

**A BÜKKI KARSZTVÍZSZINT ÉSZLELŐ RENDSZER KERETÉBEN  
GYŰJTÖTT HIDROMETEOROLÓGIAI ADATOK ELEMZÉSE**

**ANALYSIS OF HYDROMETEOROLOGICAL DATA OF BÜKK  
WATER LEVEL MONITORING SYSTEM**

SZEGEDINÉ DARABOS ENIKŐ<sup>1</sup> – LÉNÁRT LÁSZLÓ<sup>2</sup> – TÓTH KATALIN<sup>3</sup> – HERNÁDI BÉLA<sup>3</sup> – KOVÁCS PÉTER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport,

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet,

<sup>3</sup>Miskolci Egyetem, Kútfő projekt,

<sup>4</sup>ÉM-VIZIG, Miskolc, 3515, Miskolc, Egyetemváros, Környezetgazdálkodási Intézet, daraboseniko@gmail.com

*Abstract: Based on previous weather data, the central part of the Bükk Mountain is one of the most rainy area of Hungary. At the beginning of the millennium years many new automatic weather stations have been installed. With this weather data we can investigate trends and precipitation distribution. After in investigation of the last 22 years data of Bükk Karst Water Level Monitoring System, we experienced increase in the frequency of high rainfalls and long periods without precipitation. Other researches show that due to climate change, in some parts of Hungary the amount of annual rainfall decreased, contrarily in the Bükk the opposite can be observed however with different yearly distribution.*

**Bevezető, a vizsgálatok célja**

Manapság nagyon sokszor hallunk híreket a klímaváltozásról, ill. ennek okairól és következményeiről. Az extrém csapadék események, melyek a vízgyűjtők egészét érintik, súlyos hatással lehetnek a társadalomra, mind városi területeken, mind pedig hegyvidéki vagy mezőgazdasági területeken. Semmler és Jacob 2004-es szimulációja szerint az európai régióban 50 % annak az esélye, hogy az adott évben egy extrém csapadéktól még előfordul majd nagyobb csapadék esemény (SEMMLER – JACOB 2004). May 2006-os vizsgálata, ill. szimulációja szerint is megváltozott és tovább változik az európai hegységekben megszokott csapadékeloszlás (MAY 2006).

A felszín alatti vizeket használó vízmű vállalatok, ill. a gyakorló hidrogeológusok szakmai felelőssége igen nagy a tekintetben, hogy felszín alatti vizeinket mennyiségi és minőségi szempontokat is figyelembe véve fenntartható módon hasznosítsuk, illetve hosszú távon megőrizzük (SZŰCS 2012, SZŰCS – MADARÁSZ 2013).

Munkánk során a Bükk hegység területén rendelkezésünkre álló napi csapadék és vízszint adatokat különböző szempontok szerint vizsgáltuk meg. Célunk elsősorban a mennyiségek és trendek változásának megfigyelése volt. Vizsgálataink során elsősorban a Bükki Karsztvíz Észlelő Rendszer (BKÉR) csapadék adatainak változásait vettük számba, ill. ezen változások hatását a Bükk vízforgalmára. Főleg az 1993 és 2013 közötti időszakot vizsgáltuk, mivel ez az az időintervallum, melyből csapadék és vízszint adatok is rendelkezésünkre állnak, viszont mivel az ÉM-VIZIG jóvoltából az 1960 és 2013 közötti, több mint 50 éves periódus éves csapadékadatai is rendelkezésünkre álltak, ezek vizsgálatára is sor került. Természetesen ezek a csapadékadatok elsősorban a karsztvízre, a karsztvíz szintjére gyakorolt hatásai miatt érdekesek számunkra, így azok, az elmúlt 20 évben jellemző változásait is bemutatjuk a továbbiakban.

### **A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer és a vizsgált helyek bemutatása**

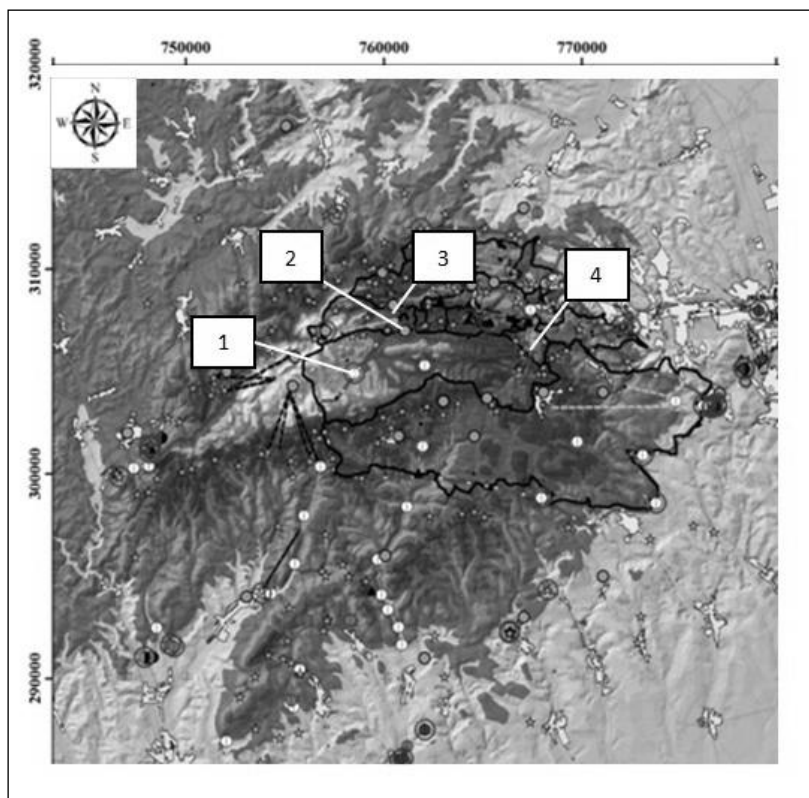
Vizsgálataink során első sorban a BKÉR napi csapadék és vízszintadatait használtuk fel, az *1. ábrán* látható a monitoring rendszer jelenlegi lefedettsége, mérési pontjai, ill. a vizsgálatba bevont 2 db forrás és 1 db megfigyelőhely, amely a Szinva (3), a Garadna-forrás (4) és a vízdomborzat szempontjából tetőhelyzetben elhelyezkedő Nagyvisnyó 17-es monitoring-kút (1).

A térképen jelölve láthatjuk még a Jávorkúti automata meteorológiai állomás (2) helyét is, korábbi vizsgálataink szerint ez a mérőállomás csapadék mennyiség szempontjából a Bükk egészét jól reprezentálja.

### **Módszerek és eredmények**

Vizsgálataink során Jávorkútról származó napi csapadék adatokat használtunk fel, korábbi vizsgálataink szerint ezek az adatok a Bükk teljes egészét jól reprezentálják. A vizsgált időszakban adathiány egy hosszú periódusban volt: 2001. 07 és 2006. 01 közötti időszakban, amikor a jávorkúti adatokat, - korábbi korrelációs kapcsolat és függvényvizsgálat eredményei alapján - a bánkúti adatokból számítottuk ki. Vízszintadatok tekintetében szintén napi átlag adatokat alkalmaztunk. Az Nv-17 monitoring pont az egyik legfontosabb megfigyelő pontunk, mivel vízdomborzat szempontjából tetőhelyzetben van, ill. innen származik a leghosszabb mérési adatsorunk is. A vízszintek a mérőhelyen 521,7 és 549,8 mBf-i szintek között változnak a vizsgált időszakban. A monitoring kút földtanilag jól karsztosodó Bükkfennsiki

Mészkö formációban helyezkedik el. További két vizsgálati pontunk a Szinva- és a Garadna-források, melyek Miskolc és Ómassa vízellátása szempontjából kiemelt figyelmet érdemelnek, ill. a hegységben előforduló, a környező településeket is veszélyeztető nagyobb árvizekért felelősek. Vízigyűjtőjük nagyrészt különböző karsztosodottsági fokú mészköveken helyezkedik el.



1. ábra: A Bükk hegységben lévő mérőhelyek ( LÉNÁRT 2013)

Jelmagyarázat: 1=Nv-17 monitoring kút, 2=Jávorkúti meteorológiai állomás, 3=Szinva-forrás, 4=Garadna-forrás

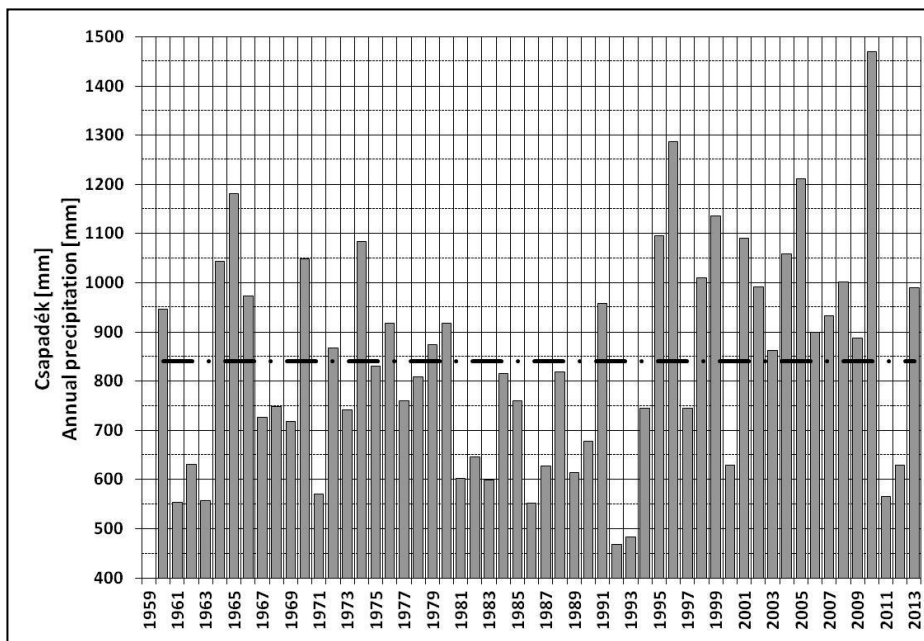
Figure 1.: monitoring points in the Bükk mountains (LÉNÁRT 2013)

Legend: 1=Nv-17 monitoring well, 2=Jávorkúti meteorological station, 3=Szinva-spring, 4= Garadna-spring

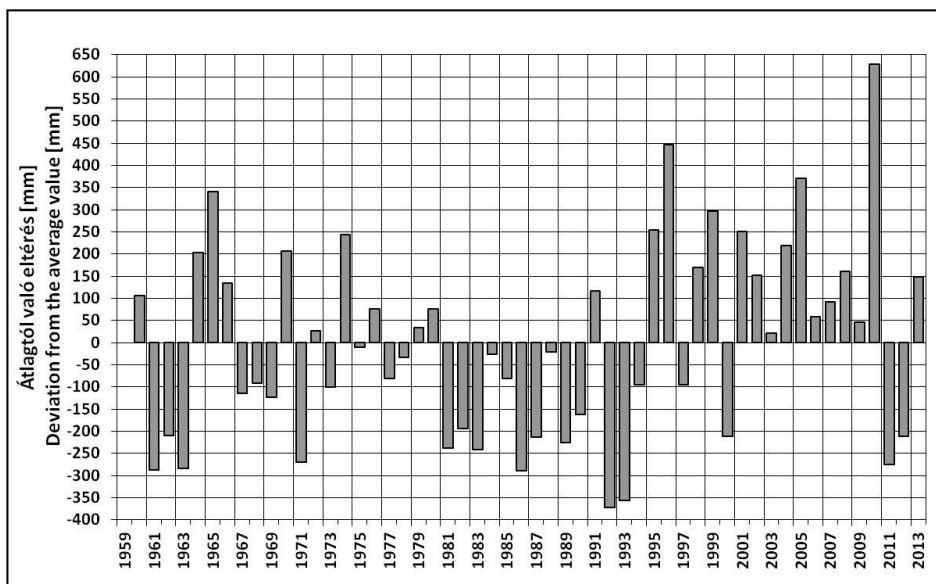
A 2. ábrán a Bükkben hullott éves csapadékok értékeit láthatjuk 1960 és 2013 között, szaggatott vonallal jelölve az átlag érték szerepel. Jól láthatjuk, hogy az 1990-es évek közepétől a csapadékos években jóval magasabb értékek figyelhetők meg, mint a korábbi időszakokban.

A 3. ábra az 53 éves adatokból számított átlagtól való eltérést mutatja az egyes években. Szintén jól megfigyelhető, hogy 1960 és 80 között a csapadékos és száraz éveknek viszonylag egyenletes eloszlása látható, 1981-1994 között szinte minden évben az átlagtól kevesebb csapadék hullott Já-

vorkúton, míg 1995-től napjainkig inkább az átlagon felüli csapadékmennyiségek a jellemzőek.

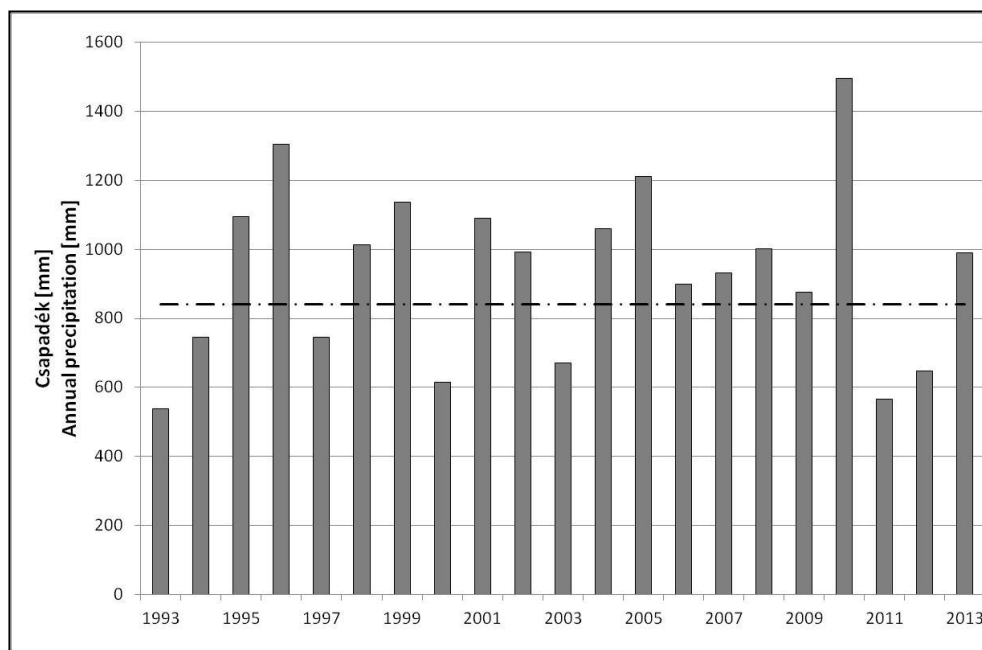


2. ábra: Éves csapadékok 1960 és 2013 között (jelölve az átlag csapadék: 840 mm)  
 Figure 2.: Annual precipitation 1960-2013 (marked the average precipitation: 840 mm)



3. ábra: Az éves csapadékok átlagtól való eltérése  
 Figure 3.: Deviation of the annual precipitation from the average value

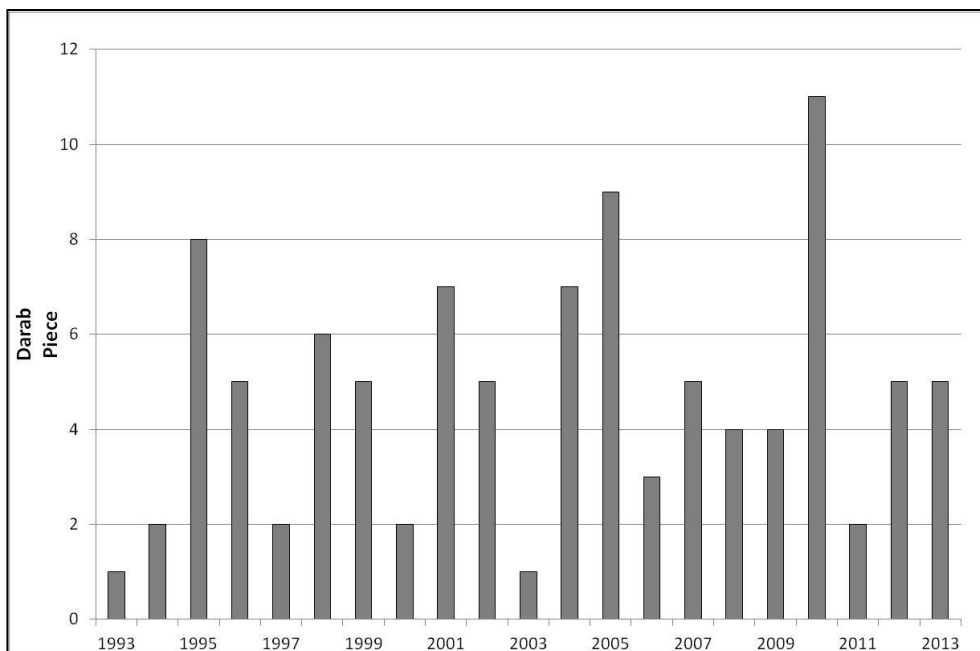
A 4. ábrán az 1993-2013 közötti értékek láthatóak. Fontos tény, hogy míg az előző ábra alapján számított átlagos éves csapadék 840 mm, addig az utóbbi 20 év átlaga jelentősen magasabb, 934 mm.



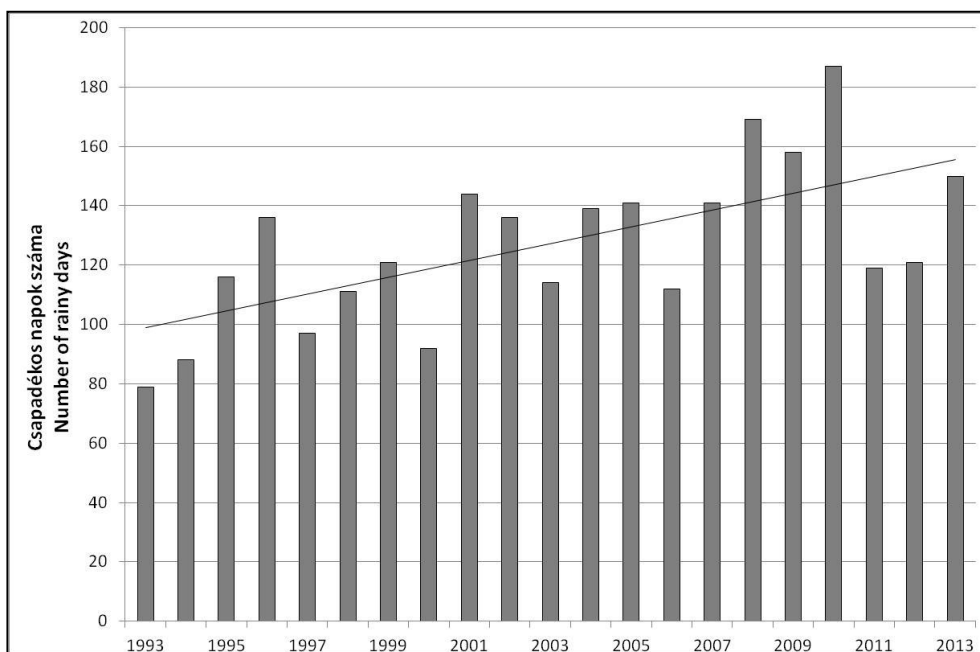
4. ábra: Éves csapadékok 1993 és 2013 között (jelölve az átlag csapadék: 840 mm)  
 Figure 4.: Annual precipitation 1993-2013 (marked the average precipitation: 840 mm)

Munkánk során az extrém események gyakoriságát és „méreteit” is vizsgáltuk, az 5. ábra a 30 mm-től nagyobb csapadékok darabszámát mutatja az adott években, az adatokra illesztett trendvonal ebben az esetben is határozott emelkedést mutat. Megfigyelhető, hogy az utóbbi 20 év legnagyobb karsztárvizének évében (KOVÁCS – LÉNÁRT 2012, LÉNÁRT et al. 2012, LÉNÁRT et al. 2013, LÉNÁRT 2013), 2010-ben fordult elő a legtöbb, ilyen csapadékeseményből összesen 11 volt, de az eddigi legszárazabb években, 1993-ban és 2011-ben is előfordult 1-2 ilyen csapadék esemény.

A 6. ábra a csapadékos napok számát mutatja az adott években, láthatjuk a határozottan növekvő tendenciát. Vizsgáltuk az adott évben előforduló legnagyobb napi csapadék értéke idejét is. Megfigyeléseink alapján az 1990-es években, inkább augusztusban, ill. szeptemberben jelentkeztek ezek a nagyobb csapadékok, míg 2001-óta a nagyobb csapadékok jellemzően inkább június-júliusban hullottak.

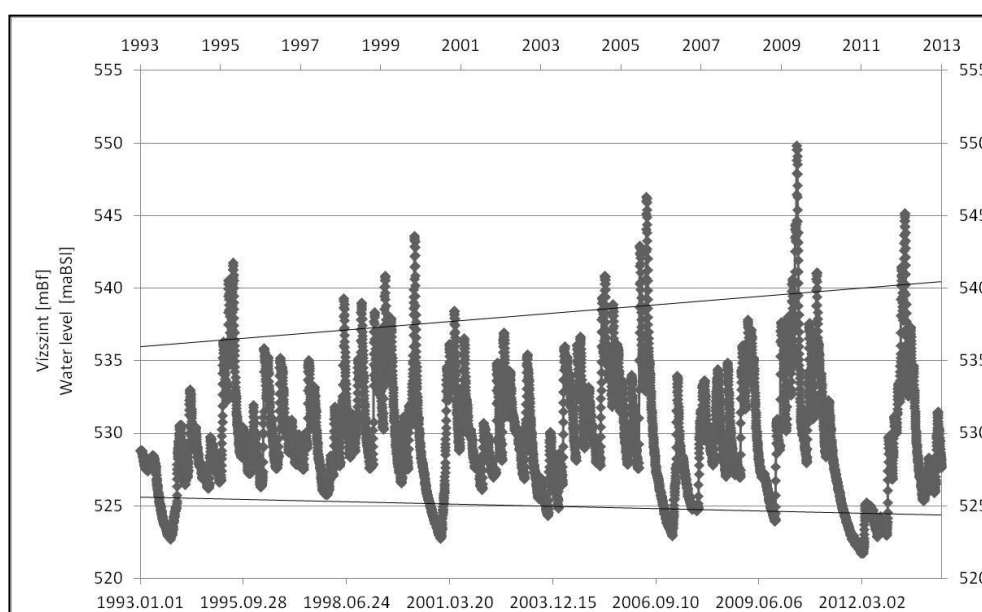


5. ábra: A 30 mm-től nagyobb csapadékok darabszáma az adott évben  
 Figure 5.: Piece of the larger then 30 mm precipitations in the year



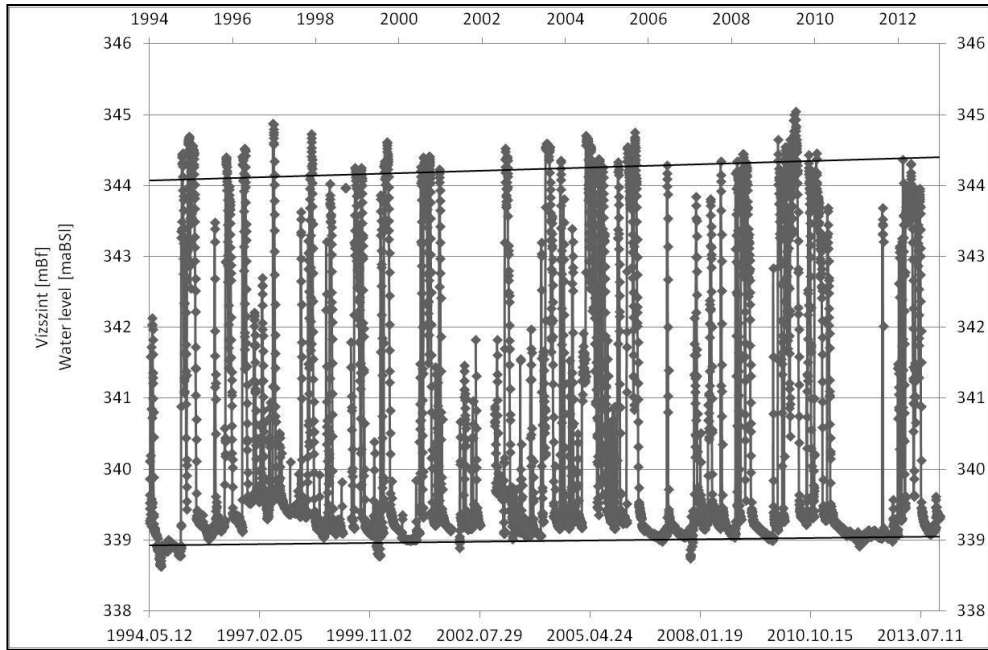
6. ábra: Csapadékos napok száma 1993-2013 között és a jellemző trendvonal  
 Figure 6.: Number of rainy days between 1993-2013 and the characteristic trend line

Ezek után azt vizsgáltuk, hogy a csapadékra jellemző trendek milyen változásokat idéznek elő a karsztvíz szintekben. A szélsőséges csapadékok és az emelkedő tendenciák szintén növekvő átlag vízszinteket okoznak. Az extrém nagy csapadékesemények, ill. a hosszabb száraz periódusok miatt egyre inkább növekszik az a kőzettartomány, amelyben aktív vízmozgás, vízszint-ingadozás figyelhető meg mind a figyelő kutak, mind a források esetében (7. 8. és 9. ábrák). Továbbá van még egy nagyon kellemetlen és káros következménye ezeknek a hirtelen hulló, nagy mennyiségű záporoknak, mégpedig az, hogy igen jelentős méretű villámárvizek alakulnak ki miattuk, amik aztán jelentős károkat okozhatnak, ill. okoztak is már az érintett településeken. (pl. 2006-os vízszennyezés Tapolcán, ill. a 2010-es Bükki árvíz).

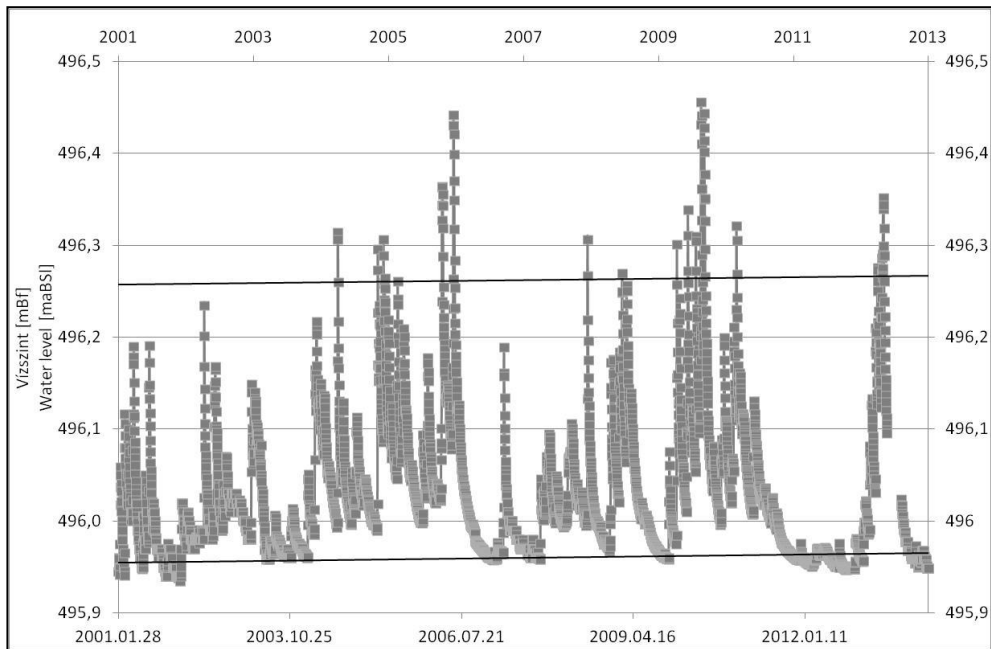


7. ábra: Nv-17 monitoring kút vízszintadatai 1993 és 2013 között, jelölve az éves maximumok és minimumok trendje

Figure 7.: Water level in Nv-17 monitoring well between 1993 - 2013 and the characteristic trend line of yearly maximums and minimums



8. ábra: Szinva-forrás vízszintadatai 1994 és 2013 között, jelölve az éves maximumok és minimumok trendje  
 Figure 8.: Water level in Szinva spring between 1994 and 2013 and the characteristic trend line of yearly maximums and minimums



9. ábra: Garadna-forrás vízszintadatai 2001 és 2013 között, jelölve az éves maximumok és minimumok trendje  
 Figure 9.: Water level in Szinva spring between 2001 and 2013 and the characteristic trend line of yearly maximums and minimums



## **Következtetések**

Vizsgálataink során a jávorkúti csapadékmérő állomás adatait vizsgáltuk 1960-2013 között. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált 53 év csapadékátlag: 840 mm, az 1960 és 1993 közötti időszak csapadék átlaga: 810 mm, míg az utóbbi 20 év csapadék átlaga: 934 mm, vagyis egyértelműen növekszik a csapadék átlagos éves mennyisége a jávorkúti adatok alapján.

Szintén növekvő tendenciát mutat a

- 30 mm-től nagyobb csapadékok előfordulása egy adott éven belül,
- a csapadékos napok száma,
- az adott évben előforduló maximális napi csapadék mennyisége.

A 2000 és 2013 közötti időszakban azt figyeltük meg, hogy az előforduló maximális csapadék időpontja egy adott évben egyre többször június vagy július hónapra esik, míg 1993 és 2000 között ennek ideje jellemzően valamelyik, őszi vagy téli hónapban volt jellemző.

Egyre nagyobb a veszélye a villámárvizeknek, ill. a helyi vízkárok kialakulásának a karszton (amit általában csapadékos május „készít elő”).

A vizsgált források és monitoring-kút átlagvízszintje szintén emelkedik, továbbá a vizsgált megfigyelő helyeken a vízszintmozgás egyre távolabb határok között történik. Megállapíthatjuk tehát, hogy a hegységben ténylegesen megfigyelhető a meteorológiai viszonyok változása (a szélsőségek gyakoribbá válása, ill. növekedése), melyek természetesen hatással vannak a hegység vízforgalmára is. A Magyarországra prognosztizált aszályos időjárás helyett azonban a Bükk hegységben egyre jelentősebb csapadékbőség figyelhető meg. Ennek okait munkánk során nem kutattuk, nem kívánunk állást foglalni, hogy ez a klímaváltozás természetes, vagy emberi hatás miatt következett-e be, de az adatok alapján egyértelműen kimutatható a Bükk hegységben.

## **Köszönetnyilvánítás**

A tanulmány/kutató munka a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű „KÚTFŐ” projektjének részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## **IRODALOM**

- KOVÁCS, P. – LÉNÁRT, L. (2012): A 2006-os és a 2010-es bükki karsztár-  
vizet okozó csapadékok elemzése. – VI. Magyar Földrajzi Konferencia,  
MERIEXWA nyitókonferencia, Szegedi Tudományegyetem, ISBN 978-  
963-306-175-6, pp. 1098-1108.*
- LÉNÁRT, L. – HERNÁDI, B. – CZESZNAK, L. – HORÁNYINÉ CSISZÁR,  
G. – SZEGEDINÉ DARABOS, E. – KOVÁCS, P. – SŰRŰ, P. – TÓTH, K.  
(2012): A 2006-os és a 2010-es bükki karsztár-  
víz okainak, lezajlásának,  
hatásainak és hasonló havariák kiküszöbölésének általánosítható tapasztala-  
tai. – VI. Magyar Földrajzi Konferencia, MERIEXWA nyitókonferencia,  
Szegedi Tudományegyetem, ISBN 978-963-306-175-6, pp. 538-548.*
- LÉNÁRT, L. – SZEGEDINÉ DARABOS, E. – CZESZNAK, L. – HERNÁDI,  
B. – KOVÁCS, P. (2013): A bükki karsztár-  
vizek kapcsolata a Bükki Karszt-  
vízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) vízszintjeivel. – IX. Kárpát-medencei  
Környezettudományi Konferencia, június 13-15, pp. 371-377.*
- LÉNÁRT, L. (2013): A Bükkben keletkezett kitermelhető karsztvízkészlet  
folyamatos meghatározásának módszere XXII/a. (Az 1992. 10. 10. - 2013.  
01. 01. közötti mérések értékelése). – Észak-magyarországi Regionális  
Vízművek Zrt., Heves megyei Vízművek Zrt., Mezőkövesdi VG Zrt. (meg-  
bízás)*
- MAY, W. (2006): The simulation of the variability and extremes of daily  
precipitation over Europe by the HIRHAM regional climate model, – Global  
and Planetary Change, 57 (1-2) pp. 59-82.*
- SEMMLER, T. – JACOB, D. (2004): Modeling extreme precipitation events  
- a climate change simulation for Europe, – Global and Planetary Change,  
44 (1-4) pp. 119-127.*
- SZŰCS, P. (2012): Hidrogeológia a Kárpát-medencében – hogyan tovább? –  
Magyar Tudomány, 2012. 5., HU ISSN 0025 0325, pp. 554-565.*
- SZŰCS, P. – MADARASZ, T. (2013): Hydrogeology in the Carpathian basin  
– how to proceed? – European Geologist, No. 35, May 2013, ISSN: 1028-  
267X, pp. 17-20.*