

GIẢI PHÁP MỚI GIẢM CAO TRÌNH ĐỈNH ĐÊ BẢO VỆ BỜ BIỂN THE NEW SOLUTION TO REDUCING CREST ELEVATION OF COASTAL DEFENCE STRUCTURES

NGUYỄN HOÀNG*, NGUYỄN VĂN NGỌC, NGUYỄN TRỌNG KHUÊ

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: nguyenhoang.ctt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Cao trình đê biển là yếu tố quyết định về kinh tế - kỹ thuật khi xây dựng công trình bảo vệ bờ biển, vì vậy việc nghiên cứu giảm cao trình đê có ý nghĩa lớn về khoa học và thực tiễn. Bài báo đề xuất giải pháp mới, cho phép giảm chiều cao sóng sau khi tác động vào công trình, là nhân tố quyết định đến việc lựa chọn cao trình đỉnh đê biển.

Từ khóa: Cao trình đỉnh đê, đê biển, công trình bảo vệ bờ biển.

Abstract

Sea dyke elevation is a determination economic - technical factor for designing and constructing coastal protection structures. Therefore, research on reducing dyke elevation is not only a great scientist but also practical significance. The paper proposes a new solution, which allows reducing the wave run-up height, which is a decisive factor for selecting sea dike crest

Keywords: Crest elevation, sea dyke, coastal defence structures.

1. Đặt vấn đề

Theo [2] cao trình đỉnh đê bảo vệ bờ biển (Hình 1) được xác định theo công thức:

$$CT_{ĐĐ} = MNTK + H_{sl} + a \quad (1)$$

Trong đó:

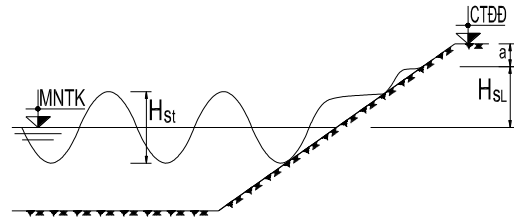
$CT_{ĐĐ}$ - cao trình đỉnh đê, m;

$MNTK$ - cao trình mực nước thiết kế, là mực nước triều tính toán ứng với tần suất quy định theo cấp công trình và tần suất nước dâng do bão, m;

H_{sl} - chiều cao sóng leo, là chiều cao sóng sau khi sóng tới tương tác với công trình đê, m;

a - chiều cao an toàn phụ thuộc cấp công trình, m.

Theo (1) trong các yếu tố quyết định cao trình đê, chỉ có chiều cao sóng leo là yếu tố có thể nghiên cứu thay đổi; các yếu tố khác coi là bất biến vì phải tuân thủ theo tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển.



Hình 1. Sơ đồ tính cao trình đỉnh đê bảo vệ bờ biển

2. Nội dung giải quyết

2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến chiều cao sóng leo

Theo (1), độ cao lưu không của đỉnh đê trên MNTK tính theo sóng leo thiết kế, m:

$$\frac{H_{sl}}{H_{st}} = 1,75\gamma_{\beta}\gamma_{\gamma}\gamma_{\xi}\xi_o \quad \text{Khi } 0,5 < \gamma_{\beta}\xi_o < 1,8 \quad (2)$$

$$\frac{H_{sl}}{H_{st}} = \gamma_{\beta}\gamma_{\gamma} \left(4,3 - \frac{1,6}{\sqrt{\xi_o}} \right) \quad \text{Khi } 1,8 < \gamma_{\beta}\xi_o < 8 \div 10 \quad (3)$$

Trong đó:

H_{st} - chiều cao sóng tới tính toán tại chân công trình, ứng với tần suất thiết kế, phụ thuộc cấp công trình, m;

ξ_o - chỉ số tương tự sóng vỡ;

γ_{β} - hệ số giảm chiều cao sóng leo do sóng tới xiên góc với đường bờ bố trí đê biển;

γ_{γ} - hệ số giảm chiều cao sóng leo khi có cơ đê;

γ_f - hệ số giảm chiều cao sóng leo do độ nhám trên mái dốc phụ thuộc kết cấu bảo vệ mặt đê.

Từ (2), (3) ta thấy các yếu tố ảnh hưởng đến chiều cao sóng leo như sau:

a) Mái dốc đê

Ảnh hưởng của mái dốc đê thông qua chỉ số tương tự sóng vỡ:

- Trường hợp một độ dốc:

$$\xi_o = \frac{tg\alpha}{\sqrt{S_o}} \quad (4)$$

- Trường hợp hai độ dốc:

$$tg\alpha = \frac{1,5H_{st} + H_{sl}}{L - B} \quad (5)$$

Trong đó:

$$S_o = \frac{2\pi H_{st}}{gT_{m-1,0}^2} \quad (6)$$

$T_{m-1,0}$ - chu kỳ phổ sóng, tính theo công thức:

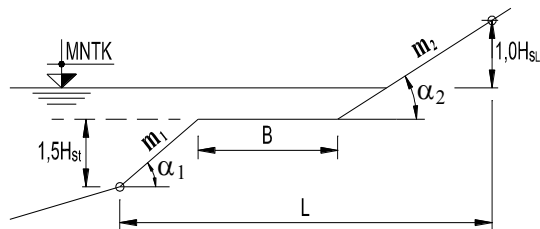
$$T_{m-1,0} = \frac{T_p}{\alpha} \quad (7)$$

Vóri $\alpha = 1,10 \div 1,20$;

T_p - chu kỳ phổ sóng;

α - góc của mái dê và đường nằm ngang, quyết định mái dốc dê $m = \operatorname{ctg} \alpha$;

L, B được xác định theo Hình 2



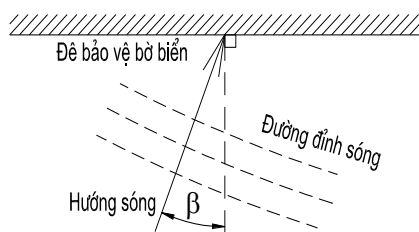
Hình 2. Xác định độ dốc quy đổi tính sóng leo

b) Ảnh hưởng do sóng tới xiên góc với bờ

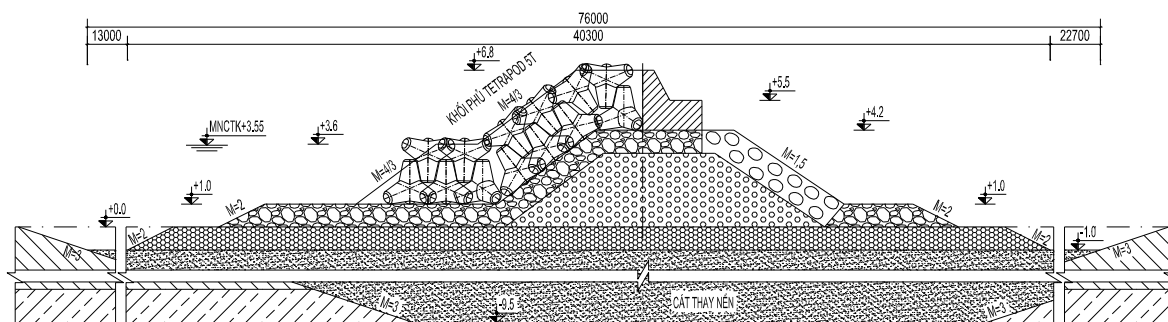
$$\gamma_b = 1 - 0,022|\beta| \quad (0^\circ \leq |\beta| \leq 80^\circ) \quad (8)$$

$$\gamma_b = 1 - 0,022.80 (|\beta| > 80^\circ) \quad (9)$$

β - Góc hợp bởi hướng sóng và đường vuông góc với bờ (trong thiết kế thường coi $\beta = 0^\circ$).



Hình 3. Xác định hướng sóng tới so với đường bờ



Hình 4. Mặt cắt ngang đê bảo vệ cảng Lạch Huyện sử dụng khối phủ Tetrapod 5 tấn bảo vệ mặt đê

c) Độ nhám kết cấu bảo vệ mặt bê

Ảnh hưởng độ nhám kết cấu bảo vệ mặt đê, thông qua hệ số γ_f được tra trong bảng theo tài liệu [1], [2]. Ví dụ: Hình 4 thể hiện mái đê sử dụng khối phủ (Tetrapod) có độ nhám lớn.

d) Cơ đê

Ảnh hưởng cơ đê đến chiều cao sóng leo thông qua công thức:

$$\gamma_b = 1 - \frac{B}{L_b} \left[0,5 + 0,5 \cos \left(\pi \frac{d_h}{x} \right) \right] \quad (10)$$

Với $0,6 \leq \gamma_b < 1,0$

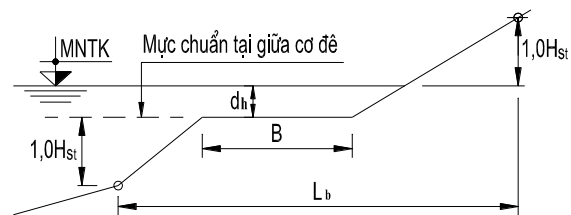
Trong đó:

x - xác định như sau (Hình 5):

$x = H_{sl}$ khi $H_{sl} > d_h > 0$ (cơ nằm trên MNTK);

$$x = 2H_{st} \text{ khi } 2H_{st} > d_h \geq 0 \text{ (cơ nằm dưới MNTK);}$$

Bề rộng cơ đê tối ưu $B = 0,4L_b$, cơ đê bố trí ngay tại MNTK thì hiệu quả giảm sóng leo tối đa ứng với: $\gamma_b = 0,60$.

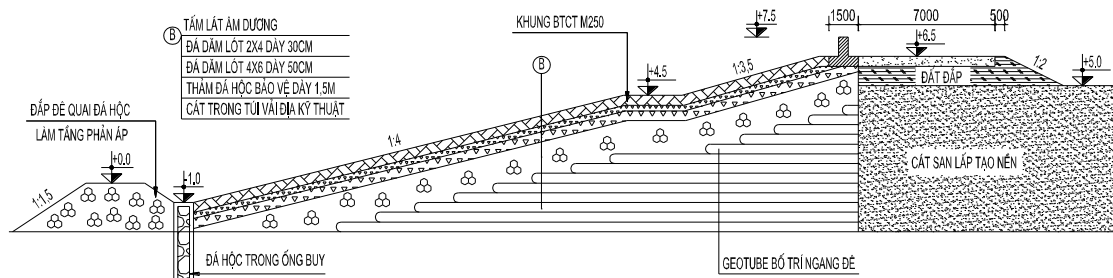


Hình 5. Các thông số xác định cơ đê

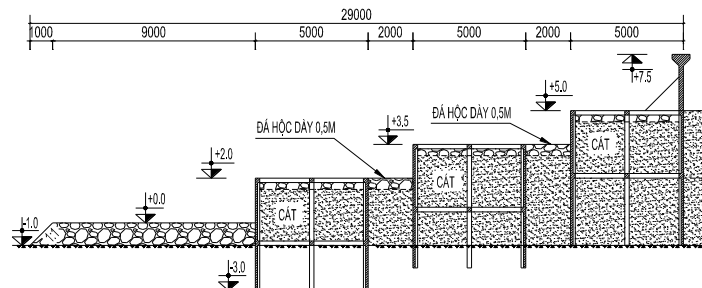
Ví dụ: Hình 6 thể hiện đê có hai độ dốc và cơ đê.

2.2. Đề xuất giải pháp mới giảm chiều cao sóng leo tác dụng lên đê bảo vệ bờ biển

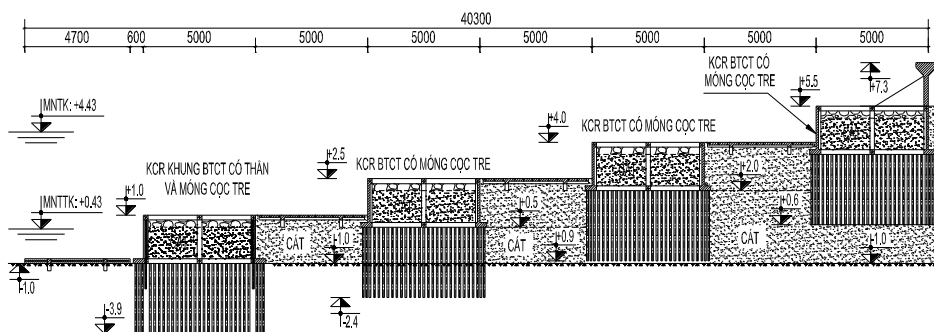
Đê biển nói chung được đắp bằng đất, đá vì vậy thường là mái nghiêng một độ dốc, hoặc nhiều độ dốc; tiếp nối giữa các độ dốc khác nhau là cơ đê. Về nguyên tắc, nếu độ dốc (m) càng thoải công trình càng ổn định, song diện tích mặt cắt ngang đê lớn, tốn nhiều vật liệu. Một giải pháp mới, đó là thiết kế mặt cắt ngang đê dạng bậc thang. Giải pháp này chỉ có thể thực hiện được trên cơ sở ứng dụng giải pháp kết cấu rỗng do PGS. TS. Nguyễn Văn Ngọc đề xuất



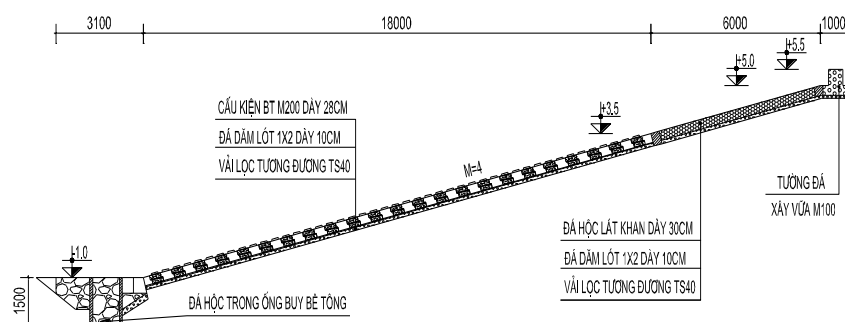
Hình 6. Mặt cắt ngang đê được đề xuất so sánh xây dựng đê Tiên Lãng có hai mái dốc và cơ đê



Hình 7. Mặt cắt ngang đê hình bậc thang đề xuất cho đê Tiên Lãng



Hình 8. Mặt cắt ngang đê hình bậc thang đề xuất cho đê bảo vệ khu đất sau cảng Lạch Huyện



Hình 9. Mặt cắt ngang đê biển Hải Hậu, mái đê sử dụng tấm bê tông đúc sẵn

khi nghiên cứu xây dựng đê biển Tiên Lãng (Hình 7), đê biển sau cảng Lạch Huyện (Hình 8). Tài liệu [3], [11] đã khẳng định ưu điểm nổi trội của giải pháp kết cấu mới này so với các giải pháp công trình bảo vệ bờ biển đã biết (đặc biệt về kinh tế có thể giảm lên tới 65%); tuy nhiên nghiên cứu hiệu quả giảm sóng leo so với các công trình đã biết chưa được công bố, đây chính là nội dung của bài báo này.

3. Ứng dụng mô hình số xác định giải pháp giảm sóng leo “tối ưu”

3.1. Các trường hợp tính toán

Nhằm xác định giải pháp giảm chiều cao sóng leo “tối ưu”, nhóm tác giả đã sử dụng phần mềm chuyên dụng Ansys - CFX, tính toán cho 5 trường hợp:

- Trường hợp 1: Mái đê biển có một độ dốc, sử dụng tấm bê tông lát mặt (Hình 9);

- Trường hợp 2: Mái đê biển có hai độ dốc và cơ đê (Hình 6);

- Trường hợp 3: Mái đê biển sử dụng khối bê tông Tetrapod bảo vệ (Hình 4);

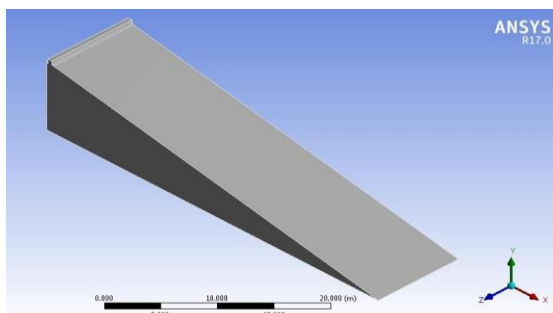
- Trường hợp 4: Đê biển có mái đê hình bậc thang có 3 bậc (Hình 7), [3], [5], [7], [8];

- Trường hợp 5: Đê biển có mái đê hình bậc thang có 4 bậc (Hình 8), [11].

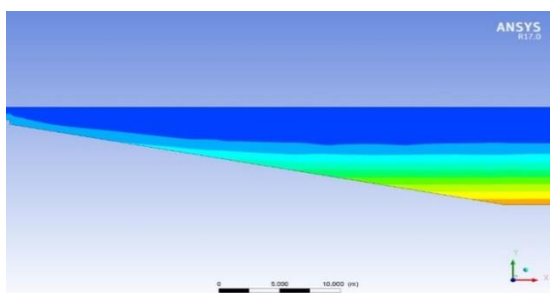
Trong đó: Trường hợp 1: chỉ có một yếu tố (mái dốc) giảm chiều cao sóng leo; trường hợp 2: có hai yếu tố (mái dốc, cơ đê); trường hợp 3: có ba yếu tố (mái dốc, cơ đê, độ nhám); trường hợp 4, 5: chỉ xét ảnh hưởng của bậc thang.

3.2. Số liệu đầu vào

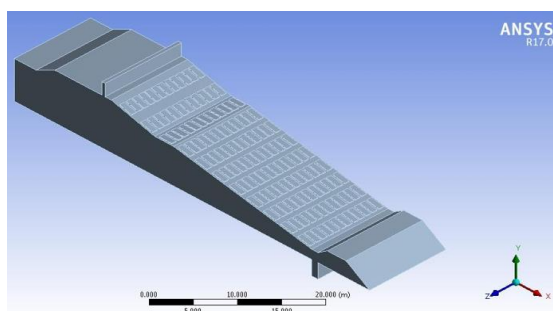
- **Số liệu mực nước:** tham khảo số liệu tính toán của cảng Lạch Huyện [12] ứng với trường hợp mực nước cao thiết kế (MNCTK = 4,43m Hệ hải đồ);



Hình 10. Mô hình kết cấu mái đê biển trường hợp 1



Hình 11. Sóng tương tác với công trình trường hợp 1



Hình 12. Mô hình kết cấu mái đê biển trường hợp 2

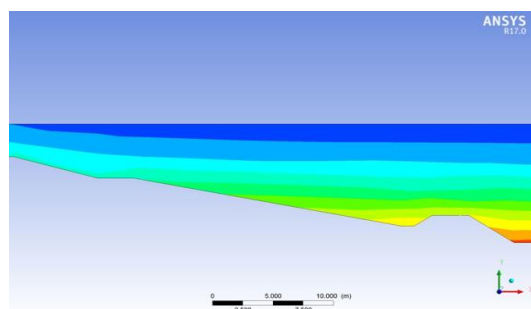
- **Số liệu sóng nước sâu:** kết quả tính sóng nước sâu theo tài liệu [12], thông số sóng nước sâu được sử dụng làm điều kiện biên cho bài toán bao gồm:

$$+ H_0 = 5,78\text{m}; T_0 = 13,3\text{s}; L_0 = 278,6\text{m};$$

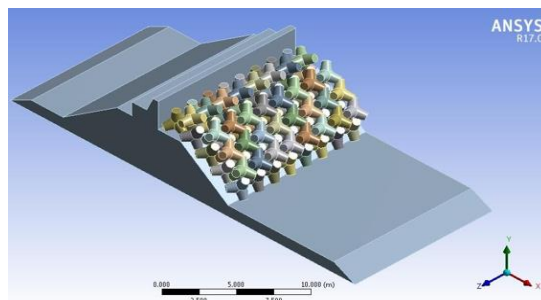
- Thời gian chạy mô hình: $t = 500\text{s}$.

3.3. Thực hiện thí nghiệm

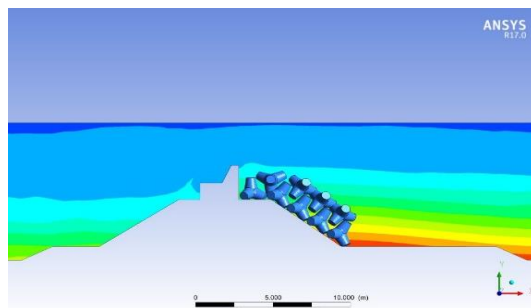
Các bước thực hiện mô hình toán bao gồm: tạo mô hình kết cấu trong phần mềm Ansys- CFX, chia lưới mô hình, gắn điều kiện biên cho mô hình, mô phỏng cho sóng tương tác với công trình. Vì khuôn khổ bài báo, tác giả chỉ trình bày bước tạo mô hình kết cấu và mô phỏng sóng tương tác với công trình của 5 trường hợp. Kiểm chứng mô hình toán cho trường hợp 1, 2, 3 theo [2], tổng hợp kết quả tính toán thể hiện trên Bảng 1.



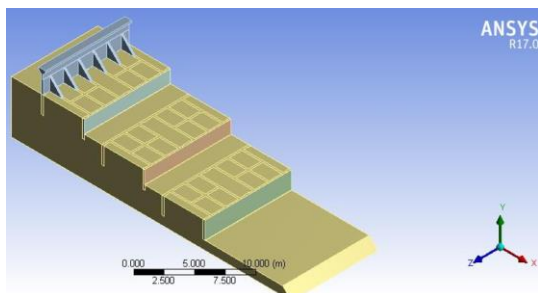
Hình 13. Sóng tương tác với công trình trường hợp 2



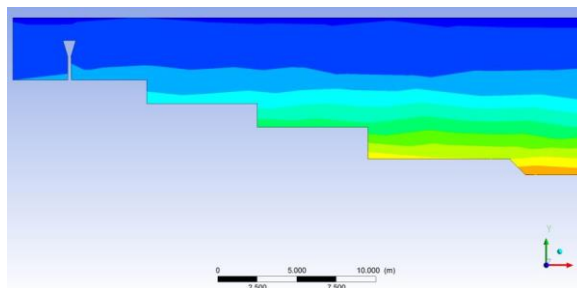
Hình 14. Mô hình kết cấu mái đê biển trường hợp 3



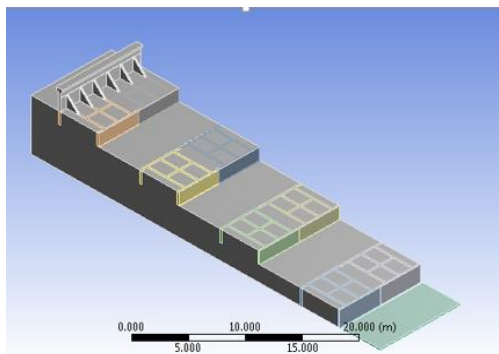
Hình 15. Sóng tương tác với công trình trường hợp 3



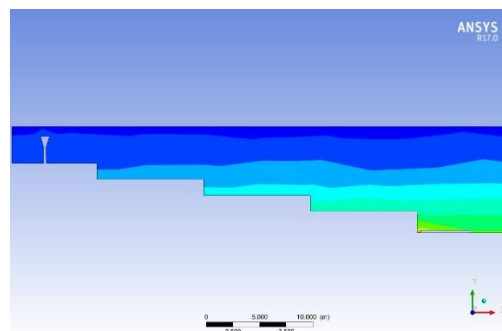
Hình 16. Mô hình kết cấu mái dề biển trường hợp 4



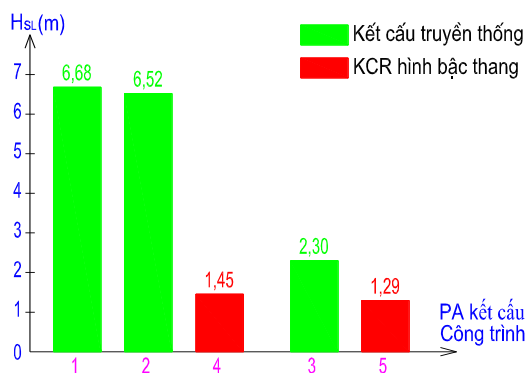
Hình 17. Sóng tương tác với công trình trường hợp 4



Hình 18. Mô hình kết cấu mái dề biển trường hợp 5



Hình 19. Sóng tương tác với công trình trường hợp 5



Hình 20. So sánh chiều cao sóng leo giữa công trình truyền thống và KCR hình bậc thang

Nhận xét:

- So sánh kết quả mô phỏng toán và tính theo [2] sai số lần lượt là 2,57%; 6,22%, 22,15%. Điều đó cho thấy kết quả tính có sai số tăng dần theo các yếu tố ảnh hưởng là phù hợp với thực tế;

- Với kết cấu truyền thống, muốn giảm chiều cao sóng leo cần sử dụng cả ba yếu tố ảnh hưởng đến chiều cao sóng leo như mái dốc dề (m), cơ dề (γ_b) và độ nhám (γ_f). Đối với dề bậc thang nếu so sánh cùng điều kiện dề Tiên Lãng, bậc thang giảm hơn dề truyền thống là 77,76%; dề sau cảng Lạch Huyện bậc thang giảm hơn so với dề truyền thống là 43,91%. Giảm chiều cao sóng leo sẽ cho phép giảm cao trình dề biển tới mức thấp nhất, đây chính là mục tiêu bài báo đặt ra.

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả tính toán và kiểm chứng mô phỏng

STT	Phương án kết cấu	H_{st} (m)	H_{st} theo mô hình toán (m)	H_{st} tính toán theo [2] (m)	Sai số (%)
1	Mái dề biển có một độ dốc, sử dụng tấm lát bê tông mặt (nhẵn), dề Hải Hậu.	2,1	6,68	6,86	2,57
2	Mái dề biển có hai độ dốc, có cơ dề sử dụng tấm bê tông lát mặt (nhẵn), dề Tiên Lãng.	2,1	6,52	6,95	6,22
3	Mái dề biển có hai độ dốc, sử dụng khối Tetrapod bảo vệ (độ nhám cao), dề sau cảng Lạch Huyện	2,1	2,3	2,95	22,15
4	Mái dề biển hình bậc thang có 3 bậc, dề Tiên Lãng	2,1	1,45	-	-
5	Mái dề biển hình bậc thang có 4 bậc, dề sau cảng Lạch Huyện	2,1	1,29	-	-

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu đã được công bố trong các tài liệu [3] ÷ [11] đã khẳng định ưu điểm vượt trội của giải pháp kết cấu rỗng (KCR) so với các giải pháp kết cấu đã biết về **kinh tế - kỹ thuật - môi trường - xã hội**. Với kết quả nghiên cứu trong bài báo này càng khẳng định khả năng cạnh tranh của giải pháp KCR với bất kỳ giải pháp kết cấu nào đã được sử dụng xây dựng công trình bảo vệ bờ biển nói riêng và công trình giảm sóng, chắn sóng, bảo vệ bờ nói chung; nếu được ứng dụng rộng rãi chắc chắn sẽ tiết kiệm vốn ngân sách Nhà nước hàng nghìn tỷ đồng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường năm học 2019-2020, tên đề tài: “*Nghiên cứu đề xuất giải pháp giảm sóng hợp lý bằng mô hình số đối với công trình bảo vệ bờ biển tại Việt Nam*”, được hỗ trợ kinh phí bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, *Hướng dẫn thiết kế đê biển - Tiêu chuẩn ngành 14TCN 130-2002*, 2002.
- [2] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, *Tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho công trình củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển*, 2010.
- [3] Nguyễn Văn Ngọc, *Giải pháp kết cấu mới công trình đê biển tại vùng địa chất yếu*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 48, tr. 31 ÷ 35, 2016.
- [4] Nguyễn Văn Ngọc, *Giải pháp kết cấu mới đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 52, tr. 46 ÷ 49, 2017.
- [5] Ngọc Nguyen Van, Huong Giang Le Thi, *The New Structural Solution for Sea Dike in Soft Soil Area*, International Journal of Structural and Civil Engineering Research (ICOCE), Volume 7, No. 4, pp. 364 ÷ 367, 2018.
- [6] Ngọc Nguyen Van, Huong Giang Le Thi, *New Structural Solution for Port Protective Works: Rubble Mound Breakwater Slope*, The 1st Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering (VSOE 2018), Springer Nature Singapore, Volume 18, pp. 566 ÷ 571, 2019.
- [7] Nguyễn Văn Ngọc, Trần Thị Chang, Nguyễn Xuân Trường, *Đề xuất giải pháp kết cấu mới chống xói lở bờ sông, bờ biển ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại Việt Nam*, Kỷ yếu diễn đàn Khoa học Công nghệ phục vụ ứng phó thiên tai tại Việt Nam, tr. 199 ÷ 212, 2018.
- [8] Nguyễn Văn Ngọc, Trần Thị Chang, Nguyễn Xuân Trường, *Ứng dụng giải pháp kết cấu mới xây dựng các công trình chống xói lở bờ sông, bờ biển và đê chắn sóng, ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng*, Kỷ yếu Hội thảo CLB KH&CN các trường Đại học kỹ thuật lần thứ 53, tr. 316 ÷ 334, 2018.
- [9] Nguyễn Văn Ngọc, Trần Thị Chang, *Nghiên cứu, đề xuất giải pháp chống xói lở bờ biển Cà Mau*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 58, tr. 59 ÷ 64, 2019.
- [10] Nguyễn Văn Ngọc, Nguyễn Hoàng, Nguyễn Xuân Trường, Nguyễn Văn Ninh, *Nghiên cứu khả năng tiêu giảm sóng đối với kết cấu rỗng phục vụ xây dựng công trình chống xói lở bờ biển ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng*, Báo cáo tại Hội nghị Cơ học Thủy khí toàn quốc lần thứ 22 tổ chức tại Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, ngày 25/07/2019.
- [11] Nguyễn Văn Ngọc, Nguyễn Văn Ninh, *Nghiên cứu sử dụng vật liệu tre cho giải pháp kết cấu rỗng xây dựng công trình giảm sóng, chắn sóng, bảo vệ bờ biển*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 61, tr. 39 ÷ 44, 2020.
- [12] Oriental Consultants, Nippon Koei, Padeco, Japan Bridge & Structure Institute, *Nghiên cứu thiết kế chi tiết về dự án xây dựng hạ tầng cảng Lạch Huyện*, Báo cáo cuối kỳ hợp phần Cảng, Gói thầu -10, 06/2012.

Ngày nhận bài: 14/3/2020

Ngày nhận bài sửa: 27/3/2020

Ngày duyệt đăng: 15/4/2020