

BÁO CÁO NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Xây dựng chương trình tính toán, phân bố điều kiện sóng ngang bờ

I. Đặt vấn đề

Khác với những công trình Thuỷ lợi trong sông, công trình bảo vệ bờ biển phải chịu những tác động thường xuyên và mạnh mẽ của sóng. Chính vì vậy việc tính toán được những thông số của sóng trước chân công trình là yêu cầu bắt buộc để người kỹ sư có thể đưa ra được những biện pháp thiết kế và thi công tối ưu. Chính những thông số sóng này sẽ là một trong những nhân tố quyết định kích thước và quy mô của công trình. Trong giới hạn của đề tài này chúng tôi chỉ đi sâu nghiên cứu một thành phần của sóng đó là Sóng ngang bờ. Đây là thành phần sóng đến gần như vuông góc với bờ và là nguyên nhân chủ yếu gây ra những phá hoại trên mái công trình như sạt lở mái, lồi mất những cấu kiện bảo vệ mái, mất ổn định cục bộ...

Với mục đích xây dựng một mô hình tính toán đơn giản và nhanh chóng chúng tôi đã thực hiện đề tài “Xây dựng chương trình tính toán phân bố điều kiện sóng ngang bờ”. Mô hình được xây dựng để có thể tính toán phân bố các thông số như chiều cao sóng, chiều dài sóng và góc sóng từ vùng nước sâu vào vùng nước nông và đến tận chân công trình.

Nhóm tác giả hy vọng kết quả của đề tài có thể được sử dụng trong công tác giảng dạy ở trường đại học, cũng như phục vụ cho các công trình nghiên cứu khác cần đến các thông số sóng ngang bờ. Trong tương lai chúng tôi sẽ mở rộng phạm vi nghiên cứu của đề tài sang các thành phần khác của sóng, nhằm mục đích hoàn thiện mô hình. Tiến tới xây dựng một bộ công cụ hoàn chỉnh trợ giúp đắc lực cho những kỹ sư công trình Biển trong việc tính toán và thiết kế những công trình ven biển.

II. Cơ sở lý thuyết của mô hình dự báo sóng

Để xây dựng mô hình “xây dựng chương trình tính toán, phân bố điều kiện sóng ngang bờ”. Công cụ chính đó là dùng ngôn ngữ lập trình Visual 2005, và những kiến thức về *sóng gió, kỹ thuật bờ biển, hình thái bờ biển, công trình bảo vệ bờ biển*. Và hơn nữa là những kiến thức thu nhận được qua thực nghiệm ngoài thực tế cũng như những kiến thức trong quá trình học tập. Ngoài ra còn tham khảo tài liệu mô hình SBEACH của hải quân Mỹ và một số phần mềm tính sóng khác. Phần cơ sở lý thuyết gồm 2 phần chính :

1. Quá trình hình thành và biến đổi khi sóng tiến vào bờ.

Sóng là loại dao động có chu kỳ tại một nơi có cột nước, có vận tốc và có áp lực. Nhưng sóng chúng ta nghiên cứu ở đây chỉ là sóng do gió gây ra. Sóng được hình thành ngoài biển khơi do gió . Sóng lớn dần lên khi nó tiến vào bờ, và mang theo nó là một năng lượng rất lớn .Sóng không làm các hạt nước chuyển động mà sóng chỉ truyền dao động cho chúng tại 1 vị trí (dao động lên xuống). Dao động được truyền đi hình thành nên sóng nước. Khi sóng tiến lại gần bờ do độ sâu nước thay đổi nên các thông số sóng cũng thay đổi, cụ thể: Tốc độ truyền sóng (C) và bước sóng (L) giảm , chiều cao sóng giảm (H_s), góc sóng đến cũng giảm (θ). Chỉ có chu kỳ sóng là không đổi (T). Các thông số sóng thay đổi do hiện tượng “hiệu ứng nước nông”. Hiện tượng khi sóng tiến lại gần bờ do ma sát đáy làm cho chiều cao sóng giảm, tốc độ truyền sóng giảm và mực nước thì tăng lên đáng kể. Chiều cao sóng giảm năng lượng sóng không đổi dẫn đến sóng bị vỡ để giải phóng năng lượng, hình thành nên hiện tượng sóng vỡ.

Khi sóng tiến vào bờ ngoài ảnh hưởng của hiệu ứng nước nông sóng còn chịu ảnh hưởng của hiện tượng nhiễu xạ, khúc xạ .Hiện tượng khúc xạ là hiện tượng khi sóng vỡ gặp địa hình đường bờ không thẳng sẽ xảy ra hiện tượng các

tia sóng tiến vào bờ theo phương vuông góc với đường bờ, tại mỗi điểm với độ cao khác nhau. Chính vì hiện tượng này mà góc sóng tới vùng nước nông sẽ giảm dần. Hiện tượng nhiễu xạ trên đường sóng truyền khi gặp trướng ngại vật như đê phá sóng hoặc các đảo ngoài bờ nó có thể bị phản xạ, nhưng đỉnh sóng cũng uốn cong xung quanh chướng ngại vật và xâm nhập vào phía khuất của chướng ngại vật. Hiện tượng này gọi là hiện tượng nhiễu xạ.

Về nguyên tắc, sóng dịch chuyển không ngừng, nhưng tường đê hay bờ biển sẽ chặn sóng lại dưới hình thức sóng phản xạ hoặc hấp thụ sóng. Sóng tới sẽ bị phản xạ trở lại và chiều cao sóng là tổng hợp của sóng tiến và sóng phản xạ. Dẫn tới hiện tượng sóng đứng với chiều cao bằng hai lần chiều cao sóng tới.

Đặc trưng của sóng ngang bờ là khi đi từ vùng sâu đến vùng sóng vỡ luôn tuân theo lý thuyết sóng tuyến tính. Điểm sóng vỡ phụ thuộc vào độ dốc sóng nước sâu và độ dốc đáy biển. Chiều cao sóng từ điểm sóng vỡ đến bờ được tính theo mô hình khái quát hoá của Dailly, Dean, Dalrymple (1984, 1985). [1]

2) Các Phương trình mô tả các đặc trưng biến đổi của sóng

Khái quát hoá mô hình sóng vỡ và tiêu tán năng lượng khi sóng tiến vào bờ của Dailly, Dean, Dalrymple (1984,1985). Phương trình hai chiều về bảo toàn động lượng tổng hợp

$$\frac{\partial}{\partial x}(F \cdot \cos \theta) + \frac{\partial}{\partial y}(F \sin \theta) = \frac{K}{d}(F - F_s)$$

(1)

F: Thông lượng sóng.

K: Hệ số suy giảm sóng.

d : Độ sâu nước bao gồm cả độ sâu nước dềnh.

F_s: Thông năng sóng ổn định.

$$\text{Với } d = h + \eta \quad (2)$$

h: Độ sâu tại điểm ta xét tính từ đáy .

η : Độ cao sóng dềnh.

$$F = E.C_g \quad (3)$$

Trong đó:

E : Mật độ năng lượng sóng.

C_g : Tốc độ nhóm sóng.

$$E = \frac{1}{8} \rho . g . H^2$$

(4)

ρ : Khối lượng riêng của nước..

H : Chiều cao sóng.

Giả thiết điều kiện thuỷ lực là giống nhau dọc theo trục y khi đó pt(1) viết lại như sau:

$$\frac{d}{dx}(F \cos \theta) = \frac{k}{d}(F - F_s) \quad (5)$$

Tốc độ nhóm sóng có liên quan đến tốc độ tức thời C của sóng thông qua 1 tỷ lệ (n). Với n là hàm số phụ thuộc vào độ sâu nước, chiều dài sóng và chu kỳ

$$C_g = n.C \quad (6)$$

$$C = C_0 . \tanh \left[\frac{2\pi d}{L} \right] \quad (7)$$

$$C_0 = \frac{gT_p}{2\pi} \quad (8)$$

C_0 : Tốc độ truyền sóng ban đầu.

Hệ số suy giảm sóng kiểm soát tốc độ tiêu tán sóng, trong khi động lượng sóng ổn định quyết định tổng năng lượng tiêu tán. Để có thể đạt đến trạng thái ổn định để hiện tượng vỡ xảy ra.

$$F_s = E_s . C_g \quad (9)$$

E_s : Năng lượng sóng mật độ ổn định.

$$H_s = \Gamma \cdot d \quad (10)$$

Γ : hệ số chiều cao sóng ổn định.

H_s : Chiều cao sóng hiệu quả.

Qua nghiên cứu thực hiện trên mô hình vật lý người ta đã đề xuất các giá

trị k và Γ như sau:

$$\begin{cases} k = 0,5 \\ \Gamma = 0,4 \end{cases}$$

Giới hạn sóng vỡ:

$$[\gamma] = 1,14 \cdot \xi^{0,21} \quad (11)$$

γ : Chỉ số vỡ: $\gamma_b = \frac{H_b}{h_b}$ (12)

ξ : Chỉ số Irribaren.

$$\xi = \frac{tg\beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} \quad (13)$$

$tg\beta$: Độ dốc đáy biển từ điểm sóng vỡ ra phía biển.

Đối với độ dềnh tại mặt cắt ban đầu ta có thể dụng công thức sau:

$$\eta = - \frac{\pi H^2}{4L \sinh\left(\frac{4\pi d}{L}\right)} \quad (14)$$

Năng lượng sóng tiêu tán trên 1 đơn vị thể tích nước.

$$D = \frac{1}{d} \cdot \frac{d}{dx} \cdot (F \cdot \cos \theta) \quad (15)$$

Dùng phương trình (5) viết lại phương trình (15) như sau:

$$D = \frac{K}{d^2} \cdot (F - F_s)$$

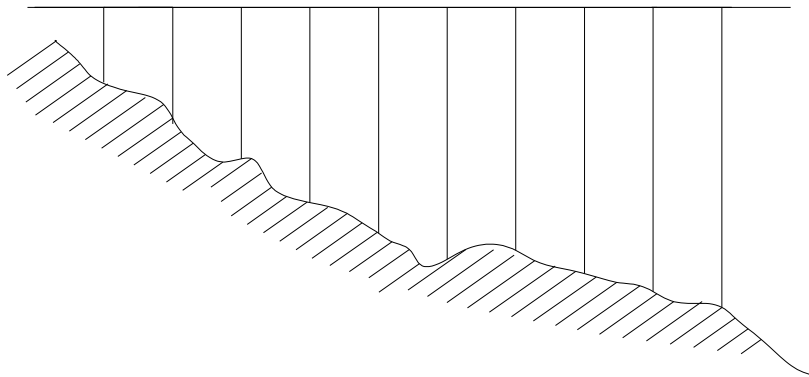
(16)

Với phần cơ sở lý thuyết và các công thức được giới thiệu ở trên chúng ta đi vào bài toán cụ thể tính toán các thông số sóng cho một mặt cắt bất kỳ trên biển từ những số liệu về một mặt cắt đã cho.

III. Tính toán chi tiết bằng phương pháp sai phân hữu hạn

Bài toán được đặt ra ở đây là: Xác định các thông số sóng bất kỳ (L , θ , H_s) của một mặt cắt khi biết các thông số sóng tại một cắt biên phía biển cho trước.

Giả sử ta có một mặt cắt bất kỳ như hình vẽ (hình 1).



Hình 1

Tại mặt cắt $[q_i]$ ta có các thông số ban đầu là:

H_{s0} : Chiều cao sóng hiệu quả.

θ_0 : Góc sóng đến.

L : Chiều dài sóng.

Ta chia mặt cắt thành các mặt cắt đều nhau có khoảng cách là các đoạn Δx . Ta lập ra được một chuỗi các mặt cắt liên tiếp từ mặt cắt ban đầu.

Giả sử ta có 2 mặt cắt $[q_i]$ và $[q_{i-1}]$ là hai mặt cắt liên tiếp, trong đó các thông số của mặt cắt $[q_i]$ đã biết ta cần tính các thông số của mặt cắt $[q_{i-1}]$.

Tính chiều cao sóng L

Ta có theo công thức (8)

$$C = C_0 \cdot \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right] \quad (8)$$

với $C = \frac{L}{T}$ thay vào (8)

$$\text{Ta có :} \quad \frac{L}{T} = \frac{L_0}{T} \cdot \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$$

Giản ước hai vế ta thu được:

$$L = L_0 \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (17)$$

Ta có độ sâu nước bao gồm cả nước dềnh:

$$d = d_i = h_i + \eta_{i-1}$$

Trong đó:

$$L_0 = L_1.$$

$$L = L_{i-1}.$$

Thay vào (17) ta có

$$L_{i-1} = L_i \tanh\left(\frac{2\pi d_i}{L_1}\right) \quad (18)$$

Trong đó

$$\eta_i = -\frac{\pi H_{Si}^2}{4L_i \sinh\left(\frac{4\pi d_i}{L_i}\right)} \quad (19)$$

Tính η_i bằng phương pháp lặp.

Nhưng trong thực tế tính toán n_i rất bé so với h (độ sâu nước biển) nên tại mặt cắt xa nhất với biển ta coi $n_i = 0$. Điều này suy ra $d = d_i = h_i$. (Hoặc tính n_i tại mặt cắt xa nhất phía biển theo công thức (14)).
[2]

Sau đó thay vào công thức (17) và lại sử dụng phương pháp lặp ta tính được L_1 .

(Với trường hợp đầu tiên ta lấy n_i là độ cao sóng leo xấp xỉ bằng 0 nhưng với mặt cắt tiếp theo ta phải dùng công thức (26)).
[3]

Tính lặp để xác định chiều dài L , vì $L_{i-1} < L_i$ nên bắt đầu lặp bằng từ chiều dài L_i

- bước 1 : giả thiết $L_{i-1}^* = L_{i-1} - \Delta L$ (khi bắt đầu lấy $L_{i-1}^* = L_i$, ΔL có thể lấy = 0,1 m hoặc nhỏ hơn)

- bước 2 : thay vào (17) để tính lại L_i như sau (chú ý phải là L_0 ở tích về phải)

$$L_{i-1} = L_i \tanh\left(\frac{2\pi d_i}{L_{i-1}^*}\right) \quad (20)$$

- bước 3: so sánh cho đến khi $L_{i-1}^* \approx L_{i-1}$ thì dừng, nếu không quay lại bước đầu.

Tính góc sóng đến θ_i

Sau khi đã có L_{i-1} , và L_i thay vào công thức sau để tính góc sóng đến tại mặt cắt $[q_{i-1}]$.

$$\theta_{i-1} = \arcsin\left[\frac{L_1}{L_2} \sin \theta_i\right] \quad (21)$$

Với các giá trị tính được ở trên ta dễ dàng tính được góc sóng tới θ_{i-1}

Tính chiều cao sóng H_{Si} :

Sử dụng công thức:

$$H_i = \left[\frac{8.F_i}{\rho.g.C_{gi}} \right]^{0.5} \quad (22)$$

Trong đó:

$$F_i = \frac{1}{\cos \theta_i + 0,5.A_{Ci}} [F_{i-1}(\cos \theta_{i-1} - 0,5.A_{Ci}) + A_{Ci}.F_{Si}] \quad (23)$$

$A_{C(i-1)}$, $F_{S(i-1)}$, và F_i được tính theo những công thức sau:

$$A_{Ci} = \frac{K.\Delta x}{h_i + \eta_{i-1}} \quad (24)$$

$$F_{S(i-1)} = \frac{1}{8} \rho.g [r(h_{i-1} + \eta_i)]^2 \frac{C_{g(i-1)} + C_{gi}}{2} \quad (25)$$

$$F_i = E_i C_{gi} \quad (10')$$

$$E_i = \frac{1}{8} \rho.g.H_{Si}^2 \quad (4')$$

$$C_{gi} = n.C_i$$

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{\frac{2\pi d_i}{L_i}}{\sinh\left(\frac{2\pi d_i}{L_i}\right)} \right] \quad (7')$$

$$C_i = L_i/T$$

Ngoài ra để tính độ cao nước dềnh tại mặt cắt $[q_{i-1}]$ ta sử dụng công thức

$$\eta_{i-1} = \eta_i + \frac{(S_{xx})_i - (S_{xx})_{i-1}}{\rho.g.(h_{i-1} + \eta_i)} \quad (26)$$

Trong đó

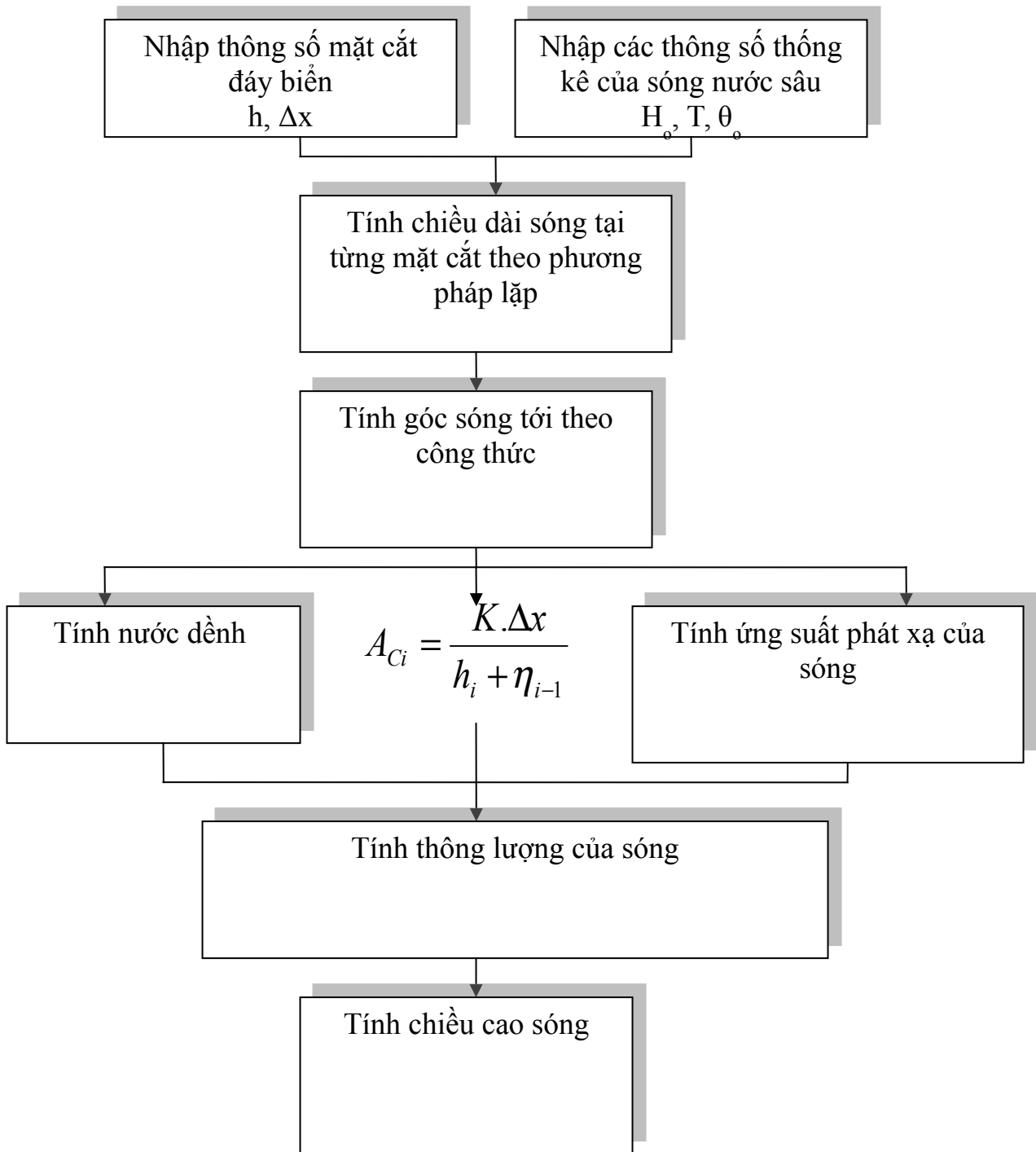
$$(S_{xx})_i = \frac{1}{8} \rho.g.H_{Si}^2 \left[n(\cos^2 \theta + 1) - \frac{1}{2} \right] \quad (27)$$

Sau khi tính toán ra các thông số thay vào (22) ta sẽ có được độ cao sóng tại mặt cắt q_{i-1}

Vậy với trình tự tính như trên ta đã giải quyết được bài toán đặt ra ban đầu. Và tính tương tự cho các mặt cắt liên tiếp, ta sẽ xác định được các thông số thống kê của sóng tại các mặt cắt, trong lưới điểm mà ta đã chia khi bắt đầu tính.

Với phương pháp tính như trên sau khi thu được các thông số của từng mặt cắt từ đó ta có thể vẽ được đồ thị biểu diễn sự thay đổi của các thống số sóng khi sóng tiến vào bờ. Đó cũng là mục đích để xây dựng chương trình tính toán và phân bố điều kiện sóng ngang bờ. Nhờ mô hình mà ta có thể đưa ra ngay được kết quả và đồ thị biểu diễn sự thay đổi đó, mà không cần phải tiến hành tính toán từng bước phức tạp như trình bày ở trên.

IV. Sơ đồ khối tóm tắt các công đoạn lập trình



V. So sánh chương trình với các chương trình tính sóng khác

Sử dụng số liệu thí nghiệm M1263-III-Test 2 do Delft Hydraulics tiến hành (năm 1992) làm số liệu đầu vào cho chương trình Wave transform và Wadibe.

Số liệu mặt cắt đáy : (Phụ lục 1)

Điều kiện sóng tại biên phía biển

Chiều cao sóng nước sâu : $H_{so} = 1.7m$

Tần số sóng : $T_p = 5.4m$

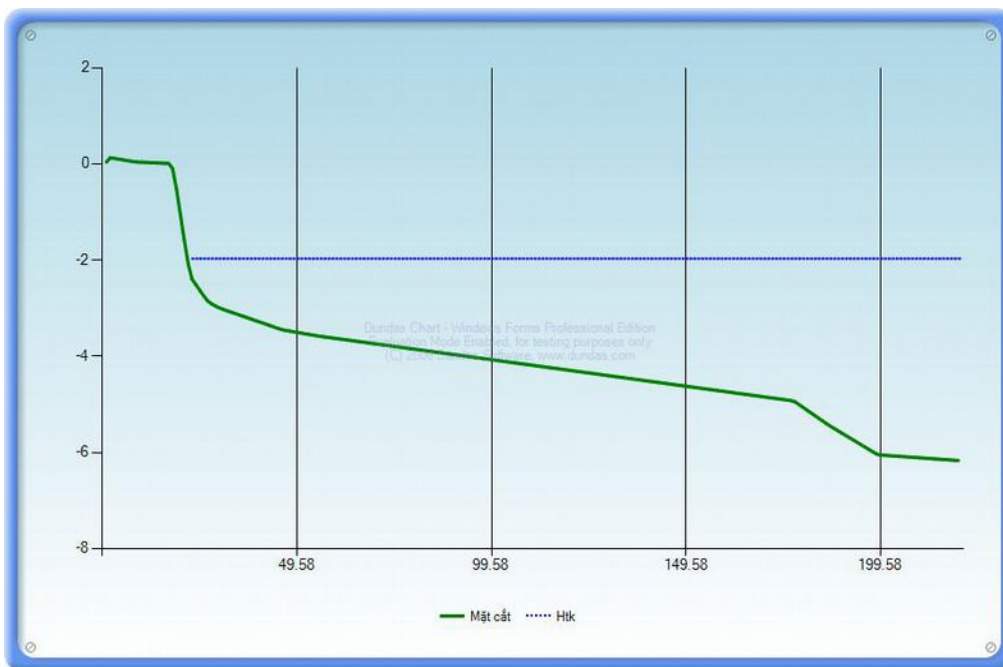
Cao trình mực nước : $H_{tk} = 4.2m$

1. Kết quả thu được sau khi cho chạy chương trình Wave transform

Cũng với số liệu đầu vào như trên. Tuy nhiên chương trình Wave transform sử dụng hệ toạ độ lấy chiều sâu của đáy làm chiều dương. Chính vì vậy ta cần phải đổi gốc toạ độ của số liệu đầu vào trước khi cho chương trình tính toán. Số liệu của mặt cắt sau khi chuyển trục được trình bày trong *Phụ lục 2*. Ở đây ta chọn gốc toạ độ là tại điểm đầu tiên của mặt cắt phía đất liền.

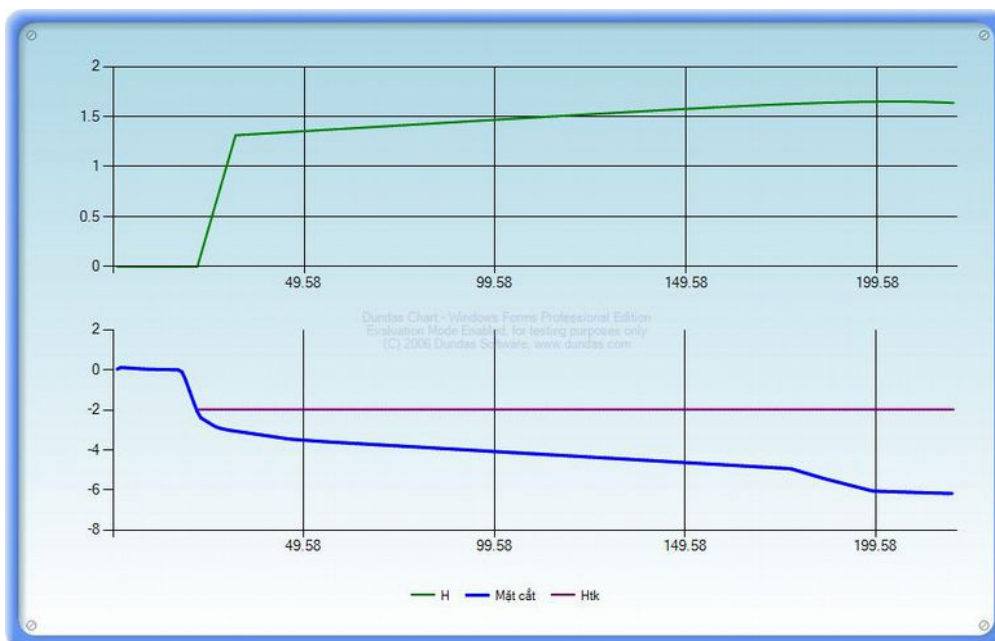
Khi đó mực nước thiết kế sẽ là : $H_{tk} = -1.97m$

Chương trình sẽ tính toán truyền các thông số sóng từ nước sâu vào tới trước chân công trình. Các thông số mà chương trình sẽ tính toán đó là: chiều cao sóng H_s , chiều dài sóng (bước sóng) L và góc sóng đến θ .

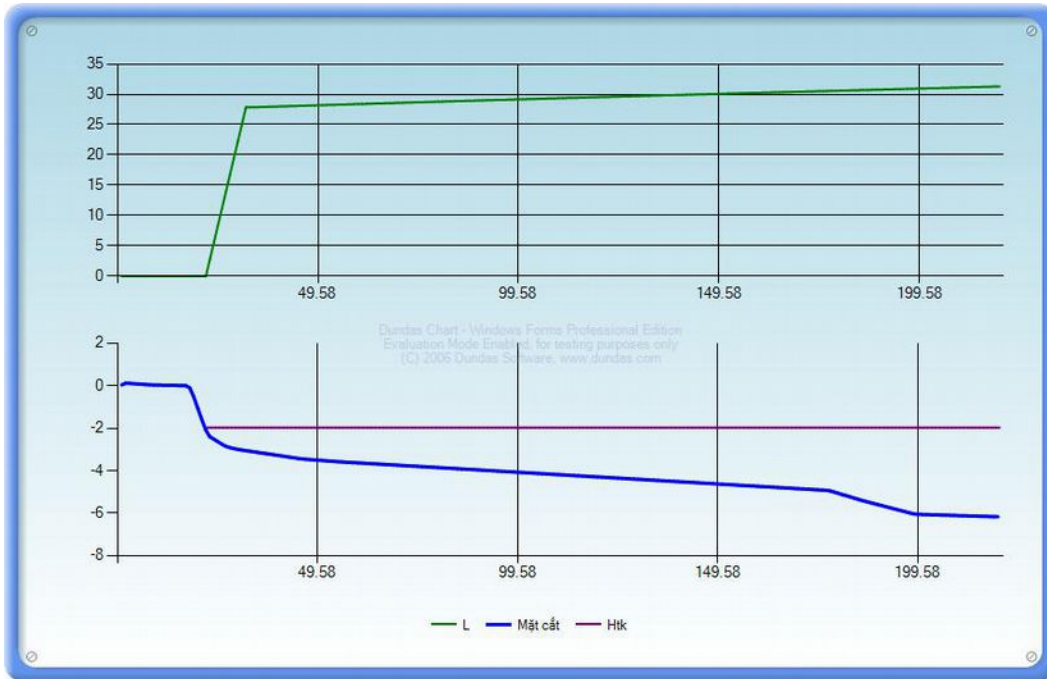


Hình 1 _ Mặt cắt đáy được vẽ lại bằng Wave transform

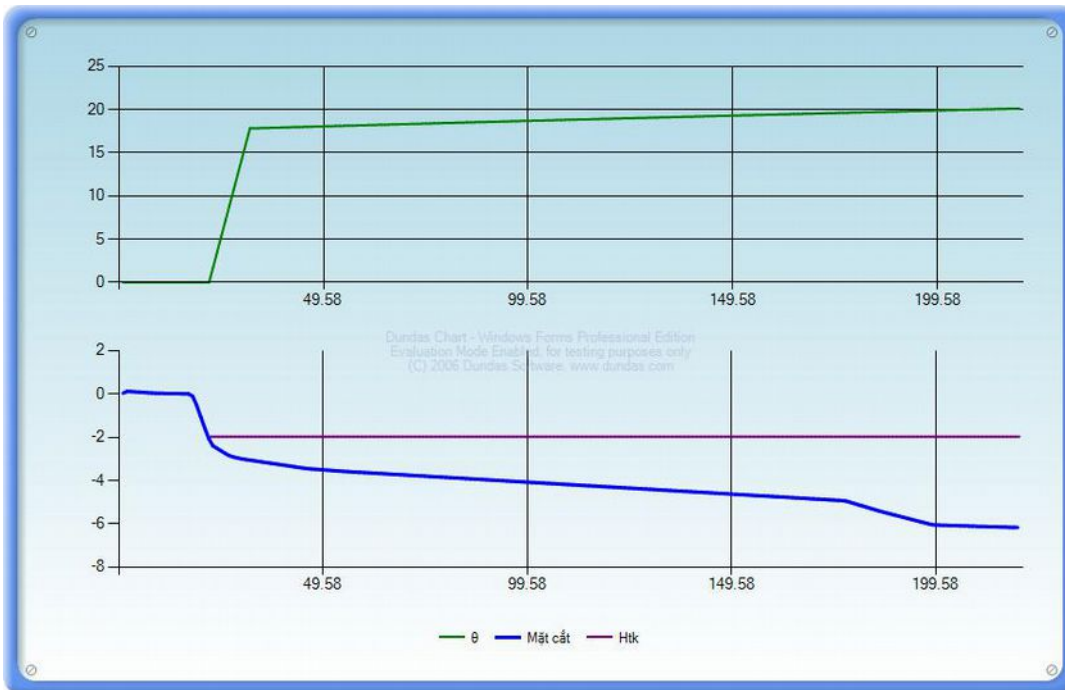
Sau khi tính toán chương trình cho kết quả phân bố chiều cao sóng H_s , chiều dài sóng L và góc sóng đến θ (Phụ lục 3) và đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi của H_s , L , θ .



Hình 2 _ Đồ thị biến đổi của chiều cao sóng H_s

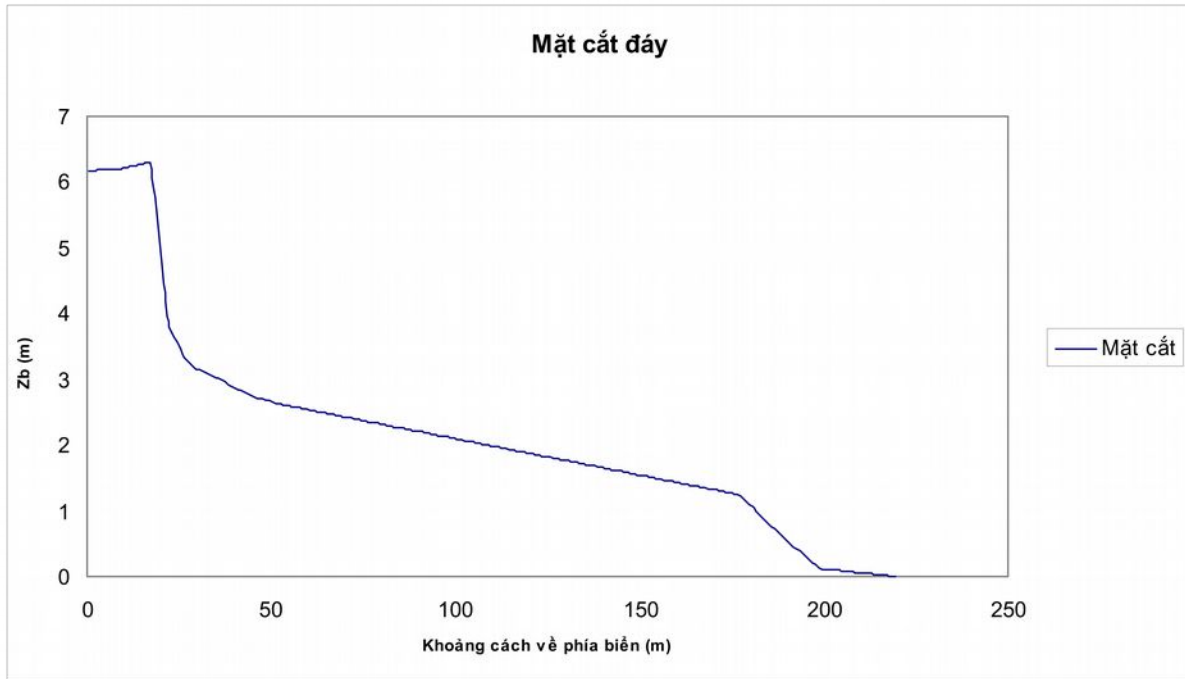


Hình 3 _ Đồ thị biến đổi chiều dài sóng L



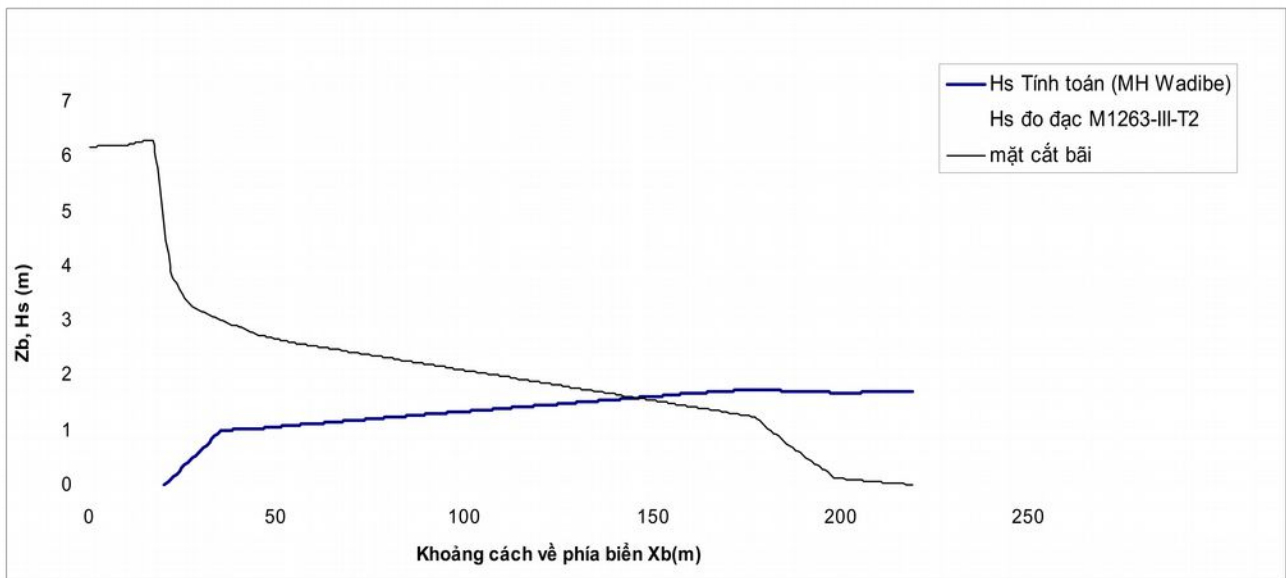
Hình 4 _ Đồ thị biến đổi của góc sóng đến θ

2. Kết quả thu được sau khi cho chạy chương trình Wadibe



Hình 5 _ Mặt cắt đáy được vẽ bằng Wadibe

Từ số liệu trên chương trình đã vẽ được đồ thị thể hiện sự thay đổi của H_s được trình bày trong Phụ lục 4



Hình 6 _ Biểu đồ biến đổi của chiều cao sóng được tính bằng Wadibe

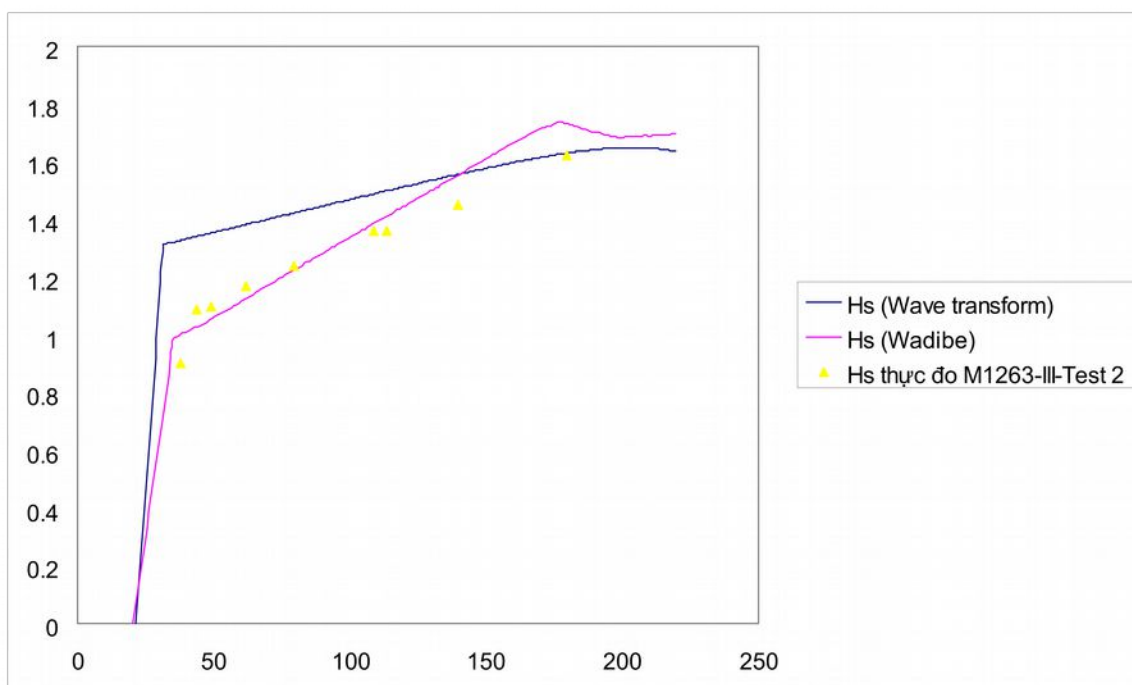
3. So sánh kết quả của 2 chương trình với kết quả thực đo tại máng sóng.

Trong thí nghiệm M1263-III-Test 2 chiều cao sóng thực tế đo được tại máng sóng như sau:

Xb	Hs đo
37.89	0.9
43.75	1.09
48.84	1.1
61.98	1.17
79.35	1.24
108.61	1.36
113.7	1.36
139.58	1.45
179.58	1.62

Bảng 1 _ Số liệu thực đo chiều cao sóng tại máng sóng

Biểu đồ so sánh sự biến đổi của H_s tính được bằng cả 2 chương trình



Hình 7 _ Kết quả tính toán bằng 2 chương trình so với kết quả thực đo

Nhận xét:

VI. Ứng dụng chương trình để phân tích ảnh hưởng của bãi đến chiều cao sóng trước chân công trình.

Trong phần này chúng ta sử dụng một mặt cắt có bãi và tiến hành cho những thông số sóng nước sâu khác nhau vào chương trình để theo dõi những ảnh hưởng của bãi lên chiều cao sóng. Bằng cách so sánh chiều cao sóng trước chân công trình ta có thể đánh giá được ảnh hưởng của bãi.

Số liệu mặt cắt có bãi như sau

Với mực nước thiết kế $H_{tk} = -1.97m$

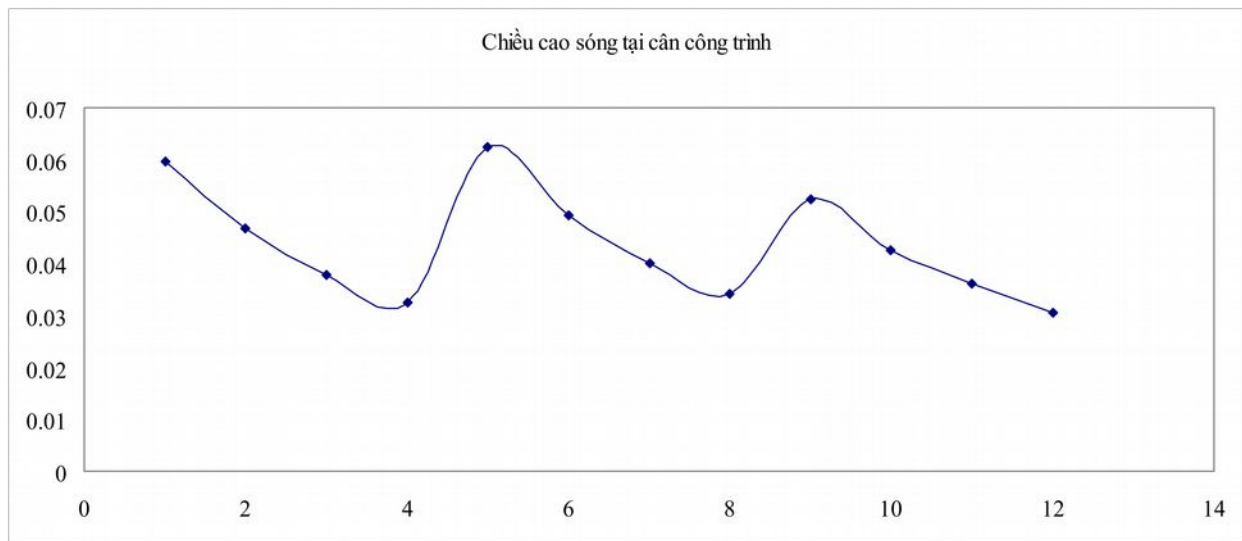
Xb	Zb
755	-17
235	-7
35	-5
10	0

Bảng 2 _ Số liệu đầu vào của mặt cắt có bãi

Lần lượt thay thế các thông số sóng cho mỗi lần

Lần	Hs (m)	Tp (s)	Hs chân
1	5	6	0.059508015
2	5	7	0.046805214
3	5	8	0.037922795
4	5	9	0.032400298
5	6	6	0.062576035
6	6	7	0.049364672
7	6	8	0.040002102
8	6	9	0.03413541
9	7	7	0.052371217
10	7	8	0.042439997
11	7	9	0.036170717
12	7	10	0.030582939

Bảng 3 _ Chiều cao sóng ứng với từng trường hợp đầu vào



Hình 8 _ Chiều cao sóng trước chân công trình

Nhận xét

Biểu đồ cho thấy dù chiều cao sóng nước sâu có cao thế nào, sau khi sóng truyền qua bãi chiều cao sóng tại chân công trình cũng không thể cao hơn 1m. Trong khi đó độ sâu nước tại bãi biến thiên từ 5 – 3 m.

Qua đây ta có thể thấy được ảnh hưởng của bãi lên công trình là rất mạnh mẽ

VII. Kết Luận và kiến nghị.

-

VIII. Tài Liệu Tham Khảo.

[1]:

[2]:

[3]:

Phần phụ lục

Phụ lục 2 _ Số liệu mặt cắt sau khi đã đổi trục tọa độ phù hợp với chương trình Wave transform

Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)
219.58	6.171104	189.54053	5.596267	159.5010643	4.734914	129.4616	4.403244331	99.4221286
218.578684	6.165307	188.53922	5.547346	158.4997487	4.723859	128.4603	4.392188667	98.42081301
217.577369	6.159511	187.5379	5.498424	157.4984331	4.712803	127.459	4.381133002	97.41949741
216.576053	6.153715	186.53659	5.449503	156.4971175	4.701747	126.4576	4.370077338	96.41818182
215.574738	6.147918	185.53527	5.395967	155.4958019	4.690692	125.4563	4.359021674	95.41686622
214.573422	6.142122	184.53395	5.33965	154.4944863	4.679636	124.455	4.34796601	94.41555063
213.572106	6.136326	183.53264	5.283333	153.4931707	4.66858	123.4537	4.336910346	93.41423503
212.570791	6.130529	182.53132	5.227016	152.4918551	4.657525	122.4524	4.325854682	92.41291944
211.569475	6.124733	181.53001	5.170699	151.4905395	4.646469	121.4511	4.314799018	91.41160384
210.56816	6.118937	180.52869	5.114382	150.4892239	4.635413	120.4498	4.303743354	90.41028825
209.566844	6.11314	179.52738	5.058065	149.4879084	4.624358	119.4484	4.292687689	89.40897265
208.565528	6.107344	178.52606	5.001748	148.4865928	4.613302	118.4471	4.281632025	88.40765706
207.564213	6.101548	177.52475	4.945431	147.4852772	4.602246	117.4458	4.270576361	87.40634146
206.562897	6.095751	176.52343	4.922861	146.4839616	4.591191	116.4445	4.259520697	86.40502587
205.561582	6.089955	175.52211	4.911805	145.482646	4.580135	115.4432	4.248465033	85.40371027
204.560266	6.084159	174.5208	4.900749	144.4813304	4.569079	114.4419	4.237409369	84.40239468
203.55895	6.078362	173.51948	4.889694	143.4800148	4.558024	113.4405	4.226353705	83.40107908
202.557635	6.072566	172.51817	4.878638	142.4786992	4.546968	112.4392	4.21529804	82.39976349
201.556319	6.06677	171.51685	4.867582	141.4773836	4.535912	111.4379	4.204242376	81.39844789
200.555004	6.060973	170.51554	4.856527	140.476068	4.524857	110.4366	4.193186712	80.3971323
199.553688	6.055177	169.51422	4.845471	139.4747524	4.513801	109.4353	4.182131048	79.3958167
198.552373	6.036562	168.5129	4.834415	138.4734368	4.502745	108.434	4.171075384	78.39450111
197.551057	5.987641	167.51159	4.82336	137.4721212	4.49169	107.4327	4.16001972	77.39318551
196.549741	5.938719	166.51027	4.812304	136.4708056	4.480634	106.4313	4.148964056	76.39186992
195.548426	5.889797	165.50896	4.801248	135.46949	4.469578	105.43	4.137908392	75.39055432
194.54711	5.840876	164.50764	4.790193	134.4681744	4.458523	104.4287	4.126852727	74.38923873
193.545795	5.791954	163.50633	4.779137	133.4668588	4.447467	103.4274	4.115797063	73.38792313
192.544479	5.743032	162.50501	4.768081	132.4655432	4.436411	102.4261	4.104741399	72.38660754
191.543163	5.694111	161.5037	4.757026	131.4642276	4.425356	101.4248	4.093685735	71.38529194
190.541848	5.645189	160.50238	4.74597	130.462912	4.4143	100.4234	4.082630071	70.38397635

Phụ lục 2 _ Số liệu mặt cắt sau khi đã đổi trục toạ độ phù hợp với chương trình Wave transform (tiếp)

Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)	Zb (m)	Hs (m)
4.071574407	69.38266075	3.739904	39.34319	3.272341	9.303725	-0.03029
4.060518743	68.38134516	3.728849	38.34188	3.244182	8.302409	-0.03407
4.049463079	67.38002956	3.717793	37.34056	3.216024	7.301094	-0.03786
4.038407414	66.37871397	3.706737	36.33925	3.188009	6.299778	-0.04855
4.02735175	65.37739837	3.695682	35.33793	3.160156	5.298463	-0.06186
4.016296086	64.37608278	3.684626	34.33661	3.132303	4.297147	-0.07518
4.005240422	63.37476718	3.67357	33.3353	3.10445	3.295831	-0.08849
3.994184758	62.37345159	3.662515	32.33398	3.076597	2.294516	-0.1018
3.983129094	61.37213599	3.651459	31.33267	3.048744	1.2932	-0.11511
3.97207343	60.3708204	3.640404	30.33135	3.020891	0.291885	-0.12842
3.961017765	59.3695048	3.629348	29.33004	2.988369		
3.949962101	58.36818921	3.618292	28.32872	2.944392		
3.938906437	57.36687361	3.607237	27.32741	2.900415		
3.927850773	56.36555802	3.596181	26.32609	2.83241		
3.916795109	55.36424242	3.585125	25.32477	2.716378		
3.905739445	54.36292683	3.572198	24.32346	2.600346		
3.894683781	53.36161123	3.558201	23.32214	2.484313		
3.883628117	52.36029564	3.544204	22.32083	2.368281		
3.872572452	51.35898004	3.530208	21.31951	1.971104		
3.861516788	50.35766445	3.516211	20.3182	1.441375		
3.850461124	49.35634885	3.502214	19.31688	0.911647		
3.83940546	48.35503326	3.488217	18.31557	0.381919		
3.828349796	47.35371766	3.47422	17.31425	0		
3.817294132	46.35240207	3.460223	16.31293	-0.00379		
3.806238468	45.35108647	3.441292	15.31162	-0.00757		
3.795182804	44.34977088	3.413133	14.3103	-0.01136		
3.784127139	43.34845528	3.384975	13.30899	-0.01514		
3.773071475	42.34713969	3.356816	12.30767	-0.01893		
3.762015811	41.34582409	3.328658	11.30636	-0.02271		
3.750960147	40.3445085	3.300499	10.30504	-0.0265		

Phụ lục 4 _ Kết quả tính phân bố sóng theo chương trình Wadibe

Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)	Xb (m)	Hs (m)
20.3182	0	50.35766	1.060868	80.39713	1.228936	110.4366	1.396393	140.4761	1.556907	170.5155	1.716781	200.555	1.684368
21.31951	0.065711	51.35898	1.065935	81.39845	1.236251	111.4379	1.400375	141.4774	1.563972	171.5169	1.718667	201.5563	1.685556
22.32083	0.131422	52.3603	1.070934	82.39976	1.240607	112.4392	1.407505	142.4787	1.567726	172.5182	1.723853	202.5576	1.686745
23.32214	0.197132	53.36161	1.078719	83.40108	1.247937	113.4405	1.411479	143.48	1.574798	173.5195	1.725354	203.559	1.687934
24.32346	0.262843	54.36293	1.083641	84.40239	1.25229	114.4419	1.415402	144.4813	1.581939	174.5208	1.730147	204.5603	1.686088
25.32477	0.328554	55.36424	1.088491	85.40371	1.256584	115.4432	1.422473	145.4826	1.585692	175.5221	1.731265	205.5616	1.687248
26.32609	0.394265	56.36556	1.09326	86.40503	1.263867	116.4445	1.426378	146.484	1.5928	176.5234	1.735676	206.5629	1.688394
27.32741	0.459976	57.36687	1.100843	87.40634	1.268102	117.4458	1.433452	147.4853	1.596546	177.5247	1.736662	207.5642	1.689541
28.32872	0.525686	58.36819	1.105618	88.40766	1.275334	118.4471	1.437348	148.4866	1.60366	178.5261	1.734672	208.5655	1.690689
29.33004	0.591397	59.3695	1.110335	89.40897	1.279566	119.4484	1.444426	149.4879	1.6074	179.5274	1.732448	209.5668	1.688803
30.33135	0.657108	60.37082	1.117876	90.41029	1.28681	120.4498	1.448312	150.4892	1.614519	180.5287	1.729967	210.5682	1.689922
31.33267	0.722819	61.37214	1.122598	91.4116	1.29103	121.4511	1.455393	151.4905	1.618262	181.53	1.727306	211.5695	1.691041
32.33398	0.78853	62.37345	1.127261	92.41292	1.295197	122.4524	1.459277	152.4919	1.625386	182.5313	1.724471	212.5708	1.692161
33.3353	0.85424	63.37477	1.134766	93.41424	1.302387	123.4537	1.46636	153.4932	1.629116	183.5326	1.721496	213.5721	1.693281
34.33661	0.919951	64.37608	1.139425	94.41555	1.306542	124.455	1.470191	154.4945	1.636233	184.534	1.718388	214.5734	1.694387
35.33793	0.985662	65.3774	1.146952	95.41687	1.313734	125.4563	1.477233	155.4958	1.639922	185.5353	1.715146	215.5747	1.692475
36.33925	0.99163	66.37871	1.151614	96.41818	1.317884	126.4576	1.481052	156.4971	1.646997	186.5366	1.711743	216.5761	1.693567
37.34056	0.997169	67.38003	1.156223	97.4195	1.325086	127.459	1.488095	157.4984	1.650619	187.5379	1.708165	217.5774	1.694644
38.34188	1.005261	68.38135	1.16371	98.42081	1.32923	128.4603	1.491903	158.4997	1.657609	188.5392	1.704509	218.5787	1.695722
39.34319	1.010008	69.38266	1.16832	99.42213	1.336442	129.4616	1.498946	159.5011	1.664605	189.5405	1.703975	219.58	1.6968
40.34451	1.014401	70.38398	1.172814	100.4234	1.34058	130.4629	1.502742	160.5024	1.668095	190.5418	1.700942		
41.34582	1.018457	71.38529	1.180202	101.4248	1.344654	131.4642	1.509795	161.5037	1.67494	191.5432	1.700926		
42.34714	1.022206	72.38661	1.184689	102.4261	1.351806	132.4655	1.513588	162.505	1.678246	192.5445	1.697619		
43.34846	1.025668	73.38792	1.192088	103.4274	1.355873	133.4669	1.520641	163.5063	1.684893	193.5458	1.694188		
44.34977	1.028783	74.38924	1.196575	104.4287	1.363033	134.4682	1.524421	164.5076	1.687976	194.5471	1.693729		
45.35109	1.034494	75.39055	1.201007	105.43	1.367048	135.4695	1.531482	165.509	1.694384	195.5484	1.690085		
46.3524	1.037164	76.39187	1.208357	106.4313	1.37416	136.4708	1.535258	166.5103	1.69708	196.5497	1.689416		
47.35372	1.045231	77.39319	1.212781	107.4327	1.378159	137.4721	1.542318	167.5116	1.70308	197.5511	1.685596		
48.35503	1.050518	78.3945	1.220148	108.434	1.385277	138.4734	1.546081	168.5129	1.708976	198.5524	1.684728		
49.35635	1.055729	79.39582	1.224571	109.4353	1.389268	139.4748	1.553148	169.5142	1.711223	199.5537	1.683181		