

A mecseki feketekőszén vagyonhoz kötött metán kitermelési lehetőségeinek elemzése a széntelep jellemzők és az elvégzett kútvizsgálati adatok értékelése alapján

DR. KOVÁCS FERENC okl. bányamérnök, az MTA rendes tagja, ME Bányászati és Geotechnikai Intézet,
DR. LAKATOS ISTVÁN okl. vegyészmérnök, az MTA rendes tagja,
DR. VADÁSZI MARIANNA okl. gázmérnök, okl. hidrogeológus mérnök, tud. főmunkatárs, ME Alkalmazott Földtudományi Kutató Intézet



A hazai energiasztratégia (Nemzeti Energiastratégia 2030) a villamosenergia-termelésben a földgáz arányának növelésével számol, továbbá célul tűzi ki a hazai erőforrások kitermelésének növelését. Ennek érdekében indokolt a nem konvencionális metánkészletek, köztük a mecseki 2-4 Mrd tonna földtani kőszénvagyon metántartalmának kitermelési lehetőségeit megvizsgálni. A földtani elemzések 50-75 m³/t fajlagos metántartalommal számolva, a földtani metánvagyont 100-200 Mrd m³-re teszik.

A kutatómunka során a Methane Master Kft., ill. a Mecseki Szénbányák F. A. által az 1990-es évek első felében végzett kísérleti fúrások, ill. kútvizsgálatok adatait, eredményeit dolgoztuk fel. Az elemzések, a laborvizsgálatok többségét a Geopard Kft., a kútvizsgálatok és a próbatermelés eredményeit a Geoinform Kft. értékelte.

Részletesen elemezzük a mecseki kőszén természetes adottságai-ból adódó feltételeket, az alkalmazott repesztési eljárás adott körülmények mellett jelentkező hiányosságait.

Bevezetés

A 77/2011. (X.14.) Országgyűlési Határozattal elfogadott (Magyar Közlöny 2011. évi 119. szám) Nemzeti Energiastratégia 2030 (a továbbiakban NE 2030) a távlati energiaellátás hazai feladatai között egyik kiemelt célkitűzésként a hazai lehetőségek fokozott kiaknázását tűzi ki célul. Ugyanakkor a NE 2030 21. táblázata úgy számol, hogy a villamosenergia-termelésben a 2020-ban várható 33%-os földgáz (tüzelési) arány 2030-ban az „atom-zöld” mixben 54% lehet.

A hazai primer (fosszilis) energiahordozó termelés utóbbi évtizedek adatai elemzése alapján nem látszik az, hogy a fenti – a villamosenergia-termelésben növekvő – földgáz arányt hazai forrásból biztosítani lehetne. A hazai szénhidrogén-termelés 1975-2014 évek közötti adatait elemezve az adódik, hogy a hazai földgáz évi termelési sora a következők szerint alakult:

Év	1975	1990	2000	2014
Termelés Mrd m ³ /év	5,28	5,05	3,35	1,95

A NE 2030 a villamosenergia-termelésben a földgáz-felhasználás növekvő arányát tervezi. Ha ez a terv (prognózis) ma is hatályos kormányzati elképzelés, akkor valóban indokolt az importellátás több irányból

történő biztosítására való törekvés, továbbá a hazai lehetőségek kutatásának, termelésbe vonásának ösztönzése.

A szénhez kötött metánvagyonra vonatkozó általános ismeretek

A hazai földgázellátás jövőbeli lehetőségei között ismételtelen szóba kerül a hazai szénvagyon (kerekén 10 milliárd tonna földtani szénvagyon) metántartalmának kitermelése, hasznosítása. A hazai szénelőfordulások jellemzőinek részletes felmérése során megállapították, hogy számottevő mennyiségű metánt (CH₄) egyedül a mecseki területen található alsó jura (liász) korú feketekőszén, a Mecseki Kőszén Formáció (Pécs-Hosszúhetény, Komló, Szászvár, Máza) széntelepes összlete (szén- és metántartalmú mellékkőzetek) hordoz. [Némedi V. Z., Fodor B.]

Az adott terület földtani metánvagyont döntő módon két alapvető adat/jellemző határozza meg: a számba vett földtani szénvagyon, ill. a széntelepek (széntelepes összlet) fajlagos metántartalma (m³CH₄/tonna-szén).

A szénmetán (coal bed) hasznosítás (lecsapolás, kitermelés) kérdésének előtérbe kerülése óta, évtizedekre visszatekintve több irányú becslés (számítás) is ismert. A szénelőfordulás számba vett területeként 100 km² is szerepel, „produktív” területként általában

70 km², „megkutatott” területként 50 km². A Magyar Geológiai Szolgálat csak a szénvagyonra tart nyilván adatokat, nevezetesen produktív terület 70 km², megkutatott terület 50 km², a számba vett minimális telepvastagság 0,4 m, a -800 m tszf. magasságig (1100 m külszín alatti mélységig) a szénvagyon 1600 millió tonna (Mt), a -1500 m tszf. magasságig (1800 m külszín alatti mélységig) a szénvagyon 3000-3300 Mt. (A MGSz a fajlagos metántartalomra, ill. földtani metánvagyonra vonatkozó adatokat nem tart nyilván, a „feltételezendő” teljes mélységig 4000 Mt szénvagyon is megjelent.)

A mecseki terület üzemének különböző módszerrel történt fajlagos metánhozam/metánfelszabadulás adatai 10-80 m³/t fajlagos értékek között szórnak. Prognózis módszerrel a mélységhez kötött (800 m mélységig) regressziós elemzés során is adódott 80-90 m³/t fajlagos gáztartalom.

A kimondott földtani metánvagyon-számítás során általában 50 m³/t, ill. 75 m³/t-val számolnak a források. A becsült földtani metánvagyon 4000 Mt szén és 50 m³/t fajlagos gáztartalom mellett 200 milliárd (10⁹) m³ (Mrd m³). A források többsége 2000 Mt szénvagyon, 75 m³/t fajlagos in situ metántartalom mellett 140-150 Mrd m³, egyes források ismételt, részletes elemzés alapján 100-110 Mrd m³ metánvagyont prognosztizálnak.

Jelen tanulmány keretében a szén-, ill. a metánvagyon mennyiségi meghatározását nem tartjuk feladatunknak, azt mutatjuk be, hogy a mecseki kőszén jellemzői milyen feltételeket adnak a bányászati tevékenység nélkül, kizárólag külszíni fűrészekkel történő metánkihozatalnak, továbbá értékeljük az ilyen céllal telepített fűrészek (kutak) eredményességét.

A mecseki kőszének permeabilitás és porozitás jellemzői

A szénhidrogén tároló közeg (telep) jellemzői – alapvetően a tároló permeabilitása –, ill. a kitermelés során alkalmazandó technológiai szint, ill. a kitermelési költségek kapcsolatát (alakulását) általános tájékoztató szinten az ún. szénhidrogén piramis szemlélteti (1. ábra). A piramis bal oldalán a különböző tárolók „besorolása” ad „minősítési-minőségi” sorrendet a tárolókra vonatkozóan. A tárolók alapvető minősítését (minőségét) a tárolóra jellemző permeabilitás adja. (A besorolás számértékei 100-szoros, ill. század értékeket jeleznek.)

Az igen jó minőségű (viszonylag egyszerű kitermelési technika, alacsony termelési költség) előfordulás 400 (500) – 1000 mD*, a jó minőség 200-500 mD lehet, a hazai hagyományos előfordulások jó-közepes minőséggel 10-200 mD-val jellemezhetők. Az ábra szerint az olajpala-széntelep (coal bed) metántartal-



1. ábra: A szénhidrogén piramis

mának kitermelése (fűrőlyukas-kutas módszerrel) valamiféle technológiai újdonsággal a 0,1 mD-nál nagyobb permeabilitású tárolókból lehetséges. A kitermelés határfoka, a termelési költség ma még kérdőjeles mutató lehet. A 0,1-0,001 (10⁻³) mD permeabilitás nagyon nehezen (drágán) kitermelhető nem konvencionális CH tartalék.

A mecseki kőszén – a későbbiekben részletesebben bemutatandóan – a gáztárolás, ill. a mikroszerkezet vonatkozásában rendkívül kedvezőtlen adottságú. E helyen az áteresztőképesség/permeabilitás, ill. a porozitás értékre vonatkozó jellemzőket adjuk meg. Az 1. táblázat a Methane Master Kft., ill. a GEOPARD Kft. mérési adatait tartalmazza. A terheletlen minták permeabilitás jellemzői 10⁻²-10⁻⁴ mD értékeket mutatnak, 15-25 MPa terhelés mellett 10⁻³-10⁻⁵ mD a permeabilitás. A 2. táblázat a kútvizsgálatok során vett minták porozitás és permeabilitás jellemzőit mutatja.

A szénhidrogén piramissnál adott permeabilitás értékekre visszautalva állapítjuk meg, hogy a széntelepekből történő (lehetséges) metántermelés alsó permeabilitás értéknél (0,1 mD) a mecseki szének laboratóriumban mért permeabilitás értékei két nagyságrenddel (10⁻²) alacsonyabb értékek. Irodalmi adat szerint az USA-ban széntelepekből „csak” **0,3 mD érték-nél nagyobb permeabilitás** mellett volt sikeres „függőleges” külszíni fűrészekkel a gáztermelés.

1. táblázat: A kísérleti fűrészek kútvizsgálati adatai alapján meghatározott porozitás és permeabilitás jellemzők (Methane Master Kft., Geopard Kft.)

Fúrás (kút)	Porozitás [%]	Permeabilitás [mD]
Pécsbánya 119	3,8; 4,5; 7,84; 11,73	
119/1		20,4 · 10 ⁻³
119/2		2,25 · 10 ⁻³
Hosszúhetény-34	5,7; 5,7; 7,5	1,378 · 10 ⁻³
Komló-178	6,15; 8,52	0,666 · 10 ⁻³

* mD: millid'Arcy = 10⁻¹⁵ m²

2. táblázat:

*A meghatározott permeabilitás értékek
(Methane Master Kft., Geopard Kft. 1994. augusztus)*

Mintavétel helye	Terheletlen minta permeabilitás	Terhelés alatt	
		Terhelés	Permeabilitás
Komló Béta 11. telep	4,8 · 10 ⁻³ mD	15 MPa	2,36 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	2,03 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	1,40 · 10 ⁻⁵ mD
Komló Béta 16. telep	1,20 · 10 ⁻² mD	15 MPa	2,52 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	0,63 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	1,23 · 10 ⁻⁵ mD
Komló Zobák 10. telep	3,90 · 10 ⁻⁴ mD	15 MPa	3,33 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	1,70 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	0,8 · 10 ⁻⁵ mD
Szászvár Borbála telep	6,13 · 10 ⁻³ mD	15 MPa	2,56 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	1,70 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	0,93 · 10 ⁻⁵ mD
Pécsbánya 3. telep	7,23 · 10 ⁻² mD	15 MPa	4,20 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	3,70 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	2,33 · 10 ⁻⁵ mD
Pécsbánya 11. telep	4,83 · 10 ⁻³ mD	15 MPa	3,60 · 10 ⁻⁵ mD
		20 MPa	2,70 · 10 ⁻⁵ mD
		25 MPa	2,03 · 10 ⁻⁵ mD

A kísérleti gáztermelő kutak kútparaméter és hozam adatainak értékelése

„A mecseki kőszénélőforduláshoz kötött metángáz külszínről, fűrólyukakkal történő lecsapolásának technológiai kutatására és a gazdaságos gáztermelés paramétereinek meghatározására” című projekt engedélyezését 1992. decemberben a Methane Master Kutató-Termelő Kft. (Pécs) kérte, melynek alapítói a Fracmaster Nederland D.V. – mint pályázati nyertes – és a Mecseki Szénbányák F.A. voltak. A kutatási tervet a Központi Földtani Hivatal 1111/1992. szám alatt hagyta jóvá.

A kutatás az első fázisában négy területre irányult: I. Pécsbánya-Szabolcs-Dél, II. Hosszúhetény, III. Komló (Zobák-Béta), IV. Máza-Dél-Váralja-Dél.

A tervezett kutató fúrások helyének kijelölése (három koordinátával) megtörtént. A fúrások neve, jele, felszín alatti tervezett mélysége: 1. Pécsbánya-Szabolcs T.1. 1100 m, 2. Hosszúhetény T.2. 900 m, 3. Komló T.3. 1000 m, 4. Máza-Váralja-Dél T.4. 1050 m. A fúrásokat a Kőolajkutató Rt. (Szolnok), ill. a Rotary Kft. (Nagykanizsa) fúrta. A fúrások döntő részben teljes szelvényben készültek.

Valamennyi kutatófúrást „teljes műszerezettséggel”, fűrólyuk-geofizikai eljárásokkal szelvényezték. A mélyfúrásokból származó mintákat a GEOPARD Kft. elemezte, meghatározva a következő jellemzőket: deszorbcio USBM-módszerrel; szorbcio és deszorbcio mérések (a szenek gázkapacitás vizsgálata); porozitás vizsgálatok; permeabilitás meghatározása CH₄ gázzal; pórusmegoszlás vizsgálat; közetmechanikai jellemzők meghatározása.

A mélyfűrási geofizikai vizsgálatok során: elektromos szelvényezés (természetes potenciál, fajlagos ellenállás); radioaktív szelvényezés (természetes gammasugár, kompenzált sűrűség, kompenzált neutron); geotechnikai szelvényezés (hőmérséklet, lyukátmérő, lyukferdeség).

A megnyitott kőszéntelepek gázleadásának serkentésére folyékony CO₂-os homokítámasztásos rétegrepszést alkalmaztak. A rétegitámasztás homok API minősítésű 20/40 mesh szemnagyságú volt.

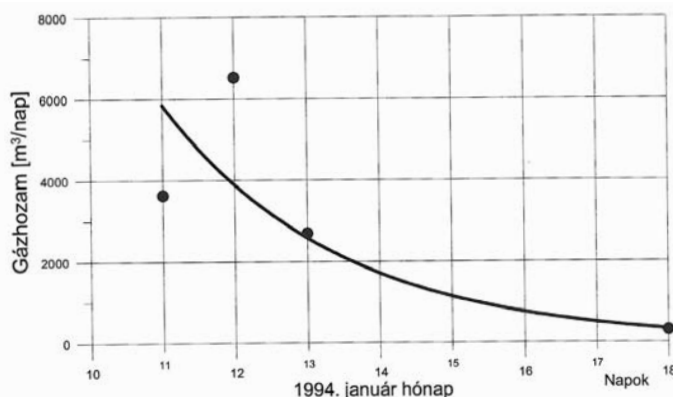
Az alkalmazott eljárás előnyének tekintették: nincs formációkárosodás (pl. permeabilitás-csökkenés); a repesztő közeg (CO₂) maradéka gyorsan távozik a kútból, a kút gyorsan kitisztul; csökken a rétegrepszési idő; a rétegrepsző folyadék kitarolá-

sáról nem kell gondoskodni.

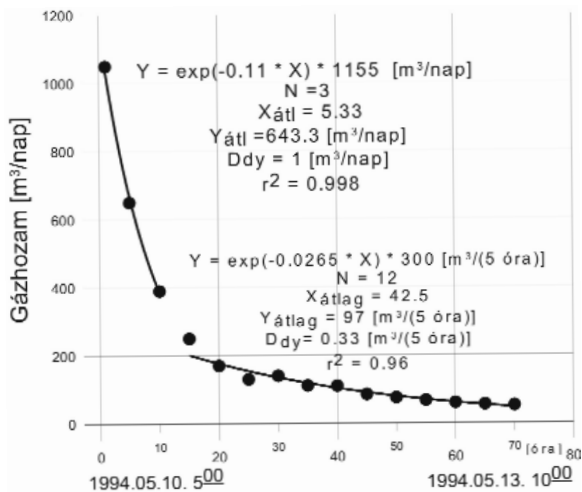
Az adott eljárás/módszer alkalmazásánál a CO₂ alacsony viszkozitásából (0,15-0,18 cP) adódóan hátrányként jelentkezhet: nagy a beszűremkedése (leak-off-ja), ezért nagy permeabilitású tározókban nem alkalmazható; a hagyományos rétegrepsző folyadékokhoz képest nagyobb csőűrlődési nyomásvesztés lép fel; a CO₂ sajátossága miatt magas szivattyúzási ütemet kell fenntartani.

A négy fűrásban végzett repesztési munkák, illetve a kútvizsgálat és a próbatermelés eredményeit a GEOINFORM Kft. értékelte.

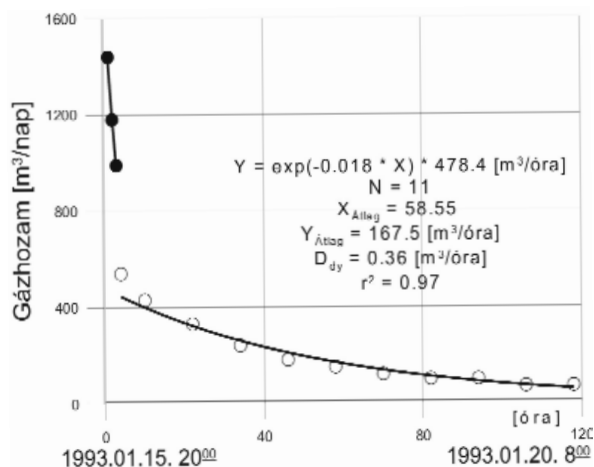
A kútvizsgálatok eredményeinek részletes értékelését a Kutatási Jelentés 6., 7., 8. és 9. Melléklete tartalmazza. A mellékletek részletes anyagából jelen tanulmányban a gázhozam időbeli alakulásának adatait, a hozam időbeli változását emeltük ki. A 3. táblázat a kútvizsgálatok adatai alapján számított effektív átteresztőképesség (permeabilitás) adatokat is tartalmaz-



2. ábra: T-1 (T-1/1) Pécsbánya P-119/1 kút napi gázhozam alakulása 1991. január hónapban



3. ábra: T-1, Pécsbánya P-119/2 kút napi gázhozam alakulása 1994. május hónapban



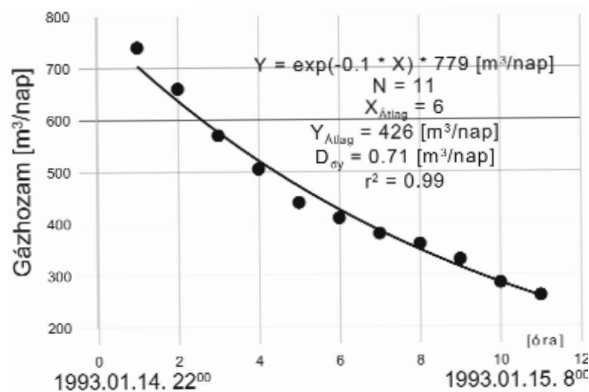
5. ábra: T-2, Hosszúhetény-34 kút napi gázhozam alakulása az 1993. január 15. 20⁰⁰ órai repesztés után

za. A gázhozam időbeli alakulását regressziós függvények meghatározása alapján szemléltetjük.

A 2. ábra a Pécsbánya T-1, 119/1-es kút 7. telepi megnyitása után jelentkezett napi gázhozam ($\text{m}^3\text{/nap}$) időbeli alakulását mutatja. A rétegrepesztés (1994. 01. 10.) utáni napon a hozam közel 4000 $\text{m}^3\text{/nap}$ fölé emelkedett, majd a harmadik nap 2600 $\text{m}^3\text{-e}$ után „meredek” csökkenéssel 7-8 nap után csak minimális hozamot regisztráltak.

A Pécsbánya T-1, 119/2-es kút 11. telep repesztése utáni gázhozam alakulását a 3. ábra szemlélteti. A gázhozam a repesztés utáni első 15 órában 1000 $\text{m}^3\text{/nap}$ napról kerekén 200 $\text{m}^3\text{/nap}$ -ra csökkent, három nap után (70 óra) 60-80 $\text{m}^3\text{/nap}$ -ra esett vissza.

A Hosszúhetény T-2, Hh-34 kút gázhozam alakulását a 4., ill. 5. ábra szemlélteti. Ennél a kútnál két repesztés történt. (A 3. táblázatban csillaggal jelölt adatok.) Az első repesztés (1993. 01. 14. 22⁰⁰) után a 700-800 $\text{m}^3\text{/nap}$ gázhozam 10 órát követően 300 $\text{m}^3\text{/nap}$ alá csökkent (4. ábra), majd a második repesztés (1993. 01. 15. 20⁰⁰) után a kezdő gázhozam 1100-1500 $\text{m}^3\text{/nap}$ volt, majd (ismét) kb. 10 órát követően 400 $\text{m}^3\text{/óra}$ alá csökkent, és 4-5 nap (80-100 óra) után már csak 60-80 $\text{m}^3\text{/nap}$ gázhozam jelentkezett (5. ábra).



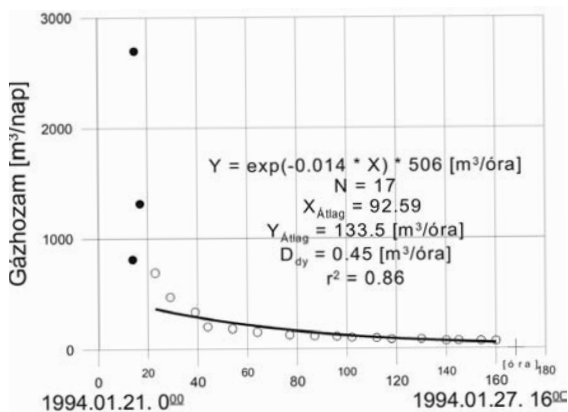
4. ábra: T-2, Hosszúhetény-34 kút napi gázhozam alakulása az 1993. 01. 14. 22⁰⁰ órai repesztés után

A T-3, Komló-178 (Zobák) kút gázhozam időbeli alakulását a 6. ábra mutatja. Hasonlóan a 3. és 5. ábra „gázhozam-idő” diagramjához, a zobáki kútnál a repesztés utáni órák 2700-1300-800 $\text{m}^3\text{/nap}$ gázhozama 2-3 nap (40-80 óra) után tizedére, 200-100 $\text{m}^3\text{/nap}$ -ra csökkent.

A 3., 5. és 6. ábra (Pécsbánya T-1, 119/2. kút, Hosszúhetény T-2, Hh-34. kút, ill. Komló-Zobák T-3, K-178. kút) idő-gázhozam diagramja hasonló/azonos módon/mértékben azt adja, hogy a külszíni fúrások (kutak) gázhozama a repesztések után igen rövid időn (8-10 óra) belül „meredeken”, a hagyományos szénhidrogénbányászati „gázhozam mértékhez” ($\text{m}^3\text{/nap}$) viszonyítva gyakorlatilag minimális értékre csökkent.

A kitermelési lehetőségekkel kapcsolatos általános értékelés

A „szénhidrogén piramis” tájékoztató jellegű ábrája (adata) (1. ábra) szerint a széntelegek (coalbed methane) metántartalmának kitermelésénél a permeabilitás alsó határa 0,1 mD. (Amerikai tapasztalat szerint, bizonyos vízszintes, telepben hajtott fúrásokkal történő technológia/eljárás mellett 0,3 mD permeabilitás mellett eredményes tevékenység volt.)



6. ábra: T-3, Komló-178 kút napi gázhozam alakulása az 1994. 01. 14. 21⁰⁰ órai repesztés után

A mecseki feketeköszén-minták laboratóriumi elemzése során nagyszámú adathalmazból 10^{-2} – 10^{-4} mD permabilitás értékek adódtak, ami 0,01-0,0001 mD, és ez 1-3 nagyságrenddel kisebb, mint az eredménnyel biztató, ill. tapasztalatokkal igazolt, eredményes tevékenységre reményt adó áteresztőképesség.

A mecseki széngáz kitermelhetőségét illetően a szén jellemzőit értékelve megállapítható, hogy a mecseki szénnek általában nincs mikroszerkezete, rá a makro-, ill. mezoporózus jellemzők. A rétegnyomás (litosztatikus nyomás) hatására ilyen pórusszerkezet esetén 700-800-900 m mélységnél a mecseki telepek többségében a szén-szerkezet plasztikus jellegűvé válik, a szén anyaga deformálható. A laboratóriumi elemzések, ill. a gyakorlati tapasztalatok alapján levonható következtetések azt igazolják – arra lehet következtetni –, hogy a telepek metántartalma a szénmátrixban, ún. szilárd-oldatban megkötött állapotban van. Abból is adódóan, mivel a metán szénbe való beoldódása (abszorpció) nyomásfüggő folyamat. Többirányú vizsgálatok/elemzések alapján az adódott, hogy a szénmátrixban szilárd-oldatban abszorpciós megkötésben található a metántartalom 92-98%-a, az adszorpciós kötődés a bezárt metán 1/10-részt jelentheti.

A telepek többségére a mikroporózus szerkezet nem jellemző, amint azt az elvégzett vizsgálatok kimutatták, az áteresztőképesség (permeabilitás) 10^{-2} - 10^{-3} - 10^{-4} (10^{-5}) mD.

A kísérleti kutak termelési/mérési adatai alapján meghatározott effektív áteresztőképesség az egyes kutaknál:

T-1: Pécsbánya 119/1.

$$\text{kg} = 20,4 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^2$$

T-1: Pécsbánya 119/2

$$\text{kg} = 2,39 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^2$$

T-2: Hosszúhetény-34

$$\text{kg} = 1,38 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^2$$

T-3: Komló-178

$$\text{kg} = 0,666 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^2$$

A kísérleti kútvizsgálatok során mind a négy esetben vastag telepek (Pb-119/1 2,4 m, Pb-119/2 4,5 m, Hh-34. 5,4 m és K-178. 6,2 m) perforálására, ill. azt követően repesztésére került sor.

A tervezett technológia szerint elvileg szilárd CO_2 -vel történt a repesztés. Az adott mélységtartományban, 700-900 m mélységben az eredeti (primer) kőzettelep hőmérséklet 40-50 °C, ami azt jelentette, hogy a kúttalpi hőmérséklet mellett a 31 °C kritikus hőmérséklet fölött a szén-dioxid esetében fázisváltozás következett be, a CO_2 nagynyomású „gőz” halmazállapotba került, kompresszibilis „gáz-fázisúvá” alakult át. Ennek következtében repesztő hatást alig, legálábbis csak a várakozási szint alatt fejtett ki.

A repesztés hatását az is csökkentette (csökkent),

hogy a szén mikrorepedés-hálózattal nem rendelkezik, a kitámasztás céljából alkalmazott homokszemcsék felületi tulajdonságainak változása miatt – a litosztatikusság nyomás bezárja (includálja) a kitámasztó homokszemcséket – ún. clean-hiányos állapot lép fel.

A szén makro-mezo repedései a repesztés hatására – esetlegesen a nem elvárt szintű hatás miatt – létrejött repedések „viszonylag” gyors elzáródása lép fel, nem megtartva a nem is kellő hatás miatt kisebb permeabilitást. A rétegtárosodás az áteresztőképességet nem befolyásolja, az áteresztőképesség a távolsággal csökken. Ennek következtében a megcsapolási térfogat a kúttól való távolság függvényében csökken. A repedések gyors tárosodása, az áteresztőképesség távolsággal való csökkenése miatt (is) a kutak gázhozama időben meredeken csökken.

A kútvizsgálatok során – egyrészt a fentiekben kiemelt telepjellemzők, másrészt a repesztések kivitelezési megoldásainak hatásából adódóan, az előzőekben bemutatott elvi megfontolásokat közvetve igazolva a vizsgált kutak gázhozam alakulásának adatai a fentebb kiemelt mondatokat – sajnos – igazolják, nevezetesen (3. táblázat):

3. táblázat:

A kútvizsgálatok során meghatározott jellemzők

Kút	T-1, Pb119/1	T1, Pb119/2	T-2, Hh-34	T-3, K-178	
Telep	Pb. 7.	Pb. 11.	11. telep fedőjében		
Mélységköz [m]	711,0-713,4	695,9-704,4	701,6-706,0	859,1-865,3	
Telepvastagság [m]	2,4	4,5	5,4	6,2	
A gáztermelés időtartama	nap	3+1		7 (5)	
	óra	47+1,5	75	11	
	nap			5,5*	
	óra			106*	
Összes gázhozam [m ³]	12900+300	15100	4900	7700	
			5900*		
			10800		
Óránkénti átlagos gázhozam [m ³ /óra]	280/200	200	450	380	
Effektív áteresztőképesség	kg·h [μm ² ·m]	49,1·10 ⁻⁶	21,0·10 ⁻⁶	5,81·10 ⁻⁹	4,06·10 ⁻⁶
	kg [μm ²]	20,4·10 ⁻⁶	2,39·10 ⁻⁶	1,38·10 ⁻⁹	1,666·10 ⁻⁹

– A T-1, Pécsbánya-119/1. kútnál „viszonylag” kedvező helyzetben 7 napig szabadult fel gáz, a 6500 m³/nap termelés azonban egy nap alatt harmadára csökkent.

– A T-1, Pécsbánya-119/2. kútnál a napi maximális kerekben 10000 m³/nap egy nap alatt negyedére esett, gázhozam csak négy napig jelentkezett.

– A T-2, Hosszúhetény-34. kútnál az 1400 m³/nap termelés 4 óra alatt csökkent harmadára, bár minimális (65-70 m³/nap) hozam mintegy 5 napig jelentkezett.

– A T-3. Komló-178. kút maximális 2700 m³/nap hozama 8 óra alatt negyedére esett, minimális (70 m³/nap) hozam még öt napig jelentkezett.

A kútvizsgálati adatok „eredményei” kapcsán indokolt azt is figyelembe venni, hogy a vizsgálatba (perforálás, repesztés, termelés) vont telepek kiválasztása – a gáztermelés céljából – optimálisnak tekinthető. A három esetben vastag (4,5; 5,4; 6,2 m) telepet

sikerült megcélozni. Ezek a telepek a teljes produktív összlet összesen kb. 30 telepe, a bányászati tevékenység során a négy területen összesen művelt 15-16 m telep között mindenképpen a legvastagabb telepeknek számítanak. Kis vastagságú telepek bármilyen formájú művelésbe/termeltetésbe vonása esetén biztosan kedvezőtlenebb eredmények várhatók.

A kútvizsgálati eredmények adatait táblázatban is összefoglaltuk. A perforált, illetőleg repesztéssel „aktivált” telepvastagság 2,4-6,2 m között volt, ezen telepvastagságokból az aktiválást követően a hozam alakulása viszonylag gyorsan csökkent (a „regressziós” függvények szerint 8-10 óra, max. 2-3 nap elteltével gyakorlatilag számottevő gázhozam nem jelentkezett). Az egyes területek geológiai kutatási eredményei, ill. a bányászati tapasztalatok szerint a gáztermelésre elsődlegesen alkalmas középvastag-vastag telepek összvastagsága maximálisan 15-18 m lehet. Ebből adódóan a külszíni fűrészekkel történő (tervezett) metánkihozatal érdekében fűrészként egy-egy kútban 3-5 perforálás, repesztés szükséges a maximális gázkihozatal céljából. Mivel a kútvizsgálat, a próbatermelés során 4-6 m telepvastagságból is csak 10-15 ezer m³ metánkihozatal volt, úgy számolhatunk, hogy a vizsgált területeken a siker reményében provokálható teljes telepvastagság aktiválása során sem várhatunk kutanként összesen 30-50 ezer m³-nél nagyobb metánhozamot.

Energiahordozó termelésről lévén szó, utalni kell a külszíni fűrészekkel történő gáztermelés költségeire is. Az 1990-es évek elején kivitelezett kútvizsgálatok költségei egyrészt ma már aligha tekinthetők irányadónak, másrészt az akkori költségek a vállalkozás részéről nem is voltak nyilvánosak. Más kapacitásként nem lévén, a szénhidrogén kutatás-termelés: fűrés-perforálás-repesztés informálisan ismert költségei lehetnek tájékoztató jellegűek.

Egy 800-1000 m mélységű kutató (termelő) fűrés (korszerű szerelvényekkel, teljes hosszban maximális műszerezettségű „geofizikával”, a termelés tervezése során is használható kiszolgálással stb.) többszáz ezer USD, több száz millió forint. A rétegek (telepek) perforálása, hidraulikus repesztése sok „telepinformációt” igényel. A „folyékony CO₂”-vel való repesztés 40-50 °C-os talpi hőmérsékletnél már nem „hidraulikus”, más repesztő közeget célszerű használni. A „hidraulikus repesztő rendszer” 10000-25000 LE (7,4-18,4 MW) teljesítmény igénye ugyancsak „hatalmas”, 80-100 ezer USD/nap.

A fentieket **összefoglalva**: A mecseki szén fentebb részletezett jellemzői alapján (elsődlegesen a 10⁻²-10⁻⁴ mD permeabilitás) a kísérleti kutaknál alkalmazott repesztési eljárás (CO₂) mellett a külszínről fűrt (függőleges) kutakkal történő *eredményes – gazdaságos – metánkihozatal nem reális lehetőség*.

Az adott telepjellemzők mellett lényegesen hatásosabb repesztési módszer, a telepeket „teljes hosszban csapás mentén” feltáró (nem csak harántoló) fűrés-megnyitási technika eredményes/gazdaságos alkalmazása is több kérdést vethet fel. (A „palagázt” tartalmazó

közet repesztéssel történő aktivizálása hatásosabb lehet, mint a mecseki szén metántartalmának birtokba vétele.)

*

A kutatás „A földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság-növelő mérnöki eljárások fejlesztése” című GINOP-2.3.2-15-2016-00010 nyit. t. számú téma keretében történt.

FELHASZNÁLT IRODALOM, ILL. KUTATÁSI JELENTÉSEK

1. *Némedi Varga, Z.*: Köszénföldtan. Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Ásványtani és Földtani Intézet, Miskolc 2010.
2. *Némedi Varga, Z.*: A mecseki feketeköszén kutatása és bányaföldtana. Miskolc, 1995.
3. *Némedi Varga, Z.*: A Mecsek hegységi feketeköszén terület földtani és hegység szerkezeti vizsgálata. Kandidátusi értekezés 1969.
4. *Némedi Varga, Z.*: A hosszúhetényi feketeköszén-terület földtana és hegység szerkezeti viszonyai. 1963.
5. *Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kar Bányaműveléstani Tanszék*: Szakvélemény a Novacoop International Consulting Ltd. előzetes gázlecsapoló eljárásának alkalmazhatóságáról a mecseki körülmények mellett. Miskolc, 1985. február.
6. *GEOPARD Geotechnikai, Környezetvédelmi Kutató-Fejlesztő és Szolgáltató Kft.*: Környezeti hatástanulmány a mecseki szénmedence metánemissziójáról és annak csökkentése lehetőségeiről. (Pécs, 1992. december 25.)
7. *Tóth, J. – Lakatosné Szabó J.*: Mecseki kőszének spontán gázleadó képességének változása hő- és mechanikai hatásokra I-II-III. rész Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat 121. évf. 97-102. old., 121. évf. 401-405. old., 122. évf. 306-310. old.
8. *Methane Master Kft.*: A mecseki alsóliász kőszénösszletre vonatkozó porozitás és permeabilitás jellemzők. Kutatási jelentés, Pécs, 1994. augusztus.
9. *Fodor, B.*: Magyarország szénhez kötött metánvagyona Földtani Közlemény 136/4. 573-590. Budapest
10. *Fodor, B.*: Magyarország szénhez kötött metánvagyona (Kézirat, 20-42. old.)
11. *Radó, A.*: A vasasi üzemszerű gázlecsapolás. BKL Bányászat, 91. évf. 8-9. sz.
12. *Szirtes, L.* (1971): Szén- és gázkitörések leküzdése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 323 p.
13. *Radnainé Györgyös, Zs.*: A mecseki szenek szerkezetének szerepe a gázkitörések kialakulásában. Kandidátusi értekezés 125. p.
14. *Somos, L.*: Coalbed Methane Fuel in Mecsek Mountains. Pre-Bid Documentation, Ministry of Industry and Trade. 42 p.
15. *Kiss, J.*: A Mecseki Feketeköszén Medence metángázvagyona. Szeptember 23-26. 2002. Budapest-Pécs, Hungary
16. *Kiss, J.*: A mecseki gázlecsapolás történeti áttekintése és a fűrészes gázfeltárás lehetőségeivel kapcsolatos kuta-

tások. A mecseki feketeköszén kutatása és bányaföldtana VII. Miskolci Egyetem 317-331.

17. *Radnainé Gyöngyös, Zs.*: Harántolásra kerülő széntelepek gáztartalmának meghatározása. Mecseki Szénbányák Kutatási Osztály jelentése 1975.

18. *Radó, A.*: A széntelepek gáztartalmának előzetes lecsapolása. Egyetemi doktori értekezés. (Pécs)

19. *Szirtes, L.*: A mecseki szénbányák váratlan szén- és gázki-törések elleni küzdelmének optimális arányai. Akadémiai doktori értekezés (1976) Pécs

DR. KOVÁCS FERENC 1962-ben bányamérnöki, 1968-ban külfejtési szakmérnöki oklevelet szerzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1962-től a Bányászati és Geotechnikai Tanszék oktatója, 1977-től egyetemi tanár, 1984-től tanszékvezető. 1987-től a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1993-tól rendes tagja. Számos hazai és külföldi szakmai és állami kitüntetés tulajdonosa, hat külföldi egyetem tiszteletbeli doktora.

DR. LAKATOS ISTVÁN 1966-ban a Veszprémi Vegyipari Egyetemen szerzett vegyészmérnöki oklevelet. 1968-tól az MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium, majd az annak jogutódjaként működő ME Alkalmazott Kémiai Kutatólaboratóriumának munkatársa. 1976-tól 2008-ig a Fizikai Kémiai Osztály vezetője, 1994 és 2008 között az intézet igazgatója. A Miskolci Egyetemen 1996-ban egyetemi tanári kinevezést kapott. Az MTA 2004-ben levelező, 2010-ben rendes taggá választotta.

DR. VADÁSZI MARIANNA a Miskolci Egyetem Bányamérnöki Karán 1999-ben földtudományi, 2001-ben olaj- és gázmérnöki oklevelet szerzett. 2003-ban földtudományi PhD fokozatát védte meg. 1999-től 2005-ig a Bányászati és Geotechnikai Tanszék oktatója, jelenleg az ME Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet tudományos főmunkatársa.

Vasoklevél az ELTE TTK-n

2017. október 31-én az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán vasoklevéllel tüntették ki dr. Vitális György tagtársunkat.

Dr. Vitális György

okl. geológus

Budapesten született 1929-ben. 1948-ban a Budapesti (Fasori) Evangélikus Gimnáziumban érettségizett, 1952-ben geológusi, 1961-ben egyetemi doktori, 1970-ben kandidátusi oklevelet szerzett.

1952-től a Magyar Állami Földtani Intézetben vízföldtani kutatásokban vesz részt, később, mint a Szabó József Geológiai Technikum tanára valamennyi földtani és földtani vonatkozású tantárgyat tanítja, kidolgozza azok tanmenetét. 1956-tól a Mélyépítő Tervező Vállalatnál városok és ipartelepek ivó- és iparivíz ellátásával, valamint völgyzárógátas víztározók tervezésének vízföldtani és műszaki földtani előmunkálataival foglalkozik. 1962-től a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben a kötőanyagipari nyersanyagok földtani kutatását és nyersanyagkataszterek készítését végzi. 1982-től a Magyar Állami Földtani Intézetben az Országos Földtani Adattár vezetőjeként irányítja az adattári munka korszerűsítését. 1986-tól 1991-ig a Dokumentációs Főosztály vezetője és a „Központi dokumentációs feladatok” című téma felelőse. Emellett az 1993. évi nyugdíjba vonulásáig földtani vonatkozású céltérképeket szerkeszt. 1966-1975 között és 1998-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen „Magyarország műszaki földtana”, a „Hidrogeológia” és



„Magyarország építésföldtana” című tárgyak meghívott előadója volt. 1962-től 1998-ig a Budapesti Evangélikus Gimnáziumban természeti földrajzot tanított és földrajz-földtani fakultációt vezetett.

A Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Hidrológiai Társulat tiszteleti tagja. 1961-től 2016-ig a Hidrológiai Tájékoztató felelős szerkesztője és a Hidrológiai Közlöny szerkesztőbizottsági tagja. 1955-től az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagja, 2002-től a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat tiszteleti tagja. 1993-tól az MTA Hidrológiai Tudományos Bizottságának tagja, 2012-től a Földtani Tudományos Bizottság Hidrológiai Tudományos Albizottság tiszteleti tagja, 1991-től 2002-ig az INHIGEO levelező tagja.

Nyomatásban megjelent munkáinak száma 290. Jelen-tősebb könyvei: Magyarország földtana, Magyarország műszaki földtana, Cementipari nyersanyagaink és kutatási módszertanuk, A dolomit bányászata és felhasználása, Szilikátipari nyersanyagok, Magyarország talajjavító ásványi nyersanyagai (részben társszerzőkkel).

Horn János Életutak című sorozatának IV. kötetében részletes életrajzát adta közzé.

Kitüntetett tagtársunknak tisztelettel gratulálunk!

Szerkesztőség

Dr. Horn János elismerése

Az MTA IV. Agrártudományok Osztálya *Elismerő Oklevelet* adományozott *dr. Horn Jánosnak* „a tudományművelésben évtizedek óta kifejtett ismeretterjesztő munkájáért”. Az oklevél átadására az MTA Elnöki Tanácsstermében – Osztályülés keretében – 2017. október 11-én került sor.

Tisztelt Tagtársunknak ezúton is gratulálunk!

Szerkesztőség