

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo chất lượng nước theo thời gian thực các sông Giá, Rế và Đa Độ trên địa bàn thành phố Hải Phòng

Trần Anh Phương<sup>1\*</sup>, Trần Thị Diệu Hằng<sup>1</sup>, Bùi Huyền Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Thủy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường;

phuongtran.monre@gmail.com; hangtd1001@gmail.com; linhlinh182096@gmail.com

<sup>2</sup> Trường Đại học Thủy lợi; thanhthuy.nguyen.wru@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: phuongtran.monre@gmail.com; Tel.: +84-961776683

Ban Biên tập nhận bài: 5/11/2022; Ngày phản biện xong: 23/12/2022; Ngày đăng bài: 25/12/2022

**Tóm tắt:** Giám sát và cảnh báo sớm ô nhiễm nguồn nước đóng vai trò rất quan trọng trong công tác phòng ngừa, ứng phó sự cố ô nhiễm. Các thông tin giám sát và cảnh báo sớm nếu được cung cấp thường xuyên theo thời gian thực sẽ giúp phát hiện sự cố ô nhiễm và đề ra các giải pháp ứng phó kịp thời. Trong bài báo này chúng tôi giới thiệu một hệ thống giám sát và cảnh báo sớm sự cố ô nhiễm nguồn nước được phát triển cho các sông Giá, Rế và Đa Độ trên địa bàn thành phố Hải Phòng. Hệ thống bao gồm phần cứng và phần mềm trong đó phần cứng là các thiết bị quan trắc, thu nhận và server lưu trữ và xử lý số liệu. Phần mềm là hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu, công cụ xử lý và phân tích dữ liệu, công cụ cảnh báo sự cố ô nhiễm và trang web cung cấp thông tin chất lượng nước trên nền tảng GIS. Hệ thống có khả năng cung cấp thông tin đầy đủ về hiện trạng chất lượng trên bản đồ trực tuyến bao gồm: Chất lượng nước từ các đo đạc định kỳ, chất lượng nước quan trắc từ các hệ thống giám sát theo thời gian thực, lưu lượng xả, chất lượng nước của các nguồn thải, thông tin người dùng cung cấp. Hệ thống được phát triển đã cung cấp những thông tin rất hữu ích cho các nhà quản lý và người dân trong công tác bảo vệ và kiểm soát ô nhiễm của thành phố Hải Phòng.

**Từ khóa:** Chất lượng nước; Ô nhiễm; Giám sát; WebGIS; Thời gian thực.

### 1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm nguồn nước được xác định là một trong những mối đe dọa chính với an ninh nguồn nước ở Việt Nam. Nước bị ô nhiễm có thể gây ra nhiều bệnh tật cho con người và động vật, từ đó ảnh hưởng đến vòng đời của hệ sinh thái [1]. Đặc biệt, trong những năm gần đây, gia tăng dân số, đô thị hóa và các hoạt động phát triển kinh tế thiếu kiểm soát đã làm gia tăng một lượng đáng kể tải lượng chất ô nhiễm phát thải ra môi trường nước. Trong khi đó, các hệ thống xử lý nước thải chưa được đầu tư đầy đủ và đồng bộ nên tỉ lệ nước thải không được xử lý còn chiếm một tỉ lệ lớn. Theo Bộ xây dựng, tỷ lệ xử lý nước thải ở các đô thị Việt Nam chỉ đạt khoảng 15% [2]. Đặc biệt, vấn đề ô nhiễm nguồn nước sẽ trở nên nghiêm trọng hơn nếu các sông bị ô nhiễm là nguồn cấp cho các nhà máy sản xuất nước sinh hoạt. Một số sự cố ô nhiễm xảy ra ở nước ta trong thời gian gần đây (chẳng hạn như sự cố ô nhiễm nước vào nhà máy nước sông Đà, Formosa) đã làm ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe và sinh hoạt của người dân. Điều này đặt ra yêu cầu cần có các giải pháp kiểm soát và bảo vệ nguồn nước cấp cho sinh hoạt một cách nghiêm ngặt.

Một trong những biện pháp hiệu quả để giảm thiểu rủi ro ô nhiễm nguồn nước là giám sát chặt chẽ diễn biến chất lượng nước theo không gian và thời gian. Nếu ô nhiễm nước được

phát hiện ở giai đoạn đầu, các biện pháp phù hợp có thể được thực hiện và có thể tránh được các sự cố ô nhiễm nghiêm trọng. Ngày nay, các giải pháp thông minh giám sát ô nhiễm nguồn nước ngày càng trở nên phổ biến với các tiến bộ trong công nghệ cảm biến, liên lạc và Internet vạn vật (IoT). Nhiều hệ thống giám sát và cảnh báo sớm ô nhiễm nguồn nước đã được thiết lập ở nhiều quốc gia. Chẳng hạn, [3] đã xây dựng mô hình chất lượng nước 2 chiều trên nền tảng MATLAB phục vụ dự báo và cảnh báo sớm chất lượng nước sự cố ô nhiễm cho các khu vực khai thác nước từ hồ chứa Tam Hiệp làm nước cấp sinh hoạt. [4] đã xây dựng khung cảnh báo sớm dựa vào GIS cho nước sạch nông thôn của Trung Quốc, trên cơ sở phân tích các thông số về sự biến đổi chất lượng nước theo không gian và thời gian. [5] đã xây dựng các chỉ số ảnh hưởng chính đến cảnh báo sớm chất lượng nước, thiết lập một hệ thống chỉ số cảnh báo sớm về an toàn cấp nước và đưa ra tiêu chuẩn phân loại cho đánh giá cảnh báo sớm an toàn nước cấp sử dụng phương pháp mô hình cảnh báo mờ dựa trên lý thuyết đánh giá mờ cho lưu vực sông Qingdao, Trung Quốc. Bang Pennsylvania, Mỹ đã xây dựng hệ thống cảnh báo sớm chất lượng nước trên lưu vực sông Susquehanna, nguồn cấp nước sinh hoạt cho một số thành phố thuộc bang này từ năm 2003. Hệ thống này được dựa trên kết hợp 9 trạm giám sát tự động, giám sát các thông số cơ bản như pH, độ đục, nhiệt độ, độ dẫn điện, DO, trong đó có 4 trạm đo thêm các thông số về hợp chất hữu cơ, với công cụ tính toán thời gian lan truyền của chất ô nhiễm trong sông từ nguồn thải đến điểm lấy nước [6]. Ở Việt Nam, quan trắc tự động trong môi trường đã được sử dụng để theo dõi và kiểm soát môi trường và đang dần dần trở nên phổ biến. Từ năm 2008, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã đầu tư xây mới 10 trạm quan trắc tự động chất lượng nước tại các lưu vực sông tại các tỉnh: Hà Nội, Bắc Ninh, Thái Nguyên, Bình Dương, Huế, Hà Nam, Lào Cai và Đắk Lắk. Ngày càng nhiều các nghiên cứu trong nước liên quan đến phát triển các hệ thống phần cứng và phần mềm phục vụ quan trắc chất lượng nước. Chẳng hạn, Trung tâm vi mạch Đà Nẵng đã phát triển trạm quan trắc môi trường nước bằng năng lượng mặt trời [7]. Công ty FarmTech phát triển hệ thống giám sát môi trường nông ngư nghiệp, cho phép người sử dụng kiểm soát chất lượng môi trường nuôi trồng thủy sản qua mạng Internet [8]. Trung tâm Phát triển Công nghệ và Thiết bị Công nghiệp Sài Gòn đã nghiên cứu và phát triển hệ thống giám sát, cảnh báo và điều khiển tự động chất lượng nước nuôi trồng thủy sản e-AQUA [9]. Nguyễn Đình Tuấn nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc tự động chất lượng nước thải tại các khu công nghiệp, khu chế xuất ở TP.HCM, thí điểm tại KCN Tân Bình [10]. Trường Đại học Bách khoa đã phát triển Hệ thống giám sát chất lượng nước qua GPRS [11]. Có thể nhận thấy, các hệ thống giám sát chất lượng bao gồm cả phần cứng và phần mềm đã được nhiều đơn vị ở Việt Nam phát triển. Tuy nhiên, các hệ thống này đa số là các hệ thống riêng lẻ, chưa được tích hợp trên nền tảng WebGIS, giúp cung cấp thông tin cho người dùng một cách trực quan theo không gian và thời gian. Đồng thời, các thông tin chất lượng nước khác ngoài thông tin đo tự động như thông tin về nguồn thải, các dữ liệu đo đạc từ các nguồn khác nhau không được thể hiện ở các hệ thống này.

Hải Phòng là thành phố nằm ở vùng cửa sông ven biển, hạ lưu của hệ thống sông Hồng – Thái Bình. Do đó, chất lượng nước của thành phố thường bị ô nhiễm do sự tác động đồng thời của các hoạt động gây ô nhiễm nguồn nước tại các địa phương nằm ở thượng lưu các con sông cũng như hoạt động xả thải trên địa bàn thành phố. Để đảm bảo chất lượng nước phục vụ sinh hoạt cũng như kiểm soát ô nhiễm nguồn nước, Hải Phòng đã triển khai các chương trình quan trắc từ khá sớm. Tuy nhiên, do sử dụng các phương pháp đo truyền thống, thời gian từ khi lấy mẫu đến khi có kết quả quan trắc từ 4 – 5 ngày, dẫn đến dữ liệu về môi trường không đáp ứng được yêu cầu giám sát chất lượng nước liên tục theo thời gian thực. Do đó, việc xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo sớm rủi ro ô nhiễm chất lượng nước cho thành phố Hải Phòng là một yêu cầu cấp bách.

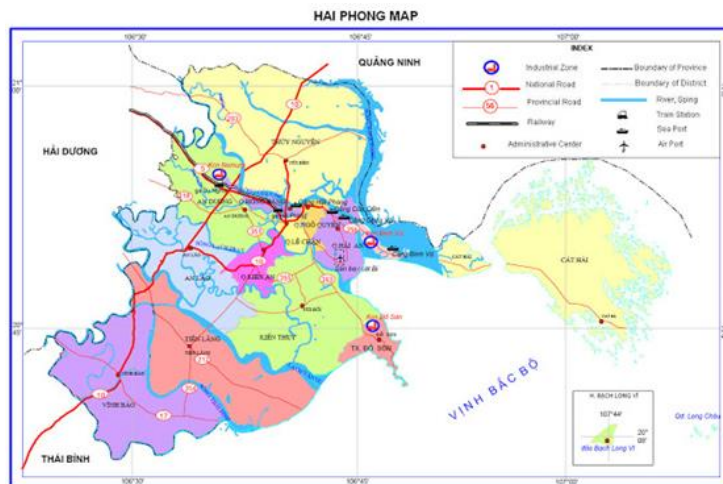
Trong bài báo này chúng tôi giới thiệu một hệ thống giám sát và cảnh báo sớm sự cố ô nhiễm nguồn nước được phát triển cho các sông cấp nước chính cho sinh hoạt của thành phố Hải Phòng bao gồm sông Giá, Ré và Đa Độ. Hệ thống được thiết kế đảm bảo cung cấp đầy đủ

các thông tin về hiện trạng chất lượng nước và đưa ra các cảnh báo kịp thời khi sự cố ô nhiễm nguồn nước xảy ra. Được phát triển trên nền tảng WebGIS, hệ thống được kỳ vọng sẽ cung cấp thông tin tới mọi đối tượng trực quan và dễ tiếp cận tới mọi đối tượng người dùng.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu trong bài báo này là các sông Giá, Rế và Đa Độ trên địa bàn thành phố Hải Phòng (Hình 1). Sông Rế (hệ thống thủy lợi An Kim Hải, bắt nguồn từ cống Bàng La Quảng Đát – Hải Dương về đến đập Cái Tắt xã An Đồng, An Dương) hiện nay đang cung cấp nước tưới cho hơn 10.000 ha đất nông nghiệp của huyện An Dương và cấp nước cho các nhà máy: An Dương (công suất 200.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm), nhà máy nước Vật Cách (công suất hiện tại là 11.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm, sẽ được nâng lên công suất 60.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm), nhà máy nước Vật Cách mới (giai đoạn 1 đang thi công có công suất 25.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm, theo thiết kế là 100.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm), nhà máy nước Kim Sơn (giai đoạn 1 đang thi công có công suất 25.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm, theo thiết kế là 200.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm) đảm bảo đủ nước cấp cho các quận Lê Chân, Hồng Bàng, Ngô Quyền, Hải An và huyện An Dương, các cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ và 3 khu công nghiệp Nomura, Tràng Duệ và An Dương.



**Hình 1.** Bản đồ hệ thống sông trên địa bàn thành phố Hải Phòng.

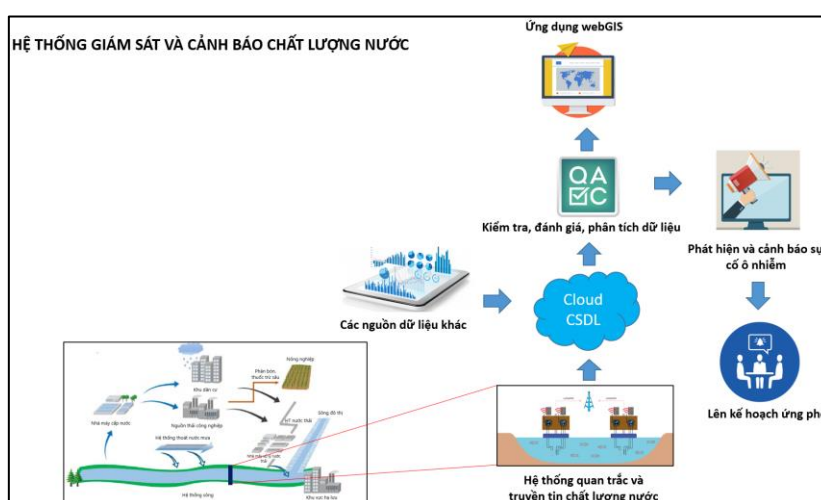
Sông Đa Độ (một chi lưu của sông Văn Úc, bắt nguồn tại cống thủy lợi Trung Trang, sau đó lại hợp lưu với sông Văn Úc trước khi đổ ra biển) nằm ở phía Tây Nam của thành phố Hải Phòng, có chiều dài 50 km với trữ lượng nước 17 triệu. Ngoài chức năng tưới tiêu cho sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, sông Đa Độ còn là nơi cung cấp nguồn nước sinh hoạt cho các Nhà máy nước sạch của Hải Phòng gồm: nhà máy nước cầu Nguyệt (công suất 40.000 m<sup>3</sup>/ngày), nhà máy nước Hưng Đạo (công suất đến 2025 là 200.000 m<sup>3</sup>/ngày, 2050 là 300.000 m<sup>3</sup>/ngày); nhà máy nước Đình Vũ (công suất 100.000 m<sup>3</sup>/ngày) và 35 nhà máy nước sạch nông thôn, cung cấp cho đại bộ phận dân cư các quận, huyện như: Kiến An, Kiến Thụy, An Lão, Đồ Sơn, Dương Kinh.

Sông Giá, một chi lưu của sông Bạch Đằng, bắt nguồn từ cống Phi Liệt (xã Lại Xuân) đến cống Minh Đức (thị trấn Minh Đức), có chiều dài gần 17 km với trữ lượng nước trung bình khoảng 21 triệu m<sup>3</sup>, được coi là “hồ nước ngọt” của Hải Phòng. So với sông Rế và sông Đa Độ thì chất lượng nước sông Giá được đánh giá có chất lượng tốt hơn. Sông Giá đang trực tiếp phục vụ nước tưới tiêu cho khoảng 12.400 ha đất canh tác nông nghiệp, 600 ha nuôi trồng thủy sản nước ngọt, cấp nước sinh hoạt cho khoảng 300.000 dân huyện Thủy Nguyên và cho nhà máy nước Ngũ Lão (công suất đến 2025 là 100.000 m<sup>3</sup>/ngày, 2050 là 300.000 m<sup>3</sup>/ngày) và các khu công nghiệp như: Công ty xi măng Chinfon, Xi măng Hải Phòng,...

Theo báo cáo của UBND thành phố Hải Phòng về “Công tác bảo vệ môi trường và kết quả quan trắc môi trường năm 2018, nhiệm vụ và giải pháp năm 2019”, chất lượng nước thô cung cấp cho các nhà máy sản xuất nước sạch của thành phố đang ô nhiễm kéo dài, đặc biệt vào mùa mưa, gây khó khăn rất lớn cho công tác xử lý. Các chỉ số ô nhiễm phổ biến tại các nguồn nước là hợp chất Nitơ, các hợp chất hữu cơ và vi khuẩn Coliform thường vượt quá giới hạn cho phép.

## 2.2. Hệ thống giám sát và cảnh báo chất lượng nước

Hệ thống cảnh báo sớm sự cố ô nhiễm theo thời gian thực trên nền tảng webGIS bao gồm phần cứng và phần mềm như Hình 2. Phần cứng là hệ thống quan trắc chất lượng nước cung cấp thông tin về chất lượng nước theo thời gian thực. Phần mềm là hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu quan trắc, cảnh báo và trang web cung cấp thông tin quan trắc và dự báo chất lượng nước trên nền tảng WebGIS. Mô tả chi tiết về phần cứng và phần mềm được trình bày dưới đây:



**Hình 2.** Hệ thống giám sát và cảnh báo ô nhiễm nguồn nước.

1) **Phần cứng:** Phần cứng bao gồm các trạm quan trắc, thiết bị thu nhận dữ liệu tại chỗ và máy chủ lưu trữ và xử lý số liệu. Các trạm quan trắc được đặt dọc theo các sông có nhiệm vụ giám sát liên tục chất lượng nước và bộ phận thu nhận, lưu trữ dữ liệu (*datalogger*). Dữ liệu sau khi được thu nhận sẽ được truyền về máy chủ qua đường truyền 3G/4G.

2) **Phần mềm:** Phần mềm bao gồm các thành phần sau:

**Quản lý cơ sở dữ liệu:** Dữ liệu sau khi được thu thập sẽ được lưu trữ, quản lý trên server theo một cấu trúc cơ sở dữ liệu nhất quán. Các loại dữ liệu được lưu trữ bao gồm: 1) Dữ liệu đo đạc liên tục theo thời gian thực từ các trạm đo chất lượng nước tự động, 2) Dữ liệu đo đạc chất lượng nước định kỳ từ các cơ quan quản lý nhà nước, các công ty khai thác công trình thủy lợi, 3) Dữ liệu nguồn thải 4) Dữ liệu ảnh báo cáo hiện trạng chất lượng nước từ người dùng. Dữ liệu đo tự động sẽ tự động và ảnh chụp báo cáo hiện trạng chất lượng nước sẽ được tự động xử lý đưa vào cơ sở dữ liệu, các dữ liệu còn lại sẽ được người được phân quyền quản trị hệ thống cập nhật vào cơ sở dữ liệu trên giao diện ứng dụng Web.

**Công cụ kiểm tra, đánh giá, phân tích dữ liệu:** Dữ liệu sau khi được thu thập sẽ được kiểm tra, đánh giá độ chính xác và đưa ra các phân tích cần thiết. Sử dụng các dữ liệu chất lượng nước, công cụ cho phép tính chỉ số chất lượng nước WQI và đưa thông tin này lên trên ứng dụng Web cho người dùng. Ngoài ra, người dùng có tài khoản truy cập hệ thống có thể thực hiện các phân tích dữ liệu trên Web để đánh giá diễn biến chất lượng nước theo không gian và thời gian.

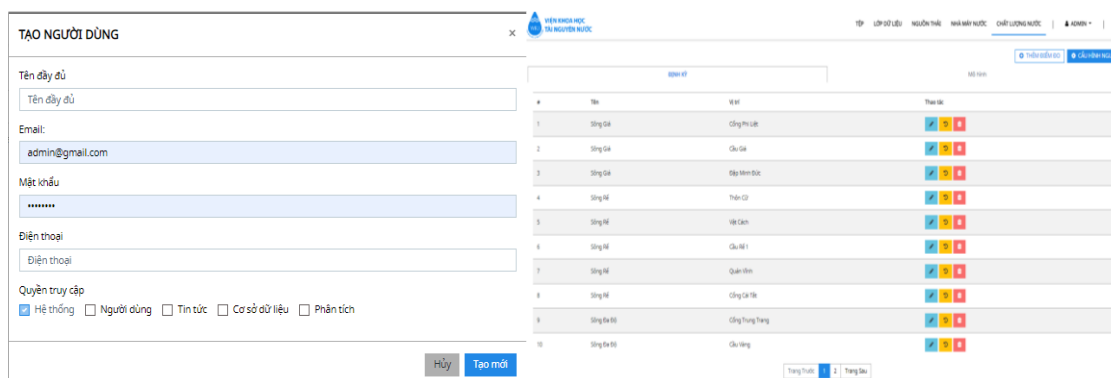
**Ứng dụng Web:** Ứng dụng Web được xây dựng trên nền bản đồ số GIS cho phép người dùng tương tác với hệ thống. Các thông tin về chất lượng nước, nguồn thải sẽ được cung cấp

trực quan cho người dùng. Đồng thời, người dùng có thể cung cấp các thông tin báo cáo về hiện trạng chất lượng nước qua ảnh chụp hiện trường và các thông tin mô tả liên quan. Hệ thống sẽ cập nhật theo thời gian thực các ảnh này lên trên ứng dụng Web. Ảnh chụp và các thông tin mô tả sẽ được cập nhật tại vị trí người dùng cung cấp trên bản đồ. Ngoài ra ứng dụng Web còn cho phép người dùng được phân quyền đăng các tin cảnh báo sự cố ô nhiễm cũng như các tin tức liên quan khác.

**Công cụ phát hiện và cảnh báo sự cố ô nhiễm:** Công cụ này cho phép đưa ra các cảnh báo ở các cấp độ khác nhau về chất lượng nước theo thời gian thực ngay khi chất lượng nước vượt quá tiêu chuẩn A2, B1 và B2 được quy định trong QCVN 08-MT:2015/BTNMT hoặc giá trị ngưỡng do người quản trị hệ thống thiết lập. Thông tin cảnh báo sẽ được gửi qua tin nhắn tới những người có trách nhiệm xử lý sự cố ô nhiễm.

### 3. Kết quả nghiên cứu

Hệ thống giám sát và cảnh báo ô nhiễm nguồn nước trình bày ở trên đã được áp dụng phục vụ giám sát và cảnh báo chất lượng nước cho các sông Giá, Rế và Đa Độ, cung cấp thông tin cho các công ty khai thác công trình thủy lợi, công ty nước sạch và người dân trên địa bàn thành phố Hải Phòng tại địa chỉ <https://canhbaotainguyennuoc.wri.vn/map-water>. Phần BackEnd của hệ thống bao gồm các chức năng về quản trị người dùng, cơ sở dữ liệu, phân tích kết quả và quản trị tin bài như trình bày ở Hình 3. Người dùng được phân quyền theo các cấp độ khác nhau có thể thêm/sửa/xóa toàn bộ hoặc một phần dữ liệu của hệ thống bao gồm cả dữ liệu người dùng.



**Hình 3.** Một số giao diện phần BackEnd của hệ thống giám sát và cảnh báo sớm chất lượng nước.

Phần FrontEnd của hệ thống là giao diện trên nền tảng WebGIS mà người dùng có thể truy cập và xem thông tin. Các thông tin được cung cấp cho người dùng bao gồm:

**Thông tin chất lượng nước từ kết quả đo đạc định kỳ:** Hiện nay trên 3 sông Giá, Rế và Đa Độ, Sở tài nguyên và môi trường thành phố Hải Phòng tiến hành đo đạc định kỳ chất lượng nước 3 lần/năm tại 13 điểm. Các dữ liệu đo đạc này đã được cập nhật vào hệ thống giám sát và cảnh báo. Từ các thông số chất lượng nước được đo đạc, chỉ số chất lượng nước WQI sẽ được tính toán. Trên bản đồ sẽ thể hiện chỉ số WQI này và cấp độ ô nhiễm theo các thang màu được quy định tại Quyết định số 879/QĐ-TCMT của Tổng cục Môi trường (Hình 4a). Khi người dùng nhấp con trỏ vào tại 1 vị trí quan trắc bất kỳ, thông tin chất lượng nước tại điểm đó sẽ hiển thị dưới dạng biểu đồ cho từng thông số chất lượng nước như ở Hình 4b.

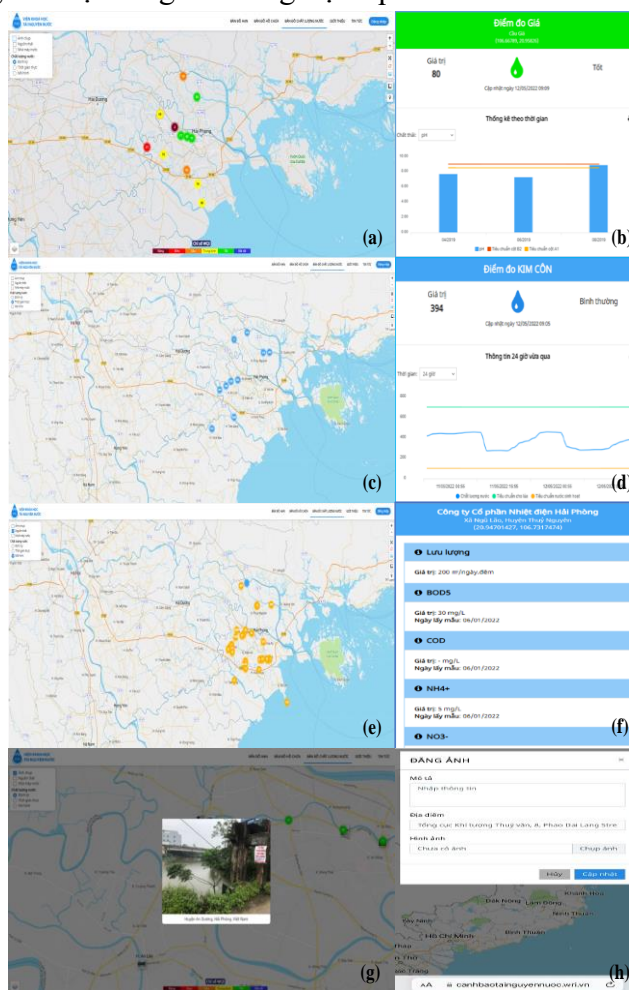
**Thông tin chất lượng nước theo thời gian thực:** Hiện nay ở khu vực 3 sông Giá, Rế và Đa Độ công ty cổ phần cấp nước Hải Phòng đã tiến hành lắp đặt 10 trạm đo chất lượng nước để phục vụ cảnh báo chất lượng nước đầu vào cho các nhà máy của công ty (Hình 4c). Hệ thống đã tiếp nhận các thông tin đo đạc từ các điểm đo này theo thời gian thực vào máy chủ của hệ thống. Tại mỗi điểm đo, giá trị đo đạc thông số chất lượng nước tại thời điểm đo gần nhất sẽ được hiển thị tại vị trí của điểm đo trên bản đồ. Người dùng đồng thời có thể xem

diễn biến chất lượng nước trong 24, 48, 72 giờ và 10 ngày gần nhất tại từng điểm đo như trình bày ở Hình 4d khi nhấp con trỏ vào vị trí điểm đo.

**Thông tin nguồn thải:** Trong quá trình nghiên cứu, các nguồn thải điểm đổ ra 3 sông đã được điều tra và xác định lưu lượng và nồng độ các chất xả thải ra sông. Hình 4e thể hiện vị trí các điểm xả thải trên 3 sông. Trên bản đồ này, thông tin về lưu lượng xả của từng nguồn xả được thể hiện tại vị trí nguồn xả. Khi người dùng nhấp vào từng nguồn thải, các thông số chất lượng nước và lưu lượng xả thải của từng nguồn thải sẽ được hiển thị dưới dạng đồ thị như ở Hình 4f.

**Nhận và thể hiện thông tin từ người dùng:** Hệ thống cho phép nhận thông tin người dùng cung cấp và cập nhật luôn trên Web. Người dùng điện thoại thông minh có thể chụp ảnh hiện trường, mô tả hiện trường và cung cấp thông tin lên hệ thống. Hệ thống sẽ cập nhật thông tin này lên bản đồ tại vị trí người dùng cung cấp thông tin để những người dùng khác có thể xem và biết thông tin.

**Thông tin cảnh báo:** Theo mặc định khi một thông số chất lượng nước bắt đầu vượt tiêu chuẩn A2 của QCVN 08-MT:2015/BTNMT, thì hệ thống sẽ tự động gửi tin nhắn cảnh báo tới các số điện thoại có liên quan để có giải pháp ứng phó kịp thời. Sau đó cứ mỗi khi có thông số chất lượng nước vượt các tiêu chuẩn B1, B2 thì hệ thống sẽ lại tiếp tục gửi tin nhắn 1 lần. Người được phân quyền quản trị có thể tự thiết lập các ngưỡng cảnh báo theo yêu cầu và mục đích sử dụng của hệ thống cho từng trạm quan trắc.



**Hình 4.** Giao diện hệ thống giám sát và cảnh báo chất lượng nước: (a) Điểm đo chất lượng nước định kỳ; (b) Thông tin chất lượng tại điểm đo định kỳ; (c) Điểm đo chất lượng nước tự động; (d) Thông tin chất lượng tại điểm đo tự động; (e) Các nguồn thải điểm; (f) Thông tin nguồn thải điểm; (g) Nhận và thể hiện thông tin từ người dùng; (h) Người dùng mô tả thông tin.

#### 4. Kết luận

Trong bài báo này chúng tôi đã trình bày một hệ thống giám sát và cảnh báo chất lượng nước trên nền tảng WebGIS. Hệ thống bao gồm phần cứng và phần mềm trong đó phần mềm bao gồm các thành phần quản lý cơ sở dữ liệu, công cụ kiểm tra, đánh giá, phân tích dữ liệu, công cụ phát hiện và cảnh báo sự cố ô nhiễm và ứng dụng WebGIS. Với các thành phần này, hệ thống có khả năng cung cấp thông tin đầy đủ về hiện trạng chất lượng trên nền tảng bản đồ trực tuyến bao gồm: Chất lượng nước từ các đo đạc định kỳ của cơ quan quản lý nhà nước, chất lượng nước đo đạc liên tục theo thời gian thực, lưu lượng xả và chất lượng nước của các nguồn thải. Hệ thống cũng cho phép người dùng tương tác và cung cấp thông tin ngược trở lại cho hệ thống, góp phần hướng tới mục tiêu xây dựng một hệ thống cảnh báo sự cố ô nhiễm dựa vào cộng đồng. Đồng thời, các cảnh báo sự cố ô nhiễm sẽ được gửi qua tin nhắn SMS tới các cá nhân có trách nhiệm ứng phó sự cố nếu thông số chất lượng nước vượt quá tiêu chuẩn cho phép A2, B1, B2 hoặc các ngưỡng do người quản trị hệ thống thiết lập. Với giao diện WebGIS, các thông tin cung cấp tới người dùng một cách trực quan. Trong thời gian tới, nghiên cứu sẽ tích hợp mô-đun dự báo chất lượng nước vào hệ thống, giúp tăng thời gian cảnh báo sớm và đánh giá diễn biến chất lượng nước với độ phân giải không gian và thời gian tốt hơn.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.A.P., T.T.D.H.; Phát triển trang Web: T.A.P.; Viết bản thảo bài báo: T.A.P., T.T.D.H., N.T.T.; Xây dựng cơ sở dữ liệu: T.A.P., B.H.L., N.T.T.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Đề tài khoa học và công nghệ cấp Quốc gia “Nghiên cứu xây dựng hệ thống giám sát tự động và cảnh báo sớm chất lượng nước các sông Giá, sông Rế và sông Đa Độ phục vụ cấp nước sinh hoạt cho thành phố Hải Phòng” Mã số: ĐTĐL.CN-18/21 đã tài trợ nghiên cứu này.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. <https://thanhnien.vn/giat-minh-ty-le-thu-gom-xu-ly-nuoc-thai-o-do-thi-viet-nam-1851468351.htm>
2. Lakshmikantha, V.; Hiriyannagowda, A.; Manjunath, A.; Patted, A.; Basavaiah, J.; Anthony, A.A. IoT based smart water quality monitoring system. *Global Transitions Proceedings* **2021**, 2(2), 181–186.
3. Ding, X.; Zhang, J.; Jiang, G.; Zhang, S. Early warning and forecasting system of water quality safety for drinking water source areas in Three Gorges Reservoir Area, China. *Water* **2017**, 9(7), 465.
4. Fuquan, N.I.; Guodong, L.I.U.; Jian, Y.E.; Huazhun, R.E.N.; Shangchun, Y.A.N.G. ArcGIS-based rural drinking water quality health risk assessment. *J. Water Resour. Prot.* **2009**.
5. Li, J.; Yu, N.; Zhang, B.; Jin, L.; Li, M.; Hu, M.,... & Yu, H. Occurrence of organophosphate flame retardants in drinking water from China. *Water Res.* **2014**, 54, 53–61.
6. Swistock, B.R.; Clemens, S.; Sharpe, W.E.; Rummel, S. Water quality and management of private drinking water wells in Pennsylvania. *J. Environ. Health* **2013**, 75(6), 60–67.
7. <https://dsa.org.vn/5807-2/>
8. <https://farmtechtvietnam.com/>
9. Tuấn, N.Đ. Đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc tự động chất lượng nước thải tại các khu chế xuất – khu công nghiệp ở TP.HCM”, 2008.

10. <https://cenintec.com/category/tin-tuc/e-aqua/>

11. <https://bkaii.com.vn/tin-tuc/212-gioi-thieu-he-thong-giam-sat-tu-dong-chat-luong-nuoc-qua-gprs>

## **Development of a real–time monitoring of water quality of Gia, Re and Da Do rivers in Hai Phong**

**Tran Anh Phuong<sup>1\*</sup>, Tran Thi Dieu Hang<sup>1</sup>, Bui Huyen Linh<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Thuy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Water Resources Institute, Ministry of Natural Resources and Environment;  
phuongtran.monre@gmail.com; hangtd1001@gmail.com; linhlinh182096@gmail.com

<sup>2</sup> Thuyloi University; thanhthuy.nguyen.wru@gmail.com

**Abstract:** Monitoring and early warning of water pollution play a very important role in prevention and response to pollution incidents. Monitoring and early warning information, if provided regularly in real time, will help detect pollution and saline intrusion incidents in advance, thereby proposing timely response solutions. In this paper, we introduce a monitoring and early warning system for water pollution incidents developed for Gia, Re and Da Do rivers in Hai Phong. The system consists of hardware and software sub–systems, in which the hardware is the monitoring, transmitting and receiving devices as well as server that provide information about water quality in real–time. The software includes a database management system, an pollution early warning tool, a data quality control and analysis tool and a website providing water quality information based on webGIS platform. The system is capable of providing complete information about the current quality status on the GIS platform, including: Water quality from periodic measurements, real–time water quality and discharge and pollutant concentration of pollution sources. The developed system has provided very useful information for managers and residents in the protection and control of pollution in Hai Phong.

**Keywords:** Water quality; Polluted; Monitor; WebGIS; Real–time.