

MIKOVINY SÁMUEL FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Doktori értekezés tézisei

**RUGALMAS HULLÁMOK TERJEDÉSI
JELLEMZŐINEK NYOMÁSFÜGGÉSE - ÚJ
KÖZETFIZIKAI MODELLEK**

Írta:

SOMOGYINÉ MOLNÁR JUDIT

Tudományos vezető:
DR. DOBRÓKA MIHÁLY
egyetemi tanár,
a műszaki tudomány doktora

**Miskolci Egyetem
Geofizikai Tanszék
Miskolc
2013**

I. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A kőzetekben terjedő rugalmas hullámok sebessége a kőzetalkotó ásványok és kötőanyagok (kőzetváz) típusától, mennyiségétől, struktúrájától, a kőzet porozitásától, a póruskitöltő anyagok fajtájától, mennyiségétől valamint a mikrorepedezettségtől is függ. A mikrorepedések a nyomásváltozás hatására nyílnak, illetve záródnak. Hasonlóan a pórusok mérete is megváltozhat a kőzetnyomás változásával. Mindez arra vezet, hogy a szeizmikus/akusztikus hullám terjedési sebessége, illetve abszorpciós tényezője a nyomás függvényében változik.

A nyomásfüggés leírására több kvalitatív elgondolás is létezik. Ezek egyike (Birch 1960) szerint a nyomás növekedésével a pórusok térfogata csökken, és növekvő terjedési sebesség mérhető a kőzetmintán. A nyomásfüggés jelenségét Brace és Walsh (1964) a mikrorepedések záródásával magyarázza. A nyomás-sebesség kapcsolat gyakran exponenciális függvénnyel jellemezhető (Wang et al. 2005, Singh et al. 2006). Számos empirikus modell létezik a longitudinális sebesség nyomásfüggésének jellemzésére, azonban ezek rendszerint egy alkalmasan választott formula paramétereinek matematikai regressziós eljárás alapján meghatározását adják, fizikai magyarázattal nem szolgálnak a nyomás-sebesség kapcsolatára (Wepfer és Christensen 1991, Ji et al. 2007). A jelenség pontosabb megismeréséhez, a laboratóriumi mérési adatok megfelelő értelmezéséhez olyan kvantitatív modell megalkotására van szükség, amely fizikai magyarázatot is ad a nyomásfüggés jelenségre.

Doktori kutatásaim keretében a kőzetekben lévő mikrorepedések, illetve a pórustérfogat nyomás alatti változásának fizikai hátterére alapozva olyan kőzetfizikai modelleket dolgozok ki, melyek megadják a szeizmikus/akusztikus hullám terjedési sebessége, illetve csillapódása (jósági tényezője) és a kőzetnyomás közötti kapcsolatot. A modellek egyben fizikai magyarázatot is adnak a nyomásfüggés jelenségére, megadva a bennük szereplő paraméterek fizikai jelentését. A kifejlesztett nyomásfüggő sebesség modell mind fel- és leterhelési szakasz esetén alkalmazható, azaz a jelen dolgozatban egyben magyarázatot adok az akusztikus hiszterézis jelenségére is.

A kőzetfizikai modelleket - gyakorlatban való alkalmazhatóságuk igazolása céljából - nyomás alatt laboratóriumban mért, akusztikus adatokon tesztelem. A dolgozatban bemutatom a mérési módszereket, valamint a mért longitudinális terjedési sebesség és jósági tényező adatokat, melyek részben a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén végzett mérésekből, részben szakirodalomból származnak. A mérési adatokból a modellekben szereplő modellparamétereket lineáris inverziós eljárással származtatom le. Értekezésemben részletesen tárgyalom a fel- és leterhelési szakaszok együttes feldolgozását, valamint a terjedési sebesség és jósági tényező modell egyszerre történő kiértékelését lehetővé tevő együttes inverziós algoritmust és bemutatom, hogy a kőzetfizikai modellekkel számított adatok megfelelő pontossággal jól illeszkednek a mért adatokhoz, azaz a kőzetfizikai modellek a valóságot megfelelően tükrözik.

II. ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK

Értekezésemben áttekintettem a szakirodalomban közölt, a nyomásfüggés leírására szolgáló kvalitatív modelleket és bemutattam a hullámterjedési jellemzők mérésének főbb módszereit,

valamint röviden összefoglaltam a nyomásfüggés regressziós leírására vonatkozó irodalmi előzményeket. Laboratóriumi mérési adatok megfelelő értelmezéséhez olyan kvantitatív modellre van szükség, amely fizikai magyarázatot is ad a jelenségre, így munkám során, a bemutatott regressziós formulákon túllépve, a kőzet specifikus (a jelenséget meghatározó) fizikai jellemzőit feltárva alkotok fizikai modellt és adok magyarázatot a nyomásfüggés jelenségére. Kutatásaim során a kvalitatív irodalmi előzményeket elfogadva Brace és Walsh (1964) alapfeltevéséből indultam ki, mely szerint változó nyomás mellett a kőzetmintában mikrorepedések nyílnak és záródnak. Hasonlóan Birch (1960) elgondolását is alapul vettem, amely szerint a nyomás növekedésével a pórusok térfogata csökken, így növekvő terjedési sebesség, illetve jósági tényező mérhető a kőzetmintán. E fizikai elvekből kiindulva állítottam fel a jelenséget leíró differenciálegyenleteket, melyek megoldásával könnyen értelmezhető formulákat vezettem le. A kifejlesztett modellek megadják a szeizmikus/akusztikus hullám terjedési sebessége, ill. jósági tényezője, valamint a kőzetnyomás közti kapcsolatot a felterhelési szakaszra. Ezeket a megfontolásokat továbbfejlesztve a leterhelési szakasz is leírhatóvá válik, ezért dolgozatomban a leterhelésre érvényes kőzetfizikai modellt is kidolgoztam. Ezáltal a fel- és leterhelési szakaszra kifejlesztett modellek egyesítésével lehetővé vált az akusztikus hiszterézis leírására alkalmas kőzetfizikai modell felállítása.

A kőzetfizikai modellek gyakorlatban való alkalmazhatóságának igazolása céljából a modelleket nyomás alatt mért akusztikus adatokon teszteltem. A modellegyenletekben szereplő paramétereket lineáris (részben együttes) inverziós eljárással határoztam meg. A paraméterek ismeretében a kőzetfizikai modellek alapján számított adatokat a mérési adatokkal összevetve jó egyezést találtam. Az inverziós feldolgozás során relatív adattérbeli távolságot számoltam, amely pl. az akusztikus sebesség modell esetén 1% alatti értéket hozott. Kutatásaim során megadtam a modellparaméterek becsült hibáját, valamint minden feldolgozott mérési adatrendszerhez a korrelációs mátrixot és az átlagkorrelációt is. Az átlagkorreláció mindegyik minta esetében 0,5 alatti volt, mely az inverziós eredmények megbízhatóságát támasztja alá.

A fentiek szerinti kőzetfizikai modellekre alapozva - minősített inverzióval - előállított modellparaméterekkel új, a petrofizikai gyakorlat számára közvetlenül alkalmazható kőzetfizikai vizsgálati módszer bevezetésére nyílt lehetőség.

III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. tézis

Brace és Walsh (1964) mikrorepedésekre, ill. Birch (1960) pórusterfogató változásra alapozott kvalitatív modell-elgondolását egyesítve bevezettem a nyomásváltozás leírására vonatkozóan releváns X extenzív mennyiség fogalmát, amelyre egyszerű fizikai megfontolások alapján felállítottam a

$$dX = -\lambda X d\sigma$$

differenciálegyenletet és megadtam ezen mennyiség nyomásfüggését

$$X = X_0 e^{-\lambda\sigma} .$$

a felterhelési szakaszra. Ennek alapján

- a) felállítottam a mikrorepedés koncentráció differenciál egyenletét, majd azt megoldva megadtam ezen mennyiség nyomásfüggését

$$N = N_0 e^{-\lambda_N \sigma},$$

ahol N_0 a fajlagos repedésszám terheletlen állapotban, λ_N anyagi jellemző új kőzetfizikai paraméter.

- b) Egyszerű fizikai megfontolások alapján felírtam a terjedési sebesség elemi megváltozása és az infinitezimális mikrorepedés koncentráció kapcsolatát, majd az 1a) altézisben leírt eredmények felhasználásával megadtam a sebesség-nyomás függvény differenciál egyenletét. Az egyenletet megoldva előállítottam a modell keretében érvényes sebesség-nyomás függvényt:

$$v = v_0 + \Delta v_0 (1 - e^{-\lambda_N \sigma}),$$

ahol v_0 a longitudinális sebesség nyomásmentes állapotban és $\Delta v_0 (= \alpha_N N_0)$ a sebességesés.

- c) Megadtam a kőzetfizikai modellben szereplő anyagi jellemzők (v_0 , Δv_0 , λ_N) fizikai jelentését.

2. tézis

Birch (1960) kvalitatív modell-elgondolására alapozva kőzetfizikai modellt állítottam fel a longitudinális akusztikus sebesség nyomásfüggésének leírására a felterhelési szakaszra vonatkozóan. Ezen belül:

- a) Az 1. tézisben bevezetett X extenzív mennyiség egyenleteit a pórusterfogató változásra vonatkozóan alkalmazva felállítottam a fajlagos pórusterfogató változás differenciál egyenletét, majd azt megoldva megadtam e mennyiség nyomásfüggését:

$$V = V_0 e^{-\lambda_V \sigma}.$$

- b) Egyszerű fizikai megfontolások alapján felírtam a terjedési sebesség elemi megváltozása és az infinitezimális pórusterfogató változás kapcsolatát, majd a 2a) altézisben leírt eredmények felhasználásával megadtam a sebesség-nyomás függvény egyenletét és megállapítottam, hogy ez formailag megegyezik az 1. tézisben bevezetett sebesség-nyomás összefüggéssel

$$v = v_0 + \Delta v_0 (1 - e^{-\lambda_V \sigma}), \quad \Delta v_0 = \alpha_V V_0.$$

A formai egyezésem túl azonban a modell egyenletben szereplő kőzetfizikai anyagi jellemzők értéke és belső kőzetfizikai paraméterekkel való kapcsolatuk természetesen különbözik.

3. tézis

A felterhelési szakaszra vonatkozóan közetfizikai modellt állítottam fel a longitudinális akusztikus sebesség jósági tényezőjének nyomásfüggésére.

- a) Az 1a) altézisben a fajlagos repedésszámra felállított közetfizikai modellt felhasználva felállítottam a jósági tényező nyomásfüggését leíró differenciálegyenletet. Az egyenletet megoldva előállítottam a jósági tényező-nyomás függvényt:

$$Q = Q_0 + \Delta Q_0 (1 - e^{-\lambda N \sigma}),$$

ahol Q_0 a jósági tényező nyomásmentes állapotban, $\Delta Q_0 (= \beta_N N_0)$ az a jósági tényező tartomány, amelyben a jósági tényező változhat és λ jelentése ugyanaz, mint az 1a) altézisben.

- b) A 2a) altézisben a pórusterfogató változásra bevezetett eredmények felhasználásával felállítottam a jósági tényező-nyomás függvény differenciál egyenletét és annak megoldásaként megadtam a jósági tényező nyomásfüggését a modellfeltételeknek megfelelő kőzetekre.

4. tézis

Brace és Walsh (1964) kvalitatív modell-elgondolásából kiindulva közetfizikai modellt állítottam fel a longitudinális akusztikus sebesség nyomásfüggésének leírására a leterhelési szakaszon, amelyre alapozva bevezettem az akusztikus hiszterézist magyarázó petrofizikai modellt.

- a) Az $n = N_0 - N$ fajlagos zárt repedésszám nyomásfüggésére egyszerű fizikai megfontolással differenciálegyenletet állítottam fel, majd megadtam annak megoldását

$$n = n_m e^{-\lambda'(\sigma_m - \sigma)},$$

ahol σ_m a felterhelési szakaszon alkalmazott maximális nyomást jelenti (innen indul a leterhelési szakasz), n_m a zárt mikrorepedések száma σ_m nyomás esetén, λ' a leterhelési szakaszra érvényes közetfizikai anyagjellemző.

- b) Az 1b) altézisben a sebesség elemi megváltozása és a nyitott mikrorepedések koncentrációjának elemi megváltozása között felállított differenciálegyenletet felhasználva, előállítottam a leterhelési szakaszra érvényes sebesség-nyomás kapcsolatot

$$v = v_m - \alpha n_m (1 - e^{-\lambda'(\sigma_m - \sigma)}),$$

ahol v_m az alkalmazott maximális nyomás mellett mérhető sebesség.

- c) Az 1. tézisben felterhelésre (a σ_m maximális nyomásig) kapott sebesség-nyomás függvényt a σ_m feszültség értéktől indított leterhelési szakaszon a 4b) altézis szerinti sebesség-nyomás függvénnyel kiegészítve az akusztikus hiszterézis leírására alkalmas függvény együttest állítottam elő. Ezáltal - figyelembe véve az 1. és 4. tézisek mögött álló fizikai modelleket - az akusztikus hiszterézis jelenségét magyarázó fizikai modell állt elő.

5. tézis

Az 1-4. tézisekben szereplő kőzetfizikai modellekben bevezetett modellparamétereket laboratóriumi mérési adatokat felhasználva a lineáris geofizikai inverzió módszereivel meghatároztam.

- a) Az 1., ill. 2. tézisben bevezetett fázissebesség-nyomás függvény, mint modelltörvény (a direkt probléma megoldása) alkalmazásával a legkisebb négyzetek módszerét követve laboratóriumi kőzetminta mérések adatainak felhasználásával meghatároztam a modelltörvényben szereplő kőzetfizikai anyagjellemzőket (v_0 , Δv_0 , λ). A minősített inverzió követelmény rendszerének megfelelően megadtam a paraméterbecslés hibáját és a korrelációs mátrix elemeit.
- b) Az 1., ill. 2. tézisben bevezetett fázissebesség-nyomás függvény, valamint a 3. tézisben bevezetett jósági tényező-nyomás függvény, mint modelltörvény alapján a szakirodalomban közölt kőzetminta mérések (fázissebesség és jósági tényező) adatainak felhasználásával együttes inverziót végeztem a modellegyenletekben szereplő (v_0 , Δv_0 , Q_0 , ΔQ_0 , λ) paraméterek meghatározására. A minősített inverzió követelmény rendszerének megfelelően megadtam a paraméterbecslés hibáját és a korrelációs mátrix elemeit.
- c) A 4c) altézisben a fel-, illetve leterhelési szakaszra meghatározott függvények, mint modellegyenletek alapján, valamint mindkét terhelési szakasz esetén kőzetmintákon végzett saját laboratóriumi (longitudinális) sebesség adatok felhasználásával együttes inverziós eljárást dolgoztam ki az akusztikus hiszterézis modellparamétereinek (v_0 , Δv_0 , v_l , Δv_l , λ , λ') meghatározására.

A független, illetve együttes inverziós vizsgálataim eredményeként kapott kőzetfizikai modellparaméterekkel számított adatok a laboratóriumi mérési adatokkal - műszaki szempontból minden tekintetben - megfelelő egyezést mutatnak.

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

Az értekezés keretében kőzetfizikai modellfejlesztést végeztem. A kidolgozott modellek a szeizmikus/akusztikus hullám terjedési sebességének, illetve jósági tényezőjének nyomásfüggését írják le. A modellegyenletek segítségével kőzetmintákon végzett laboratóriumi mérések adatait felhasználva a dolgozatban bemutatott független, illetve együttes inverziós eljárásokkal meghatározhatók azok az anyagi (kőzetfizikai) paraméterek, amelyek a nyomásfüggés jelenségében jelentős szerepet játszanak. A modellalkotás során bevezetett új anyagjellemzők alkalmasak a kőzetek fizikai jellemzésére, azaz a kőzetek anyagi minőségét leíró paraméterek köre bővül.

A bevezetett modellek hozzájárulnak a kőzetek fizikai tulajdonságainak jobb megismeréséhez. Különösen fontos, hogy modellezhetővé vált az akusztikus hiszterézis jelensége, a fel- és leterhelési szakaszon érvényes modellegyenletek felhasználásával. Az elért eredmények további kutatások kiindulópontjául szolgálhatnak.

A szeizmikus sebesség mélységfüggésének ismerete a szeizmikus értelmezés alapvető kérdése. Mivel a mélység növekedése egyben a kőzetnyomás növekedését is jelenti, az

értekezésben kidolgozott modellek fontos szerepet kaphatnak az időszelvény mélységshelvényre történő transzformációjában.

A TÉZISFÜZETBEN SZEREPLŐ HIVATKOZÁSOK LISTÁJA

- Birch F. 1960. The velocity of compression waves in rocks to 10 kilobars, Part 1. *Journal of Geophysics Research*, 65, 1083-1102.
- Brace W.F., Walsh J. B. 1964. A fracture criterion for brittle anisotropic rock. *Journal of Geophysics Research*, 69, 3449-3456.
- Ji S., Wang Q., Marcotte D., Salisbury M.H., Xu Z. 2007. P wave velocities, anisotropy and hysteresis in ultrahigh-pressure metamorphic rocks as a function of confining pressure. *Journal of Geophysics Research*, 112, B09204.
- Singh R., Rai C., Sondergeld C. 2006. Pressure dependence of elastic wave velocities in sandstones. SEG/New Orleans 2006 Annual Meeting.
- Wang Q., Ji S.C., Salisbury M.H., Pan M.B., Xia B., Xu Z.Q. 2005. Pressure dependence and anisotropy of P-wave velocities in ultrahigh-pressure metamorphic rocks from the Dabie-Sulu orogenic belt (China): Implications for seismic properties of subducted slabs and origin of mantle reflections. *Tectonophysics*, 398, 67– 99.
- Wepfer W.W., Christensen N.I. 1991. A seismic velocity-confining pressure relation, with applications. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 28, 451– 456.

IV. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK ÉS ELŐADÁSOK JEGYZÉKE

FOLYÓIRAT CIKKEK

1. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. New petrophysical model describing the pressure dependence of seismic velocity. *Acta Geophysica*, 60(2), pp. 371-383. IF: 0.617. DOI: 10.2478/s11600-011-0079-0
2. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. The pressure dependence of acoustic velocity and quality factor — new petrophysical models. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 47(2), pp. 149-160. IF: 0.346. DOI: 10.1556/AGeod.47.2012.2.4
3. DOBRÓKA M., SOMOGYINÉ MOLNÁR J. 2012. Kőzetfizikai modell az akusztikus hiszterézis leírására. *Magyar Geofizika*, 53(2), pp. 73-79.
4. SOMOGYINÉ MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2011. A szeizmikus/akusztikus sebesség és a jósági tényező kőzetnyomástól való függését leíró kőzetfizikai modellek. *Magyar Geofizika*, 52(3), pp. 128-134.

NEMZETKÖZI KONFERENCIÁK KIADVÁNYAI (EXTENDED ABSTRACTS)

1. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J., SZABÓ N.P. 2013. New Results in Modeling the Phenomenon of Acoustic Hysteresis. 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013, London, United Kingdom, 2013.06.10-13. (2013. február 27-én elfogadva)

2. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Physical explanation of the stress dependence of seismic/acoustic velocity and quality factor. SEG Istanbul 2012 - International Geophysical Conference And Oil & Gas Exhibition, Istanbul, Turkey, 2012.09.17-19. pp. 1-4.
3. SOMOGYI MOLNÁR J., PARIPÁS A.N., DOBRÓKA M., ORMOS T. 2012. New petrophysical model describing the acoustic hysteresis. Near Surface Geoscience, Proceedings, Paris, France, 2012.09.02-05. pp. 1-4.
4. SZEGEDI H., SOMOGYI MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2011. The pressure dependence of acoustic velocity – a new petrophysical model. 6th Congress of Balkan Geophysical Society, Proceedings, Budapest, 2011.10.03-06. P19, pp. 1-4. (ISBN 978-90-73834-16-3)
5. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2011. Pressure dependence of seismic Q - a new petrophysical model. Near Surface 2011 – the 17th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics of the Near Surface Geoscience Division of EAGE, Proceedings, Leicester, United Kingdom, 2011.09.12-14. P16, pp. 1-4. (ISBN 978-90-73834-15-6)
6. SOMOGYI MOLNÁR J., SZEGEDI H., DOBRÓKA M. 2011. New petrophysical models for describing pressure-dependent acoustic velocity and absorption coefficient in porous rocks. 73rd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, Proceedings, Vienna, Austria, 2011.05.23-26. P082, pp. 1-4. (ISBN 978-90-73834-12-5)
7. MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure-dependent acoustic velocity in rocks. Near Surface 2010 – the 16th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics of the Near Surface Geoscience Division of EAGE, Proceedings, Zürich, Switzerland, 2010.09.06-08. B16, pp. 1-4. (ISBN 978-90-73781-88-7)
8. MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity in rocks. Junior Scientist Conference, Proceedings, Vienna, Austria, 2010.04.07-09. pp. 139-140. (ISBN 978-3-200-01797-9)

HAZAI KONFERENCIÁK KIADVÁNYAI

1. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Description of pressure dependence of acoustic velocity during pressurization and depressurization cycles. Conference & Exhibition on Earth Sciences and Environmental Protection, Miskolc, 2012.09.27-29. pp. 32.
2. SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Description of acoustic hysteresis – new petrophysical model. 8th International Conference of PhD Students, Miskolc, 2012.08.05-11. pp. 1-6. (ISBN:978-963-661-994-7)
3. SOMOGYINÉ MOLNÁR J. 2011. Új közetfizikai modellek a longitudinális sebesség és a jósági tényező nyomásfüggésének leírására. Doktoranduszok Fóruma, Műszaki Földtudományi Kar Szekciókiadvány, Miskolc, 2011.11.08. pp. 55-63.

4. SOMOGYI MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2011. Explanation of the stress dependence of seismic/acoustic velocity and absorption coefficient in porous rocks. XXV. microCAD International Scientific Conference, Proceedings, Section B, Miskolc, 2011.03.31-04.01. pp. 35-40. (ISBN 978-963-661-955-8)
5. SOMOGYI MOLNÁR J. 2011. Development of new petrophysical models for the explanation of seismic/acoustic properties of porous rock continua. Meeting of Young Geoscientists, Proceedings, Győr, 2011.03.25-26. pp. 30-31.
6. MOLNÁR J. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity and absorption coefficient. 7th International Conference of PhD Students, Proceedings, Miskolc, 2010.08.08-13. pp. 39-44. (ISBN 978-963-661-941-1)
7. DOBRÓKA M., MOLNÁR J. 2010. Inversion-based petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity. XXIV. microCAD International Scientific Conference, Proceedings, Section G, Miskolc, 2010.03.17-19. pp. 79-84. (ISBN 978-963-661-911-4)

NEMZETKÖZI KONFERENCIA ELŐADÁSOK

1. SOMOGYI MOLNÁR J., M. DOBRÓKA 2013. New Petrophysical Models for Explaining the Pressure Dependence of Acoustic Velocity and Hysteresis, Advances in Geophysical Inverse Theory Workshop, Rome, Italy, 2013.02.04.
2. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Physical explanation of the stress dependence of seismic/acoustic velocity and quality factor. SEG Istanbul 2012 - International Geophysical Conference And Oil & Gas Exhibition, Istanbul, Turkey, 2012.09.17-19.
3. SOMOGYI MOLNÁR J., PARIPÁS A.N., DOBRÓKA M., ORMOS T. 2012. New petrophysical model describing the acoustic hysteresis. Near Surface Geoscience, Paris, France, 2012.09.02-05.
4. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2011. Pressure dependence of seismic Q - a new petrophysical model. Near Surface 2011 – the 17th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics of the Near Surface Geoscience Division of EAGE, Leicester, United Kingdom, 2011.09.12-14.
5. SOMOGYI MOLNÁR J., SZEGEDI H., DOBRÓKA M. 2011. New petrophysical models for describing pressure-dependent acoustic velocity and absorption coefficient in porous rocks. 73rd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, Vienna, Austria, 2011.05.23-26.
6. MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure-dependent acoustic velocity in rocks. Near Surface 2010 – the 16th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics of the Near Surface Geoscience Division of EAGE, Zürich, Switzerland, 2010.09.06-08.

7. MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity in rocks. Junior Scientist Conference, Vienna, Austria, 2010.04.07-09.

HAZAI KONFERENCIA ELŐADÁSOK

1. DOBRÓKA M., SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Description of pressure dependence of acoustic velocity during pressurization and depressurization cycles. Conference & Exhibition on Earth Sciences and Environmental Protection, Miskolc, 2012.09.27-29.
2. SOMOGYI MOLNÁR J. 2012. Description of acoustic hysteresis – new petrophysical model. 8th International Conference of PhD Students, Miskolc, 2012.08.05-11.
3. SOMOGYINÉ MOLNÁR J. 2011. Új kőzetfizikai modellek a longitudinális sebesség és a jósági tényező nyomásfüggésének leírására. Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2011.11.08.
4. SOMOGYINÉ MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2011. Kőzetmintákon mért sebesség és jósági tényező adatok inverziója - új kőzetfizikai modellek alkalmazása a nyomásfüggés leírására. MTA-MGE-ME Inverziós Ankét, Miskolc, 2011.11.07.
5. SOMOGYI MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2011. Explanation of the stress dependence of seismic/acoustic velocity and absorption coefficient in porous rocks. XXV. microCAD International Scientific Conference, Section B, Miskolc, 2011.03.31-04.01.
6. SOMOGYI MOLNÁR J. 2011. Development of new petrophysical models for the explanation of seismic/acoustic properties of porous rock continua. Meeting of Young Geoscientists, Győr, 2011.03.25-26.
7. MOLNÁR J. 2010. A new petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity and absorption coefficient. 7th International Conference of PhD Students, Miskolc, 2010.08.08-13.
8. DOBRÓKA M., MOLNÁR J. 2010. Inversion-based petrophysical model for describing the pressure dependence of seismic velocity. XXIV. microCAD International Scientific Conference, Section G, Miskolc, 2010.03.17-19.
9. MOLNÁR J., DOBRÓKA M. 2009. A szeizmikus sebesség kőzetnyomástól való függését leíró kőzetfizikai modell paramétereinek inverziós meghatározása. Ifjúsági Előadói Nap, Miskolc, 2009.12.11.

KUTATÁSI JELENTÉSEK

1. DOBRÓKA M., TURAI E., SZABÓ N.P., SOMOGYINÉ MOLNÁR J., SZEGEDI H. 2012. Akusztikus jellemzők nyomásfüggésének vizsgálata és kőzetfizikai modell felállítása. Kutatási jelentés, 2012. december.
2. DOBRÓKA M., ORMOS T., VASS P., SZEGEDI H., HERCZEG Á. PARIPÁS A.N., MOLNÁR J. 2009. Laboratóriumi mérések és korszerű szelvényelemzések együttes alkalmazása inverziós eljárással. Kutatási jelentés, 2009. november.