

A BÜKKI KARSZTVÍZSZINT ÉSZLELŐ RENDSZER ÁLTAL SZOLGÁLTATOTT ADATOKON VÉGZETT VÍZMINŐSÉGI MONITORING BEMUTATÁSA ÉS STA- TISZTIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA

Németh Ágnes¹
Szegediné Darabos Enikő²
Lénárt László³

^{1,2}PhD hallgató

³Egyetemi docens

^{1,2,3}Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai
Intézeti Tanszék, 3515. Miskolc – Egyetemváros

e-mail: nemeth.agnes85@gmail.com, daraboseniko@gmail.com, hgll@uni-miskolc.hu
cím: 3515, Miskolc, Egyetemváros

Összefoglalás

Jelen tanulmányunk a Bükk Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) vízszint-idősorait vizsgálja. A rendszer keretein belül az első műszerek telepítése 1992-ben történt. A méréseket a bükki karsztvizet kitermelő vízmű Rt.-k kezdeményezték, a miskolci és Miskolc környéki lakosok megfelelő mennyiségű ivóvizének biztosítása érdekében. Ennek egyik kiváltó oka az volt, hogy a korábbi években gyakran veszélybe került a terület vízellátása. Ezen nyers mérési adatainkból szeretnénk a legtöbb hasznosítható információt kinyerni, és idősoraink között minél egyértelműbb, matematikailag is megfogalmazható összefüggéseket találni.

Kulcsszavak: monitoring, statisztikai módszer, regressziós vizsgálat, Fourier transzformáció

Abstract

In 1992, the water companies concerned in the karst water exploitation of the Bükk had asked the University of Miskolc to work out a system for karst water level prognosis. As we know, the precipitation has a periodic fluctuation with the changing of the season. The basis of the investigation is to determine a conclusion between the karst water level dataset and the precipitation values. The analysis was made with an analytical version of the Discret Fourier Transformation (DFT). According to the spectral analysis were investigated 3 main cycle of both of dataset: the precipitation and the karst water level display periodicity with a 1 year long, a 1,5 year long and a 3,4 year long.

Keywords: monitoring, statistical method, regression analysis, Fourier transformation

1. Bevezetés

Vízföldtani monitoring esetében az adatgyűjtés (információgyűjtés) lényegében a hidrológiai körfolyamat pillanatnyi állapotának megismerése érdekében történik, az ember vízigényének kielégítése, vagy a víz kártételeinek elkerülése érdekében. Az utóbbi időben a hidrológiai mérőrendszerek vízminőségi adatok vizsgálatával is kibővülnek, ill. egyre fontosabbá válnak. Ezek a mérőrendszerek nem maradhattak meg a nemzeti szintek keretei között, mivel sok vízgyűjtő terület politikai határokkal osztott és a vízminőség kérdése számos nemzetközi konfliktus kiinduló pontjává vált. A felszíni vizek ugyanis ritkán ismernek el országhatárokat, még ha sok ország határát éppen egy-egy vízfelület adja is meg. Vizsgálatuk és az adatokhoz való hozzáférhetőség, összehasonlíthatóság országokon belül és nemzetközi szinten is igen fontos [3].

A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer által szolgáltatott adatok kapcsolatainak vizsgálata régóta folyamatban lévő feladat. 1992-ben Miskolc város és környékének veszélybe került a vízellátása, ezért a vízigény kielégítésének biztosítása érdekében a Bükkben érintett vízmű Rt.-k megbízták a Miskolci Egyetemet a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer létrehozásával.

Az évek során a bükki karszt területén több mint 50 helyen, jelenleg több mint 35 helyen regisztrálják folyamatosan a vízszint és a víz hőmérséklet, elvértve a vezetőképesség értékeit.

Manapság a karsztos területek kutatása során egyre inkább előtérbe kerülnek a fizikai és hidrokémiai paraméterek segítségével történő vizsgálatok. Ezek a viszonylag könnyen mérhető paraméterek betekintést engednek a karsztos vízbázisokba, pl. a vezetőképesség és a víz hőmérséklet időbeli változása információkat nyújthat a tárolt víz és az esővíz arányáról.

2. A Bükk hegység monitoring rendszere

Pillanatnyilag a vizsgálati területen, a Bükk hegységben, ill. a miskolctapolcai vízkivételi helyre vonatkozóan több megfigyelő rendszer létezik egymás mellett, egymástól kevésbé pontos elkülöníthetőséggel, melyek a következők:

- Miskolctapolcai Hidegvízmű „hálózati vízminőségi monitoring”.

- Miskolctapolcai Hidegvízmű „Miskolctapolcai vízgyűjtő vízminőségi monitoring”, melynek célja a szennyezett víz időbeni felismerése (beavatkozás, kizárás), ennek érdekében két sekély és egy közepes mélységű, vízminőség-vizsgálatra alkalmas megfigyelő kutat alakítottak ki, melyekben vízszint, víz hőmérséklet és vízvezető-képesség mérés zajlik folyamatos (vagy nagyon sűrű, kb. órás) adatközléssel.

- Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR), mint mennyiségi monitoring. A mérőhelyeken szintén vízszint, víz hőmérséklet, részben vízvezető-képesség mérés történik, mely mintegy 35 elemből áll.

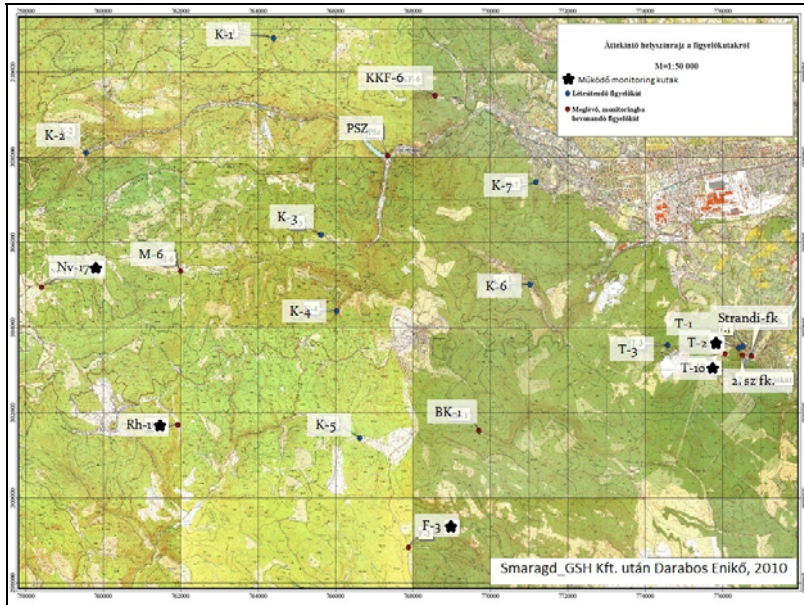
- GVOP-Vimore (tervezett) monitoring, ami a BKÉR elemeire épül, kiegészül barlangi és külszíni mérőhelyekkel.

- EU monitoring, amit a Víz Keretirányelv (VKI) ír elő, kialakítását az illetékes vízügyi szervezetek végzik, a bükki részek átvehetők. [4]

A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer működtetését, ill. a kinyert adatok feldolgozását a Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszéke végzi, ezért ezzel a monitoring rendszerrel, ill. adatainak feldolgozásával kívánunk a dolgozat további részeiben részletesen foglalkozni.

2.1. A Bükki Monitoring Rendszer fejlesztési lehetőségei, a vízbázis biztonságba helyezése

A miskolci karsztvízbázis jelenleg az ország egyik legnagyobb, területileg is összefüggő sérülékeny vízbázisa, amit minél hamarabb biztonságba kell helyezni. Ez a tevékenység gyakorlatilag egyrészt azt jelenti, hogy új védőterületet kell kijelölni, ami a jelenleg érvényben lévő védőterület felül bírálatával jár. Ennek az az oka, hogy az előző védőterület kijelöléskor a Garadna-forrás és vízgyűjtőterülete – különböző érdekek miatt – kimaradtak a védelem alá vont területből. Az új védőterület kijelölésének jogi háttérét a 123/1997 Kormányrendelet (előírások a védőterület kijelölésére), ill. az EU 2000/60/EK (vízbázisvédelem, monitoring tevékenység) adják. Másrészt viszont a már meglévő megfigyelő kutak mellé továbbiakat kell bevonni a monitoring tevékenységbe, hogy az új, tervezett védőidom területét teljesen le tudjuk fedni. Ezt a célt szolgálja 10 db, már meglévő monitoring hely (5 db működő és 5 db felújítandó kút) a kibővített védőidomon belül, melyek a következők: Miskolctapolca, 2. sz. figyelőkút; Várhegyi kőbánya, T-10; Mocsolyástelep, F-3; Répáshuta, Rh-1; Nagyvisnyó, Nv-17; Bükkszentkereszt, Bk-1; Palotaszálló függőkertje; Miskolc, M-6; Királykút, KKF-6; Miskolctapolca, Strandi figyelőkút. Mindezek mellett 10 új kút létesítésére is sor kerül a diagnosztika keretében. Az így kialakított monitoring kutakat láthatjuk a 1. ábrán, amin jól megfigyelhető, hogy ezzel a rendszerrel már a Bükk egész területét megfigyelés alatt tudjuk tartani.



1. ábra: A meglévő és a kialakítandó új kutak a bükki vízbázis területén

3. A statisztikai vizsgálatok célja

A földtudományi adatok feldolgozása már régóta folyamatban lévő feladat, amely során folyamatosan törekszünk a különböző típusú adatok között fennálló lehetséges kapcsolatokat minél egyértelműbb, matematikailag is megfogalmazható összefüggések feltárására és megfogalmazására.

A regressziós vizsgálatok során a modellezési szakemberek megpróbálják leírni egy, vagy több ún. független modellváltozó függő változóra kifejtett hatását. A hidrogeológiában, vagy egyéb földtudományi területeken a hagyományos többváltozós regressziós vizsgálatok során azonban szükséges valamilyen meghatározott típusú függvénykapcsolatot feltételeznünk a vizsgált változók között. A vizsgált paraméterek között fennálló komplex, és sokszor jóslhatatlan jellegű kapcsolatok miatt sokszor igen nehéz a megfelelő típusú függvénykapcsolatot megadni a függő és független változók esetében. A hidrogeológiai paraméterek értéktartományának nagy változékonysága esetében például a rutinszerűen alkalmazott hagyományos többváltozós regressziós eljárások gyakran nem reális eredményeket produkálnak [7].

A megfelelő statisztikai és optimalizációs alapokon nyugvó nem-paraméteres regressziós eljárások nagyobb rugalmasságot és megbízhatóságot biztosítanak az adatfeldolgozás során a vizsgált változók közötti kapcsolatok feltárása érdekében.

3.1. Az egyes mérőhelyeken észlelt vízszintek egymás közötti kapcsolatai

Az egyes mérőhelyek között megfigyelhető kapcsolat azért fontos, mert az adatsorok korrelációi alapján adathiányokat pótolhatunk, illetve előrejelezhetünk eseményeket regresszióval. A módszer lényege, hogy megállapítjuk a két adatsor közötti függvénykapcsolatot. Ez alapján, ha az egyik mérőhelyen vannak adataink, a másikon viszont hiány van, akkor ezt a függvény segítségével számíthatjuk, pótolhatjuk [5].

A mérőhelyek egymás közötti kapcsolatának kimutatása érdekében korrelációs számítást végeztünk, amely során minden mérőhelyet minden mérőhellyel összehasonlítottam 2001 és 2006 között. A mérőhelyek közötti korreláció értékek a 1. táblázatban megtekinthetők [1].

A különböző görbéket összevetve a kapcsolaton túl megállapítható, hogy a vízszint reagálása a csapadékra 1 napon belül minden mérőhely esetében megjelenik - tetőzési időtől függetlenül -, viszont az egyes mérőhelyeken más-más ideig tart.

1. táblázat: A mérőhelyek között megállapított korreláció értéke

Mérőhely 1	Mérőhely 2	Korreláció
Tebepusza	Felsőtárkány	0,91
Garadna-forrás	Nv-17	0,85
Garadna-forrás	Szinva-forrás	0,81
Garadna-forrás	Felsőtárkány	0,42
Garadna-forrás	Tebepusza	0,36
Nv-17	Tebepusza	0,68
Nv-17	Felsőtárkány	0,45
Szinva-forrás	Nv-17	0,67
Szinva-forrás	Tebepusza	0,37
Szinva-forrás	Felsőtárkány	0,34

Az idősorok elemzésére 3 különböző regressziós vizsgálatot végeztünk el. A regressziók, más néven kiegyenlítések során a mért adatainkat (y_i) egy számított adatsorral (y_{ical}) próbáljuk közelíteni. A számított adatsort pedig egy függvénykapcsolat segítségével állítjuk elő [6]. A számítás során a függvénykapcsolat paramétereit határozzuk meg, melyből megkapjuk az egyes idősorok közötti korrelációs tényező értékét, illetve a mért és számított értékek közötti ún. RMSE („root mean square error”) hibajellemző értékét. Az elemzés alapját 2 ill. 1 éves intervallumok jelentették, a mintavételezés minden esetben napi gyakoriságú ($\Delta t=1\text{nap}$) volt, a minták száma pedig (N) háromszor 732 db, ill. egyszer 365 db és ezekre alkalmaztuk a 3 különböző regressziós eljárást.

4. Periodicitás vizsgálatok Fourier transzformációval

A csapadék és a karsztvízszint kapcsolatával már korábban is nagyon sokan foglalkoztak. Az utóbbi években azonban egyre nagyobb teret kaptak azok a periodicitás becslő eljárások, amelyek háttérbe szorítják a szubjektív elemeket, és mindemellett közöttük volt olyan, amelynek működéséhez nem feltétel az idősor azonos időközönkénti megfigyelése. Továbbá volt olyan, ami képes az oszcilláló komponensek folyamatos átrendeződésének követésére.

Vizsgálataink során a Fourier transzformációt használtuk, melynek lényege, hogy tér-idő tartománybeli jeleket alakít át frekvencia alapú tartományba. Az általunk alkalmazott periódus vizsgálat nagy előnye, hogy nem szükséges az ekvidisztáns mintavételezés

Jelen tanulmányt a Bükk-fennsíkon található Nv-17 mérőhely karsztvízszint 15 éves adatsora alapján végeztük el, ugyanis leghosszabb és legösszefüggőbb adatsor innen áll rendelkezésünkre. Csapadék szempontjából alapvetően a Balti-tenger szintje felett 690 méterrel (továbbiakban mBf) elhelyezkedő jávorkúti csapadékmérő állomás adatai használatosak, mivel ez a hegység egészét jól jellemzi [1].

Az elemzés alapjául a 1992 októbere és 2007 június-júliusa közötti intervallumot tekintettük, a mintavételezés mindkét esetben napi gyakoriságú ($\Delta t=1$ nap), a minták száma pedig (N) 5291 db, illetve a csapadék adatsornál 5366 db volt. (Itt megjegyeznénk, hogy a későbbiek során a minták száma folyamatosan nőni fog).

A kiindulási adatok a következők:

$$\Delta t = 1 \text{ nap}$$

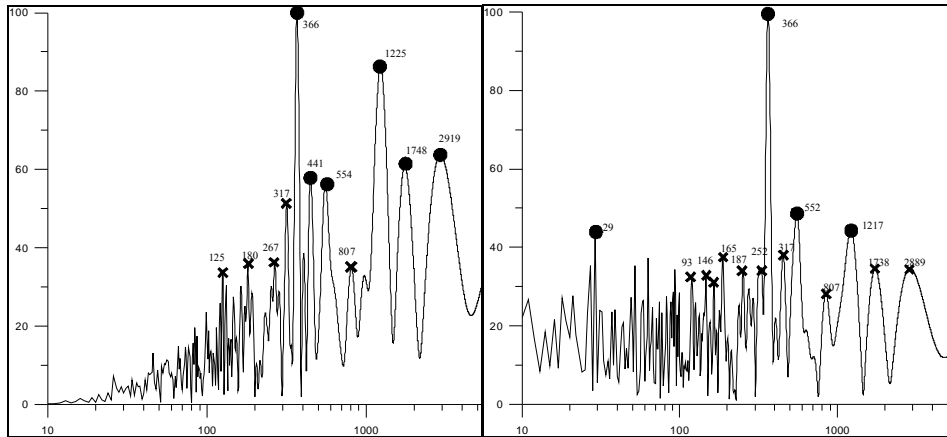
$$T_{\min} = 10 \text{ nap}$$

$$T_{\max} (\text{Nv-17}) = 5290 \text{ nap}; T_{\max} (\text{csapadék}) = 5365 \text{ nap}$$

4.1. Eredmények

A spektrumok meghatározása után megállapítottuk az amplitúdó-sűrűségek amplitúdó spektrumait, majd a relatív amplitúdó spektrumokat (3., 4. ábra), melyeket a maximális spektrumértékre normáltuk. Ez esetben 0% és 100% közötti értéket kaptunk [8]. Az ábrákon a függőleges tengelyek jelentik az amplitúdó spektrumok értékeit (mm-ben, ill. %-ban), a vízszintesek pedig a periódusidőt, napokban.

Az Nv-17 esetében 6 fő illetve 5 mellék ciklust különböztettünk meg. A fő ciklusoknál az 50 % feletti amplitúdó sűrűségű értékeket vettük figyelembe, mellék ciklusoknál pedig a 30 % körülit. Az alábbiak alapján alakultak az eredmények (3. ábra):



2. ábra: Az Nv-17 vízszintjének, és a Jávorkúti csapadékmérő állomás fő (pont) és mellék (csillag) ciklusai

A jávorkúti csapadékmérő állomás adataiban 4 fő ciklus, és 9 mellék ciklus mutatható ki. Fő ciklusoknak a 40 % feletti amplitúdó sűrűséggel rendelkező értékeket vettük, mellék ciklusoknak pedig - 1 kivételével - a 30% feletti értékeket (2. ábra).

Mivel a mérések 1992. október 10-én indultak, a kapott értékek a következőket jelenthetik: A karsztvízszint 6 fő periódusa megtalálható a csapadékadatok változásában is, azonban a 14 hónap, a 4,88 év és a 8,1 év után jelentkező ciklus a csapadékmérő állomás adatsorában kisebb relatív súllyal van jelen, így ott mellék ciklusként szerepel. Ugyancsak megtalálhatók a karsztvízszint mellék ciklusai a csapadékadatok mellék ciklusaiiban is (pár nap eltéréssel) [2].

5. Összefoglalás

A Bükk hegység területén működő monitoring rendszerek rövid áttekintése után nyilvánvalóvá válik, hogy a minőségi jellemzők mérésének fejlesztése szükséges. Egyrészt az EU-s elvárások, a Víz keretirányelvben – minden tagország számára – előírt monitoring fejlesztések teljesítése érdekében. Másrészt, ill. elsősorban viszont a karsztvízbázis sérülékenysége és a miskolci lakosok egészségmegőrzése érdekében. A tanulmány alapján láthatjuk, hogy az utóbbi időben rengeteg fejlesztés történt, ill. jelenleg is zajlik a bükki vízbázis területén, annak megóvása érdekében.

A Fourier transzformációval végzett vizsgálat alapján, a két adatsor eredményeit összevetve megállapítható, hogy mindkét esetben a fő ciklusok 1 év, 1,5 év, és 3,4 év után jelentkeztek, őszi, illetve tavaszi időpontban, márciusban, és áprilisban. Ez azt jelenti, hogy a nagy tavaszi esőzések okozzák a legnagyobb karsztvízszint változását. A fenti adatok alapján elmondható még az is, hogy a karsztvíz-

szintben nagy ingadozást okoznak a nyári (július-augusztus), illetve az őszi esőzések (november) is.

Mindkét esetben megfigyelhető, hogy a görbék emelkedő tendenciát mutatnak a grafikon végén, azonban az adatok hiányában nem tudjuk, hogy ott ténylegesen egy újabb ciklus következne, vagy csak a regisztrátum ablakhosszából ered. Ez további vizsgálatokat igényel.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

7. Felhasznált irodalom

- [1] DARABOS E. 2008: A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer által szolgáltatott adatok kapcsolatainak vizsgálata, OTDK dolgozat, Szombathely, 2009., pp.: 34-36.
- [2] KOVÁCS F., TURAI E., VADÁSZI M. 2001: Periodicity of Precipitation Data Measured in Bataapáti. Interpartner-2001, High Technologies Conference, Alushta-Krim, Printed Matters of Conference, 2001, pp. 98-101.
- [3] LÉNÁRT, L. 2006: Környezet Informatikai Tankönyv, Kézirat, 3.1-3 fejezet, Miskolc, 2006, 1-72. old.
- [4] LÉNÁRT, L. 2007.: A miskolci karsztforrások monitoring rendszere, Kézirat, Miskolc, 2007, 5-10. old.
- [5] NÉMETH, Á. 2008: A Bükki Karsztvíz Észlelő Rendszer hiányzó mérési adatainak pótlása, előrejelzése, XIII. Karsztfejlődés, Szombathely, 2008.
- [6] SZUCS - F. CIVAN - M. VIRAG 2006: Applicability of the most frequent value method in groundwater modeling. Hydrogeology Journal (2006), 14: pp. 31-43. Springer-Verlag, DOI 10.1007/s10040-004-0426-1
- [7] R. N. HORNE - P. SZUCS 2007: Inferring Well-to-Well Connectivity Using Nonparametric Regression on Well Histories. PROCEEDINGS, Thirty-Second Workshop on Geothermal Engineering, Stanford University, Stanford, California, January 22-24, 2007, SPG-TR-183, pp. 1-8.
- [8] TURAI E. 1983: A Fourier transzformáció egy numerikus módszerre és alkalmazása a GP-jelenség rendszerjellemező függvényvel történő leírásánál. Magyar Geofizika XXIV/1,(1983), pp.:11-19.