

## Válasz Dr. Galsa Attila Bondár István: *Nagypontosságú földrengés helymeghatározás* című akadémiai doktori értekezéséről írt bírálatára

Köszönöm Galsa Attilának, hogy az akadémiai doktori értekezésemet elbírálta. Különösen nagyra értékelem az alapos, mindenre kiterjedő bírálatot, a szöveg magyarságára vonatkozó észrevételeit és a dolgozat pozitív értékelését. Bírálóm kérdéseire a következőkben részletesen válaszolok.

*A 4. ábrán feltüntetett Hawaii körüli GT5 esemény pontosan hol és milyen tektonikai környezetben található?*

Hawaii szeizmicitása alapvetően az aktív vulkánok növekedése által felgyülemelő feszültséggel hozható összefüggésbe, amik közepes és esetenként nagy földrengéseket is okozhatnak. Ehhez járul még hozzá a vulkáni tevékenységgel kapcsolatos sekélyfésztkü mikroszeizmicitás. Napjainkban a legaktívabb terület a Kilauea déli lejtője. Hawaii szeizmicitásával többek között behatóan foglalkozott Got et al., (1994), Got és Okubo (2003), valamint Wolfe et al., (2004, 2009, 2011).

A HDC-RCA analízis során a Kilauea déli lejtőjén 1964 és 2004 között kipattant közepes méretű ( $3.5 < M < 6$ ) földrengésekből, amelyeket teleszeizmikus távolságban is regisztráltak, választottuk ki az esemény klasztert az EHB bulletinből (Engdahl et al., 1998). A 104 földrengésből 56-ot azonosítottunk mint GT5 eseményt, és ezek jó egyezést mutattak a HDC\_RCA analízistől független, Bondár et al (2004) GT5 kritériumok által azonosított 22 GT5 eseménnyel. Az alábbi ábra a HDC-RCA analízis összefoglalóját adja.

Bondár, I., S.C. Myers, E.R. Engdahl and E.A. Bergman, Epicenter accuracy based on seismic network criteria, *Geophys. J. Int.*, **156**, 483–496; doi 10.1111/j.1365-246X.2004.02070.x, 2004.

Engdahl, E.R., R. van der Hilst and R. Buland, Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **88**, 722–743, 1998.

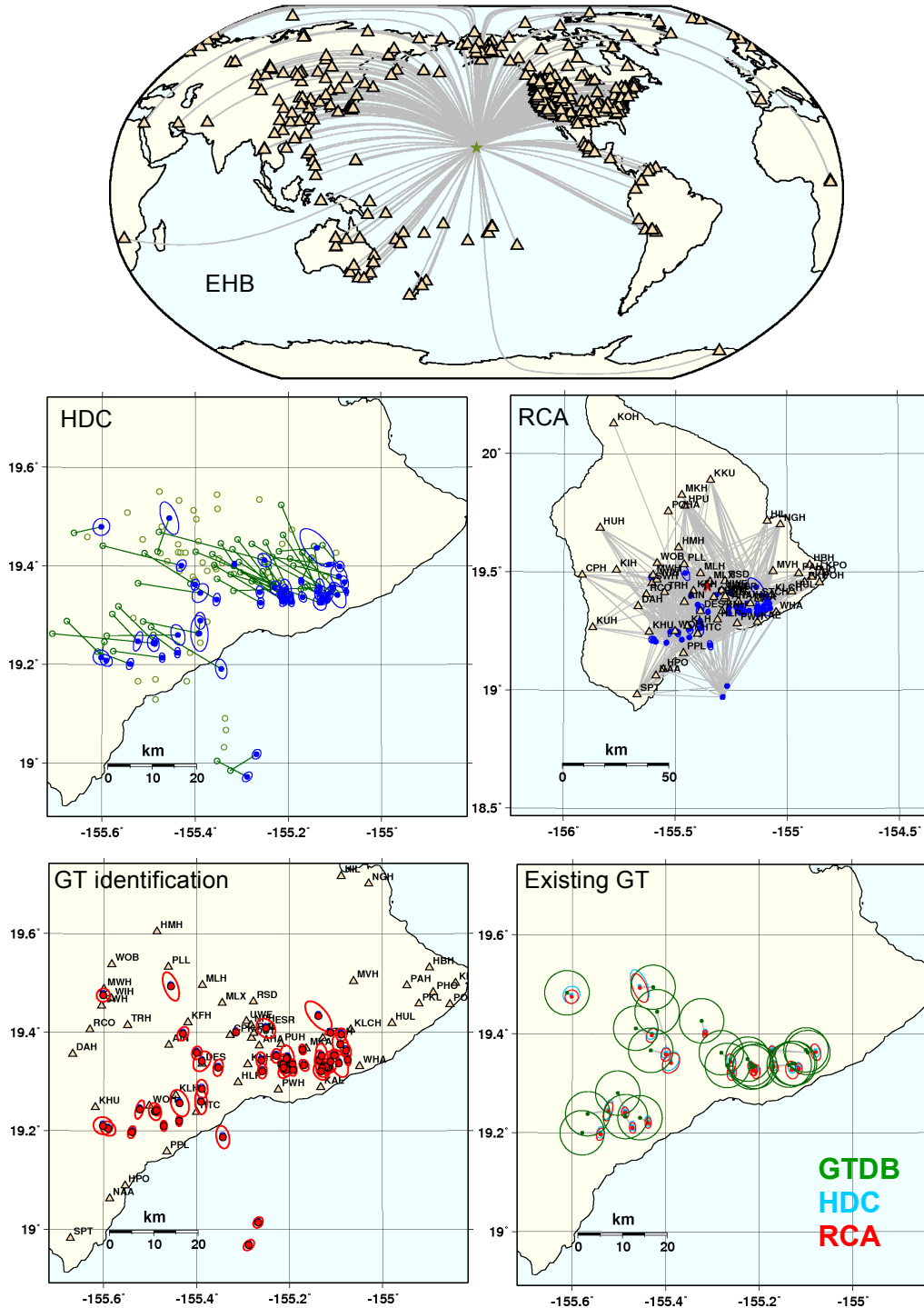
Got, J.L., Fréchet, J. and Klein, F.W., Deep fault plane geometry inferred from multiplet relative relocation beneath the south flank of Kilauea. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **99**(B8), 15375-15386, 1999.

Got, J.L. and Okubo, P., New insights into Kilauea's volcano dynamics brought by large-scale relative relocation of microearthquakes. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **108**(B7), 2003.

Wolfe, C.J., Okubo, P.G., Ekström, G., Nettles, M. and Shearer, P.M., Characteristics of deep ( $\geq 13$  km) Hawaiian earthquakes and Hawaiian earthquakes west of 155.55 W. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **5**(4), 2004.

Wolfe, C.J., Solomon, S.C., Laske, G., Collins, J.A., Detrick, R.S., Orcutt, J.A., Bercovici, D. and Hauri, E.H., Mantle shear-wave velocity structure beneath the Hawaiian hot spot. *Science*, **326**, 1388-1390, 2009.

Wolfe, C.J., Solomon, S.C., Laske, G., Collins, J.A., Detrick, R.S., Orcutt, J.A., Bercovici, D. and Hauri, E.H., 2011. Mantle P-wave velocity structure beneath the Hawaiian hotspot. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **303**, 267-280, 2011.



A Hawaii eseménykaszter HDC-RCA analízise. EHB: az EHB bulletinból kiválasztott földrengéseket regisztráló 516 állomásból álló teleszeizmikus hálózat. HDC: a teleszeizmikus állomások adataiból meghatározza az események relatív helyzetét. RCA: a helyi állomások adataiból meghatározza a klaszter abszolút pozícióját. GT identification: az RCA GT kritériumoknak megfelelő események GT5 státuszt kapnak. Existing GT: a Bondár et al (2004) GT5 kritériumok által azonosított események és a HDC-RCA GT események hibaellipszisei átfedik egymást.

*A dolgozat alappillérvé vált ground truth kifejezésre elfogadhatónak tartja-e az alapesemény, teljesebben szeizmológiai alapesemény kifejezést? Ha nem, akkor megoldható lenne-e, legalább ezen, oly sokszor használt kifejezés magyar megfelelőjének megtalálása?*

Teljesen egyetérték bírálóm javaslatával, hogy a ground truth kifejezést az *alapesemény* szóval fordítsuk. Az értekezés írása során számos nehézségbe ütköztem a terminológia magyarba való átültetésével és többször mint szerettem volna, kudarcot vallottam a megfelelő magyar kifejezés megteremtésében (hogy csak néhányat említsek: bias, accuracy, precision, slowness, grid search, stack, convex hull, boxcar, trade-off, misfit, mislocation, stb). Úgy hiszem a jövőben mindannyiunknak erőfeszítést kell tennie egy elfogadható és pontos magyar terminológia megteremtéséért.

*A [HDC-RCA] módszer használhatóságát egy olaszországi földrengéssorozat példáján keresztül illusztrálja, melynek vizsgálata során újabb 13 GT5 eseményt határoz meg, melyekről ezt írja: "ezek kitűnő egyezést mutatnak az RCA által azonosított GT5 eseményekkel, mert az 5 km-es sugarú körök átfedésben vannak vagy teljesen tartalmazzák az RCA hibaellipsziseket." Lehetséges, hogy a 10.d ábrán bemutatott 13 esemény közül csak 12 esetében igaz a fenti állítás?*

Valóban, az idevonatkozó szöveg helyesen így hangozna: "Az analízis során 55 GT5 szintű földrengést azonosítottunk. Ezekből 13 szintén megfelel a Bondár et al. (2004a) GT5 szelekciós követelményeknek, és ezek kitűnő egyezést mutatnak az RCA által azonosított GT5 eseményekkel, mert a 13-ból 12 esetben az 5 km-es sugarú körök átfedésben vannak vagy teljesen tartalmazzák az RCA hibaellipsziseket." Elnézést a pongyola fogalmazásért az eredeti szövegben.

*Milyen a helymeghatározás pontosságát növelő és minőségét javító eljárások várhatóak a közeljövőben?*

A közeljövőben az MTA CSFK GGI Kövesligethy Radó Szeizmológia Obszervatórium által készített bulletin és katalógus minőségjavítását tűzzük ki célul. A KRSZO bulletin a Pannon medence és környezetének eseményeit foglalja magába. A 2016-os évtől kezdődően egyszerűsítjük a jelenlegi bulletinkészítés folyamatát, ami magába foglalja az egyes események által generált szeizmikus hullámfázisok beérkezési idejének és amplitúdójának kimérését, magnitúdójának, kipattanási idejének, helyének és fészekmélységének meghatározását. A kiméréseket a múltbeli gyakorlattal szemben kizárólag a SeisComp3, a helymeghatározást pedig az iLoc szoftverrel végezzük. A teljes KRSZO bulletint (1996-) újra meghatározzuk az iLoc algoritmussal, és minden egyes hipocentrumhoz az azimutális fedettségtől (másodlagos azimutális hézag), valamint az állomások és fázisok számától függő minőségjelző tényezőt rendelünk. Azok az események, amelyek megbízhatósága nem ér el egy előre meghatározott szintet, nem kerülnek bele a nyomtatott bulletinba. Ezzel remélhetőleg megtaláljuk az optimális kompromisszumot a bulletin teljessége és minősége között feszülő konfliktusban, mert a nyilvánosság számára közzétett bulletint nem szennyezzük megbízhatatlan helymeghatározásokkal, de ezek a kutatók számára továbbra is elérhetők lesznek a KRSZO adatbázisában.

Tekintve, hogy a regisztrált események jelentős részét külszíni fejtőkben végrehajtott robbantások képezik, különös súlyt fektetünk majd a robbantások azonosítására, és az egyes bányákhoz való rendelésre. Ausztria és Szlovákia szeizmológiai szolgálataival megállapodtunk, hogy a robbantások adatait kicseréljük (rendszeresen regisztrálunk robbantásokat a határokon túl is). A

robbantásokat a bulletinben a földrengésektől elkülönítve közöljük majd. Azok a robbantások, amik egyértelműen köthetők egyes bányákhoz, alapeseményként is szolgálnak, amik új, háromdimenziós sebességmodellek tesztelésére használhatók. Az AlpArray projekt lehetőséget ad majd egy a minden eddiginél jobb felbontású 3D sebességmodell kifejlesztésére, amit az iLoc közvetlenül használhat majd az események helymeghatározására.

Budapest, 2016 január 24

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'B' followed by a horizontal line that ends in a small hook.

Bondár István