

**MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ
ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁGI
RÉGIÓBAN
2015**

**KONFERENCIA
ELŐADÁSAI**

Debrecen, 2015. június 11.

Szerkesztette:
Edited by
Dr. Bodzás Sándor

Kiadja: **Debreceni Akadémiai Bizottság
Műszaki Szakbizottsága**

ISBN 978-963-7064-32-6

Debrecen 2015

A konferencia szervezői:

**A Magyar Tudományos Akadémia Debreceni Területi Bizottság (DAB)
Műszaki Szakbizottsága,**

a Debreceni Egyetem Műszaki Kara,

valamint az

Üzemfenntartási Alapítvány

A konferencia fővédnöke:

Dr. habil Szűcs Edit
a Debreceni Egyetem Műszaki Kar dékánja

A konferencia Programbizottsága:

Ráthy Istvánné Dr., *elnök*; Dr. Bodzás Sándor, *titkár*;

**Dr. Békési Bertold, Dr. Berta Miklós, Dr. Bodnár Ildikó, Dr. Dudás Illés,
Dr. Garai József, Dr. Husi Géza, Dr. Kalmár Ferenc, Dr. Kocsis Imre,
Dr. Kovács Imre, Dr. Mankovits Tamás, Dr. Nehme Kinga,
Dr. Óvári Gyula, Dr. Palik Mátyás, Dr. Szabolcsi Róbert,
Dr. Szabó István, Dr. Szabó Sándor, Dr. Szegedi Péter,
Dr. Szigeti Ferenc, Dr. Szíki Gusztáv Áron, Dr. Szűcs Edit,
Dr. Szűcs Péter, Dr. Ungvárai Ádám**

A konferencia támogatói:

FANUC Robotics Magyarország Kft
DKV Debreceni Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság



TARTALOMJEGYZÉK

Tóth László A MÉRNÖK ÉS AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM	1
Dudás Illés MERRE TART A GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA?	2
Zöld András AZ ÚJ ÉPÜLETENERGETIKAI IRÁNYELV ÉS A FENNTARTHATÓSÁG	21
Skoda Melinda A VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS JELLEMZŐINEK ALAKULÁSA AZ EURÓPAI UNIÓ TAGÁLLAMAIBAN	28
Monostori Renáta AZ ACETABULAR ÉS A GÖMBFEJ ÉRINTKEZÉSÉNEK VIZSGÁLATA	34
Bodzás Sándor KÚPOS CSIGATENGELY BEFEJEZŐ MEGMUNKÁLÁSA KORONGBEDÖNTÉSI SZÖG KORREKCIÓ ALKALMAZÁSÁVAL	39
Bodnár István TELEPÜLÉSI SZILÁRD HULLADÉK ENERGETIKAI CÉLÚ HASZNOSÍTÁSÁNAK KOMPLEX VIZSGÁLATA	47
Berta Miklós CAPP RENDSZEREK FEJLESZTÉSI ÉS ALKALMAZÁSI TAPASZTALATAI	53
Balogh Gábor, Varga Emil ÉLELMISZERMÉRNÖKI ALAPSZAK - OKJ MODULOK MEGFELELTETHETŐSÉGE	60
Balogh Gábor, Mankovits Tamás, Manó Sándor, Tóth László TITÁN HABOK GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁJÁNAK ÁTTEKINTÉSE	64
Miklós Rita, Tóth Márton, Szegediné Darabos Enikő, Lénárt László VÍZKÉMIAI ADATOK FELHASZNÁLÁSA KARSZTVÍZ DOMBORZATI TÉRKÉP PONTOSÍTÁSÁRA	71
Zákányi Balázs, Kovács Balázs, Tóth Márton, Kolencsikné Tóth Andrea, Mikita Viktória KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉNEK TRANSZPORT-MODELLEZÉSI VIZSGÁLATA EGY MÁTRAJI MINTATERÜLETEN	77
Fejes Zoltán, Zákányi Balázs, Szűcs Péter, Deák József ÁRAMLÁSI RENDSZEREK PONTOSÍTÁSA IZOTÓP ÉS VÍZKÉMIAI VIZSGÁLATOKKAL A TOKAJI-HEGYSÉG PEREMI RÉSZÉIN	83

Mankovits Tamás, Ráthy Istvánné DUÁLIS KÉPZÉS A DEBRECENI EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAKÁN	89
Bene Martina, Óvári Gyula, Palik Mátyás HELIKOPTER TÍPUSVÁLTÁS LEHETŐSÉGEI ÉS KORLÁTAI MAGYARORSZÁGON	93
Orosz Máté POLISZTIROLBETON FALPANEL HŐ- ÉS NEDVESSÉGFÜGGŐ HŐVEZETÉSE	114
Tollár Sándor, Tóth Róbert EGYHENGERES MOTOR SZÍVÓCSÖVÉNEK NYOMÁSHULLÁM VIZSGÁLATA HELMHOLTZ-REZONÁTOR JELENLÉTE MELLETT	120
Korponai János, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla VÁLLALATOK KÖZÖTTI STRATÉGIAI EGYÜTTMŰKÖDÉS	127
Kézi Csaba Gábor, Kocsis Imre, Szíki Gusztáv Áron, Vámosi Attila, Vinczné Varga Adrienn MATEMATIKAI SZOFTVEREK ALKALMAZÁSA MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOKBAN	135
Zákányiné Mészáros Renáta, Zákányi Balázs, Demény Anita EDC SZENNYEZŐANYAGOK VIZEKBŐL TÖRTÉNŐ ELTÁVOLÍTHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	141
Szegedi Péter, Szabó Vivien HOGYAN BEFOLYÁSOLJA A TERRORIZMUS A REPÜLŐTEREK BIZTONSÁGÁT A TECHNIKA SZEMSZÖGÉBŐL?	147
Békési Bertold, Szegedi Péter, Molnár András, Stojcsics Dániel, Makkay Imre EGY NEMZETKÖZI, PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK VERSENYÉNEK TAPASZTALATAI	157
Szegediné Darabos Enikő, Lénárt László, Hernádi Béla FORRÁSOKBAN ÉS KUTAKBAN MÉRT VÍZSZINTCSÖKKENÉSEK JELLEGZETESSÉGEIBŐL KINYERHETŐ INFORMÁCIÓK A BÜKKI KARSZT PÉLDÁJÁN	169
Czédli Herta, Szíki Gusztáv Áron BIOAKKUMULÁCIÓ VIZSGÁLATA PIXE MÓDSZERREL	175
Csanády Gábor A MŰEMLÉKVÉDELEM FUNKCIÓI	180
Tóth József A TANULÁSI EREDMÉNYEK MEGHATÁROZÁSA A MÉRNÖKKÉPZÉS FOLYAMATÁBAN	188
Békési Bertold, Szegedi Péter ÖTÖDIK GENERÁCIÓS VADÁSZREPÜLŐGÉPEK FEJLESZTÉSÉNEK FILOZÓFIÁI	194

Dombora Sándor ÁLLAMI SZERVEZETEK INFORMÁCIÓBIZTONSÁGÁNAK FEJLESZTÉSE	207
Németh Géza, Németh Nándor, Péter József DÖRZSBOLYGÓMŰ HAJLÉKONY ELEMINEK SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁSA	213
Lámer Géza A KÖRÖNDI TŰZ EGY ÉPÍTŐMÉRNÖK SZEMÉVEL I. RÉSZ. A TŰZ ÉS ÁLLAPOTÉRTÉKELÉS A TÜZET KÖVETŐEN	220
Lámer Géza A PITAGORASZ-TÉTEL ÁLTALÁNOSÍTÁSAI AZ n -DIMENZIÓS EUKLIDESZI TÉRRE	232
Fazekas Lajos, Molnár András HIDRAULIKUS BERENDEZÉSEK ZAVARMENTES ÜZEMELÉSÉNEK FELTÉTELEI, AZ ALKALMAZOTT HIDRAULIKA FOLYADÉKOK FELÜGYELETE, ÉS KARBANTARTÁSA	257
Fábián Kristóf, Kiss Zsolt RADARKERESZTMETSZET MÉRÉSE DOPPLER ELJÁRÁS SEGÍTSÉGÉVEL	265
Földesi Krisztina A BIOMETRIKUS AZONOSÍTÁSI TECHNIKÁK ALKALMAZÁSÁNAK RENDŐRSÉGI PERSPEKTÍVÁI	276
Gyurkó Zoltán, Borosnyói Adorján NORMÁL SZILÁRDSÁGÚ BETON KEMÉNYSÉGVIZSGÁLATÁNAK DISZKRÉT ELEMES MODELLEZÉSE	283
Hagymássy Zoltán, Gindert-Kele Ágnes MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉP KÚPOS-SZALAGOS SZÓRÓ SZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA	290
Hancz Gabriella A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA ALKALMAZÁSA A VIZEK MENNYISÉGI- ÉS MINŐSÉGI VÉDELMERE DEBRECENBEN A VÍZ KERETIRÁNYELV CÉLJAIVAL ÖSSZHANGBAN	294
Molnár András, Csabai Zsolt, Ráthy Istvánné, Fazekas Lajos HOVÁ TART A TERMIKUS SZÓRÁSI TECHNOLÓGIA FEJLŐDÉSE?	300
Hudák József, Literáti Zsolt, Kovács Imre, Radnay László FACSAPOS KAPCSOLATOK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA	307
Kovácsné Igazvölgyi Zsuzsanna, Kisgyörgy Lajos GYALOGOSOK ÉS KERÉKPÁROSOK KÖZÖTTI KONFLIKTUSOK OKAI BUDAPESTEN	313

Jakab Erika, Kuti Csilla, Pintye Zsombor, Kovács Imre WSG KIEGÉSZÍTŐ ANYAG ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSAI A BETON MECHANIKAI JELLEMZŐIRE	319
Kasza Klaudia, Izbékiné Szabolcsik Andrea, Bodnár Ildikó OLDOTT ÉS NEM OLDOTT ANYAGOK VIZSGÁLATA HÁZTARTÁSI SZÜRKEVIZEKBEN	325
Kolláth Gábor, Szegedi Péter A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖKÖN ALKALMAZOTT SZENZOROK	331
Kocsis Imre, Tóth László MATEMATIKAI SZOFTVEREK ALKALMAZÁSA A GÉPÉSZMÉRNÖKI KÉPZÉSBEN	339
Varga Zsolt, Czédli Herta, Bíró János, Fekete Ákos ORTOFOTÓK MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA ERDŐHATÁROK GEODÉZIAI FELMÉRÉSE ALAPJÁN	348
Kovács Ágota NAPENERIGA FELHASZNÁLÁSÁNAK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE, AVAGY NINCS ÚJ A NAP ALATT	354
Kovács József, Salem Georges Nehme ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON	364
Krámer Gyula, Siménfalvi Zoltán, Szepesi L. Gábor ABSZORPCIÓS HŰTÉSI RENDSZER MODELLEZÉSE	373
Kozma Ferenc, Varga Ferenc EGY LIEBHERR FORGÓKOTRÓ GÉMTÖRÉSÉNEK VIZSGÁLATA	380
Mező Norbert János, Taiierling János, Kovács Imre MŰANYAG SZÁLERŐSÍTÉSŰ VASBETON GERENDÁK ALAKVÁLTOZÁSI ÁLLAPOTA	386
Ilyés Csaba, Turai Endre, Szűcs Péter A NYÍRSÉG CSAPADÉK IDŐSORAINAK STATISZTIKUS ÉS CIKLIKUS JELLEMZŐINEK VÁLTOZÁSA	392
Kozmáné Szirtesi Krisztina, Angyal Anikó, Szoboszlai Zoltán, Furu Enikő, Török Zsófia, Kertész Zsófia AEROSZOL VIZSGÁLATOK PASSZÍVHÁZ TECHNOLÓGIÁS ÉÜLETEKBEN	398
Hajdu Sándor, Ráthy Istvánné A JÁRMŰIPARI FOLYAMATTERVEZŐ SPECIALIZÁCIÓ SZEREPE A DE-MK GÉPÉSZMÉRNÖKI TANSZÉKÉNEK OKTATÁSI STRUKTÚRÁJÁBAN	408
Huri Dávid, Fazekas Lajos, Balogh Gábor LEMORZSOLÓDÓ HALLGATÓK A GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAKON, RÉSZISMERETI TUDÁS BESZÁMÍTÁSA AZ OKJ KÉPZÉSBE	412

Kalmár Imre, Kalmárné Vass Eszter, Grasselli Gábor, Szendrei János TECHNOLÓGIAI RENDSZER SZINTŰ PROBLÉMÁK A HAZAI, MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ BIOMASSZÁRA ALAPOZOTT BIOGÁZÜZEMEK TARTÓS, FENNTARTHATÓ ÜZEMELTETÉSÉBEN	418
Dezső Gergely, Szigeti Ferenc ADDITÍV GYÁRTÁSSAL KÉSZÍTETT ALKATRÉSZEK MIKROSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA	424
Poós Tibor MATEMATIKAI MODELLEK ÉS TÉRFOGATI HŐÁTADÁSI TÉNYEZŐK DOBSZÁRÍTÓKNÁL	430
Mankovits Tamás, Varga Tamás Antal, Manó Sándor, Balogh Gábor, Kocsis Imre, Budai István, Gábora András, Tóth László FÉM HABOK MODELLEZÉSI KÉRDÉSEI	436
Nagy Réka Anna, Borosnyói Adorján REPEDÉS GEOMETRIA VIZSGÁLATA BETONBAN KÉPDIGITALIZÁCSI ELJÁRÁSSAL	440
Nagy Balázs ÉPÍTŐANYAGOK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATA DINAMIKUS HŐ- ÉS PÁRATECHNIKAI MODELLEZÉSHEZ	446
Abdelkader El Mir, Nehme Salem Georges ÖNTÖMÖRÖDŐ BETONOK VIZSGÁLATA ULTRAHANGGAL	453
Kavas László, Óvári Gyula, Rozovicsné Fehér Krisztina A GAZDASÁGOSSÁG, A KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ALKALMAZÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI A REPÜLÉSBEN	460
Plásztán Bence, Bodnár István BIOMASSZA GÁZOSÍTÁSÁNAK TERMOKINETIKAI MODELLEZÉSE GÁZÖSSZETÉTEL ÉS ENERGETIKAI HATÉKONYSÁG SZEMPONTJÁBÓL	471
Bodnár Balázs AZ INTERMODÁLIS KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉSI KÖZPONTOK HELYZETE MA MAGYARORSZÁGON ÉS DEBRECENBEN	477
Konyári Mariann, Juhász György CSAVARKÖTÉSEK OLDÁSI NYOMATÉKÁNAK VIZSGÁLATA	484
Rénes Máté, Jakab András, Nehme Kinga, Nehme Salem Georges PONTMEGFOGÁSÚ ÜVEGEK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATA	489
Frankó Mihály, Nehme Kinga, Kovács József RONCSOLÁSMENTES BETONVIZSGÁLÓ MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA C30/37 NYOMÓSZILÁRDSÁGOT MEGHALADÓ BETONOK ESETÉBEN	495

Sarvajcz Kornél, Váradiné Szarka Angéla TERMÓELEKTROMOS GENERÁTOR SZIMULÁCIÓS ÉS KALIBRÁCIÓS MÉRÉSEI	505
Szabó Sándor, Tóth László, Daróczi Lajos, Beke Dezső, Gyöngyösi Szilvia, Bolgár Melinda, Piros Eszter HAGYOMÁNYOS MŰSZAKI ÖTVÖZETEK ÉS INNOVATÍV ALAKEMLEKEZŐ FÉMEK AKUSZTIKUS EMISSZIÓS VIZSGÁLATA	511
Deák Krisztián, Kocsis Imre SZERSZÁMGÉPORSÓK REZGÉSDIAGNOSZTIKÁN ALAPULÓ HIBADIAGNOSZTIKÁJA GÉPI TANULÁS ALKALMAZÁSÁVAL	517
Taierling János, Mező Norbert János, Kovács Imre MŰANYAG SZÁLERŐSÍTÉSŰ VASBETON GERENDÁK REPEDEZETTSÉGI ÁLLAPOTA	524
Molnár András, Csabai Zsolt, Ráthy Istvánné, Fazekas Lajos TERMIKUSAN SZÓRT NICRBSI BEVONATOK MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA	530
Tóth Márton, Ling Erika, Kovács Balázs TELÍTETT ÉS TELÍTETLEN SZIVÁRGÁS VIZSGÁLATA RUDABÁNYAI MEDDŐHÁNYÓ MINTÁKBAN	537
Truzsi Alexandra, Bodnár Ildikó ANTROPOGÉN SZENNYEZŐK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A HORTOBÁGY- BERETTYÓ FŐCSATORNA NÖVÉNYI TÁPANYAGTARTALMÁRA	543
Ungvárai Ádám, Kisgyörgy Lajos KÖZLEKEDÉSI MINTÁZATOK ANALÓGIÁN ALAPULÓ VIZSGÁLATA VÉGESELEMES MÓDSZERREL	548
Jakab András, Nehme Kinga, Nehme Salem Georges ÜVEG LIZÉNÁK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATA	554
Valentényi Péter SZERVEZÉSI FELADATOK VIZSGÁLATA EGY MEGVALÓSULT ÉPÍTKEZÉSRE	561
Varga Béla, Békési László, Sipos Jenő GÁZTURBINÁS HAJTÓMŰVEK PARAMÉTER-ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA	567
Vermes Pál A KARBANTARTÁS – ÉRTÉKELÉS ÉS – FEJLESZTÉS NÉHÁNY LEHETŐSÉGE	573
Pálinkás Sándor, Krállics György, Bézi Zoltán HIDEGHENGERLÉSI FOLYAMAT VÉGESELEMES MODELLEZÉSE	582
Bak Judit A DUÁLIS KÉPZÉS EURÓPÁBAN, A NÉMETORSZÁGI DUÁLIS MODELL	588

FORRÁSOKBAN ÉS KUTAKBAN MÉRT VÍZSZINTCSÖKKENÉSEK JELLEGZETESSÉGEIBŐL KINYERHETŐ INFORMÁCIÓK A BÜKKI KARSZT PÉLDÁJÁN

FEATUERES OF RECESSION CURVES OF WELLS AND SPRINGS IN THE BÜKK MOUNTAIN

Szegediné Darabos Enikő¹, Lénárt László², Hernádi Béla³

¹MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport,

²Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet ³Miskolci Egyetem, Kútffó Projekt

e-mail: daraboseniko@gmail.com

Kivonat: Az ivóvíz ellátás zavartalan biztosítása érdekében folyamatosan történt és jelenleg is történik a Bükkből kitermelhető vízkészletek mennyiségének meghatározása. Az ivóvízellátás mennyiségi biztosításának szempontjából kritikus helyzetet a csapadékmentes időszak jelent, ez indokolta, hogy a karsztvízszintek előrejelzésének lehetőségeit ilyen időszakban vizsgáltuk. A vizsgálati hely kiválasztásakor első sorban a Nagyvisnyó-17 nevű monitoring kútra összpontosítottunk, ezután természetesen további mérőhelyeket is bevontunk a vizsgálatokba (6 db megfigyelő kút és 2 db forrás). Minden mérőhelyre előállítottuk a jelleggörbéket, ami nem más, mint a karszt kiürülésének menete csapadékmentes időszakban. Az Nv-17 esetben meghatároztuk a görbe egyenletét, mely alapján extrapolációt is végeztünk. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy minden mérőhelyre egy jellemző alakú és meredekségű pontsorozat határozható meg, úgy véljük, hogy az egyes görbék alakját a földtani adottságok határozzák meg. Analitikus módszerek alkalmazásával a görbék alapján áramlási modellek alkotása is lehetséges.

Kulcs szavak: Bükk, karszt, vízszint előrejelzés, csökkenési görbék

Abstract: To determine the amounts of exploitable water resources is necessary to sustain the continuous drinking water supply. From this aspect the rainless periods are critical moments of the water supply so the forecast of karst water level change is useful for waterworks. Firstly, the Nv-17 monitoring well was investigated and later other measurement points were also studied (6 monitoring wells, 2 spring). The characteristic curve was made for all investigation point. This characteristic curve shows the draining process of the karst in rainless periods. In case of Nv-17 monitoring well not only the characteristic curve was made but also extrapolation of curve was executed. By results of investigations we experienced each measuring point has a typical characteristic curve with typical shape and slope which could be related to geological properties. It is possible we can make flow models based on the recession curves when we use analytical methods.

Keywords: Bükk, karst, water level forecast, water level characteristic curve

1. BEVEZETÉS

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. [1]

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 létrehozása, működtetése és adatainak feldolgozása. A mérőrendszer alapjainak számító kutakat 1983-ban hozták létre, a jelenlegi rendszer kialakítása 1992-ben kezdődött meg a folyamatos, elektronikus műszeres mérések beindításával. [2] Jelenleg a bükki karszt területén összesen 34 helyen – kutakban, megfigyelő-kutakban és forrásokban – regisztrálják folyamatosan a vízszint, esetleg a vízhőmérséklet és a vezetőképesség értékeit a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer keretein belül. A rendszer egyik nagy előnye, hogy a Bükk-hegység csaknem teljes területét lefedi,

ezáltal lehetőségünk van komplex hidrogeológiai kutatások végzésére az egyes mérőhelyekről származó vízszint, vezetőképesség és hőmérséklet adatok alapján. [3, 4]

Az elektronikus vízszint, vízhőmérséklet, vezetőképesség és radon méréseket folyamatosan mérő és rögzítő mérőműszerekkel végzik. A mérési gyakoriság zömében 15-60 perc, de elvétve előfordult 10, ill. 240 perces gyakoriságú mérés is. [5]

A hegységet sújtó hosszú száraz periódusok idején nagy jelentősége van a csökkenő vízszintek pontos előrejelzésének, a dolgozatban szereplő jelleggörbék is részben ez a célt szolgálják.

2. A BÜKK-HEGYSÉG ÉS A KARSZTVÍZ SZINTJE

A Bükk-hegység a Borsodi nagyszerkezeti egység része; a Darnó-zóna és a Középmagyarországi-zóna közötti térben fekszik. A fő szerkezeti egységek DNy-ÉK-itől ÉNy-DK-ig változó csapásban elnyúlt, néhány km vagy 10 km széles vetőszeletek meredek dőlésű, oldal eltolódásos jellegű határokkal, amelyek sokszor a réteghatárokkal közel párhuzamosan alakultak ki. A réteghatárok meredek helyzete egy korábbi, redőződéssel és palásság kialakulásával járó képlékeny deformáció eredménye. A hegységben megtalálhatók paleozoós, triász, júra, eocén, oligocén, neogén és negyedkori képződmények egyaránt. [7]

A karsztvíz a rétegvizekhez hasonlóan a csapadékból és a mélység felől pótlódhat. Hazai viszonyaink között a karsztok utánpótlódása lényegében csak csapadékból történik. Felszínig érő karszterületeken helyesen járunk el, ha egyedüli utánpótlódként a csapadék beszivárgó, ill. elnyelt fázisát vesszük csak figyelembe. A karsztvíz egyik jellegzetes tulajdonsága a csapadék hatására változó szintje. [8]

3. AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK BEMUTATÁSA

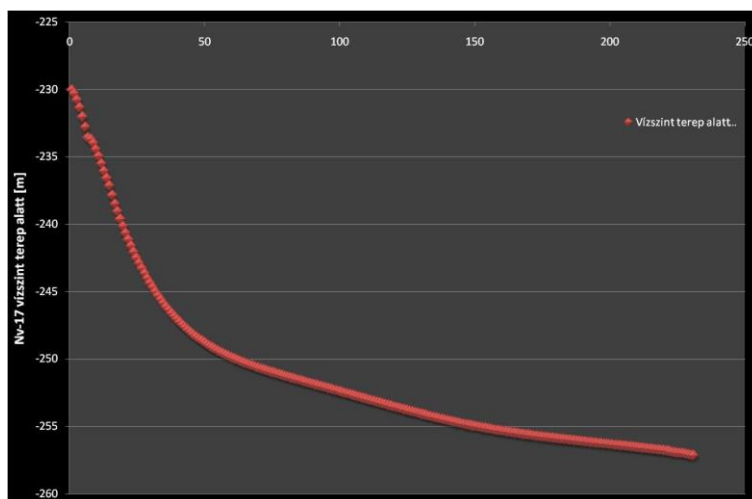
Vizsgálataink alapját az 1992-óta folyamatosan működő Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer, több, hidrogeológiai szempontból fontos mérőhelyén mért vízszint adatai jelentették, ami 7 db megfigyelőkútból és 2 db forrásból állt.

A vizsgálatok kiinduló pontját az Nv-17-mérőhelyen regisztrált napi vízszintek jelentették 1993 és 2011 között, melyekről megállapítottuk, hogy az egyes években a vízszintek „zavartalan” csökkenéseinek meredeksége egymáshoz igen hasonló volt. [9]

Az iménti megfigyelésből arra a következtetésre jutottunk, hogy adott mérőhelyre létezik egy csapadékmentes időszakban érvényes, jellemző csökkenési görbe. Ezután célként a kiválasztott mérőhelyekre e görbék meghatározását tűztük ki. A görbék segítségével egyrészt pontosíthatjuk a vízszint és ezáltal a vízkészlet előrejelzéseket, másrészt úgy véljük, hogy a hidrogeológiai szempontból lényeges földtani heterogenitásokat is jól tükrözik majd a jellemző görbe alakok, ill. meredekség változások.

4. EREDMÉNYEK

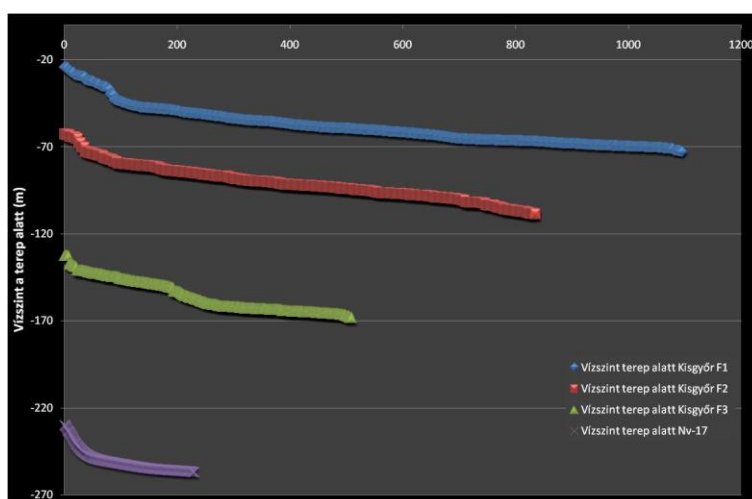
A mérőhelyekről származó 22 éves adatsor alapján előállítottuk az általunk jelleggörbének nevezett pontsorozatot, melynek lényege, hogy a rendelkezésre álló adatokból kiragadtuk azokat a részeket, ahol a vízszint görbe zavartalanul csökkent (csapadékmentes időszakból származó csökkenés, minimum 5 nap), majd ezeket - vízszinteknek megfelelően - egymáshoz illesztettük. Így egy csapadéktól csaknem teljesen mentes csökkenési görbét kaptunk eredményül, mely átfogja az eddig mért maximum és minimum által meghatározott teljes tartományt. A vízdomborzat szempontjából tetőhelyzetben lévő Nv-17 mérőhely mért adatokból előállított jelleggörbéjét mutatja az 1. ábra.



1. ábra: Az Nv-17 jelleggörbéje

Ha a vizsgált mérőhelyek elhelyezkedését földtani szempontból vizsgáljuk, elmondható, hogy az Nv-17 Bükkfennsíki Mészköbe, a Kisgyőr F1-es kút Bükkfennsíki Mészköbe és Gyulakeszi Riolittufába, míg az F2-es Bükkfennsíki mészkőbe, az F3-as kút pedig Felsőtárkányi Mészkö Formációba mélyült. Az alaphegységi formációk vízföldtani adottságairól azt tudjuk, hogy a Bükkfennsíki Mészkö kitűnően karsztosodik, jó vízvezető. A Felsőtárkányi Mészkö közepesen-gyengén karsztosodó és ugyan ilyen vízvezető, míg a fedőhegységi képződmények közé sorolható Gyulakeszi Riolittufa közel vízrekesztőnek tekinthető.

A 2. ábrán együtt láthatjuk az eddig említett kutak jelleggörbéit, megállapítható, hogy a Kisgyőr F1, F2 kutak görbéje a kezdeti szakaszt leszámítva egymáshoz igen hasonló, a kezdeti eltérést okozhatja a kutak különböző mélysége, de adódhat földtani különbségekből is. Mindenképpen szem előtt kell tartani a porozitás mélység felé történő csökkenését is [8], akár ez is okozhatja, a görbék első szakaszainak különbözőségét. Látható, hogy a Kisgyőr F3 figyelőkút görbéjén több töréspont is megfigyelhető, úgy gondoljuk, hogy ezt szintén a kőzetminőség különbsége okozza. Pontosabb információkat a vízföldtani naplók, ill. mérőhelyek vizsgálatával tudunk majd megállapítani.



2. ábra: Az Nv-17 és a Kisgyőr K1, K2 és K3 figyelő-kutak jelleggörbéje

Az ismertetett jelleggörbéket jelenleg elsősorban vízkészlet meghatározásra, vízkészlet előrejelzésre használjuk. Ehhez adott esetben szükségünk lehet a mérési adatokból előállított

görbék extrapolációjára is, ebben az esetben viszont meg kell határoznunk a görbék egyenletét. Az Nv-17 esetében a mért pontsorozatból előállított görbe egyenletét különböző típusú trendvonalakkal próbáltuk meghatározni. A logaritmikus görbével kapott eredmények jó illeszkedést mutattak. Ezzel a megoldással a jelleggörbe pontsorozat és a logaritmikus egyenlet alapján meghatározott jelleggörbe között a korreláció 0,98, ami kiválóan minősíthető.

Továbbá az 1. ábrán azt is láthatjuk, nagyon magas vízszintek esetében (~550-530 mBf) a csökkenés meredeksége is jelentős, majd megfigyelhető egy határozott töréspont ~530 mBf-i vízszint értékeknél (250 m a terepszint alatt). Emiatt, hogy a számítások még pontosabbak legyenek két részre osztottuk a görbét 530 mBf-i vízszintértéknél.

Következő lépésként a jelleggörbe „alsó” szakaszára próbáltuk „kézi” módszerrel meghatározni a görbe egyenletét. Ennek érdekében kijelöltünk az összesen 178 pontból álló alsó jelleggörbe szakaszon 3 jellegzetes pontot, egyet az elején (10. adat: $x_1=10, y_1=529,80$), egyet a középső szakaszon (115. adat: $x_2=115, y_2=525,00$) és egyet a végén (230. adat: $x_3=230, y_3=522,57$).

Erre a 3 pontra állítottunk fel egyenletrendszeret, melyek közül az alábbi általános képlettel jellemezhető görbe hozta meg az eredményt

$$y = \frac{a}{x+b} + c, \quad (1)$$

ahol:

y – az adott napon mért vízszint
 x – a vizsgált nap sorszáma
 a, b, c – konstansok

Tehát, ha az (1) általános képletbe behelyettesítjük a 3 mért pont ismert koordinátáit, kapunk 3 egyenletet a 3 db ismeretlenhez (a, b, c). Az egyenletrendszer megoldása után megkaptuk az eddigi legtökéletesebben illeszkedő jelleggörbét ($R^2=0,9980$), melyet az alábbi egyenlettel számolhatunk:

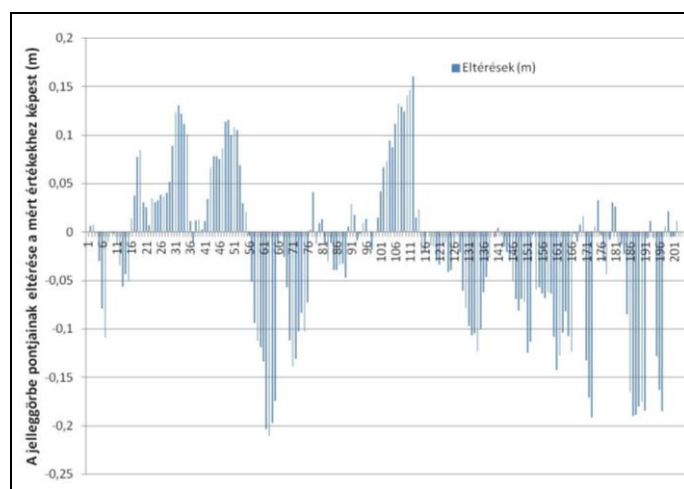
$$y = \frac{2522,4168}{x+178,19507} + 516,3968 \quad [mBf], \quad (2)$$

ahol:

y – az adott napon mért vízszint
 x – a vizsgált nap sorszáma

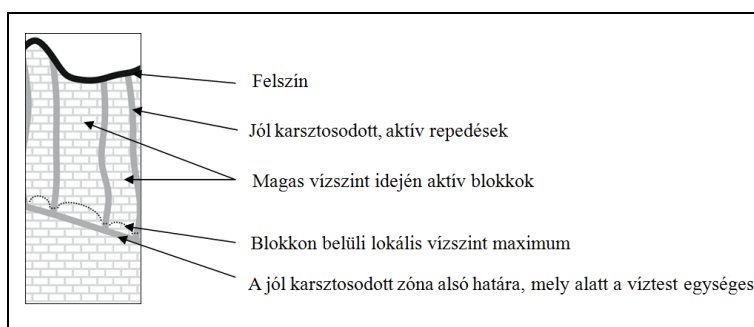
Ezen eredménygörbe segítségével már kedvező feltételek mellett extrapolálhatunk. Mindezek ismeretében már könnyen előre jelezhetjük a vízszint görbe csapadék mentes esetben várható menetét. Ehhez nem kell mást tennünk, csak az extrapolálni kívánt görbe utolsó pontjában mért vízszint adatot leolvasni, majd a számított jelleggörbén megkeresni az ehhez a ponthoz illeszthető pontot és ettől az értéktől kezdve a jelleggörbével helyettesítjük, hosszabbítjuk meg az adatsorunkat. Ezáltal megtudjuk, hogy milyen ütemben várható a vízszint csökkenése, ha a vizsgált időszakban nem hullik érdemi csapadék.

Az előállított csökkenési görbét ellenőriztük is, olyan szakaszokat próbáltunk előre jelezni, ahol mérési adatok is rendelkezésre álltak. Az eredmények eltéréseit mutatja a 3. ábra, ahol láthatjuk, hogy a legnagyobb eltérés 22 cm, amit jó eredménynek tekintünk.



3. ábra: A jelleggörbe ellenőrzések eredménye

Biswal és Marani 2010-es cikke szerint [10] a hozam a lassú csökkenési periódus alatt meghatározható, tekintettel a hullámterjedés karakterisztika idejére a repedéshálózaton keresztül és a repedések fő tagjaira a felszín alatti tárolási rendszerben. Ezért a vízgyűjtőről kilépő hozam bármely időpontban hozzávetőlegesen megegyezik a különböző felszín alatti egységekben tárolt vízmennyiséggel adott pillanatban. Ezen megállapítás alapján a jelleggörbék alkalmasak geomorfológiai adatok meghatározására is. Ezt támasztja alá az a kutatási eredményünk is, mely szerint analitikus módszerrel határoztuk meg a Bükk-fennsík jellemző, áramlási szempontból egységesnek tekinthető blokk méreteket. Arra a megállapításra jutottunk, hogy árvízi időszakban a jó vízvezető közettest 400-600 méteres blokkokra szakad, viszont kis víz idején egységes, hegységnyi méretű karsztvízrendszert képez. (4. ábra)



4. ábra: Elméleti áramlási modell csökkenő vízszintek esetén

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy minden mérőhelyre egy jellemző alakú és meredekségű pontsorozat határozható meg, úgy véljük, hogy az egyes görbék alakját a földtani adottságok határozzák meg.

Mint azt a korábbiakban említettük az előállított jelleggörbéknek alapvető hasznosítási lehetősége a vízszintek előrejelzésekor van. Az előrejelzésre alkalmas görbét az Nv-17 esetében ellenőriztük is, ismert szakaszokon jeleztük előre a vízszinteket, a legnagyobb eltérés 22 cm volt, amit jó eredménynek tekintünk.

A későbbiekben mindenképpen célunk a további mérőhelyekre jellemző görbék egyenletének meghatározása is, ill. annak bizonyítása, hogy a görbék alakja pontosan milyen kapcsolatban áll a földtani adottságokkal.

A jelleggörbék segítségével a Bükkre jellemző áramlási modellt is sikerült elkészítenünk, mely alapján úgy gondoljuk, hogy magas vízszintek esetén a jól karsztosodott zónán belül lokális maximumokkal rendelkező blokkok jönnek létre, míg alacsony vízszintek esetén ezek megszűnnek és a víztest hegység szinten egységes lesz.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0003 jelű projekt részeként, Széchenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **LÉNÁRT L.**, *Környezet Informatikai Tankönyv Kézirat 3.1-3 fejezet*, Miskolc, 2006 (a), pp. 13-15.
- [2] **LÉNÁRT L.**, *A Bükk-térség karsztvízpotenciálja – a hosszú távú hasznosíthatóságának környezetvédelmi feladatai*. Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek. III. évf. 2. sz., Miskolc, 2006 (b), pp. 17-28.
- [3] **SZÜCS P., RITTER Gy.**, *Improved interpretation of pumping test results using simulated annealing optimization*, Acta Universitas Carolinae – Geologica 2002, 46 (2/3), pp. 238-241.
- [4] **SZÜCS P., MADARÁSZ T.**, *Complex hydrogeological modeling of multifunctional artificial recharge options of the Great-Forest Park in Debrecen, Hungary*. Water Pollution VIII, Modelling, Monitoring and Management, WIT Press, 2006, pp. 177-184
- [5] **LÉNÁRT L.**, *A bükki karsztvízkutatás történeti áttekintése*. A bükki karsztvízkutatás legújabb eredményei c. konferencia. Miskolc, 2002. január. 24-26. Karsztvízkutatás Magyarországon I., Budapest, 2002, pp. 1-18.
- [6] **LÉNÁRT L., HERNÁDI B.**, *Bükk Karsztvízszint Észlelő Rendszer*, Karszthidrogeológiai mérési objektumok és víznyomjelzési eredmények, Térkép, Miskolc, 2013
- [7] **PELIKÁN P.**, *A Bükk hegység földtana*, benne: KOVÁCS S.: A Bükk fejlődéstörténete, MÁFI, Budapest, 2005, pp. 148-152.
- [8] **JUHÁSZ J.**, *Hidrogeológia*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987, pp. 58-60, 606-607.
- [9] **E. DARABOS**, *Examining relationships is data recorded with the Bükk Karst Water Monitoring System*, Karst Development Volume 1., Issue 1, Szombathely, 2011, pp. 6-12.
- [10] **B. BISWALL, M. MARANI**, *Geomorphological origin of recession curves*. Geophysical Research Letters, VOL. 37, Issue 24, 2010, pp. 1-5