

# MÔ HÌNH HOÁ HOẠT ĐỘNG ĐIỀU TIẾT SÔNG NGŨ HUYỆN KHÊ TRONG BÀI TOÁN CHỐNG LŨ VÀ TIÊU ÚNG

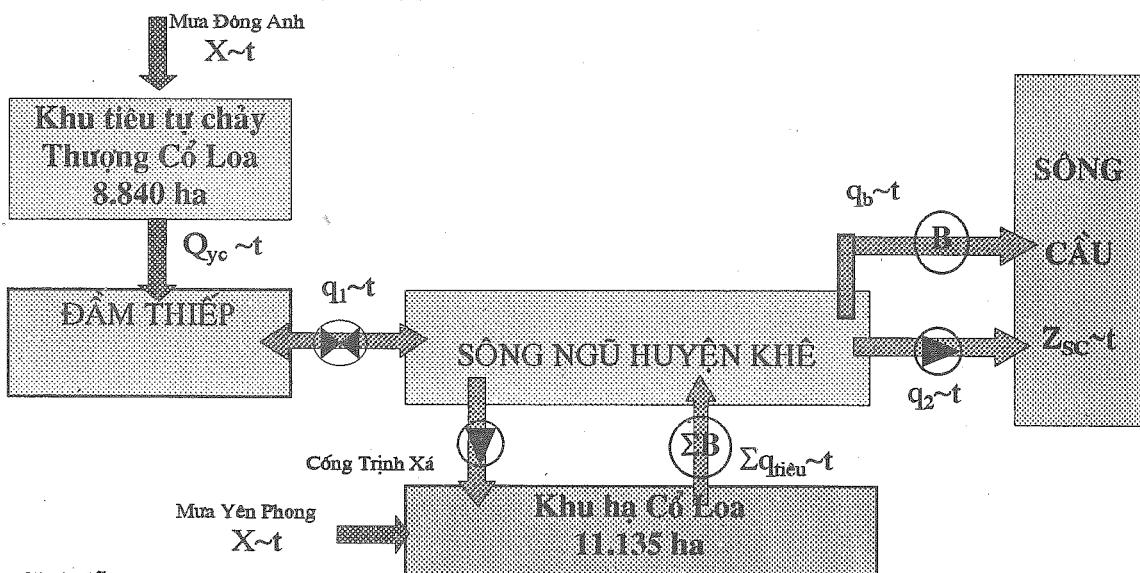
KS. Lê Minh Hằng  
Trung tâm tư liệu KTTV

## I. MỞ ĐẦU

Theo sơ đồ 1, mô hình mô phỏng hệ thống Ngũ Huyện Khê tiêu úng và chống lũ gồm các khối:

- 1) Khối mô phỏng quá trình lưu lượng yêu cầu tiêu của các khu tiêu: Đầu vào là mưa xuống lưu vực, đầu ra là lưu lượng nước cần tiêu thoát ra khỏi vùng tiêu;
- 2) Khối mô phỏng quá trình tiêu nước từ các trạm bơm nội đồng: mô phỏng các trạm bơm tiêu và cân bằng nước trong khu tiêu. Trên cơ sở lượng nước cần tiêu được diễn toán từ khối 1, tính toán cân bằng nước cho các khu tiêu;
- 3) Khối mô phỏng quá trình tiêu nước qua cống Cổ Loa, cống Đặng Xá;
- 4) Khối mô phỏng chế độ làm việc của trạm bơm Đặng Xá;
- 5) Khối mô phỏng quá trình chuyển nước trên trực tiêu chính sông Ngũ Huyện Khê.

Khối thứ năm là khối quan trọng trong mô hình mô phỏng hệ thống tiêu úng và chống lũ Ngũ Huyện Khê, nó giữ vai trò liên kết tất cả các khối còn lại. Đầu vào của nó là các quá trình lưu lượng qua cống Cổ Loa, quá trình lưu lượng bơm của các trạm bơm nội đồng, quá trình bơm vợi của trạm bơm Đặng Xá, quá trình mực nước ở cửa tiêu trên sông Cầu. Đầu ra của khối này là quá trình mực nước trong sông Ngũ Huyện Khê, đó cũng chính là một đối tượng điều khiển trong bài toán chống lũ và tiêu úng cho hệ thống Ngũ Huyện Khê.



Chú dẫn:

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Liên kết một chiều bằng trạm bơm Đặng Xá     |  | Liên kết bằng cống Cổ Loa chảy hai chiều |
|  | Liên kết bằng cống Đặng Xá chảy một chiều    |  | Tự chảy                                  |
|  | Liên kết một chiều bằng 18 trạm bơm nội đồng |  |  |

Hình 1: Sơ đồ hệ thống Ngũ Huyện Khê

Các khối 1-4 không trình bày trong phạm vi bài báo này.

Để mô tả quá trình chuyển nước trong sông Ngũ Huyện Khê phục vụ bài toán chống lũ và tiêu úng (khối 5), các mô hình thuỷ lực thường cho kết quả tốt khi có đầy đủ số liệu về địa hình, các điều kiện biên. Trong trường hợp này có thể dùng mô hình điều tiết hồ chứa. Mô hình có cấu tạo đơn giản nhưng lại tỏ ra hiệu quả, đáp ứng được yêu cầu bài toán đặt ra. Trong luận chứng kỹ thuật dự án qui hoạch tiêu úng vùng Đông Anh do trường Đại học thủy lợi thực hiện năm 1987 [Qui hoạch tiêu úng vùng Đông Anh] đã đề xuất ứng dụng mô hình điều tiết hồ chứa cho Đàm Thiếp và Ngũ Huyện Khê. Việc xây dựng mô hình này dựa trên những luận cứ sau:

- 1) Độ dốc mặt nước và độ dốc đáy sông Ngũ Huyện Khê rất nhỏ khi có lũ. Trên đoạn sông từ cống Long Thủ đến Đặng Xá dài 32,534 km, chênh lệch mực nước trong thời gian có lũ rất nhỏ. Độ dốc đáy sông nhỏ, trung bình toàn bộ chiều dài sông từ cống Long Thủ đến cống Đặng Xá là  $6 \times 10^{-6}$ .
- 2) Đàm Thiếp (gồm 6 km đàm và 12 km kênh tính đến cống Cổ Loa có cộng thêm phần thể tích của kênh Vĩnh Thanh) và sông Ngũ Huyện Khê có thể coi như hai hồ chứa có tác dụng điều tiết. Trong bảng quan hệ  $V=f(Z)$  của Đàm Thiếp cho thấy từ cao trình mực nước 4,5 m trở lên lòng hồ mở ra nhanh chóng. Từ mực nước 5,00 m đến 7,00 m thể tích chứa chiếm 94,68% toàn bộ thể tích hồ tức là gần 7 tỉ m<sup>3</sup>. Tại mực nước 6,50 m diện tích mặt nước là 458,4 ha. Đối với sông Ngũ Huyện Khê lòng dân mở rộng chậm và đều hơn. Chênh lệch thể tích giữa cao trình 7,00m và 4,00m là 11,068 tỉ m<sup>3</sup> chiếm 64,59% tổng thể tích.
- 3) Vận tốc dòng chảy trong sông vào thời kỳ mưa lũ rất nhỏ do cống Đặng Xá thường không tiêu tự chảy được, chỉ còn trạm bơm vội làm việc với lưu lượng không lớn lắm và diện tích mặt cắt ngang sông lớn so với thời kỳ không có mưa lũ.

Vì những lý do trên có thể xây dựng mô hình điều tiết hồ chứa đối với hệ thống Ngũ Huyện Khê. Có thể mô phỏng hệ thống như hai hồ chứa nối tiếp liền thông với nhau qua cống Cổ Loa (xem hình 1).

## II. MÔ HÌNH HOÁ HOẠT ĐỘNG ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA

### 1. Phương trình tổng quát

$$\Delta V = V(t) - V(t-1) = (\Sigma Q_v - \Sigma Q_r) \cdot \Delta t, \quad (1)$$

trong đó:  $V(t)$ ,  $V(t-1)$  là tổng lượng nước đầu và cuối thời đoạn;  $\Sigma Q_v$  là tổng lưu lượng vào;  $\Sigma Q_r$  là tổng lưu lượng ra kể cả tổn thất lấy trung bình trong thời đoạn  $\Delta t$ .  
a. Đối với Đàm Thiếp có phương trình cân bằng nước:

$$\Delta V = [Q_c(t) - q_i(t)] \cdot \Delta t - V_n, \quad (2)$$

trong đó:  $Q_c(t)$  là quá trình lưu lượng đến Đàm Thiếp, đó là lưu lượng cân tiêu của vùng Thượng Cổ Loa được tính bằng khối mô phỏng 1;  $q_i(t)$  là lưu lượng ra khỏi Đàm Thiếp qua cống Cổ Loa được tính bằng khối mô phỏng 3;  $\Delta V$  là sự thay đổi dung tích trong hồ trong khoảng thời gian  $\Delta t$ ,  $V(t)$ ,  $V(t-1)$  là thể tích của hồ tại thời điểm  $t$  và  $t-1$ ;  $V_n$  là lượng tổn thất do thấm  $V_{th}$  và bốc hơi  $V_{bh}$ .

$$V_n = V_{bh} + V_{th}$$

$$V_{bh} = \Delta h \cdot F,$$

$\Delta h$  là lớp nước bốc hơi trong một ngày đêm. Trong khu vực nghiên cứu,  $\Delta h = 6\text{mm/ngày đêm}$ ;  $F$  là diện tích mặt nước.

b. Đối với sông Ngũ Huyện Khê có phương trình cân bằng nước:

$$\Delta V = [q_1(t) + \sum_{j=1}^n Q_{bomj}(t) - q_2(t)] \cdot \Delta t - V_n \quad (3)$$

trong đó  $q_1(t)$  là lưu lượng chảy vào sông Ngũ Huyện Khê qua cống Cổ Loa,  $\sum_{j=1}^n Q_{bomj}(t)$  là tổng lưu lượng bơm từ trong đồng ra sông Ngũ Huyện Khê được tính bằng khối mô phỏng 2;  $q_2(t)$  là tổng lưu lượng ra khỏi sông Ngũ Huyện Khê qua cống Đặng  $q_{cóng}(t)$  tính bằng khối mô phỏng 3 và trạm bơm Đặng Xá  $q_{bom}(t)$  xác định theo khối mô phỏng 4.

## 2. Biên của mô hình

+ Lượng mưa ngày tại trạm Đông Anh, là trạm đại diện cho vùng Thượng Cổ Loa; trạm Yên Phong đại diện cho vùng Hạ Cổ Loa (đó là hai trạm có đầy đủ số liệu nhất trong hệ thống Ngũ Huyện Khê).

+ Biên mực nước tại cửa ra của hệ thống là mực nước sông Cầu tại Đáp Cầu hoặc tại Đặng Xá.

## 3. Số liệu vào của mô hình

+ Số liệu địa hình của Đàm Thiếp, sông Ngũ Huyện Khê thể hiện bằng các quan hệ thể tích và cao trình mực nước  $V=f(Z)$ ; các khu tiêu tự chảy và động lực có các đường quan hệ diện tích và cao trình mực nước  $F=f(Z)$ .

+ Số liệu về các khu tiêu: diện tích khu tiêu, các tỉ lệ diện tích ruộng lúa, hoa màu, thô cù, đường sá, các hệ số dòng chảy, số máy bơm, công suất máy bơm.

+ Số liệu mực nước tại cửa ra của hệ thống là mực nước sông Cầu tại Đặng Xá hoặc tại trạm thuỷ văn Đáp Cầu.

## 4. Đầu ra của mô hình

Quá trình mực nước tại cống Đặng Xá và thượng lưu cống Cổ Loa (lưu ý rằng đường quá trình này là như nhau tại mọi điểm của mỗi hồ chứa tức là mực nước trong sông nằm ngang).

## 5. Thuật toán

*Bước 1:* Giả định mực nước Đàm Thiếp và sông Ngũ Huyện Khê tại đầu thời đoạn  $Z_{1_{Dt}}$ ,  $Z_{1_{nhk}}$ . Cân phải tính mực nước Đàm Thiếp và sông Ngũ Huyện Khê  $Z_{2_{Dt}}$ ,  $Z_{2_{nhk}}$  tại cuối thời đoạn; cho số gia  $dZ$ .

*Bước 2:* Có  $Z_{1_{Dt}}$ ,  $Z_{1_{nhk}}$  tra quan hệ  $(Z_{Dt} \sim V)$  và  $(Z_{nhk} \sim V)$  được lượng trữ tại Đàm Thiếp và sông Ngũ Huyện Khê  $V_{1_{Dt}}$ ,  $V_{1_{nhk}}$  tương ứng tại thời điểm ban đầu.

*Bước 3:* Giả định  $Z_{2_{nhk}}$ ; tính mực nước sông Ngũ Huyện Khê trung bình thời đoạn  $Z_{tbhk} = (Z_{1_{nhk}} + Z_{2_{nhk}})/2$ .

*Bước 4:* Giả định  $Z_{2_{Dt}}$ ; tính mực nước Đàm Thiếp trung bình thời đoạn  $Z_{tbDt} = (Z_{1_{Dt}} + Z_{2_{Dt}})/2$ ; tính lưu lượng qua cống Cổ Loa  $q_1 = f(Z_{tbDt}, Z_{tbhk})$ ; tính lượng trữ Đàm Thiếp cuối thời đoạn  $V_{2_{Dt}}$  theo công thức (2); có  $V_{2_{Dt}}$  tra quan hệ  $(Z_{Dt} \sim V)$  tìm được mực nước Đàm Thiếp cuối thời đoạn tính toán  $Z_{2_{Dt}}$ .

*Bước 5:* So sánh giá trị  $Z_{2_{Dt}}$  này với giá trị giả định ở bước 4, nếu lớn hơn một số  $\epsilon$  cho trước thì giả định lại  $Z_{2_{Dt}}$  bằng cách lấy giá trị  $Z_{2_{Dt}}$  mới tìm được cộng với  $dZ/2$ , ngược lại chuyển sang bước 6.

*Bước 6:* Tính  $V_{2_{nhk}}$  theo công thức (3), trong đó  $q_{cóng} = f(Z_{tbnhk}, Z_{SC})$ ,  $q_{bom}$  của trạm bơm Đặng Xá xác định theo điều khiển,  $Q_{bom}$  từ các trạm bơm tiêu nội đồng xác định theo khối mô phỏng 2; có  $V_{2_{nhk}}$  tra quan hệ  $(Z_{nhk} \sim V)$  tìm được mực nước Đàm Thiếp cuối thời đoạn tính toán  $Z_{2_{nhk}}$ .

*Bước 7:* So sánh giá trị  $Z_{2_{nhk}}$  này với giá trị giả định ở bước 3, nếu lớn hơn một số  $\epsilon$  cho trước thì giả định lại  $Z_{2_{nhk}}$  bằng cách lấy giá trị  $Z_{2_{nhk}}$  mới tìm được cộng với

dZ/2, ngược lại chuyển sang bước 8.

Bước 8: Tính giá trị mực nước Đàm Thiép và Ngũ Huyện Khê trung bình thời đoạn. Quá trình cứ như vậy đổi với từng thời đoạn cho đến hết.

### III. KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

Số liệu đưa vào mô hình để kiểm định bao gồm:

- Số liệu thực đo mực nước tại thượng và hạ lưu cống Đặng Xá;
- Lượng mưa ngày đo được tại các điểm đo mưa Đông Anh và Yên Phong;
- Số giờ bơm tiêu của các trạm bơm nội đồng;
- Số giờ bơm vợi của trạm bơm Đặng Xá.

Trên cơ sở số liệu thu thập được, đã tiến hành kiểm định mô hình đối với các đợt mưa lũ có đầy đủ số liệu nhất.

Tiến hành kiểm định mô hình yếu tố mực nước (theo thời gian, theo không gian) với số liệu của 3 trận mưa lũ đã mô tả ở trên. Trong bảng 1 là kết quả tính toán quá trình mực nước tại Đặng Xá bằng các mô hình cân bằng hồ chứa. Bên cạnh đó tiến hành tính toán bằng các mô hình thuỷ lực VRSAP, WENDY. Các kết quả này được thể hiện trên các hình (2a,2b,2c). Mực nước tại các bể hút có thể thể hiện được mức độ ngập úng trong đồng. Mô hình VRSAP và WENDY còn tính toán được đường mặt nước dọc theo hệ thống sông kênh.

\* Đánh giá sai số: Dùng chỉ tiêu đánh giá sai số S/s, trong đó s là sai số quan phương của đại lượng đo đạc, S là sai số giữa giá trị tính toán và giá trị thực đo của yếu tố kiểm định.

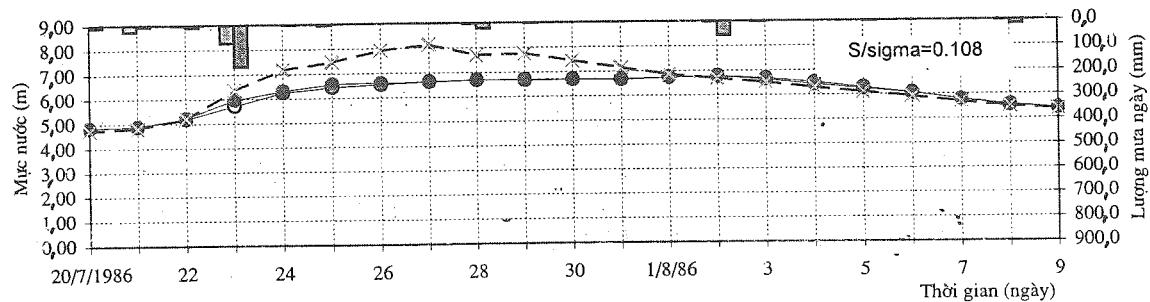
Bảng 1: Chỉ tiêu S/σ kiểm định các mô hình

S/σ Thời gian kiểm định	Mô hình điều tiết hồ chứa	Mô hình VRSAP	Mô hình Wendy
20-VII đến 9-VIII-1986	0,108	0,576	0,326
14-VII đến 2-VII-1994	0,130	0,166	0,238
20-VII đến 9-VIII-1996	0,084	0,139	0,163

### IV. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

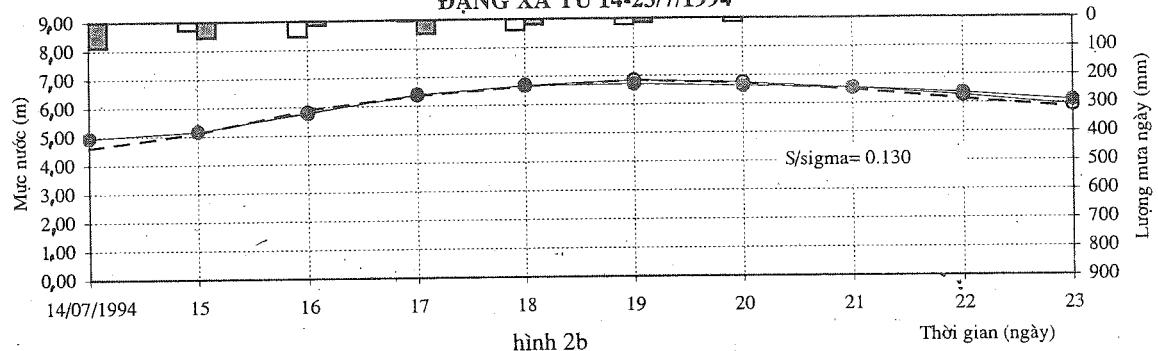
- Kết quả trong bảng 1 cho thấy với cùng bộ số liệu, cả ba mô hình đều đưa ra kết quả tương đối tốt, chỉ trừ kết quả của trận lũ năm 1986 đối với mô hình VRSAP (S/d = 0,576). Mô hình cân bằng hồ chứa cho kết quả tốt nhất.
- Kết quả tính toán đường mặt nước dọc theo hệ thống sông kênh cho thấy trong trường hợp Ngũ Huyện Khê đường mặt nước hoàn toàn nằm ngang (theo mô hình VRSAP), hoặc thay đổi rất ít (theo mô hình WENDY).
- Dùng mô hình WENDY để tính toán điều hành hệ thống Ngũ Huyện Khê có một hạn chế: cống Đặng Xá là cống đóng mở tự động, chảy ngầm, có áp. Wendy cho phép mô tả cống rất tinh vi, trong đó đòi hỏi phải đưa quá trình đóng mở cống, điều mà không thể có được đối với cống Đặng Xá. Khi kiểm định mô hình này, quá trình đóng mở cống là số liệu hoạt động của cống dựa vào chênh lệch mực nước

**MỤC NƯỚC THỰC ĐO VÀ TÍNH TOÁN THEO MÔ HÌNH CÂN BẰNG HỒ CHÚA  
TẠI ĐẶNG XÁ TỪ 20/7-9/8/1986**



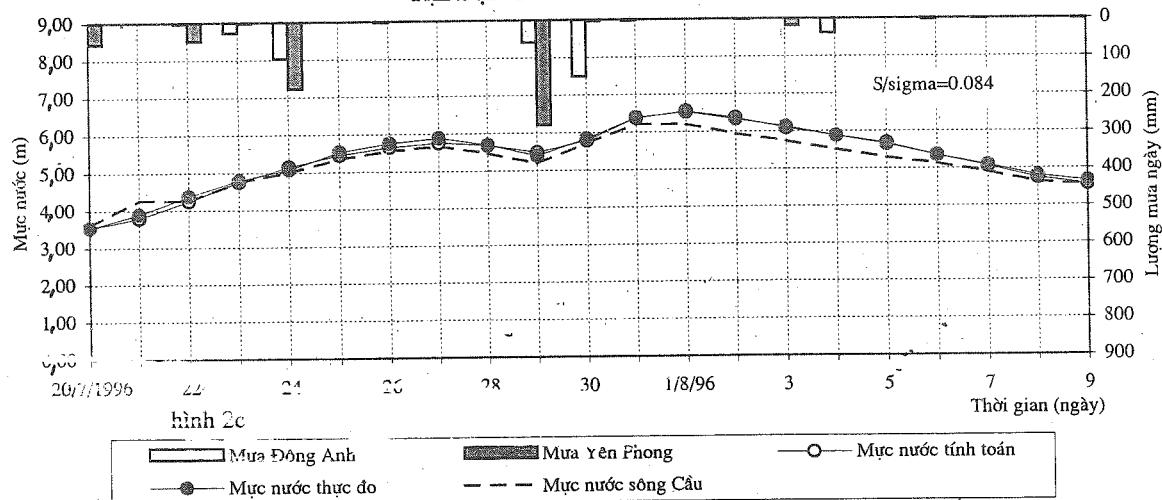
hình 2a

**MỤC NƯỚC THỰC ĐO VÀ TÍNH TOÁN THEO MÔ HÌNH CÂN BẰNG HỒ CHÚA TẠI  
ĐẶNG XÁ TỪ 14-23/7/1994**



hình 2b

**MỤC NƯỚC THỰC ĐO VÀ TÍNH TOÁN THEO MÔ HÌNH CÂN BẰNG HỒ CHÚA  
TẠI ĐẶNG XÁ TỪ 20/7-9/8/1996**



thực do giữa sông Ngũ Huyện Khê và sông Cầu. Khi điều hành hệ thống, quá trình này không thể biết trước được.

- Mô hình VRSAP không yêu cầu mô tả tỉ mỉ đoạn công trình. Khi có đầy đủ số liệu về điều kiện biến, mô hình cho kết quả tốt.
- Đối với mô hình điều tiết hồ chứa, ngoài những giả thiết đã trình bày ở trên, lượng nước nhập ngang được mô phỏng là tổng lượng nước nhập mà không quan tâm đến sự phân bố của chúng dọc theo chiều dài dòng chảy. Đường mặt nước trong sông nằm ngang, không có độ dốc. Tuy vậy, mô hình này có ưu điểm là tương đối đơn giản nhưng có thể thỏa mãn yêu cầu của bài toán đặt ra. Do đó có thể dùng mô hình này để mô phỏng quá trình chuyển nước trong hệ thống Ngũ Huyện Khê, từ đó có thể xây dựng phần mềm phục vụ điều hành hệ thống.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Văn Khối. Tập bài giảng chuyên đề sau đại học: "Quản lý khai thác hệ thống thủy nông - ứng dụng lý thuyết phân tích hệ thống trong qui hoạch và điều khiển hệ thống thủy nông". Đại học thủy lợi, 1992.
2. Hoàng Lâm Viện. Báo cáo "Qui hoạch tiêu úng vùng Đông Anh".- Đại học thủy lợi, 1987.
3. Nguyễn Như Khuê, Chương trình KRSAL tính toán thủy lực hệ thống sông - hồ - đồng ruộng.- Đại học thủy lợi.
4. Mô hình Wendy, DELFT, Hà Lan.

(tiếp theo trang 2)

Nhân lễ kỷ niệm Ngày khí tượng thế giới, đặc biệt năm nay lấy chủ đề: "Thời tiết, khí hậu và sức khoẻ", Ngành Y tế xin hứa trong mọi diễn biến xấu của khí hậu, thời tiết sẽ cố gắng làm hết sức mình không để dịch bệnh xảy ra hoặc nếu có xảy ra sẽ khoanh vùng dập tắt ngay, không để lan rộng. Muốn làm tốt việc này, cần được sự hưởng ứng của toàn thể nhân dân, sự chỉ đạo và tham gia của Đảng và Chính quyền các cấp, các ngành và các đoàn thể quần chúng, trong đó sự dự báo sớm, kịp thời, chính xác của ngành Khí tượng Thủy văn là rất quan trọng. Nhân dịp này, thay mặt Bộ Y tế, chúng tôi xin bày tỏ lòng cảm ơn đến các cấp Đảng, Chính quyền, các Ngành, các đoàn thể đã hỗ trợ, hợp tác với Ngành Y tế, cảm ơn Tổng cục Khí tượng Thủy văn đã thông báo kịp thời các diễn biến của thời tiết, khí hậu, đặc biệt là bão lụt để Ngành Y tế có kế hoạch phòng chống và khắc phục hậu quả kịp thời. Bộ Y tế mong tiếp tục nhận được sự hợp tác quý báu đó để làm tròn trách nhiệm chăm sóc và bảo vệ sức khoẻ nhân dân trong tình hình mới.