

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH VẬT LÝ NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TIÊU GIẢM SÓNG NHẪM NÂNG CAO AN TOÀN CHO ĐÊ BIỂN NAM ĐỊNH

Doãn Tiến Hà

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sóng biển

**Tóm tắt:** Với cao trình đỉnh (khoảng  $+4,7\text{m} \div +5,2\text{m}$ ) của hệ thống đê biển hiện trạng ở Nam Định thì chỉ chống được bão cấp 9 tổ hợp với triều cường tần suất 5%, nên thực tế ở một số đoạn đê xung yếu (Cống Thanh Niên - Giao Thủy; Kiên Chính, Hải Hòa - Hải Hậu; Nghĩa Phúc - Nghĩa Hưng) đã áp dụng các giải pháp nhằm giảm sóng, gây bồi để bảo vệ cũng như nâng cao an toàn cho đê biển, tuy cũng đã có những hiệu quả nhất định nhưng vẫn mang tính thử nghiệm, ít được nghiên cứu bài bản trước khi áp dụng vào thực tế. Bài báo này sẽ trình bày một phương pháp nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của giải pháp tiêu giảm sóng, từ đó có những luận cứ nhằm lựa chọn được những tham số kỹ thuật của công trình phù hợp để ứng dụng vào khu vực nghiên cứu, đó là phương pháp nghiên cứu trên mô hình vật lý.

**Từ khóa:** Mô hình vật lý, Mô hàn biển, Đê giảm sóng, Ngăn cát giảm sóng

**Summary:** With the peak elevation (about  $+4.7\text{m} \div +5.2\text{m}$ ) of the current sea dyke system in Nam Dinh, it can only withstand storms of grade 9 combined with high tides with a frequency of 5%, so it is practical in some sections. Key dikes (Thanh Nien - Giao Thuy; Kien Chinh, Hai Hoa - Hai Hau; Nghia Phuc - Nghia Hung) have applied solutions to reduce waves and cause sedimentation to protect as well as improve safety for sea dykes. , although it has also had certain effects, it is still experimental, less well researched before being applied in practice. This article will present a research method to evaluate the effectiveness of wave damping solutions, from which there are arguments to select the appropriate technical parameters for application in the research area. research, which is a research method based on physical models.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với tổng chiều dài 91,981 km, Nam Định là một trong những tỉnh ven biển ở Bắc Bộ có hệ thống đê biển dài và quy mô nhất, trong đó khoảng 41,0km đê biển trực diện với biển. Kể từ sau cơn bão Damrey năm 2005 đến nay, ngoài chương trình khắc phục sự cố, Nam Định còn thực hiện Chương trình 58 của chính phủ về nâng cấp đê biển Quảng Ninh - Quảng Nam “Cần bảo đảm an toàn cho các tuyến đê biển theo tiêu chuẩn thiết kế: chống được bão

cấp 9 tổ hợp với triều cường tần suất 5%”. Đến nay, về cơ bản thì hệ thống đê biển Nam Định đã được kiên cố hóa (cứng hóa mặt đê, lát mái phía biển và gia cố mái phía đồng), cao trình đỉnh đê khoảng từ  $+4,7\text{m} \div +5,2\text{m}$ . Có thể nói, hệ thống đê biển hiện trạng ở Nam Định đã được nâng cấp và tương đối ổn định [1], [3], [6].

Tuy nhiên, với cao trình đỉnh đê hiện tại (trung bình khoảng  $+5,0\text{m}$ ) thì chỉ chống chịu được sóng bão cấp 10, mực nước triều tần suất 5% nếu như không có những giải pháp phía trước đê nhằm suy giảm sóng biển trước khi chúng tiến vào đê biển. Thực tế, ở một số đoạn đê xung yếu cũng đã áp dụng những giải pháp nhằm giảm sóng, gây bồi như (Cống Thanh

Ngày nhận bài: 28/8/2023

Ngày thông qua phản biện: 12/9/2023

Ngày duyệt đăng: 08/11/2023

Niên - Giao Thủy; Kiên Chính, Hải Hòa - Hải Hậu; Nghĩa Phúc - Nghĩa Hưng). Các giải pháp này cơ bản cũng đã có hiệu quả, hạn chế tốt tác động của sóng đối với hệ thống đê tại những khu vực áp dụng và gây bồi bãi. Nhưng, các giải pháp này đưa vào áp dụng chủ yếu theo dạng thử nghiệm dần, hoặc dựa vào những kinh nghiệm của người làm thiết kế và những hướng dẫn cơ bản ở trong và ngoài nước (sổ tay kỹ thuật, quy chuẩn, tiêu chuẩn,...) mà không có những nghiên cứu bài bản để đưa ra được luận cứ khoa học vững chắc, rõ ràng trước khi áp dụng vào thực tế.



Hình 1: Hiện trạng hệ thống đê biển và một số giải pháp tiêu giảm sóng đã áp dụng tại Nam Định

Bên cạnh đó, hiện nay trên thế giới và một số ít ở Việt Nam có khá nhiều giải pháp sử dụng các dạng vật liệu, cấu kiện mới như các khối Reffball, Rakuna, Geotube,... để thay thế cho các dạng vật liệu, cấu kiện truyền thống như đá hộc, Tetrapod, Haro,... để xây dựng các công trình giảm sóng và cho hiệu quả rất tốt, nên cần ứng dụng thêm các dạng vật liệu mới nhằm nâng cao hiệu quả về kinh tế - kỹ thuật để đáp ứng được nhu cầu thực tế.

Từ những vấn đề nêu trên, trong nghiên cứu này sẽ ứng dụng hệ thống mô hình vật lý để xem xét, đánh giá và phân tích hiệu quả của giải pháp để đưa ra được các luận cứ, đề xuất các tham số kỹ thuật phù hợp đối với giải pháp KHCN để bảo vệ bờ biển và nâng cao độ an toàn cho đê biển Nam Định. Đối tượng nghiên cứu sẽ tập trung vào công nghệ tiêu giảm sóng, gây bồi trên bãi.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: là các dạng công trình giảm sóng, gây bồi (công trình chủ động) trên bãi nhằm tiêu giảm năng lượng sóng để bảo vệ và nâng cao an toàn cho đê biển Nam Định.

- Phạm vi nghiên cứu: nghiên cứu đối với khu vực ven biển Nam Định, trong đó nghiên cứu chi tiết đối với đoạn đê biển Đinh Mùi-Táo Khoai (km18-km20, nơi đã có hệ thống công trình giảm sóng) và khu vực Hải Thịnh III (km25 ÷ km27, nơi chưa có công trình giảm sóng và nghiên cứu để đề xuất giải pháp mới) thuộc đê biển Hải Hậu.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

**a) Phương pháp kế thừa:** Tại khu vực ven biển Nam Định đã có khá nhiều các nghiên cứu liên quan đến các quá trình thủy thạch

động lực và tương tác thủy động lực công trình đã được công bố, đặc biệt là các nghiên cứu mới đây [4], [5], [6]. Các nhận định về quá trình thủy thạch động lực, đánh giá về hiện trạng công trình khu vực nghiên cứu [1], [2], [3] sẽ không nhắc lại trong bài báo, chỉ tập trung vào nghiên cứu và lựa chọn giải pháp mới, phù hợp.

### **b) Phương pháp nghiên cứu trên mô hình vật lý**

Sử dụng hệ thống máng và bể sóng triều thuộc Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển (KLORCE) - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (VAWR), gồm các thiết bị chuyên dụng là hệ thống máy tạo sóng, các thiết bị đo đạc và thu thập dữ liệu sóng, dòng chảy, áp lực, phần mềm điều khiển hệ thống, thu và xử lý dữ liệu,... Tất cả các thiết bị đều được kết nối với nhau và vận hành tự động qua phần mềm điều khiển.

Các số liệu phục vụ nghiên cứu gồm:

- Địa hình: Địa hình bãi đo mới nhất (5/2019)

khu vực ven biển Nam Định, gồm: bình đồ tỷ lệ 1/500 tại Hải Thịnh III (phạm vi từ Km25 ÷ Km27); bình đồ tỷ lệ 1/1.000 địa hình khu vực cụm công trình Đình Mũi - Táo Khoai (Hải Hòa - Hải Hậu) [1].

- Các công trình đưa vào thí nghiệm gồm công trình hiện trạng (đê giảm sóng dạng khối phủ Tetrapod), công trình đề xuất mới (dạng khối reffball, thân thiện với môi trường, dễ thi công,...).

- Các số liệu về mực nước, sóng, tham số công trình,... các số liệu đưa vào nghiên cứu dựa vào các kết quả đã công bố [1], [3], [6],... cũng như điều kiện thực tế (công trình). Mặt khác, những dữ liệu về sóng và mực nước cần bao quát (từ cấp nhỏ đến lớn) để nhằm đánh giá được khả năng làm việc của công trình trong những điều kiện tác động khác nhau của tổ hợp các quá trình thủy động lực (sóng + mực nước). Đối với nghiên cứu này, để tính toán chi tiết các tham số sóng, sử dụng công thức tính sóng nước sâu theo SPM 1984 như sau:

$$gH/U_a^2 = 0,283 \times \tanh [0,530 \times (\frac{gd}{U_a^2})^{3/4}] \times \tanh \left\{ \frac{0,00565(\frac{gF}{U_a^2})^{1/2}}{\tanh [0,530 \times (\frac{gd}{U_a^2})^{3/4}]} \right\} \quad (2.1)$$

$$gT/U_a^2 = 7,54 \times \tanh [0,833 \times (\frac{gd}{U_a^2})^{3/8}] \times \tanh \left\{ \frac{0,0379(\frac{gF}{U_a^2})^{1/3}}{\tanh [0,833 \times (\frac{gd}{U_a^2})^{3/8}]} \right\} \quad (2.2)$$

Trong đó: H- Chiều cao sóng (m); T- Chu kỳ sóng (s); d- chiều sâu cột nước (m); g- gia tốc trọng trường ( $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$ );  $U_a^2$ - Vận tốc gió ( $\text{m/s}$ ).

Ngoài ra, để đánh giá điều kiện mực nước, ta sử dụng công thức tính chiều dài sóng nước sâu L(m):  $L = gT^2/2\pi$  (2.3)

**Bảng 1: Bảng tham số sóng và mực nước thí nghiệm thực tế và theo mô hình**

| CẤP SÓNG GIÓ<br>(BEAUFORT) | VẬN TỐC<br>GIÓ (M/S) | THỰC TẾ |        |         | MÔ HÌNH (TỈ LỆ 1/30) |       |
|----------------------------|----------------------|---------|--------|---------|----------------------|-------|
|                            |                      | Hs(m)   | Ts(s)  | L (m)   | Hs(m)                | Ts(s) |
| CẤP 05                     | 8,0÷10,7             | 2,337   | 5,455  | 46,480  | 0,078                | 0,996 |
| CẤP 06                     | 10,8÷13,8            | 3,467   | 6,855  | 73,395  | 0,116                | 1,252 |
| CẤP 07                     | 13,9÷17,1            | 4,466   | 8,079  | 101,963 | 0,149                | 1,475 |
| CẤP 08                     | 17,2÷24,7            | 5,534   | 9,436  | 139,087 | 0,184                | 1,723 |
| CẤP 09                     | 20,8÷24,4            | 6,277   | 10,395 | 168,795 | 0,209                | 1,898 |
| CẤP 10                     | 24,5÷28,4            | 6,905   | 11,195 | 195,775 | 0,230                | 2,044 |
| CẤP 11                     | 28,5÷32,6            | 7,460   | 11,879 | 220,429 | 0,249                | 2,169 |
| CẤP 12                     | 32,7÷36,9            | 7,964   | 12,477 | 243,181 | 0,265                | 2,278 |

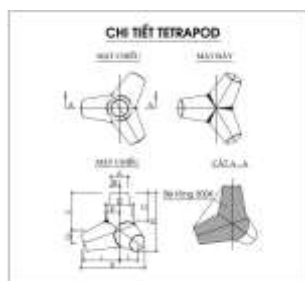
Căn cứ vào các điều kiện (địa hình, thủy hải văn,...) và khả năng đáp ứng của hệ thống thí nghiệm, lựa chọn tỷ lệ mô hình 1/30. Việc mô phỏng tương tự các thông số về đơn vị độ dài,

thời gian, tần số, trọng lượng, diện tích,... được thiết lập theo tiêu chuẩn Froude. Tỷ lệ của các đại lượng vật lý dẫn xuất dùng trong thí nghiệm theo tỷ lệ mô hình được xác định ở Bảng 2.

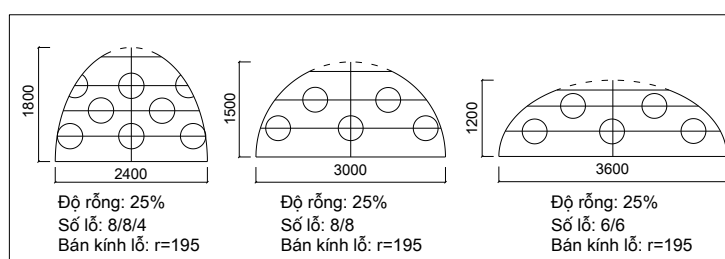
**Bảng 2: Các giá trị tỷ lệ mô hình – nguyên hình lựa chọn**

| Các đại lượng                     | Tỷ lệ mô hình/nguyên hình           |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tỷ lệ độ dài, chiều cao sóng (m)  | $\eta_L = \eta_h = 30$              |
| Tỷ lệ thời gian, chu kỳ (s)       | $\eta_T = \sqrt{\eta_L} = 5,477$    |
| Tỷ lệ tần số (Hz)                 | $\eta_f = \frac{1}{\eta_T} = 0,182$ |
| Tỷ lệ trọng lượng (kg)            | $\eta_P = \eta_L^3 = 27000$         |
| Tỷ lệ diện tích (m <sup>2</sup> ) | $\eta_s = \eta_L^2 = 900$           |
| Tỷ lệ thể tích (m <sup>3</sup> )  | $\eta_P = \eta_L^3 = 27000$         |
| Đơn vị đo áp lực mBar             | $\eta_p = 30$                       |
| Lưu lượng (m <sup>3</sup> /s)     | $\eta_q = \eta_L^{2.5} = 4929,5$    |
| Vận tốc                           | $\eta_v = \sqrt{\eta_L} = 5,477$    |

Hình dạng các cấu kiện chế tạo theo tỷ lệ đã chọn để đưa vào thí nghiệm như trong hình 2.1.



Chế tạo khối Tetrapod



Chế tạo khối Reefball

*Hình 2: Các điều kiện địa hình và công trình đưa vào nghiên cứu*

Mặt cắt thí nghiệm đối với công trình hiện trạng dựa vào điều kiện địa hình, vị trí và cấu tạo của công trình thực tế tại khu vực Đỉnh Mũi - Táo Khoai (Km18 ÷ Km20, đê biển Hải Hậu). Đối với khu vực Hải Thịnh III (km25 ÷ km27, đê biển Hải Hậu) mặt cắt địa hình là số liệu thực đo đê, bãi biển (tỷ lệ 1/500) tháng 5/2019, về vị trí đặt công trình giảm sóng dựa theo lý thuyết tính toán, kết hợp với các điều kiện thực tế về địa hình, địa chất, thủy hải văn, bùn cát, công năng của công trình,... để làm

căn cứ đề xuất và nghiên cứu thí nghiệm nhằm lựa chọn được giải pháp tối ưu nhất.



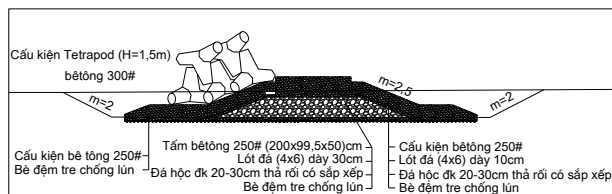
*Hình 3: Hình minh họa sơ đồ bố trí thí nghiệm giảm sóng*

Các kịch bản nghiên cứu thí nghiệm gồm:

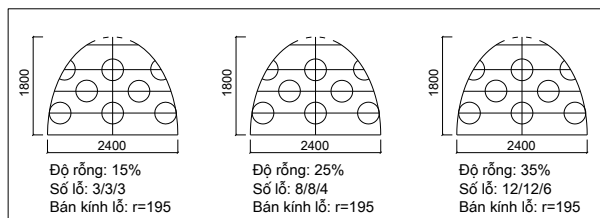
| STT | Tên PA | Mô tả PA                                           | Ghi chú                                    |
|-----|--------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1   | HT01   | Thí nghiệm với cấu kiện và đê giảm sóng hiện trạng | Xem xét hiệu quả của công trình hiện trạng |
| 2   | KX01   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất, kiểu xếp 1        | Xem xét sự thay đổi (hiệu quả              |

| STT | Tên PA | Mô tả PA                                    | Ghi chú                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|--------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3   | KX02   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất kiểu xếp 2  | giảm sóng) khi thay đổi kiểu xếp cấu kiện                                                                                                                                                                                                         |
| 4   | MD01   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất mật độ 1    | Xem xét sự thay đổi (hiệu quả giảm sóng) khi thay đổi mật độ lỗ rỗng trên cấu kiện Reffball: Kiểu 1 (15%), Kiểu 2 (25%), Kiểu 3 (35%)                                                                                                             |
| 5   | MD02   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất mật độ 2    |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6   | MD03   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất mật độ 3    |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7   | EL01   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất hình dạng 1 | Xem xét sự thay đổi (hiệu quả giảm sóng) khi thay đổi hình dạng cấu kiện: Hình dạng elip 1 (đường kính đáy 2,4m; chiều cao 1,8m), Hình dạng elip 2 (đường kính đáy 3,0m; chiều cao 1,5m), Hình dạng elip 3 (đường kính đáy 3,6m; chiều cao 1,2m). |
| 8   | EL02   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất hình dạng 2 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9   | EL03   | Thí nghiệm với cấu kiện đề xuất hình dạng 3 |                                                                                                                                                                                                                                                   |

Các phương án mặt cắt đưa vào xem xét nghiên cứu chi tiết, gồm:

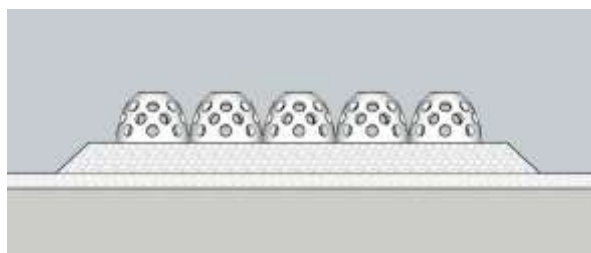


a) Mặt cắt công trình hiện trạng



b) Điều chỉnh mật độ lỗ rỗng từ 15% lên 35%

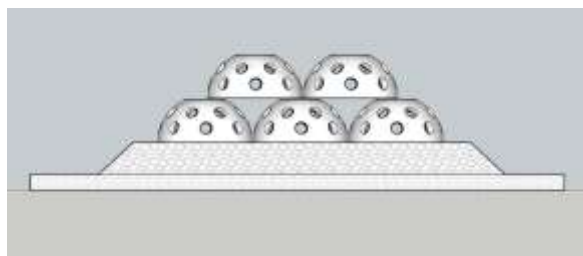
Mặt cắt công trình hiện trạng



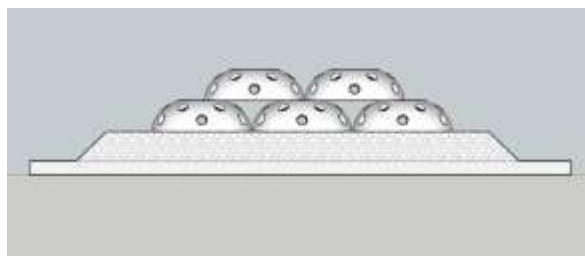
c) Mặt cắt nghiên cứu, kiểu xếp 1, Elip 1



d) Mặt cắt nghiên cứu, kiểu xếp 2, Elip 1



e) Thí nghiệm mặt cắt Elip 2



f) Thí nghiệm với mặt cắt Elip 3

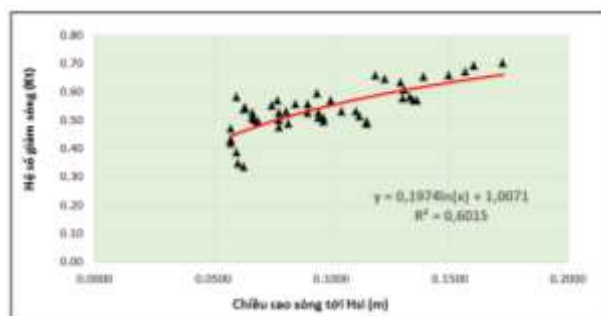
Hình 4: Sơ đồ các mặt cắt công trình đưa vào xem xét thí nghiệm

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đánh giá hiệu quả của giải pháp đề xuất, trong nghiên cứu tập trung xem xét các vấn đề sau

#### 3.1. Hiệu quả giảm sóng của công trình hiện trạng

Hệ thống công trình giảm sóng hiện trạng được áp dụng ở Nam Định chủ yếu là dạng công trình mở chữ T, cao trình đỉnh ĐGS trung bình +1,8m, cấu kiện khối phủ Tetrapod, cách bờ khoảng 60m.

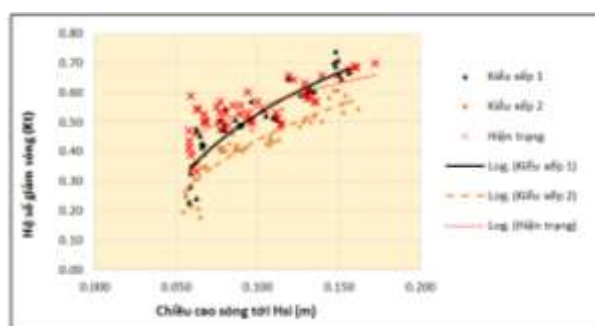


Hình 5: Tương quan giữa hiệu quả giảm sóng và chiều cao sóng tới

Đối với công trình hiện trạng, kết quả thí nghiệm cho thấy hệ số giảm sóng biến động từ 0,3 đến 0,7 (hiệu quả làm việc của công trình giảm sóng được từ 30% đến 70%). Trong điều kiện bình thường khả năng giảm sóng của công trình lớn và giảm dần khi mực nước và sóng lớn.

#### 3.2. Hiệu quả giảm sóng khi thay đổi cách xếp cấu kiện

Các cách xếp cấu kiện có dạng như kiểu xếp 1 và kiểu xếp 2 trong hình 2.3.



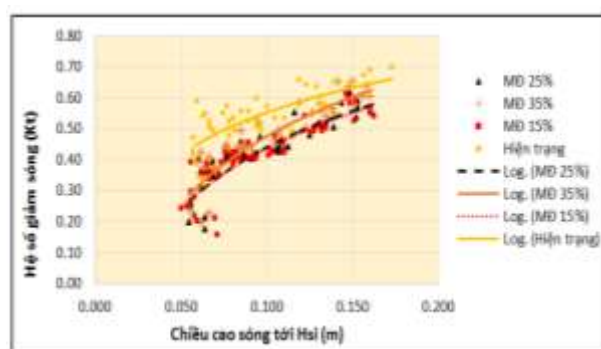
Hình 6: Biến thiên hệ số giảm sóng khi thay đổi kiểu xếp khác nhau

**Bảng 3: Tổng hợp các phương trình hồi quy theo các kiểu xếp cấu kiện khác nhau**

| STT | Phương án MC | Phương trình                | R <sup>2</sup> | Ghi chú                       |
|-----|--------------|-----------------------------|----------------|-------------------------------|
| 1   | Hiện trạng   | $y = 0,1974\ln(x) + 1,0071$ | 0,6015         | K <sub>t</sub> từ 0,32 ÷ 0,70 |
| 2   | Kiểu xếp 1   | $y = 0,3440\ln(x) + 1,3209$ | 0,8063         | K <sub>t</sub> từ 0,21 ÷ 0,74 |
| 3   | Kiểu xếp 2   | $y = 0,2890\ln(x) + 1,1057$ | 0,8093         | K <sub>t</sub> từ 0,18 ÷ 0,60 |

Bảng 3 cho thấy, hệ số tương quan đối với mặt cắt hiện trạng nhỏ nhất đạt 0,6 và hệ số tương quan ở phương án kiểu xếp 2 đạt lớn nhất 0,8093. Hệ số K<sub>t</sub> với phương án hiện trạng có khoảng biến động lớn nhất từ 0,32 ÷ 0,70, tiếp đó là kiểu xếp 1 với K<sub>t</sub> từ 0,21 ÷ 0,74 và nhỏ nhất là của kiểu xếp 2 với K<sub>t</sub> từ 0,18 ÷ 0,60. Như vậy, hai kiểu xếp (5 hàng song song và so le 3 hàng dưới 2 hàng trên) đều có cùng số lượng cấu kiện. Nhưng, khi xem xét hiệu quả giảm sóng thì kiểu xếp 2 (3 hàng dưới 2 hàng trên) cho hiệu quả giảm sóng tốt hơn kiểu xếp 1 (5 hàng song song).

#### 3.3. Hiệu quả giảm sóng khi thay đổi mật độ cấu kiện



Hình 7: Biến thiên hệ số giảm sóng khi thay đổi mật độ cấu kiện từ 15% đến 35%

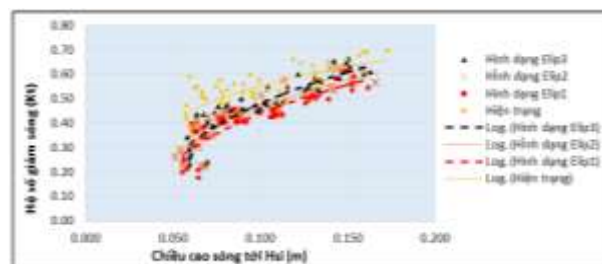
**Bảng 4: Tổng hợp phương trình biến thiên  $K_t$  trong các trường hợp thay đổi mật độ độ rỗng**

| STT | Phương án MC | Phương trình                | $R^2$  | Ghi chú              |
|-----|--------------|-----------------------------|--------|----------------------|
| 1   | Hiện trạng   | $y = 0,1974\ln(x) + 1,0071$ | 0,6015 | $K_t$ từ 0,32 ÷ 0,70 |
| 2   | Mật độ 15%   | $y = 0,2818\ln(x) + 1,0851$ | 0,7686 | $K_t$ từ 0,15 ÷ 0,60 |
| 3   | Mật độ 25%   | $y = 0,2890\ln(x) + 1,1057$ | 0,8093 | $K_t$ từ 0,18 ÷ 0,62 |
| 4   | Mật độ 35%   | $y = 0,3141\ln(x) + 1,1991$ | 0,8217 | $K_t$ từ 0,19 ÷ 0,65 |

Kết quả cho thấy, mật độ càng tăng thì hệ số giảm sóng càng tăng (hiệu quả giảm sóng càng giảm), nhưng chỉ chênh nhau từ 2% đến 3%. Nếu chỉ xét đến mật độ lỗ rỗng, cấu kiện có mật độ rỗng 15% sẽ cho hiệu quả giảm sóng tốt nhất, nhưng cần lưu ý đến trọng lượng để đảm bảo độ ổn định của chúng. Kết quả theo dõi độ ổn định của cấu kiện (dựa vào hình ảnh video quay toàn bộ quá trình thí nghiệm, sau đó so sánh với vị trí định vị ban đầu của cấu kiện) khi thay đổi mật độ lỗ rỗng cho thấy, cấu kiện có mật độ 35% có độ ổn định không cao khi thí nghiệm ở tần suất 5%. Ngược lại, cấu kiện có mật độ 25% cho hiệu quả ổn định từ 2% trở xuống. Do vậy, trong

nguyên cứu này đề xuất sử dụng mật độ 25% để đảm bảo hài hòa giữa yêu cầu giảm sóng và độ ổn định của cấu kiện.

### 3.4. Hiệu quả giảm sóng khi thay đổi hình dạng cấu kiện



Hình 8: Biến thiên  $K_t$  khi thay đổi hình dạng cấu kiện Reffball từ Elip 1 đến Elip 3

**Bảng 5: Tổng hợp phương trình biến thiên  $K_t$  trong các trường hợp thay đổi hình dạng Reffball**

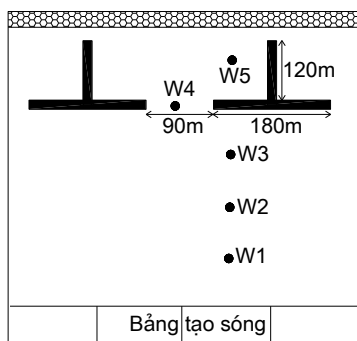
| STT | Phương án MC | Phương trình                | $R^2$  | Ghi chú              |
|-----|--------------|-----------------------------|--------|----------------------|
| 1   | Hiện trạng   | $y = 0,1974\ln(x) + 1,0071$ | 0,6015 | $K_t$ từ 0,32 ÷ 0,70 |
| 2   | Elip 1       | $y = 0,289\ln(x) + 1,1057$  | 0,8093 | $K_t$ từ 0,18 ÷ 0,60 |
| 3   | Elip 2       | $y = 0,288\ln(x) + 1,1237$  | 0,8031 | $K_t$ từ 0,20 ÷ 0,63 |
| 4   | Elip 3       | $y = 0,316\ln(x) + 1,2097$  | 0,8063 | $K_t$ từ 0,22 ÷ 0,65 |

Kết quả thí nghiệm cho thấy cấu kiện dạng Elip1 có hiệu quả giảm sóng tốt nhất, tiếp đó đến cấu kiện dạng Elip 2 và hiệu quả giảm sóng thấp nhất là cấu kiện dạng Elip 3. Như vậy, cấu kiện khối phủ reffball có chiều cao càng thấp thì hiệu quả giảm sóng càng kém. Mặc dù vậy, nếu xem xét về độ ổn định của cấu kiện thấy rằng, khi thí nghiệm với điều kiện tần suất từ 2%, bắt đầu xuất hiện hiện tượng xô và lật cấu kiện

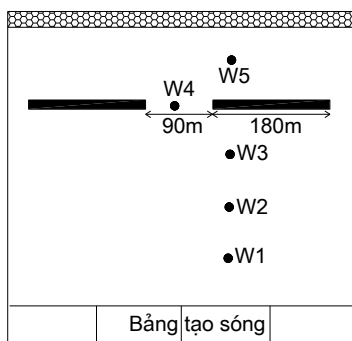
Elip1. Ngược lại, cùng với điều kiện thí nghiệm như vậy đối với cấu kiện dạng Elip 2 và Elip 3 vẫn đảm bảo độ ổn định. Do vậy, đối với hình dạng cấu kiện đề xuất dạng Elip 2 để đảm bảo hài hòa giữa hiệu quả giảm sóng và độ ổn định của chúng.

### 3.5. Kết quả thí nghiệm với các phương án bố trí mặt bằng

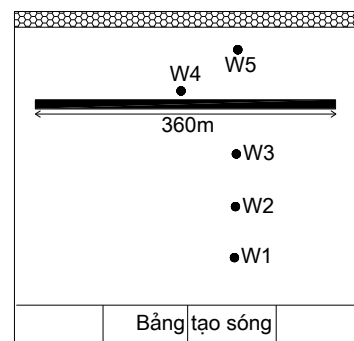
Các phương án mặt bằng bố trí như sau:



Hình 9: Bố trí mặt bằng phương án 1 (PA1)



Hình 10: Bố trí mặt bằng phương án 2 (PA2)

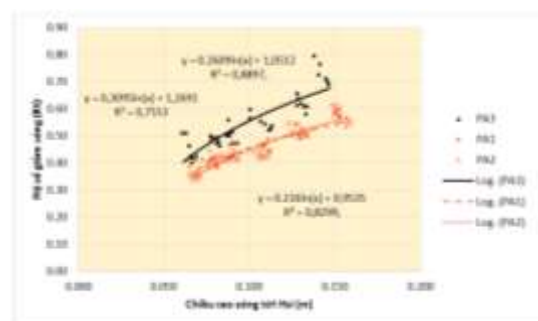


Hình 11: Bố trí mặt bằng phương án 3 (PA3)

- Phương án mặt bằng 1: gồm hệ thống các mỏ chữ T có kết cấu gồm phần đế và một lớp Reefball dạng Elip 2 với mật độ lỗ rỗng 25%. Các tham số mặt bằng gồm: cánh chữ T dài 180m, thân chữ T dài 120m và khoảng cách giữa các cánh chữ T là 90m, cao trình đỉnh là +0,85m. Kết quả xác định hệ số giảm sóng của PA1 cho thấy, hệ số giảm sóng Kt có giá trị biến động từ 0,37 đến 0,62.

- Phương án mặt bằng 2: bố trí tương tự như PA1, tuy nhiên bỏ phần thân chữ T thay bằng hệ thống các đê ngầm song song với bờ, kết cấu ĐGS giữ nguyên. Kết quả thí nghiệm với mặt bằng 2 thì Kt có giá trị dao động từ 0,35 đến 0,62, gần tương đương với PA1.

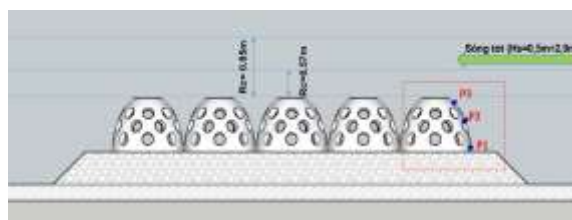
- Phương án mặt bằng 3: được thiết kế dựa trên mục tiêu xem xét hiệu quả giảm sóng khi thay đổi hoàn toàn giải pháp thi công, hướng tới mục tiêu giảm chi phí thi công. PA3 gồm hệ thống các đê ngầm (các rạn ngầm ven bờ) mỗi rạn có chiều dài 360m, cách bờ 120m, các rạn ngầm cách nhau một khoảng 90m (để đảm bảo vấn đề giao thông dân sinh ven biển, cũng như công tác sửa chữa duy tu công trình bảo vệ bờ). Các khối cấu kiện được sử dụng là khối reefball dạng Elip 2. Cao trình đỉnh đê ngầm lúc này sẽ có giá trị trung bình khoảng +0,80m. Kết quả thí nghiệm với PA3 cho thấy, hiệu quả giảm sóng dao động từ 0,40 đến 0,80.



Hình 12: Tương quan giữa hệ số giảm sóng và chiều cao sóng tới tương ứng với 03 mặt bằng công trình đề xuất

Từ đồ thị so sánh hệ số Kt ứng với các kịch bản thí nghiệm, và đồ thị tương quan giữa chiều cao sóng tới và hệ số giảm sóng cho thấy rất rõ quy luật giảm sóng giữa các PA bố trí mặt bằng. Trong hai phương án mỏ chữ T và đê giảm sóng cho hiệu quả giảm sóng tốt hơn phương án rạn ngầm ven bờ.

### 3.6. Kết quả thí nghiệm ổn định cấu kiện



Hình 13: Sơ đồ bố trí các đầu đo và tham số thí nghiệm

Để nghiên cứu về ổn định cấu kiện, tiến hành thí nghiệm với các cấp sóng và mực nước khác nhau: với điều kiện sóng: có chiều cao tại vị trí chân công trình từ 0,5m - 2,0m (tương đương với sóng cấp 7

đến cấp 12); với mực nước: sẽ tương ứng với khoảng lưu không  $R_c = 0,57\text{m} - 0,85\text{m}$  (tương ứng với các cấp mực nước đưa vào thí nghiệm)

Sử dụng bộ đầu đo áp lực PDCR42 và bộ hiển

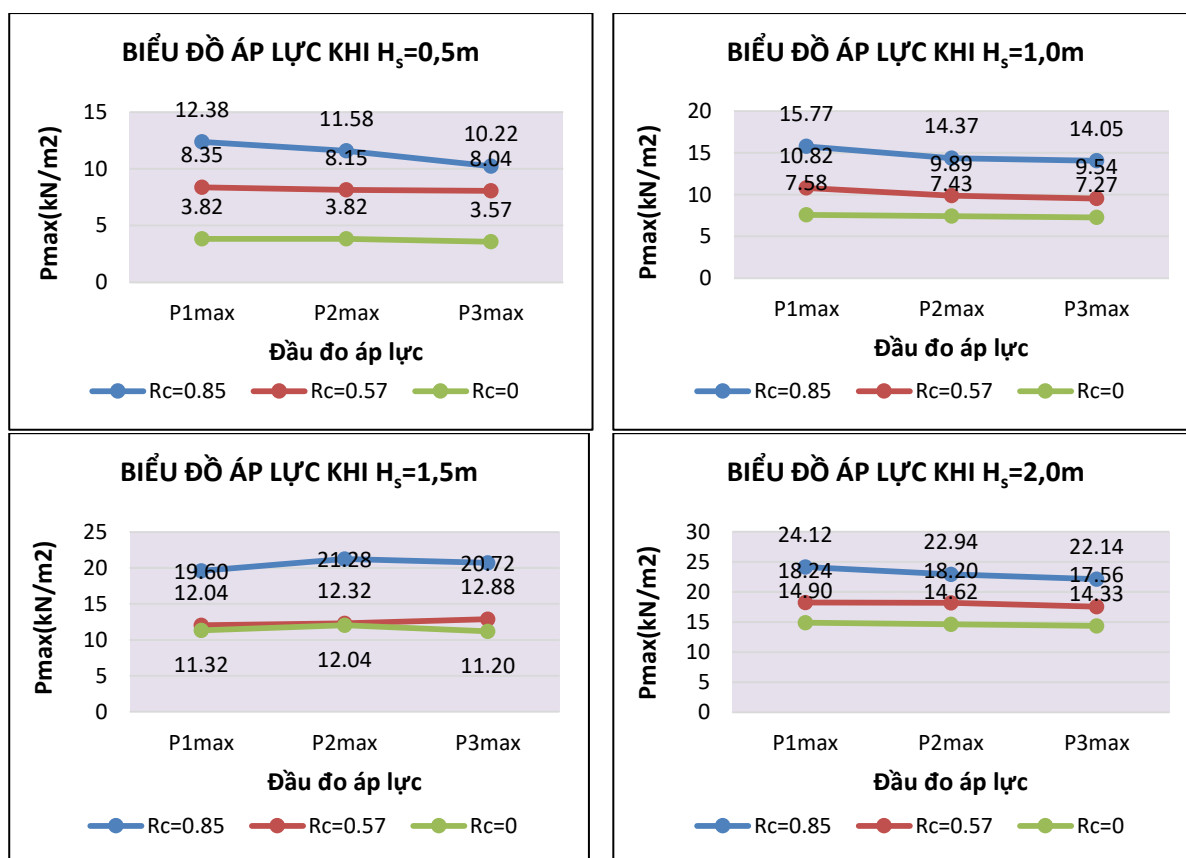
thị DPI 280 của hãng DRUCK (Anh). Thiết bị đo áp lực và sơ đồ bố trí đầu đo cũng như các tham số thí nghiệm được thể hiện như trong hình 14 bên dưới.



Hình 14: Hình ảnh thực tế về thiết bị và đầu đo áp lực trên mô hình

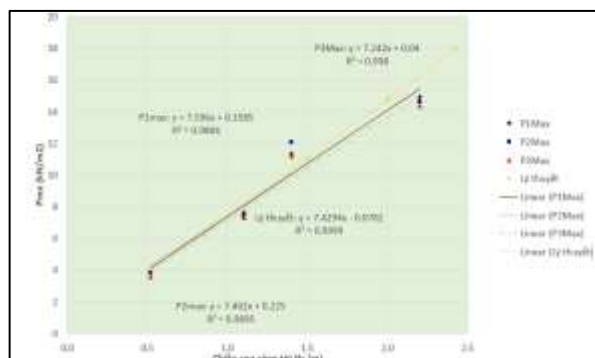
Kết quả thí nghiệm xác định lực tác động lên khối cầu kiện cho thấy: Khi chiều cao sóng thay đổi từ 0,5m tới 2,0m thì lực tác động lên khối cầu kiện thay đổi từ  $3,57\text{kN/m}^2$  tới  $24,12\text{kN/m}^2$ , tùy thuộc vào giá trị  $R_c$  (khoảng lưu không). Các đồ thị ở hình 3.11 bên dưới

cho thấy, khi khoảng lưu không ( $R_c$ ) càng lớn thì kết quả thí nghiệm áp lực cho giá trị sẽ lớn hơn và ngược lại. Theo các kết quả thống kê từ số liệu thí nghiệm, về cơ bản thì phân bố lực trên khối reffball có xu hướng giảm từ dưới lên trên.



Hình 15: Biểu đồ áp lực tương ứng với các tổ hợp thí nghiệm khác nhau

Kết quả xây dựng đường hồi quy cho thấy xu thế biến thiên có thể được xác định gần đúng theo các phương trình hồi quy như trong hình 16, với hệ số tương quan  $R^2$  nhỏ nhất khoảng 0,98. Kết quả so sánh với giá trị lực tính toán bằng lý thuyết cũng cho thấy mức độ tương đồng giữa kết quả thí nghiệm và kết quả lý thuyết.



Hình 16: Đồ thị biến thiên lực tác động theo chiều cao sóng tới

#### 4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu chi tiết trên mô hình vật lý và kế thừa một số kết quả nghiên cứu, tính toán [1], [2], [4], [5] đã xác định được các tiêu chí để lựa chọn giải pháp khoa học công nghệ tiêu giảm sóng chính như: hiệu quả giảm sóng, gây bồi; tính ổn định của công trình; phạm vi bảo vệ; thân thiện với môi trường sinh thái; hiệu quả (tính khó/dễ) khi thi công v.v.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Doãn Tiến Hà và các cộng sự (2022). Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đê biển Nam Định. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Quốc gia, mã số ĐTDLCN 40/18, Hà Nội.
- [2] Doãn Tiến Hà và các cộng sự (2022). Nghiên cứu thực trạng, phân tích về ưu nhược điểm của các công trình tiêu giảm sóng hiện đang áp dụng tại vùng ven biển Nam Định. Tạp chí KHCN Thủy lợi, số 71 (4/2022).

Qua kết quả nghiên cứu phân tích đã lựa chọn được dạng mặt cắt ĐGS tối ưu, gồm: Cao trình đỉnh ĐGS +0,85m; Bề rộng đỉnh đê là 13,5m; Cấu kiện khối phủ dạng Reffball có hình dạng Elip 2; Mật độ rỗng 25%; Cách xếp 1 (5 hàng song song). Đây là mặt cắt tối ưu, đảm bảo hài hòa về hiệu quả giảm sóng, tính ổn định của công trình cũng như hiệu quả trong khâu thi công ngoài thực tế.

Kết hợp với nghiên cứu, tính toán trên mô hình số trị đề xuất về bố trí không gian cho thấy, phương án gồm: hệ thống 8 mô hình chữ T; chiều dài thân mô hình chữ T là 120m; Chiều dài cánh chữ T là 180m; Khoảng cách giữa các cánh chữ T là 90m; Cao trình đỉnh là +0,85m; Bề rộng đỉnh là 13,8m; Khối phủ lựa chọn khối Reffball (cao 1,35m, mật độ lỗ 25%, nặng 5,0 tấn); Cách xếp là 5 hàng reffball sát nhau. Đây là phương án được đề xuất chọn, phù hợp với đê biển Nam Định hiện trạng (áp dụng cụ thể cho đoạn đê biển từ Km25-Km27 tại hải Hậu).

#### Lời cảm ơn:

Tác giả xin được cảm ơn sự hỗ trợ từ đề tài độc lập cấp Quốc gia “Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đê biển Nam Định”, mã số ĐTDLCN 40/18 do TS Doãn Tiến Hà làm chủ nhiệm.

- [3] Nguyễn Văn Hùng (2017). *Điều tra đánh giá hiện trạng đê kè biển Nam Định, phân tích ưu nhược điểm của các kết cấu bảo vệ bờ biển từ năm 2000 – 2015, đề xuất giải pháp xử lý các hỏng hóc và kết cấu bảo vệ hợp lý cho xây dựng mới*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ NN&PTNT, Hà Nội.
- [4] Vũ Công Hữu và cộng sự (2022). *Nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm sóng gây bồi của các cụm công trình trọng điểm tại các bãi biển Hải Hậu, Nam Định*. Tạp chí KH-CN Thủy lợi, số 72 (6/2022).
- [5] Vũ Công Hữu và cộng sự (2022). *Nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm sóng gây bồi của cụm công trình kè mở hàn dạng chữ T tại bãi biển Thịnh Long 2, Hải Hậu, Nam Định*. Tạp chí Khoa học Thủy lợi số 70 (02- 2022).
- [6] Nguyễn Khắc Nghĩa và nnk (2013). *Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp tổng thể để ổn định vùng bờ biển Nam Định từ cửa Ba Lạt đến cửa Đáy*. Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTĐL. 2010T/28, Hà Nội.