

DIỄN BIẾN DÒNG CHẢY LŨ TỨ GIÁC LONG XUYỀN SAU KHI CÓ HAI ĐẬP TRÀN CAO - SU THA LA VÀ TRÀ SƯ

TS. Bùi Đạt Trâm

Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn tỉnh An Giang

1. Lời nói đầu

Tứ giác Long Xuyên (TGLX) có diện tích đất tự nhiên khoảng 4000km^2 , được bao bọc bởi 5 tuyến đê "tự nhiên" là quốc lộ 91 chạy song song với bờ hữu sông Hậu đoạn từ Châu Đốc đến Vàm Cống, bờ nam kênh Vĩnh Tế, bờ đông kênh Hà Giang, lộ Rạch Giá - Hà Tiên và lộ Cái Sắn. Thổ nhưỡng TGLX khá phức tạp, từ nam kênh Tri Tôn về đến kênh Cái Sắn là đất phù sa phèn nhẹ, từ bắc kênh Tri Tôn lên đến kênh Vĩnh Tế rồi kéo dài tận Hà Tiên thường được gọi là khu vực Bắc Hà Tiên chủ yếu là đất chua phèn, mặn, than bùn, lòng sông cổ. Địa hình TGLX, ngoại trừ 2 huyện miền núi Tịnh Biên và Tri Tôn, còn lại khá bằng phẳng với cao trình phổ biến là 1,00m, hơi nghiêng theo hướng từ kênh Vĩnh Tế về đến kênh Cái Sắn và từ bờ sông Hậu đến bờ biển Tây với độ dốc khoảng 1cm/km. Trước năm 1999, cầu cống nằm trên 5 tuyến đê vừa nêu trên đều thông thương tự do với dòng chảy sông Hậu, dòng triều biển Tây và dòng lũ tràn từ vùng trũng Campuchia chảy lan tỏa khắp tứ giác bởi hệ thống kênh rạch dày đặc.

Những đặc điểm vừa trình bày trên của TGLX liên kết lại với nhau tạo ra một chế độ thủy văn vùng trũng khá điển hình của hạ lưu lưu vực sông Mê-công nói riêng và của Việt Nam nói chung với sự hiện diện đầy đủ các quá trình thủy văn như lũ, ngập lụt, chảy tràn, hạn kiệt, mặn, chua phèn,... Vào mùa mưa, ngoài lượng nước mưa tại chỗ, TGLX đón nhận lượng nước lũ từ sông Hậu theo kênh rạch và lượng nước từ vùng trũng Campuchia qua tuyến 7 cầu trên lộ Châu Đốc đi Nhà Bàng chảy vào làm ngập lụt tứ giác sâu và dài ngày. Lượng nước ngập lụt của TGLX được tiêu ra biển Tây, về đầm Đông Hồ, về nam Cần Thơ và một phần nhỏ trở lại sông Hậu. Quá trình lũ và ngập lụt chi phối lớn đến sự nghiệp phát triển kinh tế xã hội TGLX, nhất là vào các năm có lũ lớn.

Để giảm ngập lụt cho TGLX, sau một thời gian nghiên cứu, đến đầu năm 1997, Chính phủ khởi công xây dựng hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây và đến đầu mùa lũ 1999 đã hoàn thành các hạng mục sau đây:

- Xuất phát từ kênh Vĩnh Tế, đào thêm các kênh T4, T5 và T6 băng qua khu vực Bắc Hà Tiên đổ vào kênh Rạch Giá - Hà Tiên.
- Mở thêm các cửa tiêu nước ra biển Tây như Lung Lớn (ứng với T6), Tuấn Thống (ứng với T5) và T6 (ứng với T6).
- Xây dựng các đập ngăn mặn phía biển Tây.
- Xây dựng đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư ngăn dòng lũ từ vùng trũng Campuchia chảy qua 7 cầu đổ vào TGLX.

Các hạng mục công trình này đã làm biến đổi quy luật dòng chảy lũ của TGLX. Vì vậy nghiên cứu sự biến đổi đó, xác lập được quy luật mới, làm nền tảng cho việc đánh giá hiệu quả của công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây, làm cơ sở khoa học cho công tác quy hoạch xây dựng và phát triển kinh tế xã hội trong TGLX thời kỳ "hậu công trình" là hết sức cấp bách.

2. Hoạt động của hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây

Trong mùa lũ năm 1999, kênh T6 kéo dài nhưng chưa thông nối với kênh Vĩnh Tế, các kênh T4, T5 đã đào hoàn chỉnh thông nối với kênh Vĩnh Tế và với kênh Rạch Giá - Hà Tiên, các cửa kênh mới đào thông nối với biển Tây như Tuần Thống, Lung Lớn và T6, ... đã hoàn thành. Kênh Vĩnh Tế đã nạo vét xong trên toàn tuyến. Dòng chảy lũ từ vùng trũng Campuchia tràn vào TGLX qua tuyến 7 cầu được điều khiển bởi hai đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư được xây dựng trên bờ nam kênh Vĩnh Tế đều có cao trình đáy 2,00m, cao trình đỉnh đập 3,80m với tổng chiều dài là 162m. Từ đầu mùa lũ đến cuối tháng IX, cả 2 đập cao-su này được bơm căng tới cao trình ngưỡng tràn và ngăn không cho dòng lũ từ vùng trũng Campuchia tràn vào TGLX qua 7 cầu. Đến đầu tháng X, khi mực nước lũ ở mức xấp xỉ cao trình ngưỡng tràn của 2 đập thì "tháo khí làm xẹp đập" tới cao trình đáy để dòng lũ từ vùng trũng Campuchia lại tràn thông thương tự do vào TGLX qua tuyến 7 cầu như khi chưa có 2 đập này. Vào cuối tháng X lại đóng 2 đập cho đến cuối lũ để tiêu nhanh nước ngập lụt tứ giác ra biển Tây.

3. Ứng dụng mô hình toán thủy lực VRSAP mô tả dòng chảy lũ TGLX

Mô hình tính toán thủy lực dòng không ổn định 1 chiều VRSAP của cố Phó giáo sư tiến sĩ, Anh hùng lao động Nguyễn Như Khuê đã được ứng dụng để tính toán thủy lực cho nhiều hệ thống sông ngòi ở nước ta và nước ngoài, trong đó có ĐBSCL và riêng cho các vùng trũng TGLX, Đồng Tháp Mười và bán đảo Cà Mau.

a. Những nguyên tắc cơ bản của VRSAP giải hệ phương trình Saint - Venant

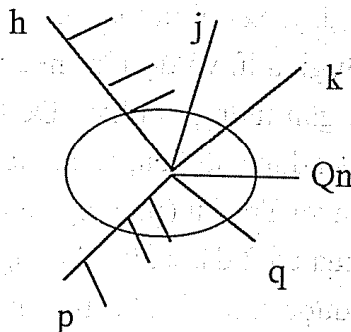
Trong VRSAP, hệ phương trình Saint - Venant được giải gần đúng bằng phương pháp sai phân ẩn cho các đoạn sông kênh có độ dài Δx trong mỗi bước thời gian tính Δt , nhiều đoạn sông kênh chấp nối lại thành mạng lưới theo quy luật cân bằng khối lượng ở các giao điểm, cùng với các điều kiện biên cho trước là lưu lượng dòng đầu và các nhập lưu, mưa, tổn thất (bốc hơi, ngấm, các hồ dùng nước,...) và mực nước. Từ đường lối chung này, với mỗi đoạn sông kênh có hai mặt cắt đầu (đ) và cuối (c), với bốn ẩn số là lưu lượng và mực nước Q_d, Q_c, Z_d, Z_c ; sau khi sai phân, hệ phương trình Saint - Venant được tuyến tính hóa thành:

$$\begin{cases} A_1 Z_d + B_1 Z_c + C_1 Q_d + D_1 Q_c = E_1 \\ A_2 Z_d + B_2 Z_c + C_2 Q_d + D_2 Q_c = E_2 \end{cases} \quad (1)$$

Các hệ số $A_1, B_1, \dots, E_2$ là những biểu thức phụ thuộc các thông số thủy lực của đoạn sông kênh ứng với thời điểm trước và thời điểm tính toán, có nghĩa là còn phụ thuộc các ẩn số Z_d, Z_c, Q_d, Q_c và các trị số Z'_d, Z'_c, Q'_d, Q'_c đã biết ở thời điểm trước.

VRSAP thực hiện việc tuyến tính hóa bằng phương pháp tính lặp, trong mỗi lần lặp coi $A, B, C, \dots, E$ là số đã biết, giải và hiệu chỉnh một số lần.

Từ hệ phương trình (1), tại mỗi nút i , các ẩn số lưu lượng Q_d, Q_c được viết thành các hàm bậc nhất của Z_d, Z_c . Phương trình cân bằng khối lượng tại nút i , nơi hội lưu của các đoạn dòng chảy đến h_i, j_i, k_i và các đoạn dòng chảy đi $i_p, i_q, \dots$ (đến hoặc đi theo chiều đã quy ước cho lưu lượng từ nút đầu đến nút cuối là +), nút i có thể là khu trữ với diện tích mặt nước tức thời Fr và có nhập lưu $Q_n, \dots$ là phương trình bậc nhất đối với các ẩn số $Z_h, Z_j, Z_k, Z_i, Z_p, Z_q$.



Làm như thế đối với tất cả các nút trong mạng sẽ tạo lập được một hệ phương trình bậc nhất có ẩn số bằng số nút (n) có mặt trong mạng lưới sông kênh.... Mỗi phương trình cân bằng cho nút i tạo thành dòng thứ i của hệ phương trình này:

$$a_{ii}Z_i + a_{ih}Z_h + a_{ij}Z_j + a_{ik}Z_k + a_{ip}Z_p + a_{iq}Z_q = b_i \quad (2)$$

Hệ phương trình rất nhiều ẩn, nhưng các hệ số khác 0 rất thưa, nằm ở vị trí đối xứng qua đường chéo chính, trên đường chéo chính là trội.

b. Lưới thủy lực TGLX

Mùa lũ, ĐBSCL nói chung và TGLX nói riêng bị ngập lụt sâu và kéo dài ngày, bài toán dòng chảy lúc này thực chất là bài toán 2 chiều. Song trên thực tế do các vật cản như đường, bờ kênh đê, cống, các ngưỡng tràn, ... đã góp phần định hướng dòng chảy 2 chiều trên miền ngập lụt gần gũi với bài toán 1 chiều. Các mô hình như SOGREAH, TLUC, KOD01, ... và cả VRSAP đều dùng thủ pháp nắm chắc tình hình thực tế, phân miền ngập lụt thành các băng "kênh rộng" hoặc chia thành các ô đồng

ruộng, gắn vào và giải quyết hợp lý các mối quan hệ thủy lực giữa các băng "kênh rộng" và các ô đồng ruộng với các nút và các đoạn sông kênh của hệ thống sông kênh chính, tạo thành lưới tính thủy lực hoàn chỉnh hoàn toàn có khả năng mô tả bài toán lũ hạ lưu các châu thổ rộng lớn bị ngập lụt.

VRSA đã được ứng dụng mô tả dòng chảy lũ TGLX lần đầu tiên vào những năm 1982 - 1984 với lưới thủy lực gồm 219 nút và 247 đoạn. Tiếp theo đó, những kênh mương, cầu cống, đường giao thông, bờ bao, các công trình thủy lợi,... được phát triển mới trong tứ giác đều được cập nhật vào lưới thủy lực. Cho đến nay, lưới thủy lực TGLX có 331 nút và 449 đoạn, lấy lưu lượng trạm Phnom Penh làm biên trên, lấy mực nước trạm Mỹ Thuận, Cần Thơ, Rạch Giá và Hà Tiên làm biên dưới; lấy lưu lượng hoặc mực nước các trạm Tân Châu, Châu Đốc, Chợ Mới, Long Xuyên, Xuân Tô, Tri Tôn, Núi Sập, Vọng Thê, Tân Hiệp làm biên kiểm tra.

c. Kết quả mô tả lũ 1997 và 1999

- Từ năm 1990 trở lại đây, xét hình thái lũ sông Cửu Long được biểu hiện qua 2 đặc trưng quan trọng là thời gian lũ và độ lớn mực nước lũ thì các năm 1990, 1995, 1997 và 1999 có hình thái lũ gần tương tự nhau. Để tiện so sánh và đánh giá kết quả tính toán cũng như khai thác sử dụng số liệu, sẽ mô tả lũ 1999 trong điều kiện có công trình đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư (phương án có công trình IA), mô tả lũ 1999 và lũ 1997 trong điều kiện chưa có 2 đập này (phương án nguyên trạng IB và IIB).

-Thời gian mô tả lũ được tính từ 1-VIII đến 30-XI cho cả 3 phương án nêu trên.

- Đánh giá kết quả tính toán mực nước lũ theo mô hình so với số liệu thực đo tại những nút có trạm thủy văn cho thấy không có độ lệch thời gian xuất hiện Hmax, mực nước đỉnh lũ có sai số nhỏ không vượt quá $\pm 11\text{cm}$, mực nước sườn lũ lên và xuống có sai số trong khoảng $\pm (6-15)\text{cm}$. Về lưu lượng lũ, so sánh với thực đo tại nhiều nút cơ bản đầu và cuối các trục kênh cấp 1 và trên sông chính tại Châu Đốc (sông Hậu), Tân Châu (sông Tiền) và Vàm Nao (sông Vàm Nao),... thì thời kỳ lũ còn chảy gọn trong lòng sông kênh có sai số $\pm (5-8)\%$, thời kỳ lũ bắt đầu tràn có sai số lớn $\pm (4-15)\%$, từ giữa sườn lũ lên đến đỉnh lũ rồi xuống đến giữa sườn lũ xuống có sai số nhỏ $\pm (3-11)\%$, thời kỳ cuối lũ do chịu ảnh hưởng trở lại của triều nên sai số lớn $\pm (9-18)\%$. Với sai số này, hoàn toàn cho phép khai thác số liệu tính toán của mô hình kết hợp với số liệu thực đo trên mạng lưới trạm điều tra khảo sát dòng chảy lũ quanh TGLX trong các năm 1996, 1997, 1998 và 1999 để tính toán lũ TGLX theo các phương án IA, IB và IIB.

4. Diễn biến lưu lượng lũ lớn nhất và quá trình dòng chảy lũ 1997 và 1999

Như phần đầu đã trình bày, quanh TGLX có 5 tuyến đê tự nhiên, mà nước từ ngoài tứ giác chảy vào hay từ trong tứ giác chảy ra đều qua hệ thống cầu cống nằm

trên 5 tuyến đề tự nhiên này. Lưu lượng $Q_{\max}$ và lưu lượng trung bình thời đoạn (Q_{TBTD}) là 2 đặc trưng quan trọng sẽ được phân tích tính toán kỹ qua từng cầu cống của các tuyến vào và ra của TGLX theo phương án IA, IB và IIB.

a. Tuyến vào 1

Nước lũ từ vùng trũng Campuchia tràn vào TGLX qua tuyến 7 cầu cùng với qua cầu Hữu Nghị trên kênh Vĩnh Tế và cầu Công Bình đều nằm trên trục lộ Châu Đốc - Nhà Bàng - Xuân Tô đến biên giới Việt Nam-Campuchia gọi là *tuyến vào 1*. Trong mùa lũ 1999, năm đầu tiên dòng chảy tuyến 7 cầu được điều khiển bởi 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư, với quy trình vận hành 2 đập như đã trình bày trong các phần trên đã làm thay đổi căn bản các thành phần dòng chảy lũ từ vùng trũng Campuchia tràn vào TGLX. Cụ thể, đặc trưng lưu lượng lớn nhất $Q_{\max}$ qua 7 cầu của phương án IA giảm gần 70% so với của phương án IIB, nhưng qua cầu Hữu Nghị lại tăng khoảng 74%. Tổng hợp $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến theo phương án IA giảm xấp xỉ 42% so với phương án IIB.

Bảng 1. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án		Toàn tuyến 9 cầu	Tuyến 7 cầu	Cầu Hữu Nghị	Cầu Công Bình	Hmax (cm) Châu Đốc
IIB	$Q_{\max}$	2188	1709	408	70,5	379
	%	100	78,1	18,6	3,22	
IA	$Q_{\max}$	1277	507	712	57,6	384
	%	100	39,7	55,8	4,51	
IA/IIB		0,58	0,30	1,74	0,82	-

Xét quá trình dòng chảy, lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng từ ngày 1-VIII đến 31-XI tính theo phương án IA thì của cầu Hữu Nghị + Công Bình là $576\text{m}^3/\text{s}$, của tuyến 7 cầu là $151\text{m}^3/\text{s}$ và các trị số tương ứng này tính theo phương án IB là $387\text{m}^3/\text{s}$ và $1199\text{m}^3/\text{s}$, theo phương án IIB là $358\text{m}^3/\text{s}$ và $1276\text{m}^3/\text{s}$. Như vậy, so với nguyên trạng lũ 1999 thì trong thời đoạn cân bằng, đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư đã ngăn giữ $859\text{m}^3/\text{s}$ dòng chảy tuyến 7 cầu. Lượng dòng chảy bị chặn lại này được khuếch tán theo các hướng chính:

- Tăng dòng chảy qua cầu Hữu Nghị + Công Bình xuôi dòng kênh Vĩnh Tế $140\text{m}^3/\text{s}$, tức tăng gần 36%.

- Tăng dòng chảy sông Hậu qua mặt cắt Châu Đốc $719\text{m}^3/\text{s}$, tức tăng gần 12%, làm tăng mực nước 8cm so với nguyên trạng tại mặt cắt này.

b. Tuyến vào 2

Nước lũ từ sông Hậu tràn vào TGLX qua 26 cầu cống nằm trên quốc lộ 91 đoạn Châu Đốc - Vàm Cống được gọi là *tuyến vào 2*. Theo các kết quả nghiên cứu được trình bày trong [2,3,4], dòng tràn từ Campuchia qua tuyến 7 cầu chiếm 65-70% và từ sông Hậu chiếm 25-30% tổng lượng nước từ các hướng chảy vào làm ngập TGLX, vì vậy khi dòng chảy tuyến 7 cầu bị chặn lại bởi đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư từ đầu mùa lũ đến mực nước lũ Châu Đốc ở mức 3,50m, làm cho tứ giác "đói nước" tạo điều kiện cho dòng nước lũ từ sông Hậu theo kênh rạch chảy vào TGLX mạnh hơn và nhiều hơn. Xét toàn tuyến thì $\Sigma Q_{\max}$ của các cầu trên tuyến vào 2 của phương án IA tăng 62% so với của phương án IIB, trong đó các cầu trên đoạn đầu nguồn lũ từ Châu Đốc đến cầu ông Quít tăng từ 50-70%, còn các cầu trên đoạn cuối lũ từ cầu ông Quít đến cầu Cái Sắn chỉ tăng 8-15%.

Bảng 2. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án		Toàn tuyến 26 cầu	Cầu Tri Tôn	Cầu Kênh Đào	Cầu Ba Thê	Cầu Trung Trực
IIB	$Q_{\max}$	876	160	71,4	183	134
	%	100	18,3	8,15	20,9	15,3
IA	$Q_{\max}$	1421	272	105	223	172
	%	100	19,1	7,39	15,7	12,1
IA/IIB		1,62	1,70	1,47	1,22	1,28

Lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng từ ngày 1-VIII đến 30-XI của toàn tuyến tính theo phương án IA là $745m^3/s$, theo phương án IB là $502m^3/s$ và theo phương án IIB là $480m^3/s$.

c. Tuyến nội bộ (nước từ kênh Vĩnh Tế chảy vào khu vực Bắc Hà Tiên)

Nước lũ từ kênh Vĩnh Tế tràn vào khu vực Bắc Hà Tiên qua 21 cầu cống trên bờ nam kênh Vĩnh Tế gọi là *tuyến nội bộ*. Trong năm 1997, cầu T5 chưa xây dựng xong, đến đầu năm 1999 mới hoàn thành, vì vậy lưu lượng $Q_{\max}$ qua cầu này có sự khác biệt giữa 2 năm 1997 và 1999, của các cầu còn lại có xu hướng giảm 10-45%, xét tổng hợp $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến thì không có biến đổi nhiều, tính theo phương án IA và IIB là xấp xỉ nhau.

Xét quá trình lũ trong thời đoạn cân bằng từ ngày 1-VIII đến 30-XI cho thấy, lưu lượng trung bình toàn tuyến tính theo phương án IA là $501m^3/s$, theo phương án IB là $361m^3/s$ và theo phương án IIB là $359m^3/s$.

Bảng 3. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án		Toàn tuyến 21 cầu	Cầu Mới	Cầu T5	Cầu Vĩnh Lạc	Cầu T3
IIB	$Q_{\max}$	805	95,9	93,7	91,6	98,1
	%	100	11,9	11,6	11,4	12,2
IA	$Q_{\max}$	789	70,2	264	77,3	56,4
	%	100	8,90	33,5	9,80	7,15
IA/IIB		0,98	0,73	2,82	0,84	0,57

d. Tuyến ra 1 về Nam Cần Thơ

Nước lũ từ TGLX tiêu về Nam Cần Thơ qua 50 cầu cống trên tuyến lộ Cái Sắn - Rạch Giá gọi là *tuyến ra 1*. Trước lúc chưa có 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư ngăn dòng chảy tuyến 7 cầu, sóng lũ trong TGLX là sóng tổng hợp của dòng chảy từ tuyến 7 cầu và từ sông Hậu truyền vào. Nay sóng lũ chủ lực từ tuyến 7 cầu bị chặn lại từ đầu mùa lũ đến cuối tháng IX, do đó chỉ còn sóng lũ từ sông Hậu, nên quá trình tích lũ của TGLX trong thời gian này diễn ra chậm làm cho lượng nước từ vùng trũng TGLX chảy qua các cầu trên lộ Cái Sắn tiêu về Nam Cần Thơ giảm đáng kể. Tổng $Q_{\max}$ của các cầu trên *tuyến ra 1* tính theo phương án IA giảm 29% so với phương án IIB.

Xét quá trình lũ trên tuyến này, lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng lũ từ ngày 1-VIII đến 31-XI tính theo phương án IA là $142m^3/s$, theo phương án IB là $328m^3/s$ và theo phương án IIB $343 m^3/s$.

Bảng 4. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án		Toàn tuyến 50 cầu	Cầu Số 1	Cầu số 15	Cầu số 30	Cầu số 45	Cầu số 50
IIB	$Q_{\max}$	643	8,27	21,5	8,76	8,68	5,88
	%	100	1,29	3,34	1,36	1,35	0,91
IA	$Q_{\max}$	459	11,5	14,4	2,13	6,72	2,85
	%	100	2,50	3,14	0,46	1,46	0,62
IA/IIB		0,71	1,39	0,67	0,24	0,77	0,48

d. Tuyến ra 2 ra biển Tây

Nước lũ từ TGLX tiêu ra biển Tây qua 36 cầu cống nằm trên tuyến lộ Rạch Giá - Hà Tiên gọi là *tuyến ra 2*. Cũng theo [2,3,4], lượng nước lũ từ trong TGLX được

tiêu theo 2 hướng chính về Nam Cần Thơ khoảng 25-30% và ra biển Tây khoảng 65-70%. Như trên đã trình bày, trong mùa lũ 1999, sóng lũ chủ lực tràn vào TGLX từ tuyến 7 cầu bị chặn lại bởi đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư làm cho tứ giác lâm vào cảnh "đói nước" dẫn đến quá trình tích lũ chậm, do đó lưu lượng $Q_{\max}$ của các cầu cống trên tuyến này giảm rõ rệt. Tổng lưu lượng $Q_{\max}$ của các cầu nằm trên lộ Rạch Giá - Hà Tiên chảy ra biển Tây tính theo phương án IA giảm 16% so với phương án IIB, trong đó $Q_{\max}$ của các cầu đoạn từ cửa Rạch Giá đến cửa Luỹnh Quỳnh giảm 10-30%, các cầu còn lại trên đoạn từ cửa Vàm Rầy đến Hà Tiên lại có xu hướng tăng 3-40% là do có thêm các trục kênh mới đào như T4, T5 và T6 chuyển nước lũ từ kênh Vĩnh Tế bằng qua khu vực Bắc Hà Tiên đổ trực tiếp vào kênh Rạch Giá - Hà Tiên.

Bảng 5. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án	Toàn tuyến 26 cầu	Cầu Trung Trực	Cầu Vàm Răng	Cầu Lũnh Quỳnh	Cầu Vàm Rầy	T6	T5	T4
IIB $Q_{\max}$ %	2025 100	286 14,1	230 11,4	110 5,43	176 8,69	74,7 3,69	83,8 4,14	63,0 3,11
IA $Q_{\max}$ %	1712 100	224 13,1	179 10,4	92,0 5,37	182 10,6	73,2 4,28	89,0 5,20	88,5 5,17
IA/IIB	0,84	0,78	0,78	0,84	1,03	0,98	1,06	1,40

Xét quá trình dòng chảy lũ, lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng từ ngày 1-VIII đến 30-XI tính theo phương án IA là $598m^3/s$, phương án IB là $888m^3/s$ và phương án IIB là $783m^3/s$.

e. Tuyến ra 3 (ra đầm Đông Hồ)

Nước lũ từ TGLX tiêu về đầm Đông Hồ qua 4 cầu cống trên bờ đông kênh Hà Giang và qua mặt cắt cuối kênh Rạch Giá-Hà Tiên + mặt cắt cuối kênh Vĩnh Tế là *tuyến ra 3*. Do ở vào cuối nguồn lũ và thể đất từ kênh Hà Giang về đầm Đông Hồ cao dần, nên lượng nước ngập lụt của TGLX tiêu ra đầm Đông Hồ không nhiều, tập trung chủ yếu ở 2 nút biên là cuối kênh Vĩnh Tế và cuối kênh Rạch Giá - Hà Tiên, chiếm trên 75%, lượng nước của 4 cầu còn lại chỉ chiếm 25%. Xét chung toàn tuyến, tổng $\Sigma Q_{\max}$ tính theo phương án IB tăng 8,2% so với phương án IIB.

Xét quá trình dòng chảy lũ trong thời đoạn cân bằng từ 1-VIII đến 30-XI, lưu lượng trung bình của toàn tuyến tính theo phương án IA là $140m^3/s$, theo phương án IB là $132m^3/s$ và theo phương án IIB là $123m^3/s$.

Bảng 6. $\Sigma Q_{\max}$ toàn tuyến và $Q_{\max}$ của một số cầu theo phương án IA và IIB (m^3/s)

Cầu Phương án	Toàn tuyến 6 cầu	Cuối kênh Rạch Giá - Hà Tiên	Cầu số 2 giữa bờ đông kênh Hà Giang	Cuối kênh Vĩnh Tế
IIB $Q_{\max}$ %	232 100	92,1 39,7	9,75 4,20	95,8 41,3
IA $Q_{\max}$ %	251 100	113 45,0	13,1 5,22	81,0 32,3
IA/IIB	1,08	1,23	1,34	0,84

5. Cân bằng lũ

Dưới đây trình bày cân bằng dòng chảy lũ TGLX theo 3 phương án IA, IB và IIB. Phương trình cân bằng như sau:

$$\Delta Q = [(\Sigma Q_{TBVÀO} - \Sigma Q_{TBRA}) + Q_{TBMUA(R-Z-NG)}] \pm \delta \quad (3)$$

trong đó:

$\Sigma Q_{TBVÀO}$ là lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng của các tuyến chảy vào,

ΣQ_{TBRA} là lưu lượng trung bình trong thời đoạn cân bằng của các tuyến chảy ra.

$Q_{TBMUA(R-Z-NG)}$ là tổng lượng mưa sau khi đã khấu trừ bốc hơi và ngấm của TGLX tính theo phương pháp bình quân gia quyền của 10 trạm đại biểu trong thời đoạn cân bằng và được quy ra lưu lượng có cùng đơn vị với $Q_{TBVÀO}$ và Q_{TBRA} .

δ là sai số tính toán.

Kết quả cân bằng được trình bày ở bảng 7.

Ngoài các phân tích tính toán cân bằng lũ cho các tuyến vào và ra đã được trình bày kỹ trong các phần trên, phân tích kết quả tính toán cân bằng lũ cho toàn vùng TGLX ghi ở bảng 7 còn cho thấy:

-Đối với phương án nguyên trạng lũ 1999 và 1997 (tức IB và IIB), lượng dòng chảy ra và vào TGLX trong thời đoạn cân bằng gần xấp xỉ nhau.

-Trong thời đoạn cân bằng từ 1-VIII đến 31-XI, kết quả tính toán theo 3 phương án đều cho ΔQ có giá trị dương và chênh nhau không nhiều. ΔQ của phương án IA chỉ giảm 12,5% so với phương án nguyên trạng IB, có nghĩa là phương án có công trình 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư chưa cải thiện được nhiều về tình

trạng ngập lụt trong TGLX cả về thời gian lẫn độ sâu trong điều kiện vẫn để ngỏ các cửa vào phía sông Hậu. Cụ thể là:

Bảng 7. Cân bằng lũ TGLX trong thời đoạn từ 1-VIII đến 30- XI

Đặc trưng	LŨ 1999 Phương án IA	LŨ 1999 Phương án IB	LŨ-1997 Phương án IIB	IA/IB	IB/IIB
$\Sigma Q_{TBVÀO}$	1597	2213	2227	0,71	0,99
<i>Tuyến vào 1</i>	727	1586	1634	0,46	0,97
<i>Tuyến vào 2</i>	745	502	480	1,48	1,04
Q_{TBMUA}	125	125	113	1,00	1,11
$\Sigma Q_{TBRÀ}$	880	1348	1249	0,63	1,07
<i>Tuyến ra 1</i>	142	328	343	0,43	0,96
<i>Tuyến ra 2</i>	598	865	783	0,69	1,10
<i>Tuyến ra 3</i>	140	132	123	1,06	1,07
ΔQ	717	819	978	-	-

+Trong thời gian đóng đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư ngăn không cho nước lũ từ vùng trũng Campuchia tràn qua tuyến 7 cầu, đồng ruộng phía bờ bắc kênh Vĩnh Tế bị ngập sâu và phía bờ nam kênh Vĩnh Tế ngập nông hơn so với cùng mức lũ khi chưa có 2 đập này. Càng lùi xa về hạ lưu 2 đập, chênh lệch độ sâu ngập lụt của năm 1999 so với năm 1997 càng giảm dần. Tổng quát chung là vào thời kỳ này, 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư có tác dụng giảm độ sâu ngập lụt, tức giảm áp lực lũ đầu mùa đối với hệ thống đê bao bảo vệ vụ sản xuất hè thu trong vùng trũng TGLX.

+Sau thời điểm mở đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư đến thời điểm kết thúc tích lũ trong TGLX, lũ sông Cửu Long năm 1999 tiếp tục lên và đạt đỉnh lớn nhất năm vào ngày 7-X, và đến ngày 15-X thì hầu hết các vị trí trong TGLX xuất hiện độ sâu ngập lụt lớn nhất $h_{\max}$. So với tình trạng ngập lụt $h_{\max}$ năm 1997, độ sâu ngập lụt $h_{\max}$ năm 1999 ở khu vực bờ bắc kênh Vĩnh Tế lớn hơn gần 20cm, khu vực hạ lưu 2 đập thấp hơn cũng gần 20cm và từ đó càng xa dần hạ lưu 2 đập thì độ sâu ngập lụt

hmax càng gần xấp xỉ với hiện trạng ngập lụt hmax năm 1997. Rõ ràng là, lượng nước làm ngập lụt TGLX từ tuyến 7 cầu chảy vào chiếm gần 70% và từ sông Hậu chảy vào chỉ chiếm gần 30%, song do quy luật lũ sông Cửu Long là lũ hiện có thời gian lên kéo dài, vì vậy dù có ngăn tuyến dòng chảy 7 cầu thì cuối cùng nước lũ từ sông Hậu vẫn có đủ thời gian theo các cầu cống còn để ngổ chảy vào làm ngập TGLX gần như nguyên trạng khi chưa có 2 đập này.

Bảng 8. Độ sâu ngập lụt (m) tại một số vị trí trong TGLX ngày 25 - IX - 1999
ứng với thời điểm mở đập Tha La và Trà Sư

(tại Châu Đốc cùng ngày 25-IX, lũ 1977 có mực nước là 3,74m và 1999 là 3,46m)

Vị trí	Lũ 1997	Lũ 1999
Khu vực Xuân Tô (bờ bắc kênh Vĩnh Tế)	1,79	2,31
Khu vực Xuân Tô (bờ nam kênh Vĩnh Tế)	1,66	1,03
Khu vực Lò Gạch	1,49	0,90
Khu vực Tri Tôn	1,45	1,02
Khu vực Vĩnh Hanh	1,36	0,98
Khu vực Núi Sập	1,05	0,79
Khu vực Hòn Đất	0,90	0,66

Bảng 9. Độ sâu ngập lụt (m) tại một số vị trí trong TGLX ngày 15 - X - 1999
ứng với thời điểm kết thúc tích lũ trong TGLX

(tại Châu Đốc cùng ngày 15-X, lũ 1977 có mực nước là 3,70m và 1999 là 3,78m)

Vị trí	Lũ 1997	Lũ 1999
Khu vực Xuân Tô (bờ bắc kênh Vĩnh Tế)	1,81	2,15
Khu vực Xuân Tô (bờ nam kênh Vĩnh Tế)	1,70	1,51
Khu vực Lò Gạch	1,58	1,39
Khu vực Cầu Sắt 13	1,55	1,39
Khu vực Vĩnh Hanh	1,46	1,36
Khu vực Núi Sập	1,17	1,14
Khu vực Hòn Đất	0,93	0,91

+Sau thời điểm kết thúc tích lũ đến cuối tháng X lại đóng cửa 2 đập ngăn dòng chảy cuối mùa lũ của tuyến 7 cầu với hy vọng sẽ tiêu rút nước ngập lụt nhanh hơn cho TGLX để xuống giống vụ hè thu sớm, song do còn để ngổ biên sông Hậu nên nước lũ từ sông Hậu chảy vào TGLX lại gia tăng và hậu quả là cả vùng TGLX cuối mùa mưa 1999 đồng loạt bị ngập sâu hơn cùng kỳ 1997 từ 0,20m đến 0,50m, không thua kém các vùng trũng giữa sông Tiền - sông Hậu và Đồng Tháp Mười.

-Lượng nước mưa tham gia vào cân bằng dòng chảy lũ TGLX trong mùa lũ 1999 theo phương án IA chiếm 7,83% và theo phương án IB chiếm 5,65%, do đó khi

đắp đê chống lũ cho các vùng cần chú ý xây dựng hệ thống các trạm bơm tiêu úng do mưa.

Bảng 10. Độ sâu ngập lụt (m) tại một số vị trí trong TGLX ngày 31 - XII - 1999
(tại Châu Đốc cùng ngày 31-XII, lũ 1977 có mực nước là 1,52m và 1999 là 1,79m)

Vị trí	Lũ 1997	Lũ 1999
Khu vực Xuân Tô (bờ bắc kênh Vĩnh Tế)	0,21	0,80
Khu vực Xuân Tô (bờ nam kênh Vĩnh Tế)	0,19	0,80
Khu Vực Lò Gạch	0,00	0.70
Khu vực Cầu Sắt 13	020	0,65
Khu vực Vĩnh Hanh	0,16	0,61
Khu vực Núi Sập	0,21	0,78
Khu vực Hòn Đất	0,0	0,45

6. Kết luận

a) Hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây nói chung và 2 đập tràn Tha La và Trà Sư nói riêng đã làm thay đổi cơ chế dòng chảy lũ TGLX trong mùa lũ 1999 như sau:

- Ở các tuyến vào, xét trong thời đoạn cân bằng từ 1-VIII đến 30-XI và so với nguyên trạng, lưu lượng bình quân qua tuyến 7 cầu bị chặn lại là $1048\text{m}^3/\text{s}$ (1199-151) - giảm 87,4%, qua cầu Hữu Nghị + Công Bình tăng lên $205\text{m}^3/\text{s}$ (592 - 387), từ sông Hậu theo các tuyến kênh chảy vào TGLX tăng $243\text{m}^3/\text{s}$ (745-502).

- Ở các tuyến ra, xét trong thời đoạn cân bằng từ 1-VIII đến 30-XI và so với nguyên trạng, lưu lượng bình quân tiêu về Nam Cần Thơ giảm $186\text{m}^3/\text{s}$ (328-142), ra biển Tây giảm $290\text{m}^3/\text{s}$ (888-598), về đầm Đông Hồ tăng $8\text{m}^3/\text{s}$ (140 - 132) .

- Nước từ kênh Vĩnh Tế chảy qua khu vực Bắc Hà Tiên trong thời đoạn cân bằng từ 1-VIII đến 30-XI và so với nguyên trạng chỉ tăng $140\text{m}^3/\text{s}$, tức tăng 38%. Ở đây cần lưu ý rằng, khác hoàn toàn với vận động của dòng chảy lũ năm 1997, mối liên hệ thủy văn - thủy lực giữa kênh Vĩnh Tế với khu vực Bắc Hà Tiên trong mùa lũ 1999 diễn ra trong điều kiện có đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư ngăn dòng chảy tuyến 7 cầu, nạo vét xong toàn tuyến kênh Vĩnh Tế đến cao trình -3m, đào thêm kênh T4, T5, T6; trong đó T5 có khẩu độ đáy 20m thuộc ngoại cỡ của một kênh tạo nguồn; và tương ứng với các kênh này, phía biển Tây mở thêm các cửa tiêu lũ như Tuần Thố, Lung Lớn, T6,...; nhưng theo kết quả tính toán vừa trình bày trên, chứng tỏ lượng dòng chảy từ kênh Vĩnh Tế theo kênh rạch băng qua khu vực Bắc Hà Tiên để tiêu thoát nhanh ra biển Tây không tăng nhiều như dự án "Hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây" tính từ đầu, đặc biệt tiêu theo kênh Vĩnh Tế về phía Hà Tiên hầu như không được cải thiện. Nguyên nhân sâu xa của hiện tượng này là do đây không

phải hướng đi của lũ vì địa hình đồng ruộng càng xuôi dòng Vĩnh Tế về hướng biển Tây càng cao dần, khu vực Bắc Hà Tiên là khu vực xa nguồn lũ của TGLX, triều biển Tây xét từ cửa Rạch Giá đến cửa Hà Tiên có xu hướng lớn dần (độ lớn thủy triều kỳ nước cường trong chu kỳ 19 năm tại Rạch Giá là 100cm, tại Hà Tiên là 111cm).

b) Hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây nói chung và 2 đập tràn Tha La và Trà Sư nói riêng làm thay đổi quá trình ngập lụt trong TGLX trong mùa lũ 1999 như sau:

-Giảm áp lực lũ đầu mùa lên hệ thống đê bao trong TGLX bảo vệ vụ sản xuất hè thu trong phạm vi khu vực hạ lưu 2 đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư từ kênh Tri Tôn đến kênh Vĩnh Tế, cụ thể từ đầu mùa lũ đến thời điểm xuất hiện mực nước tại Châu Đốc là 3,50m, giảm được độ sâu ngập lụt từ 0,20m đến 0,40m.

-Tăng áp lực lũ đầu mùa lên hệ thống đê bao bảo vệ vụ sản xuất hè thu trong phạm vi khu vực thượng lưu 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư từ bờ bắc kênh Vĩnh Tế đến giáp biên giới Việt Nam - Campuchia, cụ thể tăng độ sâu ngập lụt trong khu vực này từ 0,20m đến 0,40m.

-Đối với lũ chính vụ, độ sâu ngập lụt lớn nhất ứng với thời điểm kết thúc tích lũ trong TGLX tăng 20cm trong phạm vi khu vực thượng lưu 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư từ bờ bắc kênh Vĩnh Tế đến giáp biên giới Việt Nam - Campuchia và giảm 20cm ở khu vực hạ lưu 2 đập từ kênh Mười Châu Phú đến bờ nam kênh Vĩnh Tế, các khu vực còn lại trong tứ giác ngập sâu như khi chưa có 2 đập .

c) Hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây nói chung và 2 đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư nói riêng còn làm biến đổi các đặc trưng hình thái lũ như thời gian truyền lũ, thời gian duy trì các cấp mực nước lũ, mực nước đỉnh lũ, quá trình mực nước lũ, cường suất lũ,... trong TGLX, những vấn đề này đang được nghiên cứu.

7. Đề nghị

a) Như các phần trên đã phân tích, có hai tuyến lũ tràn vào làm ngập lụt TGLX là từ vùng trũng Campuchia và từ sông Hậu. Do đó nếu chỉ có công trình điều khiển dòng chảy tuyến 7 cầu mà để ngỏ các cửa vào phía sông Hậu thì với đặc điểm lũ sông Cửu Long là lũ góp từ nhiều chi lưu của vùng sinh lũ sông Mê-công dồn về có tổng lượng rất lớn, thời gian lũ lên và xuống kéo dài, nước lũ từ sông Hậu thông qua 26 cầu và cống chảy tự do, trong đó có nhiều trục kênh lớn dẫn lũ như Cần Thảo, kênh Đào, Tri Tôn, Mười Châu Phú, Ba Thê, Chác Năng Gù, Mặc Cần Dưng, Long Xuyên, Cái Sắn,...hoàn toàn có khả năng tràn vào lấp đầy TGLX như trước khi có hai đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư . Vì vậy cần nghiên cứu xây dựng cống và đập điều khiển lũ phía sông Hậu trên một số trục kênh chính có khả năng dẫn lũ lớn . Khi dòng lũ tràn từ vùng trũng Campuchia và từ sông Hậu được điều khiển song hành và đồng bộ, thì vấn đề ngập lụt khu vực tây sông Hậu được giải quyết cơ bản, thật sự mở ra thời kỳ mới phát triển kinh tế xã hội, bảo vệ môi trường và phòng chống lũ lụt cho

dải đất tây sông Hậu rộng gần 70 vạn ha bao gồm TGLX và tứ giác Cái Sắn - Xà No - chiếm 54% diện tích bị ngập lụt của đồng bằng sông Cửu Long .

b) Khi có điều kiện, cần thay đập tràn cao - su Tha La và Trà Sư bằng đập bê - tông vĩnh cửu có cánh đóng mở đến cao trình đáy -2m, nhằm làm sống lại "vai trò thủy lợi kết hợp giao thông" vốn có từ lâu và rất quan trọng của kênh Tha La và Trà Sư trong thời gian không cần đóng đập (khoảng 8-9 tháng trong năm), để vừa lấy được nước từ kênh Vĩnh Tế chuyển sâu vào nội đồng trong mùa khô và vừa đảm bảo giao thông thủy giữa kênh Vĩnh Tế với mạng lưới kênh rạch TGLX, mà trước hết là với các trục kênh chính như Mắc Cần Dung, Tri Tôn, Tám Ngàn,....

c) Cần khẩn trương nghiên cứu bài toán quy hoạch lũ đồng bằng sông Cửu Long theo mục tiêu chống lũ triệt để bằng hệ thống đê quốc gia kết hợp đê địa phương với các băng thoát lũ hợp lý, kèm theo đó là hệ thống bơm điện có đủ công suất tiêu ứng do mưa và lấy nước phù sa tưới ruộng .

d) Trong quá trình nghiên cứu quy hoạch lũ TGLX nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long nói chung, ngoài lũ sông Cửu Long, cần nghiên cứu kỹ sự góp sức của thành phần lũ núi phía Campuchia đổ vào đồng bằng, trong đó có khu vực bắc kênh Vĩnh Tế . Đặc biệt lưu ý vào các thời kỳ trên đồng bằng sông Cửu Long có mưa lớn và dài ngày thì ắt có lũ núi lớn ở Campuchia.

Tài liệu tham khảo

1. Các tư liệu về hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây của Bộ NN và PTNT, tỉnh An Giang và Kiên Giang .
2. Bùi Đạt Trâm. Chế độ thủy văn vùng tứ giác Long Xuyên.-Đề tài cấp Nhà nước thuộc Chương trình Điều tra tổng hợp Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn II (60-02), 1982-1984.
3. Bùi Đạt Trâm. Sóng lũ nhỏ vận động trên các biên vào và ra của tứ giác Long Xuyên.- Tạp chí KTTV, số 1 năm 1999 .
4. Tô Văn Trường. Xây dựng cơ sở dữ liệu thống nhất cho mô hình toán tính lũ đồng bằng sông Cửu Long.- Đề tài độc lập cấp Nhà Nước, Bộ KH - CN và MT, Hà Nội, 2000.
5. Hydrological Center of Italia. Inventory, Exploration and Management for Water Resources, 1992 .