

Sử dụng mô hình nhiều tuyến tính để tính toán dòng chảy đến mặt cắt Trị An trên sông Đồng Nai

M.Sc. VŨ VĂN TUẤN

Vụ Khoa học Kỹ thuật

LÊ VIỆT HOÀ

Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội

Trong [1], cơ sở lý thuyết của họ mô hình tuyến tính mở rộng đã được đề cập tới, bao gồm các mô hình tuyến tính đơn và nhiều tuyến tính ứng với các trường hợp có một hoặc nhiều input. Trong bài này, một trường hợp sử dụng mô hình nhiều tuyến tính để tính toán dòng chảy đến mặt cắt Trị An trên sông Đồng Nai — nay là một hồ chứa quan trọng cho vùng lãnh thổ phía nam — được trình bày như là một minh họa cụ thể cho việc ứng dụng loại mô hình này ở Việt Nam.

1. Về lưu vực sông Đồng Nai và hồ chứa Trị An

1.1 Sơ lược về lưu vực sông Đồng Nai

Hệ thống sông Đồng Nai tập trung nước của hầu khắp miền Đông Nam Bộ, với một mạng lưới sông nhánh khá dày đặc, trong đó các nhánh chính là sông La Ngà ở bên trái và các sông Bè, Sài Gòn và Vàm Cỏ ở bên phải; chúng bắt nguồn từ nhiều hướng khác nhau nên tạo ra một lưu vực sông rộng lớn.

Sông Đồng Nai bắt nguồn từ cao nguyên Lang — Biang với sự hợp lưu của hai sông Đa Dưng và Đa Nhím, chảy dài theo hướng đông bắc — tây nam; sông lần lượt chảy qua nhiều bậc địa hình: từ sơn nguyên Đà Lạt tới cao nguyên Di Linh — Mơ Nông, tiếp theo là vùng bán bình nguyên rộng lớn với độ cao địa hình chủ yếu ở mức 100 — 200m để kết thúc với vùng đồng bằng phù sa cũ.

1.1.1. Địa chất: Vận động nâng cao do tác động của tạo sơn Tân sinh xảy ra khá mạnh là nguyên nhân làm cho địa hình và sông suối trẻ lại. Biểu hiện rõ rệt là các cao nguyên xếp tầng và mặt cắt dọc sông có dạng bậc thang điển hình. Về nham thạch, phần lớn là đá diệp thạch biến chất, đá phun trào đaxit, riolit và đá phun trào bazan. Đá phun trào bazan chủ yếu ở cao nguyên Di Linh, Mơ Nông và vùng Phước Bình, Xuân Lộc. Còn lại là phù sa mới và cũ, phân bố ở hạ lưu.

1.1.2. Khí hậu: ảnh hưởng của độ cao địa hình tới khí hậu là rất rõ rệt. Trên vùng cao nguyên có khí hậu mùa hè ôn đới suốt năm, như Đà Lạt (nhiệt độ trung bình năm xấp xỉ 17 — 18°C), Di Linh và Mơ Nông (từ 20 đến 25°C), vùng Đông Nam Bộ nóng ẩm có nhiệt độ trung bình năm cao hơn 25°C.

Đặc điểm chế độ mưa: Đối lập với vùng Thuận Hải gần đó, trên lưu vực sông Đồng Nai mưa nhiều, khoảng trên 2000 mm/năm, ở phía tây nam có thể đến 2700 mm/năm. Mưa thường tập trung vào mùa mưa, từ tháng V đến tháng XI. Hai tháng mưa nhiều nhất là tháng VII và VIII, sang tháng IX giảm mạnh rồi chuyển sang tháng X có lượng mưa cao hơn chút ít tuy vẫn thấp hơn hai tháng VII, VIII.

Mưa phân hóa mạnh theo không gian: theo chiều ngang, mưa giảm nhanh từ tây nam sang đông bắc, mưa cũng thường tập trung ở hạ lưu còn thượng lưu hầu như không lớn lắm. Đồng thời, mưa cũng phân hóa theo độ cao: càng lên cao, lượng mưa càng giảm. Lượng mưa ngày phân bố cũng rất phức tạp. Lý do của hiện tượng này có thể do địa hình phân hóa mạnh.

Vấn đề bốc hơi: Do mùa khô kéo dài và gay gắt, lớp phủ thực vật còn nhiều là nguyên nhân làm cho bốc hơi trên lưu vực rất lớn. Trung bình khoảng 1000 – 1300mm/năm. Vùng có lượng bốc hơi nhỏ dưới 1000 mm/năm là vùng núi cao, rừng cây lá nhọn, nhiệt độ thấp (ở vùng sông Đa Nhím).

1.1.3. Thực vật: Trước đây, vùng này có lớp thảm rừng phong phú. Vùng thượng lưu sông Đa Nhím, tỷ lệ rừng đạt tới 80 – 90%, vùng thượng nguồn sông Bé cũng trên 80%, vùng Đa-Krông khoảng 72%. Có hai loại hình rừng chủ yếu: ở vùng thấp là loại rừng á xích đạo, xanh quanh năm còn trên vùng cao nguyên, chủ yếu là rừng lá rộng á nhiệt đới trên núi hoặc rừng thông ba lá (như Đà Lạt). Tuy nhiên, trong khoảng 10 – 15 năm trở lại đây, rừng đã bị tàn phá nặng nề.

1.1.4 Thủy văn:

(a) Đặc trưng hình thái: Mạng lưới sông suối tương đối phát triển song không đều giữa các vùng, có mật độ trung bình là 0,6 km/km². Tùy thuộc vào lượng mưa nhiều hay ít và nền nham thạch có tính thấm cao hay thấp mà mật độ lưới sông dao động từ 0,2 đến 1,0 km/km². Vùng có mật độ cao là vùng núi Bảo Lộc, còn vùng có mật độ thấp là vùng La Ngà, trung và hạ lưu sông Bé. Theo thống kê trong [3], số sông có chiều dài lớn hơn hay bằng 10km là 253 sông.

Dòng chính Đồng Nai bắt nguồn từ một thung lũng nhỏ tại vùng núi Lâm Viên, Bì-Đúp (có độ cao trên 2000m). Độ cao nguồn sông chính là 1780m. Khoảng 50 km đầu nguồn có độ dốc lớn. Đây là một con sông được vận động tạo sơn Tân sinh làm trẻ lại nên thượng lưu chảy trên sơn nguyên Đà Lạt cũng êm dẽm, nhiều đoạn bị chặn lại thành hồ (như Xuân Hương, Than Thở), chứng tỏ sức xâm thực của lòng sông chưa ảnh hưởng tới bề mặt lưu vực. Khi ra tới rìa sơn nguyên mới xuất hiện các dòng thác (như Prem, Gu-Ga, Angkroet). Phần trung lưu, từ dưới Liên Khương đến Tân Uyên, dài hơn 300km là đoạn sông mở rộng uốn khúc quanh co, độ dốc nhỏ. Những phụ lưu quan trọng của hệ thống sông Đồng Nai đều gia nhập ở đoạn này (La Ngà, sông Bé). Phần hạ lưu, từ Tân Uyên ra biển, dài khoảng 150 km. Sông có mặt cắt rất rộng và sâu, đồng thời có vùng cửa sông với kênh rạch chằng chịt.

(b) Chế độ nước sông: Đặc điểm tự nhiên và đặc trưng hình thái của lưu vực đã quyết định chế độ nước sông. Chếnh lệch dòng chảy năm giữa vùng

hiều nước và ít nước khoảng hai lần. Có thể nhận thấy các yếu tố mặt đệm (đất, rừng, đầm lầy...) đã làm mờ đi vai trò của khí hậu.

Mùa lũ thường đến chậm sau mùa mưa khoảng từ 1 đến 2 tháng và lượng nước mùa lũ xấp xỉ 65% lượng dòng chảy năm. Mùa cạn kéo dài từ tháng XII đến tháng VI, trong đó, tháng cạn nhất là tháng III. Mực nước ngầm thấp các sông suối nhỏ khô cạn chứng tỏ độ chia cắt nông. Mùa cạn gay gắt đã khiến cho việc cung cấp nước ngọt trở thành một vấn đề cấp thiết cho nhiều vùng.

1.2. Vài nét về hồ chứa Trị An

Nằm ở bậc thang cuối cùng của dòng chính Đồng Nai, thác Trị An có độ chênh mực nước xấp xỉ 40m. Sau khi xây đập, đã hình thành một hồ chứa rộng, có diện tích mặt nước xấp xỉ 323 km² (ứng với mực nước dâng bình thường 62,0m), dung tích có ích đạt tới 2,4 tỷ mét khối. Ngoài việc sản xuất điện, công trình còn tưới cho hàng trăm ngàn hecta ruộng, góp phần đẩy lùi mặn trên sông Đồng Nai, tạo ra nơi nuôi cá thuận lợi, phát triển giao thông đường thủy, cải tạo khí hậu vùng.

1.3. Tình hình số liệu và sự lựa chọn mô hình

Do những hạn chế nhất định, chúng tôi chỉ sử dụng số liệu 6 năm (1979—1984) của các trạm sau đây: Đà Lạt, Dak-Nông, Bảo Lộc (số liệu mưa ngày) và Trị An, Tà Pao (số liệu dòng chảy ngày).

Với điều kiện mưa phân bố theo không gian rất không đều như đã phân tích trên, cần thiết phải có một lưới điểm mưa dày hơn nếu muốn thu được những kết quả chính xác khi tính toán mưa bình quân lưu vực. Tuy nhiên, do những hạn chế như đã nêu trên, chúng tôi chỉ có được số liệu mưa ngày của 3 trạm. Điều đó khiến cho kết quả tính toán mưa bình quân lưu vực kém chính xác và dẫn đến kết quả tính toán theo mô hình chưa tốt.

Chúng tôi đã thử nghiệm cả 4 loại mô hình (tuyến tính đơn với một hay hai input và nhiều tuyến tính với một, hai input). Kết quả cho thấy, với điều kiện số liệu thực có, mô hình nhiều tuyến tính một input cho kết quả chấp nhận được. Sở dĩ các mô hình tuyến tính đơn cho kết quả không tốt là do dòng chảy của lưu vực Trị An mang tính chất mùa khá rõ rệt, đó cũng chính là ưu thế khi sử dụng mô hình nhiều tuyến tính. Tuy nhiên, mô hình nhiều tuyến tính hai input (coi lưu lượng Tà Pao như một input khác cùng với input mưa bình quân lưu vực phần còn lại) cho kết quả khả quan trong thời kỳ xác định (với độ hữu hiệu của mô hình đạt tới 81%) song với thời kỳ thử nghiệm lại cho kết quả rất thấp (độ hữu hiệu chỉ đạt 30—60%). Điều này có thể do lưu lượng Tà Pao chiếm một tỷ lệ nhỏ so với lưu lượng tại Trị An nên không đại diện được cho phần lưu vực mà nó không chế khi so sánh với input mưa. Vì các lý do đó, chúng tôi quyết định sử dụng mô hình nhiều tuyến tính một input để tính toán dòng chảy đến cho Trị An.

2. Kết quả tính toán theo mô hình nhiều tuyến tính một input

2.1 Lựa chọn thời kỳ xác định và thời kỳ thử nghiệm

Với chuỗi số liệu 6 năm (1979—1984), chúng tôi đã thử phân chia độ dài của thời kỳ xác định và thời kỳ thử nghiệm theo ba phương án khác nhau:

— Phương án 1: 3 năm xác định và 3 năm thử nghiệm

— Phương án 2: 4 năm xác định và 2 năm thử nghiệm

— Phương án 3: 5 năm xác định và 1 năm thử nghiệm

Kết quả tính toán độ hữu hiệu của mô hình (R²%) được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1

Phương án	Thời kỳ xác định	Thời kỳ thử nghiệm
1	91,40	74,90
2	80,23	87,29
3	80,91	91,10

Rõ ràng là khi thời kỳ xác định càng dài so với thời kỳ thử nghiệm thì độ hữu hiệu của mô hình trong thời kỳ thử nghiệm càng lớn do mức độ ổn định của bộ thông số mô hình tăng lên (với cùng một mô hình và với cùng phương pháp xác định bộ thông số). Tuy nhiên, ở đây chúng tôi chọn phương án 2.

2.2. Xác định độ dài bộ nhớ của lưu vực

Bộ nhớ của một hệ thống nói chung là độ dài của khoảng thời gian trong quá khứ mà input của nó có ảnh hưởng tới output hiện tại. Tùy theo output hiện tại chỉ chịu ảnh hưởng của input hiện tại, hay của một đoạn input trong quá khứ, hay của toàn bộ input trong quá khứ mà ta có hệ thống tương ứng với bộ nhớ không, bộ nhớ hữu hạn hay bộ nhớ vô hạn.

Với một hệ thống thủy văn, về nguyên lý, khi độ dài bộ nhớ m của hệ thống tăng lên thì độ hữu hiệu của mô hình R^2 cũng tăng lên (lúc đó, ảnh hưởng của input mưa chuyển thành ảnh hưởng của độ ẩm đất — một input thứ cấp) (bảng 2). Tuy nhiên, mức độ tăng giảm dần và do đó, cho phép ta có thể dừng lại ở một giá trị hữu hạn, mang một ý nghĩa vật lý nào đó.

Bảng 2. Độ dài bộ nhớ m và độ hữu hiệu mô hình R^2

m (ngày)	10	15	20	25	30	40	50
$R^2\%$	42,14	49,67	53,19	54,83	56,09	57,29	58,96

Chúng tôi đã quyết định chọn giá trị $m = 50$ ngày là độ dài bộ nhớ của hệ thống trong trường hợp này.

2.3 Xác định thủy đồ đơn vị bằng phương pháp phi thông số

2.3.1 Xác định đường trung bình của chuỗi input và output

Giá trị ứng với ngày thứ d của năm được tính theo giá trị trung bình của thời kỳ xác định:

$$\bar{y}_d = \frac{1}{L} \sum_{r=1}^L y_{d,r} \quad (1)$$

trong đó $y_{d,r}$ là input (hoặc output) quan trắc tại ngày thứ d của năm thứ r .

còn L là số năm trong thời kỳ xác định (ở đây, $L = 4$): $\hat{y}_d$ là giá trị tại ngày thứ d của đường trung bình (đối với input hoặc output).

2.3.2. Làm tròn đường trung bình

Sử dụng chuỗi Fourier để làm tròn đường trung bình:

$$y_d = a_0 + \sum_{j=1}^p A_j \cos \frac{2\pi j d}{n} + B_j \sin \frac{2\pi j d}{n} \quad (2)$$

trong đó: a_0 là giá trị trung bình của y_d

A_j, B_j là các hệ số Fourier

j là bậc của các điều hòa

p là số điều hòa cực đại và $n = 365$ (số liệu ngày).

Ở đây, chúng tôi lấy số điều hòa cực đại $p = 4$ và tính toán được các hệ số Fourier như sau:

Bảng 3

Bậc của các điều hòa j	A_j	B_j
1	-6,01	-2,46
2	-0,54	-0,22
3	-0,24	1,11
4	-0,37	-0,34

Với $a_0 = 6,935$

Đường trung bình của output lưu lượng tại Trị An trước và sau khi làm tròn được biểu diễn tại hình 1.

2.3.3. Xác định thủy đồ đơn vị của nhiều

Bằng phương pháp giải theo ma trận nghịch đảo của phương trình:

$$Y = X.H + E \quad (3)$$

trong đó: Y là vector cột ($n, 1$) của chuỗi output

X là ma trận (n, m) của chuỗi input

H là vector cột ($m, 1$) của tung độ hàm phản ứng mạch động (hay thủy đồ đơn vị của nhiều)

E là vector cột ($n, 1$) của các sai số

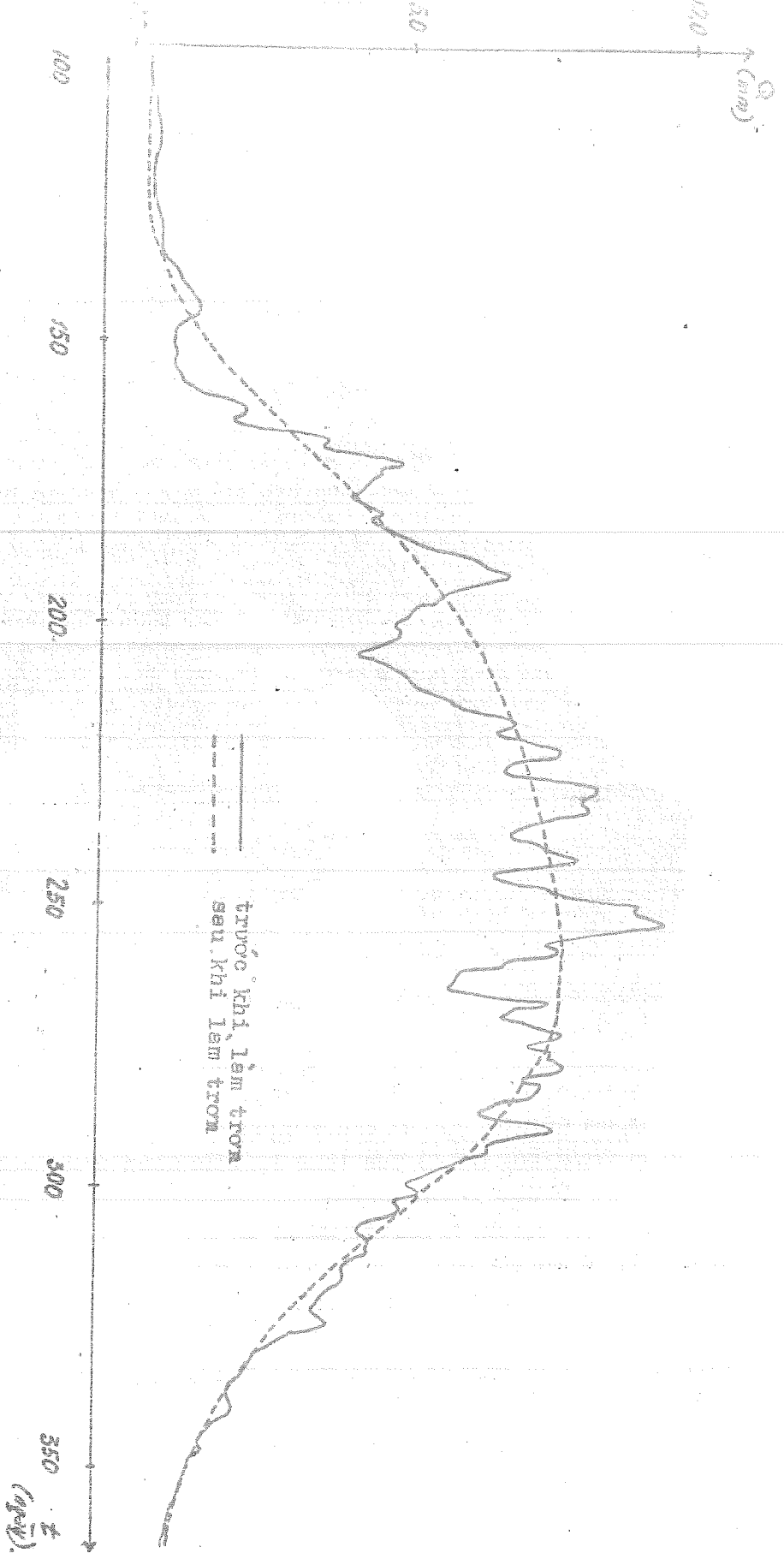
Ở đây, ta có các giá trị:

$$n = (365 \times 4) + 1 = 1461$$

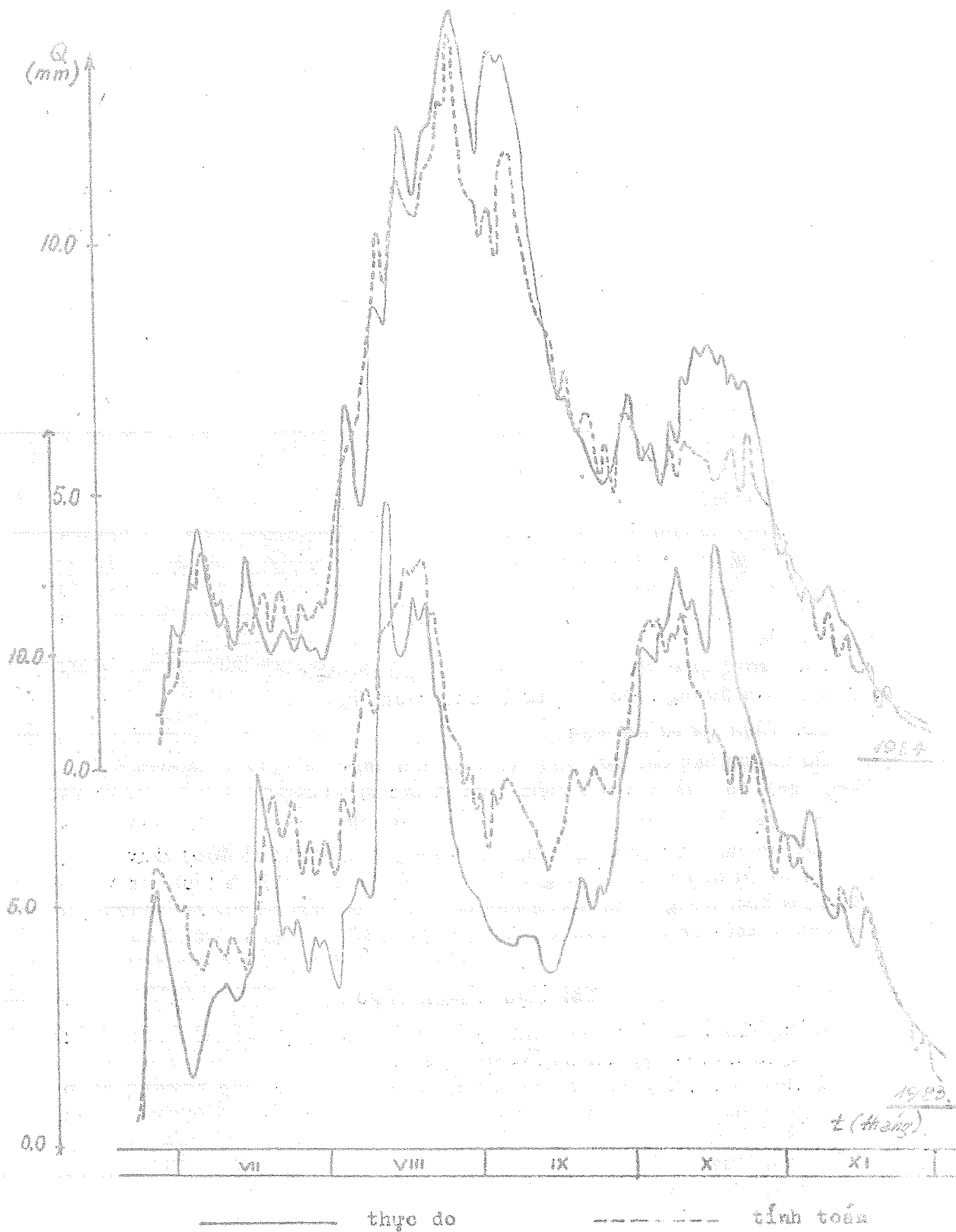
$$m = 50$$

Chúng tôi đã tính được giá trị các tung độ của hàm phản ứng mạch động theo nghiệm:

$$\hat{H} = [X^T X]^{-1} X^T Y \quad (4)$$



Hình 1. Đường trung bình dòng chảy tầng tại Trại An trước và sau khi làm mưa.



Hình 2. Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo trong thời kỳ thử nghiệm (mặt cắt Trị An)

Với $\hat{H}$ là nghiệm theo nghĩa bình phương tối thiểu của vectơ H ; X^T là ma trận chuyển vị của X và $[X^T X]^{-1}$ là ma trận nghịch đảo của ma trận tích $[X^T X]$.

Giá trị của vectơ $\hat{H}$ được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4

1	0,032	2	0,046	3	0,076	4	0,083
5	0,072	6	0,064	7	0,048	8	0,064
9	0,049	10	0,033	11	0,042	12	0,041
13	0,030	14	0,042	15	0,032	16	0,027
17	0,027	18	0,022	19	0,029	20	0,013
21	0,012	22	0,016	23	0,011	24	0,027
25	-0,009	26	0,049	27	0,016	28	-0,002
29	-0,004	30	0,004	31	0,016	32	0,000
33	-0,002	34	0,009	35	0,008	36	-0,012
37	-0,001	38	0,009	39	-0,003	40	-0,017
41	-0,007	42	-0,023	43	0,021	44	-0,004
45	-0,018	46	0,012	47	0,022	48	-0,018
49	-0,002	50	0,000				

2.4. Kết quả tính toán

Với thủy đồ đơn vị của nhiều xác định như trên (mục 2.3.3.) và với giá trị đường trung bình được làm tròn theo chuỗi Fourier với 4 bậc điều hòa xác định ở mục 2.3.2., chúng tôi đã tính toán được các giá trị của độ hữu hiệu mô hình cho thời kỳ xác định là $R^2 = 80,23\%$ và cho thời kỳ thử nghiệm là $R^2 = 87,29\%$.

Các đường quá trình dòng chảy tính toán cho thời kỳ thử nghiệm được vẽ so sánh với đường thực đo như biểu thị trong hình 2.

2.5. Nhận xét và kết luận

Do những hạn chế bởi tình hình số liệu thực có: quá ngắn (với 6 năm số liệu ngày) và quá ít (với 3 điểm mưa ở các vị trí chưa đại biểu, trên một lưu vực rộng tới 14800km²) nên những kết quả thu được chưa thật khả quan.

Tuy nhiên, lưu vực sông Đồng Nai tới mặt cắt Trị An có dòng chảy mang tính mùa rõ rệt nên việc sử dụng mô hình nhiều tuyến tính là phù hợp và có cơ sở khoa học. Đồng thời, trong một mức độ giới hạn, chúng tôi muốn giới thiệu những kết quả bước đầu khi thử nghiệm mô hình này ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Vũ Văn Tuấn. Họ mô hình tuyến tính mở rộng với mô hình nhiều tuyến tính – Tạp san KTTV, số II. 1990.
2. Bùi Hạnh. Dự báo lũ phục vụ thủy điện Trị An bằng phương pháp phân tích hệ thống KTTV. (Đề tài cấp cơ sở của Đài KTTV Thành phố Hồ Chí Minh). 1986.
3. Trần Tuất. Khái quát địa lý thủy văn sông ngòi Việt Nam (Phần miền Nam) – bản đánh máy.
4. Vũ Văn Tuấn. Linear Modelling Techniques and Applications – IWREF, Ireland, 1989.