

CUM SCIENTIA PRO AQUIS HUNGARIAE

Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia

Tanulmányok



Szerkesztette:
BÍRÓ TIBOR

Dialóg Campus

Tartalom

A szerkesztő előszava	7
I. rész: A települési vízgazdálkodás hidrológiai folyamatai témakörében elhangzott előadások publikációi	9
Hoffmann Lilla – Lakatos Mónika: Növekvő csapadékintenzitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában	11
Ilyés Csaba – Szűcs Péter – Turai Endre: Csapadékösszegek és talajvízszint-idősorok spektrális elemzése	21
Czigány Szabolcs – Domján Anita – Nagy Gábor – Ronczyk Levente: Reakcióidő-számítás hidrológiai mérőhálózat alapján Pécssett	29
Horányiné Csiszár Gabriella – Ilyés Csaba – Lénárt László – Szűcs Péter – Üszögh Lajos: Miskolci villámárvizek elemzése a bükkí források és a városi szennyvízelvezető rendszer hozamadatai alapján	39
Bardóczyné Székely Emőke: A biológiai aktivitásérték (BAÉ) fogalma és kapcsolata a települési hidrológiával	45
Orgoványi Péter – Salamon Endre – Török László: Egy mérnök számára szükséges adatok és módszerek a települési csapadékvíz-elvezetés és csapadékvíz-gazdálkodás tervezése során	55
II. rész: A települési infrastruktúra és települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	65
Fehér János – Nagy Attila – Riczu Péter – Tamás János: A nagy felbontású 3D városmodell felépítése és szerepe a települési vízgazdálkodásban	67
Komárominé Kucsák Mónika: A villámárvízi elöntések enyhítése érdekében magnövelt városi zöldfelületek hatásvizsgálata egy konkrét példán keresztül	77
Karches Tamás – Mátrai Ildikó – Orgoványi Péter – Vadkerti Edit: Csapadékesemény hatása a mozgóágyas biofilmreaktorokat alkalmazó szennyvízkezelési technológiára	91
Puskás Tibor: Szélsőséges időjárási események hatása a pécsi víz- és szennyvízszolgáltatásra konkrét esetek alapján	99
Ámon Gergely: A települési vízrendszerek modellezéssel történő tervezése	109
Kozák Péter: A települési csapadékvíz-kezelés és a külterületi vízvezető rendszerek diszharmoniajának bemutatása dél-alföldi esettanulmányokon keresztül	117
Mrekva László: A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában	127
Goda Zoltán: A villámárvizek meteorológiai háttere	149

III. rész: A csatornahálózatokra gyakorolt hatások és a fenntartható csapadécsatornázás témakörében elhangzott előadások publikációi	159
Dulovics Dezsőné: A települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásai	161
Istók Balázs – Lengyel Róbert: A lézerszkennelt 3D felszínmodell alkalmazása a csatornakiöntések pontosítására	173
Salamon Endre: Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban	183
Rácz Tibor: A 2017. május 23-i és az azt megelőző 2015. évi három budapesti felhőszakadás jellemzői	193
Gerőfi-Gerhardt András: Egyesített rendszerű csapadékvíz-elvezető művek bővítésének lehetőségei nagyvárosi környezetben	215
Hajtó Ödön: A vízügyi szabályozás és a csőstatika példája	227
Hancz Gabriella: A fenntartható csapadécsatornázás várható eredményei Debrecen példáján	235
IV. rész: A csapadékvíz-gazdálkodás katasztrófavédelmi aspektusai témakörében elhangzott előadások publikációi	243
Békési István – Sólyom Péter: Közép-Tisza-vidéki települések belvíz-veszélyeztetettségének értékelése	245
Jackovics Péter: Kárelhárítási, veszélyhelyzet-kezelési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem polgári védelmi szakterülete elmúlt öt éves tevékenységének tükrében	251
Hábermayer Tamás: Katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése a települések ár- és belvíz elleni védekezéséhez	261
Takács Krisztina – Kuti Rajmund: Extrém esőzések következtében kialakult csapadéktöbblet kezelésének tapasztalatai Győrben	273
Balatonyi László – Makay Gábor – Tóth László: A közelmúlt globális klímaváltozásainak, helyi vízkáreseményeinek hatása és költségvetési következményei a dél-dunántúli kis vízfolyások esetében	279
Hoffmann Imre – Cimer Zsolt – Király Lajos: A csapadékvíz-gazdálkodás iparbiztonsági aspektusai	293
A tanulmánykötet szerzői	305

Ilyés Csaba – Szűcs Péter – Turai Endre

Csapadékösszegek és talajvízszint-idősorok spektrális elemzése¹

Bevezetés

A szélsőséges időjárási viszonyok és csapadékeloszlások komoly szerepet játszanak egy város életében, ugyanis a rövid időn belül lehulló intenzív csapadékok villámárvizeket okozhatnak. Ezen árvizek és csapadékesemények több kutatás alapján is a változó hidrológiai ciklushoz köthetők. Az összefüggés megértésében fontos szerepet játszik maga a ciklus pontos ismerete. Az alkalmazott spektrális elemzéssel nyomon 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 klímaváltozáshoz való alkalmazkodás feltétele, hogy ismerjük a változás mértékét. Matematikai módszerekkel a sztochasztikusnak tekinthető csapadékidősorokban determinisztikus komponensek kutathatók, amivel a változékonyság hatását tudjuk csökkenteni a vizsgált paraméter esetén.

Kutatásunkban diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzéssel vizsgáltunk hosszú idejű csapadékidősorokat, illetve talajvízfigyelő kutak vízállásidősorait az azokban kimutatható ciklikus paraméterek felkutatása céljából.

Módszerek és adatok

A számításokhoz a diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzés módszerét választottuk, így a mérési eredmények (regisztrátumok) spektrális képét (spektrumát) az alábbi formulákkal kaptuk meg (BÁTH 1974; BRACEWELL 1978; MESKÓ 1984):

¹ A kutatómunka a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar 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 valósult meg.

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

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:

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

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

ahol: $\operatorname{Re}[Y(T)]$ a valós spektrum, a komplex spektrum valós része, $\operatorname{Im}[Y(T)]$ a képzetes spektrum, a komplex spektrum képzetes része, $A(T)$ az amplitúdóspektrum, a komplex spektrum amplitúdója, $\Phi(T)$ a fázisspektrum, a komplex spektrum fázisa.

Az elemzéshez nélkülözhetetlen amplitúdó- és fázisspektrumokat a valós és a képzetes spektrumok ismeretében határozhatjuk meg:

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

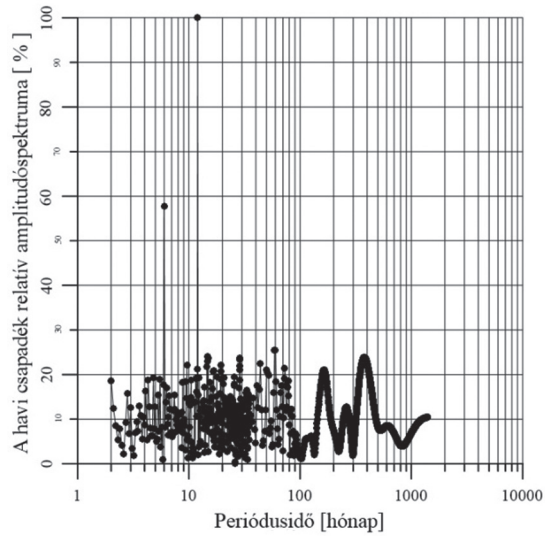
$$\Phi(T) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im}[Y(T)]}{\operatorname{Re}[Y(T)]} \quad (5)$$

A vizsgálathoz használt adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat online adatbázisából és az illetékes Vízügyi Igazgatóságtól szereztük be. A csapadékatok 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 felölölő adatsort. Kutatásunkban az elemzés során nyert első információkat részletezzük.

Eredmények

A vizsgálatok elvégzése során a lehető legrövidebb 1 hónapos mintavételi időközt vettük alapul, így a Nyquist-periódusidő 2 hónap. A változó hosszúságú idősorokból az alábbi eredmények írhatók le.

Debrecen városának meteorológiai állomásáról 110 év hosszúságban álltak rendelkezésre csapadékidősorok, így 1320 hónapnyi minta állt rendelkezésre. Az eredmények az 1. ábrán láthatók.

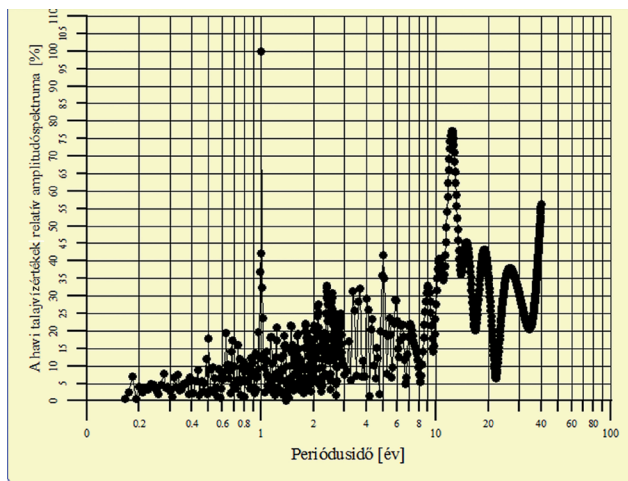


1. ábra

Debrecen havi csapadékaiból számolt amplitúdóspektrum

Forrás: a szerzők szerkesztése

A vizsgált 110 éves időszakban az 1, illetve a 0,5 éves ciklus mutatkozott a legdominánsabbnak, utána következtek az amplitúdó sorrendjében a 4,92 éves, az 1,23 éves, a 31,5 éves ciklusok. Dominánsok közé tartozott még a 13,61 éves és a 2,39 éves (ILYÉS–TÚRAI–SZÜCS 2016).



2. ábra

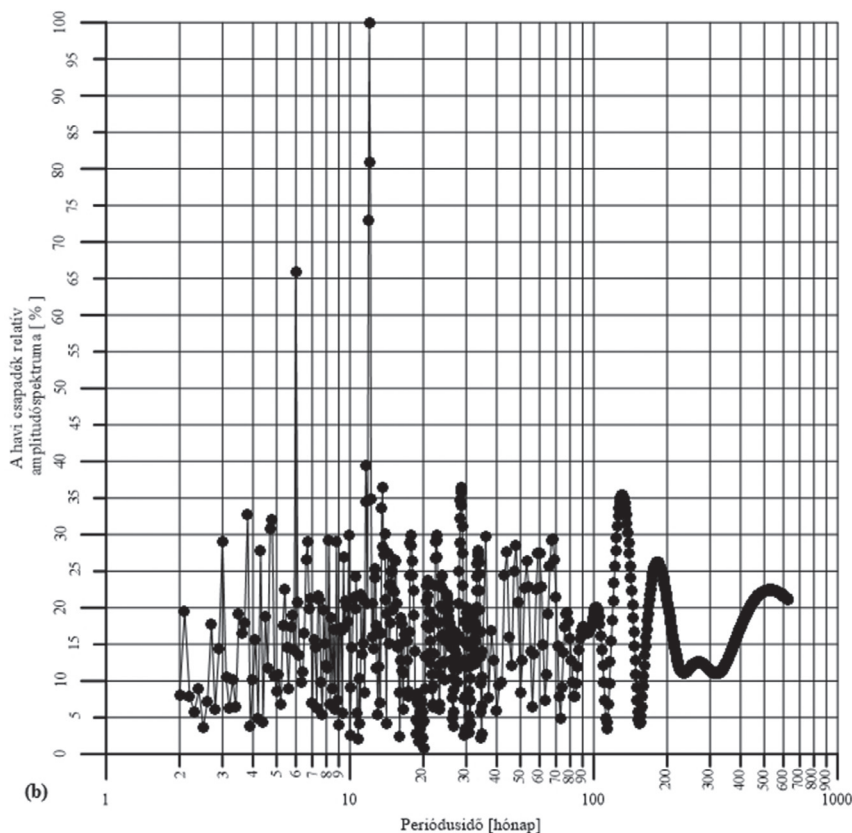
Debrecen talajvízes idősorának spektruma

Forrás: a szerzők szerkesztése

A vizsgált 002609-Debrecen jelű kút adatsorából képzett spektrumok 911 rekord alapján, a 2. ábrán láthatók. Ebben az adatsorban is feltűnő az 1 éves ciklus megléte, amelyet 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 talajvizes észlelésekben is megtalálható, azonban a relatív amplitúdója itt erősebb, amit az éves ciklus erősségének kisebb mértéke magyaráz. Míg a csapadékatok között messze az egyéves periódus jelentkezett dominánsan, addig a talajvizes megfigyelésekben a 12 év körüli már 77%-os relatív amplitúdóval mutatkozott.

A debrecenihez földrajzilag is közel álló nyírségi adatbázis esetében a Nyírbogát és Nagyecsed meteorológiai állomások átlagos idősorával hasonlítottuk össze a Nyírcsászári területén mért talajvízidősört 629 regisztrátumon végzett vizsgálat felhasználásával.

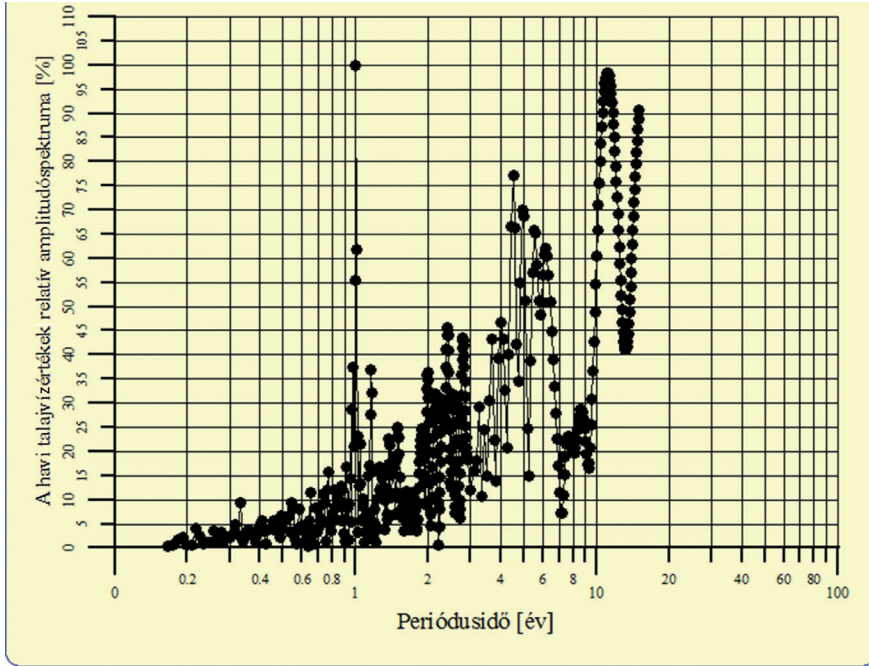


3. ábra

Nyírbogát és Nagyecsed csapadékidősorából képzett átlag spektruma

Forrás: a szerzők szerkesztése

A 3. ábrán látható spektrumképből látszik, hogy itt is megtalálható a domináns 1, illetve 0,5 éves ciklus, amit sorrendben a 10,92 éves ciklus követ, majd az 1 évnél rövidebb hosszúságúak. Az 5 évhez közeli periódus itt nem mutatható ki egyértelműen, azonban jelentkezik egy 5,67 év hosszúságú ciklus. Az idősorban összesen 21 ciklust sikerült azonosítani (ILYÉS et al. 2015).



4. ábra

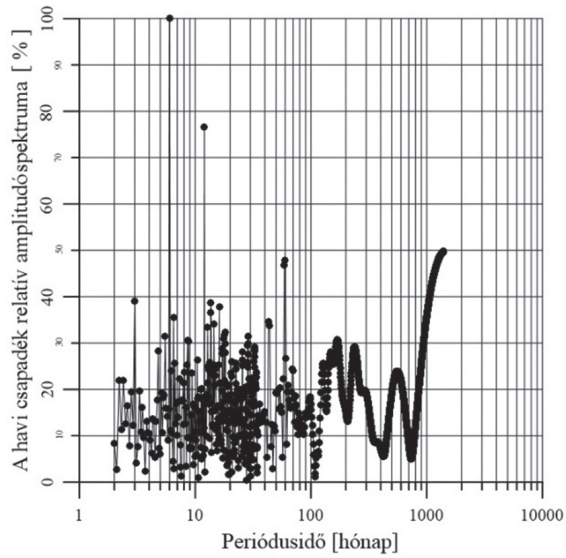
Nyírcsászári havi talajvízállás-adatainak spektruma

Forrás: a szerzők szerkesztése

A 4. ábrán látható (001624-Nyírcsászári talajvízfigyelő kút), hogy 709 mérési adat alapján a spektrumkép a debreceni talajvízkút adataihoz hasonló, domináns 1 éves ciklust követ a 11,18 év hosszúságú, majd a 4,5 éves. Az 5 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.

Az eredményeket összehasonlítva a terület átlagos csapadékösszegeiből számolt értékekkel, ebben az esetben is elmondható, hogy az éves ciklus dominanciája nem olyan mértékű, mint a csapadék esetében: a közel 12 éves periódus 98%-os relatív amplitúdóval rendelkezik, ami megtalálható a csapadékidősorokban is (10,9 év), hasonlóan az 5 év körüli ciklushoz.

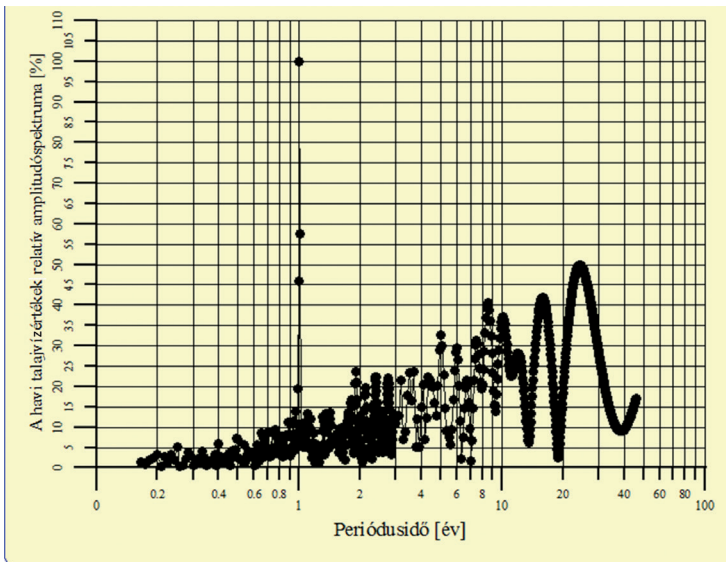
A harmadik mintaterület, a Duna–Tisza köze a kocséri (002186-Kocsér) figyelőkút adataival került az elemzésbe, 885 regisztrált minta alapján. Mivel a területről csapadékadatsor nem áll rendelkezésre, a mintákat a hozzá legközelebbi fellelhető budapesti mérőhely (5. ábra) adataival hasonlítottuk össze.



5. ábra

Budapest havi csapadékösszegeinek spektruma

Forrás: a szerzők szerkesztése



6. ábra

Kocsér talajvízadatsorának spektruma

Forrás: a szerzők saját szerkesztése

A csapadékösszegek vizsgálatakor látható, hogy Budapest esetében a 0,5 éves ciklus a legdominánsabb, amelyet az 1 éves, illetve az 5 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.

A 6. ábrán látható, hogy Kocsér talajvizes idősora sok tekintetben különbözik a másik két vizsgált területtől, a hasonlóságot a domináns 1 éves ciklus mutatja, amelyet 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 és 8,5, illetve a 10,08 évesek.

Míg a másik két vizsgált területen a talajvizes idősorokban 25, illetve 27 ciklust azonosítottunk, itt jóval kevesebbet, mindössze 18-at mutattunk ki, ami a terület sajátosságából fakad.

Összefoglalás

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

Irodalomjegyzék

- BÁTH, M. (1974): *Spectral Analysis in Geophysics*. Amsterdam – Oxford – New York, Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/c2009-0-09571-3>
- BRACEWELL, R. N. (1978): *The Fourier Transform and its Applications*. Oxford, McGraw-Hill.
- ILYÉS Cs. – TURAI E. – SZŰCS P. (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. 2–10.
- ILYÉS Cs. – TURAI E. – SZŰCS P. (2016): 110 éves hosszúságú hidrometeorológiai adatsorok ciklikus paramétereinek vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 96. évf. 1. sz. 61–70.
- MESKÓ A. (1984): *Digital Filtering. Applications in Geophysical Exploration for Oil*. Budapest, Akadémiai.
- Országos Meteorológiai Szolgálat Online adatbázisa. Elérhető: www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok (A letöltés időpontja: 2015. 07. 30.)

Vákát oldal

A tanulmánykötet szerzői

- Ámon Gergely:** okleveles építőmérnök, hidroinformatikai és vízgazdálkodási szakmérnök, vízépítési tervező, vízrendezési, hidraulikai és víziközmű-szakértő, TURA-Terv Mérnökiroda Kft.
- Balatonyi László:** árvízvédelmi osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet.
- Bardóczyné Székely Emőke:** egyetemi docens, SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Természetvédelmi és Tájgazdálkodási intézet Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék.
- Békési István:** a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.
- Cimer Zsolt:** egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, NKE Víztudományi Kar.
- Czigány Szabolcs:** habilitált egyetemi docens, tanszékvezető, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék.
- Domján Anita:** intézeti technikus, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.
- Dulovics Dezsőné:** professor emerita, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar.
- Fehér János:** a DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet munkatársa.
- Gerőfi-Gerhardt András:** a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársa.
- Goda Zoltán:** kutatási főreferens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Hábermayer Tamás:** tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság.
- Hajtó Ödön:** okleveles mérnök.
- Hancz Gabriella:** egyetemi docens, DE Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék.
- Hoffmann Imre:** közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkár.
- Hoffmann Lilla:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Horányiné Csiszár Gabriella:** ivóvíz-gazdálkodási részlegvezető, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.
- Ilyés Csaba:** tudományos segédmunkatárs, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.
- Istók Balázs:** adjunktus, BME Áramlástan Tanszék.
- Jackovics Péter:** tűzoltó ezredes, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Országos Polgári Védelmi Főfelügyelőség Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály főosztályvezetője, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka.
- Karches Tamás:** főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Király Lajos:** a ZOLTEK Zrt. munkatársa.
- Komárominé Kucsák Mónika:** egyetemi adjunktus, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet.
- Kozák Péter:** okleveles mérnök, vízgyűjtőfejlesztési osztályvezető, Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság.
- Kuti Rajmund:** egyetemi docens, SZIE Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar.
- Lakatos Mónika:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Lénárt László:** c. egyetemi tanár, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet.
- Lengyel Róbert:** oktató, BME.

Makay Gábor: osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság.

Mátrai Ildikó: főiskolai tanár, intézetvezető, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Mrekva László: mérnök tanár, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet; ügyvezető igazgató, Bajavíz Kft.

Nagy Attila: adjunktus, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Nagy Gábor: tudományos segédmunkatárs, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.

Orgoványi Péter: mérnök, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Puskás Tibor: hidrogeológus, TETTYE Forrásház Zrt.

Rác Tibor: osztályvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Riczu Péter: tudományos segédmunkatárs, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Ronczyk Levente: adjunktus, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék.

Salamon Endre: egyetemi tanársegéd, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Sólyom Péter: a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.

Szűcs Péter: dékán, egyetemi tanár, az MTA doktora, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.

Takács Krisztina: PhD-hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola.

Tamás János: egyetemi tanár, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

Tóth László: gazdasági főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Török László: főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Turai Endre: intézetigazgató, habilitált egyetemi docens, ME Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet.

Üszögh Lajos: külkapcsolati tanácsadó, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Vadkerti Edit: egyetemi docens, intézetvezető-helyettes, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.