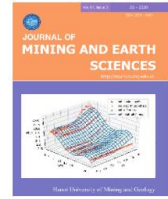




Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Analysis of effects of the Laos earthquake on November 20th, 2019 to some continuously operation reference stations in northern Vietnam



Lau Ngoc Nguyen ^{1,*}, Dung Anh Pham ²

¹ Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

² Tuong Anh Science Technology Equipment Joint Stock Company, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18th Aug. 2020

Accepted 26th Sept. 2020

Available online 31st Oct. 2020

Keywords:

CORS,

GNSS,

Laos earthquake,

PPP.

ABSTRACT

The earthquake hit the border of Laos and Thailand on November 20th, 2019 with a magnitude of 6,2, causing some vibrations in northern Vietnam even more than 400 km from the epicenter. In order to consider its impact on some of the permanent GNSS stations in the north Vietnam area, we used the precise point positioning method to process the GNSS data of these stations in 2 days 20 and 21/11/2019. The maximum deviation of coordinates between the 2 days at the 24 hour static solutions is 3,6 mm on the horizontal and 5,9 mm on the up component. These values are less than 2 times their root mean square errors. Therefore, we conclude that no change of location of CORS stations has been detected due to the impact of the earthquake.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: nnlau@hcmut.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(5).08



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Phân tích ảnh hưởng của trận động đất tại Lào ngày 20/11/2019 đối với một số trạm GNSS thường trực ở miền Bắc Việt Nam

Nguyễn Ngọc Lâu^{1,*}, Phạm Anh Dũng²

¹ Khoa Kỹ thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, Đại học Quốc gia TP. HCM, Việt Nam

² Công ty Thiết bị Khoa học Công nghệ Tường Anh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 18/8/2020
 Chấp nhận 26/9/2020
 Đăng online 31/10/2020

Từ khóa:
 CORS,
 Động đất tại Lào,
 GNSS,
 PPP.

TÓM TẮT

Trận động đất xảy ra tại biên giới Lào và Thái Lan cuối ngày 20/11/2019 có cường độ 6,2 đã gây ra rung chấn một số khu vực ở miền Bắc Việt Nam dù cách xa tâm chấn hơn 400 km. Để xem xét ảnh hưởng của nó tới một số trạm GNSS thường trực ở khu vực miền Bắc, nhóm tác giả đã dùng phương pháp định vị điểm chính xác để xử lý dữ liệu GNSS của các trạm này trong 2 ngày 20 và 21/11/2019. Độ lệch tọa độ giữa 2 ngày khi xử lý tính 24 h lớn nhất là 3,6 mm về mặt bằng và 5,9 mm về độ cao. Các giá trị này đều nhỏ hơn 2 lần sai số trung phương xác định chúng. Do đó nhóm tác giả kết luận là không phát hiện được sự thay đổi vị trí của các trạm CORS do ảnh hưởng của động đất.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Động đất ở biên giới Lào và Thái Lan vào ngày 20/11/2019 có cường độ lên đến 6,2 M xảy ra vào lúc 23:50:43 (UTC), tức là lúc 21/11/2019 6:50:43 giờ Việt Nam. Theo USGS (2019), tâm động đất nằm ở vĩ độ 19,453°N, kinh độ 101,356°E và độ sâu 10,0 km. Rung chấn của trận động đất này lan truyền đến khu vực miền Bắc Việt Nam. Người dân một số nơi ở Việt Nam có thể nhận biết được sự rung lắc trong một khoảng thời gian ngắn do động đất gây ra vào khoảng từ 6:55 đến 7:00

giờ Việt Nam ngày 21/11/2019 dù cách xa tâm chấn hơn 400 km (Báo Tuổi Trẻ, 2019).

Trận động đất trên có thể ảnh hưởng đến một số trạm GNSS thường trực (Continuously Operation Reference Station - CORS) đặt tại một số tỉnh miền Bắc. Nếu dư chấn của động đất chỉ làm rung lắc anten máy thu GNSS thì nó chỉ ảnh hưởng đến trị đo GNSS ở thời điểm đo. Tuy nhiên, nếu dư chấn này làm dịch chuyển các công trình mà trên đó có cài đặt trạm CORS, thì sẽ làm thay đổi tọa độ của nó và gây ra sai số cho tín hiệu truyền đi từ trạm này.

Mục đích của nhóm tác giả trong bài báo này là dùng phương pháp định vị điểm chính xác cao (Precise Point Positioning - PPP) để xác định tọa độ của một số trạm CORS trên khu vực miền Bắc cho 2 ngày 20÷21/11/2019 trước và sau khi xảy

*Tác giả liên hệ

E - mail: nnlau@hcmut.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(5).08

ra động đất. Qua việc so sánh và phân tích, nhóm tác giả sẽ kết luận về mức độ ảnh hưởng của động đất đối với các trạm này. Và việc xác định lại tọa độ mới của những trạm đó có cần thiết hay không?

2. Dữ liệu GNSS của các trạm CORS sử dụng trong nghiên cứu

Được sự giúp đỡ của công ty Tường Anh, nhóm tác giả đã thu thập được dữ liệu GNSS của 13 trạm CORS trong 2 ngày 20÷21/11/2019. Vị trí của các trạm CORS và tâm chấn được thể hiện ở Hình 1 và Bảng 1. Tất cả máy thu GNSS tại các trạm CORS đều sử dụng là Trimble NET9, anten là TRM

55971.00. Đây là loại máy thu 2 tần số có khả năng thu tín hiệu từ các hệ thống vệ tinh GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU và QZSS. Tốc độ thu dữ liệu tại các trạm này là 15 s. Nếu dư chấn của động đất làm anten máy thu GNSS rung lắc ngắn hơn 15 s thì sẽ không quan sát được trên chuỗi tọa độ của nó theo thời gian. Đa số dữ liệu của các trạm thu nhận đầy đủ 24 h/ngày, dữ liệu ngày 21/11 của trạm DIBI chỉ có khoảng 12 h. Ngoài ra, trị đo GALILEO không có trong 2 ngày dữ liệu của các trạm CXUN, HALO, NADI và VINH.

Theo Bảng 1, trạm CORS gần nhất là Điện Biên cách tâm chấn khoảng 277 km, trạm xa nhất ở Hạ Long có khoảng cách đến tâm chấn hơn 600 km.



Hình 1. Vị trí tâm chấn của động đất (*) và các trạm CORS (Δ) dùng trong nghiên cứu.

Bảng 1. Vị trí các trạm CORS so với tâm chấn.

TT	Trạm đo	Vị trí	K/c đến tâm chấn (km)
1	BGIA	Bắc Giang	541
2	BKAN	Bắc Cạn	553
3	CXUN	Cẩm Xuyên	441
4	DIBI	Điện Biên	277
5	HALO	Hạ Long	621
6	HNOI	Hà Nội	485
7	HPHO	Hải Phòng	573
8	HYEN	Hưng Yên	511
9	NADI	Nam Định	517
10	TN20	Thái Nguyên	523
11	TQAN	Tuyên Quang	476
12	VFUC	Vĩnh Phúc	489
13	VINH	Vinh	463

3. Phân tích kết quả xử lý PPP

Để xử lý dữ liệu GNSS của các trạm CORS trong Bảng 1, nhóm tác giả dùng phần mềm xử lý định vị điểm chính xác cao PPPC. Đây là phần mềm do nhóm tác giả tự phát triển từ 2010 (Nguyễn Ngọc Lâu và nnk., 2010). Sau nhiều lần nâng cấp, hiện nay phần mềm này có khả năng xử lý dữ liệu GNSS ở cả hai chế độ tĩnh và động và cho nhiều hệ thống vệ tinh khác nhau như GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS và có khả năng giải đa trị cho các trị đo pha GPS (Nguyễn Ngọc Lâu, 2017). Độ chính xác của PPPC khi có giải đa trị đối với dữ liệu đo GPS tĩnh 24 h là (1,9; 2,8; 5,5) mm, còn đối với dữ liệu đo động là (8; 9; 28) mm theo các thành phần hướng Đông, Bắc và độ cao (Nguyễn Ngọc Lâu, 2017a). Nhóm tác giả đã dùng phần mềm này để phân tích ảnh hưởng của các trận động đất như ở Nepal vào 4/2015 (Nguyễn Ngọc Lâu, 2017b), và gần đây nhất ở California vào 7/2019 (Nguyễn Ngọc Lâu và nnk., 2019). Các tham số trong xử lý PPP được cài đặt theo Bảng 2.

Bảng 2. Các tham số cài đặt trong xử lý PPP.

Nội dung	Giá trị
Bản lịch và đồng hồ vệ tinh	Dùng sản phẩm CNES
Trị đo	Trị đo mã P_3 và pha Φ_3 của GPS và GLONASS ở dạng hiệu đơn giữa các vệ tinh
Góc cao vệ tinh giới hạn	5°
Trọng số trị đo	$\text{Exp}(-\varepsilon/9^\circ)$, ε là góc cao vệ tinh
Độ trễ đối lưu	Khảo sát 1 tham số cho độ trễ thiên đỉnh mỗi 30 phút và 2 tham số gradient mỗi 12 giờ
Hàm ánh xạ đối lưu	VMF1 (Bohm và nnk., 2006)
Giải đa trị	Áp dụng cho trị đo pha GPS, không áp dụng cho GLONASS
Khung tọa độ tham khảo	ITRF2014 (Altamimi và nnk., 2016)

Theo Bảng 2, nhóm tác giả sử dụng bản lịch và số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh của Trung tâm Nghiên cứu Không gian Quốc gia Pháp (Centre National d'Etudes Spatiales - CNES). CNES hiện là một trong số các trung tâm đóng góp vào sản phẩm bản lịch và số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh

chính xác cho tổ chức IGS. Hiện tại, các sản phẩm của CNES cung cấp thông tin cho các vệ tinh GPS, GLONASS và GALILEO, nhưng chỉ hỗ trợ giải đa trị cho GPS (Laurichesse, 2012). Do trị đo GALILEO không có mặt ở đầy đủ trong dữ liệu của tất cả các trạm CORS, nhóm tác giả chỉ chọn xử lý trị đo GPS và GLONASS. Trong đó, chỉ giải đa trị cho GPS.

Trước tiên, để phát hiện những dữ liệu GNSS có thể bị ảnh hưởng bởi động đất, nhóm tác giả dùng PPPC xử lý động dữ liệu của các trạm CORS trong ngày 20/11/2019 và kiểm tra những bất thường trên chuỗi tọa độ xung quanh thời điểm ảnh hưởng. Qua kiểm tra nhóm tác giả không phát hiện điều gì bất thường trên các chuỗi tọa độ 15 s trong khoảng thời gian 23:55÷24:00 GPST, cho thấy khoảng thời gian rung chấn đủ ngắn để có thể gây ảnh hưởng lên các tọa độ cách nhau 15 s. Để khẳng định thêm suy đoán này, nhóm tác giả đã thu thập thêm dữ liệu GNSS 1 s của 2 trạm CORS tại Vinh và Hà Nội trong hệ thống VNGEONET do Cục Đo đạc và Bản đồ nhà nước quản lý (DOSM). Kết quả xử lý của 2 trạm này được cho ở Hình 2.

Quan sát chuỗi tọa độ 1 s ở Hình 2, cho thấy có sự rung chấn bắt đầu từ 23:59:31 GPST và kéo dài trong khoảng 10 s gây ra biến động trên tọa độ vài cm. Từ kết quả này nhóm tác giả quyết định giữ nguyên toàn bộ dữ liệu đo 15 s trong ngày 20/11 để xử lý tiếp ở bước 2.

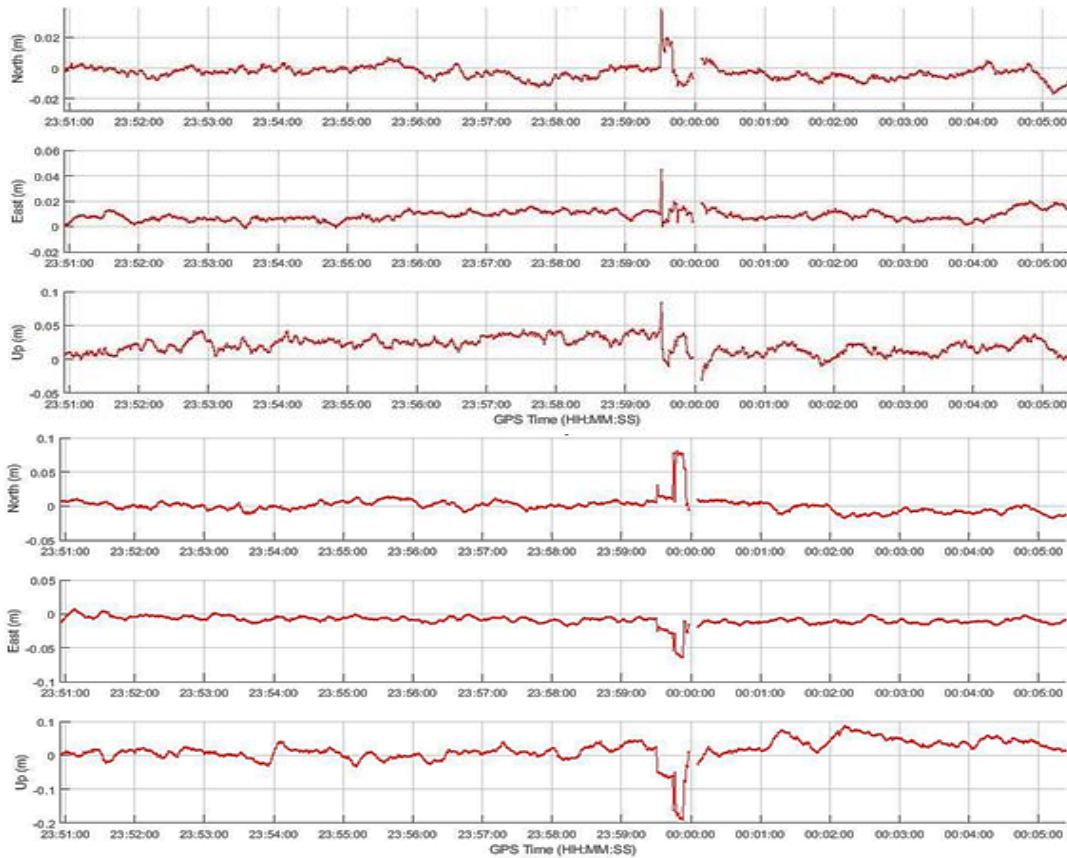
Ở bước 2, nhóm tác giả dùng PPPC xử lý dữ liệu 24 h ngày 20/11 và 21/11 của các trạm CORS. Sau khi có tọa độ từ việc xử lý, tiếp tục tính hiệu tọa độ của các trạm CORS giữa 2 ngày và sai số trung phương xác định bằng công thức (1), (2), (3).

$$\Delta N = N_2 - N_1; m_{\Delta N} = \sqrt{m_{N_1}^2 + m_{N_2}^2} \quad (1)$$

$$\Delta E = E_2 - E_1; m_{\Delta E} = \sqrt{m_{E_1}^2 + m_{E_2}^2} \quad (2)$$

$$\Delta H = H_2 - H_1; m_{\Delta H} = \sqrt{m_{H_1}^2 + m_{H_2}^2} \quad (3)$$

Trong đó: (N_i, E_i, H_i) , $(m_{N_i}, m_{E_i}, m_{H_i})$ - thành phần tọa độ hướng bắc, đông, độ cao và sai số trung phương xác định của trạm CORS ở ngày thứ i ($i = 1 - 2$). Kết quả tính toán được cho ở Bảng 3. Giá trị tuyệt đối của các độ lệch tọa độ giữa 2 ngày lớn nhất là 3,6 mm ở mặt bằng và 5,9 mm ở thành phần độ cao. Chúng đều nhỏ hơn 2 lần sai số trung phương xác định.



Hình 2. Chuỗi tọa độ 1 s của 2 trạm VNGEONET tại Vinh (trên) và Hà Nội (dưới) giữa 2 ngày 20/11/2019 và 21/11/2019.

Theo (Phan Trọng Trinh và nnk., 2015), chuyển dịch vỏ trái đất ở khu vực miền Bắc Việt Nam xảy ra nhiều nhất là ở hướng đông với giá trị ~39 mm/năm. Chuyển dịch này nếu có ảnh hưởng đến sự chênh lệch tọa độ trạm CORS giữa 2 ngày liên tiếp chỉ ở mức 1 mm hoặc nhỏ hơn. Từ kết quả trên có thể xem là không có sự dịch chuyển vị trí ở các trạm CORS do động đất gây ra.

Nhằm mục đích kiểm tra, nhóm tác giả tiếp tục dùng dịch vụ trực tuyến về định vị điểm chính xác cao của Bộ Tài nguyên Canada có tên là CSRS-PPP (Nylen và White, 2007) để xử lý lại dữ liệu GNSS.

Kết quả được cho ở Bảng 4, trong đó giá trị tuyệt đối của các độ lệch giữa 2 ngày lớn nhất là 4,8 mm về mặt bằng, 7 mm về độ cao và đều nhỏ hơn 2 lần sai số trung phương xác định.

4. Kết luận

Kết quả xử lý động cho thấy sự rung chấn của động đất xảy ra trong thời gian ngắn nên không thấy được ảnh hưởng rõ rệt trên chuỗi tọa độ cách nhau 15 s.

Bảng 3. So sánh tọa độ của các trạm CORS giữa 2 ngày 20÷21/11/2019 từ kết quả xử lý của PPPC.

TT	Trạm đo	Độ lệch tọa độ (mm)		
		Hướng Bắc	Đông	Độ cao
1	BGIA	+1,1 ±2,4	-1,5 ±2,7	-2,6 ±5,5
2	BKAN	+0,8 ±3,6	+0,1 ±4,0	+2,3 ±7,2
3	CXUN	+3,0 ±2,4	-0,8 ±2,7	+3,1 ±3,6
4	DIBI	-0,4 ±3,6	-0,0 ±4,0	-2,5 ±7,2
5	HALO	+3,5 ±2,4	-0,2 ±2,7	+4,1 ±6,5
6	HNOI	-0,8 ±2,4	+0,4 ±2,7	-1,1 ±5,5
7	HPHO	+0,1 ±2,4	-1,9 ±2,7	+1,1 ±3,6
8	HYEN	+0,5 ±2,4	-1,4 ±2,7	+0,3 ±4,6
9	NADI	+0,2 ±2,4	-3,0 ±2,7	+3,0 ±4,6
10	TN20	+1,3 ±2,4	-1,6 ±2,7	-5,9 ±5,5
11	TQAN	+0,2 ±2,4	-2,2 ±2,7	+4,7 ±3,7
12	VFUC	+2,4 ±2,4	-3,6 ±2,7	-3,0 ±5,2
13	VINH	+0,4 ±3,6	-3,3 ±4,0	+3,8 ±7,2

Độ lệch tọa độ giữa 2 ngày 20 và 21/11/2019 của các trạm CORS khi xử lý tính 24 h có giá trị lớn nhất là 3,6 mm trên thành phần mặt bằng và 5,9 mm ở thành phần độ cao.

Bảng 4. So sánh tọa độ của các trạm CORS giữa 2 ngày 20÷21/11/2019 từ kết quả xử lý của CSRS-PPP.

TT	Trạm đo	Độ lệch tọa độ (mm)		
		Bắc	Đông	Độ cao
1	BGIA	-0,3 ±1,4	0,3 ±2,9	-2,0 ±6,5
2	BKAN	-0,3 ±1,8	+2,9 ±4,3	+5,0 ±9,0
3	CXUN	-0,6 ±1,4	+1,4 ±2,9	-2,0 ±5,8
4	DIBI	-0,3 ±2,3	+2,6 ±4,8	-6,0 ±10,1
5	HALO	+0,3 ±1,4	-0,3 ±2,9	+5,0 ±6,5
6	HNOI	-0,3 ±1,4	+1,2 ±3,6	+2,0 ±7,6
7	HPHO	-0,0 ±1,4	-0,6 ±2,9	+2,0 ±5,8
8	HYEN	-0,3 ±1,4	-0,3 ±2,9	+2,0 ±6,5
9	NADI	-1,2 ±1,4	+0,6 ±2,9	+1,0 ±5,8
10	TN20	-0,0 ±1,4	-1,2 ±2,9	-7,0 ±6,5
11	TQAN	-0,3 ±1,4	-1,1 ±2,9	+0,0 ±5,8
12	VFUC	-0,3 ±1,4	+2,0 ±2,9	-2,0 ±6,5
13	VINH	-0,6 ±1,4	-4,7 ±3,3	+1,0 ±6,5

Các giá trị này đều nhỏ hơn 2 lần sai số trung phương xác định chúng. Khi dùng dịch vụ định vị điểm chính xác cao của Bộ Tài nguyên Canada cũng cho kết quả tương tự, do đó có thể kết luận rằng không phát hiện được sự thay đổi tọa độ của các trạm CORS do ảnh hưởng rung chấn của động đất.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Công ty Thiết bị Khoa học - Công nghệ Tường Anh và VNGEONET đã cung cấp dữ liệu GNSS của các trạm CORS để thực hiện nghiên cứu này.

Những đóng góp của các tác giả

Nguyễn Ngọc Lâu - Mục đích nghiên cứu, phạm vi nghiên cứu, phương pháp và các kết quả đạt được; Phạm Anh Dũng - Phương pháp luận, phân tích dữ liệu, kiểm chứng, điều tra khảo sát.

Tài liệu tham khảo

- Báo Tuổi Trẻ, (2019). Động đất mạnh tại Lào và Thái Lan, rung chấn lan tới Hà Nội. Số ra ngày 22 - 11 - 2019.
- Böhm, J., Werl, B., & Schuh, H., (2006). Troposphere mapping functions for GPS and VLBI from ECMWF operational analysis data. *Journal of Geophysical Research* 111, B02406, DOI: 10.1029/2005JB003629.
- DOSM Vietnam, (2019). <http://vngeonet.vn/>.

Laurichesse, D., (2012). Phase Biases Estimation for Undifferenced Ambiguity Resolution, *PPP-RTK & Open Standards Symposium*, March 12 - 13, Frankfurt.

Nguyễn Ngọc Lâu, (2017a). Độ chính xác PPP có giải tham số đa trị trong khung tọa độ mới ITRF2014. *Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 15*. Tổ chức tại Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh 10/2017, 47 - 54.

Nguyễn Ngọc Lâu, (2017b). Determination of ground displacement of 25 April 2015 Nepal earthquake by GNSS precise point positioning. *Vietnam Journal of Earth Sciences* 40(1), 17 - 24.

Nguyễn Ngọc Lâu, Phan Trọng Trinh, Trần Văn Phong, Phạm Thái Bình, (2019). Ground displacement of the 6 July 2019 ridgecrest earthquake from the GNSS permanent stations. *Vietnam Journal of Earth Sciences* 41(4), 305 - 320.

Nguyễn Ngọc Lâu, Trần Trọng Đức, Dương Tuấn Việt, Đặng Văn Công Bằng, (2010). Automatic GPS precise point processing via internet. *Báo cáo đề tài cấp Bộ B2010 - 30 - 33*, 107.

Phan Trọng Trinh, Ngô Văn Liêm, Trần Đình Tô, Nguyễn Văn Hương, Vy Quốc Hải, Bùi Văn Thơm, Trần Văn Phong, Hoàng Quang Vinh, Nguyễn Quang Xuyên, Nguyễn Việt Thuận, Nguyễn Đăng Túc, Đinh Văn Thuận, Nguyễn Trọng Tấn, Bùi Thị Thảo, Nguyễn Việt Tiến, Lê Minh Tùng, Trần Quốc Hùng, (2015). Present day deformation in the east Vietnam sea and surrounding regions. *Journal of Marine Science and Technology* 15(2), 105 - 118. DOI:10.15625/1859 - 3097/15/2/6499.

Thomas Nylen, Seth White, (2007). Online Precise Point Positioning Using the Natural Resources Canada Canadian Spatial Reference System (CSRS-PPP). *UNAVCO*.

USGS, (2019). <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us70006ara/executive>.

Zuheir Altamimi, Paul Rebischung, Laurent Métivier, and Xavier Collilieux, (2016). ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 121, 6109 - 6131, DOI: 10.1002/2016JB013098.