

**MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ
ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁGI
RÉGIÓBAN
2018**

**KONFERENCIA
ELŐADÁSAI**

Szolnok, 2018. május 31.

**Szerkesztette:
Edited by**

*Dr. Bodzás Sándor
az MTA DAB Műszaki Szakbizottság Elnöke*

*Dr. Antal Tamás
az MTA DAB Műszaki Szakbizottság Titkára*

**Kiadja: Debreceni Akadémiai Bizottság
Műszaki Szakbizottsága**

ISBN 978-963-7064-37-1

Debrecen 2018

A konferencia szervezői:

*A Magyar Tudományos Akadémia Debreceni Területi
Bizottság (DAB) Műszaki Szakbizottsága,*

*a Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Repülő Intézete*

A konferencia fővédnöke:

Dr. Palik Mátyás
Intézetigazgató

A konferencia elnöke:

Dr. Bodzás Sándor
az MTA DAB Műszaki Szakbizottság Elnöke

A Konferencia Programbizottsága		
Dr. Palik Máttyás	intézetigazgató, egyetemi docens	Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Katonai Repülő Intézet
Dr. Bodzás Sándor	főiskolai docens, az MTA DAB Műszaki Szakbizottság Elnöke	Debreceni Egyetem, Gépészmérnöki Tanszék
Dr. Antal Tamás	főiskolai docens, az MTA DAB Műszaki Szakbizottság Titkára	Nyíregyházi Egyetem, Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék
Dr. Szigeti Ferenc	tanszékvezető, főiskolai tanár, az MTA DAB Gépészeti Munkabizottság Elnöke	Nyíregyházi Egyetem, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék
Dr. Mankovits Tamás	tanszékvezető, egyetemi docens, az MTA DAB Gépészeti Munkabizottság Társelnöke	Debreceni Egyetem, Gépészmérnöki Tanszék
Dr. Dezső Gergely	főiskolai tanár, az MTA DAB Gépészeti Munkabizottság Titkára	Nyíregyházi Egyetem, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék
Dr. Kovács Imre	tanszékvezető, főiskolai tanár, az MTA DAB Építési Munkabizottság Elnöke	Debreceni Egyetem, Építésmérnöki Tanszék
Kántor Anita	tanársegéd, az MTA DAB Építési Munkabizottság Titkára	Debreceni Egyetem, Építésmérnöki Tanszék
Dr. Palcsu László	tudományos főmunkatárs, az MTA DAB Hidrológiai Munkabizottság Elnöke	MTA Atommagkutató Intézet
Dr. Szűcs Péter	dékán, egyetemi tanár, az MTA DAB Hidrológiai Munkabizottság Társelnöke	Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet
Dr. Buday Tamás	adjunktus, az MTA DAB Hidrológiai Munkabizottság Titkára	Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék
Klenóczky Károly	területi igazgató, az MTA DAB Infrastruktúra Fejlesztési Munkabizottság Elnöke	Magyar Közút Kht., Területi Igazgatóság
Dr. Békési Bertold	egyetemi docens, az MTA DAB Repülőműszaki Munkabizottság Elnöke	Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Fedélzeti Rendszerek Tanszék
Dr. Óvári Gyula	egyetemi tanár, az MTA DAB Repülőműszaki Munkabizottság Társelnöke	Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Repülő Sárkány – hajtómű Tanszék

A Konferencia Programbizottsága		
Dr. Kavas László	tanszékvezető, egyetemi docens, az MTA DAB Repülőműszaki Munkabizottság Titkára	Nemzeti Köszolgálati Egyetem, Repülő Sárkány – hajtómű Tanszék
Dr. Dudás László	egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék
Dr. Battáné Dr. Gindert Kele Ágnes	egyetemi docens	Debreceni Egyetem, Gépészmérnöki Tanszék
Dr. Pálinkás Sándor	adjunktus	Debreceni Egyetem, Gépészmérnöki Tanszék
Dr. Kalmár Imre	főiskolai tanár	Nyíregyházi Egyetem, Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék
Dr. Turai Endre	egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Geofizikai Intézeti Tanszék
Dr. Czédli Herta	főiskolai docens	Debreceni Egyetem, Építőmérnöki Tanszék
Dr. Hagymássy Zoltán	egyetemi docens	Debreceni Egyetem, Agrár – Műszaki Tanszék
Dr. Musinszki Zoltán	egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Számvitel Intézeti Tanszék
Dr. Molnár Viktor	egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Vezetéstudományi Intézet
Dr. Csanády Gábor Mátyás	főiskolai tanár	Debreceni Egyetem, Építészmérnöki Tanszék
Dr. Lámer Géza	főiskolai tanár	Debreceni Egyetem, Műszaki Menedzsment Tanszék
Dr. Kulcsár Balázs	egyetemi docens	Debreceni Egyetem, Műszaki Alaptárgyi Tanszék

A konferencia kiadvány összeállításában segítséget nyújtottak a Debreceni Egyetem Gépészmérnöki Tanszékéről:

Csonkáné Dóró Lilla ügyvivő szakértő,
Sitku Szandra ügyvivő szakértő,
Nemes Dániel demonstrátor

TARTALOMJEGYZÉK

ANTAL Tamás, CZIÁKY Zoltán, SZŐLLŐSI István A KÍMÉLETES VÍZELVONÁS HATÁSA A SZÁRÍTOTT ANYAG BELTARTALMI ÉRTÉKEIRE	1
BERÉNYI László AZ ISO 14001 SZABVÁNY ELTERJEDÉSE EURÓPÁBAN	9
BEZZEG Pál, L. SZABÓ Gábor EGYENSÚLYI FANEDVESSÉG ÉS FŰTŐÉRTÉK TÉLEN	16
BODZÁS Sándor FERDE FOGAZATÚ FOGASKERÉKPÁROK SZÁMÍTÓGÉPPLEL SEGÍTETT TERVEZÉSE ÉS MODELLEZÉSE	25
BUDAYNÉ BÓDI Erika, BUDAY Tamás A GEOTERMIKUS POTENCIÁL MEGHATÁROZÁSÁNAK GYAKORLATI PROBLÉMÁI A KÖZÉP-TISZÁNTÚLI FELSŐ-PANNÓNIAI VÍZADÓK ESETÉBEN	41
CSANÁDY Gábor Mátyás ANTI-K ZSINAGÓGÁK TÉRSTRUKTÚRÁI IZRAELBEN	49
CSATÁRI Nándor, HAGYMÁSSY Zoltán, VÁNTUS András TEJELŐ TEHENÉSZETEK ENERGIAHATÉKONYSÁGA HAJDÚ-BIHAR MEGYÉBEN	58
DEÁK Dávid Péter, L. SZABÓ Gábor, BODÓ Béla A FAN-COIL-OS HŰTÉSI FOGYASZTÓI RENDSZER VIZSGÁLATA ELTÉRŐ MUNKAKÖZEGEK ESETÉN	65
DUDÁS László, KAPITÁNY Pálma, BENOTSMANE Rabab KOMPLEX KAPCSOLÓDÓ FELÜLETPÁROK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI ELEMZÉSE	77

FALUDI Tamás SZERZŐDÉSTÍPUSOKKAL TÖRTÉNŐ ELLÁTÁSILÁNC-KOORDINÁCIÓ ÖSSZEHASONÍTÓ ELEMZÉSE	84
FARAGÓ Enikő, BUDAY Tamás, MAKAI Levente HOMOKMINTÁK KAPILLÁRIS VÍZEMELÉSÉNEK, VÍZTARTALMÁNAK ÉS HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐJÉNEK VIZSGÁLATA	92
HAGYMÁSSY Zoltán, VÁNTUS András, CSATÁRI Nándor PRECÍZIÓS TÁPANYAGVISSZAPÓTLÁS MŰSZAKI VETÜLETEI	99
ILOSVAI Mária Ágnes, PEKKER Péter, KRISTÁLY Ferenc, VANYOREK László SZUPERPARAMÁGNESES NANORÉSZECSKÉK SZINTÉZISE ÉS ALKALMAZÁSA NANOKOMPOZITOK FEJLESZTÉSE SORÁN	105
KISS Adrienn, ZAUER Károly A GYÖMBÉR KÉT KOMPONENSÉNEK ÚJ SZINTÉZIS LEHETŐSÉGEI	113
KOVÁCS Zoltán, SZEGEDI Attila KERÉKBEPATTOGÁSI JELENSÉG KIALAKULÁSÁNAK VIZSGÁLATA MEZŐGAZDASÁGI ERŐGÉPEKEN	118
KOVÁCS Zoltán, KALMÁR Imre, LAJTOS István, SIKOLYA László, SZILÁGYI Attila SZABOLCS-SZATMÁR-BEREG MEGYE ENERGIAFOGYASZTÁSBÓL EREDŐ ÜHG KIBOCSÁTÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA	126
KULCSÁR Balázs A NEM ENGEDÉLYKÖTELES, MEGÚJULÓ ENERGIÁT HASZNOSÍTÓ KISERŐMŰVEK TERÜLETI ELHELYEZKEDÉSE MAGYARORSZÁGON	132
LÁMER Géza AZ ÉPÜLET TARTÓSZERKEZETI VÁZÁNAK MODELLEZÉSE CELLÁK SEGÍTSÉGÉVEL	140

LÁMER Géza FOLYTONOS ÉS DISZKRÉT MODELLEK A DEFORMÁLHATÓ SZILÁRD TESTEK MECHANIKÁJÁBAN	159
METSZŐSY Gabriella NEM TERMELÉSI FOLYAMATOK FEJLESZTÉSI SIKERTÉNYEZŐINEK VIZSGÁLATA	178
MOLNÁR András, BARKÓCZY Péter, BATTÁNE GINDERT-KELE Ágnes, PÁLINKÁS Sándor TERMÍKUS SZÓRÁSSAL ACÉL SZERKEZETEKRE FELVITT CINK ÉS ALUMÍNIUM KORROZIÓÁLLÓ BEVONATOK VIZSGÁLATA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE	186
MOLNÁR András, KAVAS László, ÓVÁRI Gyula, FAZEKAS Lajos A HIDEGSZÓRÁS (COLD GAS DYNAMIC SPRAYING) ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI HELIKOPTER ALKATRÉSZEK FELÚJÍTÁSÁNÁL	201
MOLNÁR Viktor A DÖNTÉSI TÉNYEZŐK KÖZÖTTI INTERAKCIÓ KEZELÉSÉNEK VIZSGÁLATA TÖBBTÉNYEZŐS DÖNTÉSI MÓDSZEREK ESETÉN	213
MURÁNYI Klaudia A KRIPTOVALUTÁK MŰKÖDÉSI HÁTTERE	221
MURVAY Csanád, RADNAY László OLDALIRÁNYÚ MEGTÁMASZTÁSOK MEREVSÉGÉNEK HATÁSA EGYSZERŰ TARTÓK KRITIKUS NYOMATÉKÁRA	226
MUSINSZKI Zoltán A TÁMOGATÓ TEVÉKENYSÉGEK KÖLTSÉGFELOSZTÁSI PROBLÉMÁI	234
NEMES Dániel, BODZÁS Sándor, GÉRESI Zoltán Gergő AUTOMATIZÁLT RETESZHORONY MEGMUNKÁLÁSI TECHNOLOGIÁK TERVEZÉSE	241

PÁLINKÁS Sándor, FAZEKAS Lajos, GINDERT-KELE Ágnes, JÁSZAI Zoltán István, MOLNÁR András MELEG FÉMPORSZÓRÁSSAL FELÜLETKEZELT KULTIVÁTOR KAPÁK VIZSGÁLATA TALAJMŰVELÉS UTÁN	248
PREKOB Ádám, SÁNDOR Csaba, SIKORA Emőke, PEKKER Péter, KRISTÁLY Ferenc, VANYOREK László IPARI KOROM KOLLOIDKÉMIAI ÉS MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE	252
RAVAI NAGY Sándor, SZIGETI Ferenc, VARGA Gyula FELÜLETI ÉRDESSÉG VIZSGÁLATA IPARI MŰANYAGOK FURATMEGMUNKÁLÁSÁNÁL	259
ROMÁN Krisztina, ROMÁN László ÜVEGSZÁL ERŐSÍTÉSŰ PVC KOMPOZITOK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSA	268
ROMÁN Krisztina, ZSOLDOS Gabriella PVC/KUKORICACSUTKA LISZT KOMPOZITOK TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA	274
ROZGONYI Valentin, L. SZABÓ Gábor, BODÓ Béla A FAN-COIL ÉS A KLÍMAGERENDÁS RENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	280
RUGÓCZKY Péter, LASSÚ Gábor, LAKATOS János WC-Co FELÜLETI RÉTEG VIZSGÁLATA SPEKTRÁL ANALITIKAI MÓDSZEREKKEL	288
RUGÓCZKY Péter, MURÁNSZKY Gábor, LAKATOS János GYÉMÁNT FELÜLETI RÉTEG LEVÁLASZTÁSÁT LEHETŐVÉ TEVŐ ELŐKÉSZÍTŐ MŰVELETEK WC-Co KOMPOZIT ANYAGOKON	295
SÁNDOR Zoltán Barnabás, TAMÁSI Kinga, VANYOREK László SZÉN NANOCÖVEKKEL ERŐSÍTETT POLIURETÁN NANOKOMPOZIT ELŐÁLLÍTÁSA ÉS VIZSGÁLATA	302

- SIKORA Emőke, PREKOB Ádám, VANYOREK László, MURÁNSZKY Gábor, BÁNHIDI Olivér, HUTKAINÉ GÖNDÖR Zsuzsanna, PEKKER Péter**
KLOORÁTMENTESÍTÉSRE ALKALMAS HIDROGÉNEZŐ KATALIZÁTOROK FEJLESZTÉSE 308
- SOMLYAI-SIPOS László, BAUMLI Péter**
AZ ÓN-NIKKEL FORRASZANYAG NEDVESÍTÉSVIZSGÁLATA RÉZ SZUBSZTRÁTON 316
- SÜVEGES Gábor Béla**
HŐSZOLGÁLTATÓK KÖRNYEZETI ELEMZÉSE - TECHNOLÓGIAI ÉS TERMÉSZETI TÉNYEZŐK 323
- SZEGEDI Attila, KOVÁCS Zoltán**
ÜZEMI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA POWERSHIFT NYOMATÉKVÁLTÓK TENGELYKAPCSOLÓINÁL 330
- SZÖLLŐSY Zsófia, BODÓ Béla**
OFFSZET NYOMÓGÉPEK BELSŐ LÉGÁLLAPOTÁNAK BEFOLYÁSA A PAPIRRA 338
- TAMÁSI Kinga, SÁNDOR Zoltán Barnabás, ZSOLDOS Gabriella**
SZÉN NANOCŐVEL ÉS IPARI KOROMMAL ERŐSÍTETT GUMIKEVERÉKEK TERMO-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA 344
- TÓTH Lajos, ERDŐSY Dániel**
ICL8038 TÍPUSÚ PRECÍZIÓS HULLÁMFORMA-GENERÁTOR DISZKRÉT ALKATRÉSZEKBŐL FELÉPÍTETT FUNKCIONÁLIS MODELLJÉNEK VIZSGÁLATA 350
- TRUZZSI Alexandra, BODNÁR Ildikó, VARGA József**
NEONIKOTINOID NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK OXIDATÍV LEBONTÁSÁRA IRÁNYULÓ MÓDSZERFEJLESZTÉSEK 358
- TUMIK Ábel**
SORBANÁLLÁSI MODELLEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA LEAN SZEMLELETBEN MŰKÖDŐ KÖZSZOLGÁLTATÓKNÁL 366

TURAI Endre, NÁDASI Endre, SZILVÁSI Marcell FELSZÍN ALATTI OBJEKTUMOK ÉS FÖLDTANI SZERKEZETEK KUTATÁSA GEOELEKTROMOS TOMOGRÁFIÁVAL	374
TURAI Endre, ILYÉS Csaba, SZŰCS Péter MAGYARORSZÁGI CSAPADÉK ÉS TALAJVÍZSZINT ADATOK SPEKTRÁLIS ELEMZÉSE	382
VÁNTUS András, HAGYMÁSSY Zoltán, CSATÁRI Nándor A MŰSZAKI ELLÁTOTTSÁG FEJLESZTÉSE A TEJTERMELÉSBEN	390
VARGA Gyula, FISER-NAGY ÁGNES MESTERSÉGESEN KONSZOLIDÁLT KÖZETMAGOK PETROFIZIKAI TULAJDONSÁGAINAK MÓDOSÍTÁSA KÜLÖNBÖZŐ ADALÉKANYAGOKKAL	397
VARGA Zsolt A MAGASSÁG MEGHATÁROZÁSÁNAK PROBLÉMÁJA A GEODÉZIÁBAN	405
ZÁKÁNYI Balázs, SZŰCS Péter, TURAI Endre, VASS Péter, ILYÉS Csaba, MÓRICZ Ferenc A GEOTERMIKUS ENERGIA FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGI A BÜKK-ALJA TÉRSÉGBEN	411
ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS Renáta, VARGA Gyula Gábor, JOBBIK Anita HŐENERGIA KINYERÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI FELHAGYOTT CH KUTAK HASZNOSÍTÁSÁVAL	417
ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS Renáta, VARGA Gyula Gábor, JUHÁSZNÉ SZALAI Adrienn, BÁRÁNY Sándor BENTONITOK ZÉTA POTENCIÁL VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA SÓOLDATOK JELENLÉTÉBEN	423
NEMES Csaba, LUBOMIR Javorek, BODZÁS Sándor, PÁLINKÁS Sándor FORGÁCSOLÓ ERŐ HÁROM KOMPONENSÉNEK MÉRÉSE ESZTERGÁLÁSI FOLYAMAT SORÁN	429
FÉNYKÉP GYŰJTEMÉNY	439

MAGYARORSZÁGI CSAPADÉK ÉS TALAJVÍZSZINT ADATOK SPEKTRÁLIS ELEMZÉSE

SPECTRAL ANALYSIS OF RAINFALL AND GROUNDWATER LEVEL DATA IN HUNGARY

TURAI Endre¹, ILYÉS Csaba², SZÚCS Péter³

¹CSc, Dr. habil., intézetigazgató egyetemi docens, gfturai@gold.uni-miskolc.hu

¹Miskolci Egyetem, Geofizikai és Térinformatikai Intézet, H-3515, Miskolc-Egyetemváros.

²tudományos segédmunkatárs, hgilyes@uni-miskolc.hu

²Miskolci Egyetem, MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, H-3515, Miskolc-Egyetemváros.

³DSc, Dr. habil., tanszékvezető egyetemi tanár, dékán, kutatócsoport vezető, hgszucs@uni-miskolc.hu,

³Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, H-3515, Miskolc-Egyetemváros,

³Miskolci Egyetem, MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, H-3515, Miskolc-Egyetemváros.

Kivonat: A dolgozat a napi mintavételezésű 110 éves csapadék idősorok spektrumait vizsgálja Magyarország négy városa (Debrecen, Budapest, Pécs és Szombathely) területén. Elemzi a spektrumok változékonyságát és kimutatja a domináns determinisztikus ciklusokat. A talajvíz adatok havi mintavételezésű idősorainak (Debrecen, Nyírcsászári és Kocsér) spektrumai alapján meghatározza a talajvíz változás determinisztikus ciklusait. A csapadék és a talajvíz idősorok spektrumainak együttes vizsgálatával kimutatja a két paraméter időfüggésében kölcsönösen meglévő determinisztikus ciklusokat.

Kulcsszavak: spektrális elemzés, csapadék idősorok, talajvíz idősorok, domináns determinisztikus ciklusok.

Abstract: The paper examines the spectra of the daily sampled 110-year long rainfall time series in the four cities of Hungary (Debrecen, Budapest, Pécs and Szombathely). It analyzes spectral variability and detects dominant deterministic cycles. Based on the monthly sampled time series of the groundwater data (in Debrecen, in Nyírcsászári and in Kocsér), paper determines the deterministic cycles of groundwater change. By simultaneously examining the spectra of rainfall and groundwater time series, the mutually existing deterministic cycles in the time dependence of the two parameters are detected.

Keywords: spectral analysis, rainfall time series, groundwater time series, dominant deterministic cycles.

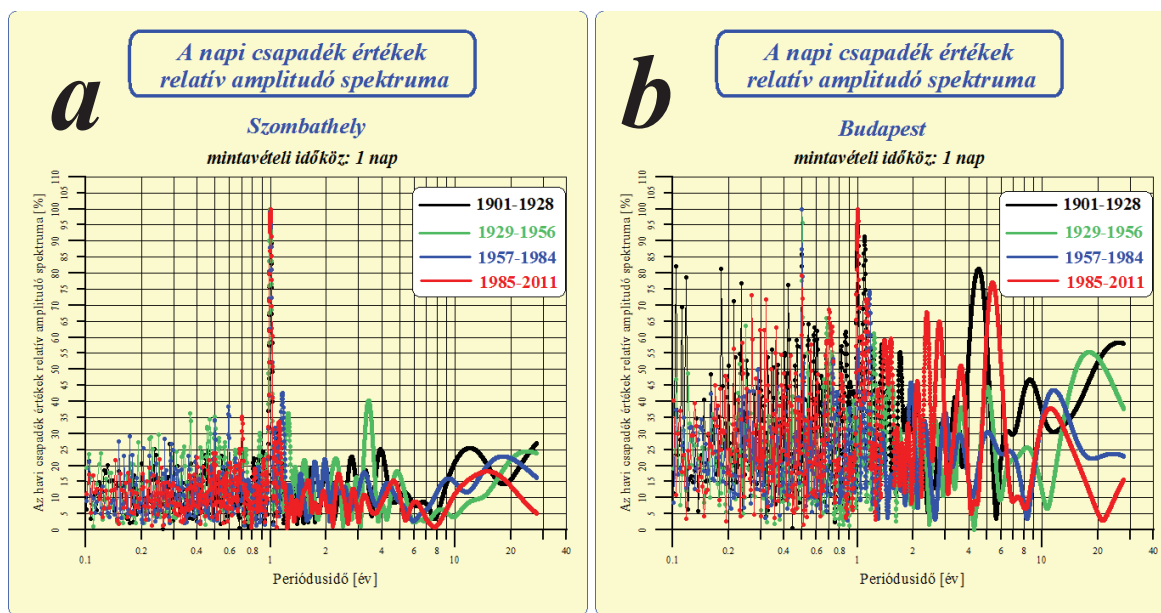
1. BEVEZETÉS

Az ivóvíz- és az energiaigény kielégítése napjaink egyik legfontosabb globálisan megoldandó feladatai közé tartozik. A jövőben ennek a kihívásnak a súlya egyes becslések szerint progresszíven fog növekedni, összefüggésben a klímaváltozással. A lehullott csapadék mennyisége és annak időbeli változásai hatással vannak a felszín alatti vízbázisok mennyiségi és minőségi jellemzőire. A felszín alatti vízbázisok pedig – a kőzetmátrix mellett – a geotermikus energia kinyerése és tárolása szempontjából játszanak jelentős szerepet. A hidrometeorológiai paraméterek (csapadék, talajvízszint, stb.) időbeli regisztrátumaiból a ciklikus változások mértéke (amplitúdója) és periódushossza a Fourier transzformáción [1], [2], [6] alapuló spektrális elemzésekkel [5] kimutatható. A közel két évtizede elkezdett kutatásaink célja a hidrometeorológiai paraméterek idősoraiban meglévő determinisztikus ciklusok kimutatása és ezek okainak a feltárása. A spektrumok saját fejlesztésű szoftverrel [7] történt számításai mellett keresztkorrelációs függvények és konvolúciós szűrések (wavelet transzformációk) [8] segítségével meghatároztuk egyes ciklusok bekövetkezési időszakait [3], valamint azt, hogy egy-egy év környezetében az egyes ciklusok milyen valószínűséggel

következnek be. Feltételezve, hogy a determinisztikus ciklusok a közeljövőben is kifejtik hatásukat, prognosztizáltuk [4], [5] a csapadék idősorok várható alakulását. A prognózist validáltuk is [4] Debrecen területére, a 2010 és 2016 közötti időszakban. Ebben a dolgozatban a napi mintavételezésű csapadék adatok és a havi mintavételezésű csapadék és talajvízszint adatok spektrális elemzésének eredményeit mutatjuk be.

2. A NAPI MINTAVÉTELEZÉSŰ, 110 ÉV HOSSZÚSÁGÚ CSAPADÉK IDŐSOROK SPEKTRUMAI

Az 1901 január 1. és 2010. december 31. közötti napi mintavételi közű csapadék idősorok spektrumait négy magyarországi város (Debrecen, Budapest, Pécs és Szombathely) estében számítottuk ki. A regisztrálási intervallumot mindegyik város esetében négy egyenlő időszakra osztva megvizsgáltuk, hogy a spektrális információ mennyire változik az egyes időszakokban. Ezzel arra a klímaváltozási kérdésre szerettünk volna választ kapni, hogy a csapadék ciklusok hossza valóban rövidül-e. A négy város közül Szombathely esetében (1.a ábra) a ciklusok stabilitása, míg Budapesten (1.b ábra) az időbeli változékonyság a legnagyobb. A Debrecen (2.a ábra) és a Pécs (2.b ábra) területére számított spektrumok változékonysága hasonló, a budapesti és pécsi változékonyság közé esik.

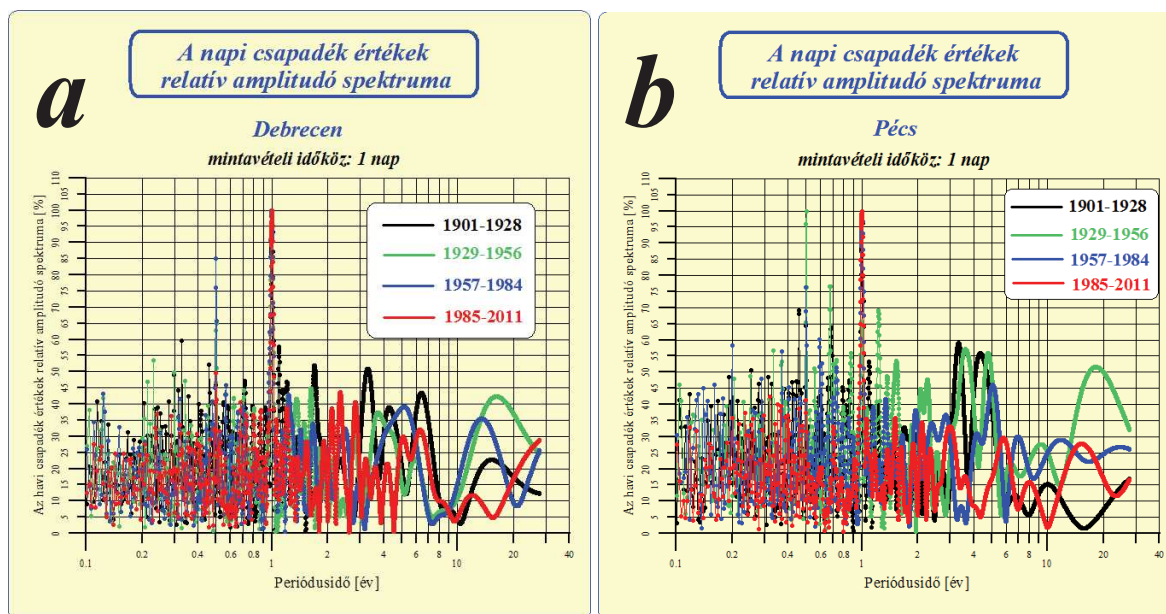


1. ábra: A napi mintavételezésű spektrumok (a) Szombathelyen és (b) Budapesten.

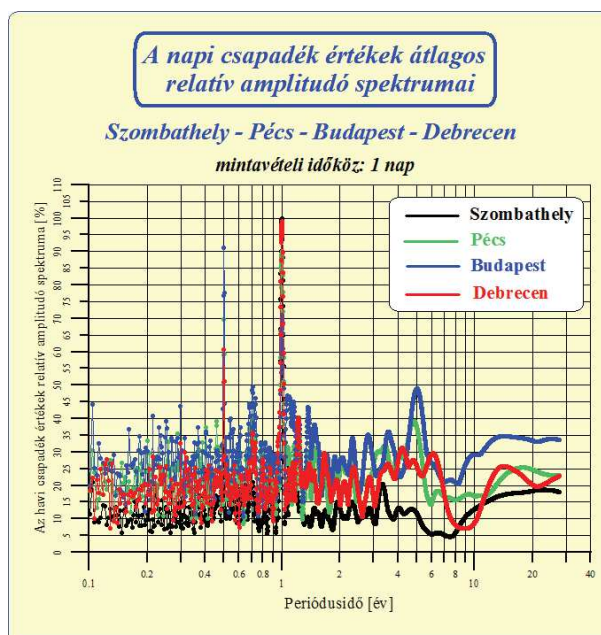
A teljes 110 éves időszakra meghatározott átlagos spektrumokat a 3. ábrán mutatjuk be, piros vonallal Debrecen, kékkel Budapest, zölddel Pécs és fekete színnel Szombathely esetére. Az 1. táblázatban összefoglaltuk a legdominánsabb 10 ciklus hosszait és zárójelben a maximális amplitúdóra normált, un. relatív súlyait. A táblázat alapján megállapítható, hogy a piros betűszínnel látható 1 év, 0,5 év, 0,7 év és a 0,3-0,4 év hosszúságú ciklusok mind a négy város csapadék adatsorában kimutathatók, míg a kék betűszínnel feltüntetett 1,23 éves ciklus három város (Debrecen, Budapest és Pécs) adatsorában megtalálható, azonban a legnyugatabbra található Szombathelyen már nem mutatható ki.

A 2. táblázat bemutatja, hogy a legnagyobb súlyú közel 1 éves ciklus hossza pontosan hány napos az egyes városok esetében felvett négy időintervallumban, valamint a legutolsó sorban feltüntetjük a változás terjedelmét (a maximális és a minimális érték különbségét) is. A

terjedelem itt is Budapest esetében a legnagyobb (18,7 nap), míg Szombathelyen a legkisebb (1,5 nap).



2. ábra: A napi mintavételezésű spektrumok (a) Debrecenben és (b) Pécsen.



3. ábra: A napi mintavételezésű átlagos spektrumok Debrecenben, Budapesten, Pécsen és Szombathelyen.

Amennyiben a csapadék ciklusok valóban országosan rövidülnének, akkor mind a négy város esetében az 1901-1928 időszakban kellett volna a legnagyobb, míg az 1985-2011 időszakban pedig a legkisebb értékeket kapnunk. Mint látható ez egyik város esetében sem igaz, ezért a csapadék ciklusok rövidülését az elvégzett elemzésünk nem igazolta.

1. táblázat. A legdominánsabb 10 ciklus hosszai és relatív súlyai.

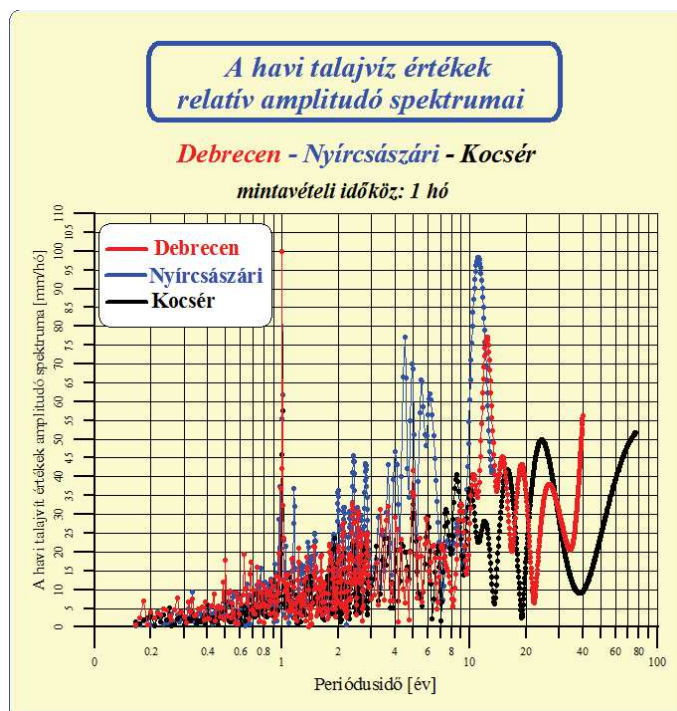
sorszám	Debrecen (relatív súly)	Budapest (relatív súly)	Pécs (relatív súly)	Szombathely (relatív súly)
1.	1 év (99,1%)	0,5 év (91,2%)	1 év (90,1%)	1 év (99,7%)
2.	0,5 év (60,8%)	1,01 év (71%)	0,5 év (69,7%)	0,5 év (26,0%)
3.	1,22 év (40,3%)	0,71 év (49,6%)	0,7 év (39,9%)	1,15 év (24,2%)
4.	0,73 év (33%)	5,03 év (49%)	4,84 év (39,3%)	0,71 év (21,0%)
5.	0,3 év (32,7%)	1,1 év (46,6%)	0,46 év (39,3%)	1,05 év (20,9%)
6.	4,22 év (31,2%)	1,15 év (45%)	0,4 év (37,3%)	0,37 év (20,9%)
7.	1,67 év (29,8%)	0,3 év (43,7%)	1,23 év (35,7%)	3,32 év (20,4%)
8.	6,09 év (29,6%)	1,37 év (43,4%)	0,29 év (35,5%)	0,87 év (20,2%)
9.	3,56 év (26,6%)	1,23 év (40,3%)	3,43 év (31,9%)	0,64 év (20,1%)
10.	14,2 év (25,8%)	0,54 év (40%)	1,51 év (31,2%)	23 év (18,7%)

2. táblázat. A közel 1 éves ciklus pontos hossza a négy város esetében.

időszak	Debrecen [nap]	Budapest [nap]	Pécs [nap]	Szombathely [nap]
1901-1928	366,6	366,5	366,8	365,4
1929-1956	364,4	349	363,7	364,4
1957-1984	364,6	367,7	366,9	365,5
1985-2011	366,6	366,9	365,7	365,9
terjedelem	2,2	18,7	3,2	1,5

3. A HAVI MINTAVÉTELEZÉSŰ TALAJVÍZ IDŐSOROK SPEKTRUMAI

A havi mintavételi közül talajvízszint idősorok spektrumait az 1901 és 2011 közötti 110 éves intervallumban két egymáshoz közeli (Debrecen, Nyírcsászári) és egy távolabbi (Kocsér) helyen számítottuk ki. A spektrumokat a 4. ábra, a determinisztikus ciklusok hosszait és relatív súlyait pedig a 3. táblázat szemlélteti.



4. ábra: A havi mintavételi időközű talajvízszint idősorok spektrumai Debrecen (piros), Nyírcsászári (kék) és Kocsér (fekete) területén.

3. táblázat. A legdominánsabb ciklusok hosszai és relatív súlyai a talajvízszint idősorokban.

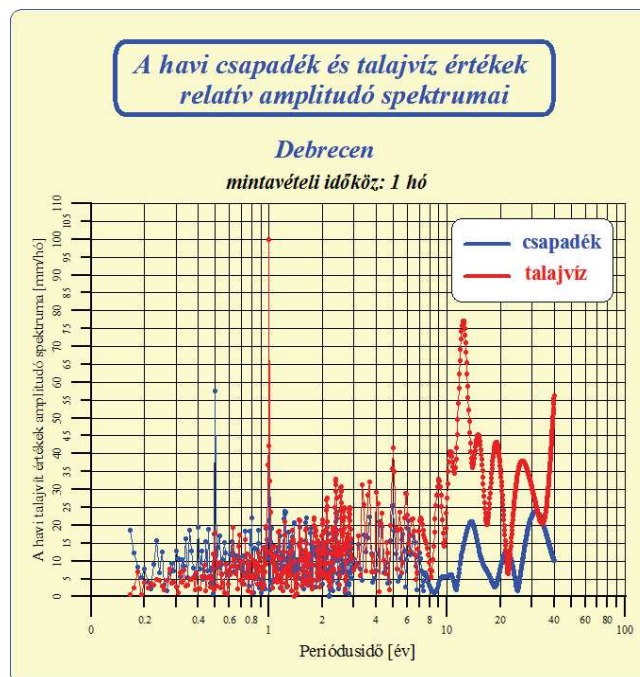
Sorszám	Debrecen (relatív súly)	Nyírcsászári (relatív súly)	Kocsér (relatív súly)
1.	1 év (100%)	1 év (100%)	1 év (100%)
2.	12,3 év (77,3%)	11,1 év (98,3%)	24,2 év (49,9%)
3.	15 év (45,4%)	4,5 év (77,2%)	15,8 év (41,9%)
4.	18,9 év (43,2%)	4,9 év (70,1%)	8,5 év (40,6%)
5.	5 év (41,7%)	5,5 év (65,8%)	10,1 év (37,2%)
6.	10,5 év (40,7%)	6,2 év (62,1%)	5 év (32,6%)
7.	26,6 év (38,1%)	4 év (46,8%)	7,5 év (31,4%)
8.	9 év (32,9%)	2,4 év (45,5%)	6 év (29,5%)
9.	2,4 év (32,9%)	2,8 év (43,5%)	12 év (28,3%)
10.	3,7 év (32,2%)	3,7 év (43,2%)	1,9 év (23,7%)
11.	3,3 év (31,4%)	0,98 év (37,4%)	3,7 év (23,6%)

A 3. táblázatot vizsgálva megállapítható, hogy piros betűsínű 1 év, 3,7 év, 5 év és 11-12 év hosszúságú ciklusok mind a három helyen kimutathatók a talajvízszint idősorában. Az egymáshoz közeli Debrecen és Nyírcsászári esetében közös ciklusként jelenik meg még a 2,4 éves ciklus is, azonban ez a ciklus Kocsér területén már nem mutatható ki.

4. A HAVI MINTAVÉTELEZÉSŰ CSAPADÉK ÉS TALAJVÍZ IDŐSOROK SPEKTRUMAI DEBRECEN TERÜLETÉN

Debrecen estében megvizsgáltuk, hogy vannak-e közös ciklusok a havi mintavételezési között csapadék és talajvízszint idősorokban. Az 5. ábrán kék színnel a csapadék, piros színnel pedig a talajvízszint spektruma látható. A domináns determinisztikus ciklusok hosszát és relatív súlyát a 4. táblázatban foglaltuk össze.

A 4. táblázatot alapján megállapítható, hogy Debrecenben a csapadék és a talajvízszint változásban a piros betűsínű feltüntetett 1 éves, 2,4 éves, 3,67 éves és 5 éves ciklusok egyaránt kimutathatók. A talajvíz spektrumában megjelenő 12,3 éves ciklus a csapadék idősorában 13,7 évnél mutatható ki, míg a 26,6 éves talajvíz ciklus a csapadék esetében szintén nagyobb – 31,5 éves – periódushossznál jelenik meg.



5. ábra: A havi mintavételezésű csapadék és talajvízszint idősorok spektrumai Debrecenben.

5. ÖSSZEFOGLALÁS, ÉRTÉKELÉS

A napi mintavételezésű 110 év hosszúságú csapadék idősorok elemzése alapján megállapítható, hogy Magyarország területén az 1 éves, a 0,5 éves, a 0,7 éves és a 0,3-0,4 éves ciklusok mögött feltehetően regionális determinisztikus okok állnak.

Az 1 éves ciklus változása a vizsgált négy 27 év hosszúságú részintervallumokban igen kicsi, mindössze néhány napos. A legkisebb a változás terjedelme (1,5 nap) Szombathely területén, míg a legnagyobb (18,7 nap) Budapest esetében. Az 1,23 éves ciklus Debrecen, Budapest és Pécs területén mutatható ki, azonban Szombathelyen nem jelentkezik. A spektrumok ingadozása Szombathely esetében a legkisebb, míg Budapesten a legnagyobb.

4. táblázat. A legdominánsabb ciklusok hosszai és relatív súlyai Debrecen területén a csapadék és a talajvízszint idősorokban.

Debrecen sorszám	csapadék (relatív súly)	talajvíz (relatív súly)
1.	1 év (100%)	1 év (100%)
2.	0,5 év (57,6%)	12,3 év (77,3%)
3.	4,92 év (25,5%)	15 év (45,4%)
4.	1,23 év (24%)	18,9 év (43,2%)
5.	31,5 év (23,8%)	5 év (41,7%)
6.	2,39 év (23,6%)	10,5 év (40,7%)
7.	3,67 év (22,4%)	26,6 év (38,1%)
8.	1,62 év (22,2%)	9 év (32,9%)
9.	0,8 év (22,1%)	2,38 év (32,9%)
10.	6,08 év (21,4%)	3,67 év (32,2%)
11.	13,7 év (21,1%)	3,33 év (31,4%)

A havi mintavételezésű talajvízszint idősorok spektrumait három mérőállomáson (Debrecen, Nyírcsászári és Kocsér) vizsgálva megállapítható, hogy az 1 éves, a 3,7 éves, az 5 éves és a 11-12 éves ciklusok mindhárom helyen kimutathatók, így feltehetően ezek mögött determinisztikus okok állnak. A 2,4 éves ciklus csak az egymáshoz közeli helyeken (Debrecen és Nyírcsászári) jelentkezik, a távolabbi Kocsér területén nem mutatható ki, ezért valószínű, hogy ennek a ciklusnak lokális oka van.

A havi mintavételezésű csapadék és talajvízszint idősorok spektrumait Debrecen területén vizsgálva látható, hogy az 1 éves, a 2,5 éves, a 3,7 éves, és az 5 éves ciklus mindkét paraméter idősorában megjelenik, ezért ezeket a ciklusokat olyan determinisztikus hatások okozzák, amelyek mind a csapadék, mind pedig a talajvízszint periodikus változását kiváltják. Mindkét paraméter idősorában kimutatható két hosszabb idejű ciklus is, azonban ezek nem pontosan ugyanazzal a periódusidővel jelentkeznek. A talajvíz spektrumában megjelenő 12,3 éves ciklus a csapadék idősorában 13,7 évnél mutatható ki, míg a 26,6 éves talajvíz ciklus a csapadék esetében szintén nagyobb – 31,5 éves – periódushossznál jelenik meg.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt alapján, a "Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése" című PULSE GINOP-2.3.2-15-2016-00010 azonosító számú projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **BATH, M.:** *Spectral Analysis in Geophysics*, Elsevier Scien. Publ. Co., Amsterdam - Oxford - New York, 1974.
- [2] **BRACEWELL, R. N.:** *The Fourier Transform and its Applications*, McGraw - Hill Book Co., Oxford, 1978.
- [3] **ILYÉS, CS., TURAI, E., SZÚCS, P., ZSUGA, J.:** *Examination of the cyclic properties of 110 – year – long precipitation time series*, ACTA MONTANISTICA SLOVACA, 22(1), 1-11, 2017.
- [4] **ILYÉS, CS., TURAI, E., SZÚCS, P.:** *Examination of rainfall data for 110 years using spectral and wavelet analysis*, CENTRAL EUROPEAN GEOLOGY, 61(1), 1-15 2018.
- [5] **KOVÁCS, F., TURAI, E.:** *A Mátra-Bükkalja csapadék jellemzői ciklikus változása, prognózis módszer megalkotása*, HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY, 94(1), 35-45, 2014.
- [6] **MESKÓ, A.:** *Digital Filtering*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1984.
- [7] **TURAI, E.:** *A Fourier transzformáció egy numerikus módszerre és alkalmazása a GP-jelenség rendszerjellemező függvényel történő leírásánál*, MAGYAR GEOFIZIKA, 24(1.), 11-19, 1983.
- [8] **TURAI, E.:** *Spektrális adat- és információfeldolgozás*, egyetemi jegyzet, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2005.