

ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ PHỤC VỤ QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HIỆU QUẢ NGUỒN NƯỚC THEO THỜI GIAN THỰC

Nguyễn Quốc Hiệp¹, Lê Văn Lập¹, Nguyễn Anh Hùng¹, Đỗ Hoài Nam¹

Tóm tắt: Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi (Trung tâm) đã kế thừa kết quả nghiên cứu từ các đề tài, dự án cấp Nhà nước, cấp Bộ về công nghệ thông tin, thiết bị tự động hóa do Trung tâm chủ trì thực hiện để tích hợp và phát triển thành hệ thống hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý, điều hành các công trình thủy lợi nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước, giảm thiểu thiệt hại do hạn hán, đáp ứng yêu cầu sản xuất nông nghiệp và các ngành kinh tế khác. Hệ thống này được Trung tâm liên tục nâng cấp, cập nhật các công nghệ mới tiên tiến trên thế giới và xây dựng các chức năng nhằm đáp ứng các yêu cầu của cơ quan quản lý cấp Trung ương và địa phương trên phạm vi cả nước.

Từ khóa: Hệ thống giám sát hồ chứa, viễn thám, GIS.

Ban Biên tập nhận bài: 12/08/2019 Ngày phản biện xong: 15/09/2019 Ngày đăng bài: 25/10/2019

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, nhu cầu sử dụng nước của các ngành kinh tế, xã hội đang tăng nhanh, nhất là nhu cầu nước cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản và chăn nuôi. Trong khi nguồn tài nguyên nước ở Việt Nam nói chung và ở khu vực tỉnh Hà Tĩnh nói riêng có xu thế suy giảm nhanh cả về số lượng lẫn chất lượng. Về lượng, do tác động của BĐKH, tổng lượng mưa hàng năm được dự báo tăng nhẹ, nhưng tập trung phần lớn vào mùa mưa. Ngược lại, mùa khô được dự báo sẽ khô cạn hơn.

Mặc dù trên địa bàn tỉnh Hà Tĩnh đã được đầu tư xây dựng nhiều công trình thủy lợi có nhiệm vụ điều tiết dòng chảy và cấp nước, nhưng các công trình chủ yếu vận hành riêng biệt, thiếu tính hệ thống. Bên cạnh đó, do thiếu thông tin, dữ liệu về lượng mưa và dòng chảy đến nên công tác vận hành công trình đảm bảo cấp nước và phòng lũ còn gặp nhiều khó khăn. Do vậy, một hệ thống hỗ trợ ra quyết định quản lý, điều hành các công

trình thủy lợi nhằm phục vụ việc nâng cao hiệu quả khai thác nguồn nước.

Bài báo trình bày kết quả xây dựng hệ thống thông tin quản lý, sử dụng hiệu quả tài nguyên nước (mùa khô) theo thời gian thực áp dụng cho tỉnh Hà Tĩnh. Hệ thống bao gồm các hợp phần về thiết bị giám sát, điều khiển; dữ liệu viễn thám; lưu trữ dữ liệu lớn; và phần mềm vận hành hệ thống để hỗ trợ các đơn vị quản lý ra quyết định vận hành các công trình thủy lợi một cách tốt nhất.

2. Phương pháp nghiên cứu

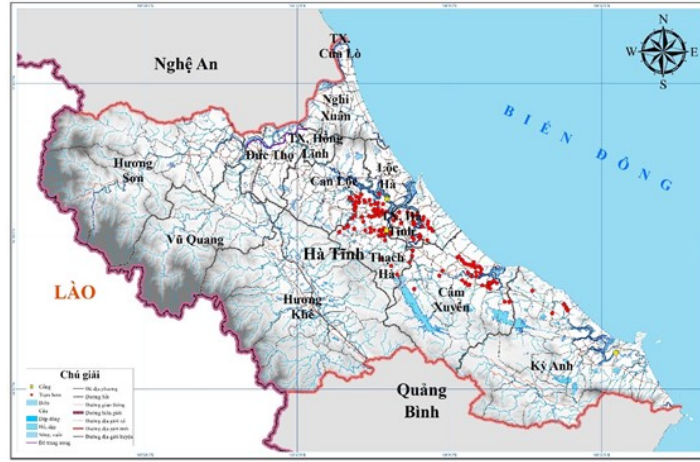
2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Hà Tĩnh là một tỉnh thuộc khu vực Bắc Trung Bộ, với diện tích tự nhiên 6.000 km² (Hình 1). Do đặc thù về vị trí địa lý và địa hình, Hà Tĩnh thường xuyên chịu ảnh hưởng của thiên tai được dự báo thuộc nhóm các tỉnh thành chịu tác động tiêu cực bởi biến đổi khí hậu. Trong những thập kỷ gần đây, các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, mưa lớn gây lũ, ngập lụt và lũ quét trên địa bàn tỉnh có xu hướng gia tăng cả về tần suất và cường độ, đặc biệt tình hình hạn hán, thiếu nước trong mùa khô ngày càng trở nên nghiêm trọng. Trong bối cảnh đó, rất cần thiết phải nghiên cứu

¹Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
Email: nguyenvochoiehp@cwrw-au.vn

ứng dụng các công nghệ mới để xây dựng hệ thống thông tin quản lý, vận hành hệ thống công trình thủy lợi sử dụng hiệu quả tài nguyên nước

(mùa khô) theo thời gian thực nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu ở tỉnh Hà Tĩnh nói riêng và khả năng nhân rộng trong khu vực nói chung.



Hình 1. Bản đồ vị trí địa lý tỉnh Hà Tĩnh và phân bố các công trình thủy lợi (chấm đỏ)

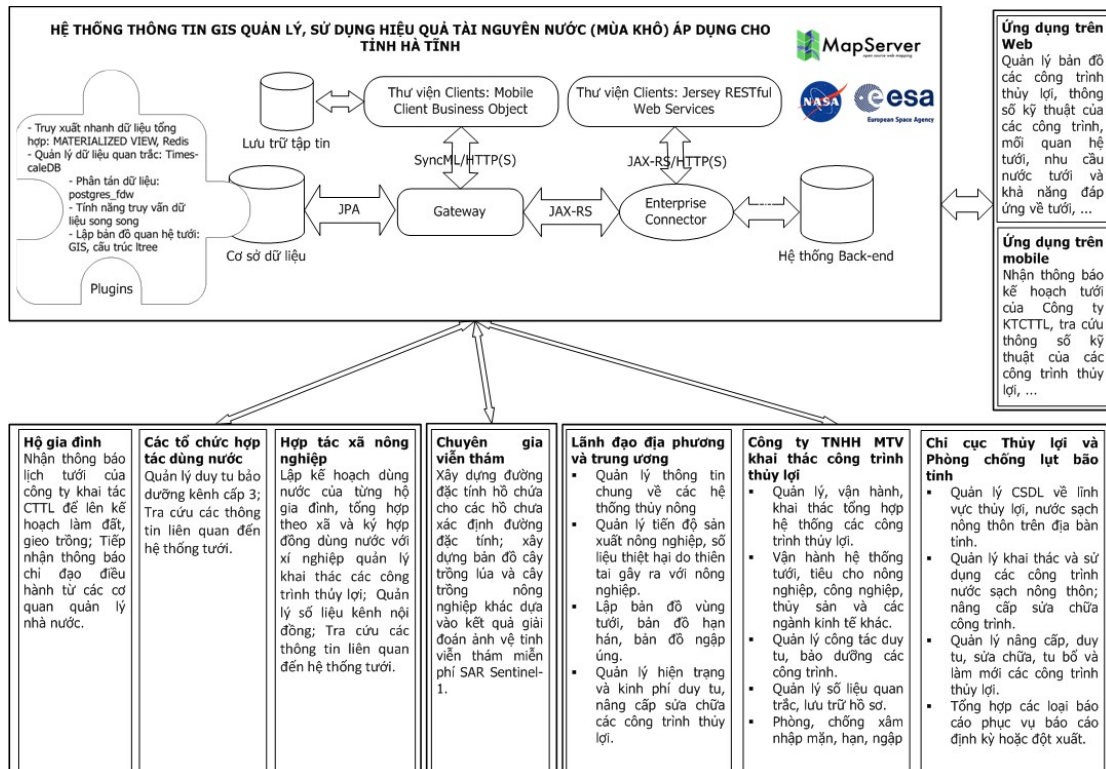
2.2. Sơ đồ nghiên cứu công nghệ

a) Phương pháp tiếp cận

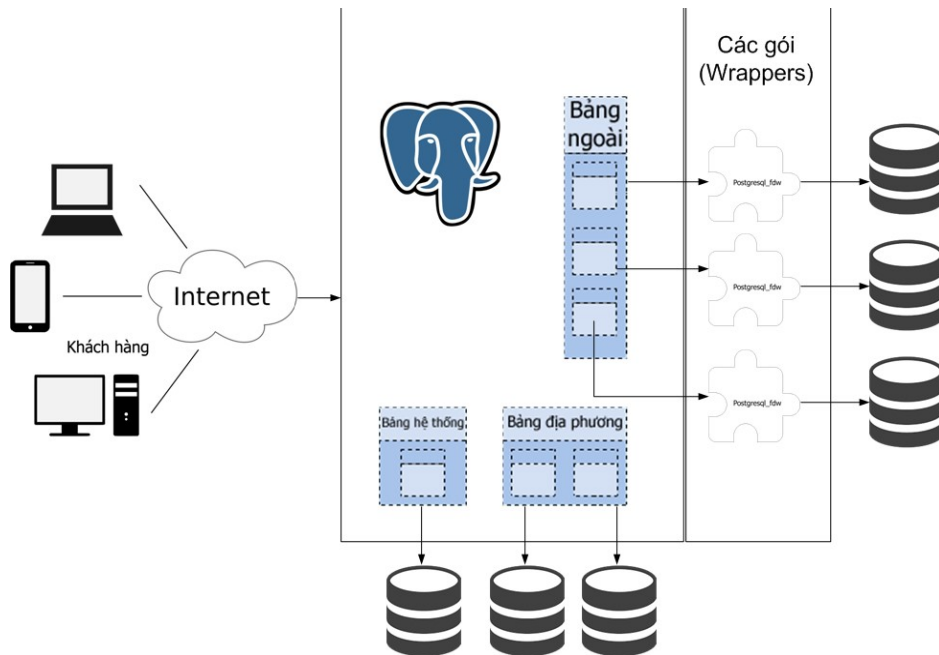
Nghiên cứu đã kế thừa các thành tựu nghiên cứu về công nghệ thông tin trên thế giới, sử dụng các phần mềm mã nguồn mở, thư viện tương tác

bản đồ Openlayer, thư viện tạo ảnh bản đồ MapServer, cơ sở dữ liệu PostgreSQL, v.v... để xây dựng phần mềm vận hành hệ thống giám sát.

b) Sơ đồ nguyên lý công nghệ



Hình 2. Sơ đồ tổng thể hệ thống thông tin quản lý, sử dụng hiệu quả tài nguyên nước (mùa khô) theo thời gian thực áp dụng cho tỉnh Hà Tĩnh



Hình 3. Mô hình quản lý cơ sở dữ liệu hệ thống tưới phân tán theo tỉnh

Mô-đun quản lý số liệu quan trắc

Hệ thống thiết bị giám sát, điều khiển của hệ thống bao gồm: Thiết bị thu thập, lưu trữ và truyền số liệu từ xa (thiết bị RTU); Thiết bị đo lượng mưa, mực nước; Thiết bị đo độ mở tràn, cống, v.v... Số liệu quan trắc được gửi về máy chủ dữ liệu gồm các thông số cơ bản như mã hiệu, loại thông số của trạm đo, mã hiệu của công trình quản lý được quan trắc, số liệu quan trắc, ngày giờ. Mỗi số liệu quan trắc đều phải có thời gian đo có đơn vị thời gian là giây. Số liệu quan trắc được lưu trữ trong các bảng dữ liệu ngày càng nhiều theo thời gian và làm giảm tốc độ truy vấn dữ liệu mỗi khi muốn tra cứu số liệu của một trạm đo trong một khoảng thời gian bất kỳ hoặc phân tích số liệu quan trắc để tìm kiếm quy luật. Với nhu cầu như vậy, hệ quản trị cơ sở dữ liệu chuỗi thời gian ra đời. Nghiên cứu này sử dụng hỗ trợ timescaleDB là một mở rộng của PostgreSQL. Cơ sở dữ liệu timescaleDB chạy bên trong thể hiện PostgreSQL. Nó tối ưu cấu trúc lưu bằng cách chia lát bảng thành các bảng đơn gọi là hypertables.

Mô-đun dữ liệu viễn thám

Các loại ảnh viễn thám trước đây phải mua

với giá rất cao, tuy nhiên từ năm 2015 trở lại đây đã có nguồn ảnh Sentinel miễn phí có độ phân giải cao là 10m, được cung cấp bởi ESA - Cơ quan vũ trụ châu Âu. Chương trình Sentinel tập trung vào quan sát trái đất, khí quyển, đại dương và giám sát đất đai. Hiện tại hai vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-1B đã cung cấp ảnh radar là loại ảnh không bị ảnh hưởng bởi mây mù và mưa bão với tần suất 6 ngày có một ảnh và vệ tinh Sentinel-2 cung cấp ảnh quang học với tần suất 12 ngày có một ảnh. Việc này đã giải quyết được những khó khăn của các đề tài, dự án triển khai ở Việt Nam. Với nguồn ảnh trên Trung tâm đã phát triển một hệ thống thuật toán cho phép xây dựng một bộ công cụ phân tích ảnh viễn thám tự động, xây dựng bộ công cụ phân tích ảnh Sentinel phục vụ giải quyết các vấn đề như xác định đường đặc tính lòng hồ chứa để phục vụ kiểm đếm nguồn nước; xác định diện tích cây lúa và diễn biến gieo trồng để phục vụ cho việc tính toán nhu cầu tưới, dự báo năng suất và sản lượng cây lúa.

Mô-đun lưu trữ dữ liệu lớn

Các số liệu trên được lưu trữ trên phạm vi cả nước, trong nhiều năm và là trung tâm dữ liệu

cho các đơn vị khai thác sau này. Trung tâm đã nghiên cứu để xây dựng một mô hình đảm bảo an toàn về mặt dữ liệu, tốc độ truy vấn nhanh. Mô hình cơ sở dữ liệu lớn (Hình 3) như sau:

Hệ thống chia thành ba khối chính như sau:

- Các bảng hệ thống: đây là các bảng mặc định của hệ thống, cung cấp chức năng tổng hợp các bảng có trong cơ sở dữ liệu, các trường và thông tin chi tiết của mỗi trường thuộc bảng dữ liệu tra cứu, xác định tên khóa chính của bảng,...

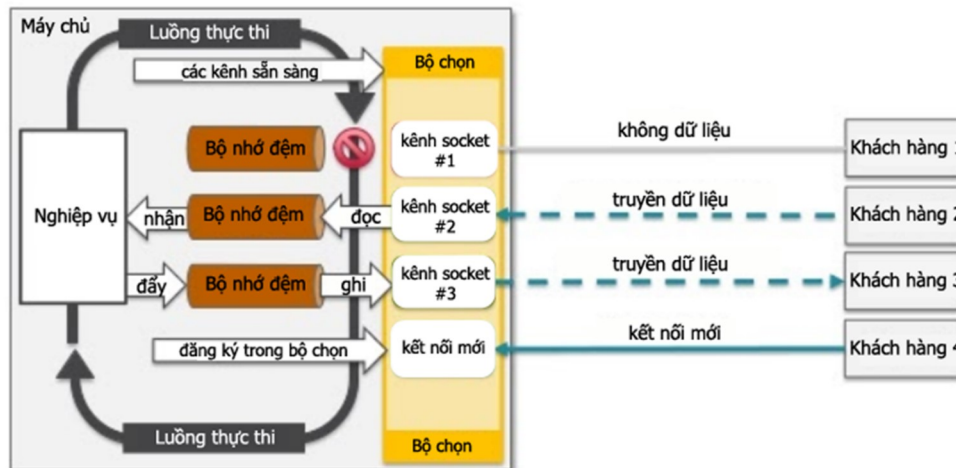
Các tính năng này giúp xây dựng thư viện lập trình động cho các chức năng của hệ thống tưới.

- Các bảng địa phương: đây là các bảng cơ sở dữ liệu của hệ thống tưới. Đối với các bảng có dữ liệu lớn, ví dụ dữ liệu bản đồ, thì các bảng này sẽ được lưu trữ phân tán ra các bảng ngoài nằm ở các máy chủ khác nhau dựa trên gói postgres_fdw.

- Các bảng ngoài: các bảng này chứa thông tin như tài khoản truy cập vào máy chủ chứa

bảng dữ liệu, tên bảng được ánh xạ đến. Mô hình cha con này có thể hiểu là các bảng dữ liệu con (bảng ngoài) có các trường thuộc tính giống với bảng dữ liệu cha (bảng bị chia dữ liệu). Khi truy vấn dữ liệu từ bảng cha thì postgres_fdw sẽ tự động truy vấn dữ liệu của tất cả các bảng con và dữ liệu có trong bảng cha, sau đó ghép kết quả trả về cho người dùng.

Ngoài ra hệ thống tưới còn được tích hợp dịch vụ File Server được phát triển dựa trên dự án Netty nguồn mở. Netty là một thư viện nền tảng dựa trên cấu trúc khách chủ vào/ra không chặn để phát triển các ứng dụng mạng như giao thức giữa máy chủ và máy khách. Nền tảng ứng dụng mạng hướng sự kiện và các công cụ xử lý không đồng bộ được sử dụng để đơn giản hóa việc lập trình mạng như TCP và UDP. Dịch vụ File Server giúp tổ chức lưu trữ các loại tập tin khác nhau của hệ thống bao gồm bản đồ, ảnh vệ tinh và các tập tin văn bản khác.



Hình 4. Cơ chế hoạt động của Netty

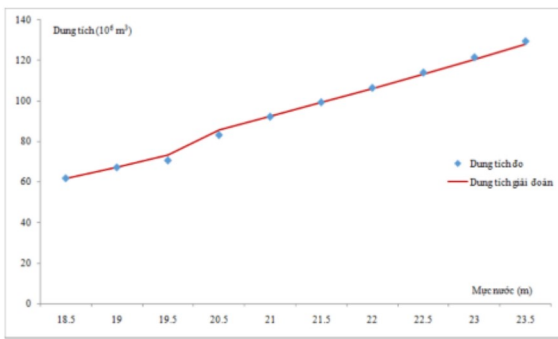
Mô-đun GIS

Hiện nay, sử dụng thiết bị di động và bản đồ số (GIS) để điều hành công việc đang là xu thế trên thế giới và ở Việt Nam, vì vậy Trung tâm đã sử dụng nền tảng công nghệ WebGIS để xây dựng và phát triển phần mềm. Công nghệ WebGIS hiện nay có hai xu hướng để phát triển phần mềm. Xu hướng thứ nhất: sử dụng công nghệ mã nguồn đóng của hãng ESRI để phát

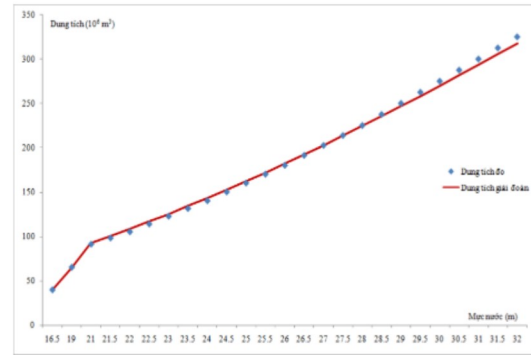
triển, ưu điểm của xu thế này là xây dựng , phát triển phần mềm đơn giản do sử dụng các công cụ có sẵn, nhược điểm: cần phải mua bản quyền với giá tương đối cao (khoảng 600 triệu đồng cho một bản quyền). Xu thế thứ hai: Sử dụng mã nguồn mở của Hiệp hội phát triển mã nguồn mở, ưu điểm của xu thế này là không phải mất chi phí mua bản quyền phần mềm, nhược điểm là cần phải nghiên cứu mã nguồn để tích hợp và

- Cho phép xác định đường đặc tính lòng hồ chứa trên địa bàn tỉnh Hà Tĩnh với các bước (i) tiền xử lý ảnh Sentinel-1; (ii) xây dựng thuật toán giải đoán ảnh nhằm tự động hóa quá trình xác định diện tích mặt hồ trên cơ sở sử dụng các điểm tán xạ ngược của các phân cực ảnh radar trên nền đất khô, đất ẩm và đất ngập nước; (iii) loại bỏ nhiễu và chữa giá trị các điểm ảnh là nước nhưng được giải đoán không phải là nước và ngược lại; (iv) các phương pháp kiểm chứng kết quả giải đoán đường đặc tính hồ chứa:

phương pháp đi thực địa xác định ranh giới mặt nước bằng GPS, phương pháp so sánh giá trị dung tích hồ được xác định dựa trên đường đặc tính của hồ với giá trị dung tích hồ được giải đoán từ ảnh từ đó xác định sai số giải đoán và phương pháp chồng xếp kết quả giải đoán với ảnh quang học có độ phân giải siêu cao tại cùng thời điểm. Hình 6,7 là đồ thị so sánh đường Z ~ W giữa đo thực tế và giải đoán từ ảnh Sentinel-1 của hồ Sông Rác và hồ Kê Gõ.



Hình 6. Đồ thị so sánh đường Z ~ W giữa đo thực tế và giải đoán từ ảnh Sentinel-1 của hồ Sông Rác



Hình 7. Đồ thị so sánh đường Z ~ W giữa đo thực tế và giải đoán từ ảnh Sentinel-1 của hồ Kê Gõ

Chức năng hỗ trợ các cấp quản lý điều hành các hệ thống tưới

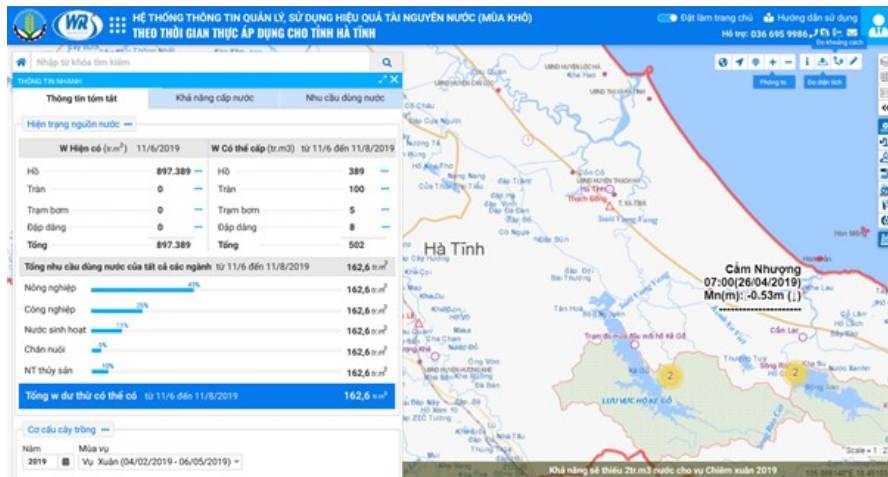
Tính toán nhu cầu tưới, kiểm đếm nguồn nước của các hệ thống tưới nhằm hỗ trợ lập kế hoạch dùng nước, điều chỉnh cơ cấu cây trồng cho phù hợp với điều kiện thực tế, cảnh báo hạn hán. Hình 08 là thiết bị trạm đo mực nước hồ kết hợp đo mưa được lắp đặt tại hồ chứa nước Thượng Sông Trí - Tỉnh Hà Tĩnh phục vụ việc kiểm đếm nguồn nước.

Chức năng quản lý công trình thủy lợi

Quản lý toàn bộ hệ thống kênh và công trình trên kênh, diện tích tưới phụ trách của các cấp kênh của các hệ thống tưới trên nền bản đồ GIS nhằm tạo thành cơ sở dữ liệu về các công trình thủy lợi phục vụ công tác quản lý tài sản, sửa chữa nâng cấp hệ thống, nghiên cứu khoa học, quy hoạch,... Hình 09 là giao diện phần mềm quản lý, sử dụng hiệu quả tài nguyên nước (mùa khô) theo thời gian thực áp dụng cho tỉnh Hà Tĩnh.



Hình 8. Trạm đo mực nước hồ kết hợp đo mưa được lắp đặt tại hồ chứa nước Thượng Sông Trí - tỉnh Hà Tĩnh



Hình 9. Giao diện phần mềm quản lý, sử dụng hiệu quả tài nguyên nước (mùa khô) theo thời gian thực áp dụng cho tỉnh Hà Tĩnh

QUẢN LÝ DỮ LIỆU	LẬP KẾ HOẠCH TƯỚI	VẬN HÀNH	BÁO CÁO THỐNG KÊ	QUẢN TRỊ HỆ THỐNG	
<ul style="list-style-type: none"> Dữ liệu công trình Danh sách hồ chứa Danh sách đập Danh sách trạm bơm Danh sách cống Danh sách cầu máng Danh sách xi phông Danh sách cầu Danh sách kênh Danh sách tràn Danh sách lưu vực Danh sách đơn vị 	<ul style="list-style-type: none"> Dữ liệu phục vụ tưới Cơ cấu mùa vụ Danh sách cây trồng Danh mục loại, cơ lý đất Danh sách trạm đo mưa Danh sách trạm khí tượng thủy văn Danh sách giải thửa Quy hoạch tổng thể Quản lý vùng tưới Danh sách thiết bị 	<ul style="list-style-type: none"> Dữ liệu mưa Dữ liệu khí tượng thủy văn Tiến độ sản xuất Lập kế hoạch tưới Bố trí cây trồng Lập kế hoạch tưới test 	<ul style="list-style-type: none"> Điều khiển vận hành thực tế Vận hành hệ thống tưới 	<ul style="list-style-type: none"> Cơ cấu mùa vụ Cơ cấu cây trồng Tiến độ sản xuất Sử dụng nguồn nước Dự báo lũ Báo cáo tổng hợp 	<ul style="list-style-type: none"> Cấu hình hệ thống Quản lý đơn vị sử dụng Quản lý nhóm quyền Quản lý người dùng Quản lý danh mục Quản lý biểu mẫu Quản lý tưới dữ liệu Quản lý menu Quản lý khung CSDL

Hình 10. Trình thực đơn các chức năng của hệ thống tưới Hà Tĩnh

4. Kết luận

Việc ứng dụng khoa học công nghệ để tạo ra công cụ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý, điều hành các công trình thủy lợi (theo xu hướng cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư) do Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi thực hiện được áp dụng vào thực tế đã bước đầu phát huy hiệu quả, giúp cho các đơn vị quản lý có thể nắm được các thông tin về vận hành, các thông tin về cảnh báo, dự báo một cách nhanh chóng để đưa ra các quyết định vận hành các công trình

thủy lợi.

Với những kết quả đạt được từ thực tế triển khai hoàn toàn có cơ sở để khẳng định việc ứng dụng khoa học công nghệ đã và đang nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước, giảm thiểu thiệt hại do hạn hán, đáp ứng yêu cầu sản xuất nông nghiệp và các ngành kinh tế khác tại các địa phương đã áp dụng. Do vậy công cụ hỗ trợ ra quyết định phục vụ quản lý, điều hành các công trình thủy lợi nên được khuyến khích để dần từng bước được sử dụng trên phạm vi toàn quốc.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được Chương trình Khoa học và Công nghệ Quốc gia hỗ trợ tài chính để ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường trong giai đoạn 2016-2020 (Mã số BĐKH.17/16-20), Bộ Khoa học và Công nghệ tại Việt Nam. Nghiên cứu được thực hiện tại Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Quốc Hiệp (2017), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý và hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực*, Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 57-59;
2. Nguyễn Quốc Hiệp, Nguyễn Anh Hùng (2019), *Cách tiếp cận mới xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng việc sử dụng ảnh viễn thám radar sentinel-1*, Tạp chí khí tượng thủy văn (số tháng 10 năm 2019), 11-18;
3. Module an toàn đập, hồ chứa, hệ thống cơ sở dữ liệu ngành thủy lợi <http://thuyloivietnam.vn>.

APPLY SCIENCE AND TECHNOLOGY TO MANAGE AND EFFECTIVELY USE WATER RESOURCES IN REAL TIME

Nguyen Quoc Hiep¹, Le Van Lap¹, Nguyen Anh Hung¹, Do Hoai Nam¹

¹Center for Water Resources Software - Vietnam Academy for Water Resources

Abstract: *Center for Water Resources Software (the Center) has inherited research results from State and ministerial-level studies, projects on information technology and automation equipment chaired by the Center to integrate and develop a decision support system for the management and administration of irrigation works, which aims to improve water use efficiency, to minimize drought damage and to meet production requirements of agriculture and other economic sectors. This system is continuously upgraded and updated with new advanced technologies in the world and developed functions to meet the requirements of Central and local management units throughout the country.*

Keywords: *Reservoir monitoring system, Remote sensing, GIS.*