

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN HỆ SỐ TRUYỀN SÓNG QUA ĐÊ NGẦM DẠNG RỒNG BẰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ

Nguyễn Anh Tiến, Trịnh Công Dân, Lại Phước Quý

Viện Kỹ thuật Biển

Thiều Quang Tuấn

Đại học Thủy lợi Hà Nội

Tóm tắt: Một chuỗi 140 kịch bản thí nghiệm đã được tiến hành trên mô hình vật lý (tỷ lệ 1/15) trong máng sóng thủy lực, lần lượt cho 04 kiểu hình đê giảm sóng ngầm dạng rồng phi truyền thống. Từ kết quả thí nghiệm đã phân tích và đánh giá được các tham số chi phối chính đến hệ số truyền sóng K_t qua đê, đồng thời xây dựng được 1 công thức thực nghiệm tính toán hệ số K_t phản ánh đầy đủ các tham số chi phối chính đến hiệu quả giảm sóng. Kết quả nghiên cứu cũng đã cho thấy rằng, không chỉ kích thước hình học của đê ngầm ảnh hưởng lên hệ số tiêu giảm sóng mà các đặc trưng sóng tới (H_s , T_p), độ ngập đỉnh đê và ảnh hưởng của tương tác sóng với mái đê thông qua giá trị độ dốc sóng tại vị trí công trình (s_m) cũng ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả giảm sóng của đê ngầm.

Từ khóa: Đê ngầm dạng rồng, hệ số truyền sóng, mô hình vật lý, công thức thực nghiệm.

Abstract: A series of 140 physical experiments (scale 1/15) have been carried out to test 4 models of unconventional submerged breakwater in hydraulic wave tank. Recorded data have been analyzed and evaluated to define key factors influence transmission coefficient K_t , as the result an empirical equation of K_t has been proposed. The outcome has also shown that not only structural geometry but also oceanographic conditions (H_s , T_p), submerged level and also wave impact on slope via wave slope parameter (s_m) could alternate wave dissipation coefficient of the unconventional submerged breakwater.

Keywords: Permeable breakwater, transmission coefficient, physical experiment, empirical equation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đê giảm sóng là dạng công trình chủ động được nhiều nước phát triển trên thế giới như Mỹ, Nhật Bản, Pháp, Anh, Ý,... ứng dụng để bảo vệ bờ biển do hiệu quả mang lại vượt trội so với các dạng công trình khác như mỏ hàn biển, kè biển,... Giải pháp này hiện nay được xem là đáp ứng được tiêu chí đa mục tiêu như giảm sóng, gây bồi tạo bãi, phục hồi lại rừng ngập mặn, đồng thời giảm thiểu tối đa được các tác động tiêu cực đến môi trường tự nhiên

sau khi xây dựng công trình. Ở Việt Nam, nói chung cũng đang có xu hướng chuyển đổi các công trình bảo vệ bờ có tính truyền thống như kè mái nghiêng để thử nghiệm các dạng công trình giảm sóng với nhiều loại hình vật liệu và kết cấu khác nhau để bảo vệ bờ biển bị xói lở như tại Nam Định, Hải Phòng, Bình Thuận, Tiền Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang [4][6][11][12][13][14][16].

Tuy nhiên, các công trình giảm sóng được xây dựng thử nghiệm hiện nay chủ yếu là tham khảo và vận dụng theo các công trình thực tiễn đã xây dựng thành công của thế giới. Trong tính

Ngày nhận bài: 25/6/2018

Ngày thông qua phản biện: 02/08/2018

Ngày duyệt đăng: 12/08/2018

toán thiết kế hầu như chưa xem xét và đánh giá định lượng được hiệu quả giảm sóng hay đánh giá được các tham số kỹ thuật chi phối chính đến hiệu quả giảm sóng. Dẫn đến các thông số kích thước hình học và loại hình kết cấu được lựa chọn thường không hợp lý làm ảnh hưởng đến chức năng làm việc và hiệu quả kỹ thuật của công trình [4][11][12][13][14].

Bài báo này trình bày nghiên cứu bằng mô hình vật lý thu nhỏ trên máng sóng quá trình truyền sóng qua đê ngầm dạng rỗng, phân tích và đánh giá được các tham số chi phối chính đến hệ số truyền sóng qua đê và xây dựng phương pháp tính toán hệ số truyền sóng qua đê ngầm dạng rỗng có tiết diện hình thang cân (chiều rộng đỉnh đê thay đổi).

Lưu ý: Bài báo không xem xét nghiên cứu độ rỗng của thân đê ảnh hưởng đến quá trình truyền sóng. Về hình học nước xuyên qua mái trước và mái sau kết hợp với thân đê rỗng được định nghĩa là đê ngầm dạng rỗng. Lý do tạo ra các lỗ rỗng tại mái trước và mái sau đê nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của sóng phản xạ đến kết quả thí nghiệm, số lượng và kích thước hình học các lỗ tròn bố trí trên mái đê ngầm là hằng số trong toàn bộ các kịch bản thí nghiệm (phần diện tích lỗ rỗng tạo ra phân bố đều theo hàng trên mái nghiêng cho phép nước xuyên qua chiếm 14% diện tích mái nghiêng phẳng khi kín nước trong mô hình thí nghiệm).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu bằng mô hình vật lý

thu nhỏ trên máng tại Phòng Thí Nghiệm Thủy Lực Sông Biển của Viện Khoa học Thủy Lợi Miền Nam (máng sóng HR Wallingford - Anh). Máng có chiều dài 36m, rộng 1,2m, cao 1,5m với máy tạo sóng dạng Piston và hệ thống hấp thụ sóng phản xạ chủ động ARC (Active Reflection Compensation) cho phép tạo sóng với độ chính xác rất cao. Máng có thể tạo được cả sóng đều hay sóng ngẫu nhiên theo các dạng phổ năng lượng phổ biến như JONSWAP hay Peirson – Moskowitz.

2.1 Lý thuyết tương tự và tỉ lệ mô hình

- Dòng chảy trong máng sóng là dòng chảy rối, với số $Re = \frac{\rho u L}{\mu} = 2,2 \cdot 10^6 \gg [Re] = 10^4$.

- Với mô hình sóng ngắn, mô hình mặt cắt cần được làm chính thái tức là khi tỉ lệ chiều dài λ_L bằng với tỉ lệ chiều cao λ_h để có sự tương tự về động học và động lực sóng. Các tỉ lệ mô hình cần tuân thủ định luật tương tự Froude.

- Trong thực tiễn đối với mô hình mặt cắt chỉ có mô hình chính thái và hằng số tỉ lệ mô hình tương đối nhỏ ($\lambda_L \leq 60$).

- Trong nghiên cứu này tỉ lệ mô hình được thiết kế là $\lambda_L = \lambda_h = a = 15$ bảo đảm tuân thủ định luật tương tự Froude, thỏa mãn các điều kiện liên quan đến yếu tố hình học của nguyên hình, yếu tố sóng và khả năng đáp ứng của hệ thống thiết bị thí nghiệm, đồng thời bảo đảm giảm thiểu tối đa hiệu ứng phát sinh do ảnh hưởng của sóng phản xạ gây ra ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm [5][10][15].

Bảng 1: Tương quan tỉ lệ các đại lượng vật lý cơ bản theo định luật Froude

Các đại lượng	Thứ nguyên	Tương quan	Giá trị
Độ dài (m)	L	λ_L	15
Chiều cao (m)	L	$\lambda_h = \lambda_L = a$	15
Thời gian, chu kỳ (s)	T	$\lambda_t = \lambda_L^{1/2} = \sqrt{a}$	3,873

Tính hệ số Froude của mô hình: Dòng chảy trong mô hình thí nghiệm máng sóng là dòng chảy rối. Do đó, quy luật tương tự về mô hình cần phải tuân theo quy luật tương tự về số

Froude. Số Froude được định nghĩa theo công thức sau:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$$

trong đó: Fr – số Froude; V - đặc trưng về vận tốc ; L - đặc trưng về chiều dài.

Tỷ lệ mô hình 1/15			
Nguyên hình		Mô hình	
H_s	T_p	$H_s/15$	$T_p/\sqrt{15}$
(m)	(s)	(m)	(s)
1,50	6,20	0,10	1,60
Số Froude thực tế		Số Froude trong mô hình	
0,2270		0,2270	

Nhận xét: Có thể thấy, phương pháp quy đổi tỷ lệ đồng dạng cho các điều kiện biên đầu vào đáp ứng sự tương tự theo quy luật số Froude.

Lưu ý: Việc xác định tỉ lệ mô hình phù hợp đóng vai trò rất quan trọng, quyết định tính khả thi và mức độ chính chính xác của kết quả thí nghiệm. Lựa chọn tỉ lệ mô hình cần phải dựa vào các điều kiện của nguyên hình (tham số sóng và kích thước hình học của công trình), năng lực của hệ thống thiết bị thí nghiệm về khả năng tạo sóng tốt đa và kích thước máng sóng. Ngoài ra, tỉ lệ mô hình thường được chọn phải đủ lớn để giảm thiểu các sai số khi chế tạo và lắp đặt hay các hiệu ứng phát sinh trong thí nghiệm do ảnh hưởng của tỉ lệ mô hình nhỏ [10].

2.2 Điều kiện biên thủy lực trong nguyên hình

- Chiều cao sóng $1,0m < H_s < 2,5m$ với chu kỳ $T_p < 8,0s$

- Độ ngập nước tại vị trí đỉnh đê ngầm $R_c = 0 \div 2,25m$.

Để tránh gây nhiễu cho kết quả đo của các kim đo sóng phía trước và sau đê ngầm theo khuyến cáo của HR Wallingford – Anh thì mực nước tối thiểu phải được khống chế là 0,2m. Do đó để có thể tạo sóng trước đê tốt cần có độ sâu nước đủ lớn do vậy chọn chiều cao đê trong mô hình là $D=0,20m$ (không cần theo tỷ lệ mô hình vì hệ số truyền sóng cơ bản phụ thuộc vào độ ngập R_c).

Thực tế điều kiện sóng nước sâu tại vùng biển Tây của ĐBSCL chỉ dao động trong khoảng $H_s = 1,3m \div 1,5m$, $T_p < 6s$ (chu kỳ thiết kế từ 10÷100 năm). Chuỗi số liệu đầu vào của thí nghiệm đã xem xét đến đặc trưng này, đồng thời mở rộng biên độ của chuỗi số liệu nhằm mục đích khái quát hóa được công thức kinh nghiệm xây dựng sau khi phân tích kết quả. Điều này quan trọng cho các nghiên cứu cơ bản như bài báo này đang trình bày, làm tiền đề cho các hướng dẫn thiết kế công trình trong tương lai không chỉ cho vùng biển Tây, vùng ĐBSCL mà còn có thể ứng dụng toàn dải bờ biển Việt Nam nói chung [2][3][8][9][10].

Cơ sở để xác định độ ngập $R_{c, \max}$ là trên thực tế để có thể giảm sóng hiệu quả thì phần đê cần có cao trình nằm xung quanh mực nước với độ ngập sâu tối đa chỉ bằng khoảng $1 \times H_s$. Không xem xét trường hợp để nhô lên khỏi mặt nước [2][4][5][10].

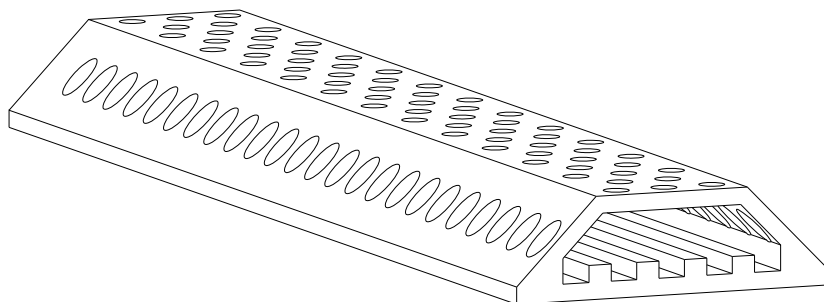
2.3 Hình dạng và thông số hình học của mô hình đê ngầm

Dạng đê ngầm nghiên cứu trong bài báo này chưa có hệ cọc. Sau này sẽ được mở rộng nghiên cứu cho dạng đê ngầm cọc phức hợp có kết cấu mới phi truyền thống, phía trên đỉnh đê sẽ được lắp ghép hệ thống cọc trụ tròn theo dạng hình hoa mai với các mật độ cọc khác nhau về số hàng cọc hình thành hệ thống răng lược giảm sóng. Để có thể đánh giá được hiệu quả giảm sóng khi có sự tham gia của hệ cọc

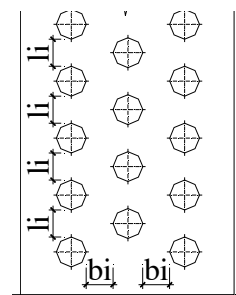
thì chiều rộng đỉnh đê ngầm phải bảo đảm tương thích với số hàng hàng cọc lắp ghép theo cấu tạo sau này.

Do đó, nghiên cứu thực hiện cho 4 chiều rộng đỉnh đê ngầm khác nhau là $B_1=(0,112; 0,152; 0,192; 0,232)m$. Đỉnh đê bố trí các hàng lỗ tròn

theo dạng hình hoa mai tương ứng với số hàng là $n_i=2; 3; 4; 5$ hàng, khoảng hở giữa các lỗ tròn trong 1 hàng (l_i) bằng khoảng hở giữa các hàng (b_i) và bằng đường kính của lỗ tròn $\varnothing$ ($l_i=b_i=\varnothing=0,02m$) (Hình 1.1b).

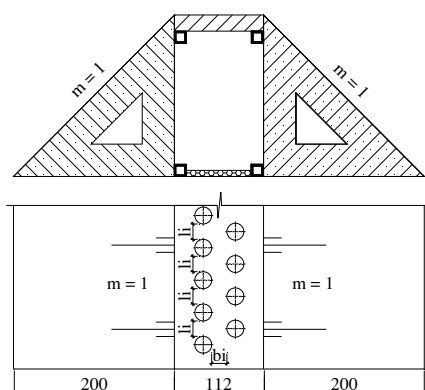


(a): Chiều rộng đỉnh đê $B_2=0,232m$

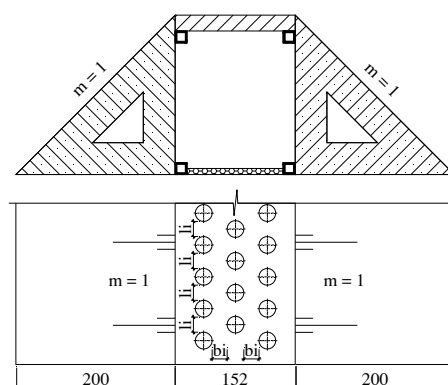


(b): $n_2=3$ hàng lỗ

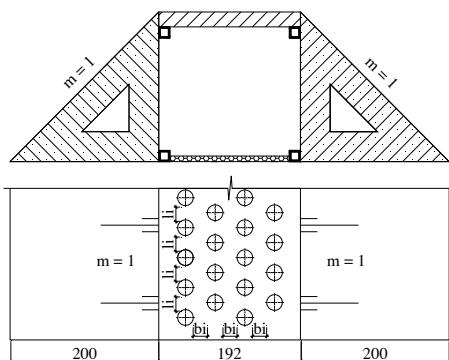
Hình 1.1: Minh họa hình dạng phối cảnh 1 phân đoạn đê ngầm rộng $B_2=0,232m$ (a) và phương án bố trí $n_2=3$ hàng lỗ trên đỉnh đê (b).



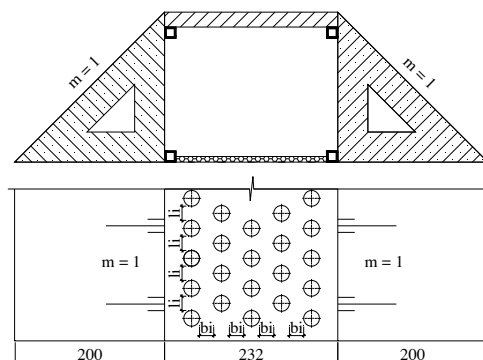
a) $B_1=0,112m$; $n_1=2$ hàng lỗ



b) $B_2=0,152m$; $n_2=3$ hàng lỗ



c) $B_3=0,192m$; $n_3=4$ hàng lỗ



d) $B_4=0,232m$; $n_4=5$ hàng lỗ

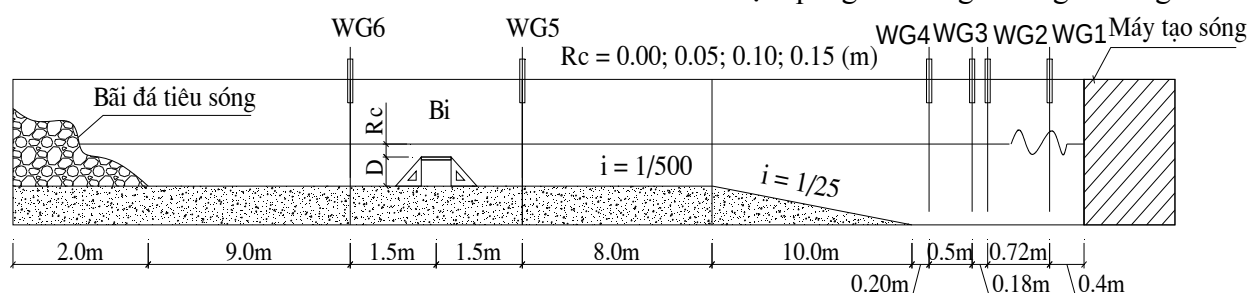
Hình 1.2: 4 dạng mô hình thí nghiệm đê ngầm rộng không cọc trong máng sóng

2.4 Thiết kế mô hình và thiết lập kịch bản thí nghiệm

- Kịch bản thí nghiệm: Các thí nghiệm được tiến hành với sóng ngẫu nhiên theo phổ JONSWAP, được xem làm phù hợp với điều kiện hải văn thực tế tại vùng biển Việt Nam nói chung và vùng biển Tây nói riêng.

- Sơ đồ bố trí thí nghiệm sử dụng 6 kim đo được bố trí dọc theo tuyến máng sóng (xem Hình 2). Trong đó 4 kim đo (WG1, WG2, WG3, WG4) ngay sau Piston được sử dụng để tính toán tách sóng phản xạ và 2 kim đo

(WG5, WG6) còn lại được bố trí trước và sau đê ngầm để ghi nhận kết quả đặc trưng của sóng trước và sau khi truyền qua đê ngầm. Vị trí đặt kim đo WG5 thường đặt cách một khoảng $\leq$ chiều dài sóng tại chân công trình để hạn chế tối đa ảnh hưởng của sóng phản xạ do công trình gây ra và khoảng cách cách 1 chiều dài sóng tính từ công trình về phía máy tạo sóng là vị trí mà chiều cao sóng bắt đầu thay đổi do sự tồn tại của công trình bên cạnh ảnh hưởng do ma sát đáy của bãi, kim phía sau đê WG6 được bố trí đối xứng để có thể đối chiếu hiệu quả giảm sóng ở cùng khoảng cách.



Hình 2: Sơ đồ bố trí thí nghiệm trong máng sóng HR Wallingford

- Các kim đo được hiệu chỉnh trước mỗi kịch bản để đảm bảo độ chính xác cao nhất cho kết quả thí nghiệm.

- Thời gian của mỗi thí nghiệm được lấy ít

nhất là 500 con sóng ($t=500 \times T_p + 300$) để đảm bảo dải tần số cơ bản của phổ sóng yêu cầu được tạo ra một cách hoàn chỉnh.

Bảng 2: Xây dựng chương trình thí nghiệm tổng quát

Kịch bản thí nghiệm	Bề rộng B (m)	Độ ngập R_c (m)
IRH07T113 ($H_{m0} = 0,07m, T_p = 1,13s$)	$B_0 = 0,000$ $B_1 = 0,112$ $B_2 = 0,152$ $B_3 = 0,192$ $B_4 = 0,232$	$R_c = 0,00$ $R_c = 0,05$ $R_c = 0,10$ $R_c = 0,15$
IRH07T134 ($H_{m0} = 0,07m, T_p = 1,34s$)		
IRH10T135 ($H_{m0} = 0,10m, T_p = 1,35s$)		
IRH10T160 ($H_{m0} = 0,10m, T_p = 1,60s$)		
IRH12T148 ($H_{m0} = 0,12m, T_p = 1,48s$)		
IRH12T175 ($H_{m0} = 0,12m, T_p = 1,75s$)		
IRH14T160 ($H_{m0} = 0,14m, T_p = 1,60s$)		
IRH14T189 ($H_{m0} = 0,14m, T_p = 1,89s$)		
IRH16T171 ($H_{m0} = 0,16m, T_p = 1,71s$)		
IRH16T203 ($H_{m0} = 0,16m, T_p = 2,03s$)		

trong đó: ký hiệu kịch bản thí nghiệm với B_0 là trường hợp không có công trình và $B_{1,2,3,4}$ là trường hợp có công trình;

- Tổ hợp kịch bản không có công trình: Tổ hợp các kịch bản của 10 đặc trưng sóng (H_{m0}, T_p); và 4 kịch bản độ ngập tương đối (R_c).

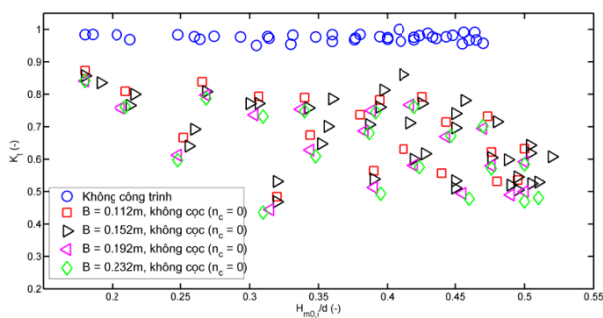
- Tổ hợp kích bản có công trình: Tổ hợp các kích bản của 10 đặc trưng sóng (H_{m0} , T_p); 4 kích bản bề rộng đỉnh B ; và 4 kích bản độ ngập tương đối (R_c).

- Tổng số thí nghiệm 140 thí nghiệm, bao gồm 40 thí nghiệm không có đê (hiện trạng) và 100 thí nghiệm có đê ngầm rộng (công trình).

3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

Đê ngầm rộng tiêu hao năng lượng sóng thông qua quá trình sóng vỡ và dòng chảy qua thân đê và khi chiều cao đê tăng thì năng lượng sóng tiêu hao bởi thân đê tăng theo và ngược lại. Dựa vào bảng tổng hợp bộ 140 số liệu thí nghiệm mô hình vật lý quá trình truyền sóng qua đê ngầm dạng rộng để thực hiện việc phân tích đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tham số chi phối đến hệ số truyền sóng K_t qua đê, ta có kết quả như sau:

3.1 Ảnh hưởng của chỉ số vỡ (γ)



Hình 3: Ảnh hưởng của chỉ số sóng vỡ γ đến hệ số truyền sóng (K_t)

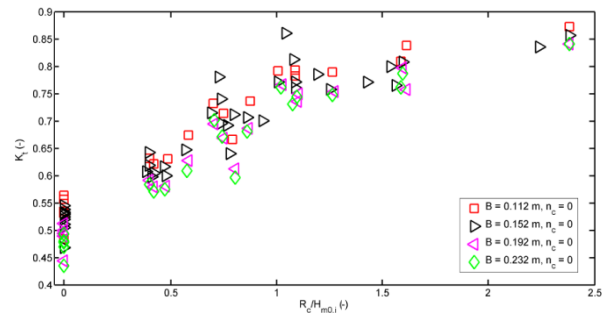
Hình 3 minh họa ảnh hưởng của chỉ số vỡ $\gamma = H_{m0}/d$ đến hệ số truyền sóng K_t cho các trường hợp không có công trình và có công trình với các bề rộng khác nhau. Ta có nhận xét như sau:

- Khi có công trình, K_t giảm mạnh nhưng vẫn còn ở mức cao, phổ biến $K_t = 0,60 \div 0,80$.
- Khi γ tăng thì K_t giảm nhẹ, tuy nhiên sự phụ thuộc này khá yếu, không rõ ràng.

3.2 Ảnh hưởng của độ sâu ngập nước tương đối của đỉnh đê (R_c/H_s)

- Nhìn chung R_c/H_s có ảnh hưởng chi phối đến K_t , quan hệ là đồng biến, tương tự như các trường hợp đê ngầm giảm sóng khác. Tuy nhiên do cấu tạo thân đê khá rộng nên chỉ cho thấy hiệu quả giảm sóng rõ rệt với độ ngập sâu nhỏ $R_c/H_s < 1$. Khi $R_c/H_s > 1$ thì K_t tăng rất nhẹ hoặc hầu như là không đổi.

- Khi độ ngập bằng 0 ($R_c=0$) thì đê có hiệu quả giảm sóng tốt nhất với $K_t = 0,50$ (trung bình).



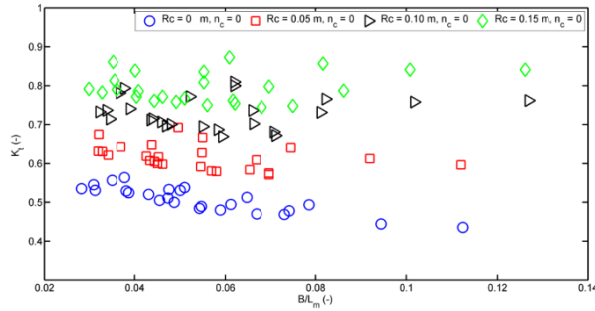
Hình 4: Ảnh hưởng của độ ngập sâu tương đối (R_c/H_s)

3.3 Ảnh hưởng bề rộng tương đối của đỉnh đê (B/L_m)

Ảnh hưởng của bề rộng tương đối B/L_m và B/L_p (L_m và L_p là chiều dài sóng nước nông tại khu vực công trình tương ứng với chu kỳ đặc trưng phổ $T_{m-1,0}$ và đỉnh phổ T_p) với hệ số K_t được thể hiện lần lượt trên các Hình 5 và Hình 6. Việc sử dụng bề rộng tương đối B/H_s thay vì B/L cho kết quả tương quan tương tự nhưng ở mức độ yếu hơn (Hình 7).

- Nên sử dụng $T_{m-1,0}$ trong trường hợp sóng nước nông, khi mà phổ sóng đã bị dẹt không còn rõ đỉnh. $T_{m-1,0}$ được dùng để nhấn mạnh vai trò của sóng dài ở vùng nước nông do sóng vỡ. Xu thế cũng được thể hiện rõ hơn hay mức độ phân tán của số liệu nhỏ hơn khi sử dụng $T_{m-1,0}$ (Hình 5) so với khi sử dụng T_p (Hình 6).

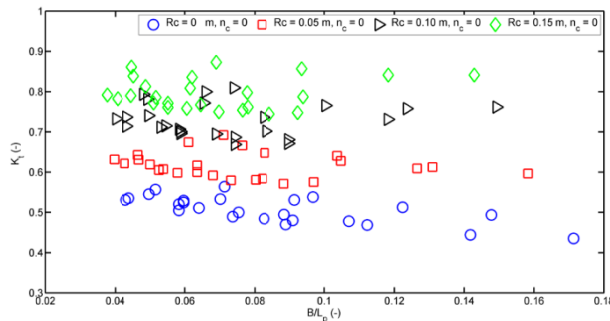
- Ảnh hưởng của bề rộng tương đối B/L nhìn chung là yếu hơn so với độ ngập nước tương đối R_c/H_s .



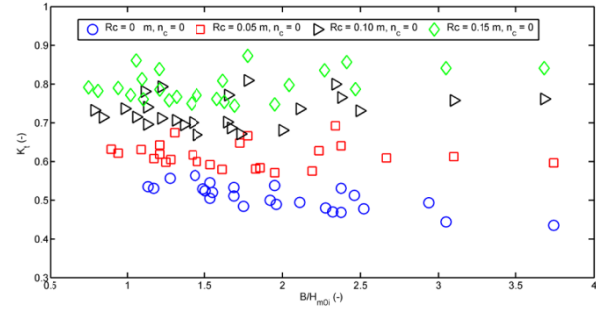
Hình 5: Ảnh hưởng của bề rộng tương đối (B/L_m)

- Quan hệ là nghịch biến.

- Ảnh hưởng của B/L trở nên yếu dần khi độ ngập tăng, với độ ngập lớn ($R_c = 0,10$ và $0,15m$) thì B/L hầu như không còn ảnh hưởng.



Hình 6: Ảnh hưởng của bề rộng tương đối (B/L_p)

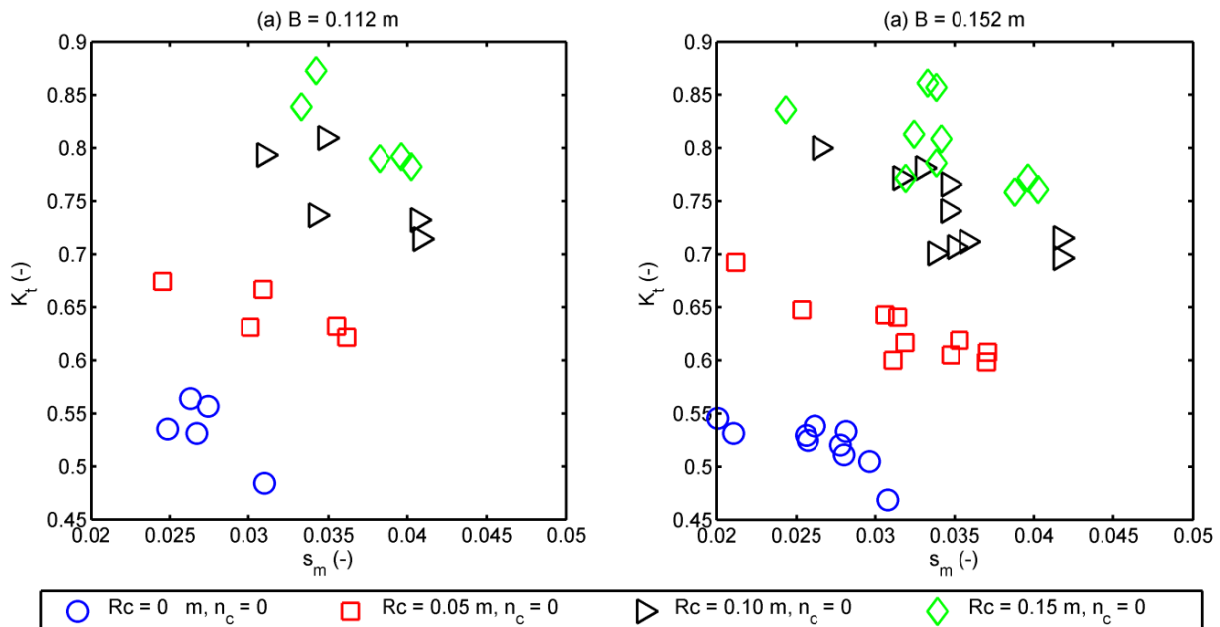


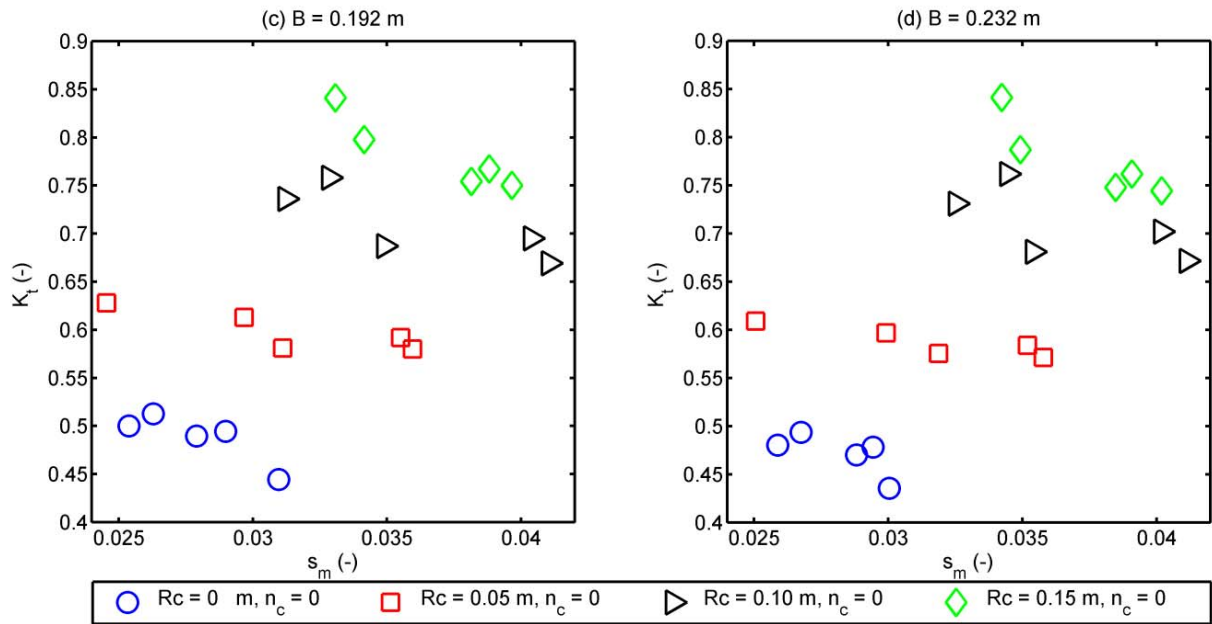
Hình 7: Ảnh hưởng của bề rộng tương đối (B/H_{m0})

3.4 Ảnh hưởng của tương tác sóng với mái đê

Thông thường tính chất tương tác sóng với mái đê thể hiện qua giá trị của số Iribarren ξ_{0m} cũng có ảnh hưởng đến truyền sóng qua đê ngầm. Tuy nhiên ở đây hệ số mái đê là một hằng số ($\tan \alpha = 1$) do vậy có thể xét tính chất tương tác này thông qua giá trị độ dốc sóng tại vị trí công trình s_m .

$$\text{Với } s_m = \frac{H_{m0}}{L_m} \quad (1)$$





Hình 8: Tương quan $s_m \sim K_t$

Hình 8 trình bày kết quả phân tích tương quan phụ thuộc giữa s_m và K_t cho các trường hợp bề rộng và độ sâu ngập khác nhau. Nhìn chung xu thế ảnh hưởng của s_m đến K_t là nghịch biến khá rõ ràng, đặc biệt là với độ ngập nước lớn, cho thấy sóng càng dài thì càng ít bị tiêu hao năng lượng hơn khi qua đê so với sóng ngắn.

3.5 Xây dựng công thức tính hệ số truyền sóng qua thân đê rộng K_t

Từ các phân tích ảnh hưởng nêu trên chúng ta có thể thấy rằng hệ truyền sóng qua thân đê rộng chịu sự chi phối chủ yếu của ba tham số đó là: độ ngập sâu tương đối R_c/H_{m0} , bề rộng tương đối B/H_{m0} và độ dốc sóng tại vị trí công trình s_m :

$$K_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}} = f\left(\frac{R_c}{H_{m0,i}}, \frac{B}{H_{m0,i}}, s_m\right) \quad (2)$$

Từ những phân tích tương quan nêu trên và tương tự như với các dạng đê ngầm khác, hệ số truyền sóng qua đê có dạng tổng quát như sau (ví dụ xem Angremond và nnk., 1996 [1]; van der Meer và nnk., 2005 [16]). Lưu ý ở đây chúng ta sử dụng tham số độ dốc sóng (s_m) thay vì sử dụng chỉ số sóng vỡ Iribarren (ξ),

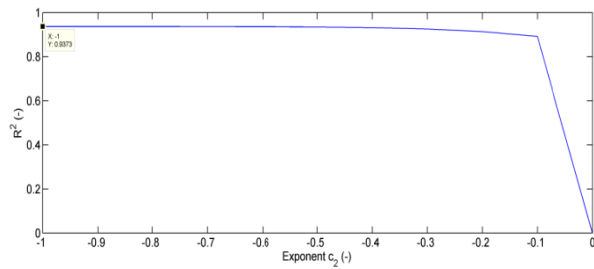
R_c là độ ngập sâu của đỉnh đê mang giá trị dương.

$$K_t = a \cdot \frac{R_c}{H_{m0,i}} + b \cdot \left(\frac{B}{H_{m0,i}}\right)^{c_1} \left(1 - e^{c_2/\sqrt{s_m}}\right) \quad (3)$$

trong đó các hệ số a , b (giá trị dương) và các số mũ c_1 , c_2 (giá trị âm) được xác định bằng phương pháp hồi quy với các số liệu thí nghiệm.

Khác biệt với công thức theo các nghiên cứu của Angremond và nnk., 1996 [1]; van der Meer và nnk., 2005 [16] là các tác giả đã xây dựng công thức tính toán hệ số truyền sóng cho hai trường hợp đê thấm và không thấm nước với đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng là độ ngập nước của đê, bề rộng đỉnh đê và đặc biệt là số Iribarren ξ_{0m} đặc trưng cho tương tác giữa sóng và mái đê (đê đá đổ và đê mái nhẵn). Trong bài báo này nghiên cứu cho dạng đê mái nhẵn, rộng (thâm), tiết diện hình thang cân (hệ số mái và chiều cao đê là hằng số) do đó khi xem xét ảnh hưởng của sóng tương tác với mái đê được đánh giá thông qua giá trị độ dốc sóng tại vị trí công trình s_m để thay thế giá

trị chỉ số sóng vỡ Iribarren ξ_{0m} .



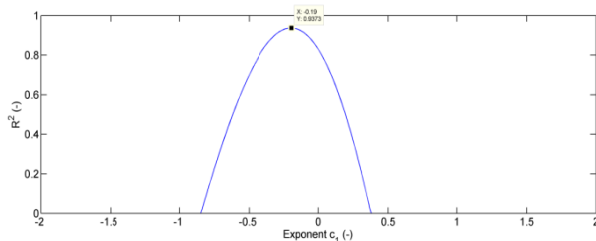
Hình 9: Quan hệ $c_2 \sim R^2$

Sử dụng phương pháp dò tìm theo các tổ hợp đối với hai số mũ c_1 và c_2 sao để phương trình (3) phù hợp nhất với các số liệu thí nghiệm, tức là có hệ số hồi quy R^2 lớn nhất. Ứng với mỗi một giá trị c_2 sẽ có một chuỗi các giá trị c_1 được giả thiết để phân tích hồi quy và lựa chọn bộ tham số c_1 và c_2 cho R^2 lớn nhất. Kết quả quan hệ giữa c_2 và R^2 được thể hiện trên Hình 9 cho thấy R^2 độ nhạy không lớn khi $c_2 < 0$. Khi $c_2 \leq -1,0$ thì R^2 đạt giá trị cực đại do đó chọn $c_2 = -1,0$ để phân tích hồi quy.

Với c_2 đã xác định, Hình 10 thể hiện quan hệ giữa c_1 và R^2 ứng với giá trị $c_2 = -1,0$. Kết quả $c_1 = -0,19$ đem lại giá trị R^2 lớn nhất đạt xấp xỉ 0,94.

Sử dụng bộ số mũ $c_1 = -0,19$ và $c_2 = -1,0$ chúng ta xác định được các hằng số thực nghiệm tương ứng là $a = 0,18$ và $b = 0,58$. Phương trình (3) được viết lại như sau:

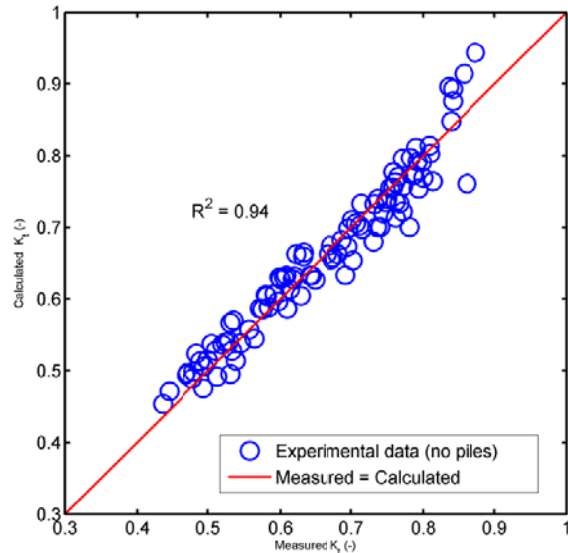
$$K_t = 0.18 \frac{R_c}{H_{s,i}} + 0.58 \left(\frac{B}{H_{s,i}} \right)^{-0.19} \left(1 - e^{-1/\sqrt{s_m}} \right) \quad (4)$$



Hình 10: Quan hệ $c_1 \sim R^2$ (với $c_2 = -1, 0$)

Kết quả so sánh hệ số truyền sóng qua thân đê rỗng theo công thức (4) và các số liệu thí nghiệm được thể hiện trên Hình 11 với mức độ

phù hợp cao ($R^2 = 0,94$). Trong trường hợp không thể xác định $T_{m-1,0}$ một cách chính xác thì vẫn có thể sử dụng công thức (4) với s_p thay vì s_m tuy nhiên với độ tin cậy đạt được thấp hơn một chút.



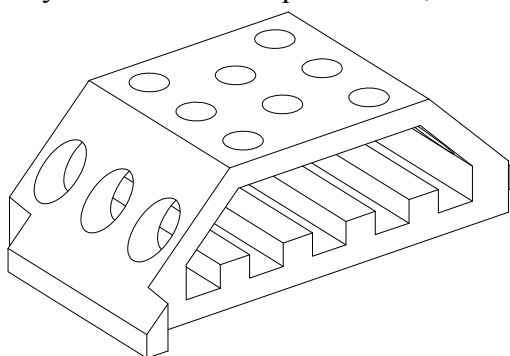
Hình 11: So sánh giá trị K_t tính toán theo công thức (4) và số liệu thí nghiệm

4. KẾT LUẬN

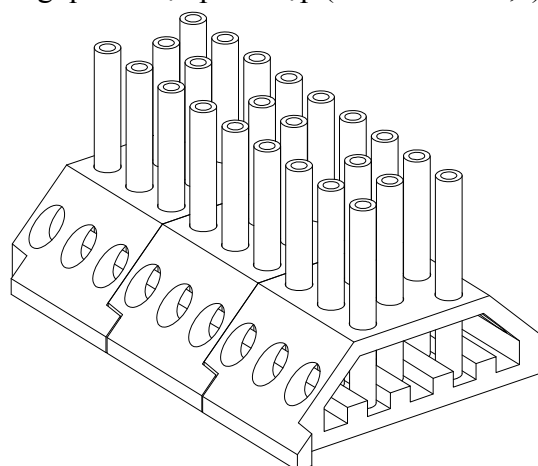
- Nghiên cứu thiết lập được bộ số liệu 140 thí nghiệm mô hình vật lý hoàn chỉnh trên máng sóng về quá trình lan truyền sóng qua đê ngầm dạng rỗng. Từ kết quả thí nghiệm kết hợp với lý thuyết đã nghiên cứu xây dựng thành công được một công thức thực nghiệm (công thức 4) có dạng tổng quát phản ánh đầy đủ các tham số chính chi phối để tính toán xác định hệ số truyền sóng qua đê dạng rỗng.

- Kết quả nghiên cứu được sử dụng tiếp làm luận cứ khoa học được dùng để nghiên cứu mở rộng cho dạng “đê ngầm cọc phức hợp” có kết cấu mới phi truyền thống giảm sóng chống xói lở bảo vệ bờ biển Việt Nam nói chung và đồng bằng sông Cửu Long nói riêng. Khi đó đê ngầm dạng rỗng trong nghiên cứu này có vai trò là 1 khối đế và trên đỉnh khối đế được lắp ghép linh hoạt hệ thống các cọc trụ tròn hình thành đê ngầm cọc tổng quát. Nghiên cứu tiếp chính là việc xây dựng công thức bán thực nghiệm phản

ảnh đây các tham số chi phối đến hệ số truyền sóng qua đê cọc phức hợp (xem hình 12a,b) [1].



(a): Đê ngầm rỗng không cọc



(b): Đê ngầm cọc phức hợp

Hình 12: Giới thiệu đê ngầm cọc phức hợp trường hợp lắp ghép 3 hàng cọc trụ tròn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] d'Angremond, K., Van der Meer, J.W., and de Jong, R.J., (1996). *Wave transmission at low-crested breakwaters*. Proceedings of the 25th Int. Conference of Coastal Engineering, Orlando, Florida, ASCE, 2418-2426.
- [2] Doãn Tiến Hà (2015). *Nghiên cứu biến động bãi do tác động của công trình giảm sóng, tạo bồi cho khu vực Hải Hậu – Nam Định*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Hà Nội.
- [3] Lê Thanh Chương và nnk (2017). *Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ chống xói lở bờ biển, cửa sông phù hợp vùng từ TP. Hồ Chí Minh đến Kiên Giang*. Đề tài cấp Bộ, Viện KHTL Miền Nam.
- [4] Lương Phương Hậu, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thành Trung (2016). *Công trình phòng hộ và tôn tạo bờ biển*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [5] Lương Phương Hậu, Trần Đình Hợi (2003). *Lý thuyết thí nghiệm công trình thủy*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [6] Lương Văn Thanh và nnk (2012). *Nghiên cứu và thử nghiệm công nghệ kè tạo bãi để phòng chống sạt lở đê biển Tây*. Đề tài cấp tỉnh Cà Mau, Viện Kỹ thuật Biển.
- [7] Nguyễn Anh Tiến (2017). *Hồ sơ sáng chế Đê ngầm giảm sóng liên kết gài răng lược lắp ghép chống xói lở bảo vệ bờ biển*. Công báo sở hữu công nghiệp Tập A, Số 348, Trang 396, Cục Sở hữu Trí tuệ, Hà Nội.
- [8] Nguyễn Anh Tiến và nnk (2017). *Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển vùng đồng bằng sông Cửu Long, đoạn từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên*. Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTĐL.CN-09/17, Viện Khoa học Thủy lợi, Hà Nội.
- [9] Nguyễn Hữu Nhân và nnk (2014). *Nghiên cứu cơ chế hình thành và phát triển vùng bồi tụ ven bờ và các giải pháp khoa học và công nghệ để phát triển bền vững về kinh tế - xã hội vùng biển Cà Mau*. Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTĐL.2011-T/43, Viện

- Kỹ thuật Điện.
- [10] Nguyễn Viết Tiến (2015). *Nghiên cứu hiệu quả của đê ngầm đến quá trình tiêu hao năng lượng sóng tác động vào bờ biển Việt Nam*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường đại học Thủy lợi, Hà Nội.
 - [11] Phạm Văn Long (2014). *Những bài học kinh nghiệm trong thiết kế, thi công kè mềm chống xói lở gây bồi bờ biển vùng Nam trung bộ và Nam bộ*. Báo cáo tham luận tại hội thảo khoa học tháng 7/2014, Bạc Liêu.
 - [12] Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông Thôn Bạc Liêu (2014). *Đánh giá các giải pháp gây bồi và trồng cây chắn sóng bảo vệ đê biển trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu*. Báo cáo tham luận tại hội thảo khoa học tháng 7/2014, Bạc Liêu.
 - [13] Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông Thôn Cà Mau (2014). *Tình hình sạt lở và giải pháp xử lý chống xói lở ven biển tỉnh Cà Mau*. Báo cáo tham luận tại hội thảo khoa học tháng 7/2014, Bạc Liêu.
 - [14] Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông Thôn Nam Định (2014). *Khái quát đê biển Nam Định một số vấn đề cần quan tâm*. Báo cáo tham luận tại hội thảo khoa học tháng 7/2014, Bạc Liêu.
 - [15] Trần Quốc Thương (2005). *Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
 - [16] Van der Meer, J.W., Briganti, R., Zanuttigh, B., Wang, B., (2005). *Wave transmission and reflection at low-crested structures: design formulae, oblique wave attack and spectral change*. Coastal Engineering, (52) 915-929.
 - [17] Von Lieberman (2011). *Thiết kế chi tiết của đê chắn sóng cọc tre*. Dự án Quản lý nguồn TNTN vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam.