

**A KARSZTVÍZSZINT CSÖKKENÉSÉNEK JELLEMZŐI
A BÜKKI KARSZTVÍZ SZINTÉSZLELŐ RENDSZER
1992 – 2005 KÖZÖTTI ADATAI ALAPJÁN⁵²**

LÉNÁRT LÁSZLÓ⁵³

**THE CHARACTERISTICS OF KARST WATER LEVEL DECREASE
BASED ON THE DATA (BETWEEN 1992-2005)
OF KARST WATER MONITORING NETWORK IN THE BÜKK**

Abstract: In 1992, the water companies, responsible for karst water exploitation of the Bükk, had asked the University of Miskolc to work out a system for karst water level prognosis. Today, the water level is being checked at 34 sites. Another 16 sites had been cancelled, but we have 23 further sources from which we receive data. About six million datum has been processed up till now in the course of this research.

The dynamic karst water resources of the Bükk are being calculated monthly, and prognosis is given for 30 and 60 days regarding the karst water level. Working with our existing data, we defined a so-called effective precipitation in order to be able to give our prognosis regarding the increase of the karst water level. Based on this, a specific water level increase had been defined. To give prognosis about the decrease of water level, we had to determine the dynamism and extent of the karst water level decrease for many previous years.

BEVEZETÉS, A MÉRÉSI HELYEK

A bükki karsztvíz termelésében leginkább érintett nagy vízművek 1992-ben bízták meg a Miskolci Egyetemet a bükki karsztvízszint előrejelzés kidolgozásával, ill. vizsgálatokhoz szükséges karsztvízszint adatok megszerzésének sok évre tervezett munkálataival.

A karsztvízszintészlelő rendszer kialakításakor messzemenően felhasználtuk a *Böcker Tivadar* által irányított, a miskolci karsztforrások védőidomának kidolgozása érdekében végzett munkát, az annak keretében készített figyelőkutakból nyerhető tapasztalatokat.

Az első műszerek telepítése 1992-ben történt. Ma 34 helyen mérünk folyamatosan, elektronikus DATAQUA 2002 típusú mérő-rögzítő berendezésekkel vízszintet és vízhőmérsékletet, néhány helyen vezetőképességet. (16 mérőhelyet megszüntettünk, további 23 helyről kapunk mástól adatokat, 5-8 további tervezett mérőhelyet tartunk nyílván). A víztermelő létesítményekben és a forrásokban a mérési

⁵² A tanulmány a GVOP-3.1.1.-2004-05-0530/3.0 sz. projekt keretében készült. A terepi mérések túlnyomó részét és az adatok alapfeldolgozását Sándor Csaba, Szabó Attila, Kovács Kornél, †Tóth József, Czesznak László és Szacsuri Gábor végezte

⁵³ Miskolci Egyetem, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszék. 3515 Miskolc-Egyetemváros. E-mail: hgll@gold.uni-miskolc.hu

gyakoriság 10-30, a megfigyelő kutakban 15-60 perc. A mért, nyers értékekből napi átlagértékeket képzünk, s ezekből határozzuk meg a vízszint idősorokat és a pillanatnyi karsztvízkészletet. Az adatok kinyerése a mérés során heti – 3 hónapi gyakorisággal történik. (A legfontosabb mérőhelyeken havonta mérünk. Folyamatban van olyan mérőhelyek telepítése is, melyekből majd naponta kapjuk az adatokat távadó segítségével). A feldolgozott adatok alapján havonta megadjuk a várható karsztvízszintre vonatkozó előrejelzésünket a megbízóknak, a vízügyi igazgatóságnak pedig negyedévente az országos törzshálózatba tartozó kutak vízszint értékeit. Évente összefoglaló jelentést készítünk a megbízóknak, a vízügyi igazgatóságnak és a jelentős adatszolgáltatóknak.

1998-ban, 2000-ben, 2001-ben, 2004-ben újabb szervezetek kapcsolódtak be vagy megbízással, vagy méréssel a mérőrendszerbe. 2005-ben a GVOP-3.1.1.-2004-05-0530/3.0 sz. „*Vízgazdálkodási döntéseket támogató monitoring rendszer megvalósítása a Bükk-vidéken a fenntartható fejlődés érdekében*” (VIMORE) c. 2007-ig tartó projekt alapján történik a karsztvízszintészlelő rendszer továbbfejlesztése. (15 új barlangi mérőhely, bükk-előtéri rétegvíz-figyelő kutak vizsgálata, jávorkúton folyamatosan mérő meteorológiai állomás).

Az 1. ábrán (*Geológiai Kutató Kft.* 2000) a Szilágyi G. által 1977-ben meghatározott bükki karsztvízdomborzatot és a Bükk környezetének fő vízáramlási rendszerét mutatjuk be, valamint a jelen cikk alapját képező Nv-17-es karsztvízszint figyelőkút helyét.

CSAPADÉKVISZONYOK

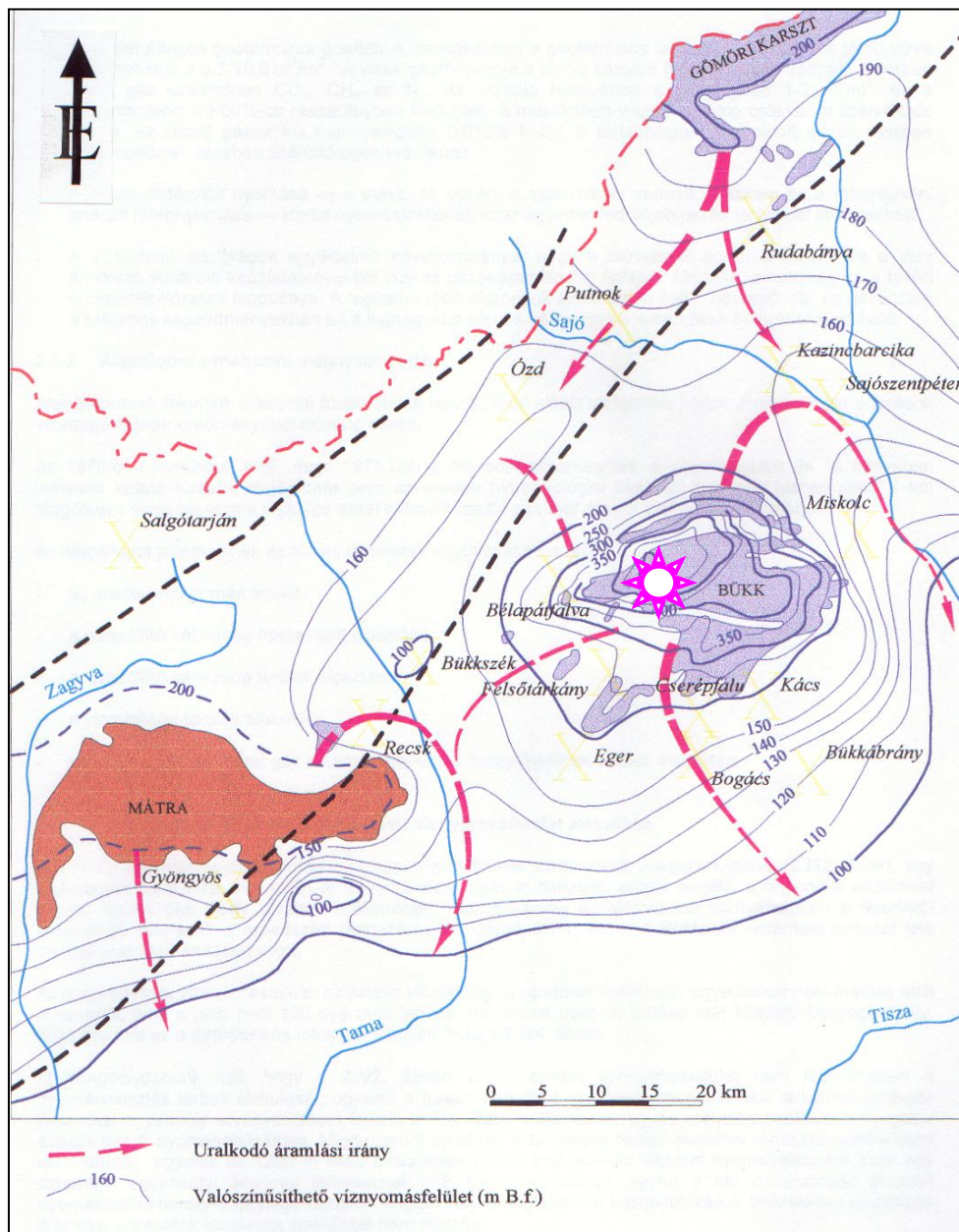
A csapadék mennyiségét az OMSz 629. számú jávorkúti állomás havi és évi adatai alapján mutatjuk be. Az 1-2. táblázatokon és a 2. ábrán látszik, hogy az elmúlt 46 évben tartósan is előfordult rendkívüli aszály és rendkívüli csapadékbőség. 1960-2005 között a téli hidrológiai félév csapadékátlagja 328 mm, a nyári hidrológiai félévé 497 mm. A legkevesebb csapadék 1992-ben hullott (469 mm, kevesebb, mint a nyári hidrológiai félév átlaga), a legtöbb 1996-ban (1288 mm), azaz mostanság igen szélsőséges csapadékviszonyok voltak a Bükkben.

ÖSSZEFÜGGÉSEK

A mérési rendszer legfontosabb tagja az Nv-17 figyelőkút s az eddigi kutatási eredmények alapján (lásd irodalomjegyzék) ebből határoztuk meg a Bükkre általánosítható összefüggéseket. A továbbiakban ezen figyelőkútból nyert adatokat elemezzük.

Az eddigi karsztvízszint mérések alapján felállított összefüggések segítségével 30-60 napra előre jó közelítéssel becsülni tudjuk többek között a karsztvízszint csökkenésének minimális értékét is.

A karsztvízszint csökkenésének jellemzői a bükkai karsztvíz szintészlelő rendszer 1992 – 2005 közötti adatai alapján



1. ábra Bükk karsztvízdomborzata, a karsztvízrendszerének kapcsolata a környezetével és az Nv-17 figyelőkút (Forrás: **Geológiai Kutató Kft.** 2000)

Figure 1 The karst water relief of Bükk (bold line), its connection with its environment (arrow: flow water) and the Nv-17 monitoring well (Seen Sun) (Source: **Geológiai Kutató Ltd.** 2000)

1. táblázat A csapadékátlagok Jávorkúton (1960-2005)
Table 1 The average of precipitation at Jávorkút (1960-2005)

Időszak	Hidrológiai téli félév [mm]		Hidrológiai Nyári félév [mm]		Naptári év [mm]	
	átlag	eltérés az átlagtól	átlag	eltérés az átlagtól	átlag	eltérés az átlagtól
1960-2005	328,0	0,0	496,7	0,0	825,8	0,0
1961-2005	328,9	0,8	495,6	-1,1	823,2	-2,7
1971-2005	316,0	-12,1	509,6	12,8	824,6	-1,2
1981-2005	316,4	-11,6	503,7	7,0	819,6	-6,2
1992-2005	348,3	20,2	566,9	70,2	915,5	89,7
2001-2005	374,9	46,8	664,4	167,7	1043,0	217,2
1961-1970	374,0	46,0	446,9	-49,8	818,1	-7,7
1971-1980	314,8	-13,2	524,2	27,5	837,1	11,3
1981-1991	275,9	-52,1	423,2	-73,5	697,5	-128,3
1992-2000	333,5	5,5	512,8	16,1	844,7	18,8
2001-2005	374,9	46,8	664,4	167,7	1043,0	217,2

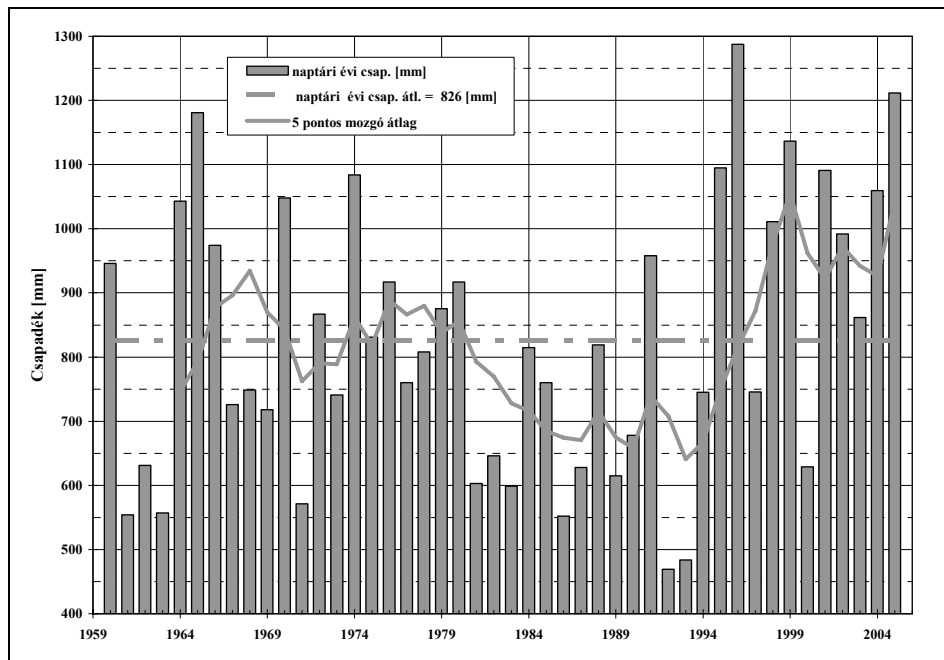
2. táblázat Csapadék Jávorkúton (1992-2005)
Table 2 The precipitation at Jávorkút (1992-2005)

Év	Hidrológiai téli félév	Hidrológiai nyári félév	Naptári év
1992	jelentősen átlag alatti cs.	jelentősen átlag alatti cs.	jelentősen átlag alatti cs.
1993	<i>rendkívüli cs.hiány</i>	jelentősen átlag alatti cs.	jelentősen átlag alatti cs.
1994	átlagos cs.	kissé átlag alatti cs.	kissé átlag alatti cs.
1995	kissé átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.
1996	kissé átlag feletti cs.	<i>rendkívüli cs.bőség</i>	jelentősen átlag feletti cs.
1997	kissé átlag alatti cs.	átlagos cs.	kissé átlag alatti cs.
1998	átlagos cs.	jelentősen átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.
1999	kissé átlag feletti cs.	jelentősen átlag feletti cs.	jelentősen átlag feletti cs.
2000	jelentősen átlag feletti cs.	<i>rendkívüli cs.hiány</i>	kissé átlag alatti cs.
2001	jelentősen átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.
2002	jelentősen átlag alatti cs.	<i>rendkívüli cs.bőség</i>	kissé átlag feletti cs.
2003	kissé átlag alatti cs.	átlagos cs.	átlagos cs.
2004	<i>rendkívüli cs.bőség</i>	jelentősen átlag feletti cs.	kissé átlag feletti cs.
2005	kissé átlag feletti cs.	jelentősen átlag feletti cs.	jelentősen átlag feletti cs.

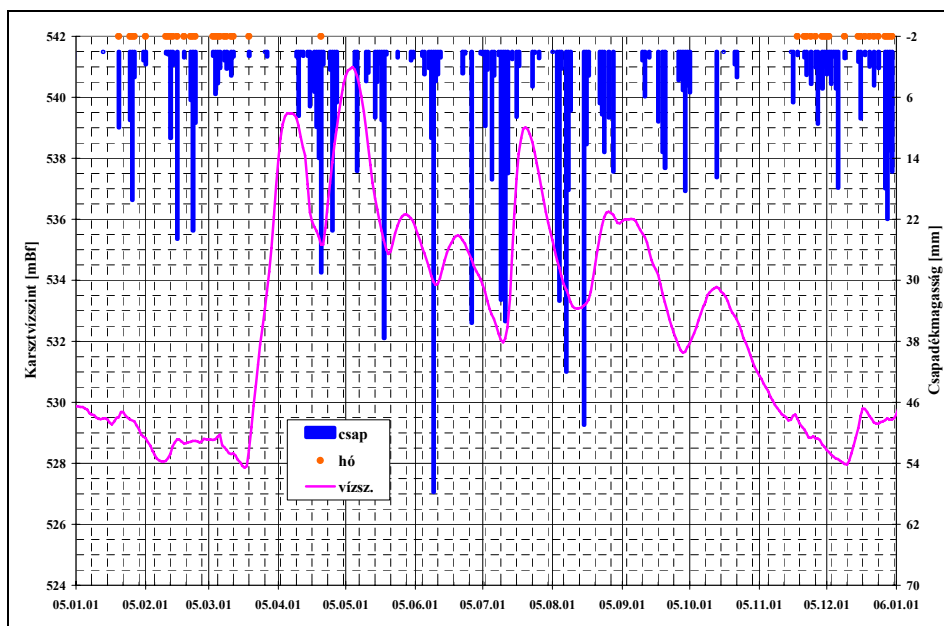
A NAPI KARSZTVÍZSZINTEK ELEMZÉSE

Az Nv-17 figyelőkút egy évi vízszintváltozását és az azt létrehozó csapadék megoszlását – példaként – a 3. ábrán adtuk meg. A figyelőkút összes adatát az év azonos napjaihoz rendeltetve a 4. ábrán mutatjuk be. Az éves görbék jelentősen eltérnek egymástól, magas karsztvízszintek a december-január közötti időszakot leszámítva az év gyakorlatilag bármely időszakában előfordulnak. Látható, hogy igen jelentős változásokat bemutató adatsorokat kell egyszerűbb, a napi feladatok elvégzéséhez felhasználható formára átalakítani.

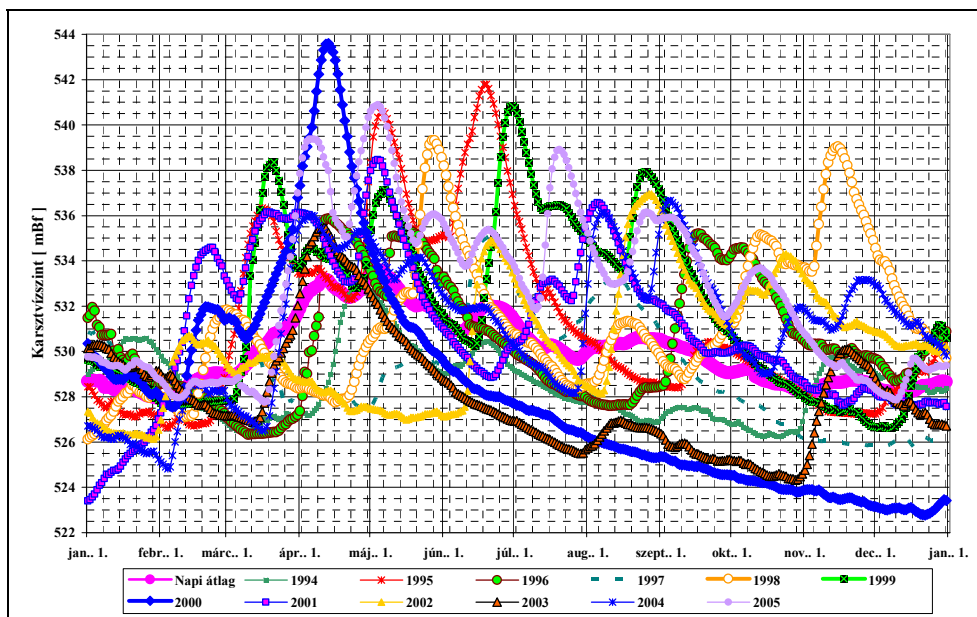
A karsztvízszint csökkenésének jellemzői a bükki karsztvíz szintészlelő rendszer 1992 – 2005 közötti adatai alapján



2. ábra A naptári évek csapadéka Jávorkúton 1960-2005 között
 Figure 2 The precipitation for the calendar years between 1960 and 2005



3. ábra A Nv-17 figyelőkút karsztvízszintje és a jávorkúti napi csapadék 2005-ben
 Figure 3 The karst water level of the Nv-17 monitoring well and the daily precipitation at Jávorkút in 2005



4. ábra Az Nv-17 figyelőkút napi vízszintjei az év azonos napjához rendelve (1994-2005)
 Figure 4 The daily water levels of the Nv-17 monitoring well, ordered to the same day of the year (1994-2005)

A karsztvízszint adatok között kiemelkedően fontosak azok, melyek magas és/vagy tartós karsztvízszinteket jeleznek. Eddigi vizsgálatainkból az derült ki, hogy minél magasabbról „indul” a karsztvízszint csökkenése, annál hosszabb ideig számolhatunk biztonságos vízkivételi lehetőségekkel. (A 2000. évi több, mint 9 hónapig tartó egyenletes vízszintcsökkenés, ill. az ennek ellenére problémamentes karsztvízellátás erre a legjobb példa.) 2000-ben egy tavaszi maximális érték és egy igen hosszú, fokozatosan csökkenő vízszint látható, 1998-ban pedig egy nyár eleji és egy tél eleji maximum, miközben a vízszint lényegesen magasabban van, mint 2000-ben.

„Igen jelentős” karsztvízszint-értékeknek az 534 m Bf-i szinteket és az a fölöttieket tekintettük. (A Nv-17-ben tapasztalt karsztvízszinteknek kb. a 10%-a van ezen érték felett.) Az „igen jelentős” karsztvízszintek zömében (64%-ban) ugyan március-június között vannak, de az augusztus-október időszakban is magas aránnyal (27%) fordulnak elő. Úgy tűnik, a nyári-nyár végi magas vízszintek az utóbbi években fordulnak elő inkább, ami a csapadék nagyfokú változékonyságának egy újabb következménye.

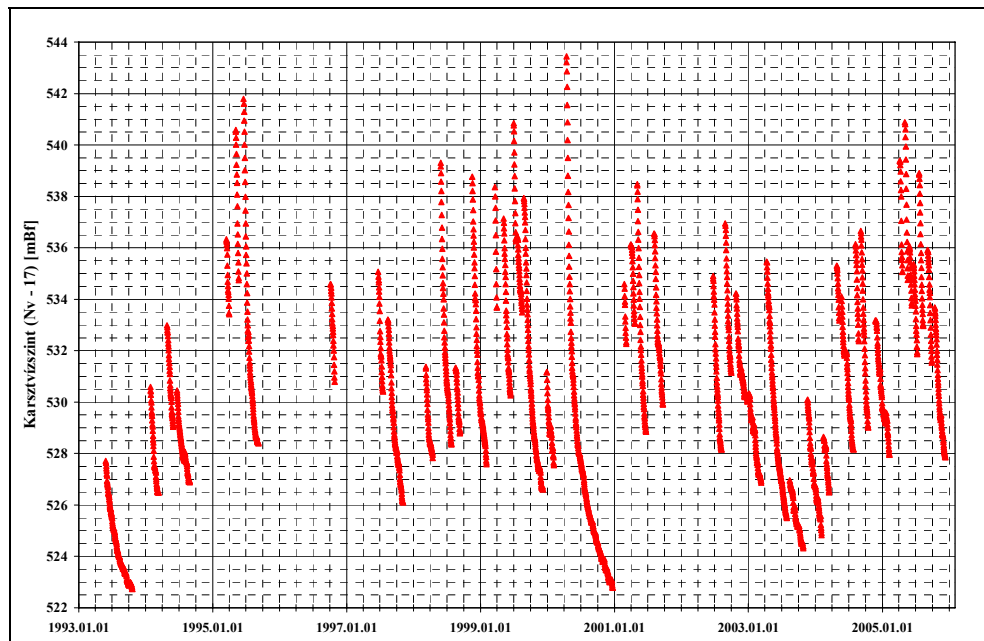
Elkészítettük az azonos naptári napi értékeknek az átlagát, majd ugyanezt az igen jellegzetes és egyedi 2000. év adatai nélkül is. A két görbe egymáshoz képest kis eltérést mutat, a maximális eltérés nem éri el az 1 m-t, illetve 1,5 millió m³ dinamikus vízkészlet-különbséget. (A teljes vizsgált időszakra a vízszintkülönbség 20,9 m, az átlagos dinamikus karsztvízkészlet értéke 10,9 millió m³). Az összes lé-

tező adatából készült „abszolút” átlag kb. 530 m Bf-i karsztvízszintnek felel meg. Az azonos napokra vonatkozó átlagértékek március közepétől szeptember közepéig fölülte található az „abszolút” átlagnak, az év többi részében pedig alatta. Ez a felosztás pedig kissé eltér a szokásos hidrológiai félévekre történő fősosztásnak, melynek tisztázásához további vizsgálatokra lesz szükség.

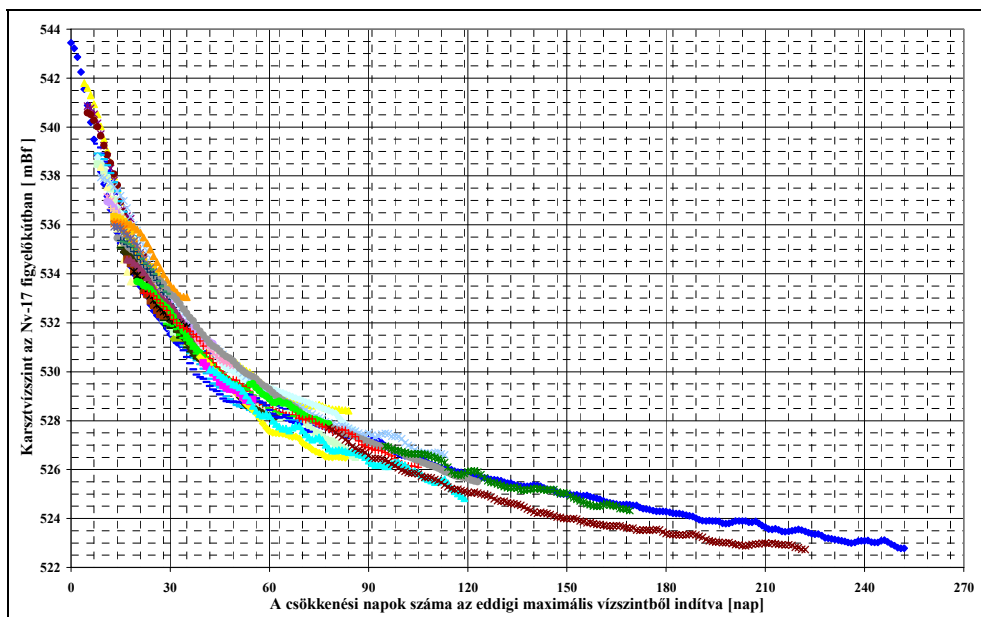
A JELENTŐS KARSZTVÍZSZINT CSÖKKENÉSEK

Az 5. ábrán az Nv-17 figyelőkút karsztvízszintjének összes, legalább 2 m-es, folyamatos és lényegében jelentős törés nélküli csökkenését bemutató, csapadék által nem, vagy csak kevésbé zavart adatait jelentő pontsorát feltüntettük. Bár a pontsorok tényleges lefutása kissé eltérő, a jellegük nagyon hasonló, közös vizsgálatra alkalmasnak látszik.

Az összes, jelentős csökkenésű vízszintet együtt ábrázoltuk a 6. ábrán úgy, hogy az összes csökkenő adat indulási értékét a tengerszint feletti magasságnak megfelelően rendeztük. Ily módon mintegy „burkológörbét” kaptunk, mely jellegében jól mutatja be a vízszintcsökkenés dinamikáját, jellegét, ill. ingadozását s az előrejelzések készítéséhez további egyszerűsítéseket tesz lehetővé.



5. ábra A 2 m-nél nagyobb vízszintcsökkenések az Nv-17 figyelőkútban
Figure 5 Over 2 m karst water decreases in the Nv-17 monitoring well



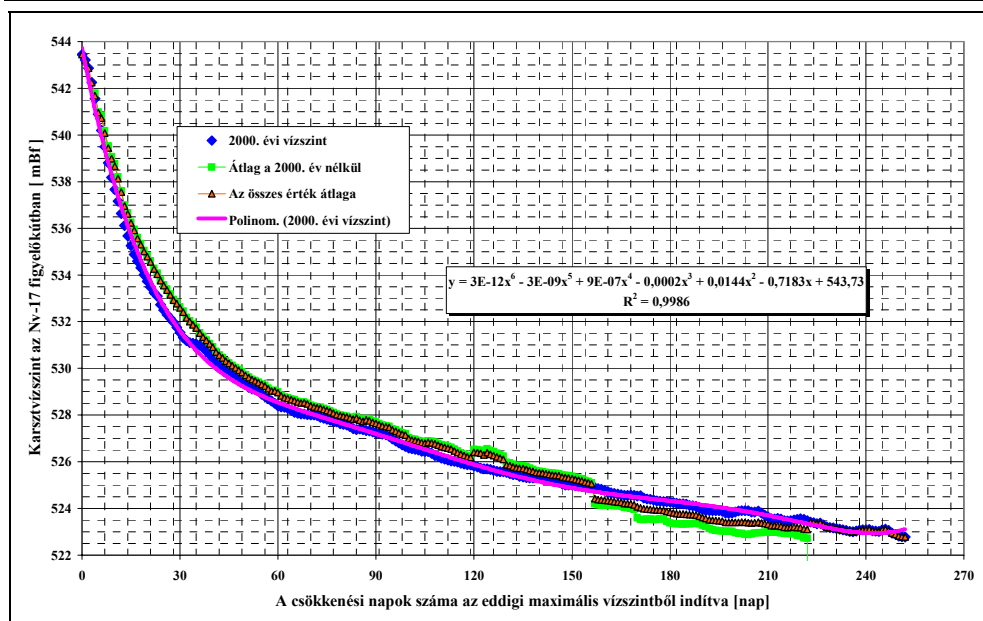
6. ábra A 2 m-nél nagyobb vízszintcsökkenések az Nv-17 figyelőkútban azonos indulási magassághoz rendezve

Figure 6 Over 2 m karst water decreases in the Nv-17 monitoring well, ordered to the same starting karst water level

Mivel a havi jelentéseink 30, illetve 60 napra vonatkozó előrejelzéseket is tartalmaznak, ezért ennek a „burkológörbé”-nek megvizsgáltuk az első, majd a második 30 napra vonatkozó szakaszait is. A görbék meglehetősen jól együtt futnak, ill. a legnagyobb eltérés sem éri el a maximális vízszintváltozás 10%-t, a 2 m-t, azaz a további vizsgálatokra nagyon alkalmas ez a görbesereg.

Az előrejelzéseink során jelenleg a 2000. évi vízszintcsökkenési görbét, illetve annak 6. fokú polinommal közelített értékét használjuk. Megnéztük, hogy a 2000. évi vízszintgörbe és a pontjaira illesztett 6. fokú polinomja mennyire tér el az összes mérés, ill. a 2000. évet nem tartalmazó adatok átlagától (7. ábra). A 2000. év adatai és a 2000. évi adatokat nem tartalmazó átlagok különbségeinek átlagos eltérése 0,16 m, ami a maximális vízszintingadozás 0,8%-a. A 2000. évhez képest a maximális eltérés viszont 2,15 m, ami a maximális vízszintingadozás 10,3%-a. Ha viszont 30-60-120 napra nézzük az adatokat, a különbség 0,96-0,71-0,58 m (4,4-3,4-2,8%). Ugyanezen időszakokban a maximális eltérés értéke azonosan 1,2 m (5,8%). Ez azt jelenti, hogy a 2000. év adatai alapján kellő pontossággal tudjuk a minimálisan várható vízszintet 30-120 napra előre jelezni, ami a vízművek számára a biztonságos termelés megtervezéséhez jelentős segítséget ad.

A karsztvízszint csökkenésének jellemzői a bükkai karsztvíz szintészlelő rendszer 1992 – 2005 közötti adatai alapján



7. ábra A karsztvízszint csökkenésének előrejelzéséhez felhasználható görbék
 Figure 7 Diagrams that could be used to give prognosis regarding the karst water level decrease

IRODALOM

- Böcker T.** 1969. Az első karsztvíz megfigyelőkút a Bükk hegységben. Hidrológiai Tájékoztató jún. pp. 108-109.
- Böcker T. – Vecsernyés Gy.** 1983. Miskolc város vízellátására foglalt karsztforrások védőidomának víz- és környezetvédelmi atlasza. Hungalu, Budapest.
- Geológiai Kutató Kft.** 2000. Recsk II. (Mélyszint) egységesített földtani zárójelentés. (Benne: Szilágyi G. 1977-es térképe.) Budapest.
- Gondárné Sőregi K. – Tóth E. – Lénárt L.** 2006. Rövid beszámoló a „Vízgazdálkodási döntéseket támogató monitoring rendszer megvalósítása a Bükk-vidéken a fenntartható fejlődés érdekében” c. GVOP projekt állásáról. FAV, XIII. konferencia, Balatonfüred.
- Juhász J. – Lénárt L.** 1993. Kutatási zárójelentés a Bükk hegység területének egységes észlelőhálózat kialakítása és folyamatos vízkészlet-meghatározása előkészítő munkáiról. ÉVIZIG megbízás, Miskolc.
- Lénárt L.** (témavez.) 1989-1992. Víztermelési jellemzők mérése a Miskolc-tapolcai Olaszkútban és környezetében I-V. Miskolci Vízművek megbízás, Miskolc.
- Lénárt L.** 1992-1995. Üzemi jellemzők vizsgálata a miskolci melegvízű kutakban I-IV. Miskolci Vízművek megbízás, Miskolc.
- Lénárt L.** 1992-2005. A Bükkben keletkezett kitermelhető karsztvízkészlet meghatározásának módszere I-XV. MIVÍZ Rt, ÉRV Rt, HVM Rt, MVG Rt, Smaragd GSH-Kft megbízás.
- Lénárt, L.** 1997a. Karst water level measurement of Bükk mountains and its application in nature conservation. Symposium of Research, Conservation, Management. Aggtelek-Jósvafő, May 1-5, 1996. Vol. I. Sopron. pp. 75-82.

- Lénárt L.** 1997b. Folyamatos karsztvízszint mérések a Bükk hegységben (Észak-Magyarország) és az eredmények felhasználása a természetvédelemben. CERECO '97. The 2nd International Conf. on Carpathian Euroreg. June 1-4, Miskolc. pp. 253-263.
- Lénárt L.** 2001. A bükki karsztvízszint alakulása 1992-2000. között. Barlangkutatók szakmai találkozója 2000. október 27-29. Pécsi Tudományegyetem, Pécs. pp. 54-71.
- Lénárt L.** 2002a. A bükki karsztvízkutatás történeti áttekintése. A bükki karsztvízkutatás legújabb eredményei c. konferencia. Miskolc, 2002. január. 24-26. Karsztvízkutatás Magyarországon I. Budapest. pp. 1-18.
- Lénárt L.** 2002b. A bükki karsztvízszint 2001-ben tapasztalt változása. Barlangkutatók szakmai találkozója 2001. nov. 9-11. Esztergom. pp. 81-91.
- Lénárt L.** 2002-2005. A Bükkben keletkezett kitermelhető melegkarsztvíz-készlet meghatározásának módszere I-III. Miskolci Vízművek Rt. megbízás, Miskolc.
- Lénárt L.** 2004a. A bükki karszt vízkincse (Gondolatok a társadalmi és ökológiai vízkészletek értékének megállapításához). Miskolci ÖKO-kör, Miskolc. pp. 26-37.
- Lénárt L.** 2004b. A bükki karsztvízszintészlelő rendszer és eredményei 1992 – 2004 között. Körkép 16/1. I-II. negyedév, Miskolc. pp. 5-9.
- Lénárt L.** 2005. Karszthidrológiai érdekességek a DATAQUA 2002 mérőműszerekkel mért bükki barlangi vízszintek adatai alapján. FAV XII. konferencia, Balatonfüred.
- Lénárt L.** 2006a. A karsztvízszint emelkedésének jellemzői a bükki karsztvízszintészlelő rendszer 1992-2005 közötti adatai alapján (Miskolci Egyetem, megjelenés alatt).
- Lénárt L.** 2006b. A bükki karsztvízszintészlelő rendszer (Sepsiszentgyörgy, megjelenés alatt).
- Lénárt L. – Orbán J.** 1994. A bükki folyamatos karsztvízszint-észlelések szükségessége, kezdeti eredményei, tapasztalatai. Konferencia a felszín alatti vizekről. Siófok, 1993. október 7-8. VITUKI, Budapest. pp. 149-158.
- Lénárt L. – Orbán J. – Sándor Cs.** 1995. A bükki karsztvízszint alakulásának és a bükki karsztvíz termelésének összefüggése a folyamatos karsztvízszint észlelések alapján. II. konferencia a felszín alatti vizekről. Siófok, 1995. február 23-24. VITUKI, Budapest. pp. 33-40.
- Lénárt L. – Sándor Cs. – Orbán J.** 1996. A bükki folyamatos mérésekből számított karsztvízszint előrejelzési módszer eddigi eredményei. III. konferencia a felszín alatti vizekről. Siófok, 1996. március 25-26. VITUKI, Budapest. pp. 71-80.
- Lénárt L. – Orbán J. – Sándor Cs.** 1999. A Bükk hegység karsztvízkészletének alakulása. Vizeink márc. Miskolc. pp. 9-11.
- Lénárt L. – Szabó A. – Szacsuri G.** 2002. A bükki karsztvízszint-észlelő rendszer. A bükki karsztvízkutatás legújabb eredményei c. konferencia. Miskolc, 2002. január. 24-26. Karsztvízkutatás Magyarországon II. pp. 36-62.
- Lénárt L. – Tometz L. – Zacharov M. – Sasvári T. – Sőregi-Gondár K. – Gondár K.** 2004. Termásvíz előfordulások és felhasználások az Eger-patak – Sajó-Hernád folyók vízgyűjtő területén. Mineral waters in the Carpathian Basin Scientific Conference. 2004. július 29-31. Csíkszereda. pp. 159-171.
- Somody A. – Lénárt L.** 2002. A Recski Ércbányában történő vízfelengedés és a bükki karsztvízszint változás együttes vizsgálata. FAV, IX. konferencia, Balatonfüred.
- Somody A. – Lénárt L.** 2004. A recski mélyszínti bányauzem vízföldtani viszonya és annak kapcsolata a bükki karsztrendszerrel. Mineral waters in the Carpathian Basin Scientific Conference, 2004. július 29-31. Csíkszereda. pp. 56-65.