

Bài báo khoa học

# Giải pháp công trình phòng chống xói lở bờ biển Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng

Văn Hữu Huệ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, Vĩnh Long; huuhuevan@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: huuhuevan@gmail.com; Tel.: +84-919235799

Ban Biên tập nhận bài: 22/4/2024; Ngày phản biện xong: 30/5/2024; Ngày đăng bài: 25/11/2024

**Tóm tắt:** Bờ biển ĐBSCL kéo dài khoảng 147 km, hàng năm sạt lở đã làm mất hàng trăm ha đất, mức độ sạt lở từ 5-45 m/năm. Nghiên cứu nguyên nhân và tìm ra giải pháp bảo vệ bờ biển là khẩn thiết. Sử dụng Plaxis 3D và tính toán theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), nghiên cứu đã đưa ra kết quả khảo sát, phân tích đánh giá địa hình, địa chất, chế độ gió, tính toán sóng... đã xác định nguyên nhân sạt lở là do áp lực sóng va đập và đề xuất giải pháp công trình kè giảm sóng bằng hệ thống cọc bê tông cốt thép (BTCT) bảo vệ khu vực nghiên cứu (KVNC). Kết quả nghiên cứu đã ứng dụng cho dự án “Phòng chống xâm thực, xói lở bờ biển Vĩnh Châu, thị xã (TX) Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng”. Dự án đã được phê duyệt theo Quyết định số 3261/QĐ-UBND, ngày 18/12/2023 của UBND tỉnh Sóc Trăng. Hiện nay dự án đang trong giai đoạn thi công.

**Từ khóa:** Bảo vệ bờ biển; Gây bồi tạo bãi; Kè giảm sóng; Kè Hồ Bể; Kè Vĩnh Châu.

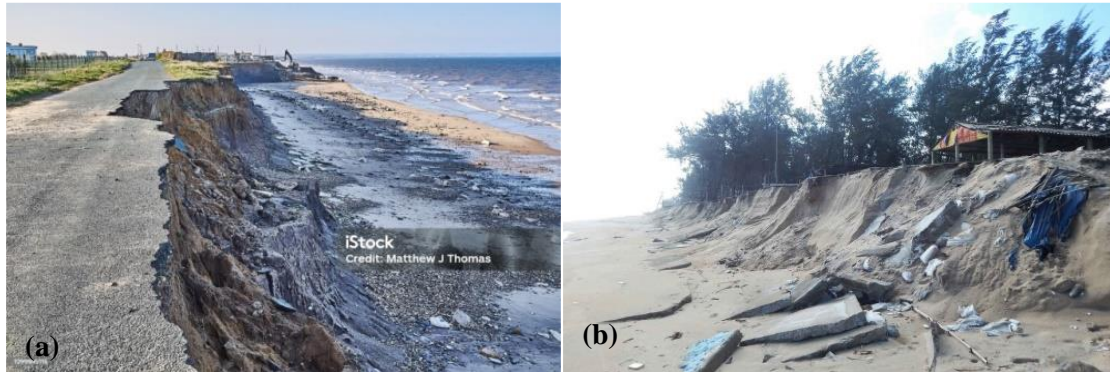
## 1. Giới thiệu

Trên thế giới, các giải pháp chống sạt lở bờ biển gồm nuôi dưỡng bãi biển, bơm cát lấp lại khu vực bị xói mòn, xây dựng tường chắn, mố hàn, trồng cây gây bồi tạo bãi hay giải pháp công nghệ mới phòng chống xói lở hữu hiệu [1]. Nuôi dưỡng bãi biển đã được thử nghiệm và thực sự hiệu quả dành cho các bãi biển, vì nó khôi phục tái tạo lại bờ biển trước đó [2]. Florida có 825,0 dặm (1.327,4 km) bờ biển. Tính đến năm 2021, hơn 426,6 (686,4 km) dặm bờ biển bị xói mòn khốc liệt. Các bãi biển bị xói mòn do bão, nước biển dâng,... đã thay đổi dòng chảy. Xói mòn làm giảm khả năng chịu lực của nền móng các công trình ven bờ dẫn đến sụp đổ. Xói mòn bãi biển là một quá trình diễn tiến lâu dài, diện tích bãi biển giảm dần, dẫn đến đất ven biển sạt lở. Sạt lở xảy ra do sóng va đập vào bờ biển, tần suất và cường độ của bão đóng vai trò chủ lực trong tốc độ xói mòn bờ biển. Khai thác cơ sở hạ tầng ven biển làm hạn chế dòng chảy ven biển, cản trở việc tự bổ sung nước cho bãi biển [3].

Skipsea, một ngôi làng nằm trên Bờ biển Holderness, Đông Yorkshire. Skipsea nằm trên nền đất sét mềm và có tốc độ xói mòn cao nhất ở Châu Âu. Giông bão và mực nước biển dâng đã làm cho 10 m vách đá biến mất khỏi bờ biển dài 2 dặm chỉ trong chín tháng (mức trung bình hàng năm là 4 m) [4].

Theo đánh giá WB (Ngân hàng Thế giới), NASA (Cơ quan Hàng không và Không gian Mỹ)... , với 3.260 km đường bờ biển kéo dài qua 28 tỉnh, thành phố, Việt Nam là một trong năm quốc gia trên thế giới bị ảnh hưởng nặng nề nhất từ nước biển dâng, xâm ngập mặn, biển xâm thực, bão, lốc... Thời gian qua, Việt Nam phải đối mặt với tình trạng biển xâm thực ngày càng nghiêm trọng và gây ra những tác hại không lường cho nông nghiệp cơ sở hạ tầng và tính mạng con người [5]. Sạt lở bờ biển làm cho Việt Nam mỗi năm mất hàng trăm ha đất; cụ thể là bờ biển: Gò Công Đông (Tiền Giang); Bình Đại (Bến Tre); Vĩnh Châu (Sóc Trăng); Nhà Mát, Gành Hào (Bạc Liêu); bờ biển Tây (Cà Mau), riêng Cà Mau, từ năm 2007 đến nay

đã mất hơn 8.800 ha rừng phòng hộ ven biển gây thiệt hại cho hệ sinh thái và tổn thất kinh tế lớn đối với đất nước. Hàng năm, Việt Nam phải dành nhiều kinh phí để tái tạo lại rừng phòng hộ và rừng ngập mặn [4].



**Hình 1.** (a) Xói mòn bờ biển tại Skipsea, East Yorkshire [4], (b) sạt lở bờ biển Đông, Việt Nam [5].

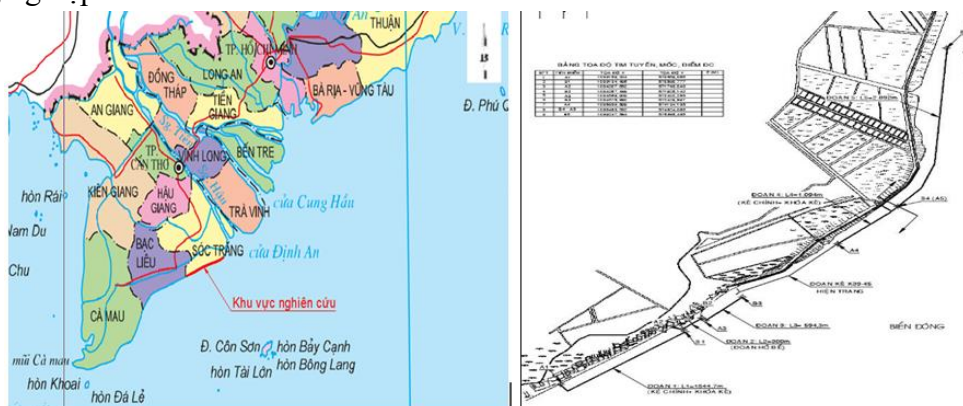
ĐBSCL đang phải đối diện nhiều thách thức về xói lở bờ biển, sạt lở cù lao [6], xâm nhập mặn, sụt lún, nước biển dâng, hạ thấp cao trình mực nước ngầm ( dẫn đến mao dẫn phèn)... Theo Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, ĐBSCL có khoảng 286 km đang trong tình trạng mất ổn định [7], sạt lở nghiêm trọng bờ sông, bờ biển, làm mất đất canh tác nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, nhà cửa, tài sản và sinh kế của nhân dân, ảnh hưởng đến an ninh quốc phòng. Một trong những nguyên nhân chính là việc hình thành các đập thủy điện trên thượng nguồn, đã làm suy giảm đến 96% lượng phù sa đổ về sông Tiền và sông Hậu [8]. Điều này làm giảm sút trầm tích để bồi lắng, bổ sung cho bờ biển cân bằng bùn cát. Mất cân bằng bùn cát kết hợp với các yếu tố thủy thạch động lực học bờ biển, sóng gió, nước dâng đã làm cho bờ biển sạt lở đáng kể [9]. Sóc Trăng là một tỉnh ven biển thuộc ĐBSCL, là nơi sông Hậu đổ vào biển Đông. Bờ biển dài 72 km với ba cửa sông lớn là Định An, Trần Đề, Mỹ Thanh đổ ra Biển Đông. TX. Vĩnh Châu nằm ven 43 km chiều dài bờ biển.

Mục đích nghiên cứu là xác định nguyên nhân sạt lở và đề xuất giải pháp công trình kè giảm sóng bằng hệ thống cọc BTCT bảo vệ bờ biển, gây bồi tạo bãi, khôi phục đường bờ hiện trạng, phát triển rừng ngập mặn KVNC.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu thu thập

### 2.1. Phạm vi nghiên cứu

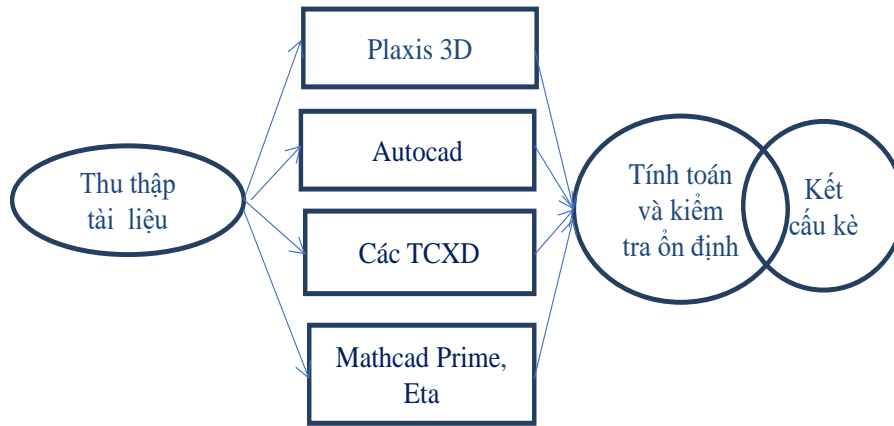
KVNC có chiều dài 6.725 m (Kè chính, Khóa kè và Kè Hồ Bể) ở Xã Vĩnh Hải, TX. Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. KVNC nằm bên bờ biển Đông với điểm đầu cách cây số 15 khoảng 500 m về phía Bạc Liêu và được phân chia thành năm đoạn như hình 2. Thời gian thực hiện: Năm 2023-2024, KVNC đã hình thành dự án “Phòng chống xâm thực, xói lở bờ biển Vĩnh Châu, TX. Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng” [10], dự án cấp IV, nhóm B, thuộc công trình phục vụ nông nghiệp và PTNT.



**Hình 2.** Bản đồ vị trí KVNC (trái) và bản đồ phân chia 5 đoạn KVNC (phải).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm Plaxis tính toán kết cấu (mục 2.5.2), ứng suất, biến dạng, nội lực, ổn định tổng thể [14]. Autocad để thể hiện bản vẽ (Hình 4-6). Mathcad Prime lập các bảng tính. Eta lập dự toán (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ tính toán.

### 2.3. Dữ liệu địa hình, địa chất và khí tượng thủy văn

#### 2.3.1. Địa hình, địa mạo

Địa hình thấp và tương đối bằng phẳng, dạng lòng chảo, cao ở phía sông Hậu và biển Đông thấp dần vào trong, vùng thấp nhất là phía Tây và Tây Bắc, với cao trình từ +0,4 ÷ +1,5, độ dốc thay đổi khoảng 45 cm/km chiều dài. Địa hình dạng gợn sóng không đồng đều, do trầm tích của các quá trình biển tiến biển lùi thành tạo các giồng cát. Kênh rạch ảnh hưởng chế độ bán nhật triều không đều, triều dao động từ 0,4 ÷ 1,0 m [11].

#### 2.3.2. Địa chất công trình

Căn cứ kết quả khảo sát hiện trường và kết quả thí nghiệm trong phòng [10], địa tầng tại 05 vị trí khảo sát có thể chia làm các lớp đất chính như sau: Lớp 1: Bùn sét, màu xám nâu, trạng thái chảy; Lớp 2: Cát mịn, màu xám nâu, trạng thái rời; Lớp 3: Bùn cát pha, màu xám nâu, trạng thái dẻo chảy; Lớp 4: Cát mịn, màu xám nâu, trạng thái rời; Lớp 5: Bùn sét pha, màu xám nâu, trạng thái dẻo chảy.

#### 2.3.3. Đặc điểm về khí tượng

Nhiệt độ, độ ẩm không khí: KVNC thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, có hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5-11 và mùa khô từ tháng 12-4. Nhiệt độ trung bình dao động trong khoảng 24,5-29,7°C. Độ ẩm dao động trong khoảng 68-89%.

Chế độ gió: KVNC có chế độ gió mùa. Gió Đông Bắc thổi từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau. Gió Tây Nam thổi từ tháng 4-11. Địa hình tương đối đồng nhất nên trong cùng một hướng gió không đổi, nhưng tốc độ gió thay đổi, càng gần biển gió mạnh hơn, gió lên cao mạnh hơn gió mặt đất. Vận tốc gió trung bình 2 m/s (lớn nhất 31 m/s). Khoảng tháng 12 vào giai đoạn chuyển mùa, gió thổi ngược chiều dòng chảy sông Cửu Long [12] (mùa gió Chướng), mặn xâm nhập sâu vào đất liền.

Bảng 1. Vận tốc gió trung bình tháng và năm (Đơn vị: m/s) [11].

Trạm	Tháng												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sóc Trăng	1,9	2,3	2,2	1,8	1,4	1,6	1,7	1,9	1,4	1,0	1,4	1,5	1,7

2.3.4. Số liệu về hải văn

- Mức nước biển tính theo TCVN [13]. Mức nước biển tính toán cho công trình được xác định từ vị trí và tần suất tính toán cho trước theo phụ lục B TCVN 9901-2014: Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển [13].

- Tọa độ các điểm, cao độ mực nước tính toán ứng với đường tần suất mực nước tổng hợp từ tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu đến tỉnh Kiên Giang (Bảng 2).

**Bảng 2.** Cao độ mực nước tính toán ứng với tần suất tổng hợp (Đơn vị: cm).

Tần suất P(%)	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	99,9
Chu kỳ lặp lại (năm)	200	100	50	20	10	5	2	1
Cao độ mực nước biển tại KVNC	275,0	236,0	204,0	178,8	175,0	173,3	171,5	164,7

Mức nước tính toán theo tần suất đối với công trình cấp IV là P = 3,33% thì nội suy từ tần suất P = 2% và P = 5% ta có mực nước tính toán là  $Z_{tt} = 1,928$  m [13].

2.4. Tính toán áp lực sóng

2.4.1. Vận tốc gió thiết kế

Khi xác định các yếu tố của sóng do gió và nước dâng do gió, phải lấy tần suất bão tính toán đối với công trình cấp I, II là 2% (2 lần trong 100 năm), đối với cấp III, IV là 4 % (4 lần trong 100 năm) [15]. Tốc độ gió tính toán theo tần suất thiết kế được tính như sau:

- Vận tốc 10 phút, chu kỳ lặp 50 năm:  $V_{10m.50} = 31$  m/s [11].
- Hệ số chuyển đổi chu kỳ 50 năm về chu kỳ 25 năm:  $K_{m.25} = (0,95 + 0,97)/2 = 0,96$  [11].
- Vận tốc 10 phút, chu kỳ lặp 25 năm là:  $V_{10m.25} = K_{m.25} \times V_{10m.50} = 29,76$  m/s.

2.4.2. Đà gió thiết kế

KVNC ở vùng bờ biển, không có yếu tố địa hình hạn chế, giá trị trung bình của đà gió D(m) ứng với một tốc độ gió W (m/s) xác định theo công thức:

$$D = 5 \times 10^{11} \times \frac{v}{W} \tag{1}$$

Trong đó v là hệ số nhớt động học của không khí, lấy bằng  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s; W = 29,76 m/s, suy ra D = 168.010 m.

2.4.3. Độ sâu mực nước trung bình của KVNC

Cao độ mực nước tính toán theo tần suất +1,928; Cao độ tự nhiên khu vực kề tính toán - 1,400; Độ sâu mực nước tính toán H = 1,928+1,400 = 3,328 m.

2.4.4. Tính toán chiều cao, chu kỳ sóng và chiều dài sóng

Giả thiết sóng sinh ra do gió trong KVNC trong điều kiện bão thiết kế, phù hợp khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp trên hướng gió thổi; sóng tính theo phương pháp này áp dụng công thức Bretshneider (2) và (3) [13]:

$$\frac{gH_s}{w^2} = 0,283 \tanh \left[ 0,530 \left( \frac{gh}{w^2} \right)^{0,750} \right] \tanh \frac{0,0125 \left( \frac{gD}{w^2} \right)^{0,42}}{\tanh \left[ 0,530 \left( \frac{gh}{w^2} \right)^{0,750} \right]} \tag{2}$$

$$\frac{gT_p}{w} = 2\pi \cdot 1,2 \tanh \left[ 0,83 \left( \frac{gh}{w^2} \right)^{0,375} \right] \tanh \frac{0,077 \left( \frac{gD}{w^2} \right)^{0,25}}{\tanh \left[ 0,833 \left( \frac{gh}{w^2} \right)^{0,375} \right]} \tag{3}$$

Thay các thông số về đà gió, độ sâu mực nước và vận tốc gió thiết kế vào công thức (2) và (3) ta có kết quả chiều cao sóng:  $H_s = 1,139$  m. Chu kỳ đỉnh sóng:  $T_p = 5,403$  s. Chiều dài sóng: Với thông số về độ sâu mực nước và chu kỳ sóng như trên thì chiều dài sóng được nội suy có kết quả như sau:  $H = 3,328$  m và  $T_p = 5,403$  s. Suy ra  $L = 25,89$  m [13].

2.4.5. Tính toán áp lực sóng

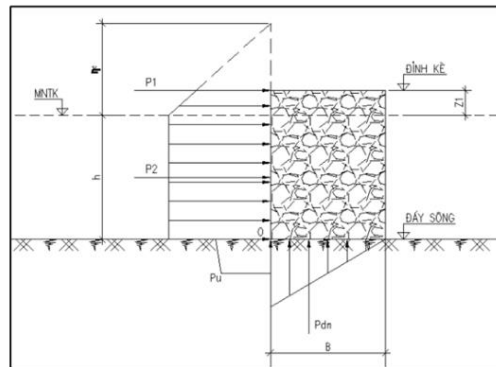
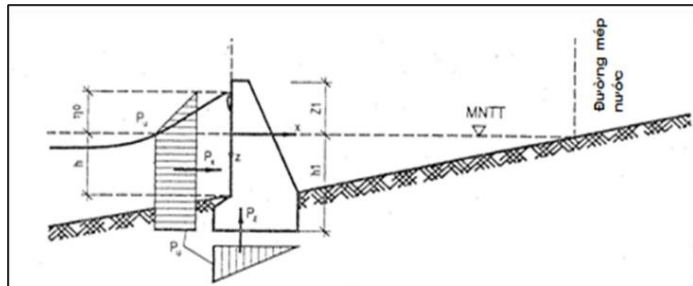
Áp lực sóng tác động lên đê được tính theo công thức tương tự như tường chắn sóng xa bờ [13]:

$$p = p_u = \xi_0 \times \gamma \times g \times H_{SD} \times \left( 0,033 \frac{L_s}{h} + 0,75 \right) \tag{4}$$

$$\eta_c = - \frac{p_u}{\xi_0 \times \gamma \times g} \tag{5}$$

Trong đó  $p$ (kPa) là hợp lực của tải trọng sóng vỡ tác động lên tường giảm sóng;  $\eta_c$ (m) là độ cao lưng sóng so với mặt nước tính toán tại vị trí tường chắn sóng;  $H_{SD}$ (m) là chiều cao sóng tại vị trí sóng đổ lần cuối;  $\xi_0$  là hệ số sóng vỡ;  $g$  ( $m/s^2$ ) là gia tốc trọng trường;  $L_s$  (m) là chiều dài sóng thiết kế;  $h$  (m) là độ sâu mực nước trước chân công trình;  $\gamma$  ( $kg/m^3$ ) là khối lượng riêng của nước biển.

Tính toán áp lực sóng cụ thể cho đoạn 1 được trình bày trong bảng 3. Kết quả tính toán áp lực sóng  $p_u = 1,167$  T/m;  $\eta_c = 0,183$  m.



Hình 4. Sơ đồ tính toán áp lực sóng.

Bảng 3. Phương pháp tính toán áp lực sóng cho đoạn 1.

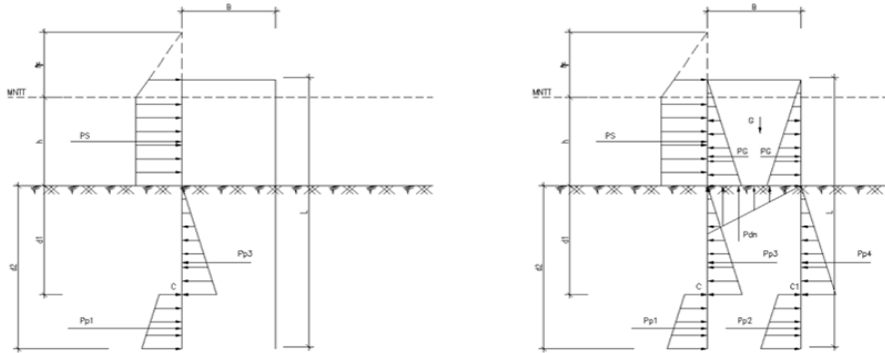
STT	Thông số/Công thức tính
I	Các thông số tính toán
1	Cao trình mực nước thiết kế $Z_{tkp}$ (m)
2	Cao trình đỉnh kè thiết kế $Z_d$ (m)
3	Cao trình chân kè $Z_{ch}$ (m)
4	Chiều cao mực nước từ đáy công trình đến MNTK: $h = Z_{tkp} - Z_{ch}$ (m)
5	Chiều cao sóng $H_{sp}$ (m)
6	Chu kỳ sóng $T_p$ (s)
7	Chiều dài sóng $L_s$ (m)
8	Độ dốc lớn đáy biển lớn nhất $i$ (%)
9	Độ dốc của sóng: $S_0 = \frac{2\pi.H_{sp}}{g.T_p^2} (\%)$ [16]
10	Hệ số sóng vỡ: $\zeta_0 = \frac{tg\alpha}{\sqrt{S_0}}$
11	Chiều cao công trình: $H = Z_d - Z_{ch}$ (m)
12	Chiều rộng công trình $B$ (m)
13	Chiều cao từ MNTK đến đỉnh kè $Z$ (m)
14	Trọng lượng riêng của nước biển $\gamma$ ( $T/m^3$ )
II	Áp lực sóng tính toán

STT	Thông số/Công thức tính
1	$p_u = \xi_0 \cdot \gamma \cdot g \cdot H_{SD} \cdot (0,033 \frac{L_s}{h} + 0,75)$ (T/m)
2	$\eta_c = -\frac{P_u}{\xi_0 \cdot \gamma \cdot g}$ (m)

2.5. Tính toán chiều dài cọc

2.5.1. Các trường hợp (TH) tính toán

- TH 1: Tổ hợp thi công khi chưa gia cố đá trong lòng kè chịu tác động của sóng;
- TH 2: Tổ hợp khai thác chịu tác động của sóng và tải trọng của đá trong lòng kè.



Hình 5. Sơ đồ tính toán ổn định kè TH 1 (trái) và TH 2 (phải).

2.5.2. Tính toán tải trọng tác dụng lên 1,0 m kè

- a) Các giai đoạn tính toán (Sử dụng phần mềm Plaxis 3D để tính toán) [14]
    - Giai đoạn 1: Thi công cọc ly tâm;
    - Giai đoạn 2: Thi công hệ đà giằng dọc và ngang;
    - Giai đoạn 3: Thi công đá hộc thân kè và chát tải khai thác;
    - Giai đoạn 4: Ổn định khai thác.
  - b) Thông số tính toán
    - Sử dụng các mô hình tính toán gồm: Mohr-Coulomb [17], Soft Soil và Linear elastic để mô phỏng các lớp đất và vật liệu sử dụng trong công trình;
    - Các chỉ số Cc, Cs, eo, kz từ thí nghiệm nén cố kết; C, φ từ thí nghiệm nén nhanh;
    - Tính toán mô đun đàn hồi của đất yếu (E):
      - + Với cát E được xác định theo công thức tương quan với chỉ số SPT theo Bowles (1988) thì  $E_s = 320(N+15)$ ;
      - + Với đất E là mô đun biến dạng của đất nền giữa các trụ thì  $E_s = 250S_u$ ; với  $S_u$  là sức kháng cắt không thoát nước của đất nền tính từ thí nghiệm VST [18].
- Cọc bê tông LTDUL, với cọc đường kính ngoài 30 cm chiều dày cọc là 6 cm có mô men uốn nứt bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán mô men uốn nứt [19].

STT	Loại cọc	Cọc D300 mô men uốn nứt không nhỏ hơn (Tm)
1	A	2,5
2	B	3,5
3	C	4,0

c) Kết quả tính toán cho đoạn 1

- Lựa chọn cọc D300 loại C có  $[M] = 4,0 \text{ Tm} > M = 3,93 \text{ Tm}$ : Thỏa yêu cầu;
- Hệ số an toàn  $Kat = 1,486 > [Kat] = 1,45$ : Thỏa yêu cầu;
- Lún kết cấu công trình:  $U_z = 9,2 \text{ cm} < [U_z] = 10 \text{ cm}$ : Thỏa yêu cầu.

- d) Tương tự tổng hợp kết quả tính toán cho 5 đoạn như bảng 5.
- Lựa chọn cọc D300 loại C có  $[M] = 4,0$  Tm lớn hơn mô men lớn nhất của cả 5 đoạn là  $M = 3,93$  Tm: Thỏa yêu cầu;
  - Hệ số an toàn nhỏ nhất của 5 đoạn  $Kat = 1,486 > [Kat] = 1,45$ : Thỏa yêu cầu;
  - Lún kết cấu lớn nhất của 5 đoạn:  $Uz = 9,9$  cm  $< [Uz] = 10$  cm: Thỏa yêu cầu;
  - Chọn  $M = 4,05$  Tm và  $M = 5,77$  Tm để tính thép cho dầm dọc và dầm ngang.

**Bảng 5.** Tổng hợp kết quả tính toán cho 5 đoạn.

Tên đoạn	Hệ số ổn định tổng thể	Ổn định lún (cm)	Mô men dầm ngang (Tm)	Mô men dầm dọc (Tm)	Mô men cọc (Tm)
Đoạn 1	1,486	9,2	5,39	4,05	3,93
Đoạn 2	1,992	9,9	4,66	2,50	3,43
Đoạn 3	1,705	8,7	5,54	3,28	3,70
Đoạn 4	1,827	9,6	5,77	3,56	3,67
Đoạn 5	1,768	9,6	4,86	3,86	3,92

e) Kiểm tra ứng suất nền: Nền đủ khả năng chịu tải, không cần xử lý nền, về lâu dài sẽ gây ra hiện tượng lún nền do nhiều nguyên nhân; do đó để giảm lún, sử dụng phen tràm, gồm nhiều cừ tràm đan với nhau thành ô kích thước 20×20 cm.

2.5.3. Tính toán chiều dài cọc

Phương pháp tính chiều dài cọc tuân tự như bảng 6.

**Bảng 6.** Tính toán chiều dài cọc.

TT	Thông số/Công thức
	Lực bị động 1
1	Giá trị lực: $P_{p3} = 0,5 \times k_p \times \gamma_w \times d_1^2$ (T)
2	Cánh tay đòn: $L_{p3} = \frac{d_1}{3}$ (m)
3	Mô men đối với điểm C: $M_{p3} = P_{p3} \times L_{p3}$ (Tm)
	Lực bị động 2
1	Giá trị lực: $P_{p1} = 0,5 \times k_p \times \gamma_w \times (d_2^2 - d_1^2)$ (T)
2	Cánh tay đòn: $L_{p1} = \left( \frac{d_1}{3} + \frac{2d_2}{3} \right) \times \frac{(d_2 - d_1)^2}{(d_2^2 - d_1^2)}$ (m)
3	Mô men đối với điểm C: $M_{p1} = P_{p1} \times L_{p1}$ (Tm)
	Áp lực sóng biển
1	Giá trị lực: $P_s$ (T)
2	Cánh tay đòn: $Y_{Ps} = y_2 + d_1$ (m)
3	Mô men đối với điểm C: $M_{Ps} = P_s \times Y_{Ps}$ (Tm)
	Xác định chiều dài cọc
	Điều kiện cân bằng $\sum C = 0$
	$\sum C = 0 = MP_{p3} + MP_{p1} - MP_s = 0$ , Kết quả chiều dài cọc: 8,5 m.

**Bảng 7.** Tính toán kiểm tra ổn định lật cọc 8,5 m.

TH	Thông số
TH 1	Mô men gây lật đối với điểm C <sub>1</sub> : $M_{gl} = M_{Ps}$ (Tm) Mô men gây lật đối với điểm C <sub>1</sub> : $M_{cl} = MP_{p3} + MP_{p4}$ (Tm) Hệ số ổn định: $K_{lat} = M_{cl} / M_{gl} = 1,048$ Hệ số ổn định lật cho phép $[K] = n_c \times K_n / m] = 1,35$ Kết luận: Công trình bị lật
TH 2	Mô men gây lật đối với điểm C <sub>1</sub> : $M_{gl} = M_{Ps} + M_{Pu}$ (Tm) Mô men gây lật đối với điểm C <sub>1</sub> : $M_{cl} = MP_{p3} + MP_{p4} + M_G$ (Tm)

TH	Thông số
	Hệ số ổn định: $K_{lat} = M_{cl}/M_{gl} = 1,48$
	Hệ số ổn định lật cho phép $[K] = n_c \times K_n/m = 1,45$
	<i>Kết luận: Công trình ổn định</i>

Chiều dài cọc 8,5 m sẽ không thỏa ổn định lật trong TH 1. Do đó chọn cọc dài 9,0 m để tính toán. Kiểm tra độ ổn định lật cọc 9,0 m được thể hiện trên bảng 8.

**Bảng 8.** Kiểm tra ổn định lật cọc 9,0 m.

TH	Thông số
TH 1	Mô men gây lật đối với điểm $C_1$ : $M_{gl} = M_{Ps}$ (Tm)
	Mô men gây lật đối với điểm $C_1$ : $M_{cl} = MP_{p3} + MP_{p4}$ (Tm)
	Hệ số ổn định lật: $K_{lat} = M_{cl}/M_{gl} = 1,351$
	Hệ số ổn định lật cho phép $[K] = n_c \times K_n/m = 1,35$
	<i>Kết luận: Công trình ổn định</i>
TH 2	Mô men gây lật đối với điểm $C_1$ : $M_{gl} = M_{Ps} + M_{Pu}$ (Tm)
	Mô men gây lật đối với điểm $C_1$ : $M_{cl} = MP_{p3} + MP_{p4} + M_G$ (Tm)
	Hệ số ổn định lật: $K_{lat} = M_{cl}/M_{gl} = 1,70$
	Hệ số ổn định lật cho phép $[K] = n_c \times K_n/m = 1,45$
	<i>Kết luận: Công trình ổn định</i>

**2.6. Tính toán các thông số mặt cắt kè**

- Mực nước biển thiết kế ứng với tần suất thiết kế (gồm tổ hợp của tần suất mực nước triều, tần suất mực nước dâng do bão và các yếu tố tác động khác).  $Z_{tkp}$  phụ thuộc vào tần suất thiết kế (hay chu kỳ số năm lặp lại) và vị trí địa lý khu vực xây dựng công trình;

- Cao trình mực nước biển thiết kế tại vị trí điển hình dọc bờ biển từ Quảng Ninh đến Kiên Giang đã tính sẵn bằng tọa độ của các đường tần suất [13];

- Ứng với tần suất thiết kế  $P = 3,33\%$ , nội suy từ tần suất 2% và 5% ta được  $Z_{tkp} = 1,928$  m [13];

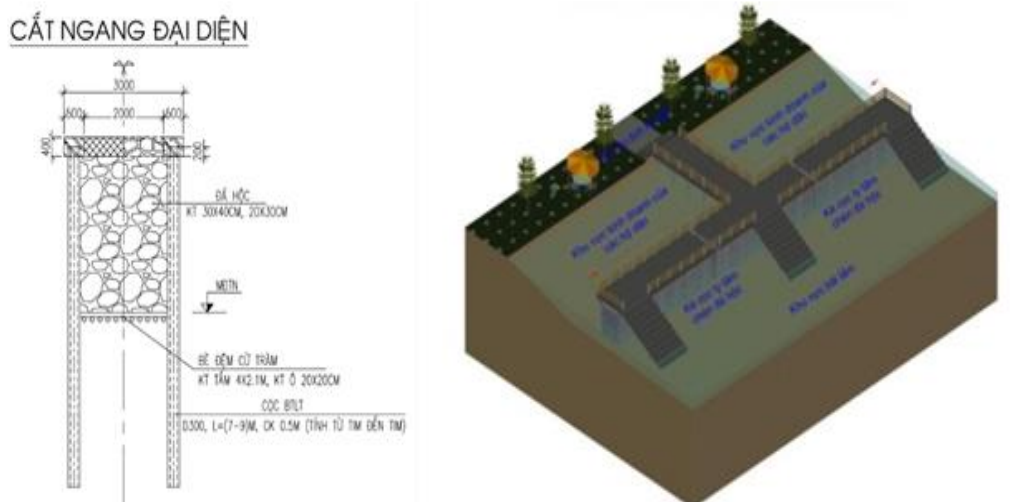
- Định kè xác định theo công thức  $Zđ = Z_{tkp} + 0,5H_{sp} + HL$  [13].

Trong đó  $Zđ$  là cao trình đỉnh kè thiết kế;  $Z_{tkp}$  là mực nước biển thiết kế và  $H_{sp}$  (m) là chiều cao sóng thiết kế ở vị trí công trình;  $HL$ (m) là chiều cao lún trong thời gian khai thác.

Qua tính toán, kết quả các thông số kỹ thuật chính của kè được liệt kê trong bảng 9.

**Bảng 9.** Tổng hợp kết quả thông số mặt cắt kè.

Tên đoạn	Cao trình đỉnh kè	Bề rộng đỉnh kè (m)
Đoạn kè chính	+ 2,7	3,0
Đoạn khóa kè	+ 2,4	2,3
Đoạn Hồ Bê	+ 3,2	3,0



**Hình 6.** Cắt ngang đại diện (trái) và tổng thể kè giảm sóng khu vực Hồ Bê (phải).



2.7. Tính toán lún

a) Phương pháp tính

- Sử dụng phương pháp cộng lún từng lớp; xác định chiều sâu chịu lún của nền;
- Độ sâu chịu nén của nền là độ sâu ứng với  $\sigma_z = 0,2\sigma_{zd}$ .

Trong đó  $\sigma_{zd}$  là ứng suất bản thân ứng với độ sâu z:  $\sigma_{zd} = \sum \gamma_i \times h_i$  ( $\gamma_i$  và  $h_i$  là dung trọng đầy nổi và chiều dày lớp đất thứ i); ứng suất tăng thêm dưới đáy móng  $\sigma_z = 4 \times K \times (\sigma_{tb} - \sigma_d)$ , (K là hệ số phụ thuộc vào L, B và z;  $\sigma_{tb}$  là ứng suất trung bình tại đáy móng quy ước;  $\sigma_d$  là ứng suất bản thân của đất tại đáy móng quy ước).

Công thức tính lún cho điểm nằm trên đường thẳng đi qua tâm đáy móng: Từ ứng suất bản thân và ứng suất gây lún kết hợp với đường cong nén lún p-e tính độ lún mỗi lớp dựa trên các thông số:

$$P_{li} = \frac{\sigma_{zi}^{bt} + \sigma_{zi-1}^{bt}}{2}; P_{2i} = P_i + P_{li}; s_i = \frac{e_{li} - e_{2i}}{1 + e_{2i}} h_i \tag{6}$$

Từ đó tính được độ lún mỗi lớp.

Sau đó xác định tổng độ lún: 
$$S = m \times \sum s_i = \sum_{i=1}^n \frac{e_{li} - e_{2i}}{1 + e_{2i}} \times h_i \tag{7}$$

Hệ số hiệu chỉnh: m = 1,0 đối với nền thông thường và 1,3-1,6 đối với nền đê yếu.

b) Số liệu tính toán:

- Cao trình đỉnh kè thiết kế và mặt đất tự nhiên: +2,70 và -1,40;
- Cao trình mực nước ngầm và đáy móng: -1,40 và -1,40;
- Bề rộng và chiều dài móng: 3,0 m và 20,0 m;
- Áp lực tại tâm móng, áp lực sóng và áp lực gây lún: 3,69 T/m<sup>2</sup>, 3,90 T/m<sup>2</sup> và 7,59 T/m<sup>2</sup>.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Áp lực sóng

- Đà gió thiết kế: D = 168.010 m;
- Chiều dài sóng: L = 25,89 m;
- Tốc độ gió tính toán: W = V10m×25 = 29,76 m/s, gần với tốc độ gió đo ngoài hiện trường là 31 m/s, tốc độ gió lớn, gây áp lực sóng lớn (áp lực sóng tính được là p<sub>u</sub> = 1,167 T/m); gây xói lở bờ biển lớn.

3.2. Kết quả tính toán ổn định cho các đoạn để chọn chiều dài cọc

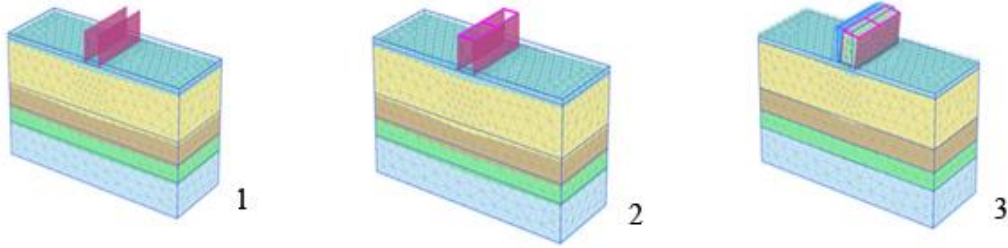
Bảng 10. Tổng hợp kết quả tính toán cho 5 đoạn.

Tên đoạn	Chiều dài cọc (m)	Kết quả tính toán ổn định		Kết luận
		TH1	TH 2	
Đoạn 1	8,5	1,048 < [1,35] (Không thỏa)	1,48 > [1,45] (Thỏa)	Không ổn định
	9,0	1,351 > [1,35] (Thỏa)	1,70 > [1,45] (Thỏa)	
Đoạn 2	8,5	1,13 < [1,35] (Không thỏa)	1,65 > [1,45] (Thỏa)	Không ổn định
	9,0	1,46 > [1,35] (Thỏa)	1,88 > [1,45] (Thỏa)	
Đoạn 3	8,5	1,239 < [1,35] (Không thỏa)	1,63 > [1,45] (Thỏa)	Không ổn định
	9,0	1,58 > [1,35] (Thỏa)	1,88 > [1,45] (Thỏa)	
Đoạn 4	8,5	1,31 < [1,35] (Không thỏa)	1,68 > [1,45] (Thỏa)	Không ổn định
	9,0	1,665 > [1,35] (Thỏa)	1,94 > [1,45] (Thỏa)	
Đoạn 5	8,5	1,108 < [1,35] (Không thỏa)	1,53 > [1,45] (Thỏa)	Không ổn định
	9,0	1,422 > [1,35] (Thỏa)	1,76 > [1,45] (Thỏa)	

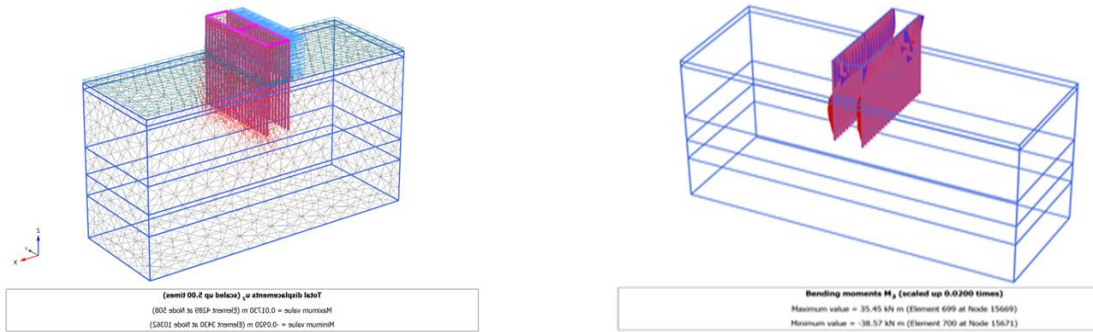
Qua kết quả tính toán đa phân cọc có chiều dài 8,5 m có hệ số an toàn nhỏ hơn hệ số an toàn cho phép [1,35] nên cọc không ổn định. Chọn cọc có chiều dài 9,0 m có hệ số an toàn lớn hơn hệ số cho an toàn cho phép, cọc ổn định; nên chọn cọc dài 9,0 m để thiết kế cho công trình (Bảng 10).

### 3.3. Kết quả tính toán nội lực, lún và ổn định tổng thể

#### 3.3.1. Kết quả tính toán cho đoạn 1



**Hình 7.** Giai đoạn 1, 2, 3: Thi công cọc ly tâm, Thi công hệ đà giằng, Thi công hoàn chỉnh và khai thác.



**Hình 8.** Ổn định lún và mô men cọc.

- Kết quả ổn định lún  $U_z = 9,2 \text{ cm} < [U_z] = 10 \text{ cm}$  (thỏa). Mô men cọc 3,92 Tm.  $Kat = 1,486 > [Kat] = 1,45$  (thỏa). Kat thỏa cho 5 đoạn.

#### 3.3.2. Kết quả tính lún cho 5 đoạn

Tính được tổng độ lún tại tâm móng cho 5 đoạn như bảng 11.

**Bảng 11.** Tổng hợp kết quả tính lún cho 5 đoạn.

Tên đoạn	Độ lún tính toán (cm)	Chiều cao bù lún dự kiến (cm)
Đoạn 1	50,42	50,0
Đoạn 2	47,27	50,0
Đoạn 3	47,48	50,0
Đoạn 4	47,25	50,0
Đoạn 5	50,11	50,0

Độ lún không lớn, không ảnh hưởng kết cấu công trình nên trong quản lý khai thác cần dự phòng khối lượng bù lún bằng đá học thân kè cho đoạn 1, 2, 3, 4, 5 là 0,5 m.



**Hình 9.** Hình ảnh kè giám sóng đã xây dựng ở KVNC.

#### 4. Kết luận

ĐBSCL mỗi năm mất hàng trăm ha đất, 24 bờ biển thường bị sạt lở với tổng đường bờ khoảng 147 km, tốc độ sạt lở từ 5-45 m/năm [4].

Gió mùa Đông Bắc - Gió Chướng (tháng 12) thổi trực diện vào đường bờ biển ĐBSCL trong đó có khu vực xã Vĩnh Hải, TX. Vĩnh Châu - KVNC, vận tốc gió lớn nhất 31 m/s, gây những đợt sóng lớn ập vào bờ biển; áp lực, tần suất và cường độ những cơn sóng này là nguyên nhân chủ yếu gây xói lở bờ biển.

Giải pháp công trình bảo vệ KVNC:

- Xây dựng đoạn kè chính có chiều dài 6.139 m, cao trình đỉnh +2,7, chiều rộng đỉnh 3,0 m, kết cấu gồm 02 hàng cọc BTCT LTDUL (đường kính D300 dài 9 m), trong lòng 02 hàng cọc được thả bè cừ tràm chống lún và thả đá hộ; đỉnh kè các cọc được liên kết với nhau bằng hệ thống dầm dọc, dầm ngang;

- Xây dựng đoạn khóa kè có chiều dài 286 m, cao trình đỉnh +2,4, chiều rộng đỉnh 2,3 m, kết cấu gồm 02 hàng cọc BTCT LTDUL (D300 dài 7 m), trong lòng 02 hàng cọc được thả bè cừ tràm chống lún và thả đá hộ; đỉnh kè các cọc được liên kết với nhau bằng hệ thống dầm dọc, dầm ngang;

- Xây dựng đoạn kè Hồ Bể có chiều dài 300 m, cao trình đỉnh +3,2, chiều rộng đỉnh 3,0 m, kết cấu gồm 02 hàng cọc BTCT LTDUL (D300 dài 9 m); trong lòng 02 hàng cọc được thả bè cừ tràm chống lún và thả đá hộ; đỉnh kè các cọc được liên kết với nhau bằng hệ thống dầm dọc, dầm ngang;

- Đê bù lún cho khối đá của ba hạng mục thân kè trên, trong lòng công trình sẽ sử dụng thêm phen tràm (nhiều cừ tràm đan với nhau thành ô kích thước 20×20 cm), chiều cao bù lún bằng đá hộ thân kè cho đoạn 1, 2, 3, 4, 5 là 0,5 m.

Một số kiến nghị định hướng triển khai trong thời gian tới:

- Sau khi công trình hoàn thành, quản lý khai thác dự án nên kết hợp khai thác du lịch “Hóng sóng, hóng gió biển” ở KVNC;

- Kêu gọi đầu tư điện gió ngoài khơi KVNC nhằm giảm cường độ gió tác động vào bờ, giảm sóng tác động lên kè [20];

- Khi phía trong kè giảm sóng được gây bồi tạo bãi, nên trồng cây chắn sóng phát triển rừng phòng hộ, tạo cảnh quan thêm cho du lịch;

- Đầu tư hệ thống công nghệ viễn thám quan trắc diễn biến đường bờ biển cho KVNC và những nơi sạt lở xung yếu [21, 22];

- Nghiên cứu định lượng các nguyên nhân tác động, gây xói lở bờ sông, bờ biển ở ĐBSCL [23];

- Nghiên cứu những loại kết cấu công trình hay phi công trình triệt tiêu hay giảm năng lượng sóng khi vào bờ [24], hoặc tiếp nhận và khai thác năng lượng sóng phát điện hay phát ra nguồn năng lượng khác phục vụ sản xuất, kinh doanh, du lịch,...

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.H.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.H.H.; Xử lý số liệu: V.H.H.; Viết bản thảo bài báo: V.H.H.; Chỉnh sửa bài báo: V.H.H.

**Lời cảm ơn:** Bài báo hoàn thành thông qua Dự án “Phòng chống xâm thực, xói lở bờ biển Vĩnh Châu, TX. Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng” do Liên danh Công ty Cổ phần TVXD Khánh Hưng và Công ty TNHH Ba Xuyên.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa từng được công bố, không sao chép các nghiên cứu trước đây.

#### Tài liệu tham khảo

1. Tú, L.X. Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cừ Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng, đề tài KHCN độc lập cấp quốc gia, mã số: ĐTĐL.CN-07/17, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2022.

2. Trục tuyến: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/earth-systems/blog/tell-me-about-beach-erosion-in-florida/>.
3. Trục tuyến: <https://gssb.com.my/how-does-beach-erosion-occur>.
4. Trục tuyến: <https://www.istockphoto.com/vi/anh>.
5. Trục tuyến: <https://famy.vn/tin-tuc/tinh-trang-bien-xam-thuc-dang-bao-dong-o-viet-nam>.
6. Huệ, V.H. Giải pháp công trình khắc phục sạt lở cồn Thanh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 754, 26–43.
7. Huệ, V.H. Đánh giá ổn định bờ sông Cỏ Chiên tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 752, 12–28.
8. Trục tuyến: <https://thanhnien.vn/giai-phap-cuu-bo-bien-dong-bang-song-cuu-long-851519918.htm>.
9. Viện Kỹ thuật Biển (ICOE). Dự án Kè chống sạt lở bờ biển khu vực xã Trường Hòa, thị xã Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. ICOE, 2023.
10. Công ty Cổ phần TVXD Khánh Hưng và Công ty TNHH Ba Xuyên. Dự án: Phòng chống xâm thực, xói lở bờ biển Vĩnh Châu, TX. Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng, 2023.
11. QCVN 02:2022/BXD. Quy chuẩn kỹ thuật QG về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng, 2022.
12. Hồng, N.V.; Hoàng, T.T.; Vi, V.T.T.; Linh, H.T.M. Nghiên cứu tính toán dòng chảy khu vực cửa sông Cỏ Chiên bằng mô hình MIKE 21 FM. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, 666, 21–25.
13. TCVN 9901 - 2014: Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển.
14. Plasix 3D. Phân tích tính toán địa kỹ thuật công trình.
15. TCVN 8421:2010. Công trình thủy lợi - Tải trọng và lực tác dụng lên công trình do sóng và tàu.
16. Kixelep, P.G.; Altsul, A.D.; Danhitsenko, N.V.; cs. Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 1984, tr. 715.
17. Fellunius, J. Calculations of the stability of earth dams. Proceedings of the Second Congress of Large Dams, Washington D.C. **1936**, 4, 63–445.
18. TCVN 9403:2012. Gia cố nền đất yếu, 2012.
19. TCVN 7888-2014: Cọc bê tông ly tâm ứng lực trước, 2014.
20. Tuấn, L.V.; Thảo, N.T.K. Nghiên cứu chế độ thủy động lực ven biển Trà Vinh sau khi xây dựng hệ thống điện gió và các công trình ven biển. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2023**, 78, 25–38.
21. Duy, Đ.V.; Khoa, H.Đ. Quan trắc diễn biến đường bờ Cù lao Dung bằng công nghệ phân tích ảnh viễn thám. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng* **2023**, 13(2), 54–58.
22. Quỳnh, H.N.N.; Khôi, Đ.N.; Hoài, H.C.; Bảy, N.T. Ứng dụng viễn thám và Gis đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, 690, 12–22.
23. Hùng, L.M.; Sản, Đ.C. Những vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu để lượng hóa các nhân tố gây sạt lở bờ sông bờ biển ở các tỉnh phía Nam”, Tuyển tập báo cáo và tham luận, hội thảo khoa học công tác nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực các khoa học về trái đất ở các tỉnh phía Nam, định hướng đào tạo và nhân lực phục vụ cho các mục tiêu phát triển bền vững, Đại học quốc gia TP HCM, **2002**, 323–329.
24. Linh, D.D.; Bằng, P.Đ.; Duy, Đ.V.; Thân, C.T.N.; Tỹ, T.V.; Bảo, T.G.; Đức, T.H. Mô phỏng khả năng giảm sóng của kè cọc ly tâm bằng mô hình Flow-3D. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng* **2023**, 13(04), 79–82.

## **Structural solutions to prevent coastal erosion in Vinh Chau, Soc Trang province**

**Van Huu Hue**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Mien Tay Construction University, Vinh Long; huuhuevan@gmail.com

**Abstract:** The Mekong Delta coast stretches about 147 km, every year erosions have lost hundreds of hectares of land, the level of landslides is from 5-45 m/year. Researching the causes and finding solutions to protect the coast is urgent. Using Plaxis 3D and calculations according to Vietnamese standards, the study has provided survey results, analysis and assessment of terrain, geology, wind regime, wave calculation... and determined the cause of erosions which is due to the pressure of impact waves and a solution for wave-reducing embankment using a reinforced concrete pile system is proposed to protect the research area. The research results have been applied to the project “Prevention of erosion and coastal erosion of Vinh Chau, Vinh Chau town, Soc Trang province”. The project has been approved according to Decision No. 3261/QĐ-UBND, dated December 18, 2023 of the People's Committee of Soc Trang province. Currently the project is in the construction phase.

**Keywords:** Coastal protection; Cause sedimentation and form mudflats; Embankment or reduced ocean wave; Ho Be embankment; Vinh Chau embankment.