

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗЕМЕТРЕСЕНИЕТО В ЕГИОН ОТ 15.6.1995 Г. И КОРИНТСКАТА СЕИЗМОГЕННА ЗОНА

Димитър Димитров

*Национален институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ) – Българска академия на науките
e-mail: clgdimi@abv.bg*

Ключови думи: земетресения, GPS и InSAR данни, моделиране

Резюме: Представени са резултатите от изследвания на земетресението в Егион от 15.6.1995 г. и Коринтската сеизмогенна зона по данни от космическите технологии GPS и InSAR.

STUDY OF EARTHQUAKE OF EGION 15.6.1995 END CORINTH SEISMOGENIC ZONE

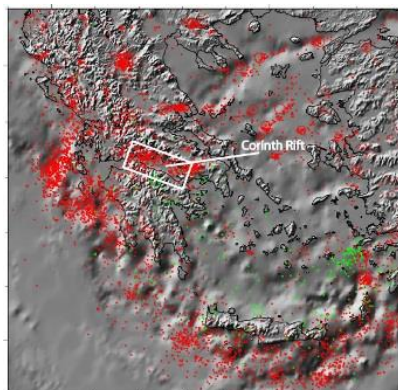
Dimitar Dimitrov

*National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: clgdimi@abv.bg*

Key words: Earthquakes, GPS data, modeling

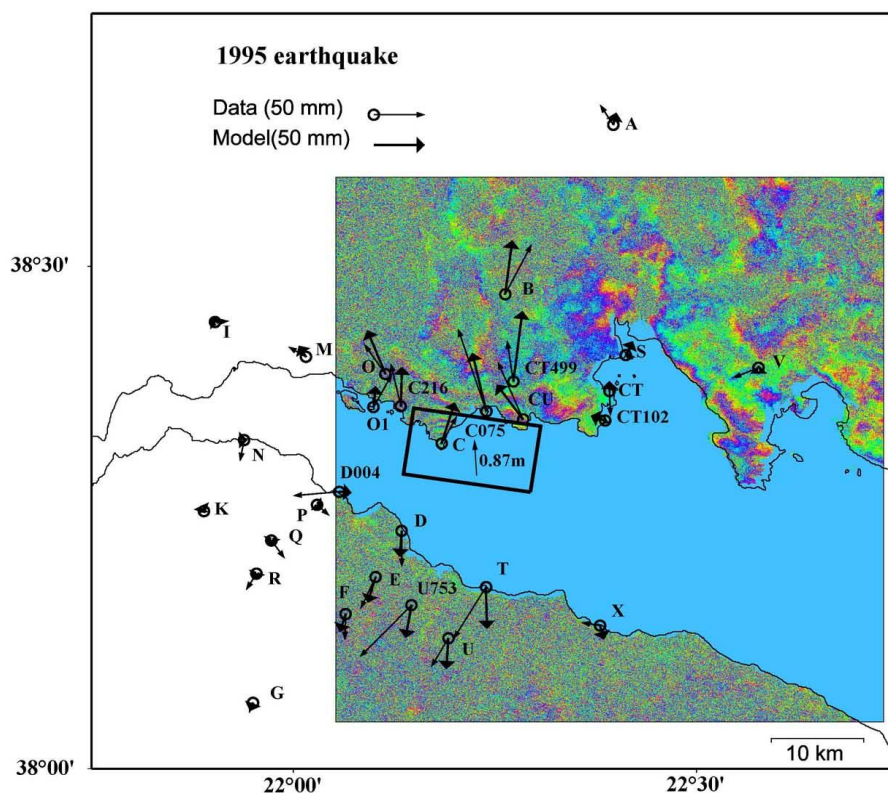
Abstract: We present the results of study of Eigion 15.6.1995 earthquake end Corinth seismogenic zone by GPS and InSAR technology.

Коринтският залив в централна Гърция е от най-активните вътрешно континентални структури в Европа. Този асиметричен грабен е ограден от активни разломи, предизвикали много катастрофални земетресения (Легион, 1861 с $M = 7.0$; Коринт, 1981 с $M = 6.7$), като само за последните 35 години 5 земетресения с $M > 5.7$, са довели до ко-сеизмични разкъсвания на земната повърхност [1] (Фиг. 1). В тази зона през 1991 г. Институтът по Физика на Земята (ИФЗ) Париж стартира мониторинг на регионалните тектонски движения. Стабилизирана и измерена с участието на автора е изследователска GPS мрежа от 24 станции. През 1993 г. се добавиха нови 11 станции и се преизмери 24 от 1991 г. Повторните GPS измервания установиха, че Коринтският асиметричен грабен е подложен на екстензия $N 0^\circ \pm 5^\circ$ със скорост от 14 mm/год [1].



Фиг. 1. Коринтската сеизмогенна зона в регионален контекст със съвременната сеизмичност и спътникова снимка с маркирани главните разломи [2], представени с бели плътни линии

Именно тази сеизмогенна зона беше поразена от земетресението на 15 юни 1995 г. с $M_w = 6.5$ и координати на епицентъра 22.3° E и 38.4° N , $h = 26 \text{ km}$, като най-големите разрушения и жертвите бяха в град Егион на южния бряг на залива. През 1995 г. се преизмериха GPS точките от 1991 и 1993 г. в/и около зоната и сравнението на данните от тези измервания позволиха да се определят хоризонтални ко-сеизмични премествания до 80 mm с грешка $\pm 4 \text{ mm}$ и по двата борда на Коринтския залив Фиг. 2.



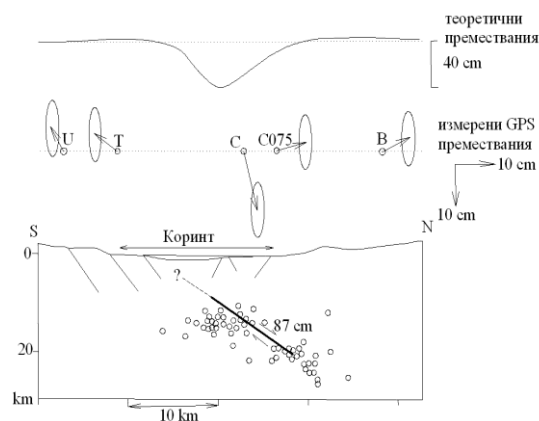
Фиг. 2. Сеизмогенната зона Коринт и районът на труса от 15.06.1995 г. Представени са ко-сеизмичните хоризонтални премествания на 24 точки, определени с GPS и ко-сеизмичните вертикални премествания, определени с InSAR. Моделните премествания са представени с плътни стрелки, а измерените ко-сеизмични премествания с тънки стрелки. Главният разлом на труса, е означен с правоъгълник, получен от най-доброто съвпадение на ко-сеизмичните с моделните премествания.

Анализът на данните за ко-сеизмичните премествания от GPS и InSAR технологиите чрез прилагане на усъвършенствания модел на Окада [2, 4], позволи да се реконструира механизъмът на главния трус от 15.06.1995 г. и да се определят сеизмотектонските параметри на главния разлом :

- азимут (Strike) = 275° ;
- наклон на разлома (Dip) = 38° ;
- ъгъл на хлъзгане (Rake) = -83° ;
- величина на хлъзгане (Slip) = 0.87 m ;
- дължина на разлома ($2L$) = 15 km ;
- $h_{\min} = 4.5 \text{ km}$ и $h_{\max} = 10 \text{ km}$;
- сеизмичен момент $M_0 = 3.9 \times 10^{18} \text{ [Nm]}$ и $M_w = 6.5$.

Тези параметри са близки до получените от френските сеизмотектоници в [3] параметри: азимут (Strike) 277° ; наклон на разлома (Dip) 33° ; ъгъл на хлъзгане (Rake) -77° ; величина на хлъзгане (Slip) 0.87 m ; дължина на разлома ($2L$) = 15 km ; $h_{\min} = 4 \text{ km}$ и $h_{\max} = 10 \text{ km}$; сеизмичен момент $M_0 = 3.4 \times 10^{18} \text{ [Nm]}$ и $M_w = 6.3$.

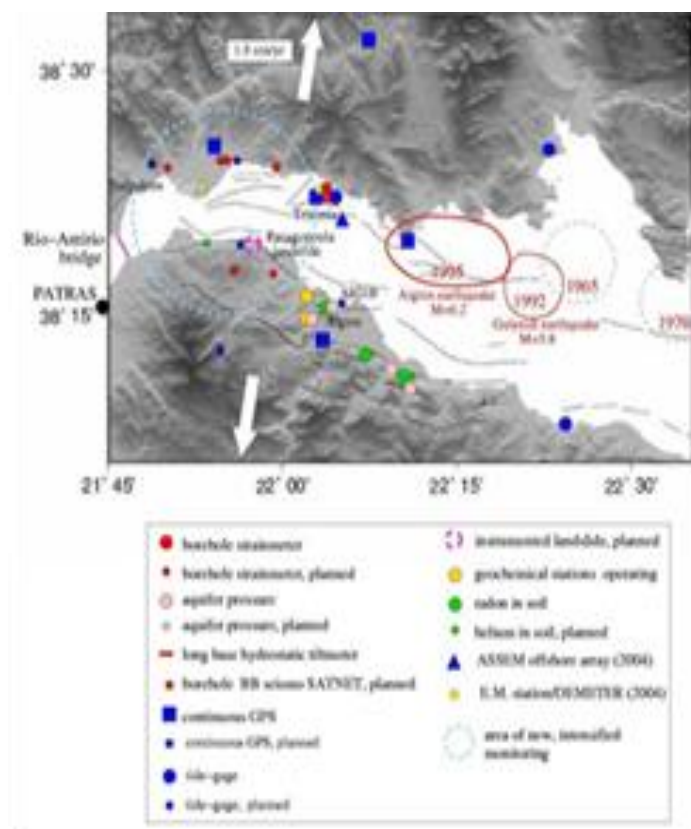
Получените нови параметри показват, че при това земетресение се е активирал един разсед с наклон 38° на север и с вектор на хлъзгане 0.87 cm , на 15 km от град Егион, по-близо до северният бряг на залива (Фиг. 3).



Фиг. 3. Напречен разрез на Коринтската сеизмогенна зона през град Егион и връзката на полученият главен разлом със сеизмичността

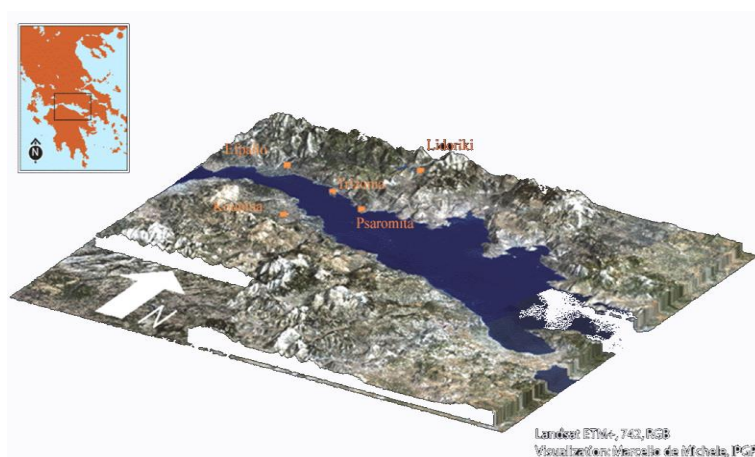
Изследването доказва, че един нормален разлом – разсед, които не е опознат и не е показан на Фиг. 1, с вероятна изява на дъното на залива, се е активирал и предизвикал труса от 15.06.1995 г. Определените нови параметри на този разлом изясняват по-точно физическия механизъм на земетресението, връзката на главния разлом със сеизмичността и показват значимостта на приложените космически методи GPS и InSAR при изследване на сеизмогенни зони.

В тази сеизмогенна зона Институтът по физика на Земята, Париж организира многодисциплинарни изследвания, финансирани от Европейския съюз, с цел търсене на предвестници на силни земетресения (Фиг. 4).



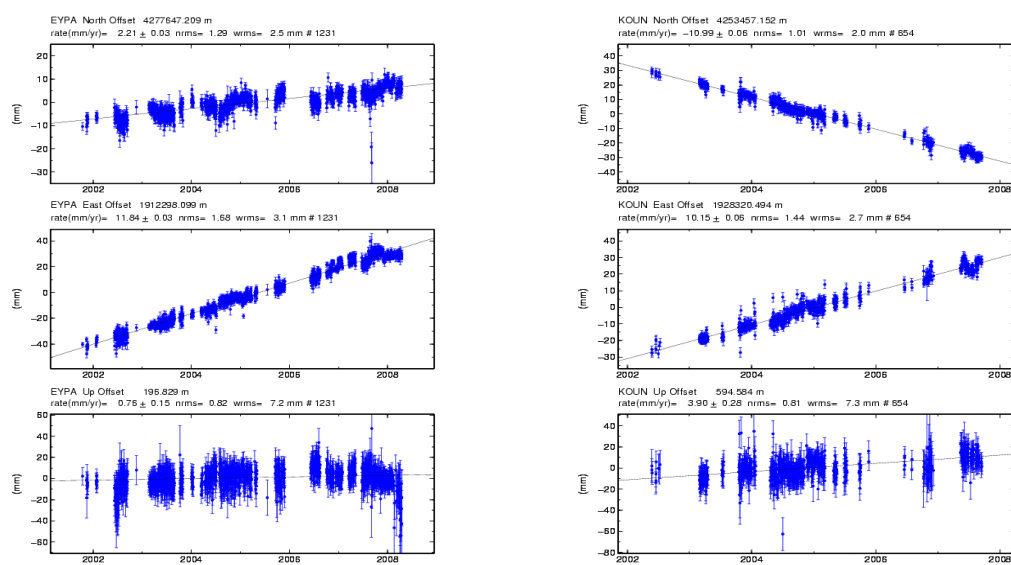
Фиг. 4. Коринтската сеизмогенна зона с означените трусове от 1965, 1970, 1992 и 15.06.1995 г. и зоната, около която са инсталирани различни инструменти за търсене на предвестници на силни земетресения

През 2002 г. в представената на Фиг. 4 зона, бяха инсталирани от двете страни на Коринтския залив първите 5 перманентни GPS станции с 30 с регистрарция (Фиг. 5).



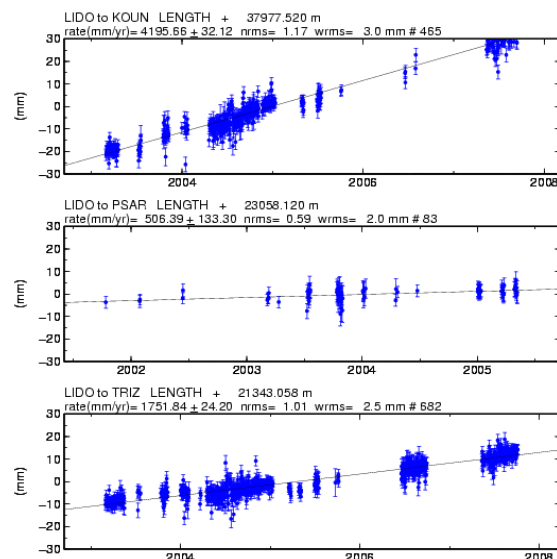
Фиг. 5. Коринтският залив с първите 5 постоянни GPS станции, инсталирани през 2002 г.

Времевите редове на две от постоянните GPS станции EYPA (Efpalio) и KOUN (Kounina) Фиг. 5, разположени от двете страни на залива, показват разнопосочни релативни скорости (ETRF2005, EPOCH 2000.0), на северните им компоненти, което потвърждава екстензията на Коринтския рифт Фиг. 6.



Фиг. 6. Времевите редове на две от постоянните GPS станции EYPA (Efpalio) и KOUN (Kounina) на двата бряга на Коринтския залив. Разнопосочните релативни скорости (ETRF2005, EPOCH 2000.0) на северните компоненти потвърждават разширяването на грабена.

На Фиг. 7 са представени промените на дължините между постоянните GPS станции от Фигура 6: LIDO (Lidoriki) и KOUN (Kounina); LIDO и PSAR (Psaromita, LIDO и TRIZ (Trizonia). Както се вижда от фигурата разстоянието (пространственият вектор) между станциите LIDO и KOUN Фиг. 7а, разположени от двете страни на Коринтския залив се удължава със скорост от 10 mm/год. Разстоянието между станциите LIDO и PSAR Фиг. 7б също се удължава, но с по-малка скорост. Дължината между станциите LIDO и TRIZ, Фиг. 7в, които са на северния бряг на залива също се увеличава със скорост 6 mm/год. Тези движения, регистрирани след 2002 г., показват намаляване на тектонски напрежения в зоната на земетресението от 15.06.1995 г., но и доказват съвременната тектонска активност на главният разлом срещу гр. Егион Фиг. 4, със скорост от 10 mm/год.



Фиг. 7. Промени в дължините между постоянните GPS станции, представени на Фиг. 5.

Изводи и заключение

Анализът на получените с космически методи GPS и InSAR ко-сеизмичните премествания от земетресението от 15.06.1995 г. в района на гр. Егион, позволи да се определят по-точно сеизмотектонските параметри на активираният се главен разлом. Определените параметри на този разлом изясняват физическия механизъм на земетресението, връзката на разломите със сеизмичността и показва значимостта на приложените методи.

Анализът на времевите редове от постоянните GPS станции Фиг. 6 и Фиг. 7, разположени от двете страни на залива, показват разнопосочни релативни скорости на северните им компоненти. Това потвърждава екстензията на Коринтският рифт, но и показва съвременната тектонска активност със скорост от 10 mm/год на главният разлом срещу гр. Егион Фиг. 4, довел до земетресението от 15.06.1995 г.

Изследването доказва, че нееднозначността на решенията от моделните изследвания може да се минимизира и отстрани чрез комплексно използване и съвместното анализиране на геодезически, тектонски и сеизмични данни. В случая GPS данните позволиха да се изучи връзката между земетресението, активната тектоника и индивидуалните разломи, с което дава информация за определяне на сеизмичната опасност в Коринтската сеизмогенна зона.

Литература:

1. Bernard, P., P. Briole, B. Meyer, H. Lyon-Caen, et al. (1997), The Ms=6.2, June 15, 1995 Aigion earthquake (Greece): evidence for low angle normal faulting in the Corinth rift, *Journal of Seismology* 1, 131–150
2. Okada Y. (1992) Internal deformation due to shear and tensile faults in a half space, *B.S.S.A.*, 82, 1018–1040
3. Rigo A. (1994) Etude sismotectonique et geodesique du Golfe de Corint (Grece), Thesis, Paris -VII
4. Димитров Д. (2009) Геодезически изследвания на сеизмогенни зони, Дисертация дтн, ЦЛВГ, БАН.