

CÔNG NGHỆ TÍNH TOÁN DỰ BÁO LŨ VÀ TRUYỀN TIN PHỤC VỤ XÂY HỆ THỐNG CẢNH BÁO SỚM LŨ VÀ NGẬP LỤT CHO TỈNH QUẢNG TRỊ VÀ VÙNG LÂN CẬN

Nguyễn Thanh Hùng^{1,*}, Vũ Đình Cường¹, Triệu Quang Quân¹, Nguyễn Anh Hùng²

¹ Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển,

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

² Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

* Email: nthung@vawr.org.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt gồm hệ thống phần mềm hỗ trợ ra quyết định cảnh báo sớm lũ và ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và vùng lân cận, nhằm nâng cao năng lực ứng phó thiên tai. Công nghệ được xây dựng sử dụng các mô hình toán thủy văn - thủy lực (MIKE NAM, HEC-ResSim, MIKE11, MIKE Flood) đã mô phỏng 282 kịch bản lũ kết hợp từ các hình thể thời tiết và điều kiện vận hành hồ chứa, thông tin mực nước trên hệ thống sông, thủy triều vùng cửa sông. Phần mềm cảnh báo sử dụng thuật toán cây quyết định để nội suy các bản đồ ngập lụt từ dữ liệu dự báo mưa, mực nước trên hệ thống sông, các hồ chứa và thủy triều vùng cửa sông. Công nghệ này hỗ trợ đưa ra kết quả tính toán dự báo một cách nhanh chóng cho dự báo viên khắc phục hạn chế về thời gian tính toán của mô hình. Kết quả tính toán sẵn của các tổ hợp các kịch bản do đó khắc phục được hạn chế về năng lực tính toán mô hình toán của người tác nghiệp trong công tác phòng, chống thiên tai (PCTT). Ngoài ra, công nghệ truyền tin cảnh báo qua nền tảng WebGIS và ứng dụng di động, giúp người dân dễ dàng tiếp cận thông tin cảnh báo qua internet và điện thoại thông minh trong điều kiện lũ lụt khắc nghiệt, giúp ứng phó thiên tai hiệu quả hơn.

Từ khóa: Quảng Trị, phần mềm cảnh báo lũ, phần mềm truyền tin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam nằm trong khu vực ảnh hưởng thiên tai bão lũ cao trên thế giới, trong đó các tỉnh miền Trung thiên tai bão lũ xảy ra khốc liệt hơn so với các vùng khác trong cả nước gây ra thiệt hại về người và của vô cùng lớn. Nhiều giải pháp đã được tiến hành để chủ động phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại đối với lũ và ngập lụt. Ngoài các giải pháp công trình xây dựng cơ sở hạ tầng kiên cố thì các giải pháp phi công trình cũng được áp dụng và mang lại hiệu quả to lớn. Các giải pháp phi công trình như dự báo, cảnh báo lũ đối với khu vực miền Trung nói chung và tỉnh Quảng Trị nói riêng bằng phần mềm hỗ trợ ra tin cảnh báo, dự báo lũ cho sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị [1], công nghệ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho các sông chính ở tỉnh Gia Lai và Khánh Hòa [2], phần mềm hỗ trợ

dự báo, cảnh báo cấp rủi ro do bão và áp thấp nhiệt đới khu vực Bắc Trung bộ [3], mô hình lũ lụt và xây dựng năng lực cảnh báo sớm ở miền Trung Việt Nam [4 - 6]. Hệ thống cảnh báo sớm cũng đã được các cơ quan quốc tế như: Ngân hàng Thế giới (WB), Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc tại Việt Nam (UNDP) tham gia hỗ trợ phát triển đã giúp công tác PCTT chủ động hơn, giảm thiểu thiệt hại về người và của [7, 8]. Những công cụ phần mềm này là 1 thành phần chính trong 4 thành phần (kiến thức về rủi ro thiên tai; phát hiện, giám sát, phân tích và dự báo các hiểm họa; phổ biến và truyền thông cảnh báo; sẵn sàng ứng phó) của hệ thống hỗ trợ cảnh báo sớm lũ và ngập lụt (Flood Early Warning System - FEWS) đã được ứng dụng rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới như: Hệ thống Delft-FEWS ở Hà Lan, hệ thống

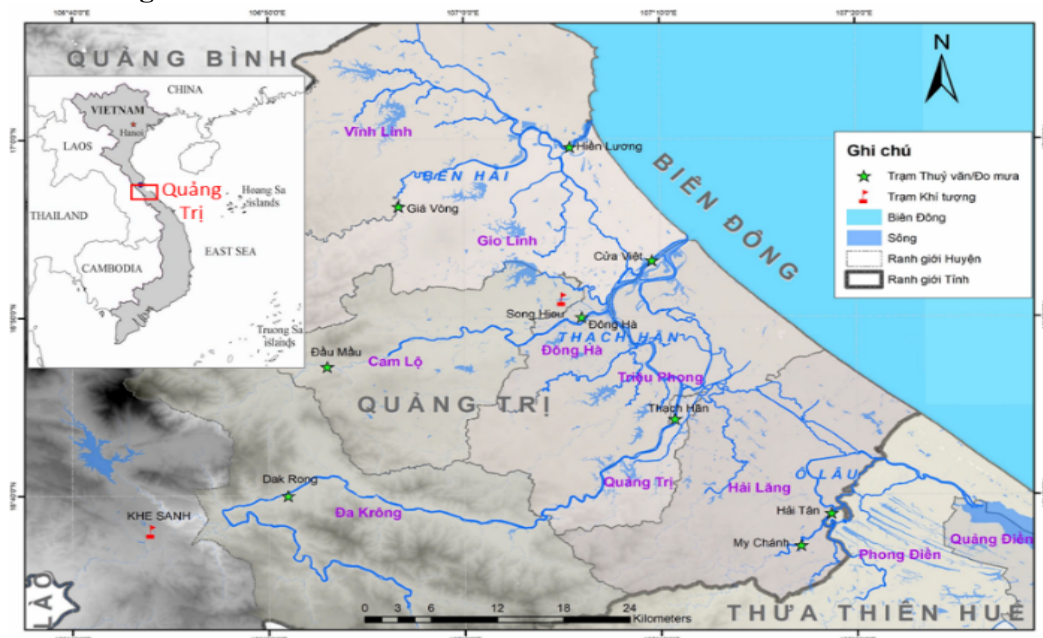
FloodWatch ở Úc, hệ thống FEWS NET ở Bangladesh...

Công cụ tính toán dự báo lũ và ngập lụt trong các nghiên cứu thường sử dụng các mô hình toán để tính toán dòng chảy từ mưa và ngập lụt trên các lưu vực như các họ mô hình MIKE hoặc HEC. Các họ mô hình này cho kết quả tính toán tương đối chính xác diễn biến lũ và mức độ ngập lụt khi dữ liệu đầu vào về địa hình và thảm phủ lưu vực, địa hình mạng sông, vận hành các công trình trên lưu vực được cung cấp có độ chính xác đảm bảo. Tuy nhiên, nhược điểm của các mô hình này đòi hỏi thời gian tính toán lâu và yêu cầu người sử dụng có kiến thức sâu về chuyên môn và mô hình toán. Trong ứng dụng thực tiễn, cả 2 điều kiện này đều bị hạn chế: Thời gian tính toán mô hình dài khó

đáp ứng đưa ra kết quả trong điều kiện khẩn trương khi thiên tai khẩn cấp; công tác PCTT ở địa phương có ít cán bộ thông thạo để chạy mô hình toán. Ngoài ra khi lũ lụt xảy ra, công tác truyền tin từ cơ quan PCTT đến địa phương và người dân trong vùng ảnh hưởng ngập lụt cũng gặp nhiều khó khăn. Do vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là công nghệ tính toán dự báo lũ, ngập lụt và công nghệ truyền tin phục vụ xây hệ thống cảnh báo sớm lũ và ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và vùng lân cận nhằm góp phần hoàn thiện các công nghệ trong hệ thống cảnh báo sớm về lũ và ngập lụt cũng như áp dụng thí điểm công nghệ đối với địa bàn vùng nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu

Quảng Trị là một tỉnh ở Bắc Trung bộ, có diện tích tự nhiên gần 4.734 km² nằm trong khoảng 106°32'-107°24' kinh độ Đông, 16°18'-17°10' vĩ độ Bắc; phía Bắc giáp tỉnh Quảng Bình, phía Nam giáp tỉnh Thừa Thiên Huế, phía Tây giáp tỉnh Savanakheth (Lào) và phía Đông giáp Biển Đông. Tỉnh Quảng Trị có 12 con sông lớn nhỏ và khoảng 60 phụ lưu, tạo thành 3 hệ thống sông chính là hệ thống sông Bến Hải, Thạch Hân và Ô Lâu (Mỹ Chánh). Hệ thống sông, ngòi khá dày đặc, mật độ trung bình từ 10,8 - 1 km/km².

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Công nghệ dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt bao gồm: Hệ thống truyền dữ liệu từ các trạm đo trên lưu vực về trung tâm tính toán phòng chống thiên tai, các mô hình toán tính toán mô phỏng lũ và ngập lụt, phần mềm phân tích dữ liệu khí tượng thủy văn (KTTV) và phân tích kết quả tính toán, phần mềm hiển thị và truyền thông tin về lũ, ngập lụt từ trung tâm PCTT tới những đối tượng bị ảnh hưởng. Mô tả chi tiết hơn về các mô hình của công nghệ này như sau:

Nghiên cứu này ứng dụng các mô hình thủy văn (Mike NAM) để tính toán các quá trình dòng chảy từ mưa, điều tiết hồ chứa trên các lưu vực sông (HEC- ResSIM), mô hình thủy lực một chiều (Mike 11) để diễn toán các quá trình dòng chảy lũ trên hệ thống sông, mô hình thủy lực hai chiều (Mike 21) để mô phỏng dòng chảy lũ và ngập lụt trên lưu vực sông từ thượng nguồn tới hạ du, vùng cửa biển. Các biên hạ du từ sông nối với biển đều mô phỏng quá trình thủy triều và nước dâng; các mô hình này được liên kết với nhau một cách đồng bộ và liên hoàn.

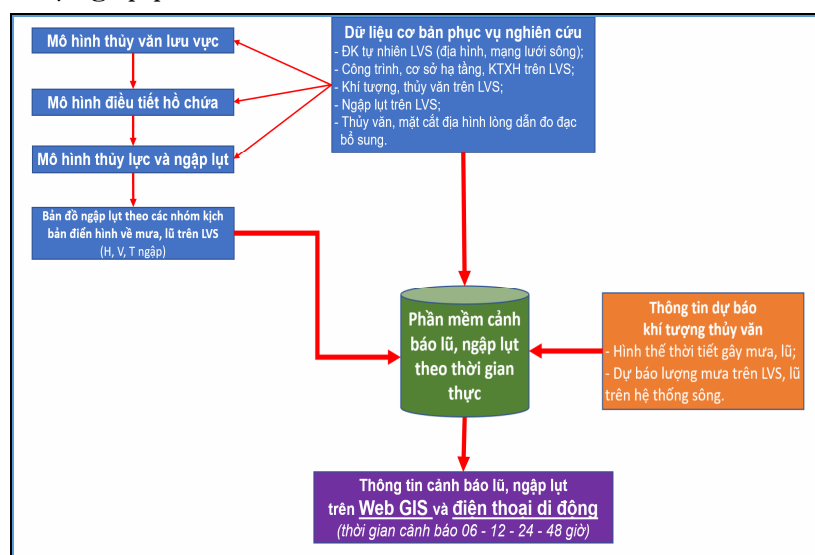
Phân tích chuỗi dữ liệu KTTV để nhận dạng, đặc điểm hình thể thời tiết gây mưa lũ lớn và ngập lụt nhằm xây dựng bộ CSDL về lũ và ngập lụt. Nghiên cứu đã tính toán được 282 kịch bản lũ, ngập lụt để tạo ra thư viện các tổ hợp ngập lụt để đưa vào cơ sở dữ liệu giúp phần mềm cảnh báo

ngập lụt sử dụng dữ liệu này để nội suy các thông số ngập lụt khi đưa vào dữ liệu dự báo đầu vào gồm: Hình thái mưa, lượng mưa dự báo, thông số về hồ chứa thượng nguồn, dữ liệu thủy triều từ nguồn dữ liệu thực đo. Thuật toán nội suy của phần mềm được trình bày ở hình 5. Phần mềm sẽ tính toán được các thông số ngập lụt phục vụ cảnh báo: Vùng ngập, độ sâu ngập, các công trình trong vùng ngập bị ảnh hưởng.

Các công nghệ truyền tin không dây được xây dựng để truyền tải thông tin cảnh báo ngập lụt đến người dân trong vùng bị ảnh hưởng: Các ứng dụng Web dành cho thiết bị di động (Web Mobile), hệ thống WebGIS...

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Công nghệ mô phỏng lũ và ngập lụt



Hình 2. Sơ đồ công nghệ cảnh báo lũ, ngập lụt tỉnh Quảng Trị và vùng lân cận

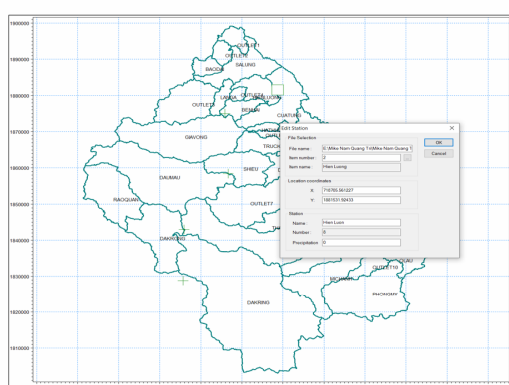
Tính toán dự báo lũ và ngập lụt bằng công cụ mô hình toán đòi hỏi thời gian tính toán dài, đặc biệt là đối với vùng tính toán diện tích rộng lớn và mô phỏng chi tiết các điều kiện địa hình, các công trình hạ tầng. Để khắc phục điểm hạn chế này, công nghệ tính toán được phát triển với việc tính toán sẵn các tổ hợp các kịch bản ngập lụt có thể xảy ra và lưu trữ trong thư viện CSDL. Trong điều kiện thực tế tác nghiệp sẽ dựa vào dữ liệu đầu vào là lượng mưa dự báo từ Trung tâm Dự báo KTTV, mực nước của các hồ trên lưu vực, mực nước tại một số trạm trên sông và mực nước ở cửa biển

(các trạm đo được kết nối qua dữ liệu scada), phần mềm cảnh báo ngập lụt sẽ nội suy các bản đồ ngập lụt dựa trên dữ liệu đã lưu trữ trong CSDL. Phần mềm được thiết kế dựa trên thuật toán cây quyết định (Decision tree), là một thuật toán học máy (machine learning) thuộc nhóm học có giám sát (supervised learning), được sử dụng cho cả bài toán phân loại (classification). Cụ thể, đối với bài toán tính toán dự báo lũ và ngập lụt, tổ hợp các hình thể thời tiết: Bão hoặc áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) hoạt động đơn lẻ, bão hoặc ATNĐ kết hợp với không khí lạnh (KKL), KKL kết hợp dài

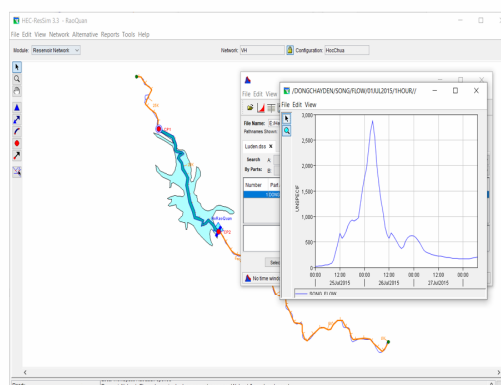
hội tụ nhiệt đới, KKL kết hợp với nhiễu động gió Đông trên cao, các dạng hình thể thời tiết khác gây mưa lớn được tổ hợp với các kịch bản điều hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực, kịch bản thủy triều tại vùng cửa biển (triều cường, triều trung bình, triều kém) tạo ra 282 kịch bản lũ lớn và ngập lụt trên lưu vực. Kết quả ngập lụt tính toán từ các kịch bản này cho toàn tỉnh Quảng Trị, vùng lân cận được lưu trữ trong thư viện kết quả và được phần mềm tính toán nội suy trong quá trình tác nghiệp. Cách tiếp cận này đã hạn chế được 2 nhược điểm về thời gian tính toán và chuyên môn

sâu về mô hình toán nêu trên, thuận tiện trong triển khai ứng dụng thực tiễn. Sơ đồ thiết kế công nghệ được trình bày ở hình 2, theo đó toàn bộ dữ liệu của tỉnh Quảng Trị và lân cận được phân tích, xử lý làm đầu vào cho các mô hình thủy văn lưu vực, mô hình điều tiết hồ chứa và mô hình thủy lực và ngập lụt. Các mô hình này sẽ tính toán được vùng ngập khi có mưa lũ và được đưa vào CSDL cho phần mềm cảnh báo ngập lụt.

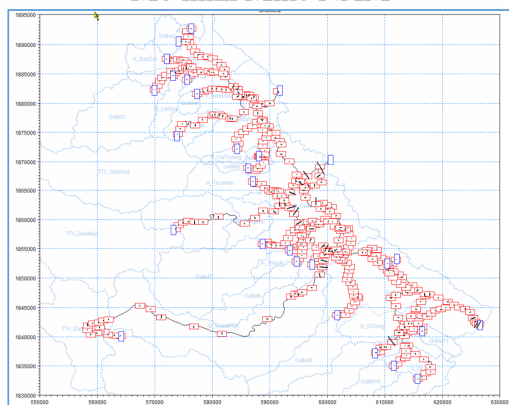
3.1.1. Thiết lập bộ mô hình toán thủy văn, thủy lực và điều tiết hồ chứa



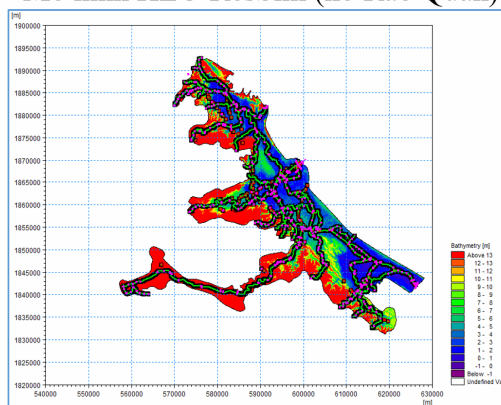
Mô hình Mike NAM



Mô hình HEC-ResSim (hồ Rào Quán)



Mô hình Mike11 hệ thống sông



Mô hình Mike Flood ngập lụt

Hình 3. Các mô hình thủy văn, thủy lực và ngập lụt cho vùng nghiên cứu

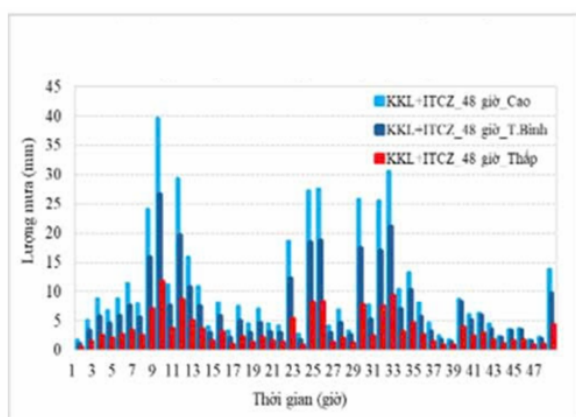
Công nghệ được xây dựng dựa trên các mô hình toán về thủy văn lưu vực, điều tiết hồ chứa, thủy lực và ngập lụt, gồm các mô hình: Mô hình Mike NAM tính toán dòng chảy từ mưa, mô hình Mike Flood tính toán dòng chảy lũ, ngập lụt. Mô hình Mike NAM tính toán cho các lưu vực sông Thạch Hãn, Bến Hải, Ô Lâu thuộc tỉnh Quảng Trị và vùng lân cận được chia thành 38 tiểu lưu vực, được hiệu chỉnh với trận lũ tháng 10/2020

và kiểm định với trận lũ tháng 02/2009 (báo cáo nội dung chuyên đề 2.1 [9]). Mô hình điều tiết hồ chứa HEC-ResSim được tính toán với các kịch bản mưa gây lũ (báo cáo nội dung chuyên đề 2.2 [10]); mô hình được thiết lập cho 7 hồ chứa có quy trình điều tiết và dung tích phòng lũ (hồ Rào Quán, Kinh Môn, Bảo Đài, La Ngà, Hà Thượng, Trúc Kinh, Ái Tử); mô hình sau khi thiết lập được tính toán vận hành kiểm tra với các lưu

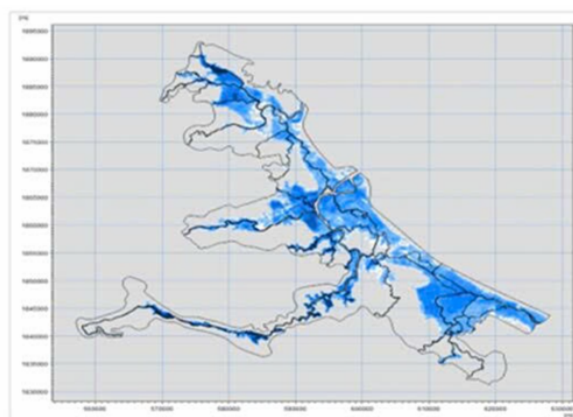
lượng lũ đến, xả lũ thiết kế cho kết quả phù hợp. Mô hình Mike Flood cho toàn bộ hệ thống song của tỉnh Quảng Trị và sông Ô Lâu, đổ ra đầm phá Tam Giang, tỉnh Thừa Thiên Huế được xây dựng với 405 mặt cắt ngang sông (trung bình khoảng cách giữa các mặt cắt 1 - 2 km), được hiệu chỉnh với trận lũ tháng 10/2020 và kiểm định với lũ tháng 9/2009 (báo cáo nội dung chuyên đề 2.4 [11]).

3.1.2. Tính toán mô phỏng lũ, ngập lụt theo các kịch bản

Phân tích thống kê số liệu các hình thể thời tiết ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến tỉnh Quảng Trị từ năm 1976 đến năm 2025 cho thấy, có 5 loại hình thể thời tiết chính gây ra mưa lớn cho tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận (1 - bão, 2 - ATNĐ, 3 - dải hội tụ nhiệt đới, 4 - KKL hoặc 5 - các hình thể thời tiết khác như rãnh thấp, cao áp Thái Bình Dương); các đợt mưa lũ lớn chủ yếu do sự kết hợp của 2 hay nhiều hình thể thời tiết gây ra. Nghiên cứu đã tính toán tổ hợp các kịch bản của các loại hình thời tiết gây mưa này với tổng số 282 kịch bản lũ và ngập lụt để tạo CSDL cho phần mềm cảnh báo.



Biểu đồ mưa hình thể thời tiết KKL kết hợp dải hội tụ nhiệt đới



Độ sâu ngập lụt - kịch bản KKL kết hợp dải hội tụ nhiệt đới

Hình 4. Biểu đồ mưa và kết quả ngập lụt ứng với kịch bản hình thể thời tiết KKL kết hợp dải hội tụ nhiệt đới

3.1.3. Thuật toán của phần mềm cảnh báo lũ, ngập lụt

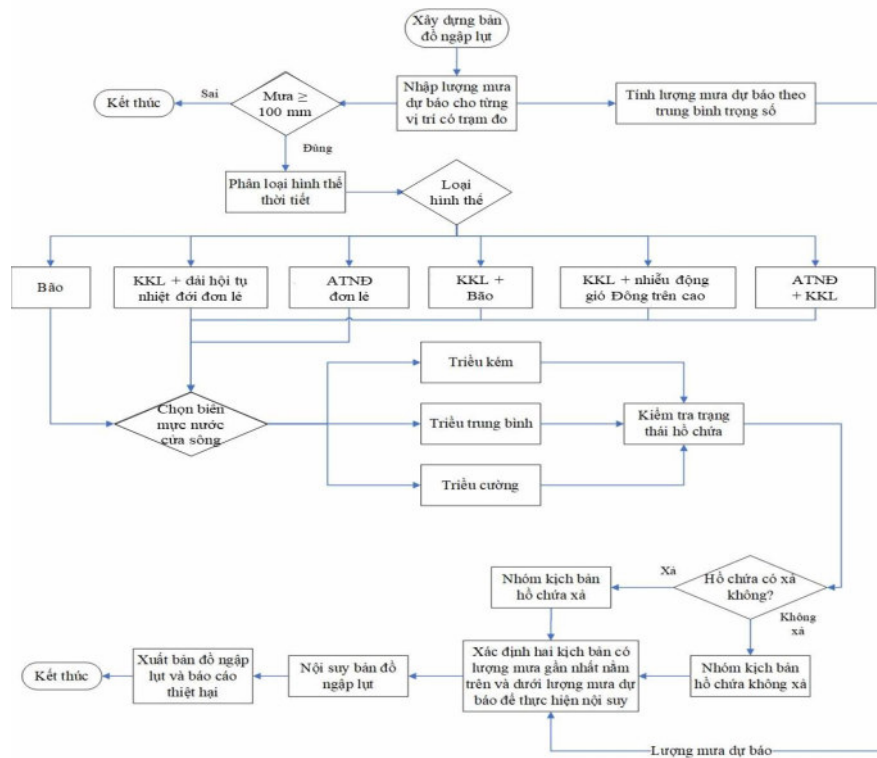
Sơ đồ logic của phần mềm dự báo lũ và ngập lụt được thể hiện ở hình 5. Hoạt động của hệ thống hỗ trợ ra quyết định cảnh báo sớm ngập lụt: Khi tác nghiệp trong thực tiễn, với các thông tin dự báo về hình thái thời tiết, lượng mưa dự báo, thông tin mực nước các hồ, mực nước trên hệ thống sông, mực nước thủy triều ngoài biển, phần mềm cảnh báo lũ và ngập lụt sẽ tìm kiếm các kịch bản đã tính toán trong CSDL có thông tin gần sát nhất với thông tin dự báo KTTV đầu vào để nội suy kết quả lũ và ngập lụt. Phần mềm tính toán với tốc độ tức thời do vậy đảm bảo đưa ra bản tin nhanh, kịp

thời cho công tác PCTT.

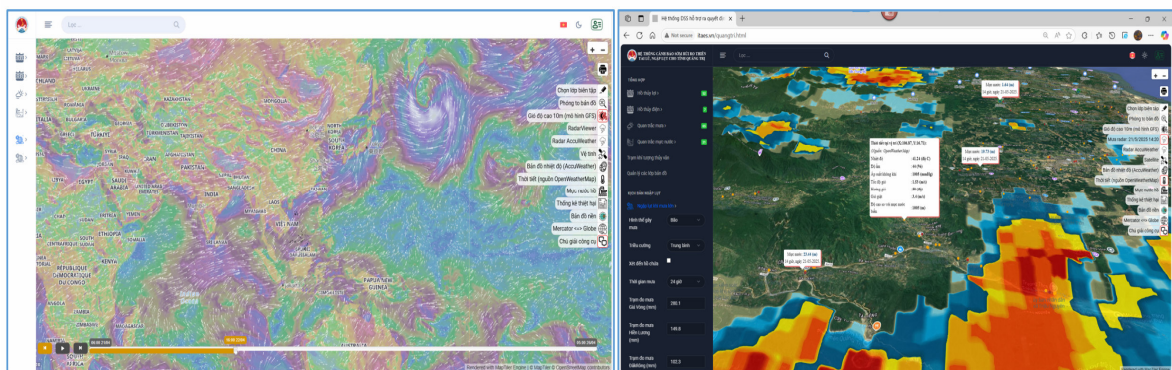
3.1.4. Chức năng của phần mềm

Phần mềm có các chức năng như: Giám sát thông tin, dự báo ngập lụt từ dự báo mưa, hiển thị bản đồ ngập lụt theo không gian, thống kê thiệt hại...

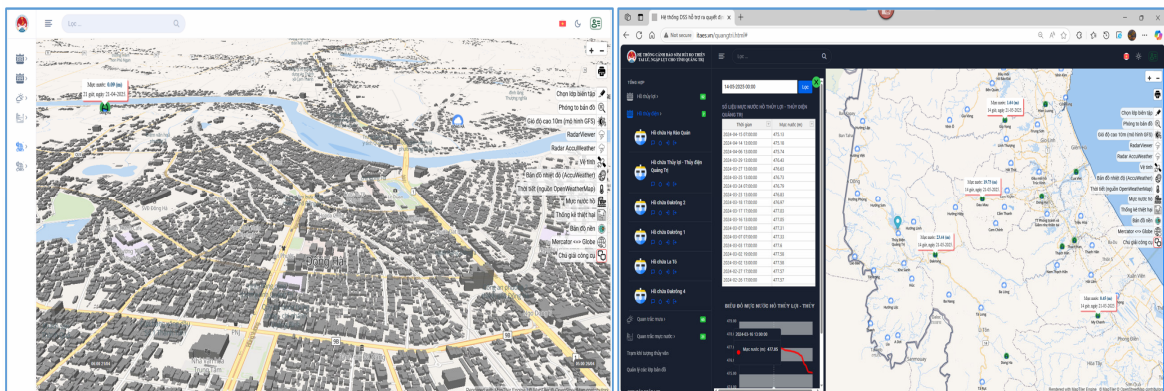
Phần mềm có chức năng giám sát diễn biến thời tiết từ các nguồn GFS, RadarViewer, OpenWeatherMaps (Hình 6); các chức năng giám sát số liệu mực nước hồ chứa, số liệu đo mưa, số liệu mực nước sông (Hình 7); chức năng dự báo ngập lụt từ dự báo mưa, hiển thị bản đồ ngập lụt theo không gian (Hình 8) và thống kê ảnh hưởng do ngập lụt (Hình 9).



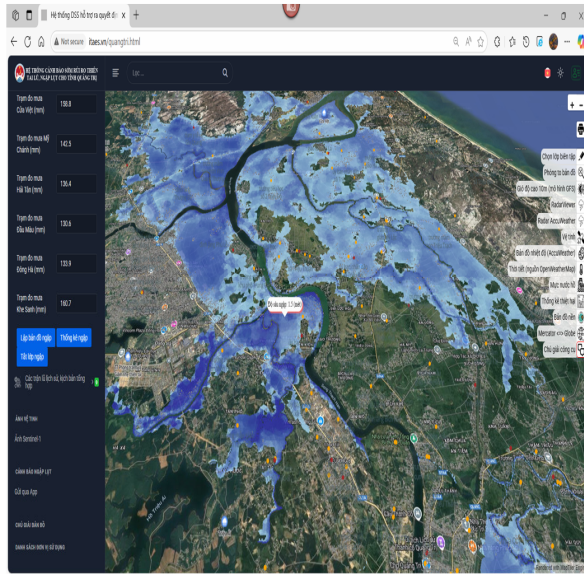
Hình 5. Sơ đồ thuật toán xử lý của phần mềm



Hình 6. Giám sát thời tiết từ đa nguồn (GFS, RadarViewer, OpenWeatherMaps)



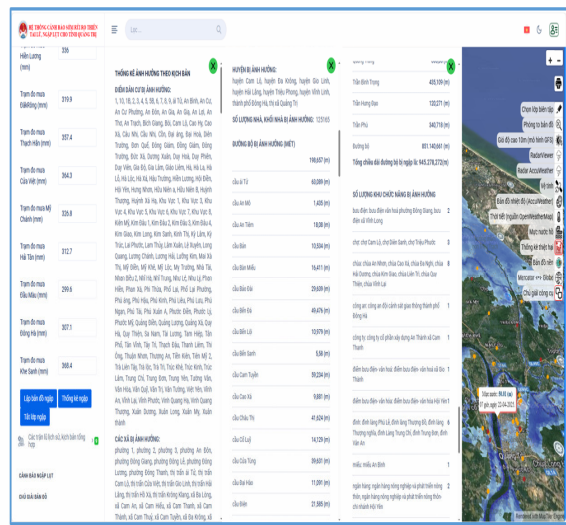
Hình 7. Dữ liệu nền địa lý và giám sát số liệu quan trắc mưa, mực nước



Hình 8. Lập bản đồ cảnh báo ngập lụt

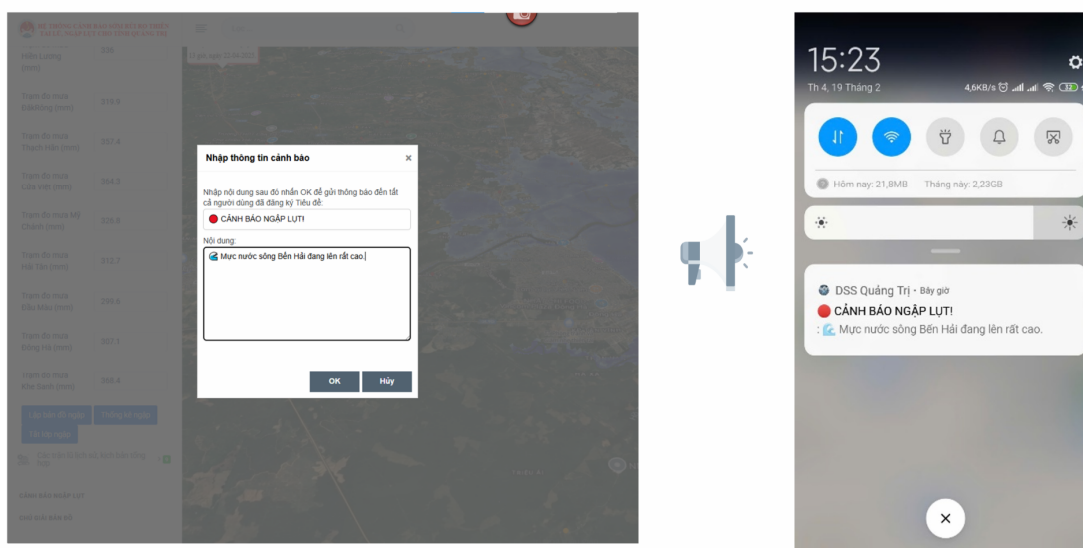
3.2. Công nghệ truyền tin cảnh báo đến các đối tượng vùng ảnh hưởng ngập lụt

Khi thiên tai xảy ra hoặc sắp xảy ra, các cảnh báo thường được phát trên phương tiện truyền thông quốc gia hoặc địa phương (truyền hình hoặc đài phát thanh), các nhóm dễ bị tổn thương nhiều khi thiếu khả năng tiếp cận các tiện nghi cơ bản cần thiết để nhận được các cảnh báo này do gặp phải vấn đề như: Sự cố mất điện, không có điều kiện truy cập tivi và loa đài, kiến thức hạn hẹp khi truy cập sử dụng những trang web cảnh báo lũ khẩn cấp. Các phương thức khác như còi báo động và loa phóng thanh cũng được sử dụng để tiếp cận những người dễ bị tổn thương có thu nhập thấp nhằm khắc phục các hạn chế của phương tiện truyền thông. Nghiên cứu này giới thiệu thêm 1 công nghệ giúp truyền tải thông tin đến người dân bị ảnh hưởng. Công nghệ web giúp cho người dùng Internet có thể tiếp cận thông tin cũng như các bản đồ GIS một cách dễ dàng mà không cần phải cài đặt các phần mềm trên máy tính như trước đây. Ngoài ra, với độ phủ internet và điện thoại thông minh rộng rãi ở Việt Nam như hiện nay, việc xây dựng các ứng dụng di động hay nền tảng WebGIS phục vụ công tác cảnh báo lũ cho cộng đồng sẽ giúp cho người dân có thể dễ dàng truy cập các thông tin cảnh báo lũ bằng máy tính hoặc

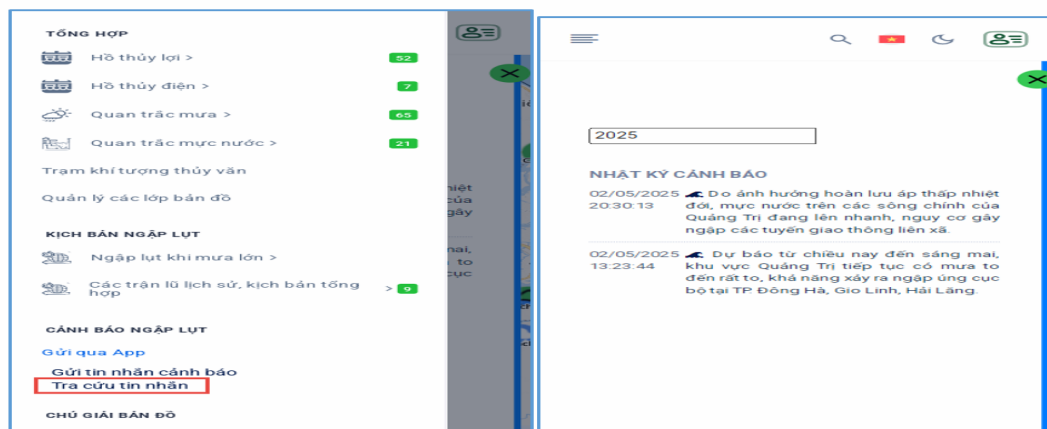


Hình 9. Thống kê đối tượng bị ảnh hưởng ngập lụt

điện thoại thông minh có kết nối 3G hoặc 4G. Người dân cũng có thể nhận được các thông báo và cảnh báo lũ thông qua các ứng dụng web dành cho thiết bị di động (Web Mobile), cụ thể là giải pháp Responsive Web Design cho phép xây dựng trang web có thể hiển thị tốt trên nhiều kích thước màn hình khác nhau bằng cách sử dụng CSS Media Queries. Chức năng tạo thông báo đẩy thông tin cảnh báo ngập lụt từ Hệ thống WebGIS đến phần mềm cảnh báo ngập lụt được bổ sung vào giải pháp. Quy trình xây dựng và đóng gói như sau: 1) Xác định yêu cầu và lập kế hoạch: Giao diện hiển thị nội dung web, chức năng gửi/nhận thông báo; lựa chọn phát triển ứng dụng native; 2) Phát triển ứng dụng với WebView; 3) Tích hợp giải pháp Push Message gồm có 4 bước sau: Bước 1, lựa chọn dịch vụ Push Notification, trên hệ điều hành Android sử dụng Firebase Cloud Messaging (FCM), trên hệ điều hành iOS sử dụng Apple Push Notification Service; bước 2, cấu hình dịch vụ như tạo tài khoản, thêm SDK Firebase, nhận API key, Sender ID và cấu hình cần thiết trong dự án; bước 3, tích hợp thư viện và lập trình xử lý thông báo; bước 4, kiểm tra chức năng Push Message; 4) Đóng gói và phân phối ứng dụng: Kết quả phần mềm hoạt động được thể hiện ở hình 10 và kết quả tra cứu thông tin cảnh báo được trình bày ở hình 11.



Hình 10. Gửi thông tin cảnh báo ngập lụt



Hình 11. Tra cứu thông tin cảnh báo

4. KẾT LUẬN

Với đặc thù là khu vực nằm trong vùng thường xuyên xảy ra bão lũ và ngập lụt diện rộng, cộng với các hiện tượng thời tiết đặc thù như: Bão, KKL, dải hội tụ nhiệt đới và ATNĐ, cùng với những tác động phức hợp của biến đổi khí hậu, đang làm gia tăng nguy cơ xảy ra mưa lớn và lũ lụt nghiêm trọng. Công nghệ cảnh báo được phát triển trong nghiên cứu này không chỉ giúp dự đoán chính xác hơn tình hình ngập lụt, mà còn hỗ trợ hiệu quả trong công tác PCTT giúp giảm thiểu thiệt hại đối với người cũng như tài sản. Công nghệ tính toán sử dụng thuật toán cây quyết định và nội suy bản đồ ngập lụt một cách nhanh chóng dựa trên số liệu đầu vào được tính sẵn các kịch bản ngập lụt là giải pháp hiệu quả khắc phục được những hạn chế về

công nghệ trong công tác dự báo cảnh báo lũ và ngập lụt. Nghiên cứu đã đưa ra giải pháp đồng hóa dữ liệu, tích hợp các mô hình tạo nên một phần mềm cảnh báo, dự báo lũ có thể đáp ứng tốt trong công tác tác nghiệp cảnh báo lũ và ngập lụt. Công nghệ được phát triển dựa trên tính toán có độ chính xác cao và dữ liệu sẵn sàng giúp người tác nghiệp dễ dàng và thuận tiện không đòi hỏi kỹ năng chuyên gia mô hình toán. Công nghệ tích hợp được các nguồn dữ liệu sẵn có trên thế giới tạo điều kiện tham khảo trong công tác PCTT. Công nghệ truyền dữ liệu trên trang web đến các máy điện thoại thông minh cũng là điều kiện tốt để người trong vùng xảy ra thiên tai có các thông tin cảnh báo ngập lụt kịp thời giúp ứng phó thiên tai hiệu quả hơn.

Công nghệ này hỗ trợ đưa ra kết quả tính toán dự báo một cách nhanh chóng cho cơ quan PCTT để cơ quan này cảnh báo đến những đối tượng bị ảnh hưởng (truyền tin bằng công nghệ truyền tin). Cần lưu ý rằng, độ chính xác của kết quả tính toán dự báo phụ thuộc vào mức độ chi tiết của dữ liệu đầu vào của các mô hình, việc hiệu chỉnh bộ thông số để tạo ra các kịch bản cho CSDL. Các phần mềm cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống sông tỉnh Quảng Trị cần được cập nhật định kỳ, hiệu chỉnh bộ thông số phù hợp khi có sự thay đổi về điều kiện địa hình và các yếu tố khí hậu trên lưu vực.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ về kinh phí và dữ liệu của đề tài khoa học, công nghệ cấp Quốc gia “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến xây dựng hệ thống cảnh báo sớm rủi ro thiên tai lũ, ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận”, mã số ĐTDL.CN-81/22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Đức Long, Đặng Thanh Mai, Phùng Tiến Dũng (2014). Giới thiệu phần mềm hỗ trợ ra bản tin cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 8, 56 - 60.
2. Đặng Thanh Mai (2016). Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho các sông chính ở Bình Định và Khánh Hòa. Báo cáo Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Trần Cảnh Dương (2018). Nghiên cứu xây dựng phần mềm hỗ trợ dự báo, cảnh báo cấp độ rủi ro do bão và áp thấp nhiệt đới tại khu vực Bắc Trung bộ. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*, 22, 53 - 60.
4. Trung tâm Thiên tai Thái Bình Dương - PDC (2015). Mô hình lũ lụt và xây dựng năng lực cảnh báo sớm ở Việt Nam - Giai đoạn II. Dự án hỗ trợ phát triển 2015.
5. Lương Hữu Dũng, Lê Quốc Huy, Phan Văn Thành, Văn Thị Hằng, Trần Thanh Thủy, Nguyễn Văn Đại (2024). Ứng dụng mô hình HEC-RAS mô phỏng ngập lụt cho hạ lưu sông Ba. *Tạp chí Khoa*

học Biển đổi khí hậu, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu, 30, 65 - 76.

6. Phạm Văn Chiến, Nguyễn Hoàng Bách (2024). Mô hình bộ nhớ dài – ngắn LSTM cho mô phỏng dòng chảy lưu vực sông Thu Bồn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, 83, 103 - 111.

7. World Bank (2020). Strengthening Early Warning Systems in Vietnam. <https://blogs.worldbank.org/en/eastasiapacific/resilient-shores-risks-and-opportunities-vietnams-coastal-development>.

8. UNDP Vietnam (2021). Community-based flood early warning systems https://www.carecprogram.org/uploads/3a.ClimateInfo_EWS-and-Early-Action-in-Central-Asia_30-Aug.pdf.

9. Nguyễn Thị Ngọc Nhân, Nguyễn Thị Thu Huyền, Vũ Đình Cường (2024). Báo cáo nội dung chuyên đề số 2.1 “Nghiên cứu, xây dựng mô hình thủy văn mô phỏng lũ cho các lưu vực sông khu vực nghiên cứu” thuộc đề tài cấp Quốc gia “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến xây dựng hệ thống cảnh báo sớm rủi ro thiên tai lũ, ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận” mã số 81/22-ĐTDL.CN. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2023 - 2025.

10. Nguyễn Thị Ngọc Nhân, Vũ Đình Cường, Trần Thị Ngọc Bích (2024). Báo cáo nội dung chuyên đề số 2.2 “Nghiên cứu xây dựng mô hình tính toán điều tiết lũ các hồ chứa chính trên các lưu vực sông tỉnh Quảng Trị” thuộc đề tài cấp Quốc gia “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến xây dựng hệ thống cảnh báo sớm rủi ro thiên tai lũ, ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận” mã số 81/22-ĐTDL.CN. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2023 - 2025.

11. Vũ Đình Cường, Nguyễn Thị Thu Huyền, Trần Thị Ngọc Bích (2024). Báo cáo nội dung chuyên đề số 2.4 “Nghiên cứu xây dựng mô hình thủy lực MIKE FLOOD (kết nối mô hình MIKE11 và MIKE21) mô phỏng lũ trên sông và ngập lụt trên lưu vực” thuộc đề tài cấp Quốc gia “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến xây dựng hệ thống cảnh báo sớm rủi ro thiên tai lũ, ngập lụt cho tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận” mã số 81/22-ĐTDL.CN. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2023 - 2025.

**FLOOD FORECASTING AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR BUILDING AN EARLY
FLOOD WARNING SYSTEM FOR QUANG TRI PROVINCE AND VICINITY AREAS**

Nguyen Thanh Hung¹, Vu Dinh Cuong¹,

Trieu Quang Quan¹, Nguyen Anh Hung²

¹ Key laboratory of river and coastal engineering, Vietnam Academy for Water Resources

² Center for water resources software, Vietnam Academy for Water Resources

Abstract

The article presents the construction of a decision support software system serving the flood and inundation early warning system for Quang Tri province and neighboring areas, aiming to improve disaster response capacity. The system applies hydrological and hydraulic mathematical models (MIKE NAM, HEC-ResSim, MIKE11, MIKE Flood) to simulate 282 flood scenarios combined from weather patterns and reservoir operating conditions, water level information on the river system, tide level at estuaries. The warning software uses a decision tree algorithm to interpolate flood maps from rainfall forecast data, water levels on the river system, reservoirs and estuary tides. The software is a tool to support forecasting results quickly for forecasters to overcome the limitations of model calculation time. The software has pre-calculated a combination of scenarios, thereby overcoming the limitations of mathematical modeling expertise of operators in disaster prevention and control work. In addition, the technology of transmitting warning messages via WebGIS platform and mobile applications helps people easily access warning information via the Internet and smartphones in severe flood conditions, helping to respond to natural disasters more effectively.

Keywords: *Quang Tri, flood warning software, communication software.*

Ngày nhận bài: 20/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 02/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 22/7/2025

Ngày duyệt đăng: 9/10/2025