

## PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ ĐIỀU HÀNH HỆ THỐNG THỦY NÔNG

GS.TS. BÙI HIẾU<sup>1</sup>

*Tóm tắt:* Việc quản lý điều hành các hệ thống thủy nông theo phương pháp cũ dựa trên kế hoạch dùng nước - phân phối nước được thiết lập ở trạng thái tĩnh tại khi mà các yếu tố liên quan đã được tính toán sẵn dựa trên các tài liệu khí tượng, đất đai, nguồn nước, cây trồng đã có từ các thời gian trước đó đã gây nên sự thiếu chính xác, thiếu linh hoạt. Không đáp ứng được những biến đổi thường xuyên của các yếu tố liên quan. Các nhược điểm trên chỉ có thể khắc phục được khi thiết lập và ứng dụng chương trình phần mềm tổng hợp điều hành quản lý hệ thống thủy nông.

### 1. Đặt vấn đề

Hiệu quả khai thác các hệ thống thủy nông còn thấp do nhiều nguyên nhân, trong đó có nguyên nhân quan trọng là quản lý điều hành kém.

Việc quản lý điều hành phân phối nước lại dựa trên kế hoạch dùng nước được thiết lập ở trạng thái tĩnh tại khi mà các yếu tố liên quan như cây trồng và cơ cấu cây trồng, khí hậu, nguồn nước, đất đai, năng lực công trình... đã được tính toán để lập kế hoạch từ trước nên càng gây nên sự thiếu chính xác, thiếu linh hoạt, thiếu sự thay đổi kịp thời trước những biến đổi thường xuyên của các yếu tố liên quan. Các nhược điểm trên chỉ có thể khắc phục được khi thiết lập và ứng dụng chương trình phần mềm tổng hợp điều hành quản lý hệ thống thủy nông.

Trong những năm gần đây, với sự trợ giúp của các phần mềm máy tính, hiệu quả quản lý và điều hành các hệ thống thủy nông đã được nâng cao rõ rệt tại nhiều nước trên thế giới. Rất nhiều phần mềm được thiết lập và cải tiến, hoàn thiện nhằm đáp ứng những yêu cầu ngày càng cao của công tác quản lý và điều hành các hệ thống thủy nông như INCA, FQM, EAO, OPDM, IMSOP, CANALMAN, WEAP,...

Ở Việt Nam, ứng dụng công nghệ thông tin để xây dựng chương trình điều hành phục vụ công tác vận hành quản lý hệ thống thủy nông là một khâu quan trọng của hiện đại hoá nông nghiệp, nông thôn, nên đã được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn khuyến khích, tạo điều kiện cho thực hiện từ nhiều năm gần đây tại các dự án khoa học công nghệ, chuyển giao kỹ thuật và đề tài nghiên cứu khoa học về tin học hoá, hiện đại hoá quản lý khai thác các công trình thủy lợi. Tuy nhiên công việc này vẫn còn đang ở giai đoạn nghiên cứu, hoàn chỉnh cả về phương pháp luận lẫn công nghệ nên cần được tiếp tục nghiên cứu, bổ sung để tăng hiệu quả áp dụng.

1. Đại học Thủy lợi.

## 2. Phương pháp nghiên cứu chung

- Nghiên cứu lý luận, tham khảo nhiều tài liệu, nhiều chương trình điều hành quản lý của nước ngoài như các phần mềm: INCA, OPDM, WEAP, FQM, CANALMAN, IMSOP, CROPWAT...

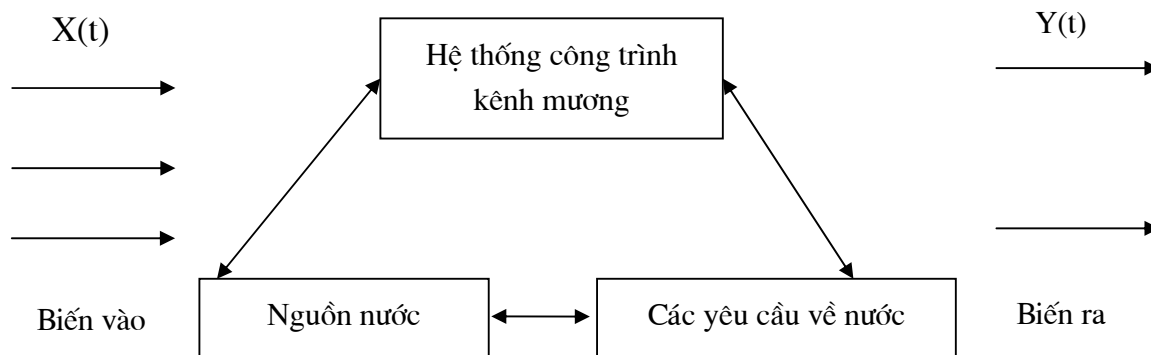
- Tham khảo các tài liệu và phần mềm bước đầu xây dựng trong nước như: Mô hình điều hành hệ thống thủy nông Đan Hoài (năm 1995), mô hình quản lý điều hành hệ thống thủy nông Thạch Nham, mô hình quản lý điều hành Hệ thống Thủy nông Bắc Hưng Hải, mô hình IMSOP được áp dụng tại hệ thống thủy nông La Khê, mô hình quản lý và điều hành hệ thống thủy nông Sông Chu-Thanh Hoá, sông Quao, Đông Cam, Yazun Hạ, Đông Mô - Hà Tây, và thực tiễn áp dụng xây dựng chương trình do tác giả tham gia cùng các chuyên gia quốc tế thực hiện tại hệ thống thủy nông Bắc Hưng Hải (trong dự án hợp tác quốc tế TA-ADB-TA VIE.2232...).

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Xác định đặc điểm hệ thống thủy nông và phương pháp nghiên cứu

#### 3.1.1. Khái quát chung về hệ thống thủy nông theo quan điểm phân tích hệ thống được thể hiện ở hình 1

Hệ thống thủy nông là một tập hợp công trình bao gồm các loại như: Công trình đầu mối lấy nước và tiêu thoát nước, hệ thống kênh mương chuyển tải phân phối nước và các công trình trên đó; công trình đo nước...



**Hình 1. Hệ thống thủy nông theo quan điểm phân tích hệ thống**

#### 3.1.2. Xác định đặc điểm của hệ thống thủy nông khi xây dựng chương trình điều khiển

##### a. Hệ thống thủy nông là loại hệ thống có cấu trúc yếu

Trong hệ thống tồn tại số lượng khá lớn các mối quan hệ tương tác giữa các thành phần của hệ thống và giữa chúng với môi trường. Một số mối quan hệ của hệ thống mang nhiều quan hệ định tính mà khó có thể diễn tả đầy đủ bằng các quan hệ định lượng được chặt chẽ như các yếu tố môi trường, xã hội...

##### b. Hệ thống thủy nông chứa đựng nhiều yếu tố bất định, ngẫu nhiên

Các biến vào, biến trạng thái là những biến ngẫu nhiên...

*c. Hệ thống thủy nông chỉ ở trạng thái cân bằng tạm thời.*

- Các thông tin về hệ thống hiện tại không phản ánh trạng thái của nó trong tương lai và ngay cả trong một khoảng thời gian thì các yếu tố của hệ thống như nguồn nước, khí hậu, đất đai, công trình, kênh mương cũng có những thay đổi làm phá vỡ sự cân bằng của hệ thống.

- Mục tiêu có thể chưa được xác định rõ ràng bởi có quan điểm khác nhau giữa các đơn vị tham gia điều hành hệ thống hoặc được hưởng lợi từ hệ thống.

*d. Một số mối quan hệ trong hệ thống rất khó biểu thị bằng các quan hệ toán học dạng tường minh, nhất là các tác động mang tính xã hội, môi trường.*

*e. Hệ thống thủy nông là đối tượng được điều khiển làm việc theo hai chiều:*

Họ chỉ có thể phối hợp ra các quyết định giữa những người quản lý cấp trên và quản lý các hệ thống con ở cấp dưới sao cho hợp thành thể thống nhất, đem lại hiệu quả cấp, thoát nước cao.

*Tóm lại:* Có thể nói, hệ thống thủy nông là một dạng hạ tầng cơ sở phức tạp luôn biến động, do mang đầy đủ các tính chất kỹ thuật - kinh tế - xã hội - môi trường. Do vậy, trong một số trường hợp không thể áp dụng các phương pháp tối ưu hoá, khi đó, phương án mô phỏng để tiếp cận dần tối ưu sẽ rất có hiệu quả trong quá trình điều khiển.

### *3.1.3. Phương pháp nghiên cứu xây dựng chương trình quản lý điều khiển hệ thống thủy nông*

Với các quan điểm chính của phương pháp phân tích hệ thống khi nghiên cứu hệ thống thủy nông có thể tóm tắt như sau:

*a. Hệ thống thủy nông là một tổng thể gồm 3 yếu tố như đã xét ở hình 1:*

Không thể tách rời từng yếu tố để nghiên cứu, mà phải xét mỗi yếu tố trong mối tương quan và tác động qua lại với các yếu tố khác.

*b. Thừa nhận cả những đặc trưng giống nhau giữa hệ thống thủy nông với các hệ thống khác về cơ sở hạ tầng như giao thông, mạng lưới cung cấp điện lực...*

Đồng thời hệ thống thủy nông lại có những đặc điểm, tính chất và quy luật vận động riêng của nó.

*c. Đặt trọng tâm nghiên cứu vào sự vận động của đối tượng:* Chú trọng xem xét các vấn đề cân bằng, ổn định, tránh rủi ro và phát triển.

*d. Thừa nhận tính bất định của hệ thống:*

Thừa nhận tình trạng hệ thống là ổn định (sau khi đã nâng cấp, hoàn chỉnh hệ thống), thừa nhận sự không có đầy đủ thông tin như là một yếu tố khó tránh khỏi trong các quá trình điều khiển phức tạp. Nên nguyên lý nghiên cứu hệ thống được áp dụng là tiếp cận từng bước.

*e. Nhấn mạnh sự cần thiết lựa chọn quyết định trong nhiều phương án:*

Trong trường hợp hệ thống thủy nông có nhiều mối quan hệ khó biểu diễn định lượng thì cần thiết phải có sự tham gia của những người quản lý vào quyết định trong quá trình điều khiển hệ thống.

*h. Nhấn mạnh tính liên ngành:*

Cần thiết phải có sự tham gia của các nhà khoa học, các cán bộ thuộc ngành liên quan, và người quản lý và sử dụng nước vào quá trình quản lý điều hành hệ thống để đạt hiệu quả cao.

### 3.2. Các bước-điều kiện thực hiện chương trình quản lý điều hành hệ thống thủy nông

#### 3.2.1. Đánh giá hiện trạng hệ thống thủy nông

a. Hiện trạng các công trình trên hệ thống gồm: nguồn nước, cụm công trình đầu mối, hệ thống kênh mương các cấp, các công trình trên kênh,...

b. Hiện trạng về quản lý khai thác và phát huy hiệu quả của hệ thống và nguyên nhân.

3.2.2. Bổ sung, hoàn chỉnh, nâng cấp các công trình trên hệ thống để hệ thống có đủ các điều kiện hoạt động tốt, đáp ứng được các nhiệm vụ đặt ra và để thực hiện quản lý điều hành theo hướng hiện tại.

3.2.3. Xây dựng, trang bị hệ thống quan trắc-truyền tin (monitoring system)

3.2.4. Xây dựng chương trình điều khiển quản lý hệ thống gồm:

a. Xây dựng ngân hàng dữ liệu về hệ thống.

b. Thiết lập chương trình-hệ thống dự báo các yếu tố tác động liên quan.

c. Xây dựng chương trình công nghệ tính toán chuyển tải nước và phân phối nước trên hệ thống thủy nông.

d. Xây dựng chương trình thực hiện điều hành quản lý hệ thống.

### 3.3. Thiết lập mục tiêu điều khiển và các điều kiện ràng buộc

3.3.1. Các mục tiêu cần đạt được trong quản lý khai thác hệ thống bao gồm:

a. Lợi ích do hệ thống mang lại là lớn nhất ( $\Sigma L_{i_{max}}$ ):

$$\Sigma L_i = L_i^{ch} + L_i^{ch.n} + L_i^{d.vu} + L_i^{nướcSH} + \dots \quad (1)$$

Là các lợi ích thu được do tưới, tiêu nước cho cây trồng, cho chăn nuôi, dịch vụ, cấp nước sinh hoạt, nuôi trồng thủy sản...

Tổng các chi phí sản xuất và chi phí quản lý vận hành hệ thống là nhỏ nhất:

$$\Sigma C_F = (C_{FSX} + C_{FQLKT}) \min$$

c. Lượng nước cần phải cung cấp và tiêu thoát đi (do cấp quá mức) là ít nhất.

d. Lượng nước thiếu hụt và dư thừa do khả năng cấp, thoát của nguồn nước hoặc công trình đầu mối không đáp ứng các yêu cầu phải là ít nhất.

Trong thực tế rất khó có thể thỏa mãn cùng lúc tất cả các mục tiêu, nên phải phân cấp mục tiêu và xác định thứ tự ưu tiên (như sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả phục vụ của hệ thống cao).

Do vậy mà việc ứng dụng phương pháp tối ưu không thích hợp với bài toán loại này, mà cần phải sử dụng các phương pháp mô phỏng trên cơ sở phân tích bằng mô hình mô phỏng để lựa chọn lời giải hợp lý về điều khiển. Bài toán điều khiển lúc này không phải là bài toán điều khiển tối ưu, nghiệm của bài toán khi đó không phải là nghiệm tối ưu mà chỉ là nghiệm gần tối ưu.

### 3.3.2. Những điều kiện ràng buộc đối với hệ thống cấp nước tưới

Ở đây giới hạn các điều kiện ràng buộc đối với hệ thống cấp nước tưới:

a. Điều kiện ràng buộc về diện tích canh tác trên các loại đất khác nhau và các loại cây trồng sẽ canh tác trên đó.

b. Ràng buộc về nhu cầu nước của cây trồng để tưới tăng sản cho năng suất cao.

c. Những điều kiện ràng buộc về nguồn nước và khả năng của công trình đầu mối và quản lý tưới.

d. Ràng buộc về yêu cầu cấp, thoát nước tự chảy... Yêu cầu đặt ra là phải thực hiện tưới tiêu tự chảy trên càng nhiều diện tích càng tốt.

e. Ràng buộc về khả năng chuyển tải nước của kênh dẫn và các công trình trên kênh dẫn.

h. Những điều kiện ràng buộc về an toàn lương thực và kinh tế thị trường.

k. Những điều kiện ràng buộc về canh tác nông nghiệp, về chuyển đổi cơ cấu cây trồng trong mô hình cơ cấu hợp lý để đáp ứng yêu cầu của kinh tế thị trường.

### 3.4. Phương pháp xây dựng chương trình thực hiện mục tiêu

Trong thực tế rất khó và cũng ít khi cần phải thỏa mãn tất cả hàm mục tiêu và ràng buộc nêu trên, mà tùy theo mức độ quan trọng thường phân loại chia ra: bài toán điều khiển có nhiều mục tiêu không ưu tiên và có ưu tiên; bài toán lập kế hoạch quản lý khai thác hệ thống thủy nông thuộc loại nhiều mục tiêu có ưu tiên. Trong đó, các mục tiêu có tầm quan trọng khác nhau và có thể phân cấp theo các mức ưu tiên khác nhau. Rõ ràng các mục tiêu cần được ưu tiên hàng đầu là các yêu cầu dùng nước tiết kiệm, lợi ích thu được là lớn nhất và tổng chi phí phải nhỏ nhất. Mục tiêu có tầm quan trọng nhất được xếp vào mức ưu tiên 1, sau đó những mục tiêu quan trọng tiếp theo xếp vào mức ưu tiên 2.

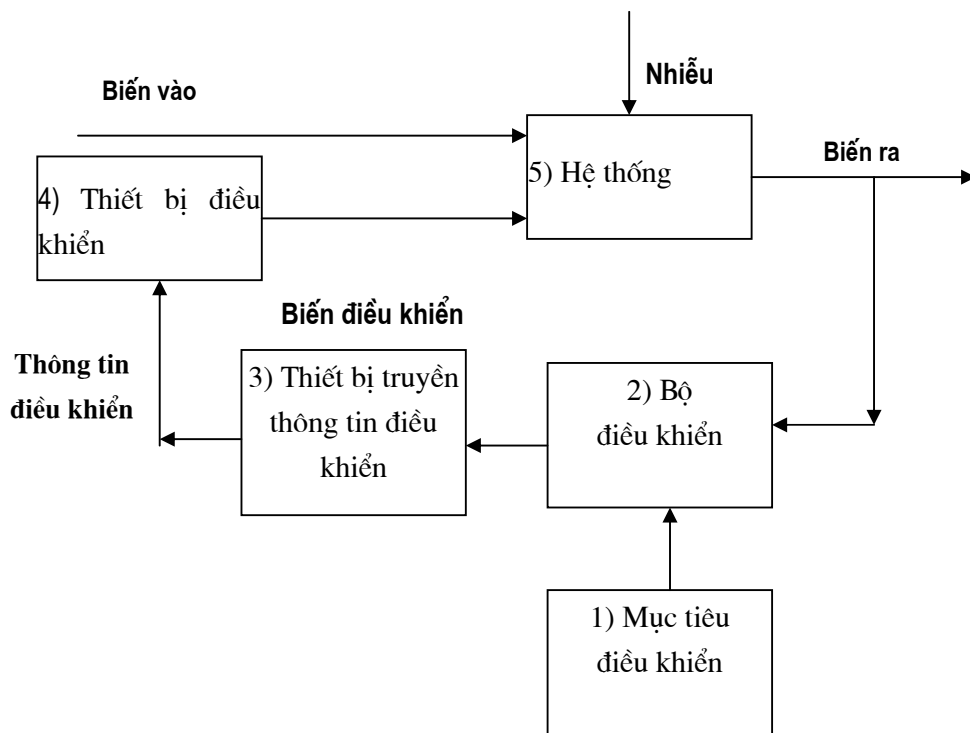
### 3.5. Tổng quát quá trình xây dựng chương trình và các sơ đồ khối tổng quát

- Xây dựng ngân hàng dữ liệu phục vụ quản lý khai thác hệ thống.
- Thiết lập các mô hình mô phỏng có tính các biến điều khiển và chương trình tính toán xác định nguồn nước đến hệ thống.
- Mô phỏng quy luật chuyển tải nước qua các công trình đầu mối.
- Mô phỏng quy luật chuyển tải nước qua hệ thống kênh mương.
- Mô phỏng các nhu cầu dùng nước gồm: tưới, cấp nước sinh hoạt, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản...
- Mô phỏng cân bằng nước trên hệ thống.
- Liên kết các mô hình mô phỏng trong hệ thống.
- Mô phỏng các quá trình điều khiển và thông số điều khiển: Các đối tượng điều khiển và thông số điều khiển của công trình đầu mối, công trình điều tiết nước trên kênh, công trình phân phối nước cho các hộ dùng nước.
- Thiết lập chiến lược điều khiển gồm: Điều khiển lượng nước lấy vào hệ thống và lấy vào các điểm phân chia nước thông qua điều khiển hoạt động của công trình đầu mối và các công

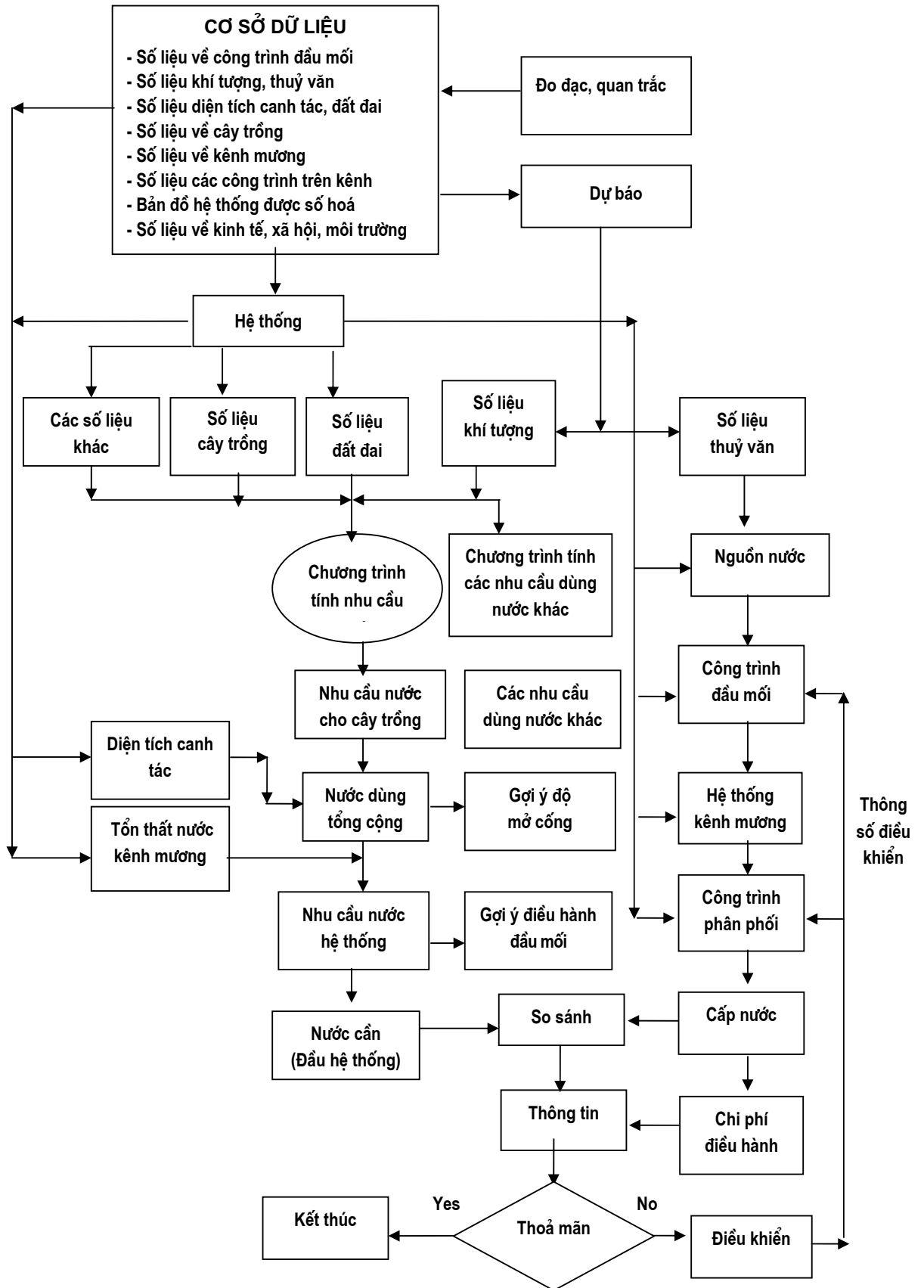
trình phân phối nước trên hệ thống.

- Dự báo trong điều khiển gồm dự báo các nhiễu tác động vào hệ thống như điều kiện nguồn nước, khí tượng, đất đai, thời vụ và cơ cấu cây trồng...

- Xây dựng chương trình điều hành quản lý hệ thống với sự trợ giúp của máy tính là chương trình tổng quát nối kết các chương trình con.



**Hình 1. Sơ đồ tổng quát điều khiển hệ thống thủy nông**



Hình 2. Sơ đồ khối quá trình điều khiển hệ thống

#### 4. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu lý luận kết hợp thực tiễn, tác giả đã nêu ra được cơ sở khoa học và thực tiễn để xây dựng chương trình quản lý điều hành hệ thống thủy nông, gồm các vấn đề:

- Xác định đặc điểm của hệ thống thủy nông khi xây dựng chương trình điều khiển.
- Phương pháp nghiên cứu xây dựng chương trình quản lý điều khiển hệ thống thủy nông và các bước thực hiện xây dựng chương trình.
- Thiết lập mục tiêu điều khiển và các điều kiện ràng buộc.
- Phương pháp xây dựng chương trình thực hiện mục tiêu.
- Tổng quát xây dựng chương trình và các sơ đồ khối tổng quát.

Vấn đề này lớn, phức tạp cần tiếp tục nghiên cứu hoàn chỉnh cả về phương pháp luận lẫn công nghệ tính toán và thử nghiệm áp dụng trong thực tiễn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Dự án ứng dụng công nghệ tin học xây dựng hệ thống bán tự động quản lý điều hành hệ thống thủy nông Nam Thái Bình. Nhóm cân bằng nước. Dự án quy hoạch tổng thể đồng bằng sông Hồng (VIE 89/034), Hà Nội, 12 - 1994.

[2] Nguyễn Tiến Lam, Dương Văn Tiển: Điều hành hệ thống thủy nông cấp nước tưới với sự trợ giúp của máy tính (Khoa Sau đại học, Đại học Thủy lợi).

[3] Bùi Hiếu: Nhu cầu nước và quản lý tưới mặt ruộng, Bài giảng Sau đại học Khoa Sau đại học, Đại học Thủy lợi, 1998.

[4] Bùi Hiếu: Dự án khoa học công nghệ - phát triển quy hoạch và điều khiển quản lý hệ thống thủy lợi Nha Trinh - Lâm Cẩm (1998 - 2001).

[5] Hoàn chỉnh, nâng cấp hệ thống thủy nông Đan Hoài, Dự án, Sở Thủy lợi Hà Tây, 1993.

[6] Bùi Hiếu: Quản lý điều hành hệ thống thủy nông- Bài giảng cao học về Quy hoạch thiết kế và Quản lý khai thác công trình thủy lợi, Đại học Thủy lợi, 2004.

[7] Tập tài liệu giảng dạy nâng cao của dự án HTQT ADB.TA.2233 VIE - Nâng cao năng lực ngành thủy lợi - Các phương pháp hiện đại cho khảo sát và quy hoạch thủy lợi.

[8] Dự án tài trợ quốc tế nâng cấp hệ thống Bắc Hưng Hải và xây dựng chương trình điều hành quản lý hệ thống, thuộc Dự án ADB. TA 2233VIE.

[9] Bùi Hiếu, Ngô Đăng Hải: Phần mềm quản lý điều hành hệ thống thủy nông tưới nước. Báo cáo tại hội nghị khoa học về công nghệ phần mềm của Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn. Hà Nội ngày 19-3-2002.

[10] Tài liệu Hội thảo phần mềm tưới nước do dự án ADB. TA. 2233 VIE tổ chức tháng 6-1996 tại Hà Nội.

[11] Ngô Đăng Hải: Mô hình quản lý nông nghiệp có tưới, Tuyển tập các công trình khoa học 40 năm Đại học Thủy lợi, 11-1999.

[12] Hà Văn Khối: Lý thuyết phân tích hệ thống và một số ứng dụng trong quy hoạch nguồn nước, Tập bài giảng chuyên đề sau đại học "Mô hình toán thủy văn và phân tích hệ thống", Đại học Thủy lợi, Hà Nội, 6 - 1991.



[13] Bùi Công Quang: Hiện đại hoá quá trình điều khiển hệ thống thuỷ nông, Tuyển tập công trình khoa học tập II. Hội nghị khoa học lần thứ X, Đại học Thủy lợi, Hà Nội, 11 - 1994.

[14] Bùi Hiếu: “Quản lý điều hành hệ thống thuỷ nông”. Tài liệu giảng cho các lớp cao học tại Đại học Thủy lợi, 4-1996.

[15] Bùi Hiếu, Ngô Đăng Hải: Cơ sở khoa học và thực tiễn xây dựng chương trình điều khiển quản lý các hệ thống thuỷ nông. Báo cáo tại Hội nghị phân mềm thuỷ lợi, 2001.

[16] Nguyễn Việt Chiến: “Nghiên cứu cải tiến mô hình IMSOP” để điều hành phân phối nước hợp lý trên hệ thống tưới bằng trạm bơm ở đồng bằng sông Hồng, Luận án tiến sỹ kỹ thuật, 5-2003.