

Opponensi vélemény

Dr. Bondár István, a földtudományok kandidátusa, az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium tudományos főmunkatársának MTA Doktori Értekezéséről
(2015)

1. Általános bevezető és értékelő megjegyzések

A szerző „Nagypontosságú Földrengés Helymeghatározás” (az értekezés címe) terén jelentős művet alkotott. Erre a földrengéstudományban való kiváló felkészültsége mellett a valószínűségszámításban és a számítástechnikában (programozás) szerzett széleskörű jártassága tette lehetővé. E tudását a szeizmológia nemzetközi kutatási központjaiban (l. az életrajzát) kiváló munkatársakkal együttműködve hasznosította, amint az a publikációs jegyzékéből kitűnik.

A földrengések helyének meghatározása, magának a jelenségnek vizsgálata, a szeizmicitás, a földrengés veszélyeztetettség, a szeizmotektonika jelentős tudományos erőfeszítést követel, mivel a földrengések napjainkban is számos emberi és anyagi áldozattal járnak. E kutatásokba fektetett munkát alapvetően befolyásolta a XX. században kialakult atomveszélyeztetettség és annak megfékezésére létrehozott atomcsend egyezmény (Comprehensive Test-Ban-Treaty).

A szerző tudományos eredményeit peer reviewed, nagy nemzetközi folyóiratokban publikálta társszerzőivel, többnyire első számú szerzőként, így mindaz, amit az értekezésében leír, téziseiben összefoglal, már a nemzetközi szakközönség szűrőjén átment. Ennek e hazai értekezésben való összesítésének bírálatát másodlagos jellegűnek tartom szerény megítélésem szerint. Az értekezés elfogadásának, az MTA doktora cím odaítélésének a fentiek alapján semmi kétség nem merülhet fel. A szerző tudományos eredményeit és szakértői tudását a földrengéstudomány központjaiban - katalógusok, bulletinek szerkesztésénél – rendszeresen használják, így a Nemzetközi Szeizmológiai Központban (ISC), a Nemzetközi Monitorozási Rendszer (IMS) keretében és a JASPEI Reference Event List (REL) bővítésében.

2. Az értekezés szerkezete

A szerző az értekezés eredményeit nyolc fejezetben írja le. A téziszűzetben ezek lényegét, mint új tudományos eredményt (2) egy rövid bevezető (1) után hat tézisben foglalja össze. Megadja az eredmények hasznosítását (3), az értekezés témaköréből írt tanulmányainak jegyzékét (4) és egyéb közleményeinek adatait (5). A továbbiakban az értekezés egyes fejezeteiből emelek ki néhány lényegesnek ítélt összefoglaló megállapítást, eredményt és ezek kapcsolatát a tézisekkel.

3. Az értekezés fejezetei (Reflexiók, tartalmi megjegyzések)

3. fejezet

A Tartalomjegyzék (1) és a Bevezetés (2) után a szerző a 3. fejezetben a „Ground Truth” események feltételrendszerének meghatározásával foglalkozik. E fogalom alatt pontosan ismert, pontosan meghatározott földrengéseket (eseményeket) ért, amelyek bekerül(het)nek a JASPEI Reference Event listájába. Ezekre szükség van a Föld háromdimenziós sebességmodellje fejlesztéséhez.

A szerző méltatja az 5 km-en belüli helymeghatározást lehetővé tevő ún. GT5 állomások meghatározásának kritériumait (állomásszám, távolság, hézagok). Hálózatminősítési mértéket vezetett be és ennek hatását Monte-Carlo eljárással vizsgálta az események meghatározásának pontosságára. Áttekintést adott a IASPEI REL-be került GT adatok földrajzi eloszlásáról.

4. fejezet

Az értekezés gerincét és lényeges mondanivalóját a 4. fejezet tartalmazza. Ez kiindulva a kezdeti P-S hullámbeérkezések időkülönbségétől számított epicentrális távolság-meghatározásból részletesen tárgyalja a Geiger (1910, 1912) klasszikus módszerén alapuló eljárásokat. Ennek során alapos irodalmi tájékozottságáról tesz tanúságot, ábráival szemlélteti a misfit felületeket, kritikai vizsgálat alá vonja a menetidő táblázatokat (a jelenleg használt „ak 135” modellt). Foglalkozik a mérési hibákkal, így a fázis azonosítási hibával, a modellhibákkal, linearizált és nem lineáris inverziós módszerekkel, stb. Ezen részletes kritikai elemzések után jut el értekezésének a multi-esemény meghatározási módszerhez, amelyet először Douglas (1967) vezetett be. Ennek a módszernek több lépcsős fejlődését felvázolva jut el a 2. tézisében összefoglaló HDC-RCA eljáráshoz, amely egy teljes eseményklaszterből származó beérkezési adatok szimultán analízisén alapul, amely az események helyéről, relatív pozíciójáról, a hullámuktól függő menetidő korrekciókról, a fázisok azonosításáról, stb. adhat információt.

E módszert Bondár et al (2008) hibrid algoritmus írja le, amely célja – a szerző szerint – mind a relatív, mind az abszolút pozíciók torzítatlan becslése. Ennek az eljárásnak eredményét szemléletesen mutatja be a szerző egy dél-olaszországi klaszter analízisén keresztül a GT5 lokációkkal együtt.

5. fejezet

Az 5. fejezet Bondár és Storach (2011) új ISC földrengés helymeghatározási módszerével foglalkozik, amely Jeffreys (1932) „uniform redukciós algoritmusának” leváltására szolgált, iteratív linearizált inverzióval.

A szerzők szigorú követelményrendszert állítottak fel: A szeizmotektonika szemszögéből nézve figyelemre méltó, hogy a fészekmélységet csak akkor tekintik szabad paraméternek, ha az adatok elegendő felbontást nyújtanak ehhez (különben a régiótól függő mélységértéket használnak).

Újabban az 1D „ak 135” modellt továbbfejlesztették a Föld 3D modelljére (a hiba 20 km-ről 6-8 km-re csökkent). Kezdeti hipocentrum meghatározást a „neighbourhood algoritmussal” végezték.

A jelölt szemléletesen – egy kínai atomrobbantás adataival – mutat rá a korrelált állomások által okozott helymeghatározás hibájára. Ennek csökkentése végett módszert dolgozott ki a teljes adatrendszer kovariancia mátrixának meghatározásával és ezt szemlélteti is (l. a 15. és 16. ábrát, amelynek - sajnos – a feliratozása, nyelvezete kívánnivalót hagy maga után).

Részletesen taglalja és ábrákkal illusztrálja a teljes adatkovariancia mátrix meghatározását és annak tanulságait. A validációs teszteket Monte Carlo analízissel végezte.

Az 5.4 fejezetben a geofizika és általában a földtudományok, így a geodinamika elméleteinek tesztelése szempontjából is rendkívül fontos fészekmélység meghatározásával foglalkozik. Ehhez szigorú feltételrendszert állít fel és relokációs teszteket végez az új ISC helymeghatározó algoritmussal. Az ISC Bulletinben szereplő (1960-2010) események helyét újra meghatározta és ábra-sorozattal szemlélteti. Megállapítja, hogy az algoritmus valóban jelentős javulást hozott (4. tézis).

6.fejezet

A 6. fejezetben a jelölt az „ISC-GEM földrengés katalógus, 1900-2009” létrehozásával lehetővé tette a globális szeizmikus veszélyeztetettség és kockázat tanulmányozását szigorú feltételrendszer alapján. Ennek során - munkatársaival – minden egyes földrengés helyét újra meghatározta a felületi és a test hullám magnitúdóival együtt a JASPEI szabványok szerint. Adataikat nagyon szemléletes ábrák sorozatával mutatják be. Ezt a jelentős, igen nagy munkát a szerző az 5. tézisében foglalja össze.

7.fejezet

A 7. fejezetben a szerző az ISC lokátor (Bondár és Storach, 2011) továbbfejlesztését, az ún. iLoc eredményeit mutatja be, amely - amint a szerző hangsúlyozza - a regionális és lokális szolgálatok igényei mellett a nemzetieket is jól szolgálja. Ennek illusztrálására a 48. ábrán – a Pannon-medence és környezete földrengéseit szemlélteti három eljárással, köztük az iLoc eredményeit is, amelyek valóban „szorosabbra fogják a szeizmicitás képét” (ez a szerző 6. tézise).

8.fejezet

Az értekezés 8. fejezetében a szerző „Összefoglalás” címen számot ad mindarról a kutatói, fejlesztési munkájáról, amely a mai „korszerű” földrengés-meghatározáshoz vezetett.

Összhangban a tézisfüzet 3. pontjával, összegezi a földrengés helymeghatározás pontosságának növelésében elért eredményeit és azok hasznosítását az ISC Bulletinekben, amelyet 2009 óta a munkatársaival kifejlesztett ISC lokátorral végeznek.

Méltatja az ISC-GEM katalógus jelentőségét, amely 110 év közepes és nagy földrengéseinek adatait tartalmazza és lehetővé teszi a regionális szintű földrengésvizsgálatokat. Az értekezés számos – színes ábrájával – szemlélteti a Föld szubdukciós övezeteinek szeizmicitását, amely a XX. század e nagy jelentőségű földtudományi elméletével a „szubdukció” igazolására is szolgálhat.

4. Összefoglaló értékelés

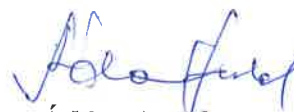
A szerző – amint a bevezetőmben már kiemeltem – nagy jelentőségű elméleti és adatfeldolgozási (számítástechnikai) kutatásokat végzett, amelyeknek eredményeit a geofizika/szeizmológia legelismertebb nemzetközi folyóirataiban – társszerzőivel – publikálta. Adatfeldolgozási eredményeit a szeizmológia nagy tudományos központjai (l. bevezetőmet) magukévá tették és napjainkban az ő eljárásait használják a bulletinjeikben, lehetővé téve a Föld szeizmicitásának, dinamikájának pontosabb vizsgálatát, meghatározását (emberek sokaságának biztonságát növelve). Valamennyi tézisét elfogadásra javaslom.

A szerző e tudományos munkásságával méltán érdemli ki az MTA doktora fokozatot, amelynek megadását a legmelegebben javaslom.

5. Kérdések:

- Mennyire megbízhatónak tartja a Kárpát-Pannon-medencei földrengések mélység meghatározásának eddigi eredményeit (l. pl. Zsíros Tibor publikációiban)? Tervezi-e ezek pontosítását az általa kifejlesztett módszerekkel, van-e erre a rendelkezésre álló adatokkal lehetőség?
- Végzett-e más földfizikai módszerrel, pl. elektromágneses (MT) szondázással meghatározott anomáliák (pl. elektromos vezetőképesség elosztás, tektonikai indikáció) és a földrengések hypocentrumának kapcsolatára vonatkozó vizsgálatokat? Ez különösen érdekes lehet az Északnyugat-Dunántúl esetére.

Sopron, 2015. november 25.



Ádám Antal
az MTA rendes tagja

