

**ĐẶC ĐIỂM KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI VÀ VAI TRÒ CỦA NÓ ĐỐI VỚI
TẠI BIẾN ĐỊA CHẤT TRONG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU NƯỚC BIỂN DÂNG VÙNG
VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM**

Trần Thanh Hải, Nguyễn Thị Thanh Thảo

Trường Đại học Mở - Địa chất

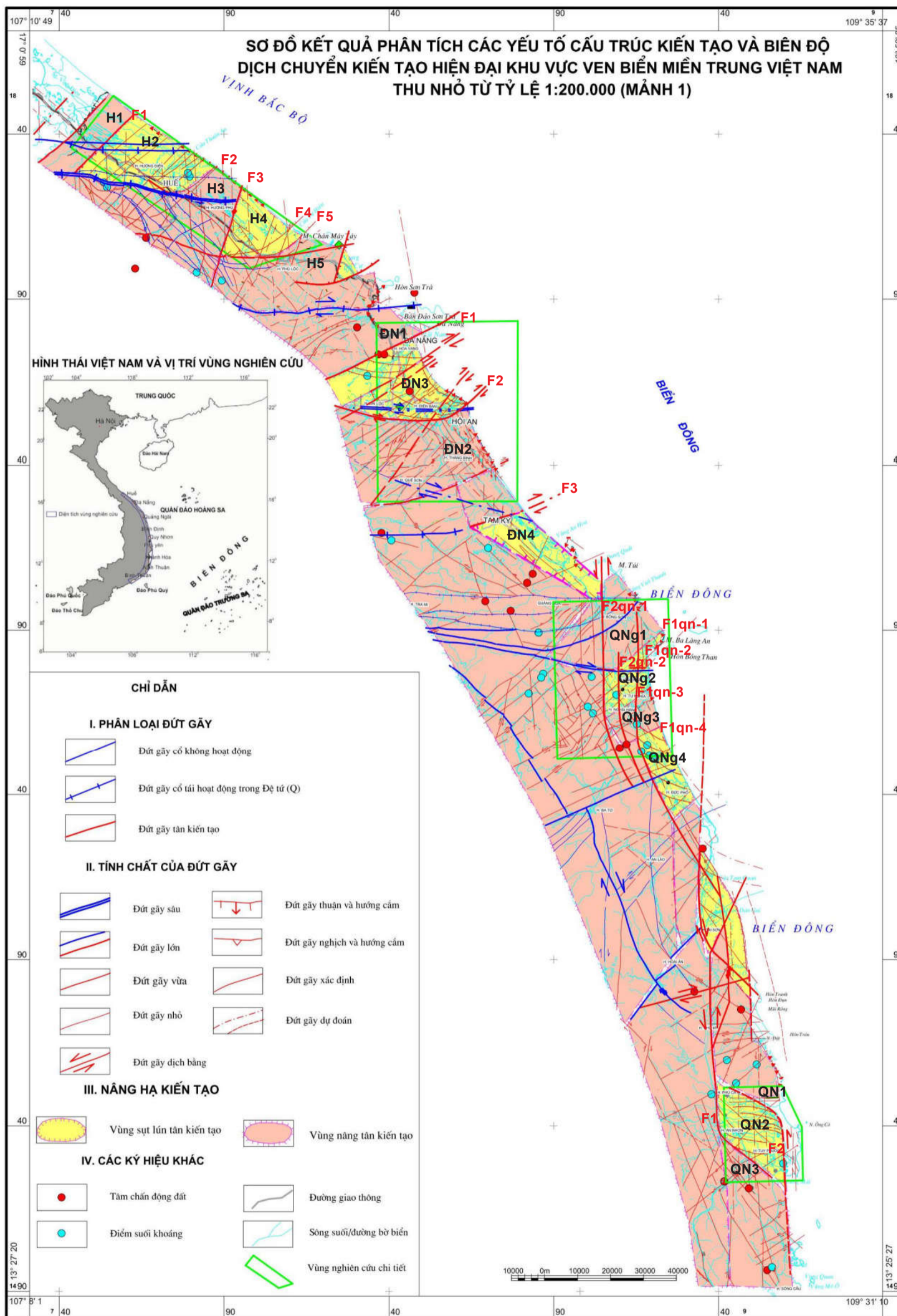
1. Khái quát đặc điểm chung

Các dấu hiệu về hoạt động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại khu vực Miền Trung Việt Nam, trong đó có khu vực ven biển đã được một số công trình nghiên cứu trước đây đề cập (Hutchon et al., 1994; Trần Tân Văn, 2002; Phạm Văn Hùng, 2004; Phan Trọng Trình và nnk., 2008). Hutchon et al (1994) cho rằng lãnh thổ Việt Nam nằm trong khu vực có ảnh hưởng trực tiếp của vận động kiến tạo hoạt động do sự va chạm mảng Ấn Độ-Âu Á với trường ứng suất hiện đại phương á kinh tuyến. Trường ứng suất này chính là nguyên nhân gây ra các vận động địa chất hiện đại, dẫn tới sự dịch trượt của các địa khối dọc theo các cấu trúc lớn và hàng loạt cấu trúc nhỏ hơn.

Kết quả nghiên cứu của đề tài đã xác định được sự tồn tại phổ biến của các chuyển động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại trong khu vực nghiên cứu và các khu vực có biểu hiện nâng hạ do dịch chuyển kiến tạo hiện đại gây nên. Đã nhận dạng và xác định bản chất của các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hiện đại cũng như quan hệ của chúng với các hiện tượng dịch chuyển kiến tạo.

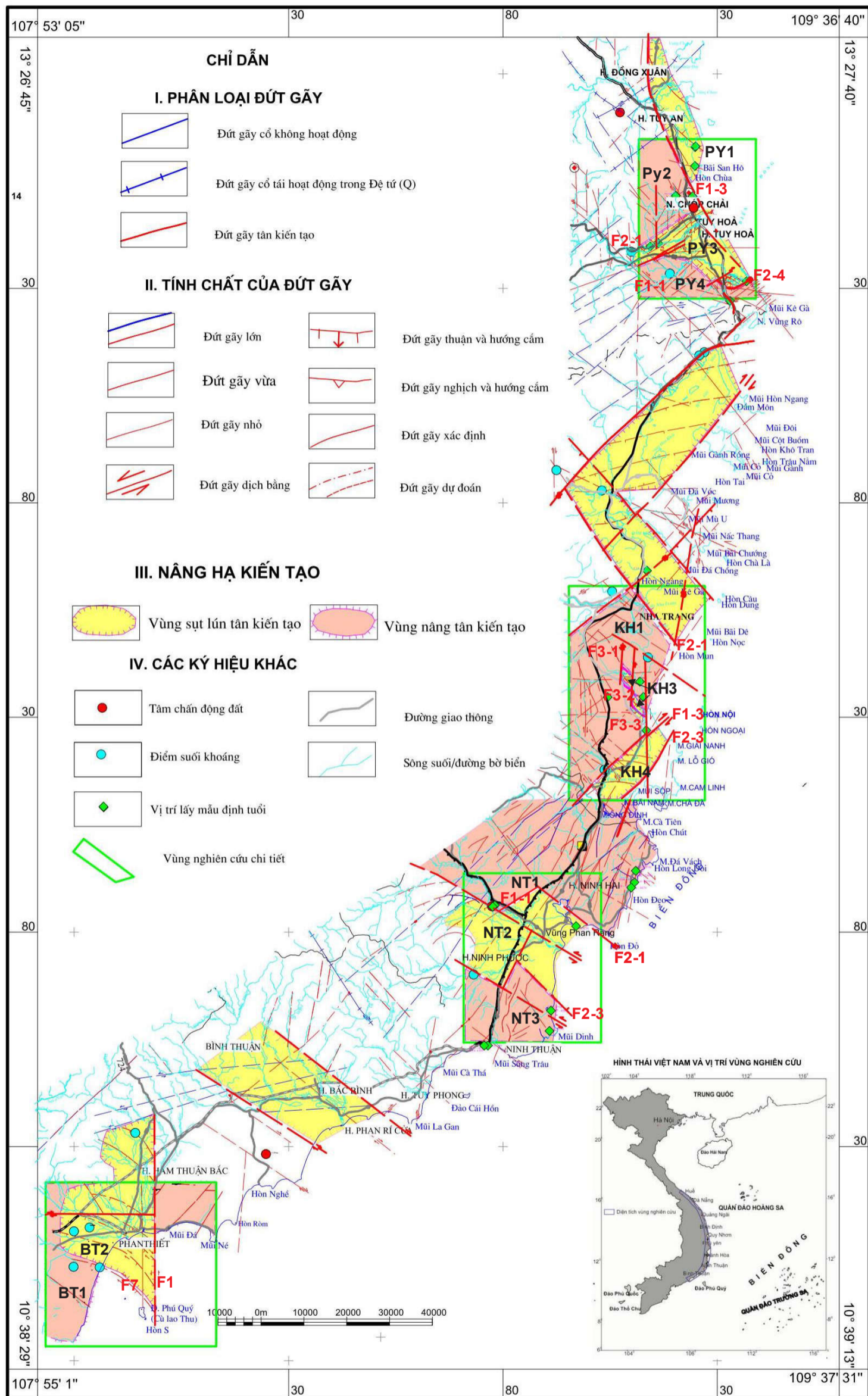
2. Đặc điểm tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại các vùng nghiên cứu

Các dấu hiệu của tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại của vùng nghiên cứu và các vùng nghiên cứu chi tiết được phân tích thông qua việc nhận dạng tại thực địa kết hợp với các phương pháp nghiên cứu khác để xác định các dấu hiệu địa chất, địa mạo-kiến tạo và các dấu hiệu khác như động đất, xuất lộ nước khoáng nóng, nứt đất, trượt lở, xói lở... cũng như xác định, bản chất, tuổi và mối quan hệ giữa các cấu tạo biến dạng với các tai biến địa chất. Phân vùng các khu vực có mức độ dịch chuyển kiến tạo tương đối trong tân kiến tạo và hiện đại được thể hiện ở Hình 1. Mức độ biểu hiện của các hoạt động tân kiến tạo được tổng hợp ở Bảng 1.



Hình 1.a. Sơ đồ cấu trúc tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền trung Việt Nam từ Huế đến Bình Định

SƠ ĐỒ KẾT QUẢ PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ CẤU TRÚC KIẾN TẠO VÀ BIÊN ĐỘ DỊCH CHUYỂN KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI KHU VỰC VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM THU NHỎ TỶ LỆ 1:200.000 (MẢNH 2)



Hình 1.b. Sơ đồ cấu trúc tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền trung Việt Nam từ Phú Yên đến Bình Thuận

Bảng 1. Mức độ dấu hiệu hoạt động kiến tạo hiện đại trong các vùng NC

Khu vực	Các dấu hiệu địa chất	Các dấu hiệu địa mạo	các dấu hiệu khác	Đánh giá
Vùng Thừa Thiên Huế	+	+	+	Trung bình
Quảng Nam	+++	++	++	Mạnh
Quảng Ngãi	+++	++	++	Mạnh
Bình Định	+	+	+	Trung bình
Phú Yên	++	+	+	Trung bình
Khánh Hòa	+	+	+	Trung bình
Ninh Thuận	++	+	+	Trung bình
Bình Thuận	+	+	+	Yếu

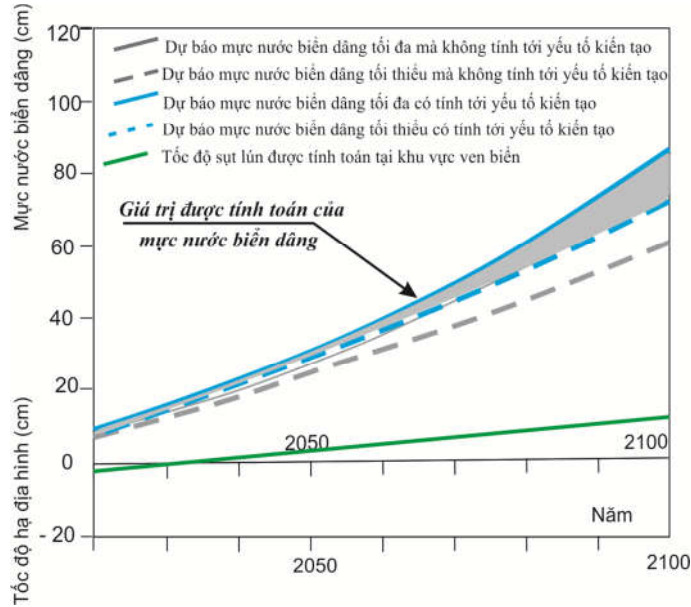
**Ghi chú: +++ Mức độ mạnh; ++ mức độ trung bình; + mức độ yếu.*

3. Mối liên quan giữa kiến tạo hiện đại và tai biến địa chất trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Trong kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu, nước biển dâng chính là yếu tố có tính rủi ro cao nhất đối với đới ven biển, đi cùng là các hiện tượng khác như xói lở đường bờ, xâm thực của nước biển vào đất liền và các tai biến địa chất khác.

Xem xét mối quan hệ giữa sự dịch chuyển thẳng đứng của mặt Trái đất với sự dâng cao mực nước biển có mối quan hệ nhân quả và là yếu tố quan trọng dẫn đến sự ngập lụt hay ổn định của đới ven biển với 1 trong 3 tình huống sau: a) nếu vùng nghiên cứu có biểu hiện nâng kiến tạo với tốc độ nâng kiến tạo trung bình trong thời gian quan sát lớn hơn hoặc bằng mức tăng của mực nước biển trong kịch bản dự báo thì khu vực sẽ ổn định và không bị tác động ngập lụt của nước biển dâng; b) nếu vùng nghiên cứu có biểu hiện cân bằng kiến tạo thì khu vực sẽ bị ngập lụt bằng mức nước biển dâng theo kịch bản biến đổi khí hậu; c) nếu vùng nghiên cứu có biểu hiện hạ kiến tạo thì mức độ ngập lụt sẽ bằng tổng lượng sụt lún cộng mức nước biển dâng do kiến tạo và do đó sẽ bị ảnh hưởng rất nặng nề.

Kết quả đánh giá tác động của dịch chuyển kiến tạo cho một số vùng nghiên cứu thể hiện các biểu đồ của Hình 3 thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ nâng kiến tạo và dự đoán mực nước biển dâng theo kịch bản biến đổi khí hậu 2012 ở mức thoát thải CO₂ trung bình tại các khu vực tính toán. Kết quả cho thấy khu vực hạ kiến tạo gồm vùng Hồ Hảo Sơn (Hình 2) có biên độ sụt 0,12 cm/năm. Ngoài ra, dựa trên việc tính toán vị trí tương đối của các thành tạo địa chất bị biến dạng trên mặt cắt địa chất cho thấy một số vùng khác có tốc độ sụt lún rất mạnh như ở Cửa Đại (2,29 cm/năm) hoặc Quy Nhơn (1 cm/năm).



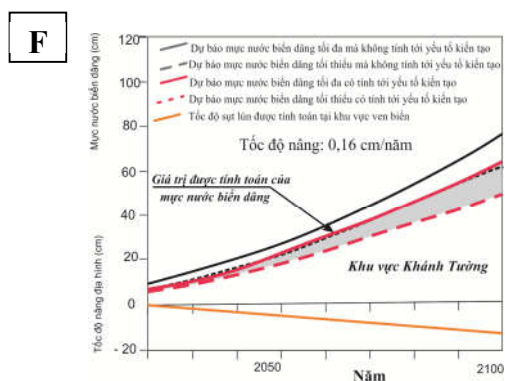
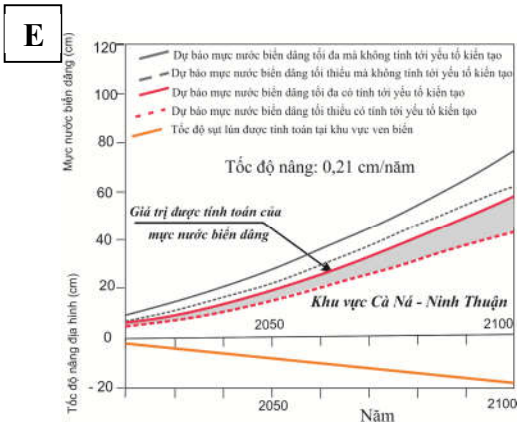
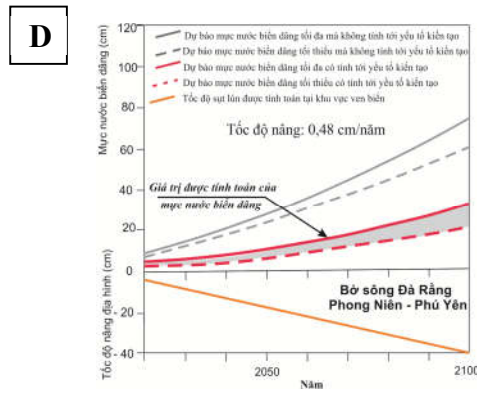
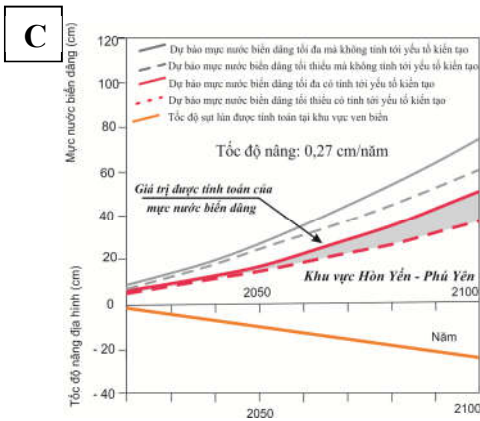
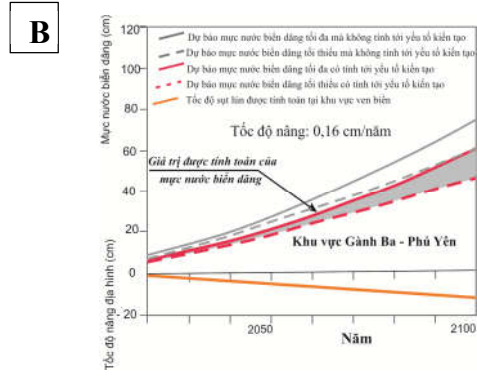
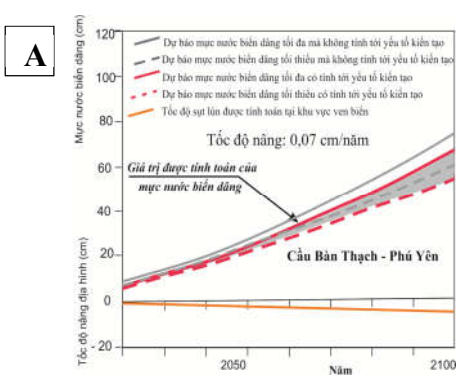
Hình 2. Đồ thị dự đoán mực nước biển dâng trong bối cảnh sụt lún kiến tạo ở vùng Hồ Hào Sơn, Phú Yên.

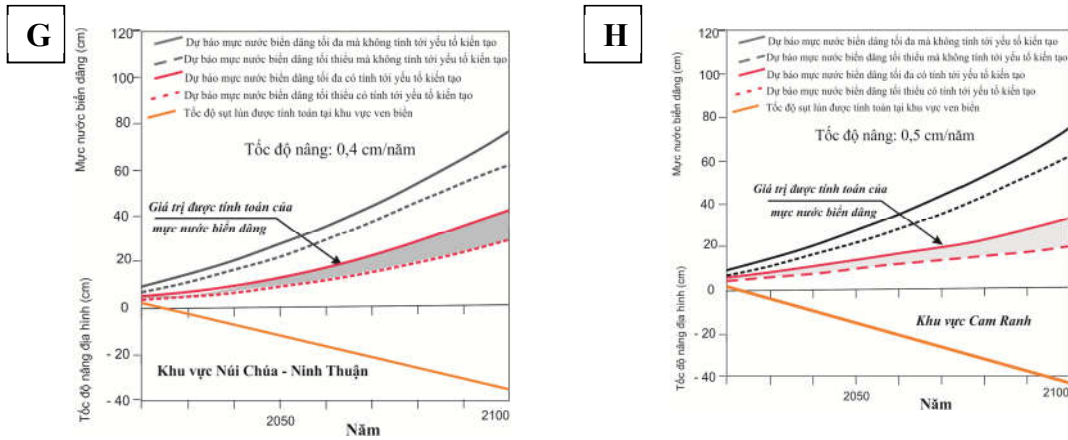
Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy vùng nghiên cứu phổ biến hiện tượng nâng kiến tạo. Đối với các vùng này, nhìn chung tại biển ngập lụt do nước biển dâng trong điều kiện biến đổi khí hậu sẽ được giảm thiểu và tùy theo tốc độ nâng kiến tạo so với mức độ dâng cao của mực nước biển sẽ có mức tác động khác nhau. Nếu mức độ dâng cao mực nước biển bằng hoặc nhỏ hơn mức độ nâng địa hình thì vùng nghiên cứu sẽ không chịu tác động của mực nước biển dâng.

Theo tính toán của nghiên cứu này, vùng ven biển Miền Trung có mức độ nâng hạ không đồng đều và do đó sẽ bị ảnh hưởng do ngập lụt bởi nước biển dâng ở các mức độ khác nhau. Kết quả tính toán cho thấy tốc độ nâng kiến tạo dao động từ 0,05 đến 0,5 cm /năm ở các khu vực khác nhau. Điều này có nghĩa là trong 100 năm, tốc độ nâng kiến tạo có thể đạt 5 cm đến 50 cm/100 năm. Trong trường hợp này, đối với các vùng như Cam Ranh và Bắc Ninh Thuận có tốc độ nâng kiến tạo cao, sự tác động của mực nước biển dâng là không đáng kể đối với một số kịch bản biến đổi khí hậu hiện hành (với mức dâng cao mực nước biển dự kiến tối đa là 0,5m /100 năm).

Một số khu vực có tốc độ nâng kiến tạo thấp, từ vài cm đến dưới vài chục cm / 100 năm như khu vực Phú Yên, Cà Ná (Ninh Thuận) sẽ bị ảnh hưởng bởi mực nước biển dâng với mức độ khác nhau nhưng mức độ ảnh hưởng sẽ thấp hơn đáng kể so với trường hợp không có sự nâng kiến tạo

Hội thảo chuyển giao và phát triển công nghệ trong ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường phục vụ phát triển kinh tế - xã hội





Hình 3. Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ nâng kiến tạo và dự đoán mực nước biển dâng theo kịch bản biến đổi khí hậu 2012 ở mức thoát thải CO₂ trung bình tại các khu vực tính toán: (A) Nam Cầu Bàn Thạch – Phú Yên; (B) Gành Ba – Phú Yên; (C) Hòn Yến – Phú Yên; (D) thôn Phong Niên – Phú Yên; (E) Cà Ná – Ninh Thuận; (F) bờ biển Khánh Tường – Ninh Thuận; (G) Vườn quốc gia Núi Chúa – Ninh Thuận; (H) Cam Ranh – Khánh Hòa

4. Nhận định về vai trò của kiến tạo hiện đại đối với tai biến địa chất

4.1. Về các dấu hiệu của kiến tạo hiện đại

Vùng nghiên cứu từ Huế đến Phan Thiết có cấu trúc địa chất phức tạp do nhiều biểu hiện của hoạt động kiến tạo hiện đại, dễ nhận thấy là hoạt động nâng, hạ địa hình và đứt gãy hoạt động. Dễ nhận thấy nhất và có biểu hiện hoạt động mạnh mẽ nhất là các đứt gãy làm biến dạng các yếu tố địa hình, vận động nâng, hạ địa hình biểu hiện thông qua sự phân dị các yếu tố địa chất, địa mạo và các dấu hiệu khác.

Xét trên phạm vi khu vực, hoạt động tân kiến tạo đã tạo ra sự phân dị mạnh mẽ địa hình trong đới ven biển, tạo nên đường bờ bất thường và các bồn trũng xen kẹp các dãy núi chạy tới biển. Vùng phía tây được nâng cao lên với mạng lưới xâm thực sâu, sườn dốc và các mảnh còn sót của bề mặt san bằng cổ, vùng phía đông bị hạ thấp tạo ra các đồng bằng với tích tụ trầm tích Đệ tứ lấp đầy các vật liệu trẻ với chiều dày khác nhau do phân dị kiến tạo.

Trên cơ sở các kết quả khảo sát và phân tích hệ thống các yếu tố địa chất, địa mạo, kiến tạo, tai biến địa chất và các biểu hiện địa chấn, cũng như các dấu hiệu nội và ngoại sinh khác bằng một tổ hợp phương pháp, đã cơ bản xác định được các hệ thống đứt gãy hiện đại và vai trò của chúng đối với các tai biến địa chất. Một loạt khối nâng và hạ kiến tạo địa phương được nhận dạng dọc đới ven biển trong vùng nghiên cứu. Các khối nâng hạ kiến tạo địa phương này đều được khống chế bởi các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo đang hoạt động ở thời kỳ hiện tại. Trong các khối nâng kiến tạo có tốc độ bằng hoặc lớn hơn tốc độ nâng của mực nước biển, đường bờ biển sẽ ổn định và bờ biển có xu hướng mở rộng. Ngược lại, trong các khu vực sụt lún kiến tạo thường xuất hiện các tai biến xói lở đường bờ và xâm thực của biển vào đất liền, nhiễm mặn và ngập lụt. Ngoài ra, ở nhiều khu vực, vận động của các đứt gãy trẻ còn là nguyên nhân gây các tai biến như xói lở bờ sông, đập vỡ cục bộ và phá hủy bờ biển bên cạnh các yếu

tổ ngoại sinh như phụ thuộc vào quá trình thủy thạch động lực, hình thái, sự tương tác giữa sông và biển.

4.2. Về biên độ dịch chuyển kiến tạo

Biên độ dịch chuyển kiến tạo được xác định khá chính xác cho một số khu vực qua kết quả lấy mẫu và phân tích mẫu U-Th-He, OSL, SL, ESR và mẫu C14 và định vị chính xác độ cao ở một số vùng trọng điểm. Kết quả định tuổi của đứt gãy cho thấy các đứt gãy trong khu vực có lịch sử vận động lâu dài trong Kainozoi đến hiện tại. Một số đứt gãy có biểu hiện hoạt động trong thời gian 100.000, 30.000, và dưới 1000 năm trước. Hoạt động đứt gãy còn thể hiện ở sự tồn tại của nhiều biểu hiện động đất, sự xuất lộ của nước nóng... trải khắp khu vực nghiên cứu, trong đó có một số điểm động đất với cường độ cao, chứng tỏ vận động đáng kể, quy mô lớn dọc các đới đứt gãy hoạt động.

Trên cơ sở kết quả định tuổi tuyệt đối của các bậc thềm hoặc các sinh vật bám đáy, đã tính toán được biên độ nâng hạ kiến tạo hiện đại cho một số vùng dọc dải ven biển Miền Trung. Một số khu vực có biểu hiện sụt kiến tạo khá rõ ràng trong đó khu vực Hồ Hảo Sơn (Phú Yên) là một trũng sụt kiểu đuôi gà với tốc độ sụt hạ 0,13 cm/năm. Nhiều vùng trong khu vực nghiên cứu có tốc độ nâng kiến tạo từ dưới 1 tới vài mm /năm và mức độ nâng hạ kiến tạo ở các khu vực khác nhau là không đồng đều. Khu vực Phú Yên nhìn chung nằm trong vùng nâng kiến tạo là chủ yếu nhưng có tốc độ nâng không đồng đều, từ 0,16 cm/năm ở Gành Ba, 0,27 cm/năm ở Hòn Yến, 0,48 cm/năm ở Phong Niên, và 0,07 cm/năm ở Bàn Thạch. Tương tự, khu vực Ninh Thuận cũng có chế độ nâng kiến tạo chung là chủ yếu nhưng tốc độ nâng cũng khác nhau trong đó cao nhất ở phía bắc là 0,40 cm/năm (ở Núi Chúa), 0,214 cm/năm ở Cà Ná, và 0,16 cm/năm ở Nha Hồ. Khu vực Cam Ranh (Khánh Hòa) có tốc độ nâng khá cao, đạt 0,50 cm/năm.

Bên cạnh đó, mặc dù thiếu các tài liệu định tuổi tuyệt đối nhưng bằng các phân tích tài liệu lỗ khoan, mặt cắt địa chất, đồng danh địa tầng và so sánh tương đương trên cơ sở các quy luật phân bố không gian của các trầm tích, đã xác định được biên độ hạ kiến tạo của một số khu vực ở Quảng Nam và Quy Nhơn. Vùng bắc Cửa Đại (Quảng Nam) có biên độ hạ kiến tạo ước tính đạt tới khoảng 2,29 m/100 năm còn vùng ở Quy Nhơn, một số nơi có thể đạt biên độ 1m/100 năm. Như vậy, đây là những khu vực có tiềm năng ngập lụt rất cao trong thời gian tới. Những số liệu dự đoán này cho thấy cần phải có các nghiên cứu rất chi tiết về mức độ dịch chuyển kiến tạo địa phương để có các giải pháp đúng đắn trong phòng tránh và giảm thiểu tác động của nước biển dâng.

4.3. Về mối liên quan giữa kiến tạo hiện đại và tai biến địa chất

Hoạt động kiến tạo hiện đại liên quan mật thiết với tai biến địa chất trong đó phổ biến nhất là các tai biến địa chất liên quan đến nâng hạ kiến tạo, đập vỡ của đá và vận chuyển khối. Hoạt động nâng hạ kiến tạo được xem là nguyên nhân quan trọng xói lở hoặc bồi tụ bờ biển ở nhiều khu vực ven biển. Các đoạn bờ biển bị xói lở mạnh thường trùng với những vùng sụt kiến tạo và tốc độ sụt càng cao thì mức độ tai biến càng nghiêm trọng. Trong bối cảnh của biến đổi khí hậu nước biển dâng, sự nâng cao hay sụt lún kiến tạo sẽ làm giảm thiểu hoặc gia tăng mức độ ngập lụt của vùng theo kịch bản biến đổi khí hậu. Có thể chia tác động của nâng hạ

kiến tạo tới đới ven biển thành 3 nhóm: a) sụt lún kiến tạo có ảnh hưởng mạnh mẽ tới sự ngập lụt do sự gia cường giữa biên độ sụt lún và biên độ nước biển dâng và do đó vùng sụt lún sẽ bị ngập lụt trầm trọng hơn. Trong một số khu vực, với tốc độ sụt kiến tạo lớn như bắc Cửa Đại hoặc Quy Nhơn những khu vực đó sẽ chịu ảnh hưởng nặng nề bởi nước biển dâng; b) vùng có sự ổn định về kiến tạo thì mức độ ngập lụt sẽ tương ứng kịch bản nước biển dâng; c) vùng nâng kiến tạo sẽ có sự giảm thiểu mức độ ảnh hưởng của nước biển dâng và nếu biên độ nâng kiến tạo bằng hoặc lớn hơn biên độ dâng của mực nước biển thì vùng đó sẽ an toàn và không chịu tác động của nước biển dâng. Trong trường hợp mức nâng kiến tạo nhỏ hơn mức dâng mực nước biển, mức độ ngập lụt sẽ phụ thuộc vào mức độ nâng. Trong nhiều khu vực nghiên cứu, với biên độ nâng kiến tạo 0,5 cm những vùng này sẽ ít chịu ảnh hưởng của sự dâng cao mực nước biển do biến đổi khí hậu.

Bên cạnh tai biến ngập lụt do nâng hạ kiến tạo, hoạt động kiến tạo hiện đại gây ra nhiều hậu quả gia tăng mức độ dập vỡ, cà nát dẫn tới làm yếu đá gốc, tạo môi trường thuận lợi cho các tai biến địa chất phát triển như xói lở cục bộ đường bờ, trượt lở và tích lũy ứng suất gây động đất. Sự nâng kiến tạo có ý nghĩa lớn cho giảm thiểu tai biến ngập lụt nhưng lại thúc đẩy sự phân cắt địa hình, tăng độ dốc sườn, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển các tai biến trượt lở.

Tài liệu tham khảo

- Bell, F.G., 2003. [Geological Hazards: Their Assessment, Avoidance and Mitigation](#). Taylor & Francis, 656 p.
- Bloch, E.A., 2009. New Orleans, Louisiana in 2100: Effects of Subsidence, Sea-Level Rise, and Erosion. GIS & GPS Applications in Earth Sciences, pp. 1-24.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Biến đổi khí hậu, các kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ.
- Bùi Công Quế (Chủ biên), 2010. Nguy hiểm động đất và sóng thần ở vùng ven biển Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- Bùi Đình Khước và Nguyễn Hoàng Lâm, 1995. Xác định xu thế mực nước biển dâng tại một số điểm ven biển Việt Nam, có tính đến chuyển động nâng hạ của vỏ trái đất. Báo cáo kết quả đề tài cấp nhà nước KT.03-03.
- Burbank, D.W., Anderson, R.S. 2011. Tectonic Geomorphology (second edition). Wiley-Blackwell Publication.
- Clarke, B.A. and Burbank, D.W., 2010. Bedrock fracturing, threshold hillslopes, and limits to the magnitude of bedrock landslides. Earth and Planetary Science Letters v. 297, pp. 577–586.
- Cutter, S.L., 2001. A Research Agenda for Vulnerability Science and Environmental Hazards. IHDP Update (Newsletter of the IHDP) 2, pp. 8–9.

- Cutter, S. L., J. T. Mitchell, and M. S. Scott. 2000. Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers* 90(4), pp. 713–37.
- Cutter, S.L., Boruff, B., and Shirley, W. L., 2001. Indicators of Social Vulnerability to Hazards. Unpublished paper. Columbia, S.C.: University of South Carolina, Hazards Research Lab.
- Đào Mạnh Tiến (chủ biên), 2004. Điều tra địa chất, khoáng sản, địa chất môi trường và tai biến địa chất vùng biển Nam Trung Bộ từ 0-30m nước ở tỷ lệ 1/100.000 và một số vùng trọng điểm ở tỷ lệ 1/50.000. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
- Encyclopedia of Coastal Science, 2005. Springer, [ISBN 978-1-4020-1903-6](#), Chapter 1: "Tectonics and Neotectonics", [doi:10.1007/1-4020-3880-1](#).
- Frisch, W., Meschede, M., Blakey, R.C., 2011. Plate Tectonics-Continental drift and Mountain building. Springer, 212 p.
- Genter, A., Duperret, A., Martinez, A. Mortimore, R.N., Vila, J.-L. 2004. Multiscale fracture analysis along the French chalk coastline for investigating erosion by cliff collapse. *Coastal Chalk Cliff Instability, Engineering Geology Special Publications 20*, Geological Society of London, pp. 57-74.
- González, J. L. and Törnqvist, T.E., 2006. Coastal Louisiana in Crisis: Subsidence or Sea Level Rise., *Eos*, v. 87, pp. 493-498.
- Hancock, P. L. and Williams, G. D., 1986. Neotectonics. *Journal of the Geological Society*; v. 143, pp. 325-326.
- [Holzer](#) T.L. and [Galloway](#), D.L., 2005. Impacts of land subsidence caused by withdrawal of underground fluids in the United States. *Reviews in Engineering Geology*, v. 16, pp. 87-99.
- Huchon, P., Le Pichon, and Rangin, C., 1994. Indochina Peninsula and the collision of India and Eurasia. *Geology*, v. 22, pp. 27-30.
- Kennedy, D.M., Stephenson, W.J., Naylor, L.A. (editors), 2014. *Rock Coast Geomorphology: A Global Synthesis*. Geological Society Memoir 40.
- [Kooi](#), H. 2000. Land subsidence due to compaction in the coastal area of The Netherlands: the role of lateral fluid flow and constraints from well-log data. [Global and Planetary Change](#), v. 27, pp. 207–222.
- Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, và Cao Đình Triều, 2007. Đặc điểm kiến tạo Pliocen-Đệ tứ vùng đông nam thềm lục địa Việt Nam. *Tạp chí các khoa học về Trái Đất*, số 29, tr 218-227.
- Lê Tử Sơn, Nguyễn Đình Xuyên, 2008. Hoạt động động đất vùng Nam Trung Bộ và ven biển; Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; NXB. KH&CN, 2008, tr.510-519.
- [McGuire](#), B. and [Maslin](#), M.A. (Editors), 2013. *Climate Forcing of Geological Hazards*, Wiley-Blackwell.
- Molnar, P., Anderson, R.S., and Anderson, S.P., 2007. Tectonics, fracturing of rock, and erosion. *Journal of Geophysical Research*, v. 112, f03014, doi: 10.1029/2005jf000433,

- Montgomery, C.W., 2010. Environmental Geology (9th ed). **McGraw-Hill Science/Engineering/Math**, 511 p.
- Moore, E. D. and Twiss, R. J., 1995. *Tectonics*. Freeman and Company, 415 p.
- National Research Council (NRC), 1986. [Active Tectonics](#): Impact on Society. Study in Geophysics. The National Academic Press.
- Nguyễn Chí Trung, 2011. Nghiên cứu đặc điểm địa chất Holocen lưu vực sông Thu Bồn – Vu Gia (Quảng Nam – Đà Nẵng). Luận án TS Địa chất, Lưu trữ Trường đại học Mở - Địa chất
- Nguyễn Đình Xuyên và Nguyễn Ngọc Thủy, 1997. Tính động đất và độ nguy hiểm động đất trên lãnh thổ Việt Nam. Thành tựu nghiên cứu Vật lý địa cầu 1987 – 1997. Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- Nguyễn Đình Xuyên và Trần Văn Thắng, 2005. Địa chấn kiến tạo và các vùng phát sinh động đất mạnh trên lãnh thổ Việt Nam. Tuyển tập Báo cáo HNKH 60 năm ngành Địa chất Việt Nam, Cục ĐC&KSVN, tr. 263-283.
- Nguyen Thi Thuy Hang and Phan Minh Nhat, 2014. Studying the impacts of dredging on changes in erosion and deposition in da dien estuary area, Phu Yen Province, Abstract, 9th Scientific Conference, Ho Chi Minh city University of Natural Science.
- Nguyễn Tiến Hải (chủ biên), 2005. Tiến hóa đới ven biển, dao động mực nước biển và quá trình tích tụ vật liệu lục nguyên (phù sa) trong Holocen ở thềm lục địa vùng biển giữa châu thổ Mekong và Nha Trang, Đông Nam Việt Nam. Báo cáo KH Đề tài hợp tác Việt-Đức, Viện TTTL KH, Bộ KH&CN, Hà Nội.
- Nguyễn Văn Huân và Nguyễn Tài Hợi, 2007. Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam. Khí tượng Thủy văn, 556, tr 30-37.
- Nguyễn Văn Hường, 2012. Đặc điểm biến dạng, trường ứng suất kiến tạo hoạt động và mối quan hệ của chúng với các tai biến địa chất khu vực Biển Đông và các vùng lân cận. Luận án TS, lưu trữ Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam.
- Nguyễn Văn Vượng, 2016. Tân kiến tạo. Trong Tổng Duy Thanh, Mai Trọng Nhuận và Trần Nghi (chủ biên): Bách Khoa Thư địa chất. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, tr. 1092 - 1103.
- Nguyễn Xuân Bao, 2009. Vành bzan khuyếch tán Kainozoi Tây Nguyên. Trong Trần Văn Trị và Vũ Khúc (chủ biên), Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ
- NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration), 1999. Community Vulnerability Assesment Tools. NOAA Coastal Service Center, USA.
- NOAA. 2010. Technical Considerations for Use of Geospatial Data in Sea Level Change Mapping and Assessment. NOAA Technical Report NOS 2010-01. Washington, D.C., U.S. Department of Commerce, NOAA National Ocean Service.
- NOAA. 2012. Incorporating sea level change scenarios at the local level. Join report by NOAA Coastal Services Center, NOAA Center for Operational Oceanographic Products and Services, NOAA National Geodetic Survey, and NOAA Office of Coast Survey. http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/_pdf/slscenarios.pdf

- Phạm Khả Tuy, Trần Văn Tân, Thái Duy Kế, 2005. Hiện trạng và nguyên nhân xói lở - bồi tụ bờ biển ở các tỉnh Miền Trung (từ Quảng Bình đến Phú Yên); Tuyển tập Khoa học Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam, tr. 516-526.
- Phạm Văn Hùng và Nguyễn Công Quân, 2016. Đặc điểm đứt gãy hoạt động và tai biến xói lở ở các vùng cửa sông ven biển Bắc Trung Bộ Việt Nam. Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, số 38 (1), tr. 46-58.
- Phạm Văn Hùng, 2002. Một số đặc điểm đứt gãy kiến tạo trẻ khu vực Nam Trung Bộ. Luận án Tiến sĩ Địa chất. Lưu trữ Viện Địa chất.
- Phạm Văn Hùng, 2012. Đứt gãy hoạt động và nguy cơ tai biến nứt sụt đất vùng núi tỉnh Quảng Ngãi. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất số 34, tr. 233-242.
- Phan Bá Trung và Lê Phước Trinh, 2005. Về tình trạng xen kẽ xói lở, bồi tụ bờ biển Cửa Đại (Hội An) và điểm mốc chuyển đổi của chúng; Tuyển tập Khoa học Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam, tr. 485-492.
- Phan Trọng Trinh, 2012. Kiến tạo trẻ và địa động lực hiện đại vùng ven biển Việt Nam và kế cận. Viện KH&CN Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- Phan Trọng Trinh, Bùi Văn Thơm, Hoàng Quang Vinh, Ngô Văn Liêm, Nguyễn Văn Hương, Mai Thanh Tân, Nguyễn Đăng Túc, Nguyễn Hồng Phương, 2008. Vai trò của hoạt động kiến tạo trẻ và kiến tạo hoạt động tới tai biến địa chất Miền Trung và vùng biển lân cận; Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; NXB. KH&CN, tr. 154-164.
- Stattegger, K., Tjallingii, R., Saito, Y., Michelli, M., Nguyen, T.T., Wetzel, A., 2013. Mid to late Holocene sea-level reconstruction of Southeast Vietnam using beach-rock and beach-ridge deposits. *Global and Planetary Change*, v.110, pp. 214–222.
- Stattegger, K., 2008. Holocene Evolution and Actual Geologic Processes in The Coastal Zone of South Vietnam; Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; NXB. KH&CN, tr.42-53.
- Swartz, M.L., 1982. *Beaches and Coastal Geology*, Springer. ISBN: 978-0-87933-213-6.
- Tổng Duy Thanh and Vũ Khúc (chủ biên), 2005. Các phân vị địa tầng Việt Nam NXB ĐHQG Hà Nội.
- Trần Nghi, 1995. Các chu kỳ biển tiến, biển thoái với lịch sử hình thành các đồng bằng ven biển miền Trung trong kỷ Đệ Tứ, Những phát hiện mới về khảo cổ, tr. 15-17.
- Trần Nghi, 1996. Tiến hóa thành hệ cát ven biển miền Trung trong mối tương tác với sự dao động mực nước biển. Tuyển tập “Các công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển”, tập II. NXB KHKT, Hà Nội.
- Trần Nghi, 2009. Trầm tích luận trong Địa chất Biển và Dầu khí. NXB ĐHQG Hà Nội.
- Trần Tân Văn (chủ biên), 2002. Báo cáo đánh giá tai biến địa chất ở các tỉnh ven biển miền trung từ quảng bình đến phú yên, hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu hậu quả. Viện Khoa học Địa chất & Khoáng sản.
- Trần Thanh Hải (chủ biên), 2015. Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài “Nghiên cứu đánh giá kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của nó đối với các tai biến thiên nhiên phục vụ dự báo và phòng tránh thiên tai trong điều kiện biến đổi khí hậu”, mã số

- BĐKH.42. Chương trình Khoa học công nghệ phục vụ mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu **mã số** KHCN-BĐKH/11-15
- Trần Thanh Hải, 2017. Cấu tạo Địa chất: đặc điểm cơ bản và phương pháp đo vẽ. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
- Tran, Hai Thanh, 2017. Recent tectonic movements along the coastal zone of Tuy Hoa area (central Vietnam) and its significance for coastal hazards in the case of sea level rise. In Dieu Tien Bui, Anh Ngoc Do, Hoang Bac Bui, Nhat Duc Hoang (eds.): *Advances and Applications in Geospatial Technology and Earth Resources*, Proceedings of the International Conference on Geo-Spatial Technologies and Earth Resources, Springer, pp. 270-292.
- Trần Văn Trị và Vũ Khúc (chủ biên), 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu, Đào Mạnh Tiến, 2008. Xói lở bờ biển Việt Nam và ảnh hưởng của mực nước biển đang dâng lên; Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; NXB. KH&CN, tr.658-666.
- Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. (eds), 1997. *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability*. IPCC, Cambridge University Press, UK. pp 517.
- Wu, J.E., McClay, K., Whitehouse, P., and Dooley, T., 2009. 4D analogue modelling of transtensional pull-apart basins. *Marine and Petroleum Geology* 26, 1608–1623.