

Phần II

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY – CHỈNH TRỊ SÔNG – BẢO VỆ BỜ SÔNG, BỜ BIỂN – PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI

NGHIÊN CỨU SÓNG VEN BỜ KHU VỰC CÔN ĐẢO TỈNH BÀ RỊA VŨNG TÀU TRÊN MÔ HÌNH TOÁN MIKE21

*Research on nearshore wave in con dao area in Ba Ria Vung Tau province by
mathematical model MIKE21*

Lê Ngọc Diệp

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

TÓM TẮT: Bài báo đã ứng dụng mô hình toán MIKE21 để nghiên cứu tính toán sóng ven bờ khu vực Côn Đảo thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Mô hình được thiết lập qua 2 vòng tính toán, tính toán cho toàn vùng Biển Đông và tính toán cho vùng lõi nghiên cứu khu vực Côn Đảo. Quá trình nghiên cứu tính toán được tuân thủ theo chuẩn mô hình toán của MIKE21. Kết quả nghiên cứu cho biết trường sóng khu vực tính toán và những cơ sở dữ liệu của sóng (độ cao sóng, chu kỳ sóng, hướng sóng). Những kết quả này có thể được ứng dụng trong nghiên cứu cơ bản dữ liệu sóng vùng nghiên cứu, nghiên cứu tính khả thi của những dự án công trình bến cảng, công trình kè bảo vệ bờ, công trình giảm sóng, công trình neo đậu tàu thuyền tránh trú bão,...

Từ khóa: MIKE21, Côn Đảo, sóng ven bờ, trường sóng, độ cao sóng, chu kỳ sóng, hướng sóng.

ABSTRACT: This paper applies MIKE21 mathematical model to study and calculate nearshore waves in Con Dao area in Ba Ria - Vung Tau province. The model is established through 2 rounds of calculation, calculating for the entire East Sea area and calculating for the core research area of Con Dao area. The computational research process is complied with the standard mathematical model of MIKE21. The research results show the calculated regional wave field and wave databases (wave height, wave period, wave direction). These results can be applied in basic research of wave data in the study area, feasibility study of port projects, shore protection embankment works, wave reduction works, park boats to avoid storms,...

Keywords: MIKE21, CÔN ĐẢO, nearshore waves, regional wave field, wave height, wave period, wave direction).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

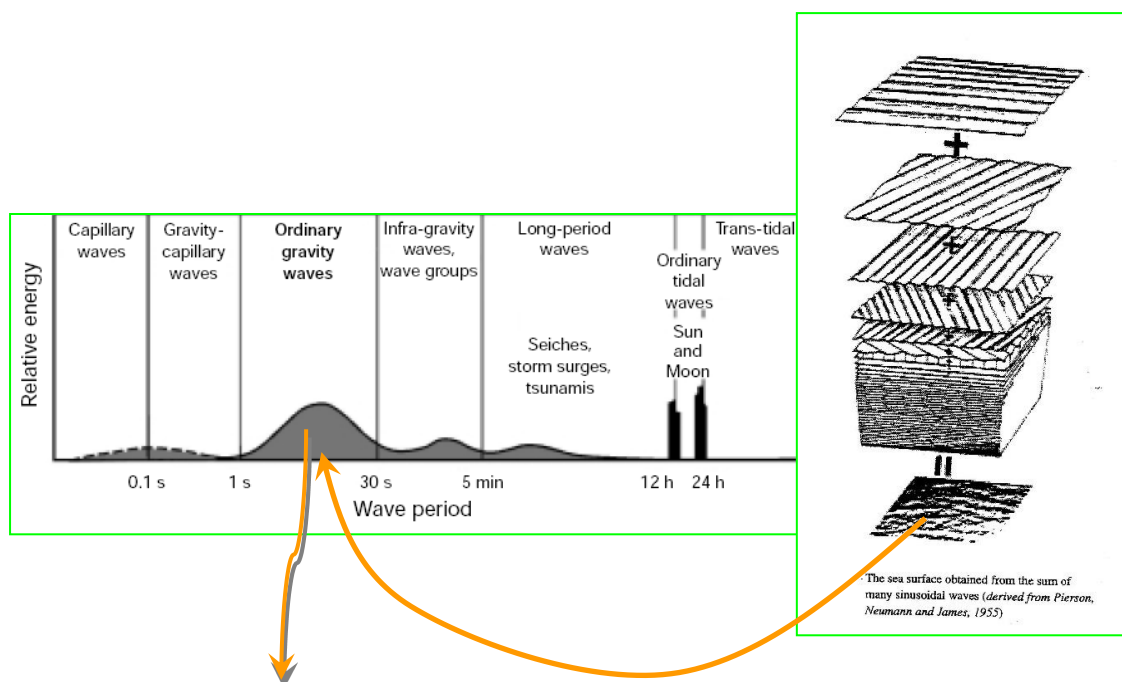
Sóng biển là một trong các hiện tượng tự nhiên liên quan mật thiết đến đời sống, các hoạt động kinh tế của con người và khoa học công nghệ với 3 chuyên ngành chính:

- (1) Các mô hình toán, các cơ sở dữ liệu minh họa kết quả tính toán mô tả, dự báo sóng theo nghĩa sóng biển là một hiện tượng cơ học ngẫu nhiên trong môi trường liên tục với các yếu tố chính bao gồm: độ cao, hướng, chu kỳ, phổ sóng, tình trạng phát triển và quy luật phân bố thống kê của chúng;

- (2) Xây dựng các công trình, thiết kế các thiết bị chống tác động tiêu cực và khai thác tác động tích cực của sóng;

- (3) Thiết lập các thiết bị công nghệ hoạt động trong điều kiện chung sóng với sóng biển và khai thác năng lượng sóng biển.

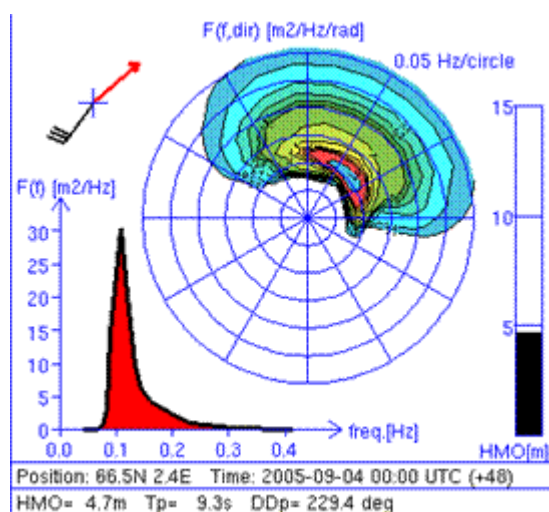
Đó chính là thực tế lý giải tại sao sóng biển đã, đang và sẽ được nghiên cứu trên nhiều phương diện, góc độ và bằng nhiều phương pháp; và vì sao kiến thức, dữ liệu đã tích lũy được về sóng là khổng lồ và đa dạng nhưng vẫn chưa đáp ứng đầy đủ nhu cầu của con người.



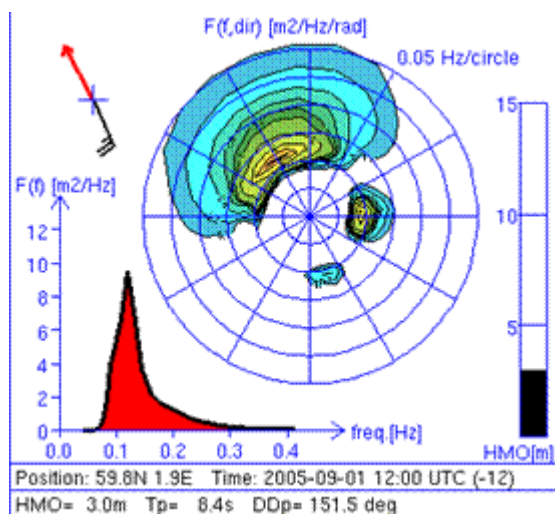
Hình 1: Sóng biển, phổ sóng biển và giới hạn chu kỳ của sóng sẽ nghiên cứu

Về phương diện hình thái, sóng biển là một quá trình ngẫu nhiên, tổng hợp từ nhiều sóng thành phần với chu kỳ, biên độ, hướng, khuôn dạng và bước sóng khác nhau. Dải phổ theo chu kỳ của sóng biển hẹp, ổn định và nằm trong khoảng từ 0,1 giây đến 30 giây (xem hình 1). Mặt khác, sóng là hiện tượng cơ học có hướng, do đó phổ của sóng đã phát triển (*đạt trạng thái bão hòa*) tại mỗi vị trí địa lý là hàm số có hai đối số là chu kỳ (*hay tần số*) và hướng, và được gọi phổ hai chiều (2-D, xem hình 2 và 3). Lát cắt phổ sóng hai chiều theo một hướng là phổ sóng một chiều (1-D, xem hình 4 và 5). Phổ sóng sóng đã phát triển và sóng đang phát triển khác nhau (so sánh các hình 2 và 3, 4 và 5). Phổ sóng khác nhau theo tọa độ địa lý. Như vậy, phổ sóng là hàm có ít nhất 6 đối số là: chu

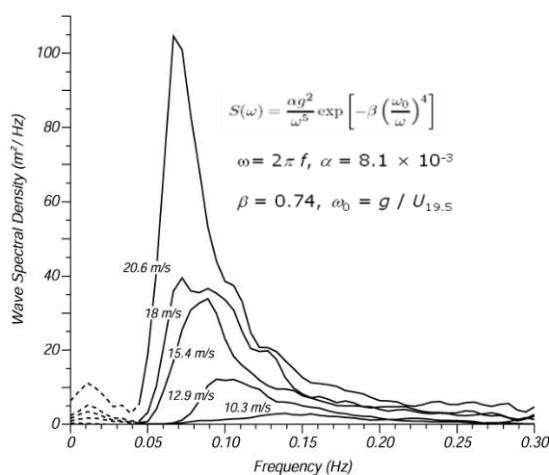
kỳ, hướng (của sóng), thời gian và 3 tọa độ không gian (x, y, z).



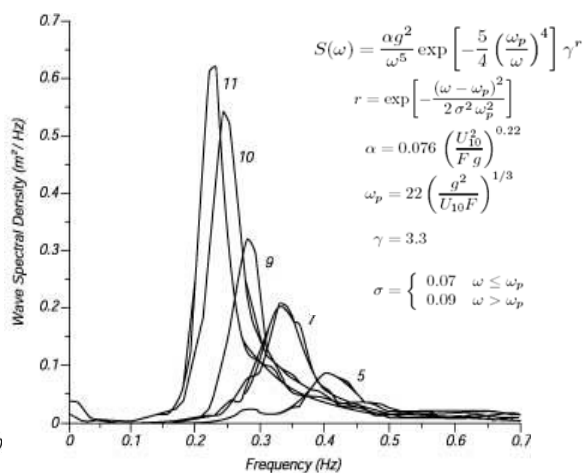
Hình 2: Phổ sóng gió 2 chiều (2-D)



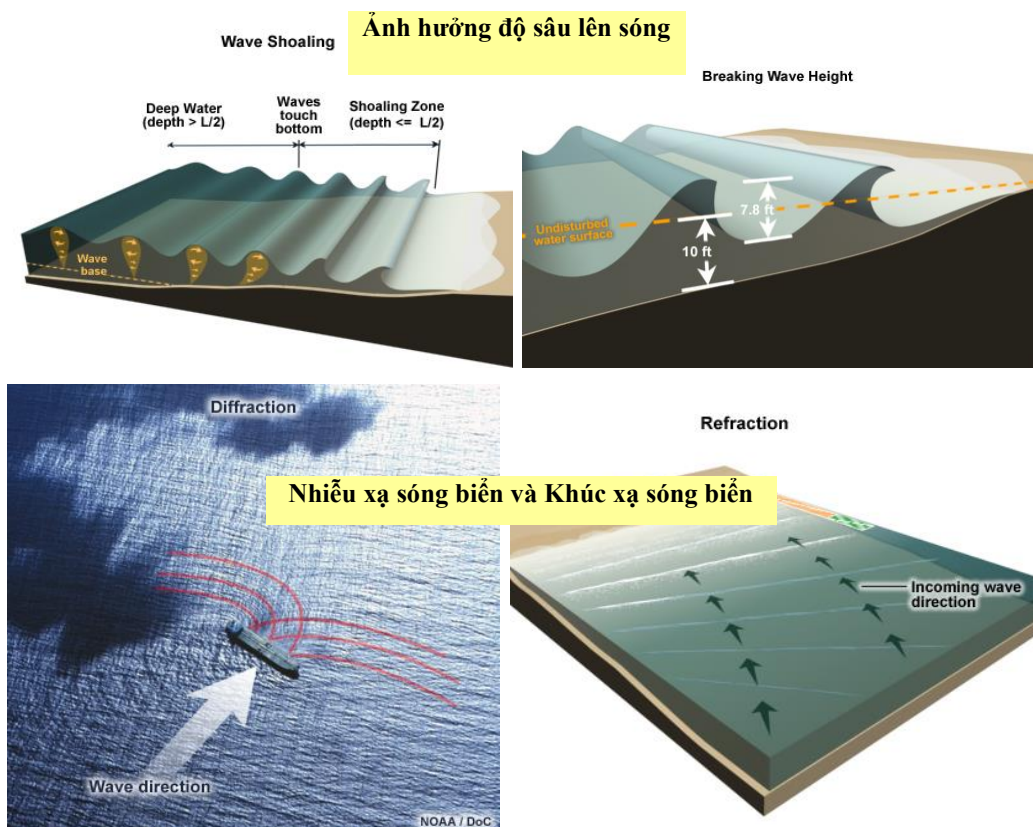
Hình 3: Phổ sóng tổng hợp sóng gió và sóng lừng 2 chiều (2-D)



Hình 4: Mô hình mô phỏng phổ sóng 1 chiều (1-D) của sóng gió đã phát triển của Moskowitz (1964).

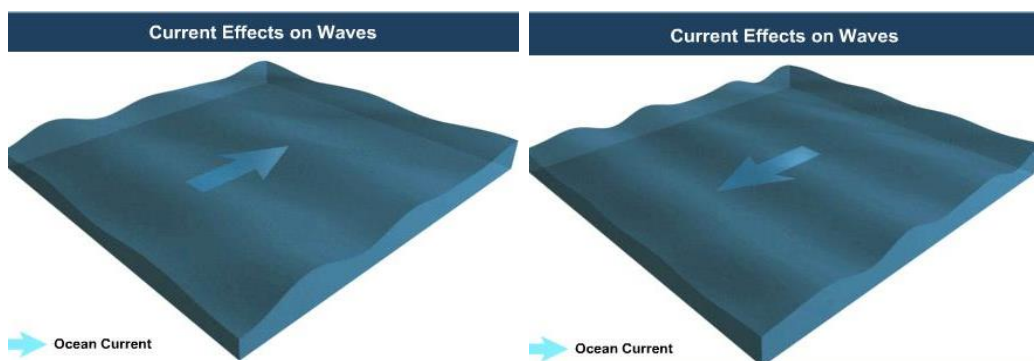


Hình 5: Mô hình mô phỏng phổ sóng 1 chiều (1-D) của sóng gió đã phát triển của Hasselmann (1973). (JONSWAP spectrum)



Ảnh hưởng dòng chảy lên sóng biển

Khi hướng sóng và dòng chảy cùng chiều và khi hướng sóng và dòng chảy ngược chiều



Hình 6: Sơ đồ mô phỏng các quá trình biến dạng sóng do ảnh hưởng của độ sâu, sóng vỡ do không ổn định, nhiễu xạ, khúc xạ và tương tác với dòng chảy

Về phương diện quan hệ nhân-quả, sóng biển tại vùng nghiên cứu được hình thành bởi tác động tổng hợp và đồng thời của 7 cơ chế chính (hình 6) là:

- Sóng từ biển Đông lan truyền đến;
- Ma sát và áp lực của gió tại chỗ lên mặt biển;

- Sự khúc xạ, nhiễu xạ, phản xạ, phân tán và vỡ sóng do tương tác giữa sóng và địa hình đáy, bờ biển, các cửa sông, các vịnh, các đảo;
- Sự tương tác giữa các sóng với nhau;
- Sự tương tác sóng với dòng chảy và dao động mực nước;
- Trạng thái cơ học của chính sóng biển (đang phát triển, đã phát triển và đang phân hủy- tan rã).

Đối với vùng nghiên cứu, hai cơ chế đầu là sơ cấp (*phát sinh ra sóng biển*), các cơ chế sau là thứ cấp (*phát sinh sau khi có sóng*). Tại các vị trí địa lý khác nhau, vai trò của chúng khác nhau, do đó mô hình sóng ứng dụng cũng có điểm khác nhau. Khi tiến vào vùng nghiên cứu, ảnh hưởng của địa hình đáy và bờ lên sóng gia tăng. Sự phân bố độ cao sóng và hướng sóng theo không gian tại đây khác hẳn vùng nước sâu (trên biển Đông). Khi tiến đến sát bờ, sự tác động của địa hình mạnh đến mức: hoặc là sóng trở nên mất ổn định, phải vỡ tan; hoặc là năng lượng sóng phân tán đến mức: mật độ năng lượng sóng triệt tiêu dần; hoặc là cả hai cơ chế cùng xảy ra. Năng lượng sóng lúc đó biến thành động năng tác động lên đáy và bờ biển, dẫn đến xói/ lở bờ biển.

Cụ thể, sóng biển tại vùng nghiên cứu là kết quả tương tác giữa một bên là điều kiện địa hình bờ và đáy biển và bên kia là trường sóng do gió tại chỗ sinh ra và sóng biển từ ngoài khơi biển Đông Nam Bộ truyền vào. Gió tại chỗ thường sinh ra sóng gió đơn thuần đang phát triển, độ cao không lớn như ngoài biển khơi và chu kỳ ngắn. Sóng biển sâu trên biển Đông thường có chu kỳ và độ cao lớn, đặc biệt trong các đợt gió mùa Đông Bắc (gió chướng) hoặc trong các cơn bão hay áp thấp nhiệt đới trên thềm lục địa Nam Bộ.

Để đánh giá tổng thể hiện trạng trong vùng nghiên cứu cần có các thông tin đặc tả sóng trong các tình huống thời tiết khác nhau với cấu trúc địa hình đáy, bờ hiện trạng. Phương pháp thường dùng, ít tốn kém và cho kết quả bảo đảm là kết hợp ứng dụng mô hình toán và đo đạc trên hiện trường trong đó:

- Số liệu đo đạc dùng để hiệu chỉnh thông số mô hình, cơ sở dữ liệu nhập và để kiểm định chất lượng số liệu tính toán mô phỏng dự báo bằng mô hình toán;
- Số liệu tính toán bằng mô hình toán sẽ được sử dụng để đặc tả sóng cho các trạng thái thời tiết, trên phạm vi toàn vùng nghiên cứu và lân cận thông qua các thực nghiệm số.

Đó là phương pháp được chọn để nghiên cứu sóng tại vùng nghiên cứu và lân cận.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp tiếp cận

➤ Phân tích các tài liệu hiện có để chọn phương pháp và mô hình nghiên cứu, lập cơ sở dữ liệu liên quan đến vùng nghiên cứu và các đối tượng nghiên cứu;

➤ Kế thừa các nghiên cứu đã có, tiếp tục cập nhật nâng cấp công nghệ và các cơ sở dữ liệu để tích hợp quy trình nghiên cứu tối ưu.

➤ Ứng dụng các mô hình toán về phổ sóng không ổn định kết hợp với công nghệ GIS để mô phỏng và dự báo tác động của sóng.

2.2. Quy trình nghiên cứu

Quy trình tính sóng gồm 6 bước:

- Bước 1: Phân tích tổng quan về sóng tại vùng dự án và lân cận;
- Bước 2: Chọn mô hình tính toán thủy lực số.

Mô hình thủy lực số phân tử hữu hạn tích hợp MIKE21/3 COUPLED MODEL FM sẽ được sử dụng để tính sóng có tính đến ảnh hưởng của dao động triều, gió và dòng chảy. Việc sử dụng mô hình thủy động lực số phân tử hữu hạn tại đây sẽ cho phép nâng cao độ phân giải theo phương ngang để mô phỏng xấp xỉ các đường bờ quanh co, công trình bên cảng (đặc biệt tại khu vực Côn Đảo)... Đây là một mô hình thủy lực số đã được thương mại hóa và đã được kiểm định chặt chẽ về mặt học thuật và ứng dụng thực tế rộng rãi ở Việt Nam và thế giới.

- Bước 3: Xây dựng các cơ sở dữ liệu tương thích với mô hình MIKE 21/3.
- Bước 4: Hiệu chỉnh thông số mô hình và các cơ sở dữ liệu nhập qua các thực nghiệm số trị và nghiệm chứng số liệu sóng tính toán và thực đo tại vùng nghiên cứu.
- Bước 5: Chạy các thực nghiệm số trị ứng với địa hình hiện trạng, khai thác số liệu, đóng gói và phân tích kết quả tính toán tương ứng.
- Bước 6: Tích hợp các kết luận và kiến nghị.

2.3. Xây dựng mô hình tính toán

2.3.1. Phạm vi không gian vùng tính toán sóng

Côn Đảo là một huyện đảo thuộc tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Chế độ sóng ở đây do chế độ sóng Biển Đông xác định. Việc xây dựng những phương pháp hiện đại tính sóng gió đòi hỏi chi tiết mô hình

hoá toán học từ sự xuất sinh, phát triển, lan truyền và biến dạng sóng trên mặt các thủy vực trong những điều kiện tựa dừng, đến tổng hợp những quy luật khí hậu, gặp thấy trong những điều kiện hình thành sóng khác nhau ở từng vùng đại dương, biển và đới bờ.

Với nhận thức nêu trên, để định ra phạm vi không gian lập mô hình toán nghiên cứu sóng cho vùng Côn Đảo, tác giả xác định dựa vào các căn cứ thực tiễn và học thuật như sau:

- Chúng ta dễ dàng nhận ra thực tế là sóng trên vùng nghiên cứu do 5 cơ chế sinh ra: (1) gió thổi trên mặt; (2) tương tác với dòng chảy; (3) thay đổi độ sâu cột nước do dao động triều; (4) Các cơ chế khúc xạ, nhiễu xạ và tán xạ sóng trên nước nông và các cấu trúc đường bờ, công trình; (5) sự cưỡng bức của sóng biển Đông trên các biên mở. Mô hình phản ánh đúng bản chất vật lý sóng ở đây là mô hình tính đến tương tác sóng với dao động mực nước và dòng chảy (do triều là chính). Do vậy, phạm vi không gian và lưới tính sóng phải khớp với lưới tính dòng chảy và mực nước.
- Vùng nghiên cứu có địa hình đáy bao gồm các bãi triều, có biên độ dao động độ sâu do thủy triều rất lớn, do đó vị trí đặt biên miền không gian mô phỏng sóng tại đây cần được mở rộng để đảm bảo tính liên tục của quá trình thủy động lực học trên toàn vùng, đảm bảo kết quả tính sóng tại vùng nghiên cứu có đủ độ tin cậy và tính khách quan cần thiết.
- Các đoạn biên được đặt tại các vị trí gần với biên tự nhiên và gần các trạm đo các yếu tố Khí tượng-Thủy-Hải văn, cho phép chúng ta giảm thiểu ảnh

hường của các sai số do chủ quan khi xác lập các cơ sở dữ liệu biên mở và quan trọng nhất là để đơn giản hóa việc xác lập các cơ sở dữ liệu biên mở này với các dữ liệu Khí tượng, Thủy-Hải văn hiện có.

2.3.2. Biên Khí tượng-Thủy-Hải Văn

Biên Khí tượng-Thủy-Hải văn để tính sóng tại vùng nghiên cứu bao gồm:

- (1) Trường gió trên mặt biển trên phạm vi toàn miền tính.
- (2) Sóng tới trên các đoạn biên mở của miền tính.
- (3) Trường dòng chảy và mực nước trên toàn vùng tính sóng.

Phân tích các cơ chế ảnh hưởng đến sóng tại vùng nghiên cứu cho thấy:

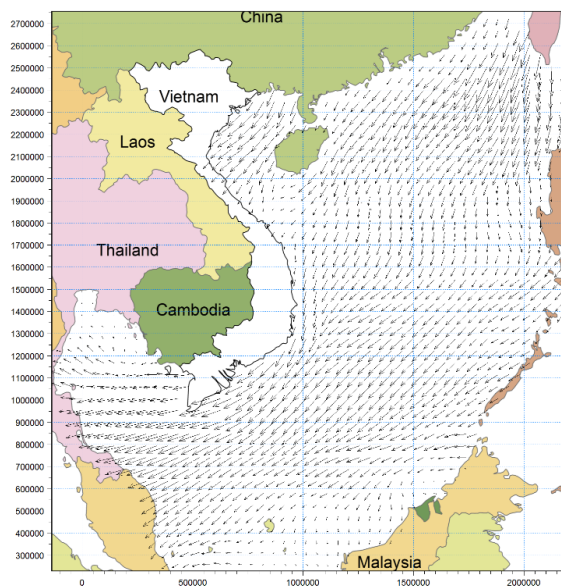
Gió tại chỗ là yếu tố quan trọng nhất xác định lên chế độ sóng tại vùng nghiên

cứu và lân cận. Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam đã biến tính. Do vị trí địa lý đặc biệt của vùng nghiên cứu nên cơ sở dữ liệu biên gió trên mặt biển được trích ra từ mô hình khí tượng ECMWF trong mô phỏng tính toán sóng tại vùng dự án bằng mô hình MIKE 21/3 Coupled FM Model.

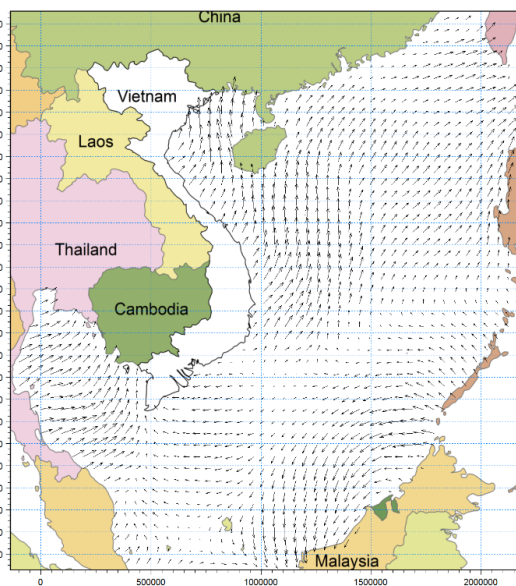
Ảnh hưởng của dòng chảy và mực nước lên sóng được tích hợp trong mô hình MIKE 21/3 Coupled FM Model với biên mực nước trên các đoạn biên.

Như vậy, ta có 2 trường hợp nghiên cứu tính toán sóng tại vùng nghiên cứu là:

1. Sóng trong mùa gió Đông Bắc tháng 11 năm 2017;
2. Sóng trong mùa gió Tây Nam tháng 8 năm 2017.



Hình 7: Trường gió Biển Đông trong mùa Đông Bắc



Hình 8: Trường gió Biển Đông trong mùa Tây Nam

2.3.3. Lưới tính và các cơ sở dữ liệu biên cứng trên lưới tính sóng

Lưới tính phần tử hữu hạn và cơ sở dữ liệu (cơ sở dữ liệu) biên cứng bao gồm đường bờ, địa hình đáy và vị trí đặt các biên mở để chạy mô hình MIKE 21/3 Coupled Model FM. Các cơ sở dữ liệu biên cứng được tích hợp dưới dạng tệp cơ sở dữ liệu DEM trên các nút lưới tính theo chuẩn mô hình MIKE 21/3 Coupled Model FM.

Với phạm vi nghiên cứu và tính toán đã chọn, ta nhận thấy:

- Tại vùng nghiên cứu và lân cận đã có số liệu quan trắc thủy, hải văn, khí tượng của các trạm Quốc gia... nên việc thu thập và xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào có thuận lợi.
- Kế thừa được một số số liệu khảo sát địa hình tại các khu vực liền kề vùng nghiên cứu, thuận lợi cho công tác lập cơ sở dữ liệu biên cứng thỏa mãn các tiêu chuẩn mô hình thủy lực số.
- Ngoài tài liệu khảo sát địa hình tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi còn thu thập bổ sung số liệu địa hình cho toàn miền tính từ các đề tài, dự án đã thu thập được của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, Viện Kỹ thuật Biển.

Tiêu chí để xác định độ phân giải cho lưới tính bao gồm:

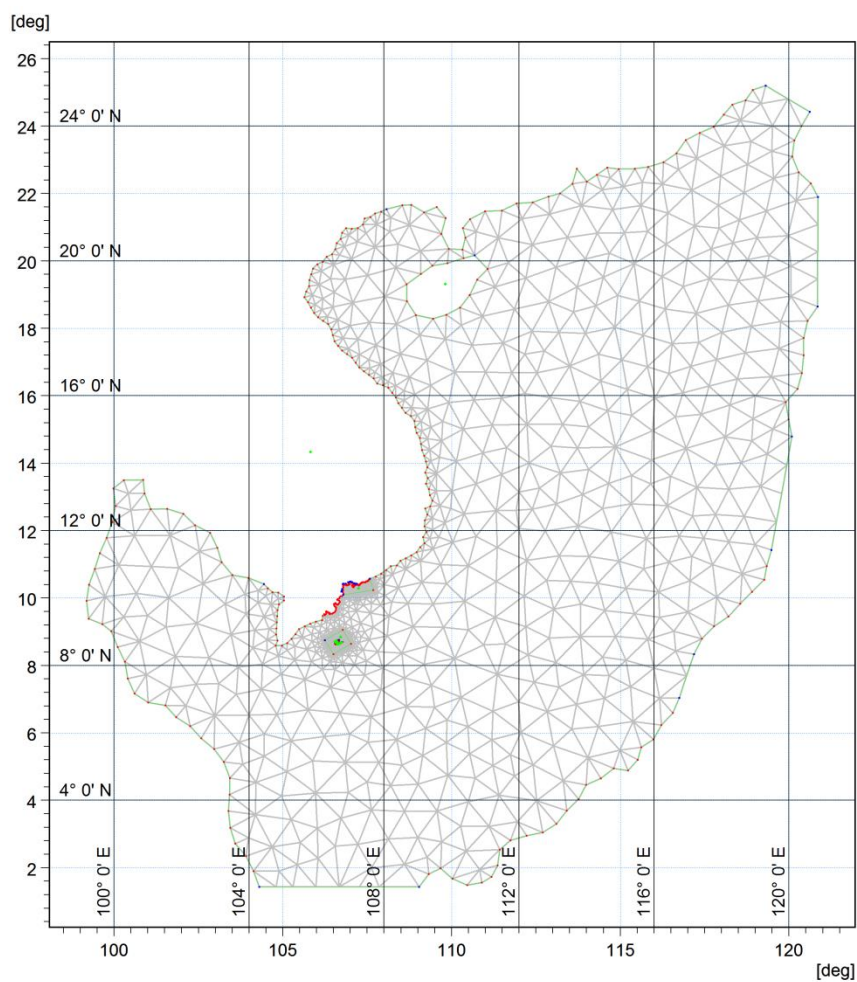
1. Tại vùng nghiên cứu và lân cận, độ phân giải lưới phải đủ cao để tăng độ chính xác cho các kết quả tính toán;
2. Số phần tử thuộc lưới tính phải tối thiểu để giảm thời gian tính toán;
3. Lưới tính phải cho kết quả ổn định và phù hợp với số liệu đo đạc.

Đây là bước công tác có ý nghĩa quan trọng đối với kết quả nghiên cứu sóng.

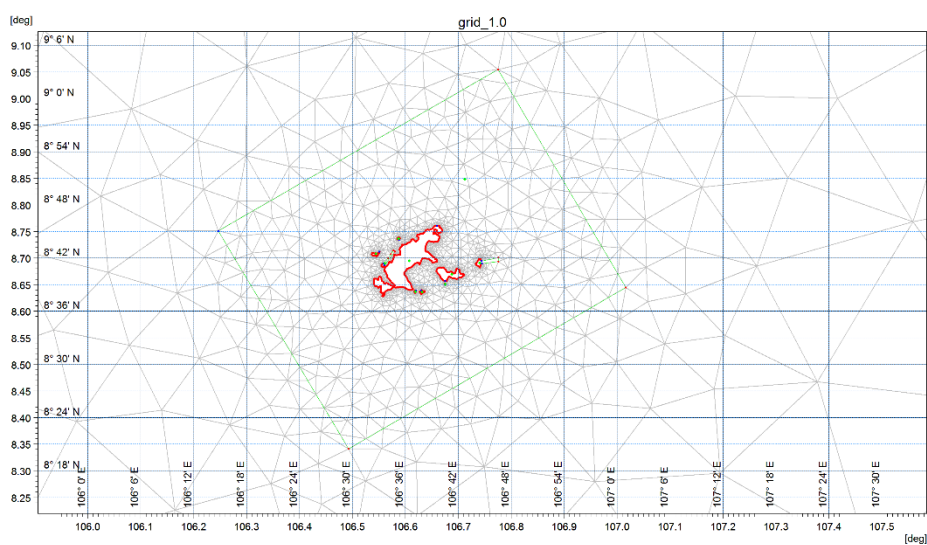
Kết quả xây dựng lưới tính phần tử hữu hạn và tích hợp cơ sở dữ liệu DEM trên hình 9, 10 và 11. Lưới tính này có 11015 phần tử và 5753 nút. Các thuộc tính của lưới này cần phải hiệu chỉnh và kiểm tra bằng các thực nghiệm số trị để đánh giá, khảo sát:

- (1) Tốc độ tính toán;
- (2) Độ ổn định của lưới tính và các cơ sở dữ liệu kèm theo;
- (3) Độ chính xác của kết quả tính toán.

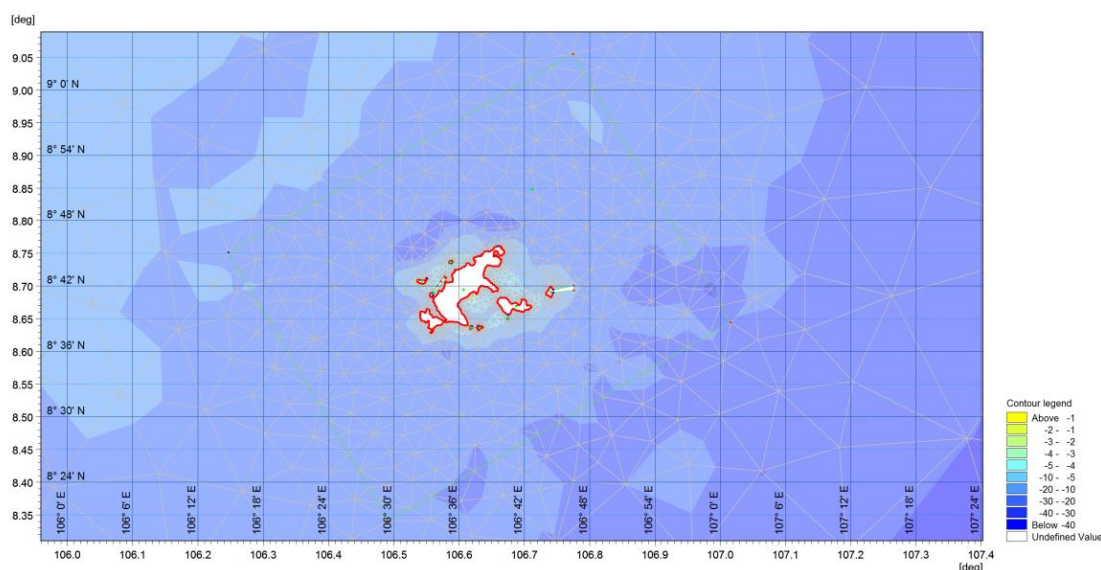
Kết quả xây dựng lưới tính và số hoá dữ liệu biên cứng lên lưới tính được trình bày trên các hình theo sau.



Hình 9: Lưới tính phân tử hữu hạn cho toàn vùng nghiên cứu.



Hình 10: Mô hình lưới lồng được thực hiện tại khu vực Côn Đảo.



Hình 11: Cơ sở dữ liệu DEM cho toàn khu vực Côn Đảo.

2.4. Hiệu chỉnh các thông số mô hình

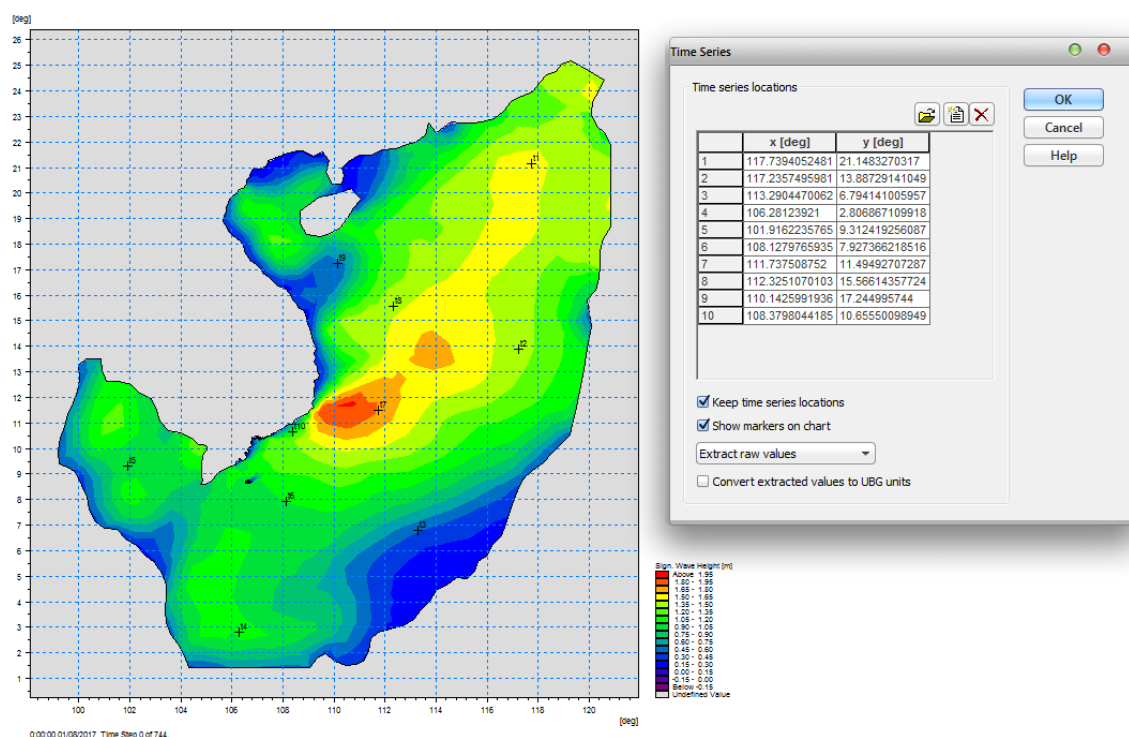
Việc hiệu chỉnh thông số cho mô hình có ý nghĩa quyết định cho các bước tính toán tiếp theo, nên nhóm tác giả đã tiến hành hiệu chỉnh, như sau:

- Hiệu chỉnh các thông số tại 2 khu vực là bờ biển tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu và khu vực Côn Đảo với mục tiêu chính xác các cơ sở dữ liệu đầu vào cho quá trình tính toán phổ sóng tại vùng nghiên cứu.
- Biên cứng và lưới tính toàn cục và tại vùng nghiên cứu sau khi đã hiệu chỉnh và tích hợp vào lưới tính như hình 9.
- Vòng hiệu chỉnh này sẽ sử dụng bộ số liệu thực đo vào tháng 8 năm 2017.
- Biên lòng được chọn là mực nước tại 5 đoạn nối liền qua các

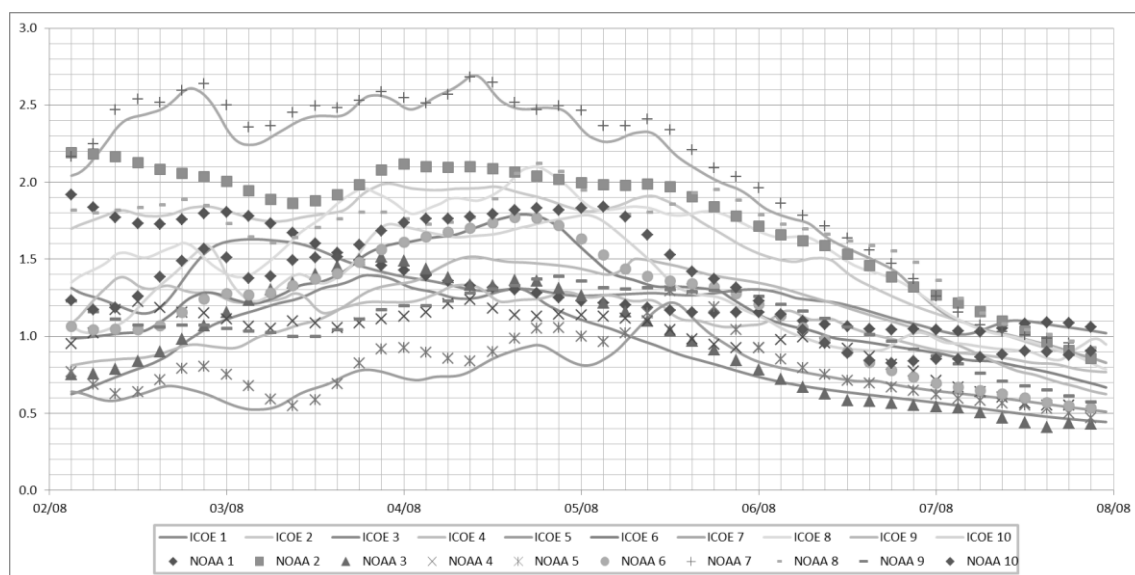
eo biển của biển Đông, bao gồm: biên phía Bắc, phía Đông, Đông Bắc, Đông Nam và phía Nam.

- Các thông số cần hiệu chỉnh bao gồm:
 - Lưới tính và số liệu đầu vào của biên rắn tại các khu vực đo địa hình thừa hoặc không có.
 - Các thông số mô tả mối tương quan về trị số mực nước và độ lệch pha triều tại các đoạn biên mực nước trên biển Đông (là những nơi dùng bảng triều để tính toán).
 - Các thông số mô hình số như: hệ số nhám đáy; hệ số tán xạ rối trên phạm vi toàn vùng tính toán.
 - Bước tính, hệ số CFL (Courant-Friedrich-Lévy) và thông số cho lưới phân tử hữu hạn.

2.5. Kiểm định mô hình



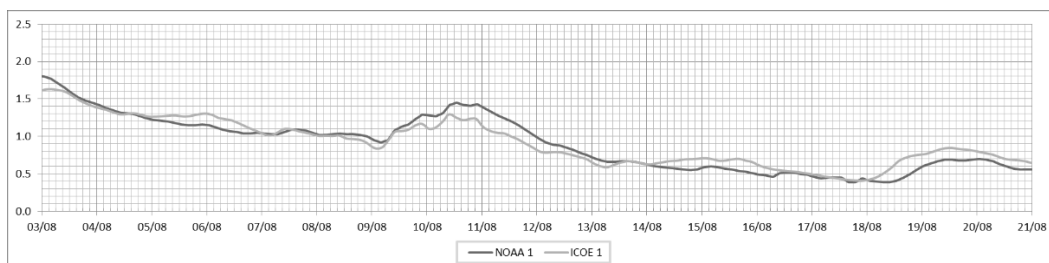
Hình 12: Sơ đồ vị trí các trạm được kiểm định sóng giữa Wave Watch III và mô hình biển Đông do nhóm tác giả (ICOE) phát triển trên nền ứng dụng MIKE.



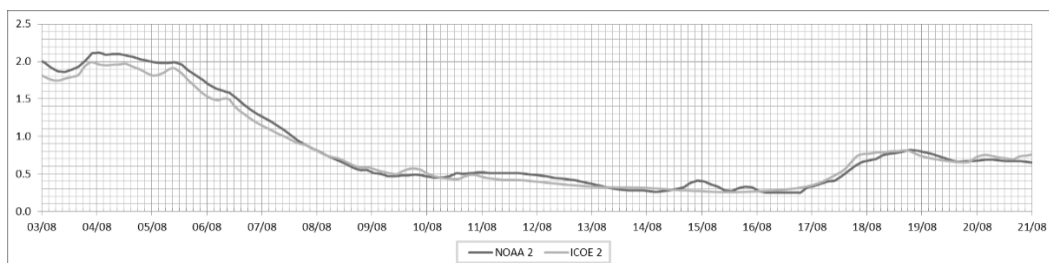
Hình 13: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại các điểm trên biển Đông giữa mô hình WAVEWATCH III và mô hình biển Đông trên MIKE do nhóm tác giả (ICOE) thực hiện.

Trong kiểm định nhóm tác giả thực hiện các so sánh qua hai vòng. Vòng 1, dữ liệu độ cao sóng nghĩa sẽ được kiểm định với số liệu từ mô hình toàn cầu WAVEWATCH III tại 10 điểm rải rác khắp khu vực biển Đông như trong Hình

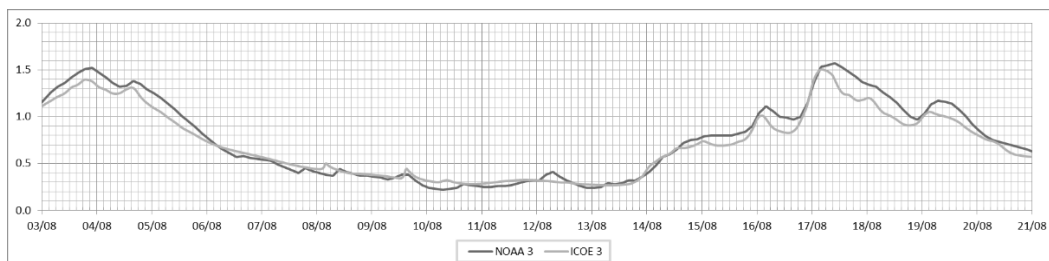
12. Kết quả từ mô hình lưới tính toàn biển Đông do nhóm tác giả phát triển sẽ được ký hiệu là ICOE khi so sánh với kết quả thu thập từ mô hình NOAA. Kết quả kiểm định được trình bày từ Hình 13 đến Hình 23.



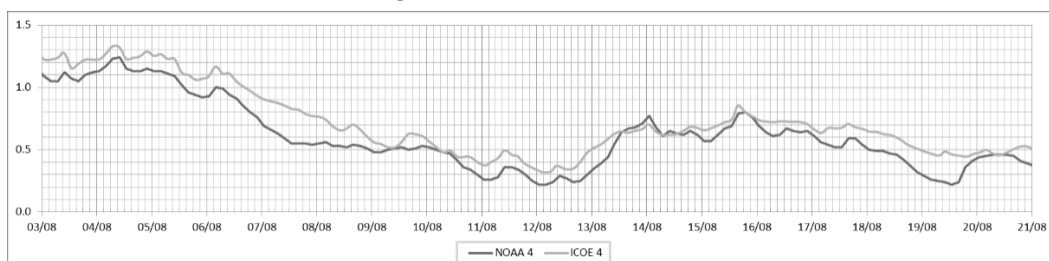
Hình 14: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 1 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



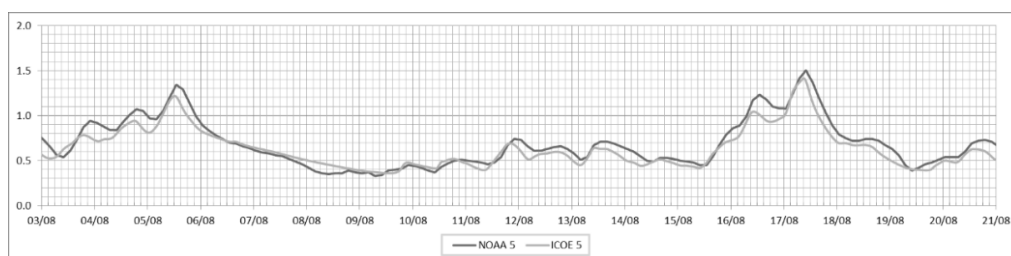
Hình 15: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 2 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



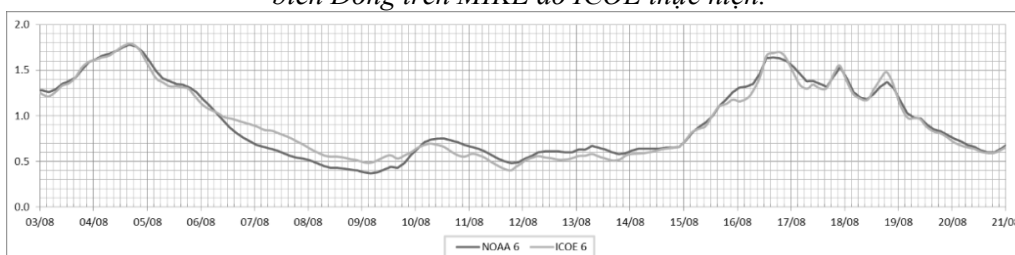
Hình 16: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 3 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



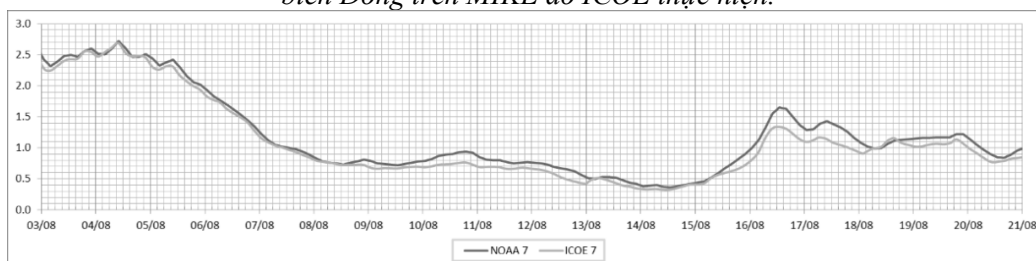
Hình 17: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 4 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



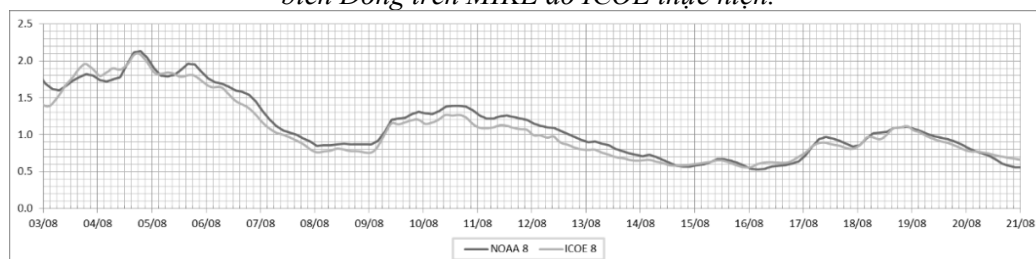
Hình 18: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 5 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



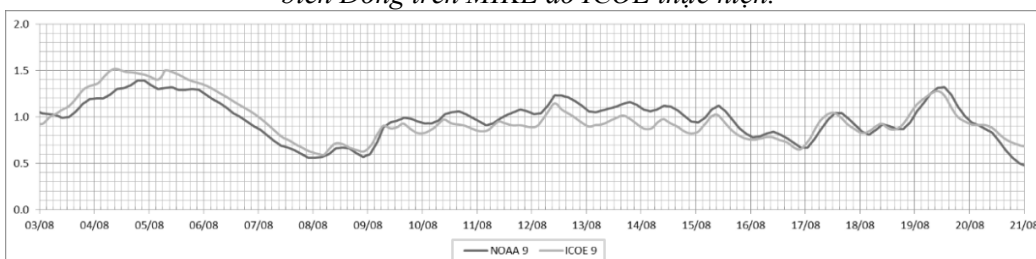
Hình 19: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 6 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



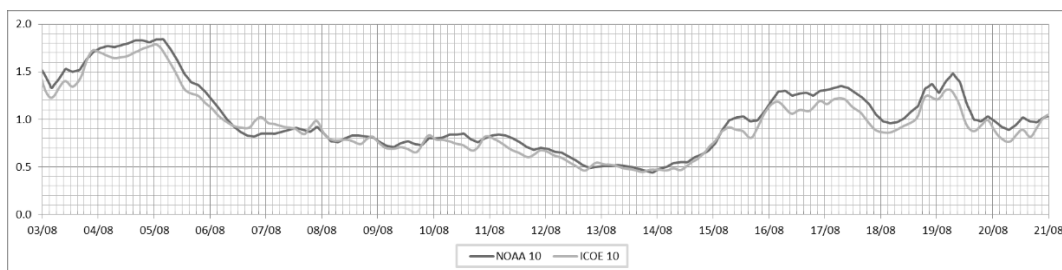
Hình 20: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 7 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.



Hình 21: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 8 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.

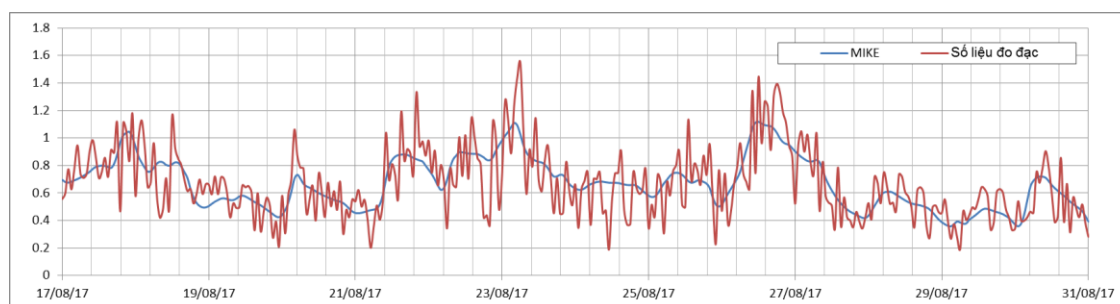


Hình 22: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 9 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.

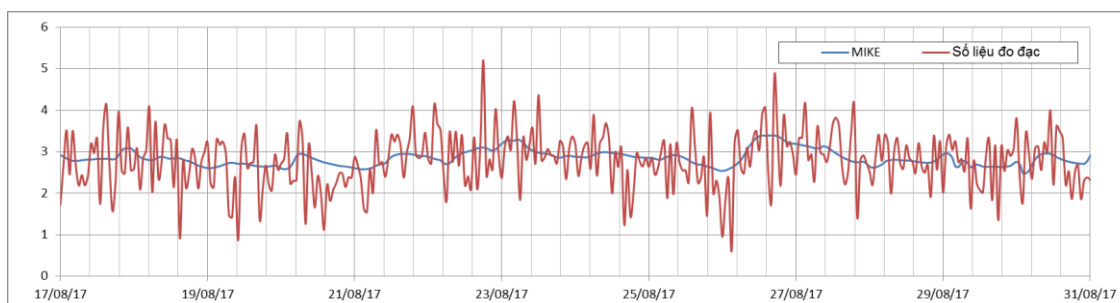


Hình 23: So sánh độ cao sóng có nghĩa tại vị trí số 10 giữa mô hình WAVEWATCH và mô hình biển Đông trên MIKE do ICOE thực hiện.

Vòng 2, kết quả tính toán từ mô hình sẽ được kiểm định với dữ liệu đo đạc ngoài thực địa tại vị trí (107.072255, 10.196216) theo kinh vĩ độ hay 48N(727019, 1127834) theo tọa độ UTM.



Hình 24: So sánh độ cao sóng có nghĩa (m) giữa mô hình MIKE với dữ liệu thực đo.

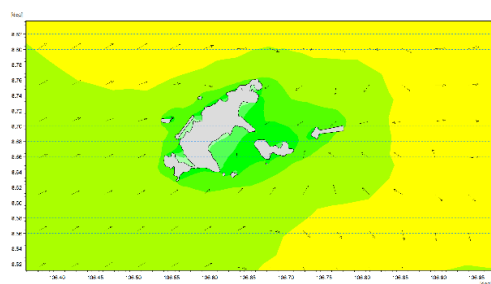


Hình 25: So sánh chu kỳ sóng giữa mô hình MIKE với dữ liệu thực đo.

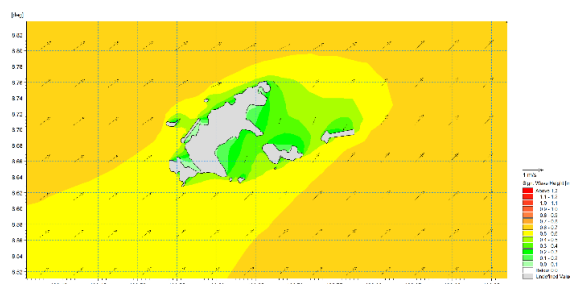
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Sau khi hiệu chỉnh các thông số đầu vào cho hình, nhóm tác giả đã tiến hành chạy mô hình trong điều kiện thời tiết khác nhau ứng với gió mùa Đông Bắc và Tây Nam. Thời gian mô phỏng mô hình là

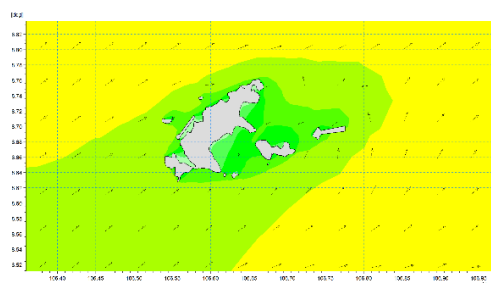
tháng 8/2017 và tháng 11/2017 tháng (mỗi dạng thời tiết là 1 tháng), độ giãn cách thời gian là 1 giờ. Kết quả được trình trên các bộ bản đồ trường sóng tại vùng dự án và lân cận tại các thời điểm quan trọng trong một chu kỳ triều.



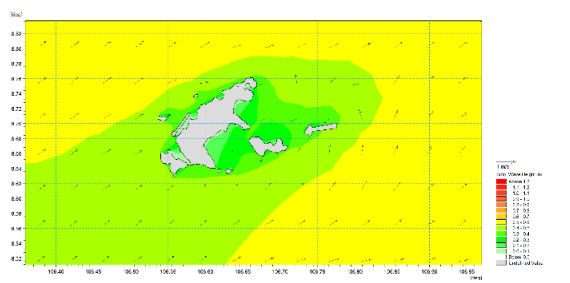
Hình 26: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm chân triều tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



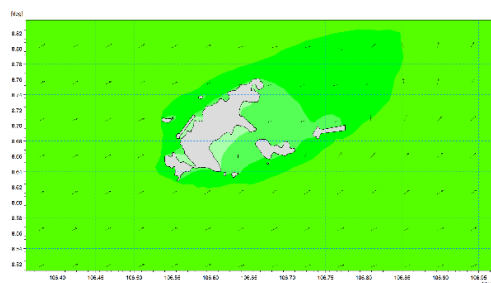
Hình 27: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm đỉnh triều tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



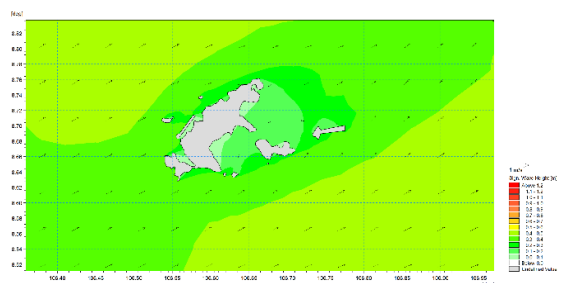
Hình 28: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm triều dâng tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



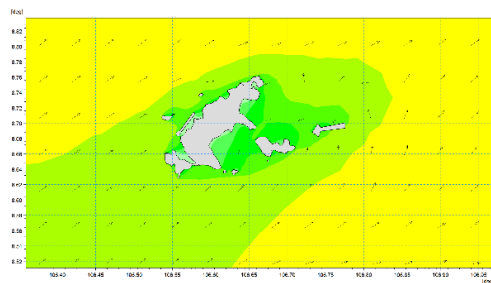
Hình 29: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm triều rút tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



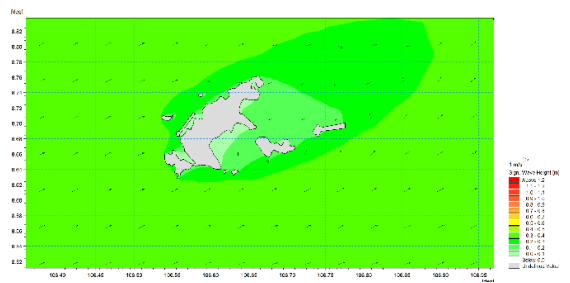
Hình 30: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm chân triều tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



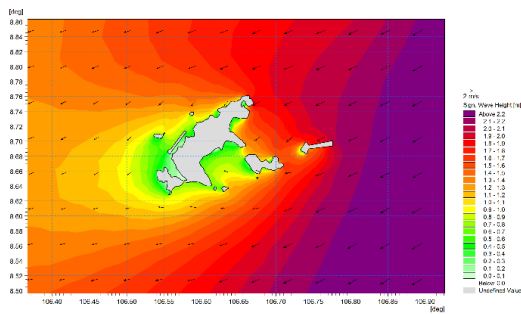
Hình 31: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm đỉnh triều tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



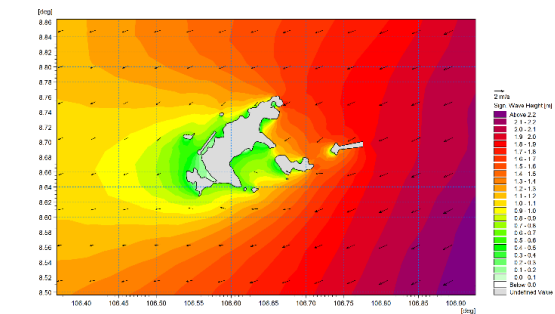
Hình 32: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm triều dâng tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



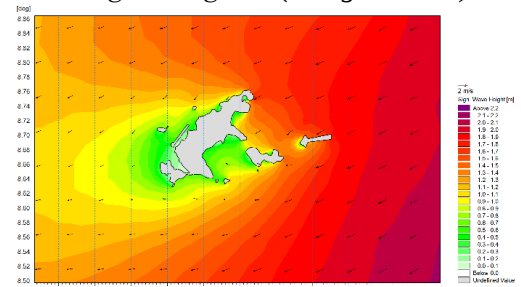
Hình 33: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm triều rút tại Côn Đảo vào mùa gió Tây Nam (tháng 08/2017)



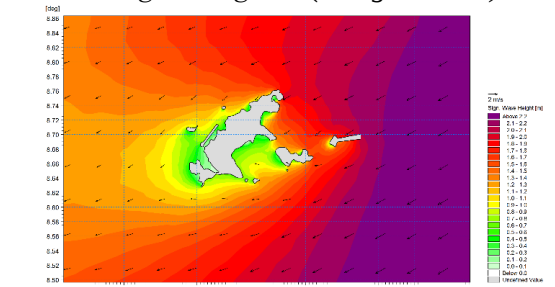
Hình 34: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm chân triều tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



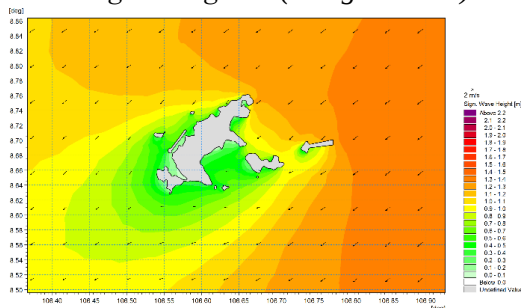
Hình 35: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm đỉnh triều tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



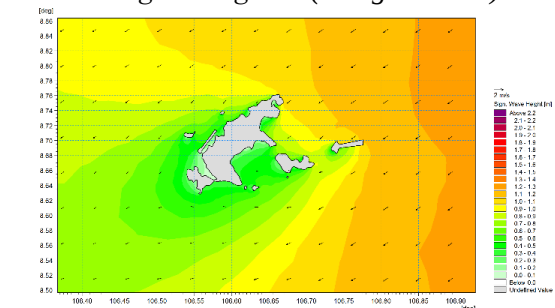
Hình 36: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm triều dâng tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



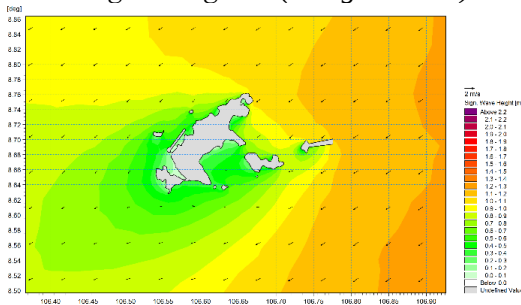
Hình 37: Trường sóng kỳ triều cường thời điểm triều rút tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



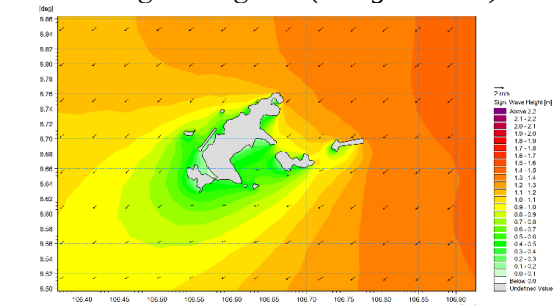
Hình 38: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm chân triều tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



Hình 39: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm đỉnh triều tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



Hình 40: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm triều dâng tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)



Hình 41: Trường sóng kỳ triều kiệt thời điểm triều rút tại Côn Đảo vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11/2017)

Bảng 1. Vị trí các điểm phân tích sóng ven bờ khu vực Côn Đảo

Vị trí	Kinh độ	Vĩ độ
Hòn Bà A	106.5688	8.633389
Mũi Cá Mập	106.6145	8.638026
Hòn Bà B	106.5379	8.663414
Bến Đầm	106.5712	8.652294
Bãi Nhất	106.5958	8.641366
Bãi Ông Đụng	106.5835	8.710971
Đầm Trầu	106.6175	8.736407
Hòn Bà C	106.5489	8.641098
Hòn Bảy Cạnh A	106.6820	8.675645
Hòn Bảy Cạnh B	106.6644	8.661012
Bãi Hang Dơi	106.6176	8.682368
Hòn Bảy Cạnh C	106.6904	8.658575
Côn Sơn B	106.6684	8.743265
Côn Sơn D	106.6442	8.759497
Mũi Tàu	106.6605	8.690724
Côn Sơn A	106.6443	8.720705

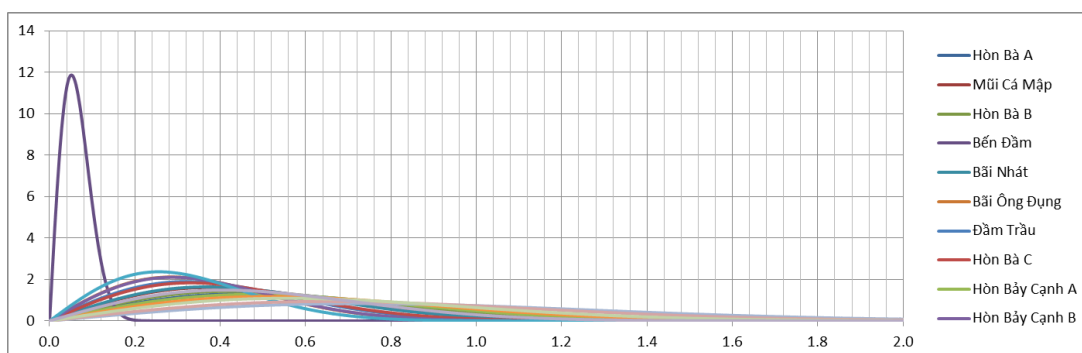


Hình 42: Vị trí các điểm phân tích sóng ven bờ khu vực Côn Đảo.

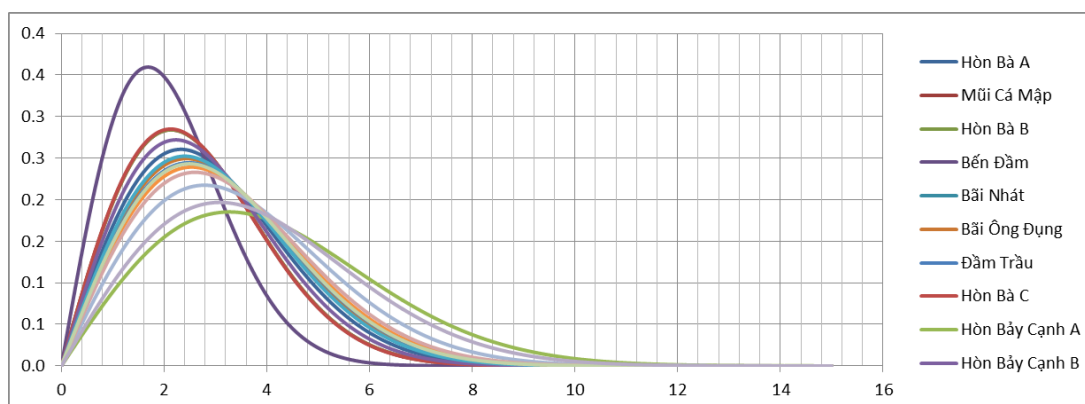
Dựa vào thông tin của hàm phân bố tần suất của độ cao sóng có nghĩa và chu kỳ sẽ được tính theo phương pháp MLE. mật độ xác suất Hình 43 và 44, các giá trị

Bảng 2 đến Bảng 5 trình bày giá trị độ cao sóng có nghĩa và chu kỳ sóng ứng với tần suất thiết kế 1%, 2%, 5%, 10%, 50% và 99%. Đối với chu kỳ sóng, các tần suất thiết kế 1%, 2%, 5%, 10% sẽ ứng với

ngoài khoảng giá trị như được trình bày ở Bảng 4, Bảng 5 và Bảng 6. Riêng đối với tần suất thiết 50% và 99%, chu kỳ sóng sẽ nằm trong khoảng giá trị này.



Hình 43. Hàm mật độ xác suất của độ cao sóng có nghĩa (m) tại vị trí các điểm phân tích sóng ven bờ khu vực Côn Đảo.



Hình 44. Hàm mật độ xác suất của chu kỳ sóng (s) tại vị trí các điểm phân tích sóng ven bờ khu vực Côn Đảo.

Bảng 2: Giá trị thống kê tần suất độ cao sóng có nghĩa (m) tại 8 điểm đầu sóng ven bờ khu vực Côn Đảo.

Tần suất	Độ cao sóng có nghĩa (m)							
	Hòn Bà A	Mũi Cá Mập	Hòn Bà B	Bến Đầm	Bãi Nhát	Bãi Ông Đụng	Đầm Trầu	Hòn Bà C
1%	1.40	1.14	1.29	0.16	1.12	0.87	0.97	1.00
2%	1.29	1.05	1.19	0.14	1.03	0.80	0.90	0.92
5%	1.13	0.92	1.04	0.13	0.90	0.70	0.78	0.81
10%	0.99	0.81	0.91	0.11	0.79	0.61	0.69	0.71
50%	0.54	0.44	0.50	0.06	0.43	0.34	0.38	0.39
99%	0.07	0.05	0.06	0.01	0.05	0.04	0.05	0.05

Bảng 3: Giá trị thống kê tần suất độ cao sóng có nghĩa (m) tại 8 điểm cuối sóng ven bờ khu vực Côn Đảo.

Tần suất	Độ cao sóng có nghĩa (m)							
	Hòn Bảy Cạnh A	Hòn Bảy Cạnh B	Bãi Hang Dơi	Hòn Bảy Cạnh C	Côn Sơn B	Côn Sơn D	Mũi Tàu	Côn Sơn A
1%	1.44	0.87	0.78	1.57	2.20	1.96	1.69	1.24
2%	1.33	0.81	0.72	1.44	2.03	1.81	1.56	1.14
5%	1.16	0.71	0.63	1.26	1.78	1.58	1.36	1.00
10%	1.02	0.62	0.55	1.11	1.56	1.39	1.19	0.88
50%	0.56	0.34	0.30	0.61	0.85	0.76	0.65	0.48
99%	0.07	0.04	0.04	0.07	0.10	0.09	0.08	0.06

Bảng 4: Giá trị thống kê tần suất chu kỳ sóng (s) tại 5 điểm đầu sóng ven bờ khu vực Côn Đảo

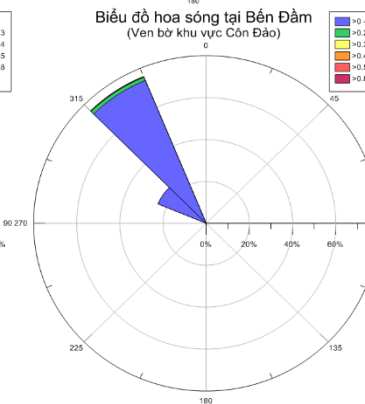
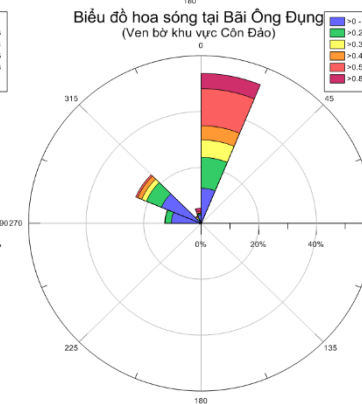
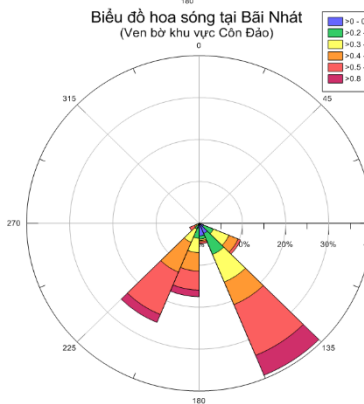
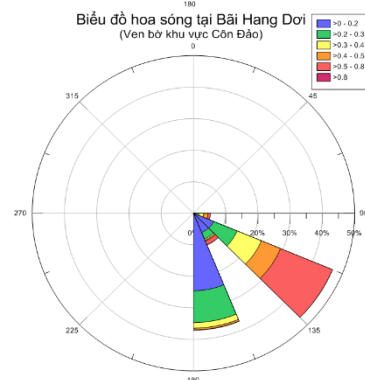
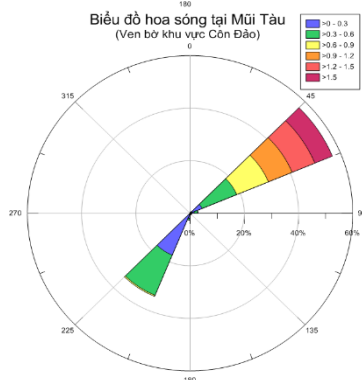
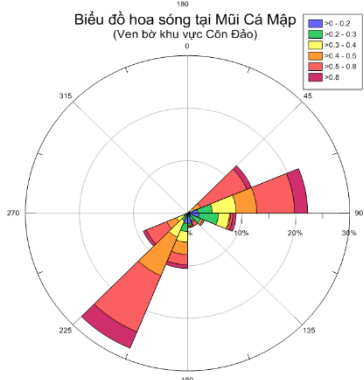
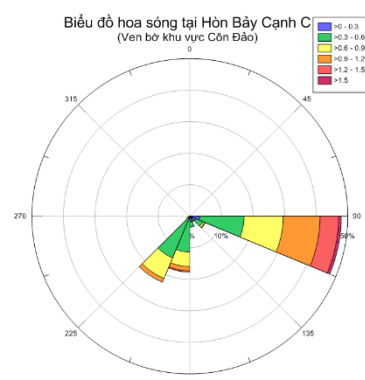
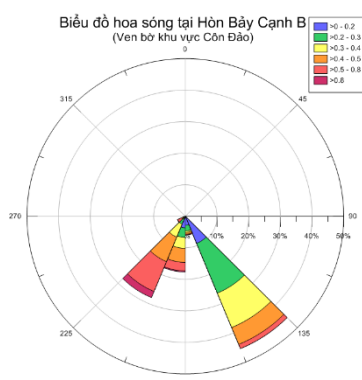
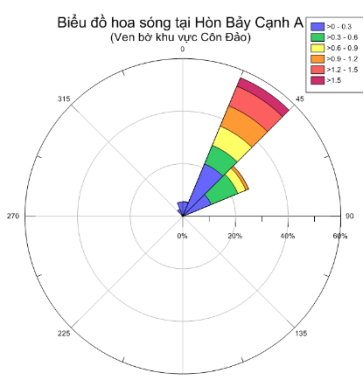
Tần suất	Chu kỳ sóng									
	Hòn Bà A		Mũi Cá Mập		Hòn Bà B		Bến Đầm		Bãi Nhát	
1%	0.2	7.6	0.2	6.9	0.2	6.9	0.2	5.5	0.2	8.1
2%	0.3	7.1	0.3	6.5	0.3	6.5	0.2	5.1	0.4	7.5
5%	0.2	8.1	0.2	7.4	0.2	7.4	0.1	5.8	0.2	8.6
10%	0.7	5.7	0.7	5.2	0.7	5.2	0.5	4.1	0.8	6.1
50%	1.8	3.9	1.6	3.6	1.6	3.6	1.3	2.8	1.9	4.1
99%	0.2	7.6	0.2	6.9	0.2	6.9	0.2	5.5	0.2	8.1

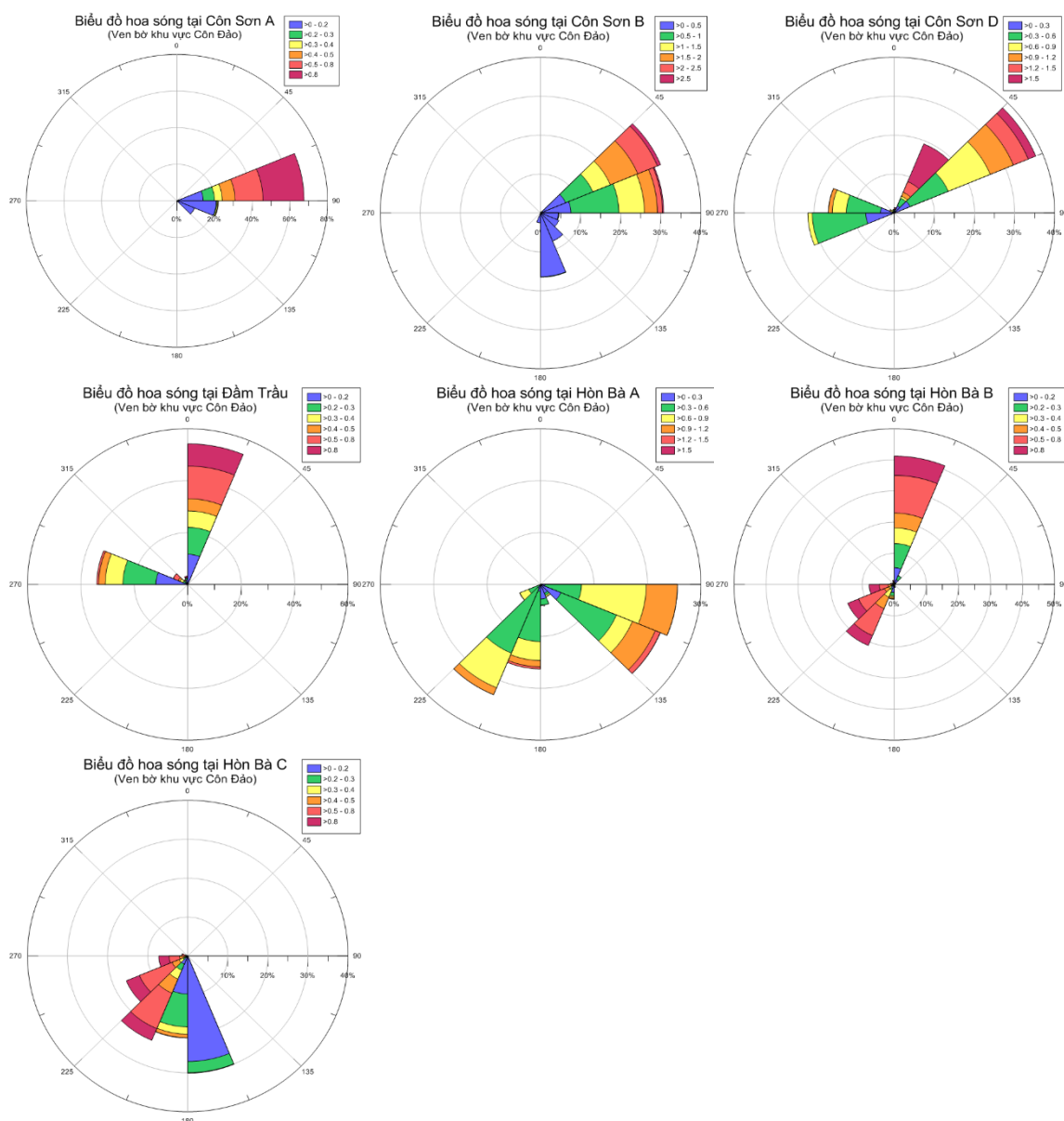
Bảng 5: Giá trị thống kê tần suất chu kỳ sóng (s) tại 5 điểm giữa sóng ven bờ khu vực Côn Đảo

Tần suất	Chu kỳ sóng									
	Hòn Bảy Cạnh A		Hòn Bảy Cạnh B		Bãi Hang Dơi		Hòn Bảy Cạnh C		Côn Sơn B	
1%	0.3	10.7	0.2	7.3	0.2	7.8	0.3	8.3	0.3	9.1
2%	0.5	9.9	0.3	6.8	0.3	7.3	0.4	7.7	0.4	8.5
5%	0.2	11.3	0.2	7.7	0.2	8.3	0.2	8.8	0.2	9.7
10%	1.0	8.0	0.7	5.5	0.8	5.9	0.8	6.2	0.9	6.8
50%	2.5	5.5	1.7	3.7	1.8	4.0	1.9	4.2	2.1	4.6
99%	0.3	10.7	0.2	7.3	0.2	7.8	0.3	8.3	0.3	9.1

Bảng 6: Giá trị thống kê tần suất chu kỳ sóng (s) tại 6 điểm cuối sóng ven bờ khu vực Côn Đảo

Tần suất	Chu kỳ sóng											
	Bãi Ông Đụng		Đầm Trầu		Hòn Bà C		Côn Sơn D		Mũi Tàu		Côn Sơn A	
1%	0.2	7.9	0.2	8.1	0.2	6.9	0.3	8.5	0.2	8.1	0.3	10.0
2%	0.3	7.4	0.4	7.5	0.3	6.5	0.4	7.9	0.4	7.6	0.4	9.4
5%	0.2	8.4	0.2	8.6	0.2	7.4	0.2	9.0	0.2	8.6	0.2	10.7
10%	0.8	6.0	0.8	6.1	0.7	5.2	0.8	6.4	0.8	6.1	1.0	7.5
50%	1.8	4.0	1.9	4.1	1.6	3.5	2.0	4.3	1.9	4.2	2.3	5.1
99%	0.2	7.9	0.2	8.1	0.2	6.9	0.3	8.5	0.2	8.1	0.3	10.0





4. KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

Bài báo nghiên cứu sóng ven bờ khu vực huyện Côn Đảo thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu trên mô hình toán MIKE21.

Côn Đảo là huyện đảo nằm về phía biển khu vực Nam Bộ, chịu ảnh hưởng của chế độ thủy động lực Biển Đông. Đề tài đã sử dụng bộ mô hình MIKE21 để nghiên cứu chế độ sóng ven bờ tại khu vực này. Bằng cách thu thập dữ liệu, số

liệu địa hình, thủy – hải văn của các đề tài, dự án đã thực hiện của những cơ quan, đơn vị nghiên cứu uy tín như Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, Viện Kỹ thuật Biển, các cơ quan quản lý nhà nước tại địa phương vùng nghiên cứu; nhóm tác giả đã xử lý, chuẩn hóa bộ số liệu đưa vào MIKE21 để nghiên cứu tính toán sóng ven bờ vùng nghiên cứu thông qua 2 vòng nghiêm ngặt. Sau khi hiệu chỉnh, kiểm

định mô hình cho kết quả khá phù hợp với số liệu khảo sát thực tế.

Kết quả cho chúng ta bộ dữ liệu về trường sóng vùng nghiên cứu và lân cận. Đồng thời phân tích những dữ liệu, số liệu cơ bản của sóng như chiều cao sóng, chu kỳ sóng, hướng sóng. Những số liệu, dữ

liệu này có thể sử dụng trong nghiên cứu cơ bản cho khu vực và làm dữ liệu để nghiên cứu tính khả thi của những dự án về công trình bến cảng, công trình biển, công trình bảo vệ bờ, công trình giảm sóng, công trình neo đậu tàu thuyền tránh trú bão,... và phục vụ những nghiên cứu chuyên sâu về biển đảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. DHI (2009). MIKE21/3 Coupled Model FM. User Guide.
2. DHI (2009). MIKE21/3 Coupled Model FM. Hydrodynamic and transport module. Scientific documentation.
3. DHI (2009). MIKE21/3 Coupled Model FM. Mud transport module. Scientific documentation.
4. DHI (2009). MIKE21/3 Coupled Model FM. Sand transport module. Scientific documentation.
5. DHI (2009). MIKE21/3 Coupled Model FM. Spectral wave module. Scientific documentation.
6. Báo cáo tổng kết dự án “Thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu”, 2018.
7. Nguyễn Hữu Nhân (2009). Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ “Xây dựng phần mềm và hệ cơ sở dữ liệu dự báo sóng biển ven bờ và cửa sông Nam Bộ”.
8. Nguyễn Thế Biên, Nguyễn Hữu Nhân, Lê Ngọc Diệp (2010). Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu đánh giá tổng thể hiện trạng xói lở - bồi lấp vùng ven biển từ Vũng Tàu đến Bình Châu và đề xuất các giải pháp khắc phục”.

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRÊN CƠ SỞ DỮ LIỆU ẢNH TỪ THIẾT BỊ DJI PHANTOM 4 RTK

Evaluate the accuracy of topographic mapping based on image data from dji phantom 4 RTK device

Nguyễn Văn Hoàng, Huỳnh Thị Kim Nhân

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Email:htknhnhan12091996@gmail.com

TÓM TẮT: Các máy bay không người lái (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) cỡ nhỏ với chi phí thấp, chất lượng và mức độ sẵn sàng về dữ liệu, độ linh hoạt cao là một công cụ đặc biệt hữu ích trong công tác khảo sát, lập bản đồ. Trong bài báo này, dữ liệu cao tọa độ điểm kiểm tra của phép đo không ảnh ở độ cao 150m từ thiết bị DJI Phantom 4 RTK được so sánh với dữ liệu đo bằng máy toàn đạc điện tử. Kết quả cho thấy sai số trung bình bình phương (RMSE) của tọa độ mặt phẳng các điểm kiểm tra giữa hai kết quả đo theo hướng X và hướng Y lần lượt là $\pm 0,267$ m, $\pm 0,308$ m. Kết quả tính toán RMSE theo cao độ là $\pm 0,140$ m, cho thấy cao tọa độ đo giữa phép đo không ảnh và toàn đạc có mức độ phù hợp cao. Do đó, phép đo không ảnh từ thiết bị Phantom 4 RTK có thể được áp dụng hiệu quả cho việc khảo sát và lập bản đồ địa hình.

Từ khóa: Bản đồ địa hình, Phantom 4 RTK, phép đo không ảnh, trắc địa, UAV.

ABSTRACT: The small unmanned aerial vehicles (UAV) with low cost, high quality and availability of data, and high flexibility are a particularly useful tool in surveying and mapping. In this paper, the check point elevation data of the aerial measurement at 150m altitude from the DJI Phantom 4 RTK instrument is compared with the data measured by the total station. The results show that the root mean square error (RMSE) of the plane coordinates of the test points between the two results measurements in the X and Y directions is ± 0.267 m, ± 0.308 m, respectively. The result of RMSE calculation by altitude is ± 0.140 m, showing that the altitude, coordinate measurement between aerial and total station measurements has a high degree of agreement. Therefore, aerial measurement from the Phantom 4 RTK instrument can be effectively applied to topographic surveying and mapping.

Keywords: Topographic maps, Phantom 4 RTK, aerial measurements, geodetic, Unmanned Aerial Vehicle.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bản đồ địa hình là một dạng đồ họa thể hiện chi tiết và chính xác các đặc điểm văn hóa và tự nhiên trên mặt đất như hồ suối, đập, đầm lầy, đường và đường mòn, các tòa nhà, thảm thực vật, khu bảo tồn thiên nhiên và lâm nghiệp. Theo Farlex 2012, một bản đồ địa hình thể hiện độ cao so với mực nước biển và các đặc điểm bề mặt của đất. Điều quan trọng trong bản đồ địa hình là nội dung thông tin và độ chính xác hình học (Jacobsen K., 2002).

Mặc dù đã có một số nghiên cứu về thành lập bản đồ địa hình sử dụng dữ liệu ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) nhưng mối quan tâm chính là những cuộc điều tra trên không bởi UAV đủ chính xác để được sử dụng cho công tác thành lập bản đồ địa hình. Do đó, cần có những nghiên cứu đánh giá độ chính xác bản đồ địa hình thành lập từ dữ liệu của các thiết bị bay không người lái để tạo ra những sản phẩm có chi phí thấp mà vẫn đảm bảo được độ chính xác.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực thực nghiệm

Đối tượng khảo sát là Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (658 Võ Văn Kiệt, Phường 1, Quận 5, TP. HCM). Khu

vực đã được chọn làm trường thử nghiệm vì kích thước nhỏ với một mặt bằng có diện tích 0,216 ha, và sự hiện diện của các yếu tố khảo sát ở các cấp độ khác nhau (Hình 1).



(a)



(b)

Hình 1: (a) Viện KHTLMN, mặt tiền chính; (b) Ảnh trực giao Orthomosaic

2.2. Thiết bị thực nghiệm

Phantom 4 RTK là một máy bay không người lái có khả năng thực hiện các chức năng lập bản đồ chính xác cao. Máy bay được tích hợp DJI Onboard D-RTK™, cung cấp dữ liệu cho độ chính xác định vị từng centimet khi được sử dụng với dịch vụ Network RTK hoặc DJI D-RTK 2. Cảm biến chống ngại vật đa hướng đạt được thông qua cảm biến tầm nhìn và hồng ngoại cho phép tránh chướng ngại vật thông minh trong khi bay. Khả năng phát hiện và tránh chướng ngại vật trong phạm vi lớn và bảo vệ hạ cánh giúp tăng cường an toàn cho chuyến bay. Phantom 4 RTK được trang bị một máy ảnh góc rộng 24 mm (tương đương định dạng 35mm), gimbal chống rung và chính xác cao, cảm biến CMOS 1

inch, màn trập cơ học để mang lại hiệu quả tốt nhất trong phân tích ảnh trên không.



Hình 2: Bộ thiết bị DJI Phantom 4 RTK

Bảng 1: Thông số kỹ thuật của DJI Phantom 4 RTK

Đặc điểm	Thông số kỹ thuật
Trọng lượng	1.391g (Bao gồm Pin và cánh quạt)
Kích thước đường chéo	350mm (Không bao gồm cánh quạt)
Tốc độ bay tối đa	50km/h(chế độ P); 58km/h (chế độ A)
Sức cản tốc độ gió tối đa	10m/s
Thời gian bay tối đa	Khoảng 30 phút
Nhiệt độ hoạt động	32° đến 104°F (0° đến 40°C)
Phạm vi độ chính xác khi bay	RTK được kích hoạt và hoạt động bình thường: Dọc: $\pm 0,1\text{m}$; Ngang: $\pm 0,1\text{m}$ RTK bị vô hiệu hóa: Dọc: $\pm 0,1\text{m}$ (với định vị tầm nhìn); $\pm 0,5\text{m}$ (với định vị GNSS) Ngang: $\pm 0,3\text{m}$ (với định vị tầm nhìn); $\pm 1,5\text{m}$ (với định vị GNSS)

2.3. Quy trình thành lập bản đồ địa hình từ ảnh chụp thiết bị Phantom 4 RTK

2.3.1. Sử dụng Phantom 4 RTK chụp ảnh khu vực thực nghiệm

Sử dụng thiết bị Phantom 4 RTK bay chụp ảnh khu vực thực nghiệm thông qua hệ thống bay tự động. Trước khi bay chụp,

phạm vi thực nghiệm được xác định rõ nhằm thiết kế đường bay hợp lý. Phạm vi đường bay bao trùm cả phạm vi thực nghiệm. Các bức ảnh được chụp kế tiếp nhau luôn có một độ phủ nhất định. Độ phủ giữa những bức ảnh kế tiếp nhau là 70%. Dữ liệu ảnh được chụp ở độ cao bay 150 m.



Hình 3: Minh họa sơ đồ bay chụp

2.3.2. Thiết lập điểm khống chế mặt đất (GCP)

Điểm khống chế mặt đất (GCP) là một vị trí hoặc đối tượng trên mặt đất có tọa độ được biết chính xác. GCP được sử

dụng để tham chiếu địa lý chính xác và nắn chỉnh hình ảnh từ độ chính xác tương đối từ 1 - 2m đến chính xác tuyệt đối 2 - 5cm. Điểm khống chế mặt đất được đo bằng phương pháp đo GPS tĩnh và được đo bằng máy thu GPS của hãng Trimble

loại máy R9s. Trong nghiên cứu này, điểm GCP sẽ được đánh dấu trùng với vị trí đặt trạm di động D-RTK 2. Khi tiến hành bay

chụp, cao tọa độ điểm khống chế được khai báo, giúp công tác nắn ảnh, xử lý ảnh đạt độ chính xác cao.

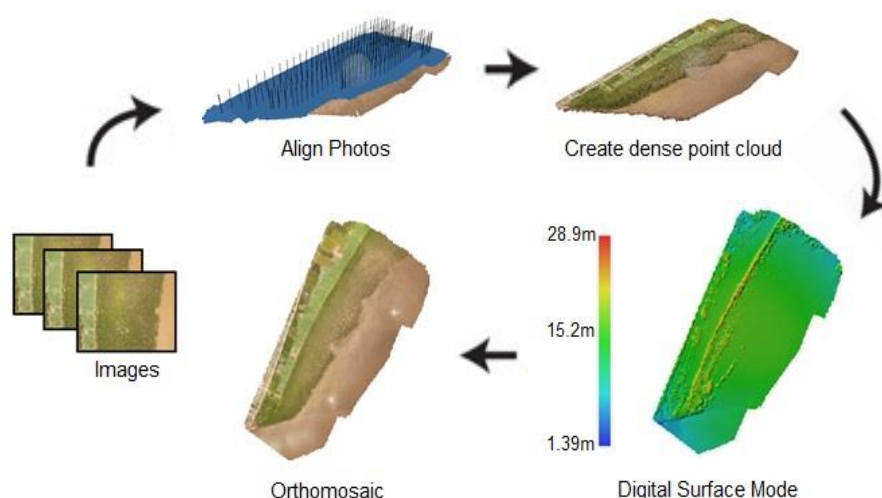
Bảng 2: Thống kê cao tọa độ điểm khống chế mặt đất (GCP)

Số TT	Tên điểm	Tọa độ		Độ cao H(m)	Ghi chú
		X(m)	Y(m)		
1	JV1	1189172.539	601987.810	2.757	Hệ VN-2000 kinh tuyến trực 105°45' múi chiều 3*

2.3.3. Xử lý dữ liệu ảnh chụp bằng Agisoft PhotoScan

Bộ dữ liệu ảnh thu thập được đưa

vào phần mềm Agisoft PhotoScan để xử lý. Quá trình xử lý được thực hiện theo trình tự được trình bày trong Hình 4.



Hình 4: Quá trình xử lý dữ liệu trên Agisoft PhotoScan

Các bước tiến hành xử lý ảnh chụp phục vụ xây dựng mô hình số bề mặt DSM và ảnh ghép trực giao Orthomosaic:

+ Tiến hành nhập toàn bộ ảnh chụp vào phần mềm Agisoft PhotoScan. Những tấm ảnh này có tọa độ theo tọa độ của tuyến bay được thiết kế (hệ tọa độ WGS-84).

+ Tiến hành quá trình khớp ảnh và tạo đám mây điểm dày (Dense point cloud) cho khu vực thực nghiệm.

+ Từ dữ liệu Dense point cloud tiến

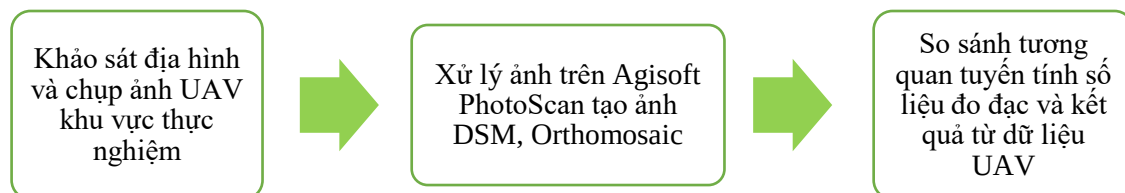
hành tạo mô hình số bề mặt (DSM), sau khi có kết quả DSM tiến hành tạo ảnh trực giao Orthomosaic nhằm tạo hình ảnh có độ phân giải cao.

2.3.4. Phân tích dữ liệu

Phân tích dữ liệu liên quan đến việc phân tích kết quả bản đồ địa hình thu được từ bộ dữ liệu ảnh chụp từ Phantom 4 RTK. Sai số vị trí điểm đo giữa bình đồ địa hình tạo bởi dữ liệu ảnh chụp so với kết quả đo đạc bằng phương pháp toàn đạc điện tử được tính toán thông qua sai số trung bình bình phương (RMSE - Root Mean Square

Error), RMSE đo lường mức độ sai khác giữa hai tập dữ liệu. Nói cách khác, nó so sánh một giá trị dự đoán và một giá trị quan sát hoặc đã biết. Giá trị RMSE càng nhỏ, các giá trị được dự đoán và quan sát

càng gần. Theo đó, sự khác biệt hoặc tương tự giữa cao độ ước tính từ Phantom 4 RTK và dữ liệu thực địa được xác định để trả lời câu hỏi nghiên cứu.



Hình 5: Sơ đồ thực hiện

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả mô hình số bề mặt (DSM) và ảnh trực giao Orthomosaic

Bằng cách tải lên các hình ảnh được chụp từ không trung vào Agisoft, vị trí của mỗi bức ảnh được chụp sẽ được hiển thị. Tổng cộng có 14 tấm ảnh được chụp trong

phạm vi khu vực thực nghiệm. Một phần mềm kỹ thuật quan trắc bằng hình ảnh đã được sử dụng để xử lý các bộ ảnh chụp trực giao, chuyển thành đám mây điểm định dạng 3D. Những điểm này sau đó được sử dụng để tạo ra mô hình có quy chiếu địa lý trực giao (Orthomosaic) và mô hình số bề mặt (DSM).



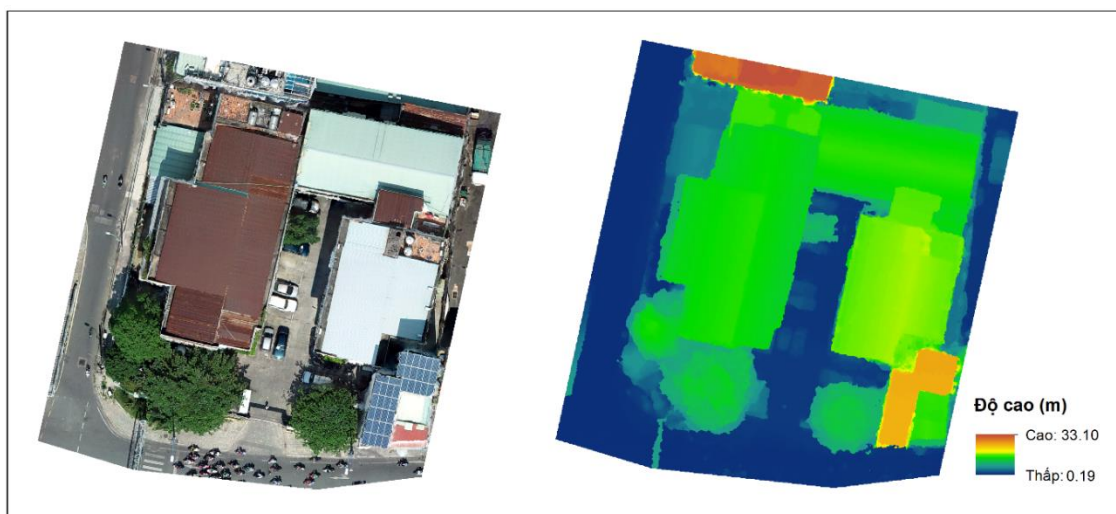
Hình 6: Các vị trí ảnh chụp khu vực thực nghiệm

Kết quả từ quá trình xử lý trong Agisoft tạo nên mô hình DSM được xuất dưới dạng Geotiff, và được thể hiện theo tone màu từ lạnh sang nóng trên phần

mềm GIS, ở những khu vực cao độ càng cao thì có màu càng nóng và màu càng lạnh cho khu vực có cao độ càng thấp.

Ảnh trực giao (Orthomosaic) là hình ảnh có độ phân giải cao được tạo thành dựa trên ảnh nguồn và mô hình DSM, và hữu ích khi cần xem chi tiết các đối tượng, với độ phân giải không gian cao (cm/pixel), ảnh Orthomosaic mô tả rất tốt không gian ảnh dưới dạng 2D, do đó các đối tượng trên ảnh có thể được quan sát và

phân loại rõ ràng. Tuy nhiên, mô hình DSM được tạo ra từ đám mây điểm, do đó các lỗi và nhiễu hiện diện trong đám mây điểm đặc sẽ được phản ánh trong ảnh trực giao. Dữ liệu ảnh trực giao sau đó được dùng cho thành lập bản đồ địa hình trong nghiên cứu này.

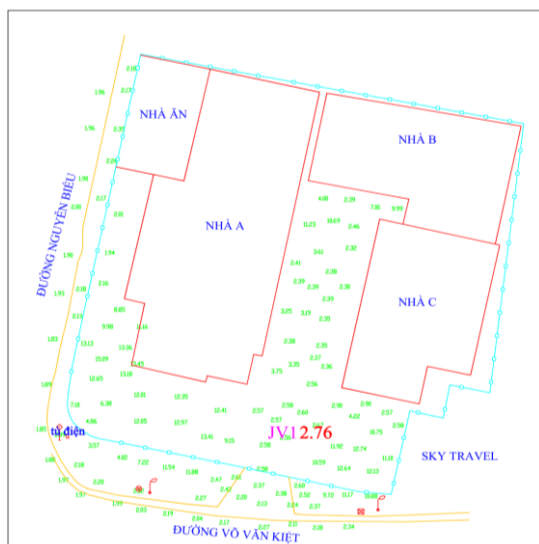


Hình 7: Ảnh trực giao Orthomosaic và DSM do Agisoft PhotoScan tạo ra từ ảnh chụp

3.2. Bản đồ địa hình thành lập từ ảnh chụp thiết bị DJI Phantom 4 RTK

Các đối tượng địa vật như nhà cửa, tường rào, đường giao thông được thống kê chi tiết dựa trên hình ảnh trực quan khu vực thực nghiệm. Theo đó, dựa trên bản đồ địa hình đo đạc bằng máy toàn đạc có thể thấy, các đối tượng địa vật có kích thước nhỏ như trụ điện, tủ điện, biển báo khó nhận biết trên ảnh trực giao, đồng thời các đối tượng bị che khuất dưới tán cây cao không thể nhận dạng trên ảnh.

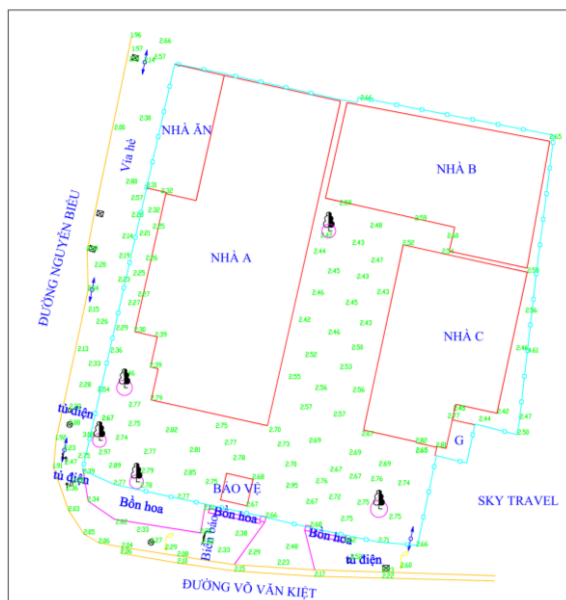
Kết quả mô hình số bề mặt DSM và Orthomosaic được đưa vào phần mềm Global Mapper cho trích xuất cao tọa độ điểm. Theo đó, trên bản đồ địa hình tạo bởi Phantom 4 RTK cao độ được tính từ lớp phủ mặt đất, bao gồm các đối tượng trên đó như nhà cửa, cây, đường xá, v.v... Nói cách khác, tại các vị trí có tán cây che phủ, cao độ tại vị trí trích xuất bằng chiều cao của tán cây. Do đó, chỉ có thể tham khảo dữ liệu DSM chụp bởi UAV tại các vị trí thông thoáng, đây là một hạn chế của lập bản đồ địa hình bằng ảnh UAV.



(a)



(b)



(c)

Hình 8: (a) Bản đồ địa hình từ dữ liệu ảnh UAV; (b) Ảnh trực giao Orthomosaic; (c) Bản đồ địa hình đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử

3.3. Phân tích sai khác kết quả đo bình đồ địa hình bằng ảnh UAV so với kết quả đo toàn đạc điện tử

3.3.1. Sai khác tọa độ giữa hai kết quả đo

Trong phần mềm Autocad, một lisp tool được sử dụng để lấy tọa độ điểm

kiểm tra, các điểm này được lấy tại các vị trí cố định như góc nhà, góc tường rào. Bằng cách so sánh tọa độ các điểm kiểm tra thu được từ chụp ảnh UAV với tọa độ thu được từ máy toàn đạc, sau đó các RMSE được tính toán, giá trị RMSE càng nhỏ thì độ chính xác của số liệu đo trên

ảnh so với số liệu đo toàn đạc càng cao. theo tọa độ giữa kết quả đo toàn đạc và Bảng 3 thể hiện kết quả đánh giá RMSE UAV.

Bảng 3: Tọa độ các điểm kiểm tra sử dụng Phantom 4 RTK và toàn đạc điện tử

Đơn vị: mét

STT	Phantom 4 RTK		Toàn đạc điện tử		Sai khác tọa độ	
	X1	Y1	X2	Y2	$\Delta X (X1-X2)$	$\Delta Y (Y1-Y2)$
1	1189165,579	601999,101	1189165,540	601999,150	0,039	-0,049
2	1189175,641	602001,240	1189175,607	602001,280	0,034	-0,040
3	1189174,816	602004,685	1189174,790	602004,670	0,026	0,015
4	1189179,170	602005,620	1189179,075	602005,599	0,095	0,021
5	1189177,992	602010,361	1189177,970	602010,320	0,022	0,041
6	1189211,615	602014,390	1189211,600	602014,470	0,015	-0,080
7	1189178,523	601993,068	1189178,490	601993,098	0,033	-0,030
8	1189176,462	602002,318	1189176,423	602002,354	0,039	-0,036
9	1189180,383	602008,075	1189180,383	602008,075	0,000	0,000
10	1189196,247	602011,533	1189196,215	602011,464	0,032	0,069
11	1189199,340	601997,526	1189199,294	601997,551	0,046	-0,025
12	1189204,535	601988,823	1189204,535	601988,823	0,000	0,000
13	1189215,277	601991,219	1189215,263	601991,240	0,014	-0,021
14	1189215,510	601990,476	1189215,434	601990,510	0,076	-0,034
15	1189218,378	601977,422	1189218,321	601977,447	0,057	-0,025
16	1189204,296	601974,265	1189204,273	601974,286	0,023	-0,021
17	1189205,062	601970,857	1189205,036	601970,899	0,026	-0,042
18	1189189,568	601967,370	1189189,535	601967,411	0,033	-0,041
19	1189165,918	601969,178	1189165,878	601969,230	0,040	-0,052
20	1189163,044	601995,561	1189163,000	601995,616	0,044	-0,055
RMSE					±0,041	±0,040

Dựa vào Bảng 3, có thể thấy rằng các giá trị của RMSE theo vĩ độ và kinh độ giữa hai kết quả đo. Kết quả cho thấy sai số RMSE là ±0,041m theo hướng X và

±0,040m theo hướng Y. Độ lệch theo hướng X nhỏ nhất là 0,000m, lớn nhất là 0,095m, độ lệch nhỏ nhất theo hướng Y là 0,000m, lớn nhất là 0,069m.



Hình 9: Thể hiện độ lệch tọa độ giữa hai kết quả đo

3.3.2. Sai khác cao độ giữa hai kết quả đo

Một trong những mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá tiềm năng của Phantom 4 RTK trong khảo sát, thành lập bản đồ địa hình. Do đó, 32 điểm cao tọa độ điểm kiểm tra được chiết xuất, sai số

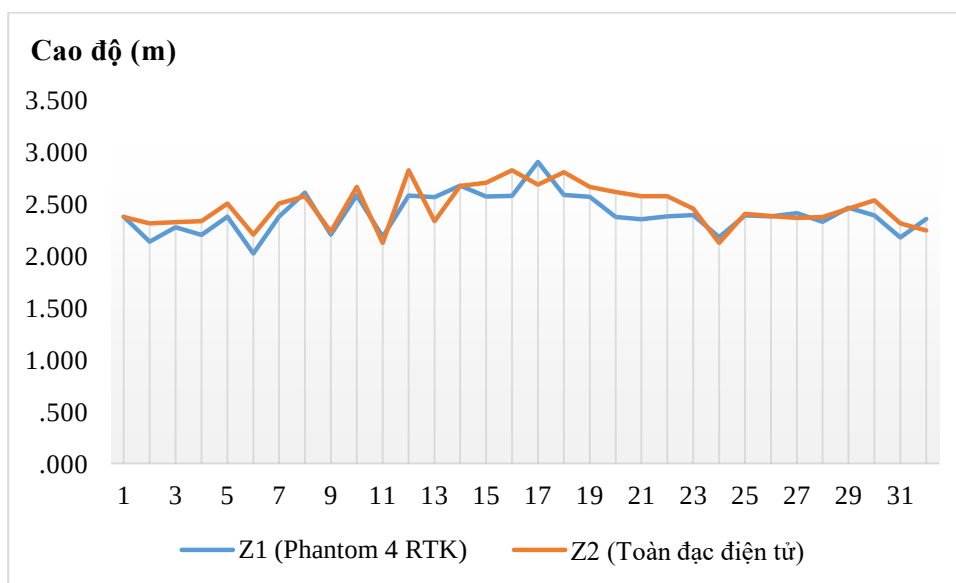
RMSE được tính toán đạt $\pm 0,140\text{m}$, độ lệch thấp nhất là $0,00\text{m}$, cao nhất là $0,25\text{m}$, kết quả tương đối cao nhưng vẫn tồn tại sai số lớn so với kết quả đo toàn đạc. Lưu ý rằng các giá trị cao độ được chiết xuất tại các vị trí thông thoáng do đó không phản ánh cho toàn bộ khu vực thực nghiệm.

TUYỂN TẬP KẾT QUẢ KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ 2021-2022

Bảng 4: Cao độ các điểm kiểm tra sử dụng Phantom 4 RTK và toàn đạc điện tử

Đơn vị: mét

STT	X	Y	Z1 (Phantom 4 RTK)	Z2 (Toàn đạc điện tử)	Z1 – Z2
1	1189163.843	601989.026	2,37	2,37	0,00
2	1189164.182	601982.804	2,13	2,31	-0,18
3	1189164.889	601975.489	2,27	2,32	-0,05
4	1189164.996	601980.334	2,20	2,33	-0,13
5	1189165.448	601985.010	2,38	2,50	-0,13
6	1189165.769	601968.124	2,02	2,20	-0,18
7	1189166.445	601982.389	2,37	2,50	-0,13
8	1189166.445	601987.216	2,60	2,57	0,03
9	1189166.875	601963.373	2,20	2,23	-0,03
10	1189168.490	601982.773	2,58	2,66	-0,08
11	1189168.999	601961.093	2,18	2,12	0,06
12	1189171.481	601983.100	2,58	2,82	-0,24
13	1189172.395	601985.530	2,56	2,33	0,23
14	1189173.924	601989.384	2,67	2,67	0,00
15	1189174.593	601984.439	2,57	2,70	-0,13
16	1189175.730	601982.270	2,57	2,82	-0,25
17	1189176.362	601991.670	2,90	2,68	0,22
18	1189176.409	601985.777	2,58	2,80	-0,22
19	1189179.048	601988.680	2,56	2,66	-0,10
20	1189182.304	601989.077	2,37	2,61	-0,24
21	1189183.837	601989.812	2,35	2,57	-0,22
22	1189184.365	601986.003	2,38	2,57	-0,19
23	1189189.606	601990.566	2,39	2,45	-0,06
24	1189190.838	601961.335	2,18	2,12	0,06
25	1189191.793	601987.134	2,39	2,40	-0,01
26	1189193.000	601990.943	2,38	2,38	0,00
27	1189194.089	601986.787	2,41	2,36	0,05
28	1189195.937	601993.311	2,32	2,37	-0,05
29	1189198.618	601993.658	2,46	2,45	0,01
30	1189201.937	601993.130	2,39	2,53	-0,14
31	1189202.116	601963.723	2,17	2,31	-0,14
32	1189210.691	601965.777	2,35	2,24	0,11
RMSE					±0,140



Hình 10: Biểu đồ thể hiện độ lệch cao độ giữa hai kết quả đo

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, tính khả thi lập bản đồ địa hình dựa trên ảnh chụp từ thiết bị Phantom 4 RTK đã được khám phá. So sánh sai khác cao tọa độ kết quả đo bình đồ địa hình bằng ảnh Phantom 4 RTK so với kết quả đo toàn đạc điện tử

cho thấy sai số RMSE về tọa độ theo hướng X, Y lần lượt là $\pm 0,041\text{m}$, $\pm 0,040\text{m}$, RMSE theo cao độ là $\pm 0,140\text{m}$. Tuy nhiên cần có thêm các nghiên cứu có hệ thống về các ảnh hưởng đến kết quả đo ảnh UAV như độ cao bay, độ chồng lấp giữa các tấm ảnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jacobsen K 2002 Comparison of High Resolution Mapping from Space University of Hannover.
2. Farlex (2012), The Free Dictionary.

ỨNG DỤNG ĐÊ GIẢM SÓNG KẾT CẤU RỖNG TC1, TC2 BẢO VỆ BỜ BIỂN VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Xuân Tú, Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng, Lê Mạnh Hùng, Lê Thị Hiền
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu giải pháp bảo vệ bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long, Đê giảm sóng kết cấu rỗng – một công nghệ mới với nhiều ưu điểm đã được nghiên cứu và ứng dụng thử nghiệm bảo vệ hơn 3 km bờ biển khu vực Cần Cống và Tân Thành tỉnh Tiền Giang. Công trình bước đầu mang lại hiệu quả khả quan trong việc giảm sóng, gây bồi, tạo bãi, khôi phục rừng ngập mặn và có triển vọng ứng dụng rộng rãi.

Từ khóa: Đê giảm sóng kết cấu rỗng, hiệu quả giảm sóng, bồi lắng, rừng ngập mặn, Bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long.

ABSTRACT: This paper introduces the new structure of hollow breakwater for coastal protection in the Mekong Delta. This is a new structure design with many advantages that has been carefully researched and widely constructed with more than 3 km of coastline in the Con Cong and Tan Thanh in Tien Giang province. This breakwater initially reveals positive effects in wave reduction, sedimentation accumulation, mangrove restoration and may potentially apply widely in Mekong coastline.

Keywords: Hollow breakwater, wave transmission, sedimentation, mangrove forest, Coastal Mekong Delta.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những khu vực trên thế giới chịu tác động nghiêm trọng nhất của biến đổi khí hậu, xói lở bờ biển, xâm nhập mặn, thiếu nước ngọt và các hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng gia tăng đang đe dọa sinh kế của hơn 21.4 triệu dân ở Đồng bằng. Dải ven biển từ Tiền Giang đến Kiên Giang với chiều dài bờ biển khoảng 744 km, trước đây hầu hết được bảo vệ bởi đai rừng ngập mặn. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, sự suy giảm phù sa ở sông Mê Kông, cùng những hoạt động gây tổn hại của con người (phá rừng, chuyển đổi sử dụng đất...), khu vực này đang xảy ra xói lở ngày càng nghiêm trọng. Theo điều tra của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (tháng 12/2020), có 82 điểm xói lở với chiều dài 282/744 km đường bờ biển

với tốc độ xói lở 10-40m/năm.

Để bảo vệ bờ biển, khôi phục rừng ngập mặn ven biển nhằm giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu và thiên tai, nhiều giải pháp bảo vệ bờ biển đã được thực hiện. Một số giải pháp cứng như kè bảo vệ bờ trực tiếp, đê giảm sóng xa bờ bằng Geotube, kè ly tâm ở Cà Mau... và một số giải pháp khác bằng vật liệu có sẵn ở địa phương như hàng rào tre của GIZ, cừ tràm, cừ dừa đã được triển khai. Tuy nhiên, các giải pháp đều có những hạn chế nhất định. Kè bảo vệ trực tiếp chi phí và quy mô lớn, chỉ phù hợp cho những đoạn xung yếu quan trọng về kinh tế và quốc phòng. Kè ly tâm phát huy hiệu quả giảm sóng gây bồi, tuy nhiên giá thành cao, không linh động, thi công chậm làm ảnh hưởng lớn đến tiến độ công trình, nhất là ở khu vực biển Đông nơi có biên độ triều lớn. Hàng rào (chữ T, chữ I bằng vật liệu

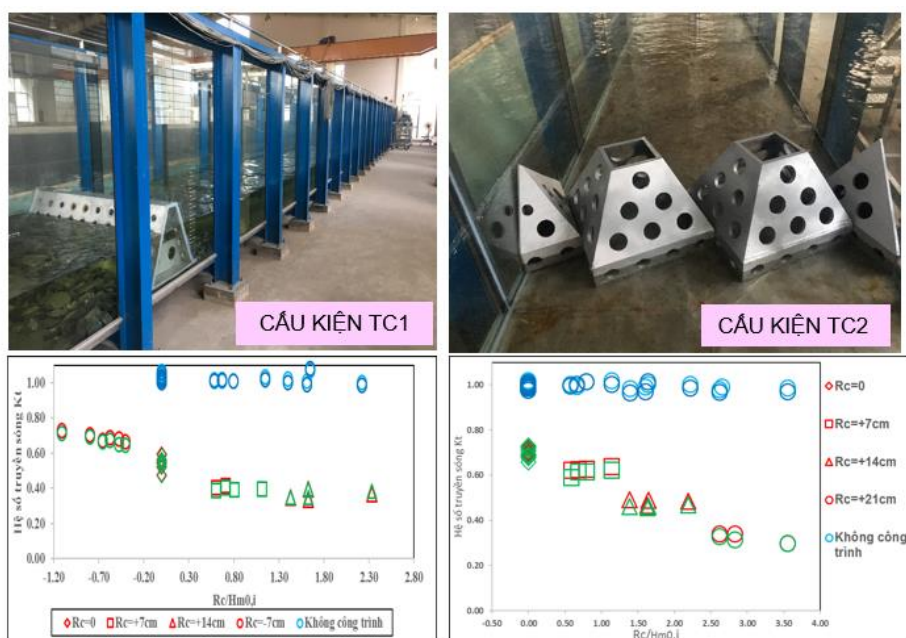
tre, trầm, bó cây) có thể bẫy trầm tích nhưng thời gian tồn tại ngắn (1 đến 2 năm), do đó cần phải duy tu bảo dưỡng thường xuyên. Đê giảm sóng bằng túi Geotube có ưu điểm là thi công nhanh, nhưng nhược điểm là tuổi thọ công trình không cao, vì đê này khi chịu tác động trực tiếp của sóng, tia cực tím và tác động của con người sẽ nhanh bị hư, cát bơm trong túi đê tràn ra ngoài làm cao trình đỉnh đê bị hạ thấp không đảm bảo chức năng giảm sóng. Bên cạnh đó, chi phí duy tu, bảo dưỡng cho loại đê này cao và phải thực hiện thường xuyên...

Trước thực trạng đó, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Bộ Khoa học và Công nghệ đã cho thực hiện cụm 6 đề tài nghiên cứu sạt lở bờ biển ĐBSCL nhằm tìm ra giải pháp bảo vệ bờ biển phù hợp, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam chủ trì. Trong đó, công nghệ đê giảm sóng kết cấu rồng TC1 và TC2 bảo vệ bờ biển là sản phẩm của 02 đề tài “Nghiên cứu

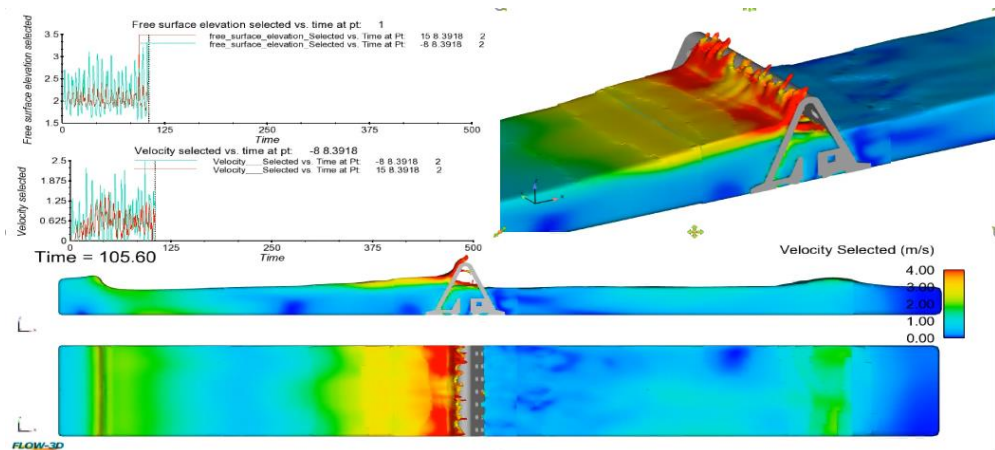
giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống sạt lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cửa Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng” (mã số ĐTĐL.CN-07/17) và đề tài “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển, đoạn từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau” (mã số ĐTĐL.CN-08/17) đã được áp dụng tại bờ biển Cần Cống và Tân Thành -Tiền Giang, bước đầu mang lại kết quả khả quan, trong thời gian tới cấu kiện TC2 sẽ được áp dụng thử nghiệm bảo vệ bờ biển huyện Ngọc Hiển-Cà Mau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

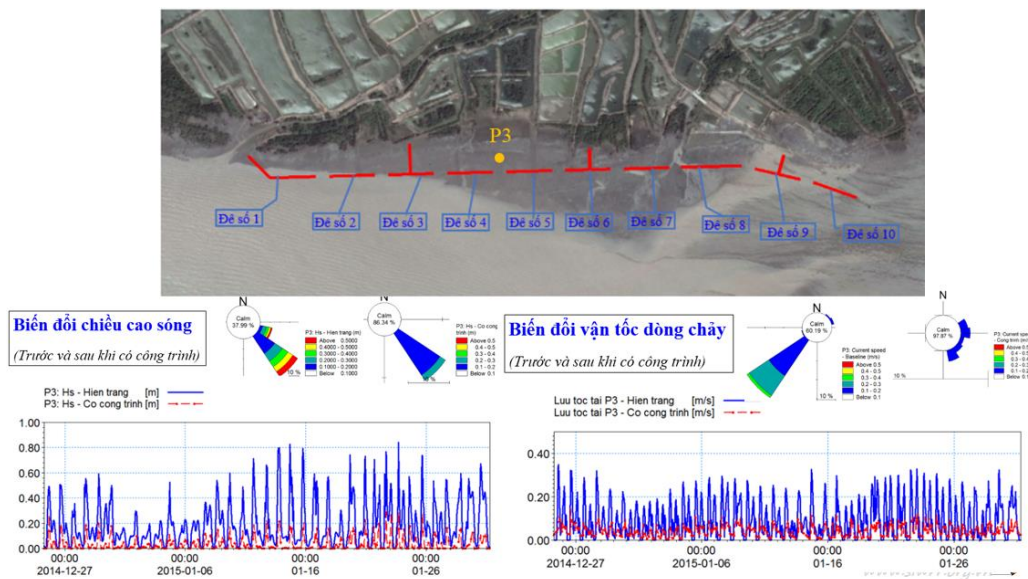
Kết cấu rồng giảm sóng TC1, TC2 được hình thành từ kết quả nghiên cứu trên mô hình toán và vật lý mô phỏng tương tác sóng với công trình, hiệu quả giảm sóng, truyền sóng trên máng sóng tại Phòng thí nghiệm thủy động lực sóng biển thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (Hình 1).



Hình 1: Thí nghiệm kết cấu rồng TC1, TC2 trong máng sóng



Hình 2: Mô hình Flow3D nghiên cứu chức năng lỗ rồng, khả năng triệt giảm sóng

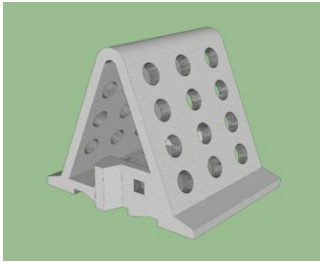
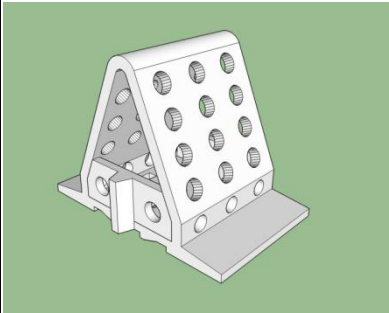
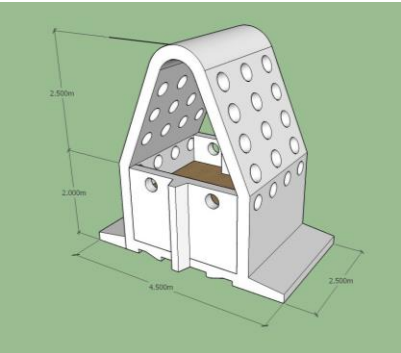


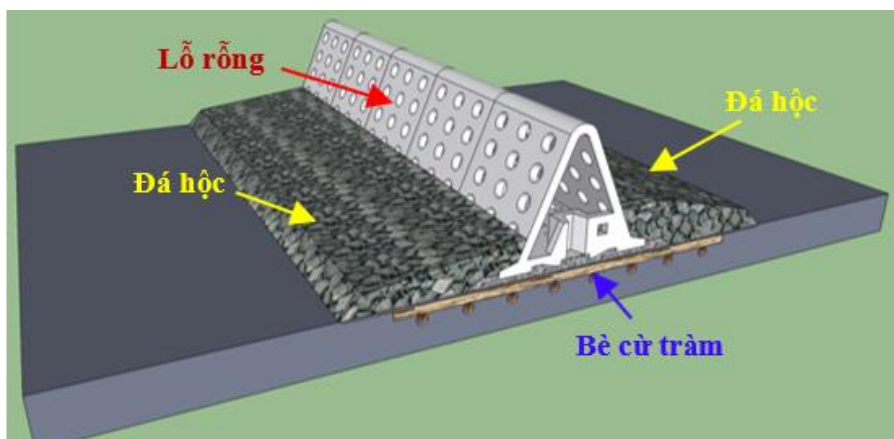
Hình 3: Nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm sóng và dòng chảy để bố trí công trình bằng mô hình toán hai chiều

Kết cấu TC1 có mặt cắt dạng chữ A, một đơn nguyên cấu kiện dài 2.5 m, cao 2.6 m, bề rộng chân 3.12 m được bố trí gờ hình răng cưa nhằm tăng diện tích tiếp xúc cấu kiện và nền móng, tăng ma sát đáy giúp đê ổn định. Mỗi cấu kiện được bố trí ngầm âm dương để tạo sự liên kết khi lắp ghép giúp tăng ổn định cho tuyến đê. Kết cấu TC2 có dạng hình chóp cụt, mỗi đơn nguyên cấu kiện dài 3.6 m, cao 2.5 m, bề rộng chân 3.8 m được mở rộng ra 4 hướng,

với kiểu mặt chân để được vát hướng ra bên ngoài có tác dụng làm tăng trọng lượng phần chân để giúp cấu kiện ổn định, đồng thời phân bố đều tải trọng của cấu kiện truyền xuống nền giảm chi phí xử lý nền và giảm xói lở chân công trình. Khi lắp đặt, các cấu kiện được đặt trên móng làm bằng bê tông cốt thép và đá dăm để phân bố đều tải trọng xuống nền, giảm lún. Trước và sau đê được gia cố đá học để chống xói chân, đồng thời tăng ổn định cho công trình.

Kết cấu TC1 hiện nay đã phát triển 3.0 ;4.0m) để ứng dụng cho bờ biển với 3 modul với chiều cao (H=2.6; ĐBSCL với độ sâu từ -0.5 ÷-1.5m.

TC1 (Cao 2.6m, rộng 3.2m)	TC1-M (Cao 3.0m, rộng 4.0m)	TC1-L (Cao 4.0m, rộng 4.5m)
		



Hình 4: Mô hình cấu kiện TC1 giảm sóng kết cấu rỗng lắp ghép thành tuyến

Ưu điểm của tuyến đê giảm sóng kết cấu rỗng là giảm sóng tác động lên bờ biển, tiêu tán năng lượng sóng nhờ vào độ rỗng bề mặt cấu kiện, giảm sóng phản xạ và áp lực lên thân đê. Cấu kiện với kết cấu rỗng và có lỗ ở bề mặt cho phép bùn cát từ bên ngoài vận chuyển qua thân đê tạo bồi lắng ở phía sau, đồng thời che chắn cho cây non sinh trưởng và phát triển. Mặt khác, kết cấu này ít cản trở đến quá trình di chuyển của động thực vật dưới nước, thuận lợi cho quá trình trao đổi môi trường trước và sau đê. Sau khi công trình gây bồi tạo bãi, khôi phục rừng ngập mặn

thì kết cấu này có thể tái sử dụng di dời sang vị trí mới để tiếp tục gây bồi tạo bãi mở rộng đất đai.

3. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT, VẬN CHUYỂN VÀ THI CÔNG

Các cấu kiện được sản xuất hàng loạt trong nhà máy từ bê tông mác cao (M40-M60 Mpa), sử dụng ván khuôn đặc thù được chế tạo bằng thép nên đảm bảo độ chính xác về kích thước, chất lượng sản phẩm. Đồng thời giúp quá trình thi công đơn giản, nhanh chóng (cấu kiện được chuyển đến vị trí công trình bằng xà

lan sau đó được lắp đặt bằng cần cẩu 35-50 tấn đặt trên boong). Điều này rất có ý

nghĩa bởi công trình biển chỉ có thể thi công trong mùa biển lặng.



Hình 5: Sản xuất kết cấu rỗng TC1 trong nhà máy



Hình 6: Quá trình vận chuyển và thi công để giảm sóng kết cấu rỗng TC1, TC2 tại bờ biển Cồn Cống-Tiền Giang

4. KẾT QUẢ ỨNG DỤNG

Công nghệ đê giảm sóng kết cấu rỗng do các nhà khoa học thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam - Viện

Khoa học Thủy lợi Việt Nam nghiên cứu đề xuất đã được Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình NN&PTNT thuộc Sở NN&PTNT Tiền Giang lựa chọn làm giải pháp bảo vệ bờ biển Cồn Cống và Tân

Thành với chiều dài tuyến công trình lần lượt là 1605m, 1535m, Công trình thử nghiệm trong đề tài ĐTĐL.CN-07/17 của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam tại Tân Thành với chiều dài 240m. Hiện nay, kết cấu TC1 tiếp tục được ứng dụng bảo vệ bờ biển đoạn từ cống Tân Thành cho đến phía bắc khu du lịch Tân Thành với chiều dài tuyến công trình 1442m. Công trình đang được triển khai thi công từ tháng 5/2021.

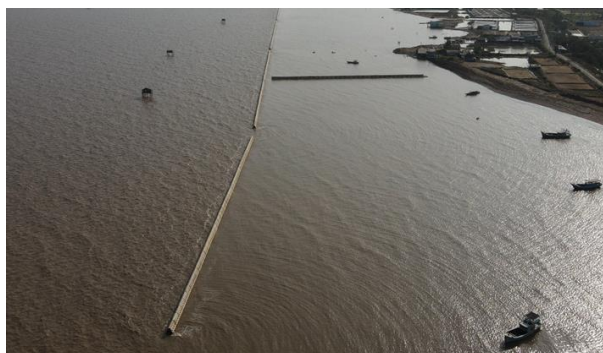
Tuyến công trình bảo vệ bờ biển Cồn Cống, xã Phú Tân, huyện Tân Phú Đông được xây dựng từ nguồn vốn cấp bách xử lý sạt lở bờ sông, bờ biển được Chính phủ hỗ trợ cho các tỉnh ĐBSCL. Tổng chiều dài tuyến đê bảo vệ là 1605m, số lượng đê giảm sóng đã thi công là 10 đê, chiều dài mỗi đê là 135 m. Tuyến công trình thi công vào tháng 4/2019, hoàn thành đưa vào sử dụng tháng 12/2019 (Hình 7).



Hình 7: Tuyến công trình bảo vệ bờ biển Cồn Cống hoàn thiện tháng 12/2019 (trái) và bãi bồi tháng 05/2020 (phải)

Vào tháng 06 năm 2020, tuyến công trình có chiều dài 1535m được xây dựng bảo vệ khu vực phía Nam khu du lịch Tân Thành. Tuyến đê được bố trí các đoạn đê giảm sóng đặt song song với bờ để giảm

sóng và kết hợp với các mỏ hàn để ngăn bùn cát và dòng ven bờ. Công trình hoàn thành đã phát huy chức năng giảm sóng, gây bồi, chống xói lở bờ biển khu vực này và người dân yên tâm sản xuất (Hình 8).



Hình 8: Đê giảm sóng Tân Thành -Gò Công- Tiền Giang hoàn thành tháng 12/2020

Đối với kết cấu rỗng TC2 đang trong quá trình đúc cấu kiện, chuẩn bị xây dựng bảo vệ bờ biển khu vực ấp Khai Long, xã Đất

Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau (Hình 9).



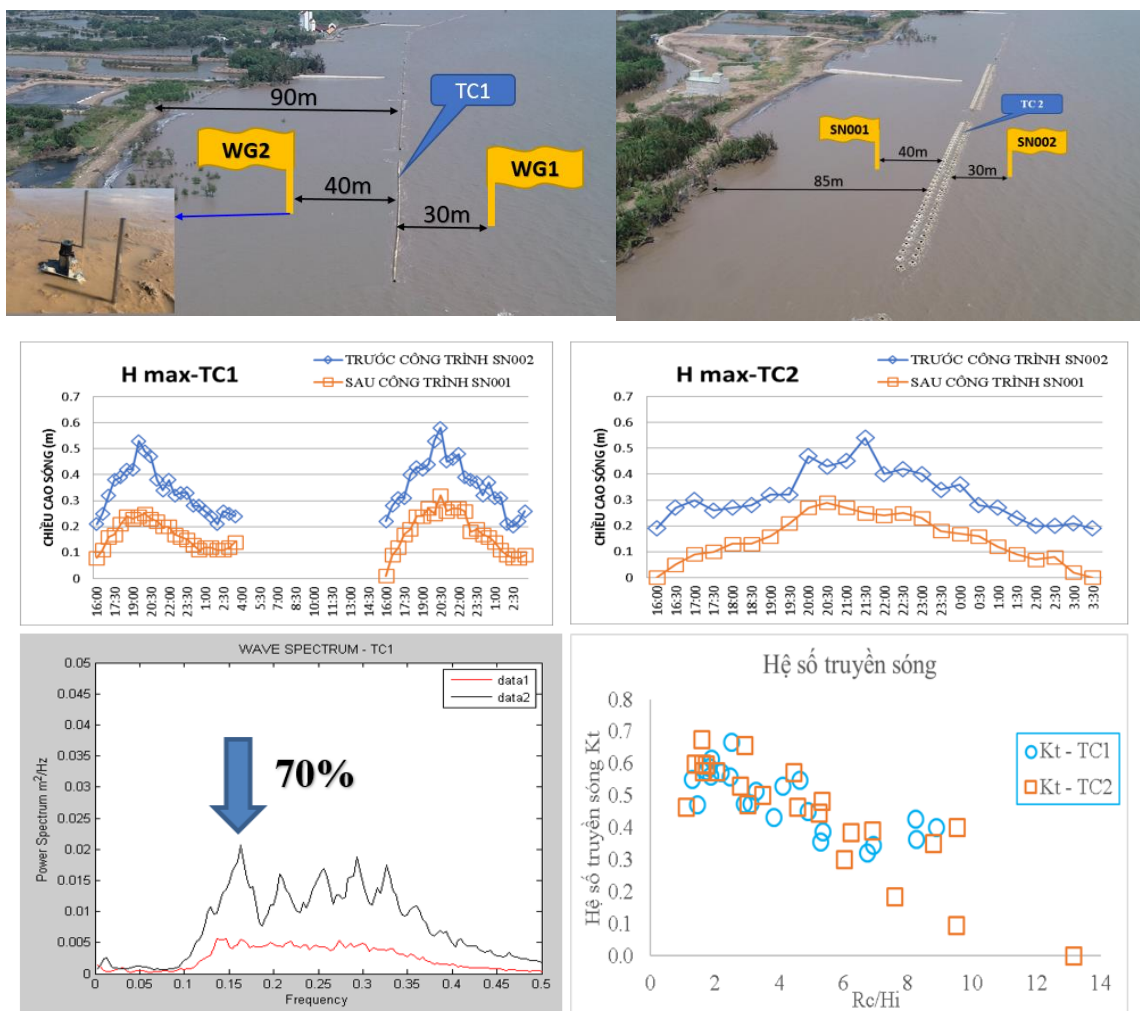
Hình 9: Công tác đúc cấu kiện TC2 chuẩn bị thi công (5/2021)

5. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA ĐÊ GIẢM SÓNG KẾT CẤU RỖNG

Kết quả đo đạc hiện trường cho thấy, hiệu quả giảm sóng của công trình bảo vệ bờ biển Cồn Cống đạt 60-75%, chiều cao sóng phía sau công trình nhỏ hơn 0.3m.

Kết quả khảo sát thực địa cho thấy, sau 2 năm đưa vào sử dụng Công trình đê giảm sóng bảo vệ bờ biển Cồn Cống ổn định, cho hiệu quả chống xói lở bờ rõ rệt,

bãi biển sau đê được bồi lắng với chiều dày lớn nhất đạt khoảng 1.0m, không có dấu hiệu xói chân trước công trình, bồi bùn, cát xuất hiện ngay sau đê và phía sát bờ nơi có dòng chảy mạnh hơn, cây non phát triển, đây là dấu hiệu tốt để khôi phục rừng ngập mặn và thảm phủ thực vật ven bờ (Hình 11). Đối với công trình bảo vệ bờ biển Tân Thành sau một năm đưa vào sử dụng, chiều dày bồi lắng trung bình đạt khoảng $0.3 \div 0.5\text{m}$.



Hình 10: Hiệu quả giảm sóng của công trình bảo vệ bờ biển Côn Cống (tháng 12/2019)



Hình 11. Hiệu quả bồi lắng (trái) và cây bần đang dần tái sinh sau đê (phải) tại bãi biển Cồn Cống – Tiền Giang

Trong hội thảo tổ chức tại Tiền Giang ngày 12/06/2020 chủ trì bởi Bộ Khoa học Công nghệ, Tổng cục Phòng chống thiên tai, UBND tỉnh Tiền Giang, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. Kết

quả nghiên cứu Đê giảm sóng kết cấu rồng đã được các Giáo sư, các nhà khoa học đầu ngành và các nhà quản lý đánh giá cao và kiến nghị tiếp tục nghiên cứu ứng dụng.



Hình 12: Lãnh đạo các ban ngành kiểm tra công trình đê giảm sóng Tân Thành và Cồn Cống, tỉnh Tiền Giang

Trong chuyến khảo sát thực địa kiểm tra công trình đê giảm sóng Cồn Cống vào cuối năm 2019 và đê giảm sóng Tân Thành năm 2020, Chủ tịch UBND tỉnh Tiền Giang ông Lê Văn Hưởng đã đánh giá cao giải pháp đê giảm sóng kết cấu rồng và đề nghị đơn vị tư vấn nghiên cứu áp dụng cho các vị trí sạt lở khác của tỉnh.

6. KẾT LUẬN KIẾN NGHỊ

Trong khuôn khổ cụm đề tài cấp Nhà nước về nghiên cứu đề xuất giải pháp chống xói lở bờ biển vùng ĐBSCL, Cầu kiện TC1 và TC2 đã được đề xuất và tiến hành nghiên cứu lý thuyết kết hợp nghiên

cứu bằng mô hình toán, mô hình vật lý, tính ổn định, hiệu quả giảm sóng, bố trí công trình của kết cấu rồng. Kết cấu đã được ứng dụng thực tế để bảo vệ bờ biển Cồn Cống và Tân Thành tỉnh Tiền Giang. Công trình đưa vào sử dụng ổn định, bước đầu đảm bảo nhiệm vụ giảm sóng, gây bồi, dựa trên đo đạc hiện trường cho thấy hiệu quả giảm sóng đạt 60÷75%, bãi bồi từ 40÷100 cm. Đây là công nghệ mới, do đó trong quá trình vận hành cần thường xuyên quan trắc và theo dõi hiệu quả giảm sóng, dòng chảy, khả năng bồi lắng sau công trình để đánh giá, áp dụng rộng rãi hơn trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Xuân Tú & nnk, 2020. Đề tài cấp NN “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng”, Viện KHTLMN. Đề tài đang trong quá trình thực hiện.
2. Lê Thanh Chương & nnk, 2020, Đề tài cấp NN “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển, đoạn từ Sóc Trăng đến Cà Mau”. Viện KHTLMN. Đề tài đang trong quá trình thực hiện.
3. Dự án “Xử lý sạt lở Cồn Cống, Huyện Tân Phú Đông, Tỉnh Tiền Giang”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2019.
4. Dự án “Xói lở bờ biển Gò Công Đông (Xói lở bờ biển Gò Công Đông và xói lở bờ biển phía Nam khu du lịch Gò Công Đông) - Đoạn từ K18+100 đến K19+375”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2020.
5. <http://www.thtg.vn/hoi-thao-gioi-thieu-cong-nghe-de-giam-song-ket-cau-rong-bao-ve-bo-bien-tien-giang-va-cac-tinh-dbscl/>
6. <http://www.thtg.vn/chu-tich-ubnd-tinh-tien-giang-kiem-tra-tien-do-thi-cong-ke-de-bien-go-cong/>
7. <http://tiengiang.gov.vn/chi-tiet-tin/?ong-le-van-huong-chu-tich-ubnd-tinh-khao-sat-tinh-hinh-sat-lo-bo-bien/18462841>

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÊ GIẢM SÓNG ĐẾN CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC BỜ BIỂN TÂN THÀNH – GÒ CÔNG

Lê Xuân Tú, Nguyễn Công Phong, Mai Hoàn Thành, Cao Hồng Tân
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu mô phỏng mô hình toán MIKE21-FM đánh giá hiệu quả giảm sóng và dòng chảy của đê giảm sóng xa bờ. Kết quả phân tích cho thấy đê giảm sóng đã làm suy giảm sóng và dòng chảy khu vực sau đê lên tới trên 50% tạo điều kiện thuận lợi để gây bồi tạo bãi và khôi phục rừng ngập mặn.

Từ khóa: Đê giảm sóng, hiệu quả giảm sóng, dòng chảy, mô hình toán MIKE21-FM.

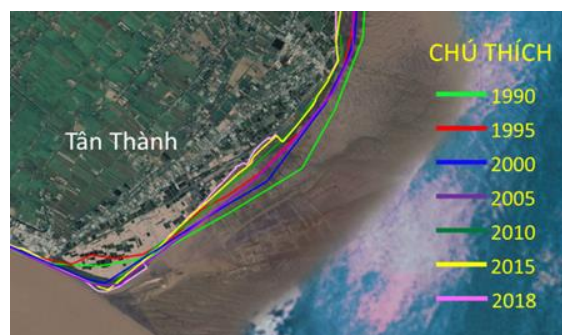
ABSTRACT: This paper presents the results of simulation research on the numerical model MIKE21-FM to evaluate the wave and current reduction efficiency of the offshore breakwater. The analysis results showed that the breakwater reduced the waves and the currents in the rear side of the breakwater more than 50%, creating favorable conditions for sedimentation and mangrove rehabilitation.

Keywords: Breakwater, wave reduction, current, numerical model MIKE21-FM.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây quá trình sạt lở bờ biển đang diễn ra hết sức nghiêm trọng ở dải ven biển Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói chung và bờ biển Gò Công- Tiền Giang nói riêng làm suy thoái rừng ngập mặn, theo kết quả điều tra nghiên cứu của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2020 xói lở bờ biển Gò Công đã xảy ra trên 9.1/21 km đường bờ

với tốc độ xói lở từ 5-20m/năm. Để bảo vệ bờ biển, khôi phục rừng ngập mặn các giải pháp đã thực hiện ở khu vực này như: kè lát mái bảo vệ bờ trực tiếp, đê giảm sóng xa bờ bằng Geotube. Tuy nhiên, mỗi giải pháp đều có ưu nhược điểm nhất định chưa đáp ứng được mục tiêu tổng thể chống xói lở, bảo vệ và phát triển hệ sinh thái ven biển đặc biệt là phục hồi và phát triển rừng ngập mặn.



Hình 1: Diễn biến đường bờ biển từ 1990-2018 (trái) và sạt lở bờ biển Tân Thành (phải)

Để bảo vệ bờ biển thì giải pháp đê giảm sóng xa bờ là một trong những giải pháp hiệu quả đã được áp dụng rộng rãi ở

các nước phát triển như: Mỹ, Nhật, Anh, Tây ban nha, Ý, Hà Lan... Vì vậy, áp dụng đê giảm sóng xa bờ bảo vệ bờ biển

cần được nghiên cứu và ứng dụng ở ĐBSCL bởi khả năng trao đổi trầm tích và bồi bùn cát, gây bồi tạo điều kiện phục hồi và phát triển rừng ngập mặn. Do đó, nghiên cứu đưa ra phương pháp và cách đánh giá tác động của đề giảm sóng đến hiệu quả giảm sóng, dòng chảy và bồi lắng ven bờ biển ĐBSCL là rất cần thiết. Nghiên cứu này áp dụng đánh giá công trình thử nghiệm bố trí dọc bờ biển xã Tân Thành, huyện Gò Công, tỉnh Tiền Giang trong Đề tài cấp quốc gia “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống sạt lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cửa Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng” (mã số ĐTĐL.CN-07/17).



Hình 2: Vùng nghiên cứu khu vực bờ biển Tân Thành- Gò Công tỉnh Tiền Giang

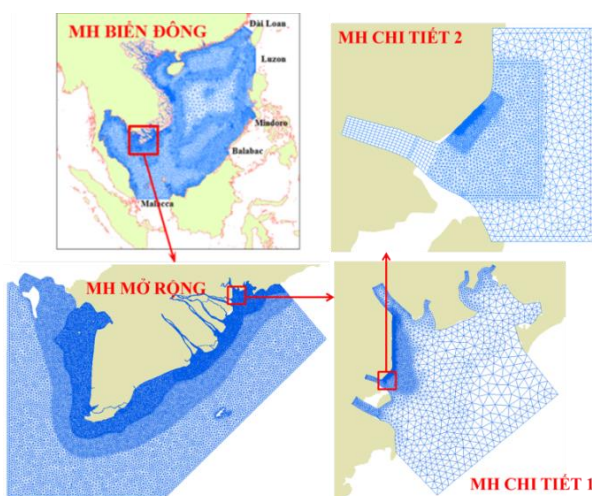
2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN VÀ KỊCH BẢN MÔ PHỎNG

2.1. Phương pháp thực hiện

Nghiên cứu sử dụng phương pháp mô hình toán bằng phần mềm Mike (Bộ mô hình MIKE21/3 Coupled FM với các module HD, SW) để mô phỏng quá trình thủy động lực, truyền sóng. Các mô hình được thiết lập, kiểm định và hiệu chỉnh dựa vào các số liệu đo đạc.

2.2. Thiết lập mô hình

Để đánh giá chế độ sóng và dòng chảy khu vực nghiên cứu, mô hình được thiết lập đa tỉ lệ từ mô hình tổng thể đến mô hình chi tiết cho vị trí khu vực công trình như Hình 3.



Hình 3: Mô hình nghiên cứu đa tỉ lệ

Trong đó, Mô hình biển Đông và Mô hình mở rộng cho ĐBSCL được thiết lập và kiểm định bởi Nguyễn Duy Khang và nnk (2011). Mục đích của mô hình 1 là mô phỏng chế độ dòng chảy (thủy triều, dòng chảy ven bờ) và chế độ sóng nhằm cung cấp biên mở phía biển cho các mô hình với phạm vi nhỏ hơn (MH mở rộng).

Mô hình mở rộng bao gồm các mô hình: 1D cho hệ thống sông kênh Mekong và Sài Gòn - Đồng Nai, và 2D cho vùng nghiên cứu mở rộng phía biển từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Campuchia. Kết quả của mô hình này được dùng để trích xuất biên cho mô hình nghiên cứu chi tiết (MH chi tiết 1). Mô hình chi tiết 1: mô hình 2D chi tiết được xây dựng để nghiên cứu chế độ

thủy động lực, sóng tác động tới vùng nghiên cứu từ Vũng Tàu tới Bến Tre nhằm cung cấp biên thủy cho mô hình chi tiết 2. Mô hình chi tiết 2 nhằm đánh giá chế độ thủy động lực học chi tiết hiện trạng vùng nghiên cứu từ đó tìm ra cơ chế thủy động lực học và mô phỏng ảnh hưởng của tác động công trình tới chế độ thủy động lực học vùng công trình bảo vệ.

2.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Các mô hình thiết lập được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo,

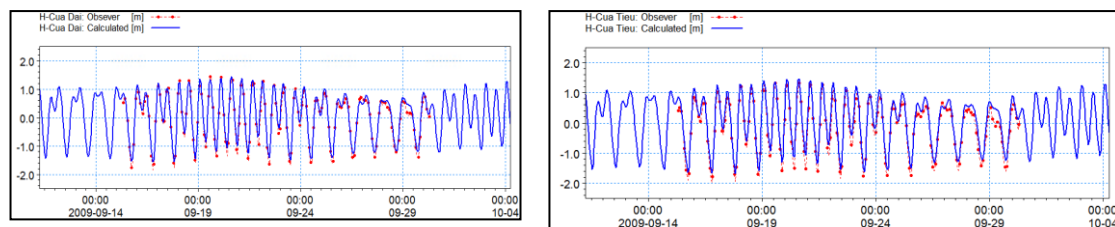
trong đó các mô hình lớn được thiết lập và kiểm định bởi Nguyễn Duy Khang và nnk (2011), Trần Bá Hoàng & nnk, (2020). Bài báo này chỉ trình bày kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho mô hình chi tiết 1,2 với mực nước, lưu tốc, sóng so với số liệu thực đo tại các các trạm khảo sát thực tế được trình bày từ Hình 4 – Hình 6. Kết quả kiểm định cho thấy sự tương đồng khá cao giữa số liệu thực đo và kết quả mô phỏng do đó bộ thông số mô hình được dùng để mô phỏng các kịch bản có và không có công trình ứng với các thời điểm khác nhau.

Bảng 1: Tọa độ, thời gian các trạm đo phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

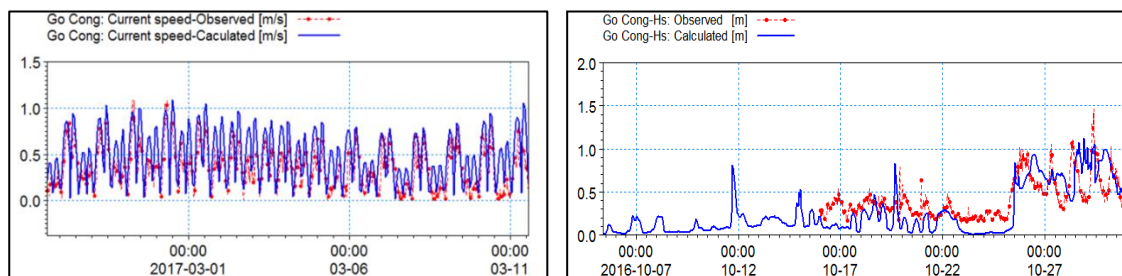
STT	Tên trạm	Tọa độ		Thời gian khảo sát	Yếu tố quan trắc
		Long	Lat		
1	Gò Công	106°52'48.22" E	10°16'5.48" N	Đợt 1: 16/10/2016 – 31/10/2016 Đợt 2: 24/02/2017 – 11/03/2017	Sóng, gió, dòng chảy, bùn cát đáy và lơ lửng
2	Trạm cửa Tiểu	106°44'28.93"E	10°15'46.72"N	15/9/2009 ÷ 30/9/2009	Mực nước
3	Trạm cửa Đại	106°44'2.35"E	10°11'24.81"N	15/9/2009 ÷ 30/9/2009	Mực nước



Hình 4: Vị trí các trạm hiệu chỉnh, kiểm định và trích xuất kết quả mô hình toán



Hình 5. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại các trạm Cửa Đại, Cửa Tiểu (9/2009).



Hình 6: So sánh dòng chảy và sóng tại trạm Gò Công mô phỏng và thực đo

2.4. Các kịch bản mô phỏng

Nghiên cứu sẽ đánh giá thay đổi thủy động lực học vùng nghiên cứu ứng với 3 kịch bản như Bảng 2 ứng với chế độ

sóng và dòng chảy khu vực ven biển ĐBSCL bị chi phối bởi hai mùa gió chính là mùa Đông Bắc và mùa Tây Nam.

Bảng 2: Các kịch bản mô phỏng

Thứ tự	Tên kịch bản	Mô tả kịch bản
1	HT	Hiện trạng
2	CT	Công trình gồm 10 đê phá sóng cao trình +1.5 m, chiều dài mỗi đê 150m, đê cách bờ 130m
3	CT1	Công trình gồm 3 đê phá sóng cao trình +1.5m, chiều dài mỗi đê 150m, đê cách bờ 130m

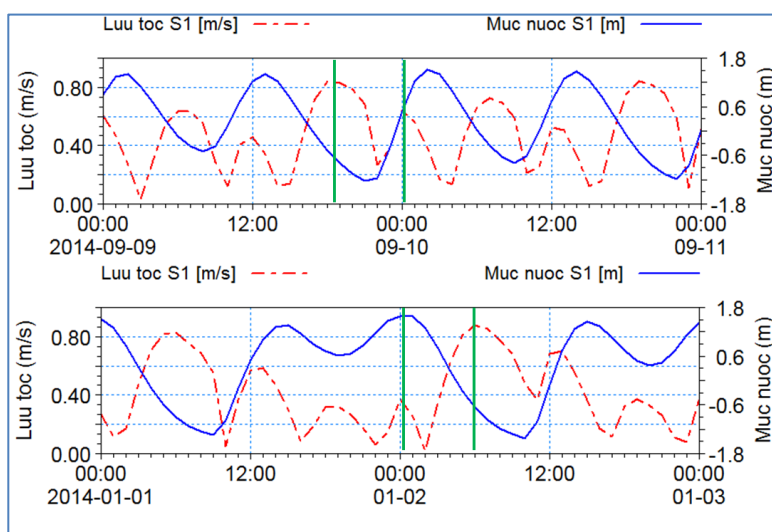
3. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH

3.1. Chế độ thủy động lực học vùng nghiên cứu ứng kịch bản hiện trạng.

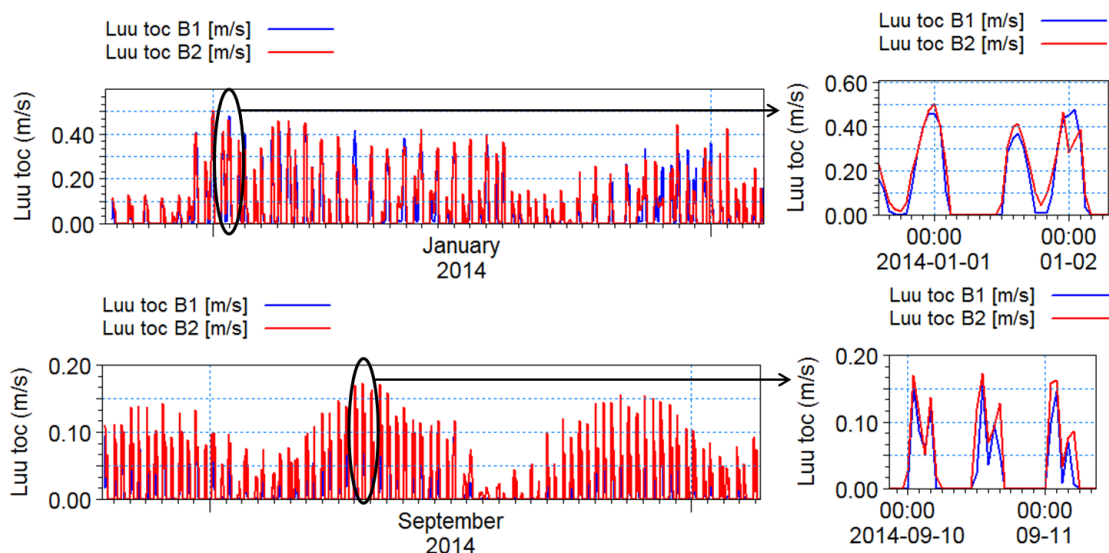
Khu vực nghiên cứu bị chi phối bởi ảnh hưởng của triều biển Đông và dòng chảy sông Cửa Tiểu. Hình 7 thể hiện dòng chảy vùng cửa sông Cửa Tiểu gần khu vực xây dựng công trình trong thời đoạn một con triều trong 2 mùa Đông Bắc và Tây Nam. Kết quả cho thấy, vùng cửa sông ven biển khu vực nghiên cứu có thời gian triều rút dài hơn thời gian triều lên trong một con triều, ngoài ra pha lưu tốc lệch pha so với pha mực nước. Thời điểm cực đại của lưu tốc tương ứng với thời điểm triều rút, sớm hơn thời điểm mực nước nhỏ nhất và thời điểm cực đại kế tiếp của lưu tốc tương ứng với thời điểm triều lên

và sớm hơn thời điểm mực nước cực đại trong một chu kỳ triều. Kết quả tính toán cho thấy tại các thời điểm triều lên và triều rút cho thấy vận tốc dòng chảy do thủy triều gây ra là khá lớn, tại cửa sông Cửa Tiểu vận tốc lớn nhất lên tới trên 0.8 m/s khi triều rút và khoảng 0.4m/s ÷ 0.6 m/s khi triều lên.

Kết quả trích xuất dòng chảy vùng ven bờ tại 2 điểm B1, B2 trên Hình 8 cũng chỉ ra rằng chế độ thủy động lực học trong mùa Đông Bắc hoạt động mạnh mẽ hơn rất nhiều so với mùa Tây Nam, giá trị lưu tốc vùng ven bờ trong vùng nghiên cứu mùa Đông Bắc có giá trị lớn nhất từ 0.5-0.6 m/s, trong khi đó mùa Tây Nam kết quả lưu tốc chỉ đạt dưới 0.2 m/s.



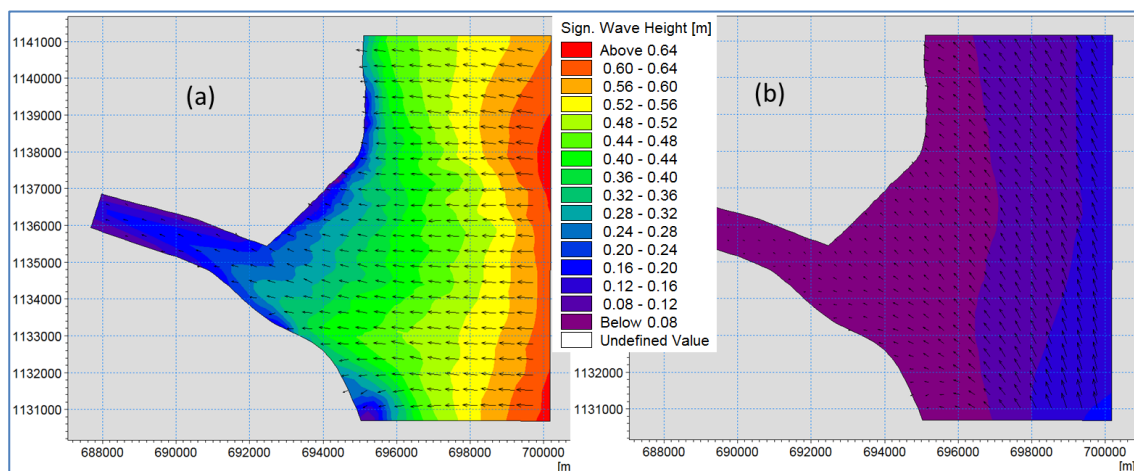
Hình 7: Lưu tốc thời điểm triều lên và thời điểm triều rút tại điểm S1 trong mùa lũ và mùa kiệt



Hình 8: Dòng chảy tại điểm B1, B2 trong mùa Đông Bắc và mùa Tây Nam.

Hình 9 thể hiện kết quả tính toán chiều cao sóng H_s trung bình vùng nghiên cứu ứng với hai mùa điển hình trong năm, kết quả cho thấy sóng vùng nghiên cứu hoạt động mạnh trong thời đoạn mùa Đông Bắc với chiều cao sóng trung bình cách bờ 5 km là lớn hơn 0.64 m hướng chủ đạo là hướng Đông, trong khi đó thời

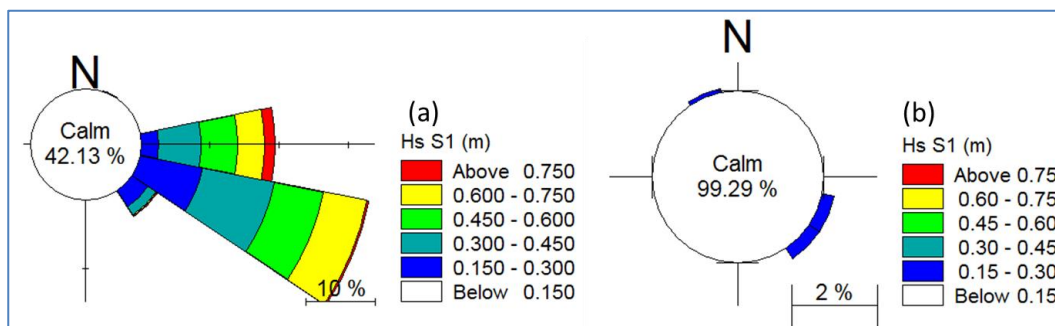
đoạn gió mùa Tây Nam khu vực gần bờ chiều cao sóng trung bình rất nhỏ dưới 0.3m có hướng chủ đạo là hướng Đông-Nam. Từ kết quả tính toán chiều cao sóng H_s trung bình trong 2 mùa nhận thấy chế độ sóng có tác động mạnh mẽ tới vùng ven bờ khu vực Tân Thành xuất hiện trong mùa Đông Bắc.



Hình 9: Chiều cao sóng trung bình: (a) tháng 1/2014, (b) tháng 9/2014

Chế độ sóng vùng nghiên cứu thể hiện Hình 10 cho thấy sóng trong mùa Đông Bắc chiếm ưu thế thời gian lặng sóng ($H_s < 0.15$ m) tại điểm S1 chỉ là 42.13%, chiều cao sóng dao động chủ yếu từ

0.3÷0.75m, hướng sóng chủ đạo là hướng Đông và Đông Nam, trong khi đó mùa Tây Nam thời gian lặng sóng ($H_s < 0.15$ m) tại điểm S1 tới 99.26% và chiều cao sóng nhỏ hơn 0.3m.



Hình 10: Hoa sóng tại điểm S1: (a) mùa Đông Bắc, (b) mùa Tây Nam.

Từ kết quả phân tích trên nhận thấy chế độ thủy động lực học vùng cửa sông, ven bờ như sau:

- Thời gian triều rút lớn hơn thời gian triều lên, vận tốc triều rút lớn hơn nhiều so với vận tốc triều lên, đặc biệt trong mùa Tây Nam do có sự kết hợp của dòng chảy lũ trong sông.
- Cơ chế hoạt động của sóng ảnh hưởng mạnh mẽ tới chế độ dòng chảy vùng ven bờ, trong mùa

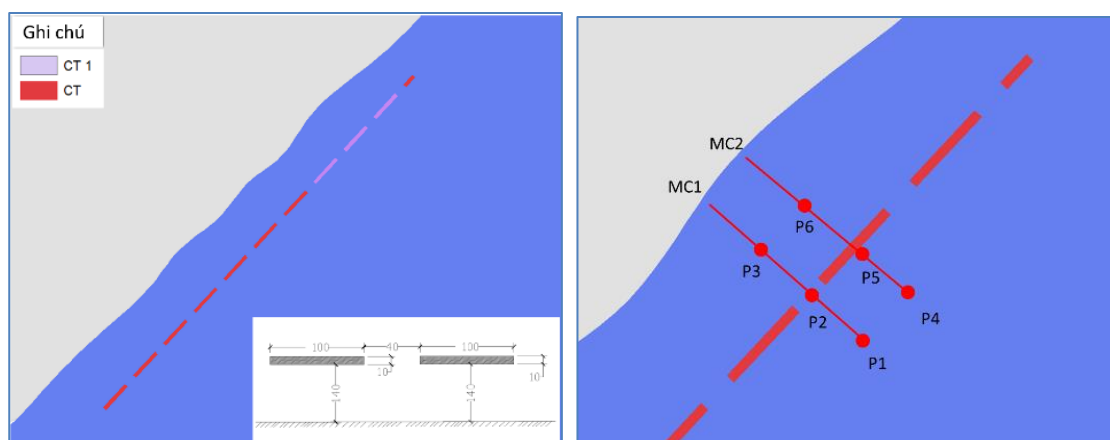
Đông Bắc sóng mạnh đã gây nên vận tốc dòng chảy ven bờ từ 0.5 ÷ 0.6 m/s trong khi đó mùa Tây Nam vận tốc dòng chảy ven bờ dưới 0.2 m/s.

- Nguyên nhân chính gây biến đổi hình thái vùng ven bờ cửa sông là do cơ chế sóng và dòng chảy ven bờ. Sóng lớn trong mùa Đông Bắc truyền vào bờ bị ảnh hưởng độ sâu nên sóng vỡ gây xói lở đường bờ, mặt khác sóng giải phóng năng

lượng sinh ra dòng chảy ven bờ mang bùn cát đi nơi khác, trong khi đó mùa Tây Nam sóng và dòng chảy khá nhỏ, chính năng lượng sóng nhỏ đó là cơ chế giúp vận chuyển bùn cát mịn vào trong bờ giúp bồi tụ vùng ven bờ.

3.2. Kết quả mô phỏng giải pháp công trình bảo vệ vùng ven bờ biển Tân Thành

Từ những phân tích nguyên nhân cơ chế biến đổi thủy động lực vùng ven bờ biển như trên cần có giải pháp công trình xa bờ giảm sóng giúp bảo vệ ổn định vùng ven bờ gây bồi phát triển hệ sinh thái rừng cây ngập mặn. Do vậy, giải pháp bố trí công trình để giảm sóng xa bờ tách đoạn (hình 11) được mô phỏng để có thể xem xét rõ hiệu quả của công trình trước tác động của sóng và dòng chảy.



Hình 11: Bố trí phương án công trình (trái), Vị trí trích xuất kết quả mô phỏng (phải)

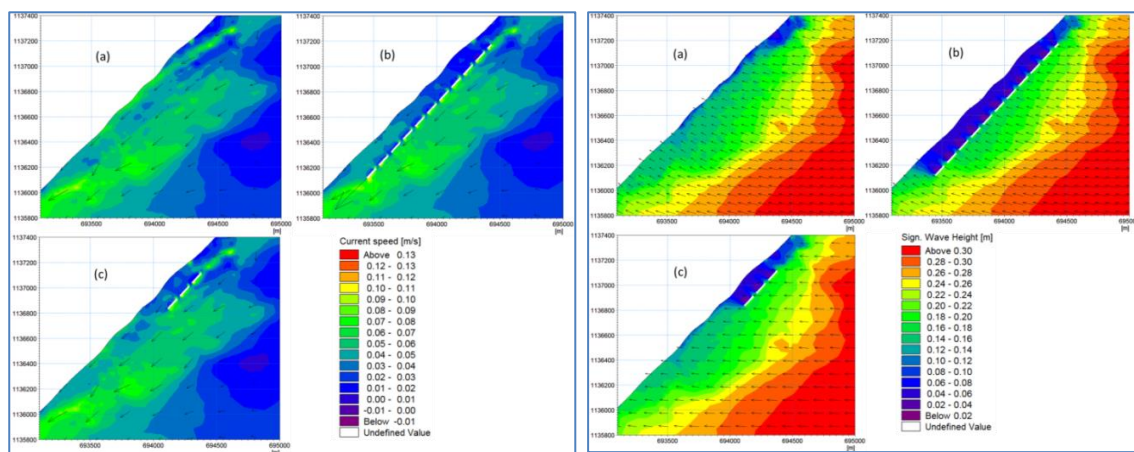
❖ Sự thay đổi chế độ dòng chảy và sóng phân bố trên không gian.

Kết quả chế độ dòng chảy và sóng vùng ven bờ giữa các kịch bản HT, CT, CT1 trình bày tại Hình 12 cho thấy hiệu quả suy giảm dòng chảy và sóng vùng phía trong công trình. Dòng chảy trung bình khu vực ven bờ ứng với kịch bản hiện trạng là 0.1m/s và khi có công trình giảm xuống còn 0.02m/s. Kết quả phân tích sóng cho thấy chiều cao sóng H_s ven bờ trung bình tính toán giảm từ 0.25 m chưa có công trình xuống 0.04 – 0.06 m khi có công trình, phạm vi bố trí công trình càng dài ứng kịch bản CT thì hiệu quả giảm sóng phía sau công trình càng lớn so với kịch bản CT1.

Hình 13 thể hiện vận tốc dòng chảy tức thời trong mùa Đông Bắc ứng với các kịch bản tính toán, kịch bản hiện trạng HT thể hiện dòng ven bờ khá lớn tập trung thành một luồng lòng chảy song song với bờ với vận tốc lớn hơn 0.4m/s với chiều dài hàng km, chính vận tốc dòng chảy này kết hợp với sự tác động của sóng đã gây xói lở và vận chuyển bùn cát mang đi nơi khác. Khi có công trình ứng với kịch bản CT và CT1 thì vận tốc dòng ven bờ giảm đi rất đáng kể luồng dòng chảy tập trung ven bờ đã biến mất và giá trị cũng giảm chỉ còn khoảng 0.1m/s. Tuy nhiên, vận tốc dòng chảy tập trung trước chân công trình khá lớn do đó phải có biện pháp gia cố chống xói chân công trình. Mặt khác, khi so sánh kịch bản CT và CT1 cho thấy có sự khác

nhau về hiệu quả của phạm vi bảo vệ ứng với kịch bản CT1 có 3 đê giảm sóng hiệu quả bảo vệ thấp do sóng và dòng chảy luân qua khoảng hở và biên 2 đầu công trình nên hiệu quả không cao, dòng ven bờ vẫn còn hình thành với mức độ đáng kể vẫn có thể gây xói bờ hạ lưu công trình so với kịch bản CT với 10 đê giảm sóng thì dòng ven

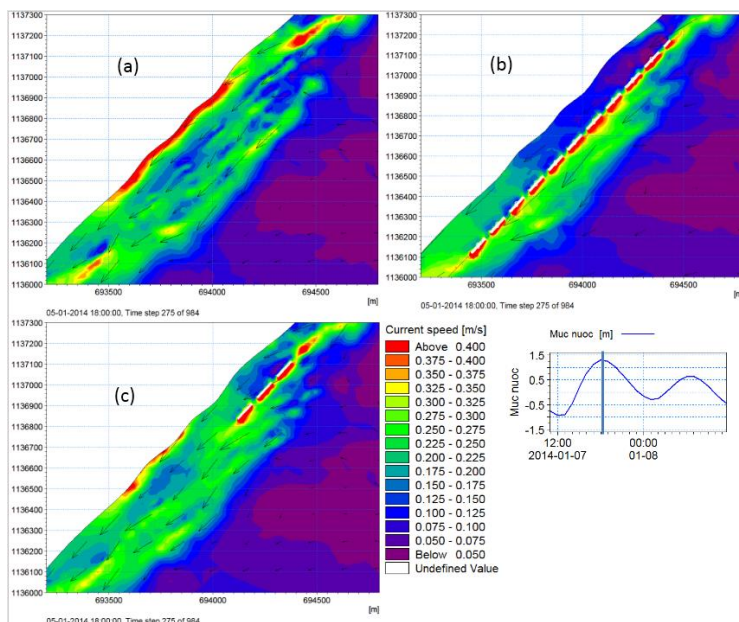
bờ được dập tắt hoàn toàn, điều này cho thấy khi bố trí công trình đê giảm sóng phải bố trí xây dựng với quy mô và bố trí đủ dài ít nhất khoảng 5-10 đê giảm sóng để tăng hiệu quả làm việc cũng như phạm vi bảo vệ công trình và không nên bố trí công trình nhỏ hơn 3 đê giảm sóng hiệu quả bảo vệ thấp.



Dòng chảy trung bình tháng 1/2014

Chiều cao sóng H_s trung bình 1/2014

Hình 12: Trường dòng chảy (trái) chiều cao sóng (phải) trung bình: (a) kịch bản HT, (b) kịch bản CT, (c) kịch bản CT1



Hình 13: Dòng chảy tức thời mùa Đông Bắc: (a) kịch bản HT, (b) kịch bản CT, (c) kịch bản CT1

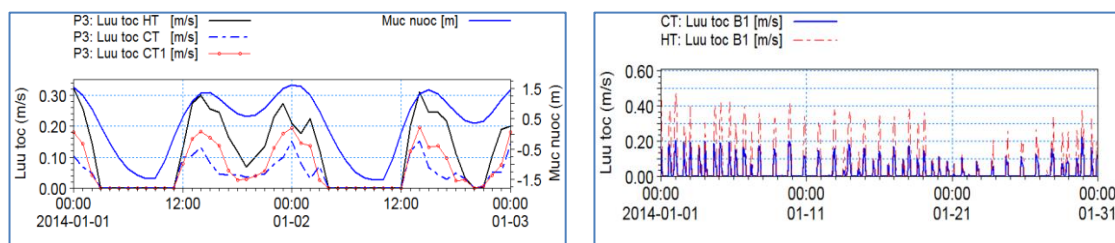
❖ Kết quả phân tích dòng chảy, chiều cao sóng tại các vị trí trích xuất

Kết quả lưu tốc vùng bên trong công trình tại các điểm P3 và B1 trên Hình 14 (trái) cho thấy hiệu quả của công trình trong việc làm suy giảm dòng chảy một cách rõ rệt. Giá trị dòng chảy lớn nhất tại thời điểm triều lên là 0.3 m/s trong kịch bản hiện trạng, giá trị này được giảm xuống bằng 0.18 m/s trong kịch bản CT1 và 0.14 m/s trong kịch bản CT. Hình 14 (phải) thể hiện giá trị trích xuất lưu tốc tại điểm sát bờ B1 cũng cho thấy hiệu quả rõ rệt của công trình trong việc suy giảm dòng ven từ 0.4 - 0.5 m/s trong kịch bản HT xuống dưới 0.2 m/s ứng với kịch bản có công trình CT.

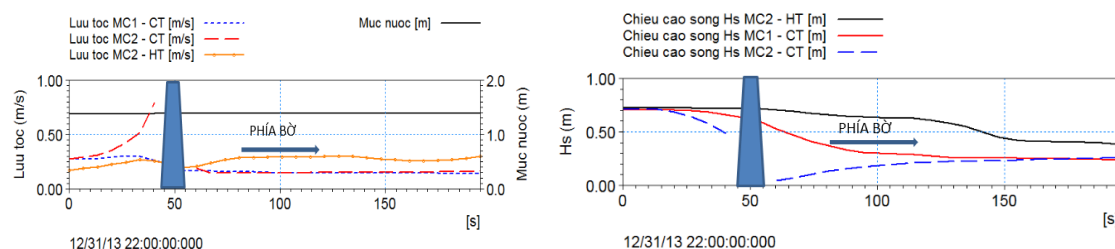
Kết quả trích xuất dòng chảy tức thời ứng với mặt cắt MC1 và MC2 Hình (trái) tại thời điểm sóng tới trước công trình lớn và thời điểm triều cường cho thấy hiệu quả suy giảm sóng và dòng chảy

một cách rõ rệt. Giá trị dòng chảy được suy giảm từ 0.4 m/s phía trước công trình xuống 0.2 m/s phía sau công trình. Tại mặt cắt MC2 cho thấy sự gia tăng lưu tốc cục bộ phía trước công trình lên tới gần 0.7 m/s đó là nguyên nhân gây nên hiện tượng xói lở chân công trình nên cần thiết phải gia cố chân.

Hình 15 (phải) thể hiện kết quả trích xuất chiều cao sóng tại mặt cắt MC1, MC2 cũng cho thấy hiệu quả giảm sóng rõ rệt của kịch bản công trình. Giá trị chiều cao sóng giảm từ 0.7 m phía trước công trình xuống 0.30 m phía sau công trình. Kết quả mô phỏng chiều cao sóng tại 2 mặt cắt MC1 và MC2 cho thấy công trình đã giúp tạo nên một vùng khuất sóng phía sau công trình vào đến bờ. Kết quả trích xuất phân bố chiều cao sóng tại MC1 chỉ ra sự khác biệt về chiều cao sóng khi sóng truyền qua khoảng hở giữa 2 đê so với MC2, sau khi qua cửa đê sóng suy giảm chiều cao từ 0.7m tới 0.3m tương ứng với chiều dài khoảng 50m từ cửa đê vào phía bờ.



Hình 14: Dòng chảy ven bờ tại điểm P3, B1 giữa các kịch bản mô phỏng.

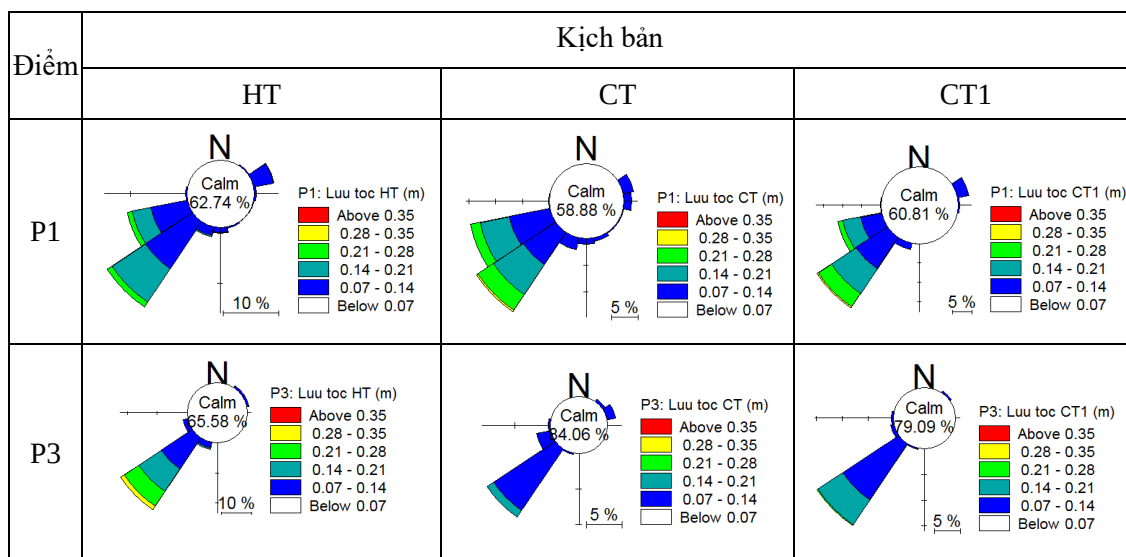


Hình 15: Lưu tốc (trái), Chiều cao sóng (phải) tại mặt cắt MC1, MC2 kịch bản HT và CT.

Hình 16 – Hình 17 trình bày kết quả hoa dòng chảy và hoa sóng trong các kịch bản mô phỏng HT, CT và CT1. Dòng chảy vùng ven bờ có hướng chủ đạo là hướng Tây Nam, hướng sóng chủ đạo có hướng Đông và Đông Đông Nam.

Hình 16 cho thấy tại các điểm P1 khi có công trình CT, CT1 vận tốc dòng chảy có xu thế tăng lên so với kịch bản hiện trạng HT, thời gian duy trì dòng chảy dưới 0.07m/s thì giảm đi tương ứng 62.74%, 58.88%, 60.81% ứng với kịch bản HT, CT, CT1. Tại điểm P3 sau công

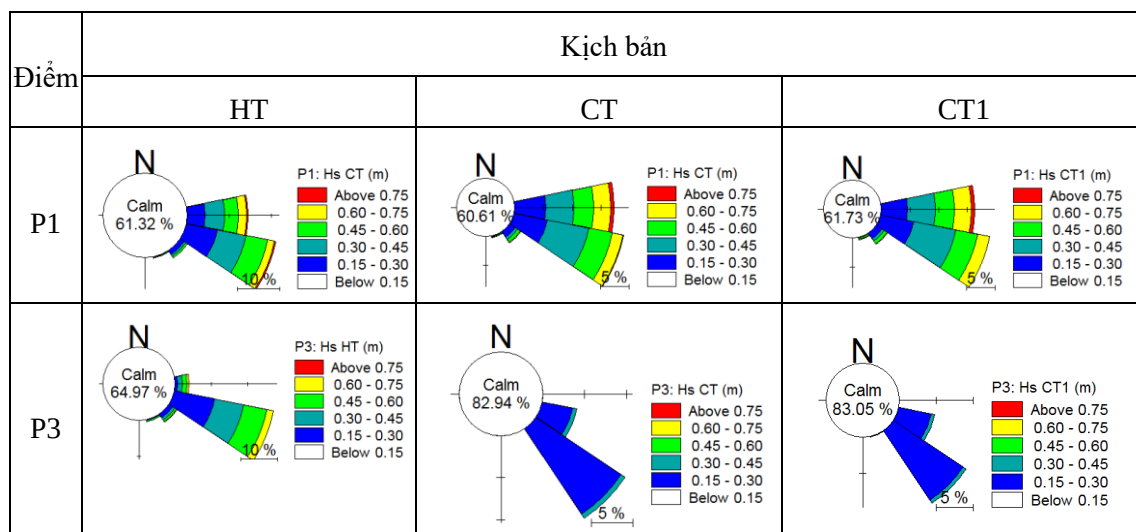
trình có xu thế ngược lại, dòng chảy giảm đi rất đáng kể cả về giá trị và thời gian duy trì. Tại điểm P3 phần trăm giá trị lưu tốc nhỏ hơn 0.07 m/s chiếm 65.89% đã được gia tăng lần lượt là 84.06% và 79.09% ứng với kịch bản CT và CT1. So sánh giá trị lưu tốc phía sau công trình tại điểm P3 kịch bản CT1 và CT cho thấy giá trị lưu tốc có sự chênh lệch thời gian lưu tốc dưới 0.07m/s lần lượt là 79.09% và 84.06% điều này cho thấy kịch bản CT cho hiệu quả giảm dòng chảy tốt hơn kịch bản CT1.



Hình 16: Hoa dòng tại các điểm trích xuất trong các kịch bản mô phỏng

Hoa sóng tại Hình 17 cũng cho thấy hiệu quả giảm sóng của công trình. Thời gian lặng sóng ($H_s < 0.15m$) phía trước công trình tại P1 không thay đổi nhiều ứng với kịch bản HT và CT,CT1. Tuy nhiên tại điểm P3 có sự khác biệt rất lớn, thời gian lặng sóng $H_s < 0.15m$ tại P3 trường hợp hiện trạng là 64.97% gia tăng lên 82.94%, 83.05% tương ứng kịch bản

có công trình CT,CT1. Kết quả biểu diễn hoa sóng tại điểm P3 của kịch bản CT và CT1 không cho thấy sự khác biệt nhiều. Kết quả hoa sóng cũng cho thấy chiều cao sóng lớn nhất vùng phía sau công trình kịch bản CT, CT1 có giá trị nhỏ hơn 0.3 m, so với trường hợp hiện trạng HT chiều cao sóng lên tới trên 0.75m.



Hình 17: Hoa sóng tại các điểm trích xuất trong các kịch bản mô phỏng

KẾT LUẬN

- Kết quả mô phỏng sử dụng mô hình đa tỉ lệ để phân tích, đánh giá được chế độ thủy động lực, chế độ sóng, dòng chảy đặc trưng của bờ biển khu vực Tân Thành - Gò Công biến đổi rõ nét theo mùa từ đó đưa ra được phương pháp đánh giá giải pháp công trình một cách phù hợp. Xói lở bờ biển xảy ra do sóng và dòng chảy tác động tại khu vực này chiều cao sóng lên tới 0.7m và dòng chảy 0.5m/s trong mùa gió Đông Bắc đã hình thành luồng dòng chảy dọc bờ với quy mô lớn hướng từ phía Bắc xuống phía Nam gây xói lở và vận chuyển bùn cát đi nơi khác.

- Kết quả phân tích cho thấy khi có công trình đê giảm sóng đã làm suy giảm chiều cao sóng Hs suy giảm từ 0.7 m trong kịch bản hiện trạng xuống 0.3 m và dòng chảy sát bờ giảm xuống từ 0.5 m/s xuống dưới 0.2 m/s. Kết quả cho thấy công trình đã có hiệu quả làm suy giảm dòng chảy và chiều cao sóng Hs tới trên 50%.

- Tại vị trí trước công trình và khoảng hở giữa 2 đê sóng và dòng chảy có xu thế gia tăng gây xói chân công trình do đó trong quá trình thiết kế phải tính toán giải pháp gia cố chân đê công trình ổn định.

- Kết quả mô phỏng giữa kịch bản công trình CT và CT1 cho thấy hiệu quả vùng bảo vệ bờ bên trong công trình và phạm vi lân cận là khác nhau, phương án CT cho hiệu quả hơn CT1 và điều này cho thấy khi bố trí công trình đê giảm sóng phải bố trí xây dựng với quy mô và bố trí đủ dài để tăng hiệu quả làm việc cũng như phạm vi bảo vệ công trình và không nên bố trí công trình nhỏ hơn 3 đê giảm sóng hiệu quả bảo vệ thấp. Mặt khác, với phạm vi công trình dài sẽ bảo vệ vùng bờ rộng hơn giúp gây bồi tạo bãi với diện tích đủ lớn, thêm vào đó với phạm vi đủ rộng thì quần thể rừng ngập mặn mới có thể phát triển hệ sinh thái đa dạng, bền vững và bảo vệ bờ hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Duy Khang, Lê Mạnh Hùng, Tăng Đức Thắng, 2011. Kiểm nghiệm việc sử dụng mô hình MIKE21 SW-FM mô phỏng chế độ sóng biển Đông. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 03/2011, tr. 15-21.
2. Trần Bá Hoàng & nnk, 2020. Báo cáo tổng kết đề tài cấp quốc gia (ĐTĐL.CN-06/17) “Nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long phục vụ đề xuất giải pháp nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển”, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
3. Lê Xuân Tú & nnk, 2018. Báo cáo chuyên đề: Nghiên cứu lựa chọn phương án bố trí công trình thông qua mô phỏng mô hình toán. Đề tài cấp quốc gia (ĐTĐL.CN-07/17) “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng” Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU RỘNG ĐỈNH ĐẾN HIỆU QUẢ GIẢM SÓNG CỦA ĐÊ GIẢM SÓNG CỌC LY TÂM – ĐÁ ĐỔ TRONG MÁNG SÓNG

**Đỗ Văn Dương, Nguyễn Nguyệt Minh, Lê Duy Tú, Lê Xuân Tú,
Đinh Công Sản, Trần Thùy Linh**
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT: Một trong những giải pháp công trình chống xói lở, bảo vệ bờ biển, tạo điều kiện khôi phục rừng ngập mặn phía sau công trình có hiệu quả cao và được áp dụng khá phổ biến ở vùng biển Tây của ĐBSCL là đê giảm sóng bằng hai hàng cọc ly tâm đá đổ ở giữa. Nhằm xác định kích thước mặt cắt ngang của đê chắn sóng phù hợp với các yêu cầu về giảm sóng khác nhau, bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu trong máng sóng ảnh hưởng chiều rộng đỉnh đê đến hiệu quả giảm sóng của công trình, cung cấp cơ sở khoa học cho thiết kế đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ.

Từ khóa: Đê giảm sóng hai hàng cọc ly tâm đá đổ, hệ số truyền sóng, hệ số tiêu tán năng lượng, sóng phản xạ, năng lượng sóng, mô hình vật lý.

ABSTRACT: One of the solutions to protect coastline, aid restoration of mangrove that are sheltered behind the breakwater effectively, and particularly applied widely to the coast of West sea of Lower Mekong Delta is Pile-Rock breakwater. Structure of this breakwater mainly includes two rows of prefabricated reinforced concrete piles and rock rip-rap between them. In order to determine the the cross-section dimentions of the Pile-Rock breakwater in accordance with the different wave attenuation requirements, this study present the experiment results on the wave flume to quantify the effect of Pile-Rock breakwater's widths to the wave reduction, assisting the design of Pile-Rock breakwater in different areas.

Keywords: Pile-rock breakwaters; Double-row pile breakwaters; wave transmission; wave dissipation; wave reflection; wave energy; physical model; Coastal Mekong delta.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết quả điều tra và nghiên cứu trong các đề tài/dự án trước đây về các giải pháp chống xói, bảo vệ bờ biển đã xây dựng ở ĐBSCL khá đa dạng và phong phú, đã tích hợp được hầu hết các loại dạng công trình/công nghệ bảo vệ bờ biển trên thế giới. Tuy nhiên, những giải pháp nào là phù hợp thì chưa có lời giải.

Trong khuôn khổ hợp tác giữa Bộ Khoa học và Công nghệ và Bộ Liên bang về Giáo dục và Nghiên cứu Cộng hòa Liên bang Đức về “Các giải pháp tích hợp cho sự phát triển bền vững khu vực ĐBSCL – Đất, Nước, Năng lượng và Khí

Hậu” (dự án VIWAT), đề tài “Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ chống xói lở, bảo vệ bờ biển hợp lý cho vùng Đồng bằng sông Cửu Long dựa trên mô hình vật lý” đã được đề xuất.

Để lựa chọn được giải pháp bảo vệ bờ biển hợp lý ở ĐBSCL, đề tài đã đề xuất thông qua 3 bước. Bước 1 là điều tra, đánh giá lại các công trình thực tế đã xây dựng ở ĐBSCL và từ đó đề xuất, lựa chọn một số công trình tương đối phù hợp, hiệu quả. Bước 2 là đánh giá sự phù hợp về chức năng nhiệm vụ của các công trình (đã lựa chọn ở bước 1) thông qua mô hình toán. Cuối cùng là bước 3, lựa chọn các giải pháp phù hợp nhất dựa trên đánh giá từ

mô hình vật lý. Ở bước 2 và 3 sẽ có những đề xuất, điều chỉnh, cải thiện nhằm tìm được công trình, những thông số của công trình phù hợp để áp dụng ở ĐBSCL.

Một trong những giải pháp công trình chống xói, bảo vệ bờ biển, tạo điều kiện khôi phục rừng ngập mặn phía sau công trình có hiệu quả cao và được áp dụng khá phổ biến ở vùng biển Tây của ĐBSCL với tổng chiều dài khoảng 70 km, là đê phá sóng/giảm sóng bằng hai hàng cọc ly tâm đóng sát nhau, giữa hai hàng cọc (lõi) chèn đá hộc (gọi tắt là đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ). Đây cũng là một trong những công trình được đánh giá là phù hợp, thông qua hai bước đánh giá nêu trên của đề tài.

Thực tế trong quá trình xây dựng các công trình đê chắn sóng cọc ly tâm đá đổ ở vùng ven biển Tây ở ĐBSCL, cao trình đỉnh của đê cũng như chiều rộng đê cũng chưa phù hợp cho mỗi vùng khác nhau. Vì thế, một số công trình đã phải nâng cao đỉnh đê hoặc mở rộng chiều rộng của đê để đáp ứng yêu cầu giảm sóng khác nhau.

Nhằm mục đích xác định kích thước mặt cắt ngang của đê chắn sóng loại này phù hợp với các yêu cầu về giảm sóng khác nhau, nghiên cứu này thí nghiệm trên máng sóng để định lượng sự thay đổi của chiều rộng đê đến hiệu quả giảm sóng của công trình, cung cấp cơ sở khoa học cho thiết kế đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ một cách phù hợp. Đây cũng là bước thứ 3 của đề tài nhằm “Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ chống xói lở, bảo vệ bờ biển hợp lý cho vùng Đồng bằng sông Cửu Long dựa trên mô hình vật lý”.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu nhằm xác định sự thay đổi của cao trình đỉnh và

chiều rộng của đê chắn sóng cọc ly tâm đá đổ với hiệu quả giảm sóng là dựa vào thí nghiệm trên mô hình vật lý máng sóng.

2.1. Thiết kế mô hình thí nghiệm

2.1.1. Máng sóng

Thí nghiệm được thực hiện trong máng sóng của phòng thí nghiệm thủy động lực sông biển- Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam. Các thiết bị thí nghiệm được cung cấp bởi HR Wallingford (Anh). Chiều dài máng sóng là 35m, chiều rộng 1,2m và cao 1,5m. Hệ thống máy tạo sóng được trang bị khả năng hấp thụ sóng phản xạ (Active Reflection Compensation), có thể tạo ra sóng ngẫu nhiên hoặc sóng đều với chiều cao lên đến 0,30m và chu kỳ đỉnh 3,0s. Sóng được đo bởi kim đo sóng (wave gauge) với tần số 50Hz (độ chính xác $\pm 0,1\text{mm}$).

Trong thí nghiệm này mái hấp thụ sóng được bố trí cuối máng sóng, sử dụng vật liệu mạt nhôm được đặt trong lồng sắt với độ dốc mái 1/5. Kết quả kiểm định khả năng hấp thụ sóng, ứng với tất cả các trường hợp thí nghiệm (thay đổi mực nước, tham số sóng) thì kết quả kiểm định đều cho hệ số sóng phản xạ từ mái hấp thụ sóng nhỏ hơn 10%, đáp ứng được yêu cầu 10.

2.1.2. Tỷ lệ mô hình và tương tự mô hình

Tỷ lệ mô hình phải được chọn sao cho đảm bảo điều kiện kỹ thuật và kinh tế. Nó được lựa chọn dựa trên năng lực máng sóng và điều kiện biên (sóng, dòng chảy). Tỷ lệ càng lớn thì độ tin cậy của thí nghiệm càng cao, nhưng càng tốn kém. Đây là bài toán thử dần để đảm bảo điều kiện tương tự Froude và dòng chảy trong máng sóng phải là dòng chảy rối ($[Re] > 10^4$).

- Tương tự về số Froude: Việc lựa chọn $N_v = N_t = \sqrt{N_L}$ theo phép phân tích

thứ nguyên và định luật Buckingham II giúp cho mô hình đảm bảo về chỉ số tương tự Froude tức là $F_m = F_n$ (m: mô hình; n: nguyên hình).

- Kiểm tra điều kiện dòng chảy. Với tỷ lệ của mô hình chọn là $N_L=7$ (tỷ lệ dài, tỷ lệ cao), $N_t = \sqrt{N_L} = 2,65$ (tỷ lệ thời gian), $N_v = \sqrt{N_L} = 2,65$ (tỷ lệ vận tốc).

Kích thước viên đá của cầu kiện phục vụ cho thí nghiệm phải đảm bảo dòng chảy qua lớp đá có đường kính D là dòng chảy rối ($[Re] > 10^4$). Kiểm tra dòng chảy qua lớp đá dựa trên công thức [11]:

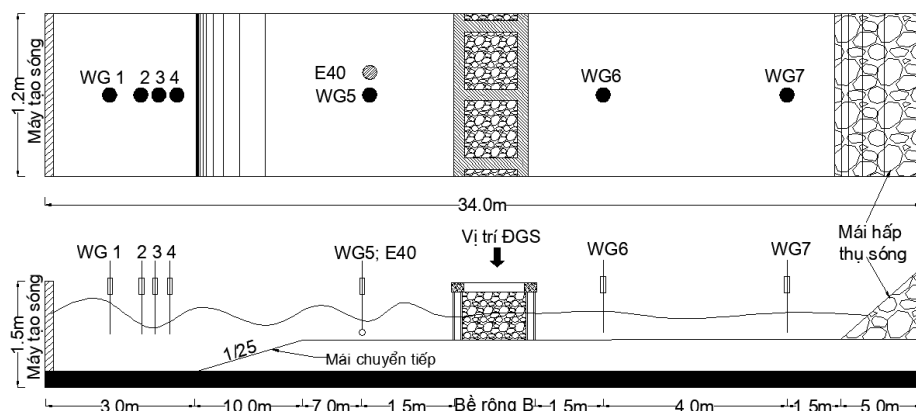
$$Re = \frac{\rho v D}{\varepsilon \mu} \quad 11$$

trong đó v là vận tốc sóng chảy qua lỗ rỗng, D là đường kính viên đá, μ là độ nhớt tuyệt đối của chất lỏng (0,001002

Kg/ms), ε là độ rỗng của lớp đá sử dụng cho thí nghiệm ($\varepsilon = 0,4$). Kết quả tính toán cho thấy trong trường hợp bất lợi nhất với đường kính viên đá thí nghiệm nhỏ nhất, vận tốc do sóng gây ra nhỏ nhất thì chỉ số Reynolds $Re = 20.559$ ($Re > [Re]$) đảm bảo dòng chảy qua lớp đá sử dụng cho thí nghiệm là dòng chảy rối.

2.1.3. Bố trí kim đo sóng và dòng chảy trong thí nghiệm

Để đảm bảo tương tự với điều kiện thực tế về độ dốc địa hình vùng ven biển ở ĐBSCL, mô hình thí nghiệm sử dụng mái chuyển tiếp có độ dốc 1/25 cách máy tạo sóng 5m về hướng đặt công trình nhằm tạo ra vùng chuyển tiếp từ sóng nước sâu về đặc trưng sóng nước nông của khu vực ĐBSCL trước khi tương tác với công trình (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Kim đo sóng được bố trí trước và sau công trình bao gồm 5 kim đo trước công trình (WG1, 2, 3, 4, 5) dùng để xác định sóng đến phía trước công trình và 2 kim đo (WG6, 7) sau công trình được dùng để xác định chiều cao sóng sau khi qua công trình. Trong đó 4 kim (WG1, 2, 3, 4) được bố trí để tách sóng phản xạ và sóng tới trước công trình dựa trên phương pháp Bình Phương tối thiểu 12

Ngoài ra đầu đo dòng chảy E40 được sử dụng bố trí kết hợp với kim đo sóng tại cùng một vị trí tại WG5 và WG6 nhằm kiểm định lại hệ số sóng phản xạ tạo ra bởi công trình và mái hấp thụ sóng bằng phương pháp phân tích thông năng 13.

Chế tạo mô hình

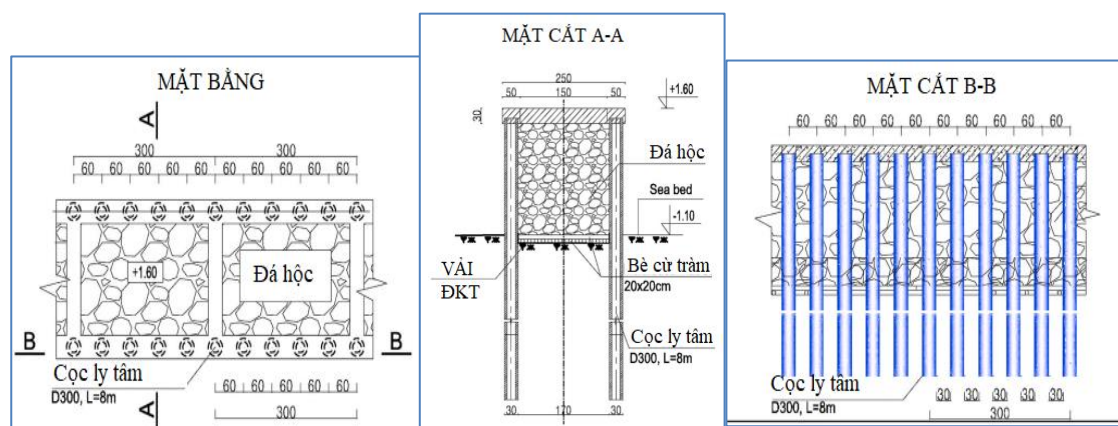
Kết cấu cọc ly tâm và dầm đỉnh liên kết trong mô hình được làm bằng gỗ để

đảm bảo thuận lợi cho gia công chính xác các kích thước công trình (Hình 2). Kết cấu và kích thước đề giảm sóng cọc ly tâm đá đổ điển hình ở ĐBSCL thể hiện trên Hình 3. Đá thí nghiệm được sàng với đường kính 4cm và 7cm. Đá được lựa chọn đảm bảo không có hình dạng quá dẹt, quá mỏng, các góc cạnh viên đá tương

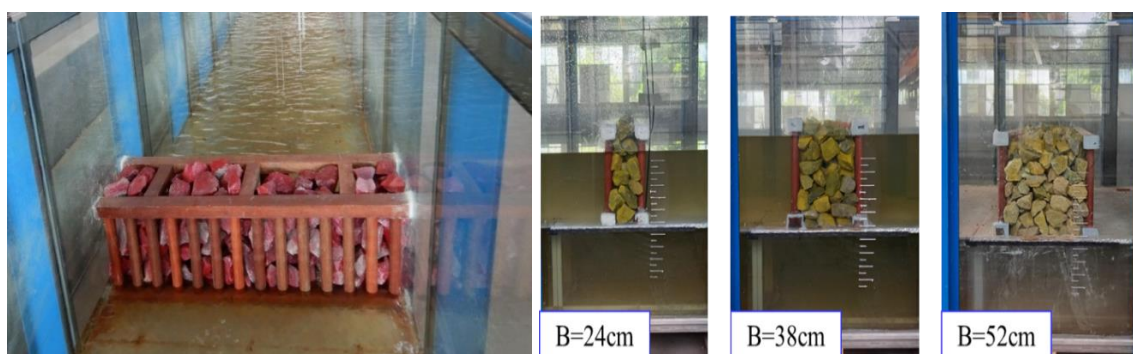
đối đều nhau, không quá nhẵn ảnh hưởng đến ma sát bề mặt viên đá. Đá sau khi sàng, lựa chọn được thí nghiệm kiểm tra độ rỗng của cấp phối đá theo TCVN 7572:2006. Thí nghiệm (theo thể tích) xác định được độ rỗng của cấp phối đá lựa chọn cho thí nghiệm khoảng $P = 40\%$.

Bảng 1. Kích thước công trình thực tế và mô hình thí nghiệm

Thông số	Kịch bản	Nguyên hình (cm)	Mô hình (cm)
Chiều cao công trình		280	40
Chiều dài công trình			120
Bề rộng công trình (B)	B24	170	24
	B38	270	38
	B52	370	52
Cấp phối đá		30÷50	4÷7
Đường kính cọc và khoảng cách cọc		30	4



Hình 2. Sơ họa kích thước Kết cấu cọc ly tâm – đá đổ điển hình ở ĐBSCL



Hình 3. Kết cấu cọc ly tâm - đá đổ thí nghiệm với các chiều rộng đề khác nhau

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

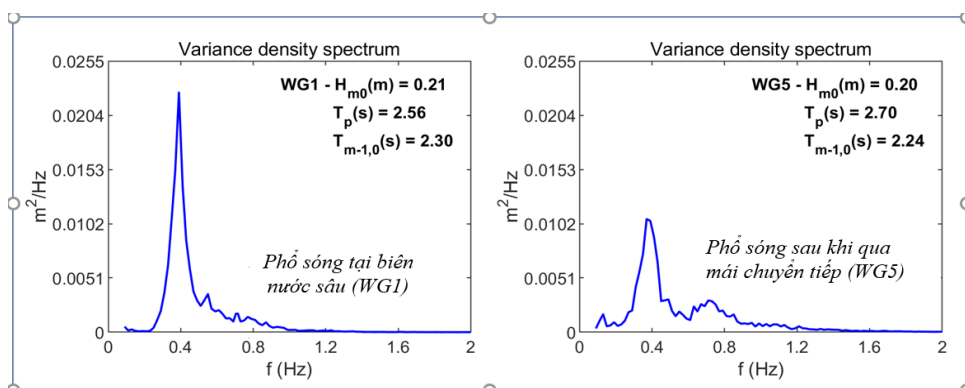
3.1. Kiểm định phổ sóng

Quá trình biến đổi sóng qua mái chuyển tiếp

Sóng được tạo ra từ máy tạo sóng tại vùng biên nước sâu. Trong quá trình lan truyền trên mái chuyển tiếp xảy ra hiện tượng sóng vỡ và sự thay đổi lớn về độ sâu nước. Sóng sau khi vỡ sẽ tiếp tục lan truyền vào vùng nước nông trước công trình. Mục đích của mái chuyển tiếp là ép

sóng vỡ nhiều lần, tạo ra sóng tới trước công trình có dạng phổ năng lượng sóng tương tự như sóng lan truyền trong vùng nước nông thực tế tại ĐBSCL.

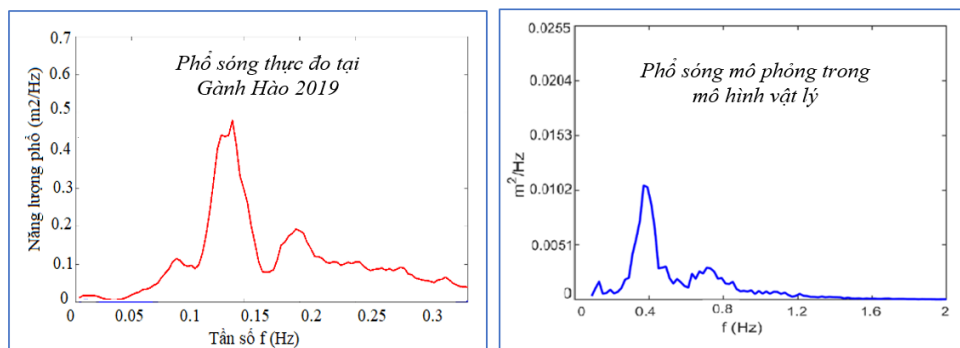
Sự biến đổi tính chất sóng qua mái chuyển tiếp được thể hiện qua phổ năng lượng sóng Hình 4. Sau khi qua vùng chuyển tiếp, sóng bị vỡ nhiều lần làm năng lượng đỉnh suy giảm. Từ vùng nước sâu (WG1) phổ sóng có dạng đỉnh nhọn và qua vùng mái chuyển tiếp (WG5) năng lượng đỉnh phổ bị suy giảm đáng kể, sóng có dạng dẹt và nhiều đỉnh.



Hình 4. Phổ sóng biến đổi trước và sau khi qua mái chuyển tiếp

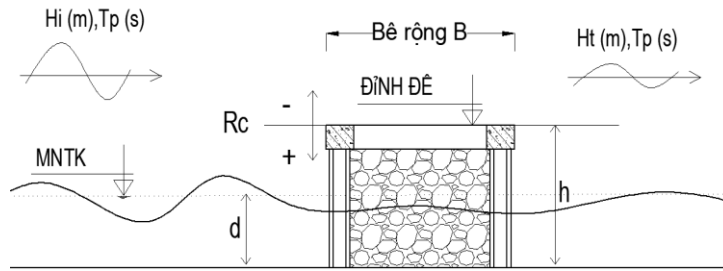
Kết quả phổ sóng tạo ra trong mô hình sau khi qua mái chuyển tiếp được so sánh tương đối với phổ sóng thực đo hiện trường. Tại khu vực nước nông điển hình của ĐBSCL, sự tương đồng giữa phổ sóng thực tế và mô hình được thể hiện qua Hình 5. Phổ sóng cả 2 trường hợp đều có

dạng dẹt, nhiều đỉnh, đỉnh có năng lượng lớn hơn nằm ở giữa và các đỉnh nhỏ nằm ở các dải tần số 2 bên. Sự tương tự về phổ sóng tại vị trí trước công trình cho thấy mô hình đã tái hiện gần đúng điều kiện thực tế, nhằm tăng độ tin cậy trong nghiên cứu tương tác sóng và công trình.



Hình 5. Phổ sóng đo đạc ngoài hiện trường và trong mô hình vật lý

3.2. Phân tích kết quả thí nghiệm



Hình 6. Sơ đồ mặt cắt công trình

Kết cấu cọc ly tâm đá đổ thuộc dạng công trình tường đứng. Khoảng cách giữa các cọc, khoảng cách hai hàng cọc và độ rỗng của đá ảnh hưởng đến khả năng tiêu tán năng lượng sóng của kết cấu, năng lượng sóng phản xạ trước công trình và sóng truyền qua công trình. Theo định luật bảo toàn năng lượng, có thể thể hiện năng lượng dưới dạng toán học bằng công thức cân bằng năng lượng [7]:

$$E_i = E_t + E_r + E_d \quad (1)$$

Trong đó, E_i , E_t , E_r và E_d là năng lượng của sóng đến, sóng truyền, sóng phản xạ và sóng bị tiêu tán. Từ đó, hàm cân bằng năng lượng có thể được viết lại như sau:

$$1 = \left(\frac{H_t}{H_i} \right)^2 + \left(\frac{H_r}{H_i} \right)^2 + \frac{E_d}{E_i} \quad (2)$$

$$1 = K_t^2 + K_r^2 + K_d \quad (3)$$

Trong đó:

$$K_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}} \text{ Hệ số truyền sóng được}$$

xác định bằng tỷ lệ chiều cao sóng truyền phía sau công trình ($H_{m0,t}$) và chiều cao sóng tới trước công trình ($H_{m0,i}$);

$$K_r = \frac{H_{m0,r}}{H_{m0,i}} \text{ Hệ số sóng phản xạ}$$

được xác định bằng tỷ lệ chiều cao sóng phản xạ trước công trình ($H_{m0,r}$) và chiều cao sóng tới trước công trình ($H_{m0,i}$);

K_d được xác định dựa vào kết quả của công thức biến đổi từ công thức (3):

$$K_d = 1 - K_t^2 - K_r^2 \quad (4)$$

Hệ số sóng tổng trước công trình được xác định bằng hiệu số chiều cao sóng tại vị trí WG5 khi có và không có công trình:

$$K_f = \frac{H_{m0,i,bef}}{H_{m0,i,aft}} \quad (5)$$

Để đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi chiều rộng đỉnh đê đến các yếu tố K_t ; K_r ; K_d trong công thức (3) kết quả sau đây sẽ làm rõ sự thay đổi của từng yếu tố.

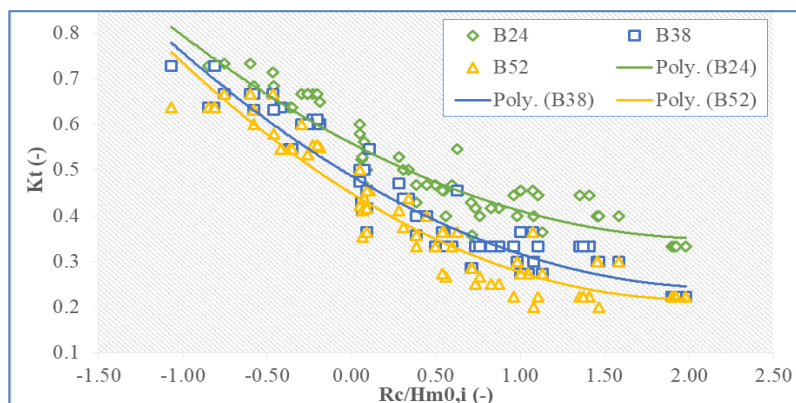
3.2.1. Ảnh hưởng của chiều rộng đỉnh đê đến hệ số truyền sóng

Tương ứng với các giá trị của chiều cao lưu không của đê (R_c), đê làm việc trong ba trạng thái, đó là đê nhô khi $R_c > 0$, đê ngầm khi $R_c < 0$ và khi $R_c = 0$ gọi là trạng thái chuyển tiếp. Tương quan biến đổi giữa chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c / H_{m0,i}$) và hệ số truyền sóng qua công trình (K_t) thể hiện trên Hình 7. K_t dao động trong khoảng 0,2 đến 0,7 và tỷ lệ nghịch với chiều rộng đê (B), tuy nhiên đường cong có xu hướng hội tụ khi

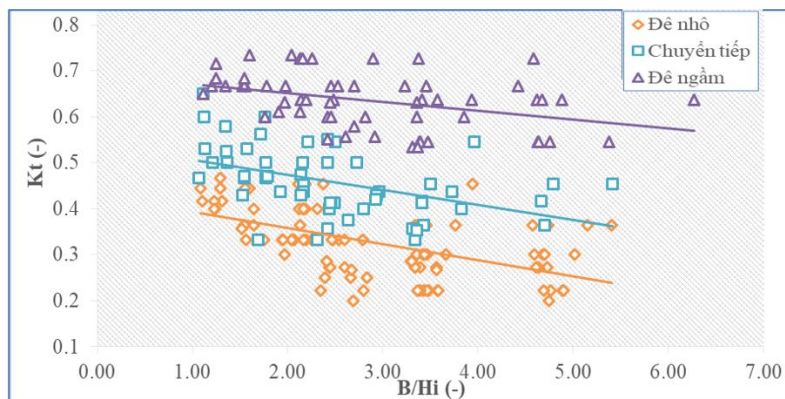
đê càng ngập sâu ($R_c/H_{m0,i} < 0$), chứng tỏ ảnh hưởng của chiều rộng đê giảm khi đê càng ngập sâu. Khi đê ở trạng thái nhô ($R_c/H_{m0,i} > 0$), hệ số truyền sóng càng giảm nhỏ khi đê càng nhô cao và khi $R_c/H_{m0,i} > 1.5$, mức giảm của K_t không đáng kể. Mặt khác chiều rộng đỉnh đê B tăng tuyến tính ứng với các bề rộng B khác nhau tuy nhiên hiệu quả giảm sóng không tuyến tính tương ứng với sự gia tăng chiều rộng đỉnh đê B . Hình 8 cho thấy trường hợp $B=24$ cho hệ số truyền sóng là lớn nhất $K_t=0,4 \div 0,75$. Trường hợp $B=38$ và $B=52$ cho kết quả truyền sóng K_t khá sát nhau $K_t=0,2 \div 0,65$, điều này cho thấy khi bề rộng đỉnh đê tăng từ $B=24$ đến $B=38$ thì hệ số K_t giảm đáng kể từ $K_t=0,4$

đến $K_t=0,2$ ứng với điều kiện đê nhô, khi chiều rộng đỉnh đê tiếp tục tăng $B \geq 38$ ứng với chiều rộng thực tế đỉnh đê $\geq 1,7m$ thì hiệu quả truyền sóng thay đổi rất ít.

Chiều rộng đỉnh đê ảnh hưởng đến hệ số truyền sóng K_t trong cả 3 trạng thái đê (Hình 8), trong đó, trạng thái đê ngầm ảnh hưởng ít nhất thể hiện qua độ dốc của đường trung bình ít nhất. Chỉ số B/H_i càng lớn thì hệ số truyền sóng qua công trình càng giảm. Trong trạng thái đê nhô, hệ số truyền sóng K_t nằm trong khoảng từ 0.2 đến 0.45. Trong trạng thái đê chuyển tiếp thì khoảng thay đổi của K_t từ 0.35 đến 0.6 và đối với trạng thái đê nổi K_t dao động từ 0.55 đến 0.75.



Hình 7. Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số sóng truyền qua công trình (K_t)



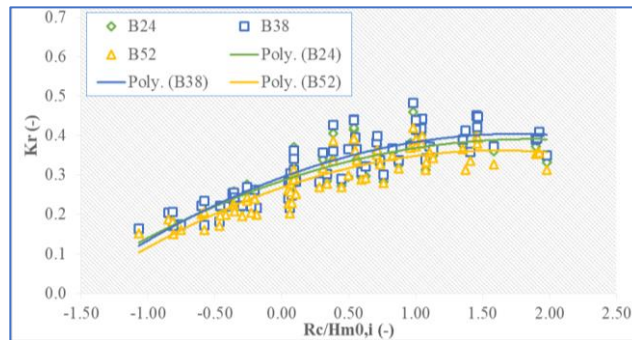
Hình 8. Ảnh hưởng của B/H_i đến K_t

3.2.2. Ảnh hưởng của chiều rộng đỉnh đê đến sóng phản xạ trước công trình

Biểu đồ Hình 9 thể hiện tương quan giữa chiều cao lưu không tương đối và hệ số sóng phản xạ trước công trình (K_r) ứng với các chiều rộng đỉnh đê khác nhau, với hệ số sóng phản xạ dao động trong khoảng 0.15 đến 0.45. Hệ số sóng phản xạ của công trình tỷ lệ thuận với chiều cao lưu không tương đối, tuy nhiên hệ số sóng phản xạ có dao động rất nhỏ từ 0,15 ÷ 0,25

khi đê ở trạng thái ngằm ($R_c/H_{m0,i} < 0$) và biên độ dao động rất lớn từ 0,2 ÷ 0,45 khi đê nhô ($R_c/H_{m0,i} > 0$).

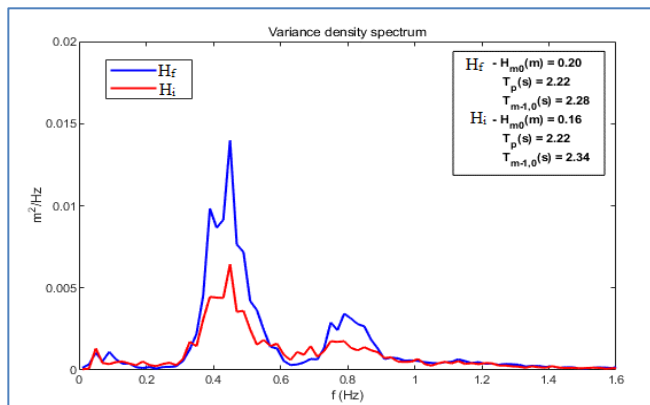
Khi tăng chiều rộng đê lần lượt B24, B38, B52 trong cùng một điều kiện (sóng, mực nước, loại đá sử dụng cho kết cấu) thì hệ số sóng phản xạ giữa các kích bản thay đổi rất ít. Điều này chứng tỏ hệ số sóng phản xạ của dạng kết cấu cọc ly tâm đá đổ không bị ảnh hưởng nhiều bởi chiều rộng đê (từ B=24cm đến B=52cm).



Hình 9. Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số sóng phản xạ trước công trình (K_r)

Quá trình sóng phản xạ trước công trình kết hợp với sóng đến qua quá trình giao thoa, cộng hưởng làm biến đổi sóng tới trước công trình. Hình 14 thể hiện sự gia tăng năng lượng đỉnh phổ khi có công trình. Sự gia tăng năng lượng đỉnh phổ

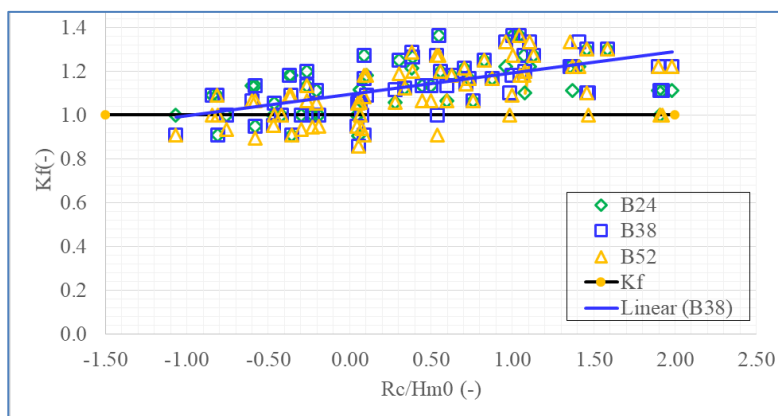
dẫn tới thay đổi chiều cao sóng trước công trình, có thể tăng lên gấp 1,4 lần so với trường hợp không có công trình (Hình 15) điều này phù hợp với nghiên cứu của Lê Xuân Tú và nnk, 2020.



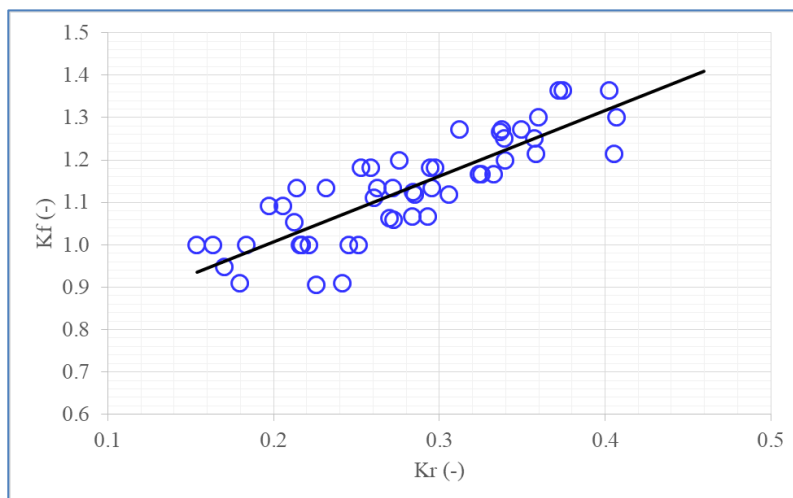
Hình 10. Phổ sóng tổng cộng (H_f) và phổ sóng tới trước công trình (H_i)

Hiện tượng gia tăng chiều cao sóng trước công trình tỷ lệ thuận với chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê. Trong các trạng thái ngàm ($R_c/H_{m0} < 0$) thì hệ số sóng tổng cộng xấp xỉ giá trị “1” và tăng dần khi

đê chuyển qua trạng thái nhô. Sự gia tăng hệ số sóng tổng cộng tạo thành do sóng phản xạ trước công trình, do đó hệ số sóng tổng cộng tỷ lệ thuận với hệ số sóng phản xạ.



Hình 11. Hệ số sóng tổng cộng trước công trình

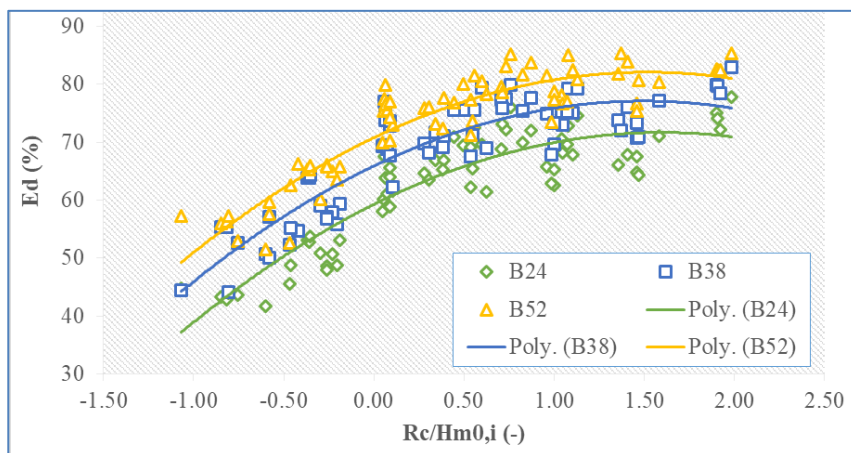


Hình 12. Tương quan giữa hệ số sóng phản xạ K_r và hệ số sóng tổng cộng K_f

3.2.3. Ảnh hưởng của chiều rộng đỉnh đê đến tiêu tán năng lượng sóng

Đối với kết cấu cọc ly tâm đá đổ, sóng bị tiêu tán do quá trình truyền qua hàng cọc, lớp đá đổ, ma sát với các viên đá làm tiêu tán năng lượng sóng khi đi truyền qua công trình. Kết quả cho thấy phần trăm năng lượng sóng bị tiêu tán bởi kết cấu cọc ly tâm đá đổ dao động trong

khoảng 40% đến hơn 80% so với năng lượng sóng tới, chiều rộng đê càng lớn thì năng lượng sóng bị tiêu tán càng cao (Hình 13). Trong trường hợp đê nhô, khi chiều cao lưu không tương đối của đê nhô lớn hơn 1, năng lượng sóng tiêu tán không tăng nữa (các đường có xu thế đi ngang khi $R_c > 1$), nghĩa là năng lượng tiêu tán chỉ còn phụ thuộc vào chiều rộng và độ rỗng của đê.



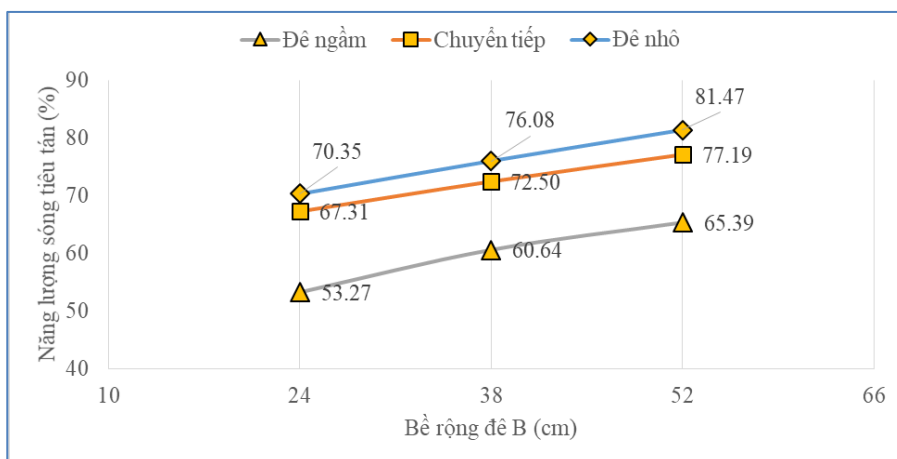
Hình 13. Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và năng lượng sóng bị tiêu tán bởi công trình (E_d)

Hình 14 thể hiện năng lượng sóng tiêu tán trung bình với các trạng thái làm việc của đê: Đê ngầm, chuyển tiếp và đê nhô ứng với các bề rộng đê khác nhau. Trạng thái đê nhô và chuyển tiếp cho thấy năng lượng tiêu tán sóng là vượt trội so với trạng thái đê ngầm.

Trạng thái đê nhô cho khả năng tiêu tán năng lượng sóng lớn nhất $70,35 \div 81,47\%$ và trong trường hợp đê ngầm thì khả năng tiêu tán năng lượng sóng của công trình là thấp nhất $53,27 \div 65,39\%$. Tuy nhiên kể cả trong

trường hợp đê ngầm thì khả năng tiêu tán năng lượng của đê cũng gia tăng theo chiều rộng của đê, với các giá trị trung bình là $53,27\%$; $60,64\%$; $65,39\%$ tương ứng với chiều rộng là $B=24$, $B=38$ và $B=52$ cm. Trung bình khi chiều rộng đỉnh đê tăng 14 cm thì khả năng tiêu tán năng lượng sóng của kết cấu tăng khoảng 5%.

Khi chiều rộng đê lớn nhất ($B=52$ cm) thì hiệu quả tiêu tán năng lượng sóng tương đối cao kể cả trong trường hợp đê ngầm, năng lượng sóng tiêu tán trung bình đạt trên $65,39\%$.



Hình 14. Ảnh hưởng của chiều rộng đê đến năng lượng sóng bị tiêu tán

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của chiều rộng đê đối với các hệ số sóng truyền, sóng phản xạ và hệ số tiêu tán năng lượng của kết cấu đê giảm sóng cọc ly tâm – đá đổ đã được thực hiện trên mô hình vật lý 2D. Kết quả cho thấy ảnh hưởng đáng kể của 3 kích thước chiều rộng đê đến các hệ số kể trên. Từ đó, nghiên cứu này đã xây dựng các đường quan hệ tương quan giữa các tham số chỉ phối hiệu quả giảm sóng, sóng phản xạ, khả năng tiêu tán năng lượng sóng của công trình. Kết quả nghiên cứu này làm cơ sở cho bài toán thiết kế đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ ứng với mỗi yêu cầu (như giảm sóng) khác nhau và trong điều kiện tự nhiên khác nhau ở vùng ven biển ĐBSCL. Đặc biệt cần lưu ý khi thiết kế dạng kết cấu này là chiều cao sóng gia tăng chủ yếu do sóng phản xạ trước công trình dưới tác động của công trình có thể tới 1,4 lần, cần thiết phải được xem xét trong các bài toán tính toán kết cấu, ổn

định công trình.

Kết quả thí nghiệm cho một số kết luận chính như sau:

- Chiều rộng đỉnh đê tỷ lệ nghịch với hệ số truyền sóng K_t và rõ ràng nhất ứng với trường hợp đê nhô.

- Chiều rộng đỉnh đê tỷ lệ thuận với hiệu quả giảm sóng và khả năng tiêu tán năng lượng sóng của kết cấu cọc ly tâm – đá đổ trong tất cả mọi trạng thái đê từ đê nhô đến đê ngầm.

- Chiều rộng đê ít ảnh hưởng lớn đến hệ số sóng phản xạ của công trình kết cấu cọc ly tâm – đá đổ;

- Hệ số sóng tổng trước công trình tỷ lệ thuận với hệ số sóng phản xạ, sóng trước công trình có thể gia tăng chiều cao lên gấp 1,4 lần trong trạng thái đê nhô.

LỜI CẢM ƠN

Xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học Công nghệ đã tài trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zanuttigh, B., van der Meer, J.W. Wave reflection from coastal structures in design conditions. Coastal Engineering (55). 2008. pp. 771-779.
2. Le Xuan, T., Ba, H.T., Le Manh, H., Do Van, D., Nguyen, N.M., Wright, D.P., Bui, V.H., Mai, S.T. and Anh, D.T., 2020. Hydraulic performance and wave transmission through pile-rock breakwaters. Ocean Engineering, 218, p.108229.
3. Nguyễn Hữu Nhân, 2015. Đánh giá tác động của kè tạo bãi ven biển Tây Cà Mau.
4. TCVN 12261:2018: Công trình thủy lợi - kết cấu bảo vệ bờ biển - yêu cầu thiết kế hệ thống công trình giữ cát giảm sóng
5. TCVN 9901: 2014: Công trình thủy lợi yêu cầu thiết kế đê biển
6. Van der Meer, J. W., Briganti, R., Zanuttigh, B. and Wang, B., 2005. Wave transmission and reflection at low-crested structures: Design formulae, oblique wave attack and spectral change. Coastal Engineering, 52, 915 - 929.
7. Van der Meer, J.W., Daemen, I.F.R., 1994. Stability and wave transmission at low crested rubble mound structures. Journal of Waterway, Port Coastal and Ocean Engineering, 1, 1-19.

8. Wave reflection characteristics of permeable and impermeable submerged trapezoidal Breakwaters – Mathew Hornack
9. Zelt, J.A. and Skjelbreia, J.E., 1992. Estimating incident and reflected wave fields using an arbitrary number of wave gauges. *Proc. 23rd Int. Conf. Coastal Eng.*, ASCE, pp. 777-789.
10. A demountable wave absorber for wave flumes and basins - Simon Alexander Tiedeman, William Allsop, Viviana Russo
2012. <https://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/view/6993> - author-4
11. Reynolds number definition from wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Reynolds_number
12. Mansard, E., Funke, E., 1980. The measurement of incident and reflected spectra using a least square method. *Proceedings of the 17th International Conference on Coastal Engineering*, vol. 2, pp. 154–172.
13. Elgar, S., T. H. C. Herbers, and R. T. Guza, Reflection of ocean surface gravity waves from a natural beach, *J. Phys. Oceanogr.*, 24, 1503 – 1511, 1994.

ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ÁP DỤNG QUY TRÌNH MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH (BIM) TRONG THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Proposing solutions to apply building information modeling (BIM) process in design, construction and management for hydraulic constructions

*Tô Duy Hoàn, Doãn Văn Huế, Nguyễn Trọng Tuấn,
Đỗ Văn Hoàng, Phạm Văn Thuần - Viện KHTL miền Nam
Tô Văn Thanh – Công ty TNHH MTV khai thác Thủy lợi
Dầu Tiếng - Phước Hòa*

TÓM TẮT: Mô hình thông tin công trình (BIM) là một tiến bộ khoa học công nghệ trong lĩnh vực kiến trúc, xây dựng và sản xuất công nghiệp nói chung. Hiện nay, việc áp dụng quy trình BIM trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp đã và đang được triển khai, áp dụng khá rộng rãi mang lại hiệu quả kinh tế cao, tiết kiệm thời gian cho các đơn vị. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ BIM trong lĩnh vực xây dựng công trình Thủy lợi là rất hạn chế do thiếu kinh phí đầu tư và nguồn nhân lực có kiến thức chuyên môn để triển khai cho từng đơn vị. Vì vậy, bài báo này sẽ giúp đề xuất giải pháp áp dụng quy trình BIM tại Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam trong thiết kế công trình thủy lợi.

ABSTRACT: Building Information Modelling (BIM) is a major innovation in the architecture, construction and industrial production. Nowadays, applying the BIM process into civil construction has been implemented and applied widely, which has brought high economic efficiency and saving time for organizations. However, applying BIM technology into the hydraulic construction is quite limited due to lack of fundings and human resources with specialized knowledge to implement. Therefore, this paper will help propose the solution of applying the BIM process for the Southern Institute of Water Resources Research in design, construction and management for hydraulic constructions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, những công trình hạ tầng kỹ thuật xây dựng trong ngành Thủy lợi được các đơn vị thiết kế triển khai chủ yếu thông qua phần mềm AutoCAD. Phần mềm đã được ra đời từ lâu có ưu điểm đơn giản, người dùng dễ dàng tiếp cận sử dụng hiện CAD có số lượng người dùng đông đảo. Tuy nhiên, ngày nay với sự phát triển của khoa học và công nghệ trong thời đại cách mạng công nghiệp 4.0, nhu cầu sử dụng sự tiện lợi của con người ngày càng cao, AutoCAD đã bộc lộ nhiều hạn chế.

Với đặc thù của các công trình thủy lợi có nhiều chi tiết kết cấu phức tạp, số

lượng lớn như: Cống lắp ghép, đập ngăn mặn, cống ngăn triều... do vậy việc chuyển giao một lượng thông tin lớn từ nhóm thiết kế sang nhóm xây dựng và các bên liên quan là một sự khó khăn nhất định. Quy trình thiết kế dựa bởi công cụ CAD truyền thống cũng thường xuất hiện những lỗi thiết kế do xung đột giữa các chi tiết. Tất cả dữ liệu chưa có sự liên kết đồng nhất nên việc cập nhật bổ sung là vô cùng khó khăn, dẫn đến sai sót và chậm tiến độ công trình. Thêm vào đó, các công trình thủy lợi lớn hiện nay thường được kết hợp với cơ sở hạ tầng khác như cầu qua sông, công viên và công trình biểu tượng du lịch. Do vậy, yêu cầu đặt ra đòi

hỏi các đơn vị thiết kế cần phải có những công cụ mạnh mẽ để nhằm truyền tải khối lượng lớn thông tin đảm bảo được các yếu tố về màu sắc, kiến trúc, phối cảnh không gian 3D – điều mà công cụ thiết kế AutoCAD còn thiếu.

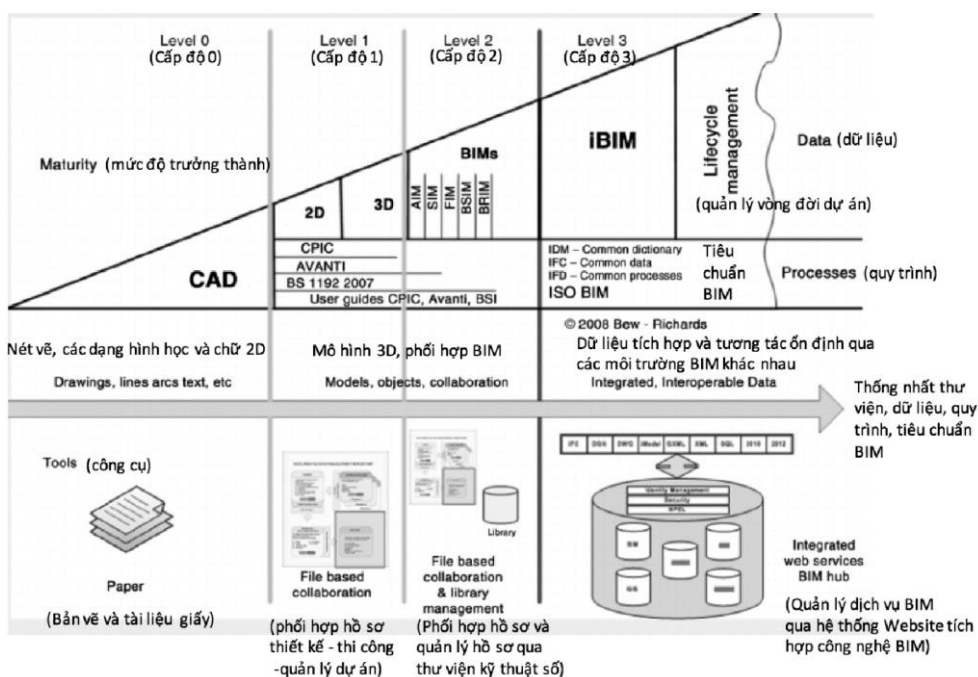
2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ BIM CHO CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

2.1. Nghiên cứu ngoài nước

Hầu hết tại các nước đã ứng dụng BIM, chính phủ đều nhận thức được sự cần thiết của BIM trong quản lý xây dựng nên đã nhanh chóng thành lập các tổ chức phát triển BIM quốc gia để nghiên cứu và xây dựng các tiêu chuẩn và lộ trình để đảm bảo sự thành công cho việc áp dụng BIM ở quốc gia mình.

Các nghiên cứu về BIM phần lớn dựa vào mô hình “BIM maturity” của Bew

và Richards để đánh giá mức độ trưởng thành của BIM trên từng quốc gia và tổ chức. Theo cách phân loại này thì các nước tiên tiến trên thế giới đang thực hành BIM ở 3 cấp độ: tốp đầu gồm Anh và Singapore hiện đang ở cấp độ 2 - những quốc gia này đã có tiêu chuẩn quốc gia hướng dẫn BIM và bắt buộc làm BIM ở nhiều hạng mục dự án. Tiếp theo sau là Mỹ, Úc và các nước Châu Âu đang ở giữa cấp độ 1 và 2. Những nước này dù đã xây dựng được tiêu chuẩn BIM nhưng chính phủ vẫn chưa thực sự mạnh tay bắt buộc dùng BIM rộng rãi. Nhóm thứ ba là các Tiểu vương quốc Ả Rập thống nhất-UAE và một số nước châu Á phát triển như Trung Quốc, Malaysia hiện đang ở cấp độ 1. Họ đã xây dựng được bộ khung tiêu chuẩn cho mình nhưng vẫn cần tiếp tục hoàn thiện thêm.



Hình 1: Mô hình các mức độ phát triển của BIM theo Bew và Richards

Vương quốc Anh (United Kingdom) là một nước đi đầu thế giới khi nói về BIM. Thực tế, chính phủ Anh đã quyết định thi hành BIM trong tất cả các dự án của chính phủ, có nghĩa rằng chỉ có những công ty tuân thủ theo BIM cấp độ 2 mới có thể tham gia vào các dự án chính phủ. Tại Anh, chiến lược phát triển ngành xây dựng được chính phủ Anh đề ra vào năm 2011 với mục tiêu giảm 33% chi phí các dự án sử dụng vốn đầu tư công vào năm 2025. Để đạt được mục tiêu này, chính phủ Anh thành lập Hội thúc đẩy và thực hiện BIM (Client BIM Mobilization and Implementation) nhằm tạo điều kiện cho các đối tượng tham gia ứng dụng BIM trong các dự án và hướng tới mục tiêu đưa Vương quốc Anh dẫn đầu về công nghệ BIM. Đồng thời, chính phủ Anh công bố chiến lược và lộ trình áp dụng BIM trong đó có áp dụng thử ở một số dự án công vào năm 2012. Việc đẩy mạnh sự áp dụng rộng rãi của BIM sẽ được tiến hành trong giai đoạn 2013-2015 và hướng đến việc đảm bảo tất cả các dự án đầu tư công có vốn từ 5 triệu bảng sẽ ứng dụng BIM ở từng giai đoạn phù hợp vào năm 2016.

Singapore có tiêu chuẩn quốc gia và lộ trình ứng dụng BIM rõ ràng từ rất sớm. Chính phủ Singapore thành lập Ban chỉ đạo BIM bao gồm: Bộ phận hướng dẫn thực hiện BIM, Bộ phận pháp lý và hợp đồng và Hiệp hội các nhà quản lý BIM. Ban chỉ đạo này có nhiệm vụ phát triển những tiêu chuẩn và các nguồn lực hỗ trợ BIM để tạo điều kiện hợp tác sử dụng BIM. Đồng thời tư vấn những lĩnh vực cần thiết có thể tiến hành BIM hiệu quả ở cấp độ công ty, dự án hay cả ngành xây dựng. Tháng 5 năm 2012, cùng với Bộ Xây dựng và Công nghiệp, Ban chỉ đạo BIM Singapore đã công bố tiêu chuẩn BIM của Singapore là căn cứ hướng dẫn ứng dụng BIM và chỉ rõ vai trò và trách

nhiệm của các bên tham gia khi ứng dụng BIM ở các giai đoạn của dự án. Tháng 8 năm 2013, phiên bản 2 của bộ tiêu chuẩn BIM của Singapore được công bố thay thế cho phiên bản 1. Một điểm đặc biệt là Singapore có lộ trình áp dụng BIM rất chặt chẽ:

- Tháng 7/2012: ứng dụng BIM ở tất cả dự án công có vốn > 10 triệu đôla;

- Tháng 7/2013: ứng dụng BIM cho thiết kế kiến trúc ở tất cả dự án xây mới có diện tích >20.000m²;

- Tháng 7/2014: ứng dụng BIM cho thiết kế kỹ thuật ở tất cả dự án xây mới có diện tích >20.000m²;

- Tháng 7/2015: Ứng dụng BIM cho cả thiết kế kiến trúc và kỹ thuật ở tất cả dự án xây mới có diện tích >5.000m².

Thêm nữa, Singapore còn thúc đẩy các hoạt động học thuật như tổ chức nhiều các hội thảo về BIM, đưa các phần mềm BIM vào giảng dạy, tổ chức các cuộc thi cho sinh viên, có các chương trình thực tập và đề cương tốt nghiệp về BIM ở các trường: Đại học kỹ thuật Singapore, Đại học kỹ thuật Nanyang, Đại học SIM, Đại học Temasek... Singapore cũng thúc đẩy các hoạt động đào tạo nghề như cấp chứng chỉ kỹ năng BIM, chứng nhận BIM Manager... Đến nay có hơn 3.500 chuyên gia được đào tạo các chứng chỉ về BIM bao gồm cả sinh viên và đối tượng khác.

Tại Mỹ, Hội đồng dự án BIM (United States™ Project Committee) đã được thành lập ngay từ 2008 nhằm thúc đẩy sự phát triển BIM theo từng ngành, từng bang và trên cả nước, đồng thời công bố tiêu chuẩn quốc gia về BIM (National BIM Standard). Đến nay tiêu chuẩn này đã ngày một hoàn thiện và chuẩn bị công bố phiên bản 3 (NBS-version).

Tiêu chuẩn quốc gia này bao gồm các chỉ dẫn theo 3 cấp:

- Cấp độ A hay còn gọi là tiêu chuẩn cốt lõi bao gồm tiêu chuẩn quốc gia, quốc tế, các quy phạm, tiêu chuẩn trong việc trao đổi thông tin, tiêu chuẩn phù hợp với kỹ thuật và thử nghiệm;

- Cấp độ B hay tiêu chuẩn tham khảo, bao gồm các tiêu chuẩn đã được ứng dụng bởi các tổ chức và các ngành công nghiệp khác liên quan về quá trình thực hiện dự án ứng dụng BIM, chỉ dẫn đặc điểm kỹ thuật khi ứng dụng BIM và ví dụ tham khảo;

- Cấp độ C là các tiêu chuẩn đã được thực tế chứng minh về cách thức tiến hành

BIM, bao gồm thỏa thuận hợp đồng, hướng dẫn ứng dụng BIM để đạt kết quả tốt nhất tốt nhất và việc sử dụng dịch vụ hỗ trợ từ bên thứ 3;

Tại Pháp, Bộ Nhà ở đã chỉ đạo đẩy mạnh áp dụng BIM cho các công trình nhà ở với lộ trình bắt đầu từ 2014 với ngân sách 20 triệu euro cho 3 năm. Các hoạt động được triển khai với 3 nội dung:

- Thuyết phục các bên liên quan, đặc biệt là chủ đầu tư sử dụng BIM;

- Hỗ trợ các công ty nhỏ và vừa về trang thiết bị và năng lực triển khai;

- Tạo môi trường đảm bảo thuận lợi cho việc áp dụng BIM.



Hình 2: Một số công trình thủy lợi đã áp dụng công nghệ BIM do Viện KHTL Miền Nam thực hiện (Nguồn: tác giả)

2.2. Nghiên cứu trong nước

Việc nghiên cứu cho các công trình dân dụng như nhà cao tầng, nhà xưởng đã thực tiễn áp dụng trên thực tế là rất nhiều. Tuy nhiên, áp dụng cho các công trình

thủy lợi hiện nay còn rất hạn chế. Ở Việt Nam trong số các doanh nghiệp đã áp dụng BIM, tập trung chủ yếu là các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài hoặc các doanh nghiệp tư nhân. Đi đầu trong áp dụng BIM là các đơn vị tư vấn thiết kế, có

sự tham gia của đầy đủ các bộ môn thiết kế và ứng dụng cho nhiều loại công trình xây dựng khác nhau: công trình dân dụng, công trình công nghiệp và công trình cầu. Các đơn vị áp dụng thành công BIM trong thiết kế như Polysius Việt Nam, VNCC, JGC Việt Nam... Một số nhà thầu áp dụng thành công BIM như nhà thầu Hòa Bình, Coteccons, Meada, Vinata... Các nhà thầu chủ yếu áp dụng BIM trong bóc tách khối lượng đấu thầu, kiểm soát khối lượng thi công và kiểm tra xung đột giữa các bộ môn.

Ở Việt Nam hiện nay, trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp thì một số dự án lớn của tư nhân hoặc các dự án có yếu tố nước ngoài cũng đã áp dụng BIM trong quá trình thực hiện đầu tư xây dựng để nâng cao chất lượng và hiệu quả đầu tư. Do đó, chúng ta đã có một số doanh nghiệp cung cấp giải pháp có kinh nghiệm trong lĩnh vực này. Tuy nhiên, đối với lĩnh vực xây dựng các công trình thủy lợi và giao thông thì hầu như chúng ta vẫn còn xa lạ với việc áp dụng BIM vì nhiều lý do khác nhau nhưng chủ yếu là do hiểu biết của các chủ đầu tư, đơn vị tư vấn, các nhà thầu và cả các đơn vị quản lý vận hành vẫn còn rất hạn chế. Hơn nữa, chi phí để triển khai áp dụng BIM thông qua hoạt động chuyển giao công nghệ, cũng như phải đầu tư cơ sở vật chất ban đầu khá lớn, đặc biệt là tâm lý ngại thay đổi cách thức làm việc.

Tại Việt Nam, việc áp dụng BIM trong thiết kế, xây dựng và quản lý vận hành công trình đang được triển khai theo Quyết định Số 2500/QĐ-TTg của Bộ Xây dựng đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt ngày 22/12/2016 thực hiện “*Để án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình*”. Trong đó nhấn mạnh, từ năm 2021, trên cơ sở tổng kết, đánh giá áp dụng BIM Bộ Xây dựng ban hành Thông tư, hướng dẫn cụ thể để áp dụng rộng rãi BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành. Bộ Xây Dựng đã xuất bản chính thức tài liệu “*Hướng dẫn chung áp dụng mô hình thông tin công trình*” (2021).

Theo tài liệu thu thập, những nghiên cứu, luận văn và bài báo trong nước đã đề cập phổ biến hơn đến việc nghiên cứu BIM cho công trình thủy lợi. Có thể kể đến như: “*Đề xuất áp dụng mô hình thông tin công trình trong quản lý chất lượng tư vấn thiết kế công trình thủy lợi áp dụng cho viện kỹ thuật công trình*” của Nguyễn Đình Tài (2019), “*Ứng dụng BIM cho tư vấn thiết kế các công trình thủy lợi và thủy điện ở Việt Nam*” của Trần Văn Toàn, Nguyễn Hữu Huế (2019).

Dựa trên những nghiên cứu và hướng dẫn đó một số công trình hạ tầng kỹ thuật và thủy lợi tại Việt Nam đã ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) với mức độ chi tiết như sau:

Bảng 1: Công trình trình hạ tầng kỹ thuật và thủy lợi sử dụng BIM

STT	Công trình	Quy mô	Dịch vụ BIM sử dụng
1	Công trình đường metro 2: Bến Thành- Thanh Lương	Tổng mức đầu tư 1,7 tỷ Euro	Mô hình 3D trong giai đoạn chuẩn bị thi công.
2	Công trình Hàm qua sông Sài Gòn (Hàm Thủ Thiêm)	Tổng mức đầu tư 8.101 tỷ đồng	Mô hình 3D và kiểm soát xung đột trong các quá trình sau thi công, hay quá trình vận hành và sử dụng.

3	Công trình công Cái Lớn – Cái Bé	Tổng mức đầu tư khoảng 2000 tỷ đồng	Mô hình phối cảnh trình diễn.
4	Công trình đập sông Cái Nha Trang	Tổng mức đầu tư 740 tỷ đồng	Mô hình 3D giai đoạn thiết kế khả thi và thiết kế thi công kiểm soát xung đột, mô hình phối cảnh trình diễn.
5	Công trình công Âu Hộ Phòng, Vàm Lỗ	Tổng mức đầu tư khoảng 800 tỷ đồng	Mô hình 3D giai đoạn thiết kế tiền khả thi, mô hình phối cảnh công trình.
6	Công trình đê biển Tây Cà Mau	Tổng mức đầu tư khoảng 900 tỷ đồng	Mô hình 3D trình diễn giai đoạn thiết kế khả thi.

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BIM TRONG THIẾT KẾ

Công nghệ BIM ra đời dựa trên tiền đề tạo được hình ảnh dạng 3D trên máy tính nhằm trực quan hóa đối tượng thiết kế. Với mục đích đó, chúng ta cần những phát triển tiến bộ của cả phần cứng, phần mềm và bám sát vào nguyên lý tạo lập hình ảnh của máy tính. Để làm được điều đó, máy tính dựa vào 2 nguyên lý của ngành toán hình học:

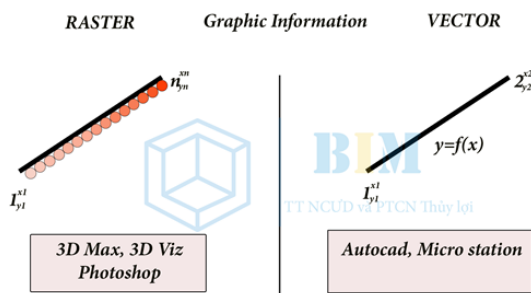
- *Nguyên lý của hình học cổ điển:* Đường là tập hợp các điểm. Hình ảnh sẽ tập hợp bởi nhiều đường nét khác nhau. Dựa vào nguyên lý này sẽ có hình ảnh dưới dạng raster. Đây là dạng hình ảnh cuối cùng được tạo thành bởi các phần mềm như 3D Max, 3D Viz, Photoshop... Một điểm của hình ảnh được biểu thị trên màn hình bằng một pixel. Một pixel được quản lý bởi các thuộc tính như vị trí, màu sắc... Vì vậy, một hình ảnh có kích thước hình học càng lớn thì số pixel càng nhiều. Hình raster thường có những ưu điểm cơ bản là màu sắc và tạo hình phong phú.
- *Nguyên lý của hình học giải tích:* Hình ảnh là đồ thị của một hàm số $y=f(x)$. Dựa vào nguyên lý này sẽ có hình ảnh dạng vector. Đây là dạng hình ảnh

được tạo ra bởi phần mềm như: Autocad, Micro station. Một hình ảnh vector được quản lý bằng một hàm số và một vài thông số. Do đó, dù kích thước hình ảnh lớn hay nhỏ cũng không ảnh hưởng nhiều đến dung lượng file. Hình vector thường có những đặc điểm: đơn sắc, tạo hình kém phong phú so với hình raster.

Tùy thuộc vào từng giai đoạn trong quá trình thiết kế, người dùng sử dụng những phần mềm khác nhau sử dụng cả 2 cơ sở nguyên lý hình học nêu trên để ứng dụng cho kết quả phù hợp: Quá trình thiết kế các không gian chức năng, vector hiệu quả hơn, quá trình nguyên cứu vật liệu và màu, raster hiệu quả hơn. Bên cạnh những hình ảnh thấy được trên màn hình là thông tin hình học (*Graphic information*), người làm thiết kế còn cần đến những thông tin không phải là hình ảnh gọi là thông tin phi hình học (*non-graphic information*) như diện tích, thể tích, khối lượng... của công việc mà họ đang làm.

Các phần mềm BIM hiện nay đều hướng phát triển dựa theo **Công nghệ PBM (Parameter Building Model)** - mô hình công trình xây dựng có chứa thông số, công nghệ cho phép người dùng có thể tự do định nghĩa một thuộc tính phần tử của hệ đối tượng, định nghĩa một vài thay

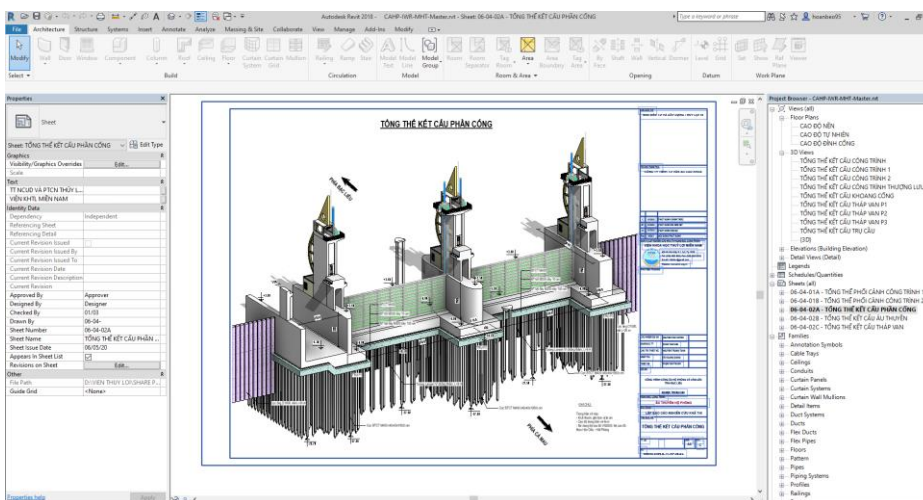
đổi thuộc tính bề mặt của đối tượng, đồng thời gán thêm các tham biến hình học và xây dựng các mối quan hệ liên quan để kiểm soát những thông số đã được khai báo trước đó.



Hình 3: Nguyên lý hình học tạo lập hình ảnh của máy tính (Nguồn: Tác giả)

Autodesk Revit (gọi tắt là Revit) là một trong những BIM Platform đáp ứng tốt yêu cầu cho thiết kế trong lĩnh vực

Thủy lợi. Revit cũng là một trong số ít những phần mềm sử dụng cả 2 nguyên lý xây dựng ảnh vector và raster cho quá trình thiết kế với tốc độ xử lý nhanh, tăng khả năng sử dụng cho người dùng. Đặc trưng chủ yếu của Revit là sự liên kết hai chiều, đảm bảo cho việc những thay đổi của bất kỳ phần nào trong một thiết kế đều được phản ánh ngay lập tức trong tất cả những phần có liên kết. Revit cho phép người thiết kế triển khai các công trình thủy lợi có dạng kết cấu phức tạp, chuyển đổi dữ liệu mô hình giữa các phần mềm khác như: SketchUp, Lumion, NavisWork. Vì vậy, trong bài báo này tác giả sẽ sử dụng phần mềm Autodesk Revit là công cụ để áp dụng BIM cho thiết kế công trình công trình thủy lợi.



Hình 4: Giới thiệu sử dụng Autodesk Revit cho công nghệ BIM trong xây dựng công trình thủy lợi (Nguồn: tác giả)

Autodesk Revit sẽ trích xuất phần mô hình thiết kế 3D sang file dữ liệu có định dạng khác để đưa môi trường dữ liệu thông tin chung (CDE). Tác giả đề xuất sử dụng trang web Fusion 360 của hãng Autodesk để sử dụng làm môi trường CDE, cụ thể Fusion 360 lưu trữ dữ liệu

trên môi trường Internet có thể cung cấp nhiều tính năng như: Phân công vai trò của các bên trong dự án, xem xét thông tin chi tiết các cấu kiện (kích thước, mác bê tông, nhà sản xuất, giá cả...), theo dõi tiến trình thay đổi thiết kế, lấy ý kiến trực tiếp trên mô hình, kiểm tra xung đột, kiểm soát

xung đột giữa các thành phần của mô hình. Các bên tham gia có thể nắm bắt được thông tin và tiến trình của dự án hoàn toàn thông qua Internet nên dữ liệu được cập nhật liên tục.

4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH 3D

Việc thực hiện công tác dựng hình dựa trên địa hình và tính toán thiết kế sơ bộ chủ yếu bao gồm theo các bước sau:

- Nghiên cứu hình khối công trình và xác định lưới trục định vị tìm công trình, chọn các cao trình đặc biệt để tạo lưới độ cao.
- Dựng các hạng mục phân chia nhỏ của công trình.
- Kết hợp các phần với nhau thể hiện trong một lớn duy nhất là mô hình thông tin của công trình.
- Điều chỉnh mô hình nếu phát hiện sai sót và hoàn thiện.

Trong bài báo này tác giả sử dụng công trình cống âu Hộ Phòng thuộc giai đoạn thiết kế khả thi của dự án “*Hệ thống công trình điều tiết, bổ sung nước phục vụ nuôi trồng thủy sản vùng phía nam Quốc lộ 1A, tỉnh Bạc Liêu*” là một công trình thực tế cho việc xây dựng mô hình 3D. Quy mô cống âu thuyền Hộ Phòng như sau:

+ Công trình cấp 2

+ Cống: 2 khoang, $B = 2 \times 32\text{m}$, $Z_n = -5.5\text{m}$, $Z_{cv} = +3.5\text{m}$, cửa van phẳng đóng mở bằng xi lanh thủy lực

+ Âu thuyền: $B = 12$, $Z_n = -5.3\text{m}$, $Z_{cv} = +3.5\text{m}$, Cửa chữ nhật đóng mở bằng xi lanh thủy lực

+ Cầu: $B = 3.0\text{m}$, $Z_{đáy dầm} = +9.5\text{m}$, Tải trọng 2T, Cấp đường thủy cấp 3

+ Lưới trục định vị: Giao của tim trụ T2 và tim cầu.

Với đặc thù công trình cống thủy lợi thường được bố trí với các hạng mục và các chi tiết nhỏ, vì vậy việc dựng tất cả các chi tiết của toàn bộ công trình trong một file là điều không khả thi. Lý do là việc đưa quá nhiều chi tiết nhiều hạng mục vào một file sẽ gây cản trở vận hành của máy tính, và hơn nữa khó khăn cho công tác quản lý và trình bày bản vẽ. Do vậy, tác giả phân công trình gồm 9 hạng mục nhỏ với các cấu kiện chính được chia như sau:

+ Phần cầu: móng cầu, dầm BTCT chữ I đúc sẵn, gối kê, mặt cầu, lan can, cầu thang, trụ cầu thang.

+ Phần khoang cống: Cọc vuông BTCT, Cọc ống thép mang cống, Cờ Larsen IV chống thấm, BT đáy, BT lót, BT đáy cống, BT tường cống, Trụ chống va.

+ Phần cơ khí: Cửa cửa âu (12m), Cửa van cống (2x32m), Dầm dẫn hướng, Xi lanh, cụ giá đỡ xi lanh, cột chống sét.

+ Phần tháp van: Nhà chứa dầu, BT tháp van, lan can, Biểu tượng kiến trúc.

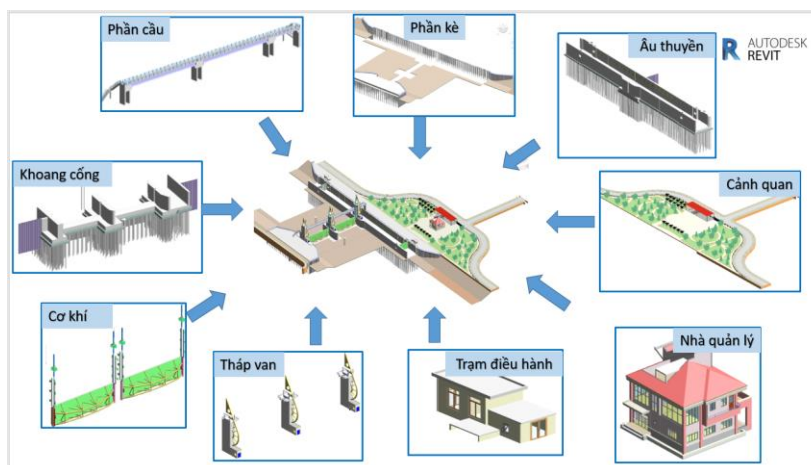
+ Phần âu thuyền: Cọc vuông BTCT, BT đáy, BT lót, BT tường âu, thang thép, đệm cao su chống va.

+ Phần kè: Cọc vuông BTCT, Cọc cừ SW500A, Dầm mái, lan can, Hệ dầm gia cố, Tấm lát BT, Rọ đá gia cố.

+ Trạm điều hành: hai trạm điều hành cửa âu tại 2 phía.

+ Phần Nhà quản lý: Nhà quản lý 2 lầu theo thiết kế

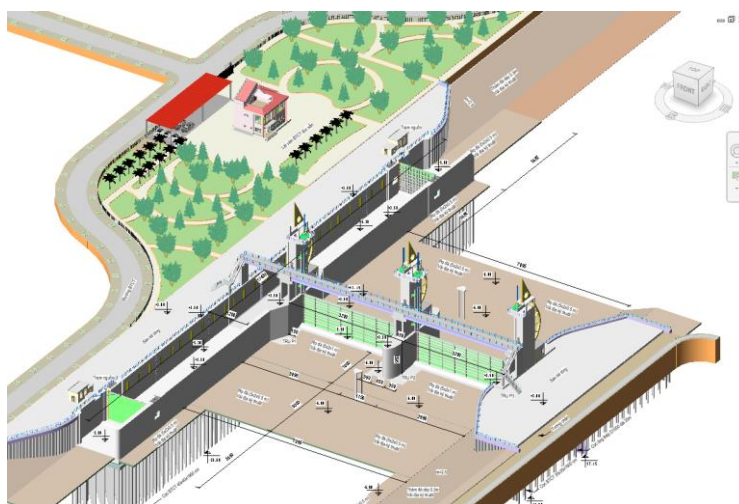
+ Phần cảnh quan: Đường, nền, cây tạo cảnh quan, nhà để xe, nhà bảo vệ, rào chắn, cổng xếp.



Hình 5: Phân chia và tổ hợp file theo từng hạng mục công trình (Nguồn: tác giả).

Để có thể kết hợp các phần nhỏ thành một công trình hoàn thiện, tác giả sử dụng công cụ *Manage Links* trong Revit. Với điều kiện các file nhỏ phải được vẽ trên cùng lưới trục định vị, công cụ

Manage Links cho phép kết nối 9 file nhỏ đã được phân chia ở trên để ghép thành một file lớn có đầy đủ các thành phần của công trình như sản phẩm dưới đây.



Hình 6: Mô hình 3D cống âu Hộ Phòng hoàn thiện sau giai đoạn thiết kế khả thi (Nguồn: tác giả).

5. GÁN THAM SỐ THÔNG TIN VÀ QUẢN LÝ DỮ LIỆU TẬP TRUNG

Sử dụng tính năng định nghĩa tham số trong *Autodesk Revit* để trình bày và lưu trữ thông tin của đối tượng dưới dạng hình học và phi hình học. Trong đó, các thông số thuộc dạng hình học của đối

tượng bao gồm: Chiều dài, chiều rộng, chiều cao, góc định vị... Các thông số phi hình học bao gồm: Loại cấu kiện, Mác vật liệu, Nhà sản xuất, Giá tiền, Hình ảnh, đường link và các thông số khác theo nhu cầu của người dùng.

Các thông số và quy tắc của Revit

cho phép các đối tượng tự động cập nhật theo sự kiểm soát của người dùng hoặc khi có sự thay đổi. Revit sử dụng 3 loại tham số trong dự án để người dùng có thể tùy chỉnh.

+ Tham số trong họ đối tượng (*Family parameter*): là dạng tham số được định nghĩa trong môi trường family của Revit.

+ Tham số trong dự án (*Project parameter*): Là tham số được định nghĩa trong nội bộ của dự án, vì thế nó không thể dùng thiết kế liên kết trong các family để đọc dữ liệu mô hình của dự án.

Các tham số này thường dùng để gán các giá trị điều kiện để tạo nhận dạng đối tượng, sau đó dựa vào các biến này để thiết kế các bộ lọc (Filter) dùng trong kỹ thuật View đối tượng, trình bày bản vẽ, thống kê khối lượng.

Cũng có thể dùng các tham số để gán các biên tự do cho đối tượng với mục đích diễn giải thêm các yếu tố nào đó của đối tượng. Nhược điểm của các biến này là chúng hoàn toàn độc lập, không thể thiết lập quan hệ với các biến khác thông qua biểu thức được.

+ Tham số được chia sẻ (*Shared parameter*): là tham số được định nghĩa để khai báo thêm thông tin cho tất cả các loại đối tượng. Tham số Shared không can thiệp vào quan hệ của các thành phần trong Family nhưng có thể gán cho nhiều loại đối tượng. Tham số này thường dùng để gán thêm thông tin cần thiết cho đối tượng hay đơn giản dùng để phân biệt đối tượng phục vụ quản lý, thống kê, trình bày bản vẽ.

5.1. Định nghĩa và gán tham số cho đối tượng trong mô hình

a. Đối với đối tượng là họ (family)

Đối tượng thuộc họ (*family*) nhằm mô phỏng cho các cấu kiện được chế tạo

sẵn, số lượng lớn, có thể tùy biến theo quy luật ví dụ như cọc bê tông đúc sẵn, dầm bê tông, các chi tiết cơ khí được chế tạo từ nhà máy. Đối với công trình công âu Hộ Phòng, tác giả sử dụng các *family* chủ yếu sau: Cọc ống thép ($D=1m$), Cọc bê tông ($0.4 \times 0.4 \times 19.5m$), Cọc chống va ($0.35 \times 0.35 \times 1700$), cừ Larsen III chống thấm ($L=11m$), Đệm cao su chống va, Cửa âu ($12m$), Cửa van ($32m$), Dầm I400, Lan can cầu, Cừ SW500A, Dầm bê tông, Tường xây, cửa đi, cửa sổ...

Dưới đây, tác giả sử dụng đối tượng họ *family* để mô phỏng cho một cấu kiện công trình là cừ cừ SW500A với các thông tin chi tiết như hình dưới.

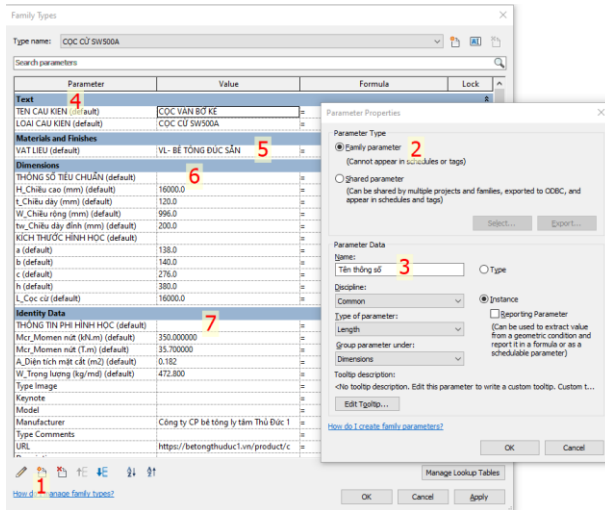
Để tạo lập tham số cho một đối tượng điển hình *family*, quy trình được thực hiện theo các bước như trên đã được đánh số thứ tự. Trong đó, những thông số này thuộc loại *Family parameter*, bao gồm:

+ Tham số chung của đối tượng: Tên cấu kiện, Loại cấu kiện – dùng để định nghĩa phân biệt chủng loại đối tượng. Ví dụ: Cọc SW500A, SW400, Cọc ly tâm, Cọc vuông... Do đây là các thông số thông tin nên sử dụng loại tham số là *Text*.

+ Tham số hình học: Tùy thuộc vào từng loại cấu kiện khác nhau sẽ có các tham số hình học khác nhau. Cấu kiện SW500A bao gồm các thông số hình học như sau: H_Chiều cao, t_Chiều dày, W_Chiều rộng, tw_Chiều dày đỉnh, a, b, c, h, L_Cọc cừ. Những thông số này sẽ biểu thị kích thước thực tế của cấu kiện nên sẽ được sử dụng loại tham số là *Length*.

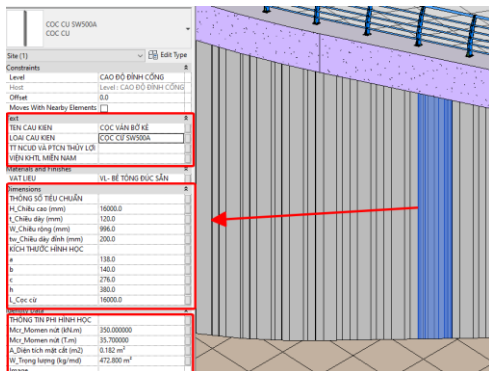
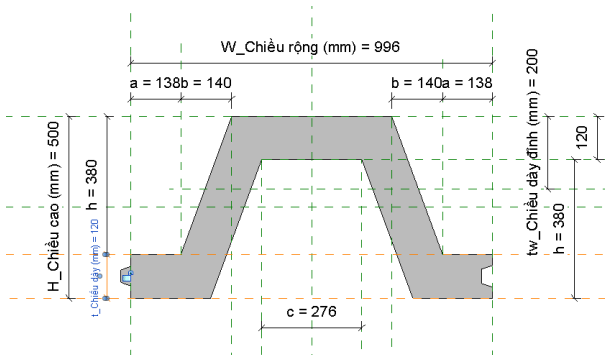
+ Tham số phi hình học: tham số phi hình học của cấu kiện bao gồm thông số liên quan đến thuộc tính của đối tượng và sẽ có các loại tham số khác nhau. Ví dụ: Momen nứt (KN.m) thuộc loại *Number*, Diện tích mặt cắt thuộc loại *Area*,

W_Trọng lượng (kg/md) thuộc loại Đường dẫn link sản phẩm thuộc loại URL.
Number, Nhà sản xuất thuộc loại Text,



Dimensions	
THÔNG SỐ TIÊU CHUẨN (default)	
H_Chiều cao (mm) (default)	16000.0
t_Chiều dày (mm) (default)	120.0
W_Chiều rộng (mm) (default)	996.0
tw_Chiều dày đỉnh (mm) (default)	200.0
KÍCH THƯỚC HÌNH HỌC (default)	
a (default)	138.0
b (default)	140.0
c (default)	276.0
h (default)	380.0
L_Cọc cũ (default)	16000.0

Identity Data	
THÔNG TIN PHI HÌNH HỌC (default)	
Mc_r Momen nút (kN.m) (default)	350.000000
Mc_r Momen nút (T.m) (default)	35.7000000
A_Điện tích mặt cắt (m ²) (default)	0.182
W_Trọng lượng (kg/md) (default)	472.800
Type Image	
Keynote	
Model	
Manufacturer	Công ty CP bê tông ly tâm Thủ Đức 1
Type Comments	
URL	https://betongthuduc1.vn/product/c



Hình 7: Tạo tham số cho đối tượng họ Family trong Revit (Nguồn: tác giả)

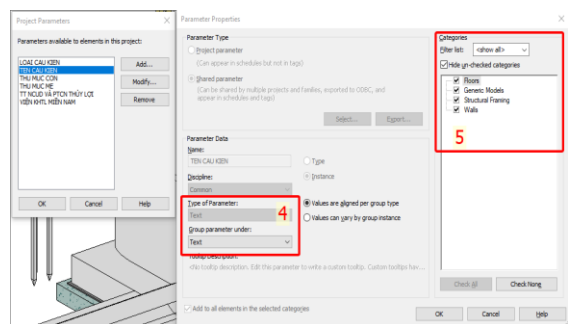
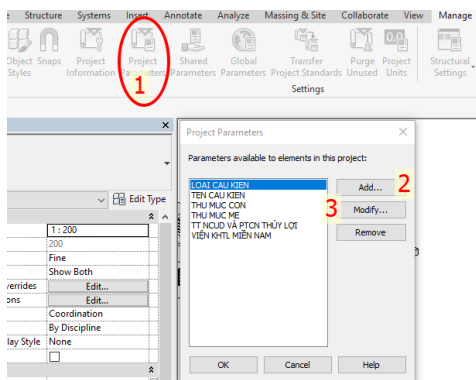
Bảng 2: Thông số tiêu chuẩn cọc ván BTCT dự ứng lực

BẢNG THÔNG SỐ TIÊU CHUẨN CỌC VÁN BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC STANDARDSPECIFICATIONS OF PRE-STRESSED CONCRETE SHEET PILES

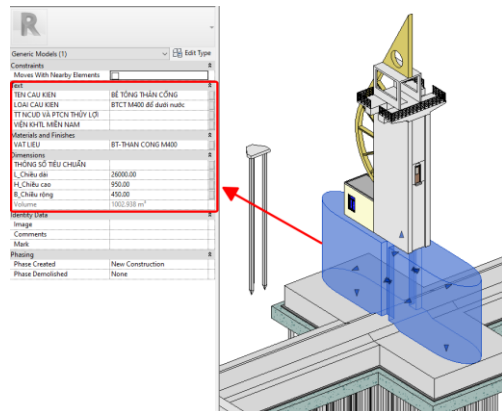
STT No.	Chủng loại Classification	Chiều cao Height H	Chiều dày Thickness t	Chiều rộng Width W	Chiều dày đỉnh Top width tw	Kích thước hình học Geometric dimension				Mômen nứt Cracking moment Mcr	Mômen nứt Cracking moment Mcr	Diện tích mặt cắt Cross Area A	Trọng lượng Weight
						a	b	c	h				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN.m	T.m	m²	kg/md
1	SW500A	500	120	996	200	138	140	276	380	350	35.7	0.182	472.8

STT No.	Chủng loại Classification	Chiều cao Height H	Chiều dày Thickness t	Chiều rộng Width W	Chiều dày đỉnh Top width tw	Kích thước hình học Geometric dimension				Mômen nứt Cracking moment M _{cr}	Mômen nứt Cracking moment M _{cr}	Diện tích mặt cắt Cross Area A	Trọng lượng Weight
						a	b	c	h				
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN.m	T.m	m ²	kg/md
2	SW500B	500	120	996	200	138	140	276	380	400	40.8	0.182	472.8
3	SW600A	600	120	996	200	128	150	256	480	500	51.0	0.208	540.4
4	SW600B	600	120	996	200	128	150	256	480	590	60.1	0.208	540.4
5	SW740	740	160	996	300	128	150	256	580	687	70.0	0.266	691.8
6	SW840	840	160	996	350	128	150	256	680	766	78.1	0.284	739.6

b. Đối với đối tượng là khối (Component)



Text	
TEN CAU KIỆN	BỂ TÔNG THẦN CỔNG
LOẠI CẤU KIỆN	BTCT M400 đổ dưới nước
TT NCUD VÀ PTCN THỦY LỢI	
VIỆN KHTL MIỀN NAM	
Materials and Finishes	
VAT LIEU	BT-THAN CONG M400
Dimensions	
THÔNG SỐ TIÊU CHUẨN	
L_Chiều dài	26000.00
H_Chiều cao	950.00
B_Chiều rộng	450.00
Volume	1002.938 m ³



Hình 8: Tạo tham số cho đối tượng khối Component trong dự án (Nguồn: tác giả)

Khác với dự án công trình dân dụng chủ yếu được tạo lập bởi các khối bê tông có hình dạng không phức tạp như cột, dầm, sàn có thể được mô phỏng dưới dạng *family*, dự án công trình thủy lợi sẽ sử dụng các khối bê tông với nhiều chi tiết và hình dạng phức tạp hơn như bê tông thân công, trụ đỡ, tháp van. Do vậy, những khối này sẽ được dựng trực tiếp trong môi trường *Project* của dự án dưới dạng *Component* và các thông số được gán đi kèm cũng tương tự như trong *Family* đã được trình bày ở trên.

Các thông tin của từng chi tiết cấu kiện tương tự khác sẽ được gán trực tiếp trên một mô hình duy nhất để các bên tham gia như: chủ đầu tư, thiết kế, đơn vị thẩm tra, thẩm định, nhà thầu, cung ứng vật tư... sẽ được nắm bắt một cách chính xác, thống nhất. Các thông tin này được lưu trữ chỉ trong một mô hình. Điều này đảm bảo các mối liên hệ, tương thích và hoàn chỉnh của các thông tin. Quá trình này sẽ giảm bớt

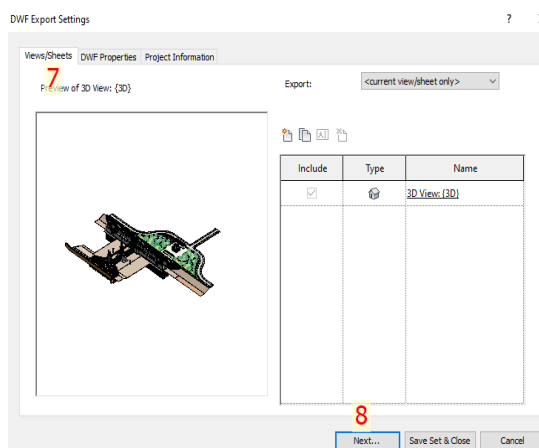
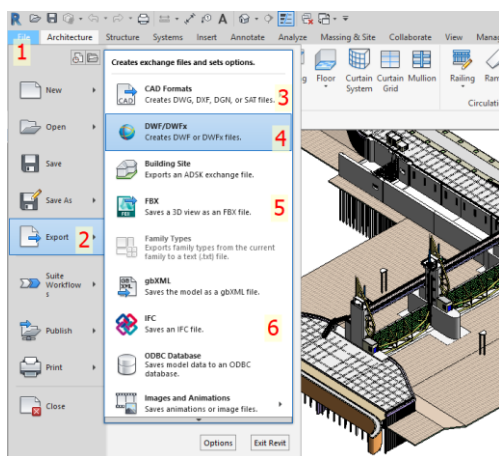
thời gian phải rà soát hàng loạt bản vẽ nếu cần thông tin nào đó về công trình, và giảm thiểu sai sót nếu có.

5.2. Quản lý mô hình thông tin công trình

5.2.1. Chuyển đổi dữ liệu

Để bảo đảm tính bảo mật của dữ liệu gốc, mô hình thông tin trong Autodesk Revit cần được xuất ra dưới định dạng file khác cho phép người nhận thông tin chỉ đọc được thông tin và không có khả năng chỉnh sửa file gốc. Autodesk Revit cho phép chuyển đổi một số định dạng file khác như: CAD (.dwg/.dxf) (3), Dwf/ DwfX (4), FBX file (.fbx) (5), IFC (.ifc) (6).

Dưới đây, tác giả sẽ sử dụng toàn bộ file mô hình thông tin công trình của công Âu Hộ Phòng để chuyển đổi toàn bộ dữ liệu từ Revit sang Dwf/DwfX nhằm phục vụ truyền đạt thông tin lần kiểm tra và chạm ở giai đoạn sau này.



Hình 9: Xuất dữ liệu thông tin công trình sang định dạng dwf/dwfx (Nguồn: tác giả)

5.2.2. Quản lý thông tin dự án bằng Fusion

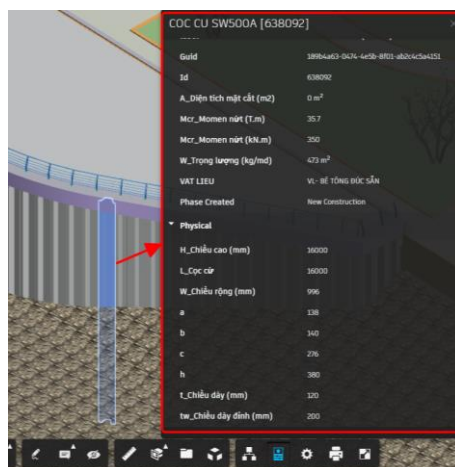
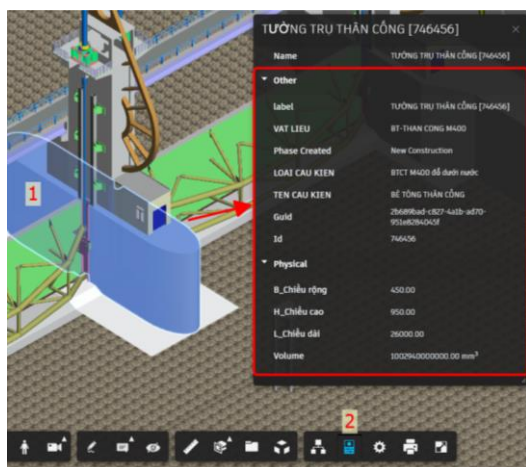
Việc giữ liên lạc chỉnh sửa giữa các đơn vị liên quan sẽ được thực hiện trên môi trường internet của *Fusion 360*.

Fusion 360 tạo điều kiện cho sự trao đổi, hợp tác giữa các thành viên dự án. Toàn bộ các phiên bản được cập nhật và ý kiến của những bên liên quan sẽ được lưu trữ theo thời gian của dự án. Điều này đảm

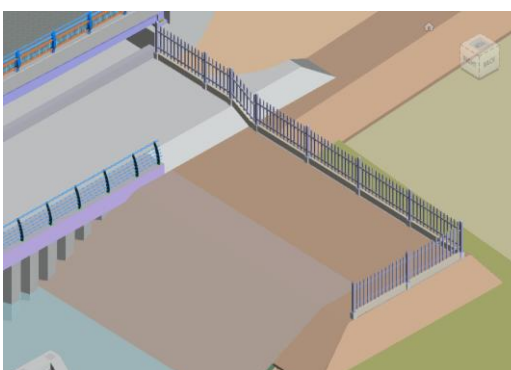
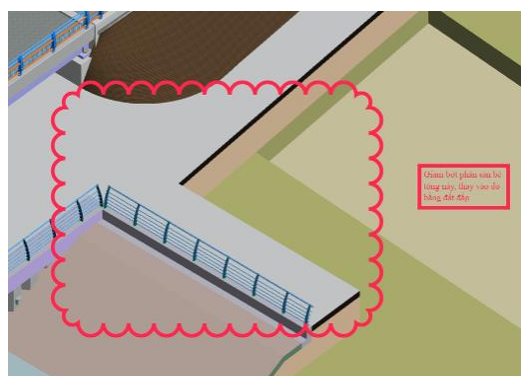
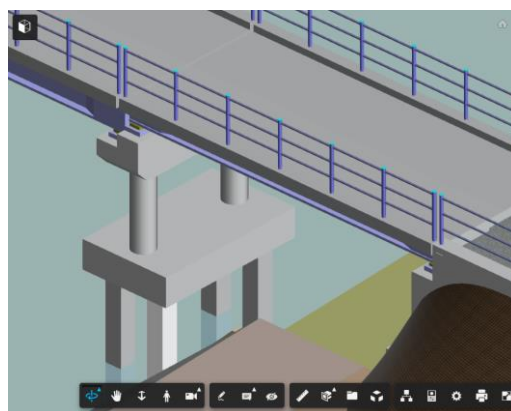
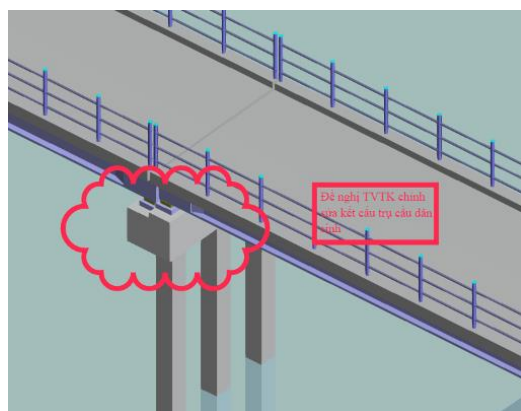
bảo tính đầy đủ, khách quan của thông tin và toàn bộ tiến trình của dự án.

Thông tin của công trình công âu Hộ Phòng sau khi được tải dữ liệu lên Fusion giữ nguyên được toàn bộ thông tin đã khai

báo trong Autodesk Revit. Hình 10 trái – thông tin của cầu kiện bê tông tường công. Hình 10 phải – thông tin của cầu kiện tường cừ SW500A đã khai báo ở giai đoạn trước.



Hình 10: Quản lý mô hình thông tin công trình trên Fusion 360 (Nguồn: tác giả)



Hình 11: Cộng tác thiết kế giữa các thành viên trong dự án trên môi trường trao đổi thông tin chung (CDE) (Nguồn: tác giả)

Trên đây là 2 ví dụ minh họa về quá trình trao đổi thông tin bao gồm góp ý và đề nghị chỉnh sửa của tư vấn thẩm tra, thẩm định để tư vấn thiết kế chỉnh sửa cho phù hợp.

+ Chỉnh sửa 1: Hình 11.1 – Đề nghị đổi kết cấu trụ cầu dân sinh để đảm bảo khả năng chịu lực. Hình 11.2 – kết cấu trụ cầu dân sinh sau khi đã chỉnh sửa.

+ Chỉnh sửa 2: Hình 11.3 – Đề nghị thiết kế chỉnh sửa phạm vi sàn mang cống và bổ sung hàng rào chắn. Hình 11.4 – Phạm vi đào đắp phần kè và sàn mang cống, hàng rào sau khi đã chỉnh sửa.

5.3. Kiểm tra va chạm

Kiểm tra va chạm là một quá trình trong đó những công cụ đặc trưng được sử dụng. Việc phân tích nhằm kiểm tra tác động của một phần thiết kế của công trình tới những phần khác, do vậy những phân tích này phải được thực hiện trên một mô hình được tổng hợp đầy đủ toàn bộ phần thiết kế. Công đoạn này đặc biệt hữu ích cho các thành viên dự án nhằm có sự phỏng đoán tốt hơn và xử lý những vấn đề thiết kế tiềm ẩn trước khi đi đến giai đoạn thi công.

Thông thường, những va chạm được phát hiện bằng một quá trình thủ công qua việc chồng các bản vẽ 2D. Tuy nhiên, công nghệ BIM có thể mang những hệ thống từ tất cả các bộ môn lại với nhau và so sánh chúng nhằm phát hiện những va chạm trước khi chúng được phát hiện trên công trường. Việc phát hiện va chạm một cách tự động là một cách tiếp cận quan trọng để xác định những lỗi thiết kế hoặc thiếu sót. Nếu một đối tượng quá gần với nhau sẽ được xem như là va chạm mềm (soft clash), trong khi những đối tượng chồng chéo hoặc trùng một vị trí sẽ được xem là một va chạm cứng (hard clash).

Trên thực tế, mỗi bên liên quan trong thiết kế và thi công sẽ sử dụng các loại công cụ và công nghệ BIM khác nhau để đáp ứng công việc của họ. Ví dụ, mô hình thiết kế đường có được được chuẩn bị bằng phần mềm OpenRoad, mô hình thoát nước thải có thể được thiết kế và phát triển trong Civil 3D, Revit có thể được sử dụng cho thiết kế kết cấu, trong khi những mô hình khác thì được tạo với CAD tools. Những chương trình này thường không giao tiếp được với nhau và do đó chúng không thể cảnh báo cho những thành viên trong dự án khi có va chạm xảy ra. Chính vì thế đã có nhiều công cụ BIM khác như Navisworks có thể đem những mô hình 3D này từ những nền tảng khác nhau vào một nền tảng duy nhất để phân tích và nhận diện va chạm. Phát hiện va chạm sớm có thể giảm lỗi thiết kế, rút ngắn quá trình thi công, giảm giá của công trình và có thể đáp ứng một quá trình thuận lợi hơn cho những bên liên quan.

5.3.1. Kiểm tra xung đột trực tiếp

Quá trình thiết kế và dựng hình 3D bằng Revit cho phép người dựng hình có thể quan sát trực tiếp được những va chạm do người thiết kế không thể kiểm soát được hết thông tin trên bản vẽ 2D. Để có thể thấy được va chạm này, người dựng hình cần kết hợp các file của các hạng mục lại với nhau. Phương pháp này có ưu, nhược điểm như sau:

- Ưu điểm:
 - + Tiết kiệm thời gian
 - + Không cần chuyển đổi dữ liệu từ mô hình sang công cụ khác.
- Nhược điểm:
 - + Chỉ xác định được các va chạm cứng, không tìm được các va chạm mềm.

5.3.2. Kiểm tra xung đột gián tiếp

Để kiểm tra các xung đột một cách chính xác và không phụ thuộc vào chủ quan của người dựng, mô hình thông tin đã dựng từ Revit sẽ được chuyển dữ liệu từ Autodesk Revit sang dưới dạng Dwf/Dwfx để sử dụng phần mềm thứ hai kiểm tra va chạm. Kiểm tra xung đột va chạm bằng phần mềm quản lý có những ưu, nhược điểm như sau:

- Ưu điểm:
 - + Sử dụng được mô hình đã chuyển đổi ở giai đoạn quản lý dữ liệu
 - + Phát hiện được tất cả các va chạm cứng, va chạm mềm.
- Nhược điểm:
 - + Phải chuyển đổi dữ liệu từ Revit sang nên mất thêm một giai đoạn làm việc.
 - + Thống kê được các va chạm nhỏ nên đòi hỏi người dựng hình phải có kỹ năng tốt.

Trong quy trình sử dụng BIM của Autodesk, Naviswork Manage cho phép quản lý dữ liệu thông tin từ công trình từ

các phần mềm khác nhau và đồng thời cũng có chức năng khác như: kiểm tra va chạm, lập tiến độ thi công, tính toán chi phí. Trong bài báo này, tác giả sử dụng Naviswork Manage để kiểm tra va chạm của mô hình công trình công Âu Hộ Phòng.

Kiểm tra va chạm được thực hiện qua các bước như sau:

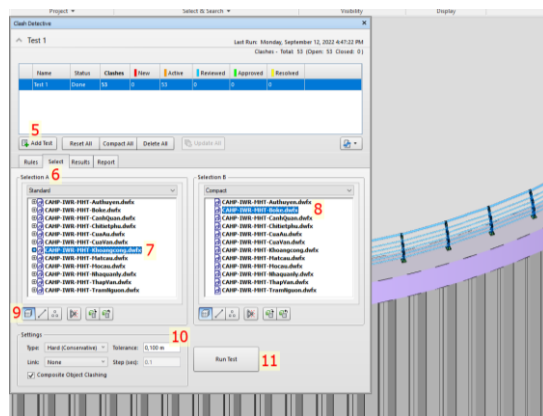
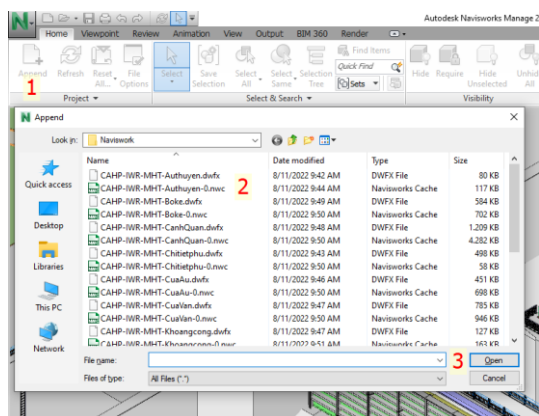
Bước 1: Chuyển đổi dữ liệu từ Revit sang phần mềm quản lý

Bước 2: Chèn dữ liệu đã chuyển đổi vào phần mềm

Bước 3: Tạo lập các cài đặt và điều kiện để chạy va chạm

Bước 4: Xuất báo cáo

Trong diễn giải quy trình dưới đây, Hình 14 trái – Chèn dữ liệu Dwf/Dwfx vào môi trường của Naviswork. Dữ liệu file Dwf/Dwfx sẽ được chuyển đổi từ phần mềm Revit như đã đề cập ở mục 5.2. Công trình công Âu Hộ Phòng được chuyển bao gồm 9 file Dwf. Hình 14 phải – Chọn các file hạng mục công trình, xét điều kiện để chạy va chạm.



Hình 14: Quy trình kiểm tra va chạm trong Naviswork Manage (Nguồn: tác giả)

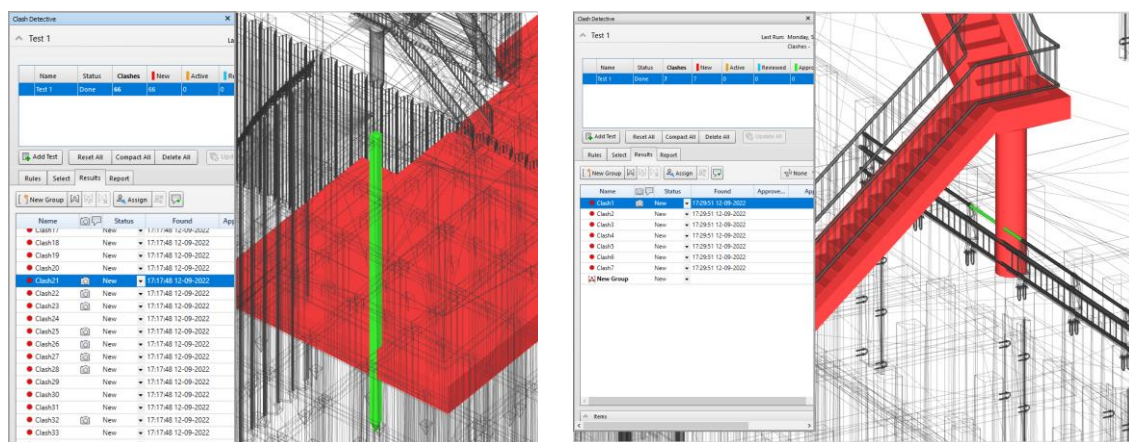
Đối với mô hình này, tác giả sử dụng file của Phần Khoảng công (7) và Phần Kè (8) để chạy va chạm. Với điều kiện khoảng cách tối hạn (10) là 0.01 m,

có nghĩa là khoảng cách giữa các mặt phẳng khi giao cắt của bất kỳ phần tử trong 2 file này lớn hơn 0.01 m thì phần mềm sẽ báo phát hiện được lỗi va chạm

đó. Ngược lại, những va chạm nào nhỏ hơn 0.01m thì phần mềm sẽ bỏ qua những va chạm đó.

Kết quả sau khi chạy mô hình, tác giả sẽ đưa ra 2 va chạm là các va chạm điển hình mà phần mềm đã tìm ra được. Hình 15 trái là va chạm đến từ cọc bê tông neo kê bị giao cắt với phần bê tông đáy cống với khoảng cách va chạm bằng 0.335m ($>0.01m$). Hình 15 phải là va chạm đến từ phần lan can giao với trụ bậc thang với khoảng cách va chạm bằng 0.852 m ($>0.01m$). Các phần khác cũng có

thể kiểm tra tương tự với quy trình này đặc biệt là các hệ thống điện, cơ khí và các chi tiết cơ khí trong giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công. Như vậy, với việc sử dụng kiểm tra xung đột gián tiếp và dựa trên các điều kiện đã cài đặt, mô hình đã tìm ra được các va chạm một cách chính xác, đầy đủ, thông kê được khoảng cách va chạm. Dựa trên những kết quả phân tích này, người thiết kế có thể nhận biết thông tin và đưa ra các chỉnh sửa ngay trong giai đoạn thiết kế.



Hình 15: Kết quả va chạm trong Naviswork Manage (Nguồn: tác giả)

6. KẾT LUẬN

Sử dụng phần mềm Autodesk Revit trong thiết kế công trình thủy lợi để dựng mô hình 3D giúp trình bày ý tưởng thiết kế một cách trực quan. Các hạng mục của công trình được chia nhỏ, từ đó phân chia công việc cho các thành viên trong nhóm thiết kế một cách dễ dàng.

Phần mềm cho phép tạo lập và gắn thông tin cho phần tử mô hình theo nhu cầu của người dùng giúp lưu giữ thông tin công trình dưới dạng số. Mô hình thông tin công trình được chia sẻ bằng công cụ Fusion 360 – là công cụ được sử dụng trong môi trường Internet tạo điều kiện thuận lợi cho sự trao đổi, hợp tác giữa các

bên tham gia, giảm thiểu sự phụ thuộc bằng văn bản giấy.

Mô hình thông tin công trình có thể kiểm tra va chạm trực tiếp trên Autodesk Revit hoặc chuyển đổi dữ liệu kiểm tra va chạm gián tiếp bằng Naviswork Manage giúp phát hiện sớm các xung đột giữa các hạng mục của công trình, hạn chế các lỗi và thiếu sót trong quá trình thiết kế. Đồng thời, việc này tránh được việc phải chong các bản vẽ 2D như quy trình làm việc của AutoCAD, giảm chi phí phát sinh, nâng cao chất lượng thiết kế.

7. KIẾN NGHỊ

Hiện nay, việc áp dụng công nghệ

BIM trong thiết kế công trình Thủy lợi cần được đầu tư cần thiết để tiếp cận với công nghệ mới, đồng thời tăng cường nguồn nhân sự có chuyên môn để triển khai. Đề án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng

và quản lý vận hành công trình đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 2500/QĐ-TTg ngày 22/12/2016. Vì vậy, việc áp dụng quy trình BIM vào thiết kế, xây dựng và vận hành công trình thủy lợi là hết sức cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Xây dựng, Đề án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình, 2016.
2. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Dự án xây dựng Đập ngăn mặn trên sông Cái Nha Trang, 2017.
3. Thiết kế kiến trúc với Revit Architecture, Nguyễn Phước Thiện.
4. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Dự án xây dựng Cổng âu thuyền Ninh Quới tỉnh Bạc Liêu, 2018.
5. Standard, P. A. S. 1192-2: 2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.
6. Standard, B. S. 1192: 2007+ A2: 2016. Collaborative production of architectural, engineering and construction information–Code of practice.
7. BIM Forum (2016). Level of Development (LOD) Specification.
8. Workgroup, BIM Guide. “Singapore BIM Guide” Guide, Building and Construction Authority, BIM Steering Committee (2013).

TÁC ĐỘNG CỦA NHIỆT ĐỘ KHI THI CÔNG TỚI HIỆN TƯỢNG NỨT KẾT CẤU DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP

Effect temperature on cracking of reinforced concrete beams during contruction

Khuong Văn Huân

Trường Đại học Công nghệ Sài Gòn

TÓM TẮT: Dầm bê tông cốt thép có tiết diện lớn, mác bê tông cao, tuổi ngắn ngày có tác động đến hiện tượng nứt dầm trong quá trình thi công. Có thể tính toán khả năng gây nứt kết cấu bê tông cốt thép trong điều kiện hệ số dẫn nở nhiệt của bê tông và cốt thép khác nhau do ảnh hưởng của nhiệt độ của khối đổ và tính chất cơ lý của bê tông.

Từ khóa: Dầm bê tông cốt thép, hệ số dẫn nở nhiệt, ảnh hưởng, nhiệt độ, nứt.

ABSTRACT: Reinforced concrete beams have large cross-section, high concrete grade, short age, impact on cracking the beam during construction. It is possible to calculate the possibility of cracking reinforced concrete structures in the condition that the thermal expansion coefficients of concrete and reinforcement are different due to the influence of the temperature of the pouring block and the physical and mechanical properties of the concrete.

Keywords: Reinforced concrete beams, coefficient of thermal expansion, influence, temperature, cracking.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tượng kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) nhà cao tầng trong quá trình thi công bị nứt bề hiện nay xảy ra khá phổ biến. Kết quả khảo sát vết nứt trên một số dầm ở công trình HQ với chiều dài nhịp 6 - 6,4 m, tiết diện 0,3x0,5m, mỗi dầm xuất hiện khoảng 3-5 vết nứt, bề rộng vết nứt khoảng 0,08 đến 0,14mm.

Với công trình nhà cao tầng của Trường CĐSPKT ở LV, dầm chính có kích thước 0,4x0,8m, dầm phụ kích thước 0,3x0,7m, chiều dày bản sàn 15cm thì vết nứt xuất hiện ở 2 mặt bên và ở bụng dầm, tập trung chủ yếu vùng giữa nhịp, chiều cao đường nứt phát triển gần sát đến đáy sàn. Bề rộng vết nứt khoảng 0,1-0,15 mm, chủ yếu là 0,1 mm, chiều sâu vết nứt khoảng 7-8 cm. Bê tông có mác thiết kế M300. Theo nhật ký thi công, công trình sử dụng cốt pha ván gỗ; ngay khi gỡ cốt pha

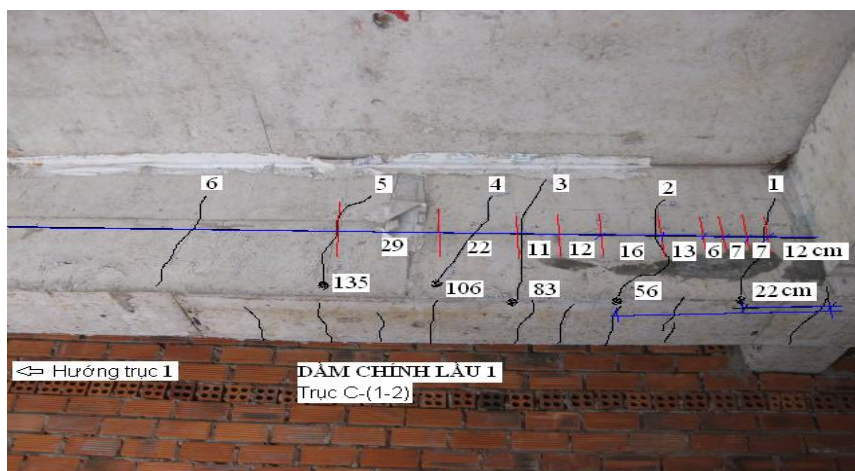
không nhìn thấy vết nứt. Vết nứt thường được phát hiện tình cờ sau khi gỡ cốt pha một thời gian không xác định.

Theo TCVN 5574-2012 - Tiêu chuẩn thiết kế Kết cấu bê tông & Bê tông cốt thép quy định giới hạn bề rộng khe nứt áp dụng với dầm được che phủ khi sử dụng thép CII, CIII, bề rộng vết nứt lâu dài cho phép $\sigma_{cr2} = 0,3$ mm, với 3 đến 5 vết nứt thì tổng độ mở toàn dầm là khoảng 0,24 đến 0,6mm. Đặc biệt, chiều cao vết nứt đều lớn hơn mức quy định (vượt quá 2/3 chiều cao dầm).

Đã có nhiều tài liệu trong và ngoài nước đề cập đến nguyên nhân gây nứt kết cấu BTCT. Theo tài liệu hướng dẫn nghiên cứu, sửa chữa gia cố vết nứt kết cấu bê tông của Viện Bê tông Nhật Bản [1] có đưa ra khoảng hơn 40 nguyên nhân, trong đó có các nguyên nhân do chịu tác động của nhiệt thủy hóa xi măng; do chất lượng cốt

liệu; do tính co ngót của bê tông (BT); do sự thay đổi nhiệt độ môi trường; do mức chênh lệch nhiệt độ hoặc độ ẩm của cấu kiện,... Tuy nhiên, trong quá trình thi công

nhà cao tầng ở nước ta ít được đề cập những yếu tố trên, thường thì chỉ quan tâm đến độ kháng nén của bê tông.



Hình 1: Sơ họa vết nứt trên dầm thực tế

Trong Giáo trình bê tông cốt thép [4] có đề cập đến sự làm việc đồng bộ giữa bê tông và cốt thép khi chúng có độ co giãn nhiệt gần bằng nhau. Khi nhiệt độ thay đổi từ 26-100°C, thì hệ số giãn nở nhiệt của BT từ 10×10^{-6} đến $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, của thép từ 12×10^{-6} đến $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép TCVN 5574-2012 [3], lấy hệ số giãn nở nhiệt $\alpha_{bt} = 10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đối với bê tông nặng, trong điều kiện nhiệt độ thay đổi từ -40°C đến +50°C.

Theo kết quả nghiên cứu của Trường Đại học Công Nghệ Sài Gòn [2], khu vực phía Nam nước ta thường sử dụng đá dăm mỏ Hóa An, Tân Cang, Soklu... Với bê tông B30 sử dụng đá dăm trên thì hệ số giãn nở nhiệt của bê tông $\varepsilon = (6,8-8,3) \cdot 10^{-6} (^{\circ}\text{C})$. Trong khi của thép $\varepsilon = 12,7 \cdot 10^{-6} (^{\circ}\text{C})$. Với mức chênh lệch tới 50% như trên thì giữa bê tông và cốt thép có thể gây ứng suất cục bộ dẫn tới bê tông bị nứt.

Để tìm giải pháp hạn chế nứt kết cấu BTCT cần xác định tác động của nhiệt độ dầm BTCT trong quá trình thi công tới hiện tượng nứt trên.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Như chúng ta biết, kết cấu BTCT chỉ làm việc đồng bộ khi hệ số giãn nở nhiệt của BT và cốt thép gần bằng nhau. Tuy nhiên, theo kết quả khảo sát [2], hệ số co giãn nhiệt của thép và bê tông chênh lệch tới 44%, vượt xa giới hạn bình thường $\pm 20\%$.

Để đánh giá ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ tới sự làm việc của kết cấu BTCT trong trường hợp độ giãn nở nhiệt của cốt thép lớn hơn của bê tông như sau:

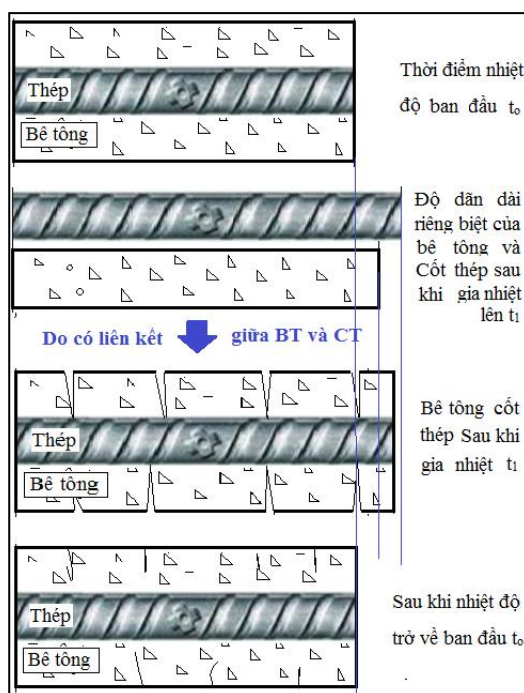
- Khi mới đổ bê tông, ở nhiệt độ môi trường ban đầu t_0 , chiều dài của cấu kiện bê tông và chiều dài của cốt thép bằng nhau và có giá trị lo.

- Ngay sau khi đổ bê tông, xi măng được hydrat hóa kèm quá trình tỏa nhiệt làm cho nhiệt độ cấu kiện tăng dần lên đến t_1 . Nếu ở chế độ hoàn toàn tự do thì cốt thép giãn dài ra một đoạn ΔT_0 ; bê tông giãn dài ra một đoạn ΔB_0 . Do hệ số dẫn nở nhiệt của thép lớn hơn của bê tông nên $\Delta T_0 > \Delta B_0$. Ban đầu khi cường độ bê tông còn thấp, giữa bê tông và cốt thép có thể tự do dịch chuyển tương đối với nhau mà

không bị cản trở. Đến lúc nào đó cường độ bê tông đủ lớn, lực liên kết giữa BT và cốt thép tăng lên, cốt thép sẽ kéo BT dài thêm một đoạn và làm cho biến dạng của BT là ΔB_1 và ΔB_1 lớn hơn giá trị ΔB_0 ban đầu. Do cường độ chịu kéo của BT thấp nên buộc BT xuất hiện các khe nứt nhỏ.

Quá trình trên được minh họa trên hình 2

Hình 2: Tương tác giữa bê tông và cốt thép khi độ giãn dài nhiệt của cốt thép lớn hơn bê tông

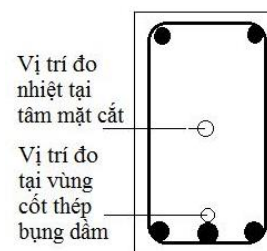


Dựa vào hệ số dẫn nở nhiệt của BT và CT, sự phát triển cường độ, modun đàn hồi khi kéo của BT theo thời gian, tiến hành tính toán mức chênh lệch nhiệt độ giữa vùng đặt cốt thép và nhiệt độ của hỗn hợp bê tông ban đầu sinh ứng suất kéo gây nứt cho BT như sau:

Tiến hành khảo sát sự diễn biến nhiệt độ kết cấu dầm BTCT theo thời gian khi bắt đầu đổ bê tông trên 2 công trình thực tế. Đo nhiệt ở 2 điểm trọng yếu là trọng tâm mặt cắt dầm và vùng đặt cốt thép chịu lực ở bụng dầm (Hình 3). Thiết

bị đo ghi nhiệt tự động sau 1 tiếng, độ phân giải $0,1^{\circ}\text{C}$.

Xác định cường độ bê tông ở tuổi ngắn ngày (1;3 ngày). Theo dõi hiện tượng nứt trên dầm công trình thực tế bằng trực quan khi gỡ cốt pha với thời gian 2 tuần sau thi công.



Hình 3: Mô tả vị trí đo nhiệt độ trên mặt cắt dầm

3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT VÀ THẢO LUẬN

Các thông số kỹ thuật cấp phối bê tông, nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp BT và

nhiệt độ vùng đặt cốt thép, tiết diện đầm, cường độ nén mẫu và tình trạng nứt đầm thực tế được mô tả trong Bảng 1.

Bảng 1: Thông số khảo sát đầm bê tông cốt thép

Công trình	Mác bê tông	Xi măng (kg)	Nước (lit)	Cát đá (kg)	Nhiệt độ (°C)		Thời gian xuất hiện đỉnh nhiệt (h)	Tiết diện đầm bxx (cm)	Cường độ nén (MPa)	Tình trạng nứt sau 28 ngày
					Hỗn hợp bê tông	Đỉnh nhiệt				
A	M400R28	380	181	1890	32,9	47,9	25-27	60x80	30,6 (40h)	Không nứt
B	M350R7	385	182	1847	30,4	48,5	16-18	50x50	13,8 (17h)	Có nứt

Dựa vào chênh lệch nhiệt độ vùng đặt cốt thép và nhiệt độ ban đầu của HHTT của 2 cầu kiện khảo sát trên 2 công trình thực tế, tính được biến dạng cường bức của BT, từ đó tính toán ứng suất chịu kéo do biến dạng nhiệt σ_{bt} . Khả năng chịu kéo của bê tông R_{bt} tại thời điểm

tính toán phụ thuộc vào thành phần cấp phối bê tông và sự phát triển cường độ và modun đàn hồi của nó theo thời gian. Tính tỷ số σ_{bt}/R_{bt} để đối chứng với kết quả khảo sát trên cầu kiện thực tế. Kết quả trong bảng 2.



Hình 4: Khảo sát công trình A
Đầm không xuất hiện vết nứt



Hình 5: Khảo sát công trình B
Đầm có xuất hiện vết nứt

Bảng 2: Tính toán khả năng gây nứt kết cấu BTCT bởi chênh ứng suất nhiệt

Công trình	Tuổi bê tông (h)	Nhiệt độ của bê tông (°C)		Độ dẫn dài tương đối chịu kéo của BT	Năng lực chịu kéo của BT R_{btm} (MPa)	Cường độ chịu kéo của BT do biến dạng nhiệt (σ_{btm}) (MPa)	Tỷ số σ_{btm}/R_{btm}	Tình trạng nứt dầm thực tế
		Vùng CT	Ban đầu					
A	0	35,2	32,9	1,32E-05	0,000	0,000	-	Không nứt (Xem hình mô tả)
	1	34,6	32,9	9,78E-06	0,081	0,007	0,086	
	5	34,5	32,9	9,20E-06	0,405	0,033	0,081	
	9	39,6	32,9	3,85E-05	0,728	0,247	0,339	
	13	43,0	32,9	5,81E-05	1,052	0,538	0,511	
	17	46,2	32,9	7,65E-05	1,376	0,926	0,673	
	21	47,3	32,9	8,28E-05	1,700	1,239	0,729	
	25	47,6	32,9	8,45E-05	2,024	1,506	0,744	
	26	47,9	32,9	8,63E-05	2,104	1,598	0,759	
	30	47,0	32,9	8,11E-05	2,428	1,733	0,714	
	34	45,5	32,9	7,25E-05	2,752	1,755	0,638	
	42	44,9	32,9	6,90E-05	3,399	2,065	0,607	
	48	43,6	32,9	6,15E-05	3,885	2,104	0,542	
	55	41,5	32,9	4,95E-05	4,452	1,938	0,435	
B	0	31,6	30,4	6,90E-06	0,000	0,000	-	Có nứt (Xem hình mô tả)
	1	31,9	30,4	8,63E-06	0,081	0,006	0,076	
	5	39,5	30,4	5,23E-05	0,405	0,186	0,461	
	9	44,8	30,4	8,28E-05	0,728	0,531	0,729	
	13	47,7	30,4	9,95E-05	1,052	0,921	0,876	
	17	48,4	30,4	1,04E-04	1,376	1,254	0,911	
	18	48,5	30,4	1,04E-04	1,457	1,335	0,916	
	19	48,4	30,4	1,04E-04	1,538	1,401	0,911	
	23	47,7	30,4	9,95E-05	1,862	1,630	0,876	
	27	46,7	30,4	9,37E-05	2,185	1,803	0,825	
	31	45,6	30,4	8,74E-05	2,509	1,930	0,769	
	35	45	30,4	8,40E-05	2,833	2,094	0,739	
	39	43,9	30,4	7,76E-05	3,157	2,157	0,683	
	43	42,7	30,4	7,07E-05	3,480	2,167	0,623	
	47	41,5	30,4	6,38E-05	3,804	2,137	0,562	

Nhận xét:

- Khả năng gây nứt dầm BTCT tùy thuộc vào sự chênh lệch nhiệt độ giữa vùng đặt cốt thép và hỗn hợp bê tông ban đầu, sự phát triển cường độ và môđun đàn hồi của BT theo thời gian.

- Mức nhiệt chênh lệch giữa vùng đặt cốt thép và hỗn hợp BT ban đầu vào khoảng 18°C là kết cấu BTCT có thể bị nứt.

- Kết cấu BTCT có khả năng bị nứt ngay trong vài ngày đầu tiên.

- Theo số liệu tính toán, nếu có giải pháp giảm được nhiệt độ vùng đặt cốt thép xuống khoảng 2°C thì hạn chế được kết cấu BTCT bị nứt.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kết cấu dầm bê tông cốt thép bị nứt phụ thuộc vào mức chênh lệch nhiệt độ giữa vùng đặt cốt thép nhịp dầm và hỗn hợp bê tông khi thi công; với cường độ, môđun đàn hồi của bê tông tại cùng thời điểm trong quá trình cứng hóa.

- Kết cấu dầm bê tông cốt thép có thể xuất hiện nứt sớm ngay trong vài ngày đầu tiên sau thi công.

- Đề nghị các dầm có tiết diện lớn ($\geq 50 \times 50$ cm), khi sử dụng bê tông mác cao ngăn ngày ($\geq \text{M350R7}$) cần có giải pháp giảm nhiệt khối đổ.

- Khi có giải pháp giảm nhiệt độ vùng đặt cốt thép xuống khoảng 2°C thì sẽ hạn chế được kết cấu dầm bê tông cốt thép bị nứt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Japan Concrete Institute. Practical guideline for investigation, repair and strengthening of cracked concrete structure– Hội Thảo Khoa học ngày 22/8/2017 tại Trường Đại học Kiến Trúc T.p HCM
2. Khương Văn Huân; Ảnh hưởng của đá dăm có nguồn gốc khác nhau tới độ co nhiệt của bê tông. Người Xây dựng. Tháng 9/10-2019
3. TCVN 5574:2012- Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.
4. Võ Bá Tầm, 2016. Giáo trình Kết cấu bê tông cốt thép. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia T.p HCM 2017.

ĐÁNH GIÁ GIẢI PHÁP CỐT PHA ĐỂ GIẢM NỨT KẾT CẤU DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

Evaluation of formwork solutions to reduce cracking of reinforced concrete beam structures

*Khuông Văn Huân; Tạ Thùy Trang
Trường Đại học Công nghệ Sài Gòn*

TÓM TẮT: Khi khối đổ dầm bê tông cốt thép có tiết diện lớn, sử dụng mác bê tông cao ở tuổi ngắn ngày thì dầm có nguy cơ bị nứt bởi chênh lệch nhiệt giữa khối đổ và môi trường khi giữa bê tông và cốt thép có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau. Để giảm nhiệt khối đổ có thể sử dụng dạng cốt pha khác nhau. Biện pháp sử dụng cốt pha tôn dày hoặc cốt pha gỗ đục lỗ 35% có tác dụng giảm nhiệt khối đổ từ 4-10% so với cốt pha truyền thống.

Từ khóa: Dầm bê tông cốt thép, hệ số dẫn nở nhiệt của bê tông và cốt thép, nứt dầm, cốt pha

ABSTRACT: Reinforced concrete beam with large cross-section, high concrete grade, leads to risk of cracking by the thermal difference between the poured block and the environment when the concrete and the reinforcement have different coefficients of thermal expansion. In order to reduce the heat of the block quickly, different formwork can be used. The method of using corrugated iron formwork or 35% perforated wood formwork has the effect of reducing the temperature of the block by 4-10% compared to traditional formwork.

Keywords: Reinforced concrete beams, coefficients of thermal expansion of concrete and reinforcement, cracking of beams, formwork.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay hiện tượng kết cấu bê tông cốt thép nhà cao tầng trong quá trình thi công bị nứt nẻ xảy ra khá phổ biến. Đã có rất nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đề cập đến nguyên nhân gây nứt kết cấu bê tông cốt thép (BTCT). Theo tài liệu hướng dẫn nghiên cứu và sửa chữa gia cố vết nứt kết cấu bê tông của Viện Bê tông Nhật Bản [2] có đưa ra khoảng hơn bốn mươi nguyên nhân, trong đó có các nguyên nhân như do chịu tác động của nhiệt thủy hóa xi măng; do chất lượng cốt liệu; do tính co ngót của bê tông; do sự thay đổi nhiệt độ môi trường; do mức chênh lệch nhiệt độ hoặc độ ẩm của cấu kiện,... Tuy nhiên, trong quá trình thi công nhà cao tầng ở nước ta hiện nay ít được đề cập những yếu tố trên, thường thì chỉ quan tâm đến độ kháng nén của bê tông.

Theo kết quả nghiên cứu của Trường Đại học Công Nghệ Sài Gòn [3], khu vực phía Nam nước ta thường sử dụng đá dăm có nguồn từ các mỏ Hóa An, Tân Cang, Soklu... với bê tông B30 sử dụng đá dăm trên có hệ số dẫn nở nhiệt $\epsilon_b = (8,0-8,3) \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}$). Như vậy hệ dẫn nở nhiệt của cốt thép $\epsilon_t = 12,7 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}$) lớn hơn của bê tông trên 50%. Với mức chênh lệch lớn như trên, khi có chênh lệch nhiệt độ giữa khối đổ và môi trường ban đầu thì giữa bê tông và cốt thép suất hiện ứng suất cục bộ dẫn tới bê tông dễ bị nứt.

Sự chênh lệch nhiệt độ giữa khối đổ và môi trường ban đầu phụ thuộc vào nhiệt độ các loại vật liệu đầu vào, khối lượng và nhiệt thủy hóa của loại xi măng sử dụng. Để hạn chế có hiệu quả hiện tượng nứt dầm BTCT nhà cao tầng cần kết hợp nhiều giải pháp đồng thời như chọn thành phần

cấp phối hợp lý sao cho tổng lượng nhiệt do xi măng hydrat hoá thấp nhất; không chế nhiệt độ ban đầu của vật liệu đầu vào trước khi trộn như che nắng, tưới ẩm... Tuy nhiên các giải pháp riêng lẻ cũng có tác dụng, nhưng sẽ hạn chế hơn.

Trong nội dung bài báo này tác giả muốn trình bày ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ và giải pháp giảm sự chênh lệch nhiệt độ khối đổ tới hiện tượng nứt dầm BTCT.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để xác định ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ và giải pháp giảm sự chênh lệch nhiệt độ khối đổ tới hiện tượng nứt dầm BTCT sẽ tiến hành hai bước sau:

Bước 1: Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ khối đổ tới hiện tượng nứt dầm BTCT, tác giả thực hiện khảo sát dầm BTCT ở 2 công trình thực tế. Thông số khảo sát bao gồm diễn biến nhiệt độ khối đổ, sự phát triển cường độ và hiện tượng nứt dầm sau đó. Dựa vào chênh lệch nhiệt độ vùng đặt cốt thép và nhiệt độ ban đầu của HGBT, tính biến dạng cường độ của bê tông do sự chênh lệch độ dẫn nhiệt giữa bê tông (BT) và cốt thép (CT) gây ra, từ đó tính toán được ứng suất chịu kéo do biến dạng nhiệt σ_{btm} . Khả năng chịu kéo của bê tông R_{btm} phụ thuộc vào thành phần cấp phối bê tông sử dụng và thời gian phát triển cường độ của nó. Trên cơ sở tính toán khả năng gây nứt dựa vào tỷ số σ_{btm}/R_{btm} càng lớn và kết quả khảo sát tình trạng nứt ở cấu kiện thực tế, từ đó có nhận định vai trò ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ khối đổ tới hiện tượng nứt dầm BTCT. Vùng bụng dầm BTCT là nơi luôn luôn chịu kéo bởi trọng lượng bản thân, khi chịu tác động của những nguyên nhân khác thì đây là nơi dễ bị nứt, vì vậy

việc đánh giá tác động của nhiệt độ tới hiện tượng nứt dầm được xem xét tại vùng đặt cốt thép bụng dầm.

Trình tự tính toán khả năng gây nứt tại vùng bê tông cốt thép bụng dầm như sau:

Xác định độ chênh lệch nhiệt độ Δt tại vùng đặt cốt thép bụng dầm (cách đáy khoảng 4 cm) so với nhiệt độ hỗn hợp BT khi mới bắt đầu đổ. Độ dẫn dài tương đối của bê tông chịu kéo khi nhiệt độ giảm từ T_{max} về nhiệt độ ban đầu T_0 là hiệu số của độ dẫn dài tương đối của thép và của bê tông: $\varepsilon = \varepsilon_s - \varepsilon_b = (\alpha_s - \alpha_b)\Delta t$; ứng suất chịu kéo bởi biến dạng nhiệt của bê tông $\sigma_{btm} = \varepsilon \cdot E_{btm}$. Trong đó E_{btm} là modun đàn hồi khi kéo dọc trục của BT. Giá trị R_{btm} phụ thuộc vào thành phần cấp phối bê tông và thời gian phát triển cường độ. Tính tỷ số $\sigma_{btm}/[R_{btm}]$. Hệ số biến dạng thép $\alpha_s = 12,8 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}$); của BT $\alpha_b = 7,00 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}$).

Bước 2: Giải pháp giảm nhiệt khối đổ dầm BTCT.

Để giảm nhiệt khối đổ dầm BTCT có nhiều giải pháp như chọn thành phần cấp phối hợp lý để tổng lượng nhiệt do xi măng hydrat hoá thấp; không chế nhiệt độ ban đầu của vật liệu đầu vào ở mức thấp như che nắng, tưới ẩm; sử dụng nước đá khi trộn.... Tuy nhiên tác giả nhận thấy tính dẫn nhiệt của cốt pha cũng đóng vai trò quan trọng trong quá trình giải tỏa nhiệt khối đổ và gián tiếp ảnh hưởng tới hiện tượng nứt dầm BTCT.

Hiện nay cốt pha cho dầm BTCT thông thường là gỗ ván ép phủ keo, có tác dụng hạn chế hút nước, tạo bề mặt kết cấu bê tông láng mịn.

Nhiệt lượng khối dầm được phân tán vào không khí qua diện tích bề mặt trên

sàn và 3 mặt dầm còn lại qua lớp cốt pha gỗ có hệ số truyền nhiệt $[0,13-0,18 \text{ W/(m-K)}]$ - thấp hơn của bê tông $[2,1 \text{ W/(m-k)}]$ khoảng 10 lần [1]. Do gỗ có hệ số truyền nhiệt thấp hơn bê tông nên lượng nhiệt trong bê tông thoát chậm và tích tụ dẫn tới nhiệt độ trong dầm khá cao. Theo số liệu khảo sát [4], sau 48 tiếng, nhiệt độ khối đổ ở mức 53°C . Để tăng khả năng thoát nhiệt của khối đổ từ bề mặt cốt pha có thể sử dụng giải pháp đơn giản là đục lỗ cốt pha gỗ ở một mức nhất định. Các lỗ sẽ được bịt bằng lớp tôn tráng kẽm mỏng (0,2mm). Nhiệm vụ của tôn là ngăn hỗn hợp bê tông chui ra ngoài và tạo điều kiện giải tỏa nhiệt khối đổ ra môi trường không khí nhanh hơn.

Nội dung khảo sát sử dụng 6 phương án sau:

- Phương án 1: Cốt pha gỗ 100% truyền thống (đối chứng-ĐC).
- Phương án 2: 2 biên là cốt pha gỗ; *đáy cốt pha tôn tẩm, dày 1 mm.*
- Phương án 3: 2 biên là cốt pha gỗ; *đáy cốt pha gỗ có đục 15 lỗ; lỗ chiếm 16,6%.*
- Phương án 4: 2 biên là cốt pha gỗ; *đáy cốt pha gỗ có đục 15 lỗ; lỗ chiếm 34,5%.*
- Phương án 5: *đáy cốt pha gỗ; biên là cốt pha gỗ có đục lỗ 16,6%.*

- Phương án 6: *đáy cốt pha gỗ; biên là cốt pha gỗ có đục lỗ 34,5%.*

Dầm khảo sát có tiết diện $50 \times 50 \text{ cm}^2$. Bê tông sử dụng mác M400R7, đây là cấp phối được sử dụng khá phổ biến khi xây dựng nhà cao tầng ở khu vực phía nam nước ta.

Điểm đo nhiệt: Sử dụng 3 lỗ thăm nhiệt độ gồm tâm khối đổ; vùng cách ván khuôn đáy 4 cm và mặt trong cốt pha đáy.

Quy trình đo nhiệt độ: Trên cùng 1 cấu kiện sẽ đo nhiệt độ trong mẫu và đo nhiệt độ môi trường không khí trong cùng thời điểm. Sau 60 phút sẽ đo 1 lần.

Việc sử dụng các hình thức trên chủ yếu xác định vai trò của cốt pha trong việc giải tỏa nhiệt khối đổ nhằm mục đích hạn chế hiện tượng nứt dầm BTCT, còn khi áp dụng thực tế bằng các hình thức trên cũng không thuận tiện. Tuy nhiên, nếu giải pháp trên có hiệu quả thì kết quả nghiên cứu cũng là hướng đi để các nhà vật liệu xây dựng sản xuất được loại vật liệu mới có độ dẫn nhiệt hợp lý thích hợp cho công việc trên.

3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT VÀ THẢO LUẬN

Kết quả bước 1 như sau:

Bảng 1: Thông số khảo sát dầm bê tông cốt thép

Công trình	Mác bê tông	Nhiệt độ khu vực cốt thép nhíp ($^\circ\text{C}$)		Thời gian xuất hiện đỉnh nhiệt (h)	Tiết diện dầm bxx (cm)	Cường độ nén (MPa)	Tình trạng nứt sau 28 ngày
		Hỗn hợp bê tông	Đỉnh nhiệt				
A	M400R28	32,9	47,9	25-27	60x80	30,6 (40h)	Không nứt
B	M350R7	30,4	48,5	16-18	50x50	13,8 (17h)	Có nứt

Dựa vào chênh lệch nhiệt độ vùng đặt cốt thép và nhiệt độ ban đầu của HHBT của 2 cấu kiện khảo sát trên 2 công trình thực tế, tính được biến dạng cường bức của BT, từ đó tính toán được cường

độ chịu kéo bởi biến dạng nhiệt của bê tông ($\sigma_{b\text{tn}}$) và khả năng chịu kéo của nó ($R_{b\text{tn}}$). Tính tỷ số $\sigma_{b\text{tn}}/R_{b\text{tn}}$ để đối chứng với quan sát thực tế trên cấu kiện. Kết quả trong bảng 2

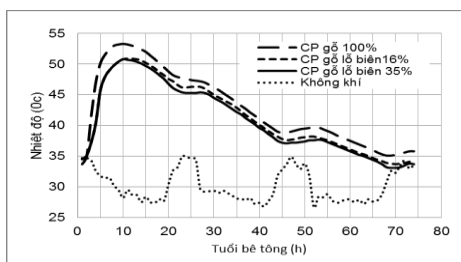
Bảng 2: Tính toán khả năng gây nứt kết cấu BTCT bởi chênh ứng suất nhiệt

Công trình	Tuổi bê tông (h)	Nhiệt độ của bê tông (°C)		Độ dẫn dài tương đối chịu kéo của BT	Năng lực chịu kéo của BT $R_{b\text{tn}}$ (MPa)	Ứng suất chịu kéo của BT do biến dạng nhiệt ($\sigma_{b\text{tn}}$) (MPa)	Tỷ số $\sigma_{b\text{tn}}/R_{b\text{tn}}$	Tình trạng nứt dầm thực tế
		Vùng CT	Ban đầu					
A	26	47,9	32,9	8,63E-05	2,104	1,598	0,759	Không nứt
B	18	48,5	30,4	1,04E-04	1,457	1,335	0,916	Có nứt

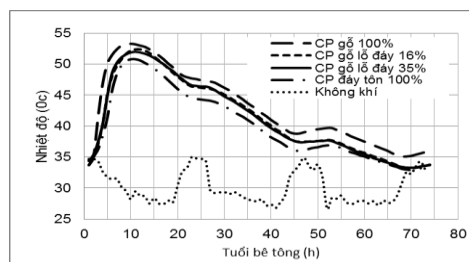
Nhận xét: Hiện tượng nứt kết cấu BTCT chịu ảnh hưởng trực tiếp của sự chênh lệch nhiệt độ giữa khối đồ với môi trường; tính chất cơ lý của của bê tông, cụ thể là hệ số dẫn nở nhiệt, cường độ kéo, modun đàn hồi của của bê tông trong giai đoạn thi công.

Kết quả thực nghiệm trong bước 2 như sau:

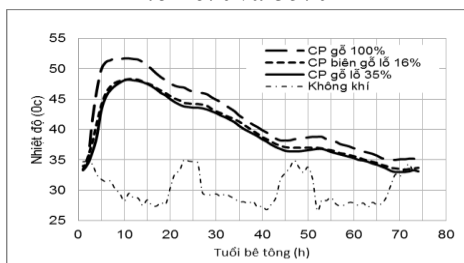
Kết quả khảo sát diễn biến nhiệt độ các mẫu thực nghiệm tại tâm mẫu; vùng cách đáy dầm 4 cm (vùng đặt cốt thép) và môi trường không khí xung quanh các phương án nghiên cứu được biểu thị trên các hình sau:



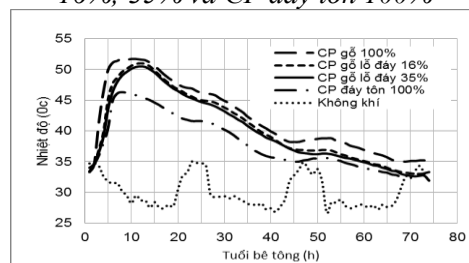
Hình 1: Diễn biến nhiệt độ tại Tâm khối đồ trường hợp cốt pha gỗ 100%; cốt pha biên có lỗ 16% và 35%



Hình 2: Diễn biến nhiệt độ tại Tâm khối đồ trường hợp cốt pha gỗ 100%; cốt pha đáy có lỗ 16%; 35% và CP đáy tôn 100%



Hình 3: Diễn biến nhiệt độ tại Vùng cốt thép bụng dầm trường hợp cốt pha gỗ 100%; cốt pha biên có lỗ 16% và 35%



Hình 4: Diễn biến nhiệt độ tại Vùng cốt thép bụng dầm trường hợp cốt pha gỗ 100%; cốt pha đáy có lỗ 16%; 35% và CP đáy tôn 100%

Để đánh giá hiệu quả giải nhiệt khối đồ, tiến hành so sánh đỉnh nhiệt tại các điểm đo giữa các phương án nghiên cứu so với phương án cốt pha gỗ truyền thống (đối chứng). Để tăng độ tin cậy khi đánh

giá hiệu quả của giải pháp, sẽ tổng hợp và so sánh diện tích biểu đồ giữa đường diễn biến nhiệt và trục hoành trên khoảng thời gian 40 tiếng từ 8h đến 47h. Kết quả biểu thị trong Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3: So sánh nhiệt độ đỉnh các phương án khảo sát

TT	Phương án	Nhiệt độ (°C) tại vùng			Độ lệch so với ĐC (%)		
		Đáy	Cách đáy 4cm	Tâm	Đáy	Cách đáy 4cm	Tâm
1	Cốt pha gỗ 100%	50,0	51,8	53,3	0,0	0,0	0,0
2	CP đáy có lỗ 16 %	49,9	51,0	52,4	0,2	1,5	1,7
3	CP đáy có lỗ 35 %	49,1	50,5	52,0	1,8	2,5	2,4
4	CP biên có lỗ 16 %	47,0	48,3	50,9	6,0	6,8	4,5
5	CP biên có lỗ 35 %	46,7	48,2	50,8	6,6	6,9	4,7
6	CP đáy tôn 100%	43,9	46,3	50,8	12,2	10,6	4,7

Bảng 4: So sánh diện tích diễn biến nhiệt các phương án khảo sát

TT	Phương án	Diện tích (°C.h) tại vùng			Độ lệch so với ĐC (%)		
		Đáy	Cách đáy 4cm	Tâm	Đáy	Cách đáy 4cm	Tâm
1	Cốt pha gỗ 100%	1767,3	1808,3	1856,7	0,0	0,0	0,0
2	CP đáy có lỗ 16 %	1734,8	1766,7	1815,1	1,8	2,3	2,2
3	CP đáy có lỗ 35 %	1722,9	1750,0	1810,3	2,5	3,2	2,5
4	CP biên có lỗ 16 %	1685,0	1729,0	1803,0	4,7	4,4	2,9
5	CP biên có lỗ 35 %	1665,6	1711,5	1780,8	5,8	5,4	4,1
6	CP đáy tôn 100%	1555,9	1616,1	1745,0	12,0	10,6	6,0

Nhận xét:

- Khi có cùng diện tích lỗ thì phương án cốt pha biên có tác dụng giảm nhiệt nhanh hơn cốt pha đáy khoảng 2 lần. Có thể giải thích bởi nhiệt nóng có xu hướng di chuyển lên phía trên từ cốt pha biên thuận lợi hơn cốt pha đáy.
- Phương án cốt pha đáy bằng tôn, nhiệt độ khối đồ giảm khoảng 5-

10% so với cốt pha gỗ ván ép (đối chứng)

- Phương án cốt pha biên có lỗ 35% có thể giảm nhiệt khoảng 4-6% so với đối chứng

Áp dụng tính toán giả định vào công trình B với các phương án cốt pha khác nhau. Tính toán tỷ số giữa ứng suất chịu kéo gây ra bởi biến dạng nhiệt σ_{btm} và khả năng chịu kéo của bê tông R_{btm} . Số liệu biểu thị trong Bảng 5.

Bảng 5: Tính toán khả năng gây nứt kết cấu BTCT khi sử dụng dạng cốt pha khác nhau

Công trình	Phương án	Nhiệt độ của bê tông (°C)		Độ dẫn dài tương đối chịu kéo của BT	Năng lực chịu kéo của BT R_{btm} (MPa)	Cường độ chịu kéo của BT do biến dạng nhiệt (σ_{btm}) (MPa)	Tỷ số σ_{btm}/R_{btm}	Tình trạng nứt dầm thực tế
		Vùng CT	Ban đầu					
	Truyền thống	48,5	30,4	1,04E-04	1,457	1,335	0,916	Có nứt
	Cốt pha biên có 16% lỗ	47,4	30,4	9,77E-05	1,457	1,253	0,860	-
	Cốt pha biên có 35% lỗ	46,9	30,4	9,52E-05	1,457	1,220	0,838	-
B	Cốt pha đáy có 16% lỗ	46,4	30,4	9,18E-05	1,457	1,177	0,808	-
	Cốt pha đáy có 35% lỗ	45,9	30,4	8,90E-05	1,457	1,142	0,784	-
	Cốt pha đáy tôn 100 %	43,4	30,4	7,45E-05	1,457	0,956	0,656	-

Nhận xét:

- Nếu coi tỷ số $\sigma_{btm}/R_{btm} = 0,759$ của dầm trên công trình A và coi là mức chuẩn không gây nứt cho kết cấu dầm thì phương án sử dụng cốt pha đáy tôn 100% áp dụng cho công trình B có thể đáp ứng yêu cầu không gây nứt.

- Dựa vào kết quả của các phương án riêng biệt trên có thể tính toán phương án hỗn hợp

- Sử dụng cốt pha là một giải pháp giảm nhiệt khối đổ dầm BTCT. Nếu chuyển đổi loại cốt pha gỗ đục lỗ 16%; 35% ra loại vật liệu đồng nhất có hệ số dẫn nhiệt tương đương là loại vật liệu có hệ số dẫn nhiệt khoảng 4 và 8 (W/°C.h).

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Sự chênh lệch nhiệt độ giữa khối đổ và nhiệt độ hỗn hợp bê tông ban đầu có

tác động tới khả năng nứt của kết cấu BTCT trong điều kiện có sự khác biệt về hệ số dẫn nhiệt giữa bê tông và cốt thép

- Có thể sử dụng giải pháp cốt pha để giảm nhiệt khối đổ, gián tiếp hạn chế hiện tượng nứt dầm BTCT trong giai đoạn thi công.

- Cốt pha gỗ đục lỗ hoặc bằng thép tấm đều có tác dụng giảm nhiệt khối đổ. Phương án cốt pha đáy bằng tôn, nhiệt độ khối đổ có thể giảm từ 5 -10% so với phương án gỗ ván ép (đối chứng). Phương án cốt pha biên có lỗ 35% có thể giảm nhiệt khoảng 4-6%. Cốt pha hông thoát nhiệt lớn hơn cốt pha đáy khoảng 2 lần

Kiến nghị

- Trong quá trình thi công khi có các dầm có tiết diện lớn, sử dụng bê tông mác $\geq M400$ ngăn ngừa cần có giải pháp giảm nhiệt khối đổ.

- Kết quả nghiên cứu trên cho thấy loại cốt pha sử dụng có ảnh hưởng đến hiện tượng nứt dầm BTCT. Đề nghị các nhà sản xuất tìm loại vật liệu đồng nhất có

hệ số dẫn nhiệt ≥ 4 (W/°C.h) sử dụng chế tạo cốt pha để giảm nhiệt khối đổ dầm bê tông cốt thép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_d%E1%BA%ABn_nhi%E1%BB%87t
2. Japan Concrete Institute. Practical guideline for investigation, repair and strengthening of cracked concrete structure– Hội Thảo Khoa học ngày 22/8/2017 tại Trường Đại học Kiến Trúc T.p HCM
3. Khương Văn Huân; Ảnh hưởng của đá dăm có nguồn gốc khác nhau tới độ co nhiệt của bê tông. Người Xây dựng. Tháng 9/10-2019
4. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2014. Báo cáo xác định nguyên nhân gây nứt dầm bê tông cốt thép công trình Nhà ở xã hội HQC –PLAZA huyện Bình Chánh T.p HCM (10/2014).