

ÁRAMLÁSI RENDSZEREK PONTOSÍTÁSA IZOTÓP ÉS VÍZKÉMIAI VIZSGÁLATOKKAL A TOKAJI-HEGYSÉG PEREMI RÉSZÉIN

REFINEMENT AND CALIBRATION OF THE FLOW SYSTEM IN TOKAJ-MOUNTAIN WITH ISOTOPES AND WATER CHEMICAL SURVEYS

Fejes Zoltán¹, Zákányi Balázs¹, Szűcs Péter^{1,2}, Deák József³

egyetemi tanársegéd, tudományos segédmunkatárs, egyetemi tanár, munkatárs
Miskolci Egyetem, ¹Környezetgazdálkodási Intézet, ²MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, 3515,
Miskolc-Egyetemváros, ³GWIS Kft., 2120 Dunakeszi, Alkotmány u. 45.
hgfejes@uni-miskolc.hu

Kivonat: A Tokaji-hegység Magyarország északkeleti részén elhelyezkedik el. Kellően részletes vízföldtani kutatás mindeztidáig nem történt. A vulkanikus eredetű hegységeinkben a felszín alatti vizek áramlása csak hasadékokban töréssziszereken keresztül áramolhat. A hegység magasabban fekvő területein beáramló víz a töréssziszereken keresztül leáramlik a mélységbe, majd a peremi részeket feláramlik. A vizsgálatunk fő célja ennek a feláramlásnak a vizsgálata volt.

Kulcsszavak: Tokaji-hegység, áramlási pálya, hidrogeológia

Abstract: The Tokaj Mountains located in the north eastern part of Hungary. There hasn't been detailed hydrogeological research in the mountain. The groundwater of the volcanic mountains can flow only in fissures and fractures. The precipitation infiltrate on the higher areas of the mountain, and then rise on the edge of the mountain. The main purpose of our study was to examination of this upflow.

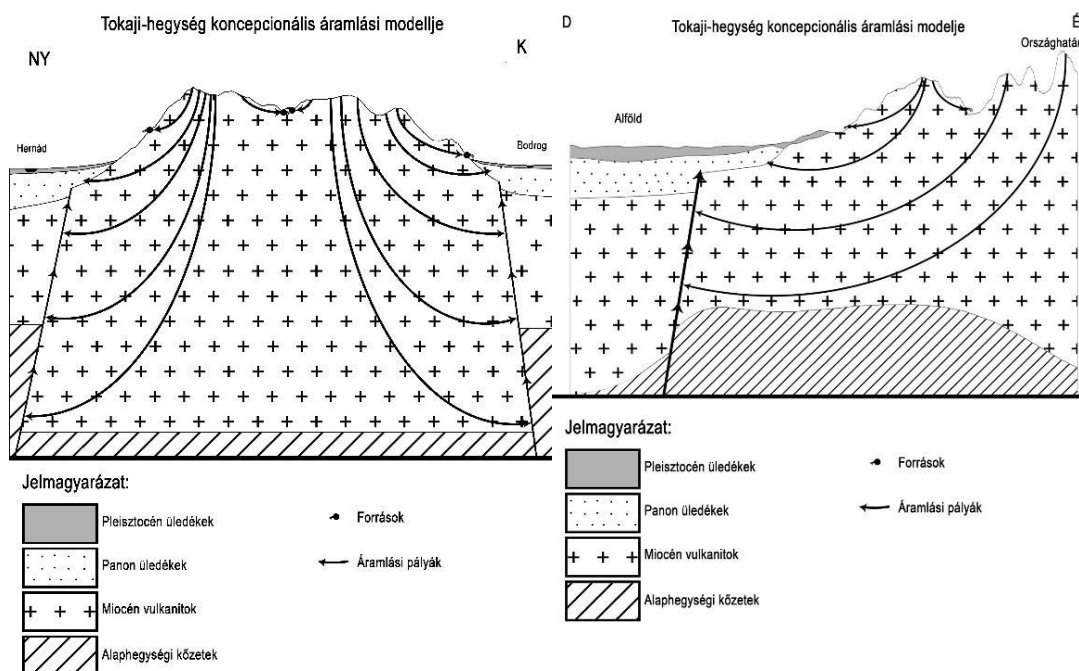
Keywords: Tokaj Mountains, flow path, hydrogeology

1. BEVEZETÉS

A Tokaji-hegység Magyarország északkeleti részén elhelyezkedő, egyik legismertebb vulkanikus eredetű hegységünk. A hegység területén az elmúlt száz év alatt több száz darab geológiai kutatás történt, főként nemfemes nyersanyagok felkutatása és bányászata érdekében. A hegységben ezen időszak alatt csak kevés számú, és nem kellően részletes hidrogeológiai kutatás történt. A vulkanikus eredetű hegységeinkben a felszín alatti vizek csak hasadékok, töréssziszerek mentén képesek csak áramlani, ami nagyban megnehezíti a vizek felkutatását [1]. A Tokaji-hegység területén a hidrogeológiai kutatások célja főként a lakosság ivóvízzel való ellátása volt, termál és ásványvíz beszerzésére nem irányultak vizsgálatok. A nagyszámú hideg vizet szolgáltató kút miatt a hegység kikerült a geotermikus hasznosításra alkalmas területek közül. A hegység peremi részén azonban számos langyos vizes kút és forrás van, melyek azt bizonyítják, hogy a hegység is rendelkezik geotermikus potenciállal. A 2012-ben a Miskolci Egyetemen indult Kútfő projekt egyik fő célkitűzése is ezen geotermikus potenciál feltérképezése volt. A Tokaji-hegység potenciáljának megismerése érdekében elkészítettük a terület földtani és hidrodinamikai modelljét a Groundwater Modeling System (GMS) szoftver segítségével, mellyel a felszín alatti áramlási pályákat kívántuk lemodellezni. Az áramlási modell kalibrálása érdekében számos módszert alkalmaztunk, hogy a valósághoz közelebbi áramlási rendszert tudjunk elkészíteni. A területen lévő kutak és források vizének hőmérsékleti, vízkémiai és izotópos vizsgálata segítségével, több módszerrel is történt a modell pontosítása.

2. A VIZSGÁLT TERÜLET ÁRAMLÁSI RENDSZERE

A Tokaji-hegységben a felszín alatti víz áramlási rendszere hasonló a porózus kőzetekben történő áramlási pályákhoz, de itt a vizek csak hasadékok törésrendszerek mentén képesek áramlani. A hegység magasabban fekvő részei jelentik a betáplálási területet, ahol a lehullott csapadék beszívárog, majd hasadékok, repedések mentén lefelé áramlik. Az áramlási pályák hossza és mélysége igen változatos lehet. A néhány nap, hét alatt végigáramló vizek hidegvizes forrásokat hoznak létre. A hosszabb és mélyebb áramlási pályával rendelkező vizek pedig a peremi részek mentén áramlanak a felszínre, vagy felszínközelbe, és langyosvizes anomáliákat okoznak. A terület elvi hidrogeológiai rendszerének sematikus ábráját mutatja be az 1. ábra.



1. ábra A Tokjai-hegység koncepcionális áramlási modellje

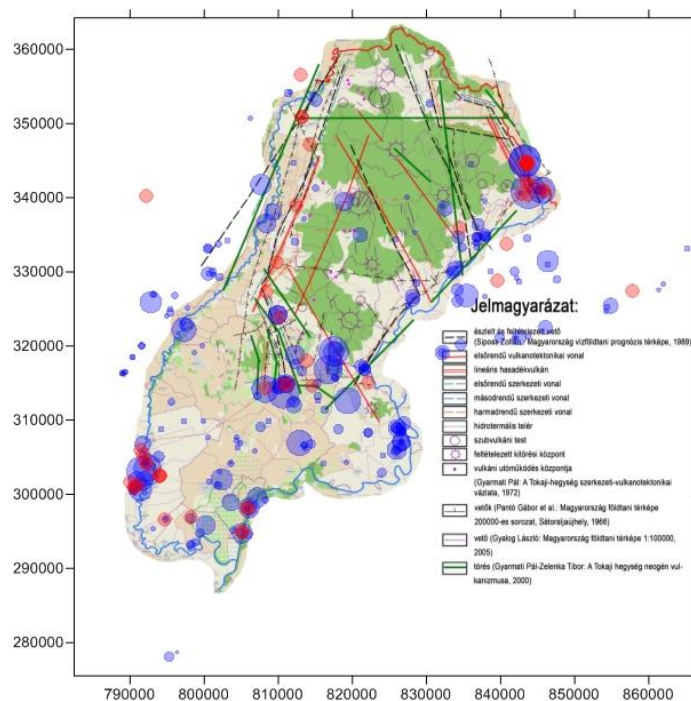
Látható, hogy a hegység területén a kelet-nyugati és észak-déli irányban is hasonló módon megy végbe a felszín alatti áramlás. Az áramlási pályák pontos ismerete azonban elengedhetetlen a pontos modell felállításához. Az áramlási pályák pontosítása érdekében három módszer áll rendelkezésünkre:

1. A kutak és források vizének hőmérsékleti értékei
2. A kutak és források vizéből vett minták vízkémiai összetétele
3. A kutak és források vizéből vett minták izotópos korbecslése alapján

2.1. Áramlási pályák pontosítása geotermikus adatok alapján

A hegység területén több száz kút és forrás található, melyek vizsgálatával sok információt kaphatunk a terület hidrogeológiai viszonyairól. A területen található kutak és források adatait több adatbázis is tartalmazza, de egységes, csak a Tokaji-hegységre vonatkozó, összesítés mindezidáig nem történt. A projekt során összegyűjtöttük a kutak és források legfontosabb hidrogeológiai adatait egy egységes adatbázisba, s saját mérésekkel is

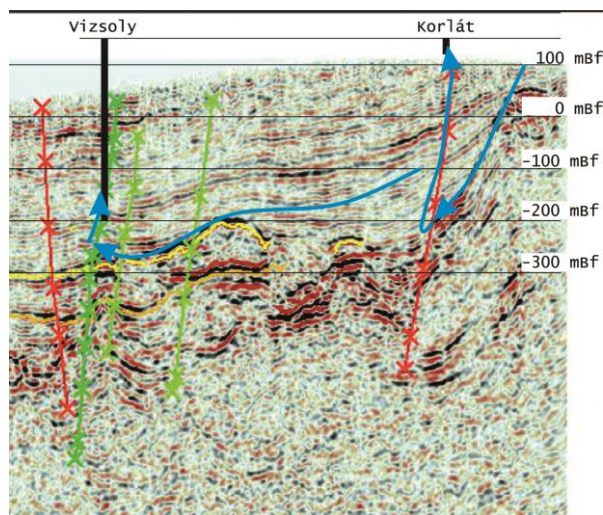
kiegészítettük, ahol ez szükséges volt [4]. A hidrogeológiai adatbázis így több száz geotermikus adattal rendelkezik, melyek alapján elmondható, hogy a hegység belső, magasabban fekvő területein főként a hideg vizes, lokális áramlási pályával rendelkező rendszerek a jellemzőek, a peremi részeken viszont a felszín alatti víz a mélyebb, regionális áramlási pálya miatt képes felmelegedni, s a feláramlást követően langyos vizes anomáliákat okoz. A 2. ábrán a Tokaji-hegység kútjainak látszólagos geotermikus gradiensét ábrázoltuk a hegységről készült szerkezetföldtani térképeken. A felszín alatti víz mint említettük csak törésekben, hasadékokban képes áramlani, így elengedhetetlen a törésvonalak ismerete a területen. A langyos vizet szolgáltató kutak vizének hőmérséklete nem jellemzi a szűrőzött réteg geotermikus gradiensét, mivel a kutakba áramló víz eredete egy mélyebb vízáadó réteg, melyből hasadékok mentén, a hidrosztatikus nyomás következtében feláramlik. Ezért nem használható ebben az esetben a szokványos geotermikus gradiens, csupán a látszólagos, mely a szűrőzött réteg hőmérsékletét a víz hőmérsékletével azonosnak veszi. Ez nem a tényleges állapotot jelöli, de jó nyomjelző a feláramló, mélységi vizeket szűrőzött kutak lehatárolásában. Az ábrán a kutak látszólagos geotermikus értékei láthatóak, minél nagyobb az érték, annál nagyobb a kör átmérője. A $10\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ -nél nagyobb értékkel rendelkező kutak esetén pedig piros színű kört alkalmaztunk.



2. ábra A Tokaji-hegység kútjainak látszólagos geotermikus gradiens értékei

A 2. ábrán látható, hogy a nagy látszólagos geotermikus gradienssel rendelkező kutak mindegyike egy-egy törésvonal mentén helyezkedik el [3]. Ezen kutak vizének áramlási pályája azonban nem ismert. A területről korábban készített szeizmikus szelvények, és a kutak szűrőzési hőmérséklet értékei alapján azonban következtethetünk bizonyos összefüggésekre. A hegység nyugati peremén elhelyezkedő Vizsoly és Korlát települések mindegyike rendelkezik egy-egy langyos vizet adó kúttal. A kutak szűrőzésén beáramló vizek hőmérséklet értékei jóval magasabbak, mint ahogy az a geotermikus gradiens alapján indokolható. Ennek oka az, hogy a vizek eredeti vízáadó rétege jóval mélyebben található, és a meleg víz egy repedés mentén feláramlik a kút szűrőzéséhez. A szűrőzési hőmérséklet és a Magyarország általános geotermikus gradiense ($5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$) alapján megbecsültük a kutak vizének

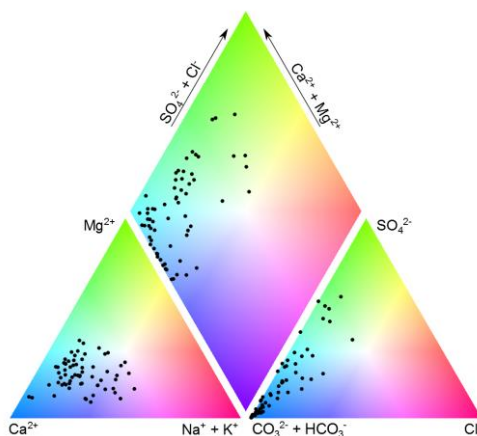
termáját, azaz, hogy milyen mélyre kell az áramlás során leszivárogniuk, hogy ilyen hőmérséklettel rendelkezzenek. A területről készített szeizmikus szelvények alapján megállapítható, hogy a kutak thermája egybe esik a felszín alatti első andezites lávakőzetréteggel. Ezek alapján megállapítható, hogy a beszivárgó vizek csupán eddig a rétegig áramlanak le, majd egy repedés mentén a kutakhoz (3. ábra).



3. ábra A vizsolyi és korláti kutak áramlási rendszere

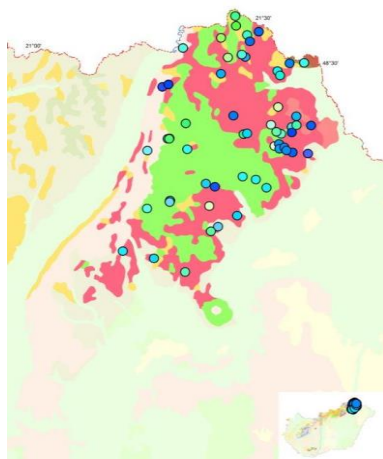
2.2. Áramlási pályák pontosítása vízkémiai adatok alapján

A kutak és források vizének vízkémiai összetételét több adatbázis is tartalmazta, melyeket előzetesen egységes adatbázisba rendeztünk, és saját mérésekkel is sikerült kiegészítenünk. A hegység vizei általában kevés oldott ásványi anyaggal rendelkeznek. Főként kalcium-szulfát-hidrogénkarbonátos vizek a jellemzőek. A magnéziumtartalom és kloridtartalom igen alacsony. Az áramlási pálya hossza és mélysége azonban befolyásolja a vizek ásványi összetételét. Egyrészt a tartózkodási idő, másrészt a nagyobb hőmérséklet okozta nagyobb oldódási kapacitás, valamint a mélység felé módosuló ásványi összetétel. A kutak és források vízkémiai adatait a jobb átláthatóság érdekében Piper-diagramban ábrázoltuk, mely a vizek kation és anion összetétele alapján helyezi el a vizeket egy rombuszdiagramban. Az értelmezhetőség növelése érdekében a Piper-diagramot továbbfejlesztettük a HSV színrendszerrel, mellyel a Piper-diagramban lévő vízkémiai eredmények mindegyikéhez egyedi színekkel rendelünk (4. ábra) [2].



4. ábra A Piper-diagramm HSV színekkel ábrázolva

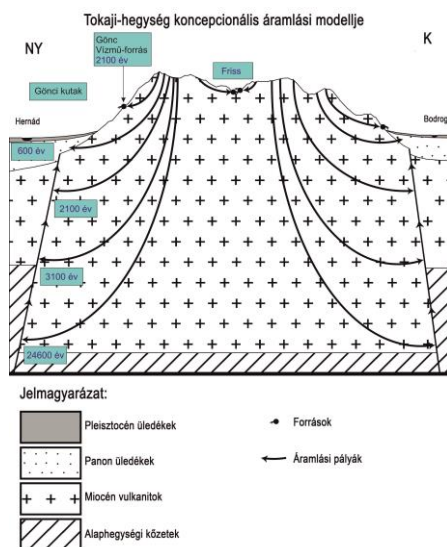
A HSV színrendszerben a mérési eredményeket színárnyalat (H - Hue), telítettség (S - Saturation) és világosság (V - Value) alapján azonosítottuk. Az így kapott színeket ezután a földtani térképen ábrázoltuk (5. ábra). Látható, hogy míg a pirossal jelzett andezites területeken a sötétkék színek dominálnak, azaz a hidrogénkarbonátos-kalciumos vizek, addig a zölddel jelzett riolitos területeken a szulfátos-hidrogénkarbonátos minták a jellemzőek.



5. ábra A Tokaji-hegység földtani térképe a hegység forrásainak vízkémia összetételének tükrében

2.3. Áramlási pályák pontosítása izotópos vízkor meghatározás alapján

A hegység kútjaiból és forrásaiból vett vízminták izotópos kormeghatározása is fontos információkat adhat az áramlási pályákról. Fontos megjegyezni, hogy ezek csak látszólagos korok, mivel a vizek keveredése miatt nehézkes a pontos kort megbecsülnünk. A hegység koncepcionális áramlási modelljének bizonyítására a legjobb mintaterület Gönc, ahol néhány száz méteren belül több kút is telepítve van egymástól eltérő szűrőzési mélységben. A kutakból vett vízminták izotópadatai (trícium, O^{18} , C^{14}) alapján végeztünk korbecslést, s az eredmények is bizonyítják a koncepcionális áramlási modellt (6. ábra).



6. ábra A Tokjai-hegység koncepcionális áramlási modellje a vízkor eredményekkel

Látható, hogy a mélység felé haladva nő a víz kora, mivel egyre nagyobb a víz által megtett áramlási pálya. Míg az 50 méteres kút által kitermelt víz kb. 600 éves mindössze, addig a 900 méteres kút vize több mint 24000 éves.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

A Tokaji-hegység területe mindeztidáig kiesett a részletes hidrogeológiai kutatások alól. Ennek okai a terület komplex geológiai felépítése, a bonyolult áramlási rendszerek, és a kevés geotermikus potenciálúnak feltételezett terület voltak. A hegység területén azonban a feltételezettnél nagyobb geotermikus potenciállal rendelkeznek. Ennek pontos meghatározása érdekében elkészítettük a hegység földtani és hidrodinamikai modelljét, mellyen a hegység áramlási pályáit tudjuk ábrázolni. Az áramlási pályák pontosítása, kalibrálása elsődleges fontosságú a realisztikus modell felállítására érdekében. Ehhez a kutak és források geotermikus paramétereit, vízkémiai összetételét és izotópos korbecslési eljárásait használtuk fel. A célunk a továbbiakban egy olyan metódus elkészítése, mely ezeket egyesítve ad pontosabb képet az áramlási pályákról.

4. 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 valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **KISS G.:** *A Zempléni Tájvédelmi Körzet; A hegység elnevezése, lehatárolása és tájai;* Eger, Bükki kiadó, pp. 9-12., 2007.
- [2] **LUK P.:** *A Background Color Scheme for Piper Plots to Spatially Visualize Hydrochemical Patterns.* Groundwater, Volume 52, Issue 1, pp.1-6., 2013.
- [3] **SZÓFOGADÓ P.:** *A göncz-szerencsi törés vízföldtani jelentősége, különös tekintettel az abaujszántói strandfürdő vízellátására;* Hidrológiai közlöny, 1961. (41. évf.) 2. sz. 145-148 o.
- [4] **SZÚCS P.:** *Hidrogeológia a Kárpát-medencében – hogyan tovább?;* Magyar Tudomány 5:554-565, 2012