

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ MẶT BẰNG HỢP LÝ CÔNG TRÌNH ĐỀ CHẮN SÓNG CẢNG KHÁCH HẠ LONG

Nguyễn Kiên Quyết

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

Nguyễn Quang Đức Anh

Đại học Thủy Lợi

**Tóm tắt:** Nội dung bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu tính toán lan truyền sóng phục vụ đánh giá hiệu quả kỹ thuật của các phương án bố trí mặt bằng Đề chắn sóng (ĐCS) bằng mô hình toán MIKE 21SW, nhằm lựa chọn phương án phù hợp với điều kiện khai thác tĩnh lặng trong bể cảng khi tàu thuyền neo đậu.

**Từ khóa:** Đề chắn sóng, cảng khách Hạ Long, bố trí mặt bằng ĐCS.

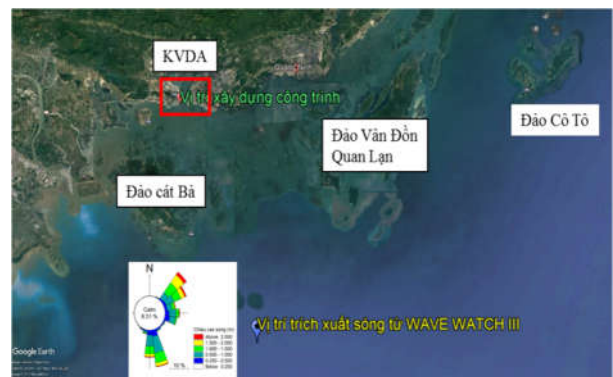
**Summary:** This paper investigated the wave transformation to evaluate technical efficiency of breakwaters layout plans by using mathematical model MIKE 21 SW to select the suitable plan for quiet conditions of exploitation in the port tank when ships and boats are moored.

**Keywords:** Breakwaters, Ha Long harbour, Breakwater layout plans.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự án xây đề chắn sóng (ĐCS) thuộc phường Bãi Cháy nằm trong khu công viên Hạ Long, vai trò của ĐCS là giảm chiều cao sóng trong điều kiện khai thác bình thường và có bão là thấp nhất, đồng thời có chức năng là cầu công tác, phục vụ cho người đi bộ ngắm cảnh khu vực vịnh Hạ Long.

Nội dung bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu tính toán lan truyền sóng bằng mô hình toán, nhằm lựa chọn mặt bằng quy hoạch xây dựng ĐCS phù hợp đảm bảo độ tĩnh lặng của sóng trong bể cảng phục vụ cho tàu thiết kế neo đậu.



Hình 1: Vùng nghiên cứu

## 2. TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH VÀ TÀI LIỆU XUẤT PHÁT

### 2.1. Cấp công trình

Loại công trình: Công trình giao thông;

Cấp kỹ thuật công trình ĐCS: cấp II.

### 2.2. Các phương án quy mô công trình ĐCS

Nghiên cứu hiệu quả giảm sóng được phân tích dựa trên phân tích kết quả mô phỏng lan truyền

Ngày nhận bài: 05/3/2020

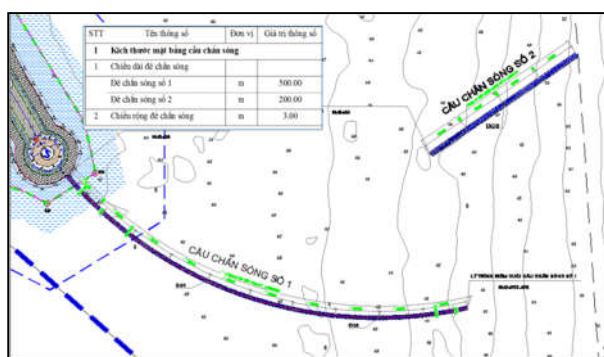
Ngày thông qua phản biện: 18/4/2020

Ngày duyệt đăng: 05/6/2020

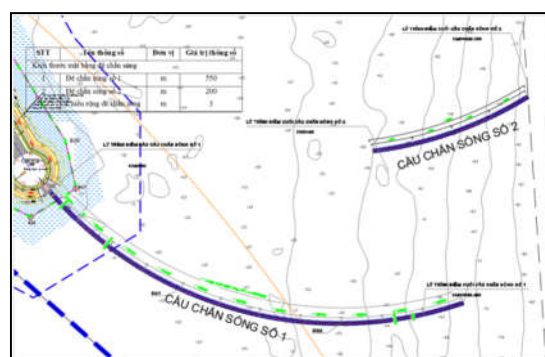
sóng cho hai phương án mặt bằng quy hoạch ĐCS, [1].

**Bảng 1: Các thông số cơ bản của công trình**

| STT | Tên thông số                             | Đơn vị | Giá trị thông số             |                              |
|-----|------------------------------------------|--------|------------------------------|------------------------------|
|     |                                          |        | Phương án 1                  | Phương án 2                  |
| I   | Kích thước mặt bằng ĐCS                  |        |                              |                              |
| 1   | Chiều dài đề chắn sóng                   |        |                              |                              |
|     | Đề chắn sóng số 1                        | m      | 500.00                       | 550.00                       |
|     | Đề chắn sóng số 2                        | m      | 200.00<br>(thẳng)            | 200.00<br>(tuyến cong)       |
| 2   | Chiều rộng đề chắn sóng                  | m      | 3.00                         |                              |
| II  | Cao trình đỉnh ĐCS                       |        |                              |                              |
| 1   | Cao trình mặt đề chắn sóng               |        | +5,50<br>(hệ Hải đồ)         | +5,50<br>(hệ Hải đồ)         |
| 2   | Cao trình đáy khu nước đề chắn sóng số 1 |        | -2,10 ÷ -6,50<br>(hệ Hải đồ) | -2,10 ÷ -6,50<br>(hệ Hải đồ) |
| 3   | Cao trình đáy khu nước đề chắn sóng số 2 |        | -6,10 ÷ -7,50<br>(hệ Hải đồ) | -6,10 ÷ -7,50<br>(hệ Hải đồ) |



a) Phương án 1



b) Phương án 2

Hình 2: Mặt bằng quy hoạch các tuyến ĐCS

## 2.3. Tài liệu xuất phát

### 2.3.1. Địa hình

Địa hình dự án Bến du thuyền do Chủ Đầu tư cung cấp, tỷ lệ 1/5000; Dự án Công viên Đại Dương Hạ Long hạng mục: Kè bảo vệ bờ Giai đoạn 2, [2];

Bình đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000 khu vực biển Quảng Ninh, [2];

Mặt bằng quy hoạch bến du thuyền đã được Chủ đầu tư chấp thuận ngày 4/4/2018.

### 2.3.2. Địa chất

Bộ số liệu khảo sát địa chất tuyến kè giai đoạn 2 do Công ty cổ phần TVXD Cảng – Đường Thủy thực hiện tháng 12/2014 và kết quả thí

nghiệm trong phòng, [2].

### 2.3.4. Số liệu thủy văn

Hồ sơ khảo sát địa hình, thủy văn khu vực xây dựng ĐCS do chủ đầu tư cung cấp;

Tài liệu khí tượng thủy văn khu vực do Công ty CP Tư vấn xây dựng Cảng - Đường thủy tổng hợp trong tập Thuyết minh thiết kế BVTC Dự án Công viên Đại Dương Hạ Long hạng mục: Kè bảo vệ bờ Giai đoạn 2, [2].

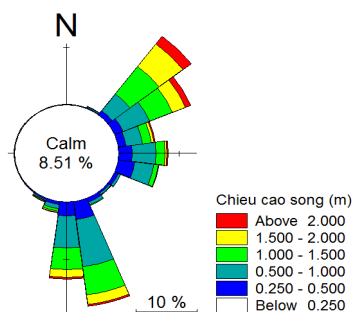
#### a) Mục nước thủy triều

Sử dụng số liệu mực nước đo đạc tại trạm Hòn Dấu.

Tài liệu đo đạc mực nước thực đo thu thập từ một số dự án lân cận, [1].

### b) Gió và trường gió

Tài liệu đo đặc gió thu thập tại trạm KTTV ven bờ Hòn Dấu và trạm Bãi Cháy.



Hình 3: Hoa sóng ngoài khơi KVNC

Số liệu trường gió và áp suất khí quyển nền sử dụng trong nghiên cứu này được trích từ kết quả mô hình khí hậu toàn cầu CFSR (Climate

Forecast System Reanalysis) của Trung tâm dự báo môi trường thuộc Cơ quan quản lý đại dương và khí quyển Mỹ (NCEP/NOAA).

### c) Sóng biển ngoài khơi và số liệu sóng khảo sát vùng bờ khu vực dự án

Số liệu sóng ngoài khơi trong dự án được tải dữ liệu sóng của mô hình WAVEWATCH-III được NCEP/NOAA cung cấp, 3 thông số chính được sử dụng trong nghiên cứu này là chiều cao sóng có nghĩa ( $H_s$ ), chu kỳ sóng đỉnh sóng ( $T_p$ ) và hướng sóng ( $D_p$ ) được thu thập từ năm 2005 đến 2017 để so sánh, đánh giá và phân tích chế độ sóng khí hậu. Hoa sóng của khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Hình 3. Phân bố sóng tại khu vực dự án được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Phân bố sóng ngoài khơi khu vực dự án

| Chiều cao<br>Hướng | < 0,5 (m) |       | 1 ÷ 1,50m |       | 2 ÷ 3 (m) |       | 3,01 ÷ 5 (m) |      | 4,51 ÷ 6 |   | Total |       |
|--------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|--------------|------|----------|---|-------|-------|
|                    | LXH       | %     | LXH       | %     | LXH       | %     | LXH          | %    | LXH      | % | LXH   | %     |
| N                  | 164       | 0,43  | 16        | 0,04  | 2         | 0,01  | 2            | 0,01 | 0        | 0 | 184   | 0,49  |
| NNE                | 42        | 0,11  | 52        | 0,14  | 8         | 0,02  | 1            | 0,00 | 0        | 0 | 103   | 0,27  |
| NE                 | 764       | 2,02  | 4891      | 12,96 | 3034      | 8,04  | 22           | 0,06 | 0        | 0 | 8711  | 23,08 |
| ENE                | 1112      | 2,95  | 3327      | 8,82  | 764       | 2,02  | 22           | 0,06 | 1        | 0 | 5226  | 13,85 |
| E                  | 1835      | 4,86  | 3002      | 7,96  | 229       | 0,61  | 25           | 0,07 | 5        | 0 | 5097  | 13,51 |
| ESE                | 1435      | 3,80  | 970       | 2,57  | 37        | 0,10  | 5            | 0,01 | 2        | 0 | 2449  | 6,49  |
| SE                 | 381       | 1,01  | 202       | 0,54  | 18        | 0,05  | 2            | 0,01 | 0        | 0 | 604   | 1,60  |
| SSE                | 1944      | 5,15  | 3164      | 8,38  | 436       | 1,16  | 5            | 0,01 | 2        | 0 | 5553  | 14,72 |
| S                  | 1779      | 4,71  | 5669      | 15,02 | 951       | 2,52  | 11           | 0,03 | 1        | 0 | 8411  | 22,29 |
| SSW                | 285       | 0,76  | 381       | 1,01  | 114       | 0,30  | 1            | 0,00 | 0        | 0 | 781   | 2,07  |
| SW                 | 101       | 0,27  | 74        | 0,20  | 17        | 0,05  | 1            | 0,00 | 0        | 0 | 193   | 0,51  |
| WSW                | 51        | 0,14  | 50        | 0,13  | 7         | 0,02  | 0            | 0,00 | 0        | 0 | 108   | 0,29  |
| W                  | 58        | 0,15  | 36        | 0,10  | 5         | 0,01  | 0            | 0,00 | 0        | 0 | 99    | 0,26  |
| WNW                | 62        | 0,16  | 29        | 0,08  | 5         | 0,01  | 1            | 0,00 | 0        | 0 | 97    | 0,26  |
| NW                 | 40        | 0,11  | 35        | 0,09  | 9         | 0,02  | 1            | 0,00 | 0        | 0 | 85    | 0,23  |
| NNW                | 18        | 0,05  | 11        | 0,03  | 4         | 0,01  | 3            | 0,01 | 0        | 0 | 36    | 0,10  |
| Tổng               | 10071     | 26,69 | 21909     | 58,06 | 5640      | 14,95 | 102          | 0,27 | 11       | 0 | 37737 | 100   |

Ghi chú: N, NNE, NE...NNW: là tên các hướng sóng chính, N: Bắc; E: Đông; S: Nam; W: Tây; NNE: Bắc Đông Bắc...; LXH: Số lần xuất hiện của sóng loại sóng; %: Phần trăm xuất hiện sóng theo các hướng sóng chính.

### d) Số liệu sóng thực đo

Hướng sóng chính trong đợt khảo sát biến động khá mạnh. Chu kỳ đỉnh phổ sóng  $T_p$  dao động từ 3,7 s đến 5,5s. Chiều cao sóng có nghĩa  $H_s$  có

giá trị lớn nhất là 1,31 m đo được trong thời gian khảo sát này. Nhìn chung chiều cao sóng có nghĩa  $H_s$  đo đặc trong thời gian này dao động từ 0,26 m đến 0,45 m, [1].

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Phương pháp khảo sát, quan trắc và đo đạc

Sử dụng các phương pháp và công nghệ đo đạc, khảo sát, quan trắc hiện đại nhất để khảo sát và đo đạc các yếu tố thủy hải văn, địa hình, địa chất nhằm đảm bảo tính tin cậy và làm đầu vào cho bài toán thiết kế, kiểm định và hiệu chỉnh mô hình.

#### 3.2. Phương pháp phân tích số liệu thực đo

Sử dụng phương pháp thống kê để phân tích các số liệu thu thập được đồng thời tổng hợp số liệu, tài liệu theo định hướng mong muốn phục vụ cho việc phân tích đánh giá.

#### 3.3. Phương pháp mô hình toán

Mô hình toán luôn là công cụ quan trọng trong việc nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên nói chung và đặc biệt trong lĩnh vực nghiên cứu động lực, lan truyền sóng và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ven bờ nói riêng.

Phần mềm MIKE21 Spectral Wave (MIKE 21 SW) là một trong số các mô đun của hệ thống

phần mềm thương mại MIKE21 do Viện nghiên cứu Thủy lực Đan Mạch (DHI) sáng tạo. MIKE 21 đã được nhiều tổ chức đào tạo, nghiên cứu và tư vấn áp dụng phổ biến trong nghiên cứu chế độ thủy lực dòng chảy, sóng, sa bồi và môi trường trên phạm vi toàn cầu. Trong khuôn khổ dự án, MIKE21 SW đã được sử dụng để nghiên cứu lan truyền sóng từ vùng biển sâu vào vị trí của dự án và nghiên cứu xác định mức độ tĩnh lặng của bề cảng khi có đê chắn sóng [8].

#### 3.3.3. Thiết lập điều kiện biên

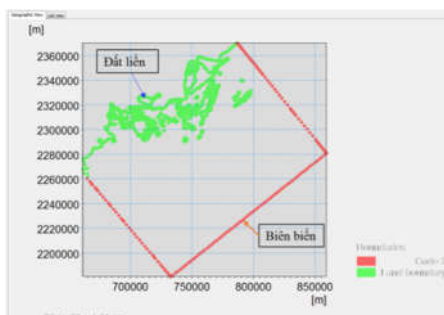
##### a) Các biên cứng của mô hình:

Phần dưới nước toàn bộ địa hình ven biển bên khách Hòn Gai, vịnh Hạ Long, vịnh Lan Hạ và biển Quảng Ninh.

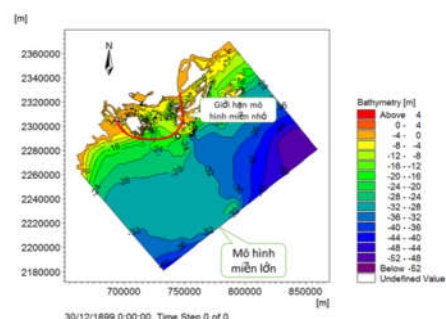
Phần trên cạn được giới hạn bởi các tuyến đường ven biển tỉnh của khu vực cảng Hòn Gai và bờ biển hiện trạng các khu vực lân cận.

##### b) Các biên hở của mô hình:

Các biên phía biển (sóng, triều) được lấy trùng với giới hạn của miền tính toán.



Hình 4: Các biên hở của mô hình



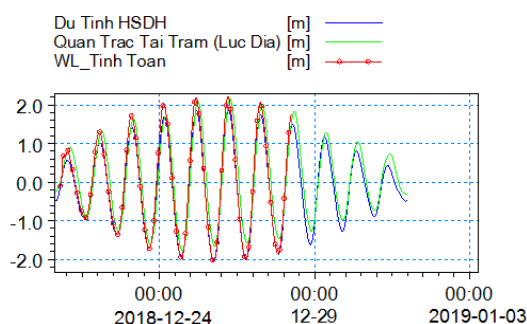
Hình 5: Kết quả số hóa địa hình miền lớn

##### c) Điều kiện biên tính toán:

Số liệu mực nước tại các biên biển: Các biên biển là biên mực nước với số liệu được tính toán từ số liệu hằng số điều hòa của mô hình Mike 21. Số liệu mực nước tại biên này được thiết lập từ 0 giờ ngày 01/01/2018 đến 0 giờ ngày 31/03/2019, [1].

Số liệu sóng: Số liệu sóng được phân tích thống kê từ các kết quả tính sóng của mô hình WAVEWATCH-III được NCEP/NOAA cung cấp, với 03 thông số chính được sử dụng trong

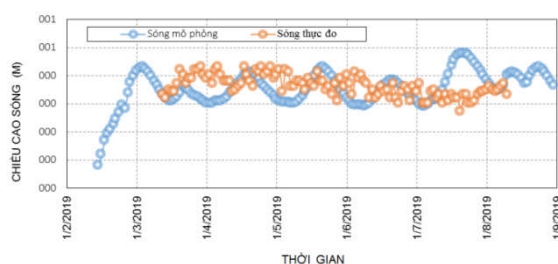
nghiên cứu này là chiều cao sóng có nghĩa ( $H_s$ ), chu kỳ sóng đỉnh sóng ( $T_p$ ) và hướng sóng ( $D_p$ ). Các số liệu sóng được thu thập từ năm 2005 đến hết thời gian khảo sát thủy hải văn, [1].



Hình 6: So sánh kết quả mực nước tính toán từ mô hình triều độc lập

### 3.3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Sử dụng số liệu mực nước thực đo tại trạm Hòn Dấu để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình



Hình 7: Chiều cao sóng thực đo và mô phỏng

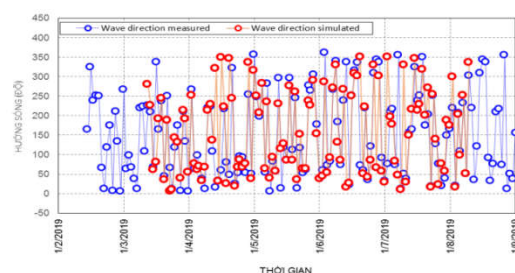
Kết quả mô phỏng hiệu chỉnh cho thấy mức độ phù hợp của các chuỗi số liệu mực nước, sóng thực đo và mô phỏng là tốt. Mô hình đảm bảo tính tin cậy để tiến hành các bước nghiên cứu tiếp theo.

triều.

Chuỗi mực nước hiệu chỉnh vào thời kỳ mùa Đông, độ lệch trị số mực nước lớn nhất khoảng 15cm, về pha lệch khoảng 1-2h, kết quả này được hiệu chỉnh trong khoảng thời gian từ 21/12/2018 đến 29/12/2018.

Tính toán kiểm định triều và so sánh mực nước tính toán với mực nước thực đo tại Hòn Dấu thấy số liệu tính toán phù hợp với số liệu thực đo. Chỉ số so sánh Nash = 0,95 đạt được là khá tốt.

Kết quả so sánh giữa chiều cao bằng mô hình MIKE21 SW với số liệu chiều cao sóng và hướng sóng thực đo và mô phỏng tại trạm đo từ 02/01 đến 09/01/2019 được thể hiện trên Hình 7 và 8.



Hình 8: Hướng sóng thực đo và mô phỏng

## 4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

### 4.1. Các kịch bản

#### 4.1.1. Về chế độ sóng trong điều kiện có công trình

Các kịch bản mô phỏng tại biên mô hình được thiết lập như sau:

Bảng 3: Các điều kiện biên với sóng gió mùa cấp VI

| Tên kịch bản | Hướng sóng          | Tham số điều kiện biên mô phỏng                                |
|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| KB1          | Sóng hướng Đông Nam | Gió gần bờ $v=13,8$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s= 3,5$ m; $T=8$ s |
| KB2          | Sóng hướng Nam      | Gió gần bờ $v=13,8$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s= 3$ m5m; $T=8$ s |

Bảng 4: Các điều kiện biên với sóng bão chu kỳ 100 năm

| Tên kịch bản | Hướng sóng đến | Tham số điều kiện biên mô phỏng                                      | Mực nước thiết kế                    |
|--------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| KB1          | 115 độ         | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s= 11,3$ m; $T_p=12,8$ s | +4,47 (Hệ hải đồ)<br>+2,44 (Lục địa) |

|     |        |                                                                     |
|-----|--------|---------------------------------------------------------------------|
| KB2 | 135 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |
| KB3 | 150 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |
| KB4 | 165 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |
| KB5 | 180 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |
| KB6 | 195 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |
| KB7 | 210 độ | Gió gần bờ $v=36,9$ m/s<br>Sóng tại biên $H_s=11,3$ m; $T_p=12,8$ s |

#### 4.1.2. Công trình đê chắn sóng

Phương án quy hoạch 0 (PA\_QH0): Mặt bằng công trình như hiện trạng.

Phương án quy hoạch 1 (PA\_QH1): Đê chắn sóng 1 dài 500m; đê chắn sóng 2 dài 200m tuyến thẳng.

Phương án quy hoạch 2 (PA\_QH2): Đê chắn sóng 2 dài 550m; đê chắn sóng 2 dài 200 dạng tuyến cong.

#### 4.2. Tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả giảm sóng

Đảm bảo độ tĩnh lặng trong bể cảng:  $H_s=0,15\sim 0,25$ m cho du thuyền trong điều kiện khai thác (với sóng gió mùa dưới cấp VI), [5].

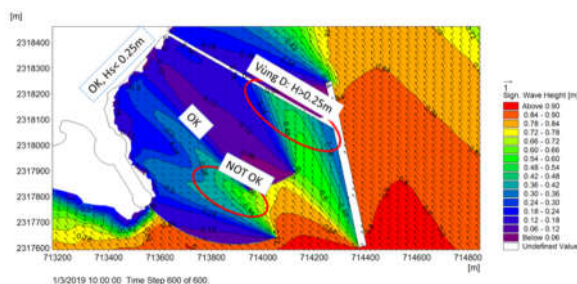
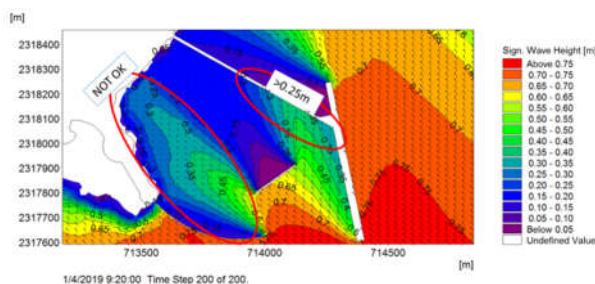
#### 4.3. Đánh giá hiệu quả che chắn trong điều kiện khai thác của các phương án quy hoạch mặt bằng ĐCS

Kết quả mô phỏng độ cao sóng trong khu vực neo đậu của du thuyền vào vùng dự án, khi chịu ảnh hưởng của hai sóng gió mùa có thời lượng hoạt động nhiều nhất và ảnh hưởng trực tiếp vào khu vực dự án (hướng Đông Nam và hướng Nam). Kết quả mô phỏng cho thấy, phần trăm diện tích mặt nước khu vực neo đậu

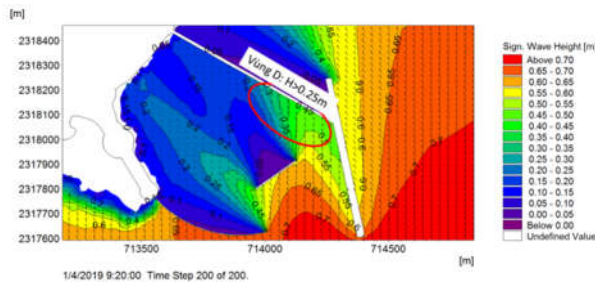
lớn hơn khuyến cáo quy định trong tiêu chuẩn lặng sóng yêu cầu ( $H_s>0,25$ m) là khá lớn, chiếm khoảng 45% tổng diện tích neo đậu với hướng sóng gió mùa Đông Nam và 35% tổng diện tích neo đậu với hướng sóng gió mùa Nam.

Dễ dàng nhận thấy hiệu quả che chắn sóng của quy hoạch PA2 tốt hơn quy hoạch PA1 khá nhiều. Đặc biệt khi khu vực dự án chịu ảnh hưởng của sóng gió mùa Đông Nam theo hướng tác dụng, chiều cao sóng từ lớn hơn 0,25m đã giảm xuống nhỏ hơn 0,25m. Những điểm có chiều cao sóng lớn đều không nằm trong vùng được đê chắn sóng bảo vệ trực tiếp, đặc biệt như vùng D (hình 9).

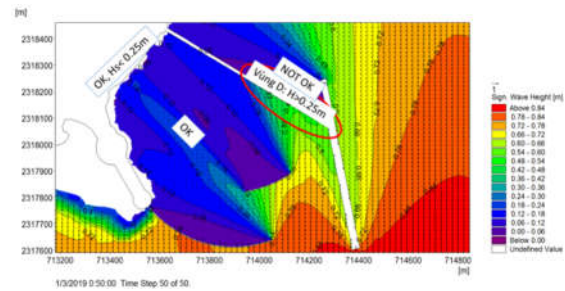
Cả hai mặt bằng quy hoạch PA1, PA2 đều chưa đảm bảo cho vùng D có hiệu quả giảm sóng đạt được như yêu cầu. Diện tích thuộc bể cảng có chiều sóng đảm bảo an toàn cho du thuyền neo đậu của mặt bằng quy hoạch PA2 tốt hơn mặt bằng quy hoạch PA1. Kiến nghị dùng phương án quy hoạch 2 để tiếp tục đánh giá hiệu quả giảm sóng trường trường hợp có bão cấp XII tác dụng trực tiếp vào khu vực dự án.



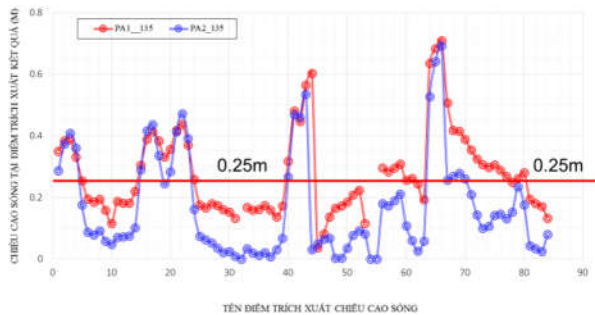
a) Độ cao sóng trong khu vực neo đậu, gió mùa hướng Đông Nam (135 độ) QHPA1



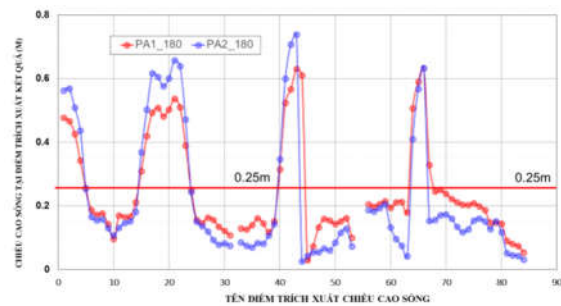
b) Độ cao sóng trong khu vực neo đậu, gió mùa hướng Đông Nam (135 độ) QHPA2



c) Độ cao sóng trong khu vực neo đậu, gió mùa hướng Đông Nam (180 độ) QHPA1



d) Độ cao sóng trong khu vực neo đậu, gió mùa hướng Đông Nam (180 độ) QHPA2



e) So sánh chiều cao sóng đến tại các điểm trích xuất QH PA1\_135, QH PA2\_135

f) So sánh chiều cao sóng đến tại các điểm trích xuất QH PA1\_180, QH PA2\_180

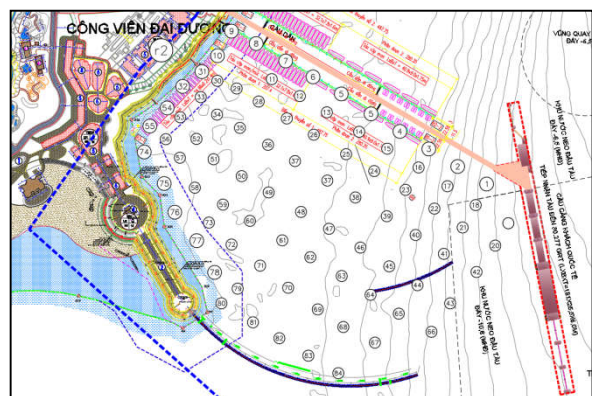
Hình 9: So sánh hiệu quả giảm sóng giữa mặt bằng quy hoạch ĐCS

#### 4.4. Đánh giá hiệu quả che chắn sóng trong điều kiện chịu ảnh hưởng bão

##### 4.4.1. Kết quả mô phỏng theo điều kiện hiện trạng

Mô phỏng lan truyền sóng có chu kỳ lặp lại 100 năm, vận tốc gió 36,8 m/s (tương đương bão cấp XII) lan truyền đến khu vực dự án với điều kiện địa hình như hiện trạng. Các kết quả mô phỏng cho thấy sự cần thiết phải đầu tư hệ thống đê chắn sóng để đảm bảo được an toàn cho hệ thống poton, vì chiều cao sóng chịu ảnh hưởng của bão đều rất lớn (>2,0m), trong khi poton chỉ có thể chịu được sóng có chiều cao 1,2m. Bảng 5 mô tả kết quả chiều cao sóng theo các hướng

sóng bão lan truyền khác nhau đến khu vực dự án, vị trí trích xuất (Hình 10).



Hình 10: Vị trí các điểm trích sóng

Bảng 5: Bảng trích xuất giá trị chiều cao sóng lớn nhất theo mặt bằng hiện trạng

| Điểm trích xuất | Chiều cao sóng lớn nhất tại điểm tính toán theo hướng sóng tới (m) |         |         |         |         |         |         | Chiều cao sóng lớn nhất (m) |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
|                 | PA0_115                                                            | PA0_135 | PA0_150 | PA0_165 | PA0_180 | PA0_195 | PA0_210 |                             |
| 1               | 1,023                                                              | 1,455   | 1,780   | 2,024   | 2,211   | 2,295   | 2,291   | 2,295                       |
| 5               | 1,357                                                              | 1,775   | 2,022   | 2,184   | 2,278   | 2,267   | 2,149   | 2,278                       |
| 10              | 1,578                                                              | 1,752   | 1,806   | 1,791   | 1,764   | 1,701   | 1,481   | 1,806                       |
| 15              | 1,320                                                              | 1,741   | 2,002   | 2,179   | 2,295   | 2,314   | 2,223   | 2,314                       |
| 20              | 1,039                                                              | 1,484   | 1,827   | 2,094   | 2,296   | 2,375   | 2,389   | 2,389                       |
| 25              | 1,488                                                              | 1,896   | 2,128   | 2,271   | 2,347   | 2,322   | 2,195   | 2,347                       |
| 30              | 1,674                                                              | 1,895   | 1,957   | 1,956   | 1,919   | 1,787   | 1,475   | 1,957                       |
| 35              | 1,749                                                              | 2,043   | 2,146   | 2,187   | 2,158   | 2,011   | 1,728   | 2,187                       |
| 40              | 1,473                                                              | 1,907   | 2,172   | 2,344   | 2,451   | 2,459   | 2,357   | 2,459                       |
| 45              | 1,837                                                              | 2,215   | 2,415   | 2,526   | 2,567   | 2,510   | 2,379   | 2,567                       |
| 50              | 1,844                                                              | 2,108   | 2,206   | 2,245   | 2,202   | 2,028   | 1,715   | 2,245                       |
| 55              | 1,181                                                              | 1,225   | 1,251   | 1,225   | 1,187   | 1,133   | 1,016   | 1,251                       |
| 60              | 1,936                                                              | 2,217   | 2,339   | 2,405   | 2,396   | 2,264   | 2,014   | 2,405                       |
| 65              | 2,271                                                              | 2,585   | 2,732   | 2,778   | 2,735   | 2,609   | 2,487   | 2,778                       |
| 70              | 2,261                                                              | 2,501   | 2,613   | 2,658   | 2,629   | 2,506   | 2,252   | 2,658                       |
| 75              | 1,925                                                              | 2,109   | 2,158   | 2,125   | 1,991   | 1,721   | 1,273   | 2,158                       |
| 80              | 2,155                                                              | 2,203   | 2,200   | 2,158   | 2,130   | 2,042   | 1,771   | 2,203                       |

#### 4.4.2. Kết quả mô phỏng theo mặt bằng quy hoạch PA2

Kết quả mô phỏng lan truyền sóng có chu kỳ lặp lại 100 năm, vận tốc gió 36,8 m/s (tương đương bão cấp

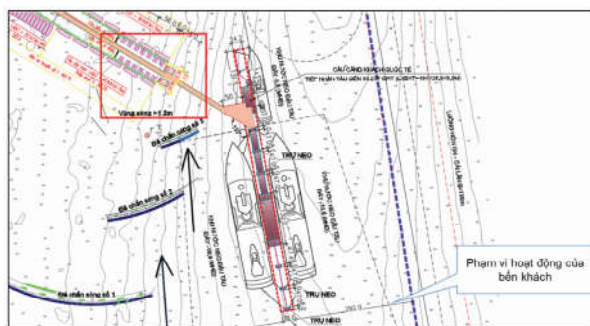
XII) lan truyền đến khu vực dự án với điều kiện địa hình phương án quy hoạch 2. **Bảng 6** mô tả kết quả trích xuất chiều cao sóng theo các hướng sóng bão lan truyền khác nhau đến khu vực dự án.

**Bảng 6: Bảng trích xuất giá trị chiều cao sóng lớn nhất theo mặt bằng quy hoạch 02**

| Điểm | Chiều cao sóng lớn nhất tại điểm tính toán theo hướng sóng tới (m) |         |         |         |         |         | Chiều cao sóng lớn nhất (m) |
|------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
|      | PA2_135                                                            | PA2_150 | PA2_165 | PA2_180 | PA2_195 | PA2_210 |                             |
| 1    | 1,435                                                              | 1,702   | 1,884   | 1,991   | 1,970   | 1,848   | 1,991                       |
| 5    | 1,026                                                              | 1,119   | 1,151   | 1,119   | 1,009   | 0,807   | 1,151                       |
| 10   | 0,840                                                              | 0,854   | 0,811   | 0,723   | 0,580   | 0,416   | 0,854                       |
| 15   | 1,239                                                              | 1,350   | 1,390   | 1,358   | 1,233   | 0,994   | 1,390                       |
| 20   | 1,461                                                              | 1,774   | 2,015   | 2,179   | 2,200   | 2,111   | 2,200                       |
| 25   | 0,803                                                              | 0,858   | 0,864   | 0,821   | 0,717   | 0,556   | 0,864                       |
| 30   | 0,789                                                              | 0,789   | 0,741   | 0,652   | 0,508   | 0,357   | 0,789                       |
| 35   | 0,711                                                              | 0,714   | 0,675   | 0,600   | 0,473   | 0,346   | 0,714                       |
| 40   | 1,217                                                              | 1,309   | 1,337   | 1,298   | 1,166   | 0,926   | 1,337                       |
| 45   | 0,305                                                              | 0,317   | 0,312   | 0,289   | 0,242   | 0,195   | 0,317                       |
| 50   | 0,807                                                              | 0,798   | 0,743   | 0,647   | 0,494   | 0,339   | 0,807                       |
| 55   | 1,133                                                              | 1,119   | 1,053   | 0,936   | 0,732   | 0,463   | 1,133                       |

| Điểm | Chiều cao sóng lớn nhất tại điểm tính toán theo hướng sóng tới (m) |         |         |         |         |         | Chiều cao sóng lớn nhất (m) |
|------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
|      | PA2_135                                                            | PA2_150 | PA2_165 | PA2_180 | PA2_195 | PA2_210 |                             |
| 60   | 0,863                                                              | 0,849   | 0,789   | 0,684   | 0,526   | 0,351   | 0,863                       |
| 65   | 2,420                                                              | 2,469   | 2,385   | 2,172   | 1,792   | 1,313   | 2,469                       |
| 70   | 1,388                                                              | 1,312   | 1,146   | 0,916   | 0,633   | 0,373   | 1,388                       |
| 75   | 1,050                                                              | 1,008   | 0,912   | 0,768   | 0,564   | 0,348   | 1,050                       |
| 80   | 1,145                                                              | 1,052   | 0,886   | 0,680   | 0,439   | 0,255   | 1,145                       |

#### 4.4.3. Nhận xét



Hình 11: Phương án đề xuất điều chỉnh bổ sung ĐCS số 3

Từ các kết quả trong bảng 5 và bảng 6 có thể thấy rằng, các mặt bằng quy hoạch ĐCS đã phát huy đáng kể yêu cầu đặt ra, khi làm suy giảm chiều cao sóng sau đề cho cả trường hợp khai thác trong điều kiện chịu ảnh hưởng của gió mùa cấp VI và gió bão cấp XII. Tuy nhiên còn một số vị trí trong bể cảng tại khu vực D, trong bể cảng có chiều sóng lớn, các tuyến ĐCS chưa phát huy được tại các khu vực này. Vì vậy để đảm bảo an toàn cho tàu thuyền khu vực bể cảng phục vụ neo đậu và làm hàng thì cần thiết phải có bổ sung thêm một tuyến ĐCS số 3, với đề xuất chiều dài khoảng 100m, được thể hiện trong Hình 11.

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu mô phỏng lan truyền sóng bằng phương pháp quan trắc hiện trường kết hợp với mô phỏng mô hình toán MIKE 21SW (mô hình

tổng hợp đã được hiệu chỉnh, kiểm chứng), đã nghiên cứu làm rõ được các vấn đề sau:

Xây dựng và hiệu chỉnh mô hình lan truyền sóng miền rộng cho khu vực Quảng Ninh và mô hình lan truyền sóng chi tiết khu vực Bến khách với bộ số liệu đo đạc mới nhất vào tháng 1 năm 2019. Kết quả kiểm định mô hình cho thấy mô hình MIKE và một mô hình có độ chính xác, tin cậy cao phù hợp cho việc ứng dụng vào nghiên cứu dự báo, mô phỏng các quy luật diễn biến thủy động lực trong vịnh.

Sau khi hiệu chỉnh mô hình, đã mô phỏng đánh giá hiệu quả giảm sóng tiến vào trong bể cảng cho các mặt bằng quy hoạch PA1 và mặt bằng quy hoạch PA2, trong các trường hợp khi khu vực dự án chịu các điều kiện sóng gió mùa tới cấp VI và gió bão với chu kỳ lặp lại 100 năm tương đương cấp XII. Dựa trên các kết quả nghiên cứu này, đã chỉ rõ rằng, mức đảm bảo an toàn cho tàu thuyền hoạt động và khai thác (với điều kiện sóng gió mùa) và trong điều kiện có bão đạt cấp XII của phương án mặt bằng 02 là tốt hơn so với phương án mặt bằng 01.

Tuy nhiên với cả hai mặt bằng quy hoạch (PA1, PA2) vẫn có khoảng 20÷30% diện tích mặt nước (khu vực phần đầu của bến khách–thăng hưởng cửa bể cảng đi vào) chưa đảm bảo yêu cầu cho tàu thuyền hoạt động khai thác (với sóng gió mùa cấp VI trở lên). Khu vực này cũng chưa đảm bảo an toàn cho việc lắp đặt cố định poton, do chiều cao sóng trong bão cấp 12 có thể đạt 1,4÷1,8m theo điều kiện sóng đến (mức đảm bảo an toàn cho việc lắp đặt cố định poton

là sóng <1,2m). Để đảm bảo tối đa an toàn cho tàu thuyền khu vực bề cảng phục vụ neo đậu và làm hàng thì cần thiết phải có bổ sung thêm một tuyến **ĐCS số 3 (hình 11)**, với đề xuất chiều dài tối thiểu của đề chắn sóng này khoảng 100m.

Trong mọi trường hợp khu vực nghiên cứu xuất hiện gió cấp cao hơn cấp VI nên cho dừng mọi hoạt động khai thác trên biển và đưa du thuyền kích thước vừa và nhỏ lên bờ nhằm đảm bảo an toàn neo đậu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công ty cổ phần TVTK giao thông vận tải phía Nam chi nhánh phía Bắc, Mô phỏng lan truyền sóng phục vụ công tác thiết kế, xây dựng đề chắn sóng bến du thuyền cảng khách quốc tế Hòn Gai.
- [2] Công ty CP Tư vấn xây dựng Cảng - Đường thủy, Thiết kế BVTC Dự án Công viên Đại Dương Hạ Long hạng mục: Kè bảo vệ bờ Giai đoạn 2.
- [3] Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Công trình Hàng Hải, Thiết kế bản vẽ thi công dự án: Bến số 1 kết hợp bến du thuyền - cảng khách Quốc tế Hòn Gai
- [4] 22 TCN 222 – 95, Tải trọng và tác động do sóng và do tàu lên công trình thủy.
- [5] TCCS 02:2017/CHHVN, Đề chắn sóng – Yêu cầu thiết kế.
- [6] TCCS 05:2014/CHHVN, Cảng du thuyền – Yêu cầu thiết kế.
- [7] Sổ tay bảo vệ bờ biển của Hải quân Mỹ (Shore Protection Manual).
- [8] DHI MIKE 21 SW Spectral Waves FM Module, User Guide.