

# MÔ HÌNH QUẢN LÝ VẬN HÀNH HỆ THỐNG TƯỚI THEO SỐ LIỆU QUAN TRẮC

Ngô Đăng Hải<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hiện nay, công tác quản lý vận hành (QLVH) hàng ngày các hệ thống tưới (HTT) ở Việt Nam hầu như hoàn toàn thực hiện theo kế hoạch lập sẵn từ đầu vụ tưới hoặc theo kinh nghiệm định kỳ các đợt tưới. Trong thực tế, các yếu tố khí tượng thay đổi thường xuyên do đó nhu cầu nước của cây trồng sẽ khác so với kết quả tính toán khi lập kế hoạch đầu mỗi vụ. Mặt khác, do nguồn nước thay đổi hàng ngày nên điều kiện, khả năng lấy - cấp nước của các công trình đầu mối và các công trình trên HTT cũng khác nhiều so với số liệu khi lập kế hoạch. Một điều thực tế nữa là trong quá trình QLVH thường không có đầy đủ các thông tin quan trắc phản hồi về lớp nước mặt ruộng và độ ẩm trong tầng đất nuôi cây nên việc vận hành các HTT không hợp lý gây ra tình trạng bơm nước, lấy nước không hiệu quả, chi phí QLVH lớn và năng suất cây trồng không cao... Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài “Mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc” là đề xuất và xây dựng một mô hình mới về cập nhật số liệu quan trắc thực tế, tính toán và tổ chức thực hiện quản lý vận hành theo hướng hiện đại hoá nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của các HTT. Nội dung và kết quả nghiên cứu bao gồm:

- Cơ sở khoa học và thực tiễn về quản lý vận hành các HTT theo số liệu quan trắc thực tế.
- Xây dựng và ứng dụng mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế...

**Từ khóa:** Hiện đại hóa quản lý vận hành, số liệu quan trắc, giám sát và điều khiển, Internet.

## 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, công tác quản lý vận hành hàng ngày các hệ thống tưới (HTT) ở Việt Nam hầu như hoàn toàn thực hiện theo kế hoạch lập sẵn từ đầu vụ tưới hoặc theo kinh nghiệm định kỳ các đợt tưới. Thông thường, trong quá trình quản lý vận hành (QLVH) đó ít khi hiệu chỉnh lại kế hoạch vận hành cho phù hợp với nhu cầu nước của cây trồng và để tiết kiệm nước, giảm chi phí QLVH mà chỉ điều chỉnh kế hoạch vận hành trong một số trường hợp quan trọng như mưa lớn hay sự cố công trình,... Tình trạng trên dẫn đến hiệu quả quản lý khai thác, vận hành các HTT còn thấp, chi phí QLVH lớn và năng suất cây trồng không cao,...

Trong thực tế, các yếu tố khí tượng thay đổi hàng ngày khác với kết quả dự báo theo mô hình phân tích hồi quy, do đó nhu cầu nước của cây trồng sẽ khác so với kết quả tính toán khi lập kế hoạch đầu mỗi vụ. Mặt khác, do nguồn nước thay đổi hàng ngày nên điều kiện, khả năng lấy -

cấp nước của các công trình đầu mối và các công trình trên HTT cũng thay đổi không hoàn toàn giống như số liệu khi lập kế hoạch. Một điều thực tế nữa là trong quá trình QLVH thường không có đầy đủ các thông tin quan trắc, đo đạc phản hồi về lớp nước mặt ruộng và độ ẩm trong tầng đất nuôi cây nên việc vận hành các HTT không hợp lý gây ra tình trạng bơm nước, lấy nước không hiệu quả (lúc thiếu, lúc thừa) và dẫn đến năng suất cây trồng bị giảm sút... Vì vậy, việc lập kế hoạch quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế là rất cần thiết nhằm đáp ứng kịp thời nhu cầu nước của cây trồng, tránh lãng phí nước và giảm chi phí QLVH khi có sự thay đổi của những yếu tố nói trên.

Trên thế giới, một số nước như Hoa Kỳ, Pháp, Anh, Úc, Israel đã quan tâm nhiều đến việc nghiên cứu, áp dụng các mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế đạt hiệu quả cao. Phần lớn các mô hình QLVH đó đều được thực hiện trên nền tảng công nghệ giám sát và điều khiển (SCADA) tự động từ xa. Tuy vậy, mỗi một mô hình QLVH đó chỉ có

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi

những tính năng và phạm vi ứng dụng riêng của nó với những điều kiện riêng biệt nên không có mô hình nào có thể được ứng dụng hoàn toàn thích hợp trong điều kiện Việt Nam.

Ngày nay, công nghệ thông tin và truyền thông đang ngày càng phát triển mạnh mẽ và được áp dụng sâu rộng trong mọi lĩnh vực. Nhiều tỉnh, thành phố đã có chủ trương tin học hoá và hiện đại hóa QLVH các HTT... Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng một số công nghệ thông tin và truyền thông tiên tiến, hiện đại để xây dựng một mô hình mới phục vụ cho việc QLVH các HTT theo số liệu quan trắc thực tế.

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài: “Mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc” là đề xuất và xây dựng, phát triển một mô hình mới về cập nhật số liệu, phương pháp tính toán và tổ chức thực hiện quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế (thời gian thực – Real-time) phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam, tiếp cận theo hướng hiện đại hoá nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của các HTT.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp nghiên cứu đã được sử dụng bao gồm:

- Thống kê, phân tích và tổng hợp các số liệu liên quan đến những mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế hàng ngày.

- Lập trình xây dựng trang web và cơ sở dữ liệu trực tuyến hỗ trợ công tác hiện đại hóa quản lý vận hành các HTT theo số liệu quan trắc thực tế.

- Phương pháp dự báo thích nghi - Mô hình ARIMA.

- Thử nghiệm lập trình ứng dụng các giao thức kết nối, công nghệ giao tiếp WebSockets, MS SignalR để truyền và thu nhận dữ liệu GS&ĐK các HTT qua mạng Internet và mạng viễn thông di động toàn cầu (UMTS) 3G/4G.

- Thử nghiệm và kiểm chứng ứng dụng mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế ở HTT Phù Sa, Hà Nội năm 2013 và 2014.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Cơ sở khoa học và thực tiễn về quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc

#### 3.1.1. Cơ sở thực tiễn

Nói chung, phương thức QLVH các HTT hiện nay của các công ty quản lý khai thác công trình thủy lợi (QLKT CTTL) vẫn duy trì theo mô hình truyền thống: lập sẵn kế hoạch tưới ứng với một hoặc vài mức bảo đảm tưới (tần suất) nào đó. Sau đó, trong quá trình thực hiện kế hoạch dùng nước (KHDN) tiến hành thụ động hiệu chỉnh lại kế hoạch cung cấp nước và kế hoạch chạy máy, mở cống lấy nước tùy thuộc theo sự diễn biến của thời tiết, khả năng cấp nước và nhu cầu nước của hệ thống... Việc điều chỉnh đó thực tế khó có thể tránh khỏi tình trạng cung cấp nước quá dư thừa hoặc quá thiếu nước so với nhu cầu nước của cây trồng; lãng phí nước, điện năng và tăng chi phí QLVH,... Gặp năm mưa thuận gió hoà thì lượng nước tưới có thể ít, ngược lại nếu thời tiết khắc nghiệt sẽ làm cho lượng nước tưới tăng lên rất nhiều...

Để có cơ sở và số liệu thực tế về những tồn tại nêu trên, đề tài nghiên cứu này đã sử dụng số liệu QLVH thực tế hàng năm của Công ty TNHH MTV đầu tư và phát triển thủy lợi Sông Tích để tính toán so sánh tổng lượng nước tưới và chi phí QLVH của Công ty với trường hợp tính theo số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, lớp nước mặt ruộng hàng ngày:

- Với các tài liệu khí tượng, thủy văn cập nhật đến năm 2011, Công ty TNHH Sông Tích đã lập ra kế hoạch tưới chi tiết cho vụ chiêm năm 2012, kết quả như sau:

Tổng mức tưới cả vụ là 42.733.000 m<sup>3</sup>, tổng số ngày tưới là 87 ngày.

- Đề tài nghiên cứu này đã tính toán xác định được tổng lượng nước tưới cho vụ lúa chiêm năm 2012 dựa trên số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, lớp nước mặt ruộng hàng ngày là 4.490 m<sup>3</sup>/ha. Với tổng diện tích phụ trách tưới của HTT Phù Sa là 5.605 ha thì tổng lượng nước cần cung cấp tại mặt ruộng là: 25.166.450 m<sup>3</sup>.

Như vậy, lượng nước thực tế mặt ruộng mà cây trồng cần cung cấp nếu quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc khí tượng thực tế hàng ngày sẽ nhỏ hơn rất nhiều so với kế hoạch của Công ty lập sẵn:

$$\Delta W = 42.773.000 - 25.166.450 = 17.606.550 \text{ m}^3$$

Tương ứng tiết kiệm được: (42.773.000 -

$25.166.450/42.773.000 = 41,2\%$  so với tổng mức tưới theo kế hoạch lập sẵn của Công ty.

Từ đó cho thấy: nếu QLVH hệ thống tưới theo số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn và lớp nước mặt ruộng lúa thực tế hàng ngày (để đảm bảo trạng thái lớp nước mặt ruộng (và độ ẩm đất) hàng ngày nằm trong phạm vi cho phép của công thức tưới tăng sản) sẽ không những đáp ứng được nhu cầu nước thực tế của cây trồng, tăng năng suất cây trồng mà còn tiết kiệm được nhiều nước tưới và giảm rất đáng kể các chi phí QLVH hệ thống...

Tuy nhiên, muốn QLVH hệ thống tưới theo số liệu quan trắc thực tế cần phải có cách thức cập nhật, tính toán và xử lý các thông tin liên quan đến số liệu khí tượng hàng ngày, nhu cầu nước của cây trồng và lớp nước mặt ruộng, độ ẩm đất hàng ngày,... một cách nhanh chóng, chính xác hơn thay cho việc tính toán gần như thủ công hiện nay ở các công ty QLKT CTTL... Đồng thời, cần phải có các cơ sở dữ liệu được cập nhật và các công cụ phân tích số liệu, phương tiện truyền thông nhanh chóng, hiệu quả nhất...

### 3.1.2. Cơ sở khoa học

Thực tế trong quá trình quản lý vận hành HTT, các yếu tố khí tượng, thủy văn nguồn nước; điều kiện, trạng thái, khả năng lấy - cấp nước của các CTTL thay đổi không hoàn toàn giống như số liệu tính toán, dự báo khi lập kế hoạch. Mặt khác, theo quan điểm hệ thống cho thấy ba thành phần cơ bản trong cấu trúc HTTL là hệ thống CTTL, nguồn nước và cây trồng (các nhu cầu nước) có mối quan hệ hữu cơ 2 chiều phức tạp nên kế hoạch dùng nước, kế hoạch quản lý vận hành HTT đã lập đầu vụ tưới không còn phù hợp với số liệu quan trắc thực tế...

Thực chất của bài toán (mô hình) quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế là phải thường xuyên cung cấp nước đúng thời điểm, đúng khoảng thời gian cây trồng cần nước và đủ lượng nước theo nhu cầu sinh trưởng, phát triển (theo như công thức tưới tăng sản). Vì vậy, có thể tổng quát hóa bài toán QLVH theo số liệu quan trắc thực tế như sau:

#### a) Hàm mục tiêu:

Hàm mục tiêu của bài toán này là chênh lệch giữa tổng lượng nước do HTT cung cấp tại mặt

ruộng cho cây trồng và tổng nhu cầu nước thực tế của cây trồng phải là nhỏ nhất:

$$|W_{cc} - W_{yc}| \rightarrow \text{Min}$$

Trong đó:  $W_{cc}$  là tổng lượng nước do HTT cung cấp tại mặt ruộng.

$W_{yc}$  là tổng nhu cầu nước thực tế ở mặt ruộng của các loại cây trồng.

#### b) Các điều kiện ràng buộc:

- Ràng buộc về lớp nước mặt ruộng và độ ẩm đất thực tế hàng ngày:

Lớp nước mặt ruộng và độ ẩm đất thực tế hàng ngày trên đồng ruộng phải luôn luôn nằm trong khoảng cho phép của công thức tưới tăng sản:

$$[h_{\min}] \leq h_i \leq [h_{\max}] \quad \text{và} \quad [\beta_{\min}] \leq \beta_i \leq [\beta_{\max}].$$

- Ràng buộc về lượng mưa sử dụng được:

Triệt để sử dụng lượng mưa (hàng ngày) sao cho:

$$\sum \text{Psd}_i \rightarrow \text{Max}$$

- Ràng buộc về khả năng cung cấp nước của hệ thống tưới:

Ràng buộc này bao gồm tất cả những thông số không chế về số máy bơm ( $n_b$ ), số cửa cống lấy nước ( $n_c$ ), lưu lượng của một máy bơm ( $Q_b$ ), lưu lượng của một cửa cống ( $Q_c$ ), lưu lượng trên kênh dẫn nước ( $Q_k$ ):

$$n_b \leq [n_b]$$

$$Q_b \leq [Q_b]$$

$$n_c \leq [n_c]$$

$$Q_c \leq [Q_c]$$

$$Q_k \leq [Q_k], \dots$$

Ví dụ: với HTTL Phù Sa là:  $n_b \leq 4$

$$Q_b \leq 2,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n_c \leq 2$$

$$Q_c \leq 5,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_k \leq 11,8 \text{ m}^3/\text{s} \dots$$

#### c) Các tham số (biến) điều khiển:

- Các tham số điều khiển trực tiếp là: số máy bơm làm việc, lưu lượng bơm, thời gian bơm nước; độ mở cửa cống và thời gian mở cống lấy nước,...

- Các tham số điều khiển gián tiếp là: lớp nước mặt ruộng và độ ẩm đất thực tế hàng ngày trên đồng ruộng...

## 3.2. Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc

### 3.2.1. Nghiên cứu cập nhật các số liệu quan trắc

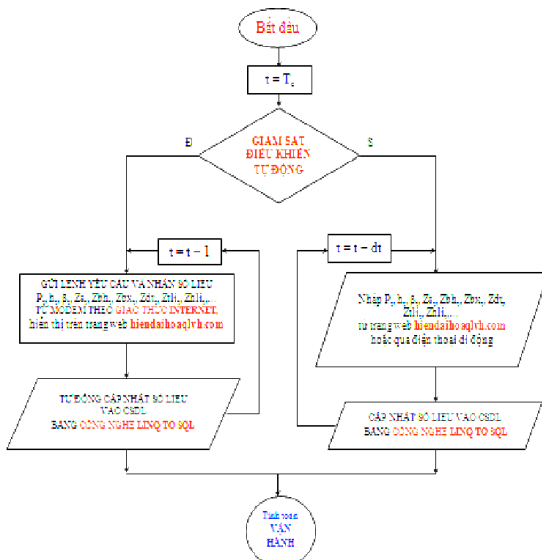
Muốn quản lý vận hành HTT một cách tức thời

hoặc định kỳ theo số liệu quan trắc thực tế thì trước hết cần phải cập nhật các số liệu quan trắc cần thiết một cách liên tục hoặc tại những thời điểm nhất định trong ngày vận hành, bao gồm:

- Lượng mưa,
- Độ sâu lớp nước mặt ruộng lúa (tại một số lô, thửa đại diện),
- Độ ẩm trong tầng đất ẩm nuôi cây (tại một số lô, thửa và cây trồng cận đại diện),
- Mức nước tại nguồn cung cấp nước (sông, hồ hay bể hút trạm bơm,...),
- Mức nước tại bể hút, bể xả của trạm bơm,
- Mức nước tại thượng lưu và hạ lưu các công trình lấy nước, điều tiết và phân phối nước,...

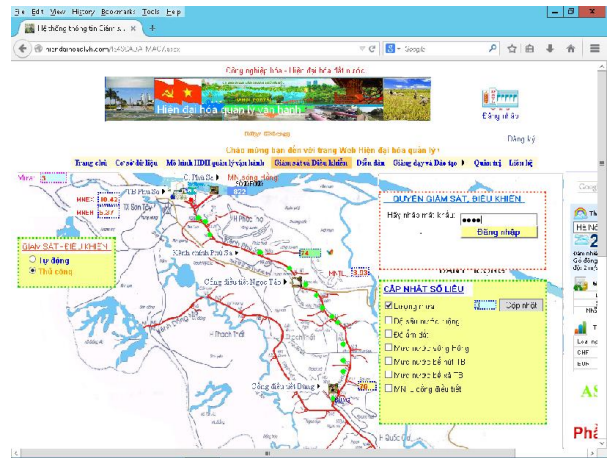
Sơ đồ thuật toán cập nhật các số liệu quan trắc được thể hiện trên hình 1.

Trong trường hợp quan trắc, giám sát và điều khiển tự động từ xa, máy chủ web (webserver) sẽ định kỳ gửi những “gói tin“ đến các modem/thiết bị truyền thông nhờ giao thức Internet (TCP/IP) để yêu cầu chúng gửi về các trị số quan trắc được trên HTT (hình 1), rồi hiển thị lên các ô trên giao diện “Giám sát và Điều khiển“ của trang web <http://www.hiendaihoaqlvh.com> tại vị trí quan trắc tương ứng ngoài đồng ruộng.



Hình 1: Sơ đồ thuật toán cập nhật các số liệu quan trắc

Trong trường hợp quan trắc, giám sát và điều khiển HTT bằng thủ công, giao diện cập nhật các trị số quan trắc lên trang web <http://www.hiendaihoaqlvh.com> như trên hình 2. Trường hợp này, người cập nhật các trị số quan trắc lên trang web được cấp quyền truy cập từ trước.



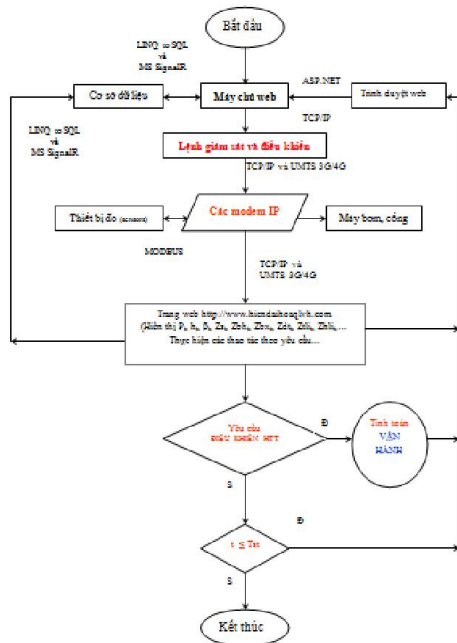
Hình 2: Giao diện web dùng cho cập nhật các dữ liệu quan trắc bằng thủ công

### 3.2.2. Nghiên cứu thiết lập mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc

Cơ sở khoa học cho việc xây dựng mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc là dựa trên phương trình cân bằng nước mặt ruộng (đối với lúa nước), phương trình cân bằng nước trong tầng đất ẩm nuôi cây (đối với cây trồng cận) và căn cứ vào các số liệu quan trắc thực tế về lớp nước mặt ruộng ( $h_{ci}$ ) cũng như độ ẩm đất ( $\beta_{ci}$ ). Khi đó  $h_{ci}$  và  $\beta_{ci}$  được quan trắc thực tế sẽ là số liệu đầu vào cho mô hình quản lý vận hành HTT. Các phương trình cân bằng nước sẽ là cơ sở khoa học cho việc kiểm tra “Yêu cầu ĐIỀU KHIỂN HTT“ và “Tính toán VẬN HÀNH“ như trên hình 3 biểu thị mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc...

Nếu lớp nước mặt ruộng quan trắc thực tế tại một thời điểm của định kỳ quan trắc nhỏ hơn lớp nước cho phép trong công thức tưới tăng sản ( $h_{ci} \leq [h_{max}]_i$ ) thì quyết định bắt đầu một đợt tưới mới với mức tưới dự kiến là  $[h_{max}]_i - h_{ci}$ . Nếu không phải như vậy thì mô hình sẽ kiểm tra xem độ ẩm trong tầng đất ẩm nuôi cây theo quan trắc thực tế

vào thời điểm đó có nhỏ hơn độ ẩm cho phép trong công thức tưới tăng sản ( $\beta_{ci} \leq [\beta_{max}]_i$ ) thì quyết định bắt đầu một đợt tưới mới với mức tưới dự kiến là  $10A \cdot ([\beta_{max}]_i - \beta_{ci}) \cdot H_i$ .



Hình 3: Mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc

Trường hợp lớp nước mặt ruộng quan trắc thực tế đó khá gần trị số  $[h_{min}]_i$  trong công thức tưới tăng sản thì trước hết dự báo  $E_{To}$  hoặc các yếu tố khí tượng cho ngày hôm sau rồi tính toán  $h_{ci}$  của ngày hôm sau. Trên cơ sở đó người quản lý sẽ ra quyết định ngày hôm sau có bắt đầu tưới hay không. Nếu phải tưới thì mức tưới dự kiến là  $[h_{max}]_{i+1} - h_{ci+1}$ . Nếu không phải như vậy mà độ ẩm trong tầng đất ẩm nuôi cây quan trắc thực tế  $\beta_{ci}$  của ngày hôm sau gần với  $\beta_{mix}$  thì trên cơ sở đó người quản lý sẽ ra quyết định ngày hôm sau có bắt đầu tưới hay không. Nếu phải tưới thì mức tưới dự kiến là  $10A \cdot ([\beta_{max}]_{i+1} - \beta_{ci+1}) \cdot H_{i+1}$ .

Cuối cùng căn cứ theo các quyết định về kế hoạch tưới sẽ tính toán được kế hoạch quản lý vận hành hệ thống tưới...

### 3.3. Nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm mô hình vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc tại hệ thống tưới Phù Sa năm 2013 và 2014

Mô hình quản lý vận hành theo số liệu quan

trắc đã được ứng dụng thử nghiệm tại HTT Phù Sa, Hà Nội đầu năm 2013 và 2014. Kết quả lập kế hoạch tưới năm 2013 với tổng mức tưới cho lúa vụ chiêm là  $2.490 \text{ m}^3/\text{ha}$  và tổng lượng nước cần cung cấp là  $1.395.645 \text{ m}^3$ .

So sánh với kế hoạch tưới vụ chiêm (Đông Xuân) năm 2013 do Công ty TNHH MTV Sông Tích tính toán thì tổng lượng nước tưới mặt rộng cho HTT Phù Sa là  $2.247.118 \text{ m}^3$  ứng với cùng diện tích trồng lúa là  $5.605 \text{ ha}$ . Như vậy, lượng nước thực tế mà cây trồng cần cung cấp khi quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc thực tế hàng ngày nhỏ hơn nhiều so với kế hoạch của Công ty đầu vụ:

$$\Delta W = 2.247.118 \text{ m}^3 - 1.395.645 \text{ m}^3 = 851.473 \text{ m}^3.$$

Tương ứng tiết kiệm được:  $(2.247.118 \text{ m}^3 - 1.395.645 \text{ m}^3) / 2.247.118 \text{ m}^3 = 37,89 \%$  so với tổng mức tưới theo kế hoạch của Công ty lập trước...

Với lúa chiêm năm 2014, theo số liệu quan trắc thực tế được cập nhật định kỳ từ xa qua trang web <http://www.hiendaihoaqlvh.com> giúp cho phần mềm tính toán (kèm theo mô hình) đã xác định được lượng nước tưới và so sánh với 6 đợt tưới (song hành, có hiệu chỉnh kế hoạch dùng nước) cho thấy: lượng nước tưới theo mô hình có thể tiết kiệm được là  $25,98 \%$ . Nếu so với kế hoạch của Công ty đã lập từ đầu năm thì tiết kiệm được  $32,4 \%$ .

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 4.1. Kết luận

- Những mô hình công nghệ giám sát, điều khiển HTT và các hệ thống SCADA đã và đang được ứng dụng ở nước ta hiện nay chưa đáp ứng được yêu cầu QLVH các HTT theo số liệu quan trắc thực tế (thời gian thực) và khó có thể được phổ biến rộng rãi.

- Mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới theo số liệu quan trắc thực tế đã được đề xuất trong bài báo này sẽ cho phép cập nhật thông tin tức thời, tính toán lập và thực hiện kế hoạch tưới và kế hoạch vận hành kịp thời, sát thực với các điều kiện thực tế về thời tiết, nguồn nước nhu cầu nước của cây trồng,... Nhờ đó sẽ nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của các HTT và giảm đáng kể (trên 25%) chi phí QLVH.

- Kết quả nghiên cứu và ứng dụng thử nghiệm mô hình quản lý vận hành hệ thống tưới

theo số liệu quan trắc tại HTT Phù Sa, Hà Nội cho thấy tính kinh tế - kỹ thuật và tính khả thi cao của mô hình...

#### 4.2. Kiến nghị

Các kết quả nghiên cứu về xây dựng và phát

triển mô hình quản lý vận hành HTT theo số liệu quan trắc cần được ứng dụng thử nghiệm trên một số HTT có điều kiện tự nhiên và thể loại công trình khác nhau trước khi đưa vào ứng dụng rộng rãi.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn - Chương trình khoa học công nghệ cấp Bộ, 2006. *Báo cáo tổng kết Chương trình “Nâng cấp, từng bước hiện đại hóa, đa dạng hóa mục tiêu khai thác sử dụng các công trình thủy lợi”*, Viện Khoa học thủy lợi, Hà Nội.
- [2]. Charles Burt, 2004. *Irrigation Modernization*, The World Bank, Washington DC, USA.
- [3]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. *Irrigation water delivery models*, Proceedings of the FAO Expert Consultation, Water Reports 2, ISBN 92-5-103585-7 ISSN 1020-1203, FAO, Rome, Italy.
- [4]. Royal Haskoning, 2010. *Thiết kế Chi tiết Hệ thống SCADA*, Thiết kế Hiện đại hóa Hệ thống tưới Phú Ninh và Đá Bàn, Dự án Hỗ trợ Thủy lợi Việt Nam, Hà Nội.
- [5]. Rubicon Water, 2012. *Confluent*, Rubicon Research Pty Ltd, California, USA.
- [6]. Utah State University, 2013. *Irrigation Management Looks into the Future*, The Water Blog Vol. 4, No.2, Utah State University, USA.

#### Abstract

### MODEL FOR OPERATION AND MANAGEMENT OF IRRIGATION SYSTEMS BASED ON REAL-TIME MEASURED DATA

*Nowadays, daily operation and management (O&M) of irrigation systems (ISs) in Vietnam are mostly implemented according to established plans just before irrigation seasons or based on experiences of fixed irrigation intervals. In fact, various changes of meteorological factors result in changes in crop water requirements which are different from those calculated just before each irrigation season. Otherwise, daily changes of water resources lead to changes in conditions and water supply capacities of headworks and structures on irrigation systems which are also different from the data used for making the plans. Moreover, the fact is that there is often not full of feedback from real-time measured data on field water levels and soil moistures in root zones. Therefore, daily O&M of irrigation systems is often not reasonable and causes an ineffective water supply, high costs and low crop yields, etc. This paper presents the research results in the creating of the model for O&M of irrigation systems based on real-time measured data.*

*The research objective of “Model for operation and management of irrigation systems based on real-time measured data” is to propose and create a new model for updating real-time measured data, calculating and organizing, implementing O&M towards modernization in order to improve the technical – economic efficiencies of ISs. The research contents and results consist of:*

- *The practical and scientific rationales for O&M of ISs based on real-time measured data.*
- *Creating and applying the model for O&M of ISs based on real-time measured data.*

**Key words:** O&M modernization, real-time measured data, SCADA, Internet.

---

*BBT nhận bài: 26/2/2015*

*Phản biện xong: 23/3/2015*