

Đồ án môn học  
Hình thái bờ biển

Khoa Kỹ thuật biển, trường Đại học thủy lợi

Ngày 22 tháng 10 năm 2017

Khoa Kỹ thuật biển: Tầng 3 nhà C1

Trường Đại học thủy lợi

Số 175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

email: [ktb@tlu.edu.vn](mailto:ktb@tlu.edu.vn)

web: [www.coastal.tlu.edu.vn](http://www.coastal.tlu.edu.vn)

Biên soạn: GV Nguyễn Quang Chiến

Phụ trách môn học: PGS Trần Thanh Tùng

Sắp chữ điện tử bằng L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Yêu cầu

- Nhóm sinh viên cần chuẩn bị máy tính laptop và cài đặt đầy đủ phần mềm theo hướng dẫn của GV trước khi đến lớp.
- SV cần tải quyền này từ trang web về laptop và smartphone; có thể in/photo để xem cho tiện. Xem kĩ tất cả nội dung trong sách và hoàn thành các câu hỏi và bài tập đặt ra (những chỗ được đánh dấu ♦).
- Cần tích cực làm bài trên lớp, kết hợp giữa đọc sách, điền các kết quả, ghi nhật kí thực hành và gõ file báo cáo. Liên tục cập nhật báo cáo trong từng tiết học. Tích cực nêu và phản hồi ý kiến khi GV / trợ giảng yêu cầu.
- Lấy đúng số liệu dành cho nhóm mình. Cần dùng máy để nhập số liệu, tính toán, lưu kết quả (hình & số). Trong báo cáo phải có phương pháp tính toán, trả lời được các câu hỏi được đánh dấu, và sau đó mới biểu diễn kết quả tính toán (dưới dạng biểu đồ) và phân nhận xét.
- Nộp bài báo cáo đúng hạn. Báo cáo được nộp theo các file trong thư mục chia sẻ với GV theo quy định và một bản thuyết minh phải được in giấy.
- Là một bài tập nhóm, chất lượng đánh giá không chỉ nằm ở mức độ trọn vẹn của quyền báo cáo nhóm mà còn ở mức độ hài hoà trong công việc phân cho từng thành viên.

## Giới thiệu

Hình thái bờ biển là môn học chuyên ngành quan trọng, gắn liền với quy hoạch vùng ven biển. Môn học yêu cầu sinh viên phải tổng hợp được kiến thức từ nhiều môn khác đã học, chẳng hạn:

- Cơ sở kỹ thuật bờ biển → tổng quan về các quá trình tự nhiên ven bờ, trong đó có bồi - xói
- Sóng gió → tính toán động thái của sóng khi truyền vào bờ; sóng là một tác nhân gây diễn biến mạnh ở bờ biển

- Mực nước - dòng chảy → dòng chảy do dao động nước triều cũng có khả năng vận chuyển bùn cát, đặc biệt ở những lạch triều
- Vận chuyển bùn cát → sự di chuyển của vật liệu đáy biển trên *phạm vi nhỏ*
- Hình thái bờ biển → riêng môn học này trình bày các tác động của thủy triều, sóng và các tác động của nó đến thay đổi về vị trí và hình dáng của bờ biển trên *phạm vi lớn* trong *thời kì dài*.

Quyển bài tập lớn này không phải đơn thuần nhắc lại lượng kiến thức của các môn trên mà dành cho sự vận dụng kiến thức đó để giải quyết một vấn đề thực tiễn. Sinh viên cần dành thời gian khoảng 15 tiết tìm hiểu và thực hiện đề án này. Bên cạnh những câu hỏi cơ bản, còn nhiều câu hỏi nâng cao đòi hỏi những kỹ năng nhất định của sinh viên như lập trình máy tính và tìm nguồn tài liệu tiếng Anh trên mạng. Mặc dù những câu hỏi này đều không bắt buộc trong phạm vi môn học này, nhưng sẽ rèn luyện cho sinh viên những kỹ năng nhất định trong công việc chuyên môn.

Một kỹ năng quan trọng cần thiết khi làm đề án là sinh viên nên trình bày kết quả một cách chuyên nghiệp. Kỹ năng này còn hữu ích về sau khi các em làm đề án tốt nghiệp cũng như viết các báo cáo kỹ thuật sau này. Một sự hiểu nhầm thường thấy là sinh viên làm đề án như là giải một tập hợp các bài tập toán. Cần nhớ rằng làm kỹ thuật không phải giải toán: trong giải pháp kỹ thuật ngoài phép tính và đáp số cần có thuyết minh, so sánh, đánh giá, khái quát, đề xuất. Tất cả yêu cầu người viết cần linh hoạt, có ý tưởng và lập luận tốt. Đừng ngại viết, hãy để bên cạnh bản thảo một tập giấy nháp và bút để tính nháp và ghi lại ý kiến của GV và bạn học.

Một điều nữa sinh viên cần lưu ý, đó là số liệu đầu vào của mỗi đề án lớn hơn nhiều so với đề bài kiểm tra môn học in trên mặt giấy A4. Biết chọn lọc và xử lý khối lượng dữ liệu đó cần sự khéo léo và kiên nhẫn, và nhiều khi phải dùng đến máy tính PC. Trong nghiệp vụ kỹ thuật biển, thậm chí những số liệu này còn không chính xác (luôn luôn có *độ bất định* trong dữ liệu), bởi vậy sinh viên cần phải lường được những sai số và kết luận thận trọng hơn.

Nhiều sinh viên nghĩ lầm rằng với một khuôn mẫu đề án là có thể lấp số vào và tính toán như một kỹ sư biển thực thụ. Trong thực tế không có một bài giải mẫu nào cả. Nhiều phiên bản bài giải có thể làm nên nhiều kịch bản khác nhau để so sánh lập luận, nhưng chỉ có kỹ sư kinh nghiệm mới chọn

được những kịch bản “trúng” để đạt đến gần sự hoàn thiện. Bởi vậy, qua việc thực hiện đề án này hi vọng rằng sinh viên cảm thấy khích lệ khi hoàn thành phần việc của mình đồng thời khiêm tốn nhận thấy rằng thành quả chỉ là một phần nhỏ của thực tế mà thôi.

Mỗi sinh viên nhận được một đề với số liệu riêng; các bạn cần ghi tóm tắt vào những chỗ trống trong trang đầu. Sinh viên có thể sử dụng một loạt công cụ tính toán:

- bảng tính, chẳng hạn Microsoft Excel, LibreOffice Calc hay Gnumeric.
- mã lệnh trực tuyến, chẳng hạn mã lệnh giới thiệu ở trang 7.
- chương trình phần mềm CLM (CoastLine Model), được PGS Nghiên cứu Tiến Lam xây dựng trên nền C#, thích hợp với môi trường Windows và có dung lượng rất nhỏ, không phải cài đặt.

## 0 Mở đầu

Bản thuyết minh các dự án kỹ thuật, dù chứa đựng nội dung chuyên môn đến đâu, cũng thường bắt đầu bằng một đoạn dẫn dắt người đọc qua việc trình bày những thông tin tổng quan mang tính phổ thông, nhằm nêu bật ý nghĩa của nghiên cứu hiện tại.

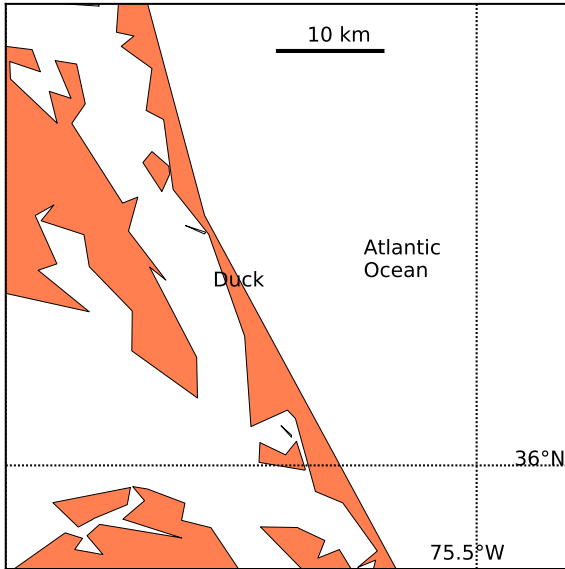
**1 ♦** (Phần đặt vấn đề.) Hãy viết một đoạn nêu quan điểm của bạn về tình hình biến động bờ biển nói chung, từ đó dẫn đến mục đích của việc tính toán trong nội dung đề án môn học này.

Bạn có nhiệm vụ nghiên cứu một đoạn bờ biển cong, trên đó không có lạch triều hay cửa sông lớn nào; công việc do đó sẽ đơn giản đi nhiều vì không có quá trình thủy động lực phức tạp gây bởi dòng triều.

**2 ♦** Tìm file bản đồ vùng nghiên cứu của bạn. Căn cứ vào đó, hãy xác định sơ bộ phạm vi vùng nghiên cứu (vị trí địa lý, chiều dài đường bờ), góc phương vị của đường bờ (phương vị nhỏ nhất, trung bình, lớn nhất). Nhận xét độ cong của đường bờ. **Vẽ** lại bản đồ (nên kèm theo vạch chia kinh-vĩ độ như bản đồ mẫu Hình 1, đồng thời khoanh vùng nghiên cứu).

Sự biến đổi của hình thái bờ biển có thể do:

- Tác động của sóng vuông góc đường bờ
- Tác động của dòng chảy dọc bờ



Hình 1: Bản đồ ví dụ cho vùng nghiên cứu

**3 ♦** Yếu tố nào gây ra biến đổi mặt cắt ngang, yếu tố nào gây ra biến đổi đường bờ trên mặt bằng? Vẽ một sơ đồ thể hiện dòng chảy dọc bờ gây bởi sóng tới xiên góc đường bờ.

Hai phía đầu của dải bờ biển này có các mũi đá nhô ra biển. Bãi biển như vậy được gọi là “bãi biển hình túi”; trong đề án ta coi lượng bùn cát vận chuyển bị giới hạn trong phạm vi hai đầu mũi đá này.

## 1 Mô hình đường đơn

**4 ♦** Trình bày đặc điểm cơ bản và các giả thiết của mô hình đường đơn.

Toàn bộ lượng cát trên bờ biển được coi là chứa trong các thể tích (các khối, hoặc các ô) xếp cạnh nhau. Với mỗi khối, tùy theo vị trí đường bờ (tiến xa hoặc sát gần đường cơ sở) mà thể tích này là lớn hoặc nhỏ. Lưu lượng vận chuyển cát dọc bờ được hình dung như lượng trao đổi giữa hai khối kề nhau.

Xét trường hợp đơn giản: đường cơ sở là đường thẳng, với kí hiệu  $x$  là toạ độ trên đường cơ sở, có xu hướng “song song” với đường bờ [đơn giản nhất là được chọn trùng với đường bờ ban đầu],  $y$  là toạ độ vuông góc với

đường cơ sở,  $\Delta x$  là bề rộng của ô còn  $\Delta t$  là bước thời gian tính toán.

Từ phương trình cơ bản:

$$\begin{cases} \varphi_{c,i} &= \arctan \frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta x} \\ S_i &= K \sin 2(\varphi_i - \varphi_{c,i}) \\ y'_i &= y_i - \frac{\Delta t}{B + h_*} \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta x} \end{cases}$$

có thể xác định được  $y'_i$  là vị trí mới (dự tính) của đoạn đường bờ.

Trong công thức trên,  $K$  là hệ số trong công thức CERC,

$$K = \frac{A\sqrt{g}H^{2,5}}{16\sqrt{\gamma_b}\Delta(1-n)}.$$

Một dạng biến đổi khác của phương trình cơ bản là dùng hệ số khuếch tán,  $G$ , mà không xét đến đến lượng VCBC,  $S$ :

$$y'_i = y_i - \frac{G\Delta t}{(\Delta x)^2}(y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}) \quad (1)$$

Xét đường bờ biển thẳng được chia thành NX khối. Toạ độ ban đầu của đường bờ là  $y = \{ 0, 0, \dots, 0 \}$ . Sử dụng mã lệnh chương trình được ở trang web <http://rep1.it/B6mz/4>, lập trình theo PT (1) để giải bài toán bồi lắng trước đập mở hàn. **5 ♦** Hãy vào đường link trên, kiểm tra mã lệnh và ghi lại: chiều dài đoạn bờ biển được tính toán dài bao nhiêu, được chia làm bao nhiêu ô? Bước thời gian tính toán bằng bao nhiêu. Chạy chương trình để tính ra vị trí cuối cùng của bờ biển. Vẽ đồ thị dạng cột biểu diễn đường bờ (Excel - Column Chart).

## 2 Công thức vận chuyển bùn cát

Mô hình sử dụng công thức tính toán vận chuyển bùn cát Soulsby-van Rijn, do Soulsby (1997) đề xuất. Dạng công thức này có một số ưu điểm:

- Biểu thức tương đối đơn giản, dễ lập trình
- Gần sát với công thức gốc của Van Rijn (vốn là công thức phổ biến đã được kiểm chứng)

- Có cơ sở vật lý rõ ràng
- Tính riêng lượng bùn cát lơ lửng và di đáy
- Có tính đến vận tốc phân giới
- Xét ảnh hưởng kết hợp của sóng và dòng chảy
- Có xét ảnh hưởng của độ dốc đáy

Theo công thức Soulsby-van Rijn, các lượng vận chuyển bùn cát (di đáy và lơ lửng) lần lượt là:<sup>1</sup>

$$S_b = K_1 A_b u \xi$$

$$S_s = K_1 A_s u \xi$$

trong đó  $K_1$  là hệ số hiệu chỉnh,  $u$  là tốc độ dòng chảy,  $A_b$  là hệ số VCBC di đáy,  $A_s$  là hệ số VCBC lơ lửng:

$$A_{sb} = 0,005h \left( \frac{D_{50}/h}{\Delta g D_{50}} \right)^{1,2}$$

$$A_{ss} = 0,012 D_{50} \frac{D_*^{-0,6}}{(\Delta g D_{50})^{1,2}}$$

Với  $D_* = D_{50}[\Delta g/\nu^2]^{1/3}$  là kích thước hạt phi thứ nguyên,  $\nu \sim 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s là độ nhớt động học.

Hệ số  $\xi$  quy định độ mạnh của VCBC, có tính đến ảnh hưởng tổng hợp của sóng-dòng chảy và có tính đến vận tốc tới hạn:

$$\xi = \left( \sqrt{u^2 + v^2 + \frac{0,018}{C_f} u_w^2 - U_{cr}} \right)^{2,4}$$

$$C_f = \left[ \frac{\kappa}{\ln(h/z_0) - 1} \right]^2$$

$\kappa = 0.4$  là hằng số Von Karman,  $z_0 = 0.006$  m là độ cao tham chiếu;

$u_w$  = vận tốc quỹ đạo sóng (cụ thể hơn, vận tốc “căn quân phương”, dựa trên lý thuyết sóng tuyến tính):

---

<sup>1</sup>Xem Roelvink & Reniers (2011).



$$u_w = \frac{\pi H_s}{\sqrt{2} T_p \sinh(kh)}$$

với  $H_s$  = chiều cao sóng ý nghĩa ;  $T_p$  = chu kỳ sóng đỉnh phổ;

$U_{cr}$  = vận tốc giới hạn chuyển động do dòng chảy dựa theo Shields;

$$U_{cr} = \begin{cases} 0,19 D_{50}^{0,1} \log(4h/D_{90}) & \text{với } D_{50} < 0,5 \text{ mm;} \\ 8,5 D_{50}^{0,6} \log(4h/D_{90}) & \text{với } 0,5 \text{ mm} < D_{50} < 2 \text{ mm;} \end{cases}$$

(hàm log ở trên là logarit cơ số 10, khi sử dụng máy tính PC thường ta phải viết là  $\log_{10}(x)$  vì  $\log(x)$  sẽ được hiểu thành loga tự nhiên.)

**6 ♦** Từ những thông tin trên, hãy lập nên một quy trình theo từng bước để tính suất vận chuyển bùn cát  $S$  (đã làm ở bài tập cá nhân). Đặt tên mục này là cơ sở lý thuyết tính toán VCBC.

### 3 Chương trình tính

Mô hình đường đơn dạng số trị do Roelvink và Reniers (2011) lập trình bằng ngôn ngữ MatLab có hai môđun cơ bản: một môđun truyền sóng trên mặt cắt ngang để trợ giúp việc tính truyền sóng từ nước sâu vào đến đường sóng vỡ. Môđun thứ hai là mô hình đường bờ, được trình bày kĩ trong Chương 6 của cuốn giáo trình.

Để tiện cho việc nhập liệu và xem kết quả, SV cần thực hành bằng chương trình phần mềm CLM. Trong chương trình tính toán này, đường bờ có dạng cong, và đường cơ sở có thể chọn trùng với đường bờ ban đầu. Khoảng cách dọc theo đường cơ sở được kí hiệu là  $s$ , khoảng cách vuông góc từ một điểm thuộc đường bờ đến đường cơ sở là  $n$ . Như vậy thay vì hai trục  $x, y$  trong hệ tọa độ Đề-các là các trục  $s, n$  trong hệ tọa độ cong.

## 4 Xử lý số liệu

### 4.1 Số liệu sóng

Chế độ sóng trong khoảng thời gian tính toán được tổng kết bằng bảng số liệu Wave Data, gồm có: chiều cao sóng  $H_{m0}$ , chu kỳ sóng  $T_p$  và góc hướng

sóng  $\alpha_0$  (Dm) ở vùng nước sâu, cũng như tần suất xảy ra của con sóng đó.

Đọc bờ biển Việt Nam, có thể trích xuất số liệu sóng từ cơ sở dữ liệu kết quả mô hình WaveWatch III (NOAA, Hoa Kỳ). Các điểm trích xuất có kinh độ và vĩ độ là số nguyên hoặc chẵn nửa độ. Giả sử các số liệu sóng này đặc trưng cho điều kiện “nước sâu”, và ta có số liệu ở các điểm được đánh số ở hình bên.

**7 ♦** Hãy xác định vị trí phù hợp nhất cho điều kiện sóng vùng dự án. Tiếp theo, tải về số liệu sóng được GV cung cấp. Mẫu số liệu có thể như sau:

2013-01-01	03:00:00	2.77	9.93	65.96
2013-01-01	06:00:00	2.70	9.85	65.89
2013-01-01	09:00:00	2.65	9.80	66.84
2013-01-01	12:00:00	2.58	9.79	66.48

trong đó, tiếp theo cột ngày giờ là chiều cao sóng, chu kỳ sóng, hướng sóng. Hướng sóng tính theo góc tạo với phương Bắc địa lý, như vậy hướng  $90^\circ$  ứng với sóng đến từ hướng Đông.

Vẽ biểu đồ biến thiên của chiều cao sóng theo thời gian. Vẽ một biểu đồ tương quan giữa chiều cao sóng và chu kỳ sóng, từ đó rút ra nhận xét.

**8 ♦** Số liệu này thực tế là diễn biến thời gian của điều kiện sóng. Nhập số liệu sóng vào bảng Edit - Wave Data. Làm thế nào để đếm được tần suất sóng xảy ra (cột Pct%)?

**9 ♦** Trong bảng này có cần phải sắp xếp các con sóng đúng theo thứ tự thời gian không; khi mà mục tiêu là tính toán diễn biến đường bờ; tại sao?

**10 ♦** Lập bảng thống kê cấp chiều cao - hướng sóng và vẽ hoa sóng (chọn View - Wave Rose / Statistics). Có mấy cấp chiều cao sóng? Hướng sóng chủ đạo là gì, tần suất xảy ra các hướng sóng này bao nhiêu?

## 4.2 Số liệu địa hình

Như đã biết, mô hình đường đơn áp dụng tốt khi địa hình bờ biển có dạng đơn giản, đường bờ thẳng hoặc ít cong, các đường đồng mức song song với đường bờ, không có các vũng vịnh, lạch triều, cửa sông lớn. (Hãy kiểm tra xem vùng nghiên cứu có đáp ứng các điều kiện này không.) Số liệu địa hình của bãi biển nghiên cứu được khai thác theo hai bước sau đây.

**Bước 1.** Đường bờ biển (trên mặt bằng) xác định bởi chuỗi các tọa độ  $X, Y$  dọc theo bờ biển. Trong Google Earth, số liệu này thu được bằng cách

trước hết chọn Tool - Options - Show Lat/Long - Universal Transverse Mercator. Chuẩn bị giấy bút. Sau đó di chuột dọc theo bờ biển và nhìn thông tin phía dưới bản đồ. (Nếu chưa thấy thì chọn View - Status Bar.) Ở đó có tọa độ ... m E là tọa độ  $X$ , còn ... m N là tọa độ  $Y$ . (Cũng có thể chấm các địa điểm dọc theo đường bờ bằng tính năng Add Placemark trong Google Earth.) **11** ♦ Ghi lại các tọa độ này và nhập vào mục Initial Shoreline trong CLM.

**Bước 2.** Mặt cắt ngang của bờ biển thu được bằng cách trước hết vẽ một đoạn thẳng vuông góc với bờ trên Google Earth (Add - Path, click điểm 1 ở gần bờ, click điểm 2 ở ngoài khơi, OK.) Sau đó di chuột dọc theo đường này và xem số liệu elev ... m phía dưới màn hình. Chuẩn bị giấy bút. Chọn Tools - Ruler. Trên mặt cắt, dò điểm “0 m” nhưng sát -1, bấm chọn làm điểm đầu. Di chuột dọc theo mặt cắt. Đọc Map Length, ghi vào tọa độ  $x'$  ngang bờ, đọc elev, ghi vào cao độ  $z$ . **12** ♦ Ghi lại các điểm như vậy, ra xa khơi đến vị trí nước sâu ( $h/L_0 = 0.5$ ). Sau đó điền vào bảng Profile Data trong chương trình CLM. *Lưu ý:*

- Điểm mép nước nên lấy  $x' = 0, z = 0$ ; ra ngoài khơi  $x'$  âm,  $z$  âm.
- Các tọa độ  $x'$  của các điểm không nhất thiết phải bằng nhau.
- Phương vị của đường bờ là góc của pháp tuyến đường bờ với phương Bắc, đọc số ở Heading khi đo Ruler.

## 5 Chọn tham số mô hình

Các tham số cũng là đầu vào của chương trình tính, nhưng khác với các số liệu địa hình và sóng, tham số không đa dạng bằng, và có thể chọn một giá trị điển hình cho vùng biển nghiên cứu.

**13** ♦ Biết rằng nhiệt độ trung bình của vùng bắc biển Đông là 22–24°C, nam biển Đông là 25–27°C, hãy chọn giá trị nhiệt độ trung bình,  $T$ , cho khu vực và tính mật độ nước cùng độ nhớt động học theo các công thức đã học (xem slide môn VCBC).

### 5.1 Số liệu bùn cát, dạng đáy

Đây là nhóm số liệu quan trọng để ước tính lượng VCBC. Đường kính hạt bùn cát (các giá trị  $D_{50}, D_{90}$ ) tốt nhất nên lấy từ biểu đồ cấp phối hạt của mẫu bùn cát đáy biển ven bờ vùng dự án.

Nếu không có tài liệu cấp phối, đường kính của hạt bùn cát  $D_{50}$  có thể xác định qua việc so sánh mặt cắt ngang đo được với các mặt cắt cân bằng Bruun-Dean ứng với các hệ số  $A$  (hay các  $D_{50}$  khác nhau) để xem  $A$  nào phù hợp, từ đó tính ra  $D_{50}$ . **14 ♦** Sử dụng công cụ bảng tính để tìm giá trị  $A$  sao cho đường cong hàm mũ khớp với đường mặt cắt thực đo. Từ đó suy ra  $D_{50}$ . Sau đó, có thể chọn  $D_{90} \sim 2D_{50}$  (trường hợp này ta không có thông tin về cấp phối hạt).

Hệ số sóng vỡ Breaker Parameter ( $\gamma$ ) được chọn một giá trị phù hợp, xem lại slide để biết cách tính tham số này. **15 ♦** Chọn giá trị  $\gamma$  phù hợp.

Độ nhám đáy biển  $k_s$  gấp 30 lần độ gợn sóng cát, và trong chương trình CLM được chọn giá trị cố định  $k_s = 30z_0 = 0.18$  m.

## 5.2 Độ cao hoạt động của mặt cắt ngang bãi

Độ cao hoạt động của mặt cắt  $d$  bằng tổng của chiều cao thềm bãi và độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát:  $d = B + h_*$ .

Giá trị  $h_*$  nên dựa theo tài liệu thực đo (phần mặt cắt phía dưới đường như không có sự biến động theo thời gian). Nếu không có thì cần được ước tính theo một trong các công thức sau:

$$h_* = 2,28H - 68,5H^2/(gT^2) \quad (\text{Hallermeier 1978})$$

$$h_* = 1,57H \quad (\text{Birkmeier 1981})$$

$$h_* = (\overline{H_s} - 0,3\sigma) \overline{T_s} \sqrt{\frac{g}{5000D_{50}}} \quad (\text{Hallermeier 1981})$$

Trong các công thức Hallermeier 1978, Birkmeier 1981,  $H$  là chiều cao sóng “hiếm” có tần suất xuất hiện 12 giờ trong năm (hay 0,137%) còn  $T$  là chu kỳ sóng tương ứng với  $H$  đó. Trong công thức Hallermeier 1981,  $\overline{H_s}$  là chiều cao sóng trung bình trong dãy số liệu,  $\overline{T_s}$  là chu kỳ sóng tương ứng.  $\sigma$  là độ lệch chuẩn của tần số sóng.

**16 ♦** Tính  $h_*$  theo công thức Hallermeier 1981; chú ý xử lý số liệu sóng để ước lượng  $\overline{H_s}, \sigma, \overline{T_s}$ . Tự chọn  $B$  rồi nhập giá trị chiều cao mặt cắt (Profile Height) =  $B + h_*$  vào trong CLM.

**17 ♦** Dùng phần mềm tần suất như FFC2008 để tính chiều cao sóng hiếm (tần suất 0,137%). Từ đó xác định  $h_*$  theo các công thức Birkmeier và Hallermeier 1978, rồi so sánh kết quả tính được với câu trên.

### 5.3 Đường bờ và lưới tính toán

Mô hình số trị sẽ tính toán cho các giá trị rời rạc của: góc phương vị đường bờ ( $\phi$ ), chiều dài dọc bờ ( $s$ ) và thời gian ( $t$ ). Nói chung, mỗi đại lượng cần cho biết: giá trị đầu, giá trị cuối và bước chia.

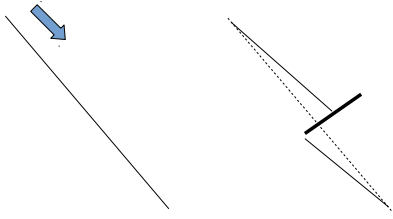
- Góc phương vị của đoạn đường bờ nghiên cứu biến đổi liên tục từ  $\phi_{min}$  đến  $\phi_{max}$ . Lưu lượng VCBC dọc bờ ( $Q_L$ ) phụ thuộc vào góc phương vị này. Nhưng chương trình phần mềm chỉ tính một số phương vị đại diện là  $\phi_{min}, \phi_{min} + \Delta\phi, \dots, \phi_{max}$ . Bước phương vị  $\Delta\phi$  (tham số Increment) được chọn không quá nhỏ ( $\geq 5^\circ$ ). Hơn nữa, việc lấy tham số đường bờ từ  $\phi_{min}$  đến  $\phi_{max}$  chỉ phù hợp để tính đường bờ hiện trạng nhưng nếu có mặt công trình thì hình dạng đường bờ sẽ thay đổi và phương vị đường bờ ở gần công trình hoàn toàn có thể vượt ngoài khoảng  $[\phi_{min}, \phi_{max}]$  (Hình 2). Để cho “an toàn”, trong khuôn khổ đề án này, ta có thể lấy  $[\phi_{min} - 20^\circ, \phi_{max} + 20^\circ]$  cho các tham số Min Angle và Max Angle; như vậy có thể xét đến mọi trường hợp thay đổi đường bờ khi có công trình.
- Bước chiều dài đường bờ  $\Delta s$  (hay là ‘ô lưới’, Segment Length) được chọn phù hợp với hình thái đường bờ hiện trạng và sau khi có công trình. Đường bờ càng gấp khúc phức tạp với nhiều công trình nhỏ thì nên lấy  $\Delta s$  càng ngắn. Trong đề án này, cần đảm bảo phần bồi lắng được mô tả bởi một số ô lưới nhất định (Hình 3).
- Bước thời gian  $\Delta t$  (Time Step) bị ràng buộc bởi  $\Delta s$ . Theo kinh nghiệm, để mô hình chạy ổn định thì khi  $\Delta s$  giảm nửa thì  $\Delta t$  phải giảm 4 lần.

18 ♦ Hãy chọn các giá trị thích hợp cho những tham số nêu trên trong mục Model Parameters - Shoreline, Grid, Time.

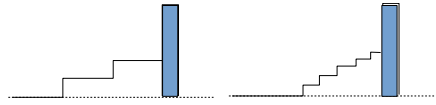
## 6 Các mô đùn tính toán

### 6.1 Mô đùn truyền sóng trên mặt cắt ngang

Chạy mô đùn này bằng cách vào menu Compute - Transports. Sau khi chương trình chạy xong, sẽ xuất hiện một biểu đồ thể hiện liên hệ giữa lưu lượng VCBC dọc bờ và góc đường bờ (hay biểu đồ  $S \sim \phi$ ). Có thể bật biểu đồ này bằng menu Output - Show  $S-\phi$  curve.



Hình 2: Phương vị đường bờ thẳng ban đầu =  $45^\circ$ . Sau khi có công trình, phương vị thay đổi,  $\phi_{min} < 45^\circ$



Hình 3: Ô lưới quá rộng để mô tả bờ lằng (hình trái) và ô lưới vừa đủ (hình phải).

**19** ♦ Nhận xét sự biến đổi của lượng VCBC *tĩnh* dọc bờ,  $S_{net}$ , theo góc phương vị bờ  $\phi$ . Với góc phương vị nào thì lượng VCBC này dương/âm? Vẽ sơ hoạ hướng VCBC dọc bờ. Có vị trí nào tại đó  $S_{net} = 0$  không?

**20** ♦ Tìm (các) góc phương vị bờ tại đó  $S_{net}$  đạt cực đại. Mở kết quả truyền sóng ngang bờ (Output - Show Transport), tìm đến trường hợp có góc phương vị tương ứng. Vẽ đồ thị phân bố các yếu tố trên mặt cắt ngang và nhận xét các ý dưới đây (SV có thể tìm lại bài tập cá nhân đã làm trên lớp):

- Sự thay đổi chiều cao sóng khi sóng truyền vào bờ. Có thể ước tính chiều cao và vị trí sóng vỡ không?
- Sự thay đổi hướng sóng (hiện tượng khúc xạ.)
- Phân bố vận tốc của dòng ven bờ. Dạng phân bố này có phù hợp với kiến thức đã học trong chương 3 không?
- Phân bố lưu lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ. So sánh với dạng phân bố lưu tốc.

## 6.2 Mô đun diễn biến đường bờ trên mặt bằng

Chạy mô đun này bằng cách vào menu Compute - Shoreline Changes.

Máy sẽ nhanh chóng tính ra kết quả. Lưu ý: không thể nhìn được đường bờ trong cửa sổ View - Plan View (lỗi của phiên bản CLM hiện tại). Cần phải xem kết quả trong bảng số liệu theo cách sau:

- Ở ngay sát dưới menu có thanh trượt ngang. Kéo thanh trượt này đến thời điểm cụ thể (Time (years)).

- Ấn biểu tượng bảng (Result Table) để xem vị trí đường bờ lúc đó. Lưu ý rằng khi trượt đến thời điểm khác thì phải bấm lại bảng để có được số liệu khác. Kiểm tra thanh tiêu đề của bảng có ghi thời gian tương ứng (...-year Prediction).

Trong các bảng số liệu nêu trên thì  $X, Y$  là các tọa độ địa lý đường bờ; có thể dùng những tọa độ này để vẽ đường bờ trên bản đồ, nhưng thường rất khó thể hiện sự biến đổi theo thời gian vì mức độ biến đổi là quá nhỏ. Nên dùng hệ tọa độ  $S, N$ . **21 ♦** Căn cứ vào cột giá trị  $N$ , hãy vẽ biểu đồ thể hiện sự thay đổi đường bờ theo thời gian; rồi nhận xét mức độ thay đổi.

Đường bờ có thay đổi mãi không? Nếu điều kiện sóng là cho trước thì có thể thấy đường bờ tiến đến một dạng không đổi gọi là “đường bờ cân bằng”. Ở các vùng vịnh biển, nhiều nghiên cứu đã cho thấy đường bờ của vịnh cân bằng có xu hướng vuông góc với mọi hướng sóng tới (của sóng đại diện).

**22 ♦** *Ước tính độ nhay.* Ta đã biết lưu lượng VCBC dọc bờ  $Q_L = S$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn  $Q_L = f(D_{50})$ . Vị trí của đường bờ cũng có thể có mối liên hệ nhưng phức tạp hơn. Hãy dùng CLM để xác định vị trí của đường bờ thay đổi như thế nào khi  $D_{50} \pm 10\%$ . (Chạy thêm CLM theo hai kịch bản rồi so sánh kết quả tọa độ  $N$ .)

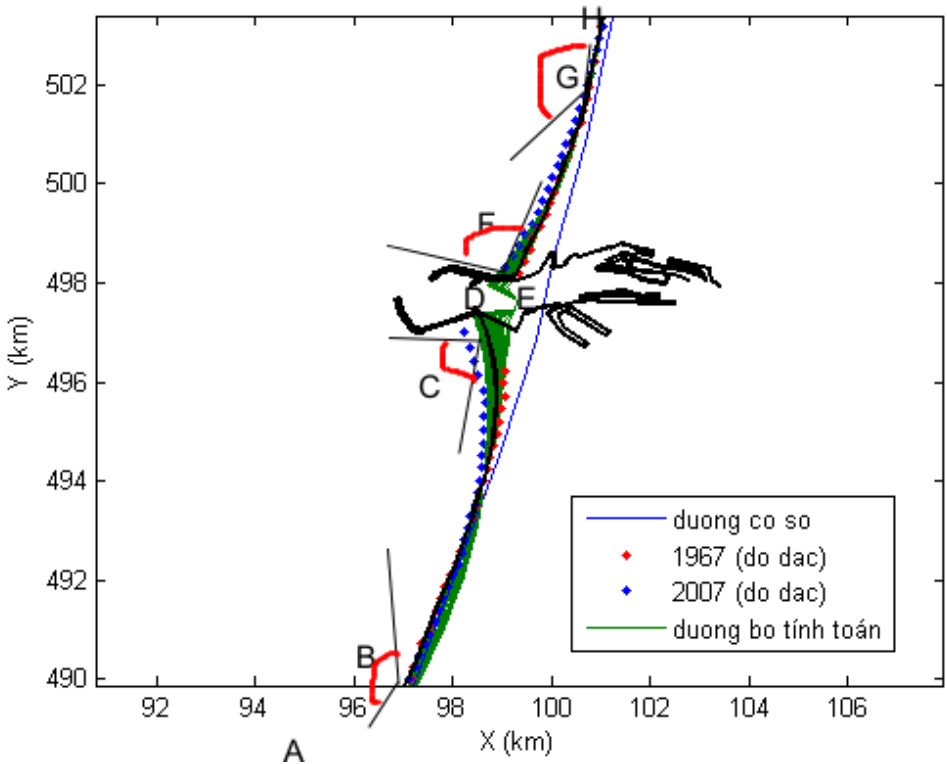
## 7 Sự có mặt của công trình biển

Trong chương trình CLM hiện chưa cho phép chỉ định kích thước hình học của các đập chắn sóng. Tuy nhiên, ta sẽ gián tiếp mô tả sự hiện hữu của công trình qua việc chỉ định các “hình quạt đón sóng” ứng với các vị trí dọc theo bờ biển.

Bạn cần đưa thông tin miêu tả ảnh hưởng công trình trong việc chắn sóng đến đường bờ vào mục Edit - Wave Windows. Coi như công trình chắn sóng hoàn toàn, hãy tham khảo file WaveWindows mẫu rồi sửa lại cho phù hợp với công trình hiện có.

*Gợi ý:* Với đường bờ chạy hướng Bắc-Nam, biển ở phía Tây như Hình 4, bảng số liệu sẽ có các dòng sau đây:

9.2359843e+004	4.7885820e+005	195	370	A
9.6818589e+004	4.8906773e+005	195	360	B
9.8543812e+004	4.9735078e+005	195	250	C



Hình 4: Hình minh họa cho quy định đón sóng-khuất sóng tại các điểm dọc bờ.

9.8543812e+004	4.9735079e+005	270	270	D
9.8934403e+004	4.9800117e+005	270	270	E
9.8934403e+004	4.9800118e+005	275	370	F
1.0109935e+005	5.0270412e+005	220	370	G
1.0291355e+005	5.1346862e+005	205	370	H

Lưu ý trong đoạn trên đây, các chữ A...H ở cuối dòng được viết thêm vào để giải thích rõ, chứ không được phép có trong file số liệu. Hai cột đầu là tọa độ X, Y của các điểm dọc bờ được chọn (A – H), và hai cột sau là góc phương vị tối thiểu ( $\phi_1$ ) và tối đa ( $\phi_2$ ) đón được sóng. Do có đập chắn sóng nên các điểm dọc bờ biển sẽ bị chắn mất một phần sóng đến. Lưu ý rằng hai điểm D và E nằm trong cảng nên không nhận được ít sóng nào (hình quạt suy biến thành một phương vị  $270^\circ$ ). Còn hai điểm A và H nằm ngoài



khung hình đồ thị, đó là những điểm tương đối xa công trình và nói chung đón được hình quạt sóng rộng nhất, gần như không bị che chắn gì.

**23 ♦** Bố trí hai đập mở hàn dài 100 m, cách nhau 300 m ở khu vực trung tâm vùng dự án. Hãy đánh dấu các điểm đặc trưng dọc bờ tương tự như trên và điền giá trị thích hợp vào bảng Wave Windows.

**24 ♦** Chạy kịch bản có công trình này và so sánh kết quả với trường hợp không có công trình.

## Tài liệu

- [1] Bakker, W.T. (2011) *Coastal Dynamics*, World Scientific.
- [2] Birkemeier, W. A. (1985). Field data on seaward limit of profile change. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering* **111**(3), 598–602.
- [3] Hallermeier, R.J. (1978) “Uses for a calculated limit depth to beach erosion,” *Proceedings of International Conference on Coastal Engineering, American Society of Civil Engineers*, pp 1493–1510.
- [4] Hallermeier, R.J. (1981) “A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate,” *Coastal Engineering*, **4**, 253–277.
- [5] Hanson, H., Kraus, N.C. (1989) *GENESIS: Generalized model for simulating shoreline change*, report 1, technical reference. CERC-89-19 Technical Report.
- [6] Kramer (2005) *UNIBEST Manual*, Deltares.
- [7] Roelvink, D., Reniers, A. (2011) *A Guide to Modeling Coastal Morphology*, World Scientific.
- [8] Soulsby (1997) *Dynamics of Marine Sand*, Thomas Telford.
- [9] Young, R.S., Pilkey, O.H., Bush, D.M., Thieler, E.R. (1995) A discussion of the Generalized Model for Simulating Shoreline Change (GENESIS), *Journal of Coastal Research*, **11**(3) 875–886.