INSAR И GNSS МОНИТОРИНГ НА „РОЯ“ ЗЕМЕТРЕСЕНИЯ НА ОСТРОВ САНТОРИНИ ОТ ЯНУАРИ ДО МАРТ 2025 Г.

Димитър Димитров[1], Пиер Бриол[2]

[1]Национален институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ) – БАН
[2]École normale supérieure (ENS), Париж, Франция
e-mail: clgdimi@abv.bg

Ключови думи: *земетресения, InSAR и GNSS данни*

Резюме: *Представени са резултатите от мониторинг на „Роя“ земетресения от януари – март 2025 г. на остров Санторини.*

INSAR И GNSS MONITORING OF SANTORINI EARTHQUAKES SWARM OF JANUARY – MARCH 2025

Dimitar Dimitrov[1], Pierre Briole[2]

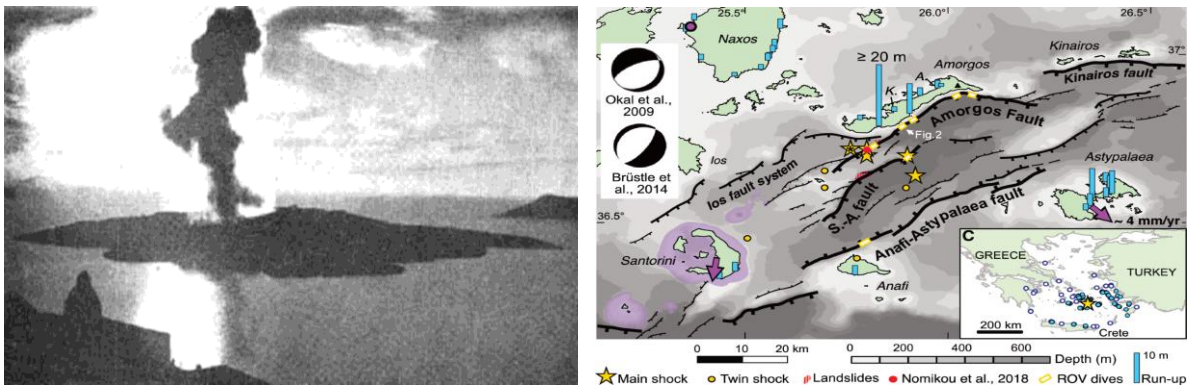
[1]NIGGG of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
[2]École normale supérieure (ENS), Paris, France
e-mail: clgdimi@abv.bg

Key words*: Earthquakes, InSAR and GNSS data*

Abstact: *We present the results of study of Santorini earthquakes warm of January – March 2025 by InSAR and GNSS monitoring*

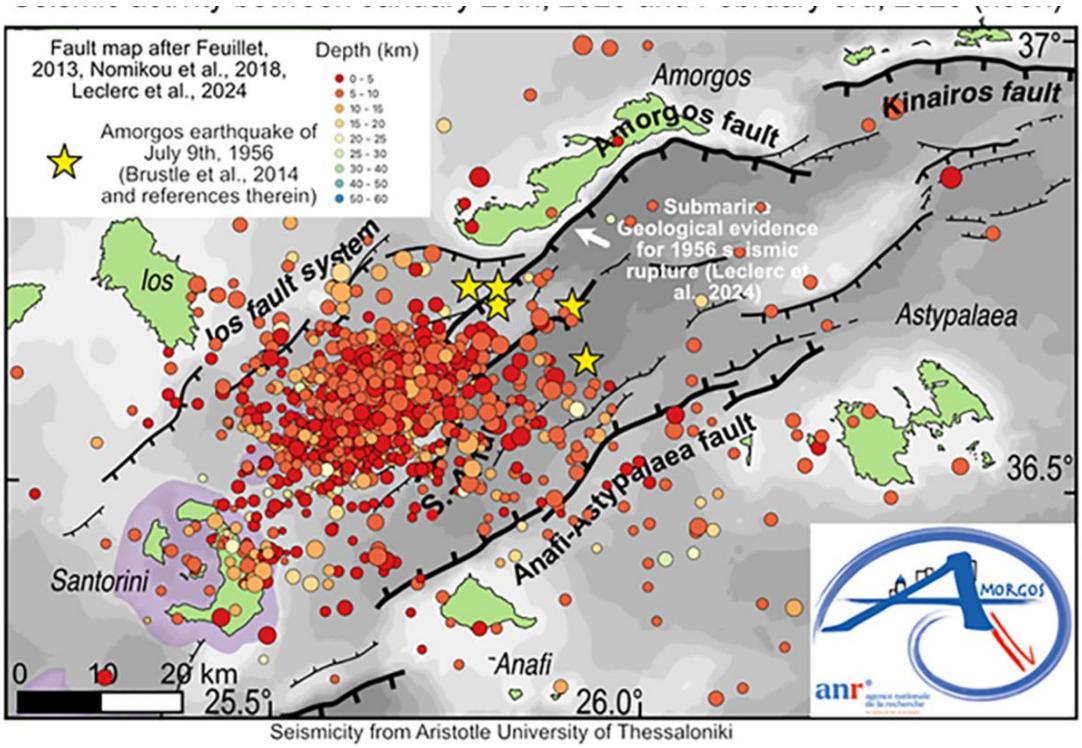
Вулканът Санторини е остров формиран по геоложки данни преди 520 000 г. и е изригвал многократно, като последно изригване е на 10.01.1950 г. (Фиг. 1а). Катастрофално земетресение на 09.06.1956 г. с M = 7.7 поразява Санторини, като епицентърът е на около 50 km NE от острова. Трусът е довел до значителни ко-сеизмични разкъсвания на земната повърхност на съседни острови (Фиг. 1б), В тази зона през януари 2025 г. се активира „Рой“ от 3075 земетресения от 26 януари 2025 до 03 март 2025 г., с максимален магнитуд M = 5.3.

„Рой“ земетресения е серия от голям брой сеизмични трусове, които се случват за сравнително кратък период от време и в ограничен географски район. За разлика от класическата сеизмична активност, при която има един ясно изразен и силен главен трус, последван от по-слаби вторични трусове, при „Роя“ земетресения нито един от трусовете не е с доминиращ магнитуд и не се отличава по сила от останалите.



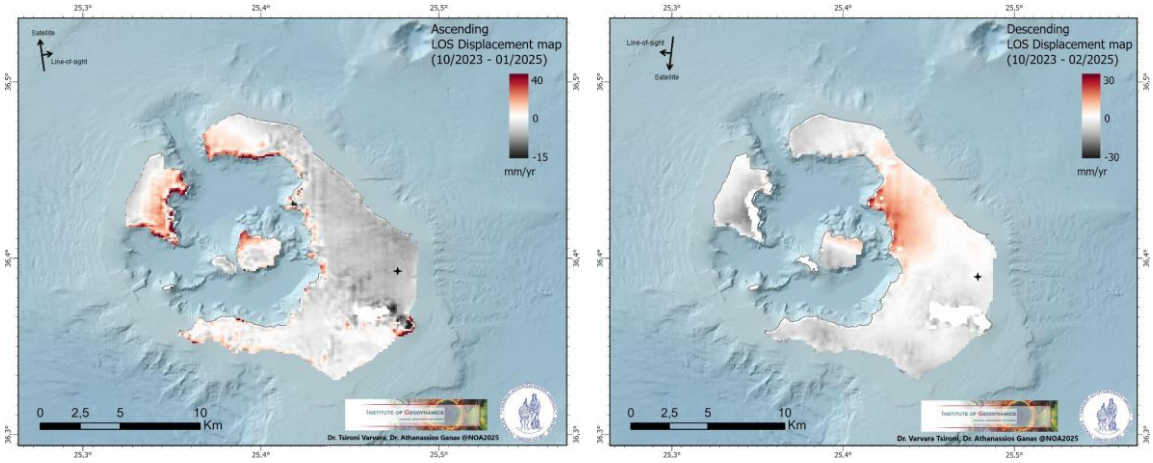
а) б)

Фиг. 1а. Последно изригване на 10.01.1950 г. на вулканът Санторини
Фиг. 1б. Катастрофално земетресение на 09.06.1956 г. с M = 7.7



Фиг. 2. Зоната на „Роя“ земетресенията от 26.01.2025 до 03.02.2025 г., с
аксимална M = 5.3,
с главните разломи в района

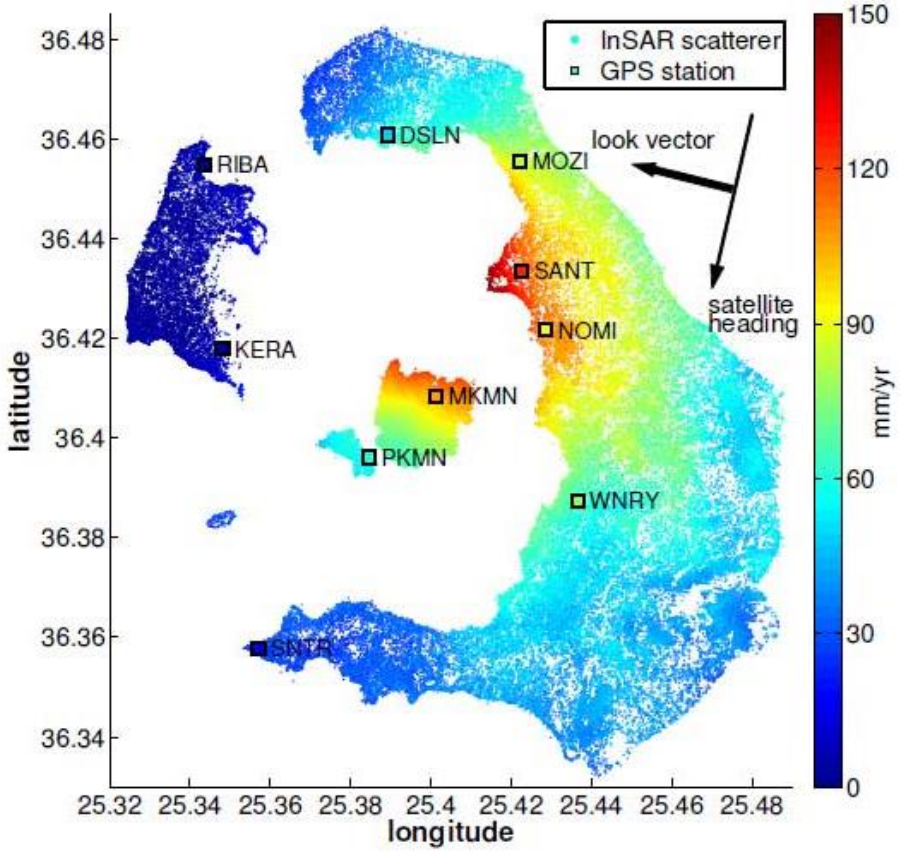
Именно в тази сеизмогенна зона ние потърсихме и анализирахме повърхностните скорости на движение на остров Санторини 10.2023–01.2025 г. от спътника Sentinel-1 SLC на Европейската космическа агенция. На фиг. 3а – възходяща орбита и повърхностни скорости 10.2023–02.2025 г. и низходяща орбита (Фиг. 3б) от времевите InSAR серии от спътника Sentinel-1. Бяха получени скорости на издигане на отделни зони до 30-40 mm/год. (Фиг. 3а и Фиг. 3б).



а) б)

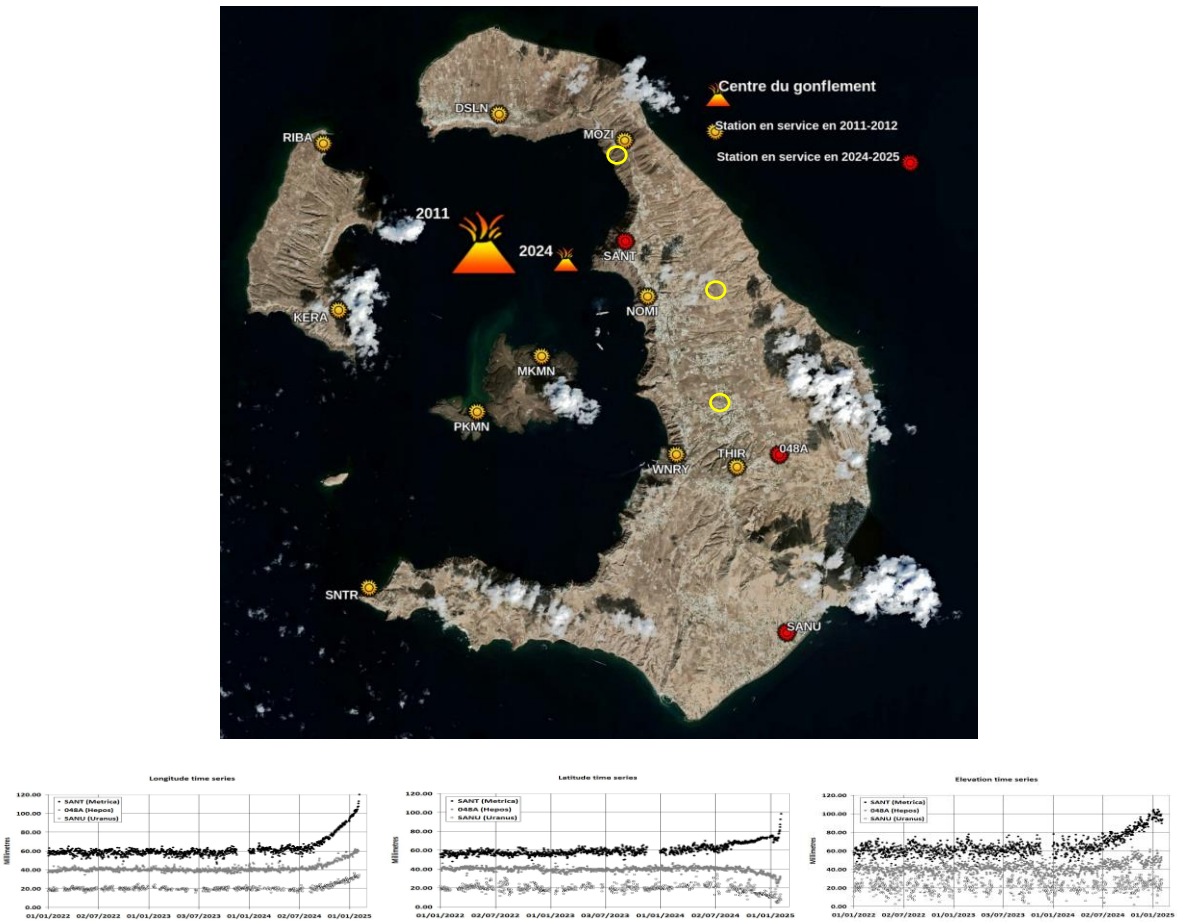
Фиг. 3а. Повърхностните скорости на остров Санторини 10.2023 – 01.2025 г. от спътника Sentinel-1 на Европейската космическа агенция – възходяща орбита
Фиг. 3б. Повърхностни движения 10.2023–02.2025 г. – низходяща орбита от времевите InSAR серии от спътника Sentinel-1A

Анализирахме и сравнихме повърхностните премествания на остров Санторини от повторни GNSS измервания и InSAR-низходяща орбита образи, за периода 2011–2012 г. и се установи средна скорост на максималното издигане до 140 mm/год (Фиг. 4).



Фиг. 4. Резултати от мониторинга на 2011 – 2012 г. с GNSS и InSAR-низходяща орбита

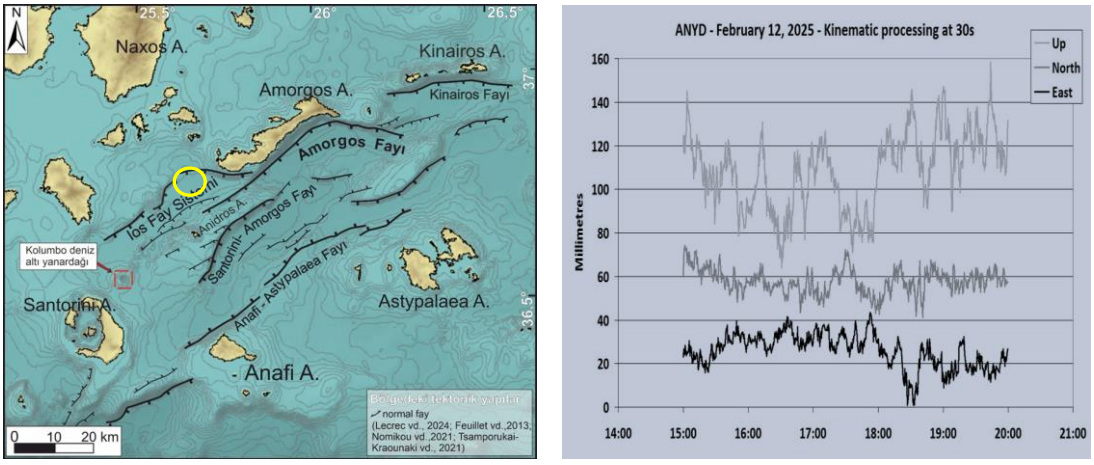
Анализирахме и сравнихме и повърхностните премествания на остров Санторини от времевите серии 01.01.2022–01.02.2025 г. на работещите по време на „Роя“ земетресения перманентни GNSS станции SANT, 048A и SANU (Фиг. 5).



Фиг. 5. Резултати от трите компоненти на времевите серии от 01.01.2022–01.02.2025 г. от действащите перманентни GNSS станции SANT, 048A и SANU на остров Санторини

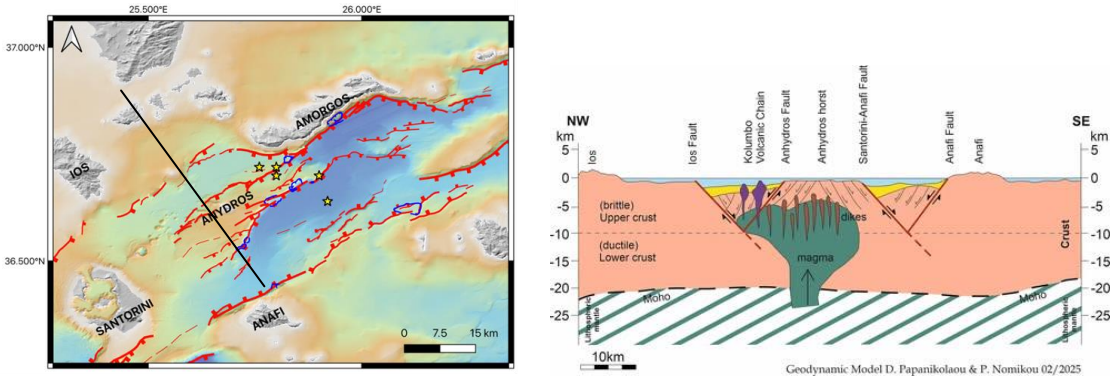
Времевите редове на трите постоянни GNSS станции SANT, 048A и SANU на остров Санторини показаха вертикални движения до 60 mm зо периода 02.07.2024 г.–01.01.2025 г. и хоризонтални премествания от 40 до 60 mm.

Резултатите от GNSS времева серия от Topcon Net-G5 станция, инсталирана за 8 часа от Атинската обсерватория на 12.02.2025 г. на необитаемия остров Анидрос над централната област на „Роя“ земетресения, показа вертикални ондулации до 60 mm и хоризонтални движения до 40 mm за наблюдавания период (Фиг. 6).



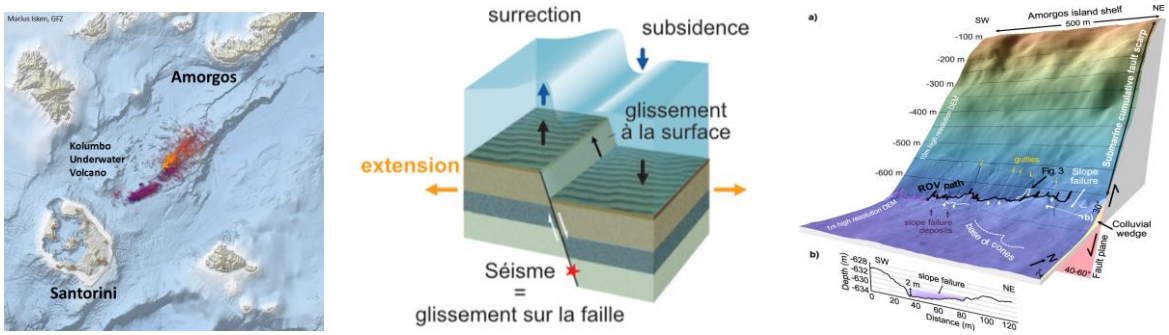
Фиг. 6. Резултати от GNSS мониторинг - времеви серии от Topcon Net-G5 станция, инсталирана на 12.02.2025 г. на необитаемия остров Анидрос, над централната област на „Роя“ земетресения

Резултатите от InSAR и GNSS мониторинг на „Роя“ земетресения на остров Санторини от януари до март 2025 г. са съвместими с геодинамичния модел на „Роя“ земетресения на 50 km от острова (Фиг. 7) и изясняват физическия механизъм на земетресенията.



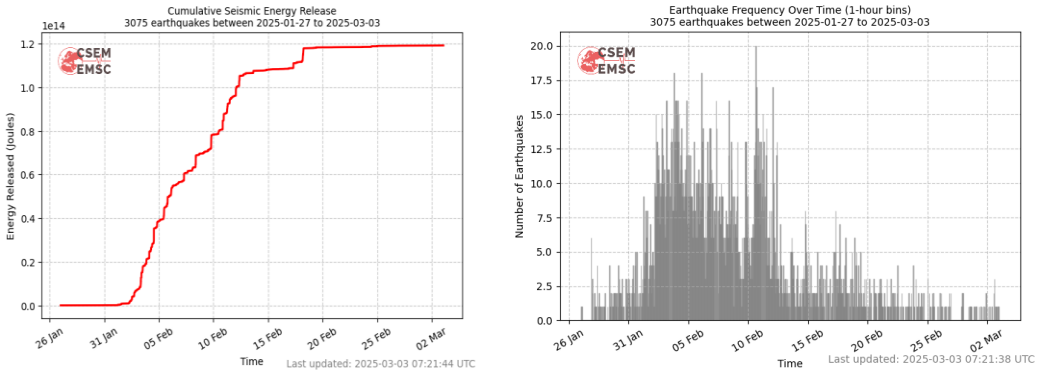
Фиг. 7. Главните разломи в района на „Роя“ земетресенията от 26.01.2025 до 03.02.2025 г. – напречен разрез NW – SE на зоната и връзката на трусовете с главните разломи и вулканичната активност

На Фиг. 8 са представени вулканичната активност в района в план и схеми на тектонския механизъм на „Роя“ земетресения.



Фиг. 8. Вулканичната активност в района, в план и схеми на тектонския механизъм на „Роя“ трусове

По данни от Европейският сеизмологичен център към 15.03.2025 г. при „Роя“ земетресения на остров Санторини от 26.01.2025 до 03.03.2025 г. е освободена огромна енергия 1.2e14 джаула (Фиг. 9а), след което процесите затихват (Фиг. 9б).



Фиг. 9а. Освободената сеизмична енергия при „Роя“ земетресения от 26.01.2025 до 03.03.2025 г. според EMSC е 1.2e14 джаула (Фиг.9а), след което процесите на затихват на 03.03.2025 г. (Фиг. 9б)

Заключение:

Анализът на получените с космически методи InSAR и GNSS ко-сеизмични премествания от „Роя“ трусове на остров Санторини от януари до март 2025 г., се съгласуват със сеизмотектонския модел и изясняват физическия механизъм на земетресенията.

Литература:

1. Briole, Pierre ENS, Paris, France, лични контакти.
2. А. Ганас, Атинска обсерватория, Гърция, лични контакти.
3. EMSC (Евро-средиземноморски сеизмичен център).