

XII. Nemzetközi Tudományos Konferencia a Kárpát-medence Ásványvizeiről

Mohács, Hungary

2016. augusztus 31. – szeptember 1.



Konferencia program

2016. Augusztus 30. (Kedd)

- 09:00 Busz indul Miskolcra (Miskolci Egyetem)
- 11:30 Megálló Budapesten (Keleti Pályaudvar, Thököly úti parkoló)
- 14:00 Erkezés Mohácsra
- 15:00 Kultúrprogram (*), pincevacsora

2016. augusztus 31. (Szerda)

- 08:30 Regisztráció (Városháza)
- 09:00 Előadóülés (Városháza)
- 13:00 Ebéd
- 14:00 Hajóút a Dunán (*)

2016. szeptember 1. (Csütörtök)

- 08:00 Tanulmányút (Bizovac, Harkány)
- 14:00 Ebéd Villányban
- 17:00 Visszaérkezés Mohácsra
- 19:00 Busz indul Budapestre és Mohácsra

(*) Megjegyzés: A 30-i és 31-i délutáni programok időjárásfüggőek.

Előadóülés

09:00 Megnyitó: Szekó József, Szűcs Péter, Péter Elek, Tometz Ladislav, Lénárt László

09:20 Előadások

Dana Tometzová, Ladislav Tometz: Mineral water in the Pieniny Mountains and in the Ľubovňa Highlands

Boglárka Czellecz, Ibolya Gábor, Noémi Szopos, George Şchiopu: Saline water occurrences from the western edge of the Transylvanian Basin

Anita Erőss, Katalin Csondor: First results of the hydraulic and geochemical evaluation of the Villány thermal karst area

Csaba Varga: Alternative use of thermal waters: possibility to prepare home products

Péter Szűcs, Csaba Ilyés, Endre Turai: The impact of the changes in the hydrological cycle on the groundwater flows

10:35 Kávészünet / Poszter szekció

11:00 Előadások

Zólya László, Péter Elek: A talajvizek és ásványvizek védelme korszerű hulladékgazdálkodási rendszerek kiépítésével Hargita megyében

Márton Tóth, Enikő Darabos, Rita Miklós: Water quality monitoring of mine lake of Rudabánya

Gál Nóra Edit, Kozocsay Lajos, Szőcs Teodóra, Tóth György, Kun Éva, Szűcs Andrea: A magyar termálvízvagyon helyzetének értékelése a hévízkutak nyilvántartásának aktualizálása és a Vízyűjtő Gazdálkodási Terv felülvizsgálata kapcsán

Bitay Endre, Gombos Tünde, Pálfalvi Ferenc, Unyi Zsófia: Szűrőkiképzési technikák ásványvízkutakban

Lénárt László: Az eddigi ásványvizes konferenciák tanulmányútjainak képi bemutatása

Poszterek:

Ladislav Tometz, Dana Tometzová: Bottled natural waters of Slovakia

Hidrológiai ciklusok változásának hatása a felszín alatti vízforgalomra

The impact of the changes in the hydrological cycle on groundwater flows

Szűcs Péter^{1,2}, Ilyés Csaba¹, Turai Endre³,

¹Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet,
3515 Miskolc, Egyetemváros

hgszucs@uni-miskolc.hu

hqilyes@uni-miskolc.hu

²MTA-ME-Műszaki Földtudományi Kutatócsoport,

3515 Miskolc, Egyetemváros

³Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Geofizikai és Térinformatikai Intézet,

3515 Miskolc, Egyetemváros

gturai@uni-miskolc.hu

Összefoglaló

Napjainkban a globális klímaváltozás következtében a hidrológiai körfolyamat minden eleme változik, közvetlenül vagy közvetett módon. Akár a folyamat egyik tagjában bekövetkező változás is hatással lehet annak többi elemére. Kutatásunkban a hidrológiai ciklus csapadékösszegeiben kerestünk periodikus komponenseket, amelyek segítségével determinisztikus alapon tudjuk megadni a csapadékösszegekben rejlő ciklusokat. A vizsgálatok alapján négy magyarországi nagyváros 110 éves adataiban diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzéssel 13 ciklust találtunk az adatsorokban.

Ezen adatok felhasználásával megadható a csapadék időbeliségének determinisztikus idősora, aminek segítségével előrejelzés készíthető egy adott területre.

Kulcsszavak: csapadék, spektrális elemzés, klímaváltozás, ciklusok

Summary

In the present day changing climate, every element in the hydrological cycle is changing. Even a small change only in one part of this cycle can affect the whole process. In Our Research we examined the precipitation, and with spectral analysis based on the discrete Fourier-transformation we found 13 cycles present in four 110 years long datasets from the Carpathian-basin. With these cycles, the deterministic precipitation time series can be calculated, and with extrapolation forecast can be delivered to a chosen area.

Keywords: precipitation, spectral analysis, climate change, cycles

Bevezető

A klímaváltozás hatásainak megismerésével és az ahhoz történő alkalmazkodással a Miskolci Egyetemen számos kutatás foglalkozik [1,2,3]. Mi kutatásunkban a hidrológiai körfolyamat csapadék elemével végeztünk számításokat, mivel egy apró változás a felszín alatti vizek felé történő beszivárgást is nagy mértékben módosíthatja, így fontos megismernünk a csapadék időbeliségének sajátosságait.

Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy az alapvetően sztochasztikus csapadék idősorokban milyen determinisztikus komponensek találhatók, amelyekkel jellemezni lehet egy terület csapadékoságát.

Mivel a Kárpát-medencére elvégzett különböző klímakutatások kimutatták, hogy az éves csapadékösszeg esetében szignifikáns változás nem várható a közeljövőben [4], előrejelzést is készítettünk Debrecen területére.

Módszer elméleti alapja

Egy idősort kétféle módszertan alapján lehet vizsgálni. A hosszú távú hatások kimutatásához a trendanalízis, különböző függvények illesztése hasznos, míg az adatokban rejlő periodicitás kimutatásához a spektrális elemzés módszertana ismert. [5].

Amennyiben a csapadékösszegek idősorára úgy tekintünk, mint egyenközüen mintavételezett diszkrét jelek sorozata, akkor az analitikus Fourier-transzformáció diszkrét változatával az idősor tér-idő tartományból frekvenciatartományba alakítható át.

A vizsgálat elméleti alapjához az f frekvencia definíciója:

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

Az analitikus Fourier-transzformáció harmonikus függvényeket használva adja meg a komplex Fourier-spektrumot $F(f)$, amely egy valós és egy képzetes részből áll. A valós és képzetes rész az alábbi összefüggéssel írható fel:

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

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

Ezekből felírható a komplex Fourier-spektrum:

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

Ahol az $A(f)$ spektrumot amplitúdó-, míg a $\Phi(f)$ spektrumot fázisspektrumnak nevezzük. Ez a két spektrum kifejezhető a valós és képzetes tagok felhasználásával is:

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

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

Az amplitúdó spektrum egy adott frekvenciájú komponens súlyát adja, míg a fázisspektrum a regisztrátumok kezdőpontjától vett távolságot határozza meg [6, 7].

Az eredmények értékelésénél bevezetésre került relatív amplitúdó $(AY(T)_{\max})$ a különböző periódusidejű ciklusok amplitúdó értékeit hasonlítja össze az adatsorban fellelhető legnagyobb amplitúdó értékével, azokból arányt képezve.

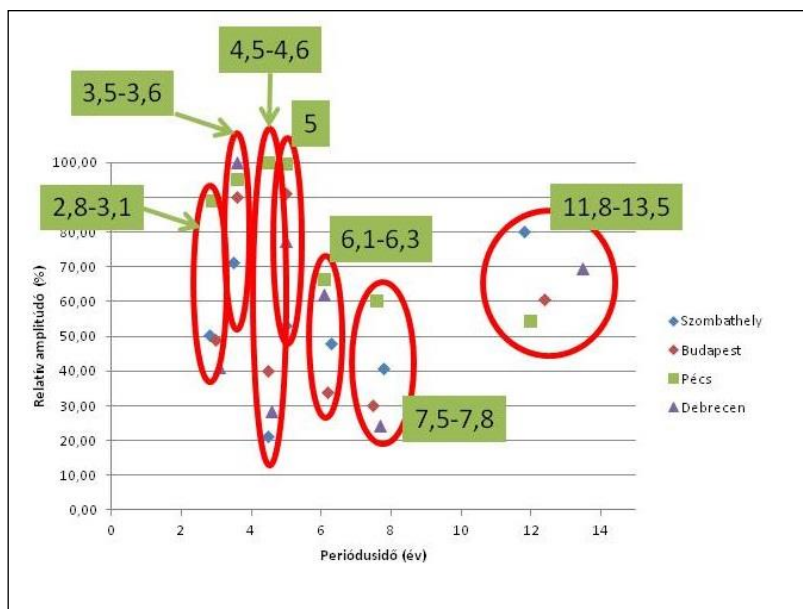
A vizsgálat során az egyébként sztochasztikusnak tekinthető csapadék idősor determinisztikus komponenseit kerestük fel.

Eredmények

Az Országos Meteorológiai Szolgálat internetes adatbázisából elérhető 110 év hosszúságú csapadék idősorait használtuk [8]. A fellelhető 5 nagyvárosból Szeged kizárásra került, mivel az adathiány miatt nem felelt meg a kritériumoknak, így Budapest, Debrecen, Pécs és Szombathely városára végeztük el a számításokat külön, majd az ugyanazon periódusidővel rendelkező ciklusok kigyűjtése után kaptunk 13 országos ciklust.

Éves adatok elemzése

Az éves adatsorok 1901 és 2010 között 110 értéket tartalmaznak városonként, így az 1 éves mintavételi közzel 110 adat állt rendelkezésre. Ebben az esetben a Nyquist-frekvencia, amely megmutatja, hogy a módszerrel melyik a legkisebb periódusidővel rendelkező ciklus, ami még kimutatható, 2 év. Az 1. ábrán láthatóak a kigyűjtött ciklusok a relatív amplitúdó és a periódusidő függvényében.



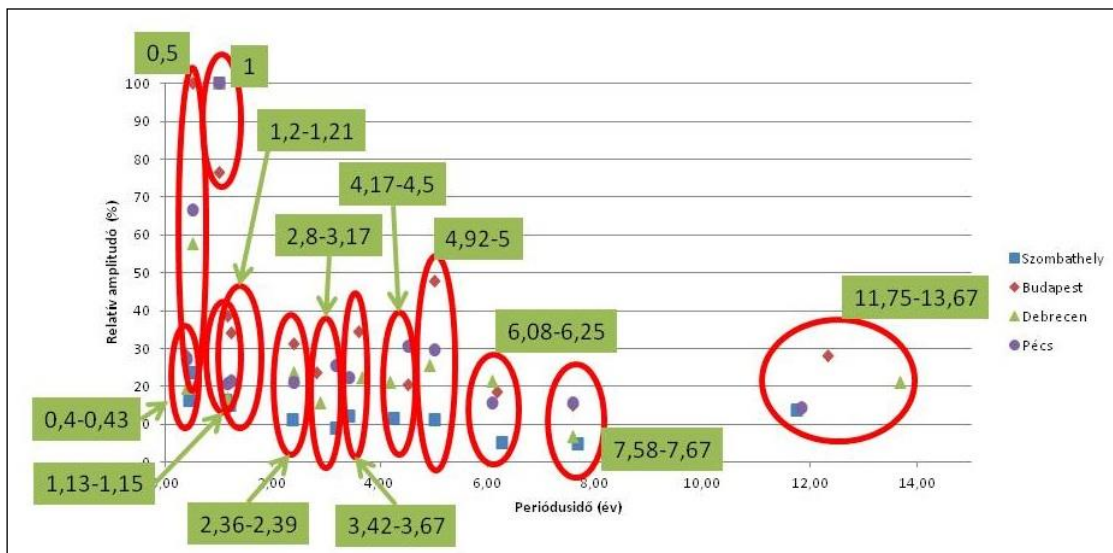
1. ábra: Éves adatokból kimutatott ciklusok

Az ábrán látható, hogy a legdominánsabb az 5 éves ciklus volt szinte mindegyik idősorban, amit a 3,5-3,6 év körüli követett, míg a leghosszabb periódusidővel a 12 éves ciklus szerepelt mindegyik adatsorban. Külön-külön nagy számú ciklus volt található az adatsorokban, azonban azok nem voltak összehasonlíthatóak egymással. A vizsgálatok során lokálisan Budapesten 21, Debrecenben 16, Pécsen 17, míg Szombathelyen 20 ciklus került kiszámításra. Ezek amplitúdójában azonban nagy eltérések voltak tapasztalhatóak. Míg Budapesten a ciklusok túlnyomó többsége 50 %-os relatív amplitúdó érték felett volt, addig Szombathelyen mindösszesen csak 8 volt domináns főciklus, a többi mellékciklusként, időjárást determinisztikusan kevésbé alakítóként lett azonosítva. Pécsen egy kivételével mindegyik 50 %-os relatív amplitúdó felett alakult, így elmondható, hogy ott a csapadék időbelisége könnyebben leírható szabályszerű ciklusokkal, mint a többi város esetében.

Országosan az alábbi ciklusok kerültek kiszámításra, a relatív amplitúdójuk sorrendjében: 5 év ($AY(T)_{max}=80,17\%$), 3,5-3,6 ($AY(T)_{max}=571,25\%$), 11,8-13,5 ($AY(T)_{max}=66,11\%$), 2,8-3,1 ($AY(T)_{max}=57,27\%$), 6,1-6,3 ($AY(T)_{max}=52,36\%$), 4,5-4,6 ($AY(T)_{max}=47,37\%$), 7,5-7,8 ($AY(T)_{max}=38,79\%$)

Havi adatok elemzése

A havi adatsor 1901. január és 2010. december közötti időszak csapadékösszegeit tartalmazza, összesen 1320 hónapnyi adat, amely esetében a Nyquist-frekvencia 2 hónap. A kigyűjtött ciklusokat a 2. ábra tartalmazza.



2. ábra: Havi adatokból kimutatott ciklusok

Az elemzés során az éves adatokból kimutatott 7 ciklust sikerült kibővíteni 6-al. Ebben az esetben az állomások összességére elmondható, hogy a csapadék időbeliségében tapasztalható éves és féléves ciklus egyértelműen és dominánsan megjelenik, egyedül Budapest esetében volt tapasztalható, hogy a féléves ciklus alakult dominánsabban, a többi esetben mind a legnagyobb amplitúdóval rendelkező, aminek közel két-harmada volta féléves ciklus amplitúdója. Sorrendben az 5 éves ciklus volt a harmadik legdominánsabb, a legnagyobb ciklus szintén a 12 év körüli volt.

A kimutatott ciklusok relatív amplitúdójuk sorrendjében a következők:

1 éves ($AY(T)_{\max} = 94,16 \%$), 0,5 éves ($AY(T)_{\max} = 61,97 \%$), 4,92 – 5,00 éves, ($AY(T)_{\max} = 28,61 \%$), 1,13 – 1,15 éves ($AY(T)_{\max} = 23,14 \%$), 1,2 – 1,21 éves ($AY(T)_{\max} = 23,08 \%$), 3,42 – 3,67 éves ($AY(T)_{\max} = 22,83 \%$), 0,4 – 0,43 éves ($AY(T)_{\max} = 22,76 \%$), 2,36 – 2,39 éves ($AY(T)_{\max} = 21,85 \%$), 4,17 – 4,5 éves ($AY(T)_{\max} = 20,88 \%$), 11,75 – 13,67 éves ($AY(T)_{\max} = 19,34 \%$), 2,8 – 3,17 éves ($AY(T)_{\max} = 17,35 \%$), 6,08 – 6,25 éves ($AY(T)_{\max} = 15,21 \%$), 7,58 – 7,67 éves ($AY(T)_{\max} = 10,56 \%$)

Külön-külön vizsgálva nagy eltérések adódtak az állomások esetében. Budapesten 71 ciklus került kiszámításra, hozzá hasonlóan Pécsen 65, míg Debrecen adatosra csupán 43 ciklust tartalmazott, Szombathely pedig mindösszesen 19-et. Ezek a különbségek jól mutatják a területek lokális sajátosságait, amik a csapadékösszegek determinisztikusságát – vagy szabályszerűségét – alakítják.

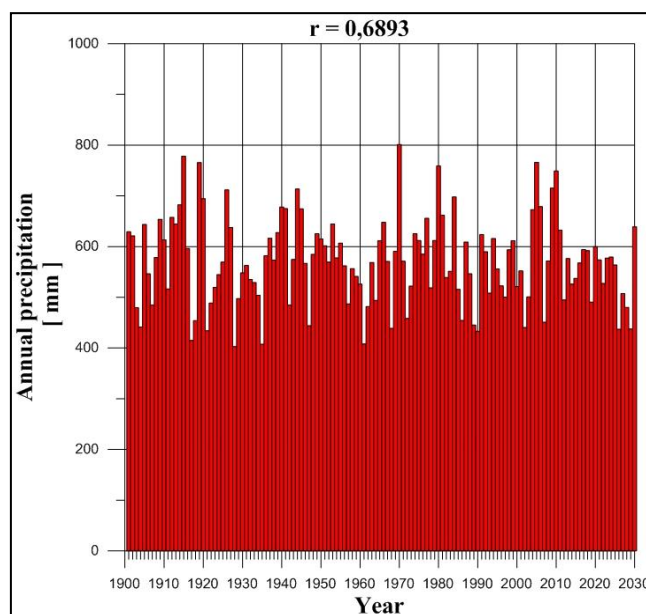
Ezután a Debrecen területéről származó adatokból előrejelzést készítettünk az Alföld Keleti végére.

Előrejelzés

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

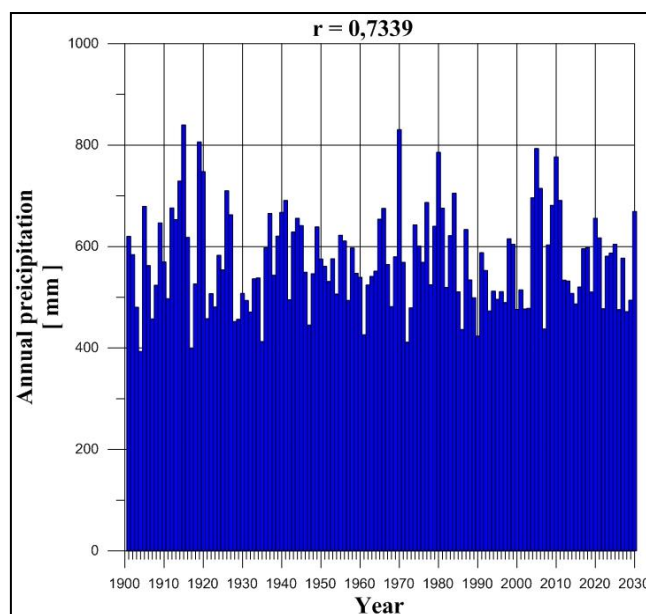
$$y(t)^{det} = \bar{Y} + \frac{2}{T_{reg}} \sum_{i=1}^{18} A_i \cos \left[\frac{2\pi}{T_i} (t - 1901) + \Phi(T_i) \right]$$

Amennyiben a t paraméter helyére $t > 2010$ értéket helyettesítünk, extrapolációval jövőre vonatkozó becsléseket tudunk tenni. A tényleges $y(t)$ idősor és a determinisztikus $y(t)^{det}$ idősor különbsége a véletlen hatást jelzi, a kettő közötti kapcsolat Pearson-korrelációs számításokkal meghatározható.



3. ábra: Előrejelzés Debrecen területére 10 ciklus alapján, 2030-ig

Első esetben a 10 dominánsabb ciklus alapján végeztünk számításokat (3. ábra), ami alapján egy 0,69-es korrelációs együttható értéket kaptunk az eredeti és a számított csapadékösszegek kapcsolatában. A második esetben (4. ábra) 18 ciklus felhasználásával már 0,73-as értéket kaptunk, ami a csapadékösszegek sztochasztikusságát figyelembe véve, erős kapcsolatnak mondható.



4. ábra: Előrejelzés Debrecen területére 18 ciklus alapján, 2030-ig

Következtetések

Több tanulmányt alapul véve a hidrológiai ciklust vizsgáltuk a kutatásunk során. Matematikai módszerrel 110 éves adatsorokban periodicitást kerestünk, ami alapján jellemezni lehet egy terület csapadékoságát. A Kárpát-medence területére 13 ciklust sikerült azonosítanunk. Ezek a ciklusok a beszivárgási folyamatok hatására késleltetéssel vagy kisebb amplitúdóval, de jelentkezhetnek a talajvizes rendszerben, illetve a mélyebb – ásványvizeinket is adó – rétegvizes vízadókban, így ezek ismerete különösen fontos lehet, hogy megfelelően tudjunk gazdálkodni ásványvíz-vagyonunkkal.

Köszönetnyilvánítás

Az ismertetett kutató munka a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű „KÚTFŐ” projektjének részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- [1] SZÉKELY, F., SZŰCS, P., ZÁKÁNYI, B., CSERNY, T., FEJES, Z., *Comparative analysis of pumping tests conducted in layered rhyolitic volcanic formations*. Journal of Hydrology, ELSEVIER, 520 (2015), January 2015, pp. 180-185., <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.038>
- [2] SZŰCS, P., FEJES, Z., ZÁKÁNYI, B., SZÉKELY, I., MADARÁSZ, T., KOLENCSEK, TÓTH, A., GOMBKÖTŐ, I., *Results of the WELL aHEAD Project connected to water and mining. Geothermal potential of the Tokaj-Mountains. Pilot test of passive acid mine drainage water management*. FOG – Freiberg Online Geology, ISSN 1434-7512, 2015, Volume 40, pp. 170-177.
- [3] SZŰCS, P., MADARÁSZ, T., *Complex hydrogeological modeling of multifunctional artificial recharge options of the Great-Forest Park in Debrecen, Hungary*. Water Pollution VIII, Modeling, Monitoring and Management. Editors: C.A. Brebbia and J.S. Antunes do Carmo WIT Press, 2006, pp. 177-184., ISBN: 1-84564-042-X.

- [4] STOCKER, T. F. – QIN, D. – PLATTNER, G.-K. – TIGNOR, M. M. B. – ALLEN, S. K. – BOSCHUNG, J. – NAUELS, A. – XIA Y. – BEX, V. – MIDGLEY, P. M., *Climate Change 2013, The Physical Science Basis, Chapter 12: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility*, Cambridge University Press, 2013
- [5] MESKÓ, A., *Digital Filtering Applications in Geophysical Exploration for Oil*, Akadémia Kiadó, Budapest, 1984
- [6] PANTER, F. P., *Modulation, Noise and Spectral Analysis – Applied to Information Transmission*, MacGraw-Hill Book Company, 1965
- [7] TURAI, E., *Spektrális adat- és információfeldolgozás – egyetemi jegyzet*, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2005
- [8] OMSZ, *Országos Meteorológiai Szolgálat internetes adatbázisa*, http://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/ (letöltve: 2015. június 1.)