

Bài báo khoa học

Giải pháp quản lý, giám sát hoạt động kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo khí tượng thủy văn

Đỗ Huy Dương^{1*}, Ngô Tiên Giang², Nguyễn Thị Hân¹, Trần Văn Duẩn¹, Nguyễn Thị Thanh Nga¹

¹ Trung tâm Quan trắc Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn;
dhduong@monre.gov.vn; hanhankttv@gmail.com; duantranthanh@gmail.com;
thanhnga256@gmail.com

² Trung tâm Ứng dụng công nghệ khí tượng thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn;
ntgiang1975@gmail.com

*Tác giả liên hệ: dhduong@monre.gov.vn; Tel: +84-983661088

Ban Biên tập nhận bài: 10/11/2022; Ngày phản biện xong: 22/12/2022; Ngày đăng bài: 25/12/2022

Tóm tắt: Hệ thống kiểm định, hiệu chuẩn các phương tiện đo khí tượng thủy văn (KTTV) có vai trò rất to lớn trong hoạt động lường, đảm bảo số liệu đo đạc chính xác hơn, phục vụ công tác phòng chống thiên tai và tuân thủ theo hướng dẫn của Tổ chức Khí tượng Thế giới – WMO về công tác kiểm định, hiệu chuẩn. Tuy nhiên, hiện tại, công cụ quản lý, giám sát thông tin về phương tiện đo chưa thực sự linh hoạt nên phần nào khó khăn trong công tác quản lý. Vì vậy, ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý hệ thống phương tiện đo KTTV sẽ góp phần hiệu quả hơn trong công tác quản lý nhà nước về KTTV. Sử dụng phương pháp thống kê, phân tích và kỹ thuật lập trình để kiểm soát và thông báo tình trạng kiểm định của các thiết bị được lưu trữ trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở MySQL, ngôn ngữ JSP và được kết nối với giao diện nền web được lựa chọn trong bài báo này. Kết quả cho phép quản lý, giám sát hoạt động kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo KTTV trong và ngoài mạng lưới KTTV quốc gia. Hệ thống có các tính năng phân cấp theo mức độ quản lý và sử dụng khác nhau mang lại hiệu quả thiết thực trong công tác xây dựng kế hoạch, kiểm tra, thống kê, lập báo cáo....

Từ khóa: Kiểm định; Hiệu chuẩn; Phương tiện đo; Truy vấn; Báo cáo.

1. Mở đầu

Theo hướng dẫn của Tổ chức khí tượng thế giới WMO về công tác kiểm định, hiệu chuẩn với mục đích đề thúc đẩy tiêu chuẩn hóa quan trắc khí tượng, đảm bảo thống nhất giữa quan trắc và thống kê [1–2]. Số liệu quan trắc hợp lệ chỉ có thể được lấy khi chương trình đảm bảo chất lượng toàn diện được áp dụng cho cả thiết bị và mạng lưới. Kiểm định, hiệu chuẩn là các yếu tố vốn có của một chương trình đảm bảo chất lượng. Các yếu tố khác bao gồm yêu cầu, lựa chọn phương tiện đo, địa điểm, bảo dưỡng và lưu trữ. Trên phạm vi quốc tế, việc mở rộng các chương trình đảm bảo chất lượng bao gồm các đánh giá là rất quan trọng để thiết lập các bộ dữ liệu tương thích. Do tầm quan trọng của tiêu chuẩn hóa xuyên biên giới quốc gia, một số hiệp hội khu vực WMO đã thành lập: Trung tâm thiết bị khu vực (RIC) để tổ chức và hỗ trợ các hoạt động tiêu chuẩn hóa và hiệu chuẩn [3–6].

Trước khi sử dụng các phép đo khí quyển với một phương tiện đo cụ thể cho mục đích khí tượng, cần thiết phải trả lời các câu hỏi sau: Độ chính xác của hệ thống đo lường là gì? Độ biến thiên của các phép đo trong hệ thống đo lường là gì? Những thay đổi hoặc sai số nào

sẽ có trong dữ liệu được cung cấp bởi hệ thống đo nếu vị trí của nó bị thay đổi? Sẽ có thay đổi hoặc sai số nào trong dữ liệu nếu thay thế một phương tiện đo khác trong hệ thống đo cùng một yếu tố thời tiết? Để trả lời những câu hỏi này và để đảm bảo tính hợp lệ và tin cậy của các phép đo được tạo ra bởi các phương tiện đo khí tượng hoặc hệ thống đo lường, cần có sự kết hợp giữa kiểm định, hiệu chuẩn trong phòng thí nghiệm và kiểm định, hiệu chuẩn lưu động [7–12]. Hiện nay, tại một số nước trên thế giới, công tác kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo khí tượng thủy văn sử dụng phương pháp kiểm định hiệu chuẩn lưu động như: Nhật Bản, Phần Lan, Italia, HongKong, Hàn Quốc, Trung Quốc... Các chương trình kiểm định, hiệu chuẩn cần được phát triển và chuẩn hóa, dựa trên môi trường hoạt động của thiết bị và tác động của biến đổi khí hậu tại các vùng/miền với tính chất cực đoan khác nhau [13–20].

Nói chung, một hệ thống kiểm định được thiết lập để đảm bảo hệ thống đo lường sẽ đáp ứng các yêu cầu về hiệu suất, bảo dưỡng trong mọi điều kiện vận hành, lưu trữ và vận chuyển dự kiến. Các chương trình kiểm định được thiết lập để phát triển dữ liệu và độ tin cậy của các đầu đo sử dụng trong mạng lưới theo các tiêu chuẩn ISO [7].

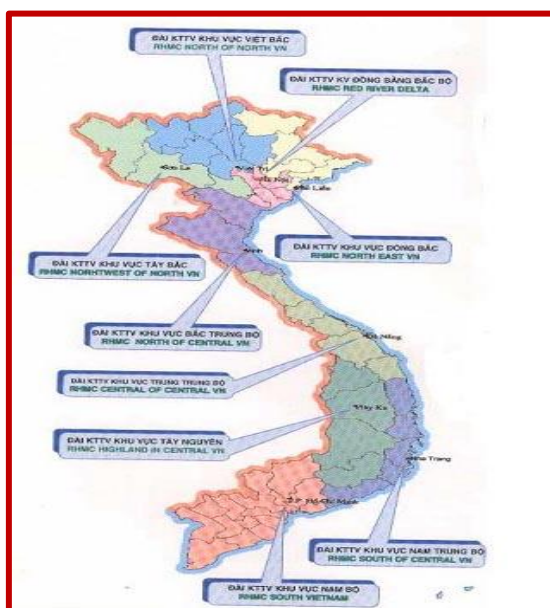
Tại khu vực II Châu Á, có 2 trung tâm dụng cụ khu vực đặt tại Trung Quốc (*Beijing*) và Nhật Bản (*Tsukuba*) [4]. Tại Việt Nam, công tác kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo KTTV đóng vai trò quan trọng bởi giá trị thông tin KTTV quan trắc được phục vụ đa lĩnh vực, là cơ sở pháp lý để chuẩn hóa dữ liệu quan trắc trong và ngoài ngành KTTV, góp phần tăng hiệu quả trong phòng chống thiên tai, phát triển kinh tế xã hội.

Chính vì vậy, cùng với quá trình tự động hoá quan trắc đang được phát triển nhanh không chỉ trong ngành KTTV mà cả các lĩnh vực khác, việc quản lý hệ thống phương tiện đo KTTV còn mang ý nghĩa cơ sở pháp lý trong việc đảm bảo tính công bằng, thống nhất trong quá trình quan trắc thu thập dữ liệu KTTV, phục vụ công tác phòng chống thiên tai hiệu quả hơn, đáp ứng định hướng theo chiến lược phát triển ngành khí tượng thủy văn Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Với mục đích đưa ra thông tin chính xác về việc kiểm định, hiệu chuẩn của từng phương tiện trên toàn hệ thống, trước tiên là của ngành KTTV, do đó phạm vi nghiên cứu được thực hiện trên toàn mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn của ngành trong đó có bổ sung các thông tin từ các mạng lưới quan trắc chuyên ngành (Hình 1).



Hình 1. Mạng lưới quan trắc các Đài khí tượng thủy văn khu vực.

2.2. Thống kê, thu thập thông tin, tài liệu

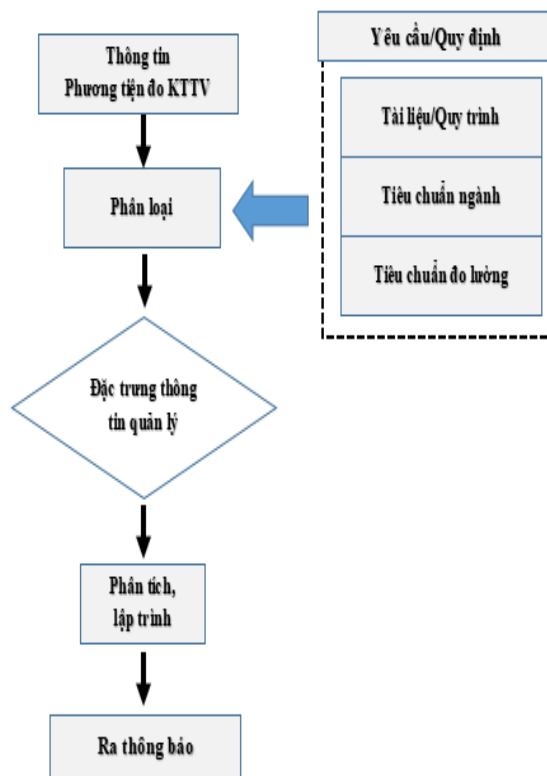
Các phương tiện đo KTTV từ các Đài KTTV khu vực đang được quản lý, vận hành được thống kê, phân loại theo yếu tố quan trắc, đặc tính kỹ thuật, thời gian yêu cầu kiểm định, hiệu chuẩn, hãng sản xuất và đơn vị vận hành theo từng Đài KTTV khu vực để làm cơ sở trong việc thiết kế hệ thống và truy vấn thông tin theo mã định danh của phương tiện đo.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Để đáp ứng được yêu cầu bao quát đầy đủ các thông tin, phương pháp điều tra khảo sát và thu thập thông tin tài liệu được áp dụng trên toàn bộ các trạm KTTV trong mạng lưới KTTV quốc gia và các điểm trạm thu đo KTTV hiện có.

Trên cơ sở dữ liệu thu thập, sử dụng phương pháp đánh giá phân loại nhóm thông tin để đưa ra các đặc trưng thông tin cần quản lý theo điểm trạm, đơn vị quản lý và chức năng của từng phương tiện đo KTTV. Trong quá trình phân tích, phân loại; các tài liệu về quy trình, quy phạm, tiêu chuẩn ngành và tiêu chuẩn đo lường cũng được sử dụng để bảo đảm tính tổng hợp, nhất quán của thông tin trong hệ thống kiểm định thiết bị KTTV.

Với các thông tin thu thập và được phân loại, phương pháp phân tích và lập trình để kiểm soát và thông báo tình trạng kiểm định của các thiết bị được lưu trữ trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở MySQL, ngôn ngữ JSP và được kết nối với giao diện nền web.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

3. Kết quả và thảo luận

CSDL và website quản trị thông tin kiểm định KTTV với đối tượng chính là các thông tin kiểm định của từng thiết bị được đưa vào sử dụng trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Hệ thống quản trị dựa trên hai phân loại chính bao gồm: Các thiết bị đo (tên, chủng loại) và phân loại theo nguyên lý đo.

Đồng thời, hệ thống cũng lưu trữ, bổ sung thông tin để có thể biết được: Hoặc thiết bị đã kiểm định đang ở vị trí, khu vực nào theo đối tượng quản lý; Hoặc một thiết bị sẽ được xem xét kiểm định tại khu vực, ngày/tháng nào.

Như vậy, hệ thống không chỉ cho phép kiểm đếm hệ thống thiết bị mà còn cho phép đánh giá tình trạng, đưa ra các thông tin cảnh báo về thiết bị theo vị trí địa lý, khu vực mà đối tượng được quản lý. Mặt khác, hệ thống cũng cho phép đánh giá khối lượng công việc cần thực hiện trong năm (cho hệ thống cơ bản của quốc gia) cũng như bổ sung thông tin kiểm định các mạng chuyên dùng (khi có yêu cầu) và khả năng tích hợp liên thông trong toàn hệ thống kiểm định KTTV.

3.1. Quản trị thông tin dữ liệu về kiểm định

CSDL là một hệ thống lưu trữ thông tin được sắp xếp rõ ràng, phân lớp ngăn nắp những thông tin lưu trữ, cho phép người dùng mở rộng và có thể tùy chỉnh để thay đổi linh hoạt cấu

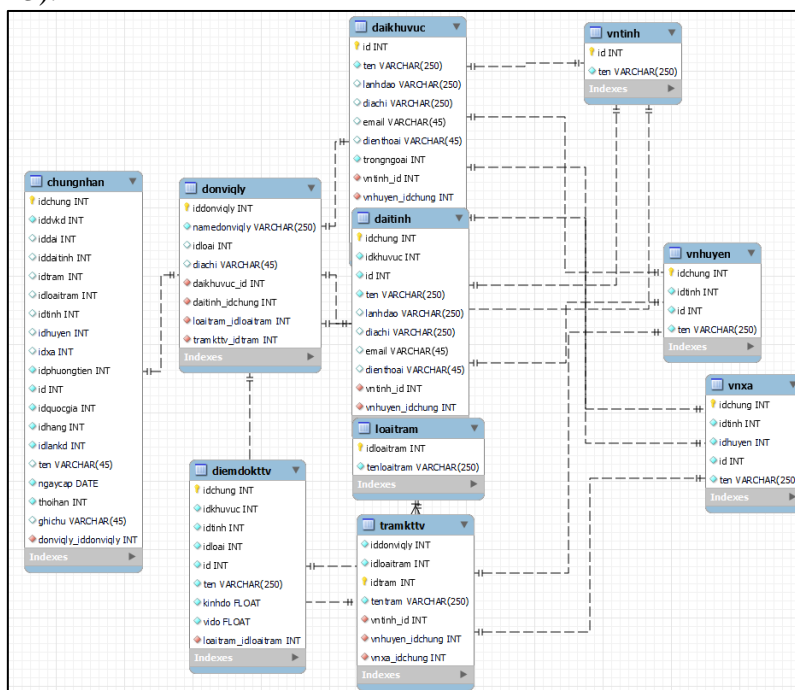
trúc bên trong. Một máy chủ cơ sở dữ liệu MySQL đáp ứng nhiều tính năng linh hoạt. Nó có khả năng chứa và xử lý các ứng dụng được nhúng sâu để chạy kho dữ liệu khổng lồ lên đến hàng terabytes thông tin. Đặc tính đáng chú ý của MySQL là sự linh hoạt về platform với tất cả các phiên bản của Windows, Unix và Linux đang được hỗ trợ. Với kiến trúc storage-engine cho phép các chuyên gia cơ sở dữ liệu cấu hình máy chủ cơ sở dữ liệu MySQL đặc trưng cho các ứng dụng chuyên biệt. Dù ứng dụng là website dung lượng lớn phục vụ hàng triệu người/ngày hay hệ thống xử lý giao dịch tốc độ cao thì MySQL đều đáp ứng được khả năng xử lý khắt khe của mọi hệ thống. Với những tiện ích tải tốc độ cao, cơ chế xử lý nâng cao khác và đặc biệt bộ nhớ caches, MySQL đưa ra tất cả nhưng tính năng cần có cho hệ thống khó tính hiện nay.

Xuất phát điểm thông tin cần giải quyết trong bài toán này được dựa trên thông tin cần quan tâm đối với một thiết bị khi đưa vào trong hệ thống đó là cần phải trả lời được các yêu cầu của thông tin kiểm định hiện hành bao gồm: Thiết bị đó được đặt ở đâu (chủ sở hữu, vị trí địa lý); Thông tin về nơi sản xuất và hãng sản xuất; Thông tin về thiết bị (kiểu hiển thị, kiểu đo đạc,...); Thông tin về các quá trình kiểm định (lần đầu, các lần tiếp theo, các thông tin hiệu chỉnh); Thời hạn hiện tại (tại thời điểm kiểm tra hoặc sử dụng) còn trong hạn không, thời gian bao nhiêu; Thông tin về đơn vị và cá nhân chịu trách nhiệm kiểm định.

Do vậy, thông tin bảng dữ liệu chi tiết nhất của một thiết bị cần phải đáp ứng được đầy đủ các thông tin nêu trên. Trên cơ sở thông tin chi tiết của một trạm, các dữ liệu khác sẽ được triển khai bảo đảm cung cấp đầy đủ thông tin cho bảng dữ liệu cuối, bao gồm:

Thông tin thứ nhất: Đơn vị quản lý

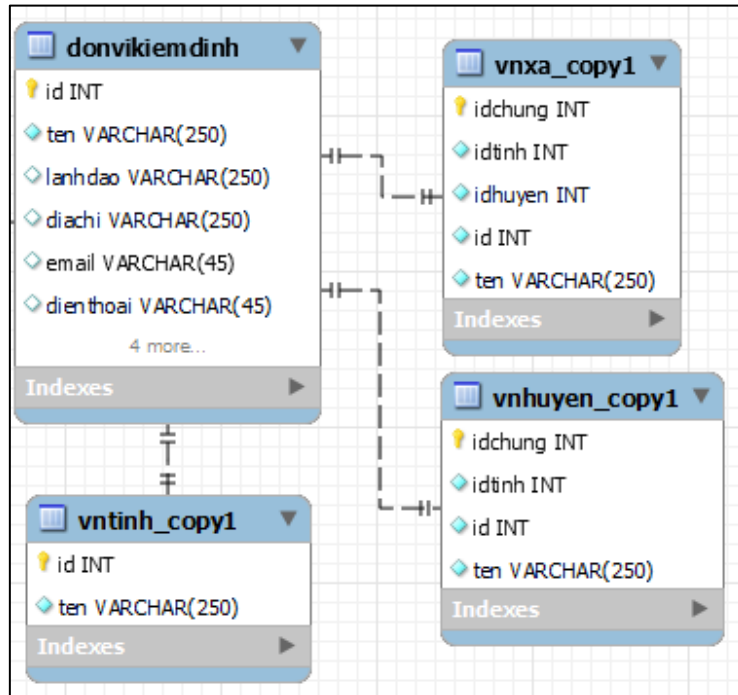
Đơn vị quản lý phải thể hiện được thông tin chi tiết về chức năng, nhiệm vụ của đơn vị đang quản lý các thiết bị đó để có những kiến nghị hoặc cập nhật tình trạng phù hợp. Theo cấu trúc của Tổng cục KTTV, các thông tin sẽ bao hàm thông tin từ cấp Trung ương đến cấp đài khu vực, đài tỉnh và trạm đo. Trong mỗi thông tin đó phải bao hàm vị trí về mặt địa lý của thông tin (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ quản lý liên hệ thông tin vị trí địa lý điểm trạm.

Thông tin thứ hai: Đơn vị cấp kiểm định

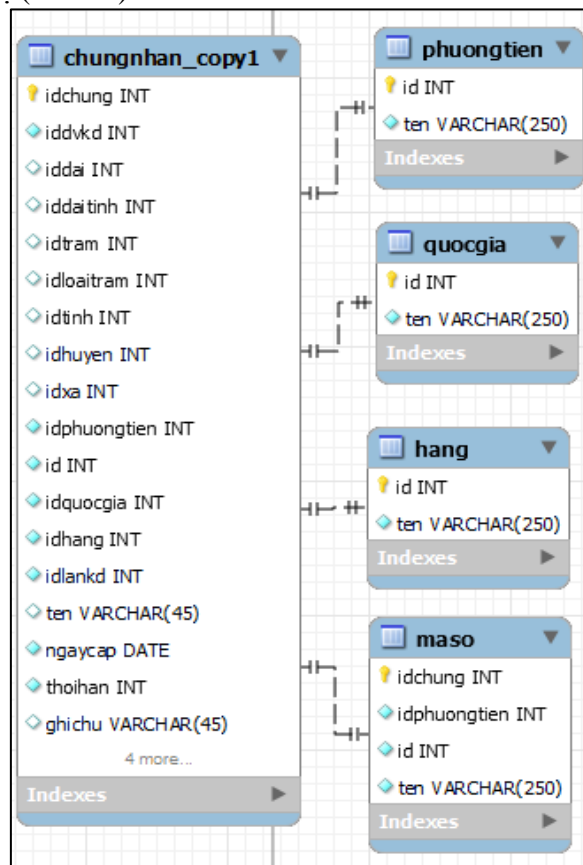
Thông tin đơn vị cấp kiểm định cần được minh bạch hóa, bao gồm người đại diện, kỹ thuật, ngày cấp, thông tin liên hệ và địa chỉ (Hình 4).



Hình 4. Sơ đồ liên kết đơn vị quản lý.

Thông tin thứ ba: Thông tin thiết bị

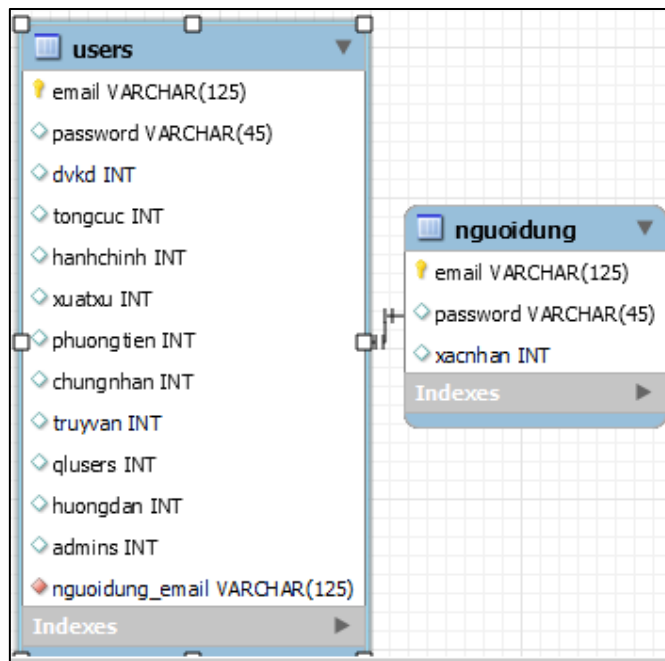
Mỗi thiết bị cụ thể cần xác định rõ xem đơn vị sản xuất ra thiết bị đó thuộc quốc gia, hãng nào,... thuộc nhóm phương tiện đo yếu tố nào. Trên cơ sở đó cần thu thập ghi lại thông tin mã của từng thiết bị (Hình 5).



Hình 5. Sơ đồ liên kết thông tin thiết bị.

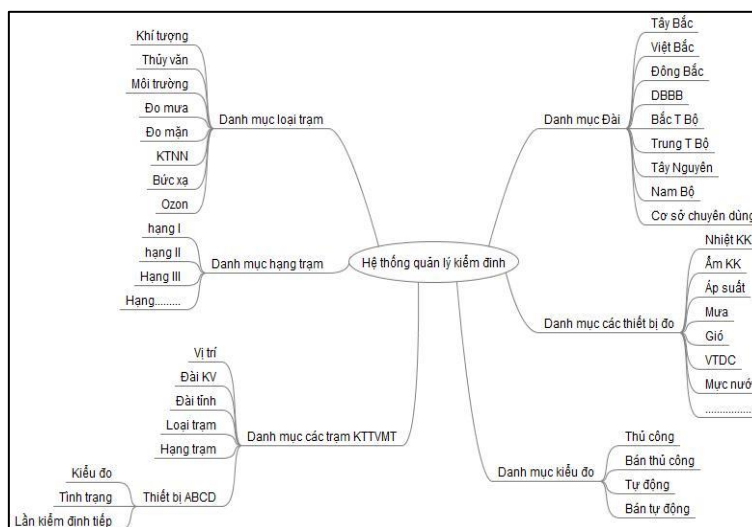
Thông tin thứ tư: Quyền người dùng

Quyền người dùng được xác lập nhằm cho phép người sử dụng truy cập, cập nhật bổ sung thông tin, cấp kiểm định cũng như truy vấn quá trình cấp kiểm định của một thiết bị.



Hình 6. Mô hình cấp quyền truy cập.

Tóm lại, cấu trúc cơ bản của CSDL kiểm định được mô tả thông qua sơ đồ hình 7.



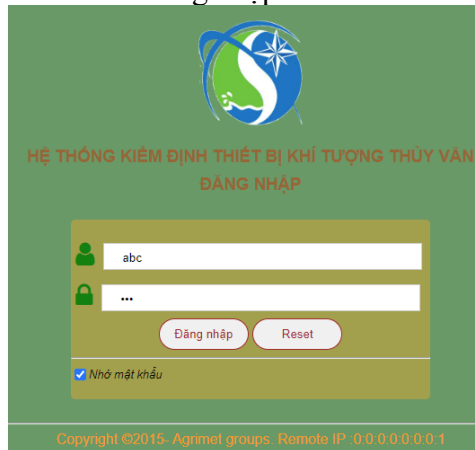
Hình 7. Sơ đồ quản lý thông tin kiểm định.

3.2 Thiết lập giao diện người dùng

Như đã mô tả, để đáp ứng được việc cập nhật thông tin đầy đủ, kịp thời và sử dụng được các nguồn lực khác nhau nhưng thống nhất, đối với bài toán quản lý thông tin kiểm định và cấp kiểm định thiết bị phương tiện KTTV tốt nhất được thực hiện trên nền web và được phân quyền cụ thể.

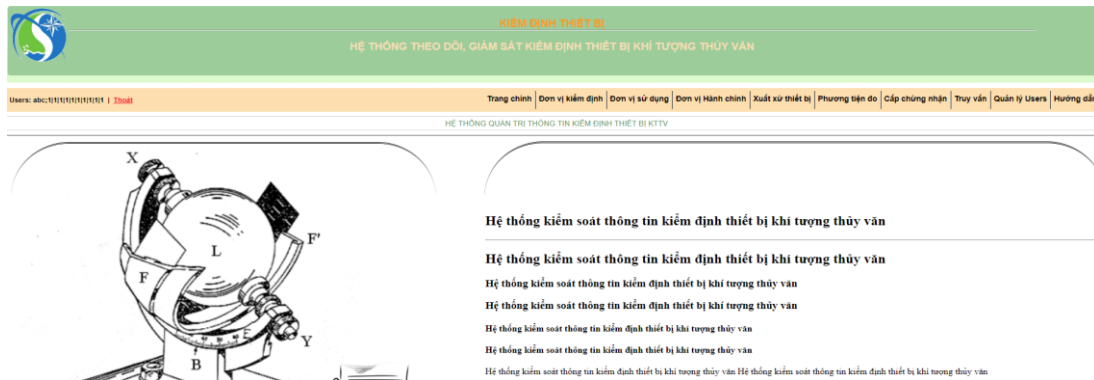
Trong bài toán quy mô nhỏ, sử dụng sự hỗ trợ đa dạng của cộng đồng,... trong hệ thống này đề tài sử dụng ngôn ngữ JSP để thực hiện. Khi đó, mỗi sự thay đổi trên hệ thống CSDL sẽ được phản ánh trung thực nhưng không ảnh hưởng đến thông tin lưu trữ một cách tức thời.

Vì đây là hệ thống không cho phép người dùng sử dụng rộng rãi mà được bao hàm trong phạm vi của Tổng cục KTTV nên khi đăng nhập cần có tài khoản cụ thể.



Hình 8. Giao diện đăng nhập.

Sau khi đăng nhập, sẽ xuất hiện màn hình chính cho phép thực hiện các tác vụ tùy thuộc vào cấp độ của người dùng.



Hình 9. Giao diện trang chính.

Mỗi cấp độ người dùng là mức độ cho phép người đó chỉ được nhập thông tin hoặc được phép xem, chỉnh sửa; đồng thời cũng định danh đến từng đơn vị trạm KTTV nhằm tối đa nguồn lực cho phép sớm cập nhật và quản lý hệ thống một cách hiệu quả.

Mỗi người dùng sẽ được cấp một tài khoản định danh với tên và mật khẩu, trong đó mật khẩu được mã hóa một chiều MD5.

Users	Pass	Đơn vị kiểm định	Thông tin đài trạm	Thông tin hành chính	Thông tin xuất xứ	Thông tin phương tiện	Cấp chứng nhận	Truy vấn	Quản trị Users	Quản lý hướng dẫn	Quyền Admin	
abc	900150963cd24b0d9637d28e17772	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	
ntgiang1975@gmail.com	daaf4344e376cad8b42e7a7b04060810	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	1 ✓	

[Cập nhật thay đổi](#)

Hình 10. Giao diện cấp quyền truy cập.

Với quyền cấp chứng nhận kiểm định; người dùng sẽ cấp chứng nhận chi tiết cho từng thiết bị khí kiểm định trong đó sẽ đưa ra thông tin cụ thể của các lần kiểm định trước hoặc lần đầu.

ĐƠN VỊ / CƠ QUAN CẤP KIỂM ĐỊNH: Toàn bộ |
 ĐƠN VỊ / CƠ QUAN ĐƯỢC KIỂM ĐỊNH: Toàn bộ |
 Các thông tin bổ sung chi tiết:
 Tên trạm / điểm đo KTTV: Toàn bộ |
 Loại trạm / điểm đo KTTV: Toàn bộ

THÔNG TIN PHƯƠNG TIỆN:
 Tên phương tiện: Toàn bộ |
 Nước sản xuất: Toàn bộ |
 Hãng: Toàn bộ |
 Số serial: Toàn bộ

INDEX	Mã số phương tiện	Ngày kiểm định	Thời hạn	Ghi chú	
-------	-------------------	----------------	----------	---------	--

Hình 11. Giao diện cấp chứng nhận kiểm định.

Với quyền truy vấn, người sử dụng có thể lựa chọn nhiều kịch bản khác nhau theo tính năng từ cơ quan cấp kiểm định, đơn vị được cấp, phương tiện đo,... đến chi tiết quá trình kiểm định của một loại thiết bị cụ thể; đồng thời các thông số trên hệ thống (qua thang màu) sẽ định danh rõ mức độ còn, quá hạn cụ thể của thời gian kiểm định.

Thông tin chung

Nơi cấp kiểm định: Toàn bộ

Nơi được kiểm định: Toàn bộ

Thông tin trạm, điểm đo

Loại trạm: Toàn bộ

Tên trạm: Toàn bộ

Thông tin phương tiện đo

Phương tiện đo: Toàn bộ

Nước sản xuất: Toàn bộ

Hãng: Toàn bộ

Thông tin chung về thiết bị

Số serial: Toàn bộ | Thời hạn: Toàn bộ

Xuất dữ liệu - CSV

index	Mã số phương tiện	Ngày kiểm định	Thời hạn kiểm định	Ghi chú	Tháng còn lại
11	YnjRiqRoWz	2022-10-07	0	A5DaDo8lwB	-2
1	DMBs4btV7X	2022-10-05	24	9y0fciGgJf	21
1	AKYInhydZN	2022-09-21	12	Kiểm định lần đầu	8

LIU Ý: đã đến hạn kiểm định | còn 1 tháng | còn 3 tháng | còn 6 tháng | còn 12 tháng | còn trên 12 tháng

Hình 12. Giao diện truy vấn thông tin.

Hệ thống liên kết giữa website và CSDL với nền tảng mã nguồn mở cho phép có thể cài đặt trên hệ thống server nền windows hoặc linux nhưng yêu cầu phải cài đặt máy chủ tương ứng với cấu hình nền java (*Apache Tomcat, Internet Information Services (IIS), Apache HTTP server*).

4. Kết luận và kiến nghị

1. Giải pháp quản lý, giám sát hoạt động kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo KTTV giúp chủ động cho các đơn vị gồm Trung tâm Quan trắc KTTV và các Đài KTTV khu vực trong việc lập kế hoạch, tổ chức vận hành kiểm định, hiệu chuẩn theo định kỳ đảm bảo thuận tiện, hiệu quả, không để sai sót, không để chậm trễ.

2. Hệ thống có khả năng truy xuất thông tin về phương tiện đo theo từng Đài KTTV khu vực hoặc thông tin chung trên toàn mạng lưới quan trắc KTTV nên đảm bảo tính linh hoạt, thuận tiện trong quản lý, giám sát phương tiện đo.

3. Việc phân cấp đến người dùng đảm bảo tính chính xác, thuận tiện trong việc nhập hoặc chỉnh sửa thông tin về phương tiện đo trong quá trình sử dụng.

4. Hệ thống đảm bảo tính mở nên có thể giám sát được số lượng và lập báo cáo các phương tiện đo KTTV ngoài mạng lưới KTTV khi được đưa vào kiểm định, hiệu chuẩn tại Tổng cục KTTV, phục vụ hiệu quả công tác quản lý, điều hành.

Đóng góp của tác giả: Phân tích hệ thống và xây dựng ý tưởng, giải pháp và kỹ thuật xử lý: Đ.H.D., N.T.G.; N.T.H.: Thu thập và tổng quan các thông tin liên quan hệ thống kiểm định phương tiện đo KTTV của WMO và một số Trung tâm thiết bị Khu vực; T.V.D., N.T.T.N.: cung cấp cơ sở thực tiễn trong quá trình kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo khí tượng và thủy văn; lớp thông tin phục vụ quản lý, truy vấn để làm nền tảng phân tích và thiết kế hệ thống.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu, xây dựng hệ thống quản lý về công tác kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo trong lĩnh vực khí tượng thủy văn, mã số TNMT.2020.996.02. Bên cạnh đó, tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của Phòng Thiết bị kiểm định, Trung tâm Quan trắc KTTV trong quá trình trao đổi, thảo luận để xây dựng và thiết kế hệ thống quản lý, giám sát hoạt động kiểm định, hiệu chuẩn phương tiện đo khí tượng thủy văn.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là 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. WMO. 2018 edition – Volume V: Quality Assurance and Management of Observing Systems. 2018 Eds. Space-based Observations, Volume IV update, 2017 update – Part II: Observing systems, 2017 update – Part I: Measurement of meteorological variables.
2. WMO. CBS-TECO-2018-Paper-1890 China Met. Metrology RIC Beijing BianZejiang.
3. CIMO/ ET-OpMet-1/Doc. 4.1 (26.XI.2015). Draft of Calibration Strategy.
4. <https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jmacenter/ric/About%20us/Facility/Facility.html>
5. <https://www.jma.go.jp/jma/jmaeng/jmacenter/ric/Material%20and%20Information/Material-traceability/MMC-2016%20Presentation%20from%20JMA.pdf>.
6. KMA's standard observatories: plan and role of CIMO Testbed and Lead Centre.
7. https://library.wmo.int/pmb_ged/iom_109_en/Session4/O4_01_Dobre_Metrologica1_Traceability_Examples.pdf
8. ISO/IEC Guide 98-3:2008. Uncertainty of Measurement-Part 3: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), 2008.
9. Lu, T.; Chen, C. Uncertainty Evaluation of Humidity Sensors Calibrated by Saturated Salt Solutions. *Measurement* **2007**, *40*, 591–599.
10. Bertiglia, F.; Lopardo, G.; Merlone, A.; Roggero, G.; Cat Berro, D.; Mercalli, L. et al. Traceability of ground based air temperature measurements: a case study on the meteorological observatory of Moncalieri (Italy). *Int. J. Thermophys.* **2015**, *36*, 589–601.
11. Lopardo, G.; Marengo, D.; Meda, A.; Merlone, A.; Moro, F.; Pennechi, F.R. et al. Traceability and online publication of weather station measurements of temperature, pressure and humidity. *Int. J. Thermophys.* **2012**, *33*, 1633.
12. Merlone, A.; Iacomini, L.; Tiziani, A.; Marcarino, P. A liquid bath for accurate temperature measurements. *Measurement* **2007**, *40(4)*, 422–427.
13. Merlone, A.; Roggero, G. In situ calibration of meteorological sensor in extreme environment. Metrology for Meteorology and Climate Conference, Brdo, Slovenia, September 2014, 15–18.
14. Musacchio, C.; Bellagarda, S.; Merlone, A.; Maturilli, M.; Graeser, J.; Vitale, V.; Viola, A.; Liberatori, E.; Sparapani, R. Metrology activities in Ny-Ålesund (Svalbard). Metrology for Meteorology and Climate Conference, Brdo, Slovenia, 2014, 15–18 September.
15. Saxholm, S.; Heinonen, M. A calibration system for PTU devices. *Measurement* **2010**, *43*, 1583–1588.
16. Zhang, C.; Zhang, W.; Webb, D.J. et al. Optical Fibre Temperature and Humidity Sensor. *Electronics Letters* **2010**, *46*, 643–644. <https://doi.org/10.1049/el.2010.0879>.
17. Yu, Y. et al. Multi-Channel Impedance Measurement System for Polymer Humidity Sensors. *Measurement* **2021**, *176*, 109113.
18. Sharma, H.; Vaidya, U.; Ganapathysubramanian, B. A Transfer Operator Methodology for Optimal Sensor Placement Accounting for Uncertainty. *Building Environ.* **2019**, *155*, 334–349. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.054>.
19. Martins, L.L.; Ribeiro, A.S.; e Sousa, J.A. et al. Measurement Uncertainty of Dew-Point Temperature in a Two-Pressure Humidity Generator. *Int. J. Thermophys* **2012**, *33*, 1568–1582. <https://doi.org/10.1007/s10765-011-1005-z>.
20. Hans, I.; Burgdorf, M.; Buehler, S.A. et al. An Uncertainty Quantified Fundamental Climate Data Record for Microwave Humidity Sounders. *Remote Sen.* **2019**, *11*, 548. <https://doi.org/10.3390/rs11050548>.

21. Yang, Z.; Zhang, H.; Wang, Q. et al. Uncertainty Evaluation of Wind Speed Sensor in Automatic Weather Station. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci.* **2021**, 768, 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/768/1/012008>.
22. Wei, M.; Zeng, Y.; Wen, C. et al. Comparison of MCM and GUM Method for Evaluating Measurement Uncertainty of Wind Speed by Pitot Tube. *MAPAN* **2019**, 34, 345–355. <https://doi.org/10.1007/s12647-019-00339-3>.
23. Wei, M.; Zeng, Y.; Zou, L. et al. Analysis of the Influence of Water–Vapor Correction Term on the Measurement Uncertainty of Wind Speed. *MAPAN* **2019**, 34, 333–343. <https://doi.org/10.1007/s12647-019-00338-4>.

Solutions to manage and supervise inspection and calibration of hydrometeorological measuring instruments

Do Huy Duong^{1*}, Ngo Tien Giang², Nguyen Thi Han¹, Tran Van Duan¹, Nguyen Thi Thanh Nga¹

¹ Center for Hydro-Meteorological Observation, Vietnam Meteorological Hydrological Administration; dhduong@monre.gov.vn; hanhankttv@gmail.com; duantranthanh@gmail.com; thanhnga256@gmail.com

² Center for Hydro-Meteorological Technology Application, Vietnam Meteorological Hydrological Administration; ntgiang1975@gmail.com

Abstract: The system of verification and calibration of hydrometeorological measuring instruments plays a huge role in measurement activities, ensuring more accurate measurement data, serving disaster prevention and compliance. according to the guidelines of the World Meteorological Organization (WMO) on testing and calibration. However, at present, tools to manage and monitor information about measuring instruments are not really flexible, so it is somewhat difficult to manage. Therefore, the application of information technology in the management of the system of hydrometeorological measuring instruments will contribute more effectively to the state management of hydrometeorology. Using statistical methods, analysis and programming techniques to control and report the inspection status of devices stored on open–source database management system MySQL, JSP language and connected connected to the web–based interface selected in this paper. The results allow management and supervision of inspection and calibration of hydrometeorological measuring instruments inside and outside the national hydrometeorological network. The system has hierarchical features according to different levels of management and use, bringing practical efficiency in planning, checking, statistics, reporting, etc.

Keywords: Accreditation; Calibration; Measument; Query; Report.