét (spektrumát) az alábbi formulákkal kapjuk meg (Bath, 1974; Bracewell, 1978; Meskó, 1984):

$$Y(T) = \int_{t=-\infty}^{\infty} y(t) e^{-j\frac{2\pi}{T}t} dt \quad (1)$$

ahol:  $t$  – az idő, a regisztrátum független változója,  $y(t)$  - a regisztrátum (időtartománybeli jel),  $j$  – a képzetes egység,  $T$  – a periódusidő, a ciklus időbeli hossza,  $Y(T)$  – az időjel (regisztrátum) spektruma.

Az  $Y(T)$  komplex spektrum a valós és képzetes rész segítségével felírható:

$$Y(T) = \text{Re}[Y(T)] + j \text{Im}[Y(T)], \quad (2)$$

$$Y(T) = A(T) e^{j\Phi(T)} \quad (3)$$

ahol:  $\text{Re}[Y(T)]$  – a valós spektrum, a komplex spektrum valós része,  $\text{Im}[Y(T)]$  – a képzetes spektrum, a komplex spektrum képzetes része,  $A(T)$  – az amplitúdó spektrum, a komplex spektrum amplitúdója,  $\Phi(T)$  – a fázis spektrum, a komplex spektrum fázisa.

Az elemzéshez nélkülözhetetlen amplitúdó és a fázis spektrumokat a valós és a képzetes spektrumok ismeretében határozhatjuk meg:

$$A(T) = \sqrt{\operatorname{Re}[Y(T)]^2 + \operatorname{Im}[Y(T)]^2}, \quad (4)$$

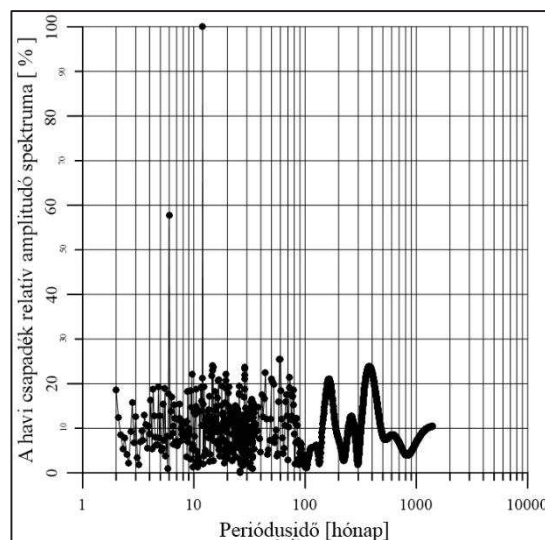
$$\Phi(T) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im}[Y(T)]}{\operatorname{Re}[Y(T)]} \quad (5)$$

A vizsgálathoz használt adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat Online (OMSZ, 2015) adatbázisából és az illetékes Vízügyi Igazgatóságtól szereztük be. A csapadékadatok havi összegek, míg a talajvizes kutak vízszintadatai többféle intenzitású mérésből képzett havi átlagos vízállás értékek. Vizsgálatunkhoz három mintaterületről – Duna-Tisza-köze, Nyírség és Hajdúhát – választottuk ki a három legnagyobb időtávot felölelő adatsort. Kutatásunkban az elemzés során nyert első információkat részletezzük.

## Eredmények

A vizsgálatokkor a lehető legrövidebb 1 hónapos mintavételi közt vettük alapul, így a Nyquist-periódusidő 2 hónap. A változó hosszúságú idősorokból az alábbi eredmények írhatóak le.

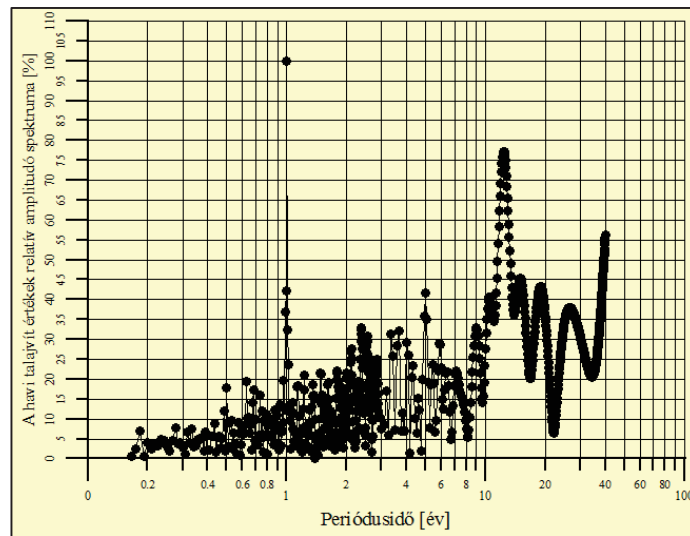
Debrecen városának meteorológiai állomásáról 110 év hosszúságban álltak rendelkezésre csapadék-idősorok, így 1320 hónapnyi minta állt rendelkezésre. Az eredmények az 1. ábrán láthatóak.



1. ábra: Debrecen havi csapadékadataiból számolt amplitúdó spektrum

A vizsgált 110 éves időszakban az egy illetve a féléves ciklus került kimutatásra legdominánsabban, utána következett az amplitúdó sorrendjében a 4,92 éves, az 1,23 éves, a

31,5 éves ciklusok. Dominánsak közé tartozott még a 13,61 éves és a 2,39 éves (Ilyés et al., 2016).

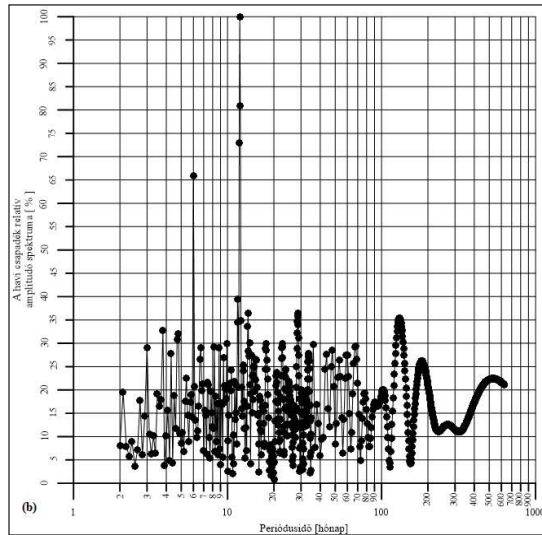


2. ábra: Debrecen talajvízes idősorának spektruma

A vizsgált 002609-Debrecen jelű kút adatsorából képzett spektrumok 911 rekord alapján, a 2. ábrán láthatóak. Ebben az adatsorban is feltűnő az 1 éves ciklus megléte, amit sorrendben a 12,3 év hosszúságú követ. Magas relatív amplitúdóval rendelkező ciklusok a 15 éves, a 18,9 illetve sorrendben ötödik helyen az 5 éves ciklus.

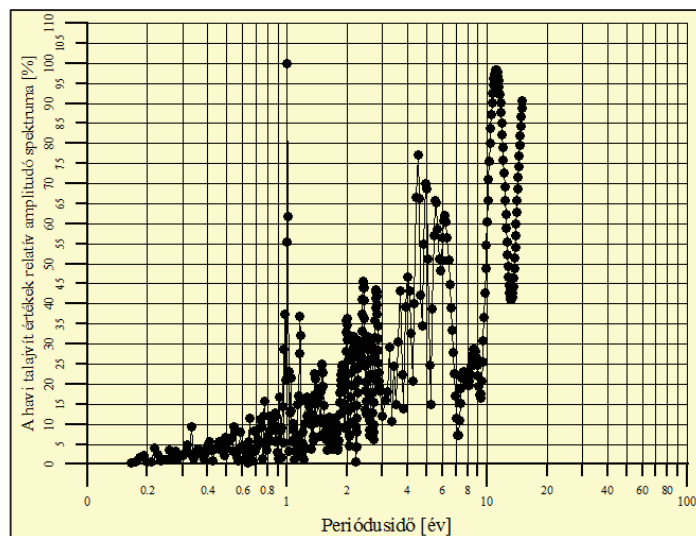
A két mérőhely közötti kapcsolatot egyértelműen mutatja az 1 éves ciklus domináns jelenléte, amelyet követ a szintén hasonlóságot jelző 12-13 év körüli periódus. A csapadékokban tapasztalt 5 éves ciklus a talajvízes észlelésekben is megtalálható, azonban a relatív amplitúdója itt erősebb, ami az éves ciklus erősségének kisebb mértéke magyaráz. Míg a csapadék adatok között messze az egy éves periódus jelentkezett dominánsan, addig a talajvízes megfigyelésekben a 12 év körüli már 77%-os relatív amplitúdóval mutatkozott.

A Debrecenihez földrajzilag is közel álló Nyírség adatbázisából a Nyírbogát és Nagyecséd meteorológiai állomások átlagos idősorával, 629 regisztrátumon végzett vizsgálatot hasonlítottuk össze a Nyírcsászári területén mért talajvíz-idősorral.



3. ábra: Nyírbogát és Nagyecsed csapadék-idősorából képzett átlag spektruma

A 3. ábrán látható spektrumképből látszik, hogy itt is megtalálható a domináns egy illetve féléves ciklus, amit sorrendben a 10,92 éves ciklus követ, majd az egy évnél rövidebb hosszúságúak. Az 5 év közeli periódus itt nem mutatható ki egyértelműen, azonban jelentkezik egy 5,67 év hosszúságú ciklus. Az idősorban összesen 21 ciklust tudtunk azonosítani (Ilyés et al, 2015)

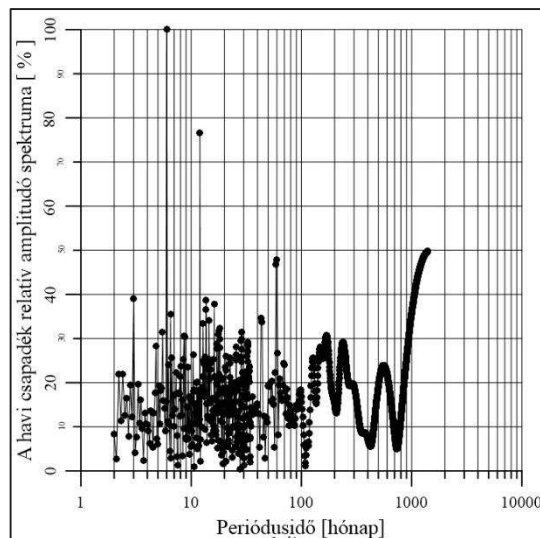


4. ábra: Nyírcsászári havi talajvízállás adatainak spektruma

A 4. ábrán látható (001624-Nyírcsászári talajvíz-figyelő kút), hogy 709 mérési adat alapján a spektrumkép a Debreceni talajvízes kút adataihoz hasonló, domináns egy éves ciklust követ a 11,18 év hosszúságú, majd a 4,5 éves. Az öt év közeli ciklus itt a relatív amplitúdó szerinti sorrendben a negyedik, 4,92 év hosszúsággal. Egyéb domináns ciklusok még az 5,5 és a 6,1 éves periódusok.

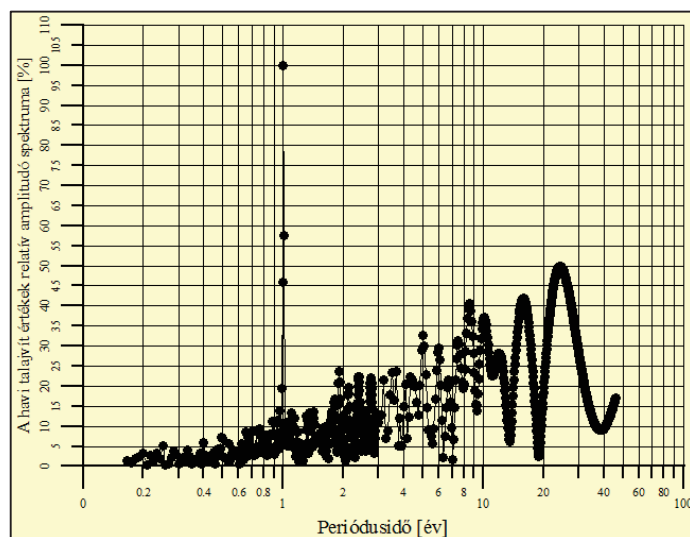
Összehasonlítva a terület átlagos csapadékösszegeiből számolt értékekkel, ebben az esetben is elmondható, az éves ciklus dominanciája nem olyan mértékű, mint a csapadék esetében, a közel 12 éves periódus 98%-os relatív amplitúdával követi, ami megtalálható a csapadék idősorokban is (10,9 év), hasonlóan az 5 év körüli ciklushoz.

A harmadik mintaterület, a Duna-Tisza-köze, a kocséri (002186-Kocsér) figyelőkúttal került az elemzésbe, 885 regisztrált minta alapján, bár a területről csapadék-adatsor nem áll rendelkezésre, így a hozzá legközelebbi fellelhető Budapesti mérőhely (5. ábra) adataival hasonlítottuk össze.



5. ábra: Budapest havi csapadékösszegeinek spektruma

Látható, hogy Budapest esetében a féléves ciklus a legdominánsabb, a csapadékösszegek vizsgálatában, amit az egy éves illetve az öt éves periódus követ. A csapadék szempontjából a relatív amplitúdó alapján meghatározó ciklusok még az 1 év körüliek, amelyek nagy számban jelentkeznek, illetve a 10,58 éves ciklus, valamint a legnagyobb, 19 és 46 év körüliek.



6. ábra: Kocsér talajvíz adatsorának spektruma

A 6. ábrán látható, hogy Kocsér talajvízes időszora sok tekintetben különbözik a másik két vizsgált területtől, a hasonlóságot a domináns egy éves ciklus mutatja, amit ez esetben egy sokkal kevésbé domináns 24,1 éves periódus követ. Ebben az adatsorban is kimutatható egy 5 év hosszúságú ciklus, valamint dominánsak még a 15,8; 8,5 illetve a 10,08 évesek.

Míg a másik két vizsgált területen a talajvízes idősorokban 25 illetve 27 ciklust azonosítottunk, itt jóval kevesebb, mindössze 18 került kimutatásra, ami szintén a terület sajátossága.

### Összefoglalás

Kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy a csapadék- illetve a talajvíz-figyelő kutak időszoraiban spektrális elemzést elvégezve milyen hasonlóságok mutathatóak ki. Összességében elmondható, hogy a csapadéktevékenység időbeliségéhez nagyon hasonló periodikus komponensek mutathatóak ki a megfigyelt kutak adataiban is, ami mindenképp egy matematikailag is kimutatható kapcsolatot jelent, azonban a kapcsolat jobb megismeréséhez mindenképp szükséges az elemzés folytatása, az eredmények pontosítása, a késleltetés hatásának pontos megadása.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolc Egyetemen Műszaki Földtudományi Karának GINOP-2.3.2-15-2016-00031 jelű „Innovatív megoldások a felszín alatti vízkészletek fenntartható hasznosítása érdekében” című projektjének részeként – a Széchenyi 2020 program keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Strukturális és Beruházási Alapok társfinanszírozásával valósul meg.

## Irodalomjegyzék

1. Bath, M. (1974). Spectral Analysis in Geophysics, Elsevier Scien. Publ. Co., Amsterdam – Oxford – New York
2. Bracewell, R. N. (1978). The Fourier-Transformation and its Applications, McGraw – Hill – Book Co., Oxford
3. Ilyés Csaba – Turai Endre – Szűcs Péter (2015). A Nyírség havi csapadékviszonyainak komplex elemzése különös tekintettel a leíró statisztikai és ciklikus komponensek vizsgálatára, in=Fekete Zs (szerk.): Proceedings of the 11th International Scientific Conference on Mineral Waters of the Carpathian Basin. Miskolc, University of Miskolc, pp. 2-10.
4. Ilyés Csaba – Turai Endre – Szűcs Péter (2016). 110 éves hosszúságú hidrometeorológiai adatsorok ciklikus paramétereinek vizsgálata, Hidrológiai Közlöny, 96. évf., 1. szám, pp. 61-70.
5. Meskó, A. (1984). Digital Filtering, Akadémiai Kiadó, Budapest.
6. Országos Meteorológiai Szolgálat Online adatbázisa (2015). [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_adatsorok/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/) (letöltve: 2015. július 30)