

# Các thách thức và giải pháp cho ngành Xây dựng ở ĐBSCL trong bối cảnh biến đổi khí hậu

>LÊ ANH TUẤN\*

## TÓM TẮT

Vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng châu thổ nằm tận cùng của lưu vực sông Mekong, tiếp giáp hai mặt với Biển Đông. Vùng đất này có cao độ thấp, kết cấu địa chất yếu, chỉ thuận lợi cho việc canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, không thuận lợi cho việc xây dựng các công trình lớn. Hiện tượng biến đổi khí hậu (BĐKH) - nước biển dâng, sự thay đổi đặc điểm dòng chảy sông Mekong khi đến Việt Nam và các hoạt động kinh tế sản xuất không bền vững đang gây thêm nhiều thách thức trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Bài viết này liệt kê các thách thức và trở ngại trong xây dựng dựa vào các đánh giá nhanh mang tính định tính của các chuyên gia và các kỹ sư ngành Xây dựng, bao gồm những yếu tố thời tiết hạn chế đến thiết bị hoạt động, chi phí gia cố nền móng cao do kết cấu địa chất non yếu, nền đất bị lún sụt do thiếu hụt phù sa và các tác nhân xâm nhập mặn, giảm áp nước ngầm làm giảm tuổi thọ công trình. Nghiên cứu cũng đã đề xuất các giải pháp nhằm giảm nhẹ các tác động cho các tác động bất lợi trong lĩnh vực xây dựng.

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu; Đồng bằng sông Cửu Long; Kết cấu nền móng; Tuổi thọ công trình; Vật liệu xây dựng.

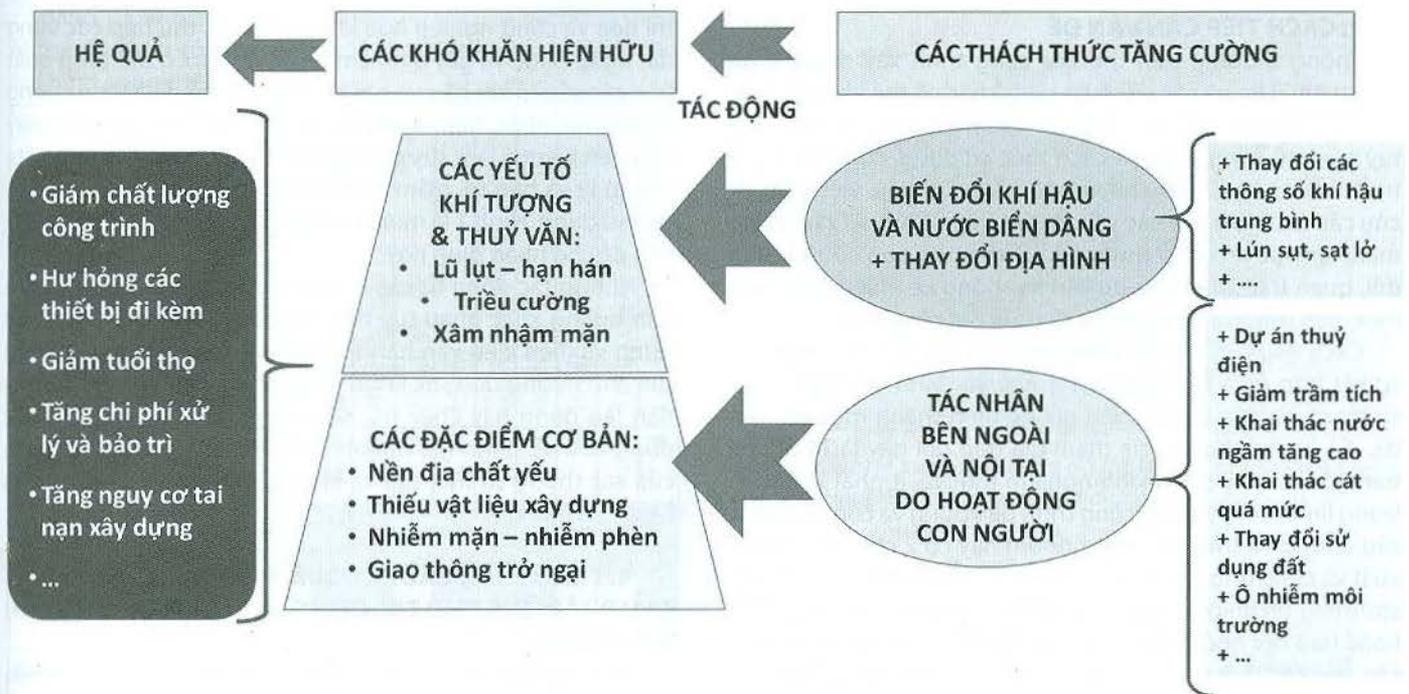
## ABSTRACT

The Mekong River Delta is located at the end part of the Mekong River basin, connecting to the East Sea and West Sea on two sides. This region has low elevation, weak geological structure, only favorable for agricultural cultivation and aquaculture, not well-suitable for the construction of large works and building. The phenomenon of climate change - sea level rise, the change in the characteristics of the Mekong river flow when coming to Vietnam and unsustainable economic and production activities are creating more challenges in the civil and industrial construction sectors.

This paper lists construction challenges and obstacles based on quick qualitative assessments by construction professionals and engineers, including weather factors that limit operational equipment, the cost of reinforcing the foundation is high due to the weak geological structure, the ground subsidence due to the lack of alluvium and saline intrusion agents, reducing groundwater pressure, reducing the life-time of the construction works. The study also proposed solutions to mitigate the adverse impacts in the construction sector.

**Keywords:** Climate change; Mekong Delta; Foundational structure; Work life-time; Building materials.

(\* Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ. E-mail: latuan@ctu.edu.vn



Hình 1: Các tác nhân khí hậu và phi khí hậu tác động đan xen lên ngành xây dựng ở ĐBSCL.

## 1. TỔNG QUAN

Vùng ĐBSCL hình thành cách đây 6.000 - 8.000 năm, chủ yếu là do sự tích lũy các vật chất trầm tích từ thời kỳ Pleistocen muộn đến thời kỳ Holocen sớm tạo nên sự hình thành đất châu thổ và các vùng cửa sông tiếp giáp với Biển Đông với sự chi phối mạnh của thủy triều và sóng biển (Ta Thi Kim Oanh et al., 2005). Với đặc điểm vùng đồng bằng hạ lưu một con sông Mekong, có hệ thống sông rạch chằng chịt, vùng đất này hoàn toàn phù hợp cho việc canh tác nông nghiệp đa dạng, phát triển nuôi trồng thủy sản và bảo tồn các hệ sinh thái đất ngập nước rộng lớn với tính đa dạng sinh học cao. Vùng đất màu mỡ về thổ nhưỡng có thể mạnh về sản xuất nông nghiệp thì thường không thuận lợi cho việc thực hiện và duy trì các công trình xây dựng lâu dài. Phần lớn đất ở vùng ĐBSCL là đất sét, nằm trên mặt địa hình, chiều dày khá lớn khoảng 60 - 70 m, có kết cấu không ổn định, mùa mưa dễ bị chảy nhão nhưng khi bị khô hạn thì cơ ngót mạnh, xuất hiện nhiều khe nứt. Trong nền đất của vùng có nhiễm muối mặn, nhiễm phèn tiếng tang, trên mặt là lớp đất hữu cơ, do vậy, khả năng chịu lực công trình xây dựng và giao thông kém, chi phí xử lý nền móng cao (Nguyễn Thị Nụ, 2014).

Hiện nay, vùng ĐBSCL có 174 đô thị gồm: 1 đô thị trực thuộc Trung ương, 2 đô thị loại I thuộc tỉnh, 12 đô thị loại II, 9 đô thị loại III, 23 đô thị loại IV và 127 đô thị loại V. Tỷ lệ đô thị hóa toàn vùng đạt 31,16%, tăng 4,6% so với năm 2015 (Bộ Xây dựng, 2021). Các yếu tố khó khăn đối với ngành xây dựng ở ĐBSCL, ngoài vấn đề nền móng còn phải kể đến sự nghèo nàn về vật liệu xây dựng tại chỗ, ngoài một số mỏ cát sông có trữ lượng không lớn, nguồn đá xây dựng và nhà máy sản xuất xi măng chỉ có một số điểm ở vùng núi 2 tỉnh An

Giang và Kiên Giang, việc xây dựng các công trình phải nhập khá nhiều loại vật liệu từ cát đá, sắt thép, thiết bị nội thất. Hệ thống sông rạch chằng chịt và cơ sở hạ tầng giao thông kém phát triển cũng làm gia tăng chi phí xây dựng ở vùng.

Từ những năm đầu của thập kỷ 2000 đến nay, vùng ĐBSCL còn được sự chú ý của dư luận trong và ngoài nước do phải chịu nhiều tác động của hiện tượng nóng lên toàn cầu dẫn đến sự nhiều tác động bất lợi của tình trạng BĐKH và nước biển dâng lên sản xuất và sinh kế của cộng đồng dân cư (Le Anh Tuan and Suppakorn Chinvanno, 2011). Bên cạnh đó, tác động của các hoạt động phát triển các chuỗi đập thủy điện ở thượng nguồn, đặc biệt ở Trung Quốc và Lào, đã làm gia tăng thách thức nội tại trong lĩnh vực xây dựng công trình. Ngân hàng Thế giới (2011) khi đánh giá các tác động của BĐKH và nước biển dâng lên một số vùng ở ĐBSCL cũng đã lưu ý về những tác động lên độ cao phù hợp của các công trình cơ sở hạ tầng và nhiều trường hợp phải xây dựng đê, kè bảo vệ bờ biển, đồng thời vấn đề nguyên vật liệu xây dựng cũng như các quy định quy tắc pháp lý của ngành xây dựng cũng rất cần sự xem xét.

Trên thế giới có khá nhiều báo cáo khoa học về tác động của BĐKH lên lĩnh vực xây dựng (IVA, 2014; Noha Ahmed et al., 2020) hay lĩnh vực xây dựng ảnh hưởng thế nào lên BĐKH qua việc làm gia tăng phát thải khí nhà kính như sản xuất xi măng xây dựng (University of Cambridge and partners, 2014). Tại Việt Nam, đặc biệt ở vùng ĐBSCL, nghiên cứu các tác động của BĐKH lên ngành xây dựng khá ít ỏi mặt dầu trên các phương tiện truyền thông đại chúng, có khá nhiều thông tin về các yếu tố bất lợi do hiện tượng thay đổi thời tiết cực đoan và thiên tai bất thường lên chất lượng công trình.

## 2. CÁCH TIẾP CẬN VẤN ĐỀ

Thông thường, tuổi thọ các công trình xây dựng, giao thông, thủy lợi và các cơ sở hạ tầng khác có thể khoảng thời gian tồn tại khá dài, có thể từ 20 - 70 năm hoặc xa hơn nữa, tùy quy mô công trình và cách thức sử dụng, cũng như quá trình bảo dưỡng, sửa chữa và tôn tạo. Do vậy, việc nghiên cứu các tác động của các yếu tố thời tiết, BĐKH, sự xâm nhập mặn, lún sụt và sạt lở thường khó khăn do khó có thể theo dõi, quan trắc, ghi chép dữ liệu và thống kê nhiều năm trên một diện rộng và sự đa dạng của của các công trình.

Cách tiếp cận vấn đề trong báo cáo này chủ yếu dựa vào sự kết hợp giữa kỹ thuật động não và đánh giá nhanh với sự tham gia của các chuyên gia để hình thành một cây vấn đề. Số lượng chuyên gia tham gia trao đổi này là 14 người, bao gồm các kỹ sư có kinh nghiệm thực tế, ít nhất là 5 năm trong lĩnh vực xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, cầu đường và thủy lợi, trong nhóm này có 2 chuyên gia sản xuất và cung ứng vật liệu xây dựng. Kỹ thuật động não (brain storming technique) được sử dụng trong các cuộc toạ đàm hoặc trao đổi nhóm bằng các câu hỏi khơi dậy các ý nghĩ và sắp xếp các mối quan hệ liên quan. Phương pháp đánh giá nhanh (Participatory Rapid Appraisal - PRA) với chuyên gia được hiểu là cách sử dụng trí tuệ và kinh nghiệm của cá nhân hay nhóm chuyên gia để xem xét, nhận định bản chất vấn đề thực tiễn phức tạp. Các trao đổi học thuật thực tế này nhằm thu thập càng nhiều ý tưởng và vấn đề càng tốt, không ràng buộc yếu tố thời gian, không quá dựa vào các con số thống kê, không chỉ trích hay phán xét mức độ đúng sai. Qua phỏng vấn trực tiếp với từng cá nhân hoặc các nhóm nhỏ, một bức tranh tổng thể dưới dạng sơ đồ cây vấn đề (problem tree) được phát họa. Cây vấn đề là một sơ đồ minh họa nguyên nhân gốc rễ của vấn đề chủ yếu và các ảnh hưởng mà vấn đề đó lên một hoạt động nào đó. Phương pháp tiếp cận này có ưu điểm là, trong một thời gian ngắn có thể thu thập được nhiều ý tưởng và suy nghĩ khác nhau của các chuyên gia có tay nghề, tuy nhiên do không có những con số thống kê đầy đủ để minh chứng nên kết quả mang tính khái quát và chủ quan. Bốn câu hỏi chính dùng cho trao đổi là:

1. Các khó khăn cơ bản của ngành xây dựng ở ĐBSCL?
2. Các yếu tố thời tiết thông thường nào ảnh hưởng lên chất lượng công trình ở ĐBSCL?
3. Những tác động trực tiếp và gián tiếp tác động của biến đổi khí hậu đến lĩnh vực xây dựng cơ sở hạ tầng hiện nay và tương lai ở ĐBSCL?
4. Các giảm pháp giảm thiểu cần thiết là gì?

## 3. THÁCH THỨC CỦA KHÍ HẬU VÀ THUỶ VĂN LÊN CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Ngành xây dựng cơ bản rất đa dạng các loại hình công trình và vùng địa chất. Công việc khảo sát, thiết kế, thi công, vận hành và bảo dưỡng công trình sẽ có những yếu tố khí hậu tác động và những nhân tố phi khí hậu như các tác nhân do hoạt động của con người như: Khai thác dòng chảy sông ngòi làm thay đổi đặc điểm thủy văn, bùn cát; khai thác cát và nước ngầm quá mức; thay đổi sử dụng đất như mở rộng đô

thị hóa và công nghiệp hoá không hợp lý, thu hẹp các vùng đất ngập nước và gây ô nhiễm môi trường. Có thể tổng quát hóa các yếu tố khí hậu và phi khí hậu, đan xen và tăng cường những tác nhân bên ngoài và bên trong. Các tác nhân này dẫn đến hệ quả làm suy giảm chất lượng công trình, tăng chi phí xử lý và bảo trì, giảm tuổi thọ công trình cũng như hiệu quả sử dụng. Hình 1 là minh họa tổng quát hóa từ kết quả cây vấn đề cho nhận định này.

Những tác động từ các thông số thời tiết riêng rẽ có thể ảnh hưởng khác nhau tùy theo loại công trình, quy mô xây dựng và điều kiện vận hành. Ngoài ra, các rủi ro thời tiết có thể ảnh hưởng đến sức khoẻ công nhân và tăng nguy cơ tai nạn lao động hay cháy nổ. Kết quả trao đổi theo kỹ thuật động não và đánh giá nhanh cho những kết quả tác động của các thông số thời tiết và khí hậu lên các loại hình công trình như Bảng 1.

## 4. THẢO LUẬN CÁC KẾT QUẢ PHÁT HIỆN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ TÁC ĐỘNG BẤT LỢI TRONG NGÀNH XÂY DỰNG

Để ứng phó các tác động bất lợi do BĐKH và nước biển dâng lên lĩnh vực xây dựng, cần có những giải pháp mang tính tổng thể và hỗ trợ cho nhau từ chính sách, quy hoạch, thay đổi kết cấu công trình, lựa chọn vật liệu, biện pháp thi công và hướng đến các biện pháp giảm phát thải, giảm các hoạt động tiêu nhiều năng lượng, thực hiện công trình xanh, thân thiện với môi trường.

• **Về chính sách và quy hoạch vùng:** Hiện nay, các tỉnh vùng ĐBSCL đang có sự chuyển đổi sản xuất theo hướng thuận thiên ở ĐBSCL theo tinh thần Nghị quyết 120 của Thủ tướng Chính phủ (2017) và công việc Quy hoạch tích hợp phát triển kinh tế - xã hội vùng ĐBSCL trong giai đoạn 2020 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 theo Luật Quy hoạch 2017 (Quốc hội, 2017). Quy hoạch vùng chú trọng những giải pháp ứng phó tốt hơn cho vùng đồng bằng, trong đó nhấn mạnh đến việc hình thành 8 trung tâm đầu mối có vai trò làm nơi điều phối các hoạt động sản xuất, logistic, xây dựng, kết nối giao thông... Quy hoạch vùng sẽ là cơ sở cho các quy hoạch cấp tỉnh, trong đó có nhiều hoạt động dự án liên quan đến xây dựng cơ sở hạ tầng, giao thông, cấp thoát nước, vệ sinh môi trường trên cơ sở đánh giá những tác động của khí hậu lên địa phương mình (Hình 2). Trong xây dựng theo bối cảnh mới sẽ có những tiêu chuẩn, quy phạm xây dựng hiện hành áp dụng cho cả nước thì có thể không phù hợp với tình hình địa phương, cần có các đề xuất điều chỉnh cho phù hợp.

• **Về cao độ nền:** Nguyên nhân thiếu hụt phù sa bồi đắp do phần lớn bùn cát bị giữ lại trên các hệ thống hồ chứa thủy điện thượng nguồn và tình trạng gia tăng khai thác nước ngầm đã dẫn đến hệ quả xấu liên quan việc gia tăng lún sụt vùng đồng bằng (GIZ, 2019). Mô hình phân tích cao độ DEM của Minderhoud et al., (2019) cho kết quả cao độ mặt đất khá thấp, quá thấp so với độ cao đất đã đo trước đó ở Cà Mau. Chiều cao đất trung bình năm 2010 là khoảng 1,2 m, trong khi báo cáo cho biết, giá trị cao độ chỉ khoảng 45 cm. Sự khác biệt là 75 cm và nó đã được thêm vào DEM để đạt

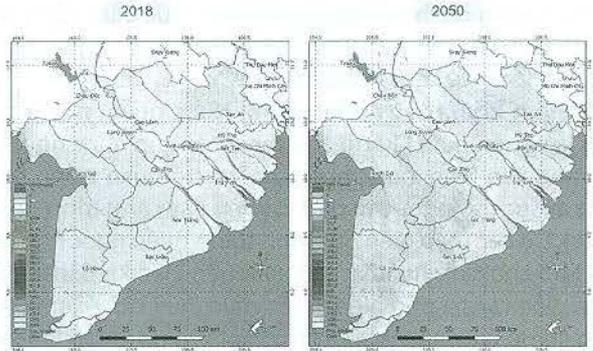
Bảng 1: Đánh giá nhanh cho những kết quả tác động theo xu thế thay đổi của các thông số thời tiết và khí hậu lên các loại hình công trình

Yếu tố thời tiết và khí hậu	Cơ sở hạ tầng											
	Bức xạ mặt trời	Độ ẩm không khí	Tổng lượng mưa năm	Mưa lớn (> 100mm/ngày)	Nhiệt độ cao (> 35°C)	Khô hạn	Lũ lụt	Nước biển dâng	Sạt lở	Nhiễm mặn (> 1ppm)	Triều cường	Lốc xoáy & Bảo tố
Xu thế thay đổi	↗	↘	↘	↘	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗	↗
Cấp nước												
Thoát nước												
Hệ thống điện												
Ống dẫn gas và dẫn dầu												
Hệ thống thông tin												
Đường giao thông bộ												
Cầu cống												
Phi trường												
Cảng biển, cảng sông												
Xây dựng địa ốc												
Thiết bị thông tin												

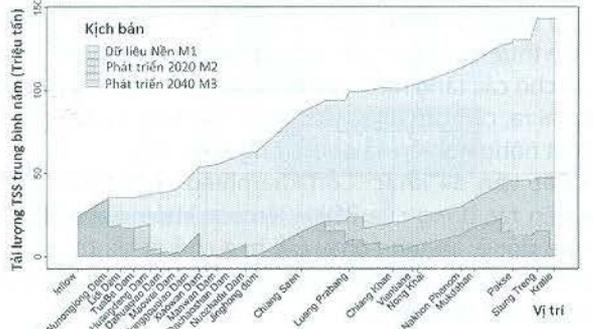
Ghi chú: ↗ Xu thế tăng    ↘ Xu thế giảm    ↗↘ Tăng - giảm bất thường  
 □ Tác động không có hoặc không đáng kể  
 ■ Tác động đáng kể có thể ảnh hưởng đến chất lượng công trình



Hình 2: Các đề xuất phát triển đô thị và nông thôn theo Quy hoạch Vùng ĐBSCL (Royal Haskoning DHV-GIZ, 2021).



Hình 3: Mô hình Độ cao số (DEM) của ĐBSCL. Sụt lún đất hiện trạng và nội suy cho giai đoạn 32 năm mới mức sụt lún giảm 1%/năm (GIZ, 2019).



Hình 3: Suy giảm tải lượng các chất rắn lơ lửng trên hệ thống sông Mekong theo kịch bản phát triển đến năm 2020 và 2040 so với dự liệu nền (MRC, 2016).

được độ cao phù hợp với độ cao ở vùng đồng bằng. Nhóm nghiên cứu của Minderhoud cũng đã kiểm tra chéo ở một số nơi khác như Long Xuyên cho thấy, DEM điều chỉnh vẫn thấp hơn số liệu địa phương (~ 2,5 m đến 3,5 m). Điều này gây tình trạng lún, nghiêng, nứt và biến dạng công trình ở nhiều nơi. Hiện nay (2019), tốc độ sụt lún ở ĐBSCL là 5,7 cm/năm, cao hơn mực nước biển dâng tuyệt đối (35 mm/năm).

Nhiều chuyên gia tỏ ý lo ngại là các số liệu cao độ nền ở nhiều điểm ở vùng ĐBSCL đã không còn chuẩn xác khiến các tính toán thiết kế và thi công có thể bị sai lệch. Điều này cần có các kiểm tra trên diện rộng và cập nhật kịp thời các bản đồ số.

• **Tình trạng thiếu cát xây dựng, cát san lấp:** Nhiều số liệu và chứng cứ khoa học cho thấy, lượng các chất trầm tích, phù sa mịn, chất di đáy như cát sỏi từ thượng nguồn sông Mekong

đã suy giảm xấp xỉ hơn 50%. Theo một báo cáo nghiên cứu các kịch bản phát triển chuỗi các đập thủy điện ở Trung Quốc và Lào của Ủy ban Sông Mekong (MRC, 2016) đã ước tính các chất trầm tích sẽ suy giảm khoảng 67% và 97% vào năm 2020 và 2040 tương ứng với các kịch bản phát triển (Hình 3). Một báo cáo khoa học khác của Ty Sok et al., (2020) cho biết, nếu tất cả các đập dự kiến ở sông Mekong được phát triển, chủ yếu ở dòng chính, thì lượng phù sa và bùn cát sẽ bị giữ lại đến 96% ở các chuỗi hồ chứa. Để đối phó với tình trạng thiếu hụt nguồn cát xây dựng, cát san lấp, giải pháp đề xuất là cần thay đổi kết cấu vật liệu xây dựng trong công trình như phải sử dụng cát nhân tạo (đá xay nhỏ) trong trộn bê tông, nhập cát sỏi từ các địa phương khác hoặc từ Cambodia nếu có thể, thay đổi kết cấu bê tông cốt thép bằng kết cấu khung chịu lực bằng thép xây dựng và các vật liệu làm tường, sàn khác bằng vật liệu nhẹ như nhôm, kính, plastic... phù hợp. Các công trình cao ốc, nhà xưởng có thể thay đổi kiểu kiến trúc dành tầng dưới để làm hầm, để trống sử dụng làm nhà xe, hay các công năng khác để giảm bớt khối lượng san lấp.

• **Giảm khai thác nước ngầm:** Nước ngầm ngoài chức năng là nguồn nước dự trữ cho các dự án cấp nước ngọt cho các vùng ven biển, nước ngầm có vai trò quan trọng trong tạo ra áp lực đẩy ngược từ dưới đất lên đáy công trình, chống sụt lún. Do các thập niên qua, tình trạng thiếu nước ngọt vào mùa khô cho sinh hoạt và sản xuất nên việc khai thác nước ngầm diễn ra khá phổ biến khiến mực thủy cấp giảm nhanh (Hình 4). Hệ quả là hiện tượng lún sụt và sụp lở gia tăng gây nhiều thiệt hại cho các công trình xây dựng. Để nhanh chóng ngăn chặn sự tiến triển bất lợi này, đề xuất được đưa ra cho các tỉnh là cần ngăn chặn việc khoan và khai thác nước ngầm, từng bước tiến đến lấp dần các giếng hiện hữu, phát triển các hồ chứa nước và không gian hấp thụ lũ ở các địa phương và tiến đến thực hiện các dự án bổ cập nước ngầm. Nguồn nước bổ cập cho các tầng nước ngầm là nguồn nước mưa và nước lũ. Ngoài ra, cần cân nhắc việc giảm sử dụng nước ngọt cho sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản.

• **Các vấn đề khác:** Còn khá nhiều những vấn đề liên quan đến tác động của BĐKH lên sức khỏe công nhân, an toàn lao động, an toàn cháy nổ, hạn chế đi lại, thì công do lũ lụt, triều cường mà trong một hoạt động đánh giá nhanh không thể liệt kê ra hết.

Một thách thức khác khá quan trọng nhưng không thể phỏng đoán được hết do rất nhiều yếu tố không chắc chắn trong phân tích (Hình 5), bao gồm: (i) các yếu tố không chắc chắn về các mô hình phát thải khí nhà kính để phỏng đoán các thay đổi thông số khí hậu; (ii) các yếu tố không chắc chắn về đánh giá các tác động kinh tế - xã hội trong bối cảnh thay đổi thị trường và khoa học và (iii) các yếu tố không chắc chắn về thay đổi chính sách và thể chế. Chính do nhiều yếu tố không chắc chắn này mà chuyên gia không thể đánh giá hết các tác động và đề xuất các giải pháp giảm thiểu và thích ứng phù hợp cho từng giai đoạn ngắn hạn, trung hạn hay dài hạn.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

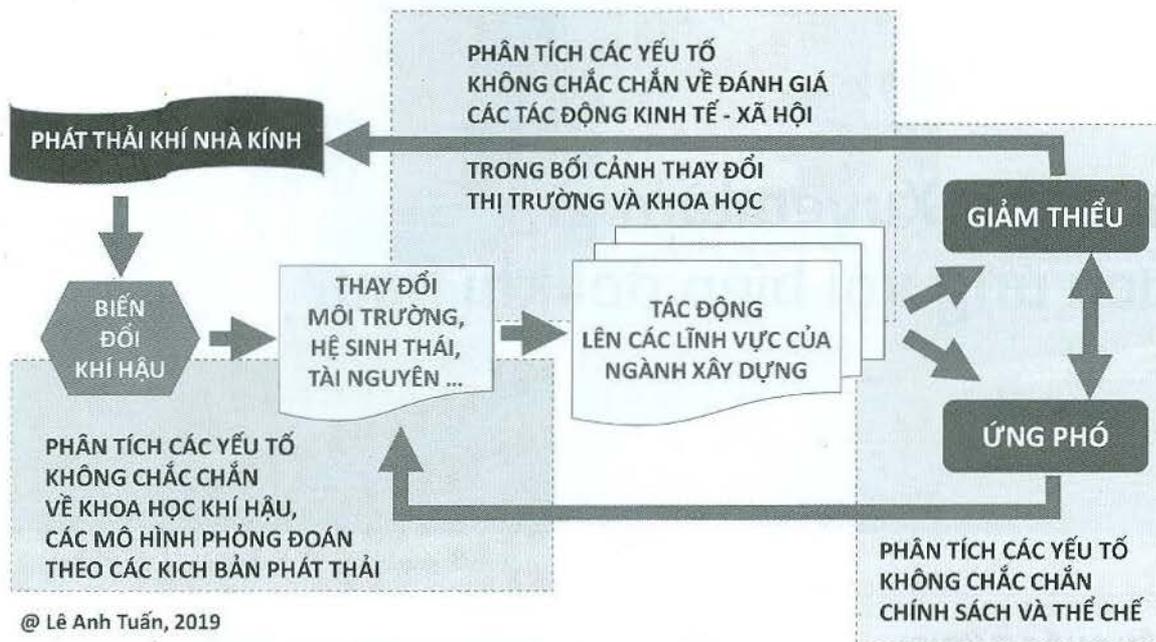
Nghiên cứu này chỉ ở mức độ nêu lên các vấn đề chính và

các đề xuất mang tính chủ quan ban đầu cho một vùng đất khá rộng lớn, nhưng cũng đã giải đáp được những những câu hỏi nghiên cứu chính. Cách tiếp cận qua phỏng vấn trực tiếp và thảo luận nhóm chuyên gia đã giúp phức tạp bức tranh của vấn đề kết hợp với những tài liệu tham khảo thứ cấp.

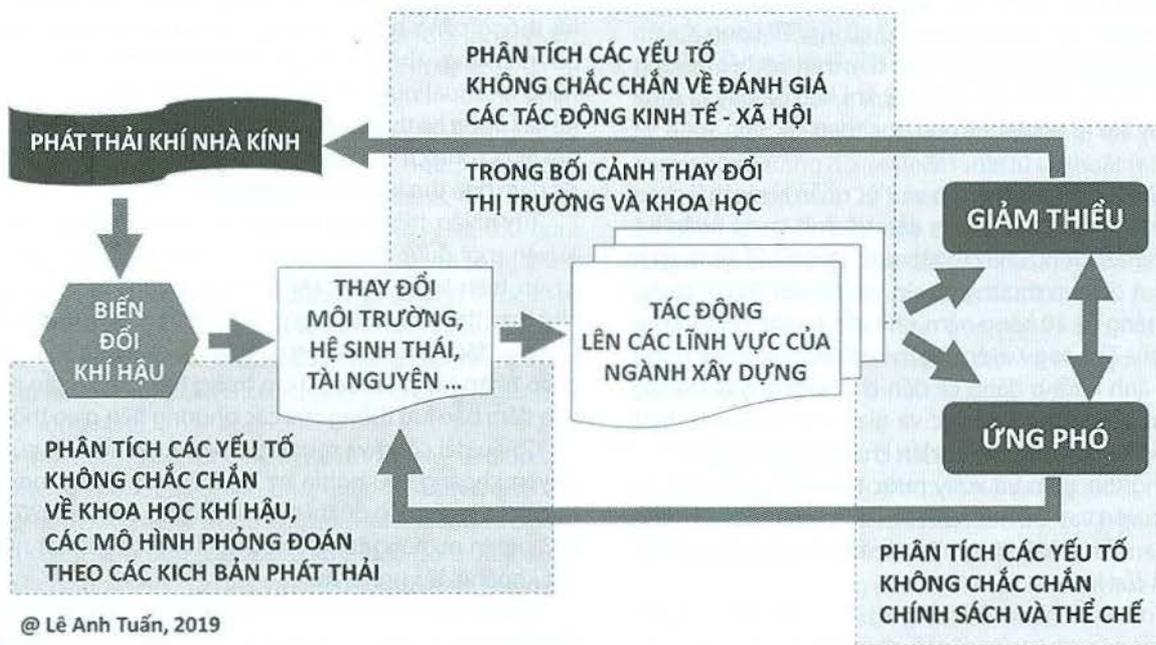
Trong tương lai với có sự đầu tư thời gian và công suất, chủ đề này sẽ được phân tích sâu hơn, các địa điểm và đặc điểm công trình cần tách ra như công trình xây dựng, công trình cầu đường, công trình thủy lợi ở các vùng sinh thái khác nhau để có những đánh giá cụ thể hơn. Có thể đây sẽ là các đề tài nghiên cứu khoa học và kỹ thuật của ngành Xây dựng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Xây dựng (2021). Phát triển đô thị, nông thôn vùng ĐBSCL thích ứng BĐKH. Nguồn: <https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1226/66526/phan-trien-do-thi-nong-thon-vung-dong-bang-song-cuu-long-thich-ung-bien-doi-ghi-hau.aspx>
- GIZ (2019). Trouble underground - Land Subsidence in the Mekong Delta. Mekong Urban Flood Proofing and Drainage Programme (FPP). Tham khảo: [https://www.preventionweb.net/files/69179\\_troubleundergroundlandsubsidenceint.pdf](https://www.preventionweb.net/files/69179_troubleundergroundlandsubsidenceint.pdf)
- IVA (2014). Climate impact of construction processes. A report from IVA and the Swedish Construction Federation, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences.
- Laura E Erban, Steven M Gorelick and Howard A Zebker (2014). Groundwater extraction, land subsidence, and sea-level rise in the Mekong Delta, Vietnam. *WB & GIZ. Environ. Res. Lett.* 9 (2014) 084010 (6pp). doi:10.1088/1748-9326/9/8/084010
- Le Anh Tuan and Suppakorn Chinvarno (2011). Climate Change in the Mekong River Delta and Key Concerns on Future Climate Threats. Chapter 12, In book: *Environmental Change and Agricultural Sustainability in the Mekong Delta* M.A. Stewart and P.A. Coclanis (eds.), *Advances in Global Change Research* 45, © Springer Science+Business Media B.V. 201, p. 207-217.
- Lê Anh Tuấn (2019). BĐKH và khả năng thích ứng. Bài giảng Cao học của Trường Đại học Cần Thơ.
- Minderhoud, Philip; Coumou, Laura; Erkens, Gilles; Middelkoop, Hans; Stouthamer, Esther (2019). Digital elevation model of the Vietnamese Mekong delta based on elevation points from a national topographical map, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.902136>.
- MRC (2016). Mekong Sediment from the Mekong River Commission Study. Short Technical Note, Weblink: <https://www.mrcmekong.org/assets/Publications/Mekong-sediment-from-the-MRC-Council-Study-Technical-notedocx.pdf>
- Ngân hàng Thế giới (2011). Nghiên cứu Tác động của BĐKH và đề xuất các giải pháp thích ứng ở ĐBSCL. Báo cáo Kỹ thuật, phần A. (Bản tiếng Anh: Technical Assistance Consultant's Final Report, Socialist Republic of Viet Nam: Climate Change Impact and Adaptation Study in the Mekong Delta).
- Nguyễn Thị Nụ (2014). Nghiên cứu đặc tính địa chất công trình của đất loại sét yếu amQ22-3 phân bố ở các tỉnh ven biển ĐBSCL phục vụ xử lý nền đường. Luận án Tiến sĩ Địa chất, Trường Đại học Mô - Địa chất, Hà Nội.
- Noha Ahmed, Mohamed Abdel-Hamid, Mahmoud M. Abd, El-Razik and Karim Eldash (2020). Impact of sustainable design in the construction sector on climate change. *Ain Shams Engineering Journal* 12(2), <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.11.002> (Article in press).
- Quốc hội (2017). Luật Quy hoạch. Luật số: 21/2017/QH14 ban hành ngày ngày 24 tháng 11 năm 2017, tham khảo: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xay-dung-Do-thi/Luat-quy-hoach-322935.aspx>
- Royal Haskoning DHV – GIZ (2021). Quy hoạch vùng ĐBSCL thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. (Bản thảo) Bộ KH&ĐT chủ trì.



Hình 4: Tốc độ hạ thấp lớn nhất mực nước ngầm (cm/năm) ở ĐBSCL (Laura, et al., 2014).



Hình 5: Sơ đồ các yếu tố không chắc chắn trong phân tích tác động và ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực xây dựng ở ĐBSCL (Tuấn, 2019).

Thi Kim Oanh Ta, Van Lap Nguyen, Masaaki Tateishi, Iwao Kobayashi and Yoshiki Saito (2005). Holocene Delta Evolution and Depositional Models of the Mekong River Delta, Southern Vietnam. In River Deltas-Concepts, Models, and Examples. SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication No. 83, 453-466.

Thủ tướng Chính phủ (2017). Phát triển ĐBSCL thích ứng với BĐKH. Nghị quyết số 120/NQ-CP do Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc ký ngày 17/11/2017, [http://vanban.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/hethongvanban?class\\_id=509&\\_](http://vanban.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/hethongvanban?class_id=509&_)

page=1&mode=detail&document\_id=192249

Ty Sok, Chantha Oeurng, Ian Ich, Sabine Sauvage and José Miguel Sánchez-Pérez (2020). Assessment of Hydrology and Sediment Yield in the Mekong River Basin Using SWAT Model. Water 2020, 12, 3503; doi:10.3390/w12123503, [www.mdpi.com/journal/water](http://www.mdpi.com/journal/water)

University of Cambridge, BPIE, GBPN and WBCSD (2014). Climate Change: Implications for Buildings. Key Findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report.