

Korvin Gábor

„MY RESULTS IN MATHEMATICAL GEOPHYSICS – A THESIS SUBMITTED TO
THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES FOR THE DOCTOR OF SCIENCES
DEGREE”

c. MTA doktori értekezéséről

Doktori értekezésében a Pályázó rendkívül széleskörű tudományos munkásság eredményeit mutatja be. Az eredmények tudományos értékét tanúsítja, hogy azokat szakterületének mérvadó folyóirataiban, ill. szakkönyvekben publikálta. Munkájában az elmélyült matematikai tárgyalásmód mellett pontos fizikai szemlélet figyelhető meg, széleskörű ismereteit rutinos kutatóként, kiemelkedő szakmai találékonysággal hasznosítja a kitzűzött cél megoldása érdekében. Tudományos következtetései megalapozottak, levezetései elegánsak, egész munkásságában végig követhető a gyakorlati alkalmazhatóságra törekvés.

Mindezek alapján még a részletes bírálat előtt rögzíthetem, hogy Jelölt az értekezésben bemutatott tématerületeken tudományos jelentőségű, nemzetközi érdeklődést kiváltó eredményeket mutat be. A doktori mű tartalmilag egy igen termékeny és kreatív életmű összefoglalásaként is értékelhető. A dolgozat és a 20 tézis következetesen a Szerző nemzetközi szakirodalomban publikált tudományos eredményeit mutatja be.

Kiindulásként a dolgozat első fejezetében a Szerző kutatói módszertanába ad betekintést. Az érdekes, ám viszonylag terjedelmes bevezetés bírálati szempontból nem igényel részletezést. A második fejezetben az értekezés fő tématerületeit jelöli meg a Szerző:

- hullámterjedés véletlen közegben,
- entrópia,
- közetfizika
- fraktálok
- porózus közetek petrofizikája.

A harmadik fejezetben az értekezés eredményei öt fő pontban (ezek mindegyike további bontásban, összesen 23 alpontban) kerülnek bemutatásra. Ezeket alpontonként haladva értékelem az alábbiak szerint:

3.1 Hullámterjedés véletlen közegekben

Bevezetésként a Szerző bemutatja Keller véletlen perturbációs módszerét és alkalmazza a lineáris probléma Green-függvényére a véletlen inhomogenitások erősségét jellemző ε mennyiség második rendjéig. Ebből kiindulva levezeti a véletlen közegekben terjedő rugalmas hullámok diszperziós relációját a terjedési sebesség inhomogenitására felállított három különböző modell feltételezésével 3D ill. 1D esetre. Eredménye alapján előállítja a hullám fizikai csillapodását jellemző abszorpciós tényezőt és

1.Tézisében megadja annak alacsony- ill. a magas frekvenciás határesetben mutatott frekvencia függését. A Tézist jelentős tudományos eredményként elfogadom

Kérdés: Levezetésének háttérében lineárisan rugalmas közeg feltételezhető. Ha a szeizmikában gyakran alkalmazott konstans Q modellt feltételezzük, hogyan viszonyul egymáshoz (legalább nagyságrendileg) az ennek alapján számolt és a tézisben megadott abszorpciós tényező?

Megjegyzés: a tézisben az alacsony- ill. magas frekvenciás határeset feltételének megadásában k_0 helyett célszerűbb lenne a dimenziótlan $k_0 r_0$ ill. $k_0 d$ mennyiséget szerepeltetni (a sebesség modelltől függően), ahol r_0 ill. d heterogenitások karakterisztikus hossza. A doktori műben az Eq. 4. második tagjában hiányzik az u függvény, Eq. 29.a-ban hiányzik a k_0^2 , Eq. 39-2-ben pedig az r_0 szorzó.

Vizsgálatait a véletlen inhomogenitásokon történt többszörös szórás esetére is kiterjesztve a Szerző levezeti az abszorpciós tényező kifejezését 1D esetre. Ezt az eredményt a

2.Tézisben foglalja össze megadva annak közvetlen fizikai jelentését. A Tézist jelentős tudományos eredményként elfogadom.

Ez utóbbi eredményéből kiindulva a Pályázó meghatározta az abszorpciós tényezőt két komponensű porózus közeg esetére. Ide vonatkozó eredményét a

3.Tézisben foglalja össze és megállapítja, hogy az *elnyelési együttható fordítva arányos az átlag sebességgel*. A Tézist jelentős tudományos eredményként elfogadom két észrevétellel: 1.) az abszorpciós tényező (11)-ben megadott kifejezésében hiányzik az ω^2 szorzó, 2.) a doktori műben az „absorption coefficient is inversely proportional to

(the square of the) average velocity” szerepel, az eredmény tézisszerű megfogalmazásában viszont az átlagsebességgel való fordított arányosságot találjuk. Kérem, hogy Szerző pontosítsa tézisét, annál is inkább, mivel a kísérleti igazolásként említett publikáció regressziós vizsgálatai különböző kőzetekre a sebesség hatványkitevője vonatkozásában különböző értékeket adnak.

Megjegyzés: A doktori műben az Eq. 68. tört kifejezése nevezőjében feltehetőleg k_0^2 kell ω^2 helyett, az utána következő (szintén Eq. 68-cal jelölt) egyenletben hiányzik a $(c_1 - c_2)^2$ szorzó. Eq. 69 és Eq. 70 egyenletekben hiányzik az ω^2 szorzó, valamint az Ament⁴³-től idézett Eq. 71 kifejezést ki kell egészíteni a $\rho_0 c_0$ szorzóval.

Következő tézisét Pályázó a doktori műben részletesen nem ismerteti, ehelyett hivatkozik (Korvin, G. 1983b. Geoph. Trans. 29(3): 191-202) dolgozatára. A publikáció a Q jósági tényező nagy frekvenciás viselkedését két lényegesen különböző (egy lassan változó ε_1 és egy relatíve gyorsan változó ε_2) véletlen inhomogenitás feltételezésével tárgyalja. Ennek alapján a

4. Tézist melyben Szerző az Aki által a Q tényező nagyfrekvenciás viselkedésére Japán szeizmológiai mérések alapján talált összefüggést magyarázza jelentős tudományos eredménynek ismerem el.

Az **5. Tézist**, amelyben Pályázó bizonyítja, hogy több komponensű kőzetekben az abszorpciós tényező arányos (de legalább is pozitívan korrelál) a Shannon entrópiával jelentős tudományos eredményként ismerem el.

A terjedési sebesség véletlen heterogenitásainak tárgyalását követően Szerző áttér a véletlen felületekről történő diffúz reflexió leírására. Megfontolásai során feltételezi, hogy a differenciálható felület hullámtani szempontból lassan változik, azaz inhomogenitásainak karakterisztikus hosszúsága a hullámhosszhoz képest igen nagy. Egy elegáns levezetésben megadja a véletlen felületről történt visszaverődés statisztikai tulajdonságait, a kialakuló diffúz reflexiós árnyék időbeli jellemzőit, korlátjait és maximum helyét. Az eredményeiről megfogalmazott

6. Tézist kiemelkedő jelentőségű, a szeizmikus gyakorlat szempontjából fontos tudományos eredményként ismerem el.

Megjegyzés: doktori mű geometriai optika feltételrendszerét összefoglaló táblázatában a C.5 egyenlőtlenség bal oldalán helyesen h^{-2} írandó.

8. tézisében Pályázó a Poisson eloszlású szóró pontokról visszavert, a forrás által generált véletlen zaj tulajdonságait vizsgálva fontos felismerést tesz a zaj normált keresztkorrelációjának távolság függése kapcsán, melynek alapján elkülöníthető a felszín-közeli vékony rétegből, ill. a féltérből érkező zajhoz kapcsolódó szórási mechanizmus. Ide vonatkozóan, a

8. Tézisben megfogalmazott eredményeket új tudományos eredményként elfogadom.

Megjegyzés: 1.) Szerző a doktori műben közölt levezetéseiben a $c = c_0/(1 + \varepsilon)$ (Eq. 16.c.) sebességmodellt használja, azonban a gyenge heterogenitásokra vonatkozó feltételezt az (Eq. 16.a.) modellre vonatkozóan adja meg. Kérem ennek tisztázását és az egyenlőtlenség pontosítását. 2.) Az (Eq. 100) után következő a_i kifejezésében az ε_i mennyiséget nem kell négyzetre emelni.

3.2 Entrópia

Az entrópia függvény statisztikai értelmezéséhez (Shannon Entrópia) kapcsolódó kutatásai eredményeinek ismertetését Szerző a vastag agyagrétegek porozitásának mélységfüggését megadó empirikus formula, az Athy-törvény elméleti úton történő levezetésével kezdi. Megfontolásait a barometrikus magasság formulával való analógiára alapozza és az agyag tömörödését a vízzel telt pórusok felfelé történő migrációjaként fogja fel, a folyamat egyensúlyi állapotát az entrópia maximumához kötve. Az eredményeit megfogalmazó

11. Tézist szép tudományos eredménynek tekintem és elfogadom.

Kérdés: Lehetséges-e hasonló gondolatmenettel a Shannon entrópiára alapozva a kőzetek nyomás alatti sebesség-növekedésének magyarázata?

A pórus/szemcse/repedés határok mikroszkóp felvételeken történő, automatikus meghatározására a Szerző az irregularitások közötti távolságok eloszlásának entrópiája (Entropy of Shortest Distance) alapján új módszert dolgozott ki. Az eljárás az elkülönítendő alakzatok széles skáláján alkalmazható. A doktor mű, ill. a mögötte álló publikáció az elegáns matematikai tárgyalásmód mellett rendkívül kreatív kutatói aktivitást is tükröz. Az eljárás kapcsán megfogalmazott

12. Tézist kiterjedt gyakorlati alkalmazást ígérő, új tudományos eredményként ismerem el.

Kérdés: a doktori mű Eq. 129 utáni bekezdésében definiált valószínűség

$p_i = \min\{\text{dist}(r_i, r_j) | j \neq i\}$, ahol r_i a sík P_i pontja és a legközelebbi szomszéd közötti távolság, „dist” pedig az Euklideszi távolságot jelöli, ennek megfelelő mértékegységgel.

Hogyan érinti ez a definíció a $H = -\sum_{i=1}^W p_i \ln(p_i)$ Shannon-entrópiának a bekezdés utolsó mondatában deklarált skála függetlenségét?

A doktori mű 3.2.B.2. fejezetében a Szerző egy eljárást mutat be a háromszög diagram alkalmazására olyan esetben, amikor az ábrázolandó mennyiségek nem összeegyeztethető mértékegységekben adóttak. A „közös nyelvet” Szerző a Shannon-entrópiában, annak skála-függetlenségében találja meg. Az eljárás hét pontját a doktori mű pontosan megadja, egészében véve egy szellemes ötlet megvalósulását láthatjuk egzakt matematikai tárgyalásban. Az ide vonatkozó eredményeket megfogalmazó

13. Tézist új tudományos eredményként fogadom el.

3.3 Kőzetfizika

A kőzetfizikai tulajdonságok átlagértékeinek kutatása terén a doktori mű számos jelentős tudományos eredményt mutat be. A Szerző nyolc kézenfekvő feltétel teljesülése esetére általánosított középérték formulát vezet le, amely számos speciális esetben a kőzetfizika ismert összefüggéseit adja vissza. Ezt az eredményt, amelyre vonatkozóan Szerző a

14. Tézist fogalmazza meg jelentős tudományos eredményként fogadom el.

Kőzetfizikai kutatásai keretében Pályázó finoman rétegzett agyag-homok formációk elektromos anizotrópiáját vizsgálta annak feltételezése mellett, hogy mind az agyag, mind pedig a homok vékony réteg elektromosan anizotróp. Kutatásai során az irodalomból ismert speciális esetekre vonatkozó eredményeket általánosította és az anizotrópia együttható alsó és felső határára vonatkozó (az indukciós szelvények értelmezésében gyakorlati jelentőséggel bíró) feltételeket vezetett le. Ide vonatkozó eredményeit a

15. Tézisben fogalmazta meg, amelyet jelentős új tudományos eredményként ismerem el.

Megjegyzés: Szerző a doktori műben bemutatott levezetéseiben a $c = c_0/(1 + \varepsilon)$ sebességmodellt használja, ezért gyenge inhomogenitás feltételében az ε^2 mennyiséget c_0 helyett célszerűbb 1-hez hasonlítani.

3.4 Fraktálok

A Szerző a fraktálok földtudományi alkalmazása terén igen kiterjedt kutatói tevékenységet fejtett ki. A témában írt könyve a nemzetközi szakirodalomban gyakran idézett bestseller. Ugyanakkor azonban a bíráló ezen a területen nem rendelkezik olyan mértékű kompetenciával, ami szükséges a doktori mű ide vonatkozó eredményeinek méltányos megítéléséhez. Ezért a **7., 9., 10., 16., 17. és 18. Tézisek** és a mögöttük álló, a doktori műben bemutatott fejezetek bírálatától eltekintek, ami azonban nem érinti ezek tudományos értékét.

3.5 Porózus kőzetek fizikája

A porózus kőzetek fizikai leírásában a Pályázó új utat nyitott azzal a felismerésével, hogy ha a pórusokat rácspontoknak a pórusok közötti csatornákat éleknek tekinti, a hálózati perkoláció elméletének eredményeire támaszkodva kaolinit tartalmú homokkövek permeabilitásának számítására perkolációs modell állítható fel. A modell alapján számított, ill. a mért permeabilitások jó egyezést mutatnak. Ide vonatkozó eredményeit Szerző a

19. Tézisében fogalmazta meg, melyet jelentős új tudományos eredménynek tekintek.

20. tézisében a Szerző új geometriai modellt javasol üledékes kőzetek petrofizikai leírására, melyet ekvivalens pórusmodellnek nevez. Megadja a modell négy új petrofizikai paraméterének (pórus méret, pórustávolság, póruscsatorna átmérő és pórusok koordinációs száma) kapcsolatát a hagyományos jellemzőkkel (porozitás, permeabilitás, cementációs exposens), majd ez utóbbiak mérésekből ismert értékeinek ismeretében direkt inverziót hajt végre az új ekvivalens pórusmodell paramétereinek meghatározására. A


20.a. és 20.b. Tézisben foglaltakat új tudományos eredményként elfogadom.

Kérdés: Miben látja az ekvivalens pórusmodell tudományos- és gyakorlati jelentőségét? Milyen előnyökkel jár az új modell és a tézisben bemutatott eljárás alkalmazása?

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Pályázó által benyújtott doktori mű tartalmi és formai tekintetben megfelel az MTA Doktori Szabályzat előírásainak. A Szerző kivételesen szerteágazó, ám minden tekintetben aktuális, a nemzetközi tudományos kutatások élvonalába tartozó területeken jelentős tudományos eredményeket ért el, amelyek választott tudományterületét gazdagítják.

Mindezek alapján a doktori munka eredményeit az MTA doktora cím megszerzéséhez elegendőnek tartom és javaslom a nyilvános vita kitűzését. A bemutatott tézisek tudományos értéke, eredetisége, a kidolgozás elméleti igényessége, a mögöttük álló szellemi kreativitás alapján meggyőződéssel javaslom Dr. Korvin Gábor részére az MTA doktora cím odaítélését.

Miskolc, 2021. október 22.



Dobróka Mihály
a műszaki tudomány doktora

