

# XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHẦN MỀM HỖ TRỢ CÔNG TÁC ỨNG PHÓ LŨ LỤT TẠI QUẢNG NAM DỰA TRÊN CÔNG NGHỆ WEBGIS

*(BUILDING DATABASE AND SOFTWARE SUPPORTING THE FLOOD RESPONSE  
IN QUANG NAM PROVINCE BASED ON WEBGIS)*

*Bùi Tá Long<sup>2</sup>, Đinh Phùng Bảo<sup>1</sup>, Cao Duy Trường<sup>3</sup>  
Lê Thị Hiền<sup>2</sup>, Đặng Thị Ly Ly<sup>2</sup>, Đỗ Phương Linh<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ*

*<sup>2</sup>Viện Môi trường và tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh*

*<sup>3</sup>Trường đại học Tài nguyên và môi trường TP. Hồ Chí Minh*

**Abstract:** *The flood warning systems and disaster mitigation in Vietnam are often lack flexibility and difficult to access with multiple user groups. One reason is that the data for flood prevention has not been integrated with other spatial data such as GIS, besides the flood forecasting results by Mike11 and Mike 21 have not been publicly on the www to serve those who make decisions. In this work the authors developed a system of flood information on the Web, which allows integration of data related to flood prevention, integrated results from Mike11, Mike21. E-Flood model proposed in this work based on WebGIS is an integrated system based on a database, results from Mike are displayed on maps and flood runoff in the basin. The rights authorization for different user groups can be accessed from the WWW, and they can analyze online information on the flooding situation by using a number of GIS functions. E-Flood System (Flood management software based on WebGIS technology for Quang Nam province) initially applied to the province of Quang Nam with interactive analysis tools and mapping technology, uses the system of client/server gives users access to detailed spatial data related to flooding. The online tool will create favorable conditions for adaptation, mitigation of damage due to flooding.*

**Keywords:** *WebGIS, flood, MIKE, Quang Nam province.*

## 1. MỞ ĐẦU

Ngập lụt là một hiện tượng tai biến thiên nhiên, kết quả của quá trình tập trung nước với khối lượng lớn và tràn vào các vùng địa hình thấp, gây ngập lụt trên diện rộng, không chỉ gây tổn hại nặng nề về người và của ở thời điểm đó mà còn tác động tiêu cực rất lâu dài đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống và các hoạt động kinh tế xã hội con người. Nghiên cứu các giải pháp phòng lũ lụt được nhiều quốc gia quan tâm và hướng tiếp cận là sự kết hợp giữa giải pháp công trình và phi công trình. Giải pháp công trình thường được sử dụng là xây dựng các hồ chứa, đê điều, cải tạo lòng sông... Các giải pháp phi công trình là trồng rừng, bảo vệ rừng; xây dựng và vận hành các phương án phòng tránh lũ và di dân lúc cần thiết khi có thông tin dự báo và cảnh báo chính xác. Việc xây dựng hệ thống cảnh báo và ứng phó làm giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt là một biện pháp rất cần thiết có thể giảm thiểu tối đa thiệt hại về người và tài sản.

Quảng Nam là một tỉnh ven biển thuộc vùng phát triển kinh tế trọng điểm miền Trung. Phía Bắc giáp thành phố Đà Nẵng; phía Đông giáp biển Đông với trên 125 km bờ biển; phía Nam giáp tỉnh Quảng Ngãi; phía Tây giáp tỉnh Kon Tum và nước Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào. Địa hình tỉnh Quảng Nam tương đối phức tạp, thấp dần từ Tây sang Đông, hình thành 3

vùng sinh thái: vùng núi cao, vùng trung du, vùng đồng bằng và ven biển; mặt khác bị chia cắt theo các lưu vực sông Vu Gia, Thu Bồn, Tam Kỳ,... đã tạo nên các tiểu vùng có những nét đặc thù như:

- Vùng đồng bằng nhỏ, hẹp thuộc hạ lưu các sông Vu Gia, Thu Bồn, Tam Kỳ, được phù sa bồi đắp hàng năm, nhân dân có truyền thống thâm canh lúa nước và cây công nghiệp ngắn ngày, cây thực phẩm.

- Vùng ven biển đa phần là đất cát, sản xuất chủ yếu là hoa màu, trồng rừng chống cát bay, nuôi trồng và đánh bắt hải sản,... Trong quá trình công nghiệp hoá thì vùng này có lợi thế về mặt bằng xây dựng thuận lợi, gần các sân bay, bến cảng, các hệ thống giao thông đường bộ, đường sắt và lưới điện quốc gia.

Hiện tại, trong công tác quản lý lũ lụt, việc đưa ra các chương trình phòng ngừa, ứng phó khi có lũ xảy ra còn nhiều bất cập do thiếu thông tin, thiếu sự liên kết giữa các ngành và đặc biệt là thiếu các công cụ hỗ trợ. Với kỹ thuật GPS, GIS, viễn thám và mô hình càng ngày càng có rất nhiều ứng dụng thực tế cụ thể trong nhiều lĩnh vực. Trong lĩnh vực phòng chống thiên tai do lũ lụt, công nghệ tích hợp viễn thám, GIS và mô hình được coi như một công nghệ có nhiều triển vọng giúp theo dõi những biến động của môi trường theo thời gian, phát hiện kịp thời những ảnh hưởng bất lợi của các hiện tượng thiên nhiên và tác động của con người lên môi trường: lũ lụt, phát hiện cháy rừng, nghiên cứu động đất... và thành lập bản đồ chuyên đề (đặc biệt là các bản đồ biến động môi trường). Trong thành lập bản đồ ngập lụt, công cụ tích hợp viễn thám, GIS và mô hình mô phỏng cung cấp thông tin bao quát trên diện rộng, chi phí lại thấp, giảm bớt được một khối lượng lớn công việc mà trước đây khi xây dựng bản đồ lũ phải đo đạc, quan trắc và khảo sát thực địa nhưng kết quả lại không cao.

Vì vậy việc sử dụng các thông tin viễn thám tích hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS), hệ thống định vị toàn cầu (GPS) cùng với các quan trắc thu được từ bề mặt và ứng dụng mô hình MIKE mô phỏng nhằm đáp ứng khách quan và đa dạng phục vụ công tác lập bản đồ chuyên đề quản lý lũ lụt là việc làm cần thiết.

## 2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

Nghiên cứu ở đây tập trung vào ứng dụng công nghệ thông tin trong bài toán khí tượng thủy văn và phòng chống thiên tai nên phần dưới đây tổng quan một số nghiên cứu trong ngoài nước gắn với hướng nghiên cứu này ([1] – [7]).

Trong [2] tập trung nghiên cứu các nhân tố hình thành và đặc điểm lũ ở hệ thống lưu vực sông Vệ - Trà Khúc làm cơ sở cho việc Xây dựng công nghệ dự báo lũ lớn và cảnh báo ngập lụt hệ thống sông Vệ - Trà Khúc. Trong công trình này đã sử dụng mô hình HEC – HMS để dự báo lũ do mưa về Sơn Giang (sông Trà Khúc) và An Chỉ (sông Vệ). Kết quả tính toán từ HEC được chuyển qua GIS để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt làm cơ sở cho cảnh báo ngập lụt vùng hạ du.

Sản phẩm trong công trình [9] là phần mềm HYDPRODB 1.0 giúp xử lý số liệu thủy văn vùng sông không ảnh hưởng thủy triều. Kết quả chính của đề tài gồm: phân tích, thiết kế hệ thống xử lý số liệu thủy văn, xây dựng phần mềm, nhập liệu và kiểm tra hệ thống.

Trong công trình [3], [4], [5] đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ Web GIS trong công tác quản lý môi trường. Hệ thống thông tin môi trường được đề xuất trong công trình [3] được đặt tên là WINSCAN. WINSCAN là một hệ thống thông tin môi trường để lưu trữ, quản lý và phân tích các thông tin môi trường và các dữ liệu liên quan tới thành phố Cần Thơ. Mục đích

của WINSCAN là nhằm cung cấp các thông tin môi trường cần thiết cho các nhà quản lý dự án môi trường hay các nhà nghiên cứu, các đơn vị và cơ quan pháp chế. Phần mềm WINSCAN bao gồm một số module chính như sau: module quản lý số liệu quan trắc môi trường: quản lý tất cả các số liệu liên quan tới quan trắc môi trường như quan trắc môi trường không khí, nước mặt, nước ngầm, nước thải, khí thải; module báo cáo kết quả quan trắc môi trường: tự động xuất các báo cáo thống kê số liệu quan trắc theo các tiêu chí khác nhau; module quản lý doanh nghiệp: quản lý các doanh nghiệp, tình hình sản xuất, tình hình sử dụng tài nguyên, hoá chất, nhiên liệu; module báo cáo tình hình doanh nghiệp: kết xuất các báo cáo về tình hình xả thải của các doanh nghiệp, tình hình xả thải vượt tiêu chuẩn Việt Nam của các doanh nghiệp; module quản lý tin tức: quản lý tin tức về quản lý môi trường, tình hình tự nhiên, kinh tế chính trị, xã hội, các qui định nhà nước về môi trường, các thông tin về quản lý môi trường; module quản lý phân quyền: quản lý các đối tượng tham gia sử dụng hệ thống, phân cấp quyền hạn sử dụng.

Nghiên cứu trong [6](Mô hình thủy văn thời gian thực dự báo lũ bằng cách sử dụng GIS và WWW) tìm cách khắc phục một số hạn chế hiện tại của các mô hình thủy văn thời gian thực được sử dụng dự báo lũ. Câu trả lời là cần phải ứng dụng ứng dụng GIS với công nghệ internet trực tuyến. Trong công trình đã phát triển của một hệ thống mô hình thủy văn dựa trên Web cho phép tích hợp xử lý dữ liệu mưa từ một hệ thống mạng quan trắc không dây. Mô hình phân phối không gian trên nền tảng GIS được tích hợp trên cơ sở dữ liệu vào, gắn với thời gian thực giúp sinh ra dữ liệu thủy văn và chảy tràn trên các lưu vực. Các dữ liệu có thể được truy cập từ bất kỳ giao diện WWW nào, và họ có thể phân tích trực tuyến bằng cách sử dụng một số chức năng của GIS. Bài báo cho phép thảo luận về tiềm năng sử dụng hệ thống với giao diện đầu ra được thiết kế riêng cung cấp cho người dùng thông tin về thủy văn theo thời gian thực, hỗ trợ ra quyết định khẩn cấp. Thay vì thảo luận về sự phát triển trong việc mô hình hóa thủy văn để giảm thiểu mối nguy hiểm từ lũ, bài viết này tập trung vào việc phát triển giao diện phần mềm với người dùng.

Công trình [7] là một công trình điển hình nghiên cứu ứng dụng công nghệ WebGis trong ngành khí tượng thủy văn. Với nhan đề “Một hệ thống trên nền tảng WebGIS dự báo lượng mưa chảy tràn và đánh giá tài nguyên nước thời gian thực cho Bắc Kinh “ một hệ thống trên nền tảng WebGIS được thiết kế để dự báo lượng mưa, dòng chảy và đánh giá các nguồn tài nguyên nước trong chế độ thời gian thực cho Bắc Kinh đã được phát triển với mục tiêu hỗ trợ việc ra quyết định dựa trên khoa học giải quyết tình trạng thiếu nước cũng như giảm thiểu các mối đe dọa ngập lụt đô thị trong thành phố. Hệ thống này thông qua một cấu trúc browse server (B/S) và kết hợp các mô hình thủy văn phân tán và kỹ thuật WebGIS. Trong hệ thống này, một mô hình thủy văn phân tán của Bắc Kinh được tích hợp trên lưới kích thước của 1 km x 1 km và phủ toàn thành phố với diện tích 16.400 km<sup>2</sup> đã được phát triển và kiểm chứng. Mô hình này sử dụng phương pháp đường cong lượng mưa-dòng chảy đơn giản, để dự đoán dòng chảy, cũng như các phương pháp tiếp cận dự báo lượng mưa, bốc hơi, dòng chảy dưới bề mặt và bổ cập nước ngầm. Ngoài ra, một khung cho việc đánh giá trong chế độ thời gian thực giúp đánh giá tài nguyên nước dựa trên các trạm giám sát thủy văn và mô hình phân tán được thành lập. Cuối cùng, một hệ thống WebGIS dựa trên cơ sở dữ liệu lượng mưa, tính toán dòng chảy và đánh giá tài nguyên nước trong chế độ thời gian thực cho Bắc Kinh đã được phát triển trên nền tảng tích hợp cơ sở dữ liệu, các mô hình chuyên sâu và các kỹ thuật WebGIS.

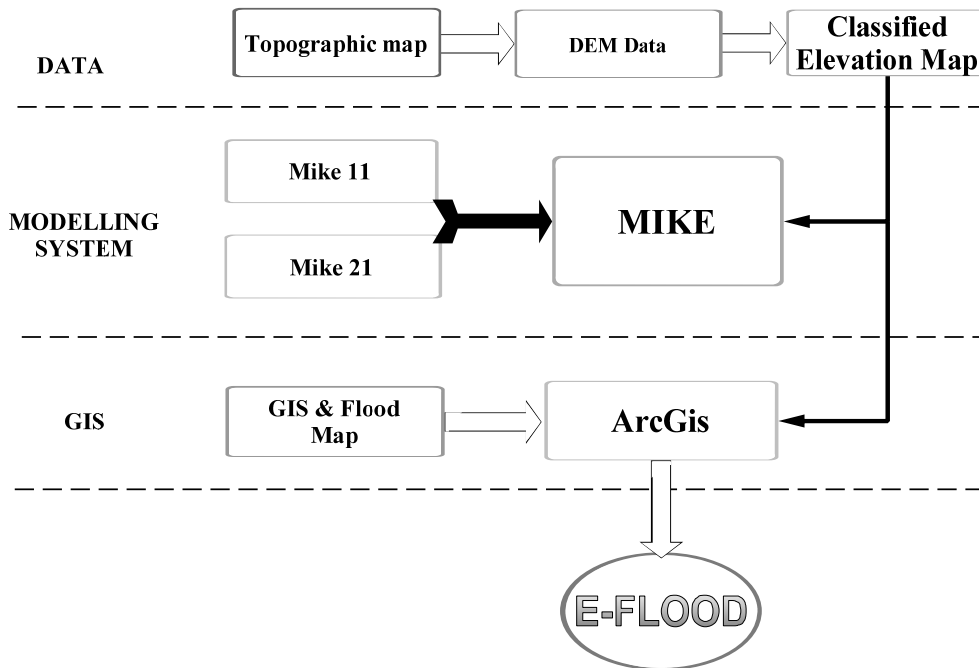
### 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Nghiên cứu này sử dụng cách tiếp cận được trình bày trong công trình [1] . Khái niệm

trọng tâm trong cách tiếp cận này là hệ thống thông tin – mô hình môi trường. Theo [1] hệ thống thông tin môi trường (Environmental Information System - EIS) được xây dựng để tích hợp các loại thông tin môi trường khác nhau. Nếu EIS được kết hợp với mô hình (model) thì khi đó hệ này được gọi là các Hệ thống thông tin - mô hình (Environmental Information – Model System viết tắt là EIMS). Sự ra đời và phát triển mạnh mẽ của GIS đã mở đường cho nhiều ứng dụng GIS trong nhiều lĩnh vực, trong đó có EIMS. Việc gắn số liệu đo đạc với bản đồ số và các mô hình tạo thành một hệ thống gọi là GIMS (Geographical Information Monitoring System) để phân biệt với thuật ngữ quen thuộc là GIS. Một trong những chức năng quan trọng của GIMS là khả năng dự báo tình trạng môi trường dưới những tác động do hoạt động kinh tế của con người. Tùy thuộc vào loại mô hình và mục tiêu sử dụng của mô hình mà cấu trúc của GIMS và CSDL của chúng sẽ khác nhau. GIMS là sự kết hợp GIS, ngân hàng dữ liệu và tri thức (các hệ thống chuyên gia). GIMS được phát triển trong nghiên cứu này hướng tới giải quyết bài toán đánh giá mức độ, phạm vi ngập nước do mưa lũ. Từ phân tổng quan tài liệu ở trên có thể khẳng định đây là một hướng đi tương đối mới. Đặc biệt việc tích hợp giữa CSDL mưa, lũ, lụt với mô hình Mike11, Mike21 trên nền WebGIS là nghiên cứu mới ở Việt Nam cũng như trên thế giới.

Hệ thống thông tin – mô hình E-Flood được đề xuất trong nghiên cứu này gồm các các module chính như sau:

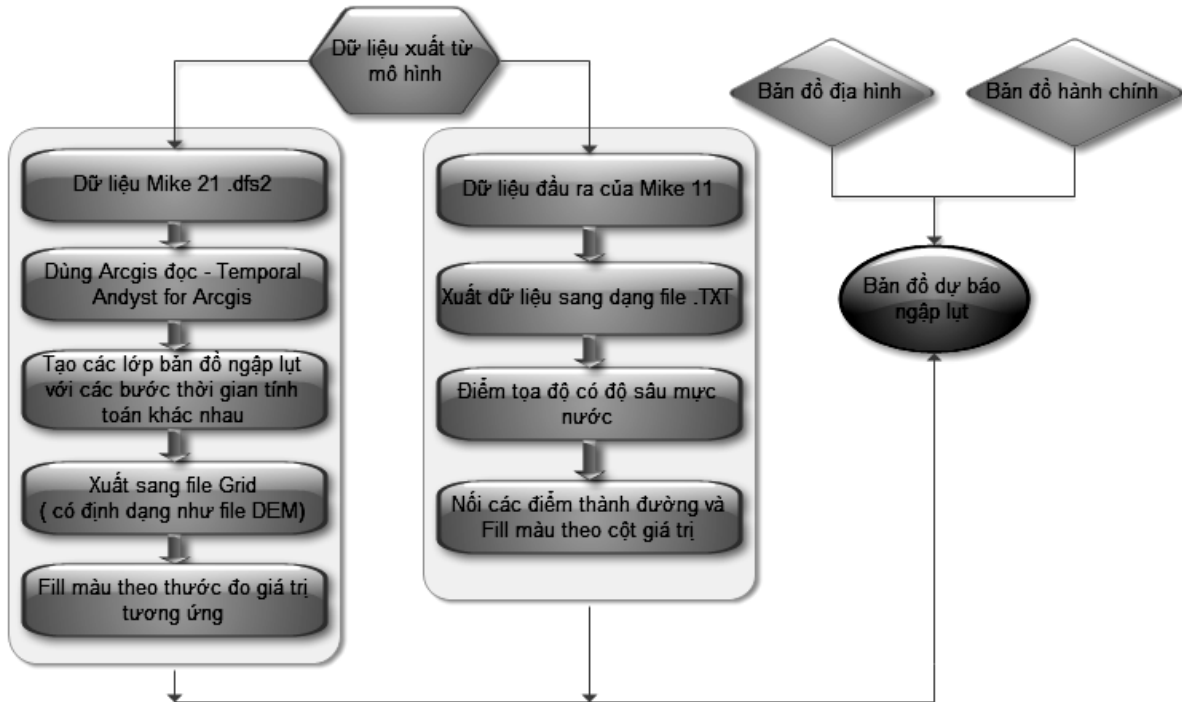
- Ngân hàng CSDL bản đồ số các đối tượng được nghiên cứu trong đề tài này gồm dữ liệu hành chính, DEM, dữ liệu trạm khí tượng, thủy văn, đo mưa và dữ liệu tính toán mô phỏng tích hợp MIKE (Hình 1).
- Module kết nối kết quả tính toán MIKE11, 21 với GIS và hiển thị trên nền Web (Hình 1).
- Module quản lý thông tin về PCLB và tìm kiếm cứu nạn.



Hình 1. Mối liên hệ giữa dữ liệu, GIS và mô hình Mike trong E-Flood

### 3.1. Sơ đồ kết nối dữ liệu giữa ArcGIS và mô hình Mike

E-Flood cho phép hiển thị kết quả xuất ra từ Mike11 và Mike21 HD cho nên việc xử lý kết quả tính toán sang bản đồ cần ứng dụng phần mềm ArcGIS. Các bước xử lý này được thể hiện trên Hình 2.

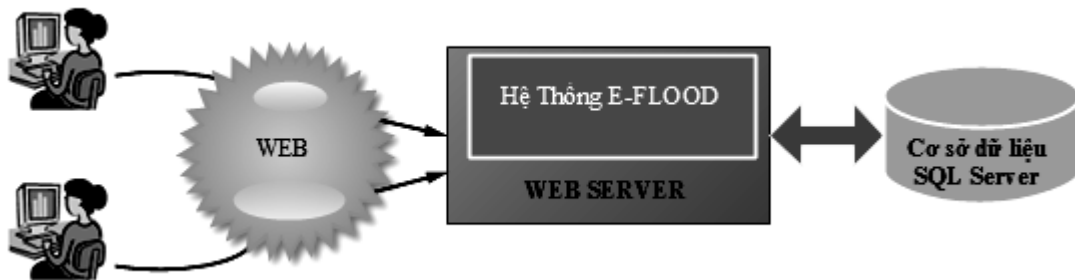


Hình 2. Các bước xử lý kết quả tính toán từ Mike11, Mike21 sang E-Flood

### 3.2. Công nghệ được sử dụng

Hệ thống E\_FLOOD được thiết kế và xây dựng dựa trên: Quyết định số 06/2007/QĐ-BTNMT ngày 27/02/2007 Về việc ban hành Quy định áp dụng chuẩn thông tin địa lý cơ sở quốc gia và thông tư số 30/2009/TT-BTNMT Ngày 31 tháng 12 năm 2009 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường thông tư quy định về quy trình và định mức kinh tế - kỹ thuật xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường. Công nghệ được sử dụng là Geodatabase và lập trình DotNetFrameWork và lập trình hướng web.

## 4. MÔ HÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA E-FLOOD



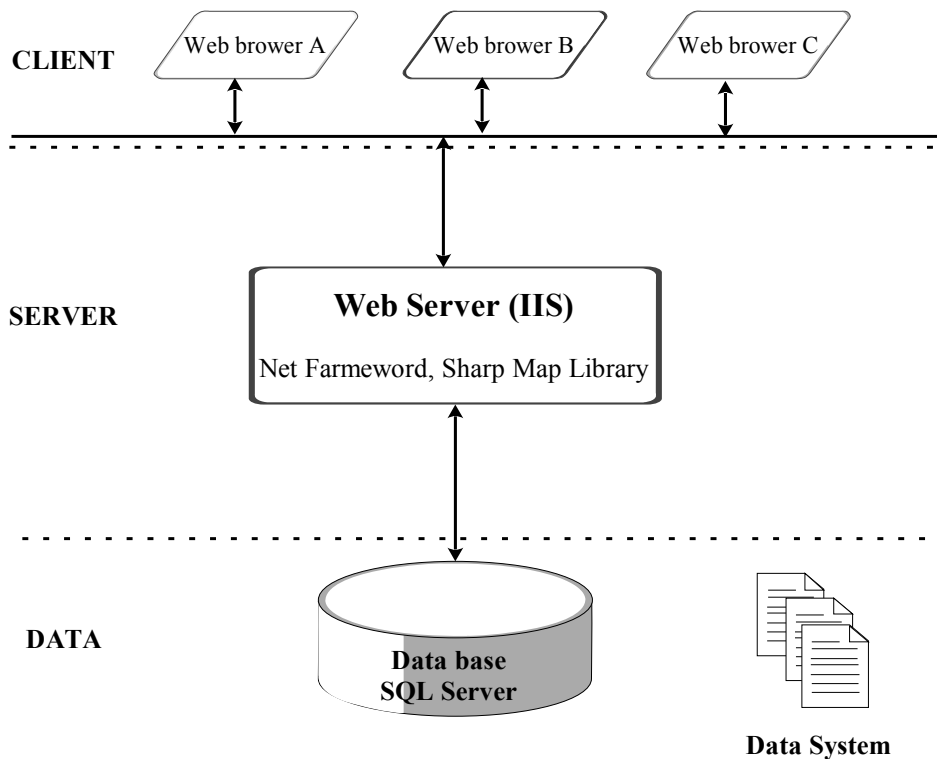
Hình 3. Mô hình hoạt động của hệ thống E- FLOOD

Hệ thống E-FLOOD là một hệ thống thông tin lưu trữ, xử lý thông tin môi trường có tích hợp hệ thống thông tin địa lý nhằm trực quan hóa cách thức biểu diễn. Về nguyên tắc, bất kỳ công nghệ xây dựng phần mềm cũng có thể được ứng dụng để xây dựng phần mềm này như Java, .NET... Nhóm thực hiện đề tài chọn giải pháp công nghệ *DotNetFrameWork* và *Geodatabase, SQL Server* và lập trình hướng web vì giải pháp này có nhiều ưu điểm như sau:

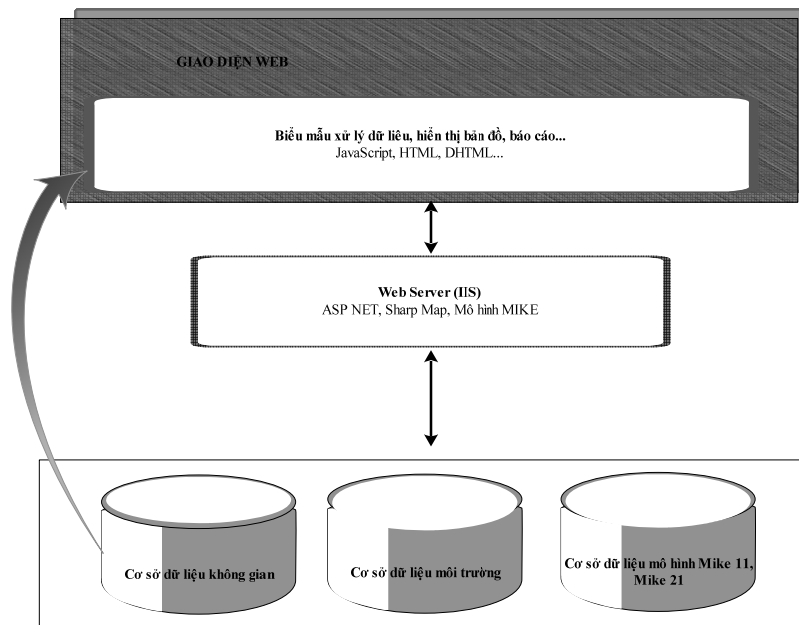
Môi trường phát triển phần mềm thân thiện dễ sử dụng. Do đó sau khi phần mềm được hoàn chỉnh, việc chuyển giao công nghệ và bảo trì sẽ dễ dàng hơn rất nhiều so với các công nghệ khác như JAVA.

Tất cả các thông tin về môi trường, thông tin về địa lý... đều được tích hợp vào cơ sở dữ liệu. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu được chọn là SQL Server. Trước mắt, khi dữ liệu ít (<10 GB), đề tài sử dụng phiên bản Express, đây là phiên bản miễn phí nhưng gần như đầy đủ sức mạnh của một hệ quản trị cơ sở dữ liệu, đáp ứng được yêu cầu về lưu trữ và xử lý dữ liệu của đề tài. Nếu theo thời gian, dữ liệu có phình to ra (>10GB), có thể chuyển sang sử dụng bản thương mại mà không tốn bất kỳ chi phí lập trình nào.

Ngoài ra hệ thống E-FLOOD được xây dựng theo mô hình hướng web. Hệ thống cho phép đa người dùng truy xuất đồng thời trên nền web. Ngày nay, đa phần các chuyên viên, cán bộ nhà nước sử dụng máy tính và thao tác lướt web rất thành thạo. Do đó nếu một phần mềm được xây dựng theo mô hình hướng web sẽ giúp cho các cán bộ rất dễ tiếp cận. Và như vậy sẽ giảm thiểu nhiều thời gian, chi phí cho việc huấn luyện sử dụng. Bên cạnh đó các công ty, tổ chức chuyên về giải pháp máy chủ (hosting) như PA Việt Nam, Mắt bảo ... cung cấp những dịch vụ thuê máy chủ rất tốt với chi phí thấp. Sau khi hệ thống hoàn chỉnh, có thể thuê các dịch vụ này và cài đặt hệ thống E-FLOOD như một website. Điều này giúp cho việc triển khai hệ thống trên diện rộng diễn ra dễ dàng hơn.



Hình 4. Mô hình công nghệ 3 tầng hướng WEB

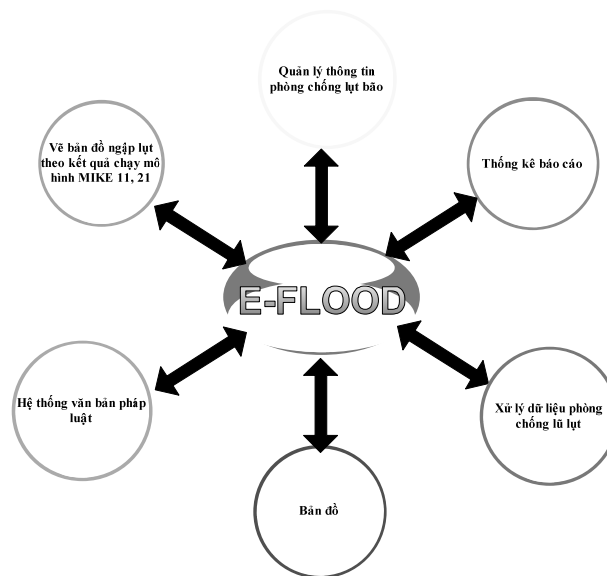


Hình 5. Mô hình 3 tầng chi tiết hóa công nghệ sử dụng và dữ liệu lưu trữ

Bên cạnh những ưu điểm trên, ngày nay khi dịch vụ web ngày càng phát triển, các trình duyệt hỗ trợ rất tốt việc hiển thị bằng các công nghệ javascript, html, dhtml... giúp cho việc hiển thị kết quả cho người dùng rất sống động, đẹp.

Riêng về công nghệ xử lý bản đồ, có nhiều phương pháp tiếp cận khác nhau. Đề tài chọn giải pháp mã nguồn mở vì dễ dùng, tiết kiệm chi phí và phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của đề tài đặt ra. Thư viện mã nguồn mở được sử dụng để xử lý bản đồ là thư viện Sharpmap (<http://sharpmap.codeplex.com/>).

## 5. MÔ TẢ TỔNG QUAN HỆ THỐNG E-FLOOD



Hình 6. Lược đồ chức năng hệ thống E-Flood

Hệ thống E-Flood gồm một số module chính như sau:

- Module quản lý phân quyền.

- Module xử lý kết quả tính toán từ Mike11 và Mike21. Bản đồ số trong E-Flood là một cấu trúc dữ liệu không gian được tổ chức phù hợp với mục tiêu nhiệm vụ, trên đó thể hiện các đối tượng được nghiên cứu như vị trí đo thủy văn, mưa thuộc mạng lưới quan trắc quốc gia trên lưu vực sông thuộc Quảng Nam.

- Module thông tin nghiệp vụ khí tượng, thủy văn.

Các chức năng của E-Flood được thể hiện trên Hình 7

### 5.1. Module quản lý phân quyền

Hệ thống F-Flood có phục vụ ba đối tượng người dùng chính:

#### Khách

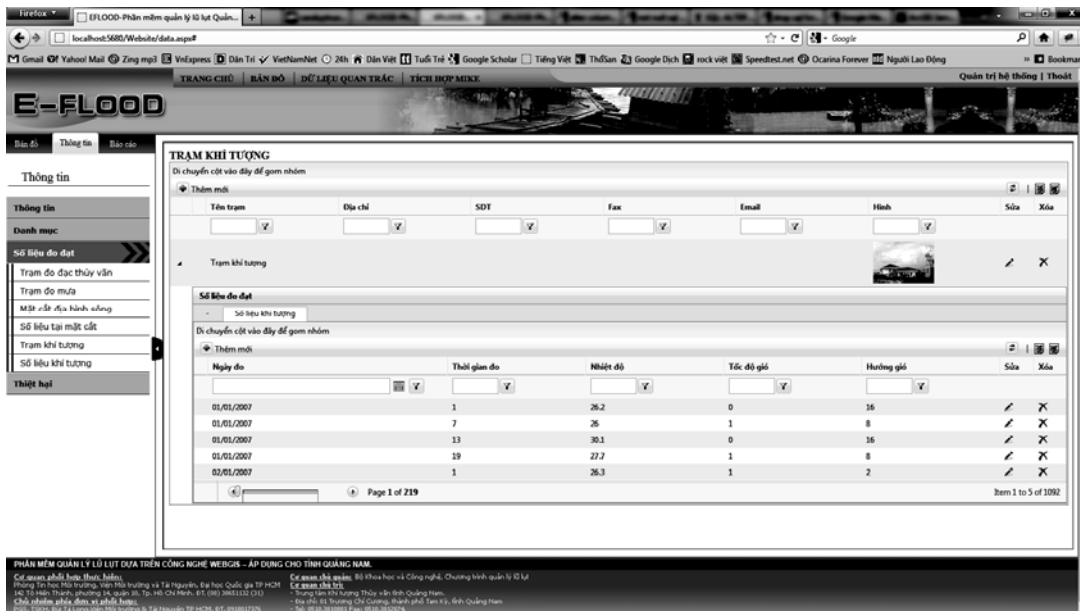
Người dùng bất kì được cung cấp các chức năng về thông tin, văn bản, chính sách môi trường thông thường được qui định bởi cơ quan có thẩm quyền.

#### Cán bộ

Từng nhân viên được chỉ định có quyền hạn và nghĩa vụ khi tham gia E-Flood. Nhóm này gồm những người có trách nhiệm cập nhật thông tin cho E-Flood như: số liệu quan trắc. Người này được cung cấp tất cả các chức năng của Khách (người dùng bất kì).

#### Quản trị (Admin)

Người quản trị hệ thống, chịu trách nhiệm về nội dung website. Admin được cung cấp tất cả các chức năng của cán bộ. Ngoài ra còn Admin được cung cấp các chức năng phục vụ việc quản lý tổ chức thông tin dữ liệu, tính đúng đắn về nội dung cho website.

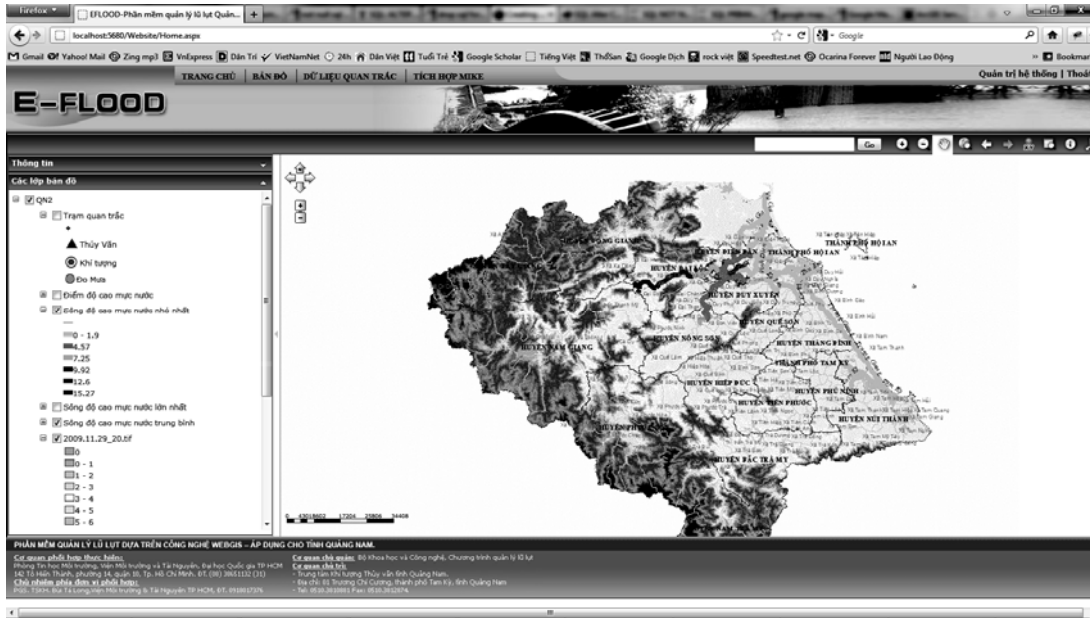


Hình 7. Giao diện quản lý dữ liệu trong E-Flood

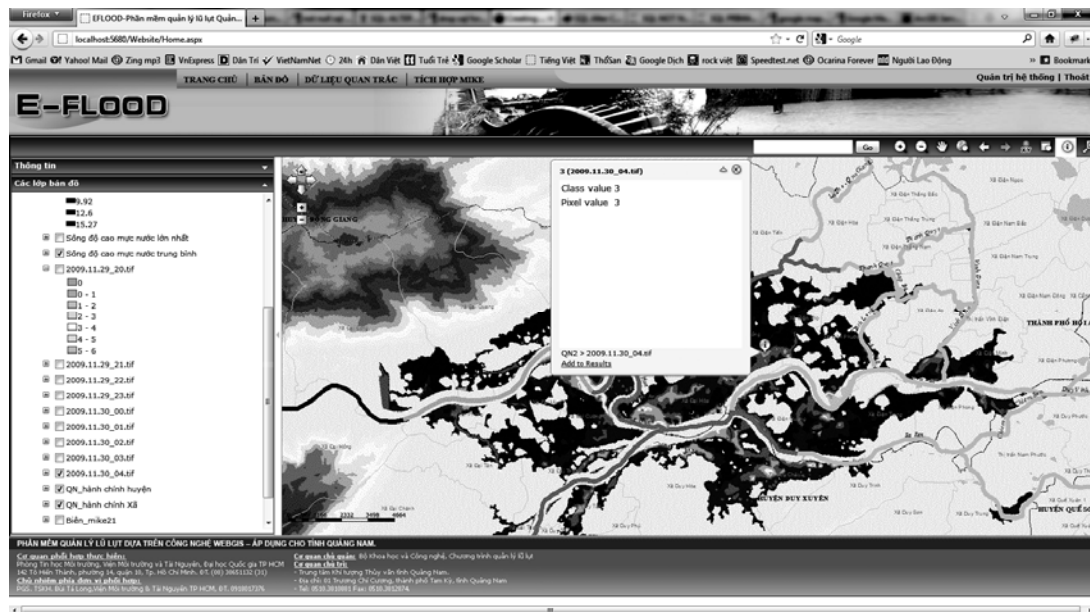


## 5.2. Cơ sở dữ liệu bản đồ số

Dữ liệu bản đồ số trong phần mềm E-FLOOD được kế thừa dữ liệu bản đồ đã được số hóa từ phần mềm GIS thông dụng là Mapinfo. Để xây dựng module quản lý bản đồ số trong E-Flood, các tác giả đã xây dựng module riêng sử dụng ngôn ngữ lập trình C # cho phép thực hiện các thao tác cơ bản đặc trưng của một hệ GIS như: phóng to-thu nhỏ, kích hoạt các đối tượng không gian theo điểm hay theo vùng, thêm-xóa-sửa các đối tượng không gian, thực hiện các phép chồng lớp thông tin giữa các đối tượng hay giữa các lớp thông tin.



Hình 8. Bản đồ hiển thị trong E-Flood



Hình 9. Hiển thị kết quả MIKE trong E-Flood

## 6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc quản lý lũ lụt trên nền tảng WebGIS là xu thế tất yếu bởi nó cho phép minh bạch và phân cấp quản lý toàn diện. Diễn biến ngập có thể được quan sát trực quan, nhanh chóng. Điều quan trọng là nó giúp cho các cấp lãnh đạo ra quyết định nhanh chóng, kịp thời và hạn chế được những thiệt hại do lũ lụt gây ra. Các nghiên cứu trên đang tiếp tục được hoàn thiện để có thể nhanh chóng đưa vào ứng dụng trong thực tiễn.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Bùi Tá Long (2006). Hệ thống thông tin môi trường. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 335 trang.
- [2]. Cao Đăng Dư (2007). Xây dựng công nghệ dự báo lũ lớn và cảnh báo ngập lụt hệ thống sông Vệ - Trà Khúc, thử nghiệm và chuyển giao công nghệ (đề tài nhánh Đề tài độc lập cấp nhà nước “Điều tra nghiên cứu và cảnh báo lũ lụt phục vụ phòng chống thiên tai ở các lưu vực sông miền Trung” năm 2003). Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học. Viện khoa học khí tượng thủy văn và môi trường. Hà Nội 2007. 114 trang.
- [3]. Bui Ta Long, Duong Ngoc Hieu, Luu Minh Tung, Developing environmental information system using Web GIS technology of a case study in the CanTho city, Vietnam. Proceedings of ACRS 2007, Malaysia, (2007).
- [4]. Bui Ta Long, Cao Duy Truong (2008). Application of Web GIS for display and integration of environmental quality information. Proceedings of 1 st international conference on environment and natural resources Hochiminh city, Vietnam, March 17-18, 2008, pp. 211 – 22. (2008).
- [5]. Bui Ta Long, Le Thi Quynh Ha, Ho Thi Ngoc Hieu, Luu Minh Tung (2004), Integration of GIS, Web technology and model for monitoring surface water quality of basin river: a case study of Huong river. Proceedings of International symposium on Geoinformatics for spatial – infrastructure development in earth and allied sciences, Pp. 299 – 304.
- [6]. W. Al-Sabhan, M. Mulligan, G.A. Blackburn (2003). A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the WWW, Computers, Environment and Urban Systems 27 (2003) 9–32.
- [7]. Yangwen Jia, Hongli Zhao, Cunwen Niu, Yunzhong Jiang, Hong Gan, Zhi Xing, Xueli Zhao, Zhixin Zhao (2009). A WebGIS-based system for rainfall-runoff prediction and real-time water resources assessment for Beijing. Computers & Geosciences 35 (2009) 1517–1528.