

# A TERÜLETI GEOTERMİKUS POTENCIÁL MEGHATÁROZÁSÁNAK MÓDSZEREI

## METHODS FOR DETERMINING THE REGIONAL GEOTHERMAL POTENTIAL

**TURAI Endre<sup>1</sup>, MÁDAI Viktor<sup>2</sup>, MÓRICZ Ferenc<sup>3</sup>, SZÚCS Péter<sup>4</sup>,  
ZÁKÁNYI Balázs<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>egyetemi docens, intézetigazgató, CSc, Dr. habil., [gfturai@uni-miskolc.hu](mailto:gfturai@uni-miskolc.hu)

<sup>1</sup>Geofizikai és Térinformatikai Intézet, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros  
<sup>1</sup>MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros

<sup>2</sup>egyetemi docens, [askcesar@uni-miskolc.hu](mailto:askcesar@uni-miskolc.hu)

<sup>2</sup>Ásványtani - Földtani Intézet, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros

<sup>3</sup>tanársegéd, [moriczferi@gmail.com](mailto:moriczferi@gmail.com)

<sup>3</sup>Ásványtani - Földtani Intézet, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros

<sup>4</sup>egyetemi tanár, kutatócsoport vezető, dékán, DSc, Dr. habil., [hgszucs@uni-miskolc.hu](mailto:hgszucs@uni-miskolc.hu)

<sup>4</sup>Környezetgazdálkodási Intézet, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros  
<sup>4</sup>MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros

<sup>5</sup>egyetemi docens, [hgz@uni-miskolc.hu](mailto:hgz@uni-miskolc.hu)

<sup>5</sup>Környezetgazdálkodási Intézet, Miskolci Egyetem, H-3515, Miskolc-Egyetemváros

**Kivonat:** A cikk a geotermikus potenciál meghatározásának módszereit mutatja be. Az elsőként közölt analitikus módszerrel pontosan meghatározható a kutatási terület alatti térrész maximális hőenergia tartalma. A másodikként leírt un. szakértői módszer a területen meglévő fúrások földtani információit felhasználva minősíti a kutatási területet a geotermikus energiatermelésre való alkalmasság szempontjából. A második módszer a földtani információk mellett figyelembe veszi a terület infrastrukturális adottságait és a fúrások technikai állapotát is.

**Kulcsszavak:** geotermikus potenciál, geotermikus energia, szénhidrogén kutak, energiatermelés

**Abstract:** This paper describes methods for determining geothermal potential. The first analytical method is used to accurately determine the maximum thermal energy content of the space under the exploration area. The second described expert method uses the geological information of existing wells in the given area to qualify the exploration area for geothermal energy production suitability. The second method, in addition to geological information, also takes into account the infrastructure features of the area and the technical condition of the wells.

**Keywords:** geothermal potential, geothermal energy, hydrocarbon wells, energy production

### 1. BEVEZETÉS

A PULSE GINOP projekt 3. modulja keretében a kút szintű és a területi szintű geotermikus potenciál meghatározási lehetőségeit vizsgáljuk. A jelen dolgozatban a területi geotermikus potenciál meghatározására mutatunk be egy analitikus (pontos) és egy relatív (szakértői) módszert. Az analitikus módszer esetén 3D (térbeli) integrálás alkalmazásával határozzuk meg a felszín alól maximálisan kinyerhető hőenergia mennyiségét, míg a szakértői módszerrel javaslatot adunk a terület geotermikus célú felhasználhatóságára. Ennél a módszernél a területen lévő fúrások és az infrastruktúra adatait használjuk fel a javaslat kidolgozásához.

## 2. ANALITIKUS MÓDSZER A TERÜLETI GEOTERMIKUS ENERGIA MEGHATÁROZÁSÁRA

Egy adott kutatási terület alatti térészből maximálisan kinyerhető geotermikus energia meghatározására a Gazo által kidolgozott (Gazo, 1992) és (Barylo, 2000) által a gyakorlatban alkalmazott módszert általánosítottuk. Az általánosított módszernek a lényege, hogy az EOV geodéziai koordináták minimális és maximális értékei segítségével lehatároljuk a térrészt és az alábbi térfogati integrál megoldásával kiszámítjuk a térrész geotermikus energia tartalmát ( $E_G$ ).

$$E_G = \iiint_{Z_{min}, Y_{min}, X_{min}}^{Z_{max}, Y_{max}, X_{max}} [\rho_k(x, y, z) c_k(x, y, z) \{1 - \Phi(x, y, z)\} + \rho_f(x, y, z) c_f(x, y, z) S_f(x, y, z) \Phi(x, y, z) + \rho_g(x, y, z) c_g(x, y, z) S_g(x, y, z) \Phi(x, y, z)] [T(x, y, z) - T_{ref}] dx dy dz,$$

ahol

$\Phi(x, y, z)$  - a porozitás értéke a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $T(x, y, z)$  - a hőmérséklet értéke a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $\rho_k(x, y, z)$  - a kőzetmátrix sűrűsége a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $\rho_f(x, y, z)$  - a pórusokban lévő fluidum sűrűsége a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $\rho_g(x, y, z)$  - a pórusokban lévő gáz sűrűsége a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $c_k(x, y, z)$  - a kőzetmátrix fajhője a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $c_f(x, y, z)$  - a fluidum fajhője a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $c_g(x, y, z)$  - a gáz fajhője a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $S_f(x, y, z)$  - a fluidumszaturáció értéke a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $S_g(x, y, z)$  - a gázszaturáció értéke a tetszőleges  $P(x, y, z)$  térbeli pontban,  
 $T_{ref}$  - a felszíni referencia hőmérséklet értéke,  
 $X_{min} = EOVS_{min}$  ,  
 $X_{max} = EOVS_{max}$  ,  
 $Y_{min} = EOVS_{min}$  ,  
 $Y_{max} = EOVS_{max}$  ,  
 $Z_{min} = EOVS_{min}$  ,  
 $Z_{max} = EOVS_{max}$  .

Az előző kifejezésben szereplő paraméterek ( $\Phi$ ,  $\rho_k$ ,  $\rho_f$ ,  $\rho_g$ ,  $c_k$ ,  $c_f$ ,  $c_g$ ,  $S_f$ ,  $S_g$  és  $T$ ) térbeli eloszlásainak pontos meghatározásához földtani kutatás szükséges. A nagyfelbontású földtani kutatás költsége azonban igen jelentős, s ennek a fedezetére nem áll minden esetben rendelkezésre elegendő forrás. Az ilyen esetek kezelésére szakértői módszert mutatunk be a következő fejezetben.

## 3. EGY ADOTT TERÜLET GEOTERMIKUS FELHASZNÁLHATÓSÁGÁNAK SZAKÉRTŐI BECSLÉSE

A részletes földtani kutatáshoz szükséges források hiánya esetén használjuk fel a kutatási területen meglévő fúrások földtani információit és a fúrások környezetének infrastrukturális jellemzőit. A fúrások geotermikus energiatermelési céllal létesített mélyfúrások (geotermikus

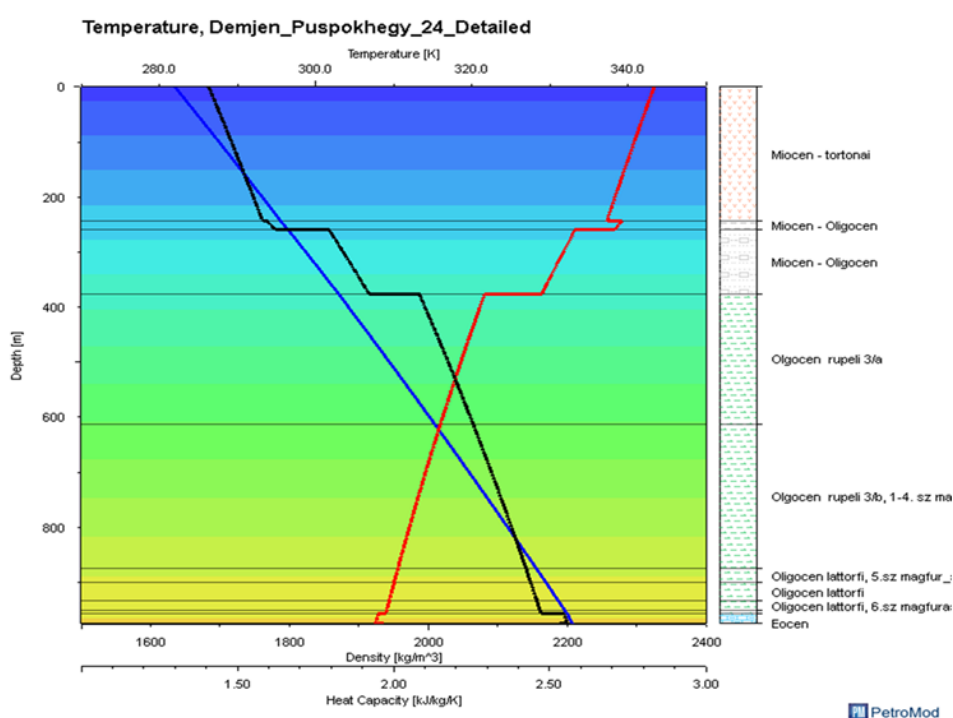
projektek keretében) és nem geotermikus energiatermelési céllal létesített mélyfúrások (meddő, vagy felhagyott szénhidrogén kutak) lehetnek. A területen található minden mélyfúrás geotermikus energiatermelési célú felhasználásának a minősítésére szakértői becslést dolgoztuk ki, ahol minden vizsgált paramétert 1-5 ponttal (1 pont: a paraméter gyenge, 5 pont: a paraméter kiváló) súlyozunk. A vizsgált földtani és infrastrukturális paraméterek neveit és a DEP-24 (Demjén Püspökhegy) jelű mélyfúrás minősítését az 1. táblázat mutatja. A táblázatból látható, hogy a nyolc vizsgált paraméter minősítésének a számtani átlaga (3,25) alapján a mélyfúrás geotermikus felhasználásra csak feltételesen ajánlott. A kőzetmátrixból (6. paraméter) és a pórusokat kitöltő fluidumból (5. paraméter) kinyerhető geotermikus energia összegének a pontos meghatározására a medence modellezést használhatjuk fel.

1. táblázat A DEP-24 jelű kút értékelése

<b>KÚT RÉSZLETES GEOTERMIKUS ENERGETIKAI MINŐSÍTÉSE</b>			
	<b>Vizsgált paraméter</b>	<b>Érték</b>	<b>Eredmény (pont)</b>
1.	<b>Fúrás éve</b> (skála -1970 – 1; 1971-1980 -2; 1981-1990 -3; 1991-2000 – 4; 2001- 5)	1971	<b>2</b>
2.	<b>Kútfunkció</b> (skála: Műszakilag felszámolt, rekultivált – 1; műszakilag felszámolt – 2; Cementdugóval biztonságba helyezett – 3; Olajtermelésre kialakított – 4; Víztermelő, vízvisszasajtoló, gáztermelő – 5)	felsz., rek.	<b>1</b>
3.	<b>Fluidum mennyisége (m<sup>3</sup>/nap)</b> <b>[Teszterezett - Becsült]</b> (skála: 1-10 -1; 11-100 – 2; 101-1000-3; 1001-5000 – 4; >5001- 5)	233,2	<b>3</b>
4.	<b>Fluidum átlag hőmérséklete (°C)</b> <b>[Mért – Becsült]</b> (skála: 4-20 -1; 21-40 – 2; 41-70 – 3; 71-100 – 4; 100 – 5)	50	<b>3</b>
5.	<b>A fluidumból kinyerhető geotermikus energia (kJ):</b> (skála: 0-500e – 1; 501e-1M; 1M-5M; 5M-10M -4; >10M- 5)	48 M	<b>5</b>
6.	<b>A kőzetből kinyerhető geotermikus energia (kJ)</b>	...	<b>4</b>
7.	<b>Szűrőzött szakasz összes hossza (m)</b> (skála: 1-20 -1; 21-40 – 2; 41-70 – 3; 71-100 – 4; 100 – 5)	85	<b>4</b>
8.	<b>Infrastruktúra összesített távolsága (km)</b> (skála: 0-5 -5; 5-10 -4; 10-20 -3; 20-30 -2; 30- 1)	7,1	<b>4</b>
<b>Átlag (É):</b>			<b>3,25</b>

A DEP-24 jelű fúrás estén, a PetroMod szoftver felhasználásával elvégzett geotermikus modellezés eredménye az 1. ábrán látható. Amennyiben az adott kútnál végzett tesztelésből ismerjük a fluidumból kinyerhető geotermikus energia mennyiségét (5. paraméter), úgy a medence modellezéssel meghatározott összes energiából ezt kivonva adódik a kőzetmátrixból kinyerhető geotermikus energia (6. paraméter). A területen található minden kút esetében számítsuk ki ezután az átlagos minősítési eredményt ( $\bar{E}_i$ ) és ezek számtani átlagaként képezzük a területi értéket ( $\bar{T}\bar{E}$ ). A területi érték alapján az adott terület geotermikus energiatermelésre történő felhasználhatóságát a következő három csoportba sorolhatjuk:

- $T\bar{E} < 3.0$  - a terület geotermikus felhasználása nem ajánlott,
- $3.0 < T\bar{E} < 4.0$  - a terület geotermikus felhasználása ajánlott,
- $4.0 < T\bar{E} \leq 5.0$  - a terület geotermikus felhasználása kiemelten ajánlott.



1. ábra. A DeP-24 fúrásban a kőzetsűrűség (fekete színnel), a hőkapacitás (piros színnel) és a hőmérséklet (kék színnel) mélységi eloszlása

#### 4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a PULSE "Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése" című GINOP-2.3.2-15-2016-00010 azonosító számú projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **BARYLO, A:** *Assessment of the Energy Potential of the Beregovsky Geothermal System, Ukraine.* GEOTHERMAL TRAINING PROGRAMME, Reykjavík, Iceland, Reports, Number 3. 2000.
- [2] **GAZO, F. M.:** *Reservoir assessment of the Mak-Ban geothermal field.* Luzon, Philippines, UNU G. T. P., Iceland, report 6, 1992, pp. 1-32.