

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ HỖ TRỢ
ĐIỀU HÀNH HỆ THỐNG TƯỚI THEO THỜI GIAN THỰC**

Chuyên ngành : Kỹ thuật Tài nguyên nước

Mã số : 62 58 02 12

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI, NĂM 2017

Chương trình này được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. TS. Nguyễn Viết Chiến**
- 2. PGS.TS. Nguyễn Thế Quảng**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án này được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện Hợp tại Viện
Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Vào hồi, ... giờ, ngày ... tháng ... năm 2017

Có thể tìm hiểu luận án tại:
Thư viện Quốc gia Việt Nam
Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của đề tài

Sản xuất nông nghiệp là một ngành tiêu thụ tài nguyên nước lớn nhất, tuy nhiên hệ số hiệu ích của hệ thống tưới trung bình chỉ đạt từ 0,5- 0,7; tổn thất nước trên hệ thống kênh chiếm tới từ 50% đến 30% tổng lượng nước yêu cầu. Phần lớn lượng nước lãng phí là do quản lý tưới, như tưới vượt mức tưới, tháo nước xuống kênh tiêu, các khu vực đầu kênh thừa nước trong khi khu vực cuối kênh thiếu nước, gây ra chỗ thừa chỗ thiếu, úng, hạn đan xen trong khu tưới. Việc điều phối gặp khó khăn do ở trung tâm không nắm được chính xác tình hình thực tế và yêu cầu tưới của từng vị trí diện tích theo thời gian thực; việc điều hành hệ thống luôn bị động do thời tiết và biến động nguồn nước gây lãng phí nước lớn, chi phí vận hành cao, năng suất, thu hoạch không đồng đều, hiệu quả thường có xu hướng thấp.

Vì vậy, vấn đề bức xúc của thực tế đặt ra là làm thế nào để sử dụng hiệu quả nguồn nước nhằm đáp ứng yêu cầu sản xuất nông nghiệp và các ngành kinh tế khác. Để giải quyết một phần của vấn đề này, trong thời gian qua, ở nước ta đã có nhiều nghiên cứu xây dựng, phát triển phần mềm quản lý, điều hành hệ thống tưới nhằm giúp các công ty khai thác công trình thủy lợi có thể cấp nước đủ cho cây trồng cho quá trình sinh trưởng, đạt sản lượng cao, giảm chi phí vận hành, tránh lãng phí nước. Tuy nhiên, các phần mềm đã được nghiên cứu còn một số hạn chế làm ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng trong thực tế, nên người dùng rất ít khi sử dụng, việc điều hành hệ thống tưới chủ yếu vẫn theo quy trình cũ. Những tồn tại chính của việc ứng dụng công nghệ thông tin nói chung và phần mềm nói riêng trong quản lý điều hành hệ thống tưới hiện nay là:

- Các phần mềm chỉ giải quyết được các vấn đề riêng lẻ, chưa tích hợp để giải quyết tổng hợp các vấn đề trong công tác quản lý điều hành hệ thống tưới.
- Chưa ứng dụng các thiết bị tự động hóa và phần mềm để có thể điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực.
- Chưa chạy trên môi trường mạng và chưa được xây dựng dựa trên công nghệ GIS, nên không thuận tiện cho người dùng.
- Giao diện, quy trình còn chưa phù hợp với trình độ tin học của đơn vị quản lý.

Vì vậy, việc nghiên cứu phát triển một công cụ phục vụ quản lý, điều hành hệ thống tưới đáp ứng được các yêu cầu người sử dụng là rất cần thiết.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để xây dựng được một công cụ phục vụ quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ tưới, giảm chi phí quản lý vận hành hệ thống tưới.

3. Đối tượng, phạm vi và nội dung nghiên cứu

a) Đối tượng nghiên cứu

Công tác quản lý, điều hành hệ thống tưới.

b) Phạm vi nghiên cứu

- Hệ thống tưới kênh hở với công trình đầu mối là trạm bơm.

- Mạng lưới kênh là mạng hở, không phải mạng kín.
- Hệ thống chỉ đề cập đến vấn đề điều hành tưới để cấp nước phục vụ sản xuất nông nghiệp, không đề cập đến việc cấp nước phục vụ các mục tiêu khác (công nghiệp, đô thị, sinh hoạt,..), không đề cập đến vấn đề điều hành tiêu nước khi mưa nhiều dẫn đến thừa nước.

c) Nội dung nghiên cứu

Để đạt được mục tiêu đề ra, tác giả đã thực hiện nội dung nghiên cứu như sau:

- Cơ sở khoa học để đề xuất cấu trúc hệ thống quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực (hệ thống VNIMS):

- + Đề xuất sơ đồ cấu trúc và các thành phần của hệ thống VNIMS;
- + Đề xuất các nguyên lý hoạt động của các thành phần trong hệ thống VNIMS.

- Xây dựng hệ thống VNIMS với nội dung nghiên cứu chính như sau:

- + Xây dựng cơ sở dữ liệu máy chủ.
- + Xây dựng phần mềm IMS:
 - * Cơ sở lý thuyết để tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cho từng ô thửa của các công lấy nước.
 - * Cơ sở lý thuyết để tính toán lập kế hoạch tưới.
 - * Cơ sở lý thuyết để tích hợp phần mềm MIKE 11 vào hệ thống VNIMS để tự động tính toán xác định đường mực nước trên hệ thống kênh theo phương pháp dòng chảy không ổn định trên kênh hở.
 - * Cơ sở lý thuyết để tính toán hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực.

- + Các giải pháp công nghệ để giám sát, điều khiển các thiết bị kiểm soát lượng nước phân phối từ xa trên hệ thống tưới ngoài hiện trường.

- Áp dụng thử nghiệm hệ thống VNIMS cho hệ thống tưới Ấp Bắc – Nam Hồng để kiểm nghiệm hệ thống.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

a) Ý nghĩa khoa học

Luận án đã xây dựng được công thức tổng quát và các sơ đồ thuật toán để tính toán nhu cầu tưới theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của từng cây trồng của từng ô thửa cho các công lấy nước phục vụ cho việc tính toán xác định nhu cầu dùng nước của các công lấy nước chính xác hơn.

Luận án đã xây dựng được cơ sở khoa học cho việc thiết lập bài toán và xây dựng được hệ thống VNIMS. Hệ thống bao gồm: các trạm thiết bị ngoài hiện trường (các trạm thiết bị kiểm soát từ xa lượng nước phân phối trên hệ thống kênh tưới; trạm đo khí tượng; đo mưa tự động; trạm giám sát điều khiển trạm bơm đầu mối); phần mềm IMS; trung tâm dữ liệu máy chủ. Hệ thống đã giải quyết được các vấn đề tổng thể trong công tác quản lý, điều hành hệ thống tưới, bao gồm: Quản lý hệ thống công trình, diện tích tưới dựa trên công nghệ WebGIS, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới, hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực, điều

khiến vận hành hệ thống tưới từ xa.

b) Ý nghĩa thực tiễn

Người dùng có thể tương tác với hệ thống VNIMS trên giao diện WebGIS, giúp người dùng thuận tiện trong quá trình sử dụng. Hệ thống này sẽ làm thay đổi phương thức điều hành hệ thống tưới. Người dùng ở bất cứ nơi nào cũng có thể sử dụng điện thoại smartphone, máy tính bảng hoặc máy tính xách tay (có kết nối Internet) truy cập vào hệ thống thông qua các trình duyệt web theo địa chỉ <http://vnims.vn> để quản lý và điều hành hệ thống tưới.

Kết quả nghiên cứu của luận án có thể áp dụng ngay vào thực tế cho các dự án có đầu tư hạng mục xây dựng hệ thống SCADA do Bộ NN&PTNT đang triển khai như: dự án WB7, dự án ADB6, dự án JAICA 2 nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư công trình.

5. Những đóng góp mới của luận án

- Đã nghiên cứu cơ sở lý thuyết, đề xuất thiết lập được mô hình cấu trúc thành phần, nguyên lý làm việc của hệ thống tích hợp các phần mềm (VNIMS) để quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực một cách hiệu quả. Đây là một công cụ ứng dụng tiên bộ khoa học công nghệ trong lĩnh vực thông tin và tự động hóa, phục vụ quản lý điều hành hệ thống tưới theo hướng hiện đại, đồng bộ nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ, giảm chi phí vận hành và tiết kiệm nước trong quản lý khai thác hệ thống thủy lợi.

- Trong hệ thống VNIMS, đã có đóng góp khoa học mới chi tiết như sau:

+ Đã đề xuất được giải pháp công nghệ giúp người dùng có thể xác định diện tích gieo trồng (diện tích đồ ải, diện tích làm đất, diện tích gieo cây) từng ngày của các công lấy nước một cách thuận tiện trên nền bản đồ GIS trên các thiết bị di động (điện thoại smart phone, máy tính bảng,..) phục vụ cho việc tính toán nhu cầu tưới của các công lấy nước.

+ Đã nghiên cứu được giải pháp công nghệ để tích hợp các phần mềm:

* Phần mềm MIKE 11 để tính toán xác định đường mực nước trên kênh theo chế độ dòng chảy không ổn định trên kênh hở;

* Phần mềm IMS để quản lý các công trình thủy lợi, diện tích tưới của hệ thống tưới dựa trên công nghệ WebGIS, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới và lên phương án vận hành hệ thống tưới theo thời gian thực.

* Phần mềm dịch vụ máy chủ để kết nối giữa các trạm thiết bị ngoài hiện trường với cơ sở dữ liệu máy chủ. Kết nối giữa người dùng và các trạm thiết bị ngoài hiện trường giúp người dùng có thể ra lệnh điều khiển vận hành hệ thống từ xa thông qua các máy tính PC, thiết bị di động có kết nối Internet.

Chương 1. TỔNG QUAN CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÓ LIÊN QUAN

Hiện nay, trên thế giới có nhiều nghiên cứu về việc xây dựng phần mềm quản lý, điều hành hệ thống tưới. Tùy theo khả năng làm việc của các phần mềm mà có thể chia các phần mềm đã xây dựng trên thế giới và trong nước thành 3

nhóm chủ yếu như sau:

1.1. Nhóm thứ nhất - Các phần mềm tính toán thủy lực và điều khiển hệ thống trên kênh hở

Nhóm phần mềm này có các đặc điểm chính là chỉ quan tâm đến việc tính toán thủy lực trên kênh, thu thập các số liệu đo tự động từ các trạm đo và điều khiển vận hành hệ thống tưới để đảm bảo mực nước được điều tiết trên kênh là tốt nhất, các phần mềm này chưa đề cập đến vấn đề quản lý công trình, tính toán nhu cầu tưới để lập kế hoạch tưới, hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực.

1.2. Nhóm thứ hai - Nhóm các phần mềm tính toán nhu cầu tưới

Nhóm phần mềm này có đặc điểm chính là chỉ quan tâm tính toán nhu cầu tưới của cây trồng do một công phụ trách hoặc cả hệ thống, chưa quan tâm đến việc tính toán lưu lượng tại các điểm phân phối nước trên hệ thống tưới, chưa đặt vấn đề liên kết với các thiết bị điều khiển hệ thống giám sát, đóng mở để có thể nhận số liệu từ hiện trường và điều khiển vận hành hệ thống từ trung tâm. Nhóm phần mềm này chỉ phù hợp cho việc tính toán quy hoạch hoặc thiết kế các công trình thủy lợi.

1.3. Nhóm thứ ba: Nhóm các phần mềm quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới

1.3.1. Nhóm các phần mềm được xây dựng trên máy đơn

Nhóm các phần mềm này đã giải quyết được phần lớn các vấn đề trong công tác quản lý điều hành hệ thống tưới. Các phần mềm này đã tính toán nhu cầu tưới từ các công lấy nước, các điểm phân phối nước trên hệ thống, tính toán thủy lực để xác định đường mực nước trên kênh, lập kế hoạch vận hành hệ thống tưới.

1.3.2. Nhóm các phần mềm được xây dựng chạy trên mạng internet

Trên thế giới có các phần mềm chính: Phần mềm Confluent của Rubicon – Australia; Phần mềm Crop-WaterMonitoring and Information System (CWMIS) do Trung tâm nghiên cứu tài nguyên nước (Center for Water Resources Research) thuộc trường đại học Utah – Mỹ phát triển.

Ở Việt Nam: Hiện nay, có rất ít kết quả nghiên cứu về vấn đề quản lý, điều hành hệ thống tưới dựa trên nền tảng web, mà chủ yếu nghiên cứu về quản lý các công trình thủy lợi trên nền tảng web: Hệ thống Waterdata của Đại học thủy lợi. Hệ thống này chỉ quản lý các dữ liệu về ngành thủy lợi; Hệ thống quản lý, giám sát và hỗ trợ điều hành các hồ chứa theo thời gian thực. Hệ thống này quản lý các hồ chứa, hệ thống sông, các số liệu quan trắc và tích hợp module dự báo lũ và hỗ trợ điều hành hồ chứa theo thời gian thực.

Kết luận chương 1:

Hiện nay, trên thế giới có nhiều nghiên cứu phát triển, xây dựng các phần mềm quản lý điều hành hệ thống tưới và được áp dụng khá phổ biến.

Các phần mềm quản lý, điều hành hệ thống tưới đã được nghiên cứu xây dựng và áp dụng ở Việt Nam, còn có một số hạn chế như sau :

- Mỗi phần mềm chỉ giải quyết được một vấn đề trong công tác quản lý điều hành hệ thống tưới, chưa tích hợp các chức năng giải quyết các bài toán khác nhau của các phần mềm khác nhau: quản lý hệ thống công trình, diện tích tưới trên nền

công nghệ thông tin địa lý (GIS); tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới; tính toán xác định đường mực nước trên hệ thống kênh theo chế độ dòng chảy không ổn định; kết nối với các thiết bị ngoài hiện trường để giám sát và điều khiển từ xa các thiết bị để trở thành bộ công cụ thân thiện với người dùng, giúp các công ty KTCTTL có thể quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực và có thể sử dụng hàng ngày để điều hành hệ thống tưới của mình.

- Chưa xây dựng được giải pháp công nghệ giúp người dùng có thể xác định diện tích gieo trồng (diện tích đồ ải, diện tích làm đất, diện tích gieo cấy) của các công lấy nước một cách thuận tiện;

- Các phần mềm được xây dựng chạy trên máy đơn, dữ liệu và kết quả tính toán chỉ được hiện thị trên 1 máy của cán bộ kỹ thuật sử dụng, nên việc cập nhật thông tin ngoài hiện trường lên cơ sở dữ liệu, gửi thông tin đến cán bộ vận hành hệ thống tưới gặp rất nhiều khó khăn, không kịp thời. Đây cũng là một nguyên nhân cho việc ứng dụng các phần mềm đã được nghiên cứu vào thực tế vẫn còn nhiều hạn chế.

Chương 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Cách tiếp cận

2.1.1.1. Cách tiếp cận để xác định các yêu cầu của bài toán

- Tác giả tiếp cận đối tượng nghiên cứu bằng việc đi thực tế tại các công ty KTCTTL để tìm hiểu tình hình gieo trồng thực tế của các hộ dùng nước, cách quản lý điều hành hệ thống tưới, các vấn đề của thực tế mà các đơn vị đang bức xúc, các mong muốn sử dụng công nghệ để giải quyết.

- Tìm hiểu các phần mềm quản lý, điều hành hệ thống tưới đã được nghiên cứu xây dựng ở trong và ngoài nước. Phân tích các ưu và nhược điểm của từng phần mềm để biết được các phần mềm này đã đáp ứng được các yêu cầu nào trong thực tế tại Việt Nam? Từ đó phân tích xây dựng các yêu cầu của bài toán quản lý, điều hành hệ thống tưới cần phải giải quyết ở Việt Nam.

2.1.1.2. Cách tiếp cận để giải quyết các yêu cầu của bài toán

Để giải quyết các yêu cầu bài toán trên, cần phải nghiên cứu các giải pháp công nghệ: Công nghệ để tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới; Công nghệ tự động hóa để giám sát điều khiển hệ thống tưới; Công nghệ WebGIS để quản lý hệ thống tưới. Tác giả chọn cách tiếp cận để nghiên cứu từng giải pháp công nghệ này như sau:

1. Công nghệ để tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới

Hiện nay phần mềm CROWAT khá phổ biến trong việc tính toán nhu cầu tưới cho cây trồng, tuy nhiên phần mềm này là phần mềm đóng, được viết cho máy đơn và đơn vị phát triển sản phẩm không cung cấp các hàm để có thể tích hợp vào hệ thống để tính toán. Vì vậy, tác giả chọn cách tiếp cận là sử dụng các công thức tính toán trong giáo trình Quy hoạch và thiết kế hệ thống thủy lợi; TCVN 9168: 2012– Công trình thủy lợi – Hệ thống tưới tiêu – Phương pháp xác định hệ số tưới

lúa và một số tài liệu khác về quản lý khai thác các công trình thủy lợi để xây dựng thuật toán tính toán nhu cầu cấp nước cho từng công lấy nước, lập kế hoạch tưới để phát triển phần mềm.

2. Công nghệ để tính toán xác định đường mực nước trên kênh:

Trong khuôn khổ luận án này, tác giả đã chọn cách tiếp cận là nghiên cứu tích hợp phần mềm MIKE 11 vào hệ thống để tính toán diễn biến mực nước trên hệ thống kênh tưới. Đây là cách tiếp cận mới ở Việt Nam để giải quyết bài toán này.

3. Công nghệ tự động hóa

Công nghệ này giúp cho người dùng tại trung tâm điều hành có thể giám sát diễn biến vận hành hệ thống tưới.

Trong khuôn khổ luận án tiến sỹ của mình, tác giả không đi nghiên cứu chế tạo thiết bị mà chỉ nghiên cứu nội dung kết nối truyền dữ liệu từ các trạm thiết bị ngoài hiện trường (thiết bị RTU-TL3, thiết bị SGate) về cơ sở dữ liệu máy chủ và hiển thị cho người dùng, truyền lệnh điều khiển từ người dùng lên cơ sở dữ liệu máy chủ và đến thiết bị ngoài hiện trường.

4. Công nghệ để quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS

Để chủ động cho việc phát triển, triển khai phần mềm vào thực tế sau này và hiện tại không phải mua bản quyền, tác giả chọn cách tiếp cận phát triển phần mềm là sử dụng mã nguồn mở OpenLayers và MapServer.

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

Để triển khai thực hiện luận án, tác giả đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu: Phương pháp điều tra khảo sát; Phương pháp mô phỏng; Phương pháp kế thừa; Phương pháp kiểm nghiệm.

2.2. Cơ sở lý thuyết để xây dựng hệ thống VNIMS

2.2.1. Cơ sở lý thuyết để tính toán xác định nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới

2.2.1.1. Thuật toán xác định nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng

1. Nhóm cây trồng lúa

Các giống lúa có thời gian sinh trưởng và hệ số Kc khác nhau thì được coi là các cây trồng lúa khác nhau. Khi cùng một giống lúa, nhưng thời gian bắt đầu gieo trồng (cấy hoặc gieo sạ) khác nhau thì cũng được gọi là các loại cây trồng lúa khác nhau.

Tùy theo mùa vụ (vụ chiêm hay vụ mùa) mà quy trình gieo cấy khác nhau, dẫn đến việc tính toán nhu cầu tưới để cấp nước phục vụ sản xuất khác nhau, cụ thể như sau:

a) Đối với vụ chiêm xuân

Quy trình canh tác: Cho nước vào ruộng để “đổ ải”, sau đó ngâm đất từ 1-3 ngày rồi làm đất bằng cách sử dụng máy hoặc trâu hoặc sử dụng sức lao động của con người để làm nhuyễn đất, rồi cấy lúa hoặc gieo sạ, cây lúa phát triển qua các thời kỳ sinh trưởng rồi lúa chín và cuối cùng là thu hoạch.

Như vậy, lượng nước phục vụ nhu cầu tưới vụ chiêm sẽ được tính theo sát quy trình canh tác bao gồm: lượng nước cần cấp cho diện tích cần đổ ải ($m_{đổ\ ải[i]}$), lượng nước bù đắp lượng ngấm ổn định và lượng nước bốc hơi mặt thoáng ($m_{chờ[i]}$), lượng nước ngấm ổn định và lượng nước bốc thoát hơi qua lá ($m_{tưới[i]}$).

$$\text{Công thức tổng quát: } m_{\text{tổng}}[i] = m_{\text{đồ ải}}[i] + m_{\text{chờ}}[i] + m_{\text{tưới}}[i] \quad (2-1)$$

b) Đối với vụ mùa

Do vụ mùa đã có một lớp nước mặt ruộng nên bỏ qua giai đoạn đồ ải. Quy trình canh tác gồm: Bổ sung lượng nước vào ruộng (nếu cần) tạo lớp nước mặt ruộng để có thể làm đất bằng cách sử dụng máy hoặc trâu hoặc sử dụng sức lao động của con người để làm nhuyễn đất, rồi cấy lúa hoặc gieo sạ, cây lúa phát triển qua các thời kỳ sinh trưởng rồi lúa chín và cuối cùng là thu hoạch.

$$\text{Công thức tổng quát: } m_{\text{tổng}}[i] = m_{\text{làm đất}}[i] + m_{\text{chờ}}[i] + m_{\text{tưới}}[i] \quad (m^3) \quad (2-2)$$

2. Nhóm cây trồng cạn

Quy trình canh tác gồm: Bổ sung lượng nước vào ruộng theo phương pháp tưới âm trong suốt quá trình từ lúc làm đất, gieo trồng cho đến lúc cây trồng cạn phát triển qua các thời kỳ sinh trưởng, cuối cùng là thu hoạch.

Nhiệm vụ của phần mềm là tính toán lượng nước cần thiết để duy trì độ ẩm thích hợp trong đất (β) nằm trong giới hạn giữa độ ẩm lớn nhất (β_{max}) và điểm héo (hay còn gọi là độ ẩm nhỏ nhất β_{min}). β_{max} , β_{min} phụ thuộc vào lượng bốc thoát hơi của cây trồng hay nói cách khác phụ thuộc vào loại cây trồng [10]. $\beta_{\text{min}} < \beta < \beta_{\text{max}}$

Tại thời điểm ngày thứ i , lượng nước cần duy trì độ ẩm thích hợp cho diện tích $S_{\text{cây trồng}}$ như công thức (2-3).

$$m[i] = (S_{\text{cây trồng}}[i] + S_{\text{cây trồng}}[i-1] + \dots + S_{\text{cây trồng}}[2] + S_{\text{cây trồng}}[1]) * b_{\text{tưới}}[i] * 10^{-3} + m_{\text{ETC}}[i] \quad (m^3) \quad (2-3)$$

3. Tính toán lượng nước tiêu hao do bốc hơi của cây trồng của ngày thứ i ($m_{\text{ETC}}[i]$) trên các ô thửa của các khu tưới

Lượng nước tiêu hao do bốc hơi của một loại cây trồng trên các thửa ruộng gieo cấy cùng ngày thứ j tại thời điểm thứ i được tính theo công thức (2-4 và 2-5)

Trường hợp 1: $i \leq d_{\text{lịchGT}}$

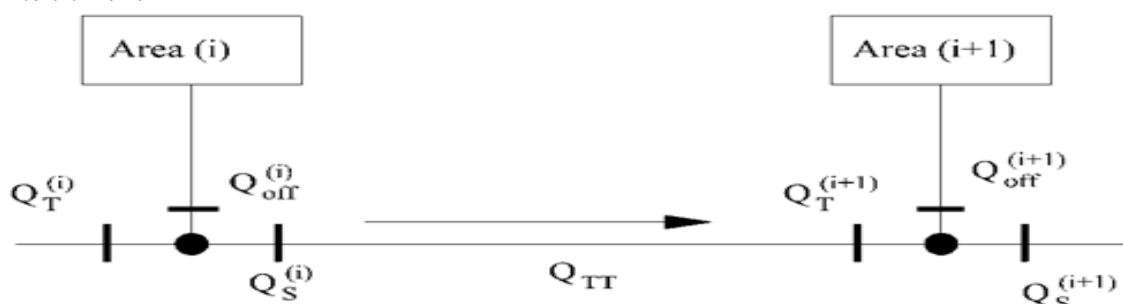
$$m_{\text{ETC}}[i] = S_{\text{GT}}[1] * Kc[i] * ET0[i] + S_{\text{GT}}[2] * Kc[i-1] * ET0[i] + \dots + S_{\text{GT}}[j-1] * Kc[2] * ET0[i] + S_{\text{GT}}[j] * Kc[1] * ET0[i] \quad (2-4)$$

Trường hợp 2: $i > d_{\text{lịchGT}}$

$$m_{\text{ETC}}[i] = S_{\text{GT}}[1] * Kc[i] * ET0[i] + S_{\text{GT}}[2] * Kc[i-1] * ET0[i] + \dots + S_{\text{GT}}[d_{\text{lịchGT}} - 1] * Kc[i - d_{\text{lịchGT}} + 1] * ET0[i] + S_{\text{GT}}[d_{\text{lịchGT}}] * Kc[i - d_{\text{lịchGT}}] * ET0[i] \quad (2-5)$$

2.2.1.2. Thuật toán xác định lưu lượng yêu cầu cấp tại các điểm phân phối nước trên hệ thống

Từ lưu lượng yêu cầu tính toán được tại các cống mặt ruộng (Q_{off}), lưu lượng tổn thất trên mỗi đoạn kênh (Q_{TT}). Hệ thống sẽ tính toán nhu cầu nước cho hệ thống kênh tưới từ kênh cấp dưới lên kênh cấp trên và đến công trình đầu mỗi như hình 2.1.



Hình 2.1: Sơ đồ tính toán nhu cầu nước trên kênh

Công thức tính toán như (2-6).

$$Q_T(i+1) = Q_S(i+1) + Q_{\text{off}}(i+1) \quad (2-6)$$

$$Q_S(i) = Q_T(i+1) + Q_{\text{TT}}$$

$$Q_T(i) = Q_S(i) + Q_{\text{off}}(i)$$

2.2.1.3. Cơ sở lý thuyết để tính toán trợ giúp lập kế hoạch tưới trên hệ thống

Khi vào đầu mùa vụ, cán bộ của các công ty KTCTTL sẽ lập kế hoạch tưới trên hệ thống. Khi lập kế hoạch tưới, người dùng thường chia làm hai giai đoạn: Giai đoạn đồ ải, làm đất và giai đoạn tưới dưỡng:

- Giai đoạn đồ ải, làm đất: Trong giai đoạn đồ ải, làm đất các công lấy nước cần cấp một lượng nước rất lớn, nên nếu tiến hành cấp nước để đồ ải đồng thời cho toàn bộ diện tích của tất cả các công thì năng lực công trình đầu mối và hệ thống kênh khó có thể đáp ứng được. Vì vậy, khi lập kế hoạch tưới trong thời kỳ này, người dùng thường lên kế hoạch cấp nước tuần tự cho từng nhóm công lấy nước để đồ ải trong một khoảng thời gian nhất định, lưu lượng cấp từng ngày của từng công được tính toán như mục 2.2.1.1. Nếu hệ thống tưới không đáp ứng được yêu cầu tưới thì người dùng phải làm việc với các hộ dùng nước (hoặc hợp tác xã) để điều chỉnh lại tiến độ gieo trồng. Nếu hệ thống đáp ứng được yêu cầu cấp nước thì đây chính là lịch tưới luân phiên của các công trên hệ thống kênh trong giai đoạn đồ ải, làm đất.

- Giai đoạn tưới dưỡng: Trong giai đoạn này, nhu cầu dùng nước hàng ngày của cây lúa không cao, nên lưu lượng cần cấp cho các công lấy nước thường nhỏ. Nếu cấp nước để đáp ứng nhu cầu dùng nước của cây trồng theo từng ngày thì việc điều tiết nước trên kênh để giữ mực nước theo thiết kế để có thể tưới tự chảy vào các công lấy nước rất khó khăn (tốn công vận hành và tổn thất nước trên kênh lớn). Vì vậy, trong thực tế, các đơn vị quản lý thường cấp nước cho một số (hoặc tất cả) các công với lưu lượng lớn hơn trong một số ngày để cây trồng có thể sử dụng cho một số ngày tiếp theo mà không cần phải cấp nước (tưới trữ).

2.2.2. Cơ sở lý thuyết để tính toán xác định đường mực nước trên kênh theo chế độ dòng chảy không ổn định, không đều trên kênh hở

Trong khuôn khổ luận án này, tác giả đã chọn giải pháp là nghiên cứu tích hợp phần mềm MIKE 11 vào hệ thống VNIMS để tính toán diễn biến mực nước trên hệ thống kênh tưới.

Yêu cầu các file đầu vào của mô hình có các định dạng: *.NWK11; *.XNS11; *.BND11; *.DFS0; *.HD11; *.SIM11.

Phần mềm IMS sẽ cập nhật chuỗi số liệu lưu lượng/mực nước tại các biên theo thời gian vào các file *.DFS0 thông qua thư viện DHI.Generic.MikeZero.DFS.dll do MIKE cung cấp. Để điều khiển phần mềm MIKE chạy tính toán thủy lực, cần xây dựng một Service cài đặt trên máy chủ. Khi nhận được yêu cầu tính toán thủy lực, Service sẽ điều khiển phần mềm MIKE chạy mô hình. Phần mềm MIKE sẽ thông báo “trạng thái” cho Service sau khi thực hiện xong lệnh. Khi nhận được thông báo “trạng thái” thực hiện xong lệnh, Service ngay lập tức báo cho phần mềm IMS để đọc kết quả tính toán tại file kết quả của mô hình (*.RES11),

kết quả thu được bao gồm vận tốc, lưu lượng, mực nước tại các mặt cắt trên hệ thống kênh.

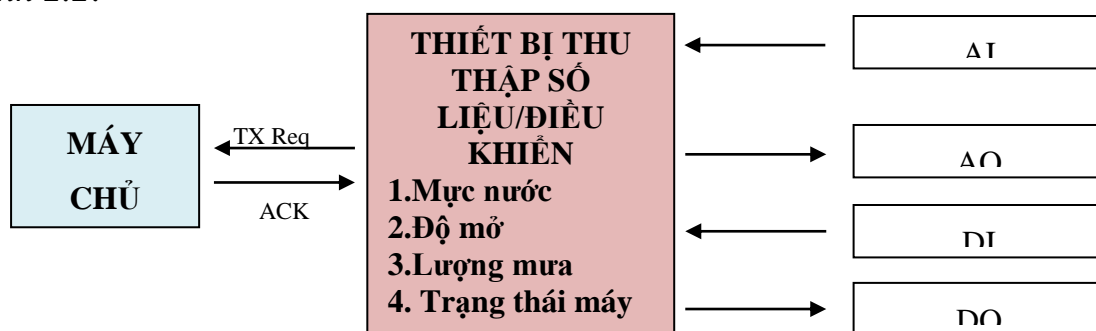
2.2.3. Giải pháp công nghệ để kết nối giữa các trạm thiết bị ngoài hiện trường với cơ sở dữ liệu máy chủ và giữa người dùng đến các trạm thiết bị ngoài hiện trường

1. Giao thức truyền thông

Giao thức truyền thông từ thiết bị đến máy chủ được thiết kế dựa trên cơ sở giao thức TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

2. Sơ đồ truyền số liệu từ thiết bị thu thập số liệu và điều khiển đến máy chủ

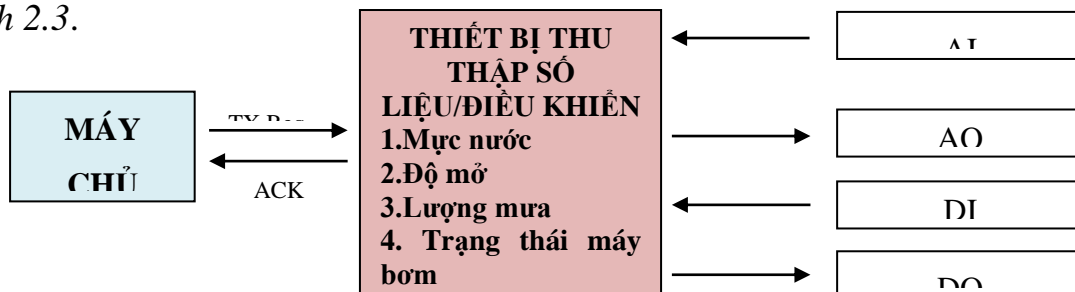
Sơ đồ truyền số liệu từ thiết bị thu thập số liệu và điều khiển đến máy chủ như Hình 2.2.



Hình 2.2: Sơ đồ khối hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực

3. Sơ đồ truyền số liệu từ máy chủ đến thiết bị thu thập số liệu và điều khiển

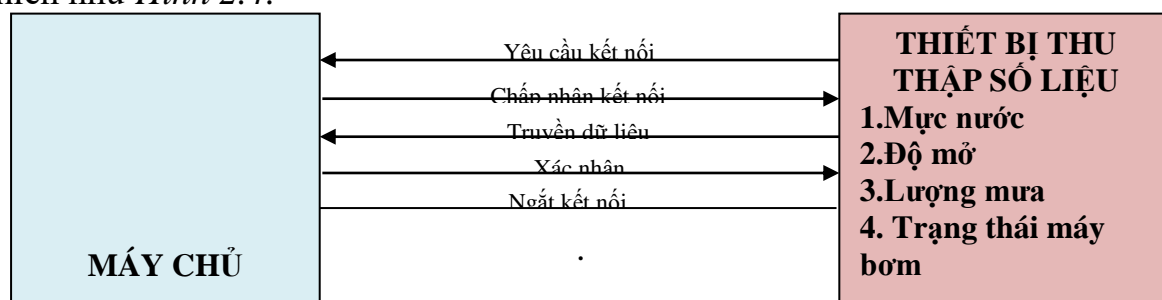
Sơ đồ truyền số liệu từ máy chủ đến thiết bị thu thập số liệu và điều khiển như Hình 2.3.



Hình 2.3: Sơ đồ truyền số liệu từ máy chủ đến thiết bị thu thập số liệu và điều khiển

4. Trình tự truyền nhận tín hiệu

Sơ đồ truyền nhận tín hiệu giữa máy chủ đến thiết bị thu thập số liệu và điều khiển như Hình 2.4.



Hình 2.4: Trình tự truyền nhận tín hiệu

2.2.4. Cơ sở lý thuyết để xây dựng chức năng quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS

Tác giả đã kế thừa chương trình mã nguồn mở MapServer và mã nguồn mở Openlayers để kết nối dữ liệu không gian trên PostgreSQL và hiển thị bản đồ GIS trên mạng internet:

- MapServer là phần mềm mã nguồn mở cho phép tạo các bản đồ động và trình bày dữ liệu không gian trên Web. MapServer có thể hoạt động ở 2 chế độ CGI (Common Gateway Interface) và API (Application Program Interface). Ở chế độ CGI, các chức năng của MapServer trong môi trường WebServer là CGI MapScript. Đây là cách thức dễ dàng để khởi tạo và phát triển một ứng dụng. Ở chế độ API, có thể truy cập MapServer bằng ASP, PHP, Perl hoặc Python. Chế độ này cho phép xây dựng các ứng dụng uyển chuyển, giàu các chức năng và có khả năng truy cập các cơ sở dữ liệu mở rộng khác.

- Openlayers là một thư viện thuần JavaScript hỗ trợ cho việc hiển thị dữ liệu bản đồ trên hầu hết các trình duyệt web mà không phụ thuộc vào phía server.

- PostgreSQL là hệ quản trị cơ sở dữ liệu được viết theo hướng mã nguồn mở và rất mạnh mẽ. PostgreSQL có thể chạy trên tất cả các hệ điều hành, bao gồm cả Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64), và Windows.

2.2.5. Giải pháp công nghệ để xây dựng chức năng cho phép người dùng có thể cập nhật diện tích đồ ải, diện tích làm đất, diện tích gieo cấy của từng công trên giao diện WebGIS trên các thiết bị di động

Tại cơ sở dữ liệu PostgreSQL tác giả tổ chức dữ liệu của bảng “Tiến độ gieo trồng” có liên kết với bảng “Giải thửa”. Bảng “Tiến độ gieo trồng” sẽ có chứa Id của bảng “Giải thửa” và chứa cột trạng thái với các giá trị có thể là chờ, đồ ải, làm đất, gieo cấy và cột ngày gieo trồng.

Tác giả đã lập trình xây dựng giao diện phần mềm với công cụ cho phép người sử dụng chọn ngày gieo trồng, trạng thái của giải thửa. Sử dụng hàm OpenLayers. Control.WMSGetFeatureInfo của Openlayers để xác định ô giải thửa mà người dùng đang chọn và lập trình vẽ ô giải thửa đang chọn bằng hàm OpenLayers. Feature.Vector. Khi người dùng xác nhận việc cập nhật dữ liệu này, tác giả sử dụng các hàm của Openlayers cung cấp để lấy giá trị thu thập được và lập trình cập nhật vào cơ sở dữ liệu với ngày gieo trồng và trạng thái tương ứng vào trong bảng “Giải thửa”.

Sau khi người dùng cập nhật xong, cần phải lập trình cho phép gán thuộc tính trên file *.map của MapServer và liên kết hai bảng “Giải thửa” và bảng “Tiến độ gieo trồng” để vẽ bản đồ với màu sắc được định nghĩa tương ứng với diện tích đồ ải, làm đất và gieo cấy.

Sau đó, phần mềm sẽ đọc lại bản đồ ở trạng thái mới, MapServer sẽ cung cấp cho Openlayers những hình ảnh theo trạng thái mới được cập nhật để hiển thị cho người dùng.

2.2.6. Lựa chọn công cụ lập trình để xây dựng phần mềm

Tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình C# trong bộ công cụ lập trình Visual

studio của hãng Microsoft để viết phần mềm và các dịch vụ của hệ thống VNIMS cài đặt phía máy chủ. Lập trình truy xuất cơ sở dữ liệu PostgreSQL và sử dụng thư viện mã nguồn mở MapServer dạng file *.dll để hiển thị hình ảnh bản đồ. Phần lập trình tương tác phía người dùng sử dụng ngôn ngữ kịch bản JavaScript và thư viện mã nguồn mở là Openlayers để hiển thị và tương tác với bản đồ trên nền Web.

Kết luận chương 2

1. Hiện nay, nhu cầu bức xúc của các công ty KTCTTL là cần có công cụ để trợ giúp công tác quản lý điều hành hệ thống tưới nhằm giải quyết các vấn đề: Tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới; Hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực; Quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS.

2. Để giải quyết các vấn đề trên cần nghiên cứu xây dựng hệ thống VNIMS với cấu trúc gồm 3 thành phần chính: Khối trung tâm dữ liệu máy chủ; Khối thiết bị ngoài hiện trường và Khối người dùng. Cơ sở lý thuyết để xây dựng các khối này như sau:

- Khối trung tâm dữ liệu máy chủ: Cơ sở lý thuyết để tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới; cơ sở lý thuyết để tính toán xác định đường mực nước trên kênh; cơ sở lý thuyết để xây dựng chức năng hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực; cơ sở lý thuyết để xây dựng chức năng quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS.

- Khối thiết bị ngoài hiện trường: Sử dụng các thiết bị do Trung tâm Công nghệ Phần mềm Thủy lợi nghiên cứu chế tạo để bố trí lắp đặt ngoài hiện trường, bao gồm: Các thiết bị SGate để lắp đặt tại đầu các cống lấy nước và các cống điều tiết trên kênh; trạm thiết bị giám sát điều khiển trạm bơm đầu mối; trạm giám sát các yếu tố khí tượng, lượng mưa đặt tại trạm bơm đầu mối hoặc trung tâm của hệ thống tưới.

- Khối người dùng: Người dùng có thể sử dụng máy tính và thiết bị di động có kết nối internet thông qua trình duyệt web để tương tác với hệ thống VNIMS nhằm quản lý và điều hành toàn bộ hệ thống tưới.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô hình nghiên cứu - hệ thống VNIMS

Để nâng cao hiệu quả công tác quản lý điều hành hệ thống tưới, tác giả đề xuất thiết lập một công cụ hỗ trợ là hệ thống tích hợp phần mềm quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực – gọi tắt là VNIMS (Viet Nam Irrigation management system). Cấu trúc của hệ thống VNIMS bao gồm 3 khối chính (xem *Hình 3.1*): Khối trung tâm dữ liệu máy chủ; Khối thiết bị ngoài hiện trường và Khối người dùng.

3.1.1. Các thành phần và chức năng của các thành phần trong hệ thống VNIMS

3.1.1.1. Khối trung tâm dữ liệu máy chủ

Khối trung tâm dữ liệu máy chủ (*Hình 3.1*) bao gồm các thành phần: Cơ sở dữ liệu; bộ mô hình MIKE 11; các phần mềm dịch vụ máy chủ; phần mềm IMS. Trong các thành phần này, tác giả nghiên cứu xây dựng các thành phần: Cơ sở dữ

liệu, phần mềm IMS và các phần mềm dịch vụ máy chủ, phần mềm MIKE 11 được tác giả nghiên cứu để tích hợp vào hệ thống.

3.1.1.2. Khối người dùng

Người dùng có thể sử dụng máy tính, thiết bị di động có kết nối internet thông qua trình duyệt web để tương tác với hệ thống VNIMS nhằm quản lý và điều hành toàn bộ hệ thống tưới.

3.1.1.3. Khối thiết bị ngoài hiện trường

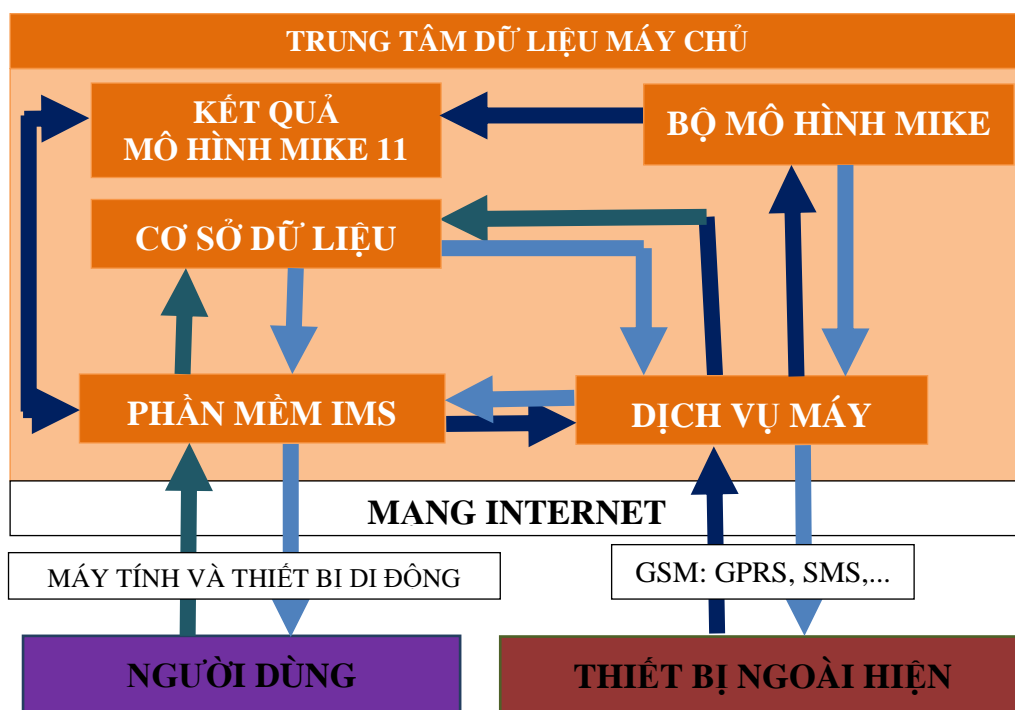
Thiết bị ngoài hiện trường bao gồm:

- Tại đầu các kênh lấy nước và tại các công điều tiết trên kênh.
- Tại trạm bơm đầu mối: Lắp đặt trạm thiết bị giám sát, điều khiển vận hành trạm bơm; Lắp đặt trạm thiết bị giám sát đo các thông số khí tượng (nhiệt độ, tốc độ gió,...), lượng mưa tự động; thiết bị thu thập và truyền số liệu từ xa (RTU), nguồn điện cấp cho trạm thiết bị.

3.1.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống VNIMS

Khi các trạm giám sát, điều khiển (trong khối “Thiết bị ngoài hiện trường”) gửi số liệu về “Trung tâm dữ liệu máy chủ”, “Dịch vụ máy chủ” sẽ tiếp nhận thông tin và ghi lên CSDL, “Phần mềm IMS” sẽ tự động kiểm tra nếu thấy có sự thay đổi sẽ tự động tính toán nhu cầu tưới và diễn biến đường mực nước trên hệ thống kênh theo thời gian thực. Từ kết quả này, người dùng có thể điều chỉnh phương án vận hành hệ thống tưới.

Khi người dùng (trong khối “Người dùng”) truy cập vào hệ thống theo địa chỉ web: <http://vnims.vn> bằng máy tính PC, các thiết bị di động (máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại smartphone) có kết nối internet. Phần mềm IMS sẽ truy cập vào cơ sở dữ liệu để lấy dữ liệu và hiển thị trên giao diện WebGIS. Người dùng có thể tương tác lên hệ thống thông qua giao diện của phần mềm IMS.



Bảng 3. 1: Sơ đồ khối trung tâm dữ liệu máy chủ

3.2. Kết quả xây dựng khối trung tâm dữ liệu máy chủ

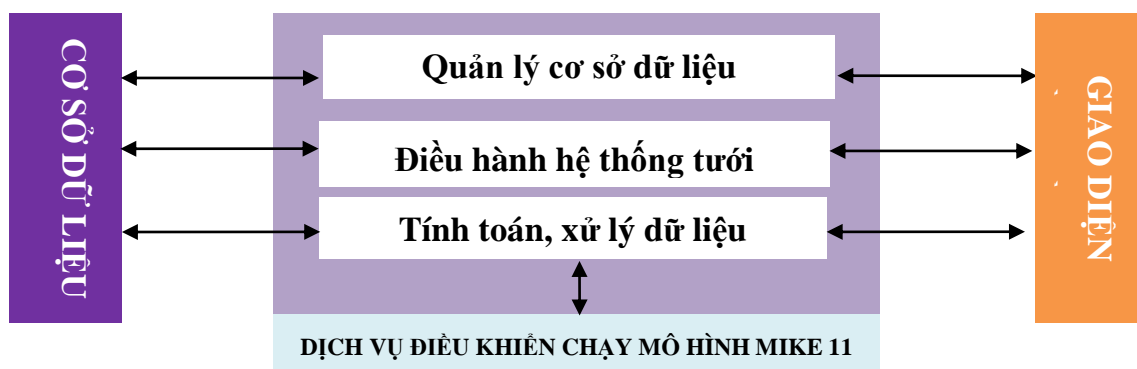
3.2.1. Xây dựng phần mềm IMS

3.2.1.1. Cấu trúc của phần mềm IMS

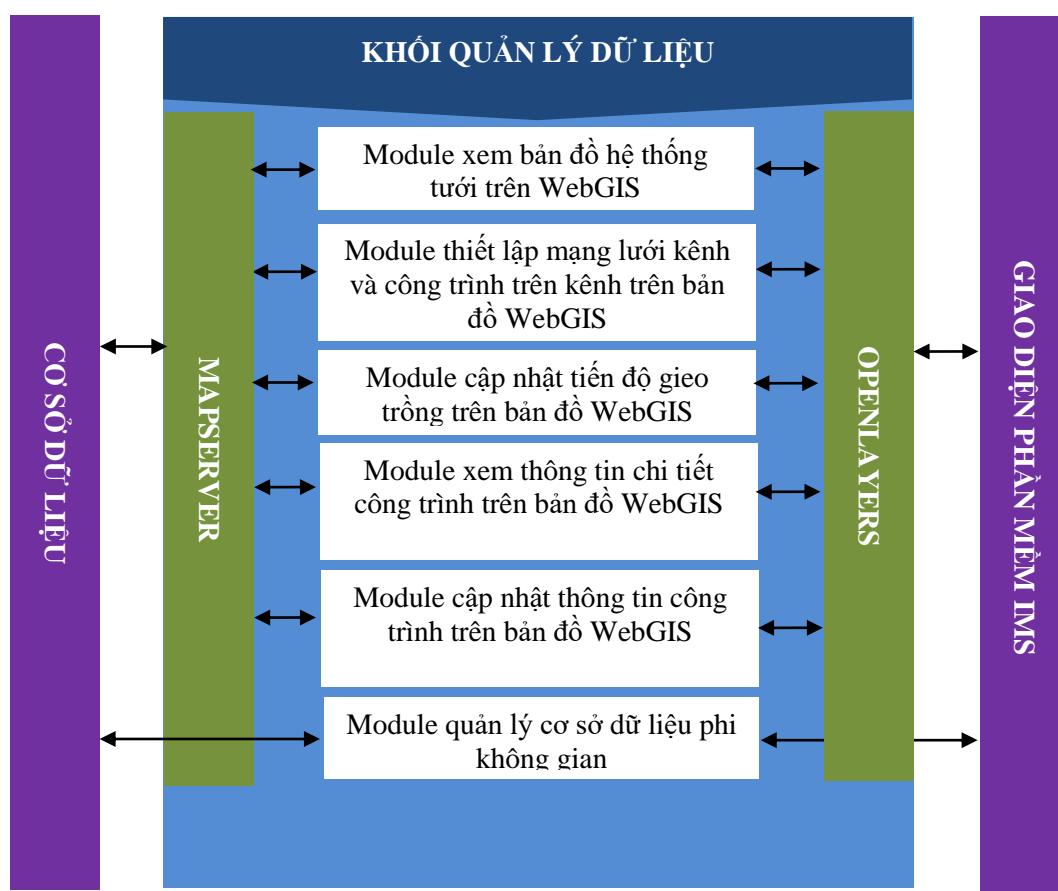
Phần mềm gồm 3 khối chính như Hình 3.2: Khối “Quản lý dữ liệu”; Khối “Tính toán, xử lý dữ liệu”; Khối “Điều hành hệ thống tưới”.

3.2.1.2. Xây dựng khối “quản lý dữ liệu”

Sơ đồ hoạt động của các module trong khối quản lý dữ liệu được trình bày trong Hình 3.3.



Hình 3. 2: Sơ đồ cấu trúc của phần mềm IMS



Hình 3. 3: Sơ đồ hoạt động của các module trong khối quản lý dữ liệu

3.2.1.3. Xây dựng khối “Tính toán, xử lý số liệu”

Khối “tính toán, xử lý số liệu” bao gồm các module: "Tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng"; "Tính toán yêu cầu cấp nước tại các điểm phân phối nước trên hệ thống"; “Tính toán phân phối nước tại các điểm phân phối nước trên hệ thống theo lưu lượng bơm của trạm bơm đầu mối”; “Tính toán xác định đường mực nước trên kênh”.

3.2.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu

Trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL tác giả đã thiết kế các bảng như sau:

- Bảng chứa dữ liệu công trình: Bảng này sẽ liên kết đến các công trình, cụ thể gồm: bảng trạm bơm, kênh, công, xi phông, cầu máng,...

- Các bảng công trình: trạm bơm, kênh, công, xi phông, cầu máng: Các bảng này chứa thông tin thuộc tính chi tiết của công trình như tên công trình, các thông tin chung và các thông số kỹ thuật của công trình. Dữ liệu không gian của công trình được lưu trữ với kiểu dữ liệu geometry.

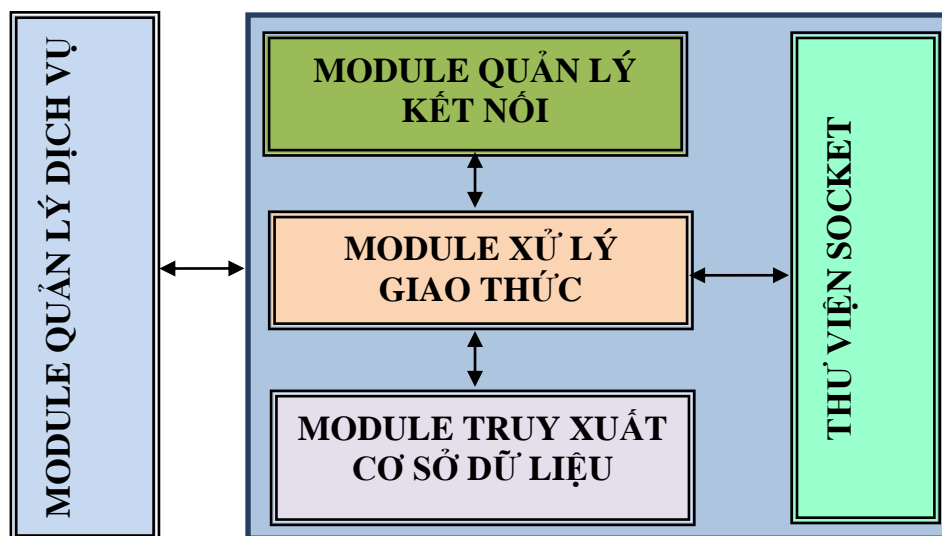
- Các bảng chứa dữ liệu phục vụ tính toán nhu cầu tưới.

- Các bảng chứa dữ liệu bản đồ nền.

3.2.3. Xây dựng các phần mềm dịch vụ trên máy chủ

Có hai phần mềm dịch vụ trên máy chủ: Phần mềm dịch vụ kết nối giữa cơ sở dữ liệu máy chủ với các trạm thiết bị ngoài hiện trường và Phần mềm dịch vụ kết nối giữa phần mềm IMS với bộ + mô hình MIKE 11:

- Phần mềm dịch vụ kết nối giữa cơ sở dữ liệu máy chủ với trạm thiết bị ngoài hiện trường được xây dựng như sơ đồ hình 3.4.



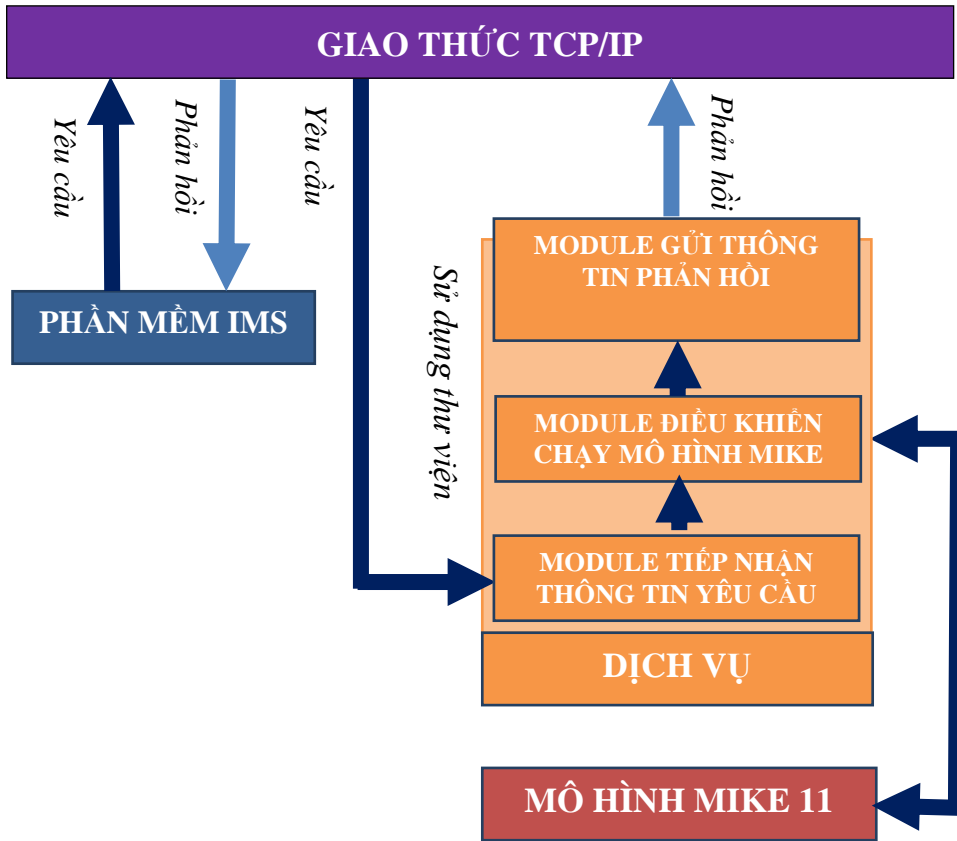
Hình 3. 4: Phần mềm dịch vụ kết nối giữa cơ sở dữ liệu với thiết bị ngoài hiện trường

- Phần mềm dịch vụ kết nối giữa phần mềm IMS với bộ mô hình MIKE11 được xây dựng như sơ đồ hình 3.5.

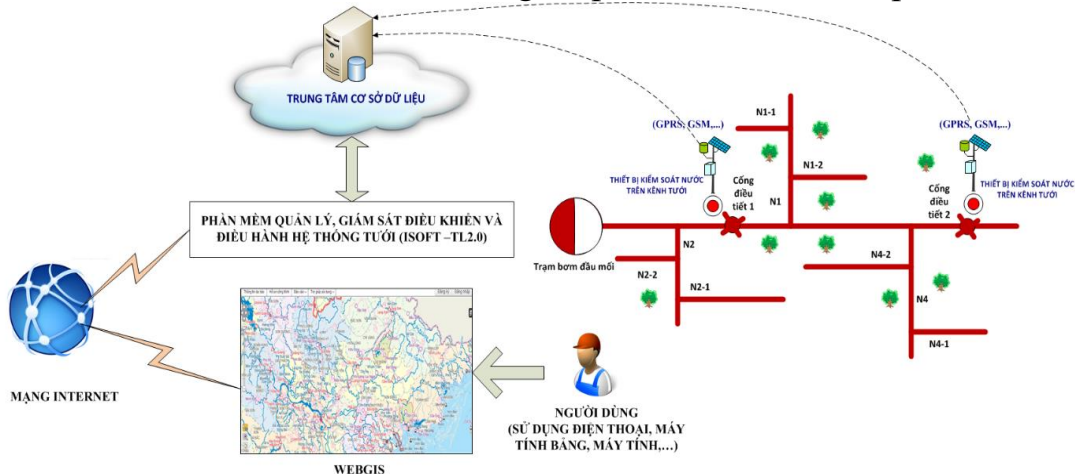
3.3. Giải pháp công nghệ sử dụng khối thiết bị ngoài hiện trường và khối người dùng

Việc nghiên cứu chế tạo các trạm thiết bị giám sát, điều khiển để vận hành

hệ thống tưới từ xa rất phức tạp, nên trong khuôn khổ luận án của mình, tác giả không nghiên cứu chế tạo các thiết bị này, mà chỉ nghiên cứu các giải pháp công nghệ để tích hợp các thiết bị chính của hệ thống đã được nghiên cứu trong các đề tài cấp Bộ, cấp Nhà nước do tác giả làm chủ nhiệm đề tài, dự án (thiết bị đo mực nước, thiết bị đo độ mở cửa công, thiết bị thu thập và truyền số liệu từ xa – RTU-TL3, thiết bị kiểm soát từ xa lượng lượng nước phân phối trên hệ thống kênh tưới – Sgate) để thiết kế sơ bộ các trạm giám sát điều khiển từ xa trên hệ thống kênh tưới. Sơ đồ bố trí thiết bị như hình 3.6.



Hình 3. 5: Sơ đồ dịch vụ kết nối giữa phần mềm IMS với phần mềm MIKE 11



Hình 3. 6: Sơ đồ bố trí các trạm thiết bị giám sát, điều khiển trên hệ thống kênh tưới

3.4. Khối người dùng

Người dùng có thể sử dụng máy tính và thiết bị di động có kết nối internet thông qua các trình duyệt web, tương tác với phần mềm IMS để quản lý và điều hành toàn bộ hệ thống tưới.

3.5. Quy trình vận hành hệ thống VNIMS

Hệ thống VNIMS có ba nhiệm vụ: Lập kế hoạch tưới; hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực; quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS. Ứng với mỗi nhiệm vụ khác nhau thì có quy trình vận hành hệ thống khác nhau.

3.5.1. Quy trình lập kế hoạch tưới

Quy trình lập kế hoạch tưới được tác giả trình bày ở mục 2.2.1.3.

3.5.2. Quy trình hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực và quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS

Trường hợp 1. Khi các trạm giám sát, điều khiển (trong khối “Thiết bị ngoài hiện trường”) gửi số liệu về “Trung tâm dữ liệu máy chủ”, “Dịch vụ máy chủ” sẽ tiếp nhận thông tin và ghi lên CSDL, phần mềm IMS tự động tính toán theo thời gian thực, cụ thể có những xử lý như sau:

- Xử lý 1: Kiểm tra, thấy có sự thay đổi về số liệu giám sát mực nước, độ mở cửa cống, lưu lượng bơm thì sẽ tự động tính toán xác định đường mực nước trên hệ thống kênh. Từ kết quả tính toán này, người dùng có thể điều chỉnh phương án vận hành hệ thống tưới.

- Xử lý 2: Kiểm tra, thấy có sự thay đổi về lượng mưa, các thông số về khí tượng, phần mềm IMS sẽ tự động tính toán nhu cầu tưới, điều chỉnh lại kế hoạch tưới. Từ kết quả tính toán này, người dùng có thể điều chỉnh phương án vận hành hệ thống tưới.

Trường hợp 2: Khi người dùng (trong khối “Người dùng”) truy cập vào hệ thống theo địa chỉ web: <http://vnims.vn> bằng máy tính PC, các thiết bị di động (máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại smartphone) có kết nối internet. Phần mềm IMS sẽ truy cập vào cơ sở dữ liệu để lấy dữ liệu và hiển thị trên giao diện WebGIS. Người dùng có thể tương tác lên hệ thống thông qua giao diện của phần mềm IMS, cụ thể có những xử lý như sau:

- Xử lý 3: Xem thông tin về hệ thống tưới: Khi người dùng tương tác với giao diện phần mềm IMS, phần mềm sẽ thực hiện truy vấn vào cơ sở dữ liệu để lấy dữ liệu và hiển thị thông tin cho người dùng.

- Xử lý 4: Cập nhật các số liệu: Giao diện của phần mềm IMS cung cấp cho người dùng công cụ để cập nhật các số liệu về hệ thống tưới. Khi người dùng lựa chọn trạng thái kết thúc quá trình nhập số liệu, phần mềm IMS sẽ tự động tính toán theo số liệu mới được cập nhật.

- Xử lý 5: Ra lệnh điều khiển vận hành hệ thống tưới: Trên giao diện phần mềm IMS, người dùng có thể nhập lệnh đóng mở các cống lấy nước, cống điều tiết. Phần mềm IMS sẽ nhận giá trị và ra lệnh cho hệ thống vận hành đóng mở đúng như yêu cầu của người dùng.

3.6.Áp dụng thử nghiệm hệ thống VNIMS tại hệ thống tưới Ấp Bắc- Nam Hồng Đông Anh Hà Nội để kiểm nghiệm

3.6.1.Nội dung và mục đích của công tác kiểm nghiệm

Tác giả kiểm nghiệm hệ thống VNIMS với các nội dung chính như sau:

- Kiểm nghiệm khả năng hoạt động của hệ thống.
- Kiểm nghiệm tính chính xác trong việc tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới.
- Kiểm nghiệm về tính phù hợp của các chức năng của hệ thống đối với công tác quản lý điều hành hệ thống tưới thực tế.

3.6.2. Phương pháp kiểm nghiệm

a) Phương pháp chung

Tác giả sử dụng phương pháp mô phỏng để kiểm nghiệm hệ thống VNIMS, cụ thể: sử dụng hệ thống tưới Ấp Bắc Nam Hồng để mô phỏng hệ thống tưới; sử dụng một thiết bị Sgate đặt tại Trung tâm Công nghệ Phần mềm Thủy lợi (sản phẩm trưng bày của Trung tâm) để mô phỏng và kiểm nghiệm quá trình giám sát và điều khiển hệ thống tưới; sử dụng máy chủ của Trung tâm Nghệ phần mềm Thủy lợi để mô phỏng và kiểm nghiệm trung tâm dữ liệu máy chủ của hệ thống VNIMS.

b) Phương pháp kiểm nghiệm cụ thể các chức năng của hệ thống

- Kiểm nghiệm khả năng hoạt động của hệ thống: Tác giả đã chạy thử từng chức năng như: Hiện thị các đối tượng trên nền bản đồ WebGIS và tương tác với bản đồ, quản lý hệ thống kênh và các công trình trên kênh, quản lý diện tích tưới của các cấp kênh, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới,...

- Kiểm nghiệm tính chính xác trong việc tính toán:

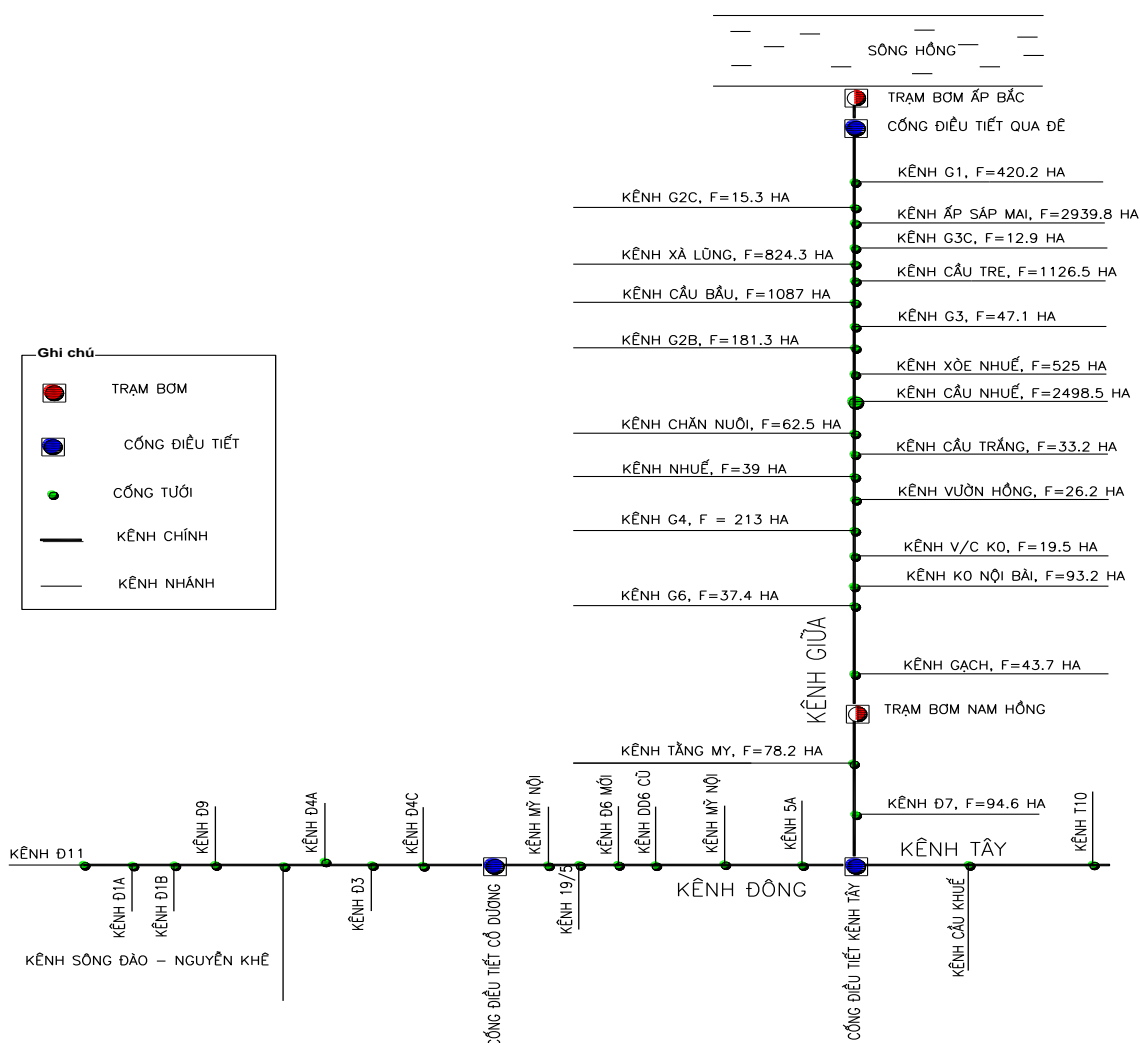
+ Kiểm nghiệm tính chính xác trong việc tính toán nhu cầu tưới của các công lấy nước mặt ruộng; Kiểm nghiệm lưu lượng yêu cầu tại các điểm phân phối trên hệ thống kênh, lập kế hoạch tưới: Tác giả sử dụng phương pháp tính toán bằng bảng tính Excel để so sánh kết quả tính toán bằng hệ thống VNIMS.

+ Kiểm nghiệm chức năng xác định đường mực nước trên kênh: Tác giả sử dụng phần mềm MIKE11 được cài đặt trên máy đơn để tính toán để so sánh với kết quả tính toán của hệ thống VNIMS (được tích hợp phần mềm MIKE 11)

- Kiểm nghiệm về tính phù hợp của các chức năng của hệ thống đối với công tác quản lý điều hành hệ thống tưới thực tế: Tác giả đã sử dụng phương pháp khảo sát thực tiễn. Cụ thể: tác giả đã giới thiệu và hướng dẫn sử dụng các chức năng của hệ thống với cán bộ kỹ thuật của Xí nghiệp KTCTTL Đông Anh. Sau khi dùng thử, Xí nghiệp KTCTTL Đông Anh đã có các nhận xét đánh giá về tính phù hợp của các chức năng của phần mềm VNIMS. Tác giả đã tiếp nhận các ý kiến đóng góp và đã hoàn thiện hệ thống theo các ý kiến đóng góp.

3.6.3. Giới thiệu về hệ thống thủy lợi Ấp Bắc Nam Hồng

Sơ đồ hệ thống như hình Hình 3.1



Hình 3.2: Sơ đồ hệ thống thủy nông áp Bắc - Nam Hồng

3.6.4. Kết quả kiểm nghiệm hệ thống VNIMS

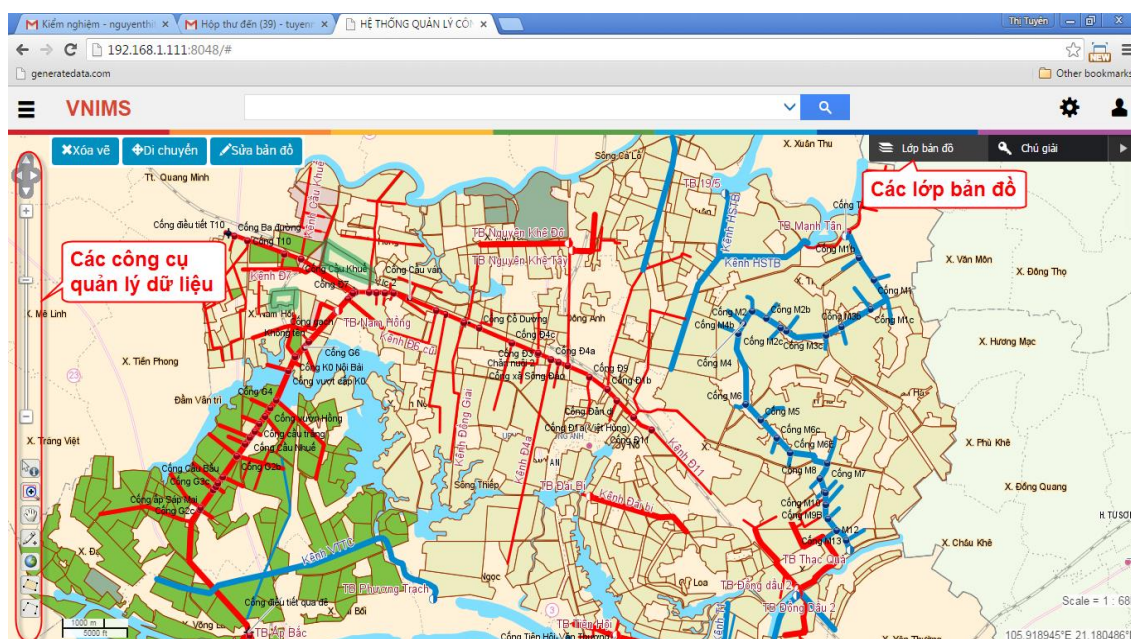
- Kết quả kiểm nghiệm tính chính xác trong việc tính toán nhu cầu tưới của các công lấy nước mặt ruộng, tính toán lưu lượng yêu cầu tại các điểm phân phối trên hệ thống kênh, lập kế hoạch tưới: Hệ thống VNIMS đã tính toán cho kết quả trùng khớp với kết quả tính toán bằng bảng tính excel.

- Kiểm nghiệm khả năng hoạt động của hệ thống:

+ Kết quả kiểm nghiệm các chức năng quản lý hệ thống tưới trên bản đồ WebGIS: Tác giả đã kiểm nghiệm các chức năng cơ bản về bản đồ GIS bao gồm: Hiện thị các đối tượng trên nền bản đồ WebGIS và tương tác với bản đồ, quản lý hệ thống kênh và các công trình trên kênh, quản lý diện tích tưới của các cấp kênh. Kết quả: Bản đồ hiện thị các tuyến kênh theo đúng quy định: Kênh tưới màu đỏ, kênh tiêu màu xanh. Kênh chính có độ dày to, độ dày giảm dần xuống từng cấp kênh. Các công trình trên kênh hiện thị theo đúng quy định. Hệ thống quản lý hệ

thống kênh theo hình cây: Kênh chính bao gồm các công trình trên kênh và các kênh cấp 1,... Quản lý diện tích tưới theo từng ô thửa của từng cấp kênh.

+ Kiểm nghiệm chức năng xác định diện tích gieo trồng (diện tích đồ ải, diện tích làm đất, diện tích gieo cây) từng ngày của các cống lấy nước trên nền bản đồ GIS trên các thiết bị di động (điện thoại smart phone, máy tính bảng,..): Để kiểm nghiệm hoạt động của tính năng này, tác giả đã sử dụng thiết bị di động và thực hiện nhập dữ liệu gieo trồng cho một số thửa ruộng thuộc diện tích phụ trách của cống Đ6 cũ. Kết quả trên ta thấy được chức năng xác định diện tích đất gieo trồng từng ngày của hệ thống hoạt động tốt, cho kết quả chính xác.



Hình 3.3: Giao diện chương trình và các chức năng cơ bản về bản đồ GIS.

+ Kiểm nghiệm khả năng nhận dữ liệu từ thiết bị Sgate gửi về và khả năng ra lệnh điều khiển đóng mở cửa van: Trên giao diện phần mềm IMS trên máy tính bảng có kết nối internet, tác giả đã ra lệnh mở cửa van với góc mở là 45° , thực tế cho thấy thiết bị đã nhận lệnh và mở đúng 45° , trong quá trình mở số liệu độ mở thay đổi luôn được cập nhật lên cơ sở dữ liệu và được hiện thị trên giao diện phần mềm. Như vậy, chức năng giám sát và điều khiển thiết bị SGate hoạt động tốt.

+ Kiểm nghiệm chức năng tính toán xác định đường mực nước trên hệ thống kênh: Kết quả, hệ thống VNIMS đã tính toán xác định đường mực nước trên kênh trùng khớp với kết quả tính toán của phần mềm MIKE 11 chạy trên máy đơn. Như vậy, phần mềm MIKE11 đã được tích hợp thành công vào hệ thống VNIMS.

- Kiểm nghiệm về tính phù hợp của các chức năng của hệ thống đối với công tác quản lý điều hành hệ thống tưới thực tế: Sau khi kiểm nghiệm các tính năng trên cho kết quả tốt, tác giả đã đến Xí nghiệp KTCTTL Đông Anh để giới thiệu, hướng dẫn sử dụng hệ thống quản lý và điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực cho cán bộ kỹ thuật của Xí nghiệp. Sau khi dùng thử, Xí nghiệp KTCTTL Đông Anh đã có các nhận xét đánh giá về tính phù hợp của các chức năng của phần mềm

VNIMS. Tác giả đã tiếp nhận các ý kiến đóng góp và đã hoàn thiện hệ thống theo các ý kiến đóng góp.

- Đánh giá hiệu quả kinh tế: Khi áp dụng hệ thống VNIMS vào hệ thống tưới sẽ có hiệu quả kinh tế sau:

+ Tiết kiệm được nhân công vận hành hệ thống tưới: Việc tiết kiệm này tùy thuộc vào từng công ty quản lý hệ thống tưới, nên trong khuôn khổ luận án, tác giả không đi phân tích hiệu quả này.

+ Tiết kiệm được nước do cấp đúng, cấp đủ so với phương án vận hành truyền thống: Việc tính toán được hiệu quả này cần phải có hệ thống vận hành thực tế, nên tác giả không đi phân tích hiệu quả này.

+ Tăng năng suất cây trồng khi các cây trồng được cấp đủ nước: Việc xác định được hiệu quả này cũng cần phải có hệ thống vận hành thực tế, nên tác giả không đi phân tích hiệu quả này.

+ Tiết kiệm được lượng nước cấp cho cây trồng khi sử dụng thuật toán tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cho **từng ô thửa** của các công lấy nước (phương pháp 1) so với phương pháp cũ (phương pháp 2): Kết quả, việc sử dụng phương pháp 1 mà tác giả đã thiết lập để tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng đã tiết kiệm được 6,40% đến 7,01% lượng nước so với phương pháp 2 trong trường hợp chỉ so sánh trong giai đoạn tưới dưỡng và tiết kiệm được từ 4,85% đến 5,23% trong trường hợp so sánh lượng nước cho cả vụ.

Kết luận chương 3.

Hệ thống VNIMS đã được xây dựng với 3 khối chính: Khối trung tâm dữ liệu máy chủ; Khối người dùng và Khối thiết bị ngoài hiện trường. Các khối này liên kết với nhau bằng các phần mềm: Phần mềm IMS liên kết giữa khối người dùng và khối trung tâm dữ liệu máy chủ, các phần mềm dịch vụ máy chủ liên kết giữa khối trung tâm dữ liệu máy chủ với khối thiết bị ngoài hiện trường. Việc liên kết này tạo thành một khối đồng nhất, giúp người dùng có thể sử dụng các công việc rời rạc trước đây thành công việc liên hoàn để quản lý và điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực. Hệ thống đã được kiểm nghiệm khả năng hoạt động của các chức năng, tính chính xác trong việc tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới của hệ thống tưới. Kết quả: các chức năng hoạt động tốt, các kết quả tính toán chính xác 100% so với việc dùng bảng tính Excel để tính toán.

Khi áp dụng hệ thống VNIMS vào hệ thống tưới sẽ có hiệu quả kinh tế: tiết kiệm được nhân công vận hành hệ thống tưới; tiết kiệm được nước do cấp đúng, cấp đủ so với phương án vận hành truyền thống; tăng năng suất cây trồng khi các cây trồng được cấp đủ nước; tiết kiệm được lượng nước cấp cho cây trồng khi sử dụng thuật toán tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cho **từng ô thửa** của các công lấy nước so với phương pháp cũ từ 6,40% đến 7,01% lượng nước trong trường hợp chỉ so sánh trong giai đoạn tưới dưỡng và tiết kiệm được từ 4,85% đến 5,23% lượng nước trong trường hợp so sánh cho cả vụ.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

a. Hệ thống VNIMS đã được xây dựng để giải quyết các vấn đề tổng thể trong công tác quản lý điều hành hệ thống tưới, bao gồm: quản lý hệ thống tưới trên nền bản đồ WebGIS, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới, hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực. Hệ thống đã tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cho từng ô thửa của các công lấy nước; đã tích hợp phần mềm MIKE 11 vào hệ thống để tính toán xác định đường mực nước trên hệ thống kênh theo chế độ dòng không ổn định, không đều trên kênh hở; đã cho phép người dùng có thể cập nhật tiến độ gieo trồng trên bản đồ WebGIS trên các thiết bị di động (máy tính bảng, điện thoại di động smartphone) có kết nối internet. Hệ thống đã được kiểm nghiệm khả năng hoạt động của các chức năng, tính chính xác trong việc tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới của hệ thống tưới. Kết quả: các chức năng hoạt động tốt, các kết quả tính toán chính xác, trùng với kết quả tính toán bằng bảng tính Excel.

b. Khi áp dụng hệ thống VNIMS vào hệ thống tưới sẽ có hiệu quả kinh tế: tiết kiệm được nhân công vận hành hệ thống tưới; tiết kiệm được nước do cấp đúng, cấp đủ so với phương án vận hành truyền thống; tăng năng suất cây trồng khi các cây trồng được cấp đủ nước; tiết kiệm được lượng nước cấp cho cây trồng khi sử dụng thuật toán tính toán nhu cầu cấp nước của các công lấy nước mặt ruộng theo tiến độ gieo trồng thực tế và theo thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cho **từng ô thửa** của các công lấy nước so với phương pháp cũ từ 6,40% đến 7,01% lượng nước trong trường hợp chỉ so sánh trong giai đoạn tưới dưỡng và tiết kiệm được từ 4,85% đến 5,23% lượng nước trong trường hợp so sánh cho cả vụ.

2. Kiến nghị

a. Kiến nghị về việc áp dụng hệ thống VNIMS vào thực tế

- Hiện nay, vấn đề cần phải nâng cao hiệu quả sử dụng nước đang là vấn đề lớn của ngành và đã được thể hiện trong đề án: nâng cao hiệu quả quản lý khai thác công trình thủy lợi hiện có theo quyết định số: 784/QĐ-BNN-TCTL ngày 21 tháng 04 năm 2014. Trong đó có mục tiêu là: “đến năm 2016 có 50%, đến năm 2020 có 100% các tổ chức quản lý khai thác công trình thủy lợi hoạt động theo phương thức đặt hàng hoặc đấu thầu quản lý khai thác”. Đây sẽ là vấn đề then chốt trong việc thúc đẩy các đơn vị quản lý khai công trình thủy lợi ứng dụng công nghệ cao vào quản lý điều hành hệ thống tưới nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ cung cấp nước, tiết kiệm chi phí vận hành. Vì vậy, để có thể áp dụng hệ thống VNIMS vào thực tế một cách hiệu quả, đề nghị Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đẩy mạnh việc triển khai thực hiện đề án này.

- Trong thời gian qua, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã cho triển khai áp dụng hệ thống SCADA vào một số hệ thống tưới như: hệ thống tưới hồ Yên Lập – tỉnh Quảng Ninh, hệ thống tưới hồ Cẩm Sơn – tỉnh Bắc Giang, hệ thống tưới hồ Kẻ Gỗ - tỉnh Hà Tĩnh,... Tuy nhiên, hiện nay các hệ thống này không hoạt

động và không phát huy được hiệu quả đầu tư. Có nhiều nguyên nhân, trong đó có hai nguyên nhân chủ yếu dẫn đến việc này là: Thứ nhất: các hệ thống này không được đầu tư đồng bộ: quản lý hệ thống công trình, diện tích tưới trên nền bản đồ WebGIS, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới, hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực. Thứ hai: Các thiết bị được sử dụng cho các hệ thống là thiết bị nhập khẩu, nên không phù hợp với điều kiện với tự nhiên, xã hội ở Việt Nam, không thuận lợi cho việc bảo trì, bảo hành hệ thống. Vì vậy, khi triển khai các hệ thống SCADA vào các hệ thống tưới, đề nghị Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn xem xét cho phép áp dụng hệ thống VNIMS để có thể khắc phục được các yếu điểm mà các hệ thống SCADA đã được đầu tư trước đây.

- Trong trường hợp không có đủ nguồn kinh phí để đầu tư hệ thống VNIMS hoàn chỉnh (bao gồm cả phần mềm và các thiết bị ngoài hiện trường) thì các công ty KTCTTL có thể chỉ đầu tư phần mềm (khối trung tâm dữ liệu máy chủ), các số liệu đo đạc ngoài hiện trường sẽ được đo bằng phương pháp thủ công và nhập số liệu thông qua phần mềm trên thiết bị di động (máy tính bảng, điện thoại) hoặc trên máy tính PC, công nhân sẽ phải ra đồng, mở vận hành các công trình. Trong trường hợp này, hệ thống vẫn hoạt động, tuy nhiên hiệu quả sẽ giảm nhiều so với trường hợp đầu tư hoàn chỉnh.

b. Kiến nghị về hướng tiếp tục nghiên cứu từ kết quả nghiên cứu của luận án

Hệ thống VNIMS chưa có khả năng tự động vận hành đóng mở các công phân phối nước, các công điều tiết trên kênh để thiết lập trạng thái vận hành mới của hệ thống tưới khi các yếu tố đầu vào thay đổi đảm bảo hệ thống tự động cấp nước đúng, đủ, vận hành tối ưu. Đây là vấn đề rất khó, liên quan đến toán học, lý thuyết điều khiển, lập trình tối ưu, nên trong thời gian tới NCS sẽ từng bước xây dựng một nhóm nghiên cứu cùng với tác giả để giải quyết bài toán này.

Việc nghiên cứu được giải pháp công nghệ để tích hợp phần mềm MIKE 11 vào hệ thống phần mềm chạy trên máy chủ, tự động tính toán thủy lực trên hệ thống kênh, sông sẽ giúp tác giả có thể nghiên cứu phát triển các hệ thống hỗ trợ quản lý điều hành các công trình thủy lợi theo thời gian thực, cụ thể: hệ thống dự báo lũ, dự báo các vùng ngập lụt và hỗ trợ điều hành hồ chứa theo thời gian thực; hệ thống quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tiêu theo thời gian thực; hệ thống quản lý, giám sát và dự báo xâm nhập mặn theo thời gian thực. Đây cũng là định hướng nghiên cứu tiếp theo của tác giả trong lĩnh vực quản lý tài nguyên nước.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Quốc Hiệp, Nguyễn Đăng Hà, **Công nghệ SCADA - Giải pháp hiện đại hóa công tác quản lý, điều hành tưới ở Việt Nam**. Đặc san Khoa học công nghệ Thủy lợi – Viện KHTL Việt Nam số 17, tháng 1 năm 2008.
2. Nguyễn Quốc Hiệp và những cộng sự, **Giải pháp kiểm soát lượng nước phân phối trên hệ thống kênh tưới**. Đặc san Khoa học công nghệ Thủy lợi - Viện KHTL Việt Nam số 25, tháng 3 năm 2010.
3. Nguyễn Quốc Hiệp, **Hệ thống thông tin giám sát điều khiển, dự báo lũ và điều hành hồ chứa theo thời gian thực - giải pháp nâng cao an toàn hồ chứa nước Việt Nam**. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi - Viện KHTL Việt Nam số (5+6) - ISSN: 18594255, tháng 12 năm 2011.
4. Nguyễn Quốc Hiệp, Nguyễn Hoàng Hiệp, Nguyễn Ngọc Tuấn, Nguyễn Văn Minh, **Hệ thống thông tin quản lý cơ sở dữ liệu thủy lợi phục vụ điều hành tưới tiêu**. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi - Viện KHTL Việt Nam số 12 - ISSN: 1859-425, tháng 12 năm 2012.
5. Nguyễn Quốc Hiệp, **Công nghệ quản lý, giám sát mặn và điều hành hệ thống tưới**. Hội thảo Quốc tế và Hội thảo thường niên Mạng lưới INWEPF lần thứ 11 - Tuyển tập Báo cáo Hội thảo quốc tế ISBN: 978-604-59-2333-7, năm 2014.