

XÁC ĐỊNH RANH GIỚI ĐÊ SÔNG VÀ ĐÊ CỬA SÔNG TRÀ KHÚC TỈNH QUẢNG NGÃI

Trần Thanh Tùng, Nguyễn Hữu Thành
Khoa Kỹ thuật Biển, Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xác định ranh giới giữa đê sông và đê cửa sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi thông qua việc tính toán giới hạn truyền triều trên sông bằng mô hình thủy lực Mike11. Ranh giới giữa đê sông và đê cửa sông là cơ sở quan trọng để xác định chức năng, nhiệm vụ, điều kiện làm việc và các tải trọng tác dụng lên đê. Đây là một nội dung trong Đề tài Nghiên cứu Khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu, đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý và phù hợp với điều kiện từng vùng từ Quảng Ngãi đến Bà Rịa – Vũng Tàu”. Các kết quả của nghiên cứu sẽ đóng góp vào việc biên soạn Tiêu chuẩn Thiết kế đê biển mới ở Việt Nam.

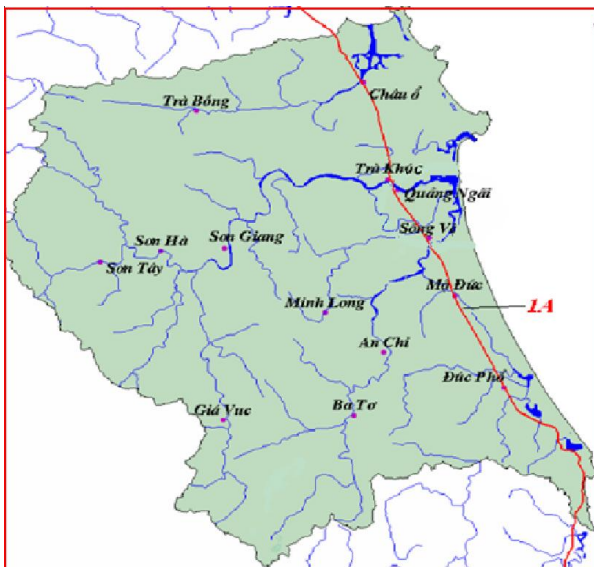
I. Mở đầu

Đê cửa sông được hiểu đoạn đê chuyển tiếp giữa đê sông và đê biển. Tính toán xác định ranh giới của đê cửa sông với đê sông là vấn đề phức tạp vì nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhiều quan điểm khác nhau, và liên quan đến các tiêu chuẩn thiết kế, thi công, duy tu bảo dưỡng quản lý cũng như quyết định đầu tư. Vì vậy rất cần có các chỉ tiêu đánh giá khoa học và thống nhất nhằm mục đích tăng cường, củng cố, quản

lý hệ thống đê điều cho khu vực từ Quảng Ngãi đến Bà Rịa Vũng Tàu. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu tính toán xác định ranh giới đê sông và đê cửa sông áp dụng cho sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi thông qua việc tính toán giới hạn truyền triều trên sông bằng mô hình thủy lực Mike11. Các kết quả nghiên cứu trong bài báo sẽ tập trung vào xác định ranh giới giữa đê sông và đê cửa sông, nhằm tính toán loại tải trọng tác dụng trong quá trình thiết kế.

II. Thiết lập mô hình Mike 11 vùng hạ lưu sông trà khúc

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1: Bản đồ mạng lưới sông Trà Khúc, sông Vệ

2.2. Số liệu đầu vào

Lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ thuộc tỉnh Quảng Ngãi có vị trí địa lý từ $14^{\circ}50'$ đến $15^{\circ}20'$ vĩ Bắc và từ $108^{\circ}10'$ đến $109^{\circ}00'$ kinh Đông. Địa hình thấp dần từ Tây sang Đông và khá phức tạp; từ vùng núi xuống đồng bằng địa hình đột nhiên hạ thấp đáng kể và không có khu đệm chuyển tiếp gây bất lợi về dòng chảy lưu vực vào mùa mưa (tháng X~XII) và mùa kiệt (tháng I~IX).

Hệ thống sông Trà Khúc và sông Vệ cùng bắt nguồn từ phía Đông dãy Trường Sơn và đổ ra biển. Cả hai cùng có hình dạng cành cây, ngấn và độ dốc lòng sông tương đối lớn, phần hạ lưu chịu ảnh hưởng thủy triều và bị mặn xâm nhập, lòng sông không ổn định, trên nhiều đoạn có hiện tượng xói lở xảy ra tương đối mạnh, cửa sông bị bồi lấp.

Mạng lưới sông Trà Khúc và sông Vệ đã

được số hóa dựa trên các tài liệu địa hình và lưới sông thu thập từ Đề tài nghiên cứu ngập lụt hạ lưu sông Trà Khúc do Viện Địa lý Việt Nam thực hiện năm 2009, bao gồm 21 mặt cắt ngang (có chiều dài 36.75 km) trên sông Trà Khúc (từ đập Thạch Nham về đến cửa Cổ Lũy) và 46 mặt cắt ngang trên sông Vệ (dài 26,9 km).

Các điều kiện biên sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: 2 biên trên là đường quá trình lưu lượng thực đo (Q~t) tại trạm thủy văn Sơn Giang (trên sông Trà Khúc) và tại trạm thủy văn An Chi (trên sông Vệ). Biên dưới là đường quá trình mực nước tại trạm Cổ Lũy (H~t) tại cửa Đại theo hệ cao độ lục địa. Do trạm Cổ Lũy là trạm thủy văn dùng riêng nên số liệu mực nước thu thập được tại trạm là không liên tục. Vì vậy, việc mực nước tại trạm Cổ Lũy được xác định thông qua tương quan mực nước giữa trạm triều Quy Nhơn và Cổ Lũy. Tương quan này được lập căn cứ vào chuỗi số liệu mực nước thực đo tại trạm Cổ Lũy và trạm Quy Nhơn, tháng 10/2000. Phương trình tương quan giữa mực nước Cổ Lũy và Quy Nhơn như sau:

$$H_{\text{Cổ Lũy}} = 0,8948 \times H_{\text{Quy Nhơn}} - 1,231 \quad (1)$$

2.3. Thiết lập mô hình

Bảng 1: Chuỗi số liệu dùng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Mục đích	Thời gian	Dạng số liệu	Tên Trạm	Trạm kiểm tra
Hiệu chỉnh	05/09/2009 ÷ 12/09/2009	Q~t	Sơn Giang; An Chi	Trà Khúc (H~t)
		H~t	Cổ Lũy	
Kiểm định	16/10/2009 ÷ 22/10/2009	Q~t	Sơn Giang; An Chi	Trà Khúc (H~t)
		H~t	Cổ Lũy	

2.4. Hiệu chỉnh thông số mô hình

Các thông số của mô hình thủy lực thiết lập cho hệ thống sông Trà Khúc, sông Vệ đã được hiệu chỉnh bằng các số liệu lưu lượng (giờ) và mực nước (giờ) tại các trạm Sơn Giang, An Chi và trạm Cổ Lũy của trận lũ từ ngày 5/9/2009

Mô hình thủy lực của hệ thống sông Trà Khúc, sông Vệ được thiết lập theo 4 bước sau:

- Thiết lập mạng lưới sông cho hệ thống sông Trà Khúc và sông Vệ từ các bình đồ địa hình đo đạc năm 2009 của Viện Địa lý.

- Thiết lập các mặt cắt ngang: Sau khi thiết lập được mạng lưới sông, tiến hành đưa các số liệu mặt cắt ngang vào các nút trên mạng sông. Do chỉ có 21 mặt cắt ngang trên toàn bộ chiều dài của hệ thống sông Trà Khúc (36.7 km) nên trong nghiên cứu này đã bổ sung thêm các mặt cắt ngang vào các nút sông với khoảng cách giữa các mặt cắt ngang dao động trong khoảng từ 300 m ÷ 500 m. Để đảm bảo tính liên tục của địa hình lòng sông thì mặt cắt được ghép thêm phải lấy từ mặt cắt đã có gần nhất.

- Thiết lập bộ thông số độ nhám trên toàn hệ thống sông (độ nhám được thiết lập riêng cho từng mặt cắt ngang và cho từng vùng trên mỗi mặt cắt ngang).

- Thiết lập các điều kiện biên thủy lực: Thiết lập điều kiện biên (Q~t) và (H~t) tại các biên trên, biên dưới của mạng lưới sông và tại mặt cắt kiểm tra (tại Trạm Trà Khúc).

đến ngày 12/09/2009 như được mô tả ở bảng 1. Số liệu mực nước giờ tại trạm Trà Khúc được dùng làm số liệu kiểm tra. Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số của mô hình từ số liệu thực đo trận lũ từ 05/09/2009 đến 2/09/2009 đã thu được bộ thông số độ nhám như ở bảng 2.

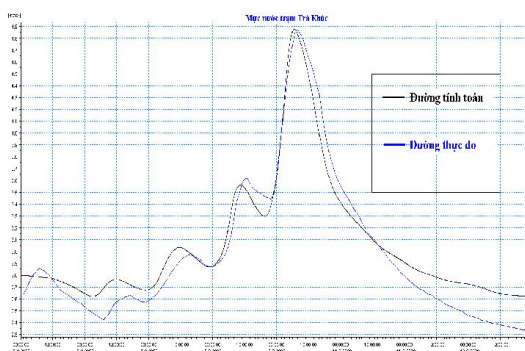
Bảng 2: Bảng kết quả bộ thông số độ nhám của mô hình

STT	Tên sông	Vị trí điểm	Địa danh	Vùng bãi, bờ bên trái	Vùng lòng chính	Vùng bãi, bờ bên phải
1	Trà Khúc	0.00	Biên trên (Sơn Giang)	0.040	0.034	0.040
2		10.161		0.038	0.033	0.038
3		13.379		0.0375	0.032	0.0375

STT	Tên sông	Vị trí điểm	Địa danh	Vùng bãi, bờ bên trái	Vùng lòng chính	Vùng bãi, bờ bên phải
4	Vệ	20.589		0.0375	0.031	0.0375
5		28.684	Trạm Trà Khúc	0.037	0.030	0.037
6		36.745	Cửa Đại	0.037	0.029	0.037
7		0.00	Biên trên (An Chỉ)	0.040	0.035	0.040
8		10.523		0.040	0.033	0.040
9		17.527		0.040	0.032	0.040
10		25.972	Hợp lưu Vệ, Trà Khúc	0.040	0.030	0.040

Các kết quả tại hình 2 và bảng 3 cho thấy: Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán từ mô hình của trận lũ 05/09/2009 tại trạm Trà Khúc là tương đối phù hợp về dạng và giá trị

đỉnh. Hệ số NASH tính toán được bằng 0.93 là nằm trong giới hạn cho phép ($NASH \geq 0,8$). Bộ thông số độ nhám của mô hình có thể dùng cho bước kiểm định tiếp theo.



Hình 2: Quá trình mực nước thực đo và tính toán, trạm Trà Khúc, 05 ÷ 12/09/2009

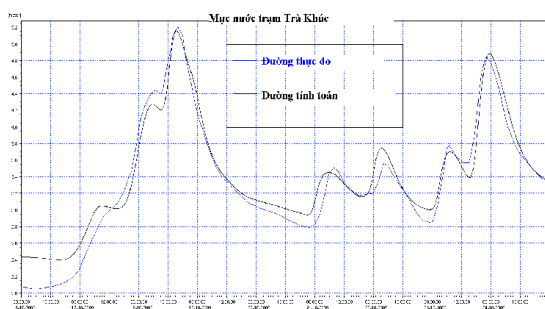
Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
$H_{max} (m)$	4,86	4,87
Thời gian xuất hiện đỉnh lũ	6h45 ngày 9/9/2009	7h45 ngày 9/9/2009
Sai số đỉnh lũ (%)		1,0
Hệ số NASH		0,934
Hệ số tương quan (R)		0,984
Sai số về tổng lượng (%)		4,5
Độ lệch pha đỉnh lũ (%)		4,2

Bảng 3: Thống kê đánh giá sai số, trận lũ 05/09/2009 tại trạm Trà Khúc

2.5. Kiểm định mô hình

Nguyên tắc của bước kiểm định mô hình là xác định xem bộ thông số đã tìm được ở bước hiệu chỉnh khi áp dụng tính toán cho trận lũ khác thì có cho kết quả tính toán hợp lý hay

không. Nếu bộ thông số tìm được ở bước hiệu chỉnh cho kết quả hợp lý ở bước kiểm định thì nó có thể sử dụng để tính toán cho các bước tiếp theo. Trận lũ từ 16/10 đến 22/10/2009 được dùng để kiểm định bộ thông số của mô hình.



Hình 3: Quá trình mực nước thực đo và tính toán, trạm Trà Khúc, 16 ÷ 22/10/2009

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
$H_{max} (m)$	5,15	5,20
Thời gian xuất hiện đỉnh lũ	15h00 ngày 18/10/2009	15h00 ngày 18/10/2009
Sai số đỉnh lũ (%)		1
Hệ số NASH		0,944
Hệ số tương quan (R)		0,982
Sai số về tổng lượng (%)		2,2
Độ lệch pha đỉnh lũ (%)		1

Bảng 4: Thống kê đánh giá sai số trận lũ 16/10/2009 tại trạm Trà Khúc

Ghi chú:

$$- \text{ Sai số về tổng lượng (\%)} = \frac{Q_{\max}^{tt} - Q_{\max}^{td}}{Q_{\max}^{td}}$$

$$- \text{ Độ lệch pha đỉnh lũ (\%)} = \frac{t_{\max}^{tt} - t_{\max}^{td}}{t_{\max}^{td}}$$

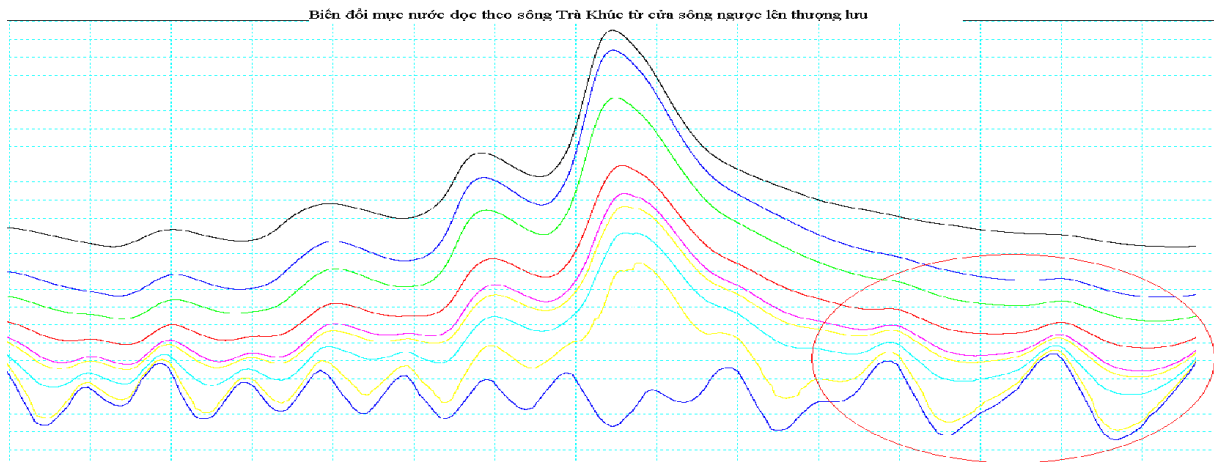
Kết quả kiểm định được trình bày tại hình 3 và bảng 4 cho thấy: đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Trà Khúc của trận lũ 16/10/2009 là tương đối phù hợp cả về dạng lũ lẫn giá trị đỉnh lũ. Hệ số NASH tính toán là 0,94, nằm trong giới hạn cho phép (NASH \geq 0,8). Các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình đều cho chỉ số NASH $>$ 0.9 và có thể dùng cho bước mô phỏng tiếp theo.

2.6 Xác định giới hạn truyền triều trên sông

Dựa vào kết quả dao động mực nước tính toán tại các điểm nút dọc theo sông Trà Khúc, có thể đánh giá được quá trình lan truyền của sóng triều trên sông. Tại vị trí cửa sông, mực nước sẽ chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy

triều, dao động lên xuống của mực nước tại vị trí này rất rõ. Càng xa cửa sông về phía thượng lưu thì ảnh hưởng của thủy triều đến dao động mực nước càng giảm dần (xem trên Hình 4, các đường bên dưới là quá trình mực nước tại các vị trí gần cửa sông, đường trên cùng là quá trình mực nước tại điểm trên cùng ở thượng lưu).

Tại vị trí, nơi có sự dao động lên xuống của mực nước theo thời gian không còn thể hiện rõ trên đồ thị nữa thì vị trí này được xem như là giới hạn trên của vùng ảnh hưởng triều (xét theo dao động mực nước). Khoảng cách tính từ cửa sông tới vị trí này được gọi là khoảng cách truyền triều trên sông.



Hình 4: Biến đổi mực nước dọc theo sông Trà Khúc từ cửa sông ngược lên thượng lưu

III. Tính toán ranh giới đê sông và đê cửa sông Trà Khúc

Tiêu chí để phân định ranh giới đê sông và đê cửa sông [5] là vị trí mà tại đó độ lớn thủy triều thể hiện qua đường quá trình lũ trên sông với tổ hợp thủy hải văn tính toán thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn giá trị cho phép [a] trong mọi tổ hợp tính toán bất lợi nhất:

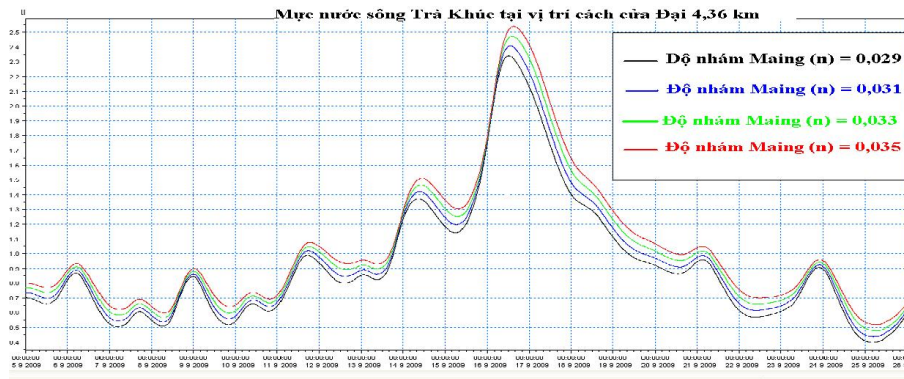
$$\text{Max } \{L^j(\Delta S_{\max} < [a])\} \quad (2)$$

Trong đó :

L: Chiều dài thâm nhập triều lớn nhất trong các kịch bản tính toán

ΔS_{\max} : Độ lớn triều lớn nhất tại một vị trí nào đó trong toàn bộ thời đoạn tính toán của một kịch bản

[a]: Độ lớn triều cho phép được xác định thông qua việc phân tích độ nhạy của các biên trong quá trình tính toán xác định dao động mực nước



Hình 5: Các đường quá trình mực nước với độ nhám khác nhau tại vị trí cách cửa Đại 4.36 km (trận lũ từ 05/09/2009 đến 12/09/2009)

3.1. Xác định độ lớn triều cho phép [a]

Kết quả phân tích độ nhạy của các yếu tố: độ nhám, bước thời gian tính toán và các giá trị mực nước ban đầu cho thấy độ nhám là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất tới giới hạn truyền triều.

Để xem xét sự ảnh hưởng của độ nhám tới giới hạn truyền triều, trong nghiên cứu đã tiến hành sử dụng 4 giá trị độ nhám (hệ số nhám Manning) khác nhau cho phần lòng chính của sông, $n = 0,029; 0,031; 0,033$ và $0,035$ và tính toán với trận lũ từ 5-12/09/2009.

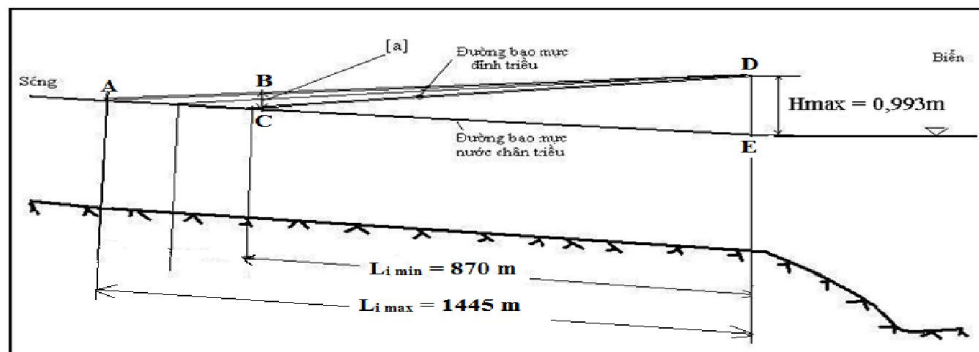
Kết quả mô phỏng biến đổi mực nước trên sông Trà Khúc tại vị trí cách cửa Đại 4,36 km khi độ nhám thay đổi được biểu diễn tại Hình 5

và giới hạn truyền triều tại thời điểm xuất hiện đỉnh lũ tương ứng với mỗi độ nhám là 1445m, 870m và xấp xỉ 870 m (xem Hình 6). Có thể thấy rằng khi độ nhám thay đổi thì mực nước tại vị trí cách cửa Đại 4,36 km trên sông Trà Khúc có sự thay đổi đáng kể. Tuy nhiên giới hạn truyền triều chỉ thay đổi đáng kể khi độ nhám nhỏ hơn 0.031. Với các giá trị độ nhám > 0.031 thì giới hạn truyền triều thay đổi không đáng kể.

Giá trị [a] được xác định dựa vào 2 tam giác đồng dạng: ABC và ADE. $L_{i \max}$ và $L_{i \min}$ xác định bằng cách đo trực tiếp đường mực nước tính toán. [a] được tính theo công thức sau:

$$\frac{[a]}{H_{\max}} = \frac{L_{i \max} - L_{i \min}}{L_{i \max}} = \frac{1445 - 870}{1445} \Rightarrow [a] = 0,395 \text{ (m)} \quad (3)$$

Độ lớn triều cho phép [a] tính toán với trận lũ từ 5-12/09/2009 là 0.395 (m).



Hình 6: Sơ họa kết quả tính toán và xác định độ lớn triều cho phép

Ghi chú:

- L_i : Giới hạn truyền triều trên sông.
- H_{\max} : Độ lớn triều cực đại trong chuỗi số liệu mực nước tại biên dưới, $H_{\max} = 0.993$ m.

3.2. Tính toán ranh giới đê sông và đê cửa sông

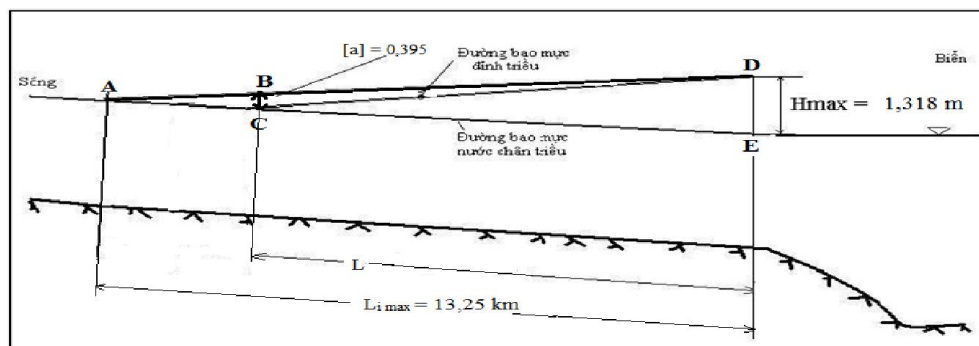
Sử dụng giá trị $[a]$ đã được xác định ở trên kết hợp với giới hạn truyền triều trên sông lớn nhất ($L_{i\max}$), sẽ xác định được ranh giới xâm nhập triều (L) ứng với $[a]$.

Bảng 6: Các kịch bản mô phỏng và ranh giới xâm nhập thủy triều trên sông Trà Khúc

Kịch bản	Biên trên (trạm Sơn Giang và An Chỉ)	Biên dưới (trạm Cổ Lũy)	L_i (km)
1	Q_{TL} nhỏ nhất (Q_{ib} tháng 4, thời kỳ nhiều năm)	Mức nước ứng với triều cường năm 1992.	12,65
2	Q_{TL} nhỏ nhất (Q_{ib} tháng 4, thời kỳ nhiều năm)	Triều lớn nhất trong vòng 19 năm (1992) + nước biển dâng 20cm	13,25
3	Đường quá trình lũ 09/2009.	Triều lớn nhất trong vòng 19 năm (1992) + nước biển dâng 20cm	10,00
4	Đường quá trình lũ 09/2009.	Triều lớn nhất trong vòng 19 năm (1992) + nước biển dâng 20cm + nước dâng (100cm)	12,15

Để tính toán ranh giới đê sông và đê cửa sông theo công thức (2), nghiên cứu đã thiết lập 4 kịch bản mô phỏng với các giá trị biên trên và biên dưới khác nhau (xem Bảng 6). Biên trên được lấy cho 2 trường hợp ứng với Q thượng lưu nhỏ nhất xuất hiện vào tháng 4, trong chuỗi số liệu nhiều năm (1965-2005) và đường quá trình lũ tháng 9/2009. Biên dưới được lấy tương ứng với 3 kịch

bản có xét tới nước biển dâng do biến đổi khí hậu và nước biển dâng (100 cm) trong trận bão Kết Sa Na 2009 (kịch bản số 4). Kết quả tính toán tại bảng 6 cho thấy: tương ứng với kịch bản số 2, khi lưu lượng dòng chảy từ thượng lưu đổ ra biển là nhỏ nhất thì khả năng truyền triều trong sông đạt giá trị cực đại và khoảng cách truyền triều tương ứng là 13,25 km.



Hình 7: Xác định ranh giới truyền triều khi đã biết $[a]$

Thay giá trị $[a] = 0.395\text{m}$, $H_{\max} = 1.318\text{m}$, và $L_{i\max} = 13.25\text{ km}$ vào công thức (3), ta có $L = 9,28\text{ km}$. Như vậy ranh giới đê sông và đê cửa sông nằm tại điểm cách cửa sông là 9,28 km.

IV. Kết luận và kiến nghị

Ở khu vực miền Trung nước ta, do hệ thống các trạm quan trắc các yếu tố thủy văn chủ yếu chỉ tập trung trên các sông chính, và ở hạ du các hệ thống sông hầu hết chỉ có các trạm quan trắc mực nước nên việc tính toán xác định ranh giới

truyền triều phục vụ phân loại đê gặp rất nhiều khó khăn. Ranh giới đê sông và đê cửa sông trên hệ thống sông Trà Khúc đã được xác định theo tiêu chí phân chia của [5] trong bài báo này. Kết quả nghiên cứu cho thấy ranh giới đê sông và đê cửa sông sẽ nằm tại vị trí cách biên ngoài biển là 9,28 (km).

Do đặc thù vùng cửa sông dài ven biển miền Trung có rất ít số liệu đo đạc nên việc ứng dụng các mô hình toán thủy lực tính toán ranh giới

truyền triều và tính toán mực nước thiết kế là rất hữu ích và cần thiết, và có thể hướng tới tiếp cận thông kê thay vì tất định như vẫn dùng trong thực tế hiện nay. Mô hình toán thủy lực tính toán giới hạn truyền triều từ đó xác định được ranh giới giữa đê sông và đê cửa sông trong bài báo này cho kết quả tương đối phù hợp với thực tế. Tuy nhiên cần xem xét thêm nhiều trường hợp thực tế ở các cửa sông khác nhằm đưa ra được quy luật cho cả vùng. Đồng thời nghiên

cứu cũng cần có số liệu đầy đủ hơn để kiểm tra tính tính hợp lý của kết quả tính toán.

Nghiên cứu này đã xem xét ranh giới đê sông và đê cửa sông trong điều kiện lũ, nhưng chưa đề cập tới trường hợp tính toán ranh giới này đối với dòng chảy kiệt. Ranh giới ảnh hưởng triều khi xem xét cho cả 2 trường hợp lũ và kiệt sẽ không phải là 1 điểm mà là 1 vùng và sẽ được tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Danish Hydraulic Institute (DHI), 2007, *Mike 11 User Manual*.
2. Niên giám thống kê tỉnh Quảng Ngãi, 2009, Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội.
3. Nguyễn Đức Diện, 2011, “*Luận văn thạc sĩ Nghiên cứu khả năng thoát lũ sông Trà Khúc và sông Vệ bằng phương pháp mô hình toán*”, Hà Nội.
4. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1984, *Shore Protection Manual*. U.S.. Government Printing Office, Washington, D.C., 1088 p
5. Thiệu Quang Tuấn, 2011, “*Báo cáo Nghiên cứu tiêu chí phân loại và phân vùng bảo vệ đê biển khu vực nghiên cứu từ Quảng Ngãi đến Bà Rịa Vũng Tàu*”, Hà Nội.

Abstract

ESTIMATION BOUNDARY BETWEEN RIVER DIKE AND ESTUARY DIKE OF THE TRA KHUC RIVER, QUANG NGAI PROVINCE

This paper presents study on calculation boundary between river dike and estuary dike of the Tra Khuc river, the Quang Ngai province, based on computation of upper limit of tidal propagation using hydraulics modelling Mike 11. This boundary is an important factor that helps to define functions, tasks, working environment and loadings on dike. This study is a theme in scientific research project: “Recommendation of dike cross sections suitable for various local boundary conditions of provinces from Quang Ngai to Ba Ria – Vung Tau”. Achievements of this study will contribute to prepare a new Design Guidelines for Sea dikes in Vietnam.