

Darabos Enikő¹ – Lénárt László

A 2006-OS ÉS A 2010-ES BÜKKI KARSZTÁRVIZET OKOZÓ KARSZTVÍZSZINT VÁLTOZÁSOK A BÜKKI KARSZTVÍZSZINT ÉSZLELŐ RENDSZER (BKÉR) MÉRŐHELYEIN²

BEVEZETÉS

A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) alapjait jelentő karsztvízfigyelő kutakat 1983-ban mélyítették, de a vízszintek mérése hosszú ideig időszakos, rendszertelen és kézi mérések jellegű volt. A BKÉR-t 1992-ben hozta létre a Miskolci Egyetem a bükki víztermelő vállalatok finanszírozásával, az ÉVIZIG szakmai támogatásával az akkor induló 1992-93-as országos aszály karsztvíztermelésre gyakorolt hatásának vizsgálatára. Ez a vizsgálat sorozat már folyamatosan mérő-rögzítő műszerek telepítését, működtetését, adatainak a rendszeres feldolgozását tette lehetővé több mint ötven, különböző időtartamig működtetett mérőhelyen. (A mérőhelyek egy részén az adatsor – esetleges hiányoktól eltekintve – a mai napig is teljesnek tekinthető, az eddig megszerzett adatok száma mintegy 16.000.000 db.)

A mérőrendszer meghatározó helye a nagymezői Nv-17-es karsztvízfigyelő kút, melyből 1992 óta vannak folyamatos adataink. 2006 május végén – június legelején az addigi legmagasabb vízszinteket mértük, mely árhullám csökkenő ága ezt követően csaknem 9 hónapig tartott. (A magas vízszint mellett komoly karsztárvíz alakult ki a Bükkben, Miskolcon pedig addig sohasem tapasztalt vízfertőzés következett be.)

2010-ben a 2006-osnál is magasabb árhullám alakult ki, az eddigi legjelentősebb tavaszi csapadék hatására. (A bükki árvíz a 2006-osnál jelentősebb volt, de a vízellátásra gyakorolt negatív hatása meg sem közelítette a 2006-os árvíz negatív hatását.) Bár a két árhullám tetőzése eltérő szinten volt, az emelkedő és a csökkenő ág igen sok hasonlóságot mutat, összehasonlító vizsgálatra alkalmas.

A BÜKKI MONITORING RENDSZER

A vízföldtani monitoring keretében zajló adatgyűjtés (információgyűjtés) lényegében a hidrológiai körfolyamat pillanatnyi állapotának megismerése érdekében történik, az ember vízigényének kielégítése, avagy a víz kártételeinek elkerülése érdekében. A hidrológia döntő mértékben tapasztalati tudomány. A fizikában, kémiában, biológiában jellemző kísérletek elvégzésére itt csak alárendelten van lehetőség, mivel a folyamatok vagy rendkívül összetettek, vagy lefolyásuk megfigyelése igencsak időigényes. Ezért különleges szerepe van az ide tartozó természeti jelenségek megfigyelésének, mérésének. A hidrológiai folyamatok az ember szándékától függetlenül következnek be. Ismételt bekövetkezésük, lezajlásuk módja csakis a lezajlott eseményekre vonatkozó megfigyelések (adatok) alapján jelezhető előre. (Lénárt 2006a)

A Bükk-térség esetében a társadalmi vízigények döntő többségének (esetenként teljes mennyiségének) kielégítése karsztvízből történik. Emiatt vált igen nagy jelentőségűvé a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) létrehozása, működtetése és adatainak feldolgozása. (Lénárt 2006b)

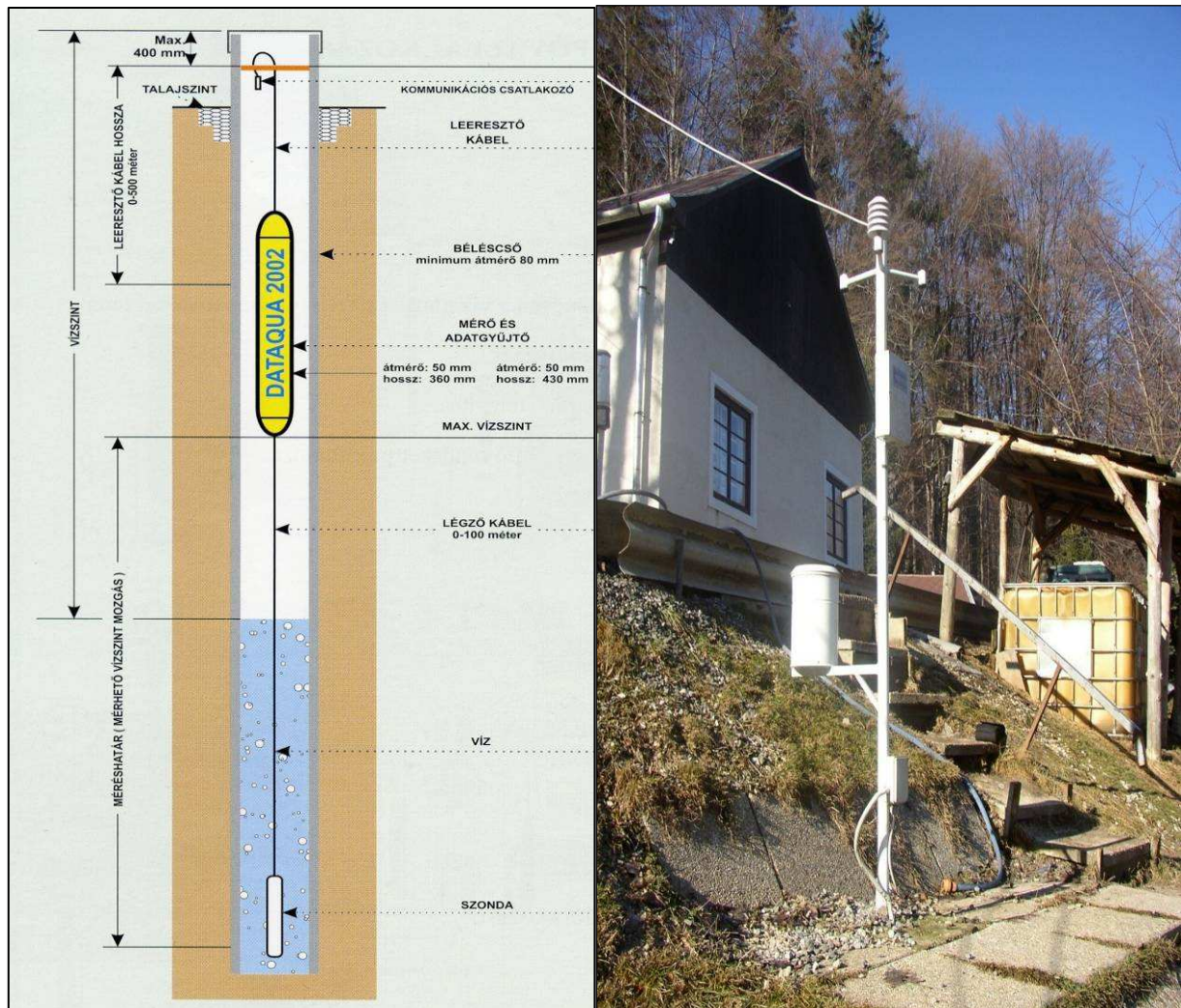
Jelenleg a bükki karszt területén összesen 34 helyen – víztermelő kutakban, megfigyelő-kutakban és forrásokban – regisztráljuk folyamatosan a vízszint, esetleg a vízhőmérséklet és a vezetőképesség értékeit a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer keretein belül. A rendszer

¹ Darabos Enikő: Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet
E-mail: daraboseniko@gmail.com

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

egyik nagy előnye, hogy a Bükk-hegység csaknem teljes területét lefedi, ezáltal lehetőségünk van összehasonlító és korrelációs vizsgálatok végzésére is az egyes mérőhelyekről származó vízszint, vezetőképesség és hőmérséklet adatok között. (Darabos et al. 2012; Szűcs, Horne 2009; Darabos, Lénárt 2008)

Az elektronikus vízszint, vízhőmérséklet, vezetőképesség és radon méréseket folyamatosan mérő és rögzítő mérőműszerekkel végzik. A mérési gyakoriság zömében 15-60 perc, de előfordult 5, 10, ill. 240 perces gyakoriságú mérés is. Az elsődlegesen felhasznált csapadék adatok a jávorkúti automata meteorológiai állomásról származó, órás adatok, ill. azok napi összegei. (1. ábra)

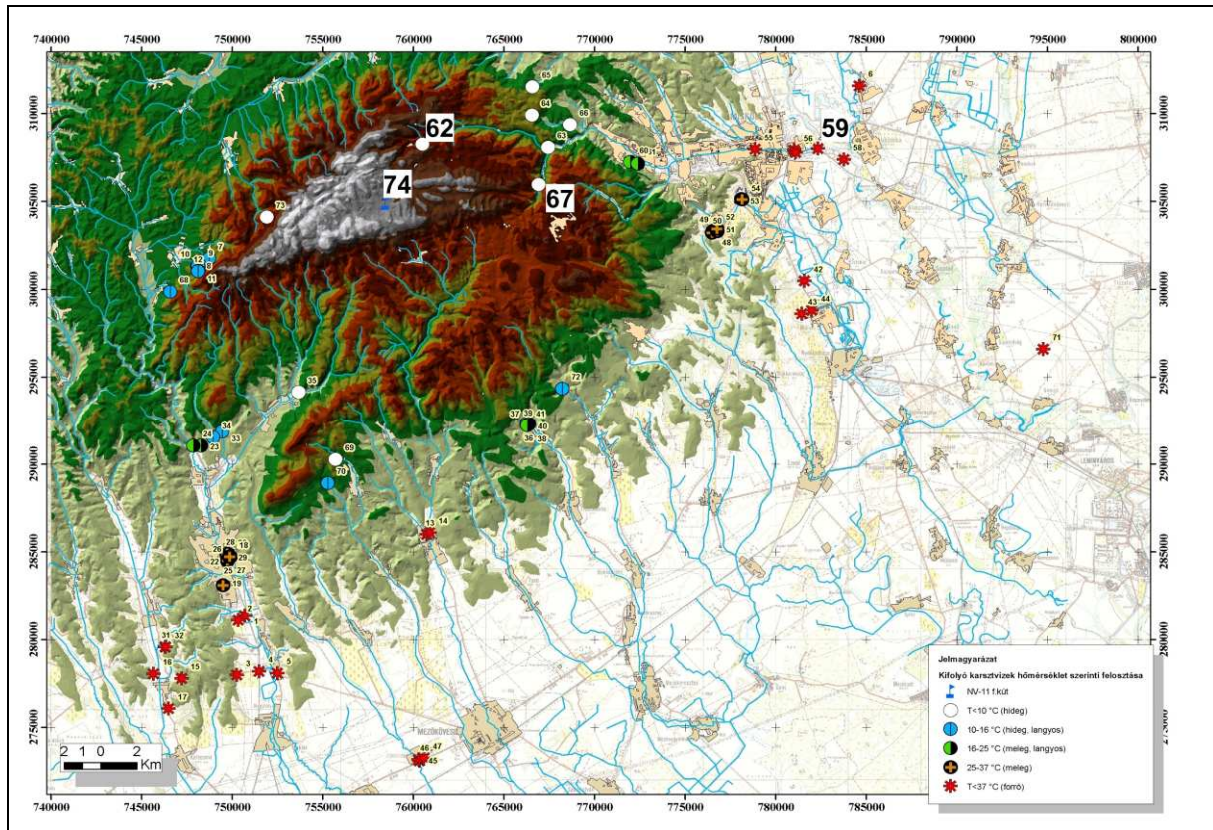


1. ábra: Vízszint, hőmérséklet és vezetőképesség mérésére alkalmas Dataqua mérőműszer és a jávorkúti meteorológiai állomás (Lénárt 2002)

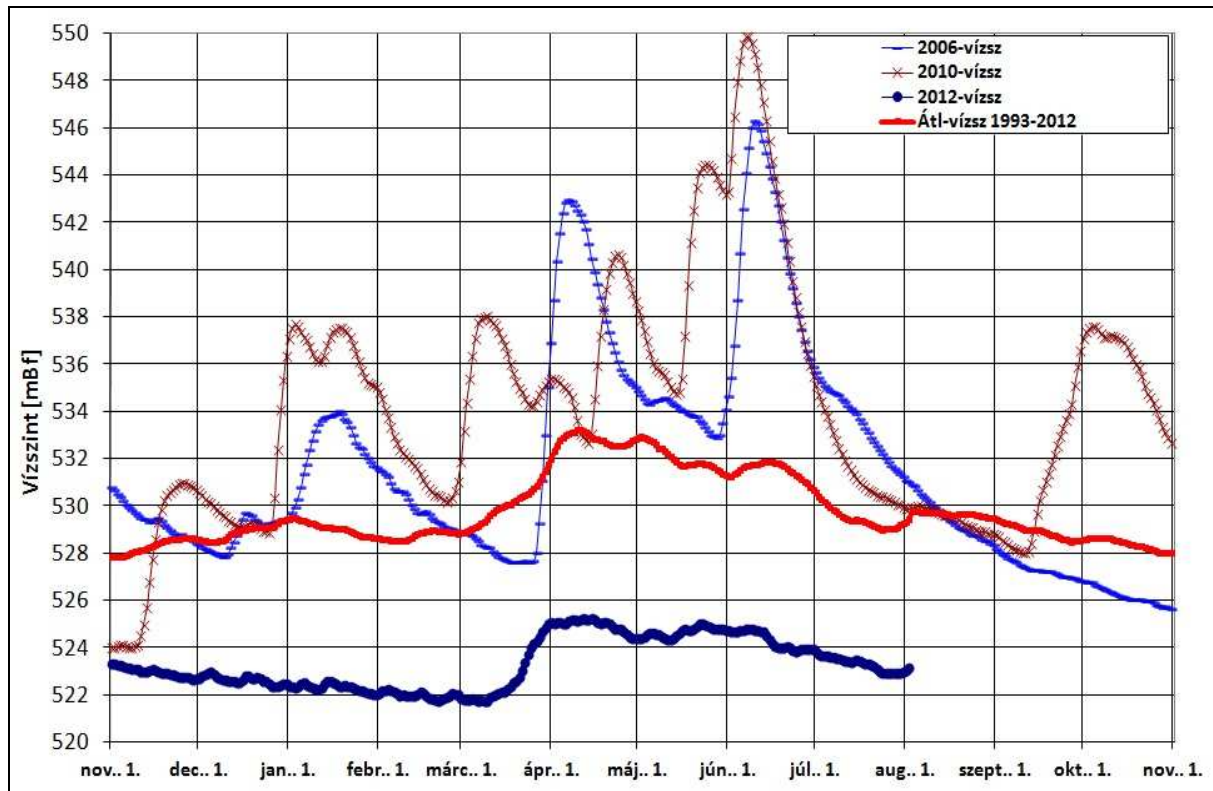
A VIZSGÁLATOK CÉLJA

Jelen vizsgálataink célja, hogy különböző mérőhelyeken összehasonlítsuk a 2006-os és a 2010-es árhullámok áradó, ill. apadó ágait, azokból hidrogeológiai következtetéseket vonhassunk le. A mérőhelyek elhelyezkedése a **2. ábrán** látható.

A **3. ábrán** az Nv-17-es mérőhely adatait dolgoztuk fel, láthatjuk, hogy a 2006-os és a 2010-es árvízi szintek jelentősen meghaladják az eddigi átlag vízszinteket. Szintén megfigyelhető, hogy a 2010-es helyzetet több, egymást követő árhullám okozta, melyek hatása részben egymáshoz adódott, majd a kritikus vízszintet is 2, hatását tekintve összeadódó árhullám okozta, mivel a vízszint eleve magas volt, a nagy csapadék hatására még magasabbra jutott a



2. ábra: A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer mérőhelyei, a vizsgált mérőhelyek számai: 74-Nv-17, 67-Szinva-forrás, 62-Garadna-forrás, 59-Kertészeti-kút



3. ábra: Az Nv-17 mérőhelyen regisztrált vízszintek átlaga 1993 és 2012 között, valamint a 2006-os, a 2010-es és a 2012-es évben mért vízszintek

vízszint. Megfigyelhető az is, hogy 2012-ben a mérés sorozat legszárazabb időszakát éljük át, ennek pedig súlyos következményei lehetnek a vízellátás szempontjából. Ez indokolja, hogy minél több vizsgálatot végezzünk a rendelkezésre álló adatok alapján, hogy minél jobban megismerhessük a bükki karszt viselkedését.

A VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

Kezdetben napi adatokból állítottuk elő a 2006-os és 2010-es éves görbéket minden vizsgált mérőhelyre, majd ahol indokolt volt órás adatokkal is dolgoztunk. Mivel a vizsgált kutakban a vízszintek eltérő mélységekben helyezkednek el, és a jellemző vízszint ingadozási tartományuk is más és más, azt a megoldás választottuk, hogy az eddig (1992-2012 között) mért kutankénti abszolút minimum és maximum segítségével (e két érték határozta meg a 100 %-ot), százalékokban fejeztük ki a vizsgált vízszinteket. Így nyertük a **4. és 5. ábrát**, melyen a 2006-os és 2010-es év vízszintváltozásai láthatóak mind az 5 vizsgált mérőhelyre.

Ezen ábrák alapján megállapítottuk, hogy egy-egy nagy csapadék, ill. csapadék csoport hatása a vízszintgörbéken azonnal megjelenik, csökkenésből emelkedésbe váltanak, vagy megváltozik az apadó ág meredeksége. A **4. ábrán** függőleges vonalakkal jelöltük meg az egyes kutak reagálását a csapadékokra, a napi adatok alapján egyértelmű, hogy minden monitoring ponton érzékelhető a csapadék hatása a csapadék hullásának napján.

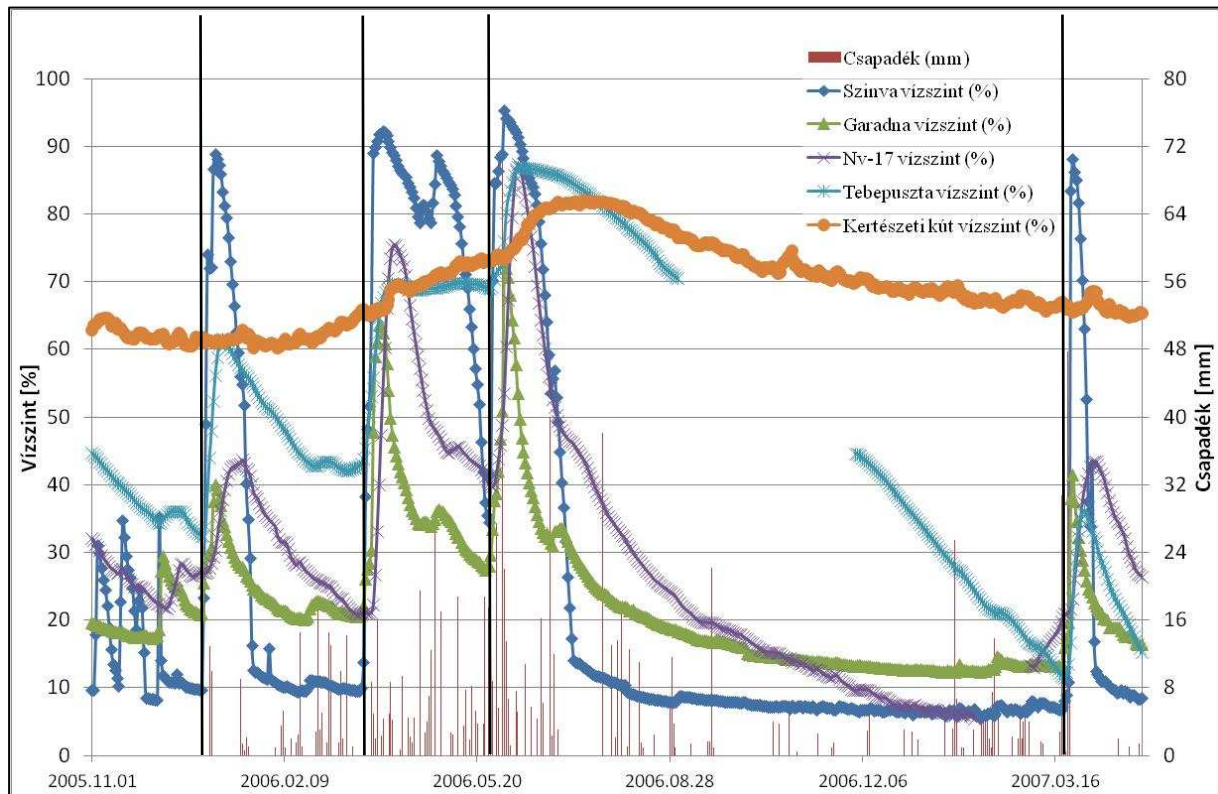
Ez a megállapítás azért érdekes, mert a vizsgált mérőhelyek között 2 db hegységperemi forrás, 2 db fennsíki kút és 1 db termálkút is található, ez a megállapítás erősíti azt a véleményünket, hogy a Bükk hegység egészét tekintve, a hideg és a termálkarsztos területeket is összefüggő rendszerként kell kezelniük.

A **4. ábrán** megfigyelhető, hogy a 464 m talpmélységű Kertészeti termálkút szintén reagál a nagy csapadékokra, viszont a karsztvíz járása sokkal kiegyensúlyozottabb a forrásokhoz képest. A csapadék hatása tehát a kutak mélységétől függetlenül még a csapadék napján elkezdődik. Természetesen ez a megállapítás nem zárja ki, hogy a Bükk hegység területén vannak kisebb, hidrogeológiailag önállóan tekinthető részek is – térképméretaránytól függően.

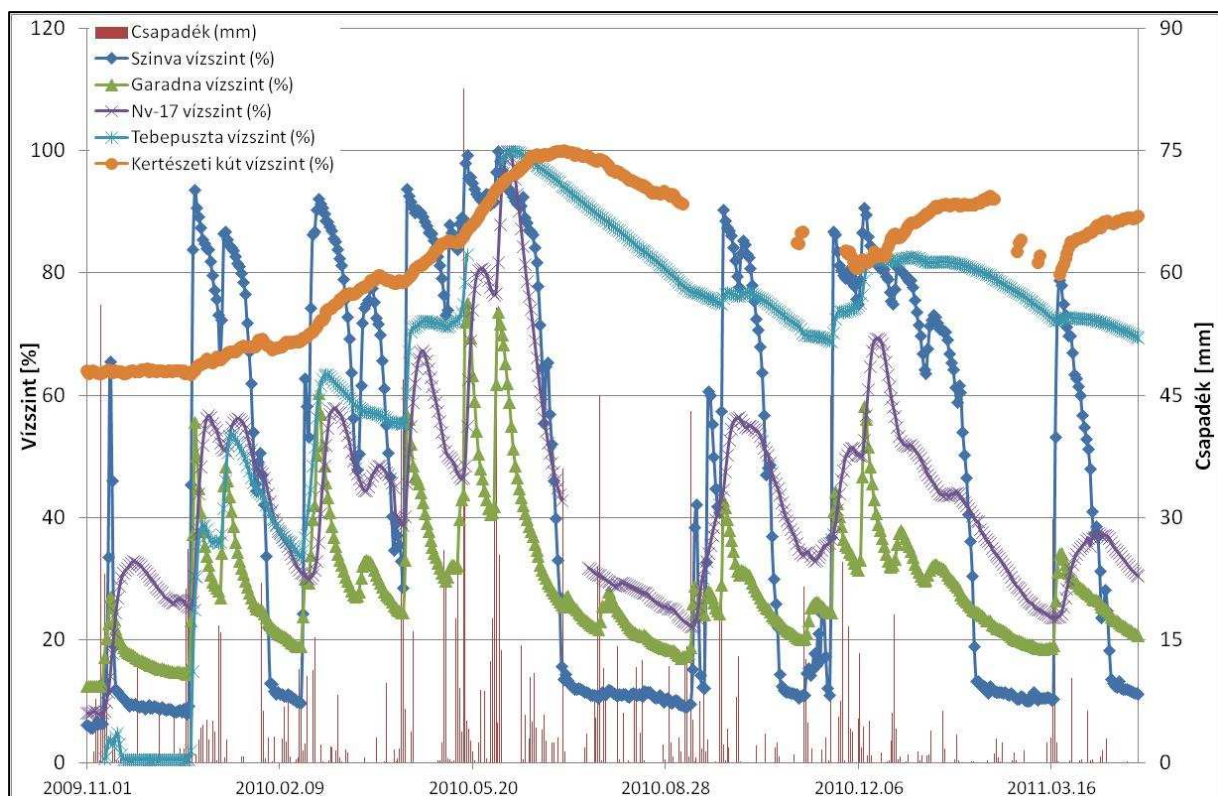
További vizsgálataink során a tetőzési időket hasonlítottuk össze az eddigi legmagasabb vízszintekkel rendelkező 2010-es év és a 4 teljes adatsorral rendelkező mérőhely viszonylatában, ez esetben áttértünk az órás adatok használatára. A tetőzési idő, a csapadékeseménytől az árhullám tetőzéséig eltelt idő, amit ebben az esetben órában fejezünk ki. Az előállított ábrák alapján megállapítottuk, hogy a források tetőzési ideje igen alacsony, a Szinva-forrásé átlagosan 16 óra, a Garadna-forrásé átlagosan 18 óra; a fennsíkon, vízszinteket tekintve közel tetőhelyzetben lévő Nv-17 megfigyelő kút esetében ugyanez az idő átlagosan 200 óra (~8-9 nap). A Kertészeti kút esetében – a nagy mélység miatt – igen hosszú emelkedési és csökkenési időszakokról lehet beszélni, a mérőhely vízszintjei egyértelműen reagálnak a csapadékokra, viszont jellegében sokkal lassabban változik, egy-egy csapadékcsoport hatása hosszú ideig megfigyelhető. Itt az emelkedési periódus átlagos hossza 481 óra (~20 nap). Mindegyik megfigyelőhelyre igaz az a megállapítás, hogy amennyiben - az abszolút vízszint ingadozási tartományhoz képest - magasabb szintről indul az emelkedési periódus, akkor a tetőzési idő az átlagoshoz képest minden esetben rövidebb. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a felszínhez közelebb a karszt esetében magasabbak a porozitás értékek, nagyobbak a víz számára járható repedések méretei, ezt támasztja alá a 6. ábra is.

Végezetül megvizsgáltuk az egyes mérőhelyekhez tartozó lecsengési görbéket is, vagyis az árhullámok apadó ágait. A **4.-5. ábrán** is jól látható, hogy a Szinva-forrás esetében az árhullám apadó ágának kezdeti szakaszának alakja legtöbbször nem egyezik meg a többi mérőhelyen jellemző alakokkal. Megfigyelhetjük, hogy a kezdeti szakasz a mérőhelyeknél általában homorú, a Szinva-forrás esetében gyakran az apadó ág egy rövid domború szakasszal indul, ezt azzal magyarázzuk, hogy a Szinva-forrás területén, ill. a Garadna-forrás

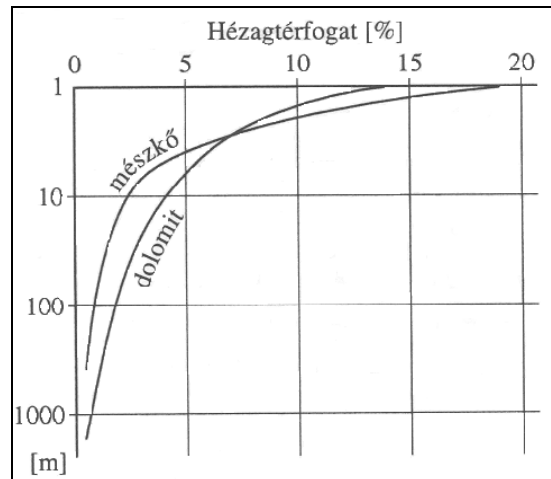
kivételével a többi mérőhelyen is, a jellemző kőzet a Bükkfennsíki Mészke, ami kitűnően karsztosodott, fejlett karsztformák, jelentős méretű barlangrendszerek jellemzik.



4. ábra: A 2006-os év vízszintjei %-ban kifejezve a vizsgált 5 mérőhely esetében (a függőleges vonalak segítik a reagálási idők megfigyelését)



5. ábra: A 2010-es év vízszintjei %-ban kifejezve a vizsgált 5 mérőhely esetében



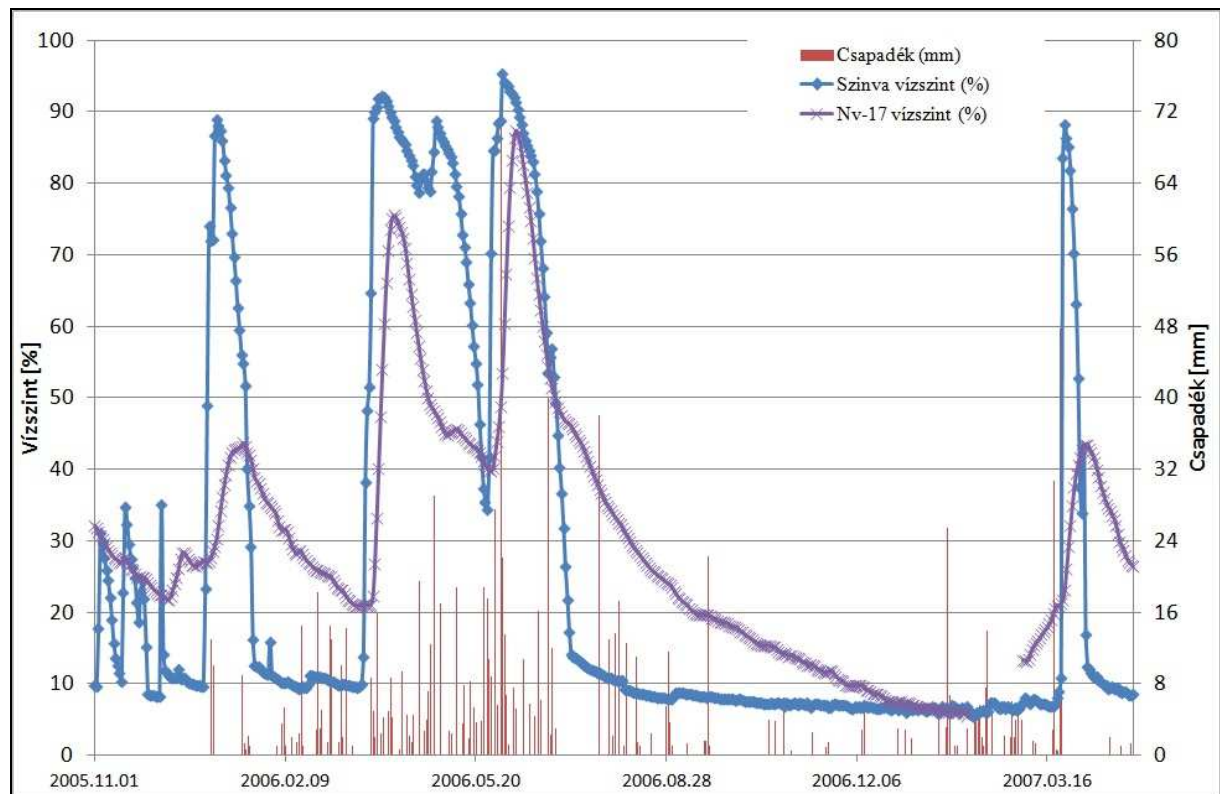
6. ábra: A hasadozott kőzet hézagterfogatának mélység szerinti változása (Juhász 2002)

Az előbbiekből következik, hogy a Szinva-forrás igen érzékenyen és gyorsan reagál már a kisebb csapadékokra is, továbbá a forrás vízgyűjtő területe a felszínhez közel helyezkedik el, ahol a hézagterfogat értéke is magasabb (6. ábra), ami szintén ezt a hatást erősíti. A Szinva-forrás esetében tehát az egymást követő csapadékok hatása egymásra szuperponálódik, ez okozza a több esetben „eltérő” görbe alakot.

A Garadna-forrás területe nagyrészt Hámori Dolomitból épül fel, mely rosszabb vízvezető ugyan, viszont a felszín közeli helyzete miatt a hézagterfogat értéke itt is magasabb, e két tényező okozza, hogy a dolomit nem viselkedik eltérően a mélyebben lévő, de jól karsztosodott kőzetben elhelyezkedő mérőhelyekhez képest.

A 7. ábrán azt is megfigyelhetjük, hogy a hegységperemen elhelyezkedő Szinva-forrás esetében (de ugyan ez igaz a Garadna-forrásra is) az árhullámok minden esetben egy jól meghatározható „alapszinthez”, alaphozamhoz adódnak hozzá, vagyis van egy csapadék mentes időszakban, közel állandónak tekinthető vízszint, ill. hozam érték. Ez a Szinva-forrás esetében 339 mBf, a Garadna-forrás esetében 496 mBf-i érték. Ugyanez azonban egyértelműen nem igaz az Nv-17 mérőhelyre, itt a vízszintek gyakorlatilag „korlátozás nélkül” csökkenhetnek, hiszen a vízdomborzat szerint lényegesen magasabban vannak.

Az iménti megállapítások segíthetik a karsztból kitermelhető vízkészletek meghatározását csapadékmentes időszakokban, hiszen ha ezek a forrásokra jellemző alapszintek tartósan csökkennek, akkor annak akár komoly ökológiai és hidrogeológiai következményei is lehetnek.



7. ábra: Az Nv-17 és a Szinva-forrás vízszintjei 2005 novemberétől 2007 áprilisáig, százalékokban kifejezve

ÖSSZEFOGLALÁS

A Bükk-térség esetében a társadalmi vízigények döntő többségének (esetenként teljes mennyiségének) kielégítése karsztvízből történik. Emiatt vált igen nagy jelentőségűvé a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) létrehozása, működtetése és adatainak feldolgozása.

2006 május végén – június elején az addigi legmagasabb vízszinteket mértük, mely árhullám csökkenő ága ezt követően csaknem 9 hónapig tartott. 2010-ben a 2006-osnál is magasabb árhullám alakult ki, az eddigi legjelentősebb tavaszi csapadék hatására. Bár a két árhullám tetőzése eltérő szinten volt, az emelkedő és a csökkenő ág igen sok hasonlóságot mutat, összehasonlítható vizsgálatra alkalmas.

Kezdetben napi adatokból állítottuk elő a 2006-os és 2010-es éves görbét minden vizsgált mérőhelyre, majd ahol indokolt volt órás adatokkal is dolgoztunk. Mivel a vizsgált kutakban a vízszintek eltérő mélységekben helyezkednek el, és a jellemző vízszint ingadozási tartományuk is más és más, azt a megoldás választottuk, hogy az eddig (1992-2012 között) mért kutankénti abszolút minimum és maximum segítségével százalékokban fejeztük ki a vizsgált vízszinteket.

A reagálási idők vizsgálatai alapján - vagyis, hogy egy nagy csapadék, vagy csapadék csoport hatására a csökkenő vízszint milyen gyorsan vált újra emelkedésbe, vagy változik meg az apadó ág meredeksége - elmondhatjuk, hogy minden monitoring ponton kimutatható a csapadék hatása a csapadék hullásának napján. Ez által megerősítést nyert az a véleményünk, hogy a Bükk hegység egészét tekintve, a hideg és a termálkarsztos területeket is összefüggő rendszerként kell kezelniük (melyen belül természetesen léteznek kisebb, önálló egységek is).

A tetőzési idők vizsgálata során órás adatokat használtunk és megállapítottuk, hogy a források tetőzési ideje igen alacsony, a Szinva-forrásé átlagosan 16 óra, a Garadna-forrásé átlagosan 18 óra; a fennsíkon, vízszinteket tekintve közel tetőhelyzetben lévő Nv-17 megfigyelő kút esetében ugyanez az idő átlagosan 200 óra (~8-9 nap). A Kertészeti kút esetében – a nagy mélység miatt – igen hosszú emelkedési és csökkenési időszakokról lehet

beszélni, a mérőhely vízszintjei egyértelműen reagálnak a csapadékokra, viszont jellegében sokkal lassabban változik, egy-egy csapadékcsoport hatása hosszú ideig megfigyelhető. Itt az emelkedési periódus átlagos hossza 481 óra (~20 nap).

Vizsgáltuk az egyes mérőhelyekhez tartozó árhullámok apadó ágait is. Megfigyeltük, hogy a kezdeti szakasz a mérőhelyeknél általában homorú, a Szinva-forrás esetében gyakran az apadó ág egy rövid domború szakasszal indul, ezt azzal magyarázzuk, hogy a Szinva-forrás területén, ill. a Garadna-forrás kivételével a többi mérőhelyen is, a jellemző kőzet a Bükkfennsíki Mészke, ami kitűnően karsztosodott, fejlett karsztformák, jelentős méretű barlangrendszerek jellemzik. Emiatt a Szinva-forrás igen érzékenyen és gyorsan reagál már a kisebb csapadékokra is, továbbá a forrás vízgyűjtő területe a felszínhez közel helyezkedik el, ahol a hézagterefogat értéke is magasabb. Irodalmi adatok alapján a hézagterefogat magasabb értéke a felszín közelében a dolomitra is jellemző, ezzel magyarázzuk, hogy a Garadna-forrás görbéi jelentős eltérést nem mutatnak a Bükkfennsíki Mészkeben lévő mérőhelyekhez képest, hiszen a rosszabb vízvezető képességet a nagyobb hézagterefogat kompenzálja.

A hegységperemen elhelyezkedő Garadna- és Szinva-forrásra jellemző, hogy az árhullámok minden esetben egy jól meghatározható „alapszinthez”, alaphozamhoz adódnak hozzá, vagyis van egy csapadék mentes időszakban, közel állandónak tekinthető vízszint, ill. hozam érték.

A dolgozatban leírt megfigyelések segíthetik a Bükk hegység területén az esetleges további karsztárvizek elleni védekezést, továbbá elősegítik a karsztból kitermelhető vízkészletek meghatározását csapadékmentes időszakokban is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

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

FELHASZNÁLT IRODALOM

- DARABOS E., LÉNÁRT L. 2008. Csapadék és karsztvíz szintek összefüggéseinek vizsgálata a 2006. évi bükki karsztárvíz elemzése során, *Karsztfejlődés XIII.* pp. 43-60, ISBN 963 7173 93 5 Ö, ISBN 978-963-9871-15-1, Szombathely
- DARABOS E., SZUCS P., NÉMETH Á. 2012. Application of the ace algorithm on hydrogeological monitoring data from the Bükk mountains, *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, Volume 47, Number 2, June 2012, pp.: 256-270 Akadémiai Kiadó, Budapest
- JUHÁSZ J. 2002. *Hidrogeológia*, pp. 57-60, 938, Akadémiai Kiadó, Budapest
- LÉNÁRT L. 2006A. *Környezet Informatikai Tankönyv Kézirat 3.1-3 fejezet*, pp. 13-15, Miskolc
- LÉNÁRT L. 2006B. A Bükk-térség karsztvízpotenciálja – a hosszú távú hasznosíthatóságának környezetvédelmi feladatai. *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek. III. évf. 2. sz.*, pp. 17-28, Miskolc
- SZÚCS P., HORNE RN. 2009. Applicability of the ACE Algorithm for Multiple Regression in Hydrogeology, *Computational Geosciences 13.*, pp. 123-134, Springer