

Xác định vận tốc chuyển dịch mảng kiến tạo và độ lún cục bộ của một số trạm tham chiếu hoạt động liên tục (cors) ở đồng bằng sông cửu long giai đoạn 2019 – 2024

Nguyễn Ngọc Lâu^{1,2,*}, Trịnh Đình Vũ^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) đang chìm dần, trở thành mối quan tâm lớn của giới khoa học và Nhà nước trong nhiều năm qua, do tác động đáng lo ngại của biến đổi khí hậu toàn cầu và của con người. Nghiên cứu này phân tích sự dịch chuyển của mảng kiến tạo ĐBSCL từ 2019–2024 dựa trên dữ liệu CORS và phương pháp định vị điểm chính xác (PPP). Tọa độ PPP được chuẩn hóa theo hệ tọa độ ITRF2020 nhằm đảm bảo tính nhất quán. Kết quả cho thấy vận tốc trung bình của ĐBSCL theo ba thành phần Bắc – Đông – Độ cao lần lượt là (-8.6, +27.8, -25.9) mm/năm. Chuyển dịch ở thành phần mặt bằng của các trạm này tương tự với các CORS khác trên toàn quốc. Tuy nhiên vận tốc dịch chuyển theo Độ cao lại lớn hơn 8 lần, khẳng định có ảnh hưởng lún cục bộ. Lớn nhất là ở Bạc Liêu với -51.4mm/năm. Sau khi loại bỏ ảnh hưởng của chuyển dịch mảng kiến tạo (dùng trạm Rạch Giá làm tham chiếu), chúng tôi xác định tốc độ lún cục bộ của trạm tại Cần Thơ là -41.3 mm/năm và Bạc Liêu là -46.4 mm/năm. Điều này cho thấy tình trạng lún tổng thể ở ĐBSCL chủ yếu do lún cục bộ hơn là chuyển động kiến tạo. Với tốc độ lún này, chỉ sau hơn 40 năm, các trạm này sẽ nằm dưới mực nước biển.

Từ khoá: Chuyển động mảng kiến tạo, Lún, GNSS, PPP, CORS, Việt Nam, Đồng bằng Sông Cửu Long.

¹Bộ môn Địa tin học, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Ngọc Lâu, Bộ môn Địa tin học, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: nnlau@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 24-02-2025
- Ngày sửa đổi: 12-05-2025
- Ngày chấp nhận: 09-12-2025
- Ngày đăng: xx-xx-xxxx

DOI:



Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Theo lý thuyết kiến tạo mảng đã được công nhận rộng rãi trong giới khoa học thì thạch quyển của Trái Đất được tạo thành từ nhiều mảng kiến tạo lớn. Chúng di chuyển chậm chạp từ khoảng 3.4 tỷ năm trước¹. Mô hình này dựa trên khái niệm trôi dạt lục địa, một ý tưởng đã được đề xuất và phát triển từ những thập niên đầu thế kỷ 20. Việc hiểu rõ về chuyển động của các mảng kiến tạo giúp con người có cái nhìn sâu sắc hơn về các hiện tượng tự nhiên như động đất, sụt lún đất và hoạt động núi lửa. Theo các mô hình kiến tạo mảng hiện nay¹, Việt Nam nằm gần ranh giới mảng EURASIA (Hình 1). Tốc độ dịch chuyển của mảng kiến tạo này theo thành phần mặt bằng lên đến 30mm/năm².

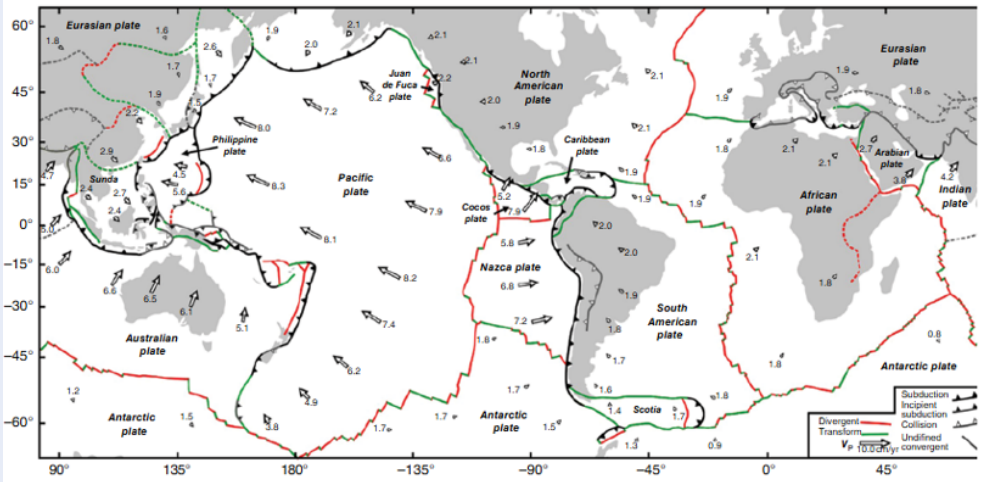
Hiện nay, chuyển động của các mảng kiến tạo thường được xác định bằng cách dùng phương pháp định vị điểm chính xác cao (Precise Point Positioning - PPP) để xác định vị trí của các trạm GNSS (Global Navigation Satellite Systems) thường trực phân bố trên khắp thế giới. Với độ chính xác cao và ngày càng được cải thiện, PPP giúp xác định vị trí của một điểm bất kỳ, bao gồm cả tọa độ mặt bằng và độ cao, một cách độc lập⁴. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp này là chỉ

có thể xác định vị trí của từng trạm riêng lẻ và phụ thuộc vào việc thu thập dữ liệu GNSS cần phải ổn định và liên tục theo thời gian.

Trong nghiên cứu², chúng tôi đã sử dụng phương pháp PPP để xác định vận tốc mảng kiến tạo của 10 trạm CORS tại Việt Nam, cùng với 1 trạm ở Thái Lan và 2 trạm ở Trung Quốc trong giai đoạn 2019-2022. Kết quả thu được² cho thấy sự chuyển dịch của các trạm CORS tại Việt Nam tương đồng nhau và hoàn toàn phù hợp với các trạm ngoài nước trong cùng mảng kiến tạo. Tuy nhiên, riêng thành phần Độ cao, chúng tôi nhận thấy có sự khác thường ở tốc độ dịch chuyển Độ cao của các trạm ở Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL). Kết quả bất thường lớn hơn nhiều lần của khu vực ĐBSCL chúng tôi đã công bố trong nghiên cứu⁵, mặc dù dịch chuyển mặt bằng của khu vực tương đồng với các trạm toàn quốc. Điều này ghi nhận sự chìm dần của vùng ĐBSCL đã diễn ra trong chục năm gần đây và vẫn tiếp diễn khi mở rộng dữ liệu đến năm 2024 trong bài báo này.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi không chỉ tiếp tục tập trung phân tích dịch chuyển mảng kiến tạo mà còn tập trung vào tốc độ lún của nền địa chất cục bộ khu vực ĐBSCL thông qua 5 trạm CORS được liệt kê ở Bảng 1.

Trích dẫn bài báo này: Ngọc Lâu N, Đình Vũ T. **Xác định vận tốc chuyển dịch mảng kiến tạo và độ lún cục bộ của một số trạm tham chiếu hoạt động liên tục (cors) ở đồng bằng sông cửu long giai đoạn 2019 – 2024.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2025; x(x):xxxx-xxxx.



Hình 1: Ranh giới các mảng kiến tạo chính trên Trái Đất (tham khảo từ³⁾)

Bảng 1: Tọa độ của 5 CORS ở Đồng bằng Sông Cửu Long (2019-2024)

STT	Trạm	Tỉnh/TP	Vĩ độ	Kinh độ
1	BTRE	Bến Tre	10° 16' 04"	106° 22' 09"
2	CTHO	Cần Thơ	10° 05' 56"	105° 42' 52"
3	RGIA	Kiên Giang	9° 59' 00"	105° 06' 17"
4	BLIU	Bạc Liêu	9° 18' 26"	105° 42' 51"
5	CMAU	Cà Mau	9° 09' 28"	105° 08' 01"

Khi quan sát dịch chuyển mảng kiến tạo phương Độ cao ở Việt Nam, nhóm tác giả nhận thấy hầu hết các trạm CORS dịch chuyển gần như đi ngang hoặc đi xuống với góc dốc không đáng kể². Mảng kiến tạo phương Độ cao lên xuống theo hình sin theo chu kỳ xấp xỉ gần 1 năm. Với giả thiết hoạt động của mảng kiến tạo khu vực ĐBSCL mang tính hệ thống tương tự toàn quốc, nhóm tác giả sẽ bóc tách phần hệ thống này để thể hiện rõ hơn về vận tốc lún của nền địa chất ở khu vực ĐBSCL giai đoạn 2019-2024. Từ đó, chúng tôi so sánh, phân tích kết quả để cho thấy mô hình tổng quát của hoạt động mảng kiến tạo và nền địa chất khu vực ĐBSCL.

DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu và vùng nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng chuỗi dữ liệu GNSS tính từ 5 trạm CORS tại Đồng bằng Sông Cửu Long (BTRE, CTHO, RGIA, BLIU, CMAU) trong giai đoạn 01/2019

– 09/2024. Thông tin vị trí trạm được liệt kê ở Bảng 1 của bài báo (vĩ độ, kinh độ từng trạm). Dữ liệu thô bao gồm quan trắc pha và mã GNSS thu được theo ngày từ các máy thu cố định.

Xử lý PPP và chuẩn hóa hệ tọa độ

Định vị điểm chính xác (PPP) là một phương pháp GNSS tính toán vị trí của từng điểm đơn lẻ với độ chính xác có thể đạt đến mức mm-cm. Để đạt được độ chính xác này, PPP xử lý các dữ liệu pha và mã từ một máy thu GNSS duy nhất, đồng thời sử dụng các sản phẩm hiệu chỉnh đồng hồ và quỹ đạo GNSS chính xác⁴. Hiện nay có các dịch vụ xử lý PPP trực tuyến rất tiện lợi cho người sử dụng. Một trong những dịch vụ phổ biến hiện nay là CSRS-PPP được điều hành bởi Bộ tài nguyên Canada⁶. CSRS-PPP có thể cung cấp độ chính xác định vị vài mm đối với dữ liệu GNSS tính trong 24 giờ và vài cm trong 1 giờ dữ liệu^{6,7}. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiếp tục sử dụng CSRS-PPP để xử lý dữ liệu GNSS của các trạm CORS đã nêu trên. Theo định kỳ vài năm, hệ tọa độ ITRF được cập nhật nhằm cải thiện độ chính xác và đảm bảo tính nhất quán của hệ tham chiếu. Gần đây hệ tọa độ ITRF 2020 đã thay thế ITRF 2014 trong các dịch vụ xử lý trực tuyến của CSRS-PPP từ ngày 27/11/2022. Một số bất cập liên quan đến bộ tham số chuyển đổi giữa hai hệ ITRF nêu trên đã được thảo luận trong các nghiên cứu trước đây^{2,5,8}, dẫn đến việc tính toán bộ tham số chuyển đổi riêng phù hợp hơn cho Việt Nam. Vì vậy, bài báo này áp dụng bộ tham số (ΔN, ΔE, ΔU) lần lượt là (-2.1, -2.8, +18.4) mm cho tọa độ trước 27/11/2022 để đảm bảo tính nhất quán với hệ ITRF 2020 sau thời điểm này.

Việc thống nhất hệ tọa độ ITRF2020 không làm thay đổi kết quả tính toán vận tốc chuyển dịch của mảng kiến tạo trước đây. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc liên kết các số liệu đo trước ngày 27/11/2022 và cập nhật dữ liệu mới từ các trạm CORS cho các nghiên cứu trong tương lai. Kết quả xử lý PPP của một số trạm CORS được trình bày trong Hình 2, trong đó chuỗi tọa độ của các trạm CORS được thể hiện theo ba thành phần: Bắc, Đông và Độ cao, trong khoảng thời gian sáu năm từ 2019 đến 2024.

Mô hình hóa chuỗi thời gian và ước lượng vận tốc

Khi quan sát chuỗi vị trí của các trạm CORS theo các thành phần Bắc, Đông và Độ cao trong Hình 2, có thể thấy sự biến đổi tuần hoàn với chu kỳ xấp xỉ 351,6 ngày. Hiện tượng này đã được ghi nhận trong các nghiên cứu trước đây⁹⁻¹². Những dao động định kỳ này cần được mô hình hóa để xác định chính xác vận tốc kiến tạo. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hàm sin đơn giản để mô hình hóa chuỗi thời gian dữ liệu GNSS, tương tự như phương pháp được đề cập trong tài liệu tham khảo⁹. Hàm (1) cũng đã được Bogusz và Figurski¹¹ áp dụng để mô hình hóa các biến đổi theo chu kỳ trong chuỗi tọa độ GPS của 129 trạm GPS cố định tại Ba Lan trong giai đoạn 2008–2013.

$$y(t) = y_0 + v_y t + A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) \quad (1)$$

Trong đó, y_0 là giá trị ban đầu của tín hiệu, v_y là vận tốc cần xác định của chuỗi thời gian y , A là biên độ của tín hiệu, T là chu kỳ được cố định ở giá trị 351,6 ngày¹², và φ là pha ban đầu. Các tham số y_0 , v_y , A và φ được xác định bằng phương pháp bình phương cực tiểu cho từng chuỗi thành phần Bắc, Đông và Độ cao tại mỗi trạm CORS. Trên Hình 2, đồ thị của phương trình (1) được biểu diễn bằng các đường cong màu cam, trong khi chuỗi tọa độ PPP được thể hiện bằng các chấm màu xanh dương.

Trong Bảng 2, RMS là sai số trung phương, phản ánh sự phù hợp của phương trình (1) với tọa độ PPP theo thời gian. Giá trị RMS được tính theo các công thức (2) và (3):

$$RMS = \pm \sqrt{\frac{VTV}{n}} \quad (2)$$

$$V_i = y(t)^{PPP} - y(t)^{cal} \quad (3)$$

Trong đó V là hiệu giữa tọa độ PPP và giá trị tính toán từ phương trình (1) của các thành phần Bắc, Đông và Độ cao, n là số ngày tham gia vào quá trình tính toán.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

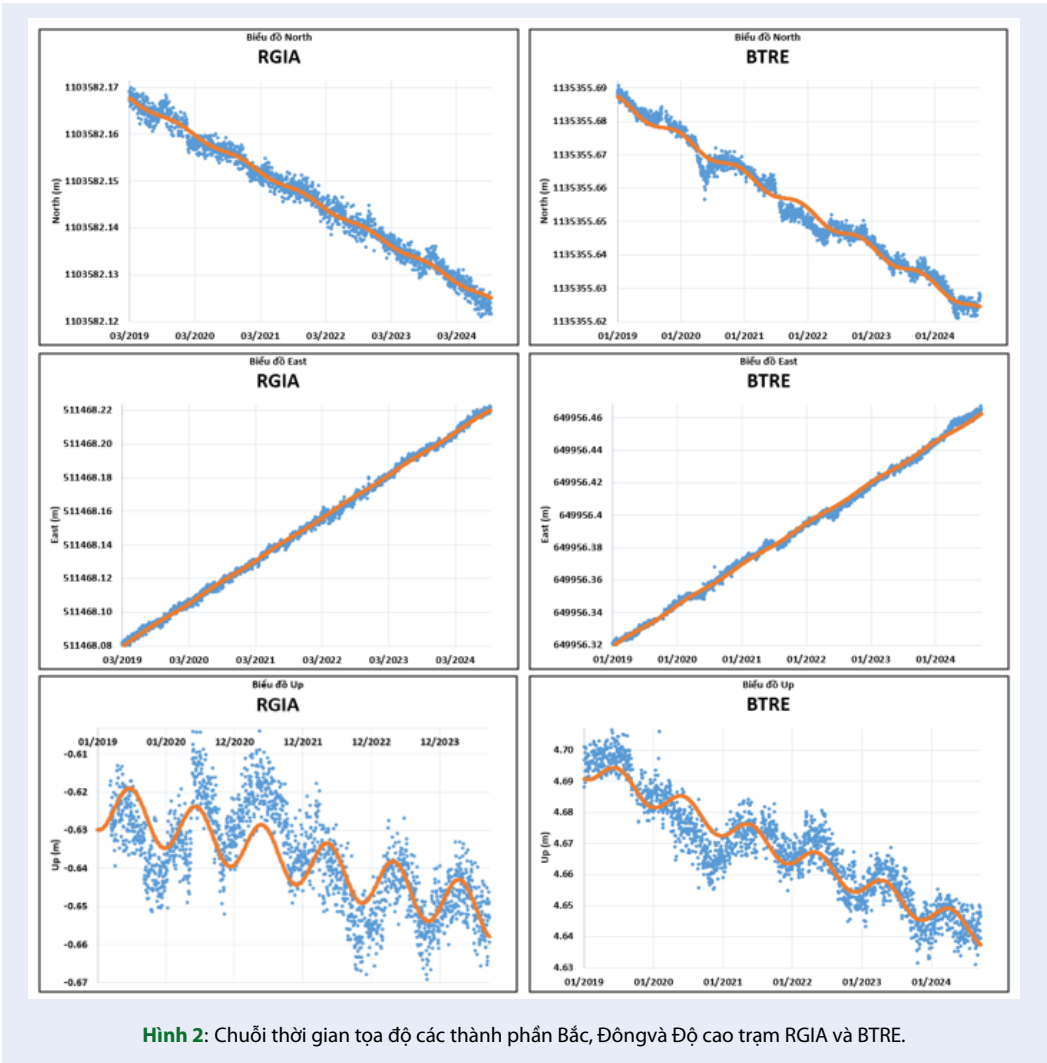
Phát hiện bất thường vận tốc dịch chuyển phương Độ cao ĐBSCL

Kết quả Bảng 2 thể hiện vận tốc dịch chuyển trung bình của các trạm CORS theo 3 thành phần Bắc, Đông, và Độ cao trong giai đoạn 01/2019 – 09/2024. Giá trị và hướng vận tốc dịch chuyển theo phương ngang của năm trạm có sự tương đồng nhau (xem Hình 2 và Bảng 2). Tuy nhiên, khi so sánh vận tốc theo phương Độ cao, độ dốc của biểu đồ giữa các trạm có sự khác nhau rõ rệt (Hình 3 và Bảng 3).

Giá trị trung bình của vận tốc dịch chuyển mảng kiến tạo ĐBSCL trong giai đoạn 2019–2024 theo ba thành phần Bắc – Đông – Độ cao lần lượt là (-8.6, +27.8, -25.9) mm/năm. So sánh với giá trị vận tốc trung bình toàn quốc (-8.8, +29.6, -3.1) mm/năm, có thể thấy sự khác biệt không đáng kể về mặt bằng trong giai đoạn này. Tuy nhiên, xét theo thành phần Độ cao, vận tốc trung bình của ĐBSCL lớn hơn hơn 8 lần so với trung bình cả nước (Hình 3). Điều này cho thấy, đến năm 2024, xu hướng chìm của mảng kiến tạo ĐBSCL vẫn tiếp tục như các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra.

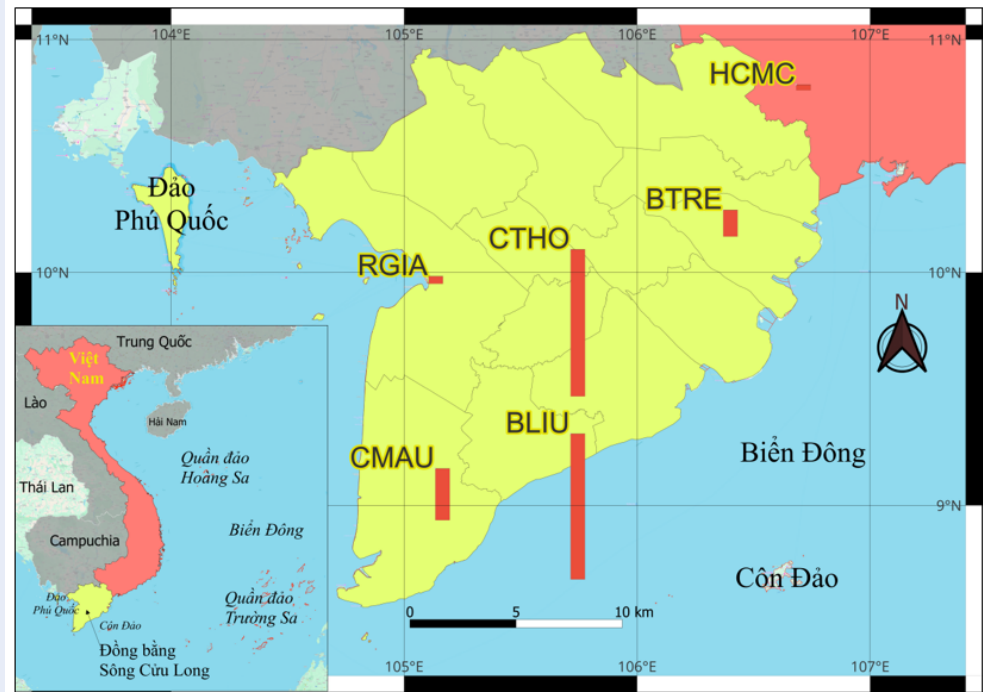
Tốc độ chuyển dịch Độ cao của các trạm CORS ở ĐBSCL cao hơn nhiều các trạm còn lại trên cả nước không thể là do chuyển dịch mảng kiến tạo gây ra, mà có thể do sự sụt lún tầng mặt và/hoặc lún của công trình. Để theo dõi sự dịch chuyển của mảng kiến tạo, các trạm quan trắc cần được đặt trên nền địa chất ổn định. Điều này giúp loại bỏ tác động của trượt ngang và sụt lún tầng mặt, đảm bảo rằng sự thay đổi tọa độ và độ cao của trạm phản ánh chính xác chuyển động kiến tạo. Tuy nhiên, trong thực tế, các trạm CORS thường được lắp đặt trên các tòa nhà cao tầng có kết cấu móng khác nhau, mà đặc điểm nền móng này không phải lúc nào cũng được biết rõ.

Nhóm nghiên cứu của nhóm GS Matt Kondolf¹³ đã đưa ra nhận định: ĐBSCL của Việt Nam có thể sẽ nằm dưới mực nước biển vào cuối thế kỷ này. Nguyên nhân chính là phần lớn diện tích của ĐBSCL, 40.000 km², chỉ cao hơn mực nước biển chưa đến 2m. Vị trí này rất dễ bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu, trong đó có tác động của nước biển dâng. Thêm vào đó, các hoạt động như khai thác nước ngầm quá mức, khai thác cát để xây dựng và mở rộng các thành phố trên khắp châu Á, cũng như sự phát triển chóng mặt của các nhà máy thủy điện trên thượng nguồn đang đe dọa tương lai của vùng lúa phì nhiêu nhất ở Đông Nam Á này. Như vậy nếu bỏ qua yếu tố nước biển dâng, thì tốc độ dịch chuyển Độ cao lớn của các trạm CORS ở ĐBSCL nhiều khả năng là do lún cục bộ của tầng đất mặt và lún của công trình.



Bảng 2: Vận tốc dịch chuyển của 5 trạm CORS đồng bằng Sông Cửu Long

Trạm	Vận tốc (mm/năm)			RMS (mm)		
	Bắc	Đông	Cao	Bắc	Đông	Cao
BTRE	-11.0 ±0.03	+25.1 ±0.04	-9.4 ±0.08	±2.5	±2.2	±6.0
CTHO	-9.3 ±0.04	+26.6 ±0.05	-46.2 ±0.19	±2.3	±2.8	±10.6
RGIA	-7.8 ±0.02	+25.3 ±0.02	-5.0 ±0.12	±1.5	±1.7	±8.5
BLIU	-9.1 ±0.04	+32.9 ±0.05	-51.4 ±0.10	±2.6	±3.8	±6.9
CMAU	-5.7 ±0.02	+29.1 ±0.03	-17.3 ±0.11	±1.5	±1.7	±7.0



Hình 3: Biểu đồ cột thể hiện vận tốc dịch chuyển Độ cao của 5 trạm CORS đồng bằng Sông Cửu Long – Trạm RGIA có vận tốc tương tự trung bình toàn quốc (đại diện bởi HCMC)

Kết quả lún cục bộ sau khi loại ảnh hưởng mảng kiến tạo

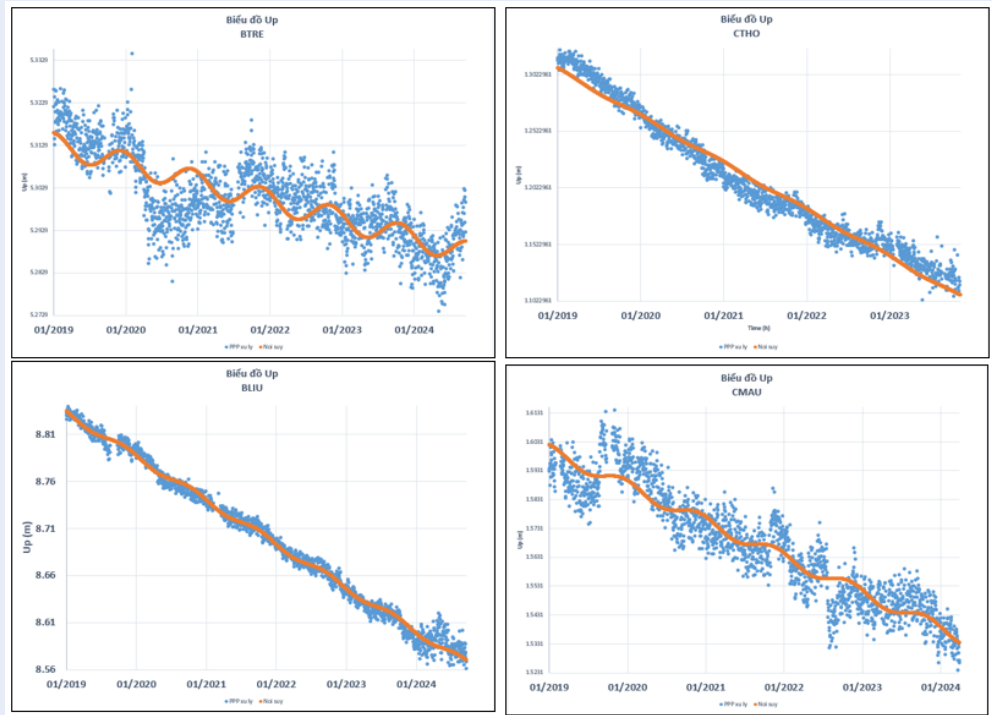
Để phân tích độ lún do 2 nguyên nhân trên, nhóm tác giả tìm cách loại bỏ ảnh hưởng của chuyển dịch mảng kiến tạo ở thành phần Độ cao của các trạm CORS. Như đã nói ở phần Giới thiệu, vận tốc dịch chuyển phương Độ cao mảng kiến tạo toàn quốc thay đổi không đáng kể. Vì vậy, nhóm tác giả sẽ chọn một trạm chuẩn với điều kiện là trạm này nằm gần ĐBSCL và dịch chuyển tương tự các trạm toàn quốc. So sánh tốc độ chuyển dịch của những trạm CORS khác trên cả nước², số liệu của trạm RGIA rất tương tự. Vì vậy chúng tôi giả sử chuyển dịch của RGIA hoàn toàn là do chuyển dịch mảng kiến tạo. Độ cao của những trạm còn lại sẽ trừ đi cho giá trị mô hình của RGIA để loại bỏ ảnh hưởng của chuyển dịch mảng kiến tạo. Sau khi lấy hiệu, các giá trị Độ cao sau khi lấy hiệu được nội suy lại theo hàm (1) để xác định giá trị và đánh giá lại độ chính xác vận tốc lún của các trạm ĐBSCL. Đồ thị chuỗi Độ cao của các trạm sau khi lấy hiệu được thể hiện ở Hình 4. Kết quả xác định tốc độ lún trên các chuỗi Độ cao này được trình bày ở Bảng 3. Kết quả trên Hình 4 cho thấy rằng sau khi lấy hiệu, đường nội suy trở nên mượt thẳng hơn, chỉ còn dao động với biên độ nhỏ do sự chênh lệch biên độ giữa

Bảng 3: Tốc độ lún của 4 trạm CORS ở ĐBSCL 2019-2024

Trạm	Tốc độ lún (mm/năm)	RMS (mm/năm)
BTRE	-4.4	±0.08
CTHO	-41.3	±0.19
BLIU	-46.4	±0.10
CMAU	-12.3	±0.11

các trạm. Biểu đồ cũng có độ dốc giảm nhưng vẫn cùng xu hướng đi xuống, phản ánh thực tế rằng tốc độ lún của các trạm ĐBSCL lớn hơn tốc độ dịch chuyển theo phương Độ cao của trạm RGIA. Theo Bảng 3, dù đã loại bỏ tác động dao động của chuyển dịch mảng kiến tạo, tốc độ lún cục bộ hằng năm vẫn rất đáng kể, đặc biệt tại CMAU với -1.2 cm/năm và nghiêm trọng hơn ở CTHO và BLIU, lần lượt đạt -4.1 cm/năm và -4.6 cm/năm. Những kết quả này cho thấy sự chìm của khu vực ĐBSCL chủ yếu là do lún cục bộ, trong khi ảnh hưởng từ sự dịch chuyển xuống của mảng kiến tạo là không đáng kể.

Tốc độ chuyển dịch Độ cao ≈ -5 cm/năm tại trạm CTHO và BLIU là cực kỳ đáng quan ngại (Bảng 2). Vì giả sử Độ cao của các trạm này so với mực nước biển là 2m, thì chỉ sau hơn 40 năm, các trạm này sẽ



Hình 4: Biểu đồ dịch chuyển lún của 4 trạm CORS đồng bằng Sông Cửu Long sau khi lấy hiệu với RGIA

nằm dưới mực nước biển. Nếu đây là tốc độ lún chung cho ĐBSCL thì dự báo của GS Matt Kondolf [13] về việc ĐBSCL nằm dưới mực nước biển sẽ còn diễn ra nhanh hơn trước cuối thế kỷ này.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã phân tích sự dịch chuyển của mảng kiến tạo khu vực ĐBSCL trong giai đoạn 2019–2024, dựa trên dữ liệu từ các trạm CORS được cung cấp bởi công ty Tường Anh, và phương pháp định vị điểm chính xác (PPP) được xử lý bởi dịch vụ trực tuyến CSRS-PPP của Bộ tài nguyên Canada. Việc cập nhật hệ tọa độ từ ITRF2014 sang ITRF2020 đã được thực hiện nhằm đảm bảo tính nhất quán trong phân tích dữ liệu, đồng thời giúp liên kết các số liệu đo trước và sau thời điểm 27/11/2022.

Kết quả cho thấy vận tốc dịch chuyển trung bình của mảng kiến tạo ĐBSCL theo ba thành phần Bắc – Đông – Độ cao lần lượt là (-8.6, +27.8, -25.9) mm/năm. So với vận tốc trung bình toàn quốc (-8.8, +29.6, -3.1) mm/năm, có thể thấy rằng sự dịch chuyển theo phương ngang không có nhiều khác biệt. Tuy nhiên, sự lún theo phương Độ cao của ĐBSCL lại lớn hơn khoảng 8 lần so với trung bình cả nước, khẳng định rằng khu vực này đang chìm với tốc độ đáng kể. Phân tích dao động của các trạm CORS cho thấy mảng kiến tạo Việt Nam có sự dao động theo chu

kỳ rõ ràng: thấp nhất vào cuối năm và cao nhất vào giữa năm. Tuy nhiên, biên độ dao động tại các trạm ĐBSCL nhỏ hơn so với các trạm trên toàn quốc, phản ánh tác động mạnh mẽ của lún bề mặt cục bộ bên cạnh sự dịch chuyển chung của mảng kiến tạo. Bằng cách sử dụng trạm RGIA làm chuẩn để loại bỏ ảnh hưởng của mảng kiến tạo, nghiên cứu đã xác định được tốc độ lún cục bộ tại từng trạm. Kết quả cho thấy một số trạm có tốc độ lún rất cao, điển hình như CTHO (-4.1 cm/năm) và BLIU (-4.6 cm/năm), khẳng định rằng lún bề mặt cục bộ là yếu tố chính gây ra sự chìm của ĐBSCL, trong khi ảnh hưởng từ mảng kiến tạo là không đáng kể.

Kết quả Hình 2 cho thấy mảng kiến tạo ở Việt Nam nói chung, và ĐBSCL nói riêng, xu hướng tiếp tục dịch chuyển ngang theo hướng Đông Đông Nam với vận tốc trung bình 3.0 cm/năm. Kết hợp quan sát Hình 2 và Hình 3, ta thấy độ lớn vận tốc dịch chuyển phương Độ cao khu vực ĐBSCL lớn hơn nhiều so với trung bình cả nước, và độ lớn này chiếm tỉ trọng lớn bởi dịch chuyển lún cục bộ, và không đồng đều giữa các trạm của khu vực. Xu hướng này vẫn sẽ tiếp tục trong tương lai, vì hiện tượng lún này đã xảy ra trong nhiều năm và không thể tắt lún lập tức trong thời gian ngắn. Biểu đồ Hình 4 có nét tương tự Hình 2, nhưng dưới thẳng hơn, tuyến tính hướng xuống cho thấy xu hướng lún ở

khu vực chưa có dấu hiệu dừng lại. Tổng kết lại, công tác quan sát dịch chuyển mảng kiến tạo của toàn quốc và dịch chuyển lún ở ĐBSCL cần được tiếp tục thực hiện và theo dõi sát sao trong tương lai. Chúng ta không thể làm gì để làm giảm tốc độ mảng kiến tạo, nhưng chúng ta có thể tìm biện pháp để giảm độ lún của tầng đất mặt, vốn đang chiếm một giá trị lớn trong độ lún tổng thể. Vì nếu không làm gì thì tương lai gần cả ĐBSCL sẽ nằm dưới mực nước biển vào cuối thế kỷ này. Những kết quả này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc quan trắc liên tục và dài hạn để theo dõi và dự báo chính xác xu hướng lún tại ĐBSCL. Điều này không chỉ giúp xây dựng các kịch bản ứng phó với biến đổi khí hậu mà còn hỗ trợ việc đề xuất các giải pháp giảm thiểu tác động của lún đất đối với hạ tầng, hệ thống sông ngòi và đời sống dân cư. Dù kịch bản nào xảy ra, thực tế nền địa chất khu vực ĐBSCL sẽ tiếp tục chìm dần, với mức độ không đồng đều giữa các tỉnh. Do đó, việc nghiên cứu sâu hơn về cơ chế lún và triển khai các giải pháp thích ứng bền vững là vô cùng cấp thiết để bảo vệ vùng đồng bằng quan trọng này trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn công ty Tường Anh đã cung cấp dữ liệu để chúng tôi thực hiện nghiên cứu trong bài báo này.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Nguyễn Ngọc Lâu thiết kế khung bài báo, phân tích kết quả, kết luận, viết bài và chỉnh sửa.

Trịnh Đình Vũ thu thập dữ liệu, xử lý PPP, tạo các hình vẽ, viết bài và định dạng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bird P. An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2003;4(3). Available from: <https://doi.org/10.1029/2001GC000252>.
2. Lau NN, Vu TD. Determining the tectonic velocity of some continuously operating reference stations (CORS) in Vietnam 2019–2022 using precise point positioning method. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2024;1349(1). Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1349/1/012001>.
3. Duarte JC, Schellart WP. Introduction to plate boundaries and natural hazards, in *Plate Boundaries and Natural Hazards* and natural hazards. 2016;p. 1–10. Available from: <https://doi.org/10.1002/9781119054146>.
4. King M, Edwards S, Clarke P. Precise point positioning: breaking the monopoly of relative GPS processing. *Eng Surv Showcase*. 2002;10:33–4.
5. Lâu NN, Đỗ Vũ T. Xác định vận tốc chuyển dịch mảng kiến tạo bằng PPP cho một số trạm CORS ở Đồng bằng Sông Cửu Long giai đoạn 2019–2023. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*. 2024;60:1–9.
6. Tetreault P, Kouba J, Héroux P, Legree P. CSRS-PPP: an internet service for GPS user access to the Canadian Spatial Reference Frame. *Geomatica*. 2005;59(1):17–28.
7. Banville S. CSRS-PPP Version 3: Tutorial. Canadian Geodetic Survey, Surveyor General Branch, Natural Resources Canada; 2020.
8. Lâu NN, Vũ TD, Dũng PA. Ảnh hưởng của việc thay đổi khung tham chiếu ITRF2014 sang ITRF2020 vào chuỗi tọa độ xác định bằng PPP: Nghiên cứu trên một số trạm CORS ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*. 2024;59:2–10.
9. Lau NN, Coleman R, Hoa HM. Determination of tectonic velocities of some continuously operating reference stations (CORS) in Vietnam 2016–2018 by using precise point positioning. *Vietnam J Earth Sci*. 2021;43(1):1–12.
10. Bogusz J, Klos A. On the significance of periodic signals in noise analysis of GPS station coordinates time series. *GPS Solutions*. 2016;20(4):655–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10291-015-0478-9>.
11. Bogusz J, Figurski M. Annual signals observed in regional GPS networks. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*. 2014;...:125–31. Available from: <https://doi.org/10.13168/AGG.2014.0003>.
12. Amiri-Simkooei AR. On the nature of GPS draconitic year periodic pattern in multivariate position time series. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*. 2013;118(5):2500–11. Available from: <https://doi.org/10.1002/jgrb.50199>.
13. Kondolf GM, Schmitt RJ, Carling PA, Goichot M, Keskinen M, Arias ME, et al. Save the Mekong Delta from drowning. *Science*. 2022;376(6593):583–5. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.abm5176>.



Determining tectonic plate movement velocity and local subsidy of some continuously operating reference stations (CORS) in the Mekong delta in the period 2019 – 2024

Nguyen Ngoc Lau^{1,2,*}, Trinh Dinh Vu^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

The Mekong Delta (MD) is gradually sinking, becoming a major concern of scientists and the State in recent years, due to the worrying impacts of global climate change and humans. This study analyzes the displacement of the MD tectonic plate from 2019–2024 based on CORS data and the precise point positioning (PPP) method. The PPP coordinates are standardized according to the ITRF2020 coordinate system to ensure consistency. The results show that the average velocity of the MD in the three components North – East – Up is (-8.6, +27.8, -25.9) mm/year, respectively. The displacement in the ground component of these stations is similar to that of other CORS stations nationwide. However, the displacement velocity according to Elevation is more than 8 times higher, confirming the influence of local subsidence. The largest is in Bac Lieu with -51.4mm/year. After eliminating the influence of tectonic plate movement (using Rach Gia station as a reference), we determined the local subsidence rate of the station in Can Tho to be -41.3 mm/year and Bac Lieu to be -46.4 mm/year. This shows that the overall subsidence in the Mekong Delta is mainly due to local subsidence rather than tectonic movement. At this subsidence rate, after just over 40 years, these stations will be below sea level.

Key words: Tectonic plate velocities, subsidence, GNSS, PPP, CORS, The Mekong Delta region, Vietnam.

¹Department of Geomatics Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Nguyen Ngoc Lau, Department of Geomatics Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: nnlau@hcmut.edu.vn

History

- Received: 24-02-2025
- Revised: 12-05-2025
- Accepted: 09-12-2025
- Published Online: xx-xx-xxxx

DOI :



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Ngoc Lau N, Dinh Vu T. **Determining tectonic plate movement velocity and local subsidy of some continuously operating reference stations (CORS) in the Mekong delta in the period 2019 – 2024.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2025; x(x):xxxx-xxxx.