

DÙNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ VRSAP MÔ PHÒNG TRẬN LŨ LỚN NĂM 2000 DIỄN RA TRONG VÙNG TRŨNG TỨ GIÁC LONG XUYÊN

TS Bùi Đạt Trâm

Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn tỉnh An Giang

1. Tổng quan về lũ Đồng bằng sông Cửu Long

Xét về độ lớn đỉnh lũ từ năm 1926 đến năm 2000 - tức dài 75 năm, thì lũ hạ lưu lưu vực sông Mê-công diễn ra trên Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) lớn nhất xuất hiện vào năm 1961 với mực nước đỉnh lũ tại Tân Châu - sông Tiền là 5,11m và tại Châu Đốc - sông Hậu là 4,90m; đứng thứ hai là lũ năm 2000 với mực nước đỉnh lũ tại Tân Châu là 5,06m và tại Châu Đốc là 4,90m; lũ thấp nhất xảy ra vào năm 1998 với mực nước đỉnh lũ tại Tân Châu là 2,81m và tại Châu Đốc là 2,55m. Xét về dạng lũ, từ năm 1960 đến năm 2000 có hai năm lũ kép lớn, đó là lũ 1978 với mực nước đỉnh lũ đầu mùa là 4,72m và chính vụ là 4,78m, các con số tương ứng này của lũ 2000 là 4,22m và 5,06m. Xét về thời điểm xuất hiện lũ, cũng thời kỳ 1960-2000, năm 2000 lũ sông Mê-công về đến ĐBSCL sớm nhất, so với bình thường gần 1 tháng. Xét về lưu lượng, tổng lượng, cường suất và thời gian lũ, thì lũ năm 2000 được xếp vào loại lớn và cực lớn kể từ năm 1926 tới nay.

Lũ về sớm, là lũ kép và cao kết hợp với thủy triều biển Đông và biển Tây truyền vào đồng bằng từ nhiều hướng cùng với lượng mưa tại chỗ, lại diễn ra trên một miền không gian rộng trên 4 triệu hecta với địa hình thấp trũng (bình quân 1m), cơ sở hạ tầng kinh tế - xã hội được xây dựng gấp nhiều lần so với thời điểm 1961, nằm trong điều kiện chưa có hệ thống công trình chống lũ tầm quốc gia bảo vệ, do đó sự tàn phá của lũ năm 2000 đối với ĐBSCL là rất lớn thiệt hại về giao thông, thủy lợi, thủy sản, nông nghiệp, công nghiệp, nhà ở, kho tàng, bến bãi, trường học, bệnh viện, công sở lên tới hàng nghìn tỷ đồng; có trên 500 người chết; đặc biệt sự xuống cấp về môi trường sinh thái phải sau nhiều năm mới khôi phục lại được.

Lũ lụt ở hạ lưu lưu vực sông Mê-công nói chung và ĐBSCL nói riêng được tìm hiểu và nghiên cứu liên tục từ những thập niên 1960 của thế kỷ XX đến nay, song do biến đổi khí hậu, địa hình, thảm phủ và quá trình khai thác lưu vực làm cho lũ lụt nơi đây không ngừng biến đổi, ngày càng có xu thế ác liệt và phức tạp. Do đó, tiếp tục nghiên cứu lũ lụt sông Mê-công, trong đó có ĐBSCL và các vùng trũng rộng lớn nhằm góp phần nâng cao chất lượng quy hoạch khai thác tài nguyên nước và dự báo phòng chống thiên tai là hết sức cần thiết. Sau đây xin trình bày kết quả ứng dụng mô hình số trị VRSAP mô phỏng trận lũ lịch sử năm 2000 diễn ra trong vùng trũng tứ giác Long Xuyên (TGLX).

VRSAP là mô hình tính thủy lực dòng chảy 1 chiều trên hệ thống sông kênh tự nhiên, trong điều kiện có dòng lũ tràn và ngập lụt như ĐBSCL mang bản chất dòng chảy 2 chiều vẫn tính toán được bằng kỹ thuật tạo băng tràn và hướng dòng hợp lý gần sát với thực tế. Đây là mô hình đã được ứng dụng rất rộng rãi ở Việt Nam và nước ngoài để làm quy hoạch và dự báo, vì vậy bài báo sẽ không giới thiệu kỹ thuật mô hình và kết cấu chương trình tính mà chỉ tập trung trình bày lưới thủy lực và đánh giá mô phỏng trận lũ lớn năm 2000 diễn ra trong TGLX, từ đó khai thác tính toán của mô hình để tiếp tục cùng với các kết quả trình bày trong [5] góp phần đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây.

2. Xây dựng lưới thủy lực tứ giác Long Xuyên cho trận lũ năm 2000

Lưới thủy lực TGLX trong điều kiện địa hình năm 2000 phục vụ bài toán mô phỏng lũ bằng mô hình thủy lực VRSAP đã được trình bày kỹ trong [5], sau đây nêu tóm tắt những nét đặc thù chính của lưới thủy lực này.

a. Vị trí địa lý

ĐBSCL được chia làm 5 vùng, đó là Đồng Tháp Mười, TGLX, tứ giác Cái Sắn - Xà No, bán đảo Cà Mau và vùng nằm giữa sông Tiền - sông Hậu. TGLX liền kề với tứ giác Cái Sắn - Xà No, kế tiếp là bán đảo Cà Mau đều nằm về phía tây sông Hậu.

b. Địa hình đồng ruộng

TGLX có diện tích khoảng 4000km², ngoại trừ 2 huyện miền núi Tri Tôn và Tịnh Biên, còn lại là đồng bằng khá bằng phẳng với cao trình bình quân khoảng 1m và bị chia cắt thành nhiều ô nhỏ bởi hệ thống kết cấu hạ tầng rất đa dạng và cực kỳ phức tạp.

c. Kết cấu hạ tầng

Kết cấu hạ tầng trong TGLX có nhiều, song đáng kể nhất và có ảnh hưởng lớn nhất đến dòng chảy lũ là hệ thống công trình giao thông và thủy lợi.

Hệ thống đường bộ TGLX có nhiều loại gồm quốc lộ, tỉnh lộ, huyện lộ, hương lộ với mật độ khoảng 1,5km/km². Bao bọc quanh TGLX có 5 tuyến đường bộ (với độ cao khống chế được lũ đến mực nước 4.60m tại Châu Đốc-sông Hậu, trên mức đó hiện tượng chảy tràn diễn ra rất phức tạp trên 5 tuyến lộ này), đó là quốc lộ 91 chạy song song với bờ hữu sông Hậu đoạn từ Vàm Cống - Châu Đốc nối tiếp đoạn Châu Đốc - Nhà Bàng - Xuân Tô - biên giới Việt Nam - Campuchia, quốc lộ N1 chạy cặp song song với bờ hữu kênh Vĩnh Tế đoạn Xuân Tô - Hà Giang và đoạn dọc bờ tả kênh Hà Giang, quốc lộ 80 ngăn cách tứ giác với biển Tây chạy cặp song song với kênh Rạch Giá đi Hà Tiên và cuối cùng là lộ Vàm Cống đi Rạch Giá cặp song song bờ tả kênh Cái Sắn. Vì vậy, về mùa lũ, TGLX giống như cái hồ được điều tiết dòng chảy bởi nhiều cửa vào và cửa ra phân bố trên các tuyến đường này như sau:

- *Tuyến vào 1* : Nước lũ từ vùng trũng Campuchia tràn vào TGLX qua tuyến 7 cầu nằm trên lộ Châu Đốc - Nhà Bàng + nước chảy theo kênh Vĩnh Tế qua cầu Hữu Nghị + nước chảy qua cầu Công Bình (nay là tràn Xuân Tô) nằm trên lộ băng qua cánh đồng từ cầu Hữu Nghị đến biên giới Việt Nam-Campuchia,

- *Tuyến vào 2*: Nước lũ từ sông Hậu tràn vào TGLX qua cầu, cống nằm trên quốc lộ 91 đoạn Châu Đốc - Vàm Cống,

+ *Tuyến vào nội bộ*: Nước lũ từ kênh Vĩnh Tế tràn vào khu vực Bắc Hà Tiên qua cầu, cống trên bờ nam kênh Vĩnh Tế,

+ *Tuyến ra 1*: Nước lũ trong TGLX tiêu về Nam Cần Thơ qua cầu, cống trên tuyến lộ Cái Sắn (từ Vàm Cống đi Rạch Giá),

+ *Tuyến ra 2* : Nước lũ từ TGLX tiêu ra biển Tây qua cầu, cống trên tuyến lộ Rạch Giá - Hà Tiên,

+ *Tuyến vào 3*: Nước lũ từ TGLX tiêu về đầm Đông Hồ qua cầu, cống trên bờ đông kênh Hà Giang (lộ N1) + cuối kênh Rạch Giá - Hà Tiên + cuối kênh Vĩnh Tế.

Hệ thống kênh rạch và các công trình thủy lợi trong TGLX khá nhiều, trong đó quan trọng nhất là hệ thống kênh tạo nguồn và hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây có tác động lớn đến dòng chảy lũ tứ giác.

TGLX có các trục kênh tạo nguồn lớn lấy nước từ sông Hậu băng qua nội đồng đổ vào kênh Rạch Giá - Hà Tiên là Cái Sắn, Long Xuyên, Chóc Năng Gù, Ba Thê, Mười Châu Phú, Tri Tôn, Cấn Thảo, kênh Đào, Trà Sư, Vĩnh Tế. Các kênh lấy nước từ kênh Vĩnh Tế băng qua nội đồng khu vực Bắc Hà Tiên đổ vào kênh Rạch Giá - Hà Tiên gồm có kênh T6, kênh Mới, T5, T4, T3, Nông Trường (T2) và Hà Giang (T1). Nước từ kênh Rạch Giá - Hà Tiên tiêu ra biển Tây bằng 36 cửa, trong đó có các cửa chính như Cái Sắn, Mông Thọ, Rạch Giá, Vàm Răng, Luynh Quỳnh, Vàm Rây, T6, Tuần Thống, Lung Lớn, Ba Hòn. Liên kết các kênh tạo nguồn với nhau có các kênh ngang như Ba Thê Mới, Mạc Cấn Dung, Trà Sư... Ngoài hệ thống kênh tạo nguồn vừa kể, trong TGLX còn có hệ thống kênh cấp II, cấp III, gộp chung toàn bộ có mật độ kênh rạch dày tới 1,65km/km².

Để giảm ngập lụt cho TGLX, để tiêu thoát lũ ra biển Tây, ngoài đào các trục kênh T4, T5 và T6 băng qua đồng ruộng khu vực Bắc Hà Tiên đổ vào kênh Rạch Giá - Hà Tiên, mở các cửa tiêu nước ra biển Tây như Lung Lớn (ứng với T4), Tuần Thống (ứng với T5) và T6 (ứng với T6) đã nêu ở trên, còn xây dựng 2 đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư có cao trình đáy 1,50m, tổng độ dài là 172m và cao trình đỉnh đập là 3,80m nhằm điều khiển dòng lũ tràn từ vùng trũng Campuchia chảy qua 7 cầu trên lộ Châu Đốc - Nhà Bàng đổ vào TGLX.

d. Lưới thủy lực và biên thủy văn

Tất cả các đặc điểm về địa hình, hệ thống đường bộ, sông, kênh, rạch, công trình thủy lợi, ô đồng ruộng, chảy tràn... của TGLX vừa trình bày trên đều được mô tả trong lưới thủy lực gồm 601 đoạn, 414 nút và 198 ô đồng ruộng theo quy tắc của chương trình tính thủy lực VRSAP (xem sơ đồ lưới thủy lực TGLX).

Biên thủy văn gồm 6 trạm mực nước (H) : Phnompenh, Tân Châu, Chợ Mới, Mỹ Thuận, Cấn Thơ, triều biển Tây, 6 điểm nhập lưu (Q) hữu ngạn sông Hậu, 6 điểm nhập lưu (Q) phía tả ngạn sông Tiền và 24 trạm mưa.

Biên kiểm tra gồm có 3 trạm H, Q trên sông chính, 9 trạm H, Q nội đồng và 150 điểm khảo sát H, Q bao quanh đường biên tứ giác.

3. Đánh giá và khai thác kết quả mô phỏng

Lũ TGLX năm 2000 được mô phỏng bắt đầu từ ngày 1-VII và kết thúc vào ngày 15-XII, với các giai đoạn sau:

- Giai đoạn I: Từ ngày 1-VII đến 31- VIII đóng 2 đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư ứng với mực nước Châu Đốc là 2,24m và 3,93m,

- Giai đoạn II: Từ ngày 1- IX đến 28 - X mở 2 đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư ứng với mực nước Châu Đốc là 3,97m và 4,15m,

- Giai đoạn III: Từ ngày 29 - X đến 15 - XII đóng 2 đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư ứng với mực nước Châu Đốc là 4,13m và 2,22m.

a. Độ chính xác mô phỏng

- Xét cả quá trình mô phỏng lũ từ I-VII đến 15-XII, cho thấy kết quả tính toán mực nước của mô hình là khá tốt, so với thực đo có sai số ΔH dao động từ 0 đến $\pm 15\text{cm}$ và bình quân 6,9cm, phù hợp hoàn toàn về dạng lũ và triều, độ lệch pha xuất hiện các trị số max và min tối đa là ± 3 ngày (bảng 1).

Bảng 1. Mực nước đỉnh lũ thực đo và tính toán của VRSAP tại một số nút

Vị trí	Nút	H_{TD} (cm)	Thời gian xuất Hiện	H_{TT} (cm)	Thời gian xuất hiện	ΔH (cm)	ΔT (ngày)
Châu Đốc	35	490	23-IX	488	25-IX	-02	-2
Long Xuyên	48	263	27-IX	268	30-X	+05	-3
Xuân Tô	98	467	25-IX	466	27-IX	-01	+2
Lò Gạch	157	303	27-IX	299	26-IX	-04	+1
Tri Tôn	148	298	27-IX	300	27-IX	+02	0
Vĩnh Hanh	222	322	27-IX	315	27-IX	-07	0
Núi Sập	260	276	27-IX	265	28-IX	-11	-1
Tân Hiệp	286	183	28-IX	279	28-IX	-04	0

- Xét cả quá trình mô phỏng lũ từ I-VII đến 15- XII, cho thấy kết quả tính toán lưu lượng của mô hình là khá phù hợp với thực đo: cụ thể sai số ΔQ của các đoạn dao động từ 0 đến $\pm 15\%$ và bình quân 8,3%, phù hợp hoàn toàn về dạng các pha lũ và triều, độ lệch pha xuất hiện các trị số max và min tối đa là ± 3 ngày, ngoại trừ trạm Tân Châu có độ lệch pha xuất hiện Q_{max} tới 59 ngày (bảng 2).

Bảng 2. Lưu lượng đỉnh lũ thực đo và tính toán của VRSAP tại một số đoạn

Vị trí	Q_{TD} (m^3/s)	Thời gian xuất hiện	Q_{TT} (m^3/s)	Thời gian xuất hiện	ΔQ (m^3/s)	$\Delta Q/Q_m$ (%)	ΔT (ngày)
Tân Châu	26000	26-VII	26653	23-IX	653	2,51	59
Châu Đốc	7680	24-IX	8749	22-IX	1069	13,9	+2
Vàm Nao	9760	23-IX	9507	23-IX	-253	2,59	0
ΣQ_{max} vào (I1+I2)	5747	-	5905	-	-158	2,75	-
ΣQ_{max} ra (I1+I2+I3)	5459	-	5753	-	-294	5,38	-

Ở đây có vấn đề cần bàn là tại sao Q_{max} thực đo của trận lũ 2000 của sông Tiền qua mặt cắt Tân Châu lại xuất hiện quá sớm vào ngày 26 tháng VII, trong khi đó Q_{max} tính toán theo VRSAP xuất hiện vào ngày 23 tháng IX, chênh nhau tới 59 ngày.

Theo lý thuyết, các đặc trưng cực đại của dòng chảy lũ thường xuất hiện theo thứ tự ΔH_{max} , V_{max} , Q_{max} và H_{max} . Kết quả nghiên cứu phương pháp chỉnh biên lưu lượng mùa lũ trạm thủy văn Tân Châu (sông Tiền), Châu Đốc (sông Hậu) và Vàm Nao (sông Vàm Nao) tìm ra được phương án $H = f(Q/\Delta H^{1/2})$ với ΔH là độ dốc lũ của sông Tiền đoạn Tân Châu-Vàm Nao là thích hợp nhất cho cả 3 trạm. Trên thực tế, phương án này đã dùng chỉnh biên lưu lượng lũ cho 3 trạm trong suốt nhiều năm qua. Tổng

kết số liệu lũ của 3 trạm Tân Châu, Châu Đốc và Vàm Nao từ 1979 đến 1999 cho thấy ΔH_{\max} thường xuất hiện trong các trận lũ đầu mùa, nhưng chưa đủ tạo ra Q_{\max} , mà Q_{\max} của 3 trạm thường xuất hiện đồng bộ trước H_{\max} khoảng 3 đến 10 ngày. Trong trận lũ 2000, độ dốc lũ ΔH của sông Tiền đoạn Tân Châu - Vàm Nao có 2 trị số đáng lưu ý, cực trị thứ nhất là 165cm xuất hiện lân cận ngày 26 tháng VII ứng với mực nước tại Tân Châu là 410cm, cực trị thứ hai là 171cm xuất hiện vào ngày 8 và 9 tháng IX ứng với mực nước tại Tân Châu là 4,66m.

Với các số liệu vừa trình bày trên và xuất phát từ hàm số $Q = f(\Delta H, V, \omega)$, tác giả cố nghi vấn thời điểm xuất hiện Q_{\max} thực đo lũ 2000 tại Tân Châu, và cho rằng thời điểm xuất hiện của nó theo tính toán của VRSAP là hợp lý hơn. Tất nhiên cần truy tìm thêm nhiều nguyên nhân khác nữa như tác động của các hệ thống công trình giao thông, thủy lợi, thảm phủ... đến dòng chảy lũ để có kết luận đầy đủ hơn về vấn đề này.

b. Khai thác kết quả mô phỏng

Qua đánh giá kết quả mô phỏng vừa được trình bày trên, cho phép khai thác nhiều yếu tố thủy văn - thủy lực do VRSAP tính toán như mực nước lũ, cường suất lũ, độ dốc lũ, độ sâu ngập lụt, vết loang ngập lụt, diện tích ngập lụt, lưu lượng lũ, tổng lượng lũ, lượng trữ lũ, lượng vào, lượng tháo, tốc độ dòng chảy, thời gian chảy truyền, thời gian tích lũ, thời điểm kết thúc tích lũ, thời gian xả lũ... phục vụ nhiều mục đích nghiên cứu khác nhau như quy hoạch, dự báo, phòng chống lũ lụt, bảo vệ môi trường..... Với khuôn khổ có hạn của bài báo, sau đây chỉ xin trình bày rất tóm tắt kết quả tính toán quá trình lưu lượng lũ, tổng lượng, cân bằng lũ và độ sâu ngập lụt.

c. Quá trình lưu lượng lũ, lưu lượng lớn nhất Q_{\max} và lưu lượng trung bình Q_{TB}

Phân tích kết quả tính toán lưu lượng lớn nhất và lưu lượng trung bình của các tuyến vào và các tuyến ra trong thời gian tính toán từ I-VII đến 15-XII trình bày ở bảng 3 rút ra được các nhận xét sau:

- Nhờ có hai đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư điều khiển dòng chảy tuyến 7 cầu theo lịch thời gian đã trình bày trong các phần trên, nên so với nguyên trạng khi chưa có 2 đập này, lượng dòng chảy tràn không mang phù sa từ vùng trũng Campuchia đổ vào TGLX giảm 34%, đồng thời làm tăng gần 50% lượng dòng chảy mang nhiều phù sa từ sông Hậu vào tứ giác.

- So với nguyên trạng khi chưa có hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây, trên các tuyến ra chưa có những thay đổi tích cực, tỷ lệ lượng nước từ tứ giác chảy về đầm Đông Hồ từ chỗ chiếm khoảng 12% lượng nước từ TGLX tiêu về các hướng nay tăng lên 18%, còn về Nam Cần Thơ là trên 21%, và ra biển Tây trên 60% đều gần xấp xỉ nguyên trạng.

- Như vậy, rõ ràng hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây nói chung và hai đập tràn cao-su Tha La và Trà Sư điều khiển dòng chảy tràn từ vùng trũng Campuchia đổ vào TGLX nói riêng đã có khả năng làm thay đổi đáng kể tỷ lệ dòng chảy từ các hướng đổ vào TGLX, và chính sự thay đổi này đã có tác dụng làm chậm lũ và giảm độ sâu ngập lụt cho tứ giác, vấn đề này đã được giới thiệu trong [3,5] và sẽ được trình bày tiếp trong các phần sau.

Bảng 3. Q_{max} và Q_{TB} của các tuyến vào và ra từ I-VII đến 15-XII do VRSAP tính toán

Tên tuyến	Q_{max}	%	Q_{TB}	%
<i>1. Các tuyến vào</i>	5905	100	2326	100
Tuyến vào 1 (từ Campuchia vào TGLX)	2280	38.6	937	40.3
Tuyến vào 2 (từ sông Hậu vào TGLX)	3625	61.4	1389	59.7
<i>2. Tuyến nội bộ (từ kênh Vĩnh Tế vào BHT)</i>	2351	-	907	-
<i>3. Các tuyến ra</i>	5753	100	2194	100
Tuyến ra 1 (từ TGLX ra Nam Cần Thơ)	976	17.0	470	21.4
Tuyến ra 2 (từ TGLX ra biển Tây)	3672	63.8	1321	60.2
Tuyến ra 3 (từ TGLX ra đầm Đông Hồ)	1105	19.2	404	18.4

d. Tổng lượng lũ và cân bằng lũ

Tính toán cân bằng lũ năm 2000 cho TGLX được chia làm 11 thời đoạn, mỗi thời đoạn là 15 ngày hoặc 16 ngày, bắt đầu từ ngày I-VII đến 15-XII, kết quả tính toán được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Cân bằng lũ năm 2000 cho TGLX từ I-VII đến 15-XII do VRSAP tính toán

Thời đoạn	Thời đoạn	Wvào ($10^9 m^3$)	Wra ($10^9 m^3$)	Wvào-Wra ($10^9 m^3$)	Σ (Wvào-Wra) ($10^9 m^3$)
1	01÷15-VII	0.952	0.664	0.288	0.288
2	16÷31-VII	1.922	0.968	0.954	1.242
3	01÷15-VIII	2.452	1.815	0.637	1.879
4	16÷31-VIII	2.557	1.728	0.829	2.708
5	01÷15-IX	3.942	2.333	1.609	4.317
6	16 ÷30-IX	6,948	4,953	1,995	6,312
7	01÷15-X	5.515	5.848	-0.333	5.979
8	16÷31-X	4.520	5.118	-0.598	5.381
9	01÷15-XI	2.540	4.002	-1.462	3.919
10	16÷30-XI	1.661	2.843	-1.182	2.737
11	01 ÷15-XII	0,754	1,586	-0,832	1,905
Σ	168 ngày	33.763	31.858	1.905	-

Đối chiếu với hiện trạng lũ 2000 diễn ra trong TGLX vào hai thời điểm cuối tháng X và giữa tháng XII, các kết quả tính toán trình bày trong bảng 4 rất phù hợp với thực tế, cụ thể là:

- Thời gian tích lũ của TGLX kéo dài đến cuối tháng X (khoảng thời gian luôn có lượng vào lớn hơn lượng ra), thời điểm kết thúc tích lũ sau 7 ngày so với thời điểm xuất hiện mực nước đỉnh lũ tại Châu Đốc (23-IX) - gần bằng thời gian truyền đỉnh lũ từ sông Hậu vào các điểm trong nội đồng tứ giác, với lượng trữ lũ tối đa tích lũy được là $6,312 \cdot 10^9 m^3$, tạo ra độ sâu ngập lụt lớn nhất bình quân trên toàn vùng là 1,60m.

- Từ ngày I-X trở đi, TGLX xả lũ (khoảng thời gian luôn có lượng ra lớn hơn lượng vào), đến giữa tháng XII lượng trữ lũ trong tứ giác còn lại là $1.905 \cdot 10^9 m^3$, tương ứng với độ sâu ngập lụt bình quân trên toàn vùng là 0,50m.

- Từ ngày 15-VII đến 15-XII dài 168 ngày, lượng nước lũ từ các hướng chảy vào TGLX là $33,763.10^9 m^3$, giả sử không có tiêu thoát thì TGLX sẽ được phủ một lớp nước dày trên 8m, song cũng chính trong cùng thời gian này nước lũ từ TGLX tiêu về các hướng được $31.858.10^9 m^3$.

d. Độ sâu và thời gian ngập lụt

Với hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây và quá trình vận hành như đã trình bày trong các phần trên đã làm biến đổi các thành phần dòng chảy lũ vào và ra, dẫn đến độ sâu và thời gian ngập lụt trong tứ giác có những đổi thay tương ứng.

- Phân tích đường quá trình mực nước *lũ đầu mùa* của các năm 1991 đến 2001 thấy rằng, trong mùa lũ 1999 và 2000 - là 2 năm có 2 đập tràn cao-su Tha La + Trà Sư điều khiển dòng chảy tràn từ Campuchia đổ vào TGLX qua tuyến 7 cầu, thì khu vực nằm ngoài tầm kiểm soát lũ bắc kênh Vĩnh Tế lũ về sớm hơn gần 1 tháng, cường suất lũ lên nhanh hơn và đỉnh lũ cao hơn khoảng 20cm- 30cm, ngược lại, trong nội đồng TGLX được kiểm soát lũ thì, lũ về muộn hơn khoảng 1 tháng, lũ lên với cường suất nhỏ hơn và đỉnh lũ thấp hơn khoảng 30cm-50cm so với nguyên trạng khi chưa có 2 đập này. Kết quả này mang lại lợi ích to lớn là bảo vệ an toàn cho gần 300.000ha lúa và màu hè thu trong TGLX không bị lũ đầu mùa đe dọa như trước đây.

- Qua tính toán hệ số triết giảm *đỉnh lũ chính vụ* hàng năm giữa các trạm nội đồng TGLX với các trạm tương ứng dọc sông Hậu từ 1991 đến 2001 cho kết quả trung bình là 0,668, lớn nhất xảy ra vào năm 1997 (0,726), nhỏ nhất vào năm 1999 (0,598), liền kề nhỏ nhất là lũ 2000 (0,608) và lũ 2001 là 0,620. Các con số này biểu thị khả năng giảm độ sâu ngập lụt chính vụ cho TGLX do hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây tạo ra, nhưng rõ ràng là không được nhiều, chưa đủ sức làm thay đổi căn bản trình trạng ngập lụt chính vụ trong tứ giác.

Bằng nhiều phương pháp tiệm cận và tính toán khác nhau, vấn đề làm chậm lũ và giảm độ sâu ngập lụt đầu mùa, giảm độ sâu ngập lụt chính vụ trong TGLX bằng hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây đã được trình bày trong [3, 4, 5].

4. Kết luận

Qua các kết quả nghiên cứu được trình bày trong các phần trên, cho thấy VRSAP đã mô phỏng thành công trận lũ lớn năm 2000 diễn ra trong vùng trũng TGLX trong điều kiện hoạt động của hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây. Khai thác kết quả mô phỏng, đã rút ra được những mặt tích cực và hạn chế của hệ thống công trình này, đồng thời góp phần tiếp tục chứng minh rằng, VRSAP là mô hình tính toán dòng chảy 1 chiều trên hệ thống sông kênh, trong trường hợp có chảy tràn và ngập lụt diễn ra trên quy mô rộng lớn mang bản chất bài toán dòng chảy 2 chiều thì vẫn có khả năng mô phỏng được và cho độ chính xác cao thông qua kỹ thuật xây dựng kết cấu lưới thủy lực sát với thực tế, phục vụ đắc lực và có hiệu quả cho công tác quy hoạch phát triển, điều tra cơ bản, dự báo lũ lụt, đánh giá tác động môi trường.....

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Như Khuê. Chương trình tính thủy lực 1 chiều trên hệ thống sông kênh đồng bằng ngập lụt - VRSAP.- Đề tài độc lập cấp Nhà nước, Bộ KH - CN và MT, 1994.
2. Bùi Đạt Trâm. Nghiên cứu phương pháp chỉnh biên lưu lượng mùa lũ Trạm thủy văn Tân Châu, Châu Đốc và Vàm Nao.- Đài Khí tượng Thủy văn An Giang, 1979-1980.
3. 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.
4. Bùi Đạt Trâm. Sóng lũ nhỏ vận động trên các biên vào ra của tứ giác Long Xuyên.- Tạp chí-KTTV, số 1 năm 1999.
5. Bùi Đạt Trâm. Mô phỏng lũ lịch sử 1961 vùng trũng tứ giác Long Xuyên gắn với hoạt động của hệ thống công trình tiêu thoát lũ ra biển Tây.- Tạp chí KTTV, số 9, năm 2001.
6. Vietnam National Mekong Committee-UNDP-Funded Project VIE/010. Case study on water management for The Mekong Delta in Vietnam, 1999.