

MÔ HÌNH MS VÀ VIỆC TÍNH TRUYỀN LŨ TRÊN SÔNG HỒNG

NCS. Đào Thanh Thủy

Trường Đại học thủy lợi Hà Nội

Mô hình MS là một mô hình thủy lực mạng sông tính chuyển tải nước trong bài toán cân bằng nước đồng bằng sông Hồng dựa trên tư tưởng và thuật toán của mô hình SOGREAH [1]. Ra đời vào những năm 60, mô hình SOGREAH mô phỏng chuyển động nước trên đồng bằng sông Mekong dưới dạng các ô chứa có mặt nước nằm ngang tại tâm và trao đổi nước với nhau qua các đập tràn giả định. Nhờ kỹ thuật mô phỏng này, bài toán chuyển động nước trên vùng ngập từ dạng hai chiều đưa về bài toán một chiều. Trên ý tưởng của mô hình SOGREAH tác giả đã xây dựng lại chương trình viết trên ngôn ngữ FORTRAN - 77.

I. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH SOGREAH

1. Hệ phương trình chính

Phương trình liên tục:

$A_{si}(t_n)$: diện tích nước bề mặt ô i

$$\tau = (n + \theta) \cdot \Delta t \quad (0 \leq \theta \leq 1) \quad A_{si}(Z_i) \cdot \Delta Z_i = P_i(\tau) \cdot \Delta t + \Delta t \cdot \sum_k Q_{i,k}(Z_i(\tau), Z_k(\tau)) \quad (1)$$

$P_i(\tau)$: cường độ mưa

$\sum Q_{i,k}$: tổng lượng dòng chảy từ các ô k vào ô i

Phương trình trao đổi nước giữa hai ô i, k

* Trao đổi kiểu sông

k- hệ số nhám Strickler

A_{ik} -d. tích mặt cắt ướt giữa hai ô i, k

$$Q_{ik} = k \cdot A_{ik} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2)$$

R - bán kính thủy lực

S- độ dốc mặt nước nối tâm hai ô i, k

$$\Phi(Z_{i,k}): \text{hàm sức tải nước} \quad \Phi(Z_{i,k}) = \frac{k(Z_{i,k})}{\sqrt{\Delta x}} = \frac{k \cdot A_{i,k} R^{2/3}}{\sqrt{\Delta x}} \quad (3)$$

Δx : khoảng cách giữa tâm hai ô i, k

$$Q_{i,k}: \text{lưu lượng nước từ ô k sang ô i} \quad Q_{i,k} = \text{sign}(Z_k - Z_i) \cdot \Phi(Z_{i,k}) \cdot \sqrt{|Z_k - Z_i|} \quad (4)$$

* Trao đổi kiểu đập:

. Chảy tự do

$$\text{. Chảy ngập} \quad Q_{i,k} = \Phi_F (Z_k - Z_w)^{3/2}; \quad \Phi_F = \mu_1 \cdot b \cdot \sqrt{2g}$$

$$Z_w, b \text{-cao trình, độ rộng ngưỡng tràn} \quad Q_{i,k} = \Phi_D (Z_i - Z_w)(Z_k - Z_i)^{1/2}; \quad \Phi_D = \mu_2 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \quad (5)$$

μ_1, μ_2 - hệ số lưu lượng

2. Công thức tính toán

Từ công thức (1) xác định các thành phần vế phải:

. $P_i(\tau)$ dùng phép nội suy trên đường quá trình mưa.

. $Q_{i,k}(Z_i(\tau), Z_k(\tau)) = \theta \cdot Q_{i,k}^{n+1} + (1-\theta) \cdot Q_{i,k}^n$

Tuyến tính hóa lưu lượng $Q_{i,k}^{n+1}$ ra chuỗi Taylo và bỏ qua những đạo hàm bậc cao:

$$Q_{i,k}^{n+1} = Q_{i,k}^n + \frac{\partial Q_{i,k}^n}{\partial Z_i} \cdot \Delta Z_i + \frac{\partial Q_{i,k}^n}{\partial Z_k} \cdot \Delta Z_k$$

Nếu lấy $\theta = 1$ phương trình (1) thành:

$$A_{si}(Z_i) \cdot \Delta Z_i / \Delta t = P_i(\tau) + \sum_k Q_{i,k} + \sum_k \frac{\partial Q_{i,k}^n}{\partial Z_i} \Delta Z_i + \sum_k \frac{\partial Q_{i,k}^n}{\partial Z_k} \Delta Z_k \quad (6)$$

Đó là phương trình đại số tuyến tính đối với $\Delta Z_i, \Delta Z_k$.

II. CẤU TRÚC CHƯƠNG TRÌNH MÁY TÍNH

1. Nguyên tắc chung

Chia mạng sông thành các ô và đánh số các ô đó. Việc đánh số các ô cũng đòi hỏi phải có kinh nghiệm sao cho bài toán chỉ cần lưu trữ ít nhất, đồng thời giảm thời gian tính đáng kể. Tập hợp các ô thành từng nhóm theo nguyên tắc: mỗi ô thuộc nhóm trung tâm (center) j chỉ có thể liên kết với các ô cùng nhóm hoặc với các ô thuộc nhóm đứng trước (Preceding) $j-1$ hoặc với các ô thuộc nhóm đứng sau (following) $j+1$.

$$\text{Từ (6): } \Delta Z_i \cdot \left\{ -\frac{A_{si}}{\Delta t} + \sum_k \frac{\partial Q_{ik}^n}{\partial Z_i} \right\} + \sum_k \frac{\partial Q_{ik}^n}{\partial Z_k} L_i = 0 \quad \text{đặt } L_i = P_i + \sum_k Q_{ik}^n \quad (7)$$

$$\text{Từ (7): } [M_c] \cdot \{\Delta Z_c\} + [M_f] \cdot \{\Delta Z_f\} + [M_p] \cdot \{\Delta Z_p\} + [L_c] = 0 \quad (8)$$

ở đây: $[M_c]$ Ma trận vuông $m_j \times m_j$ của nhóm trung tâm.

$[M_f]$: Ma trận chữ nhật $m_{j+1} \times m_j$ của nhóm sau.

$[M_p]$: Ma trận chữ nhật $m_{j-1} \times m_j$ của nhóm trước.

$\{\Delta Z_c\}, \{\Delta Z_f\}, \{\Delta Z_p\}$: là các véc tơ các biến ΔZ cần tìm của các nhóm.

Phương trình (8) viết cho nhóm 1:

$$[M_1] \cdot \{\Delta Z_1\} + [M_2] \cdot \{\Delta Z_2\} + [M_0] \cdot \{\Delta Z_0\} + [L_1] = 0 \quad (9)$$

Tại biên dưới vectơ $\{\Delta Z_0\}$ là một hàm của vectơ $\{\Delta Z_1\}$: $\{\Delta Z_0\} = [E_0] \cdot \{\Delta Z_1\} + [F_0]$

P.tr (9) trở thành:

$$[M_1] \cdot \{\Delta Z_1\} + [M_2] \cdot \{\Delta Z_2\} + [M_0] \cdot [E_0] \cdot \{\Delta Z_1\} + [M_0] \cdot [F_0] + [L_1] = 0 \quad (10)$$

$$\text{Từ (10): } \{\Delta Z_1\} = [[M_1] + [M_0][E_0]]^{-1} [M_2] \{\Delta Z_2\} - [[M_1] + [M_0][E_0]]^{-1} [[M_0][F_0] + [L_1]] \quad (11)$$

$$\text{trong đó: } [E_1] = -[[M_1] + [M_0][E_0]]^{-1} [M_2] \quad \text{và} \quad [F_1] = -[[M_1] + [M_0][E_0]]^{-1} [M_0][F_0] \quad (12)$$

$$\{\Delta Z_0\} = [E_0]\{\Delta Z_1\} + \{F_0\}.$$

Bảng 1. Chỉ tiêu S/σ tại một số trạm thủy văn

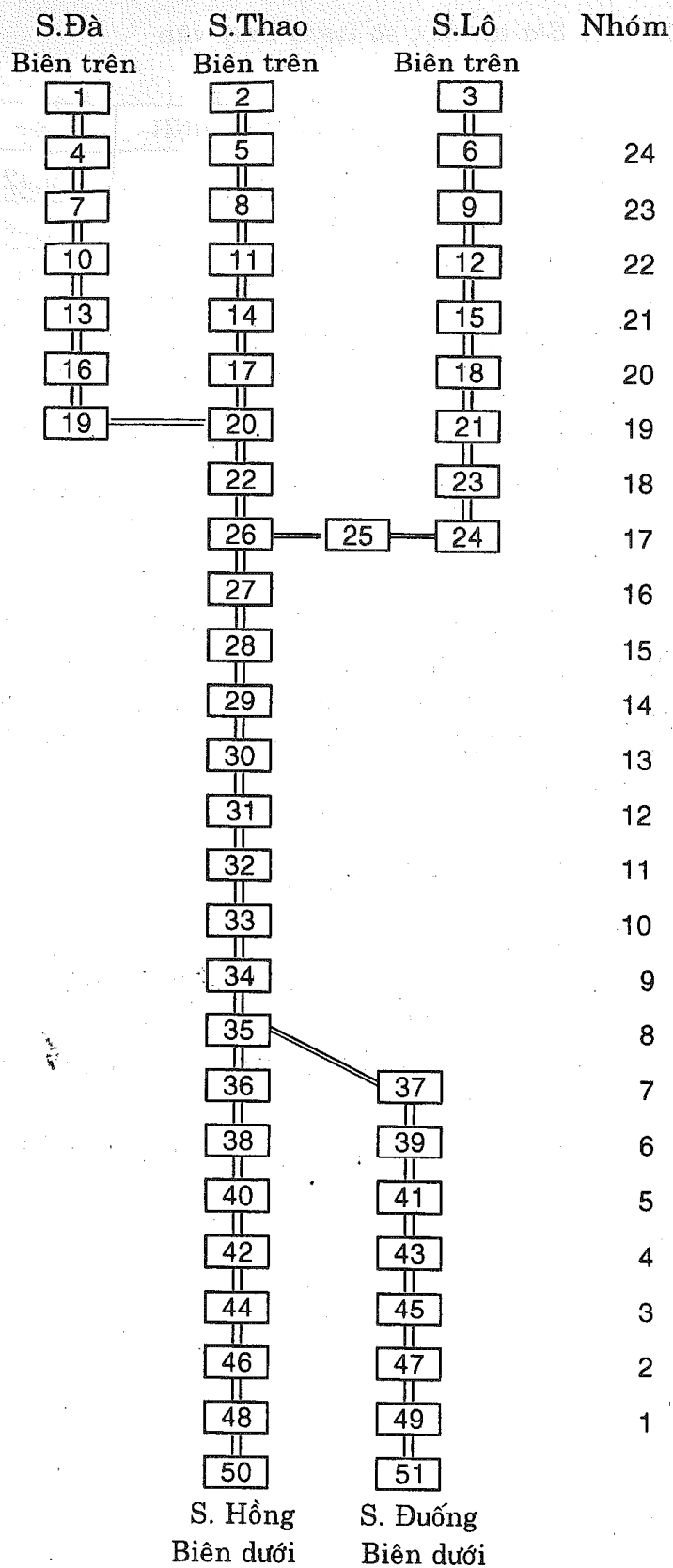
SÔNG	TRẠM	YẾU TỐ KIỂM ĐỊNH	S/σ
Đà	Trung Hà	Mức nước	0,42
Hồng	Sơn Tây	Mức nước	0,48
Hồng	Sơn Tây	Lưu lượng	0,49
Hồng	Hà Nội	Mức nước	0,49
Hồng	Hà Nội	Lưu lượng	0,38
Đuống	Thượng Cát	Mức nước	0,37
Đuống	Thượng Cát	Lưu lượng	0,35

IV. KẾT LUẬN

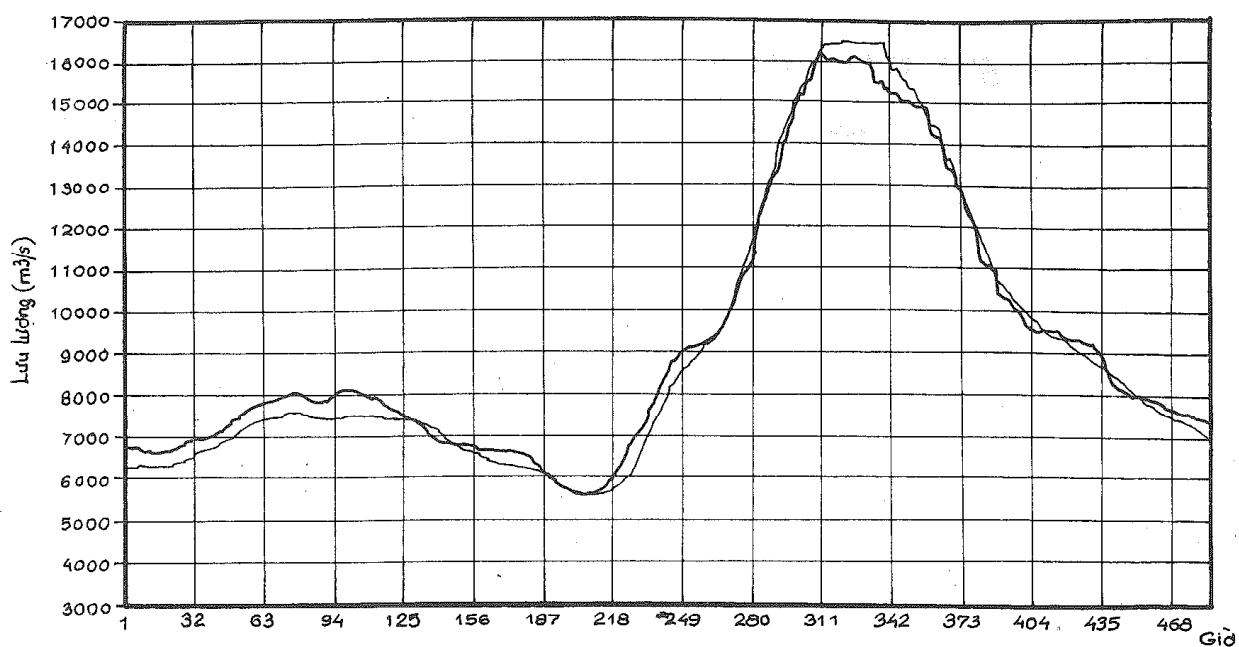
Tuy bước đầu cho kết quả khả quan, nhưng mô hình MS mới được thể nghiệm cho một mạng sông tương đối nhỏ và trong sơ đồ tính chưa có các ô ruộng ngập nước. Mô hình cần được hoàn thiện tiếp với nhiều số liệu kiểm định cùng mạng sông phức tạp hơn. Đây là những công việc tiếp theo trong bài toán cân bằng nước đồng bằng sông Hồng.

Tài liệu tham khảo

1. Jean A. Cunge. Two - dimensional modelling of flood plains. - Unsteady flow in open channels, Volume 2, Chapter 17.
2. Nguyễn Văn Cung, Nguyễn Như Khuê. Dòng không ổn định trong kênh hở.- NXB Nông thôn, 1974.
3. Trịnh Quang Hòa. Mô hình SOGREAH. - Bài giảng chuyên đề cho các lớp cao học.



Hình 1. Sơ đồ hình thái đoạn sông khu vực nghiên cứu



Hình 2. Đường quá trình lưu lượng nước giờ

Trạm Sơn Tây - S. Hồng trong mùa lũ năm 1992

— Quá trình thực đo — Quá trình tính toán