

BƯỚC ĐẦU XÁC ĐỊNH CHUYỂN DỊCH CHO MỘT SỐ TRẠM CORS KHU VỰC MIỀN BẮC VIỆT NAM SỬ DỤNG PHẦN MỀM GAMIT/GLOBK

Nguyễn Gia Trọng¹, Lương Thanh Thạch²
Nguyễn Hà Thành³, Nguyễn Văn Cường⁴, Phạm Ngọc Quang¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Hanoi University of Natural Resources and Environment

³ Vietnam Academy of Science and Technology

⁴ Vietnam Administration of Sea and Island

Tác giả liên hệ: nguyengiatrong@humg.edu.vn

Tóm tắt: Xác định chuyển dịch mảng cũng như chuyển dịch của các đới đứt gãy là công việc cần được thực hiện thường xuyên góp phần xác định cũng như dự báo sự vận động của vỏ trái đất cũng như tai biến thiên tai. Mạng lưới trạm CORS ra đời có ưu điểm rất lớn trong công tác nghiên cứu xác định chuyển dịch mảng, đứt gãy đó là cung cấp dữ liệu đo một cách liên tục theo thời gian với chất lượng cao. Với dữ liệu thu được từ các trạm CORS trong một thời gian dài, sử dụng các mô hình toán học để phân tích các quy luật chuyển dịch cho phép xác định chính xác chuyển dịch của các điểm theo thời gian. Báo cáo giới thiệu kết quả bước đầu xác định chuyển dịch của các trạm CORS ở miền Bắc Việt Nam sử dụng phần mềm Gamit/Globk. Kết quả xác định chuyển dịch của báo cáo hoàn toàn phù hợp với kết quả xác định chuyển dịch của các công bố đã có. Các tác giả cũng kiến nghị xác định chuyển dịch của các điểm sử dụng chuỗi thời gian dài hơn và sử dụng các mô hình toán học để xác định các quy luật chuyển dịch cũng như sai số còn tồn tại trong kết quả xác định chuyển dịch xác định bằng các phần mềm xử lý số liệu GNSS.

Từ khóa: Bernese, Gamit/Globk, Plate tectonics, Crustal movement, GNSS processing, GNSS CORS

1. Đặt vấn đề

Quan trắc chuyển dịch bao gồm chuyển dịch mảng lục địa (Plate tectonics), quan trắc sụt lún bề mặt (Subsidence) và quan trắc chuyển dịch các công trình nhân tạo. Trong khuôn khổ báo cáo này, giới thiệu kết quả nghiên cứu xử lý số liệu được cung cấp bởi một số trạm GNSS CORS ứng dụng trong xác định chuyển dịch mảng lục địa cũng như quan trắc sụt lún bề mặt.

Để quan trắc chuyển dịch, từ những năm 1990, đã áp dụng phương pháp đo GNSS tương đối tĩnh truyền thống cho phép xác định lượng chuyển dịch một cách chính xác giữa hai thời điểm có thu tín hiệu vệ tinh [2]. Nhược điểm của phương pháp này đó là chỉ xác định được chuyển dịch giữa các thời điểm cụ thể mà không phản ánh được chuyển dịch mang tính chất chu kỳ như chuyển dịch hàng ngày, theo mùa, xu hướng chuyển dịch cũng như ảnh hưởng của các yếu tố gây nhiễu trong kết quả xác định chuyển dịch.

Phương pháp (công nghệ) trạm thu tín hiệu GNSS liên tục (CORS) ra đời vào năm 1995

[2] là một cuộc cách mạng mới trong ứng dụng tín hiệu của các vệ tinh GNSS. Với dữ liệu thu được từ các trạm CORS cho phép phân tích dữ liệu chuyển dịch theo chuỗi thời gian để xác định được các xu hướng chuyển dịch cũng như ảnh hưởng của các nguồn gây nhiễu đối với kết quả xác định chuyển dịch.

Có hai phương pháp xử lý số liệu GNSS độ chính xác cao được ứng dụng trong xác định lượng chuyển dịch đó là phương pháp định vị tuyệt đối chính xác (PPP) và xử lý số liệu định vị tương đối độ chính xác cao sử dụng các phần mềm chuyên dụng (khoa học) như Bernese, Gamit/Globk, Gipsy-Oasis ...

Sử dụng các phần mềm Bernese [22], Gamit/Globk [21] cho phép xác định chuyển dịch dựa trên bộ dữ liệu đo GNSS theo chuỗi thời gian (time series). Gino Dardanelli và những người khác [9] đã xử lý số liệu mạng lưới trạm CORS của Đại học Palermo giai đoạn 2008 - 2012 sử dụng phần mềm Gamit/Globk và phần mềm Bernese. Cũng với mục đích xác định chuyển dịch dựa vào công nghệ GNSS, Stephane Mazzotti [14] đã so sánh kết quả được tính bằng các phần mềm khác nhau cho các trạm thu có điều kiện thu tín hiệu khác nhau.

Để có thể xác định giá trị sụt lún bề mặt, đòi hỏi phải có công nghệ cho phép xác định lượng chuyển dịch trên cả vùng nghiên cứu (khảo sát). Để thực hiện được nội dung công việc này, công nghệ GNSS được sử dụng nhằm nâng cao độ chính xác xác định lượng chuyển dịch xác định được [20].

Kết quả xác định chuyển dịch theo chuỗi thời gian cho phép thể hiện các giá trị chuyển dịch bất thường do các nguyên nhân khác nhau. Rimvydas Baniulis và những người khác [8] đã sử dụng phần mềm Bernese 5.2 để xử lý số liệu thu được từ mạng lưới 30 trạm CORS phủ trùm lãnh thổ Lithuania trong giai đoạn 2007 - 2015. Các giá trị tọa độ thu được khi xử lý bằng Bernese được phân tích sử dụng chương trình con GITSA viết bằng ngôn ngữ Matlab và mô đun FODITS của phần mềm Bernese. Qua phân tích, đã xác định được 108 giá trị chuyển dịch vượt ra ngoài quy luật chung.

Có nhiều nghiên cứu sử dụng các mô hình toán học nhằm phân tích quy luật chuyển dịch theo các xu thế khác nhau. Nguyễn Ngọc Lâu và các tác giả [12] sử dụng phương pháp PPP để xử lý số liệu thu bởi một số trạm CORS được quản lý bởi công ty cung cấp thiết bị trắc địa Tường Anh nhằm xác định chuyển dịch mảng tại Việt Nam giai đoạn 2016 - 2018. Để xác định chuyển dịch theo chuỗi thời gian, các tác giả sử dụng hàm của các yếu tố như lượng chuyển dịch ban đầu, chu kỳ, pha khởi đầu và góc nghiêng. Kết quả tính thực nghiệm ở đây có so sánh với kết quả xác định chuyển dịch sử dụng phần mềm Bernese với độ lệch 2,3mm về hướng Bắc và 6,5mm về hướng Đông.

İsmail ŞANLIOĞLU đã phân tích dữ liệu các trạm thường trực của IGS trên lãnh thổ Thổ Nhĩ Kỳ sử dụng hai mô hình toán học là mô hình tự động hồi quy (autoregressive) và mô hình tự động hồi quy dịch chuyển trung bình (autoregressive moving average) là các phương pháp tuyến tính theo chuỗi thời gian. Các hàm số trên biểu diễn được chuyển dịch theo các yếu tố như xu hướng theo chuỗi thời gian dài, chuyển dịch theo chu kỳ, chuyển dịch theo mùa cũng

như là các tác động của sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống trong giá trị chuyển dịch xác định được [17].

Trong nghiên cứu chuyển dịch, việc lựa chọn mô hình toán học để phân tích phụ thuộc vào tốc độ chuyển dịch thực tế. Tác giả Christine Masson và những người khác [13] sử dụng các phân tích thống kê theo chuỗi thời gian của vị trí để ước tính độ chính xác có thể của vận tốc chuyển dịch bằng công nghệ GPS. Chuỗi thời gian tổng hợp biểu diễn khoảng cách đại diện cho độ nhiễu, chuyển dịch theo mùa và xu hướng chuyển dịch chung. Với kết quả tính toán sử dụng phương pháp cây hồi quy, các tác giả đưa ra khuyến cáo về chuỗi thời gian cần thiết để xác định trong trường hợp vận tốc chuyển dịch nhỏ.

Không sử dụng các giá trị chuyển dịch trực tiếp để phân tích quy luật chuyển dịch, Engin Güllal [11] đã sử dụng giá trị chuyển dịch gián tiếp trong đó giá trị chuyển dịch của thời điểm đang xét có liên quan tới lượng chuyển dịch của hai thời điểm liền kề được xác định bằng phần mềm Gamit/Globk. Tác giả đã xử lý dữ liệu đo 788 ngày của 20 trạm CORS và phát hiện 19/20 trạm chuyển dịch với tốc độ 21.7mm/năm. Kết quả xác định đó nhất quán với chuyển dịch mảng của khu vực nghiên cứu. Trong nghiên cứu này đã phân tích các thành phần mang tính định kỳ như chuyển động hàng ngày, hàng tháng, theo mùa, và thậm chí hai năm 1 lần do ảnh hưởng của khí quyển, tải trọng hải văn, khí hậu và các tác động khác.

Xác định chính xác lượng chuyển dịch ngoài mục tiêu phục vụ nghiên cứu tai biến thiên tai còn được ứng dụng trong xây dựng các hệ quy chiếu (khung quy chiếu) hiện đại. Các tác giả [10] đã trình bày một phương án lựa chọn để thiết lập hệ quy chiếu động hiện đại của Uzbekistan. Các tác giả đã đưa thêm vào một mô hình để ước tính (dự đoán) các giá trị theo chuỗi thời gian và nghiên cứu ý nghĩa của việc xây dựng mô hình chuỗi thời gian trong tương lai. Nghiên cứu chỉ ra rằng, xu hướng phi tuyến tính theo mùa xảy ra đối với tất cả các trạm trong khi xu thế này đối với thành phần hướng đông chỉ xảy ra với các trạm có độ cao lớn. Các kết quả nghiên cứu ở đây cũng góp phần giải thích được các tín hiệu thủy văn trong khu vực và cải thiện chất lượng quan trắc.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu sử dụng trong bài báo là dữ liệu thu được của 10 trạm CORS được quản lý bởi Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam gồm: CPHU, HYEN, KANH, MCAI, MGTE, SDON, TDUO, THOA, TQUA và VINH được cung cấp bởi Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam. Bảng 1 dưới đây cung cấp một số thông tin liên quan đến máy thu cũng như dữ liệu của các trạm nêu trên.

Gamit/Globk là phần mềm được phát triển bởi Viện Công nghệ Massachusetts (MIT), Viện Hải dương học Scripps và Đại học Harvard với sự hỗ trợ từ Quỹ Khoa học Quốc gia Hoa Kỳ. Đây là phần mềm chuyên dùng để phân tích số liệu GNSS phục vụ chủ yếu cho các mục đích về nghiên cứu biến dạng và chuyển dịch Vỏ Trái đất. Gamit/Globk là một phần mềm rất đáng tin cậy, đã được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu sử dụng số liệu vệ tinh GNSS. Nhiều công trình nghiên cứu, bài báo uy tín trên thế giới đã sử dụng phần mềm này trong các phân tích số

liệu của mình [5].

Bảng 1. Thông tin về máy thu và dữ liệu

TT	Tên điểm	Loại máy thu	Loại ăng ten	Giãn cách dữ liệu	Thời gian có dữ liệu
1	CPHU	LEICA GR50	LEIAR25.R4 LEIT	30 s	03/08/2019 - 17/09/2020
2	HYEN				
3	KANH				
4	MCAI				
5	MGTE				
6	SDON				
7	TDUO				
8	THOA				
9	TQUA				
10	VINH				

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng phần mềm Gamit/Globk để xác định chuyển dịch với bộ dữ liệu như miêu tả trong bảng 1 với kết quả là (1) lượng chuyển dịch trung bình theo năm và (2) chuyển dịch theo chuỗi thời gian (hàng ngày).

Kết quả xác định chuyển dịch ở đây được so sánh với kết quả chuyển dịch sử dụng chuỗi thời gian dài.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả chuyển dịch trung bình 1 năm của các trạm được cho trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Kết quả xác định chuyển dịch trung bình năm của các điểm

TT	Tên điểm	Vĩ độ	Kinh độ	V_E / sai số (mm/năm)	V_N /sai số (mm/năm)	V_H /sai số (mm/năm)
1	CPHU	20.24641	105.71999	32.45 2.09	-10.05 2.05	1.42
2	HYEN	20.66645	106.05089	31.78 2.04	-6.46 2.02	-16.70
3	KANH	18.08687	106.28541	31.44 2.04	-8.46 2.02	6.01
4	MCAI	21.51838	107.98163	33.97 2.07	-10.83 2.04	-0.22
5	MGTE	10.36954	104.45289	26.75 2.07	-10.51 2.05	0.69
6	SDON	21.33510	106.84935	35.12 2.06	-13.54 2.04	-3.71
7	TDUO	19.26309	104.47053	32.31 2.08	-8.76 2.04	7.83

TT	Tên điểm	Vĩ độ	Kinh độ	V _E / sai số (mm/năm)	V _N /sai số (mm/năm)	V _H /sai số (mm/năm)
8	THOA	19.76207	105.77806	30.24 2.05	-10.71 2.02	1.41
9	TQUA	21.82360	105.21007	32.02 2.05	-7.84 2.03	0.03
10	VINH	18.67552	105.69104	30.67 2.04	-9.64 2.02	3.44

Từ kết quả của bảng 2, có thể xác định chuyển dịch về mặt bằng sử dụng các công thức như sau:

$$\text{Về chuyển dịch vị trí mặt bằng: } v_p = \sqrt{v_E^2 + v_N^2} \quad (1)$$

Về xác định phương hướng chuyển dịch:

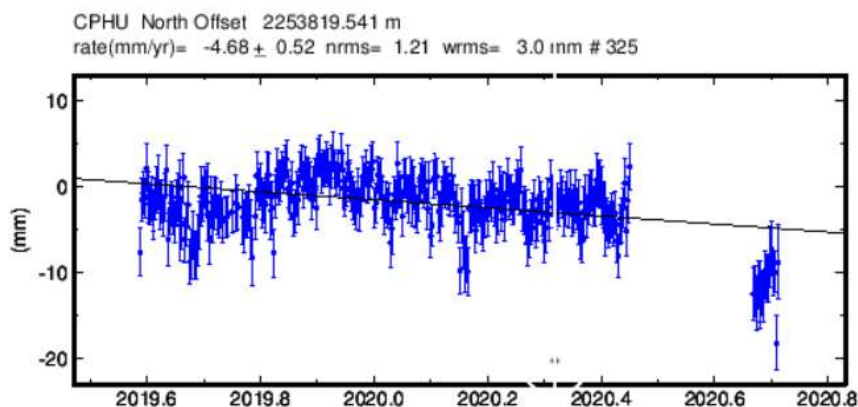
$$\alpha = 90^\circ - (\arctan \frac{v_N}{v_E})(180^\circ / \pi) \text{ nếu } v_E > 0 \quad (2)$$

$$\alpha = 270^\circ - (\arctan \frac{v_N}{v_E})(180^\circ / \pi) \text{ nếu } v_E < 0 \quad (3)$$

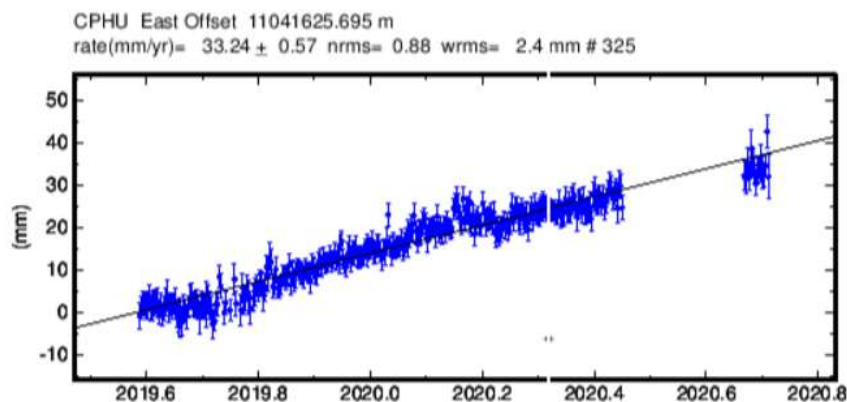
Ngoài xác định chuyển dịch theo năm, còn xác định được chuyển dịch theo ngày của từng điểm. Sau đây là ví dụ về chuyển dịch theo ngày của điểm CPHU:

Bảng 3. Kết quả xác định chuyển dịch về hướng Đông theo ngày của điểm CPHU

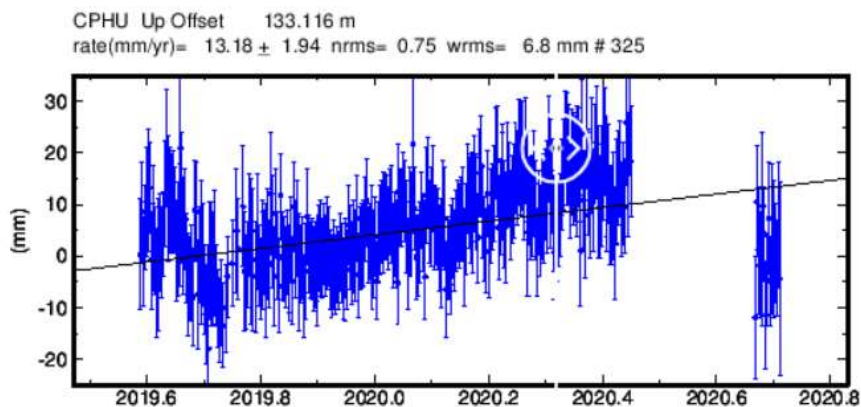
ombination of ALL networks GGVer 10.71.015 Tue Feb 2 16:13:21 EST 2021							
CPHU_GPS to E Solution 1 + 11041625.695 m							
2019	08	03	11	59	11041625.69461	0.00308	-0.00101 0.00308
2019	08	04	11	59	11041625.69643	0.00276	0.00072 0.00276
2019	08	05	11	59	11041625.69776	0.00268	0.00196 0.00268
2019	08	06	11	59	11041625.69721	0.00253	0.00132 0.00253
2019	08	07	11	59	11041625.69689	0.00309	0.00091 0.00309
2019	08	08	11	59	11041625.69704	0.00334	0.00097 0.00334
2019	08	09	11	59	11041625.69914	0.00266	0.00298 0.00266
2019	08	10	11	59	11041625.69604	0.00278	-0.00021 0.00278
.....							



Hình 1a. Chuyển dịch theo hướng Bắc của điểm CPHU



Hình 1b. Chuyển dịch theo hướng Đông của điểm CPHU



Hình 1c. Chuyển dịch độ cao của điểm CPHU

Để có thể xác định chính xác dịch chuyển của điểm theo chuỗi thời gian như số liệu trong bảng 3, cần phải đưa thêm các mô hình toán học để phân tích dữ liệu chuyển dịch. Với việc sử dụng các mô hình toán học, có thể xác định được quy luật dịch chuyển cũng như ước lượng sai số ngẫu nhiên còn tồn tại trong kết quả xác định chuyển dịch trước đó.

Với kết quả xác định chuyển dịch theo ngày của chuỗi thời gian, vẽ được đồ thị các thành phần chuyển dịch của các điểm theo chuỗi thời gian như hình vẽ 1a, b, c.

Nguyễn Hà Thành [5], đã sử dụng dữ liệu đo trong 8 năm của các điểm DBIV (Điện Biên),

PHUT (Phú Thụy - Hà Nội) và VINH (Nghệ An) để xác định dịch chuyển sử dụng phần mềm Gamit/Globk. Kết quả như sau:

Bảng 4. Kết quả xác định chuyển dịch của điểm DBIV, PHUT và VINH với chuỗi thời gian 8 năm [5]

TT	Tên điểm	Vĩ độ	Kinh độ	V_E / sai số (mm/năm)	V_N /sai số (mm/năm)
1	DBIV	103.01829	21.38992	31.91/0.76	-10.32/0.75
2	PHUT	105.95872	21.02938	31.52/0.73	-10.60/0.72
3	VINH	105.69659	18.64999	32.30/0.86	-11.48/0.85

Từ kết quả ở bảng 2 và bảng 4 có thể thấy, vận tốc chuyển dịch theo các hướng của điểm tại khu vực Vinh - Nghệ An lệch nhau 1,63mm về hướng Đông và 1,84 mm về hướng Bắc. Độ lệch đó có thể do sử dụng chuỗi thời gian khác nhau, độ dài của chuỗi thời gian khác nhau thể hiện qua giá trị sai số xác định các thành phần dịch chuyển. Với chuỗi thời gian 8 năm, sai số xác định dịch chuyển các thành phần chỉ gần 1 mm; Đối với dữ liệu thực nghiệm của báo cáo này, sai số xác định các thành phần dịch chuyển lớn hơn 2 mm.

4. Kết luận

Báo cáo đã sử dụng phần mềm Gamit/Globk để xử lý dữ liệu thu được bởi các trạm CORS phân bố ở miền Bắc Việt Nam với thời gian thu dữ liệu hơn một năm. Kết quả tính chuyển dịch cho thấy, xu hướng chuyển dịch của tất cả thuộc khu vực miền Bắc Việt Nam là giống nhau tuy lượng chuyển dịch khác nhau. Lượng chuyển dịch nhỏ nhất về hướng Đông là 26,75 mm/ năm và lớn nhất là 35,12 mm/ năm; Lượng chuyển dịch nhỏ nhất và lớn nhất (tính theo giá trị tuyệt đối) về hướng Bắc tương ứng là -7,84 mm/ năm và -13,54 mm/ năm. Tuy nhiên, do sử dụng chuỗi thời gian chưa được dài nên sai số xác định các thành phần chuyển dịch vẫn đang ở mức 2 mm.

Trong thời gian tới, cần tiếp tục xử lý dữ liệu mạng lưới trên với thời gian thu dữ liệu dài hơn để có thể thu được chuyển dịch của điểm với độ chính xác cao hơn.

Để có thể thu được chuyển dịch của các điểm một cách chính xác, cần sử dụng các mô hình toán để thu được quy luật chuyển dịch phản ánh chuyển dịch thực chất của điểm theo chuỗi thời gian.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Tuấn Anh (2007), *Báo cáo tổng kết khoa học và công nghệ đề tài “Xây dựng hệ thống các điểm trắc địa sử dụng công nghệ GPS độ chính xác cao trong việc quan trắc biến dạng lớp vỏ trái đất và cảnh báo thiên tai ở khu vực Việt Nam”*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
2. Đặng Nam Chính, Đỗ Ngọc Đường (2012), *Định vị vệ tinh*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Nguyễn Mạnh Cường, Nguyễn Duy Long, Trần Vũ Thắng (2019), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ CORS trong quan trắc dịch động bãi thải*, Tạp chí Khoa học Công nghiệp Mỏ số 1, trang 44 - 47.

4. Vy Quốc Hải (2017), *Xử lý số liệu hỗn hợp GPS/GLONASS phục vụ nghiên cứu địa động lực hiện đại*, Báo cáo tổng kết Khoa học và Công nghệ đề tài nghiên cứu khoa học, Viện Địa chất, Viện hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
5. Nguyễn Hà Thành (2019), *Nghiên cứu chuyển dịch vỏ Trái đất bằng số liệu GNSS liên tục tại các trạm thu của Việt Nam*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật trắc địa - bản đồ, Trường Đại học Mở - Địa chất.
6. Lại Văn Thủy (2019), *Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết xấp xỉ sóng nhỏ (biến đổi wavelet) để phân tích nội suy vận tốc chuyển dịch và biến dạng không gian từ kết quả xử lý dữ liệu đo GPS mạng lưới trắc địa địa động lực khu vực miền Bắc Việt Nam*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ.
7. Phan Trọng Trịnh, Ngô Văn Liêm, Nguyễn Tuấn Anh, Vy Quốc Hải, Trần Đình Tô, Nguyễn Văn Hường, Hoàng Quang Vinh, Bùi Văn Thơm, Nguyễn Đăng Túc, Nguyễn Quang Xuyên, Vũ Tuấn Hùng, Nguyễn Huy Thịnh, Trần Quốc Hùng, Lê Minh Tùng, Bùi Thị Thảo, Nguyễn Việt Tiến, Đinh Văn Thế (2009), “Kết quả nghiên cứu ban đầu về tốc độ dịch chuyển kiến tạo hiện đại trên biển Đông”, http://idm.gov.vn/nguon_luc/Xuat_ban/2009/a310/a1.htm.
8. Rimvydas Baniulis, Karolis Galinauskas, Leonardas Marozas, Eimuntas Paršeliūnas, Marius Petniūnas, Vytautas Puškorius (2017), “An Analysis of the Performance and Coordinates Time Series of CORS Network LitPOS”, DOI 10.1109/BGC.Geomatics.2017.39.
9. Gino DARDANELLI, Mauro LO BRUTTO, Claudia PIPITONE (2020), “GNSS CORS network of the University of Palermo: Design and first analysis of data”, *Geographia Technica*, Vol. 15, Issue 1, 2020, pp 43 to 69.
10. D. Fazilova, Sh. Ehgamberdiev, S. Kuzin (2018), “Application of time series modeling to a national reference frame realization”, *Geodesy and Geodynamics* 9 (2018) 281e287, <https://doi.org/10.1016/j.geog.2018.04.003>.
11. Engin Güllal, Hediye Erdoğan, Ibrahim Tiryakioğlu (2013), “Research on the stability analysis of GNSS reference stations network by time series analysis”, *Digital Signal Processing* 23 (2013) 1945-1957, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsp.2013.06.014>.
12. Nguyen Ngoc Lau, Richard Coleman, Ha Minh Hoa (2020), “Determination of tectonic velocities of some continuously operating reference stations (CORS) in Vietnam 2016 - 2018 by using precise point positioning”, *Vietnam journal of Earth Sciences*, 43(1), 1-12.
13. Christine Masson, Stephane Mazzotti, and Philippe Vernant (2019), “Precision of continuous GPS velocities from statistical analysis of synthetic time series”, *Solid Earth*, 10, 329-342, <https://doi.org/10.5194/se-10-329-2019>.
14. Stephane Mazzotti, Aline Déprez, Eric Henrion, Christine Masson, Frédéric, Masson, Jean-Luc Menut, Marianne Métois, Jean Matthieu Nocquet, Lucie Rolland, Pierre Sakic, et al (2020), *Comparative analysis of synthetic GNSS time series - Bias and precision of velocity estimations*, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02460380>.
15. Le Huy Minh, Vu Tuan Hung, Jyr- Ching Hu, Nguyen Le Minh, Bor- Shouh Huang, Horng-Yue Chen, Nguyen Chien Thang, Nguyen Ha Thanh, Le Truong Thanh, Nguyen Thi Mai, and Pham Thi Thu Hong (2020) Contemporary movement of the Earth's crust in the Northwestern Vietnam by continuous GPS data, September 2020, *Vietnam Journal of Earth Sciences* 42(4)

DOI: 10.15625/0866-7187/42/4/15282.

16. Le Huy Minh, Feigl K.L., Masson F., Duong Chi Cong, Bourdillon A., Lassudrie Duchesne P., Nguyen Chien Thang, Nguyen Ha Thanh, Tran Ngoc Nam, Hoang Thai Lan, 2010. Crustal motion from the continuous GPS data in Vietnam and in Sotheast Asian region, Vietnam Journal of Earth Sciences, 32(3), 249-260.
17. İsmail ŞANLIOĞLU, Tahsin KARA (2014), “Analysis of Time Series About IGS Stations In Turkey Using AR and ARMA Models”, FIG Congress 2014, Engaging the Challenges - Enhancing the Relevance.
18. Tran Dinh To, Nguyen Trong Yem, Duong Chi Cong, Vy Quoc Hai, Zuchiewics W., Nguyen Quoc Cuong, Nguyen Viet Nghia, 2013. Recent crustal movements of northern Vietnam from GPS data, J. Geodyn., 69, 5-10.
19. Inese Varna, Diana Haritonova, Janis Balodis (2019), “Latvian CORS time series analysis for 2011 - 2018”, EUREF 2019 symposium.
20. B.D. Yuwono, M. Awaluddin, Najib (2019), “Land Subsidence monitoring 2016 - 2018 analysis using GNSS CORS UDIP and DinSAR in Semarang”, The 1st International Conference on Geodesy, Geomatics, and Land Administration 2019.
21. Gamit/Globk software <http://geoweb.mit.edu/gg/>
22. Bernese software <http://www.bernese.unibe.ch/>

ABSTRACT

FIRST STEP DETERMINATION THE MOVEMENT OF SOME CORS IN THE NORTH OF VIETNAM USING GAMIT/GLOBK SOFTWARE PACKAGE

**Nguyen Gia Trong¹, Luong Thanh Thach²,
Nguyen Ha Thanh³, Nguyen Van Cuong⁴, Pham Ngoc Quang¹**

¹ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology

² Hanoi University of Natural Resources and Environment

³ Vietnam Academy of Science and Technology

⁴ Vietnam Administration of Sea and Island

Corresponding author: nguyengiatrong@humg.edu.vn

Determining the displacement of plates and the fault zones is a permanent work to identify and forecasting the movement of the earth's crust as well as disasters. A significant advantage in researching the displacement of plates and fault zone of CORS network is supporting the continuous data over time with high quality. With the measurement obtained from CORS network over a period of time, using mathematical models to analyze displacement rules allows to accurately determine the movement of points over time. This article introduces the early

stage of determining the movement of CORS stations in the North of Vietnam using Gamit Globk software. The movement determination results of this article are completely consistent with the existing publications. The authors also recommend determining the movement of point using longer time series and using mathematical models to determine the movement rules as well as the remaining errors in the results of determining the movement by GNSS processing software package.

Keywords: Bernese, Gamit/Globk, Plate tectonics, Crustal movement, GNSS processing, GNSS CORS.