MỘT VÀI VẤN ĐỀ ÁP DỤNG CÁC MÔ HÌNH TOÁN TRONG NGHIÊN CỨU THỦY VĂN CHÂU THỔ SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Ngọc Huấn
(Viện KTTV)

Đồng bằng sông Cửu long là một đồng bằng kiểu châu thổ rất tiêu biểu so với nhiều đồng bằng các sông lớn trên thế giới. Dòng chảy khi chảy ra biển phân vào 8 cửa sông. Một hệ thống kênh rạch chằng chịt dài hàng nghìn ki lô mét chi phối chế độ dòng chảy ở đây. Ngoài ra nó còn chịu ảnh hưởng của thủy triều ở biển Đông và vịnh Thái lan với hai chế độ triều rõ rệt (bán nhật triều ở biển Đông và nhật triều ở vịnh Thái lan). Mùa kiệt, ảnh hưởng triều lên qúa Nông pênh ; mùa lũ, nước lũ về làm ngập một vùng rộng lớn của châu thổ. Như vậy dòng chảy chia làm hai mùa rõ rệt với hai chế độ chảy tràn và chảy trong lòng dẫn khác hẳn nhau. Do đó đòi hỏi phải áp dụng hai kiểu mô hình cho mùa lũ và mùa kiệt. Dưới đây trình bầy những nét cơ bản của hai loại mô hình này, một số kết qủa của chúng, những yêu cầu về đo đạc và một vài kiến nghị về nghiên cứu áp dụng chúng trong thời gian tới.

I.- Sơ bộ về các mô hình toán áp dụng cho đồng bằng sông Cửu long :

1. Mô hình lũ kiểu SOGREAH (công ty nghiên cứu và áp dụng thủy lực học ở Grenôp-Pháp). Đây là mô hình kiểu ô lưới lần đầu tiên được áp dụng cho châu thổ sông Cửu long.

Giả sử có thể chia đồng bằng ngập lụt thành các ô, ô có thể là một đoạn sông, đoạn kênh hay một vùng ngập lụt giới hạn bởi các con đê, đường v.v. Dòng chảy (nước) ở mỗi ô liên hệ với các ô tiếp giáp theo quan hệ sông hay quan hệ đặt tràn. Việc chia ô dựa trên cơ sở các biên giới tự nhiên, như các con đường, đê, các dải đồng bằng tự nhiên v.v. Trong các trường hợp không có các chướng ngại tự nhiên thì có thể chia theo độ dốc đồng bằng để cho diện tích các ô đừng lớn qúa. Mỗi ô được gán một giá trị mực nước đặc trưng, chẳng hạn mực nước ở giữa ô. Trong mỗi ô, mực nước được coi là nằm ngang và bằng giá trị đặc trưng nói trên.

Hai giả thiết tính cơ bản là :

a) Thể tích nước V_i chứa trong ô i quan hệ trực tiếp với mực nước Z_i trong ô

$$V_i = V(Z_i)$$

b) Lưu lượng $Q^n_{i,k}$ trao đổi giữa hai ô i và k tại thời điểm n Δt là hàm số trực tiếp của các mực nước Z^n_i và Z^n_k tại thời điểm này :

$$Q^n_{ik} = f(Z^n_i, Z^n_k)$$

Quan hệ lưu lượng giữa hai ô i và k có thể là quan hệ sóng :

$$Q_{i,k} = \text{Sign}(Z_k - Z_i) \cdot \Phi \sqrt{|Z_k - Z_i|} \qquad (1)$$

ở đây $\Phi = K_{STR} A_{i,k} R_n^{2/3}$

K_{STR} - hệ số Strickler $= \frac{1}{n}$

n - hệ số nhám

$A_{i,k}$ - diện tích mặt cắt ngang giữa ô i và ô k.

R_n - bán kính thủy lực của mặt cắt hay quan hệ đập tràn :

$$Q_{i,k} = \Phi_D (Z_k - Z_s)^{3/2} \quad \text{(đối với điều kiện chảy tự do)} \qquad (2)$$

$$Q_{i,k} = \Phi_N (Z_i - Z_s) \quad Z_k - Z_i \text{ (đối với điều kiện chảy ngập)} \qquad (3)$$

ở đây Z_s - độ cao ngưỡng của đập

$$\Phi_D = \mu_1 b \sqrt{2g}$$

$$\Phi_N = \mu_2 b \sqrt{2g}$$

b - độ rộng có ích của đập

μ - hệ số lưu lượng

g - gia tốc rơi tự do

Tóm lại có ba dạng quan hệ dòng chảy (1), (2), (3) giữa các ô.

Các điều kiện biên :

Trong thực tế có thể có ba dạng điều kiện :

+ Mực nước theo thời gian Z(t)
+ Lưu lượng theo thời gian Q(t)
+ Quan hệ lưu lượng theo mực nước Q(Z)

Mô hình sử dụng năm dạng thông tin sau :

a) Điều kiện ban đầu : mực nước tại tất cả các ô tại thời điểm ban đầu.

b) Các thay đổi mực nước hay lưu lượng tại các biên (điều kiện biên) và lượng mưa (kể cả bốc hơi) theo thời gian P (t).

c) Danh sách các ô (sơ đồ tô pô của mô hình).

d) Phân loại nhánh (sông hay đập) và các số liệu mặt cắt, đập để xác định $Q_{i,k}$.

e) Diện tích mặt nước từng ô cho theo cấp mực nước $S_i(Z_i)$.

Qúa trình lập mô hình SOGREAH cho sông Cửu long như sau :

+ Mô hình từng phần : tính cho các vùng tứ giác miền tây, Cisbassac, sông Tiền, Trans Bassac.

+ Mô hình sơ bộ.

+ Mô hình cuối cùng MEK001

+ Mô hình triều MEK002

+ Mô hình dự báo MEK003 (dự kiến sẽ làm).Toàn bộ mô hình có 393 ô, trong đó có gần 50 ô biên, diện tích mỗi ô khoảng 100 km^2, có khoảng 35 000 số liệu đặc trưng, và gần 20 000 giá trị thay đổi theo thời gian được đưa vào đối với mỗi trận lũ. Mô hình có gần 2 400 thông số (173 hệ số Strickler và 2 186 hệ số lưu lượng) Một chu trình tính và in kết qủa mất khoảng 2,5 phút, một đợt lũ 4 tháng chạy mất giờ trên máy tính IBM 360 - 40.

Kết qủa tính toán:

- Nói chung kết qủa tốt đối với những vùng có số liệu đo đạc tốt (khoảng 75% diện tích châu thổ).

- Khác nhau giữa mực nước tính toán và quan trắc trung bình nhỏ hơn 10cm đối với dòng chảy và dưới 20cm đối với diện tích ngập.

- Đối với lũ năm 1963 :

48% số ô sai dưới 10cm
89% số ô sai dưới 20cm
95% số ô sai dưới 30cm

- Đối với lũ năm 1964 :

Sai số mực nước trung bình khoảng 10cm trong kênh và khoảng 20cm trong đồn.

- Đối với lũ năm 1961 là lũ lớn thì kết qủa không tốt lắm.

- Sai số giữa kết qủa chạy mô hình MEK001 và MEK002 (có tính đến hiệu ứng triều khoảng 0,038m.

- Đã chạy mô hình triều (MEK002) ba lần khác nhau :

+ Lần A : Từ 19h00 ngày 23/8/1964 đến 19h00 ngày 26/8/1964. Thời kỳ lũ lớn, sai số dưới 0,24m.

+ Lần B : Từ 19h00 ngày 13/10/1964 đến 19h00 ngày 16/10/1964.Thời kỳ đỉnh lũ, sai số dưới 0,17m.

+ Lần C : Từ 19h00 ngày 22/11/1964 đến 19h00 ngày 25/11/1964,

Thời kỳ lũ xuống, sai số dưới 0,07m.
Sai số mực nước trung bình ba tiến [illegible]

Bảng 1.

Sông	Số hiệu [illegible]	[illegible]
Tiền	125	0,26m
"	153	0,10m
Hậu	84	0,01m
"	81	0,08m
"	97	0,19m
Vàm nao	99	0,29m
Nhánh	28	0,07m

- Dưới đây là một số kết qủa tính toán lưu lượng so với thực đo (xem bảng 2, 3).

Bảng 2 .

Ngày	Vị trí	Đo đạc (m^3/s)	Tính toán (m^3/s)
28 - VIII - 63	Kênh Vĩnh tế - Châu phú	114	104
20 - VIII - 63	Kênh Vĩnh tế - Tịnh biên	50	71
21 - VIII - 63	Đường Châu phú - Tịnh biên	353	336
22 - VIII - 63	Đường Châu phú - Tân châu	105	103
18 và 19-IX-63	Đường Long xuyên - Tri tôn	611	637
22 - X - 63	Vàm nao	6720	6200
11 - XI - 63	Tân châu	18700	18550

Bảng 3

Lưu lượng tại Nông pênh.

Ngày	Đo đạc (m^3/s)	Tính toán theo mô hình (m^3/s)			
		Lần 1	Lần 8 - 9	Lần 12	Lần 28
25- X - 63	15334	14126	14765	14711	14777
28- X - 63	13208	12711	13417	13352	13481

Tiếp bảng 3.

Lưu lượng tại Nông pênh.

Ngày	Đo đạc (m^3/s)	Tính toán theo mô hình (m^3/s)			
		Lần 1	Lần 8 - 9	Lần 12	Lần 20
22-XI - 63	11904	12415	13035	13018	13104
6-VIII-64	15100		17436	17420	17570
12-VIII-64	25370		22448	22439	22661
19-VIII-64	25728		27786	27778	27911
26-VIII-64	30110		28905	28781	28856
4- IX -64	31448		31330	31330	31330
23- IX -64	37740		35482	35050	36055
25- IX -64	33784		36588	36801	37349
9- X -64	34640		35759	34919	35757
30- X -64	19386		18876	19074	19151
4-XI-64	15164		16958	16865	16915
Trung bình		3%	1,3%	0,9%	1,2%

Các nguyên nhân có thể ảnh hưởng đến kết qủa tính :

- Đường Z(t) do nội suy trong vùng đồng bằng chưa hợp lý.
- Địa hình được trình bày trong mô hình chưa đúng: do hệ thống đê địa phương và các đối tượng khác thay đổi.
- Không đủ số ô cần thiết.
- Không có tài liệu đo đạc những con lũ lớn để nội suy.
- Nhiều thông số đưa vào không phù hợp với hiện tượng.

Khả năng ứng dụng của mô hình SOGREAH :

- Phân vùng châu thổ
- Nghiên cứu các cấu trúc thủy lực
- Nghiên cứu kinh tế
- Dự báo lũ
- Phòng chống lũ.

2. Mô hình triều kiểu Hà lan

Đây là một mô hình tính truyền triều vào hệ thống sông do đoàn chuyên gia Hà lan thực hiện cho vùng đồng bằng sông Cửu long vào mùa kiệt. Nó cho phép tính lượng dòng chảy phân bố vào các nhánh sông, kênh và mực nước tại các điểm trên đó, chỉ cần cho trước mực nước (hay lưu lượng) tại các biên. Mô hình rất độc đáo ở chỗ nó có thể áp dụng cho bất kỳ một hệ thống sông hay kênh phức tạp nào

(trong khi các mô hình trước kia, kể cả ở Liên xô và của một số cơ quan trong nước chỉ có thể tính cho các hệ thống sông " hình nhánh cây ").

a) Phương trình cơ bản của mô hình :

Chuyển động triều trong hệ thống sông được mô tả bằng hệ phương trình Xanh -Vê năng

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = -B\frac{\partial h}{\partial t} \pm q_1$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = -\frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{2Q}{gA^2}\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q|Q|}{C^2A^2R} \qquad (4)$$

Trong đó :

Q - lưu lượng
Φ - mực nước
B - độ rộng mặt cắt
A - Diện tích mặt cắt
C - hệ số Sêzi mặt cắt
R - Bán kính thủy lực (hoặc độ sâu trung bình)
q_1 - lưu lượng mất mát hoặc gia nhập dọc đường (trên một đơn vị chiều dài)

b) Số liệu cần để chạy mô hình.

Điều kiện ban đầu : Trạng thái dòng chảy tại thời điểm ban đầu:lưu lượng và mực nước tại tất cả các mặt cắt. Có thể cho các giá trị này một cách gần đúng, sai lệch sẽ mất dần sau một số bước tính.

Điều kiện biên :

- Mực nước và lưu lượng tại các mặt cắt biên cho theo thời gian.
- Lưu lượng gia nhập hoặc mất mát dọc đường trong suốt quá trình tính.

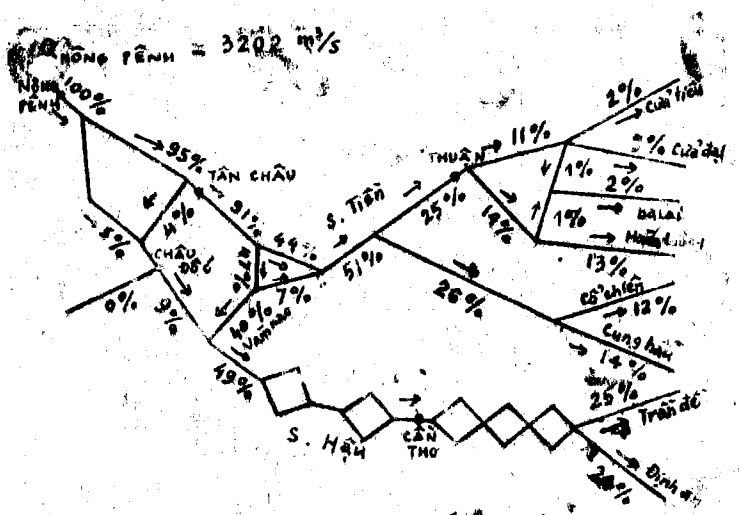
Các yếu tố thủy lực :

- Diện tích mặt cắt ướt cho theo cấp mực nước.
- Bán kính thủy lực (độ sâu trung bình) của mặt cắt cho theo cấp mực nước.
- Chiều rộng mặt nước cho theo cấp mực nước.
- Hệ số Sê Zi của từng đoạn sông.
- Chiều dài của từng đoạn sông.

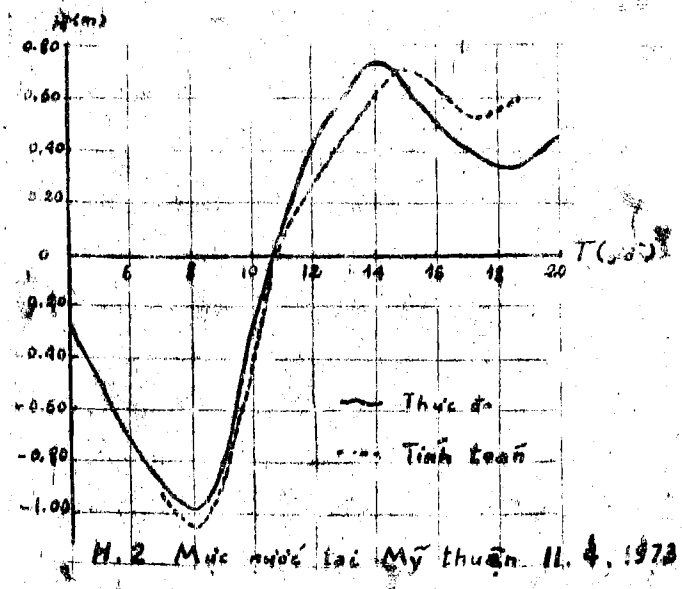
Mô hình đã được lập để tính cho hệ thống sông Cửu long từ Nông pênh ra tới biển. Thời đoạn tính Δt = 5 phút.

Một số kết qủa :

Trên hình 1 và hình 2 là một số kết qủa tính toán theo mô hình do Phòng tính toán thủy văn (Viện KTTV) xây dựng lại theo thuật toán của D.Van DeParreren (Hà lan).



Hình 1. Phân phối lưu lượng



H.2 Mực nước lại Mỹ thuận 11.4.1973

II. Yêu cầu đo đạc :

Ở trên chúng tôi đã nêu lên một số nét sơ bộ về hai loại mô hình dòng chảy lũ và kiệt, áp dụng cho đồng bằng sông Cửu long. Kết qủa tính toán của những mô hình này cho ta thấy rằng các dữ kiện của bài toán càng đầy đủ và có chất lượng tốt thì kết qủa tính càng phù hợp với thực tế. Trước đây để chạy thử nghiệm các mô hình đó, công ty SOGREAH và đoàn chuyên gia Hà lan đã tiến hành việc đo đạc trong nhiều năm.

Công ty SOGREAH đã tiến hành ba đợt đo vào các năm 1963, 1964 và 1965. Ta có thể thấy mức độ và phạm vi đo của SOGREAH khá rộng qua những con số sau :

Ví dụ : trên đất Việt nam năm 1963 :

1. Mực nước :
   - 104 trạm đo
   - Đo vào các ngày 1, 7, 13, 19, 25, 30 hay 31 mỗi tháng.
   - Lấy hai giá trị lớn nhất, hai giá trị nhỏ nhất vào ngày đo đối với các trạm tự ghi.
   - Lấy hai cực trị vào ngày đo đối với các trạm đo.

2. Lưu lượng :
   Đo 130 mặt cắt, 10 mặt cắt trên sông Tiền và sông Hậu, còn lại là các mặt cắt đường và kênh.

3. Phù sa : Lấy mẫu giữa sông, ở độ sâu 0,50m. Tất cả 120 mẫu.

4. Mặn :
   - 21 trạm, từ 9/XII/1963 đến qúi I/1964.
   - Lấy mẫu ở độ sâu 0,40m

   Đoàn Hà lan cũng tiến hành đo :

1. Lưu lượng:

a) Trên sông :
   - 17 mặt cắt ngang thường xuyên trên sông chính.
   - 8 mặt cắt ngang tạm thời trên nhánh chính.

b) Trên kênh :
   - 8 mặt cắt thường xuyên.
   - 6 mặt cắt không thường xuyên.
   - 7 mặt cắt trên đường Châu đốc - Tịnh biên.

2. Mực nước : Đo cả năm 55 trạm chính và 10 trạm bổ trợ.

3. Mặn :
   Từ 1/II đến 1/VIII gồm 35 trạm trên sông và 20 trạm trên kênh.

4. Chua : 13 trạm từ 1/IV đến 1/IX.

5. Bùn cát :
- 4 trạm lấy mẫu cả năm (Tân châu, Châu đốc, Cần thơ và Mỹ thuận).
- Hàng năm phân tích 1 000 mẫu.

6. Hóa nước : Hàng năm lấy 50 mẫu cũng ở 4 trạm trên.

Trên cơ sở nghiên cứu các mô hình toán tham khảo lưới trạm và chế độ đo trước kia, chúng tôi xin nêu một vài ý kiến dưới đây xung quanh việc đo đạc :

- Cần thấy rằng việc đo đạc cung cấp số liệu cho các mô hình toán chủ yếu là mang tính chất điều tra, đo đó lưới trạmvà chế độ đo có những điểm khác biệt so với lưới trạm và chế độ đo cơ bản. Song cũng cần phối hợp một cách hợp lý để có thể vừa phục vụ chuyên đề vừa phục vụ các nhu cầu khác.

- Cần nắm vững đặc điểm và qui luật của các hiện tượng thủy văn (thể hiện qua mô tả bằng các mô hình toán) để đề ra thời gian và cách đo cho có lợi nhất(Ví dụ : đo mặn vào thời điểm nào, tại địa phương nào, những trạm đo mực nước nào cần đo quanh năm, đo mùa lũ ...)

- Trên tinh thần tiếp thu có chọn lọc những kết qủa nghiên cứu cũ, về cơ bản nên giữ lại các trạm đo cũ và duy trì chế độ đo trước đây, đồng thời bổ xung đo đạc những chỗ nào còn thiếu hay chất lượng chưa tốt cho phù hợp hơn đối với tình hình hiện tại.

Có thể chia các yếu tố đo đạc thành ba nhóm chính : các yếu tố thủy văn, các yếu tố thủy lực (địa hình) và các yếu tố thủy hóa.

1- Các yếu tố thủy văn : Gồm lưu lượng và mực nước. Đo đạc lưu lượng và mực nước phải làm sao cung cấp được cho ta các điều kiện ban đầu và điều kiện biên (cụ thể như đã trình bày ở trên) đồng thời cho ta những thông tin cụ thể để so sánh với các kết qủa tính (vì các mô hình toán cho đồng bằng sông Cửu long đều đang còn ở giai đoạn thử nghiệm và còn cần phải hiệu chỉnh nhiều mới đáp ứng được nhu cầu thực tế).

2. Các yếu tố thủy lực.

Bao gồm số liệu về các mặt cắt sông và kênh (diện tích mặt cắt ướt, bán kính thủy lực, chiều rộng mặt nước), hệ số Sê zi, các hệ số xác định quan hệ dòng chảy qua " đập" v.v. Những tài liệu này hoàn toàn mang tính chất điều tra mà trước đây các nhà thống kê ít quan tâm đến. Song đối với phương pháp mô hình hóa đây lại là những số liệu có tầm quan trọng hàng đầu. Trong các mô hình toán nói chung và nhất là các mô hình toán vùng đồng bằng nói riêng, số lượng các dữ kiện này rất lớn, lớn gấp nhiều lần so với số lượng các dữ kiện thủy văn (chủ yếu là các điều kiện biên), do đó kết qủa tính của các mô hình phụ thuộc rất nhiều vào các

dữ kiện này. Đối với đồng bằng sông Cửu long cần chú ý đo các dữ kiện này trong dữ kiện [illegible] sông Cửu Long, nhất là dữ kiện về mùa lũ, nhất là dữ kiện về độ rộng chảy tràn từ vùng này qua vùng khác, qua các con đê, đường, khi đồng bằng bị ngập lụt.

3. Các yếu tố thủy hóa :

Gồm có các tài liệu về mặn, chua, hóa nước. Theo chúng tôi mỗi địa phương cần nắm vững thời gian đo đạc các yếu tố này và địa điểm lấy mẫu nước. Tiếc là vì thời gian và số người hạn chế nên chúng tôi chưa đi sâu được vào các số liệu để đề xuất cụ thể về việc đo đạc các yếu tố này.

III. Kết luận :

Việc áp dụng các mô hình toán vào nghiên cứu thủy văn vùng đồng bằng nói chung và đồng bằng sông Cửu long nói riêng trước kia và hiện nay mới còn đang ở giai đoạn đầu thử nghiệm. Mặc dù hiện nay chúng ta đã tiếp thu được một nhiều những kết qủa nghiên cứu trước kia của nước ngoài, song cần đầu tư nhiều thời gian, nhân lực và kinh phí vào việc tiếp tục nghiên cứu các mô hình cũ. Trong vấn đề này một mặt chúng ta có thể cộng tác với các tổ chức và cá nhân trước kia đã làm, mặt khác chúng ta cần tiếp tục khai thác những tài liệu cũ để lại(bước đầu điều này chúng ta cũng đã làm nhưng chưa được bao nhiêu).

Hơn nữa chúng ta cũng cần thay đổi các mô hình cũ cho phù hợp với tình hình hiện tại, điều này thể hiện ở chỗ :

- Qua nhiều năm điều kiện địa hình và điều kiện dòng chảy đã thay đổi nhiều, do đó cần đo đạc bổ xung cho phù hợp với tình hình hiện tại.

- Các mô hình cũ còn đang ở giai đoạn thử nghiệm nên cần nghiên cứu thay đổi mô hình cho phù hợp với các hiện tượng vật lý trong thực tế.

Trên cơ sở nghiên cứu kỹ càng hơn về mặt lý thuyết, cũng như tiến hành đo đạc cung cấp số liệu đầy đủ hơn (nhất là ở những thời điểm đặc trưng và những hiện tượng đặc trưng) chúng ta có thể tin tưởng rằng các mô hình toán sẽ cho những kết qủa ngày càng tốt hơn và việc áp dụng phương pháp mô hình hóa toán học trong việc nghiên cứu vùng đồng bằng sẽ đóng một vai trò quan trọng va có một chỗ đứng ngày càng vững chắc sau này.

Tài liệu tham khảo.

1. D.V.Pantveeren : Computer program on one - dimensional tidal model of the Mekong delta.

2. Nguyễn Ngọc Huấn. Công cụ toán học của mô hình tóan châu thổ sông Cửu long SOGREAH. Nội san Khí tượng thủy văn, số 8 năm 1977.