

ERDÉLYI MAGYAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS TÁRSASÁG  
HUNGARIAN TECHNICAL SCIENTIFIC SOCIETY OF TRANSYLVANIA

**XVIII. Bányászati,  
Kohászati  
és Földtani  
Konferencia**



**18<sup>th</sup> Mining,  
Metallurgy  
and Geology  
Conference**

**BRASSÓ, 2016. Április 7–10.  
BRASOV, April 7-10, 2016**

**Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság**  
**Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania**

**XVIII. Bányászati, Kohászati és Földtani  
Konferencia**

**18<sup>th</sup> Mining, Metallurgy and Geology  
Conference**

**Brassó, 2016. április 7-10.**

**Braşov, April 7-10, 2016**

**Kiadó / Publisher**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT  
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

A tudománytörténeti cikkeket WANEK Ferenc, a plenáris, földtani cikkeket és poszter kivonatokat  
MÁRTON István, SILYE Lóránd és KOVÁCS Alpár lektorálta.

History of science papers were veted by Ferenc WANEK,  
the plenary and geological articles and poster abstracts were veted by István MÁRTON, Lóránd SILYE,  
and Alpár KOVÁCS.

A bányászati és kohászati cikkeket Dr. GAGYI PÁLFFY András lektorálta.  
Papers in mining and metallurgy were veted by Dr. András GAGYI PÁLFFY.

**Nyomdai előkészítés / Desktop publishing**

PROKOP Zoltán

**Nyomda / Print**

ROXER Grup S.A., Kolozsvár / Cluj

**Támogató / Sponsor**



Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. – Budapest

**A konferencia szervezője**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT  
Bányászati-Kohászati és Földtani Szakosztály

**Organizer**

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania  
Mining-Metallurgy and Geology Department

**A konferencia társszervezője**

Brassói Transilvania Egyetem

**Co-organizer**

Transilvania University of Braşov

**A konferencia elnöke / Chairman**

**Dr. MÁRTON István**

**A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee**

**WANEK Ferenc**

az EMT Földtani Szakosztályának elnöke / president of Geology Dept. of EMT

**Dr. MÁRTON István**

EMT Földtani Szakosztály / Geology Dept. of EMT

**Dr. SILYE Lóránd**

EMT Földtani Szakosztály / Geology Dept. of EMT

**KOVÁCS Alpár**

az EMT Földtani Szakosztályának titkára / secretar of Geology Dept. of EMT

**Dr. GAGYI PÁLFFY András**

az OMBKE ügyvezető igazgatója  
general manager of OMBKE

**Dr. VARGA Béla**

Brassói Transilvania Egyetem  
Transilvania University of Braşov

**Dr. KOVÁCS József**

Petrozsényi Egyetem  
University of Petroşani

## A konferencia programja

### CSÜTÖRTÖK, április 7.

- 18<sup>00</sup> – 22<sup>00</sup> regisztráció (City Center Hotel, Str. Traian Grozăvescu, nr. 4)  
 20<sup>00</sup> – 22<sup>00</sup> vacsora (Sergiana Center étterem, Bd. M. Kogălniceanu nr. 15)

### PÉNTEK, április 8.

- 8<sup>00</sup> – 20<sup>00</sup> egész napos szakmai kirándulások  
 8<sup>00</sup> *a földtani kirándulás indulása*  
 Brassói Transilvania Egyetem Konferencia Központja mögötti parkolóból  
 8<sup>30</sup> *a bányász-kohász kirándulás indulása*  
 Brassói Transilvania Egyetem Konferencia Központja mögötti parkolóból  
 20<sup>00</sup> – 22<sup>00</sup> vacsora (Sergiana Center étterem, Bd. M. Kogălniceanu nr. 15)

### SZOMBAT, április 9.

*Helyszín:* Brassói Transilvania Egyetem – Konferencia Központ  
 (Str. Iuliu Maniu nr. 41A)

- 8<sup>00</sup> regisztráció  
 9<sup>00</sup> konferencia megnyitó, köszöntők  
 9<sup>20</sup> plenáris előadások  
 10<sup>50</sup> kultúrműsor a CODEX régizene együttes előadásában  
 11<sup>10</sup> kávészünet  
 11<sup>30</sup> szekció-előadások  
 13<sup>00</sup> ebéd (Sergiana Center étterem, Bd. M. Kogălniceanu nr. 15)  
 14<sup>40</sup> poszterbemutatók, szekció-előadások  
 15<sup>50</sup> szünet  
 16<sup>00</sup> szekció-előadások  
 17<sup>10</sup> kávészünet  
 17<sup>20</sup> szekció-előadások  
 19<sup>30</sup> állófogadás (Sergiana Center étterem, Bd. M. Kogălniceanu nr. 15)

### VASÁRNAP, április 10.

hazautazás

## PLENÁRIS ELŐADÁSOK PLENARY PRESENTATIONS

Ülésvezető / Chairman: MÁRTON István

9<sup>20</sup> **FRITSCH László Zoltán**

Magyar Földgáztároló Zrt., Budapest  
*A gáztárolói piac kihívásai*  
*Challenges of the Gas Storage Market*

9<sup>50</sup> **SZÜCS Péter**

Miskolci Egyetem  
*A felszín alatti víz, mint láthatatlan természeti erőforrás a Kárpát-medencében*  
*Groundwater, the Invisible Natural Resource in the Carpathian-basin*

10<sup>20</sup> **TÓTH Pál**

Miskolci Egyetem  
*Képelemzés alkalmazása a tüzeléstechnikában*  
*Application of Image Analysis in Combustion Technology*

11<sup>10</sup>-11<sup>30</sup> **kávészünet**

Ülésvezető / Chairman: KOVÁCS Alpár

15<sup>00</sup> **KOVÁCS István János, FALUS György, SZABÓ Csaba, TÖRÖK Kálmán,  
HIDAS Károly, BERKESI Márta, PINTÉR Zsanett, DÉGI Júlia,  
LIPTAI Nóra, PATKÓ Levente, ARADI László, NÉMETH Bianka,  
KISS János, FANCSIK Tamás**

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest  
*Kárpát-Pannon régió terciér geodinamikája és a szubkontinentális litoszférájánk  
fejlődése*  
*Tertiary Geodynamics of the Carpathian-Pannonian Region and the Evolution  
of its Subcontinental Lithospheric Mantle*

## A felszín alatti víz, mint láthatatlan természeti erőforrás a Kárpát-medencében

### Groundwater, the Invisible Natural Resource in the Carpathian-basin

Szűcs Péter

Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mémőkgeológiai Intézeti Tanszék,  
MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

#### Abstract

*Groundwater resources play significant role inside the Carpathian Basin. 96 % of the drinking water supply is based on groundwater in Hungary. Besides the potable water resources, thermal, mineral and medicinal water resources are also well-known and famous. Health tourism can have a very high increasing potential inside the Carpathian Basin. The extent of the geothermal energy utilization can also be expected to grow in the near future to give more renewable energy to the society.*

#### Kulcsszavak

Hidrogeológia, felszín alatti vízkészletek, ivóvíz, ásványvíz, kutatás

#### 1. Bevezetés

Magyarország vezetékves vízellátásában igen nagy szerepe van a felszín alatti vízkészleteknek. Az ivóvízellátás több mint 95%-a felszín alatti vizeinkből származik. Híresek vagyunk ásványvíz-, gyógyvíz- és hévízkészleteinkről, geotermikus adottságainkról. A hidrogeológusok szakmai felelőssége jelenleg is igen nagy a tekintetben, hogy felszín alatti vizeinket mennyiségi és minőségi szempontokat is figyelembe véve fenntartható módon hasznosítsuk, illetve hosszú távon megőrizzük. Az utóbbi időkben azonban számos új globális és lokális természeti és társadalmi problémával is szembesültünk kellett, amelyek káros hatásai sajnos igen jelentősek a környezeti elemekre, így a felszín alatti vizekre is. A jelen és a jövő hazai hidrogeológusainak új típusú szakmai kihívásokra kell hatékonyt választ adniuk intenzív kutatásokra alapozott innovatív megoldások segítségével.

#### 2. Hidrogeológiai viszonyok a Kárpát-medence belsejében

Magyarország a Duna vízgyűjtőterületén belül a Kárpát-medencében, a föld egyik legzártabb medencéjében helyezkedik el. Ennek a természetföldrajzi vonatkozásnak igen fontos kihatásai vannak a felszíni és felszín alatti vízkészleteinkre. Viszonylag kis területű hazánk hét országgal szomszédos, amely tény speciális viszonyokat alakít a felszín alatti vizek esetében is. Európán belül Magyarországnak van fajlagosan a legtöbb határral osztott felszín alatti vízbázisa. A ország vízgyűjtő-gazdálkodási tervében [15] megadott 185 felszín alatti víztestből jelenleg negyven hivatalosan is elismert határral osztott víztest. A tényleges helyzet ennél is nagyobb kiszolgáltatottságot jelent. Felszín alatti víztesteink fele határral osztottnak tekinthető, azaz országon kívüli hatások is jelentős mértékben befolyásolhatják felszín alatti vizeink mennyiségét és minőségét. E tény sokkal kevésbé közismert vagy látható, mint az, hogy a felszíni vizeink mintegy 96%-a nyugati, északi és keleti határainkon keresztül érkezik hazánk földjére. A határszéleken Magyarország a felszín alatti vízkészletek illetően is döntően alvízi helyzetben van, sajátságos, részben kiszolgáltatott helyzetet teremtve. A hazai kutatások eredményeképpen igen fontos eredmények születtek a határral osztott felszín alatti vízadók vízkészleteinek hasznosítása területén [12], amely tapasztalatokat számos UNESCO kurzus keretében sikerült megosztani a nagyvilágban. A

határral osztott vízgyűjtőknél a környezet- és klímaváltozás hatásai még intenzívebben jelentkezhetnek. E változásokra hidrogeológusainknak fel kell készülniük. Szomszédaink közül Ausztria (1995), Szlovákia, Szlovénia (2004), Románia (2007) és Horvátország (2013) az Európai Unió tagja. Velük a szakmai együttműködés a jogharmonizáció és az európai közös értékek mentén általában ma már egyszerűbb, mint a Duna-programokhoz csatlakozott, de nem EU-tag Szerbia és Ukrajna esetében.

Hazánk vízföldtani adottságai egyrészt igen jók, ugyanakkor a hidrogeológus szakembereknek speciális, az alábbiakban részletezett földtani, hidrogeológiai, meteorológiai és geotermikus viszonyokra kell számítaniuk a Pannon-médcében. Hazánk viszonylag nagy területein ugyanabban a naptári évben előfordulhat a felszín alatti vizekre is hatással levő árvíz, belvíz és akár aszály. A vízkészletekkel foglalkozó szakembereknek a vizek hasznosítása mellett a vizek kártétele elleni védelemre is fel kell készülniük Magyarországon.

Hazánk változatos földtani és hidrogeológiai képet mutat, ahol szinte minden, szakmai szempontból izgalmas jelenség megtalálható egymás közelében. A vízellátás szempontjából komoly jelentőséggel bíró karszthegységeink hidrogeológiai viszonyai [1] mellett tanulmányozhatóak a hasadékos vulkáni, magmás és metamorfit kőzetek igen érdekes vízraktározási viszonyai is [11]. A nemzetközi érdeklődés figyelmébe került Alföld és a Kisalföld számos megoldásra váró problémát kínál a hidrogeológusok számára. A szakmai érdekességek sokaságának természeti okai között szerepel az, hogy a Föld kérge viszonylag vékonyabb a Kárpát-medence alatt, másrészt az egész Kárpát-medence jelenleg is megfigyelhető tektonikai kompresszió révén térrövidülés alatt áll, amely tovább fokozza a mélyben elhelyezkedő vízadó és egyéb fluidumtároló összletek pórusnyomását.

Az Alföld egészét tekintve a rekonstruált felszín alatti vízárntér értelmezése alapján két folyadék-hajtó energiafajta jelenlétével kell számolnunk. Felül egy gravitációs folyadékrendszer, míg alatta a tektonikai kompresszió által is generált túlnyomásos, vagy egyes emelkedő területeken alulnyomásos folyadékáramtér található [7]. Az üledékképződésből, fluidumhőmérséklet-emelkedésből és tektonikai kompresszióból eredő erős túlnyomásos forráshelyei uralkodóan a pre-neogén aljzat kimagasló rögei. Ebben a mély, fojtott hidraulikus áramlási rendszerben a folyadékok függőleges mozgáskomponense egyértelműen felfelé irányul. Az említett két nagy áramlási rendszer határfelülete igen komplex [4]: mélysége az Alföld különböző területein még meghatározásra vár. A csatlakozási zóna alakja és dinamikai jellege nagyon változó, és függ a hidrogeológiai környezettől, azaz a helyi domborzati, meteorológiai és geológiai viszonyoktól. Az Alföld kőzetvázát egy komplex szerkezetű pre-neogén aljzatú medence 7000 m vastagságot is elérő, fluidummal kitöltött neogén törmelékes üledékösszlete alkotja. Magyarországon a felszín alatti kőzetek pórusaiban és repedéseiben egy időben kb. 5000 km<sup>3</sup> víz helyezkedik el. Ez a mennyiség tekinthető az ún. statikus felszín alatti készletnek. A fenntartható vízhasznosítás szempontjából sokkal nagyobb jelentőségű a dinamikus készletek meghatározása. Országos szinten a felszín alatti, fenntartható módon kitermelhető vízkészlet 2 km<sup>3</sup>/év körül alakulhat, amely értéket további kutatások pontosíthatnak. Az üledékes összletek mellett a felszín alatti vizek kitermelése szempontjából hazánkban jelentős szerepet játszanak a repedezett (karsztos és vulkáni) vízadók is.

### 3. Felszín alatti vizek a vízellátásban

A világ vízellátásában a felszín alatti víz átvette a vezető szerepet a felszíni vízkészletektől [13]. Európában ma már a vízellátás 75%-a, míg Magyarországon több mint 95%-a származik a felszín alatti vizekből. Bár az ivóvízellátó közművek napi kapacitása Magyarországon 4,5 millió m<sup>3</sup>, az éves termelt ivóvíz mennyisége csak kb. 700 millió m<sup>3</sup>. Az ivóvíz mellett az ásvány- és gyógyvizeinket, valamint a hévizeket is magában foglaló felszín alatti vízkészleteink még inkább felértékelődnek a közeljövőben, hiszen egyre szaporodnak a Föld lakosainak már jelenleg is mintegy felét érintő vízellátási problémák. Sajnos a változó természeti feltételek és adottságok mellett felszín alatti vízkészleteinket is veszélyeztetik azok az emberi hatások, amelyek egyrészt a környezeti elemek szennyeződésében vagy például az éghajlatváltozásban fejtik ki hatásukat. Érdekes hidrológiai különbség, hogy a szomszédos Romániában a vezetékes vízellátás ma is döntően felszíni vízkészletekre támaszkodik. Magyarországon a felszín alatti vizek esetében a gyakorlati osztályozás [5] alapján többfajta víztípust is elkülönítünk. A parti szűrésű – a folyók kavicsteraszához közvetlenül is kapcsolható – vízkészleteket is ide soroljuk a hazai nevezéktan szerint. E vízkészletek – amelyek a vízellátás közel 40%-át te-

szik ki – bizonyítékai a felszín alatti és felszíni vizek közötti kölcsönhatásnak. A termelés fontos feltétele a mederfenéken a termelés hatására kialakuló, mikrobiológiailag aktív szűrőréteg. E vízkészlet megőrzése stratégiai fontosságú, Budapest szinte teljes egészében parti szűrésű vizet használ majd kétmillió lakosa ellátására. E vízkészletet leginkább a folyó felől érkező szennyezők veszélyeztethetik. A parti szűrésű vízkészletek mellett elsősorban síkvidéki területeinken a rétegvizek jelentik még ivóvizeink legjelentősebb forrását. A Dunántúli-középhegység és a Bükk környezetében a sérülékeny karsztvíz is számottevő a víztermelésben. Sajnos a felszínhez legközelebb eső talajvizeink többsége ma már olyan rossz minőségű, hogy nem alkalmas ivóvízellátásra. Az ország kisebb területén, pl. a Tokaji-hegységben a vulkáni kőzetek hasadékaiban és repedéseiben tárolt víz is szerepet játszik lokális léptékben a vízellátásban. Fontos megérteni azt, hogy a felszín alatti vizek gyakorlati osztályozása egy mesterséges elkülönítést jelent, ahol az egyes felszín alatti vízkészlet fajták elkülönítése és egymással való kapcsolata mind lokális, mind regionális szinten a hidrogeológusok szakértelmét kívánja.

A biztonságos hazai vízellátás fenntartása érdekében tovább kell folytatni az országos vízbázisvédelmi programot az üzemelő és a távlati vízbázisok tekintetében. A mintegy 1700 hazai vízbázis több mint fele sérülékenynek tekinthető, így csak ezek megfelelő diagnosztikája, biztonságba helyezése és tartása garantálhatja létfontosságú nemzeti érdekünket az ivóvízellátás területén. Az ivóvízminőség-javító program keretében törekedni kell olyan lehetséges hidrogeológiai és vízgazdálkodási megoldásokra, amelyek nem csak az igen költséges víztisztítási technológiák alkalmazására támaszkodnak. Szakmai szempontból elkerülhetetlenné vált a víziközmű-szolgáltatás teljes reformja, amelyben a hidrogeológusoknak is jelentős szerepet kell kapniuk. Közös érdekünk, hogy a víziközmű-szolgáltatással kapcsolatos szakmai elvárások jelentős mértékben emelkedjenek a jövőben. Ez szolgálhatja a vízszolgáltatás minőségének és megbízhatóságának további jövőbeli javulását, illetve a vízi közmű előregedett infrastruktúrájának megújulását. Ma az igen jelentős, sokszor 20–30%-ot is meghaladó hálózati veszteségek jelentős mértékben – károsan – befolyásolják egy-egy adott helyen a természetes felszín alatti vízkészleteink mennyiségi és minőségi állapotát. Távlati vízbázisokat tekintve ugyanakkor jó helyzetben van az ország. A napi kb. 2–2,5 millió köbméteres felszín alatti víztermelés mellett kb. 1 millió m<sup>3</sup>/nap összesített kapacitású távlati vízbázissal rendelkezünk, amelynek nagyobb része a Duna és a Tisza mentén parti szűrésű rendszerként van kijelölve és védve.

#### 4. Ásvány- és gyógyvíz-, valamint hévízkészleteink hasznosítása

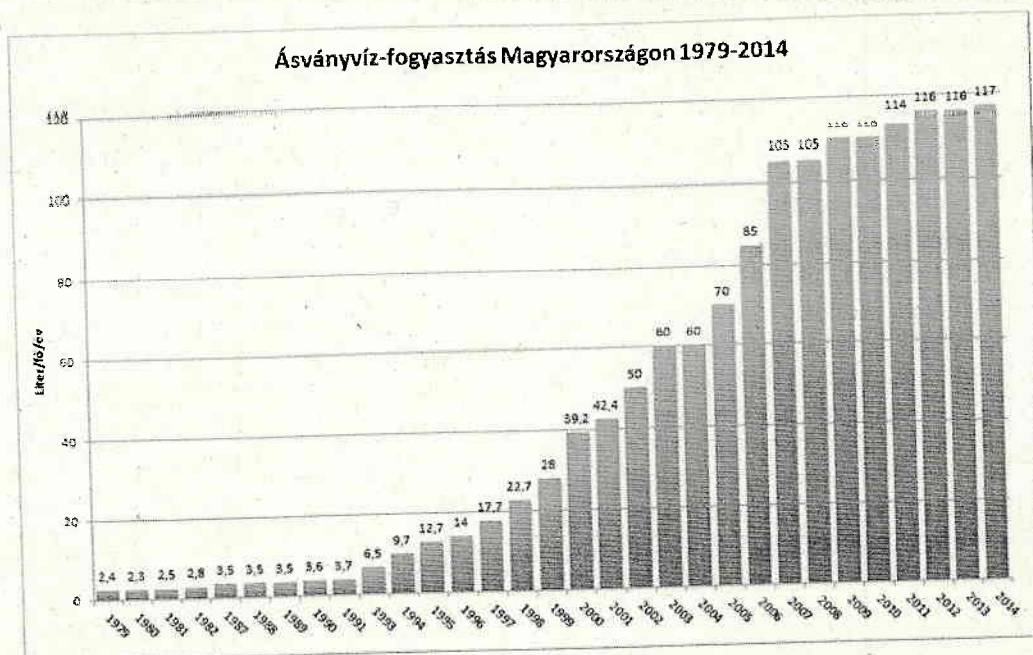
Magyarország ásvány-, gyógy- és termásvízkinccse világviszonylatban is kiemelkedő, a nemzetgazdaság számára is jól hasznosítható, számos település és térség számára további felemelkedést és munkahelyteremtést jelenthető természeti érték. Az is világossá vált viszont, hogy az ásvány-, gyógy- és hévizek mennyiségi és minőségi védelme, valamint fenntartható hasznosítása területén új tudományos eredményekre, innovatív szakmai megoldásokra, interdiszciplináris együttműködésre, széles körű szakmai konzultációkra és új vízgazdálkodási stratégia kidolgozására van szükség [14]. A Kárpát-medence összetett vízrendszerébe tartozó értékes, felszín alatti vízkészleteink hasznosítása és védelme komplex, a határokon túlnyúló szemléletet, kutatást és vízgazdálkodási gyakorlatot is igényel. A környezetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő ásvány- és gyógyvízellátás minőségi bővítését, a gyógyászati, rekreációs és wellness-igények kielégítését, valamint a geotermikus energia fokozott hasznosítását a nemzetközi szervezetekkel és tudományos trendekkel összehangoltan kell tervezni.

Az uniós csatlakozás után sokat változott az ásványvíz minősítés rendszere. A jelenlegi hazai és az európai uniós szabályozás szerint a természetes *ásványvíz* védett vízádo rétegből származik, eredendően tiszta, szennyeződésmentes, összetétele ismert és a természetes ingadozás keretein belül állandó, a szigorú mikrobiológiai követelményeknek megfelel. Az ásványvizet a víznyerő helyen palackozzák, kezelésben nem részesül, és a szén-dioxidon kívül nem tartalmaz idegen anyagot. Az ásványvizek hivatalos elismerésben részesülnek. A *gyógyvíz* olyan ásványvíz, amely oldott ásványianyag- vagy gáztartalma következtében gyógyhatású, meghatározott betegségekre vonatkozó gyógyhatását szigorú előírásokhoz kötött orvosi vizsgálatokkal kimutatták. Az Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság nyilvántartása szerint Magyarországon 258 elismert ásványvíz és 220 elismert gyógyvíz található. Az Új Széchenyi Terv Gyógyító Magyarország – Egészségipari Programja is magában foglalta hazánk kivételesen gazdag termál-, ásvány- és gyógyvízkészletének, geotermikus adott-ságainak hatékony, sokrétű kiaknázását és hasznosítását.

Az utóbbi húsz évben az ásványvízfogyasztás jelentősen nőtt nemcsak Magyarországon, de a világon mindenütt. Az ásványvízfogyasztás ma már szervesen hozzátartozik az egészséges életmódról kialakított képzetünkhöz. 2013-ban és 2014-ben hazánkban az egy főre jutó ásványvízfogyasztás 117 liter/fő/év körül alakult (1. ábra). A kiváló természeti adottságokat jól jellemzi, hogy szinte minden ásványvíztípus megtalálható Magyarországon [3]. Igényeink és egészségi állapotunk szerint választhatunk a kénes, a radontartalmú, a savanyú, az alkalikus, a földes-meszes, a konyhasós, a keserűsós, a vasas és a jódos, valamint a brómos ásványvizek közül. Jelenleg több mint ötven különböző hazai palackozott ásványvíz kerül kereskedelmi forgalomba. Az ásványvíz nemcsak az emberi szervezetre gyakorolt kedvező hatása miatt fontos, hanem a szépségiparnak is kitűnő alapanyaga (például természetes ásványvíz alapú kozmetikumok). Az is említést érdemel, hogy hazánkban a vezetékes ivóvizek nagyon sok helyen ásványvíz minőségűek. Igaz, közegészségügyi szempontok miatt klórozottak, illetve egyes vidékeken enyhén mellékízűek. Ezért fordulhat elő az is, hogy az olcsó és a mindig rendelkezésre álló csapvizek helyett sokszor a szubjektív igényeinknek jobban megfelelő, de a fajlagosan drága ásványvizeket részesítjük előnyben.

Az ásvány- és gyógyvizek igazi értékét elsősorban a vízben oldott kémiai elemek, ásványi anyagok és gázok minősége és mennyisége határozza meg. E tekintetben a hazai és az egész Kárpát-medencében előforduló ásványvizek sokkal gazdagabbak és értékesebbek az Európai Unió egyéb területein feltárt és jóval hígabb összetételű ásványvizeknél. A Kárpát-medencében a Hargita vidéke tekinthető az egyik legjobb ásványvízlelőhelynek, ahol alig több mint 6000 km<sup>2</sup>-es területen fantasztikus változatosságban fordulnak elő a „borvizek”. A komplex vízföldtani viszonyok mellett a székelyföldi terület aktív utóvulkáni folyamatai szintén hozzájárulnak az itt található felszín alatti vizek igen értékes ásványianyag-tartalmához. Az 1806-tól palackozott Borszéki ásványvíz nem véletlenül nyerte el az Ásványvizek királynője címet 1873-ban. A hazai gyógyturizmus számára nagy jelentőségű, hogy kormányzati támogatással igen jelentős fejlesztések történtek az elmúlt évtizedben. Több mint száz termálfürdő-fejlesztési projekt kapott támogatást. Az Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság nyilvántartása szerint Magyarországon mintegy ezerkétszáz hévízkút, hetven gyógyfürdő, öt gyógybarlang, öt helyszíni kitermelésű iszaptelep, egy mofetta és tizenhárom gyógyhely található. Nemzetközi összefüggésben hazánk a termálvízben leggazdagabb első öt ország közé tartozik. A fejlesztések eredményeként ma már kb. negyven nagy, nemzetközileg is elismert gyógy- és termálvízre épülő központ van Magyarországon. Gyógyvízkészleteink a gyógyhatások sokféleségét tekintve világszinten is egyedülálló értéket képviselnek. A balneológia (gyógyfürdőtan) tudománya a gyógyforrások és gyógyvizek gyógyfürdői alkalmazásával foglalkozik. A fürdőkúrák során egyrészt víz fizikai tényezői (hőmérséklete, nyomása, felhajtóereje) hatnak az emberi szervezetre. Ezeket a hatásokat használja fel a hidroterápia. A hidroterápiás hatásokat kiegészítik a gyógyvízben oldott állapotban található ásványi anyagok és elemek hatásai. A hazai gyógyvizek orvosi hatásainak vizsgálata és mindennapi orvosi gyakorlatba való bevezetése a célja azoknak a hazai kutatóknak is, akik a közelmúltban megalapították a Nemzetközi Balneológiai Kutató Központot. Fontos lenne, hogy az egyetemi oktatáson belül legyen önálló balneológusképzés is. A Miskolci Egyetemen 2016-ban indulhat az újonnan bevezetett Balneoterápia szakirányú továbbképzési szak az Egészségügyi Kar és a Műszaki Földtudományi Kar közös szervezésében.

A jövőben a hidrogeológiának jelentős szerepet kell játszania a geotermikus energia felhasználásának növelésében is. A 30 °C-nál melegebb hévizeknek igen jelentős szerepük van a hő, illetve az energia felszínre hozatalában és hasznosításában. Bonyolítja a helyzetet, hogy a termálvizek a Kárpát-medencében sok helyen hidraulikailag összefüggenek az ivóvíztermelésre használt rétegekkel. Speciális vízgazdálkodási stratégia kialakítására van szükség annak érdekében, hogy fenntartható módon elégíthessük ki egy adott területen a felszín alatti vízre alapozó ivóvíz-, gyógyászati célú és az energetikai célú igényeket. Hazánk, valamint a Kárpát-medence kimagaslóan jó geotermikus potenciálját, hidrogeotermikus rendszereit, hévízfelhasználási lehetőségeit az utóbbi időben több kiváló tanulmány is bemutatta [6; 9; 10]. Magyarország területén a felszín alatt a föld belseje felől az átlagos földi hőáram értéke kb. 90 mW/m<sup>2</sup>, míg a geotermikus gradiens 30–50 °C/km értéktartományban változik. Ezen adatok birtokában meghatározható az ország elméletileg rendelkezésre álló teljes dinamikus hőkészlete, amely több mint 8000 MW. Ehhez képest a geotermikus energia tényleges hasznosításának mértéke jelenleg sokkal kisebb. Az igen változatos geológiai és vízföldtani kép biztosíthatja a különböző jellegű és típusú geotermikus energia hasznosítása alapjainak kiszélesítését Magyarországon [2]. A hévíztároló neogén képződmények általában túlnyomórészt. Több helyen a pre-neogén képződményekben és az aljzatban még az 50%-ot is meghaladó túlnyomórészt várhatóak, megnehezítve és drágítva a hasznosítás lehetőségeit.



1. ábra: Az egy főre jutó évi ásványvízfogyasztás alakulása Magyarországon (forrás: Magyar Ásványvíz Szövetség és TermékTanács)

A közepes entalpiájú rendszerek 30–100 °C hőmérsékletű vizeit elsősorban kaszkádszerű kommunális rendszerekben fűtésre és lakossági és ipari használati melegvíz-szolgáltatásra, valamint wellness- és gyógyfürdőkben, mezőgazdasági létesítményekben (üvegházak, fóliasátrak, istállók fűtése, szárítás stb.) hasznosítják. A legkedvezőbb adottságú térségben, a Dél-Alföldön gyakorlatilag minden település esetén földtanilag lehetséges a közepes entalpiájú rendszerekkel történő hőhasznosítás. Világosan látszik azonban, hogy hévízkészleteink termelése sok helyen meghaladja a fenntartható mértéket [9]. E helyeken folyamatos vízszintsüllyedéseket regisztrálhatunk. Ezért nagyon fontos az energetikai célú hévízkivételek esetében a ma már jogszabályilag is előírt visszacsajtolás. A vízvisszacsajtolás technológiáját tehát a költségek csökkentése érdekében fejleszteni kell. A jövőben emellett hangsúlyt kell helyezni a meglévő vízkivételek hőenergiájának optimalizálására, a többlépcsős hasznosítás terveinek kidolgozására és megvalósítására, a hasznosítás határfokának növelésére. A hazai fenntartható geotermikus energiahasznosításra egy igen jó példa az utóbbi évekből az a miskolci nagyléptékű beruházás, amelynek eredményeképpen létrejött Közép-Európa legnagyobb geotermikus hőerőműve mintegy 50 MW fűtési kapacitással.

A nagy entalpiájú, 100 °C vízhőmérséklet feletti rendszerek létesítésének alapvető célja az elektromos energia termelése, illetve az egységnyi elektromos energia előállításánál keletkező hatnyolc egységnyi hulladék hőenergia együttes hasznosítása. Bár az országban több helyen is található olyan területeket (például Fábiansebestyén, Makói-árok, Békési-süllyedék, Derecskei-árok), ahol akár 180–200 °C hőmérsékletű felszín alatti vizek állnának rendelkezésre áramfejlesztésre, sajnos ilyen beruházások eddig nem valósultak meg a Kárpát-medencében. Egy sikeres geotermikus koncessziós pályázat eredményeként Battonya térségében folynak előzetes hazai kutatások egy EGS- (HDR) típusú erőmű kifejlesztésére. Bár az üzembiztos működés során számos műszaki problémával kell megküzdeni, ugyanakkor a nagy mélységű EGS-rendszerek elvileg több helyen is telepíthetőek lennének a medencealjzatban Magyarországon.

## 5. Összefoglalás

Az ivóvízellátásban jelentős szerepet betöltő, a jövőben is védendő, felszín alatti vízkészleteink kiemelkedő természeti értéket képviselnek. Ásvány-, gyógyvíz és hévízkészleteink is számottevőek, amelyek szélesebb körű hasznosítása nemzetgazdasági érdek. A Kárpát-medence szintű fellépés az ásványvizek és gyógyvizek marketingje érdekében sokat javíthat a jelenleg elfoglalt európai piaci po-

ziciókon és a hasznosítási lehetőségeken. Tisztában kell lenni azzal, hogy felszín alatti vizeink nem kimeríthetetlenek, sőt az Alföld egyes területein a kihasználtság már jelenleg is közel 100%-os. A jövőben még fontosabbá válik, hogy a hidrogeológusok az eddigieknél megbízhatóbban adják meg lokális vagy regionális léptékben a felszín alatti hasznosítható vízkészleteket. Az energetikai célú hévizek visszasajtolásával részben fenntartható az ásvány- és gyógyvizeket is magukban foglaló mélyebb rétegvizes rendszerek hidraulikai és vízminőségi viszonyai. Bár a prognosztizált éghajlatváltozási forgatókönyvek alapján a felszín alatti vízkészletek némi csökkenése várható, a biztonságos és fenntartható ivóvízellátás generációkon keresztül biztosítható hazánkban regionális vízellátó rendszerek üzemeltetésével, valamint a mindenkori kormányok által támogatott megfelelő nemzeti vízgazdálkodási stratégia alkalmazásával.

## 6. Köszönetnyilvánítás

Az ismertetett 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 valósult meg.

## 7. Irodalom

- 1: ANITA ERŐSS, JUDIT MÁDL-SZŐNYI, HEINZ SURBECK, ÁKOS HORVÁTH, NICO GOLDSCHIEDER, ANITA É CSOMA (2012): Radionuclides as natural tracers for the characterization of fluids in regional discharge areas, Buda Thermal Karst, Hungary. *Journal of Hydrology* **2012/426 – 427**: pp. 124 – 137.
- 2: BOBOK ELEMÉR – TÓTH ANIKÓ (2010): A geotermikus energia helyzete és perspektívái. *Magyar Tudomány*. **8**, 926 – 936. <http://www.matud.iif.hu/2010/08/04.htm>
- 3: BORSZÉKI BÉLA GYÖRGY (1998): *Ásványvizek, gyógyvizek*. MÉTE, Budapest
- 4: BRIGITTA CZAUNER, JUDIT MÁDL-SZŐNYI (2013): Regional hydraulic behaviour of structural zones and sedimentological heterogeneities in an overpressured sedimentary basin. *Marine and Petroleum Geology* **2013/48**, pp. 260 – 274.
- 5: JUHÁSZ JÓZSEF (2002): *Hidrogeológia*. Akadémiai, Budapest
- 6: MÁDLNÉ SZŐNYI JUDIT (2006): *A geotermikus energia*. Grafon, Nagykovács
- 7: MÁDL-SZŐNYI J, PULAY E, TÓTH Á, BODOR P (2015): Regional underpressure: a factor of uncertainty in the geothermal exploration of deep carbonates, Gödöllő Region, Hungary, *Environmental Earth Sciences*, **2015/74 (12)**, pp. 7523 – 7538.
- 8: SZANYI JÁNOS – KOVÁCS BALÁZS (2010): Utilization of Geothermal Systems in South-East Hungary. *Geothermics*. **39**, pp. 357 – 364.
- 9: SZANYI J., B. KOVÁCS, I. CZINKOTA, B. KÓBOR, T. MEDGYES, M. BARCZA, A. BÁLINT, AND S. KISS (2011): Sustainable Geothermal Reservoir Management Using Geophysical and Hydraulic Investigations. *Proceedings of the 2011 World Environmental and Water Resources Congress California*, **2011** pp. 871 – 875
- 10: SZÉKELY FERENC (2010): Hévizeink és hasznosításuk. *Magyar Tudomány*. **12**, pp. 1473 – 1485. <http://www.matud.iif.hu/2010/12/08.htm>
- 11: SZÉKELY F; SZÜCS P; ZÁKÁNYI B; CSERNY T; FEJES Z (2015): Comparative analysis of pumping tests conducted in layered rhyolitic volcanic formations. *Journal of Hydrology*, ELSEVIER, **2015/520**, pp. 180 – 185.
- 12: SZUCS P, VIRAG M, ZAKANYI B, KOMPAR L, SZANTO J (2013): Investigation and Water Management Aspects of a Hungarian-Ukrainian Transboundary Aquifer. *Water Resources* **2013/40,(4)** pp. 462 – 468.
- 13: SZÜCS PÉTER – SALLAI F. – ZÁKÁNYI B. – MADARÁSZ T. (szerk.) (2009): *Vízkészletvédelem. A vízminőségvédelem aktuális kérdései*. Bíbor, Miskolc [http://www.hidrotanszek.hu/Hirek/Vizkeszletvedelem/vizkeszletvedelem\\_tartalomjegyzek.pdf](http://www.hidrotanszek.hu/Hirek/Vizkeszletvedelem/vizkeszletvedelem_tartalomjegyzek.pdf)
- 14: TAMÁS BUDAY, PÉTER SZÜCS, MIKLÓS KOZÁK, ZOLTÁN PÜSPÖKI, RICHARD WILLIAM MCINTOSH, ERIKA BÓDI, BÉLA BÁLINT, KORNÉL BULÁTKÓ (2015): Sustainability aspects of thermal water production in the region of Hajdúszoboszló-Debrecen, Hungary. *Environmental Earth Sciences* **2015/74**, pp. 7513 – 7521
- 15: <http://www.vizeink.hu> Országos Vízügyi Főigazgatóság (2015): *A Duna vízgyűjtő magyarországi része. Vízgyűjtő-gazdálkodási terv*. VGT2, 2015. december



**EMT**

RO-400750 Cluj, O.P. 1, C.P. 140, Tel./fax: +40-264-590825, 594042  
E-mail: EMT@EMT.RO, HTTP://WWW.EMT.RO

ISSN 1842-9440