

Opponensi vélemény

Rózsa Szabolcs: „A geodéziai, geodinamikai és atmoszféra kutatások a műholdas helymeghatározásban”

című, az MTA Doktora cím elnyeréséért benyújtott dolgozatról

Különös érdeklődéssel és szakmai izgalommal vettem kezembe Jelölt régóta esedékes nagydoktori dolgozatát, mert tevékenységét másfél évtizede figyelve nem mindennapi élményt ígért azok egységes szerkezetbe szerkesztett, közös gondolati ívre felfűzött változata. Ebben nem is csalódtam, sőt az eredmény több ponton túlmutatott várakozásomon. A választott és művelt téma (hm, két téma) kiemelten aktuális. Mindkét esetben elméletileg meglévő technikák részben vagy teljesen új területen, rendkívül fegyelmezett munkamódszerrel alkalmazását látom, az eredmények pedig különösen nagy gyakorlati jelentőséggel bírnak.

A mű címe talán az egyetlen, amely – a dolgozat semelyik más részén éppen nem jellemző módon – kicsit pontatlan. Véleményem szerint „Műholdas geodéziai alkalmazások a geodinamikában és az atomszféra-kutatásban” pontosabban fejezné ki a kiváló tartalmat.

Maga a doktori mű átmenet a klasszikus disszertáció (bár formailag annak tökéletes) és a „tézises” dolgozat között annyiban, hogy két (és fél) külön témakörre bomlik, amelyek közt viszonylag laza a kapcsolat, és minden fontos rész minőségi publikáción esett át már korábban is. A két témakör közül a második (légköri állapot vizsgálata GNSS-mérésekkel és ennek alkalmazása/validálása) véleményem szerint akár önállóan is alapot képezne a pályázott cím elnyerésére. A dolgozatban bemutatott eredmények, amelyeket a Jelölt tézisekre és altézisekre oszt, altézis-szintig publikálásra is kerültek, azok önmagukban is tudományos bírálaton estek át, különösen a régebbi cikkek esetében pedig már komoly hivatkozási rekorddal is bírnak.

A dolgozat mögött álló tudományos teljesítmény legfontosabb értéke a következetes algoritmikus gondolkodásmód és a geodézia egyébként – tulajdonképp Helmert óta ismert – klasszikus eszköztárának túppontos alkalmazása olyan területeken, ahol az eddig csak részben (szélső pontosságú mozgásvizsgálatok) vagy alig (troposzférikus hatások modellezése és ezen alapuló közel valósidejű modellépítés) voltak használatban. A dolgozat elkészítéséhez magas fokú és magabiztos matematikai és számítástechnikai tudás volt szükséges, amely a jelen mű

esetében nagyon szerencsés és ritka egybeesést mutat a jó nyelvi kifejezőképességgel, amely a gondolatmenetet a szűk szakmán kívül is elérhetővé teszi.

A két témakör közül az első – a Rajna-árok kinematikai modellje – a nyilvánvalóan egyszerűbb feladat, amely a Jelölt szakmai fejlődésének fontos lépése. A létrejött modell összhangban van a térség tektonikai képéről korábban alkotott ismereteinkkel, a mozgások tükrözik a feszültségtér és a szeizmicitás eddig is ismert adatait. Érdemi újdonság itt elsősorban a mozgási sebességek számszerű jellemzése és azok szabatos hibabecslése. Ennek elérése során a Jelölt egyrészt a mozgások levezetéséhez használt kiegyenlítő számítások módszerét algoritmizálta, másrészt a modell mérési alapját szolgáltató antennát fáziscentrumaira vonatkozóan adott pontosítást.

A troposzférikus késleltetési hatásokon alapuló második rész (2. és 3. téziscsoport) első – és nem egyetlen – nagy erénye a probléma precíz algoritmikus felbontása. Nem tudom, hogy a Jelölt a bő egy évtizednyi munka során eleve így állt-e a munkához (a publikációk dátuma alapján még ez az igen ritka lehetőség sem kizárt), vagy az eredmények hatására elvégzett újabb kutatások hatására állt össze ez a nagyon meggyőző folyamat (amely egyébként szerintem sokkal általánosabb a tudományban, csak igen ritka, hogy a szerző ennyire jól össze tudja rakni a folyamatot egy összefoglaló műben). A végeredmény igen meggyőző – tulajdonképp annak ellenére, hogy a Szerző „csak” igen rigorózan alkalmazott egy kiforrott és a geodéziában ismert eszköztárat. Az eredmények mindazonáltal a meteorológiában szokásos egyenlet-formátumban is pontosan értelmezhetők és a gyakorlatban már így, a dolgozatban megadott formában is alkalmazhatók.

A dolgozat nyelvezete kiváló, és lehet, hogy nem voltam elég figyelmes, de még elütési hibát sem találtam benne. A választott fogalmazási szint, bár nyilván nem a tudományosan érdeklődő szélesebb közönséget célozza, de véleményem szerint tökéletesen alkalmas arra, hogy a választott szakterületen (geodézia, geofizika, meteorológia) kívüli, szélesebb földtudományi érdeklődésű olvasó is megértse, mi is történt pontosan a kutatás során. Az, hogy mi a problémafelvetés és mi a Jelölt tézisenkénti végső konklúziója, mi ennek jelentősége akár a gyakorlati életben is, az viszont, dicséretes módon, sokkal szélesebb olvasóközönségnek is érthető.

Jelölt a problémafelvetés és az egyes szakkérdések megoldása során rendkívül logikusan építi fel művét. Olvasóként nem egy és nem két alkalommal szembesültem azzal, hogy a bírálathoz mellékelt kérdést jegyeztem fel – majd a következő alfejezetben arra rögtön

megkaptam a részletes választ is. A dolgozat szerkezete kétosztatú: a bevezető és a záró rész közös kerete között az első, illetve a második-harmadik témacsoport esetén külön-külön következik a problémafelvetés, az adatok, módszerek és eredmények, a diszkusszió és a(z al)tézises formában megfogalmazott konklúziók kötelező tartalma. A fentiek közül talán a bemenő adatok ismertetése volt az, ahol olvasóként kicsit jobban koncentrálnom kellett, mire pontosan megértettem mindent. A geodéziában használatos mátrixműveletek alkalmazása módszertanként nyilvánvaló, az pedig, hogy a mátrixot alkotó deriváltak itt részletesen nincsenek kifejtve, nem probléma (a hivatkozott saját publikációkban szerepelnek, a zárt függvényalakok deriválása pedig nem része a feladatnak – azok minőségellenőrzött alkalmazása igen, és ez mindenütt meg is van).

Az egyetlen formai kifogásom a tézisek megfogalmazását érinti (nem vitatva, hogy azok a mögöttük álló fejezetek és publikációk alapján jók, és elfogadásukról is ennek alapján döntök alább pozitívan): a tézismondatok inkább tematikus összefoglalások, és nem az eredmények tényleges ismertetése. Az 1. Tézis pl. így szól: *„Megalkottam a Felső Rajna-árok GNSS mérések szélső pontosságú feldolgozására alapozott kinematikus modelljét, amelyet Freiburg térségében felsőrendű színtezésekből levezetett elmozdulásmezővel pontosítottam.”*. Amit nem tartalmaz a tézis, hogy a modell egyértelműen állást foglal az ügyben, hogy a vizsgált terület recens elmozdulásai kompressziós jellegű környezetre utalnak, miközben az árok domborzati alakja alapján kialakulásában pull-apart jellegű szerkezet sem lenne kizárható. Hasonlóképp azt is tézisbe foglalható eredménynek gondolom, hogy mekkorák a jellemző sebességértékek, horizontális és vertikális irányokban (a becsült hibákkal). Azt viszont nem vitatom, ha az altézisek már a kidolgozott technológiai módszertanra utalnak. Hasonlóképp, a 2. tézis is utalhatna arra, hogy volt-e korábban ilyen modell, vagy ez az első (míg az előző esetben szakmai előéletem miatt tudok a geológiai vitáról, itt ezt nem mondhatom el magamról). Szintén kitérhetne a tézis mégoly rövid változata arra, hogy a modell mekkora vízgőztartalmat becsült (illetve hogy ha volt korábban ilyen modell, attól mennyire tér el numerikusan/nagyságrendileg). A 3. tézis tartalmazhatná a szövegben említett vonatkozó formulát is, amelynek kidolgozására a Jelölt méltán lehet büszke.

Mindezekkel együtt, mindezekre a kérdésekre a dolgozat megfelelő fejezeteiben a pontos választ megkapva **mindhárom tézist elfogadom**.

A fentiek alapján talán nem okoz senkinek meglepetést, hogy **Rózsa Szabolcs értekezését nyilvános vitára messzemenően alkalmasnak tartom**, és a bíráló bizottság számára lelkesen javaslom a Jelölt részére az MTA doktora tudományos cím megítélését.

A dolgozattal kapcsolatban a nyilvános vitában három kérdést kívánok feltenni:

1. A Felső-Rajna-árok kinematikai modelljét jelölt összeveti a területre vonatkozó recens feszültségtér-adatokkal (68. oldal), és utal a térségnek a modellel összhangban levő szeizmikus aktivitására is (pl. 57. oldal, de az egyes vizsgált geológiai szerkezetekhez kapcsolódóan korábban több helyen is). A térségben kipattant földrengések fészekmechanizmusa mennyiben támasztja alá a 63. oldalon bemutatott kinematikai modellt és a 67. oldalon bemutatott, ebből levezetett deformációmezőt? (A dominánsan kompressziós jellegű modell miatt feltolódásos vetőkhöz kapcsolódó fészekmechanizmusokat várok.)
2. Az időjárásvédő kupolák 3.4. fejezetben említett hatása kapcsán: ha ez a hatás egy sima offszet, akkor a mozgásvizsgálatoknál fontos differencia-számításokban miért érdekes ez?
3. A troposzférikus hatások modellezésénél Jelölt elkülöníti a klimazonálisan jó, csak szezonális átlagjellemzőket tartalmazó modellek és az ezektől való lokális eltérések (ilyen extremitásra jellemző példa a zivatarok hatása) kezelését. Hogyan ítéli meg a Jelölt: a 2.5. altézisben megfogalmazott idő- és térbeli modellfelbontás mennyiben alkalmas a légiforgalom számára történő gyakorlati alkalmazásra? Másképp kérdezve: van-e ma – vagy pláne a módszer eredeti, 2014-es publikálásakor – hasonló tér- és időbeli felbontást adó módszer a vízgőztartalom és a késleltetések becslésére?

Budapest, 2022. április 10.

/ Dr. Timár Gábor /