p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC PHỤC VỤ HOẠT ĐỘNG GIÁM SÁT VÀ CẢNH BÁO SỚM NGUỒN NƯỚC CÓ Ô NHIỄM TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH THANH HÓA, TRƯỜNG HỢP Ở XÃ VÂN AM, HUYỆN NGỌC LẶC, TỈNH THANH HÓA

Trần Thanh Hùng[1], Ngô Sỹ Học[1], Hắc Bá Thành[1], Trần Thị Thanh Huyền[1], Hoàng Ngọc Hùng[2], Vũ Thị Phương[2]

TÓM TẮT

Ứng dụng Internet of Things (IoT) để xây dựng hệ thống giám sát môi trường nước nhằm cảnh báo nguồn nước có ô nhiễm là một trong các phương pháp đang được sử dụng rộng rãi. Ngoài các cảm biến, hệ thống pin năng lượng mặt trời, bộ thu và phát dữ liệu, hệ thống còn phân tích dữ liệu gửi về Webserver để cảnh báo qua SMS, email tới người dùng. Cảm biến theo dõi pH, nhiệt độ và DO. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã triển khai ứng dụng IoT tại Trạm quan trắc ở huyện Ngọc Lặc cung cấp các chỉ số quan trọng để giám sát chất lượng nguồn nước, có thể so sánh với các tiêu chuẩn về môi trường để xác định mức độ ô nhiễm, từ đó báo cáo và đưa ra khuyến nghị cho các nhà quản lý môi trường, cơ quan, tổ chức có liên quan nhằm đưa ra các giải pháp hiệu quả, kịp thời.

Từ khóa: *Hệ thống quan trắc môi trường nước, sông Âm, cảnh báo ô nhiễm nguồn nước.*

DOI: *https://doi.org/ 10.70117/hdujs.71.2024.687*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội trên các lưu vực sông đang thay đổi nhanh chóng, đặc biệt là do biến đổi khí hậu và sự gia tăng tần suất lũ lụt, ảnh hưởng nghiêm trọng đến tài nguyên nước. Sự phát triển nhanh chóng của nông nghiệp, công nghiệp và đô thị đã dẫn đến khai thác tài nguyên nước quá mức, gây mất cân bằng và thiếu nước ở nhiều khu vực.

Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng hệ thống cảnh báo ô nhiễm nước dựa trên việc đo đạc liên tục các thông số như nhiệt độ, pH và DO tại các vị trí xung yếu. Các quy chuẩn về chất lượng nước gồm QCVN 08:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt và Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT ngày 13 tháng 03 năm 2023 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường sẽ được áp dụng để đánh giá mức độ ô nhiễm [1][2]. Công nghệ IoT được sử dụng để tạo ra một hệ thống quan trắc tự động, kết nối qua mạng không dây và được cung cấp năng lượng từ năng lượng mặt trời, nhằm cung cấp thông tin quan trọng cho các nhà quản lý môi trường [3][7].

Huyện Ngọc Lặc là 1 trong 20 vị trí xung yếu đã khảo sát cần có biện pháp theo dõi, lắp đặt hệ thống quan trắc môi trường nước. Theo báo cáo của UBND huyện Ngọc Lặc,

[1] *Trung tâm Quan trắc và Bảo vệ môi trường Thanh Hoá, Sở Tài nguyên và Môi trường*
[2] *Trung tâm Hỗ trợ Khởi nghiệp và Đổi mới sáng tạo, Trường Đại học Hồng Đức;*
Email: hoangngochung@hdu.edu.vn

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

UBND xã Vân Am cho thấyz khu vực thượng nguồn sông Âm, đoạn chảy vào huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hoá đang được xem là điểm nóng môi trường trên địa bàn tỉnh, thường xuyên xảy ra tình trạng cá chết hàng loạt do nguồn nước bị ô nhiễm. Ngoài ra, tại vị trí cầu phao dân sinh qua sông Âm đoạn chảy qua thôn Giỏi, xã Vân Am, huyện Ngọc Lặc, tỉnh Thanh Hoá, toạ độ vị trí: X: 20060442; Y: 105288923 có nhiều thuận lợi để lựa chọn điểm đặt hệ thống quan trắc môi trường nước tự động, liên tục như: thuận lợi về phương án gia cố phao quan trắc trên sông để bảo vệ an toàn cho hệ thống quan trắc trong trường hợp có mưa, lũ; đảm bảo quan trắc dài hạn; thuận lợi về giao thông, điện, viễn thông; an toàn trong quá trình vận hành, bảo dưỡng hệ thống trạm quan trắc môi trường nước; nằm trên đoạn sông thẳng, có chất lượng nước đồng đều; có khoảng cách trong bán kính 1 km về phía thượng lưu là các điểm xả thải, đảm bảo tính đại diện khi lắp đặt; vận tốc và chế độ dòng chảy ổn định trong ngày bình thường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tình hình nghiên cứu

Một số nghiên cứu gần đây đã được thực hiện để xây dựng hệ thống giám sát môi trường nước dựa trên nền tảng IoT. Các nghiên cứu này là cơ sở để nhóm tác giả tham khảo, lựa chọn xây dựng mô hình hệ thống quan trắc môi trường nước phục vụ hoạt động giám sát và cảnh báo sớm nguồn nước có ô nhiễm trong khuôn khổ thực hiện đề tài.

Kirankumar và Ramesh (2013) đã để xuất hệ thống giám sát khu vực nuôi cá dựa trên mạng cảm biến không dây. Hệ thống được bao gồm bởi một trạm gốc và các cảm biến. Giá trị các thông số pH, nhiệt độ sẽ được truyền đến trạm quan sát thông qua mạng không dây và được giám sát bởi người quản lý. Hệ thống có chức năng cảnh báo, khi bất kỳ thông số nào vượt quá giá trị ngưỡng, một cảnh báo báo sẽ được đưa ra. Hệ thống có những ưu điểm như tiêu thụ điện năng thấp, triển khai linh hoạt hơn [5].

Shruti Sridharan và cộng sự (2014) đã đề cập đến việc phát triển một hệ thống giám sát chất lượng nước dựa trên mạng cảm biến không dây hiệu quả, nhằm kiểm tra chất lượng nước tại các khu vực sử dụng nước dễ bị tổn thương như tưới tiêu và sinh hoạt [8]. Các thông số liên quan đến giám sát chất lượng nước như độ pH, độ đục và nhiệt độ được đo trong thời gian thực hiện bởi các cảm biến gửi dữ liệu đến phòng điều khiển. Hệ thống giám sát như vậy có thể được thiết lập nhấn mạnh vào các khía cạnh chi phí thấp, dễ dàng cài đặt, đặc biệt dễ dàng xử lý và bảo trì. Việc sử dụng hệ thống không dây cho mục đích giám sát sẽ không chỉ giảm chi phí hệ thống giám sát tổng thể về thiết lập cơ sở vật chất và chi phí nhân công mà còn mang lại sự linh hoạt về khoảng cách hoặc vị trí [8].

Tương tự, Karthik Kumar và cộng sự (2014) đã nghiên cứu mạng cảm biến không dây để giám sát chất lượng nước bằng công nghệ mạng cảm biến không dây kết hợp tấm pin mặt trời. Để giám sát chất lượng nước trên các địa điểm khác nhau dưới dạng ứng dụng thời gian thực, một trạm gốc và hệ thống mạng lưới các cảm biến được đề xuất. Thông qua mạng cảm biến không dây, dữ liệu pH, TSS, DO được thu thập bởi các cảm biến khác nhau và gửi đến trạm gốc. Tại trạm gốc, dữ liệu thu thập được hiển thị dưới dạng trực quan và được phân tích bằng các công cụ mô phỏng khác nhau. Ưu điểm của hệ thống này là tiêu thụ điện năng thấp, không phát thải carbon, linh hoạt hơn để triển khai ở địa điểm các vùng hẻo lánh [4].

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

Sugapriyaa và cộng sự (2018) đề xuất hệ thống giám sát chất lượng nước bao gồm một bộ vi điều khiển và các cảm biến cơ bản, nhỏ gọn và rất hữu ích để phát hiện độ pH, độ đục, mực nước, nhiệt độ… gửi dữ liệu liên tục và thời gian thực qua công nghệ không dây để giám sát chất lượng môi trường nước [10].

Trong nghiên cứu gần đây, Sathish Pasika và Sai Teja Gandla (2020) đã thiết lập hệ thống giám sát môi trường nước thông minh, chi phí thấp trên nền tảng IoT. Hệ thống được đề xuất bao gồm một số cảm biến để đo các thông số khác nhau như giá trị pH, độ đục trong nước, mức nước trong bể. Ngoài ra, bộ vi điều khiển đã giao tiếp với các cảm biến này và quá trình xử lý tiếp theo được thực hiện trên máy tính. Dữ liệu thu được gửi đến đám mây bằng cách sử dụng ứng dụng ThinkSpeak dựa trên IoT để theo dõi chất lượng nước [6].

2.2. Đề xuất hệ thống ứng dụng IoT trong xây dựng hệ thống quan trắc môi trường nước phục vụ hoạt động giám sát và cảnh báo sớm nguồn nước có ô nhiễm

Hệ thống quan trắc môi trường nước tự động liên tục bao gồm các thiết bị quan trắc môi trường nước và các mô đun phần mềm kèm theo nhằm thu nhận, xử lý và lưu trữ các thông tin liên quan đến môi trường làm việc tại vị trí cần giám sát thông tin về chất lượng nước. Hệ thống phần mềm quan trắc môi trường nước cho phép quản lý các thiết bị quan trắc môi trường, thu nhận thông tin môi trường từ các trạm viễn thông và hiển thị trực quan trên nền các ứng dụng. Các thiết bị quan trắc phải được kiểm soát về trạng thái và hiệu năng. Thông tin phải được cập nhật liên tục ở dạng thời gian thực. Các thông tin về môi trường cần được biểu diễn dưới dạng trực quan, dễ hiểu, dễ chuyển đổi. Cơ sở dữ liệu cần được xây dựng ở dạng mở, có thể tích hợp được với các dạng cơ sở dữ liệu khác.

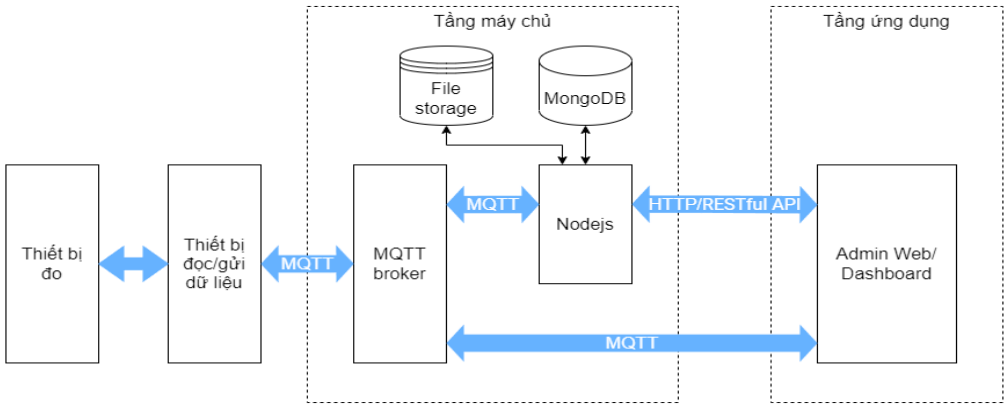
Hệ thống quan trắc môi trường nước sẽ trở nên hiệu quả khi kết hợp với hệ thống cảnh báo tự động về chất lượng của nước tại các vị trí đo. Hệ thống cảnh báo tự động cho phép cảnh báo sự cố về ô nhiễm có thể xảy ra ở các nguồn nước thông qua việc đánh giá chỉ số ô nhiễm và tự động lựa chọn cách gửi thông tin cảnh báo sự cố cho người có trách nhiệm.

Để phục vụ quá trình quản lý, các báo cáo về ô nhiễm và tình hình khắc phục rủi ro sẽ được cập nhập đến những người có trách nhiệm và các bên liên quan thông qua thư điện tử và tin nhắn. Các báo cáo thường kì về chất lượng môi trường nước cũng được tạo ra phục vụ công tác quản lý và kiểm tra khi có yêu cầu. Về công nghệ, hệ thống được xây dựng dựa trên nền web nhằm hỗ trợ công tác quản trị phân tán, mọi lúc, mọi nơi, trên mọi nền tảng phần cứng hiện có.

Giải pháp chung của hệ thống

Hình 1 mô tả mô hình chung của hệ thống quan trắc môi trường nước tự động. Hệ thống bao gồm các thiết bị đo, thiết bị đọc/gửi dữ liệu, công nghệ truyền dữ liệu, bộ lưu trữ dữ liệu, cơ sở dữ liệu và các ứng dụng. Cụ thể: các thiết bị đo đo thông tin về độ pH, DO trong môi trường nước và chuyển thành tín hiệu có thể hiểu được. Thiết bị đọc/gửi dữ liệu thu thập dữ liệu từ các thiết bị đo, sau đó gửi về máy chủ qua các đường truyền dữ liệu. Giao thức MQTT cung cấp các phương thức truy cập dữ liệu cho phép dữ liệu được gửi về từ các thiết bị đo. Sau khi dữ liệu được xử lý, sẽ lưu trữ trong cơ sở dữ liệu MongoDB và các cơ sở dữ liệu liên quan. Hệ thống cung cấp các giao diện để tương tác với người dùng qua các giao diện web, cung cấp các thông tin thống kê qua các Dashboard.

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709



Hình 1. Mô hình giải pháp hệ thống quan trắc môi trường

2.3. Thiết kế phần cứng cho các node

Bộ quan trắc môi trường bao gồm các thiết bị cảm biến, thiết bị nguồn và các thiết bị liên quan giúp thiết bị quan trắc có thể tự nổi tại các địa điểm cần quan trắc. Danh sách các thiết bị cụ thể trong bảng 1.

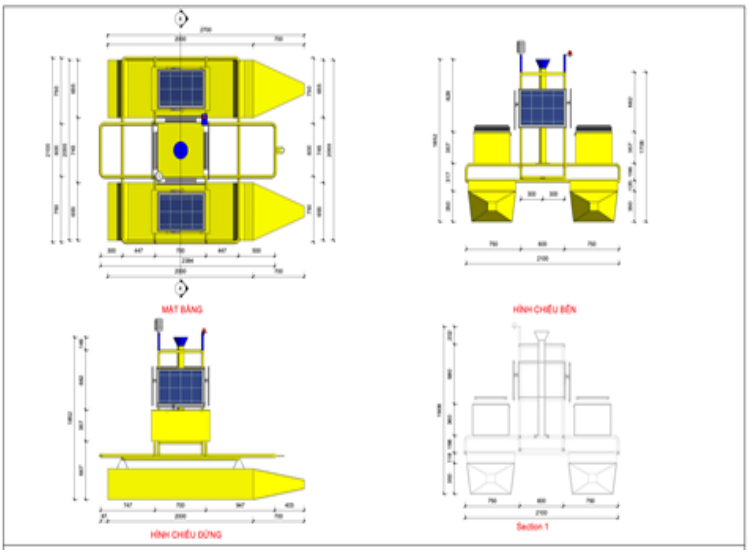
Bảng 1. Danh sách thiết bị hỗ trợ quá trình nổi tự động của thiết bị quan trắc

STT	Loại thiết bị (Model)	Thông số	Số lượng
1	MPG-6099 Wall-mounted Multi-parameter Analyzer	1. Đồng hồ đo đa thông số có nắp đậy trong suốt. 2. Kích thước bề ngoài là: 320x 270 x 121mm, xếp hạng chống nước IP65. 3. Hiển thị: màn hình cảm ứng 7 inch 4. RS485 USB 5. Phần mềm quản lý nền tảng, cảm biến và dữ liệu	1
2	BH-485-pH digital pH sensor	6. Dải đo : 0.0~14.0 7. Độ lệch : ±0.1pH 8. Nhiệt độ làm việc: 0-50℃ 9. Nguồn cấp ： 24V DC 10. Communication mode: RS485 (Modbus RTU) 11. Material: ABS 12. Cable: 5 meters	1
3	BH-485-DO Digital DO Sensor	Dải đo: 0~20mg/L Sai số: 1% Nguồn điện cung cấp: 12V DC Cổng kết nối: RS485	1
4	Pin năng lượng mặt trời 400w	Điện áp: DC 12V / 24V Đầu vào năng lượng mặt trời tối đa: ít hơn 50. Dòng hoạt động định mức: nhỏ hơn 20A. Đầu xả kết nối lại: 25,2V Nhiệt độ hoạt động: -35°C - 60°C. Điện áp đầu ra: 12V/24V tự động phân biệt điện áp Màu sắc: đen Chất liệu: Nhựa	3
5	Pin ắc quy	Ắc quy điện áp 12vdc 50A	2

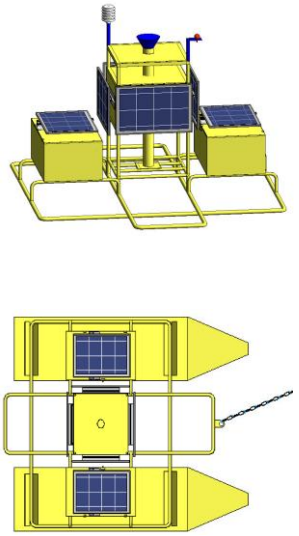
p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

6	Bộ nạp và chuyển đổi	Nguồn tổ ong DC24v. Sạc nguồn ắc quy từ pin mặt trời	2
7	Đèn cảnh báo điện áp cho nuôi nguồn	Chất liệu: Chụp đèn bằng nhựa PC, đế bằng nhôm 1. Màu sắc: Đỏ 2. Công suất: 0,3 (W) 3. Điện áp hoạt động : 1,2 (V) 4. Sạc pin: Bằng năng lượng mặt trời 5. Chế độ sáng: Nhấp nháy. Có công tắc bật/mở 6. Thời gian sạc: 8h, thời gian sử dụng 40h 7. Khoảng cách có thể thấy: 200m Tuổi thọ: 3 - 5 năm	1

Về thiết kế, thiết bị quan trắc được thiết kế như sau:



Hình 2. Bản vẽ thiết kế của thiết bị quan trắc môi trường nước



Hình 3. Chiếu từ trên xuống thiết bị quan trắc môi trường nước

Năng lượng mặt trời và pin (ắc quy)

Hầu hết các trạm quan trắc tự động, liên tục này được đặt ở những nơi xa nguồn điện lưới. Giải pháp cho việc này là ứng dụng nguồn năng lượng mặt trời, đồng thời dung lượng pin (ắc quy 24v/24Ah) để lưu giữ và duy trì hoạt động của hệ thống trạm quan trắc, được nạp điện từ pin năng lượng mặt trời thông qua IC sạc UC3906, thời gian nạp 6 - 8 giờ.

UC3906 có hai kiểu hoạt động là: Dual Level Float Charger và Dual Step Current Charger. Từ đó tìm ra được giá trị các điện trở R_A, R_B, R_C, R_S cho mạch nạp ắc quy.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THỰC NGHIỆM

3.1. Hệ thống sau khi hoàn thiện

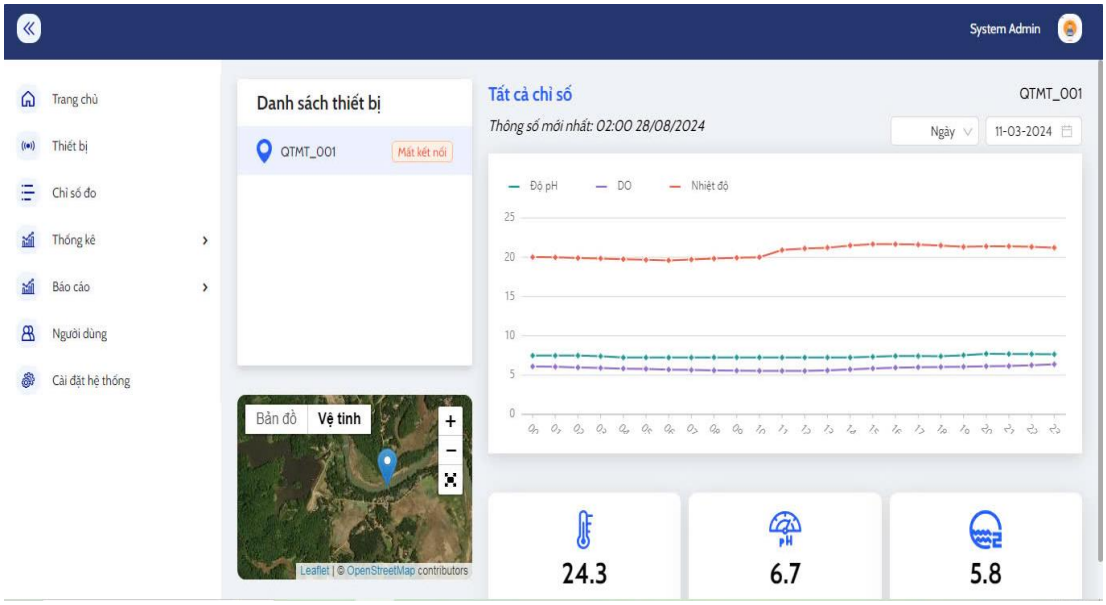
Hệ thống thực hiện như hình 4 với các thiết bị như: hệ thống phao nổi, pin năng lượng mặt trời, tủ điện, ắc quy, hệ thống thiết bị điều khiển, thiết bị cảm biến, thiết bị kết nối không dây, màn hình Led hiển thị.

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

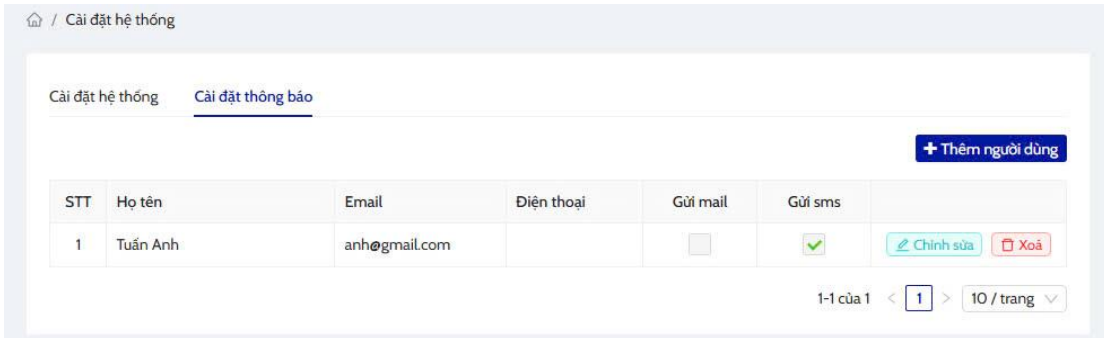
Hình 4. Hình ảnh thực tế hệ thống giám sát môi trường nước

3.2. Giao diện hệ thống giám sát và cảnh báo

Giao diện hệ thống cung cấp thông tin cho người dùng thông qua giao diện ứng dụng, email và SMS.



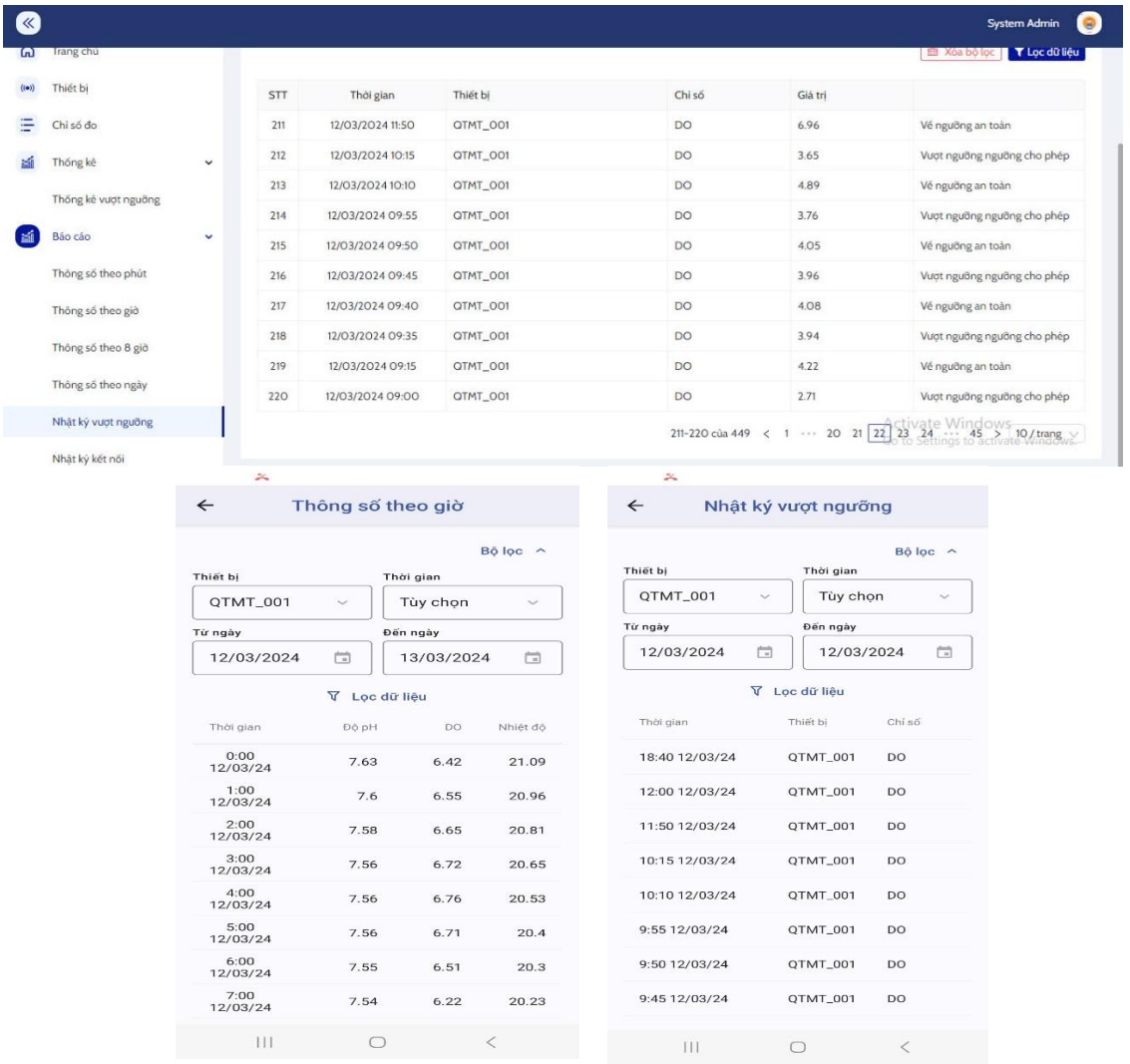
Hình 5. Giao diện theo dõi giá trị số các tiêu chí



Hình 6. Cài đặt hệ thống

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

3.3. Hệ thống cảnh báo

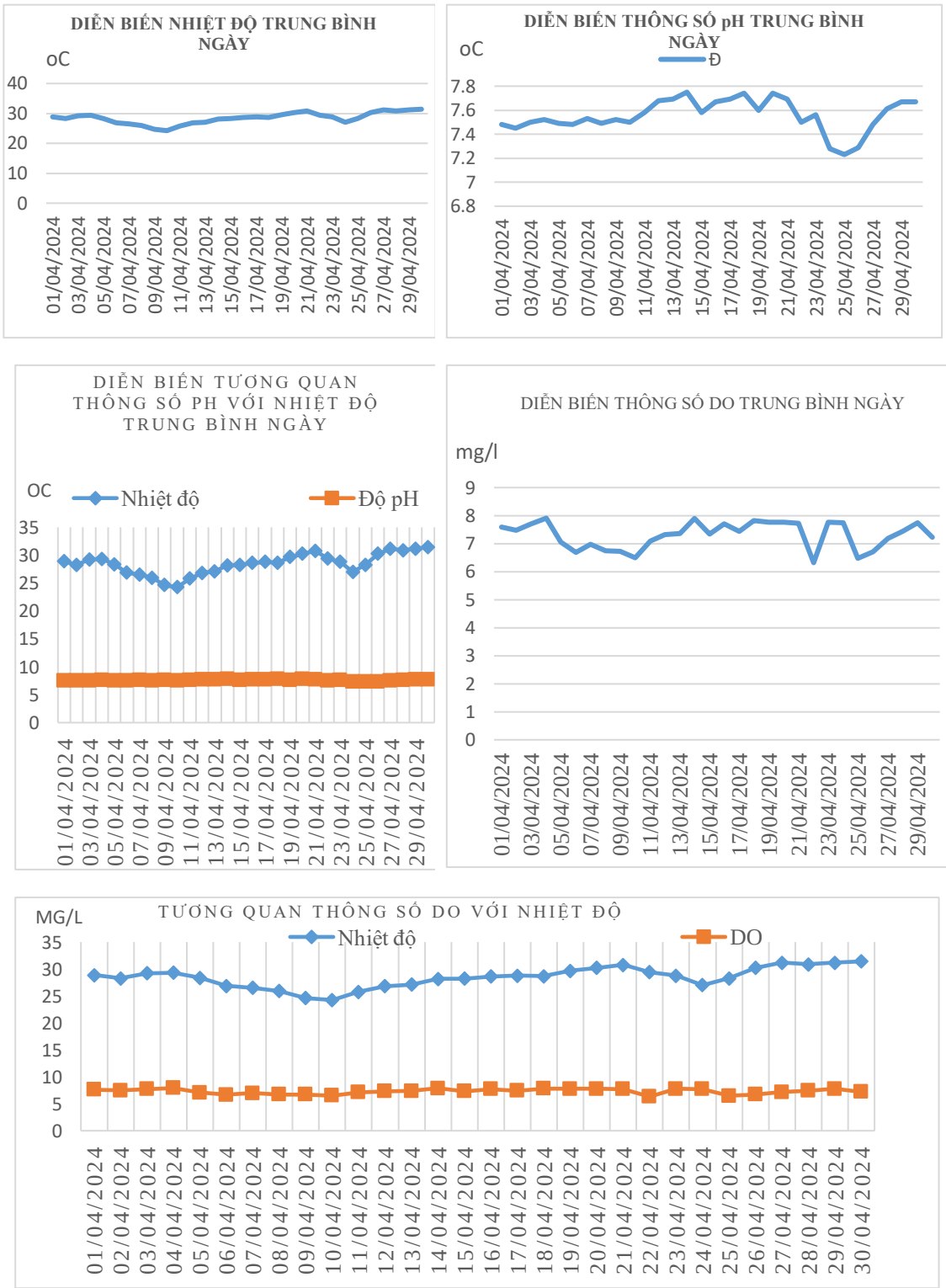


Hình 7. Nhật ký vượt ngưỡng của các chỉ số màn hình Web, Mobile

3.4. Kết quả đo thực nghiệm tại trạm quan trắc

Sau quá trình nghiên cứu và xây dựng hệ thống quan trắc tự động, liên tục, đưa vào lắp ghép và chạy thử nghiệm tại sông Âm đoạn qua làng Giỏi xã Vân Am, huyện Ngọc Lặc cho kết quả chạy thử nghiệm đạt yêu cầu, đây là thành công bước đầu của quá trình vận hành hệ thống. Hệ thống giám sát nguồn nước bằng công nghệ tự động, liên tục, trực tuyến tại lưu vực sông sử dụng nguồn nước cho mục đích cấp nước sinh hoạt, nuôi trồng thuỷ sản và vùng sản xuất nông nghiệp, bước đầu đã giúp đánh giá được chất lượng nước phục vụ các đối tượng sử dụng nước, đưa ra những đề xuất giúp đánh giá hiện trạng và diễn biến chất lượng nước kịp, thời đưa ra canh báo đến các đối tượng này cũng như kiểm soát các nguồn thải gây nguy cơ ô nhiễm môi trường nước tại khu vực. Số liệu quan trắc cập nhật liên tục 5 phút/lần và được truyền liên tục qua phần mềm quản lý.

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709



Hình 8. Diễn biến các thông số nhiệt độ, pH, DO

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

3.5. Kết quả đo đối chứng tại khu vực trạm quan trắc

Bảng 2. Kết quả đo đối chứng của 1 ngày trong tháng

KHM	Kết quả đo máy pH	Kết quả đo online pH	KHM	Kết quả đo máy DO	Kết quả đo online DO
pH 1-04-01	7,30	7,41	DO 1-04-01	6,89	7,02
pH 1-04-02	7,29	7,43	DO 1-04-02	6,86	7,01
pH 1-04-03	7,34	7,48	DO 1-04-03	6,88	7,00
pH 1-04-04	7,38	7,49	DO 1-04-04	6,88	7,03
pH 1-04-05	7,42	7,56	DO 1-04-05	6,87	6,96
pH 1-04-06	7,48	7,62	DO 1-04-06	6,84	6,99
pH 1-04-07	7,55	7,67	DO 1-04-07	6,87	7,00
pH-1-04-08	7,50	7,65	DO 1-04-08	6,84	6,99
Kết quả tính RA cho kết quả đo đối chứng ngày 1/4/2024					
Kết quả tính RA thông số pH	1,96	Đạt	Kết quả tính RA thông số DO	2,13	Đạt

4. KẾT LUẬN

Hệ thống quan trắc tự động, liên tục môi trường nước nhằm giám sát mức độ ô nhiễm nguồn nước trên các hệ thống sông thông qua kết nối các cảm biến và hệ thống truyền nhận dữ liệu không dây (IOT) về Webserver để người dùng có thể giám sát và nhận các cảnh báo thông qua SMS và Email. Các thiết bị cảm biến của trạm quan trắc nghiên cứu đo các thông số: Nhiệt độ, pH, DO. Đây là một trong những thông số quan trọng trong việc giám sát chất lượng nguồn nước, từ đó so sánh với giá trị chuẩn để đưa ra các kết luận mức độ ô nhiễm của nguồn nước, đồng thời báo cáo cho người quản lý môi trường. Ngoài ra, hệ thống còn giám sát các giá trị như mức năng lượng cung cấp (ắc quy, năng lượng mặt trời, chất lượng tín hiệu nhằm giúp quản lý tình trạng của hệ thống theo thời gian. Hệ thống hoạt động ổn định, chi phí vận hành thấp, tính linh hoạt cơ động. Hệ thống còn có thể ứng dụng để nâng cao hiệu quả trong ngành nuôi trồng thuỷ sản (tôm, cá…) giúp người nuôi sớm phát hiện các bất thường của nguồn nước nhằm kịp thời xử lý giảm thiểu thiệt hại.

TÀI LIỆU KHAM KHẢO

[1] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt*, https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2023/3/01-btnmt-qc08.pdf.

[2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023), *Thông tư ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh*, https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Thong-tu-01-2023-TT-BTNMT-Quy-chuan-ky-thuat-chat-luong-moi-truong-xung-quanh-559212.aspx, truy cập ngày 20/3/2024.

[3] Akhmetov, B., Aitimov, M. (2015), *Data Collection and Analysis Using the Mobile Application for Environmental Monitoring*, Procedia Computer Science, (56):532-537.

[4] Karthik Kumar,el at (2014), *Solar based advanced water quality monitoring system using wireless sensor network,*Vol-4 Issue-3 2018 IJARIIE-ISSN(O):2395-4396.

[5] Kirankumar G. Sutar, Prof.Ramesh T. Patil (2013), *Wireless Sensor Network System to Monitor The Fish Farm*, Int. Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 3, Issue 5, Sep-Oct 2013:194-197.

p-ISSN 3030 - 4695
e-ISSN 3030 - 4709

[6] Pasika Sathish, Gandla Sai. (2020), Sm*art water quality monitoring system with cost-effective using IoT*, Heliyon. 6. e04096. 10.1016/j.heliyon.2020.e04096.
[7] Sung, W. T., Chen, J. H., Huang, D. C., Ju, Y. H. (2014), *Multisensors realtime data fusion optimization for IoT systems*. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2299-2304.
[8] Shruti Sridharan (2014), *Water Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network*, https://api.semanticscholar.org/CorpusID:110770689.
[9] Szczechowiak, P., Kargl, A., Collier, M. and SCcott, M (2009), *On the application of pairing based cryptography to wireless sensor networks*, Proceedings of the second ACM conference on Wirelessnetwork security, ACM, 1-12.
[10] Tha Sugapriyaa, S. Rakshaya, K. Ramyadevi, M. Ramya, P.G. Rashmi (2018), *Smart water quality monitoring system for real-time applications,* Int. J. Pure Appl. Math., 118 (2018):1363-1369.

BUILDING A WATER ENVIRONMENT MONITORING SYSTEM FOR MONITORING AND EARLY WARNING OF POLLUTED WATER IN THANH HOA PROVINCE: A CASE STUDY OF VAN AM COMMUNE, NGOC LAC DISTRICT, THANH HOA PROVINCE

Tran Thanh Hung, Ngo Sy Hoc, Hac Ba Thanh, Tran Thi Thanh Huyen, Hoang Ngoc Hung, Vu Thi Phuong

ABSTRACT

The application of the Internet of Things (IoT) to build a water quality monitoring system for detecting pollution is one of the widely used methods. In addition to sensors, the system includes solar power panels, data transmitters, and receivers, and it also analyzes data sent to a web server to send alerts via SMS and email to users. The sensors monitor pH, temperature, and dissolved oxygen (DO). In this study, the authors implemented the IoT application at the monitoring station in Ngoc Lac district, providing essential indicators for monitoring water quality that can be compared with environmental standards to assess pollution levels. This enables reporting and recommendations for environmental managers and relevant organizations to develop effective and timely solutions.

Keywords: *Water quality monitoring system, Am river, ealy warning for polluted water*.

** Ngày nộp bài: 28/5/2024; Ngày gửi phản biện: 3/6/2024; Ngày duyệt đăng: 4 /10/2024*

Lời cảm ơn: *Bài báo thực hiện thuộc đề tài khoa học cấp tỉnh: Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc môi trường nước hiện đại và bền vững phục vụ hoạt động giám sát và cảnh báo sớm nguồn nước có ô nhiễm trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa. Đơn vị chủ trì: Trung tâm Quan trắc và Bảo vệ môi trường Thanh Hóa. Chủ nhiệm đề tài: ThS. Trần Thanh Hùng.*