

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

-----o0o-----

**TÀI LIỆU HỘI THẢO KHOA HỌC  
CHÀO MỪNG 75 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG  
NGÀNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VIỆT NAM**

**Chuyên đề**

**CÔNG NGHỆ QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN PHỤC  
VỤ DỰ BÁO, CẢNH BÁO THIÊN TAI  
THỜI KỲ CÔNG NGHỆ SỐ**

*Hà Nội, ngày 02 tháng 10 năm 2020*



**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN  
VIET NAM METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL  
ADMINISTRATION**

Địa chỉ: Số 8, Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội  
Address: No. 8, Phao Dai Lang, Dong Da, Ha Noi  
Điện thoại (Tel): 024 32673199



## MỤC LỤC

### Tài liệu Hội thảo

TT	Tên đơn vị	Nội dung	Số trang
1	Trung tâm Quan trắc khí tượng thủy văn	Báo cáo đánh giá thực trạng thiết bị, công nghệ quan trắc và khả năng định hướng ứng dụng vào mạng lưới phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai thời kỳ công nghệ số	1
2	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu	Nghiên cứu ứng dụng công nghệ 4.0 trong dự báo, cảnh báo thiên tai trong thời kỳ phát triển công nghệ quan trắc số	32
3	Trung tâm Ứng dụng công nghệ khí tượng thủy văn	Công nghệ AI tiên tiến của Weathernews Inc.: Ứng dụng Deep Learning trong phòng tránh thiên tai bằng Dự báo thời tiết cực ngắn và Kỹ thuật nhận dạng hình ảnh camera	38
4	Công ty CP Giải pháp Thời tiết WeatherPlus	Ứng dụng công nghệ quan trắc KTTV hiện đại trong hỗ trợ sản xuất nông nghiệp	48
5	Cục Viễn thám quốc gia	Ứng dụng dữ liệu quan trắc trái đất và web-gis trong giám sát nhanh hiện trạng ngập lụt	54
6	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội	Đổi mới công tác đào tạo quan trắc khí tượng thủy văn đáp ứng yêu cầu nhân lực của thời đại công nghệ 4.0	62
7	Công ty Cổ phần Thiết bị Khí tượng Thủy văn và Môi trường Việt Nam (Hymetco)	Các hệ thống quan trắc thời tiết chính xác góp phần thúc đẩy cảnh báo và dự báo với độ tin cậy cao như thế nào?	66
8	Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia	Nâng cao hiệu quả quan trắc và dự báo tài nguyên nước quốc gia phục vụ phát triển kinh tế-xã hội trong kỷ nguyên số	71
9	Trường Đại học Khoa học tự nhiên	Ứng dụng RADAR HF quan trắc sóng và dòng chảy ven bờ độ phân giải cao khu vực biển tỉnh Phú Yên	81
10	Công ty TNHH Công nghệ Thương mại Sông Hồng (RedRiver)	Ứng dụng kỹ thuật số trong công tác giám sát KTTV - khai thác sử dụng nước mặt hồ - đập nhà máy thủy điện	90
11	Viện Vật lý Địa cầu	Quan trắc vật lý khí quyển phục vụ phòng chống thiên tai và thích ứng biến đổi khí hậu ở Viện Vật lý Địa cầu	102
12	Viện Khoa học Tài nguyên nước	Nghiên cứu ứng dụng một số công nghệ viễn thám trong giám sát, dự báo tài nguyên nước	107



TT	Tên đơn vị	Nội dung	Số trang
13	Công ty TNHH Triệu Hà	Công nghệ đo đạc quan trắc vận tốc và lưu lượng tự động theo nguyên lý vô tuyến không tiếp xúc	117
14	Cục Quản lý tài nguyên nước	Thực trạng quan trắc, giám sát tài nguyên nước trong tình hình mới	137
15	Công ty Cổ phần Vật tư Khoa học Kỹ thuật - Lasi	Giới thiệu giải pháp tích hợp tự động quan trắc môi trường không khí và khí tượng Airpointer© thế hệ mới	144
16	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội	Xây dựng hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ lụt (frmis), áp dụng cho thành phố cần thơ	150
17	Công ty Cổ phần Thiết bị Khí tượng Thủy văn và Môi trường Việt Nam (Hymetco)	Ứng dụng phương pháp sai rôi trong nghiên cứu biến đổi khí hậu	157
18	Công ty Cổ phần Tích hợp Hệ thống Thông tin Toàn Cầu GB	Giải pháp kỹ thuật xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo lũ	163



Tài liệu Hội thảo

## **Báo cáo đánh giá thực trạng thiết bị, công nghệ quan trắc và khả năng định hướng ứng dụng vào mạng lưới phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai thời kỳ công nghệ số**

Đỗ Huy Dương<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Quan trắc khí tượng thủy văn

### **1. Đánh giá thiết bị công nghệ quan trắc**

#### *1.1. Ngoài nước*

Trên thế giới, các thiết bị đo đạc tự động cho ngành khí tượng thủy văn (KTTV) nói chung hay trạm khí tượng tự động (KTTĐ) nói riêng có rất nhiều chủng loại về tính năng sử dụng, cấp độ công nghệ và do nhiều cơ sở cung cấp. Có thể liệt kê một số hãng chính như Vaisala - Phần Lan; Otto- Đức; Kipp&Zonen - Hà Lan; Aanderaa - Na Uy; Diolia, Degreane - Pháp; Cae - Ý; Auria, Monitor - Úc; Handar, MetOne, NovaLynx, Cambell, Young - Mỹ; Kimoto- Nhật Bản.

Tùy theo đặc điểm địa lý và mức độ phát triển của từng vùng nơi đặt thiết bị đo, số liệu thời gian thực được cung cấp cho người sử dụng thông qua mạng hữu tuyến như đường điện thoại, mạng LAN, WAN; mạng vô tuyến như Radio Modem, GSM Modem, máy thu phát vệ tinh; mạng kết hợp giữa hai dạng trên.

Tại Hồng Kông bao gồm 79 trạm quan trắc tự động và 19 trạm quan trắc truyền thống. Mạng lưới trạm này được điều hành trực tiếp bởi Đài Khí tượng Hồng Kông (HKO). Số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm synop truyền thống được truyền về trung tâm mỗi giờ một lần; số liệu từ mạng lưới trạm tự động được truyền về trung tâm mỗi phút một lần; số liệu thủy văn được truyền về Trung tâm mỗi ngày một lần, thông qua mạng hữu tuyến như: đường điện thoại, cáp LAN, WAN và cả mạng vô tuyến như: radio modem. Tại Trung tâm, nguồn số liệu này sẽ được tự động truyền vào một hệ thống tích hợp kiểm soát chất lượng số liệu. Hệ thống này kiểm tra số lượng trạm phát báo, kiểm tra tính đồng nhất, tính nhất quán của số liệu. Hệ thống cũng lọc ra những số liệu sai từ mạng lưới trạm tự động và thông báo cho nhân viên bảo trì để tiến hành khắc phục. Trạng thái hoạt động của mạng lưới trạm tự động còn được giám sát thông qua một trang web, hiển thị trạng thái thời gian thực. Tính năng cảnh báo tự động cho phép phát hiện sớm lỗi của mạng lưới này. Cả số liệu và thông tin kiểm tra chất lượng số liệu được lưu trữ trong một hệ thống cơ sở dữ liệu để phục vụ người sử dụng và các ứng dụng khác. Cơ sở dữ liệu được bảo vệ bằng cách phân cấp quyền truy cập. Dữ liệu cũng được chép trên đĩa để lưu trữ lâu dài.

Brazil bắt đầu lắp đặt hệ thống trạm KTTĐ vào năm 2000 và đến nay trên cả nước có tổng cộng hơn 600 trạm KTTĐ do Viện Khí tượng Brazil (INMET) quản lý. Mạng lưới trạm KTTĐ này được trang bị một hệ thống vô tuyến để truyền số liệu về Trung tâm. Ban đầu INMET sử dụng hệ thống vệ tinh Orbcomm và điện thoại di động để truyền về trung tâm nhưng sau đó, khi INMET chạy các mô hình số thì hệ thống truyền thông tin này không đáp ứng được yêu cầu nên được thay thế bằng hệ thống vệ tinh Autotrac/ OmniTRACS.

Hoạt động của mạng lưới trạm tự động được giám sát bởi một Trung tâm điều hành. Tại Trung tâm này, trạng thái hoạt động của mạng lưới trạm tự động, kể cả những hoạt động liên quan đến cấu trúc vật lý, logic và hệ thống điều khiển hoạt động của mạng lưới trạm được giám sát thông qua nguồn số liệu gửi về Trung tâm. Thông qua giám sát, để lập kế hoạch bảo dưỡng, phòng ngừa, khắc phục và kiểm tra kỹ thuật mạng lưới trạm. Để kiểm tra kỹ thuật và bảo trì, bảo dưỡng mạng lưới trạm tự động, INMET thành lập 11 đội bảo trì



phân chia đều trên khắp cả nước, mỗi đội gồm từ 2 đến 3 người. Khi có bất kỳ sự cố nào xảy ra trong mạng lưới trạm tự động, INMET sẽ thông báo cho các đội bảo trì gần nhất đến để kiểm tra, sửa chữa.

Trong quá trình hoạt động, mạng lưới trạm tự động vẫn cần có sự can thiệp của con người, bao gồm kiểm định thiết bị thực hiện hàng năm theo những tiêu chí về độ chính xác đã được quy định trước nhằm chuẩn hóa các thiết bị, đặc biệt là bộ cảm biến và theo dõi, giám sát, kiểm tra sự hoạt động của mạng lưới trạm. Công việc này được thực hiện định kỳ hàng năm, ngay cả khi chưa phát hiện được sự cố nào trong hoạt động của mạng lưới trạm.

Tại Pháp, Đức và nhiều nước phát triển khác hệ thống quan trắc tự động được bố trí rộng khắp lãnh thổ với số lượng khá lớn, thông qua mạng kết hợp giữa vô tuyến và hữu tuyến để bảo đảm việc cung cấp số liệu cho việc dự báo KTTV và cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm.

Tại Nhật Bản, hiện nay hầu hết hệ thống thiết bị, công nghệ quan trắc đều là tự động với khoảng 1.300 trạm, được gọi chung là Hệ thống thu thập dữ liệu KTTĐ (Automated Meteorological Data Acquisition System -AMeDAS). Khoảng cách phân bố trung bình của hệ thống trạm trên toàn quốc khoảng 17 km. Trong tổng số 1.300 trạm KTTĐ có 1.200 trạm là không có Quan trắc viên và 100 trạm có Quan trắc viên. Ngoài các trạm đo mưa tự động do JMA quản lý, Nhật Bản còn có khoảng 10.000 trạm đo mưa do các ngành, lĩnh vực khác nhau quản lý phục vụ cho nghiệp vụ riêng của từng lĩnh vực. Một hệ thống quan trắc tự động thường tích hợp sẵn chức năng tự kiểm tra đối với mỗi yếu tố quan trắc. Tuy nhiên, các phương pháp kiểm tra tự động vẫn còn có những hạn chế nên cần phải bổ sung cơ chế kiểm soát chất lượng. Cơ chế này bao gồm việc phát hiện và xử lý sai sót trong quá trình truyền dữ liệu, các thông tin thuộc tính, kiểm tra định dạng và nội dung dữ liệu (nội dung dữ liệu thường được định dạng theo code hướng dẫn của Tổ chức Khí tượng thế giới WMO) và liên tục xử lý dữ liệu để loại bỏ những dữ liệu sai.

Những phương pháp kiểm soát chất lượng số liệu khác gồm: (i) so sánh các giá trị quan trắc được giữa các trạm lân cận với nhau (đây là một phương pháp phụ trợ) bằng những phân tích thống kê để xác định được các biến đổi ngắn hạn và dài hạn của các yếu tố quan trắc mà không thể xác định được bởi các phương pháp kiểm soát thông thường; (ii) so sánh một yếu tố tại một trạm theo thời gian để phát hiện những giá trị bất thường; (iii) so sánh các yếu tố quan trắc tại cùng một trạm vì chúng thường có quan hệ mật thiết với nhau.

Tại Hàn Quốc, mạng lưới trạm thời tiết tự động (612 trạm); trạm quan trắc khí tượng bề mặt (76 trạm); cao không (07 trạm); hàng không (10 trạm); hệ thống quan trắc radar (10 trạm); trạm quan trắc phao (05 trạm); trạm quan trắc PM10 (10 trạm), ngoài ra còn có các trạm quan trắc trên tàu khảo sát và 01 Đài quan sát khí tượng toàn cầu đặt tại đảo Anmyeon. Ngoài các trạm khí tượng có quan trắc mưa, KMA còn có hàng nghìn trạm đo mưa tự động. Hầu hết, hệ thống thiết bị, công nghệ quan trắc tại Hàn Quốc cũng được tự động hóa trong quan trắc và truyền số liệu.

Trong những năm gần đây các cơ sở sản xuất thiết bị KTTV của Trung Quốc đã đưa ra rất nhiều thiết bị tự động cho các yếu tố đơn lẻ và kể cả các trạm KTTĐ nhiều yếu tố. Những năm trước đây họ thường sử dụng các sen-xơ nhập ngoại, nhưng thời gian gần đây Trung Quốc đã sản xuất được rất nhiều loại sen-xơ và chủ động cung cấp các trạm KTTĐ của họ. Rất nhiều cơ sở đảm nhận các sản phẩm khác nhau, đáng quan tâm hơn cả là Huatron Sounding, Weitianxin Electronic, Shanghai Meteorological Instrument Factory với các thiết bị SL1, SL3-1, EL, EC21, trạm KTTĐ CAWS600B, CAWS600R, CAWS800R.

Ở Italy, hãng CEA đã thiết kế và xây dựng mô hình quản lý mạng lưới quan trắc theo hướng tập trung, bao gồm Trung tâm điều hành chính và Trung tâm điều hành thứ cấp, đây là "bộ não" của hệ thống. Nhiệm vụ của các Trung tâm điều hành là thu thập số liệu thời gian thực được truyền về từ các trạm quan trắc nhờ các cảm biến đo. Các dữ liệu này được chuyển đến Trung tâm điều hành thông qua mạng truyền tin hiện có và sau đó được xử lý bằng các chương trình phần mềm do hãng CAE xây dựng và tích hợp trong hệ thống.

Kết quả là một khung thông tin dữ liệu được cập nhật thường xuyên, phục vụ cho người sử dụng trực tiếp. Các Trung tâm điều hành thứ cấp (khu vực, địa phương) liên kết với nhau cho phép trao đổi thường xuyên dữ liệu thời gian thực nội mạng, ngoại mạng, kể cả các Trung tâm ở các vùng lãnh thổ khác nhau. Thiết bị phân cứng lắp đặt tại các Trung tâm điều hành do CAE thiết kế, chế tạo đáp ứng nhu cầu của người sử dụng và các yêu cầu quản lý khác. Trung tâm điều hành chính được thiết kế để thu thập, xử lý và hiển thị dữ liệu do các trạm quan trắc cung cấp, cho phép vận hành để trực tiếp quản lý mạng lưới. Những Trung tâm này có độ phức tạp khác nhau, phù hợp với yêu cầu của người sử dụng, bao gồm máy chủ và các máy tính cá nhân tốc độ cao, để chạy các chương trình phần mềm thu thập, quản lý, giám sát.

Trung tâm điều hành chính được kết nối với một số Trung tâm điều hành thứ cấp, cho phép tất cả người sử dụng có liên quan tiếp nhận thông tin điều khiển và thực thi các lệnh điều khiển. Các dữ liệu thời gian thực do Trung tâm điều hành chính thu thập có thể được truyền đến điểm bất kỳ nào trên lãnh thổ thông qua các Trung tâm điều hành thứ cấp. Người sử dụng tại các Trung tâm điều hành thứ cấp có khả năng tiếp nhận và sử dụng các thông tin do Trung tâm điều khiển chính truyền tới.

Như vậy, có thể nói hầu hết các quốc gia đã được trang bị hệ thống thiết bị, công nghệ quan trắc tự động khá đồng bộ. Hệ thống kết nối quản lý và chia sẻ khai thác thông tin cũng được trang bị hệ thống kiểm soát đánh giá chất lượng số liệu một cách tự động (QA, QC) và có sự kiểm soát của con người (HQA).

Còn tại Việt Nam, tỉ lệ tự động hóa trong hoạt động quan trắc đã được đầu tư tuy nhiên còn thưa và hầu như chưa tính đến hệ thống (QA, QC).

Theo khuyến cáo của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) về mật độ trạm đo các yếu tố quan trắc khí tượng với khoảng cách đo như sau:

- Nhiệt độ không khí: Mật độ các trạm cách nhau từ 30 đến 60 km/trạm.
- Nhiệt độ mặt đất: Mật độ các trạm cách nhau từ 30 đến 60 km/trạm.
- Ẩm độ không khí: Mật độ các trạm cách nhau từ 30 đến 60 km/trạm.
- Hướng và tốc độ gió: Mật độ các trạm cách nhau từ 20 đến 70 km/trạm.
- Lượng mưa: Mật độ các trạm cách nhau từ 5 đến 30 km/trạm.
- Số giờ nắng: Các trạm cách nhau từ 60 đến 120 km/trạm.
- Bức xạ mặt trời: Mật độ các trạm cách nhau từ 50 đến 80 km/trạm.

Tại phiên bản hướng dẫn quan trắc của WMO năm 2018 khuyến cáo, hệ thống thiết bị, quan trắc nên đáp ứng một số tính năng kỹ thuật sau:

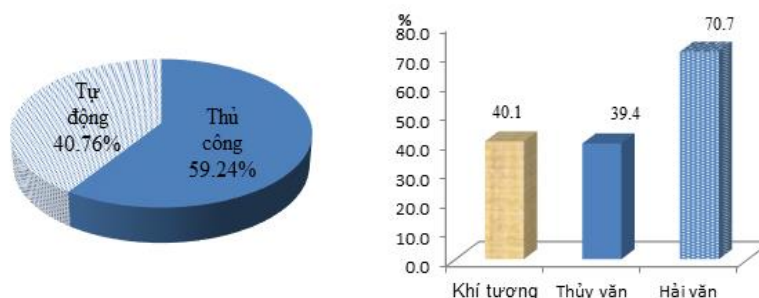
**Bảng 1:** Tính năng kỹ thuật

Yếu tố	Dải đo	Báo cáo giải pháp	Độ không đảm bảo đo bắt buộc	Độ không đảm bảo đo có thể đạt được
Nhiệt độ không khí	-80 °C đến 60 °C	0.1 K	0.3 K với $\leq -40$ °C 0.1 K với $> -40$ °C và $\leq 40$ °C 0.3 K với $> 40$ °C	0.2 K
Nhiệt độ đất	-50 °C đến 50 °C	0.1 K		0.2 K
Áp suất không khí	500–1 080 hPa	0.1 hPa	Tốc độ 0.1 hPa	0.15 hPa
Tốc độ gió	0–75 m s <sup>-1</sup>	0.5 m s <sup>-1</sup>	0.5 m s <sup>-1</sup> với $\leq 5$ m s <sup>-1</sup> 10% với $> 5$ m s <sup>-1</sup>	
Hướng gió	0°–360°	1°	5°	5°
Gió giật	0.1–150 m s <sup>-1</sup>	0.1 m s <sup>-1</sup>	10%	0.5 m s <sup>-1</sup> với $\leq 5$ m s <sup>-1</sup> 10% với $> 5$ m s <sup>-1</sup>

Yếu tố	Dải đo	Báo cáo giải pháp	Độ không đảm bảo đo bắt buộc	Độ không đảm bảo đo có thể đạt được
Cường độ mưa	0.02–2000 mm h <sup>-1</sup>	0.1 mm h <sup>-1</sup>	n/a với 0.02–0.2 mm h <sup>-1</sup> 0.1 mm h <sup>-1</sup> với 0.2–2 mm h <sup>-1</sup> 5% với > 2 mm h <sup>-1</sup>	Trong phòng thí nghiệm, 5% trên 2 mm h <sup>-1</sup> , 2% trên 10 mm h <sup>-1</sup> Tại địa điểm, 5 mm h <sup>-1</sup> và 5% trên 100 mm h <sup>-1</sup>
Chiều cao sóng	0–50 m	0.1 m	0.5 m với ≤ 5 m 10% với > 5 m	0.5 m với ≤ 5 m 10% với > 5 m
Hướng sóng	0–360°	1°	10°	20°
Bốc hơi	0–100 mm	0.1 mm	0.1 mm với ≤ 5 mm 2% với > 5 mm	

### 1.2. Trong nước

Trong những năm qua mạng lưới quan trắc KTTV được Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục KTTV quan tâm đầu tư nhiều thiết bị, công nghệ đo theo hướng tự động hóa thông qua các hoạt động triển khai hiệu quả định hướng chiến lược ngành KTTV gồm các dự án ODA Ý giai đoạn I, giai đoạn II; WB, Nhật Bản, Hàn Quốc, Phần Lan... và các dự án của Việt Nam. Đến nay, hệ thống thiết bị đo tự động đã từng bước được tăng lên rõ rệt. Tuy nhiên, tỉ lệ tự động hóa giữa các bộ môn cũng khác nhau, khí tượng đạt 40,1% (có một số yếu tố như gió, mưa đạt hơn 80%), thủy văn đạt 39,4% và hải văn đạt 70,7%.

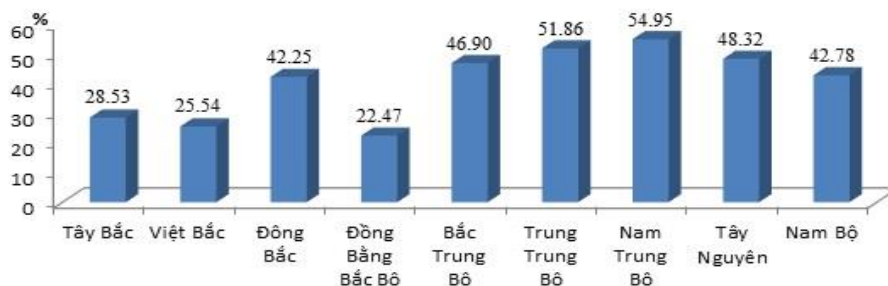


**Hình 1.** Tỷ lệ thiết bị đo tự động và thủ công trên mạng lưới quan trắc KTTV

#### 1.2.1. Về hoạt động quan trắc khí tượng

Sự phân bố tỉ lệ tự động giữa các Đài KTTV khu vực cũng chưa thực sự đồng đều do địa điểm đầu tư thông qua các dự án, nhiệm vụ cũng khác nhau. Tỉ lệ cao nhất là Đài KTTV khu vực: Nam Trung Bộ; Trung Trung Bộ; Tây Nguyên; Bắc Trung Bộ. Tiếp đến Nam Bộ, Đông Bắc, còn lại là Tây Bắc, Việt Bắc và đồng bằng Bắc Bộ.

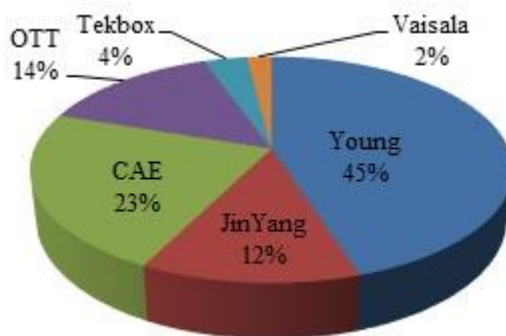
Từ thực tiễn đầu tư trong thời gian qua và đánh giá một cách tổng thể cho thấy, cơ sở thực tiễn để định hướng đầu tư về hoạt động quan trắc khí tượng cho các Đài KTTV khu vực (Tây Bắc, Việt Bắc và đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB)).



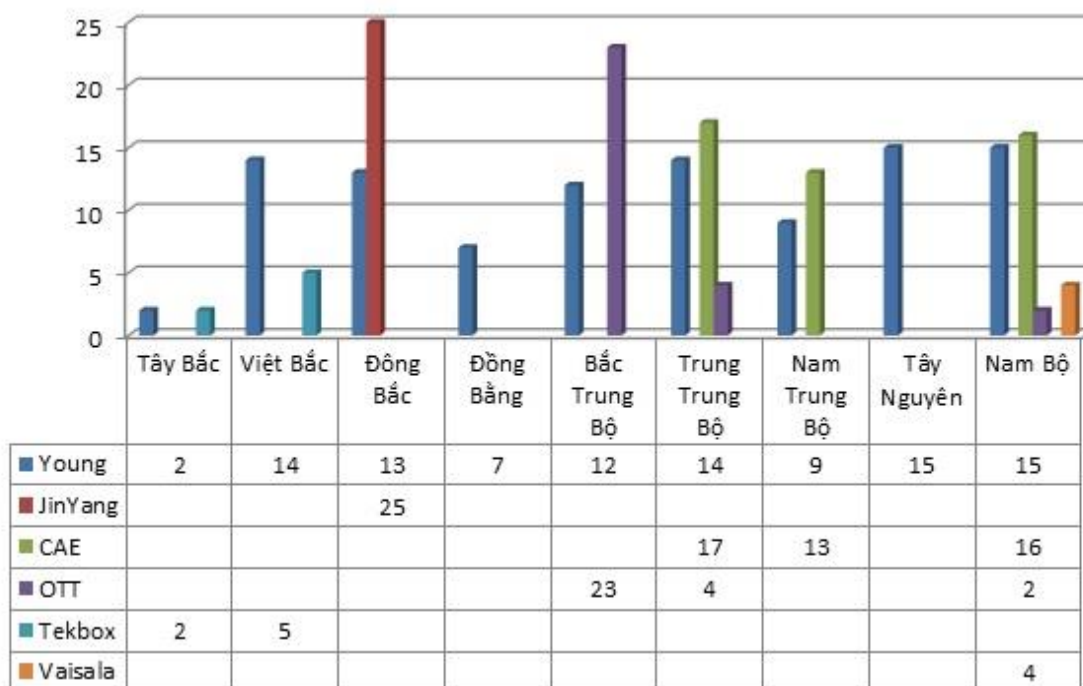
**Hình 2.** Biểu đồ thể hiện mức độ tự động hóa của 9 Đài KTTV khu vực

### 1.2.1.1. Thiết bị công nghệ đo gió

Thiết bị đo gió hiện nay trên mạng lưới cũng đã được trang bị từ nhiều hãng sản xuất khác nhau, gồm (Young (45%), CAE (23%), OTT (14%), JinYang (12%), Tekbox (4%) và Vaisala (2%)).



**Hình 3.** Tỷ lệ thiết bị đo gió tự động theo hãng sản xuất trên mạng lưới



**Hình 4.** Phân bố thiết bị đo gió tự động theo các Đài KTTV khu vực

Tỷ lệ trên cũng đang được phân bố khác nhau giữa các đơn vị. Về tổng thể, tỷ lệ cao tại các Đài KTTV khu vực: Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ, còn lại là Tây Bắc, Việt Bắc và ĐBBB.

Hệ thống thiết bị trên được trang bị với tính năng hiện đại, độ bền và độ chính xác cao, đáp ứng được yêu cầu trong các điều kiện ở Việt Nam (Quy định tại Thông tư 70/2015/TT-BTNMT), cụ thể:

+) Thiết bị Young: dải đo lớn, khả năng chống chịu ăn mòn thiết bị tốt tại các vùng ven biển, hải đảo (hệ model 05106), dễ lắp đặt và bảo dưỡng.

+) Thiết bị siêu âm OTT (Lufft V200AUMB): độ chính xác cao, tần suất lấy mẫu lớn, khả năng chống chịu ăn mòn thiết bị tốt để vệ sinh, bảo dưỡng.

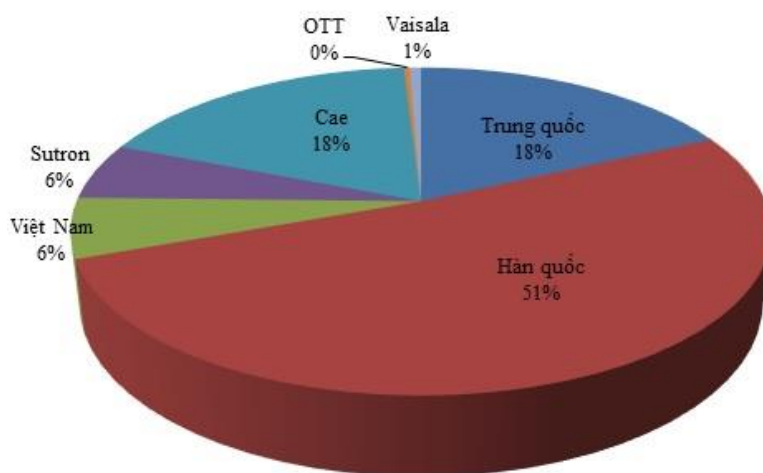
+) Với Thiết bị CAE: độ chính xác cao, khả năng chống chịu ăn mòn thiết bị tốt, dễ bảo dưỡng

+) Thiết bị đo gió JinYang: Hoạt động ổn định. Tuy nhiên, khả năng chống ăn mòn thiết bị chưa cao.

Ngoài những ưu điểm của từng thiết bị nêu trên thì khả năng thay thế linh kiện, thiết bị cũng là một trong những khó khăn, trở ngại trong thời gian tới (do phải nhập khẩu và giá thành cao). Vì vậy, ngoài việc tiếp tục định hướng phát triển đảm bảo đồng bộ giữa các đơn vị, việc nội địa hóa và làm chủ công nghệ cũng cần được xem xét, ưu tiên định hướng phát triển.

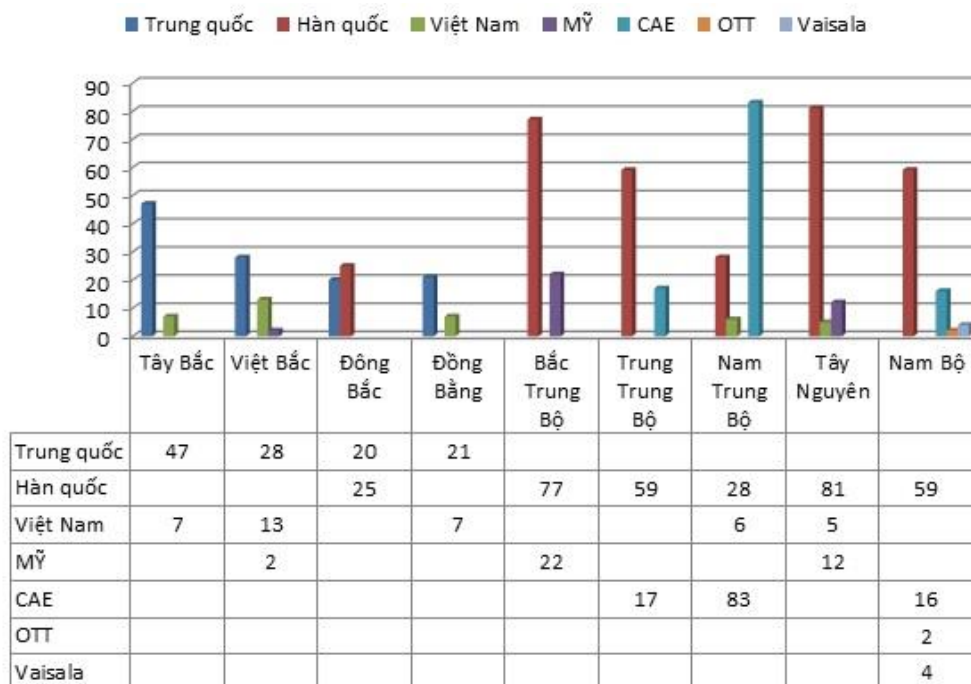
### 1.2.1.2. Thiết bị công nghệ đo mưa

Trên toàn mạng lưới, thiết bị đo mưa được trang bị từ nhiều hãng sản xuất khác nhau, gồm (Hàn Quốc (51%), Trung Quốc (18%), CAE (18%), Việt Nam (6%), Sutron (6%), và Vaisala (1%)).



**Hình 5.** Tỷ lệ thiết bị đo mưa tự động theo hãng sản xuất trên mạng lưới

Tỷ lệ trên cũng đang được phân bổ khác nhau giữa các đơn vị. Về tổng thể, tỷ lệ cao tại các Đài KTTV khu vực: Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, còn lại là Tây Bắc, Việt Bắc, Đông Bắc và ĐBBB.



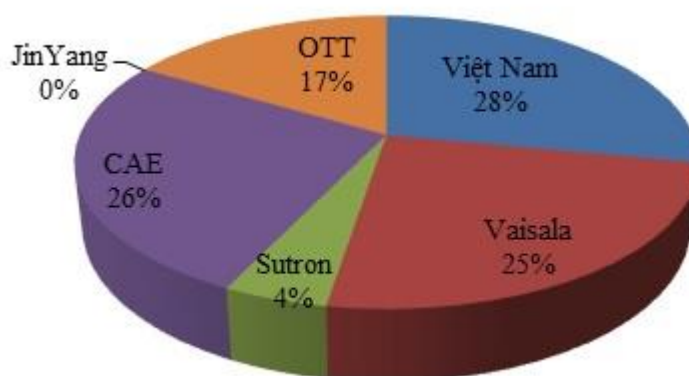
**Hình 6.** Phân bố thiết bị đo mưa tự động theo các Đài KTTV khu vực

Nhìn chung hệ thống thiết bị đo mưa (đáp ứng các Quy định tại Thông tư 70/2015/TT-BTNMT) với ưu điểm hoạt động ổn định, độ chính xác cao (OTT-Adcon RGPro, CAE, Mỹ, Vaisala), dễ bảo dưỡng (SL-3, Trung Quốc). Tuy nhiên, một số thiết bị còn hạn chế do thường bị lỗi kẹt vòng bi chao lật dẫn đến sai số (Hàn Quốc). Ngoài những ưu điểm của từng thiết bị nêu trên thì khả năng thay thế linh kiện, thiết bị của một số hãng tiên tiến nêu trên cũng là một trong những khó khăn, trở ngại trong thời gian tới (do phải nhập khẩu và giá thành cao).

### 1.2.1.3. Thiết bị công nghệ đo nhiệt ẩm

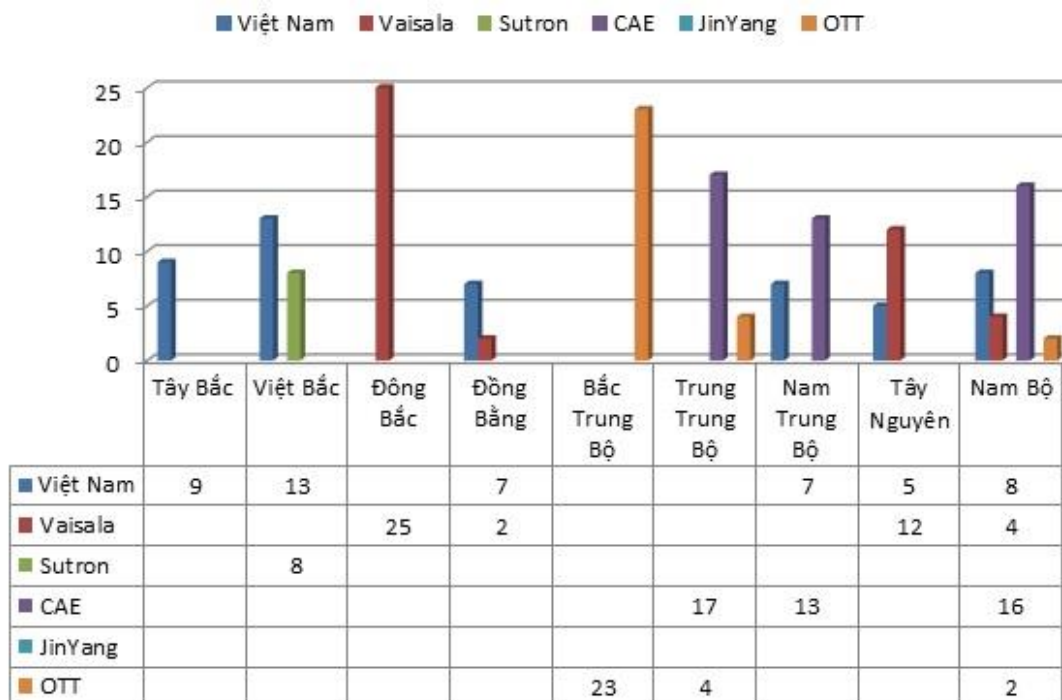
#### a. Nhiệt độ không khí

Trên toàn mạng lưới, thiết bị đo nhiệt được trang bị từ nhiều hãng sản xuất khác nhau, gồm (Việt Nam (28%), CAE (26%), Vaisala (25%), OTT (16%) và Sutron (5%)).



**Hình 7.** Tỷ lệ thiết bị đo nhiệt độ không khí tự động theo hãng sản xuất trên mạng lưới

Tỷ lệ trên cũng đang được phân bổ khác nhau giữa các đơn vị. Một số thiết bị của Vaisala, CAE, OTT được phân bổ với tỷ lệ cao tại các Đài KTTV khu vực Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ.



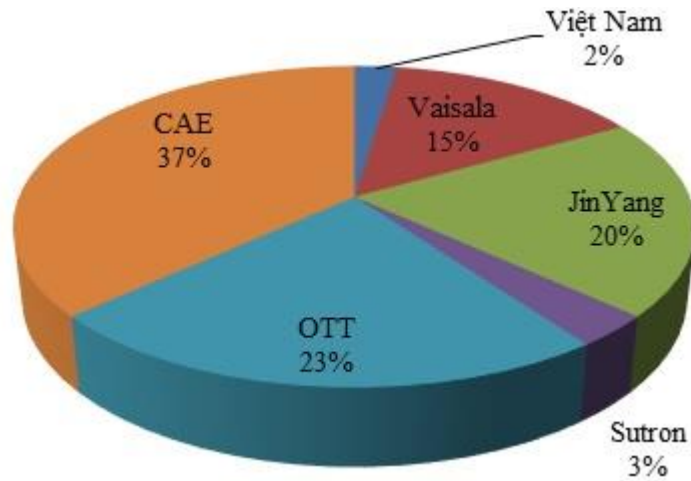
**Hình 8.** Phân bố thiết bị đo nhiệt độ không khí tự động theo Đài KTTV khu vực



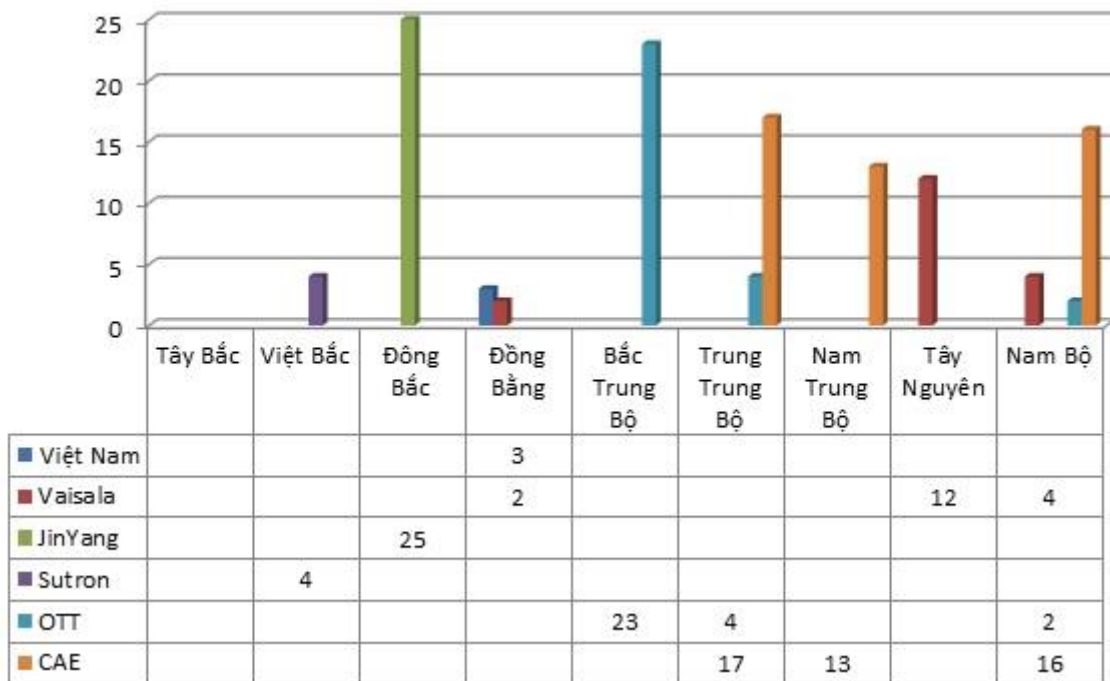
Nhìn chung hệ thống thiết bị đo nhiệt độ (đáp ứng các Quy định tại Thông tư 70/2015/TT-BTNMT) với ưu điểm hoạt động ổn định, độ chính xác cao, dễ bảo dưỡng (CAE, Vaisala, OTT). Ngoài những ưu điểm của từng thiết bị trên thì khả năng thay thế linh kiện, thiết bị của một số hãng tiên tiến nêu trên cũng là một trong những khó khăn, trở ngại trong thời gian tới.

**b. Thiết bị đo độ ẩm**

Trên toàn mạng lưới, thiết bị đo độ ẩm không khí được trang bị từ nhiều hãng sản xuất khác nhau, gồm (CAE (37%), OTT (23%), JinYang (20%), Vaisala (14%), Sutron và Việt Nam (3%)).



**Hình 9.** Tỷ lệ thiết bị đo độ ẩm không khí tự động theo các hãng sản xuất trên mạng lưới



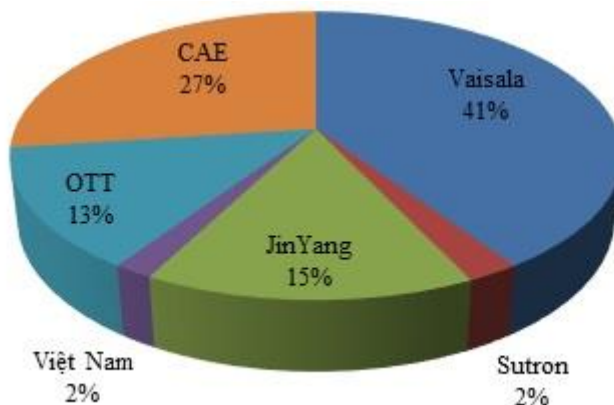
**Hình 10.** Phân bố thiết bị đo độ ẩm tự động theo Đài KTTV khu vực

Tỷ lệ trên cũng đang được phân bố khác nhau giữa các đơn vị. Một số thiết bị của CAE, OTT được phân bố với tỷ lệ cao tại các Đài KTTV khu vực Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Thiết bị của JinYang được tập trung đầu tư cao nhất tại Đài KTTV khu vực Đông Bắc. Đơn vị chưa được đầu tư nhiều gồm Tây Bắc, Việt Bắc và ĐBBB.

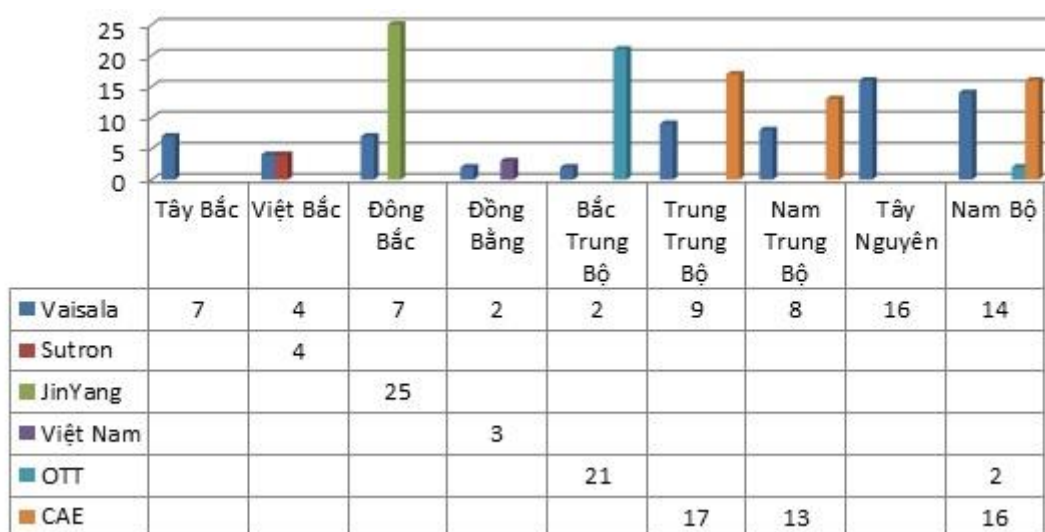
Với ưu điểm hoạt động ổn định, độ chính xác cao, chịu được ảnh hưởng của môi trường gòm (CAE, OTT-TRH). Tuy nhiên, một số thiết bị còn hạn chế với độ bền chưa cao, hoạt động chưa ổn định (JinYang). Ngoài những ưu điểm của từng thiết bị nêu trên thì khả năng thay thế linh kiện, thiết bị của một số hãng tiên tiến nêu trên cũng là một trong những khó khăn, trở ngại trong thời gian tới.

#### 1.2.1.4. Thiết bị đo áp suất khí quyển

Trên toàn mạng lưới, thiết bị đo áp suất khí quyển được trang bị từ nhiều hãng sản xuất khác nhau, gồm (Vaisala (41%), CAE (27%), JinYang (15%), OTT (13%), Việt Nam và Sutron (2%)).



**Hình 11.** Tỷ lệ thiết bị đo khí áp tự động theo các hãng sản xuất trên mạng lưới



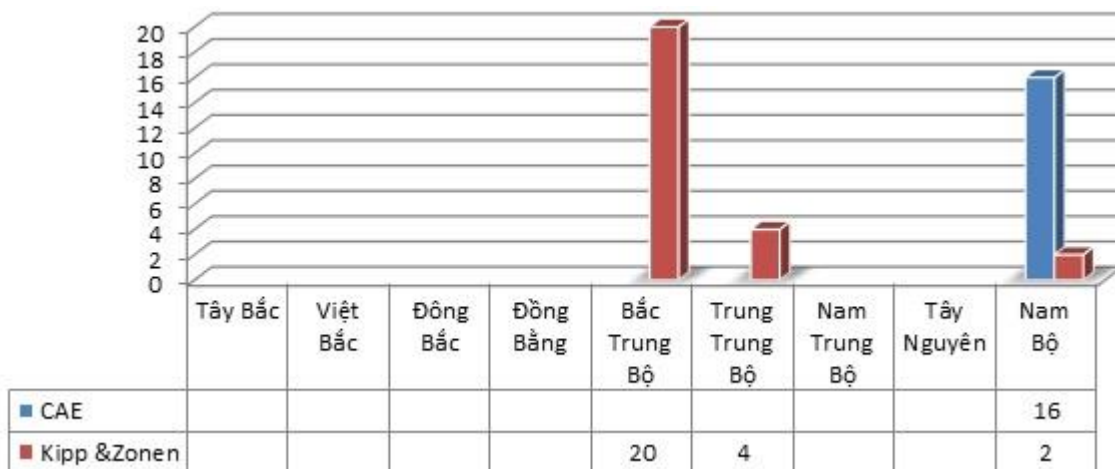
**Hình 12.** Phân bố thiết bị đo khí áp tự động theo Đài KTTV khu vực

Tỷ lệ trên cũng đang được phân bố khác nhau giữa các đơn vị. Một số thiết bị của Vaisala, CAE, OTT được phân bố với tỷ lệ cao tại các Đài KTTV khu vực Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Thiết bị của JinYang được tập trung đầu tư cao nhất tại Đài KTTV khu vực Đông Bắc. Đơn vị chưa được đầu tư nhiều gồm Tây Bắc, Việt Bắc và ĐBBB.

Với thiết bị khí áp, nhìn chung hoạt động ổn định, độ chính xác cao, phù hợp với các điều kiện khác nhau của Việt Nam (Vaisala, CAE, OTT-TRH, JinYang, Sutron). Tuy nhiên, một số thiết bị còn hạn chế về khả năng thay thế linh kiện, thiết bị của các hãng tiên tiến nêu trên.

#### 1.2.1.5. Thời gian nắng

Trên toàn mạng lưới, thiết bị đo thời gian nắng được trang bị chưa nhiều, mới tập trung ở Bắc Trung Bộ (20 thiết bị); Trung Trung Bộ (04) và Nam Bộ (18). Các đơn vị còn lại hầu như vẫn sử dụng thiết bị thủ công.

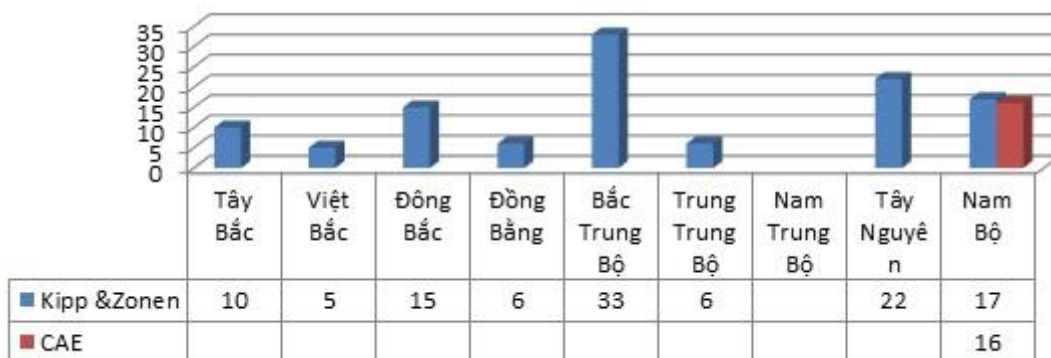


**Hình 13.** Phân bố thiết bị đo thời gian nắng tự động theo Đài KTTV khu vực

Với nguyên lý pin quang điện, khi bức xạ mặt trời chiếu đến sẽ tạo ra tín hiệu điện, cường độ bức xạ lớn hơn  $120W/m^2$  được tính là có nắng, cả hai hãng của CAE và Kipp&Zonen đều cho kết quả chính xác, hoạt động ổn định, độ bền cao, phù hợp điều kiện khác nhau ở Việt Nam.

#### 1.2.1.6. Đo bức xạ mặt trời

Được trang bị theo tỉ lệ cũng khác nhau giữa các đơn vị, nhiều nhất là Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ (33), Nam Bộ (33), Tây Nguyên (22). Tiếp đến là Đài KTTV khu vực Đông Bắc và Tây Bắc. Đơn vị duy nhất chưa được đầu tư là Nam Trung Bộ.



**Hình 14.** Phân bố thiết bị đo bức xạ mặt trời tự động theo Đài KTTV khu vực

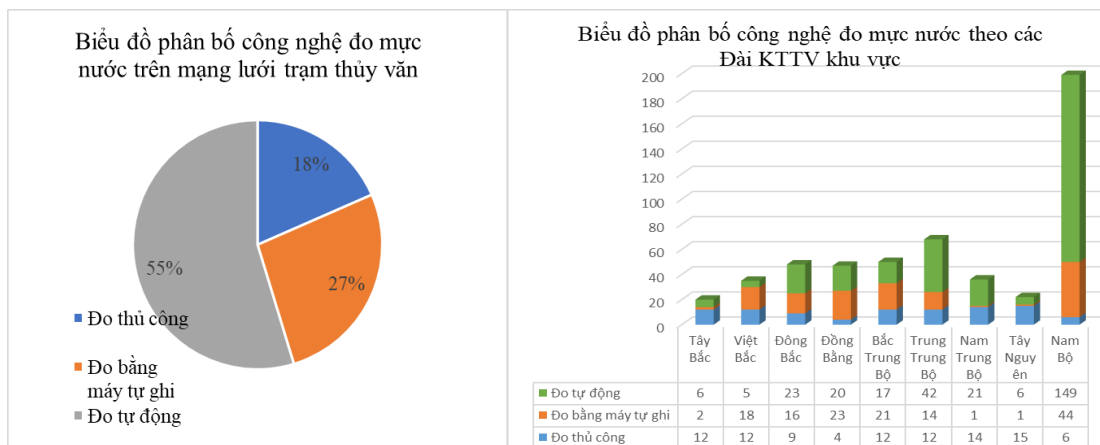
Hầu hết các thiết bị của hai hãng CAE và Kipp&Zonen đều cho kết quả chính xác, hoạt động ổn định, độ bền cao, phù hợp điều kiện khác nhau ở Việt Nam.

#### 1.2.2. Hoạt động quan trắc thủy văn

##### 1.2.2.1. Thiết bị công nghệ đo mực nước

Quan trắc mực nước tại Việt Nam hiện nay tồn tại nhiều công nghệ đo khác nhau từ thủ công, bán tự động đến tự động hoàn toàn. Quá trình tự động hóa trong đo đạc chưa có sự đồng đều tại các Đài KTTV khu vực. Đơn vị đã được trang bị hầu hết thiết bị tự động (Trung Trung Bộ) nhưng có đơn vị chỉ có 05 trạm tự động đo và truyền số liệu (Việt Bắc).

Các trạm thủy văn đã và đang từng bước tự động hóa trong đo đạc và tính toán số liệu, tính tới thời điểm hiện tại đã có những bước phát triển nhất định trong đo đạc mực nước với 289 trạm tự động đo và truyền số liệu, chiếm 55%.



**Hình 15.** Tỷ lệ tự động hóa trên toàn mạng lưới và phân bố giữa các Đài KTTV khu vực

Thời gian qua, tốc độ tự động hóa trong quan trắc mực nước là tương đối nhanh, chiếm 55% tổng số trạm, được đầu tư chủ yếu ở các Đài KTTV khu vực: Nam Bộ; Trung Trung Bộ; Bắc Trung Bộ, Đông Bắc, ĐBBB, Nam Trung Bộ. Một số Đài KTTV khu vực mức độ đầu tư còn hạn chế như Việt Bắc và Tây Nguyên.

a) Quan trắc mực nước thủ công:

- Thiết bị đo: Thước gỗ
- Công trình đo: Tuyến bậc cọc, thủy chí.

Tiện lợi, dễ sử dụng, chi phí thấp. Tuy nhiên, tốn công lao động của quan trắc viên và nguy hiểm đến tính mạng con người khi quan trắc trong điều kiện thời tiết nguy hiểm.

b) Quan trắc mực nước bán tự động

Những trạm sử dụng máy tự ghi vẫn phải quan trắc, kiểm tra mực nước giữa tuyến cọc và máy tự ghi tối thiểu 02 lần/ngày vào 7h và 19h. Số liệu mực nước được quan trắc viên khai toán thủ công từ giản đồ máy tự ghi mực nước.

Thiết bị: Máy tự ghi mực nước: Steven, Vandai, SW40...

Công trình đo: Công trình giếng tự ghi mực nước.

Kiểu bán tự động tuy có tiện lợi, dễ sử dụng và giảm đáng kể công lao động của quan trắc viên so với quan trắc thủ công nhưng cần xây dựng công trình tốn kém, khó chọn vị trí lắp đặt, dễ bị phù sa bồi lấp đường ống xi phông.

Thực tế cho thấy, trên mạng lưới trạm thủy văn hiện nay tồn tại nhiều công trình giếng lắp máy tự ghi mực nước đã xây dựng nhưng công năng sử dụng còn hạn chế, cụ thể: Đài KTTV khu vực Việt Bắc 15 giếng; Tây Nguyên 08 giếng; Trung Trung Bộ 14 giếng, Đông Bắc 01 giếng chỉ dùng được mùa lũ. Nguyên nhân chủ yếu:

- Do biên độ mực nước tại khu vực xây dựng công trình lớn nên công trình máy tự ghi không đảm bảo đo được mực nước lớn nhất và nhỏ nhất.

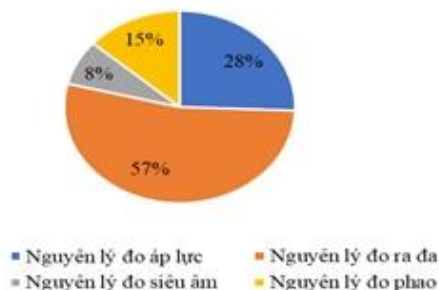
- Hầu hết các công trình giếng tự ghi mực nước xây dựng giai đoạn năm 2010 có thể chưa tính hết tình huống mực nước nhỏ nhất bị hạ thấp do sự phát triển các công trình thủy điện; sự hoạt động khai thác cát trên các tuyến sông... gây xói lở bờ sông hay sụt lún đáy sông, làm hạ cao trình mực nước dẫn đến đáy giếng cao hơn mực nước.

c) Phương pháp đo mực nước tự động

Hiện nay, với tổng số 289 trạm tự động phổ biến là các phương pháp:

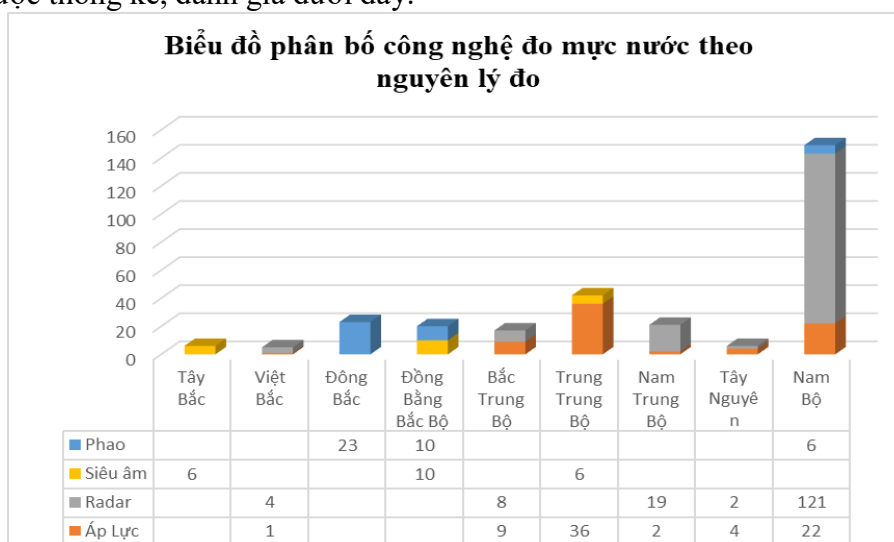
- Đo mực nước theo nguyên lý áp lực (74 trạm);
- Đo theo nguyên lý siêu âm (22 trạm);
- Đo theo nguyên lý radar (154 trạm);
- Đo theo nguyên lý phao (39 trạm).

**Biểu đồ phân bố nguyên lý đo mực nước tự động trên mạng lưới theo số trạm**



**Hình 16.** Biểu đồ phân bố công nghệ đo mực nước

Mật độ phân bố thiết bị, máy móc đo theo các nguyên lý trên được phân bố giữa các Đài KTTV khu vực cũng khác nhau theo phạm vi và quy mô đầu tư của các dự án khác nhau và được thống kê, đánh giá dưới đây.



**Hình 17.** Tỷ lệ công nghệ đo mực nước theo Đài KTTV khu vực

Thực tế cho thấy, công nghệ đo mực nước không tiếp xúc theo nguyên lý radar và siêu âm phổ biến hơn tại Việt Nam và đã chứng minh sự hiệu quả trong đo đạc và truyền số liệu.

- Đo mực nước tự động theo nguyên lý áp lực:

Hiện tại có 74 trạm đo mực nước tự động theo nguyên lý áp lực chủ yếu ở Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ (36 trạm) và Đài KTTV khu vực Nam Bộ (22 trạm), số liệu thu thập tại các trạm này tương đối chính xác.

Phương pháp này có ưu điểm đo số liệu chính xác.

Tuy nhiên, phải xây dựng công trình lắp đặt thiết bị tốn kém; dễ bị bùn cát, phù sa bám vào đầu đo; muối mặn ăn mòn làm giảm tuổi thọ của thiết bị; đặt chìm trong nước dễ bị ảnh hưởng của vật trôi nổi.

Ngoài ra vấn đề bắt cập hiện tại, trên mạng lưới, tại các Đài KTTV khu vực thiếu thiết bị thay thế khi đầu đo bị hỏng, nên số liệu thường xuyên bị gián đoạn.

- Đo mực nước tự động theo nguyên lý siêu âm:

Trên mạng lưới số trạm tự động theo nguyên lý siêu âm chiếm số lượng ít (chiếm 8%), do không có công trình lắp đặt thiết bị.



Phương pháp này có ưu điểm số liệu đo đạc tại các trạm này tương đối chính xác, ổn định; dải đo rộng; không bị tác động của vật cản trôi nổi hay phù sa bám vào đầu đo (điều gặp rất thường xuyên tại các sông miền núi của Việt Nam); tuổi thọ của thiết bị cao hơn thiết bị đo theo nguyên lý áp lực. Tuy nhiên, cần phải có công trình như cầu, mố trụ... xây dựng tốn kém; khó lắp đặt (thậm chí không lắp được) ở những đoạn sông có bờ sông thoải, có bãi tràn.

- Đo mực nước tự động theo nguyên lý radar:

Hiện tại, số lượng trạm đo mực nước tự động theo nguyên lý radar khá phổ biến với 154 trạm, chiếm 57%, chủ yếu các trạm thuộc Đài KTTV khu vực Nam Bộ. Các trạm này được đánh giá là hoạt động tốt, đo số liệu chính xác. Ưu và nhược điểm của phương pháp này cũng giống như phương pháp đo mực nước bằng cảm biến siêu âm.

Thực tế, đã có trường hợp thiết bị đo cảm biến siêu âm hoặc radar được lắp trong giếng, tuy nhiên giải pháp này không được sử dụng phổ biến (ở Việt Nam chưa có) do chùm tia phát ra từ đầu đo có một phần sẽ chiếu vào thành giếng, phản hồi lại cho kết quả đo không chính xác.

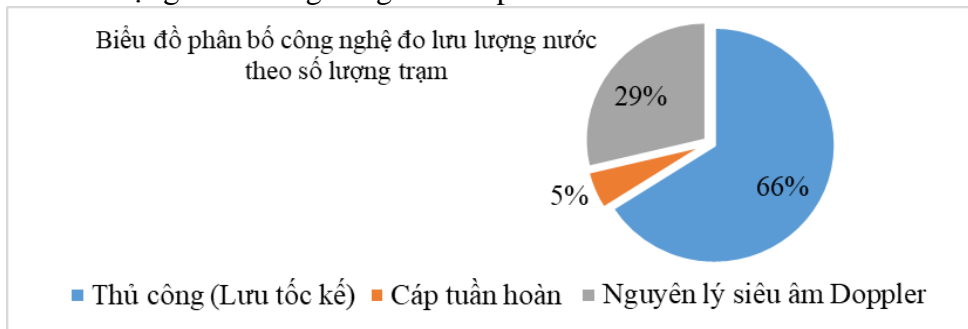
### 1.2.2.2. Công nghệ thiết bị đo lưu lượng nước trên mạng lưới trạm

Hiện tại, số trạm đo lưu lượng nước là 94 trạm với:

Phương pháp đo lưu lượng nước thủ công hoàn toàn;

Đo lưu lượng nước bằng thiết bị theo nguyên lý siêu âm Doppler;

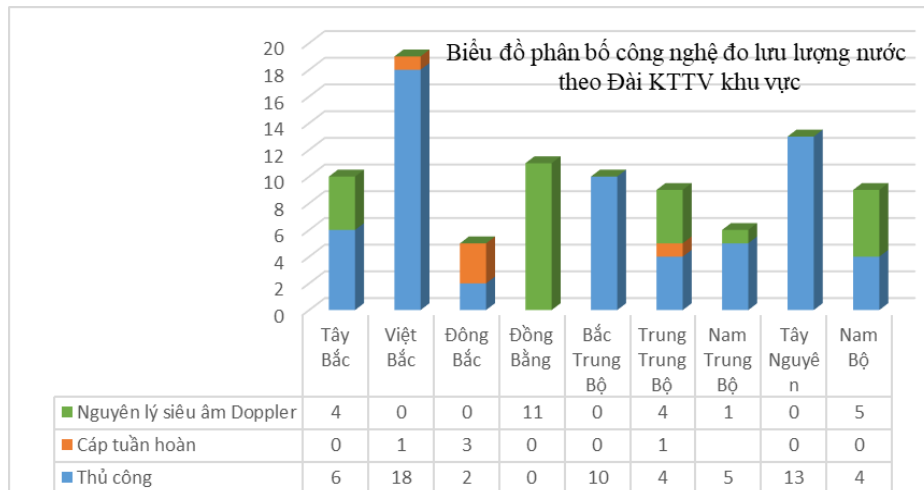
Đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuần hoàn.



**Hình 18.** Tỷ lệ phân bố công nghệ đo lưu lượng nước

Nguyên lý thủ công hoàn toàn vẫn chiếm phần chủ đạo (66%) trên toàn mạng lưới; nguyên lý siêu âm Doppler chiếm 29% và còn lại cấp tuần hoàn (5%).

Tỷ lệ phân bố theo các nguyên lý khác nhau và cũng chênh lệch khác nhau giữa các Đài KTTV khu vực, cụ thể:



**Hình 19.** Tỷ lệ công nghệ đo lưu lượng nước theo Đài KTTV khu vực



Tỉ lệ tự động hóa cao nhất tại Đài KTTV khu vực ĐBBB, tiếp đến Nam Bộ và Trung Bộ trong khi tỉ lệ thủ công cao nhất tại Việt Bắc, tiếp đến Tây Nguyên và Bắc Trung Bộ.

Đây cũng là cơ sở thực tiễn để góp phần định hướng phát triển tự động hóa trong thời gian tới cần đầu tư nhiều hơn cho các Đài KTTV khu vực Việt Bắc, Tây Nguyên và Bắc Trung Bộ để đảm bảo tính cân đối và đồng bộ.

#### a) Đo lưu lượng nước thủ công hoàn toàn

- Thiết bị đo: Máy lưu tốc kế; Phao.

- Công trình, phương tiện đo: Công trình cấp thuyền, nô; Ca nô.

Trên mạng lưới trạm thủy văn còn rất nhiều trạm đo lưu lượng nước theo phương pháp thủ công với 62 trạm, chiếm 66%. Trong đó các Đài KTTV khu vực Việt Bắc, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên vẫn đo lưu lượng nước thủ công hoàn toàn.

Mặc dù với ưu điểm đo số liệu chính xác; giá thành thiết bị đo rẻ; thao tác đo dễ dàng, dễ tiếp cận. Tuy nhiên, thời gian đo kéo dài, tốn nhiều sức lao động; cần có công trình, phương tiện và con người thao tác trên sông nên rất nguy hiểm khi đo đạc trong điều kiện thời tiết không thuận lợi; tính toán nội nghiệp rườm rà, phức tạp dễ dẫn đến sai sót.

#### b) Đo lưu lượng nước bằng thiết bị theo nguyên lý siêu âm Doppler

- Thiết bị đo: ADCP, Sontek, FlowQuest, H - ADCP...

- Phương tiện đo: Tàu, cano, thuyền...

Hiện tại, số máy đo theo nguyên lý siêu âm Doppler trên toàn mạng lưới (bao gồm cả Liên đoàn Khảo sát KTTV) là 58 máy đo:

+) Về chủng loại thiết bị gồm có: 38 máy loại Rio Grande ADCP (trong đó, có 12 máy bị hỏng), 15 máy loại FlowQuest, 04 máy loại Sontek, 01 máy loại H - ADCP (Đài KTTV khu vực Nam Bộ - hỏng).

+) Về phương tiện đo: sử dụng ca nô hoặc gắn thiết bị trên thuyền.

Nếu không bị tác động quá lớn bởi kinh phí vận hành tốn kém, không an toàn trong điều kiện thời tiết nguy hiểm thì phương pháp có ưu điểm đo lưu lượng nước toàn mặt ngang cho kết quả đo lưu lượng dòng chảy nhanh, tức thời (khoảng 5 - 10 phút); phù hợp với đo lưu lượng nước dòng chảy ở các trạm có mặt cắt sông lớn vùng ngọt và vùng ảnh hưởng thủy triều (sông có độ sâu và độ rộng mặt cắt lớn); tiết kiệm thời gian đo ngoại nghiệp, giảm thời gian tính toán nội nghiệp; đa dạng về chủng loại thiết bị (mỗi thiết bị phù hợp với từng loại địa hình, chế độ dòng chảy khác nhau).

Thực tế cho thấy: máy đo lưu lượng nước theo nguyên lý siêu âm Doppler không phù hợp tại mặt cắt sông nhỏ, mùa cạn ít nước, không thể sử dụng tàu đo lưu lượng nước như Đài KTTV khu vực Tây Nguyên, Nam Trung Bộ (Trạm Củng Sơn, Đồng Trăng), không phù hợp với sông có lượng phù sa lớn và nơi có dòng chảy rối (số liệu đo không chính xác) nhiều trạm có bờ sông dốc, khó khăn trong việc đưa tàu và ca nô xuống sông; có trạm chỉ đo mùa lũ, không đo được mùa cạn nên việc bảo quản tàu và ca nô rất phức tạp...

#### c) Đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuần hoàn

- Thiết bị đo: Lưu tốc kế.

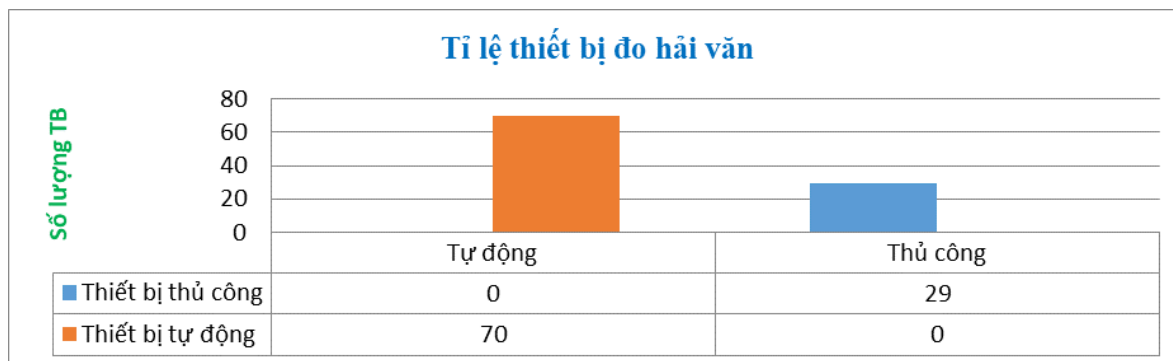
- Công trình đo: Công trình cấp tuần hoàn.

Trên toàn mạng lưới có 05 trạm đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuần hoàn. Số lượng nhiều nhất là Đài KTTV khu vực Đông Bắc, tiếp đến là Đài KTTV khu vực Việt Bắc và Bắc Trung Bộ. Đánh giá chung, hệ thống sử dụng tương đối hiệu quả, chỉ một số trạm như Đồng Tâm, Vân Mịch chưa sử dụng hết công suất của hệ thống (không đo được khi có lũ). Phương pháp này dễ vận hành, an toàn cho quan trắc viên (không phải ra sông) và giảm thời gian nội nghiệp (có phần mềm). Tuy nhiên, công trình xây dựng tốn kém, thời gian đo đạc cũng mất nhiều thời gian như thủ công.

### 1.2.2.3. Về quan trắc lưu lượng chất lơ lửng

Hiện tại chưa quan trắc tự động trên mạng lưới và tổng số hiện có 70 trạm thủ công đo lưu lượng chất lơ lửng. Phương pháp này cho kết quả khá chính xác, dễ áp dụng, thiết bị lấy mẫu đơn giản, giá thành rẻ. Tuy nhiên, tốn thời gian, nhân lực, dễ sai sót chủ quan, các bước lọc, gửi mẫu về trung tâm, cân, sấy khá phức tạp.

### 1.2.3. Hoạt động quan trắc hải văn

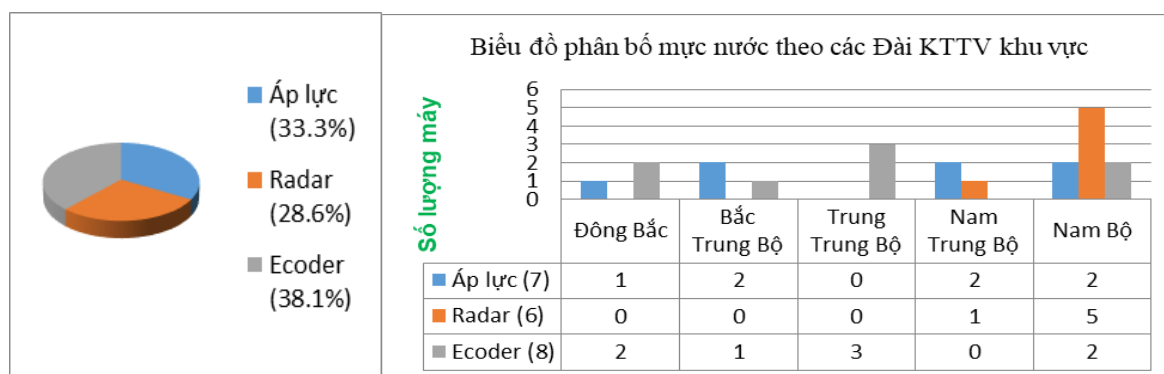


**Hình 20.** Tỉ lệ tự động hóa thiết bị đo hải văn

Thời gian qua, tỉ lệ tự động hóa thiết bị đo hải văn khá cao (đạt tỉ lệ 70%). Mạng lưới trạm đo hải văn chủ yếu tập trung tại các Đài KTTV khu vực gồm: Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

#### 1.2.3.1 Thiết bị đo mực nước

Một số phương pháp được sử dụng hiện nay trên mạng lưới trạm, gồm:  
 Đo mực nước theo nguyên lý áp lực (7 trạm, chiếm 33,3%);  
 Đo theo nguyên lý radar (6 trạm, chiếm 28,6%);  
 Đo theo nguyên lý tự ghi Encoder (8 trạm, chiếm 38,1%).



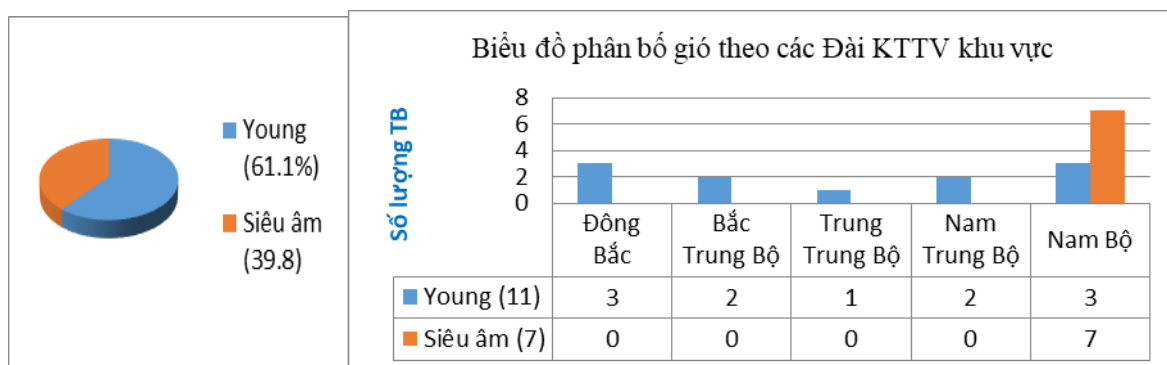
**Hình 21.** Phân bố thiết bị đo mực nước tự động tại các Đài KTTV khu vực

Thực tế cho thấy, nhìn chung các thiết bị cho kết quả ổn định, độ chính xác cao (áp lực, radar và Encoder). Tuy nhiên, hạn chế trong từng hệ thống cũng khác nhau như: ảnh hưởng môi trường (áp lực), lựa chọn vị trí lắp đặt khó khăn (radar) hay chi phí lắp đặt tốn kém, hay bị tắc hệ thống xi phông (encoder).

#### 1.2.3.2 Thiết bị đo gió

Hệ thống được trang bị trong thời gian qua với công nghệ mới (Young: 11 chiếc, chiếm 61%) và siêu âm (07 chiếc, chiếm 39,8%). Hệ thống được trang bị và phân bố khá đồng đều

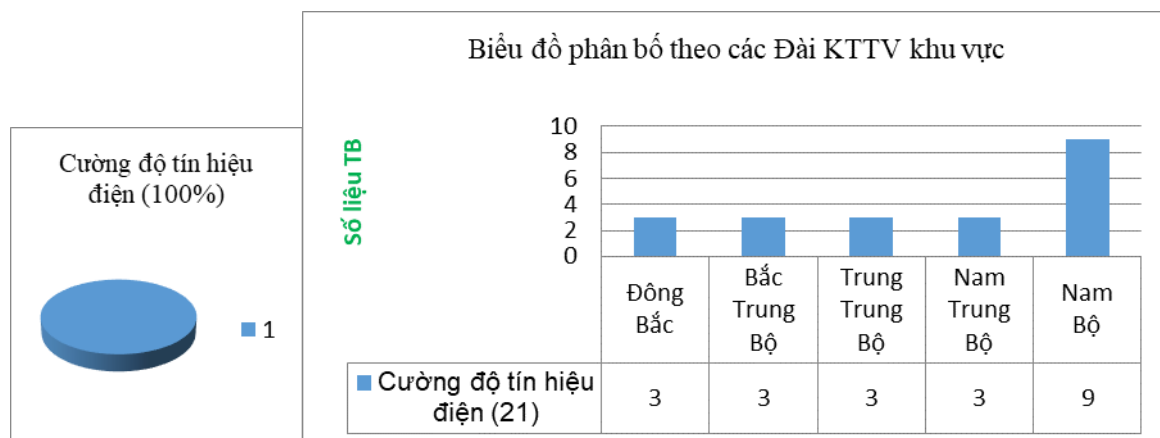
giữa các Đài KTTV khu vực. Riêng hệ thống siêu âm được trang bị duy nhất cho Đài KTTV khu vực Nam Bộ.



**Hình 22.** Tỷ lệ và phân bố thiết bị đo gió trên mạng lưới trạm đo hải văn

Đây là hệ thống thiết bị công nghệ mới, hoạt động ổn định, dải đo rộng, độ chính xác cao, thích ứng môi trường biển tốt, đáp ứng các vùng miền ở Việt Nam.

1.2.3.3. Thiết bị đo nhiệt, muối

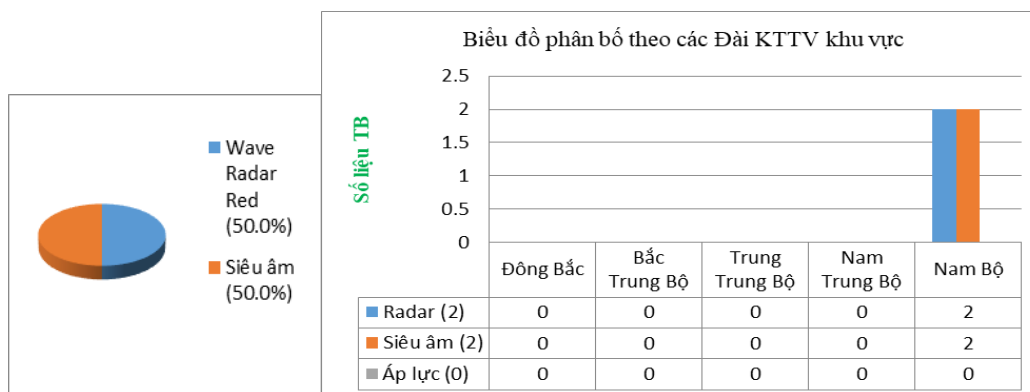


**Hình 23.** Tỷ lệ phân bố thiết bị đo nhiệt, muối theo các Đài KTTV khu vực

Hệ thống được trang bị và phân bố khá đồng đều giữa các Đài KTTV khu vực. Riêng Đài KTTV khu vực Nam Bộ được trang bị nhiều hơn (09 thiết bị).

Nhìn chung, hệ thống hoạt động cho kết quả chính xác. Tuy nhiên, do thiết bị lắp dưới nước biển, dẫn đến độ bền của thiết bị kém (hay bị hà bám).

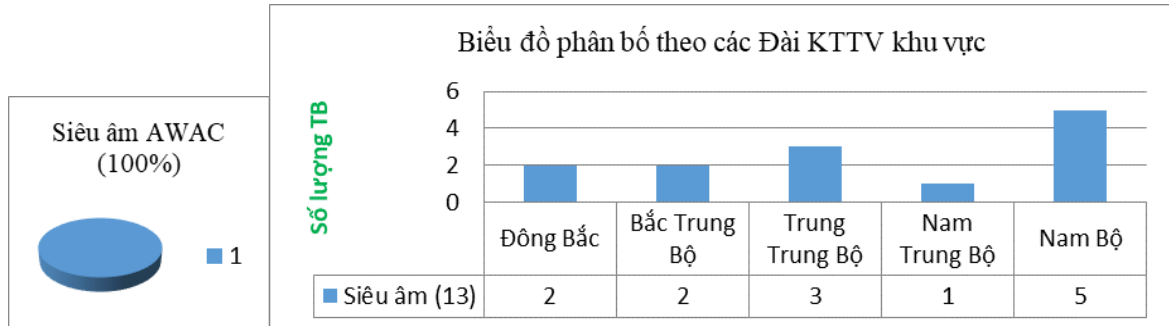
1.2.3.4. Thiết bị đo sóng



**Hình 24.** Tỷ lệ phân bố thiết bị đo sóng theo các Đài KTTV khu vực

Thiết bị đo sóng mới được tập trung đầu tư duy nhất tại Đài KTTV khu vực Nam Bộ theo nguyên lý radar và siêu âm. Hệ thống này đều có ưu điểm dải đo lớn, dễ lắp đặt. Tuy nhiên, cần có giải pháp công trình phù hợp (radar) và khi thời tiết xấu, kết quả còn sai số (siêu âm).

### 1.2.3.5. Thiết bị đo dòng chảy



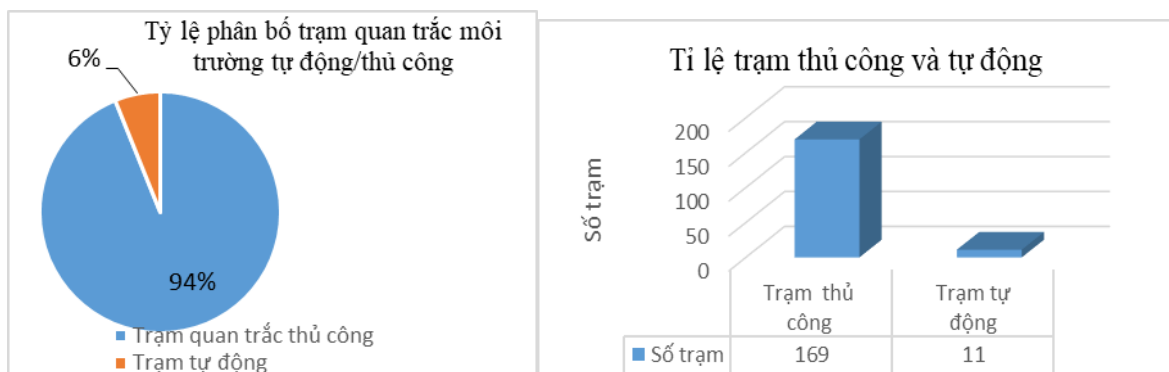
**Hình 25.** Tỷ lệ phân bố thiết bị đo dòng chảy theo các Đài KTTV khu vực

Tỷ lệ đầu tư được đầu tư phân bố đồng đều giữa các Đài KTTV khu vực, trong đó Nam Bộ nhiều nhất (05), tiếp đến là Trung Trung Bộ (03) và ít nhất là Nam Trung Bộ (01).

Hệ thống máy cho số liệu chính xác, đáp ứng được yêu cầu về dòng chảy biến theo các tầng. Tuy nhiên, đây là thiết bị dùng trong khảo sát ngắn ngày, do đó lắp đặt để đo online là chưa khả quan; cần có giải pháp công trình hợp lý.

### 1.2.4. Hoạt động quan trắc môi trường

Hiện nay, mạng lưới quan trắc môi trường không khí và nước có tổng cộng 180 trạm/điểm quan trắc môi trường, gồm có: 01 trạm giám sát khí hậu toàn cầu; 10 trạm quan trắc môi trường không khí tự động (có lấy mẫu nước mưa và bụi lắng); 16 trạm lấy mẫu nước mưa - bụi lắng; 51 trạm môi trường nước sông; 05 trạm môi trường nước hồ; 06 trạm môi trường biển ven bờ; 91 điểm quan trắc xâm nhập mặn. Ngoài ra, 03 Phòng thí nghiệm đặt tại Trung tâm Quan trắc KTTV, Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ và Đài KTTV khu vực Nam Bộ.



**Hình 26.** Tỷ lệ trạm quan trắc môi trường thủ công và tự động

Hệ thống trạm/điểm quan trắc môi trường phân bố trên mạng lưới với tỷ lệ tự động còn chưa nhiều: 11 trạm, chiếm (6%) và phần lớn là thủ công: 169 trạm chiếm (94%).

#### 1.2.4.1. Quan trắc môi trường không khí

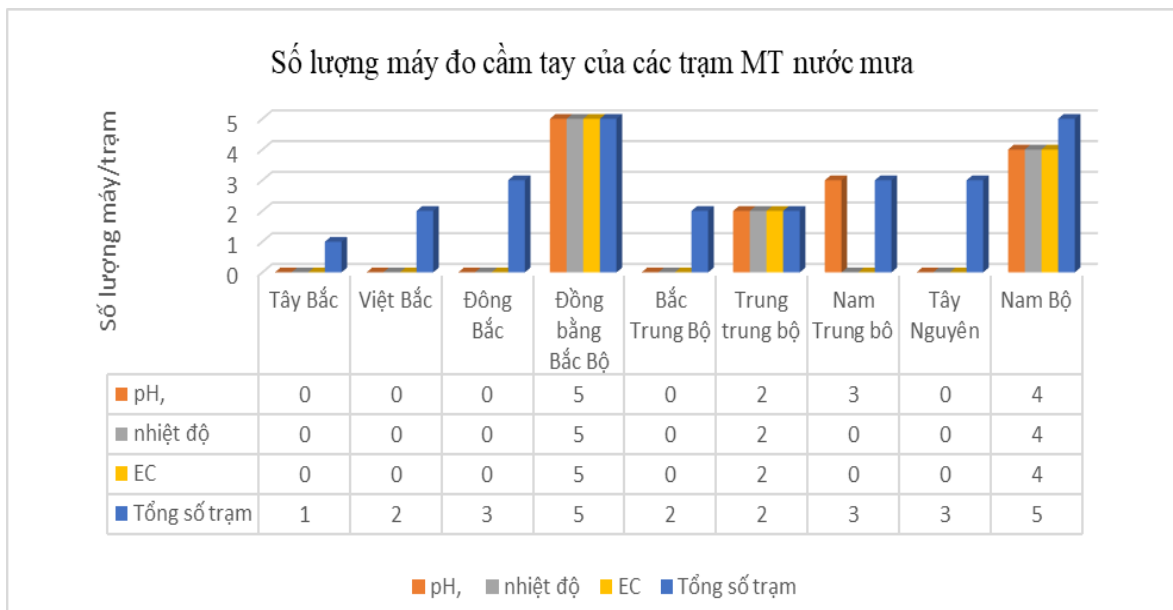
Quan trắc môi trường không khí có 27 trạm: 01 giám sát khí hậu toàn cầu (đo đặc tự động), 10 trạm môi trường không khí tự động (bao gồm lấy mẫu nước mưa, bụi lắng, bụi tổng số) và 16 trạm nước mưa - bụi lắng (đo đặc thủ công).

a) Phương pháp thủ công

- Đối với quan trắc nước mưa

+ Dụng cụ và thiết bị đo đạc: Hiện tại, việc đo các yếu tố pH tại trạm chủ yếu được thực hiện bằng dụng cụ thang so màu, một số trạm được cấp máy đo pH cầm tay. Đối với đo đạc các thông số EC, nhiệt độ, chỉ những trạm được cấp máy đo nhanh cầm tay mới thực hiện được.

Trong tổng số 26 trạm môi trường nước mưa, hiện tại chỉ có một số trạm được cấp máy đo cầm tay pH/EC/nhiệt độ và chủ yếu tập trung ở một số Đài KTTV khu vực: ĐBBB, Nam Bộ, Trung Trung Bộ, một số chưa có máy đo như Tây Nguyên, Tây Bắc, Việt Bắc, Bắc Trung Bộ. Số lượng máy đo của trạm nước mưa được thống kê dưới đây.



**Hình 27.** Số lượng máy đo cầm tay của các trạm môi trường nước mưa theo các Đài KTTV khu vực

Số lượng máy đo cầm tay đo pH, nhiệt độ và EC được phân bố cũng khác nhau giữa các Đài KTTV khu vực: nhiều nhất là Đài KTTV khu vực ĐBBB, tiếp đến Nam Bộ, Trung Trung Bộ và Nam Trung Bộ.

- Đối với quan trắc bụi lắng tổng cộng tháng:

Dụng cụ lấy mẫu bụi lắng là bình thủy tinh trung tính dung tích 3,3 lít. Thời gian lấy mẫu trong 1 tháng. Đến ngày thay bình, quan trắc viên ra vườn để thay bình mới và thu bình đã có mẫu vào để xử lý mẫu gửi phòng thí nghiệm phân tích hàm lượng bụi tổng cộng trong tháng.

- Thiết bị lấy mẫu bụi tổng số:

Thiết bị này được trang bị đồng bộ tại 09 trạm quan trắc môi trường không khí tự động. Hàng tháng, quan trắc viên thực hiện lấy mẫu định kỳ 3 lần vào các ngày 01, 11 và ngày 21. Thiết bị hoạt động theo nguyên lý hút dòng khí mẫu có bụi qua tấm giấy lọc kích thước lỗ 0,45µm, lượng bụi trong không khí được giữ lại trên giấy lọc. Giấy lọc sau lấy mẫu được gửi đến phòng thí nghiệm để sấy, cân hàm lượng bụi và phân tích một số thành phần hóa học, gồm một số yếu tố (Pb, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

b) Phương pháp tự động

Hầu hết thiết bị chủ yếu của các trạm đều do hãng KIMOTO, Nhật Bản chế tạo. Mỗi trạm đều được trang bị các thiết bị quan trắc SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, bụi TSP/PM10, NH<sub>3</sub>..., Datalogger và các thiết bị phụ trợ. Ngoài các máy đo nêu trên, các trạm tự động cũng được

trang bị máy lấy mẫu nước mưa axit tự động, đo trực tiếp thông số pH/EC/nhiệt độ và gửi mẫu về phòng thí nghiệm phân tích các yếu tố liên quan.

Hiện nay, hệ thống 10 trạm tự động quan trắc môi trường không khí được đầu tư từ lâu, 6 trạm được 18 năm, 4 trạm trên 13 năm, nhiều thiết bị đo đặc đã hư hỏng hoặc hoạt động không còn đảm bảo, nhiều linh kiện thay thế không còn được sản xuất, phương thức truyền bằng công nghệ Dial-up tốc độ thấp, đường truyền hay bị gián đoạn và đã lỗi thời. Hệ thống không truyền được dữ liệu tức thời (Real time).

Ngoài ra, hệ thống tự động còn có thiết bị đo đặc một số khí nhà kính (CO/CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>), Ô-zôn và Sol khí được một số hãng nổi tiếng trên thế giới sản xuất như Ecotech, Picarro, Thermo. Đây là những thiết bị đo khí nhà kính và sol khí lần đầu tiên được trang bị tại Việt Nam. Công nghệ đo này đang được hầu hết các nước phát triển trên thế giới sử dụng như Thụy Sĩ, Pháp, Mỹ...

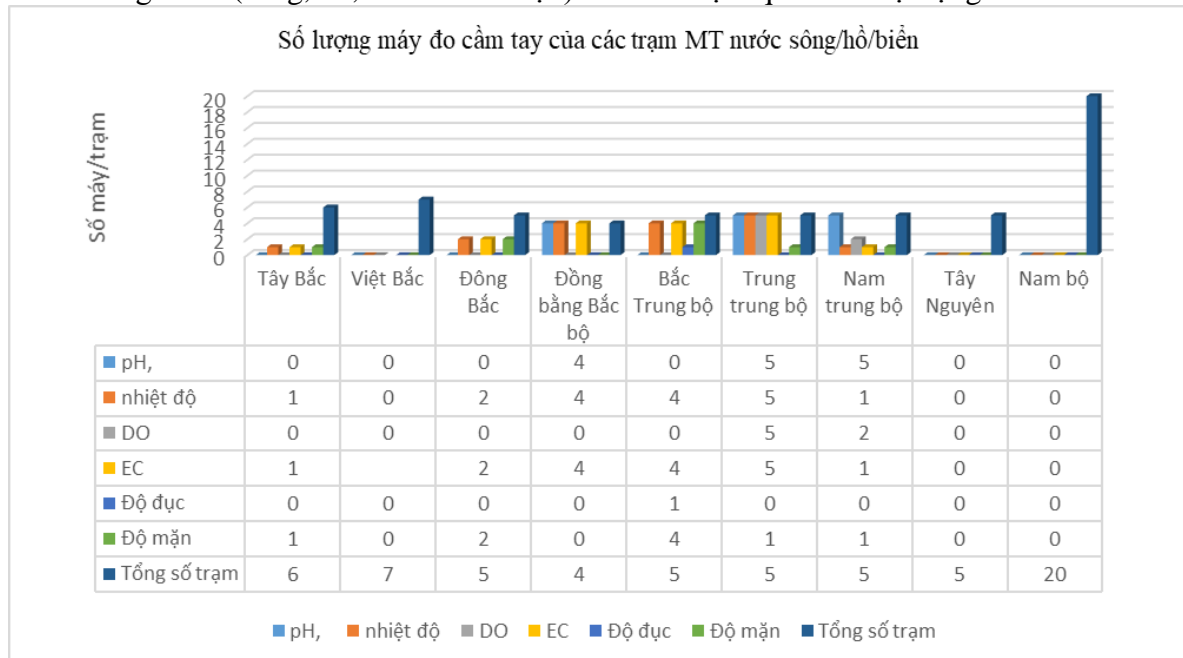
#### 1.2.4.2. Trạm quan trắc môi trường nước sông/hồ/biển

Mạng lưới quan trắc môi trường nước sông/hồ/biển hiện nay hoàn toàn là các trạm quan trắc thủ công. Các trạm môi trường nước mặc dù đã được đầu tư và phát triển, tuy nhiên cơ sở vật chất vẫn còn rất lạc hậu, chủ yếu là thực hiện công tác lấy mẫu và đo đặc một số yếu tố môi trường tại trạm.

+) Dụng cụ lấy mẫu nước:

Dụng cụ lấy mẫu tại các trạm môi trường nước sông và hồ hiện nay chủ yếu là bộ 4 chai mẫu 1 lít được gắn với quả nặng bên dưới. Dụng cụ lấy mẫu tại các trạm môi trường nước biển hiện nay là loại lấy mẫu theo tầng kiểu đứng (Wildco, Mỹ).

Các môi trường nước thực hiện đo đặc tại chỗ một số yếu tố như: pH (bằng thang so màu), nhiệt độ (nhiệt kế nước), độ trong (thước đo độ trong), mùi, vị, độ mặn... ; sau đó mẫu được gửi về phòng thí nghiệm để phân tích các yếu tố còn lại. Hiện tại, mạng lưới trạm môi trường nước (sông, hồ, biển và đo mặn) chưa có trạm quan trắc tự động.



**Hình 28.** Số lượng máy đo cầm tay của các trạm môi trường nước sông/hồ/biển theo các Đài KTTV khu vực

Số lượng máy đo cầm tay của trạm môi trường nước sông/hồ/biển (đo pH, nhiệt độ, DO, EC, độ đục và độ mặn) được phân bố cũng khác nhau giữa các Đài KTTV khu vực (tập trung nhiều tại các Đài KTTV khu vực: ĐBBB; Bắc Trung Bộ; Trung Trung Bộ). Tiếp đến là Đài KTTV khu vực Đông Bắc và Nam Trung Bộ. Một số Đài KTTV khu vực chưa được đầu tư nhiều hoặc chưa có gồm Tây Bắc, Việt Bắc, Tây Nguyên, Nam Bộ.



Nhìn chung, số trạm được trang bị những máy này còn rất nhỏ so với tổng số các trạm môi trường đang hoạt động.

#### 1.2.4.3. Các điểm đo mặn

Mạng lưới điểm đo mặn hiện tại có 91 điểm đo, hầu hết đã được trang bị máy đo mặn cầm tay, trong đó có một số điểm đo được trang bị máy đo mặn bán tự động. Hiện còn 02 điểm đo mặn của Đài KTTV khu vực ĐBBB và Đông Bắc còn đo mặn bằng phương pháp chuẩn độ Nitrat bạc ( $AgNO_3$ ). Đối với máy đo mặn bán tự động có thể đo liên tục 24/24h, cho kết quả chính xác với độ phân giải cao và chiết xuất ra file số nhưng chưa truyền được dữ liệu tự động.

#### 1.2.4.4. Thiết bị phân tích tại Phòng thí nghiệm

Hiện nay ngoài các thiết bị đo nhanh và các máy cầm tay, thiết bị phân tích tại phòng thí nghiệm còn có các hệ thống sau:

- Thiết bị quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS (Atomic Absorption Spectrophotometric) chủ yếu phân tích các kim loại nặng.
- Thiết bị phân tích sắc ký khí GC/MS (Gas Chromatography/Mas Spectrometry).
- Máy phân tích sắc ký Ion (IC).

## 2. Đề xuất và kiến nghị một số giải pháp công nghệ đo

Từ đánh giá thực trạng các nước trong khu vực và trên thế giới cho thấy việc tự động hóa trong hoạt động quan trắc KTTV, hải văn là tất yếu, không những loại bỏ các yếu tố sai số chủ quan do quan trắc viên mà còn đảm bảo tính đồng bộ, kịp thời và khả năng tích hợp vào hệ thống tích hợp toàn cầu của Tổ chức Khí tượng thế giới (WIGOS) trong tương lai.

Thông qua thực tiễn đánh giá chất lượng hoạt động của hệ thống trạm quan trắc KTTV, hải văn được đầu tư trong thời gian qua, có thể đưa ra một số khuyến nghị dưới đây.

Thông tin chi tiết về kỹ thuật và giải pháp được khuyến nghị chi tiết theo từng hoạt động quan trắc về KTTV, hải văn và môi trường và theo đặc điểm khu vực bao gồm:

### 2.1. Thiết bị đo khí tượng

**Bảng 2.** Tổng hợp kiến nghị một số thiết bị đo khí tượng

TT	Thiết bị	Kiến nghị sử dụng	Ghi chú
1	<b>Gió</b>		
1.1	Nguyên lý cơ điện	Thiết bị gió Young ( <i>Model 05106 và các model trở về sau có khả năng chống ăn mòn</i> ) (Dải đo tốc độ từ 0- 100 m/s độ chính xác $\pm 0.3$ m/s, hướng từ 0-360 độ chính xác $\pm 3^\circ$ ) Dataloger 26800 trở về sau phù hợp với các vùng của Việt Nam	Đối với vùng biển đảo và bờ biển hạn chế sử dụng VV20 CAE dải đo (0-60m/s); Jin Yang (Hàn Quốc) chịu ăn mòn kém
1.2	Nguyên lý siêu âm	Sử dụng Sensor: Lufft (V200A- UMB); Datalogger (OTT netDL 500) (dải đo 0-90m/s; độ phân giải 0,1 m/s)	Phù hợp mọi điều kiện ven biển và khu vực có băng/tuyết (Mẫu Sơn, Sa Pa).
2	<b>Nhiệt ẩm</b> (Nguyên lý điện trở)	CAE THS; HPM 155 hoặc các model trở về sau hãng Vaisala (dải đo $-40^\circ$ đến $60^\circ$ , độ phân giải $0,1^\circ$ ; độ chính xác $0,3^\circ$ ) Thiết bị OTT TRH (Dải đo: $-40^\circ C \dots +80^\circ C$ ; Độ chính xác: $\pm 0.1^\circ C$ tại $20^\circ C$ ; $\pm 0.5^\circ C$ tại $-40^\circ C$ , $80^\circ C$ )	

		Model: 5600-0120-3A Sutron Dải đo: 500 ... 1100 hPa (hoặc thích hợp với độ cao trạm)		
3	<b>Áp</b>	- Độ phân giải: 0.01 hPa - Độ chính xác: 0.2 hPa tại 20°C PTP 110 Vaisala, CAE PBS dải đo và độ phân giải hoàn toàn tương tự Model 5600-0120-3A Sutron		
4	<b>Mưa</b> (Nguyên lý chao lật) <b>Thời gian nắng</b> (Nguyên lý Pin quang điện)	Thiết bị CAE, Vaisala, OTT, Việt Nam độ phân giải 0.2mm Model: CSD3 Kipp & Zonen Dải quang phổ: 400 ... 1100 nm		
6	<b>Bức xạ</b>	Kipp & Zonen (CMP3, CMP21 và các model đời sau) Dải quang phổ: 300 ... 2800 nm		
7	<b>Dataloger</b>	Sutron 9210 Xlite; CR1000-X hoặc model trở về sau hãng Cambell	Dataloger Sutron Gprs Link (hiệu năng thấp)	

Các thiết bị kiến nghị sử dụng về cơ bản đáp ứng đầy đủ các quy định kỹ thuật trong Thông tư số 70/2015/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Hệ thống chống sét cho các trạm cần được kiểm tra thường xuyên và bảo dưỡng hàng năm, thay hóa chất thoát sét.

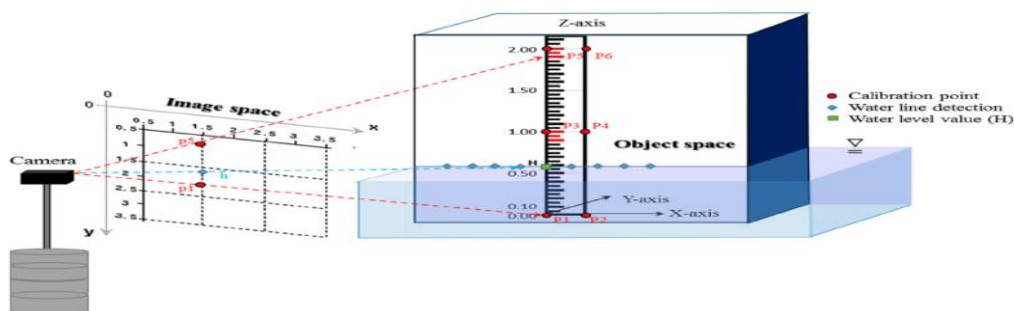
## 2.2. Thiết bị đo thủy văn

### 2.2.1. Quan trắc mực nước

Do đặc điểm sông ngòi Việt Nam: dòng chảy biến đổi phức tạp, lượng bùn cát trong sông lớn; sông miền núi dốc, vào mùa lũ nước chảy xiết, nhiều vật thể trôi; sông vùng ảnh hưởng thủy triều nhiễm mặn, thiết bị đo dễ bị ăn mòn. Vì vậy, một số giải pháp đo mực nước trong giai đoạn tới:

- Phát triển trạm tự động đo mực nước theo nguyên lý không tiếp xúc: Sử dụng đầu đo siêu âm, radar... với giải pháp công trình tận dụng cầu giao thông hiện có hoặc xây mố trụ có cánh tay đòn lắp đặt thiết bị đo.

- Công nghệ đo mực nước bằng xử lý hình ảnh camera, tia laser: Công nghệ này được đánh giá cao vì không phải sử dụng các sensor, cho nên ít gây ra sai số, hơn nữa, sử dụng camera để đo mực nước còn có thể cung cấp cái nhìn trực quan về tình hình hiện trường cho quan trắc viên và nhà quản lý khi cần thiết. Công nghệ này cần tăng cường đầu tư nghiên cứu, thử nghiệm và áp dụng vào thực tiễn trên toàn mạng lưới.



Hình 29. Công nghệ đo mực nước bằng xử lý hình ảnh camera

### 2.2.2. Quan trắc lưu lượng nước

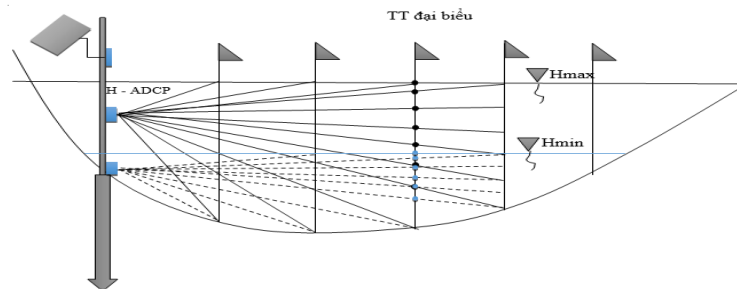
#### a) Phương pháp đo tốc độ đại biểu trên mặt ngang

➤ Đối với vùng sông ảnh hưởng thủy triều: Khu vực Đồng bằng sông Cửu Long - Đài KTTV khu vực Nam Bộ, một số sông thuộc Đài KTTV khu vực Đông Bắc, ĐBBB:

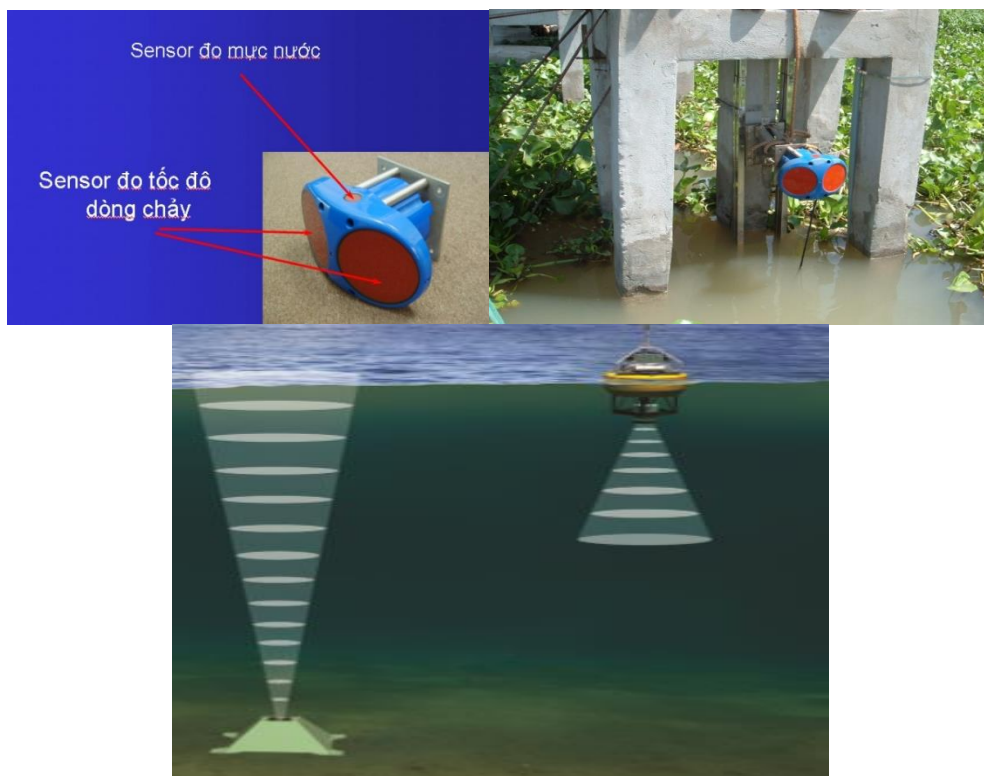
- Giải pháp:

+ Sử dụng thiết bị H-ADCP đo lưu lượng nước bộ phận mặt cắt ngang hoặc thiết bị đo lưu lượng nước theo nguyên lý siêu âm Doppler đặt dưới đáy sông (hoặc trạm kiểu phao) tại thủy trực đại biểu.

+ Xây dựng tương quan lưu lượng nước bộ phận đo được (hoặc thủy trực đại biểu) với toàn mặt ngang để tính toán lưu lượng nước cho toàn mặt ngang.



**Hình 30.** Sơ đồ mô phỏng trạm đo Q tự động bằng thiết bị H-ADCP



**Hình 31.** Mô hình lắp đặt thiết bị đo theo nguyên lý siêu âm Doppler trên thủy trực đại biểu tại đáy sông và kiểu trạm phao

➤ Đối với vùng sông không ảnh hưởng triều

- Vùng sông rộng: Giải pháp đo tương tự như vùng sông ảnh hưởng thủy triều.

- Vùng sông có độ rộng nhỏ ( $B < 300$  mét) như các sông thuộc Đài KTTV khu vực Việt Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ...

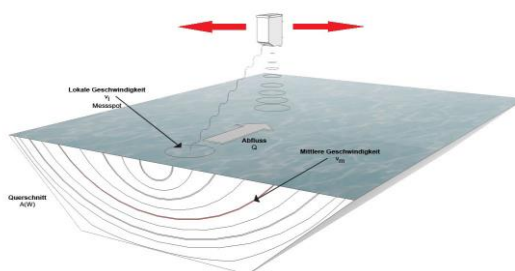
+ Thiết bị đo hiện tại (RQ30; IRQ 50; RP-300).

+ Nguyên lý: không tiếp xúc.

+ Nguyên tắc tính tốc độ mặt ngang:

$$V_{mn} = f(V_{đm}) = V_{đm} \cdot k_1;$$

+ Nguyên tắc tính diện tích mặt ngang:  $F_{mn} = f(H)$   
 $Q = V_{mn} \cdot F_{mn} \cdot K$



**Hình 32.** Nguyên lý đo không tiếp xúc

- Hệ thống IRQ-50 cảm biến radar đo liên tục lưu lượng nước sông và kênh ngòi. Thiết bị kết hợp hai phương pháp đo radar không tiếp xúc cho phép xác định đồng thời mực nước và vận tốc dòng chảy mặt.

**Bảng 3.** Thông số kỹ thuật thiết bị IRQ-50

<b>Đo mực nước</b>	
Dải đo mực nước	0.5-10 m phiên bản tiêu chuẩn 0-50 m phiên bản mở rộng dải đo (tùy chọn)
Độ phân giải	1 mm
Tần số siêu âm	20 kHz – 350 kHz
<b>Đo vận tốc</b>	
Dải đo	0,02 tới 15 m/giây (tùy thuộc vào điều kiện dòng chảy)
Độ chính xác	+/-0,01 m/giây;
Độ phân giải	0.01 mm/giây
Tốc độ đọc	20 lần/ giây
Góc mở chùm radar	12 độ
Hướng đo	Lập trình được
Khoảng cách đo tối đa	tới 50 m

Thiết bị IRQ 50 đã được đo thử nghiệm tại Trạm Thủy văn Thượng Nhật (độ rộng mặt cắt B = 50m) thuộc Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ. Thời gian đo đặc thử nghiệm là 01 tháng (ngày 27 tháng 11 đến ngày 27 tháng 12 năm 2017).

Kết quả đánh giá thử nghiệm cho kết quả tốt, có thể triển khai lắp đặt trên mạng lưới.

- Thiết bị RQ30 (hãng Sommer): Thiết bị đo lưu lượng dòng chảy RQ-30 được dùng để đo lưu lượng sông, kênh mở, kênh đào với mặt cắt ngang đã biết. Thiết bị sử dụng công nghệ radar để đo vận tốc và lưu lượng nước.

**Bảng 4.** Thông số kỹ thuật thiết bị RQ30

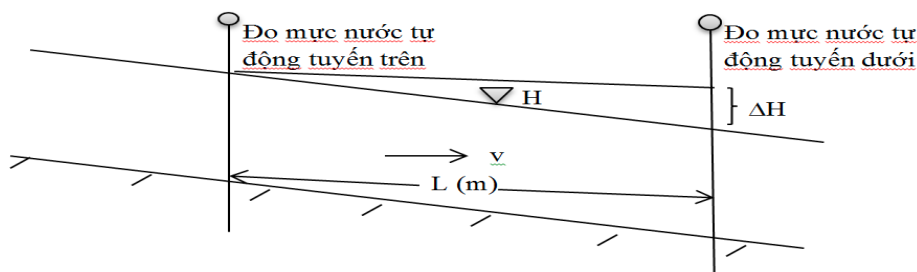
<b>Cảm biến mực nước</b>		<b>Cảm biến vận tốc</b>	
- Dãy đo:	0-15m Tiêu chuẩn	- Dãy đo:	0.10-15m/s (liên tục)
- Độ phân giải:	1mm	- Độ chính xác:	+/- 0.01 m/s; +/- 1 % FS
- Độ chính xác:	± 2mm	- Độ phân giải:	1mm/s
- Tần số radar:	26Ghz	- Nhận dạng hướng:	+/-
- Góc mở radar:	10 độ	- Thời gian đo:	5 - 240s
		- Khoảng đo:	8 giây đến 5h
		- Tần số đo:	24GHz
		- Góc mở radar:	10 độ

- Khoảng cách đến mặt nước: 0.5 - 30m

b) Phương pháp đo Q tự động bằng công trình (đo độ dốc mặt nước)

Phương pháp này phù hợp đo tại những nơi tốc độ dòng chảy lớn (thường có lũ lớn), địa hình dốc, không có dòng chảy quanh (Đài KTTV khu vực Tây Bắc, Việt Bắc).

- Công trình đo: Bố trí hai tuyến đo mực nước tự động



Hình 33. Mô hình hai tuyến đo mực nước tự động

- Tính tốc độ mặt ngang ( $V_m$ ) theo Shezi-Maning

$$v_m^2 = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

- Tìm lưu lượng nước (Q): Ứng với mỗi giá trị mực nước tại tuyến đo lưu lượng, đều xác định được các giá trị: diện tích ( $F_m = f(H)$ ), bán kính thủy lực ( $R = F/B$ ), hệ số nhám

( $n = f(H)$ ), độ dốc  $I$  ( $I = \frac{\Delta H}{L}$ ). Theo công thức Shezi-Maning, tính sẵn các yếu tố (phần mềm) từ đó tìm được giá trị lưu lượng nước (Q).

- Duy trì hoạt động: Định kỳ (01 hoặc 02 năm) đo kiểm chứng các tương quan  $F_m = f(H)$ ;  $V_m \sim n$ ; để cài đặt lại các thông số đầu vào cho phần mềm.

- Ưu điểm:

- + Đo và truyền số liệu liên tục.
- + Đối với những vị trí đã có trạm đo, chỉ phải xây dựng thêm 01 tuyến đo mực nước.
- + Vận hành đơn giản (như trạm đo mực nước).
- + Chi phí xây dựng thấp.

### 2.2.3. Phương pháp đo lưu lượng nước tự động sử dụng hệ thống đo lưu lượng

ATENAS: Phương pháp này đo trực tiếp lưu lượng dòng chảy với độ chính xác cao phù hợp với sông có độ rộng lớn tối đa lên tới 1000 m.

Trong phương pháp này, tốc độ dòng chảy trung bình mặt ngang sông được xác định từ sự khác nhau (sai phân hóa) của thời gian truyền sóng âm di chuyển theo các hướng xiên ngang qua mặt cắt ở thượng và hạ lưu mặt cắt tuyến đo phù hợp với phân bố tốc độ dòng chảy.

Đầu đo sóng âm tần số khoảng từ 100 - 20 kHz, cho kết quả tốt nhất là tần số 28 kHz (sự suy giảm tín hiệu của sóng âm tần số 28 kHz sẽ giảm đi 1/3 so với thiết bị sóng âm tần số 20 kHz, khi phù sa lơ lửng chất rắn có kích thước tới 20  $\mu$ m).



Hình 34. Hệ thống đo lưu lượng dòng chảy ATENAS đối với sông rộng

#### 2.2.4. Quan trắc lưu lượng chất lơ lửng

Thời gian vừa qua, ngành KTTV Việt Nam cũng rất quan tâm đến công tác cải tiến thiết bị đo lưu lượng chất lơ lửng, tuy nhiên công tác hiện đại hóa trong đo đạc chất lơ lửng vẫn chưa đạt hiệu quả như mong đợi. Kiến nghị, trong thời gian tới cần tập trung đầu tư thử nghiệm các thiết bị tự động đo hàm lượng chất lơ lửng, độ đục để đẩy nhanh tốc độ tự động hóa.

Dưới đây là một số đề xuất về thiết bị đo hàm lượng chất lơ lửng, đo độ đục:

- Đầu đo độ đục ATU75W2-USB (Nhật Bản): Cảm biến đo độ đục sử dụng nguyên tắc quang học như WQ730 Turbidity Sensor.

- + Các cảm biến độ đục là một đục kế tán xạ 900.
- + Cảm biến độ đục hướng chùm tia vào trong nước.
- + Chùm tia sáng phản xạ hạt trong nước và cường độ ánh sáng tổng hợp được đo bằng bộ tách sóng quang của cảm biến độ đục đặt lệch một góc 90° với chùm tia sáng.
- + Cường độ ánh sáng được cảm biến độ đục phát hiện tương ứng trực tiếp với độ đục của nước.



**Hình 35.** Đầu đo độ đục ATU75W2-USB tại Nhật Bản

Thông số kỹ thuật của thiết bị:

- Máy LISST-25X đo hàm lượng phù sa lơ lửng hãng Sequoia (USA)

Máy LISST-25X có ưu thế vượt trội so với các loại máy đo hàm lượng phù sa lơ lửng thế hệ cũ ở chỗ nó khắc phục được những nhược điểm cố hữu nhờ áp dụng công nghệ mới: Công nghệ tán xạ Laser ở phía trước dưới góc nhỏ (Small Angle Forward-Scattering Laser Diffraction Technology).



**Hình 36.** Máy LISST-25X đo hàm lượng phù sa lơ lửng

**Model :** LISST-25X

Thông số kỹ thuật:

Dải đo:

+ Hàm lượng: Từ 0.1 đến 1000 mg/l

+ Giải tích thước hạt: 2.50 - 500  $\mu\text{m}$  (Toàn giải).



- Giải hẹp: 63 - 500  $\mu\text{m}$
- + Độ trong suốt quang học: 0 - 100%
- + Độ sâu: 300m
- Độ chính xác:
- + Hàm lượng phù sa: 2%
- + Đường kính trung bình: 20%
- + Độ trong suốt quang học: 0.1%
- Đầu đo diệp lục và độ đục tự ghi INFINITY-CLW JFE Advantech (Nhật Bản)



**Hình 37.** Đầu đo diệp lục và độ đục tự ghi

Model: INFINITY-CLW

Infinity-CLW là thiết bị tự ghi đo diệp lục và độ đục tự động trong thời gian dài. Các nguồn ánh sáng (LEDs) của các Đầu đo diệp lục và độ đục có độ ổn định cao, giảm sự thay đổi theo thời gian. Thiết bị có gắn cần gạt cơ học định kì quét lượng hà bám trên cửa sổ quang. Đầu đo độ đục có độ tương quan tốt với các hạt lơ lửng (SS) trong dải. Infinity-CLW cung cấp số liệu diệp lục và độ đục độ chính xác cao và ổn định lâu dài ở các môi trường biển, sông và nước ngọt

**Bảng 5.** Thông số kỹ thuật của đầu đo diệp lục và độ đục tự ghi

Tham số	Diệp lục	Độ đục	Nhiệt độ
<b>Nguyên lý</b>	Đo huỳnh quang	Tán xạ ngược	Nhiệt điện trở
<b>Dải đo</b>	0 tới 400 $\mu\text{g/l}$ (tham chiếu Uranine)	0 tới 1,000FTU (tham chiếu Formazin)	-3 tới 45 $^{\circ}\text{C}$
<b>Độ phân giải</b>	0.01 $\mu\text{g/l}$	0.03FTU	0.001 $^{\circ}\text{C}$
<b>Độ chính xác</b>	Không tuyến tính $\pm 1\%$ FS (0 tới 200 $\mu\text{g/l}$ )	$\pm 0.3$ FTU hoặc 2%	$\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ (3 đến 31 $^{\circ}\text{C}$ )

### 2.3. Thiết bị đo hải văn

**Bảng 6.** Tổng hợp kiến nghị một số thiết bị đo hải văn

TT	Yếu tố	Phương tiện	Hạn chế
1	Gió	Young 05106 và đời cao hơn, Mỹ (dải đo 0 - 100m/s)	Không
2	Mực nước, sóng	Công nghệ radar Radac - Hà Lan (Dải đo rộng, đo 2 yếu tố mực nước, sóng: độ cao sóng bước sóng)	Chỉ phù hợp với công trình cầu cảng, công trình có trụ cách xa bờ
3	Nhiệt độ, muối	Cường độ tín hiệu điện EC250, Úc	Phụ thuộc vào kiểu công trình lắp đặt, kỹ thuật lắp
4	Sóng, dòng	Công nghệ radar	Giá thành cao khi đầu tư

	chạy	Wamos II; (Hãng OceanWaves - Đức); hoạt động ổn định, độ bền cao	
5	Datalogger	Sutron 9210 Xlite  Sonrad Việt Nam sản xuất	Giá thành cao, Việt Nam không nhiều kỹ thuật viên có thể cấu hình phần mềm Cần có sự hợp tác chuyên sâu giữa phần cứng, phần mềm

❖ Công trình đo hải văn

a) Công trình hiện đại và toàn diện

- Ưu điểm: Giải quyết được các bài toán về sóng, dòng chảy và các yếu tố khác một cách ổn định, bởi ít tiếp xúc với nước. Mô hình này đang được các nước phát triển áp dụng. Phạm vi đo rộng, cho kết quả về mặt biển ở tầm xa. Có thể thay đo nhiệt muối phao bằng bể đo gián tiếp cố định.

- Nhược điểm: Giá thành cao.



**Hình 38.** Mô hình trạm đo sóng dòng chảy bằng công nghệ Rada Wamos II

b) Công trình bằng bê tông

- Ưu điểm: Kiên cố đảm bảo an toàn cho thiết bị hoạt động ổn định; lắp đặt các thiết bị radar, siêu âm, áp lực, gió, mực nước, độ muối...

- Nhược điểm: Giá thành thi công cao.

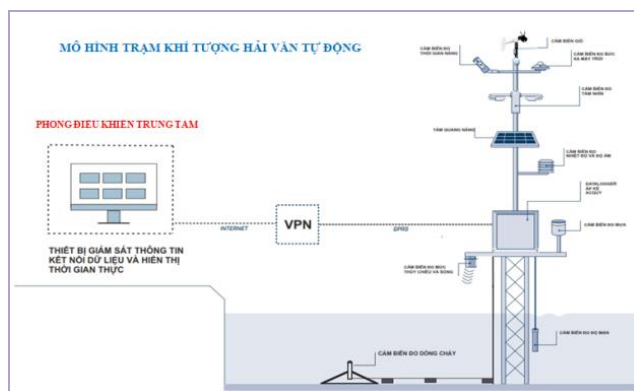


**Hình 39.** Công trình hải văn bằng bê tông

c) Trạm hải văn xây dựng bằng trụ sắt

- Ưu điểm: Đảm bảo an toàn cho thiết bị hoạt động ổn định; lắp đặt các thiết bị radar, siêu âm, áp lực, gió, mực nước, độ muối... và giá thành thi công ở mức trung bình.

- Nhược điểm: lắp đặt, duy tu bảo dưỡng khó khăn.



Hình 40. Công trình Hải văn bằng trụ sắt

d) Đo nhiệt muối lấp trên phao

- Ưu điểm: Đảm bảo an toàn cho thiết bị hoạt động ổn định; lắp đặt các thiết bị radar, siêu âm, áp lực, gió, mực nước, độ muối... giá thành thi công ở mức trung bình.
  - Nhược điểm: Lắp đặt, duy tu bảo dưỡng khó hơn giải pháp trên.
- Có thể sử dụng công trình bể hút tuần hoàn đo.

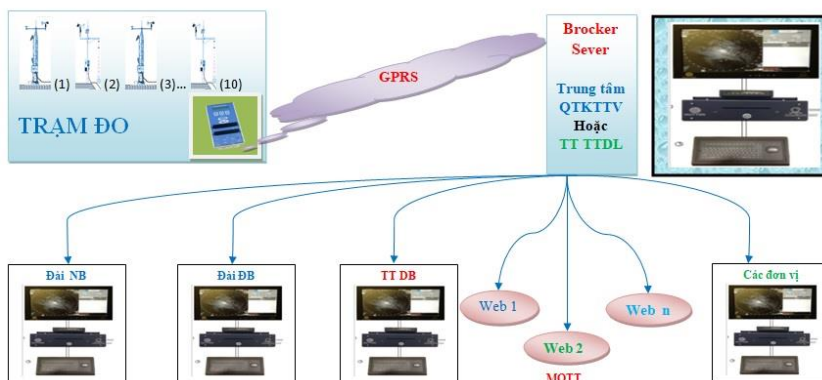


Hình 41. Công trình đo nhiệt muối trên phao

e) Mô hình truyền thông hiệu quả

- Ưu điểm: phương thức thông qua Brocker. Thông qua phần mềm phát triển, mã hóa yếu tố đo, trạm đo. Từ đó các đơn vị lấy số liệu theo mã của từng trạm đo, mã yếu tố đo theo yêu cầu hoặc lấy toàn bộ số liệu (được quản trị hệ thống cấp mã). Số liệu được đưa lên các trang Web theo thời gian thực, không bị trễ về thời gian. Cung cấp cho nhiều đơn vị lưu trữ theo yêu cầu.

MÔ HÌNH TRUYỀN THÔNG



Hình 42. Mô hình truyền thông

## 2.4. Thiết bị công nghệ quan trắc môi trường

### 2.4.1. Quan trắc môi trường không khí

Hiện nay có khá nhiều công nghệ quan trắc môi trường không khí tự động như công nghệ quan trắc bằng các Module phân tích khí, công nghệ Diod quang, Laser quang...

#### a) Hệ thống quan trắc sử dụng công nghệ Module phân tích khí

Loại công nghệ này thường được sử dụng tại những trạm quan trắc môi trường nền cơ bản, đòi hỏi giám sát thường xuyên liên tục trong một thời gian dài.

Hệ thống này gồm các hợp phần như sau:

- Các Module phân tích không khí tự động ( $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ , PM10/PM2.5...) có công nghệ đo mới nhất (có thể quan trắc được giá trị thấp cỡ ppb đối với chất khí và dưới  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  đối với bụi) và đang được các nước phát triển áp dụng hiện nay.

- Công nghệ truyền dữ liệu bằng được truyền internet hoặc 3G/4G, có cổng kết nối USB và có thể điều khiển thiết bị từ xa qua TCP/IP với giao diện sống động, đa ngôn ngữ.



**Hình 43.** Hệ thống quan trắc sử dụng công nghệ Module phân tích khí

#### - Hệ thống quản lý dữ liệu mới:

- + Bao gồm truy hồi dữ liệu, cơ sở dữ liệu, công cụ trình bày dữ liệu, mô hình hóa, ước tính phơi nhiễm và đánh giá như một hệ thống quản lý chất lượng không khí hoàn chỉnh.

- + Tự động so sánh với các giá trị giới hạn bắt buộc.

- + Tự động nạp dữ liệu về môi trường trên các trang web của khách hàng.

- + Tích hợp hệ thống bản đồ AQMS cung cấp công cụ để hình dung, khám phá và truy vấn dữ liệu, địa lý.

- + Báo động hiển thị dữ liệu thô, trung bình, dự đoán, bảo trì...

- + Chuẩn đoán từ xa và hỗ trợ, đường dây nóng và dữ liệu bảo đảm lưu trữ.

Hệ thống này có ưu điểm độ chính xác rất cao, có thể đo được nồng độ khí rất nhỏ, dữ liệu được truyền liên tục về trung tâm bằng công nghệ truyền tin mới, có giao diện hiển thị kết quả quan trắc bằng biểu đồ. Tuy nhiên hệ thống này có giá thành cao, cần phải có diện tích để xây dựng nhà trạm hoặc đặt thùng Contener việc bảo trì bảo dưỡng hệ thống khá tốn kém và mất nhiều thời gian, đòi hỏi phải có nguồn điện lưới ổn định, quan trắc viên cần có kiến thức tổng hợp về môi trường, điện tử, tự động hóa...

#### b) Hệ thống quan trắc sử dụng công nghệ Diod quang và Laser quang

Hệ thống đo bụi tự động PM1/PM2.5/PM10 bằng công nghệ Laser, Diod quang. Loại công nghệ này phù hợp với những vị trí quan trắc môi trường tác động, có mức độ ô nhiễm cao, độ chính xác tương đối cao, thiết bị gọn nhẹ không tốn diện tích (chỉ cần gắn toàn bộ hệ thống trên cột), có thể sử dụng năng lượng pin mặt trời.

Một số tính năng kỹ thuật chính của hệ thống: đơn vị tính nồng độ bụi  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; giới hạn phát hiện  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tần suất cập nhật mỗi 5 phút, nguồn điện: 5V, 100mA/ AC100~240V (DC5V 3A), tiêu hao điện năng 2,5 W, kích thước đầu đo: 37x37x12 mm, kích thước: hộp chống nước 300x200x180 mm, trọng lượng 1 kg, nhiệt độ làm việc: từ  $0^\circ\text{C}$  ÷  $50^\circ\text{C}$ .

### 2.4.2. Trạm tự động quan trắc môi trường nước

#### a) Hệ thống quan trắc tự động bằng phao nổi đo trực tiếp dòng chảy (QLYT-3S)

Bộ điều khiển thu nhận xử lý dữ liệu (Datalogger) và các đầu đo được gắn trực tiếp trên phao. Các đầu đo được thả xuống nước ở một độ sâu nhất định và đo các thông số pH, nhiệt độ, DO, độ dẫn điện, độ mặn...

Số liệu đo được truyền vào Datalogger được xử lý và sau đó truyền về trung tâm giám sát hoặc máy tính cá nhân hoặc điện thoại thông minh.

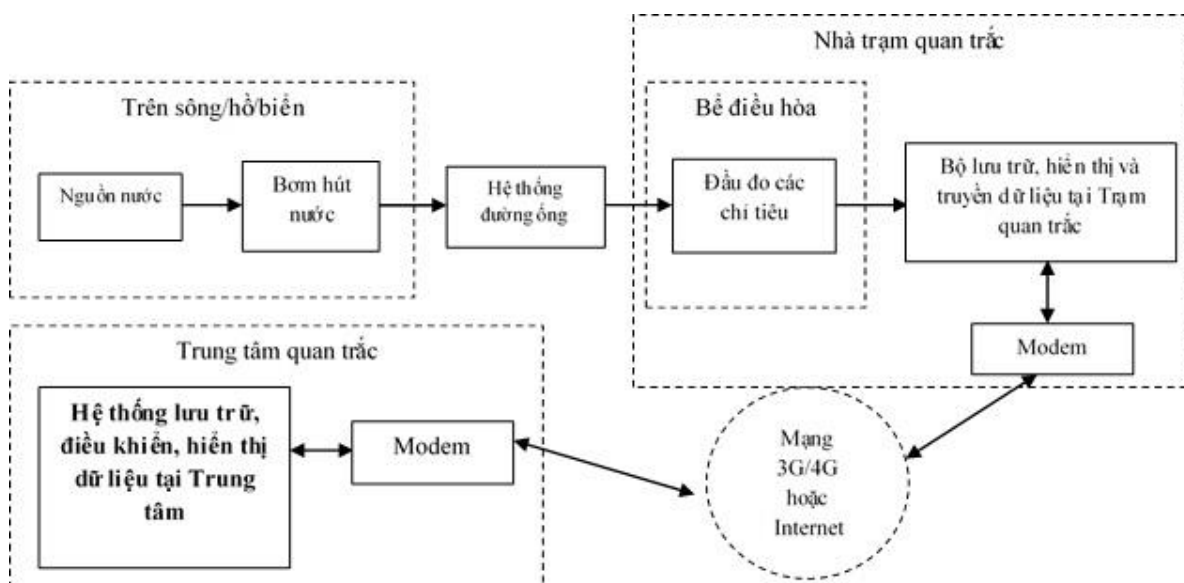
Hệ thống quan trắc này phù hợp với những trạm nước sông có dòng chảy yếu, trạm nước hồ và trạm nước biển.



**Hình 44.** Hệ thống quan trắc tự động bằng phao nổi

#### b) Hệ thống thiết bị quan trắc tự động cố định bằng phương pháp đo gián tiếp trong nhà trạm

Nước sông được bơm liên tục tới bể điều hòa trong nhà trạm thông qua bơm hút nước, hệ phao nổi và đường ống, vị trí bơm hút lấy mẫu luôn cách mặt nước sông là 0,5 m. Đầu đo các thông số quan trắc được đặt trong bể điều hòa chứa mẫu nước sông được bơm lên. Các giá trị đo được phần mềm quan trắc tự động cập nhật liên tục với tần suất 5 phút/1 kết quả đo và truyền về Cơ sở dữ liệu của Trung tâm điều hành.



**Hình 45.** Hệ thống thiết bị quan trắc tự động cố định bằng phương pháp đo gián tiếp trong nhà trạm

Hệ thống này có cấu trúc như sau:

- Bộ đầu đo (Sensor) đo các thông số cơ bản: pH, nhiệt độ, độ dẫn điện/độ mặn/tổng chất rắn hòa tan (TDS), độ mặn, DO, độ đục, nitrat. Ngoài ra còn có thể đo một số yếu tố khác như BODeq, CODeq...

- Bộ truyền tín hiệu qua mạng 3G/4G hoặc internet (kèm bộ pin mặt trời và bộ sạc pin dự phòng) kết nối với bộ đầu đo nói trên. Thông số độ mặn và TDS đổi bằng phần mềm.

- Cập nhật các thông số môi trường đồng thời khoảng 5 - 10 phút/lần. Có thể điều khiển thu nhận dữ liệu từ trung tâm điều hành.

- Hệ thống báo động chống trộm.

- Xây dựng trạm quan trắc, hệ thống giá đỡ và lồng bảo vệ (chưa bao gồm hệ thống lưới điện cung cấp cho hoạt động của trạm).

Hệ thống quan trắc này có thể áp dụng cho mọi loại hình quan trắc nước như sông, hồ và biển.





## Nghiên cứu ứng dụng công nghệ 4.0 trong dự báo, cảnh báo thiên tai trong thời kỳ phát triển công nghệ quan trắc số

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

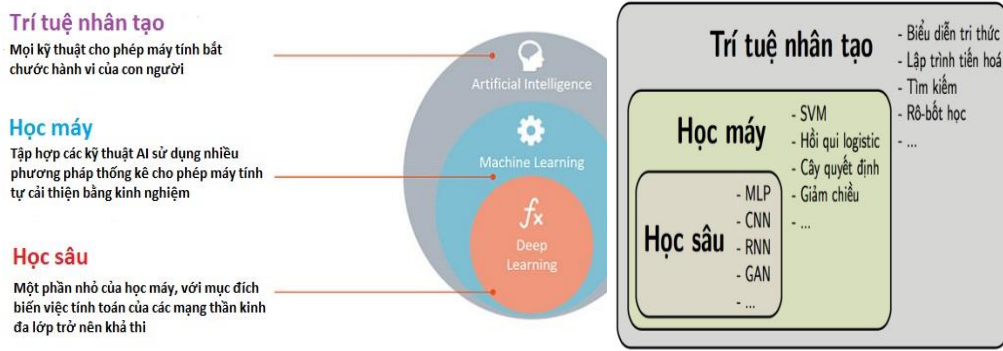
**Tóm tắt:** Cách mạng công nghiệp lần thứ tư xuất phát từ khái niệm “Industrie 4.0” trong một báo cáo của Chính phủ Đức năm 2013. Industrie 4.0 kết nối các hệ thống thông minh để tạo ra sự hội tụ kỹ thuật số. Về diễn biến của các cuộc cách mạng công nghiệp có thể được hiểu đơn giản như sau: Cách mạng công nghiệp lần đầu sử dụng năng lượng nước và hơi nước để cơ giới hóa sản xuất. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra nhờ ứng dụng điện năng để sản xuất hàng loạt. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba sử dụng các thiết bị điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất. Và hiện nay, cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đang được hình thành và phát triển bằng cách kết hợp các công nghệ lại với nhau, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số và sinh học. Tốc độ đột phá của cách mạng công nghiệp 4.0 là chưa từng có khi so sánh với các cuộc cách mạng công nghiệp trước đây. Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 mô tả về một môi trường, trong đó, máy tính, tự động hóa và con người sẽ cùng nhau làm việc theo một cách hoàn toàn mới. Robot, máy móc sẽ được kết nối vào hệ thống máy tính [1,2].

Trong thời kỳ công nghệ số hiện nay, hàng ngày, trên toàn cầu có một lượng quan trắc KTTV vô cùng lớn từ số liệu truyền thống cho đến phi truyền thống với dung lượng tương đương hàng Petabyte mỗi ngày. Vì vậy, việc ứng dụng công nghệ 4.0 trong khai thác, sử dụng nguồn số liệu này là nhu cầu tất yếu và đóng vai trò quan trọng trong dự báo, cảnh báo thiên tai.

### 1. Mở đầu

Trí tuệ nhân tạo (TTNT) được đánh giá là một trong những công nghệ đi đầu của cuộc cách mạng 4.0. TTNT là khoa học và công nghệ tạo ra máy thông minh, đặc biệt là các chương trình máy tính thông minh. TTNT đang len lỏi vào mọi lĩnh vực trong đời sống mà có thể chúng ta không nhận ra như xe tự hành của Google và Tesla, hệ thống tự tag khuôn mặt trong ảnh của Facebook, trợ lý ảo Siri của Apple, hệ thống gợi ý sản phẩm của Amazon, hệ thống gợi ý phim của Netflix, máy chơi cờ vây AlphaGo của Google DeepMind, ...

TTNT có quan hệ mật thiết với học máy (Machine learning) và học sâu (Deep learning). Học máy là một lĩnh vực nhỏ của Khoa học máy tính, nó có khả năng tự học hỏi dựa trên dữ liệu đưa vào mà không cần phải được lập trình cụ thể. Học máy đã tiến thêm một bước dài và một lĩnh vực mới được ra đời gọi là Học sâu. Học sâu đã giúp máy tính thực thi những việc tưởng chừng như không thể vào 10 năm trước như phân loại cả ngàn vật thể khác nhau trong các bức ảnh, tự tạo chú thích cho ảnh, bắt chước giọng nói và chữ viết của con người, giao tiếp với con người, hay thậm chí cả sáng tác văn học hay âm nhạc. Nền tảng của học máy và học sâu cơ bản dựa trên các hình thức và chức năng của những thuật toán khác nhau. Hình 1 dưới đây thể hiện mối quan hệ giữa TTNT, học máy và học sâu. [4,5].



**Hình 1.** Quan hệ giữa TTNT-Học máy-Học sâu

Quan trắc khí tượng thủy văn (KTTV) đóng vai trò quan trọng trong công tác dự báo, cảnh báo KTTV, phục vụ cho công tác phòng, tránh giảm nhẹ thiên tai và phát triển kinh tế-xã hội và là một trong những nhiệm vụ trọng tâm của ngành KTTV. Chất lượng và hiệu quả của dự báo, cảnh báo KTTV phụ thuộc nhiều vào mật độ, chất lượng và tính tức thời của số liệu quan trắc. Bên cạnh quan trắc truyền thống, việc phát triển, bổ sung các thiết bị quan trắc tự động, hiện đại vào mạng lưới quan trắc hiện có là đòi hỏi thiết yếu trong thời đại công nghệ 4.0. Đồng thời, đặt ra bài toán khai thác, sử dụng kết quả quan trắc của các thiết bị hiện đại này như thế nào cho hiệu quả.

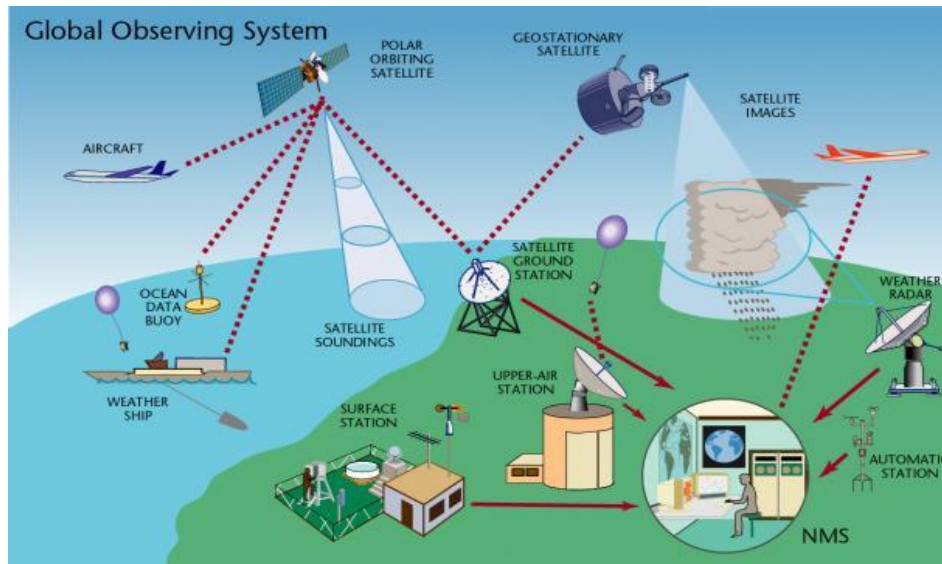
## 2. Những tiến bộ trong quan trắc trong thời kỳ công nghệ số

Quan trắc các hiện tượng KTTV đã có lịch sử lâu đời. Từ thời kỳ cổ đại con người đã quan sát các hiện tượng thiên văn và thời tiết như lũ lụt, hạn hán, mưa, gió, ... phục vụ cho cuộc sống hàng ngày. Tuy nhiên lịch sử ngành quan trắc KTTV được phát triển và trở thành một hệ thống từ khoảng thế kỉ 17 khi xuất hiện các thiết bị đo đạc như nhiệt kế, áp kế, ẩm kế, gió...

Việc thu thập tin tức chính xác về thời tiết phục vụ cho giao thông vận tải là không thể thiếu được. Do vậy, nhiều hội nghị quốc tế về khí tượng đã được tổ chức để xác định rõ vị trí, vai trò và tầm quan trọng của khí tượng đối với hoạt động sống con người. Hội nghị Khí tượng Quốc tế năm 1873 tại Viên (Áo) đã đánh dấu một bước ngoặt có tính chất lịch sử về hợp tác quốc tế của ngành Khí tượng thế giới, và chính tại Hội nghị này, điều lệ của IMO đã được thông qua. Tháng 10 năm 1947, Hội nghị Khí tượng Quốc tế lần thứ 12 đã họp tại Washington quyết định đổi tên Tổ chức Khí tượng Quốc tế thành Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO).

Mạng lưới quan trắc bề mặt cơ bản hoàn thiện cho đến đầu thế kỉ 20, trên thế giới đã có hệ thống quan trắc khá dày và sự phối hợp chia sẻ số liệu này thông qua tổ chức WMO. Sau Chiến tranh thế giới lần thứ II, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ radar, và radar thời tiết đã ra đời phục vụ cho việc quan trắc số liệu theo không gian dựa trên độ phản hồi vô tuyến. Cùng với cuộc cách mạng trong khoa học vô tuyến, việc thu nhận và truyền dữ liệu ngày càng phát triển thì quan trắc thám không, vô tuyến cũng được ứng dụng rộng rãi và chuẩn hoá. Thập niên 1970-1980 chứng kiến sự ra đời của vệ tinh khí tượng, đặc biệt trong hơn hai thập niên qua vệ tinh khí tượng cũng như radar, lidar (gọi chung viễn thám) có những tiến bộ vượt bậc. Ngày nay chúng ta có vệ tinh địa tĩnh, vệ tinh quỹ đạo cực-LEO, công nghệ Lidar, ...

Trong kỉ nguyên số hiện nay, hàng ngày toàn cầu có một số lượng quan trắc vô cùng lớn từ số liệu truyền thống cho đến phi truyền thống. Dữ liệu quan trắc KTTV là một dữ liệu lớn (big data), dung lượng tương đương hàng Petabyte mỗi ngày. Mạng lưới quan trắc toàn cầu vô cùng đồ sộ, đa dạng, thống nhất (Hình 2).



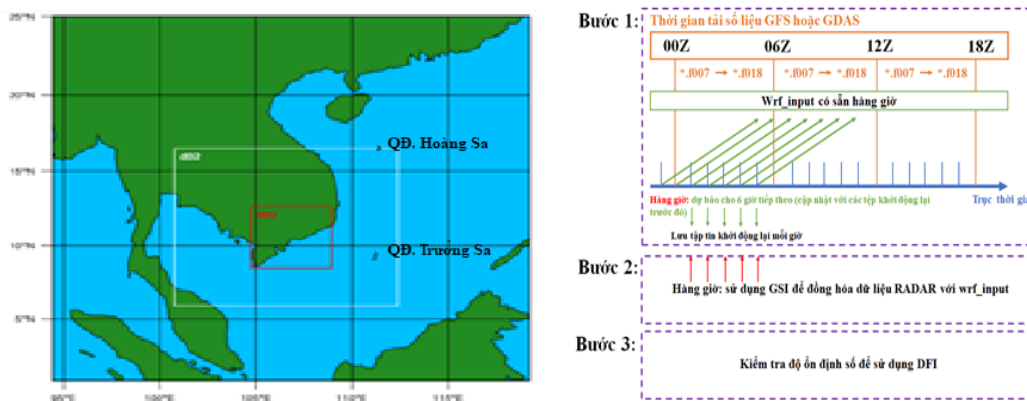
Hình 2: Mạng lưới quan trắc toàn cầu. Nguồn WMO

### 3. Một số ứng dụng công nghệ 4.0 trong dự báo, cảnh báo thiên tai tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

#### 3.1. Đồng hóa các loại số liệu từ hệ thống quan trắc

Hiện nay hệ thống quan trắc KTTV của ngành bao gồm: Các quan trắc khí tượng bề mặt, khí tượng trên cao, quan trắc thủy văn, hải văn, quan trắc viễn thám (trạm thu ảnh mây, trạm radar thời tiết). Sau khi quan trắc được thực hiện, các nguồn số liệu được truyền thời gian thực và phi thực về các cơ quan dự báo KTTV theo một quy trình nhất định. Tính đến thời điểm hiện nay, số lượng các loại trạm trên mạng lưới trạm KTTV như sau: 284 trạm khí tượng bề mặt; 29 trạm khí tượng nông nghiệp; 14 trạm bức xạ; 359 trạm thủy văn; 27 trạm khí tượng hải văn; 180 trạm/điểm đo môi trường. Mạng lưới trạm khí tượng cao không với 6 trạm thám không vô tuyến; 8 trạm đo gió trên cao bằng máy kính vĩ quang học; 3 trạm đo tổng lượng Ôzôn - Bức xạ cực tím và 10 trạm radar thời tiết trải khắp mọi miền đất nước, 18 trạm định vị sét; 01 trạm thu nhận vệ tinh Himawari-8; gần 2000 trạm đo mưa tự động từ nhiều nguồn khác nhau. Bên cạnh đó, cùng với những tiến bộ trong quan trắc trong thời kỳ công nghệ số đã giúp cho ngành KTTV có một lượng số liệu quan trắc dày đặc hơn về không gian, tần suất cung cấp cũng như tốc độ cung cấp vừa nhanh vừa chính xác. Theo chiến lược phát triển Ngành thì công nghệ dự báo cần phải được hiện đại hóa theo hướng dự báo khách quan và định lượng. Do đó, hệ thống mô hình dự báo thời tiết số trị (NWP) sẽ tập trung xây dựng và triển khai dự báo nghiệp vụ. Để tận dụng hiệu quả các siêu dữ liệu quan trắc từ thành quả của Cách mạng 4.0 nhằm cải thiện dự báo chất lượng thời tiết thì việc nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu để cập nhật các nguồn số liệu truyền thống và phi truyền thống, đặc biệt số liệu radar, vệ tinh, đo mưa tự động nhằm cải tiến chất lượng trường ban đầu vô cùng ý nghĩa và hiệu quả. Các phương pháp đồng hóa số liệu quan trắc kết hợp với mô hình có độ phân giải cao đã phát triển nhanh trong thập kỷ qua. Các phương pháp đồng hóa dữ liệu 3DVAR, 4DVAR đã làm tăng chất lượng dự báo dựa trên các nguồn số liệu mới như radar, vệ tinh, ... Bên cạnh đó các cách tiếp cận dựa trên phương pháp tổ hợp (LETKF, BREEDING...) cũng có ưu điểm trong việc cung cấp cả các phân tích xác suất và dự báo. Ví dụ, tại Hoa Kỳ đã sử dụng mô hình độ phân giải cao kết hợp với đồng hóa số liệu dựa trên hệ thống quay vòng cập nhật nhanh (Rapid Update Cycle-RUC), trong đó bao gồm: đồng hóa số liệu hàng giờ và dự báo thường xuyên với hạn dự báo một ngày và độ phân giải lưới 13 km. Chính vì vậy Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (KTTVBĐKH) đang thực hiện việc xây dựng hệ thống dự báo cảnh báo mưa lớn hạn cực ngắn cho Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) và dự kiến đưa

vào thử nghiệm ở chế độ nghiệp vụ vào cuối năm 2020. Hệ thống này với nền tảng chính là hệ thống đồng hóa cập nhật nhanh RAP (Rapid update) dự báo mưa hạn cực ngắn ở khu vực TP.HCM. Miền tính và độ phân giải ngang của mô hình RAP đối với bài toán dự báo mưa lớn khu vực TP.HCM như sau: ba lưới lồng tương tác hai chiều với độ phân giải tương ứng là: 18km, 6km và 2km. Miền 1 gồm 150×152 điểm lưới với tọa độ tâm là 13.20N, 106.8340E, miền 2 gồm 211×196 điểm lưới, miền 3 gồm 226×181 điểm lưới với 38 mực thẳng đứng. Miền 1 được thiết kế đủ rộng để mô hình có thể nắm bắt được các quá trình hoàn lưu quy mô lớn ảnh hưởng đến Việt Nam. Miền 2 bao trùm khu vực từ Trung Trung Bộ đến hết Nam Bộ và miền 3 bao trọn khu vực TP.HCM (Hình 3). Số liệu đầu vào mô hình toàn cầu GFS-Ensemble từng giờ cho hệ thống RAP và số liệu Radar trong thời gian trên được sử dụng để đồng hóa vào hệ thống cập nhật nhanh RAP. Hệ thống RAP được vận hành cụ thể như sau: (1) Tải số liệu chạy dự báo từ nguồn số liệu GFS hoặc GDAS. Các thời điểm download số liệu trong ngày bao gồm: 00, 06, 12 và 18UTC. Nguồn số liệu tải về gồm 11 file, thời gian từ \*.f007 đến \*.f018. Ở mỗi thời điểm này mô hình sẽ chạy dự báo cho 6 giờ tiếp theo từ file wrf\_input hàng giờ có sẵn. Sau đó chương trình sẽ tự động lưu tập tin để khởi tạo lại mỗi giờ cho thời gian chạy dự báo tiếp theo; (2) Hàng giờ sử dụng GSI để đồng hóa dữ liệu radar từ wrf\_input; (3) Kiểm tra độ ổn định số để sử dụng khởi tạo bộ lọc kỹ thuật số DFI (Hình 3).



**Hình 3.** Miền tính (trái) và sơ đồ vận hành hệ thống RAP dự báo mưa lớn hạn cực ngắn cho TP. Hồ Chí Minh (phải)

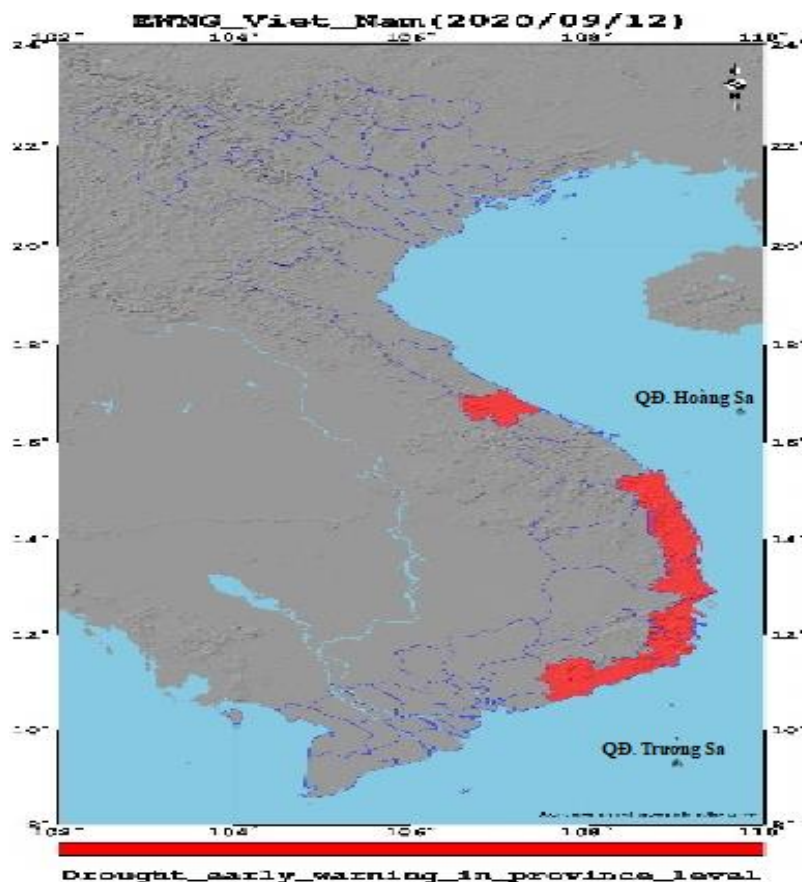
### 3.2. Giám sát và cảnh báo hạn hán

Hạn hán là một loại thiên tai phổ biến trên thế giới. Biểu hiện của nó là lượng mưa thiếu hụt nghiêm trọng, kéo dài, làm giảm hàm lượng ẩm trong không khí và hàm lượng nước trong đất, làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất. Chính vì vậy, giám sát và cảnh báo hạn hán là một trong những chủ đề thu hút được sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khí tượng và khí hậu học ở các nước trên thế giới, nhiều cơ quan chuyên trách về hạn hán đã được thành lập.

Trong hai thập kỷ qua, số liệu vệ tinh đã được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp với nguồn số liệu khác trong giám sát hạn hán ở cả quy mô quốc gia và khu vực. Từ số liệu vệ tinh có thể tính toán một số đặc trưng để thực hiện giám sát hạn hán.

Do vậy, Viện KTTVBĐKH đã xây dựng thành công và đưa vào nghiệp vụ hệ thống giám sát và cảnh báo hạn hán thời gian thực cho Việt Nam (Hình 4). Hệ thống giám sát và cảnh báo hạn hán này được hoạt động dựa trên khai thác số liệu ước lượng mưa và nhiệt độ từ ảnh mây vệ tinh Himawari 8, lượng mưa GSMaP. Thông tin giám sát và cảnh báo hạn hán được thể hiện qua chỉ số hạn KBDI (Keetch-Byram Drought Index). Kể từ khi được đưa vào hoạt động đến nay, hệ thống này phản ánh tốt diễn biến điều kiện khô/hạn trên quy mô cả nước và đưa ra các cảnh báo kịp thời.





**Hình 4.** Minh họa sản phẩm giám sát và cảnh báo sớm hạn hán của Viện KTTVBĐKH (Cập nhật ngày 10/9/2020)

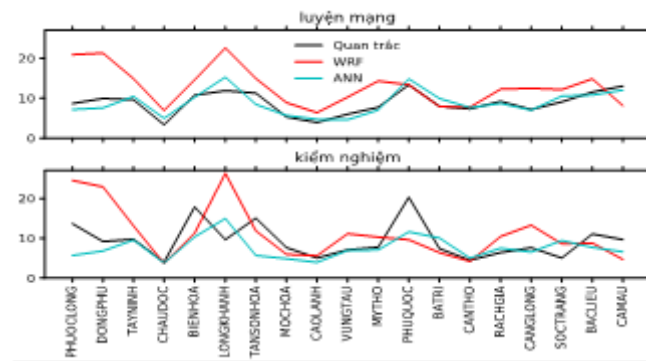
### 3.3. Ứng dụng ANN hiệu chỉnh dự báo mưa lớn bằng mô hình WRF

Mạng ANN được thiết kế để mô hình hóa một số tính chất của mạng thần kinh sinh học, trong đó hai thành phần chính cấu tạo nên ANN là các neuron (tế bào thần kinh) và các synapse (các khớp nối thần kinh) được mô phỏng lại. Nhiều nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng đa năng và thành công đáng kể của mạng ANN trong nhiều lĩnh vực. Đối với khí tượng, ANN hiện đang được quan tâm nghiên cứu trong cả bài toán dự báo thời tiết, khí hậu và dự tính khí hậu tương lai. Để hiệu chỉnh sản phẩm lượng mưa dự báo từ mô hình số trị WRF dự báo cho khu vực Nam Bộ, Viện KTTVBĐKH đã thử nghiệm đưa mạng ANN vào ứng dụng.

Sản phẩm chạy mô hình WRF (chưa được hiệu chỉnh) được cung cấp làm đầu vào (inputs) cho mạng ANN. Kết quả cho thấy các chỉ số thống kê sau hiệu chỉnh đều khá tốt, sự thiên lệch giảm xuống rõ rệt, các chỉ số sai số thống kê (ví dụ ME) đều giảm.

Các giá trị của lượng mưa dự báo trước và sau hiệu chỉnh, số liệu quan trắc của giai đoạn luyện mạng (training phase) và kiểm nghiệm (testing phase) được so sánh với nhau và thấy rằng đường hiệu chỉnh đã bám khá sát với quan trắc trong giai đoạn luyện mạng, nhiều đoạn gần như trùng nhau, trong khi trước hiệu chỉnh thì hầu hết đường nằm ở phía trên và khoảng cách khá xa. Ở giai đoạn kiểm nghiệm, đường hiệu chỉnh vẫn có xu hướng bám quan trắc hơn so với khi chưa hiệu chỉnh, nhưng khoảng cách giữa chúng thì lớn hơn, điều này dễ hiểu do việc kiểm nghiệm (dự báo) bao giờ cũng khó khăn hơn nhất là khi nếu sai số ở giai đoạn luyện mạng mà trạm đó cũng lớn (Hình 5).

Như vậy, có thể thấy việc ứng dụng mạng ANN cho bài toán hiệu chỉnh lượng mưa dự báo từ đầu ra mô hình là tương đối khả thi và triển vọng, tuy nhiên cũng cần chú ý tới tập số liệu thích hợp đưa vào mạng, xem xét tinh chỉnh các tham số cho trường hợp cụ thể, hoặc đưa vào thử nghiệm ứng dụng mô hình ANN học sâu (deep learning).



**Hình 5.** Lượng mưa (mm/ngày) trung bình tháng 8-9 năm 2014-2015 của giai đoạn luyện mạng (nửa trên), và tháng 8-9 năm 2016 của giai đoạn kiểm nghiệm (nửa dưới)

#### 4. Định hướng nghiên cứu ứng dụng tiếp theo

Nhằm tận dụng tối đa thành quả của cuộc Cách mạng 4.0, sử dụng hiệu quả nhất nguồn số liệu quan trắc trong thời đại số, Viện KTTVBĐKH sẽ tiếp tục ứng dụng các số liệu trên phục vụ cho công tác nghiên cứu về KTTV, phát triển và ứng dụng triển công nghệ dự báo, cảnh báo nhằm nâng cao chất lượng dự báo phục vụ phòng tránh thiên tai có nguồn gốc KTTV, cụ thể như sau:

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám tiên tiến (vệ tinh, radar, UAV, Lidar,...) trong việc giám sát và cảnh báo sớm nguy cơ thiên tai có nguồn gốc KTTV;

Xây dựng công nghệ đồng hóa dữ liệu tiên tiến nhằm tận dụng tối đa nguồn số liệu quan trắc hiện nay của thế giới và trong nước cho mô hình số trị ở Việt Nam phục vụ nâng cao chất lượng dự báo, cảnh báo thiên tai có nguồn gốc KTTV;

Nghiên cứu đặc điểm, cấu trúc, sự biến động và ảnh hưởng của xoáy thuận nhiệt đới ở Việt Nam trên cơ sở những tiến bộ của quan trắc vệ tinh, radar, ... và mô hình số;

Nghiên cứu tương tác biển - khí quyển và phát triển mô hình tích hợp dự báo sóng, dòng chảy, nước dâng và ngập lụt ven bờ chi tiết cho các vùng biển, đảo, hải đảo của Việt Nam;

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ AI (trí tuệ nhân tạo), dữ liệu lớn trong dự báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan;

Nghiên cứu ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo, khoa học máy trong việc khai thác và tối ưu hóa các sản phẩm dự báo thời tiết khí hậu, thủy văn, hải văn;

Nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam theo hướng cập nhật công nghệ hiện đại của thế giới, IPCC và phục vụ chi tiết cho các ngành, lĩnh vực và địa phương.

#### Tài liệu tham khảo

1. Chu Ngọc Anh (2017). Cách mạng công nghiệp lần thứ tư: Cơ hội và thách thức đối với mục tiêu tăng trưởng bền vững của Việt Nam.
2. Hermann, Pentek, Otto, 2016: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios
3. Schwab, Klaus. “The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond
4. Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton. Deep Learning. Nature
5. Recent Advances in Artificial Intelligence Research and Development: Proceedings of the 20th International Conference of the Catalan Association for Artificial Intelligence, Deltebre, Terres de L'Ebre, SpTTNTn, October 25-27, 2017





Tài liệu Hội thảo

## Công nghệ AI tiên tiến của Weathernews Inc.: Ứng dụng Deep Learning trong phòng tránh thiên tai bằng Dự báo thời tiết cực ngắn và Kỹ thuật nhận dạng hình ảnh camera

Trung tâm Ứng dụng công nghệ khí tượng thủy văn  
Weathernews Inc.

**Tóm tắt:** Bài viết này giới thiệu tóm tắt công nghệ tại Weathernews Inc. (sau đây gọi là “WNI”) hướng đến tình hình thời tiết khí hậu và thiên tai ở Việt Nam. Trung tâm Ứng dụng công nghệ khí tượng thủy văn và WNI sẽ trình bày ứng dụng của riêng WNI với công nghệ Trí tuệ nhân tạo AI (Học tập sâu – Deep Learning) và Xử lý ảnh (Thị giác máy tính - Computer Vision) dựa trên ứng dụng hình ảnh/video có sử dụng radar, vệ tinh và hình ảnh camera. Cụ thể, WNI đã phát triển một số mô hình Học tập sâu tập trung vào thời tiết bất thường và sở hữu cho mình cơ sở dữ liệu hình ảnh có nhãn thông tin thời tiết (phục vụ dạy mạng neuron). Với những công cụ này, dự báo lượng mưa cực ngắn (nowcast) và nghiệp vụ nhận dạng hình ảnh được tiến hành ở nhiều điều kiện thời tiết khác nhau, đặc biệt là với một số ví dụ trong các trường hợp thời tiết cực đoan.

### 1. Giới thiệu

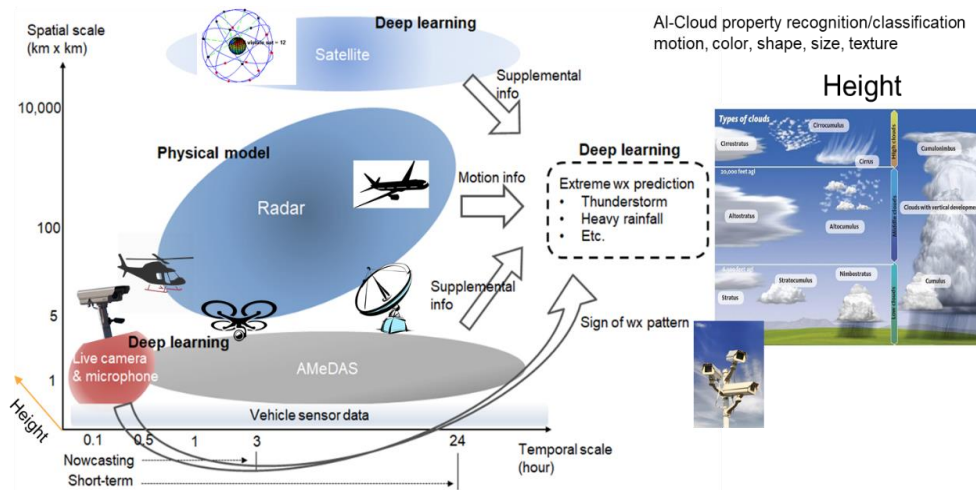
Trong những năm gần đây, điều kiện thời tiết cực đoan và thiên tai nghiêm trọng đã gia tăng ở nhiều nước. Việt Nam, với vị trí ngay rìa của khu vực nhiệt đới, phải chịu ảnh hưởng của bão nhiệt đới, mưa lớn, ngập lụt. Như trong Hình 1 dưới đây, với lĩnh vực nông nghiệp (a), đồng lúa có thể bị ngập do nước dâng từ các sông hồ. Ở các khu vực núi và thung lũng (b), lũ quét và sạt lở đất có thể tàn phá khung cảnh thiên nhiên vốn có. Ở các thành phố và khu dân cư (c), mỗi đợt mưa lớn lại gây ách tắc và cản trở giao thông. Với những ví dụ trên đây, WNI [1] đã nhận thấy rằng trước mắt, chỉ với dự báo lượng mưa cực ngắn, ví dụ thông tin ngay trước cơn mưa chỉ vài giờ, cũng có thể tranh thủ được thời gian cần kíp để mọi người tìm đến chỗ trú an toàn. Phương thức đáng tin cậy nhất là sử dụng hình ảnh radar cũng như hình ảnh vệ tinh. Hình ảnh radar có thể giúp chúng ta ghi nhận các cơn mưa lớn phát sinh cục bộ, độ phân giải 1 km x 1 km. Bên cạnh đó, sử dụng chuỗi hình ảnh trong quá khứ, sự thay đổi về lượng mưa cục bộ trong tương lai ngắn hạn như 10 phút – 1 giờ mỗi 5-10 phút, có thể được dự báo bằng phương pháp nowcasting của WNI với ứng dụng Động lực học chất lưu (fluid dynamics), Thị giác máy tính (Computer Vision) và Học tập sâu (Deep Learning). Nguồn thông tin thứ hai có thể sử dụng là hình ảnh live camera trên các cột đèn và thiết bị bay không người lái (drone) theo dõi sự thay đổi của cảnh vật theo thời gian, và sự thay đổi về màu sắc, hình dáng, chuyển động, kết cấu đều được AI: Deep Learning nhận biết và phân loại. Công nghệ Trí tuệ nhân tạo AI đã có lịch sử trên 30 năm: Mạng thần kinh với tối đa ba lớp ẩn, Học máy và hệ thống Chuyên gia. Tuy nhiên, công nghệ Deep Learning (DL) với hơn 10 tầng lớp hình ảnh và video thì mới chỉ bắt đầu từ 8 năm trở lại đây. Cho tới nay, hàng ngàn mô hình DL khác nhau đã được phát triển, nhưng mô hình DL chuyên biệt cho thời tiết cực đoan như chúng tôi đang giới thiệu ở đây là những ứng dụng rất mới trong cả giới học thuật và công nghiệp. Vì vậy, chúng tôi rất lấy làm vinh dự được chia sẻ những ý tưởng, kỳ vọng và cách thức thực hiện trong bài viết này.



**Hình 1.** Những trường hợp thiên tai lớn: (a) ảnh hưởng đến hoa màu, (b) lũ quét, (c) mưa lớn gây ngập, (d) Gió giật.

## 2. Tầm nhìn của WNI

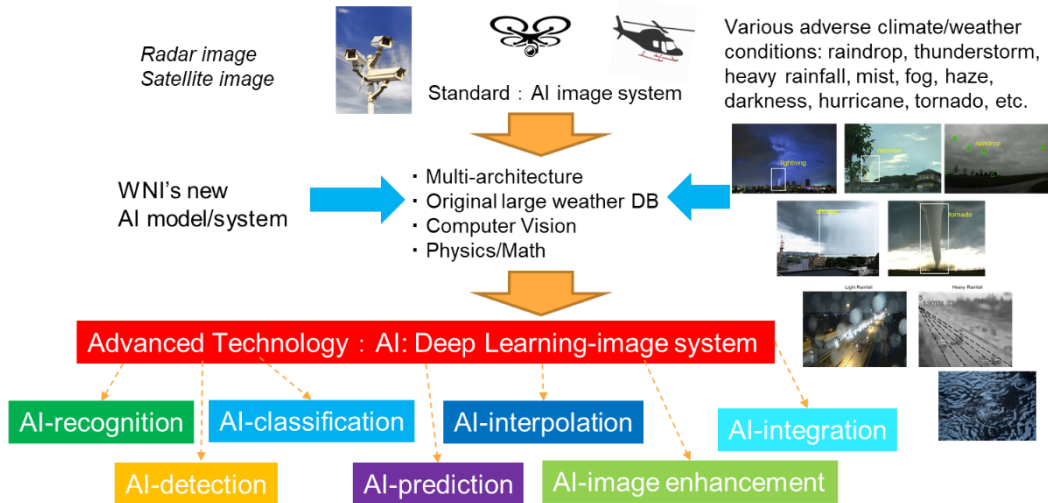
Trong phần này, chúng tôi sẽ trình bày tổng quan về tầm nhìn của WNI về cả quy mô trong không gian và thời gian. WNI đã và đang dẫn đầu trong nghiên cứu này đối với tất cả các hiện tượng tự nhiên trên Trái Đất. Bên cạnh đó, để nắm bắt và hiểu chi tiết đối với các hiện tượng này, WNI sử dụng kết hợp nhiều cảm biến, radar, và cả vệ tinh. WNI cũng sử dụng dữ liệu quan trắc và hình ảnh từ live camera, drone, máy bay dân dụng, máy bay trực thăng, các phương tiện giao thông đường thủy, đường bộ để bổ sung dữ liệu còn thiếu. Sử dụng công nghệ xử lý hình ảnh, CV và DL, những thông tin đặc biệt như lượng mưa rơi xuống hay chuyển động của đám mây có thể được tính toán và dự báo từ tất cả các dữ liệu liên quan đến thời tiết được tổng hợp. Đặc biệt, những hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa lớn, sấm chớp cũng ngày một tăng. Vì vậy, hệ thống quan trắc những hiện tượng này cũng cần được triển khai tăng cường tại các nơi. Ví dụ như với mây, hầu như tất cả các trạm quan trắc thời tiết trên Thế Giới đều sử dụng nhận định của quan trắc viên để quyết định hình thái mây trên bầu trời, mỗi giờ hoặc mỗi ngày 1 lần. Tuy nhiên, WNI đã đặt ra thử thách để phân loại mây theo thời gian thực sử dụng DL. Việc này sẽ có thể hỗ trợ giảm thiểu gánh nặng công việc của con người trong quá trình quan trắc. Mối quan hệ giữa các loại mây và chiều cao của chúng cũng hỗ trợ cung cấp thêm dữ liệu cho việc nhận định hiện tượng thời tiết. Điều đó giúp chúng ta có thể tăng cường độ chính xác của dự báo thời tiết. Mục tiêu cuối cùng của WNI là có thể cung cấp cho khách hàng thông tin thời tiết không đồng nhất tích hợp từ “hiện tại” “dự báo cực ngắn” “dự báo hạn ngắn” đến “dự báo hạn dài”.



**Hình 2.** Tóm tắt hệ thống quan trắc của WNI dựa trên nhiều nguồn dữ liệu.

Về công nghệ xử lý hình ảnh sử dụng AI tiên tiến của WNI, đã được tóm tắt các mô-đun chính ở Hình 3. Dữ liệu vào là radar, vệ tinh, và hình ảnh camera/video từ drone, trực thăng và các camera giám sát. Không giống như các hệ thống hình ảnh sử dụng AI thông thường ở các sản phẩm khác, hệ thống của WNI vượt trội ở điểm ứng dụng DL với đa cấu trúc, cơ sở dữ liệu thời tiết đặc thù và phong phú, kết hợp với các mô hình vật lý/toán.

Những hiện tượng thời tiết khắc nghiệt như mưa, dông, sương mù là đối tượng cơ bản của chúng tôi, trong khi gần như tất cả các sản phẩm đã có xem xét đến. Ở mô-đun chính, các mô hình DL được phân chia nhiệm vụ theo từng phân cấp thấp hơn: nhận biết bằng AI, phát hiện bằng AI, phân loại bằng AI, bổ sung bằng AI, dự báo bằng AI, tăng cường hình ảnh bằng AI, và tích hợp bằng AI. Bằng các phân cấp nhiệm vụ đối với hình ảnh/video này, chúng tôi đảm bảo thực hiện phân tích và dự đoán chính xác cao mọi lúc để mang lại dịch vụ chất lượng cao cho khách hàng.



**Hình 3.** Công nghệ AI tiên tiến của WNI: hệ thống DL hình ảnh với đa tầng AI modul

Trong các mô-đun AI kể trên, mỗi mô-đun lại bao gồm nhiều phương pháp như vật lý, động lực học chất lưu, thị giác máy và mô phỏng số trị. (Hình 4). Rada và hình ảnh vệ tinh (a) được sử dụng để phân tích và dự báo, các khu vực và các điểm mưa lớn. Nhờ đó, hệ thống xử lý hình ảnh bằng AI có thể giúp chúng ta biết được hiện tượng thiên nhiên, đường, mây, bão, sóng, chớp, cầu vồng, đường đi bộ, xe ô tô và xe tải. Framework AI xây dựng trên các môi trường TensorFlow, Pytorch, và Keras với các bộ hình ảnh đã dán nhãn và luyện tập riêng biệt. Hình ảnh camera giám sát và từ drone. (b)

[Goal] Typhoon/Cyclone/Tornado/Squall line/Strong cell

**Extreme weather analysis/prediction w good accuracy**

[Current main model]

Radar/Satellite

2D: OF + AD/Diff eq. + NS eq.

AI/CV: Typhoon eye tracking

[Issue]

- Local growing/decaying
- Topological shape/texture change prediction
- Less geo-effect
- Weak 3D phenomenon representation
- Weak vortex detection/prediction
- Clutter noise removal

[Our AI environment in Deep Learning]

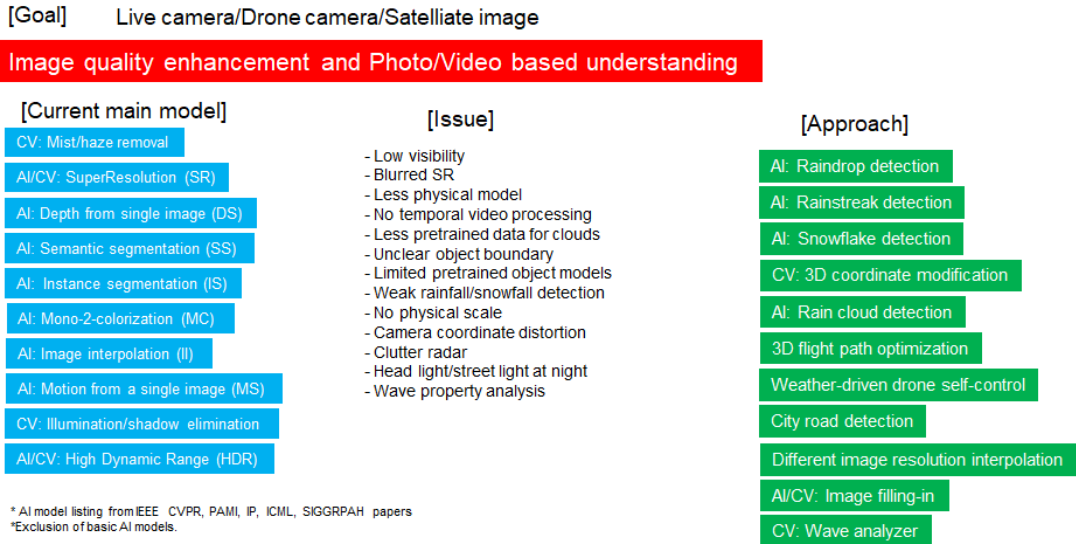
- Tensorflow/Pytorch (Caffe)/Keras/Chainer
- Pretrained model: snow road, clouds, typhoons, wave, lightning, rainbow, pedestrian, umbrella, car, truck, bus, smoke, eruption, mountain, bag, signal, etc.
- Windows, Mac, Linux
- C++, python
- PC/GPU x 8

[Approach]

Radar/Satellite/Live camera/Wx

- 3D: SPH for growing/decaying
- AI: Strong cell classification
- AI: Typhoon structure classification
- Eye trajectory prediction
- AI: Spatio-temporal CNN
- Time control of NS usage
- Spiral velocity control
- Integration of rad/sat/live/Wx data
- Stable Fluid for faster NS
- 3D Numerical Weather Forecast
- Weather Chart Reader
- 3D physics based Optical Flow

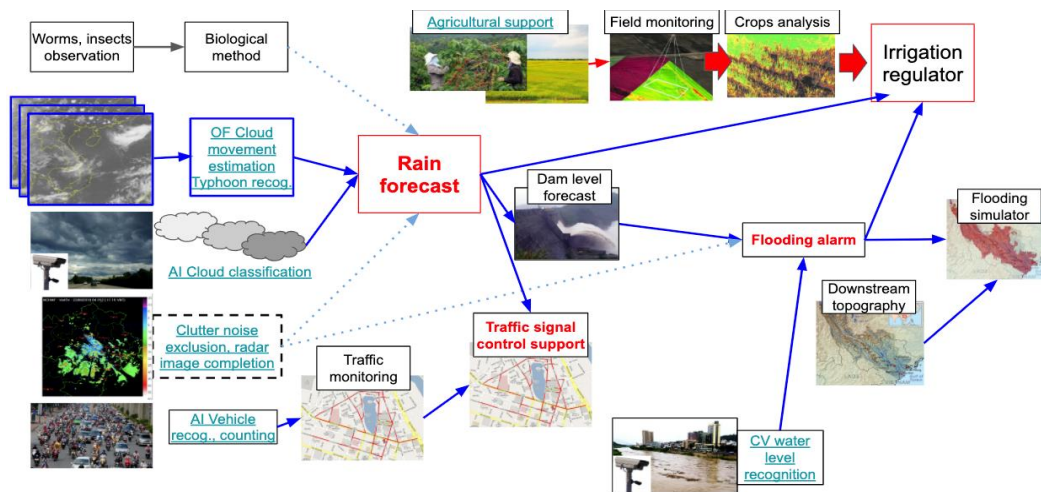
(a)



(b)

**Hình 4.** AI của WNI: các mô hình DL và CV đa mục đích

WNI hình dung việc triển khai hệ thống hình ảnh AI: Deep Learning ở Việt Nam như trong biểu đồ liên kết của Hình 5. Có thể có rất nhiều lĩnh vực có thể áp dụng như hỗ trợ nông nghiệp, dự báo mức đập, mô phỏng lũ lụt, nhận dạng mực nước [2], báo cáo tắc đường, phân loại đám mây, v.v. Rõ ràng là ngay cả một thảm họa lớn cũng có thể gây ra một loại phản ứng dây chuyền ở các địa điểm và thời gian khác nhau.



**Hình 5.** Ứng dụng mô hình AI (Deep Learning) trong hệ thống của WNI.

### 3. Phương pháp nhận biết thời tiết và cảnh vật

Chúng tôi xin giới thiệu các phương pháp và kết quả của dự đoán hình ảnh dựa vào radar và vệ tinh, ví dụ nowcasting, và nhận biết/phân loại các hình ảnh camera/video dựa vào DL.

#### 3.1. Nowcasting

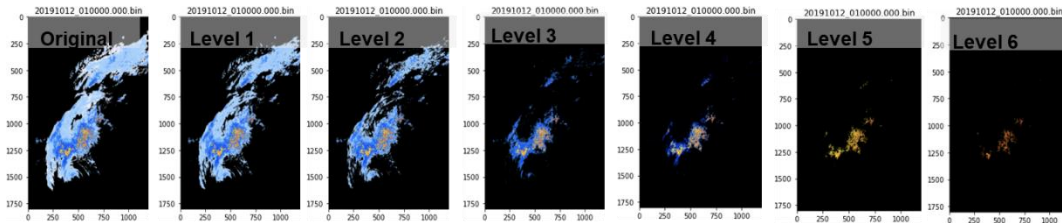
Nowcasting là dự báo từ cực ngắn đến ngắn hạn ở khu vực 1 km x 1 km mỗi 5 – 10 phút từ radar lượng mưa và hình ảnh vệ tinh quan trắc mây và nhiệt độ. Cho đến nay, thông thường người ta sử dụng phương pháp đối sánh mẫu để ước tính chuyển động và ngoại suy hình ảnh với thời gian trong tương lai.

Tuy nhiên, rất khó để dự đoán những thay đổi chi tiết, tức là chuyển động cục bộ và thay đổi cường độ hình ảnh, của chuỗi hình ảnh radar, vì mô hình dự đoán dựa trên giả định



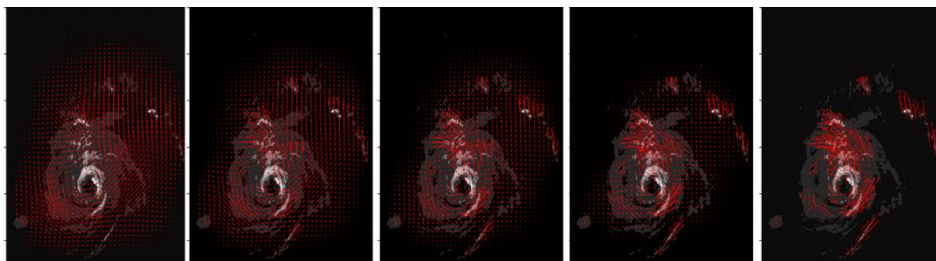
về độ cứng. Hình 6 thể hiện hình ảnh radar của một cơn bão điển hình ở Nhật Bản. Hình ảnh cho thấy cấu trúc phức tạp khi phân tích hình ảnh radar lượng mưa thành 6 cấp độ khác nhau, trong đó màu xanh lam và màu đỏ tương ứng cho các vùng mưa nhẹ và mưa lớn.

Chúng ta có thể học được từ điều này rằng chúng ta phải lập mô hình các thay đổi cường độ hình ảnh và chuyển động khác nhau. Bằng cách theo đuổi ý tưởng này, WNI [3] đã phát triển một phương pháp nowcast mới có thể dự đoán chuyển động phi tuyến, tức là xoay, khuếch tán, tăng trưởng và phân rã theo thời gian chỉ từ hai hình ảnh thời gian trong quá khứ.



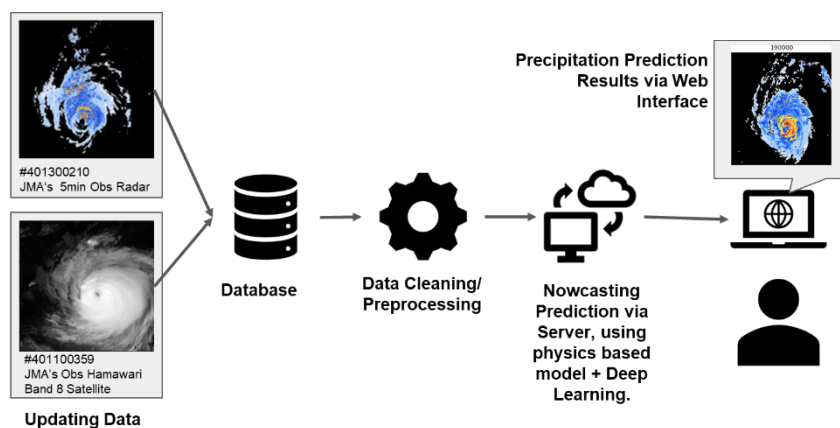
**Hình 6.** Ví dụ về phân tích hình ảnh radar lượng mưa theo các ngưỡng lượng mưa khác nhau

Ước tính chuyển động trong các hình ảnh vệ tinh và radar có tầm quan trọng lớn đối với việc dự báo hiện nay. WNI đã phát triển ước tính chuyển động chính xác cao, Dòng chảy quang học (Optical Flow - OF) như thể hiện trong Hình 7. Theo các tính năng của hình ảnh mẫu, thuật toán OF của WNI có thể điều chỉnh hiệu suất cho các thay đổi chuyển động cục bộ và toàn cầu.



**Hình 7.** WNI ứng dụng OF trong tính toán chuyển động phi tuyến bằng 2 hình ảnh trong quá khứ.

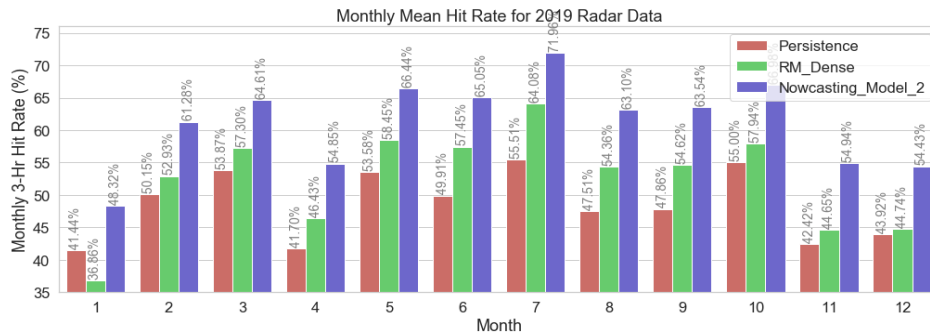
Hệ thống dự báo của WNI có thể được tùy chỉnh để phù hợp và có thể triển khai với các dạng dữ liệu đầu vào khác nhau. Hình 8 cho thấy hệ thống dự báo của WNI sử dụng radar và hình ảnh vệ tinh cho khách hàng.



**Hình 8.** Hệ thống nowcasting của WNI

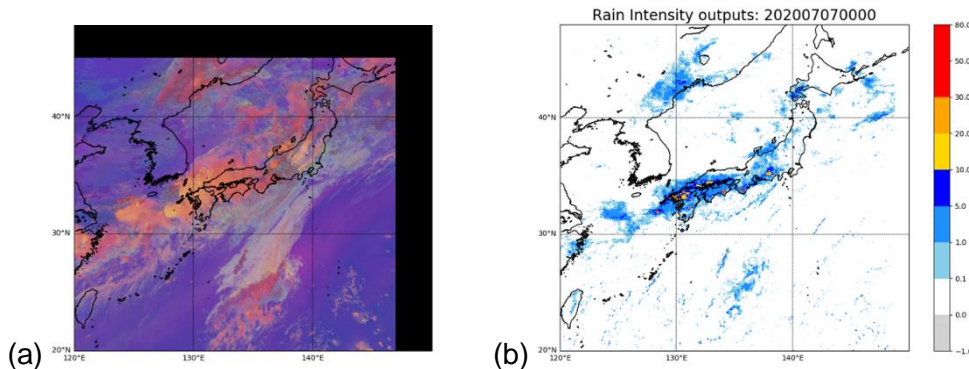
WNI đã đánh giá để xác minh chính xác của mô hình dự báo ngắn trong 3 giờ, đã so sánh với phương pháp dự báo số 1 thế giới, RainyMotion, trong mã nguồn mở và phương pháp cơ sở tiêu chuẩn là Độ bền (lưu giữ hình ảnh ban đầu trong 3 giờ). Như được hiển thị

trong Hình 9 sử dụng dữ liệu radar năm 2019 với các trường hợp mưa lớn hơn, phương pháp dự báo hiện tại của chúng tôi bằng màu xanh lam (Mô hình 2) vượt trội so với số 1 thế giới và Tỷ lệ chính xác ổn định. Để tham khảo, Tỷ lệ chính xác trong WNI nowcasting cũng cho thấy thứ hạng cao nhất với hơn 90% - 95%.



**Hình 9.** Đánh giá nowcasting trong 3 giờ với Tỷ lệ chính xác (%) giữa RainyMotion, Persistence, và WNI

WNI có một chủ đề đầy thách thức để chuyển đổi các hình ảnh vệ tinh đa phổ Hình 10 (a) sang hình ảnh lượng mưa Hình 10 (b) của Deep Learning. Thông thường, radar lượng mưa rất hữu ích để quan sát các đám mây mưa; tuy nhiên, phạm vi bao phủ rất hạn chế đối với đất liền và các vùng biển lân cận. Mặt khác, các hình ảnh vệ tinh được kỳ vọng sẽ hiểu được các đám mây mưa từ ngoài phạm vi phủ sóng của radar. Vì ảnh vệ tinh không chứa đặc tính lượng mưa một cách rõ ràng như ảnh radar lượng mưa, WNI gần đây đã thành công trong việc ước tính các ảnh mây mưa mới được chuyển đổi dựa trên Deep Learning.

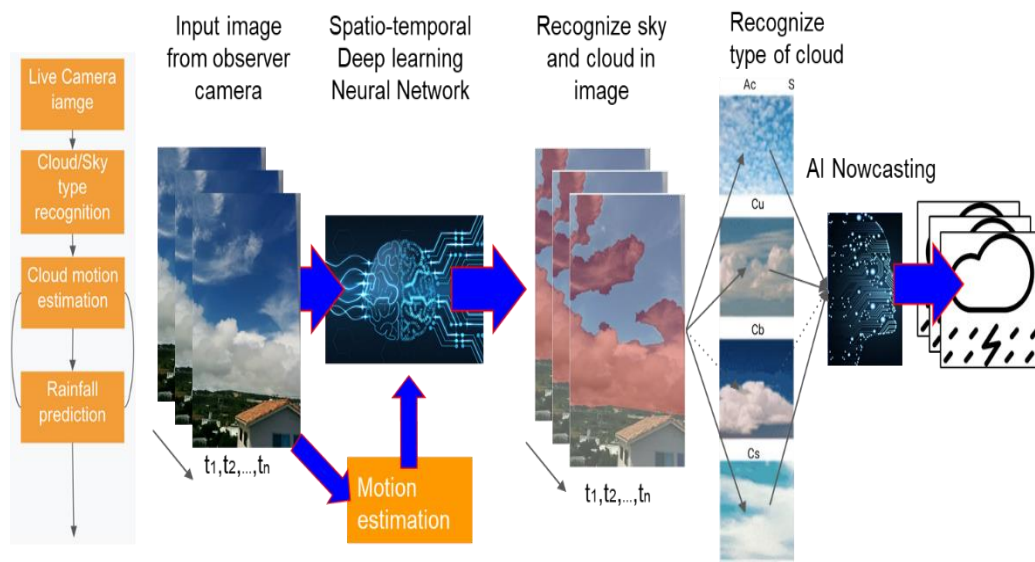
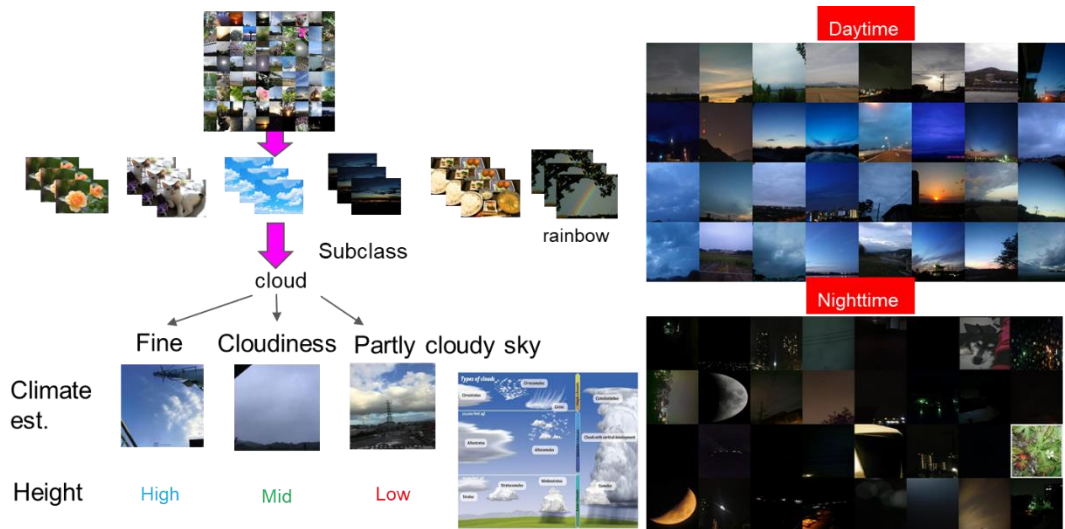


**Hình 10.** Chuyển đổi hình ảnh từ vệ tinh sang radar dựa trên Deep Learning: (a) Hình ảnh vệ tinh. (b) Hình ảnh lượng mưa quy đổi.

### 3.2 Hiểu cảnh dựa trên hình ảnh camera

Không giống như hình ảnh radar và vệ tinh, WNI tin rằng hình ảnh camera sẽ giúp hiểu được những thay đổi trong thế giới thực từ chế độ bình thường sang chế độ thảm họa trong cuộc sống. Hình ảnh camera từ điện thoại di động, máy bay không người lái và camera trực tiếp hiển thị bầu trời, đám mây, tòa nhà, đường, người và phương tiện với màu sắc, hình dạng, kích thước và kết cấu khác nhau. Từ Figs. 11 - 13, phân loại và nhận dạng hình ảnh / hình ảnh dựa trên DL được chứng minh, trong đó chuyển động của đám mây bằng OF dựa trên phương trình vật lý [4], giống bão, cầu vồng, bão, nhận dạng phương tiện từ những con đường bị ngập nước và thời tiết khắc nghiệt có mưa rào đã được ghi lại và nhận dạng. Trong 3000 bức ảnh [13], bộ phân biệt cảnh thảm họa bằng AI với độ chính xác phân loại 95,7% đã thành công để phân loại thành cảnh bình thường và cảnh thảm họa, trong đó động đất, lở đất, ngập nước quá mức, sóng thần và cháy rừng thể hiện những tình huống hỗn loạn do thiên nhiên gây ra. thiên tai từ những nơi bình thường và yên bình.

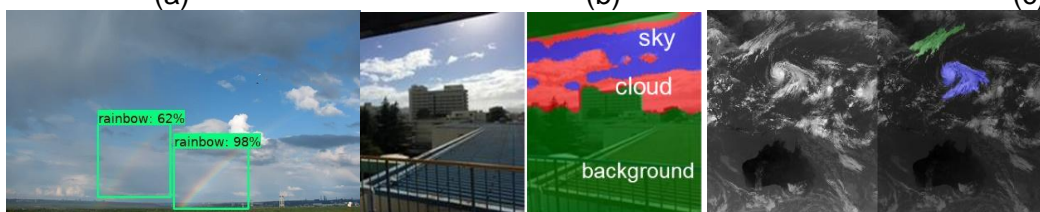




(a)

(b)

(c)

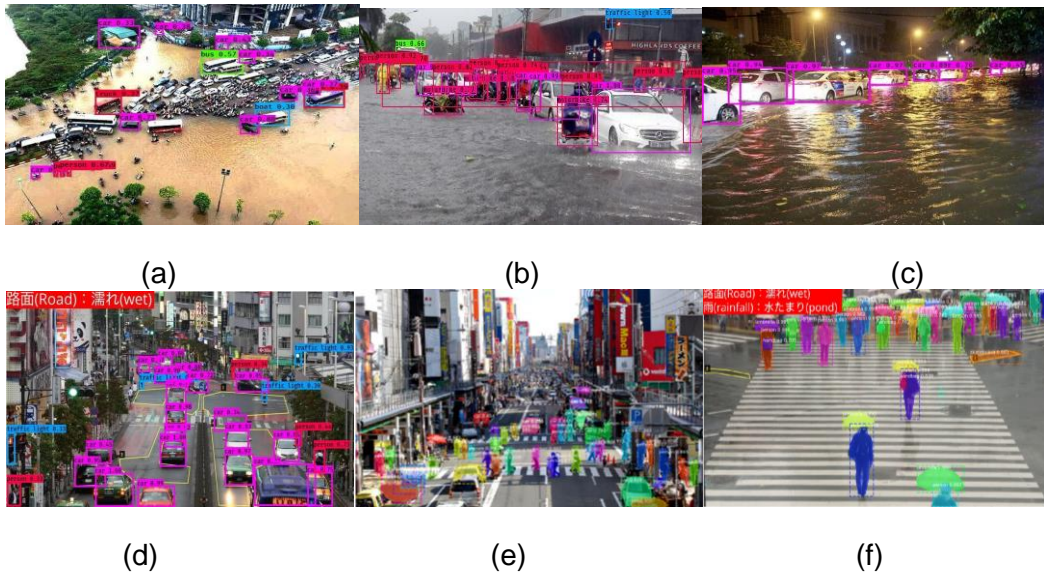


(d)

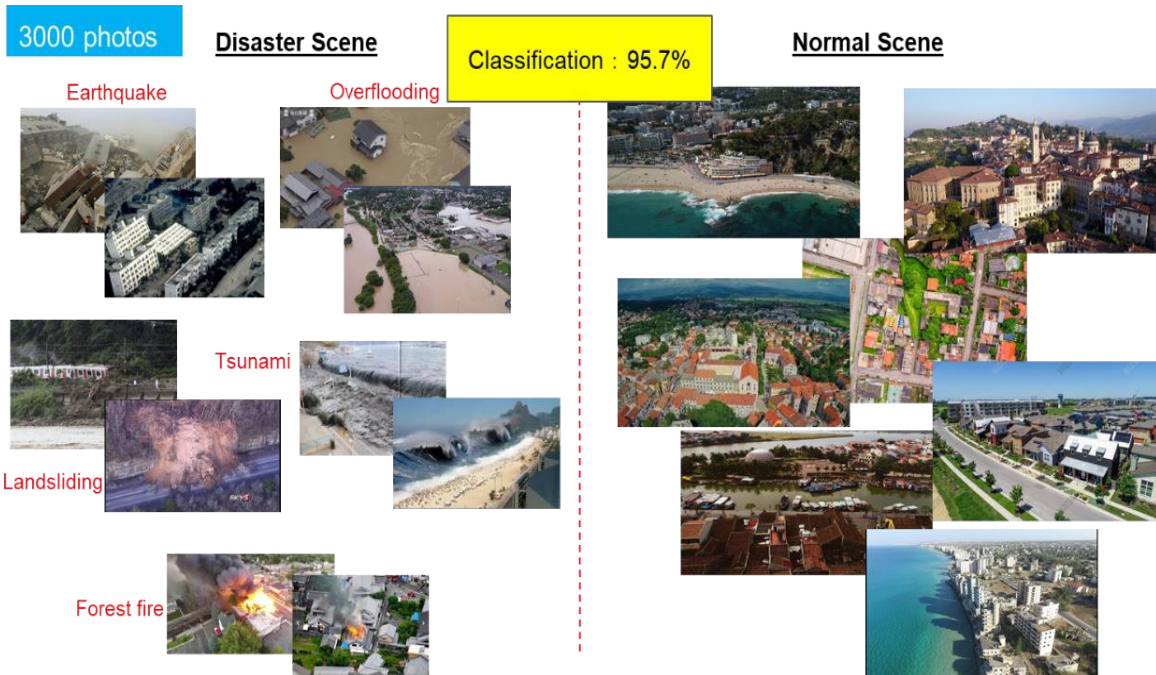
(e)

(f)

**Hình 11.** Hệ thống phân loại cảnh ảnh và hình ảnh dựa trên Học sâu của WNI: (a) Chuyển động đám mây từ Luồng quang học của WNI. (b) AI-giông bão. (c) AI-mưa rào. (d) AI-cầu vồng. (e) AI-bầu trời-đám mây-nền. (f) AI-bão-mắt.



**Hình 12.** Nhận dạng xe, người đi bộ và ô dựa trên Deep Learning: (a) (b) (c) Nhận dạng đối tượng ngập nước bằng AI. (d) (e) Nhận dạng đối tượng cảnh AI. (f) Đếm ô AI.

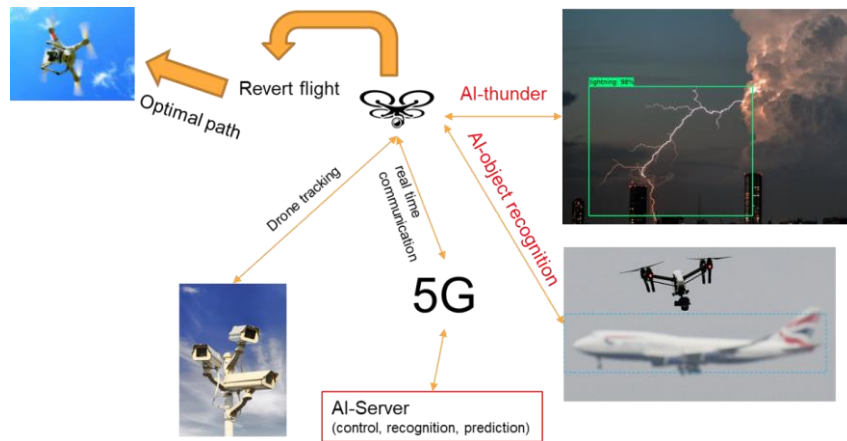


**Hình 13.** Thảm họa dựa trên Deep Learning và phân biệt cảnh bình thường từ 3000 bức ảnh với độ chính xác phân loại là 95,7%.

#### 4. Định hướng tương lai

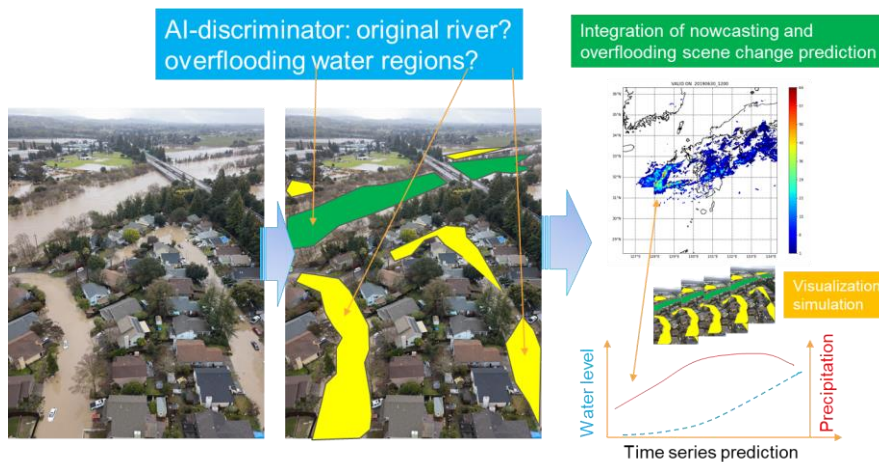
WNI đã và đang giải quyết các điều kiện thời tiết bất lợi cho tất cả khách hàng ở nhiều quốc gia 24/7. Các ý tưởng và đề xuất của WNI không ngừng mở rộng. Đối với các dịch vụ trong tương lai gần, WNI hình dung một số hệ thống: máy bay không người lái điều khiển thời tiết sử dụng công nghệ 5G (Hình 14), mô hình AI nhận dạng tình trạng mặt nước sông ngòi (Hình 15) và AI - cứu hộ (Hình 16). Phi công lái tự động của máy bay không người lái sẽ được nhận diện bởi AI nhận dạng giống bão và vật thể bay để thực hiện chuyến bay hoàn nguyên tìm đường bay tối ưu. Các máy bay không người lái trong quá trình bay có thể được giám sát bằng camera. Hệ thống này có thể hoạt động theo thời gian thực bằng cách kết nối với 5G.





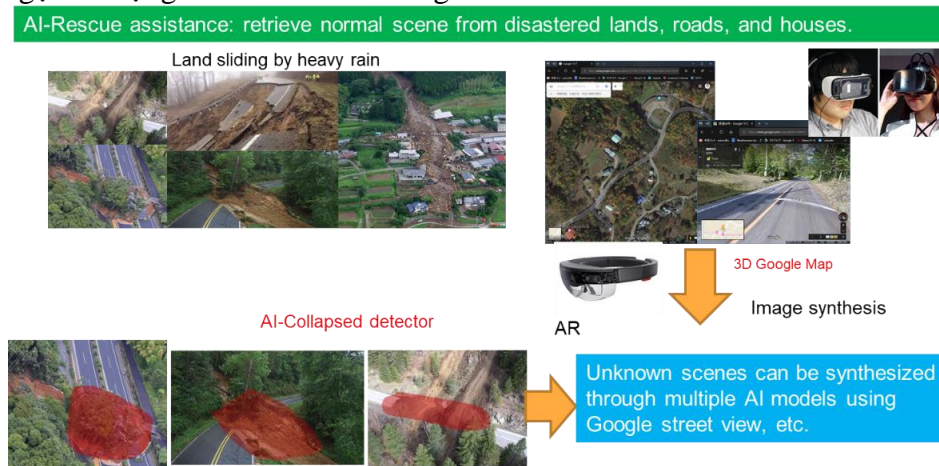
**Hình 14.** Máy bay không người lái tự động điều khiển thời tiết dựa trên mạng 5G.

Ngay cả những con sông lớn cũng có thể tràn qua bờ trong điều kiện thời tiết khác nghiệt như trong Hình 14.



**Hình 15.** Bộ phân biệt AI của sông nguyên thủy và các vùng nước ngập quá mức. Dự báo hiện tại và dự đoán vùng nước ngập tràn.

Mưa lớn có thể gây ra nhiều loại thảm họa lớn trên đất liền. Như thể hiện trong Hình 15, chúng ta có thể giả định một vụ lở đất làm ngắt kết nối các con đường và thay đổi đáng kể cảnh bình thường. Trong tình huống hết sức khó khăn này, hệ thống khôi phục hình ảnh hiện trường rất được kỳ vọng sẽ chỉ ra những con đường tối ưu để hoạt động cứu hộ được thực hiện hiệu quả. Điều này sẽ được hiện thực hóa bằng các thiết bị phát hiện AI-giải cứu và AI thu gọn sử dụng bản đồ 3D của Google.



**Hình 16.** AI-cứu hộ và máy dò sụp đổ AI do sạt lở đất do mưa lớn.

## Tài liệu tham khảo

1. <https://global.weathernews.com/>
2. Hidetomo Sakaino, "Spatio-Temporal Image Pattern Prediction Method Based on a Physical Model With Time-Varying Optical Flow", *IEEE Trans. Geosci. Remote. Sens.*, vol. 51, no. 5-2, pp. 3023-3036, 2013.
3. Hidetomo Sakaino, "Camera-vision-based water level estimation", *IEEE Sensors J.*, vol. 16, no. 21, pp. 7564-7565, Nov. 2016.
4. Hidetomo Sakaino, "Motion estimation for dynamic texture videos based on locally and globally varying models", *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 24, no. 11, pp. 3609-3626, 2015.



Tài liệu Hội thảo

## Ứng dụng công nghệ quan trắc khí tượng thủy văn hiện đại trong hỗ trợ sản xuất nông nghiệp

Dương Ngọc Cường<sup>1</sup>, Trần Xuân Hùng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Công ty Cổ phần Giải pháp Thời tiết Weatherplus

**Tóm tắt:** Nông nghiệp là ngành kinh tế quan trọng của nước ta trên con đường phát triển. Sản xuất nông nghiệp phụ thuộc rất nhiều vào khí hậu và thời tiết, do vậy Khí tượng Nông nghiệp (KTNN) cần phải được đầu tư và phát triển hơn nữa nhằm hỗ trợ cho sản xuất, canh tác và tối ưu hóa chất lượng và năng suất cây trồng. Công ty cổ phần thời tiết Weatherplus là doanh nghiệp đầu tiên được cấp phép hoạt động dự báo, cảnh báo khí tượng thủy văn tại Việt Nam. Weatherplus ứng dụng các công nghệ thông minh, cung cấp các giải pháp về quan trắc, dự báo thời tiết và khí hậu, trong đó đặc biệt là các giải pháp cho ngành Nông nghiệp. Với việc ứng dụng những tiến bộ trong công nghệ quan trắc KTNN từ những mô hình tiên tiến, nội địa hóa và đem các sản phẩm đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới về Việt Nam, Weatherplus đang từng bước ứng dụng và xây dựng các mô hình thí điểm để chứng minh hiệu quả làm cơ sở để nhân rộng.

**Từ khóa:** Weatherplus, iMetos, khí tượng nông nghiệp, phòng chống thiên tai, tư vấn thời tiết.

### 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang tác động tiêu cực đến sản xuất nông nghiệp, các hiện tượng thời tiết cực đoan như: siêu bão, nắng nóng, hạn hán, lũ lụt... có thể dẫn đến giảm năng suất, không đảm bảo chất lượng sản phẩm, giảm diện tích canh tác... Các giải pháp nhằm bảo đảm an ninh lương thực, xóa đói, giảm nghèo trong bối cảnh BĐKH hiện là những vấn đề cấp bách đặt ra với ngành nông nghiệp.

Nông nghiệp chính xác hay công nghệ Nông nghiệp 4.0 là sự phát triển của nền nông nghiệp mang tính bền vững, với mục tiêu đạt năng suất cao hơn, chất lượng tốt hơn và bảo vệ được môi trường, trên cơ sở dựa vào tiến bộ của công nghệ kỹ thuật số. Nông nghiệp chính xác là nền nông nghiệp sử dụng các cảm biến, các thuật toán thông minh, các dự báo, cảnh báo thời tiết, khí hậu để lên kế hoạch canh tác, cung cấp nước, phân bón và thuốc trừ sâu, đáp ứng theo đúng nhu cầu của cây trồng, nhằm tăng tính hiệu quả, tính bền vững và bảo vệ môi trường.

### 2. Giới thiệu chung về Công ty Cổ phần Giải pháp Thời tiết Weatherplus

Weatherplus là doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực thời tiết và nông nghiệp. Với ứng dụng công nghệ thông minh, Weatherplus cung cấp các giải pháp về quan trắc, dự báo thời tiết, khí hậu cho nông nghiệp, mang lại giá trị cho cộng đồng và từng người dân, đặc biệt là bà con nông dân, góp phần giảm thiểu rủi ro thiên tai, hạn chế tác động tiêu cực của BĐKH tới các ngành kinh tế và đời sống của người dân.

Với tầm nhìn dài hạn, Weatherplus đã liên kết với nhiều đơn vị nghiên cứu khoa học và triển khai ứng dụng trong và ngoài nước về các lĩnh vực dự báo thời tiết, hạ tầng quan trắc và sản xuất nông nghiệp... Chiến lược phát triển của Weatherplus là trở thành một công ty cung cấp dịch vụ thời tiết chuyên nghiệp của Việt Nam, trong đó có giải pháp cho nông nghiệp thông minh. Một giải pháp tổng thể cho ngành sản xuất nông nghiệp dựa trên các

điều kiện thời tiết chính xác, kết hợp các thông số thời tiết đã qua với dự báo thời tiết, khí hậu sắp tới để đưa ra các cảnh báo thiên tai liên quan thời tiết, cảnh báo sâu bệnh và tối ưu lịch nông vụ, ứng dụng cho các doanh nghiệp, hợp tác xã, hộ sản xuất lớn hoặc theo chuỗi.

### 3. Giải pháp quan trắc hỗ trợ sản xuất nông nghiệp của Weatherplus

#### 3.1. Giám sát điều kiện thời tiết đồng ruộng

Giám sát thời tiết đồng ruộng được triển khai bằng việc lắp đặt trạm quan trắc KTNN đo đạc các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ mặt trời, tốc độ gió, hướng gió, mưa, độ ẩm đất, cảm biến ướt lá... tại chỗ. Các cảm biến được lấy mẫu theo thời gian thực và lưu trữ tại bộ nhớ của data logger, mỗi giờ các số liệu được cập nhật về máy chủ trung tâm qua 3G/GPRS. Tần suất cập nhật hệ thống có thể thiết lập từ 10 phút/lần cho đến 120 phút/lần tùy nhu cầu sử dụng.



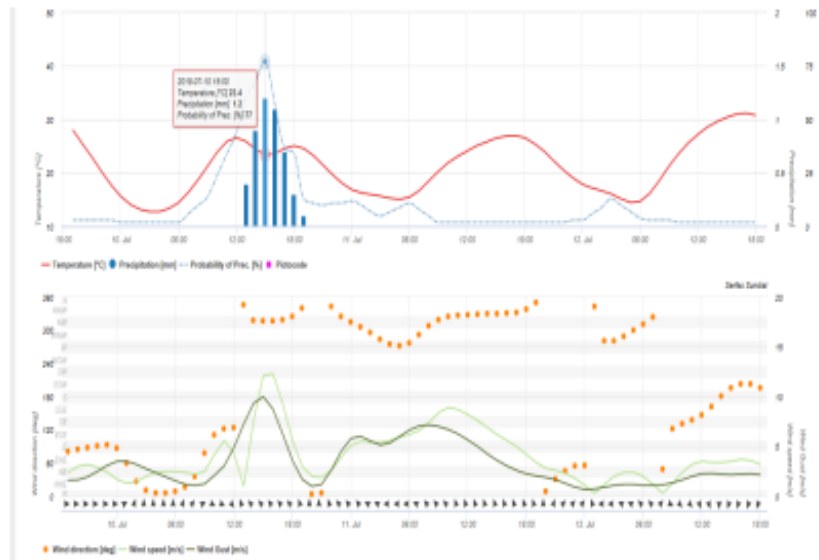
**Hình 1.** Trạm quan trắc KTTN tại HTX nông nghiệp Chúc Sơn – H. Chương Mỹ, HN

Trên cơ sở giám sát thời gian thực các yếu tố KTTN, hệ thống cho phép thiết lập tự chọn các ngưỡng cảnh báo tức thời khi có hiện tượng quá ngưỡng xảy ra qua SMS hoặc Email. Cơ sở dữ liệu khí tượng đồng ruộng được lưu trữ trên máy chủ trung tâm để hình thành kho dữ liệu lịch sử để phục vụ đánh giá giữa các mùa vụ khác nhau để tối ưu canh tác.

#### 3.2. Dự báo thời tiết, khí hậu tiểu vùng

Weatherplus cung cấp dự báo thời tiết điểm 7 ngày, 14 ngày, 1 tháng, 3 tháng, 6 tháng... cho các trang trại canh tác. Dự báo được cập nhật theo tần suất phù hợp với từng hạn dự báo và có thể truy cập mọi lúc mọi nơi qua website và ứng dụng di động. Dự báo thời tiết, khí hậu của Weatherplus là nguồn dự báo từ các trung tâm lớn Thế giới, đã được hiệu chỉnh dựa trên số liệu quan trắc địa phương và kinh nghiệm của chuyên gia để đạt được độ tin cậy đáp ứng phục vụ sản xuất.



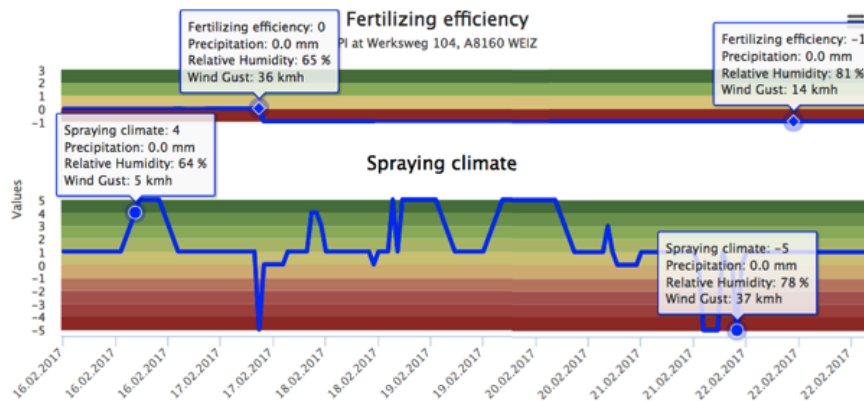


Hình 2. Dự báo thời tiết 7 ngày, nguồn Weatherplus

### 3.3. Tối ưu kế hoạch canh tác

Dựa trên điều kiện thời tiết thực tế và dự báo thời tiết, khí hậu sắp tới, hệ thống có thể đưa khuyến cáo để tối ưu kế hoạch lựa chọn giống cây, vật nuôi hợp lý, phụng án canh tác như làm đất, bón phân, phun thuốc... Hoạt động bón phân tối ưu khi kết hợp với mưa nhỏ, không hiệu quả khi không có mưa nhưng có thể kết hợp bón phân với tưới nước vì không có nước (mưa hoặc tưới) thì phân bón không hòa tan và cây trồng không thể hấp thụ được.

Phun thuốc bảo vệ thực vật hoặc phân bón lá không hiệu quả khi trời có mưa vì sẽ làm trôi các hợp chất hoạt tính xuống đất. Phun thuốc cũng không hiệu quả nếu tốc độ gió trên 10m/s. Nếu sau khi phun thuốc có khoảng thời gian độ ẩm không khí cao (>70%), thời gian hạt thuốc khô dài hơn và cây sẽ hấp thụ tốt hơn.



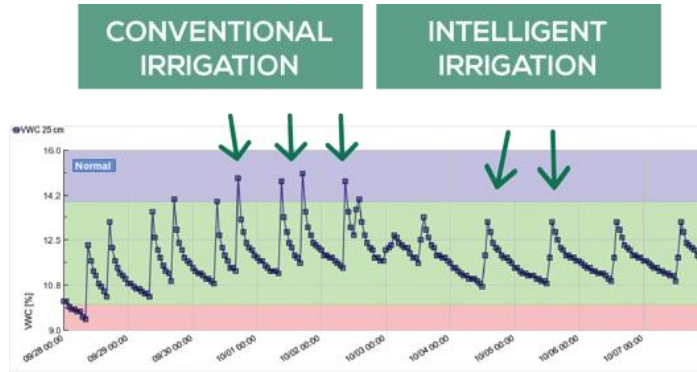
Hình 3. Cửa sổ khuyến nghị hoạt động phun thuốc và bón phân, nguồn Weatherplus

### 3.4. Mô hình cảnh báo sâu bệnh

Dự báo bệnh trên cây trồng dựa trên nguyên lý đưa số liệu đầu vào như: Bức xạ mặt trời (số giờ nắng), nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ướt lá... và các thông qua các cảm biến độ ướt lá gắn trên thiết bị (phút/giờ) và lập trình tự động theo % xác suất rủi ro (nhẹ <50%, trung bình: 50 – 70%, cao: 80 – 100%). Cảnh báo sâu bệnh nông nghiệp thực hiện trên cơ sở phân tích và dự báo thời gian diễn biến, khả năng đề kháng của từng giống, dinh dưỡng cây trồng. Các thông số đầu vào của bệnh được lập trình tự động, thông báo tới người dùng thông qua website hoặc ứng dụng di động.

### 3.5. Giám sát độ ẩm đất, khuyến nghị tưới tiêu

Cảm biến độ ẩm đất được đặt trong các tầng đất phù hợp với cây trồng, thông thường là ở các độ sâu 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm. Mỗi loại cây trồng sẽ có các đặc tính sinh trưởng phù hợp với điều kiện độ ẩm đất khác nhau. Dựa trên các đặc tính đó sẽ xác định được ngưỡng dưới và ngưỡng trên phù hợp, các hoạt động tưới tiêu chính xác sẽ duy trì sự ổn định của độ ẩm đất, giúp cây trồng phát triển tốt và tiết kiệm nước.



Hình 4. Khuyến nghị tưới tiêu chính xác

## 4. Một số bài toán thí điểm

### 4.1. Phòng chống bệnh đạo ôn cùng Cục Bảo vệ thực vật – Bộ NN&PTNT

Sau ảnh hưởng của dịch bệnh đạo ôn cho vụ Đông Xuân năm 2017 tại Bắc bộ và Bắc trung bộ, năm 2018 Cục Bảo vệ thực vật thuộc Bộ NN&PTNT và Weatherplus (Agrimedia) đã thành lập Tổ giám sát, dự báo bệnh đạo ôn và rầy lưng trắng hại lúa vụ Đông Xuân năm 2018 ở các tỉnh Hà Nội, Hà Nam, Hưng Yên, Thái Bình, Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị. Tổ giám sát có nhiệm vụ giám sát thời tiết (gồm các số liệu quan trắc và dự báo) thông qua 8 trạm KTNN đã được lắp đặt của Weatherplus trên địa bàn các tỉnh. Các số liệu quan trắc KTNN được cập nhật hàng giờ, các dự báo thời tiết 10 ngày được cung cấp và cập nhật liên tục cho Tổ giám sát. Đồng thời mô hình sâu bệnh đạo ôn, dự báo khả năng xảy ra bệnh đạo ôn được sử dụng hàng ngày để theo dõi và cảnh báo cho các khu vực có hình thế thời tiết phù hợp cho việc ủ bệnh và nhiễm bệnh.

Tổ giám sát đã hoạt động hiệu quả trong năm 2019 và 2020, hỗ trợ các chi cục Bảo vệ thực vật các tỉnh nắm rõ nguy cơ và có các biện pháp phòng ngừa dịch bệnh hiệu quả.



Hình 5. Mô hình sâu bệnh đạo ôn cảnh báo khả năng nhiễm bệnh cao từ 18/3/2020 – 30/4/2020 tại trạm Thạch Hà, Hà Tĩnh

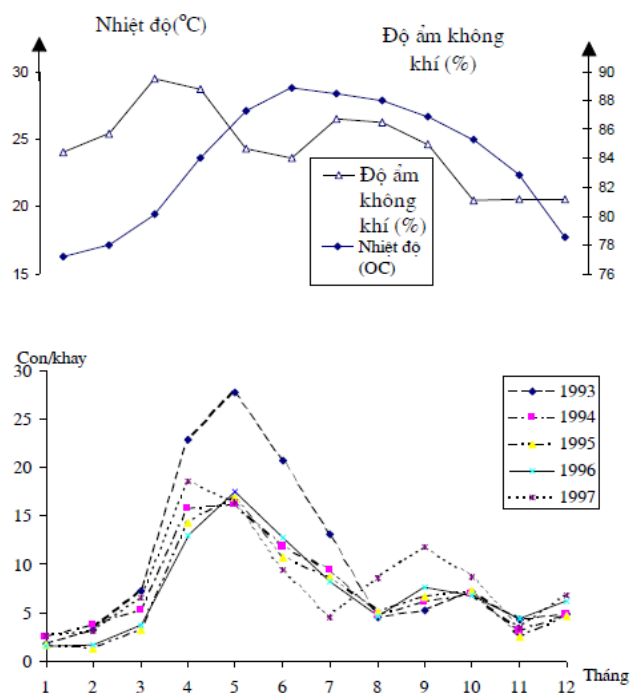
Các thông tin giám sát KTNN gần thời gian thực, các dự báo thời tiết 10 ngày cập nhật liên tục và đặc biệt là các thông tin cảnh báo khi các điều kiện thời tiết phù hợp với việc phát sinh dịch bệnh đạo ôn trên ứng dụng mô hình sâu bệnh đã hỗ trợ việc chỉ đạo điều hành sản xuất hiệu quả và được đánh giá cao.

#### 4.2. Hỗ trợ sản xuất chè tại Tỉnh Thái Nguyên

Weatherplus đã phối hợp với Sở Khoa học và Công nghệ Tỉnh Thái Nguyên triển khai hệ thống giám sát KTNN cung cấp các thông tin hỗ trợ cho sản xuất nông nghiệp trên địa bàn Tỉnh. Phase 1 bắt đầu triển khai năm 2018 tại các huyện Phú Lương, Định Hóa, Đồng Hỷ, Đại Từ, TP. Thái Nguyên. Phase 2 bắt đầu từ 2020 triển khai các huyện còn lại.

Dự án triển khai các trạm giám sát KTNN tại các địa bàn nông nghiệp trọng điểm của Tỉnh, xây dựng hệ thống tự động cung cấp số liệu quan trắc theo từng giờ, kèm theo là các bản tin dự báo thời tiết được cập nhật hàng ngày đến các phòng nông nghiệp và các bộ phận liên quan qua SMS và Web. Ngoài ra, dự án cung cấp thêm bản tin dự báo Thời tiết cho các đài phát thanh, truyền hình của Huyện qua Email.

Mô hình sâu bệnh cho cây Chè được nghiên cứu xây dựng, với khởi đầu là cảnh báo và dự báo bộ cánh tơ (rầy xanh).



**Hình 6.** Biểu đồ biểu thị mối quan hệ giữa diễn biến số lượng rầy xanh và nhiệt độ, ẩm độ không khí

Kết quả triển khai giai đoạn một của dự án đã được các bên tham gia đánh giá cao, đặc biệt là những người sử dụng trực tiếp như phòng nông nghiệp các Huyện. Hệ thống KTNN đã hoạt động ổn định, hiệu quả, cung cấp các thông tin hữu ích để lên kế hoạch sản xuất và ứng phó kịp thời với các tình huống xảy ra.

#### 4.3. Hỗ trợ canh tác Cà phê tại Dak Lak

Tại Dak Lak dịch vụ thông tin thời tiết, sâu bệnh cho Cà phê được Weatherplus triển khai từ cuối năm 2018 với hệ thống 8 trạm KTNN được triển khai đồng bộ tại 8 huyện. Dựa trên sự phối hợp chặt chẽ với Viện Khoa học kỹ thuật Nông Lâm nghiệp Tây Nguyên (WASI), Weatherplus cung cấp các thông tin cảnh báo, dự báo thời tiết, sâu bệnh, giá cả thị trường

cho các bà con nông dân trồng Café, tiêu, điều. Hiện nay dịch vụ vẫn đang tiếp tục được duy trì và mở rộng.

## 5. Hướng phát triển

Trước hết để có chiến lược căn cơ và đồng bộ về việc phát triển dịch vụ KTNN thì rất cần sự vào cuộc của cơ quan quản lý nhằm đưa ra các chính sách khuyến khích sự phát triển. Chính sách này một mặt đẩy mạnh xã hội hóa thúc đẩy sự tham gia phát triển và cung cấp dịch vụ của các tổ chức, cá nhân, đồng thời giúp hình thành nên những thói quen và tập quán sử dụng các thông tin khí tượng trong sản xuất nông nghiệp.

Hiện tại ở Việt Nam đã có nhiều ứng dụng quan trắc và dự báo thời tiết, khí hậu phục vụ nông nghiệp, tuy nhiên đều đang ở giai đoạn nghiên cứu hoặc thí điểm dự báo định lượng các yếu tố KTNN sát với từng loại cây trồng, vật nuôi. Năng lực phân tích các dự báo khí hậu, thời tiết, lồng ghép với việc phân tích các thông số về sinh trưởng, phát triển của cây trồng và điều kiện thổ nhưỡng để thiết kế các khuyến nghị nông nghiệp cụ thể của đội ngũ cán bộ nông nghiệp còn chưa đáp ứng được nhu cầu. Vì vậy, trong thời gian tới nhu cầu cấp bách về tăng cường nguồn lực con người, nâng cao kiến thức, kỹ năng phân tích, dự báo thời tiết và khí hậu, khả năng thiết kế khuyến nghị nông nghiệp có độ tin cậy cao cho các vùng sinh kế cụ thể cần được đầu tư chú trọng.

Mặc dù tỉ lệ sử dụng điện thoại thông minh và internet ở nông thôn đang tăng đáng kể nhưng tỉ lệ nông dân sử dụng internet để phục vụ sản xuất vẫn còn rất thấp. Do đó các hướng tiếp cận và cung cấp thông tin cho bà con nông dân còn gặp khó khăn. Vì vậy, để phát triển tốt trong thời gian tới, cần tìm kiếm những kênh thông tin phù hợp, thiết kế các bản tin dễ hiểu, dễ áp dụng để phát huy hiệu quả nhất.

## 6. Kết luận

Thực trạng sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam hiện đang có những rào cản, ảnh hưởng đến định hướng và phát triển bền vững trong tương lai như: Tình trạng sản xuất quy mô nhỏ, phân tán; Doanh nghiệp hoạt động trong sản xuất nông nghiệp còn ít, năng lực tài chính thấp; Sự phối hợp giữa các Doanh nghiệp với các Cơ quan chuyên môn của Nhà nước còn chưa cao. Để có thể đẩy mạnh việc áp dụng công nghệ trong sản xuất nông nghiệp nói chung và ứng dụng công nghệ KTNN nói riêng, cần thiết phải chuyển dịch dần sang sản xuất quy mô lớn, cơ giới hóa cao. Tăng cường hợp tác Công - Tư trong chia sẻ, cung cấp số liệu quan trắc các yếu tố KTNN, các kết quả dự báo, cảnh báo thời tiết, khí hậu, thủy văn, hải văn... tập trung vào phục vụ công nghiệp nông nghiệp 4.0 theo hướng bảo vệ môi trường thích ứng với BĐKH.

Tầm nhìn và mục tiêu phát triển ngành nông nghiệp đến năm 2030 theo hướng hiện đại, bền vững, sản xuất hàng hóa lớn, áp dụng khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo để tăng năng suất, chất lượng, hiệu quả và nâng cao năng lực cạnh tranh. Chính vì vậy, sản xuất nông nghiệp áp dụng công nghệ quan trắc hiện đại là đòi hỏi tất yếu trong điều kiện biến đổi khí hậu và nhu cầu phát triển trong tương lai.



Tài liệu Hội thảo

## Ứng dụng dữ liệu quan trắc trái đất và web-gis trong giám sát nhanh hiện trạng ngập lụt

Ths. Vũ Hữu Liêm<sup>1</sup>, TS. Trần Tuấn Ngọc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cục Viễn thám quốc gia; Số 83 phố Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội;  
Tel: (84)4-37638836; E-mail: ttngocvt@monre.gov.vn.

**Tóm tắt:** Sentinel Asia là một sáng kiến trên cơ sở tự nguyện do Diễn đàn Cơ quan Vũ trụ Khu vực Châu Á - Thái Bình Dương (APRSAF) dẫn đầu nhằm hỗ trợ hoạt động quản lý thiên tai ở khu vực Châu Á - Thái Bình Dương bằng cách áp dụng công nghệ WEB-GIS và công nghệ quan sát trái đất bằng vệ tinh. Thông qua hệ thống WEB-GIS, các thành viên của Sentinel Asia nhận dữ liệu ảnh vệ tinh và sản phẩm giá trị gia tăng khác thông qua công thông tin điện tử Web-Gis của hệ thống hay đường truyền dữ liệu băng thông rộng qua vệ tinh. Năm 2010, Cục Viễn thám quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường (trước đây là Trung tâm viễn thám) là thành viên chính thức của tổ chức hỗ trợ quản lý thiên tai Châu Á Thái Bình Dương - Sentinel Asia. Cục đã chủ động xây dựng chương trình và cùng đầu tư xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh về thiết bị phần cứng và phần mềm để tham gia mạng lưới các cơ quan thành viên trong cung cấp và xử lý dữ liệu trong trường hợp có thiên tai xảy ra. Bài báo này giới thiệu về công tác giám sát thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng tại Cục Viễn thám quốc gia thông qua hợp tác với Sentinel Asia.

### 1. Đặt vấn đề

Thiên tai xảy ra trên thế giới liên quan đến nước, gồm lũ lụt, bão và hạn hán là những hiện tượng tự nhiên chính, trong đó lũ lụt lại là thiên tai thường xuyên xảy ra nhất ở khu vực châu Á. Trong nhiều năm qua, lũ lụt là thiên tai thảm khốc nhất vì nó ảnh hưởng đến một nửa tổng dân số và gây ra những thiệt hại kinh tế to lớn. Nhằm ứng phó và giảm thiểu thiệt hại thiên tai nói chung đặc biệt do lũ lụt gây ra, Diễn đàn cơ quan vũ trụ khu vực châu Á-Thái Bình Dương đã xây dựng chương trình ứng dụng giá trị và hiệu quả của công nghệ quan sát trái đất, kết hợp với các phương pháp truyền dữ liệu gần thời gian thực và các công cụ lập bản đồ Web-GIS.

Trong những thập kỷ qua, cuộc Cách mạng Khoa học – Kỹ thuật hiện đại đã có vai trò và tác động to lớn đối với sự phát triển kinh tế – xã hội thế giới, trong đó khoa học nghiên cứu về trái đất từ vũ trụ cũng có những tiến bộ vượt bậc, sự tiến bộ này đã có đóng góp to lớn vào công tác quản lý và giám sát tài nguyên thiên nhiên môi trường và thiên tai trên quy mô rộng lớn cấp châu lục và toàn cầu hay một quốc gia - khu vực cụ thể trên bề mặt trái đất. Công nghệ viễn thám với khả năng cung cấp thông tin trên nhiều kênh phổ, độ phủ trùm không gian lớn và khả năng chụp lập ngân, ít lệ thuộc và điều kiện thời tiết, ảnh hưởng cung cấp các thông tin của các đối tượng trên bề mặt Trái Đất trên một phạm vi rộng lớn ở cùng một thời điểm ghi nhận thông tin, cùng một điều kiện địa lý. Đặc điểm này tạo khả năng đảm bảo tính hiện thời của các thông tin, từ đó có thể so sánh để đưa ra sự thay đổi của một vùng nào đó hay phản ánh hiện trạng của các đối tượng tự nhiên và xã hội.

Đảng và Nhà nước ta đã khẳng định phát triển khoa học công nghệ là quốc sách hàng đầu, là nền tảng và động lực đẩy mạnh công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Để thực hiện mục tiêu trên, vấn đề có tính chất quyết định là đẩy mạnh ứng dụng và phát triển khoa học công nghệ, đưa khoa học công nghệ thực sự trở thành nền tảng và động lực đẩy mạnh công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Phát triển khoa học công nghệ nói chung và khoa



học công nghệ viễn thám nói riêng phục vụ quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường đóng vai trò quan trọng cho sự nghiệp phát triển đất nước ta hiện nay.

Trong nỗ lực chủ động hợp tác và hội nhập quốc tế sâu rộng về khoa học công nghệ để giải quyết những vấn đề quản lý nhà nước về lĩnh vực viễn thám cũng như thực hiện nhiệm vụ về “ứng dụng viễn thám phục vụ giám sát tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường, phòng chống thiên tai” của Bộ Tài nguyên và môi trường giao, Cục Viễn thám quốc gia (Trước đây là Trung tâm viễn thám quốc gia) đã tham gia Hệ thống hỗ trợ quản lý thiên tai châu Á Thái bình dương (Sentinel Asia), một chương trình thuộc Diễn đàn cơ quan vũ trụ khu vực châu Á-Thái Bình Dương. Hệ thống này được thiết kế nhằm các mục tiêu:

Xây dựng một “cộng đồng ban đầu” bằng công nghệ thông tin và công nghệ không gian.

Cải thiện tốc độ và độ chính xác để chuẩn bị phòng tránh và cảnh báo sớm thảm họa.

Giảm thiểu nạn nhân và tổn thất kinh tế xã hội do thiên tai.

Trong khuôn khổ dự án hợp tác này, Cục Viễn thám quốc gia đã hợp tác cùng đầu tư xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh về thiết bị phần cứng và phần mềm để tham gia là một thành viên chính thức có nhiệm vụ tiếp nhận, xử lý ảnh vệ tinh cũng như các dữ liệu bổ trợ khác để tạo các sản phẩm bản đồ giám sát nhanh ngập lụt góp phần vận hành hệ thống. Việc thu nhận dữ liệu ảnh vệ tinh quan trắc được chia sẻ trong trường hợp khẩn cấp có thể được thu nhận bằng 2 phương thức, qua đường truyền internet tốc độ cao hoặc qua đường truyền dữ liệu qua vệ tinh băng thông rộng qua trạm mặt đất Winds và được lưu trữ tại máy chủ dữ liệu.

## **2. Tổng quan về hệ thống giám sát thiên tai Châu Á - Thái Bình Dương**

Sentinel Asia (SA) là một chương trình được diễn đàn cơ quan không gian khu vực Châu Á - Thái Bình Dương (APRSF) được lập ra vào năm 2004 nhằm giới thiệu các giá trị và tác động, ảnh hưởng của công nghệ quan sát đất, kết hợp với các phương pháp truyền thông tin gần thời gian thực cũng như các công cụ bản đồ số tương tác trên mạng thông tin toàn cầu. Ý tưởng ban đầu được đưa ra vào tháng 11 năm 2004 khi các thành viên APRSAF nhận ra rằng sẽ có những lợi ích tối đa từ những tiến bộ công nghệ nhanh chóng trong khu vực, các dữ liệu không gian về thiên tai, dữ liệu dễ sử dụng khác có thể được phân phát nhanh chóng thông qua internet và hệ thống truyền dữ liệu băng thông rộng. Hiện nay, SA có 106 thành viên trong đó có 91 cơ quan chính phủ thuộc các nước và 15 tổ chức quốc tế.

SA không được thiết kế để thay thế những nỗ lực đã được chuẩn bị tích cực của nhiều cơ quan khác trong khu vực trong việc cung cấp thông tin cho các dịch vụ khẩn cấp, thay vào đó, nó nhằm mục đích mở rộng các nỗ lực kể trên và cung cấp những dữ liệu đó cho tất cả các nước và nhiều người trong khu vực, đặc biệt là ở các quốc gia hiện đã có các cơ sở tiếp nhận vệ tinh riêng. Thông qua xương sống như vậy, thông tin về thiên tai có thể bắt đầu được phân phối hiệu quả hơn thông qua mạng diện rộng trên toàn thế giới - world-wide-web, ngay cả ngoài biên giới quốc gia, với thời gian thực hoặc gần thời gian thực và được sử dụng ở dạng tin cảnh báo sớm hay như thông tin hậu thảm họa của các quốc gia khác nhau và các cơ quan sử dụng có liên quan. Vì vậy, quyết định được đưa ra ngay sau thảm họa sóng thần ở Ấn Độ Dương để nhanh chóng theo dõi chương trình này và bổ sung cho không gian hiện tại và cơ sở hạ tầng mặt đất trong khu vực với hệ thống phân phối nhanh các thông tin quan sát trái đất liên quan đến thiên tai đến các cơ quan liên quan và công chúng. Thiết kế khung kỹ thuật cho chương trình Sentinel Asia đã được hoàn thành tại một cuộc họp tháng 5 năm 2005 tại Kuala Lumpur do Trung tâm Viễn thám Malaysia-MACRES tổ chức và được nhanh chóng chấp thuận là một dự án để triển khai nhanh bởi Diễn đàn Cơ quan không gian khu vực Châu Á - Thái Bình Dương-12 (APRSF-12), tại phiên họp toàn thể tổ chức tại Kitakyushu, Nhật Bản, vào tháng 10 năm 2005, "Hệ thống hỗ trợ quản lý thiên tai khu vực Châu Á - Thái Bình Dương (DMSS)" được hoàn thiện đề xuất

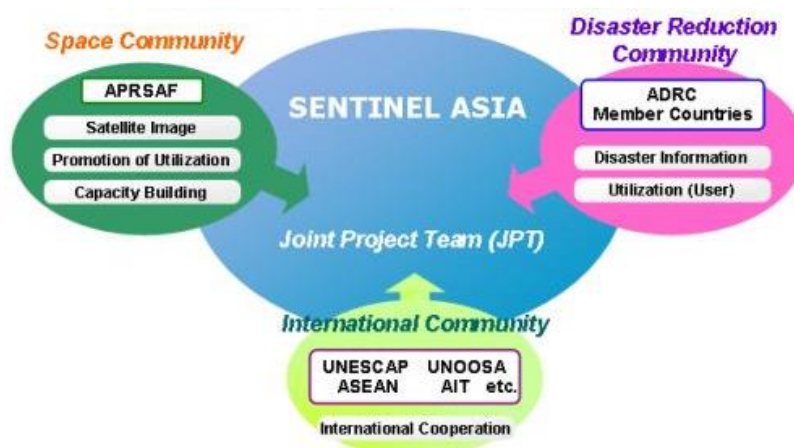
bởi cơ quan hàng không vũ trụ Nhật bản (JAXA). Chương trình Sentinel Asia được thiết kế bởi sự hợp tác chặt chẽ của 3 hợp phần chính bao gồm:

- Hợp phần không gian (Diễn đàn cơ quan vũ trụ khu vực châu Á-Thái Bình Dương - APRSAF)

- Hợp phần các tổ chức quốc tế, như Ủy ban Kinh tế Xã hội châu Á Thái Bình Dương Liên Hiệp Quốc -UNESCAP, Văn phòng về Hoạt động Vũ trụ Liên Hiệp Quốc - UNOOSA, Hiệp hội các quốc gia Đông Nam Á - ASEAN, Viện Công nghệ châu Á - AIT...

Hợp phần giảm nhẹ thiên tai là Trung tâm giảm nhẹ thiên tai Đông Nam Á - ADRC và các nước thành viên.

Để vận hành chương trình Sentinel Asia, nhóm dự án (JPT) đã được thành lập, nhóm dự án này mở rộng cho tất cả các thành viên của Diễn đàn cơ quan vũ trụ khu vực châu Á-Thái Bình Dương, các tổ chức phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai và các cơ quan, tổ chức quốc tế mong muốn tham gia và chia sẻ thông tin và các hoạt động về giảm nhẹ thiên tai.



**Hình 1.** Các hợp phần tổ chức của Sentinel Asia

Tham gia vào quá trình vận hành hệ thống này sẽ gồm 02 đầu mối và 03 nhóm công tác.

Hai đầu mối gồm:

- Đầu mối về cung cấp dữ liệu (Data Provider Nodes - DPNs)
- Đầu mối về xử lý dữ liệu (Data Analysis Nodes – DANs)

Ba nhóm công tác gồm:

- Nhóm cháy rừng
- Nhóm ngập lụt
- Nhóm ngập lụt sông băng

### 3. Kết quả ứng dụng trong hỗ trợ giám sát nhanh ngập lụt do bão, mưa lớn gây ra.

#### 3.1. Vận hành hệ thống trạm mặt đất Winds-VSAT trong thu nhận tư liệu ảnh vệ tinh và thông tin hỗ trợ

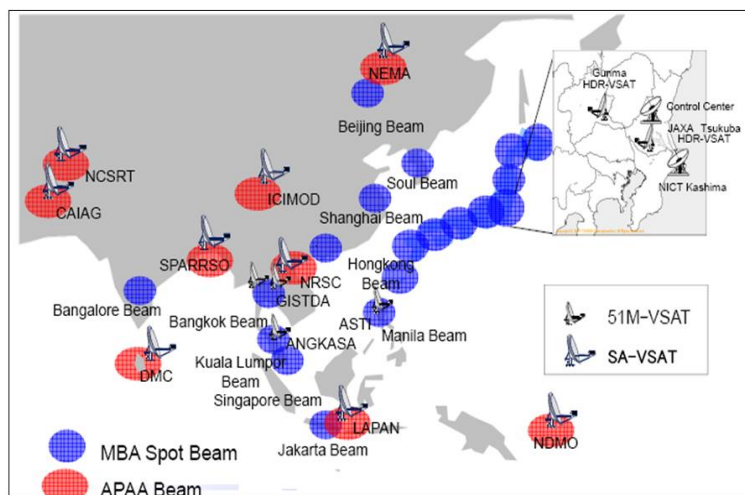
Trạm thông tin vệ tinh WINDS (Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite) bao gồm vệ tinh mô phỏng và kiểm tra kỹ thuật liên kết mạng tần rộng. Hệ thống được thiết kế để truyền tải dữ liệu tốc độ cao tới người sử dụng (các thành viên trong hệ thống) và khắc phục được vấn đề dải tần hẹp trong khu vực Châu Á-Thái Bình Dương.

Trong trường hợp có thiên tai xảy ra hệ thống sẽ được kích hoạt bởi các cơ quan đầu mối của các nước thành viên thông qua cơ chế gửi mẫu yêu cầu của người có trách nhiệm qua thư điện tử đến ban thư ký chương trình và dữ liệu ảnh viễn thám cũng như các thông tin hỗ trợ sẽ được lên kế hoạch thu nhận và chia sẻ giữa các cơ quan không gian và cơ quan

quản lý về thiên tai thông qua công nghệ thông tin Web-GIS và đặc biệt là qua trạm thông tin vệ tinh mặt đất WINDS-VSAT.

Các trạm thông tin mặt đất là một trong các thành phần chính của hệ thống hỗ trợ thiên tai của khu vực (gọi tắt là trạm mặt đất WINDs). Theo thiết kế của hệ thống, xây dựng 1 loạt các trạm mặt đất WINDs với chùm ăng-ten APAA hoặc MBA chuyên dụng. (Hình 2)

Như vậy, thông tin thiên tai được phổ biến rộng rãi tới các tổ chức quản lý thiên tai trong khu vực Châu Á-Thái Bình Dương không chỉ thông qua đường Internet mà còn thông qua chính đường truyền dữ liệu tốc độ cao (khoảng 155Mb/s) của chính trạm WINDs để đáp ứng thời gian nhanh nhất có thể có dữ liệu phục vụ hỗ trợ công tác ứng phó thiên tai.



**Hình 2.** Vị trí cài đặt các trạm thu mặt đất WINDS trong hệ thống Sentinel Asia (nguồn: JAXA)

Ở Việt Nam, trạm thông tin vệ tinh mặt đất WINDS-VSAT thuộc hệ thống Sentinel Asia được xây dựng tại khuôn viên của Cục Viễn Thám Quốc Gia - Bộ Tài Nguyên và Môi Trường từ năm 2010. Tháng 6 - 2010, Cơ quan hàng không của Nhật Bản (JAXA) đã gửi nhóm kỹ thuật tới Cục Viễn Thám Quốc Gia để hỗ trợ cài đặt và hướng dẫn vận hành trạm WINDS này. Dự án đã hợp tác cùng đầu tư xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh về thiết bị phần cứng và phần mềm để tham gia vận hành hệ thống giám sát thiên tai.

- Về cấu tạo, trạm thu ảnh mặt đất WINDS gồm 2 bộ phận chính:
  - + Thiết bị ngoài trời (out door equipments): 01 ăng ten 1,8 m; Bộ chuyển đổi đường lên, Bộ đổi tần.
  - +Thiết bị trong nhà (in door equipments): Bộ điều khiển trong phòng IDU, Máy chủ, chuột, bàn phím.

Phần thiết bị ngoài trời gồm ăng tem và các bộ phận thu tín hiệu mặt đất do phía Nhật tài trợ và lắp đặt. Phần trang thiết bị trong nhà gồm thiết bị điều khiển (IDU) trạm Winds, màn hình và máy chủ khu vực Regional Server và các trang thiết bị văn phòng, đường truyền IP tỉnh do Cục Viễn thám quốc gia đầu tư. Máy chủ sẽ được đồng bộ và kiểm tra duy trì tín hiệu 02 lần/tháng với hệ thống lưu trữ chia sẻ dữ liệu trong khu vực.

- Các đặc tính kỹ thuật
  - Tại trạm thu mặt đất, sóng phát từ vệ tinh truyền dẫn qua không gian tự do tới anten thu rồi đưa qua bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA (Low Noise Amplifier), tần số siêu cao RF được biến đổi thành trung tần IF nhờ bộ đổi tần xuống D/C (Down Converter), sau đó đưa sang bộ giải điều chế DEM (Demodulator) để phục hồi lại tín hiệu như lối vào trạm mặt đất.
    - + Tín hiệu từ trạm mặt đất cho phát lên trong dải tần 27.5 – 28.1 GHz; tốc độ truyền 1.5 Mbps.
    - + Tín hiệu tải dữ liệu xuống trong dải tần 17.7 – 18.3; 18.9 GHz; tốc độ truyền 115 Mbps.

3.2. Quy trình giám sát nhanh hiện trạng ngập lụt trên nền công nghệ quan trắc trái đất và truyền tin.

Khi có thiên tai xảy ra các cơ quan quản lý thiên tai của các quốc gia chịu ảnh hưởng của thiên tai sẽ yêu cầu cung cấp dữ liệu khẩn cấp. Các yêu cầu này sẽ được gửi tới ban thư kí của SA và ADRC thuộc JAXA, để phân tích xử lý yêu cầu.

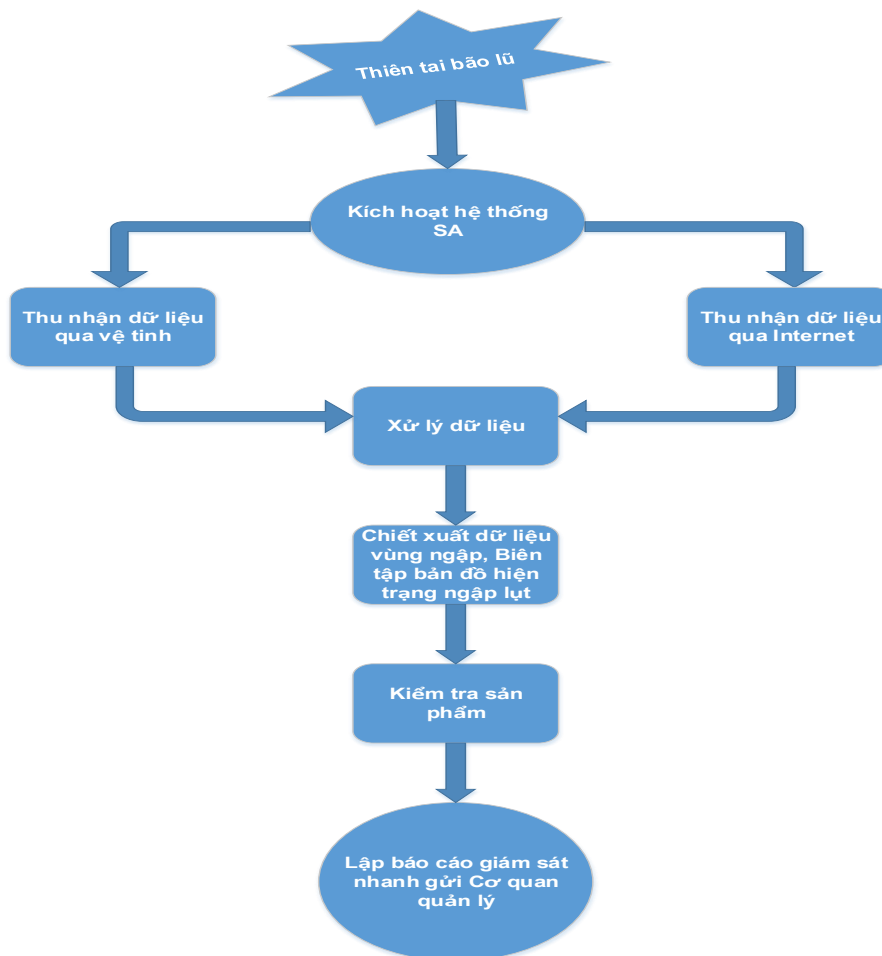
Các yêu cầu được xử lý sẽ được gửi tới các cơ quan quản lý các vệ tinh nằm trong hệ thống Sentinel Asia để yêu cầu đặt chụp. Các dữ liệu ảnh thu nhận được được gửi cho người yêu cầu và tất cả các đầu mối xử lý dữ liệu thuộc hệ thống SA thông qua cổng thông tin WebGIS.

Các dữ liệu được đầu mối xử lý dữ liệu thuộc hệ thống SA (DANs) phân tích xác định các vùng ảnh hưởng và chia sẻ đến các cơ quan chính phủ chuyên trách và những địa phương chịu ảnh hưởng của thiên tai, phục vụ nhiệm vụ khắc phục thiên tai, cứu hộ cứu nạn. Các công việc chính cần thực hiện bao gồm:

- Thu thập thông tin dẫn nguồn về sự cố thiên tai.
- Xác định tọa độ vùng dự kiến bị ảnh hưởng, số lượng vùng ảnh hưởng.
- Xác định mức độ để ra quyết định có yêu cầu quan trắc quy mô quốc tế.
- Lập đơn kích hoạt hệ thống SA.

Sau khi kích hoạt hệ thống quan trắc khẩn cấp các đầu mối về thu nhận dữ liệu của SA (DPNs) sẽ lập chương trình và xác nhận chương trình thu ảnh thông qua ban thư kí và được thông báo đến tất cả các thành viên SA qua thư điện tử. Các dữ liệu ảnh được tải lên cổng thông tin của SA thường là 03 khuôn dạng dữ liệu sau:

1. Ảnh rada ALOS PALSAR 2; Sentinel 1
2. Ảnh quang học THEOS; RESOURCESAT; FORMOSAT



**Hình 3.** Sơ đồ quy trình giám sát ngập lụt tại Trung tâm Giám sát TNMT&BĐKH- Cục Viễn thám quốc gia

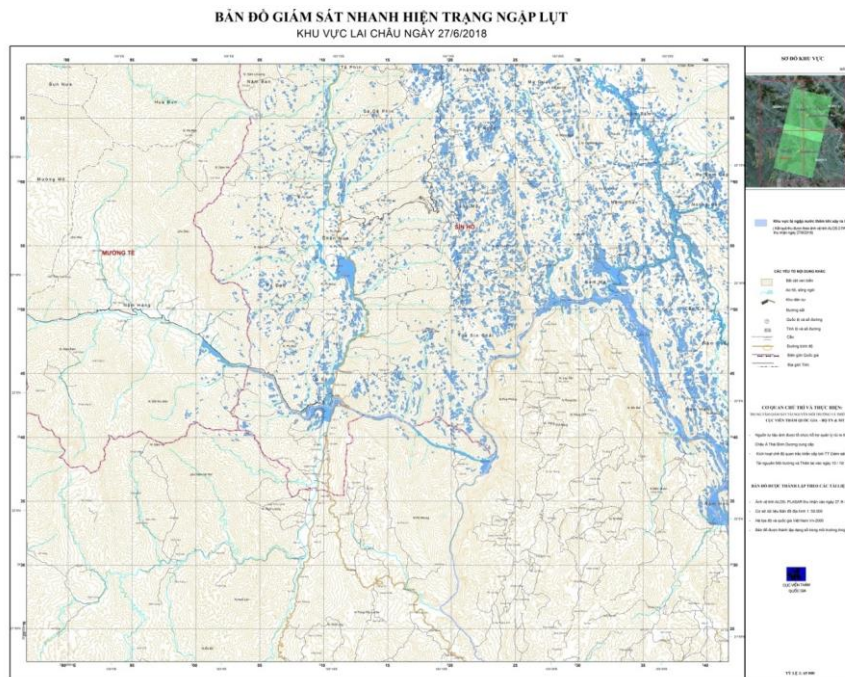


Các tư liệu ảnh này thường được cung cấp theo thiết kế hệ thống là: trước thời điểm kích hoạt và sau thời điểm kích hoạt quan trắc khẩn cấp. Các nhiệm vụ cần thực hiện trong bước công việc này bao gồm:

- Trực tải dữ liệu ảnh trước thời điểm kích hoạt khi nhận được thông báo có dữ liệu trên hệ thống.

- Tải dữ liệu ảnh thời điểm đang xảy ra lũ lụt.

Tải dữ liệu là các sản phẩm gia tăng từ ảnh được các đầu mối xử lý dữ liệu thực hiện và cập nhật lên hệ thống. Các sản phẩm này thường bao gồm: (1) ảnh phổ màu hiển thị vùng ngập lụt; (2) dữ liệu WebGis hiển thị vùng ngập lụt có thể lựa chọn in theo tỷ lệ; (3) Bản đồ hiện trạng ngập lụt. Các tài liệu này có thể dùng làm tài liệu tham khảo trong quá trình xử lý, phân tích ảnh ở công đoạn sau, hoặc cung cấp cơ quan cấp trên trong trường hợp có trực trực kỹ thuật trong việc xử lý phân tích không gian tại Đơn vị.

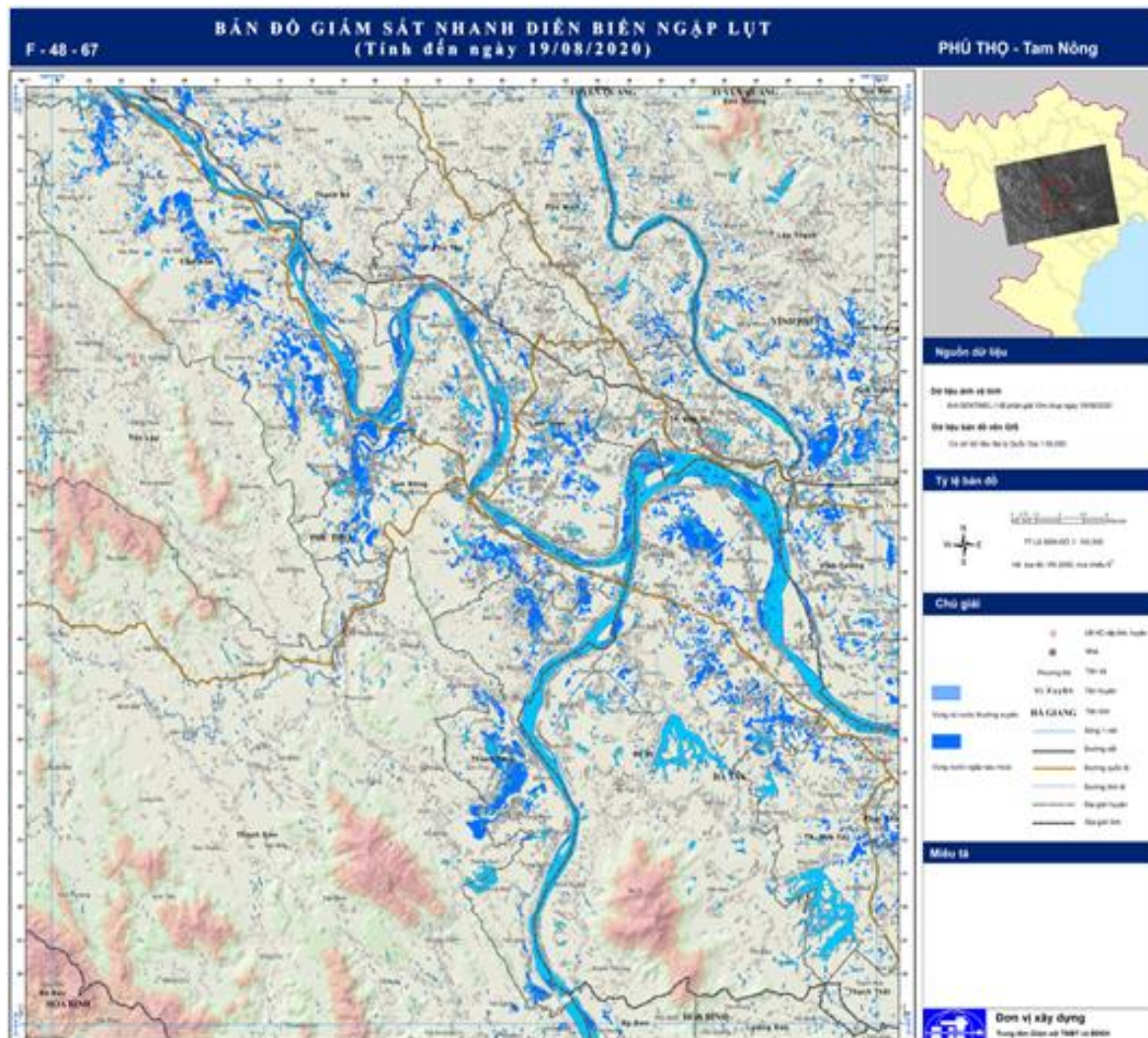


**Hình 4.** Sản phẩm bản đồ hiện trạng ngập lụt khu vực huyện Sin Hồ tỉnh Lai Châu (tháng 6 năm 2018)



**Hình 5.** Tích hợp ảnh vệ tinh vào dữ liệu mô hình số địa hình khu vực 3 bản bị cô lập do mưa lớn gây ngập lụt và lũ quét tháng 8/2019 (bản Xa Ná, xã Na Mèo, huyện Quan Sơn, tỉnh Thanh Hóa)





**Hình 6.** Sản phẩm bản đồ hiện trạng ngập lụt khu vực huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ (tháng 8 năm 2020)

#### 4. Kết luận

Việc ứng dụng dữ liệu quan trắc trái đất và Web-Gis trong giám sát nhanh hiện trạng ngập lụt cũng như các tai biến thiên nhiên đã và đang được các quốc gia tiên tiến trên thế giới sử dụng như một công cụ hỗ trợ hữu hiệu trong quá trình quản lý, ra quyết định trong lĩnh vực quản lý tài nguyên môi trường và thiên tai. Việc Việt Nam tham gia vào chia sẻ dữ liệu ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong mạng lưới tổ chức thuộc ủy ban thiên tai thế giới (International Disaster Charter) cùng với các vệ tinh khác trong khu vực phục vụ công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai đã góp phần không nhỏ vào “Kế hoạch hành động về ứng dụng công nghệ không gian và hệ thống tin địa lý trong công tác dự báo, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai và phát triển bền vững khu vực châu Á-Thái Bình Dương. Hệ thống này đã mang lại những lợi ích tối đa từ những tiến bộ công nghệ nhanh chóng cho các quốc gia thành viên trong khu vực và các dữ liệu đã được chia sẻ ngay sau khi quan trắc bằng công nghệ viễn thám thông qua internet hoặc qua vệ tinh viễn thông băng thông rộng trong trường hợp khẩn cấp.

Việc quy trình hóa các bước kỹ thuật trong thu nhận, xử lý dữ liệu và lập báo cáo giám sát nhanh hiện trạng ngập lụt đã đáp ứng yêu cầu sản phẩm cơ bản cho các nhà quản lý thiên tai các cấp về phân bố không gian, xác định thời gian các vùng bị ảnh hưởng do ngập lụt cũng như thể hiện chi tiết đối tượng cần quan tâm trên nền địa lý ở tỷ lệ trung bình, giúp công tác ứng phó nhanh, nâng cao hiệu quả trong công tác ứng phó và giảm nhẹ thiên tai do ngập lụt gây ra.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Trần Thục, (2015). Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu. Nhà xuất bản Tài nguyên - môi trường và Bản đồ Việt Nam.
2. Stephane H., Mook B., Adrien V., (2016). Assessing Socio-Economic Resilience to Flood in 90 countries. World Bank Group.
3. <https://sentinel-asia.org/aboutsa/AboutSA.html>. Sentinel Asia. Truy cập tháng 9 năm 2020.



Tài liệu Hội thảo

## **Đổi mới công tác đào tạo quan trắc khí tượng thủy văn đáp ứng yêu cầu nhân lực của thời đại công nghệ 4.0**

**Trần Quốc Việt<sup>1</sup>, Phạm Minh Tiến<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Khoa Khí tượng Thủy văn, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

### **Đặt vấn đề**

Trong bối cảnh hiện nay, với sự phát triển nhanh chóng của khoa học và công nghệ trên thế giới, lĩnh vực quan trắc, đo đạc khí tượng thủy văn (KTTV) đã có những thay đổi đáng kể trong việc tạo lập, duy trì hạ tầng kỹ thuật hiện đại, thu nhận, xử lý dữ liệu quan trắc, đo đạc khí tượng thủy văn với độ chính xác cao, thông tin phong phú, đáp ứng nhanh chóng và hiệu quả cho các yêu cầu dự báo, nghiên cứu, quy hoạch và quản lý lãnh thổ, phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng - an ninh, phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu, nâng cao dân trí. Trước thực trạng đó, công tác đào tạo quan trắc, đo đạc KTTV cũng cần phải có sự thay đổi để nhằm đáp ứng với công cuộc hiện đại hóa của ngành KTTV.

### **1. Thực trạng công tác giảng dạy quan trắc, đo đạc khí tượng thủy văn hiện nay**

Hiện nay, Khoa Khí tượng Thủy văn trực thuộc Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường có tổng số 16 giảng viên cơ hữu và các giảng viên kiêm nhiệm, thỉnh giảng; Khoa có 2 bộ môn là bộ môn Khí tượng và bộ môn Thủy văn, mỗi bộ môn đều bố trí 3 giảng viên cơ hữu phụ trách giảng dạy các học phần về máy KTTV, quan trắc và đo đạc KTTV. Hiện nay, Nhà trường có 01 phòng thực hành quan trắc khí tượng bề mặt, một vườn quan trắc khí tượng bề mặt tương đương với một trạm khí tượng hạng I.

Việc đào tạo quan trắc KTTV hiện nay tại Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường theo chương trình đào tạo đã được phê duyệt. Tài liệu để giảng dạy là các tài liệu được Nhà trường tổ chức biên soạn gồm có “Đo đạc thủy văn” của tác giả Hoàng Ngọc Quang; “Quan trắc khí tượng bề mặt” của tác giả Nguyễn Việt Lành và Phạm Minh Tiến; “Máy khí tượng” của tác giả Mai Văn Khiêm và Nguyễn Bình Phong; “Máy thủy văn” của tác giả Trần Quốc Việt biên soạn. Song song với các giáo trình là các tài liệu về Luật KTTV, các nghị định của Chính phủ, các thông tư của Bộ TN&MT, các quy chuẩn của Tổng cục KTTV cũng như các Quy phạm quan trắc, Mã luật KTTV.

#### *1.1. Về lý thuyết*

Các học phần lý thuyết sẽ trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản, phương pháp quan trắc, đo đạc, rèn tay nghề và kỹ năng thực hành đo đạc các yếu tố khí tượng, thủy văn như nhiệt độ không khí, khí áp, gió, mưa, mây, hiện tượng khí tượng, mực nước, nhiệt độ nước, đo mưa, đo sâu thủy trực, vẽ mặt cắt ngang sông và tính diện tích mặt cắt ngang sông, mặt cắt dọc và bình đồ đoạn sông, đo đạc tốc độ dòng nước, lấy mẫu và xử lý mẫu nước, tính toán số sách.

#### *1.2. Về thực hành*

Song song với các tiết học lý thuyết, sinh viên sẽ học thực hành quan trắc và đo đạc KTTV tại phòng máy KTTV, vườn quan trắc khí tượng bề mặt. Trong các tiết học này người học sẽ được giới thiệu trực quan các phương tiện, dụng cụ, máy móc đo các yếu tố KTTV và đến học kỳ cuối của khóa học sinh viên sẽ được đưa đi thực tập tại các trạm KTTV theo chương trình thực tập tốt nghiệp.

Hiện nay Khoa khí tượng Thủy văn có những phương tiện máy móc dùng để dạy trực quan đó là:

**Bảng 1.** Phương tiện máy móc dùng để dạy trực quan

Dụng cụ máy móc	Yếu tố đo đạc
<b>Lĩnh vực Khí tượng</b>	
1- Trạm khí tượng tự động Young	Gió, nhiệt độ, khí áp, lượng mưa, độ ẩm
2- Nhiệt ẩm kế, nhiệt ẩm ký	Nhiệt độ, độ ẩm không khí
3- Khí áp kế, khí áp ký	Áp suất khí quyển
4- Vũ lượng kế, vũ lượng ký	Lượng giáng thủy
5- Máy gió	Gió
6- Nhật quang ký	Thời gian nắng
7- Nhiệt kế đất	Nhiệt độ mặt đất, nhiệt độ các lớp đất dưới sâu
<b>Lĩnh vực Thủy văn</b>	
1- Thước nước cầm tay	
2- Thủy chỉ	
3- Máy tự ghi ( giàn đồ)	Mực nước
1- Nhiệt kế	
2- Máy trực tiếp ( TOA)	Nhiệt độ nước và không khí
1- Thùng đo mưa	
2- Máy tự ghi	Đo lượng mưa
1- Máy cốc quay	
2- Máy cánh quạt	
3- Máy ADCP	Đo tốc độ dòng nước
1- Cá sắt	
2 - Quả rọi	Đo độ sâu
1- Máy kiểu chai	Lấy mẫu chất lơ lửng

Những dụng cụ máy móc trên chủ yếu sử dụng cho việc dạy trực quan. Việc thực hành hiện nay mới chỉ áp dụng được đối với ngành Khí tượng, còn ngành Thủy văn thì chưa có vị trí thực địa để thực hành.

Sau khi học xong lý thuyết, sinh viên học ngành Khí tượng sẽ có 2 đợt thực tập, đợt thứ nhất sẽ đi thực tập quan trắc tại các trạm khí tượng hạng I và đợt 2 sẽ đi thực tập dự báo tại các đài KTTV khu vực, Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia. Đối với sinh viên học ngành Thủy văn sẽ đi thực tập đo đạc và chỉnh biên tại vùng sông ảnh hưởng triều và vùng sông không ảnh hưởng triều và học kỳ cuối khóa sẽ đi thực tập dự báo tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia. Tại nơi thực tập sinh viên đã được tiếp cận với máy móc phương tiện thực tế đang trang bị tại trạm, Đài và Trung tâm. Sinh viên cũng đã trực tiếp làm việc như một quan trắc viên thực thụ, tuy nhiên thời gian thực hành không được nhiều.

## 2. Những khó khăn trong công tác đào tạo quan trắc KTTV

Là đơn vị có nhiều kinh nghiệm trong công tác đào tạo về quan trắc, đo đạc KTTV, tuy nhiên trong những năm vừa qua chúng tôi cũng gặp một số vấn đề khó khăn cần được tháo gỡ cũng như cải tiến để thích ứng được với sự thay đổi công nghệ của ngành KTTV.

Từ những năm 2010, khi Bộ Giáo dục Đào tạo có chủ trương đưa đào tạo tín chỉ vào các trường đại học thay thế cho đào tạo bằng niên chế, việc thay đổi hình thức đào tạo để người học được chủ động hơn, giảm số giờ lên lớp của giảng viên, vì vậy số tiết dành cho việc học quan trắc, đo đạc KTTV cũng giảm như các nội dung khác, từ 150 tiết cho môn

học chúng tôi phải giảm xuống còn 90 tiết nên giảng viên phải thay đổi phương pháp giảng dạy và sinh viên phải chủ động hơn trong việc tự học.

Như chúng ta đã biết, ngành KTTV gặp rất nhiều khó khăn, từ công việc vất vả, lương thấp, đãi ngộ ít nên rất khó thu hút. Thực tế trong những năm qua, chúng tôi cũng như các cơ sở đào tạo nguồn nhân lực cho ngành KTTV khác tuyển sinh được rất ít người học, mỗi khóa học chỉ được khoảng 10-15 sinh viên, trong số đó chỉ được khoảng 40% là các em thực sự muốn học.

Một trong những khó khăn đó là trong thời gian qua, các cán bộ giảng viên của Nhà trường ít được tham gia các lớp tập huấn, đào tạo và chuyển giao công nghệ mới của Tổng cục KTTV.

Như vậy, có thể nói chúng tôi gặp nhiều vấn đề khó khăn trong công tác đào tạo quan trắc KTTV trong thời gian vừa qua. Tuy nhiên, để đáp ứng được yêu cầu của ngành KTTV về hiện đại hóa ngành nghề, chúng tôi đã và đang từng bước thay đổi để đáp ứng được yêu cầu.

### **3. Đổi mới công tác đào tạo quan trắc khí tượng thủy văn**

Cho đến nay, mạng lưới quan trắc KTTV ngày càng phát triển từ trung ương đến địa phương, số liệu quan trắc đã góp phần đắc lực cho công tác dự báo, nghiên cứu, quản lý, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Theo đó, phương tiện máy móc quan trắc tự động, liên tục được cải tiến và được đưa vào vận hành đã và đang cung cấp chuỗi số liệu liên tục, kịp thời.

Để giải quyết các vấn đề tự động hóa trong quan trắc KTTV thời kỳ công nghệ 4.0 chúng ta cần có nguồn nhân lực để đáp ứng được yêu cầu công việc ngày càng cao. Nguồn nhân lực cho quan trắc KTTV đạt được mức độ nào sẽ phụ thuộc vào công tác đào tạo trong Nhà trường. Muốn vậy chúng ta cần phải đầu tư và đổi mới công tác đào tạo.

#### *3.1. Đội ngũ giảng viên*

Nhiều vấn đề đang đặt ra đối với công tác đào tạo, bồi dưỡng cán bộ giảng dạy, đổi mới phương thức và phương pháp đào tạo, bồi dưỡng, nâng cao chất lượng đội ngũ giảng viên.

Bối cảnh đó đòi hỏi trong công tác đào tạo cần bồi dưỡng giảng viên phải có tầm nhìn chiến lược để chuẩn bị cho những thay đổi lớn, đáp ứng yêu cầu của tình hình mới.

Cử các giảng viên tham gia hội thảo, tiếp cận những công nghệ đo đạc mới mà các cơ quan, tổ chức nghề nghiệp sản xuất hoặc đang sử dụng.

Cử cán bộ giảng dạy sang Tổng cục KTTV khi có những dự án trang bị cho ngành để học hỏi những chuyên gia chuyển giao những công nghệ mới.

Mời các chuyên gia về công nghệ quan trắc của Tổng cục KTTV sang giảng dạy hỗ trợ các công nghệ mới khi mà giảng viên của Nhà trường chưa kịp đào tạo bồi dưỡng.

#### *3.2. Phương pháp giảng dạy*

Môn học liên tục được cập nhật mới theo sự phát triển của công nghệ quan trắc, đo đạc KTTV.

Kết hợp với cơ quan, tổ chức nghề nghiệp để cho sinh viên thực hành sau khi đã học lý thuyết cơ bản.

Cần có phòng thực hành đầy đủ để việc sinh viên tiếp cận với thực tế nhanh hơn.

Tăng cường số tiết học ngoại nghiệp tại các trạm Khí tượng, Thủy văn trong quá trình học trước khi đi thực tập.

#### *3.3 Tăng cường trang thiết bị, cơ sở vật chất phục vụ thực hành*



Bên cạnh việc đào tạo đội ngũ giảng viên, đổi mới phương pháp giảng dạy thì việc đầu tư trang thiết bị quan trắc mới, hiện đại phục vụ công tác thực hành là rất cần thiết để người học luôn được tiếp cận với thiết bị mới được trang bị vào ngành KTTV. Để giải quyết được vấn đề này, chúng tôi đề xuất phương hướng cụ thể như sau:

- Nhà trường liên kết với các đơn vị thuộc Tổng cục KTTV để đưa sinh viên đến các trạm KTTV thực hành bằng những tiết học ngoại khóa, thực hành, thực tập.

- Nhà trường đầu tư, cập nhật các thiết bị cần thiết cho công tác đào tạo thực hành quan trắc, đo đạc KTTV.

#### **4. Kết luận**

Cuộc CMCN 4.0 hiện nay mang đến rất nhiều cơ hội cũng như thử thách. Do đó, để tạo lợi thế cung cấp về nguồn nhân lực cho ngành KTTV nói chung và công tác đo đạc, quan trắc KTTV nói riêng cần được chú trọng bởi các ban ngành, tổ chức và cá nhân có liên quan nhằm giúp nguồn nhân lực được hoàn thiện từ chuyên môn đến các kỹ năng trong thời đại hội nhập và công nghệ số một cách chuyên nghiệp. Vấn đề con người thực sự rất phức tạp và cần nhiều thời gian cũng như tâm sức để hoàn thiện. Các cơ quan sử dụng lao động cũng phải cần nhiều sự giúp đỡ của Tổ chức nghề nghiệp và các chuyên gia giàu kinh nghiệm trên thế giới về thay đổi cách tiếp cận sao cho phù hợp với CMCN 4.0 vào công tác quan trắc KTTV.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Chiến lược phát triển ngành KTTV đến năm 2020 được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong Quyết định 929/QĐ-TTg, ngày 22/6/2010.
2. Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12 tháng 01 năm 2016 của Thủ tướng Chính phủ về Quy hoạch mạng lưới quan trắc Tài nguyên môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030.



Tài liệu Hội thảo

## Các hệ thống quan trắc thời tiết chính xác góp phần thúc đẩy cảnh báo và dự báo với độ tin cậy cao như thế nào?

Anni Karttunen<sup>1</sup>, Hà Thị Thuận<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm phát triển năng lực và cơ sở hạ tầng khí tượng, Vaisala

<sup>2</sup> Công ty Cổ phần Thiết bị Khí tượng Thủy văn và Môi trường Việt Nam

### 1. Mở đầu

Phát triển năng lực và cơ sở hạ tầng về lĩnh vực khí tượng có thể giúp các quốc gia đưa ra dự báo cho những hiện tượng thời tiết không thể tiên đoán.

Thời tiết và khí hậu đang ảnh hưởng trực tiếp tới cuộc sống của chúng ta mỗi ngày. Cho dù chúng ta có thảo luận để đưa ra các kế hoạch sơ tán, quy hoạch cơ sở hạ tầng hay chỉ đơn thuần là việc đưa ra những quyết định đơn giản hàng ngày thì thiên tai vẫn có thể làm thay đổi mọi thứ trên hành tinh, khiến con người và tài sản gặp rất nhiều rủi ro.

Thiên tai đang tác động đến mọi khu vực trên toàn cầu từ mưa đá, hạn hán, sóng nhiệt, bão, lốc xoáy cho đến lũ lụt và tác động của chúng đối với nền kinh tế cũng để lại hậu quả nặng nề. Trong năm 2017, 335 hiện tượng thiên tai đã xảy ra, ảnh hưởng đến hơn 95 triệu người trên toàn thế giới, tổng thiệt hại ước tính lên tới 335 tỷ USD. Tại Việt Nam, đặc biệt, năm 2017, thiên tai đã làm 385 người chết và mất tích, 654 người bị thương, tổng thiệt hại về kinh tế khoảng 59.300 tỷ đồng. Năm 2018, thiên tai đã gây thiệt hại về kinh tế ước tính 20.000 tỷ đồng, làm 218 người chết và mất tích. Năm 2019 thiên tai ở Việt Nam đã được giảm thiểu tới đa, tổng thiệt hại về kinh tế trên 7.000 tỷ đồng, đã giảm nhiều so với thiệt hại do thiên tai gây ra năm 2018.

Bằng việc xâu chuỗi lại, xu hướng trong 3 thập kỷ qua chỉ ra sự gia tăng số lượng các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cũng như số lượng các quần thể bị ảnh hưởng trên toàn cầu. Các nước phát triển sở hữu cơ sở hạ tầng dự báo thời tiết tiên tiến trong khi nhiều nước đang phát triển thì ngược lại.

Những hiện tượng thời tiết khắc nghiệt này sẽ tiếp tục tác động tiêu cực đến khả năng hành động của một quốc gia, đến việc giữ an toàn cho người dân, du khách và tài sản của quốc gia đó khỏi sự tàn phá khắc nghiệt của thời tiết nếu không có cơ sở hạ tầng về khí tượng và môi trường đảm bảo và đáng tin cậy.

Từ các thiết bị quan trắc thời tiết và phần mềm dự báo đến việc đào tạo các nhà khí tượng học cách sử dụng và tối ưu phần cứng và phần mềm, cơ sở hạ tầng khí tượng và phát triển năng lực của Vaisala về cơ bản cải thiện khả năng của khách hàng trong việc cung cấp các cảnh báo và dịch vụ thiết yếu liên quan đến khí hậu và thời tiết, do đó giúp bảo vệ con người và tài sản khỏi mối đe dọa từ thiên tai cũng như giúp giám sát và giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu. Ngoài những thiệt hại có thể tránh được, lợi ích của dịch vụ khí tượng thủy văn còn bao gồm cả việc tăng năng suất và hiệu quả trong các lĩnh vực nhạy cảm với thời tiết như nông nghiệp và giao thông vận tải.

### 2. Cơ sở hạ tầng quan trắc thời tiết

Chìa khóa trong việc phát hiện sớm các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt để có thể triển khai ngay các hành động cần thiết một cách kịp thời là phải xây dựng một hệ thống quan trắc chính xác và đảm bảo hoạt động ngay cả trong điều kiện khắc nghiệt nhất. Độ đảm bảo và tin cậy của dữ liệu từ những hệ thống quan trắc này sẽ là tiền đề tạo nên những dự báo và cảnh báo có độ chính xác cao.

- Phát hiện và theo dõi các hiện tượng thời tiết có tác động mạnh.

Sự kết hợp của các radar thời tiết phân cực kép đi kèm với khả năng phát hiện sét là cách hiệu quả nhất để quan sát và theo dõi các hiện tượng có tính chất giáng thủy, có tác động mạnh, di chuyển nhanh, chẳng hạn như bão và lũ quét. Những hiện tượng thời tiết nguy hiểm này có khả năng gây ra tổn thất lớn và dẫn đến thiệt hại về tính mạng do đó tất cả các dịch vụ cảnh báo sớm là vô cùng thiết thực đối với xã hội.



**Hình 1.** Trạm radar thời tiết và trạm phát hiện sét Pleiku

Được sử dụng trong nhiều hoạt động quan trắc thời tiết khác nhau từ dự báo đến quản lý giao thông đường bộ, các trạm thời tiết tự động, hệ thống quan trắc thời tiết tự động, hệ thống thám không, tất cả sẽ được tích hợp các cảm biến và phù hợp cho nhiều ứng dụng, cho dù di động hay cố định, cho quan trắc thời tiết bề mặt hay thủy văn.



**Hình 2.** Trạm Khí tượng tự động M'Đrăk - Buôn Ma Thuột

Các công nghệ mới như đo gió từ xa kết hợp với chế độ quét lidar cho phép nghiên cứu chi tiết các hiện tượng gió, do đó mang lại thông tin có giá trị về các hiện tượng gió nguy hiểm, chẳng hạn như gió đứt, thật sự cần thiết cho sự an toàn trong vận hành hàng không, cho phép dự báo chất lượng không khí cũng như dự báo theo vị trí địa lý chọn lọc ở các khu vực đô thị.



**Hình 3.** Thiết bị đo gió phân tầng theo nguyên lý lidar

#### - Quản lý mạng lưới quan trắc

Mặc dù việc thu thập thông tin từ một số nguồn là cần thiết để đảm bảo tốt điều kiện ban đầu và đưa ra dự báo chính xác hơn, nhưng điều tiên quyết là phải nắm bắt được dữ liệu sẽ được sử dụng cho mục đích gì. Các loại hình quan trắc khác nhau yêu cầu các phép đo khác nhau, và một hệ thống quản lý mạng lưới tự động sẽ kết nối từng hệ thống riêng lẻ, từng cảm biến và thiết bị đo, cho phép các cơ quan khí tượng thủy văn dễ dàng theo dõi và kiểm soát các trạm đo và truy cập dữ liệu quan trắc thời tiết từ khắp mọi nơi. Phần mềm quản lý tích hợp cho phép các cơ quan khí tượng thủy văn thu thập và quản lý tất cả các dữ liệu quan trắc từ một vị trí tập trung và tích hợp chẩn đoán từ xa nhằm tối ưu hóa việc bảo trì, đảm bảo hoạt động của mạng lưới một cách chính xác và kịp thời.

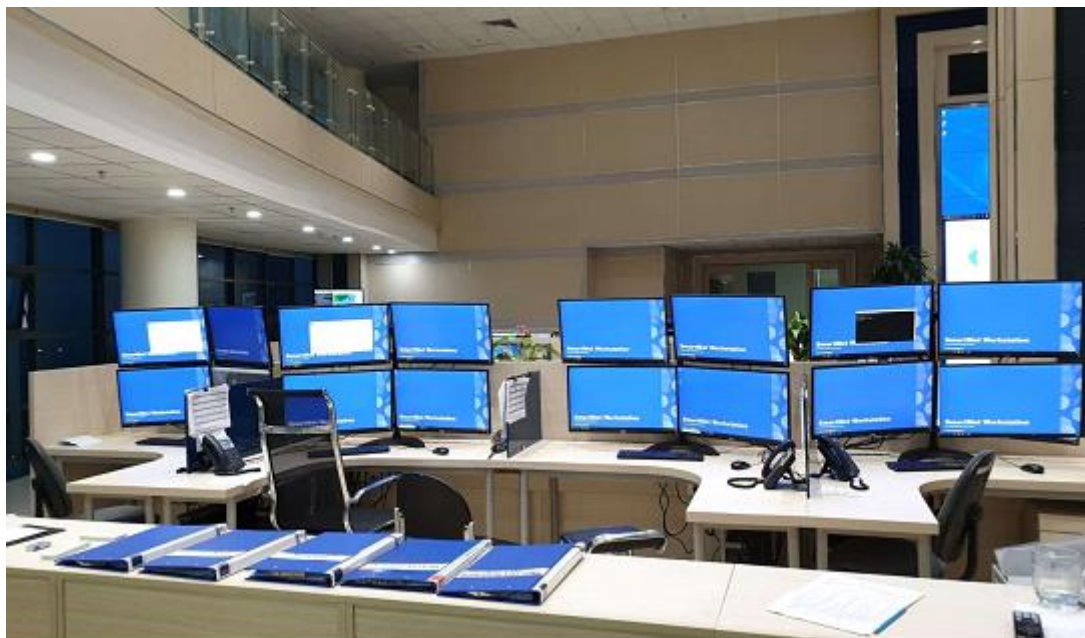


**Hình 4.** Hệ thống quản lý mạng lưới trạm radar và trạm phát hiện giông sét tại Đài khí tượng Cao không



### 3. Dự báo

Việc sở hữu phần mềm ứng dụng đảm bảo tin cậy, linh hoạt và an toàn rất quan trọng cũng như việc xây dựng từng thành phần để tạo ra dữ liệu vì dữ liệu có ý nghĩa có thể xem là vô giá trị nếu không có cách sử dụng hiệu quả. Một hệ thống đưa ra sản phẩm dự báo và dịch vụ khí tượng tích hợp với các công cụ để sử dụng tất cả dữ liệu quan trắc sẵn có, dự báo thời tiết số trị và các tính năng dự báo được xem là cần thiết để đưa ra các hành động từ việc quan trắc.



**Hình 5.** Hệ thống hỗ trợ dự báo SmartMet tại Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Chuyên môn và nguồn lực của Vaisala đã giúp phát triển và cải thiện cơ sở hạ tầng khí tượng, môi trường và năng lực con người ở các quốc gia như Bahamas và Việt Nam bằng cách hỗ trợ khách hàng trong việc cung cấp các dịch vụ thời tiết và khí hậu thiết thực. Các dự án đã được tạo ra cùng với các cơ quan khí tượng thủy văn với sự giúp đỡ của Cơ quan Khí tượng Phần Lan FMI nhằm giải quyết nhu cầu khí tượng địa phương, tập trung nhiều vào việc nâng cấp năng lực phát hiện và cảnh báo bão, lốc xoáy.



**Hình 6.** Đào tạo nâng cao năng lực Dự báo tại Tổng cục Khí tượng Thủy văn – FMI



Nhằm tạo ra sự nâng cấp lâu dài về năng lực cung cấp dịch vụ khí tượng của khách hàng, một chiến lược đào tạo đã được chú trọng để đưa vào tất cả các dự án phát triển năng lực và cơ sở hạ tầng khí tượng của Vaisala. Các gói đào tạo tùy chỉnh áp dụng cho tất cả các hệ thống sẽ được chuyển giao, đảm bảo khách hàng sẽ biết cách vận hành và bảo trì các sản phẩm được phân phối, đảm bảo tính bền vững của khoản đầu tư.

#### **4. Dự báo các hiện tượng thời tiết không thể đoán trước**

Mặc dù bản chất của các hiện tượng thời tiết và khí hậu là không thể đoán trước, nhưng những tiến bộ công nghệ vượt bậc đã đem đến cái nhìn rõ ràng hơn, khả năng quan sát tốt hơn và mô hình số trị hoàn thiện hơn, tất cả dẫn đến việc cải thiện độ chính xác đối với thông tin thời tiết và khí hậu.

Thông qua các thiết bị quan trắc thời tiết, phần mềm dự báo tích hợp và đào tạo tùy chỉnh theo nhu cầu của các cơ quan khí tượng, các hệ thống đo lường hàng đầu của Vaisala nâng cao năng lực để phát hiện, theo dõi và cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cũng như giám sát biến đổi khí hậu, giảm thiểu thiệt hại về con người và tài sản.



*Tài liệu Hội thảo*

## **Nâng cao hiệu quả quan trắc và dự báo tài nguyên nước quốc gia phục vụ phát triển kinh tế-xã hội trong kỷ nguyên số**

Ban Quan trắc Giám sát Tài nguyên nước, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

Trung tâm Dự báo và Cảnh báo tài nguyên nước, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

Trung tâm Dữ liệu tài nguyên nước, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

Trung tâm Chất lượng và Bảo vệ tài nguyên nước, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

**Tóm tắt:** Nước là tài nguyên hữu hạn và đang ngày càng bị suy thoái cả về chất và lượng. Trong khi đó xã hội đòi hỏi ngày càng cao không chỉ về độ chính xác, mà còn là tính kịp thời và sự đầy đủ của thông tin dự báo, cảnh báo liên quan đến tài nguyên nước (TNN). Để đáp ứng những yêu cầu thực tiễn trên, hệ thống tác nghiệp bao gồm quan trắc và dự báo tài nguyên nước quốc gia trực thuộc sự quản lý của Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia (NAWAPI), đã và đang được xây dựng theo hướng hiện đại, đồng bộ và chất lượng. Với ba trụ cột chính: 1) Quan trắc tự động và truyền dẫn dữ liệu theo thời gian thực; 2) Kết nối, lưu trữ và chia sẻ cơ sở dữ liệu thông qua hệ thống cơ sở dữ liệu (CSDL); 3) Tích hợp các mô hình mô phỏng, tính toán và dự báo hiện đại, hệ thống tác nghiệp được thiết kế để tạo ra sự kết nối xuyên suốt cho các nhiệm vụ quan trắc và dự báo tài nguyên nước: từ việc theo dõi và thu nhận số liệu từ thực địa, truyền về và lưu trữ dữ liệu, cho đến mô phỏng, tính toán, dự báo, thiết lập bản tin và cuối cùng là công bố bản tin đến người sử dụng thông qua việc kết nối với cổng thông tin trực tuyến. Qua đây, không chỉ các nhà quản lý, hoạch định chính sách mà ngay cả nhà khoa học, doanh nghiệp và người dân cũng có thể tiếp cận dữ liệu quan trắc, thông tin dự báo, cảnh báo tài nguyên nước một cách dễ dàng, chủ động và kịp thời, từ đó góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội và giảm thiểu rủi ro liên quan đến tài nguyên nước.

**Keywords:** hệ thống tác nghiệp, quan trắc, dự báo, cảnh báo, tài nguyên nước, NAWAPI

### **1. Giới thiệu chung**

Trong bối cảnh tài nguyên nước đang phải đối mặt với nhiều vấn đề như tác động của biến đổi khí hậu; suy thoái cả về lượng và chất do ảnh hưởng của áp lực phát triển kinh tế xã hội và tăng dân số, việc cung cấp các bản tin dự báo và cảnh báo tài nguyên nước có chất lượng đóng một vai trò thiết yếu không chỉ trong việc phòng chống thiên tai mà còn trong quy hoạch phát triển kinh tế xã hội. Tuy nhiên, làm thế nào để xây dựng các bản tin dự báo và cảnh báo tài nguyên nước mặt có chất lượng lại là một vấn đề còn nhiều vướng mắc. Song song với việc nghiên cứu các phương pháp cảnh báo, dự báo thì việc áp dụng các thành tựu khoa học công nghệ trong việc thu thập, truyền tải và lưu trữ thông tin dữ liệu cũng hết sức quan trọng. Đây chính là hai động lực chính thúc đẩy sự kịp thời, tạo ra sự thống nhất và nâng cao độ chính xác cho việc dự báo, cảnh báo tài nguyên nước qua đó đáp ứng đúng nhu cầu của xã hội.

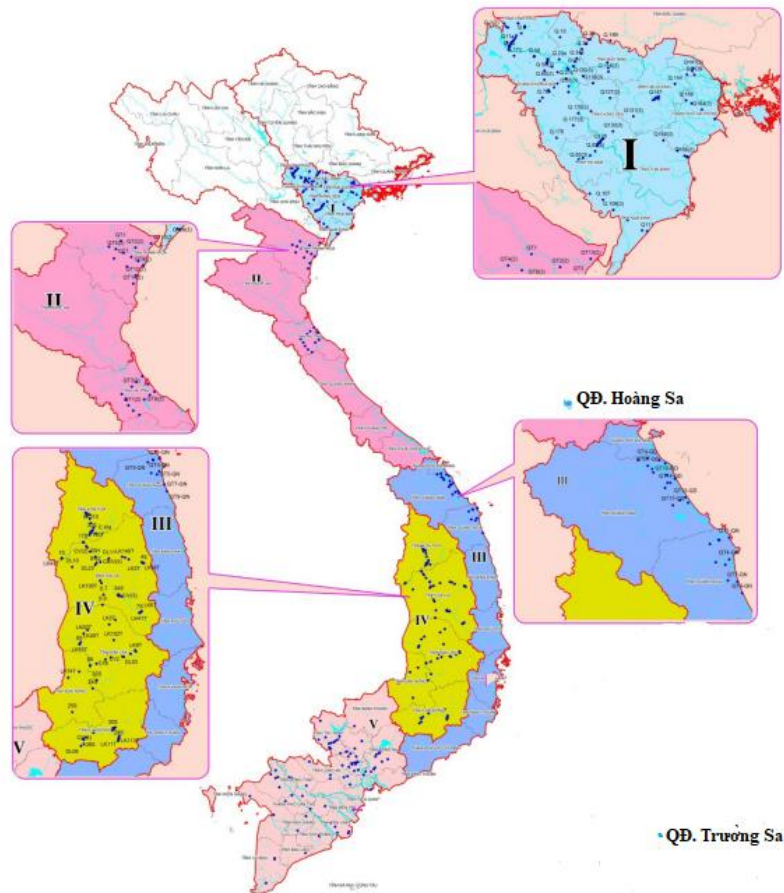
Nắm bắt được yêu cầu khách quan của thực tiễn xã hội cũng như xu thế vận động của công nghệ kỹ thuật trong quan trắc và dự báo, Trung tâm Quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia hiện đang không ngừng đầu tư, xây dựng, đổi mới và vận dụng các thành tựu khoa học kỹ thuật, đặc biệt là công nghệ thông tin trong công tác quan trắc và dự báo tài

nguyên nước. Thông qua hệ thống tác nghiệp hiện đại, các quá trình từ thu thập số liệu thực địa, truyền dẫn, xử lý thông tin cho đến đánh giá và xây dựng bản tin đều được kết nối và thực hiện một cách đồng bộ, thống nhất. Qua đó tiết kiệm công sức của quan trắc viên, rút gọn thời gian ra bản tin và nâng cao độ chính xác, tính kịp thời của bản tin dự báo cảnh báo tài nguyên nước.

## 2. Hiện trạng

### 2.1. Mạng lưới quan trắc nước mặt

Mạng quan trắc tài nguyên nước mặt được phát triển vào năm 2001. Hiện nay, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia đang quản lý 06 trạm bao gồm: Cát Tiên, Phú Ninh, Đức Xuyên, Yaun Hạ, Cát Tiên, Đại Ninh.



**Hình 1.** Sơ đồ mạng lưới quan trắc nước

### 2.2. Mạng lưới quan trắc nước dưới đất

Mạng lưới quan trắc giám sát tài nguyên nước dưới đất được phát triển từ những năm 1980. Trải qua ba giai đoạn phát triển hiện toàn mạng lưới có 946 công trình quan trắc. Trong đó có 354 công trình quan trắc thủ công, 459 công trình quan trắc bán tự động và 133 công trình quan trắc tự ghi tự động truyền số liệu.

### 2.3. Công tác dự báo

Công tác dự báo TNN mặt được thực hiện từ năm 2011 cho các lưu vực sông. Yếu tố dự báo là tổng lượng nước. Tổng lượng nước đến được dự báo tại các điểm, ngoài ra dự báo khả năng đáp ứng nhu cầu của nguồn nước tại các điểm trên lưu vực sông. Thời gian dự báo và phát hành bản tin dự báo TNN mặt được tiến hành định kỳ hàng tháng, mùa.

Công tác dự báo TNN dưới đất được tiến hành từ năm 2005 tại các công trình có mực nước suy giảm tại vùng đồng bằng Bắc Bộ và vùng Nam Bộ. Từ 2014, mực nước tại các công trình quan trắc được tiến hành định kỳ hàng tháng, quý và năm. Từ năm 2017, nguy cơ suy giảm mực nước và nguy cơ xâm nhập mặn trong vòng 5 năm tới được tiến hành tại vùng đồng bằng Bắc Bộ và vùng đồng bằng Sông Cửu Long. Thời gian dự báo và phát hành bản tin dự báo TNN dưới đất được tiến hành định kỳ hàng tháng, quý, năm.

- Phạm vi dự báo TNN:

+ Nước mặt: NAWAPI đã và đang thực hiện dự báo và cảnh báo tài nguyên nước cho lưu vực sông Srepok và Sesan. Trong năm nay, dự kiến thực hiện các bản tin dự báo, cảnh báo cho lưu vực sông Bằng Giang – Kỳ Cùng, sông Hồng – Thái Bình và sông Cửu Long. Trong 5 năm tới, TNN trên các lưu vực Đồng Nai, Mã, Cả, Vu Gia - Thu Bồn, Ba cũng sẽ lần lượt được dự báo, cảnh báo.

+ Nước dưới đất: 11 lưu vực sông liên tỉnh (Srêpôk, Bằng Giang- Kỳ Cùng, Sông Hồng - Thái Bình, sông Cửu Long, Sesan, Đồng Nai, Mã, Cả, Vu Gia - Thu Bồn, Ba) và các vùng Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

- Yếu tố dự báo TNN:

+ Nước mặt: tổng lượng nước, xâm nhập mặn, chất lượng nước.

+ Nước dưới đất: mực nước, trữ lượng, xâm nhập mặn, chất lượng nước.

- Thông tin cảnh báo TNN:

+ Nước mặt: khô hạn, thiếu nước, xâm nhập mặn.

+ Nước dưới đất: suy thoái, cạn kiệt, ô nhiễm, xâm nhập mặn nguồn nước.

### 3. Khó khăn, thách thức

- Việt Nam có hệ thống mạng lưới sông ngòi dày đặc cộng với địa hình phân hóa cao trong khi mạng lưới quan trắc liên quan đến TTN mặt tại các lưu vực sông còn thưa thớt dẫn đến hiện tượng số liệu quan trắc chưa thật sự đồng bộ, dẫn đến việc tính toán và dự báo TNN gặp nhiều khó khăn.

- Mạng quan trắc còn thưa và chưa được xây dựng hoàn thiện, nhiều vùng như Tây Bắc, Đông Bắc Bộ còn chưa có công trình. Đặc biệt, thời gian gần đây liên tục xảy ra các thảm họa về môi trường, TNN, quá trình thu thập, phân tích thông tin, số liệu quan trắc phục vụ công tác dự báo, cảnh báo còn lúng túng và mất nhiều thời gian.

- Có sự chùng chéo, trùng lặp trong công tác quan trắc giữa các bộ, ngành, thậm chí là giữa các đơn vị trong cùng Bộ, giữa các cơ quan tổ chức với nhau. Cùng với đó, việc kiểm soát, sử dụng, chia sẻ thông tin dữ liệu quan trắc giữa các đơn vị còn nhiều hạn chế dẫn đến khả năng lãng phí về thời gian, công sức và nguồn lực của xã hội. Dữ liệu quan trắc chưa được hệ thống hóa, đồng bộ hóa nên gây khó khăn cho việc khai thác, sử dụng, chưa đủ tin cậy để đánh giá và dự báo phục vụ cho công tác hoạch định chính sách bảo vệ môi trường, phát triển kinh tế - xã hội bền vững.

- Chưa có cơ sở dữ liệu thống nhất thông tin, dữ liệu về quan trắc TNN nên công tác khai thác, sử dụng thông tin, số liệu gặp nhiều khó khăn nhất là đối với dữ liệu tổng hợp hoặc trong phạm vi rộng, chưa đáp ứng kịp thời được công tác quản lý nhà nước, chuyên môn nghiệp vụ; không đáp ứng được nhu cầu số liệu tích hợp và các sản phẩm của quá trình xử lý chuyên môn (đòi hỏi càng đầy đủ số liệu càng tốt) phục vụ của cơ quan nhà nước, tổ chức, doanh nghiệp và người dân.

- Việc công bố, công khai thông tin quan trắc, dự báo còn chưa thực sự đầy đủ, chưa cung cấp được cái nhìn tổng quát, kịp thời đối với hiện trạng và các vấn đề xảy ra đối với TNN. Nên chưa hỗ trợ hiệu quả cho người dân và doanh nghiệp trong vấn đề chủ động phòng chống, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai, biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường.

- Số lượng, trình độ nhân lực và công nghệ áp dụng để dự báo của Việt Nam hiện vẫn đang ở mức trung bình so với khu vực và thế giới nên việc thực hiện phân tích, so sánh đánh giá xu hướng theo hiện tượng, theo vùng lãnh thổ, hoặc theo thời gian, việc phục vụ

đa mục tiêu, phát huy hiệu quả và tính chất quan trọng của thông tin dữ liệu, phục vụ hoạch định các chính sách, định hướng về TNN, hướng tới phát triển kinh tế - xã hội bền vững vẫn còn nhiều hạn chế.

- Công nghệ thông tin chưa được ứng dụng mạnh trong mạng quan trắc để thu thập, quản lý, xử lý, trao đổi và cung cấp thông tin. Chưa có kết nối mạng thông tin giữa các trạm quan trắc tại Trung ương và địa phương.

## **4. Mục tiêu, tầm nhìn**

### *4.1. Mục tiêu*

Xây dựng hệ thống quan trắc TNN quốc gia hợp lý, đồng bộ, thống nhất và hiện đại.

Cung cấp thông tin chính xác, kịp thời và đầy đủ phục vụ công tác quản lý TNN và đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu và hội nhập quốc tế.

### *4.2. Tầm nhìn*

Đến năm 2030, NAWAPI trở thành đơn vị hàng đầu khu vực về lĩnh vực quan trắc, giám sát, cảnh báo, dự báo TNN và tiệm cận với đơn vị cùng chức năng uy tín trên thế giới.

## **5. Giải pháp và kết quả đạt được**

Để có thể giải quyết các khó khăn thách thức nêu trên, cũng như từng bước nâng cao chất lượng của các bản tin dự báo cảnh báo TNN, NAWAPI đã và đang thực hiện đồng bộ một loạt các giải pháp sau đây:

### *5.1. Giải pháp chung*

- Cải thiện thủ tục pháp lý và hoàn thiện cơ cấu tổ chức trên cơ sở kế thừa và tận dụng tối đa nguồn nhân lực hiện có. Từ đó có kế hoạch đào tạo lại, đào tạo bổ sung, nâng cao trình độ cho nguồn nhân lực để xây dựng theo hướng bộ máy tinh gọn, công việc hiệu quả;

- Đối với công tác quan trắc giám sát TNN: Tiếp tục hoàn thiện mạng lưới điểm quan trắc theo Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12 tháng 01 năm 2016 về Quy hoạch mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030, đặc biệt cho một số vùng núi cao, biên giới như khu vực Đông Bắc, Tây Bắc của Tổ quốc; những vùng hải đảo như đảo Phú Quốc, Thổ Chu, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu... Đến năm 2025, dự kiến nâng tổng số công trình quan trắc giám sát TNN lên 1557 công trình. Thay thế các công trình quan trắc thủ công bằng các công trình bán tự động và tự động, mục tiêu tiến tới năm 2030 đồng bộ, tự động hóa trên toàn mạng quan trắc;

- Đối với công tác Dự báo cảnh báo TNN mặt, tiến tới hoàn thiện công tác dự báo, cảnh báo trên tất cả các lưu vực sông lớn trên toàn quốc; Đối với công tác cảnh báo dự báo TNN dưới đất, phát triển chú trọng dự báo chuyên đề, đặc biệt những vùng có nguy cơ về suy thoái, cạn kiệt nguồn nước;

- Tiếp tục xây dựng và hoàn thiện hệ thống quan trắc giám sát cảnh báo dự báo TNN nói riêng và xây dựng, tiến tới thống nhất và đồng bộ hóa cơ sở dữ liệu ngành tài nguyên môi trường nói chung để có thể tối đa hóa khai thác dữ liệu phục vụ mục đích quản lý và phát triển kinh tế xã hội. Có thể truy cập và kết nối thông tin dễ dàng theo cách quản lý tích hợp, thông minh, dễ dàng sử dụng cho người dân và các nhà quản lý;

- Đầu tư xây dựng cơ sở vật chất, đổi mới công nghệ quan trắc, nghiên cứu ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ xuyên suốt trong tất cả các quá trình từ quan trắc, truyền dẫn đến đánh giá và thiết lập bản tin. Sao cho việc cung cấp bản tin dự báo, cảnh báo TNN đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng, kịp thời và đầy đủ;

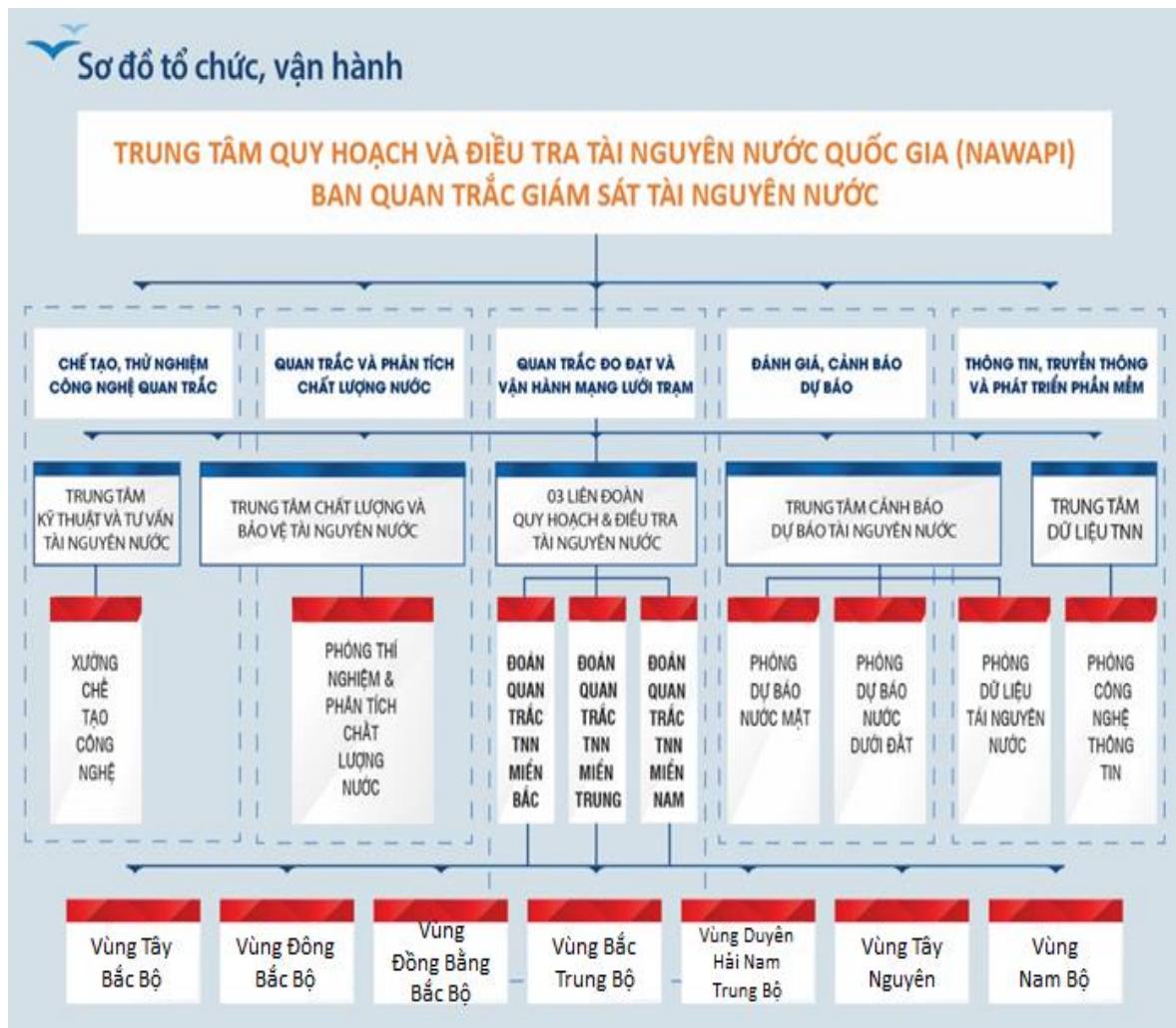


- Tăng cường trao đổi thông tin, dữ liệu với các cơ quan, đối tác trong nước và mở rộng hợp tác quốc tế. Đặc biệt, đề tận dụng tối đa các nguồn lực trong việc dự báo, cảnh báo TNN, cần xây dựng cơ chế phối hợp chặt chẽ, chia sẻ thông tin, dữ liệu quan trắc kịp thời giữa các cơ quan đơn vị từ trung ương tới địa phương;

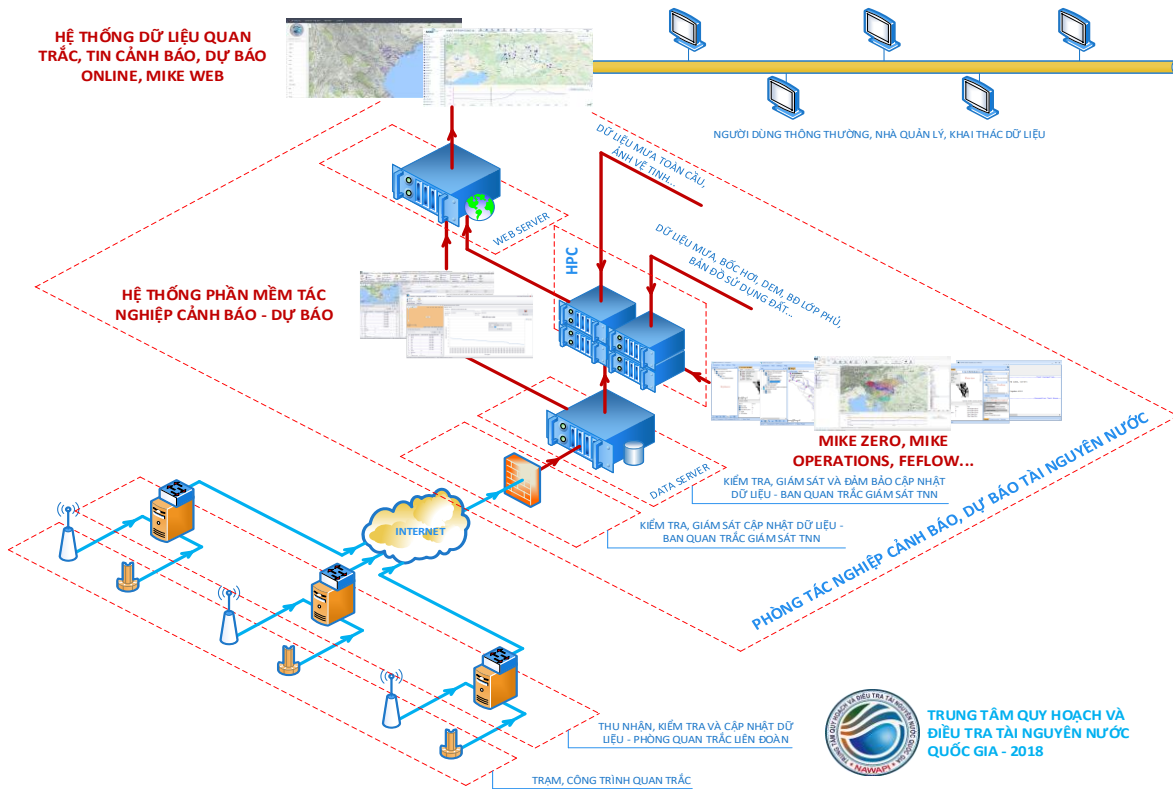
- Tăng cường và đa dạng hóa nguồn vốn đầu tư để nâng cấp hoàn thiện mạng lưới, công nghệ quan trắc, qua đó nâng cao hiệu quả công tác quan trắc và dự báo, cảnh báo TNN.

### 5.2. Giải pháp cụ thể

- *Kiến toàn bộ máy tổ chức, quản lý, vận hành tinh gọn, hiệu lực và hiệu quả:* Để có thể nâng cao chất lượng của các công tác quan trắc và xây dựng bản tin dự báo cảnh báo TNN, NAWAPI đã xây dựng và đang hoàn thiện bộ máy tổ chức, quản lý, vận hành hệ thống tác nghiệp quan trắc và dự báo TNN theo hướng tinh gọn, chuyên nghiệp, hiệu lực, hiệu quả. Hệ thống này không chỉ được áp dụng khoa học công nghệ hiện đại cho từng quá trình riêng biệt mà còn tạo ra sự kết nối xuyên suốt, đồng bộ và thống nhất cho toàn bộ công tác quan trắc, dự báo, cảnh báo TNN. Song song với đó là đề án “Vận hành trung tâm tác nghiệp TNN” được xây dựng nhằm đảm bảo thống nhất quản lý, phối hợp khai thác sử dụng hiệu quả các nguồn lực đầu tư nâng cao hiệu quả triển khai các nhiệm vụ của Trung tâm nói chung và các các đơn vị trực thuộc. Dưới đây là sơ đồ tổ chức và vận hành của hệ thống tác nghiệp trong công tác quan trắc, dự báo, cảnh báo TNN.

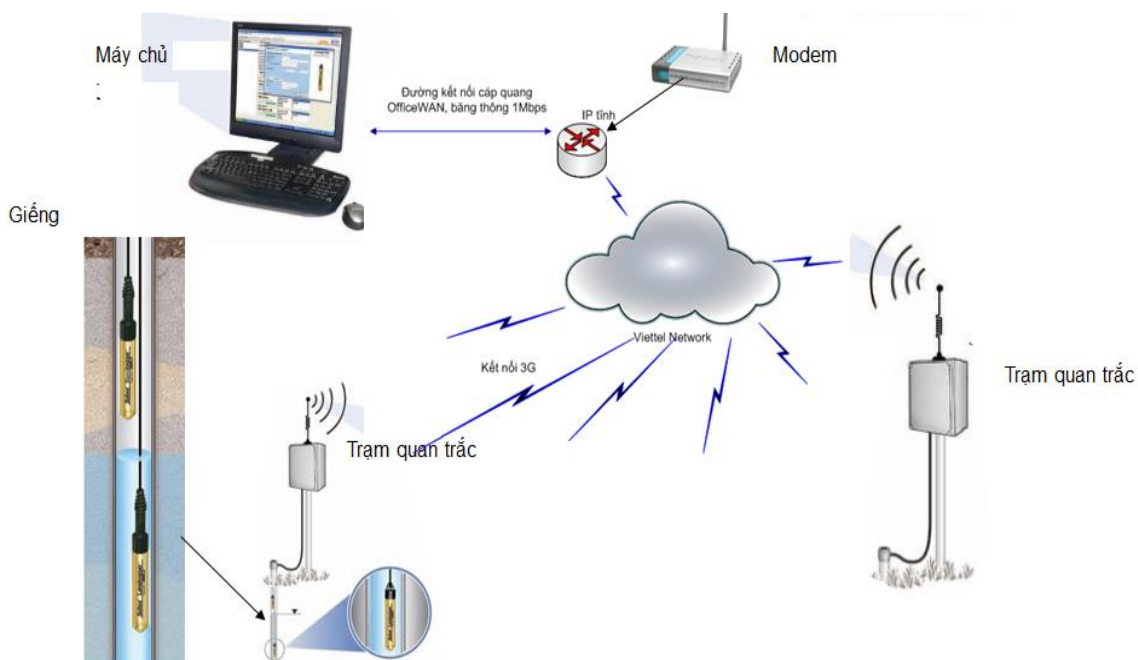


**Hình 2.** Sơ đồ tổ chức vận hành hệ thống quan trắc giám sát TNN tại NAWAPI



**Hình 3.** Sơ đồ vận hành hệ thống tác nghiệp tại NAWAPI

- *Đẩy mạnh quan trắc, thu thập số liệu tự động theo thời gian thực:* Sử dụng thiết bị quan trắc tự động (đầu đo tự ghi tự động) có khả năng quan trắc và tự động truyền số liệu theo chương trình được lập sẵn. Dữ liệu được kết nối và truyền tải qua mạng di động GSM/GPRS/3G/4G. Thông qua việc sử dụng các thiết bị tự ghi tự động và công nghệ truyền dẫn số liệu hiện đại nêu trên, số liệu quan trắc luôn được đảm bảo tính đồng bộ, tiết kiệm, chính xác và kịp thời góp phần quan trọng đến kết quả, tính thời sự của các bản tin dự báo, cảnh báo TNN. Hiện tại đã có 133/946 công trình được lắp đặt thiết bị quan trắc tự động.



**Hình 4.** Sơ đồ mô phỏng công nghệ quan trắc tự động

- *Chuẩn hóa công nghệ truyền tải, thu nhận, lưu trữ và chia sẻ dữ liệu theo hướng tích hợp và đồng bộ:* Thiết lập hệ cơ sở dữ liệu (CSDL) quốc gia về quan trắc TNN trên cơ sở công nghệ hiện đại phục vụ lưu trữ, quản lý thống nhất và chia sẻ, khai thác thông tin, đáp ứng yêu cầu quản lý dữ liệu, cộng tác giữa các đơn vị nhà nước, đóng góp thiết thực cho phát triển kinh tế - xã hội.

Hiện tại, phần mềm CSDL của NAWAPI đã đi vào hoạt động với nhiệm vụ tạo lập một hệ thống thu nhận, lưu trữ và chia sẻ, khai thác thông tin, dữ liệu một cách thuận tiện, đáp ứng phục vụ đa mục đích, đa ngành, đa lĩnh vực. Mục tiêu trong tương lai, CSDL sẽ được tích hợp hoàn toàn với các hệ thống quan trắc để có thể truy cập và khai thác dữ liệu đáp ứng theo thời gian thực.



**Hình 5.** Giao diện phần mềm cơ sở dữ liệu (phải) và công thông tin dữ liệu quan trắc, dự báo, cảnh báo TNN theo thời gian thực (trái) đang vận hành tại NAWAPI

Mặt khác, hệ thống quản lý dữ liệu quan trắc được phân cấp, phân quyền và công bố trên toàn quốc. Hệ thống cung cấp và hỗ trợ các công cụ quản lý cũng như trích xuất các loại dữ liệu quan trắc phục vụ các công tác quản lý, quy hoạch và nhu cầu thông tin khác nhau của xã hội. Thông tin chi tiết xem tại website: <http://nawapi.gov.vn/>. Hệ thống trang web trực tuyến cung cấp thông tin, dữ liệu về dự báo, cảnh báo TNN trên phạm vi toàn quốc. Hệ thống này giúp người dân và doanh nghiệp truy cập cũng như khai thác thông tin về dự báo, cảnh báo TNN một cách kịp thời và hiệu quả. Địa chỉ truy cập: <http://123.16.176.41/lawis/public/>.

- *Cải tiến công nghệ mô phỏng, dự báo và phương thức cung cấp bản tin và hỗ trợ ra quyết định:* Xây dựng và vận dụng hệ thống tác nghiệp MO – là hệ thống tích hợp các mô hình thủy văn, thủy lực, cân bằng nước, chất lượng nước trong việc mô phỏng và dự báo TNN. Đặc biệt, hệ thống này không chỉ có các module cho phép xây dựng, quản lý các kịch bản mô phỏng, tính toán theo thời gian thực với việc kết nối tự động để nhập, xử lý số liệu và chạy mô hình mô phỏng, hiển thị kết quả; mà còn có khả năng so sánh giữa các kịch bản với nhau, phân tích độ nhạy cũng như tối ưu hóa mô hình. Các mô hình liên kết trong hệ thống MO đều được mua bản quyền và được cập nhật thường xuyên.

Hiện nay, công tác dự báo TNN mặt lưu vực sông Srepok và Sesan trên hệ thống tác nghiệp MO (cho phép theo dõi giá trị mưa, tự động kết nối và nhập số liệu mưa để tính lượng nước đến các lưu vực, sau đó hiển thị kết quả trực quan, hỗ trợ việc phân tích và ra quyết định giá trị dự báo, cảnh báo tổng lượng nước một cách kịp thời); Dự báo, cảnh báo TNN dưới đất (theo dõi giá trị mực nước, tính toán mức độ sụt giảm, hỗ trợ ra quyết định) trên 5 vùng (Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Đồng bằng



Nam Bộ). Ngoài ra, Trung tâm cũng đã thử nghiệm vận dụng, kết hợp và chuyển đổi thành công một số mô hình toán mới: Từ kết quả quan trắc đầu vào đáng tin cậy, NAWAPI đã tiến hành thành lập và hiệu chỉnh mô hình dự báo diễn biến dòng chảy tại các hồ chứa trong lưu vực sông Hồng và sông Mê Công. Đáng chú ý có thể kể tới việc thử nghiệm dự báo nguồn nước mặt lưu vực sông Srepok bằng mô hình HYPE, chuyển đổi mô hình số GMS sang Feflow, mô hình tính toán xâm nhập mặn Đồng bằng sông Cửu Long bằng công cụ GMS...



**Hình 6.** Minh họa vùng có nguy cơ nhiễm mặn trên mô hình Feflow (phải) và hình ảnh minh họa công bố bản tin TNN trên truyền hình

- *Đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị hiện đại phục vụ việc quan trắc, dự báo, cảnh báo TNN:* Trong công tác mô phỏng, tính toán, 1 hệ thống máy tính hiệu năng cao, gồm 02 máy chủ Head node, 02 máy chủ Broker, 12 máy tính Workstation, 01 hệ thống lưu trữ trung tâm, 38 máy trạm, 03 màn hình TV được NAWAPI đầu tư để nâng cao chất lượng mô phỏng, tính toán phục vụ công tác dự báo cảnh báo TNN. Bên cạnh đó, trong lĩnh vực phân tích chất lượng nước, NAWAPI cũng đầu tư 1 phòng thí nghiệm với các thiết bị phân tích hiện đại có mức độ tự động hóa cao để hỗ trợ quan sát, phân tích chất lượng nước thuận tiện và chính xác như phòng phân tích di động, máy ICP-MS Plasma có khả năng phân tích 84 thành phần trong 3 phút, UV- Máy đo quang phổ VIS, hệ thống đo khối phổ GCMS, đếm và đo thiết bị có độ phân giải cao.

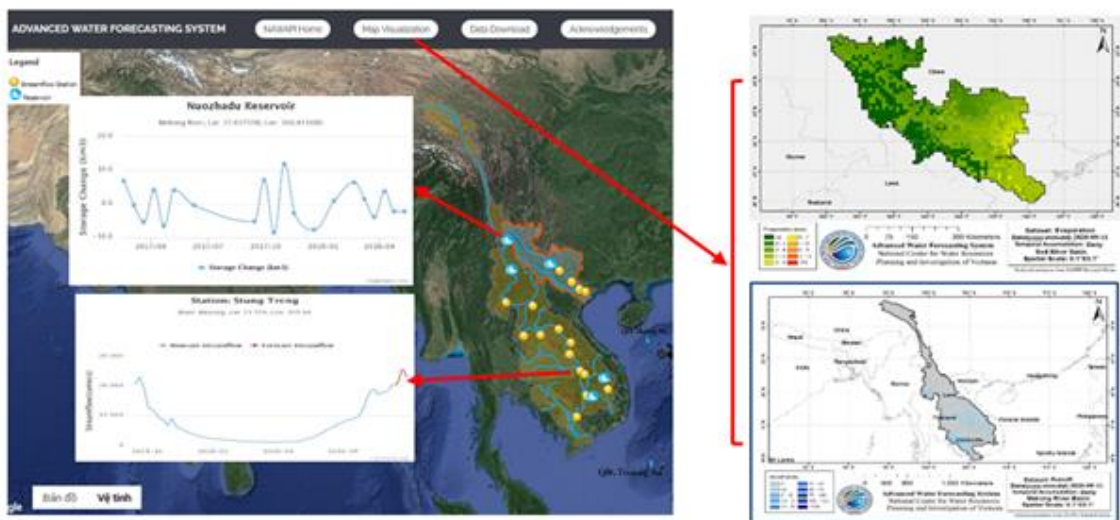
- *Tăng cường hợp tác và hội nhập quốc tế*

+ *Hợp tác Hàn Quốc, Đức thí điểm công nghệ quan trắc NDD thông minh:* Để tiến tới hệ thống quan trắc thông minh, NAWAPI đã hợp tác với tổ chức một số tổ chức như K-Water (Hàn Quốc), BGR, KIT (Đức) và một số tổ chức khác thí điểm để lắp đặt 3 công trình quan trắc tự động theo thời gian thực thay thế công trình quan trắc bán tự động thuộc mạng quan trắc quốc gia TNN tại Đan Phượng - Hà Nội và 3 công trình quan trắc mới thuộc Đồng bằng sông Cửu Long (dự án Viwat). Hệ thống sử dụng đầu đo quan trắc nước dưới đất tích hợp đo mực nước dưới đất, nhiệt độ, hàm lượng EC trong nước theo thời gian thực. Các đầu đo được kết nối qua công nghệ hệ thống thông tin di động toàn cầu - GSM (Global System for Mobile Communications) đến tủ điều khiển từ xa - RTU (Remote Terminal Unit). Các dữ liệu được truyền qua các thẻ sim được gắn riêng biệt cho từng công trình quan trắc. Server đảm bảo đã được gắn địa chỉ IP cố định để đầu đo có thể liên kết và truyền dữ liệu quan trắc theo thời gian thực về hệ thống tác nghiệp của Trung tâm. Từ đây, các chuyên gia, cơ quan chức năng có thể xem xét, nhận định và đưa ra những dự báo, cảnh báo một cách chính xác, kịp thời.



**Hình 7.** Lễ ký kết hợp tác giữa NAWAPI và K-WATER và hệ thống quan trắc thông minh theo thời gian thực

+ Hợp tác Hoa Kỳ, Thụy Điển thí điểm công nghệ vệ tinh và mô hình tỷ lệ lớn trong tự động giám sát vận hành hồ chứa và dự báo TNN xuyên biên giới: Với đặc điểm trên 60% nguồn nước của nước ta được sản sinh từ nước ngoài và cơ chế trao đổi, chia sẻ dữ liệu giữa các quốc gia còn nhiều khó khăn, việc phát triển các công nghệ hiện đại để có thể chủ động giám sát vận hành hồ chứa và dự báo nguồn nước xuyên biên giới theo thời gian thực là vô cùng cần thiết. Với sự hỗ trợ của một số đối tác quốc tế như Đại học Washington, Đại học Houston, Viện Khí tượng Thủy Văn Thụy Điển SMHI... NAWAPI đã xây dựng và đưa vào vận hành thí điểm hệ thống dự báo TNN xuyên biên giới tự động (IFAS) cho 2 lưu vực sông quốc tế chính (Sông Hồng và Sông Mê Công: <http://forecasting.vaci.org.vn/>). Bằng công nghệ hiện đại (như kết nối vạn vật IoT, điện toán đám mây Cloud...), hệ thống IFAS cho phép tự động chiết xuất dữ liệu vệ tinh, dữ liệu dự báo toàn cầu và tích hợp vào mô hình tỷ lệ lớn (VIC/HYPE) để tính toán biến đổi lượng trữ hồ chứa và dự báo nguồn nước xuyên biên giới (trước 16 ngày) một cách tự động và liên tục. Đây là hướng đi mới giúp giải phóng sức lao động con người trong kỷ nguyên 4.0 và đặc biệt hữu ích khi giải quyết bài toán dự báo cho các lưu vực xuyên quốc gia hay các vùng bị thiếu số liệu.



**Hình 8.** Giao diện hệ thống giám sát vận hành hồ chứa và dự báo TNN xuyên biên giới tự động trên nền WebGIS (IFAS), thí điểm cho Sông Hồng và Sông Mê Công

## 6. Kết luận

Với vai trò là một trong những đơn vị đi đầu trong công tác quan trắc và dự báo TNN quốc gia, NAWAPI đã nhận thức được vai trò quan trọng của khoa học công nghệ trong các quá trình tác nghiệp đặc biệt là trong bối cảnh của cuộc cách mạng khoa học công nghệ 4.0



và sự tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu cũng như sự suy thoái của TNN. Chính vì vậy, bằng chiến lược rõ ràng cùng tầm nhìn thời đại, mọi nguồn lực đang được NAWAPI tập trung để nâng cấp, hoàn thiện và hiện đại hóa hệ thống mạng lưới quan trắc cũng như hệ thống tác nghiệp dự báo, cảnh báo TNN. Một số kết quả quan trắc theo thời gian thực thông qua thiết bị thu thập dữ liệu tiên tiến và các bản tin kịp thời, có độ tin cậy cao bước đầu cho thấy hướng đi đúng đắn và hiệu quả trong đầu tư của NAWAPI cho cơ sở vật chất và khoa học công nghệ.

Trong thời gian tới, với mục tiêu cụ thể là đến năm 2030, NAWAPI trở thành đơn vị hàng đầu khu vực về lĩnh vực quan trắc, giám sát, cảnh báo, dự báo TNN và tiệm cận với đơn vị cùng chức năng uy tín trên thế giới, NAWAPI sẽ dồn toàn lực để hoàn thiện mạng lưới quan trắc cũng như ứng dụng các khoa học công nghệ mới nhất trong mọi công tác tác nghiệp của mình. Vì một mạng quan trắc quốc gia hợp lý, đồng bộ, thống nhất và hiện đại để có thể cung cấp các bản tin dự báo, cảnh báo TNN kịp thời và chính xác.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Báo cáo thuyết minh thiết kế bản vẽ thi công, tiêu dự án 2: Nâng cấp xây dựng mạng quan trắc nước dưới đất đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu.
2. Đề án vận hành trung tâm tác nghiệp TNN – IFAS thuộc NAWAPI.
3. Quyết định số 90/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 12 tháng 01 năm 2016, Về việc phê duyệt Quy hoạch mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030.



Tài liệu Hội thảo

## Ứng dụng RADAR HF quan trắc sóng và dòng chảy ven bờ độ phân giải cao khu vực biển tỉnh Phú Yên

Trần Ngọc Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Minh Huân<sup>1</sup>, Phạm Duy Huy Bình<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường ĐH Khoa học Tự nhiên, ĐH Quốc gia Hà Nội

### 1. Đặt vấn đề

Hệ thống radar biển tần số cao (High Frequency Radar - HFR) lắp đặt tại khu vực ven biển được ứng dụng để đo đạc được số liệu sóng và dòng chảy bề mặt từ khu vực ven bờ ra xa đến hơn 100 km. Hệ thống có thể thực hiện phép đo với tần suất lên đến 10 phút/số liệu và độ phân giải từ 250 m đến 15 km [5]. Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ HFR vào trong quan trắc sóng, dòng chảy biển đang dần trở nên phổ biến trên toàn thế giới. Các số liệu có thể thu thập được từ hệ thống radar biển bao gồm sóng, dòng chảy và gió. Ưu điểm của hệ thống là khả năng hoạt động trong điều kiện thời tiết bất lợi (mưa, bão, đông lốc...), mật độ quan trắc điểm quan trắc dày và liên tục theo thời gian, tần suất đo đạc lớn...

Trên thế giới, hệ thống HFR đã và đang được áp dụng ở quy mô cấp khu vực hoặc quốc gia với rất nhiều ứng dụng khác nhau như: đảm bảo an toàn hàng hải, ứng phó với nạn tràn dầu, cảnh báo/ dự báo thiên tai (gió, bão, sóng thần...), quản lý ô nhiễm vùng ven biển, phục vụ cho các mô hình số trị 2D/3D... Theo thống kê của Hugh Roarty và các cộng sự [4], hiện nay mạng lưới radar tần số cao của Mỹ (The U.S. High Frequency Radar Network- HFRNet) sở hữu số liệu trong 13 năm của tổng cộng 150 hệ thống radar trải dài từ Canada đến Mexico. Trong khi đó, ở khu vực Châu Âu hiện đang có 60 trạm đang được triển khai và nhiều trạm đang trong quá trình lập kế hoạch; tại khu vực Châu Á - Thái Bình Dương, số lượng radar đang hoạt động là hơn 110 trạm. Trong khu vực Đông Nam Á, hệ thống HFR mới bắt đầu được triển khai tại một số quốc gia như hệ thống 06 HFR tại Thái Lan phục vụ công tác quan trắc hải văn khu vực biển Thái Lan và một phần vịnh Thái Lan [3], hệ thống 08 HFR tại Philippine đặt tại eo biển San Bernardino nhằm giám sát thời gian thực để đưa những dự báo về dòng chảy mặt.

Tại Việt Nam, quan trắc bằng HFR là công nghệ mới và đang được triển khai trên thực tế. Từ năm 2011, Trung tâm Hải văn, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam đã chủ trì thực hiện dự án xây dựng 03 hệ thống HFR tầm xa tại Hòn Dấu - Hải Phòng, Nghi Xuân - Nghệ An và Đồng Hới - Quảng Bình. Đến năm 2013, hệ thống đã được hoàn thành và thu nhận được đầy đủ số liệu của cả 03 trạm radar.

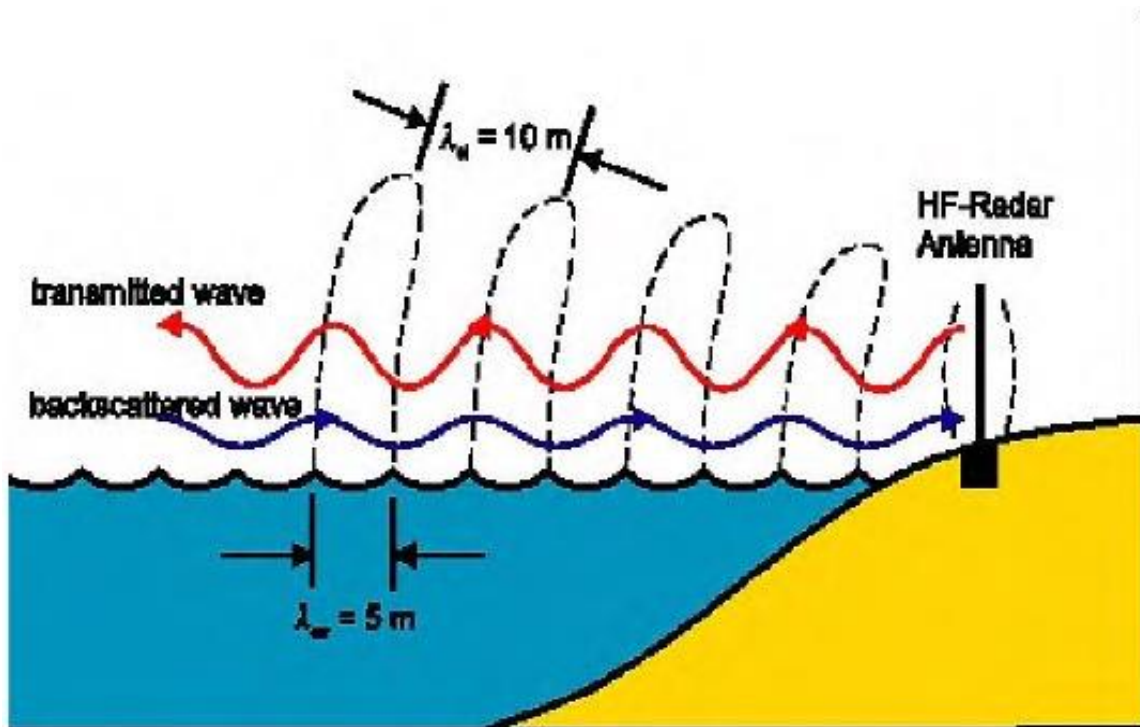
Năm 2018, Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường (CEFD) tham gia dự án “Đẩy mạnh đổi mới sáng tạo thông qua nghiên cứu, khoa học và công nghệ” (FIRST) đã nhận được khoản tài trợ từ Ngân hàng Thế giới (World Bank) thông qua tiểu dự án: “Hiện đại hóa hệ thống quan trắc và mô phỏng/dự báo các điều kiện khí tượng hải văn - môi trường biển và đới ven bờ độ phân giải cao phục vụ khai thác bền vững tài nguyên biển và giảm thiểu rủi ro thiên tai” để xây dựng và triển khai 02 hệ thống WERA HFR di động tầm trung, độ phân giải cao. Hệ thống có thể hoạt động quan trắc sóng, dòng chảy bề mặt biển và gió trên khoảng cách hơn 100 km từ khu vực ven bờ, tần suất đo đạc lên đến 10 phút/số liệu và độ phân giải lưới số liệu từ 250 m x 250 m đến 15 km x 15 km [3]. Ưu điểm của hệ thống là khả năng triển khai nhanh trên thực địa, hoạt động trong điều kiện thời tiết bất lợi (mưa, bão, đông lốc...), mật độ điểm quan trắc cao trong không gian và liên tục theo thời gian với tần suất đo đạc lớn, có khả năng kết hợp IoT để truyền dẫn số liệu và giám sát, điều khiển hệ thống hoạt động từ xa...

Khu vực thực nghiệm triển khai quan trắc bằng hệ thống WERA HFR di động của CEFD được lựa chọn là vùng biển Phú Yên với các yếu tố đo đạc là sóng, dòng chảy ven bờ.

## 2. Phương pháp và số liệu

### 2.1. Nguyên lý đo đạc của hệ thống WERA HFR

Hệ thống WERA (WavE Radar) là một hệ thống viễn thám đặt tại bờ biển sử dụng công nghệ radar vượt đường chân trời để theo dõi các thông số bề mặt đại dương, sóng và gió. Hệ thống giám sát tầm xa, độ phân giải cao này hoạt động với tần số vô tuyến trong khoảng từ 5 đến 50 MHz. Một sóng điện từ phân cực thẳng đứng được kết hợp với bề mặt đại dương dẫn điện và sẽ bám theo độ cong của trái đất. Bề mặt đại dương gồ ghề tương tác với sóng vô tuyến và do hiệu ứng Bragg tín hiệu tán xạ ngược của nó có thể được phát hiện với phạm vi hơn 200 km. Hiệu ứng này lần đầu tiên được mô tả vào năm 1955 bởi Crombie [1] và hệ thống radar đầu tiên sử dụng hiệu ứng đó được phát triển tại NOAA vào năm 1977 bởi Don Barrick và cộng sự [2].

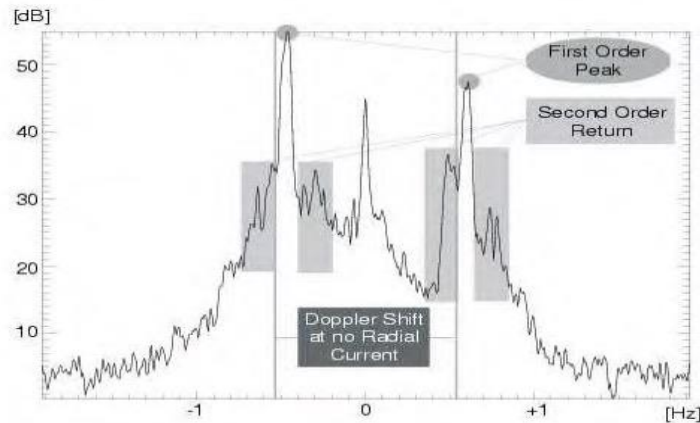


Hình 1. Nguyên lý hoạt động (Hiệu ứng Bragg)

Hiệu ứng Bragg mô tả hiện tượng khuếch đại của sóng điện từ tán xạ ngược có bước sóng gấp đôi so với sóng biển, ví dụ: đối với tín hiệu radar 30 MHz với bước sóng Lambda 10 m tương ứng sóng biển 5 m để đáp ứng điều kiện Bragg. Phản xạ từ các sóng đáp ứng điều kiện này sẽ tạo ra một dấu hiệu chi phối trong tín hiệu thu được do hiệu ứng khuếch đại.

Dấu hiệu dự kiến là tín hiệu dịch chuyển Doppler với khoảng dịch chuyển Doppler cụ thể được xác định bởi vận tốc của sóng trọng lực đáp ứng điều kiện Bragg. Các tín hiệu dịch chuyển Doppler này sẽ đối xứng xung quanh tần số trung tâm được chuẩn hóa khi bề mặt đại dương không di chuyển.

Dòng hải lưu sẽ làm dịch chuyển các dòng Bragg lên hoặc xuống theo tần số. Sự thay đổi tần số nhỏ này là thông tin được sử dụng để tính vận tốc của dòng hải lưu tại mỗi điểm lưới riêng lẻ.



**Hình 2.** Phổ điện hình từ hệ thống WERA, các dòng Bragg bậc 1, dịch chuyển hơi lệch khỏi trung tâm, với các tín hiệu phản xạ bậc 2 được kết hợp mang thông tin sóng.

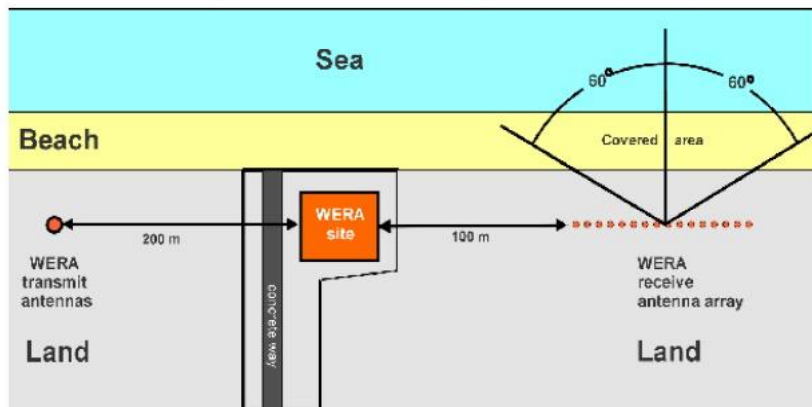
Hệ thống WERA dựa trên nghiên cứu phát triển được thực hiện vào năm 1995 tại Đại học Hamburg bởi Klaus-Werner Gurgel và cộng sự [3]. Hệ thống WERA hoạt động ở chế độ sóng liên tục được điều biến tần số (FMcw). Một tín hiệu RF quét liên tục được truyền đi tạo ra tín hiệu phản xạ có độ lệch tần số so với tín hiệu đã truyền đi thực tế, do đó dải tần bị biến điệu tần số mang thông tin của bề mặt biển.

Hệ thống Radar liên tục truyền tín hiệu RF công suất thấp, không có chuỗi xung hoặc xung đơn được sử dụng để cung cấp hiệu suất nhiễu/tín hiệu tốt nhất. Cần thiết phải tách biệt máy phát và máy thu bằng cách sử dụng các vị trí riêng biệt cho ăng ten thu Rx và ăng ten phát Tx. Cách bố trí này dẫn đến hình dạng điển hình của hai mảng ăng ten riêng biệt như được thể hiện trên Hình 3.

Hệ thống có thể hoạt động với hai phương thức Tạo tia - Beam Forming hoặc Tìm hướng - Direction Finding.

Phương thức Tạo tia - Beam Forming có độ phân giải phương vị nhỏ hơn  $1^\circ$ , được xác định bởi phần mềm sử dụng thuật toán Tạo tia - Beam Forming. Độ chính xác phụ thuộc vào độ dài của dải ăng ten tuyến tính và sẽ tăng cao với số lượng ăng ten tăng lên. Cấu hình mảng ăng ten tuyến tính cung cấp góc phương vị của thị trường khoảng  $120^\circ$ . Cấu hình dạng cong của dải ăng ten thu có thể mở rộng góc này.

Cấu hình hệ thống tương đương sử dụng thuật toán Tìm hướng - Direction Finding với dải ăng ten thu chỉ cần 4 ăng ten. Điều này sẽ dẫn đến thị trường rộng hơn nhưng sẽ làm giảm mạnh độ chính xác theo góc. Hơn nữa, các dòng Bragg bậc 1 sẽ rộng hơn nhiều, gây ra tiêu điểm rộng hơn và do đó các dòng bậc 1 sẽ bao trùm lên các dòng bậc 2 mang thông tin sóng.

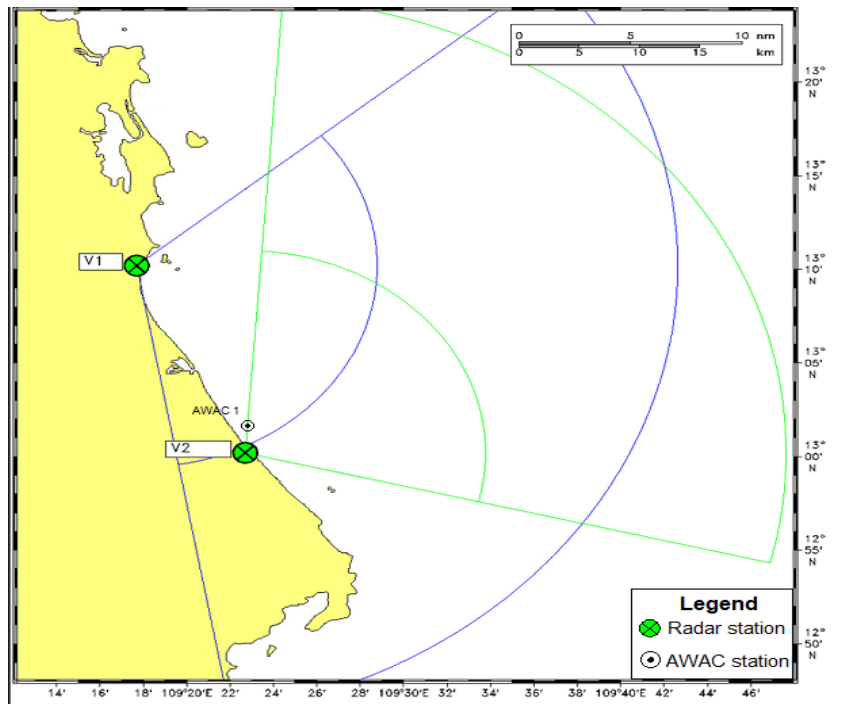


**Hình 3.** Hình dạng phổ biến của một trạm WERA.

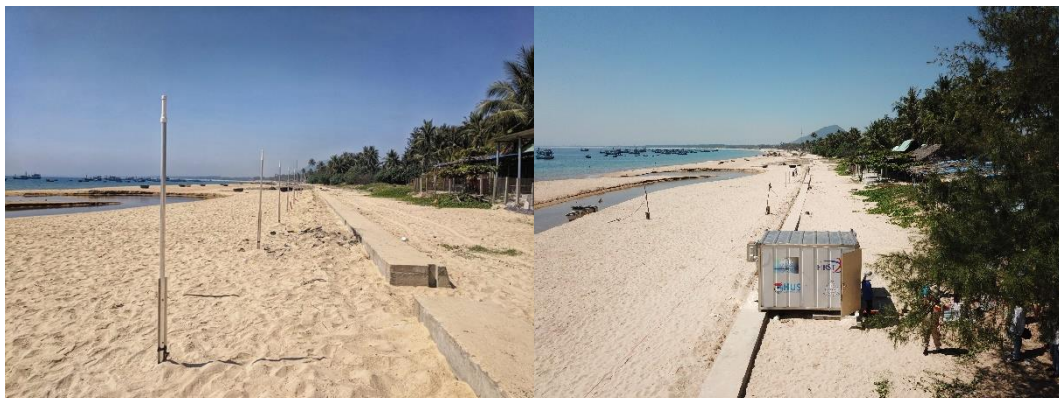
## 2.2. Triển khai hệ thống WERA HFR quan trắc tại Phú Yên

Hệ thống WERA HFR được triển khai quan trắc sóng và dòng chảy bề mặt tại Phú Yên bao gồm 02 trạm radar V1 và V2 (Hình 4) được đặt tại bãi biển Long Thủy, An Phú, thành phố Tuy Hòa, Phú Yên ( $13^{\circ}10'11''\text{N}$ ;  $109^{\circ}17'42''\text{E}$ ) và bãi biển thuộc thị trấn Hòa Hiệp Trung, huyện Hòa Hiệp, Phú Yên ( $13^{\circ}00'13''\text{N}$ ;  $103^{\circ}22'33''\text{E}$ ). Toàn bộ thời gian thiết lập, lắp đặt, vận hành hệ thống kéo dài trong 02 tháng (tháng 4, tháng 5 năm 2019). Hệ thống được thiết lập đo đạc theo phương thức Tạo tia - Beam Forming ở hai tần số 16MHz và 24MHz, khoảng cách đo đạc xa nhất của mỗi trạm là 40 km với độ phân giải 1,5 km. Trong thời gian quan trắc của hệ thống WERA HFR nhằm kiểm chứng số liệu đo đạc, đã đồng bộ triển khai thiết bị đo sóng và dòng chảy tự động (AWAC - phương pháp đo đạc trực tiếp) với thời gian 07 ngày trong khu vực giao thoa số liệu của 02 trạm radar. Chế độ làm việc của hệ thống WERA HFR và AWAC đã được thiết lập gần như tương tự về tần suất thu thập số liệu và số lượng mẫu số liệu trong mỗi chu kỳ đo.

Từ số liệu thu thập được, chuỗi số liệu trong khoảng thời gian từ 23/4/2019 – 23/5/2019 được sử dụng để phân tích diễn biến của các yếu tố thủy động lực trong thời gian quan trắc và chuỗi số liệu từ ngày 16/4/2019 đến ngày 22/4/2019 được sử dụng để so sánh kết quả đo đạc bằng WERA HFR và AWAC.



Hình 4. Vị trí đặt trạm của hệ thống HFR và máy AWAC tại Phú Yên



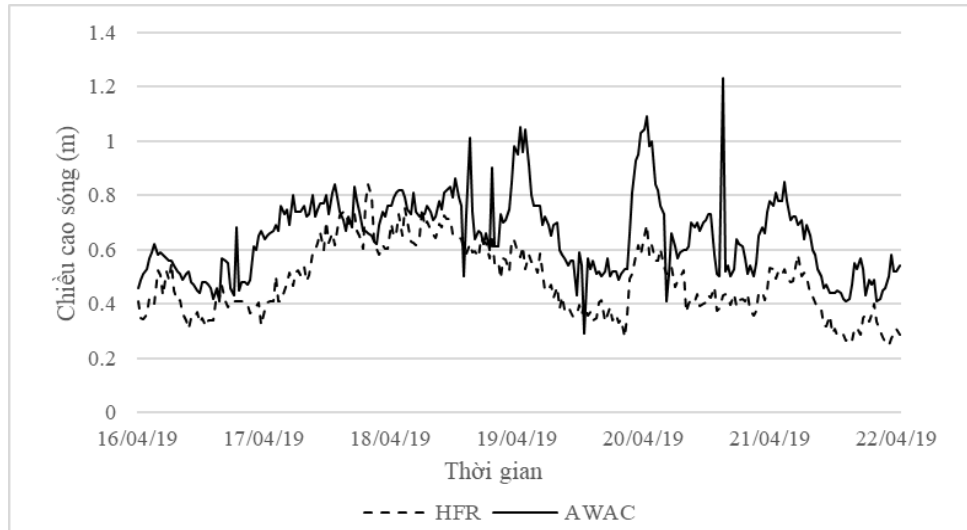
Hình 5. Hệ thống HFR di động lắp đặt tại Phú Yên



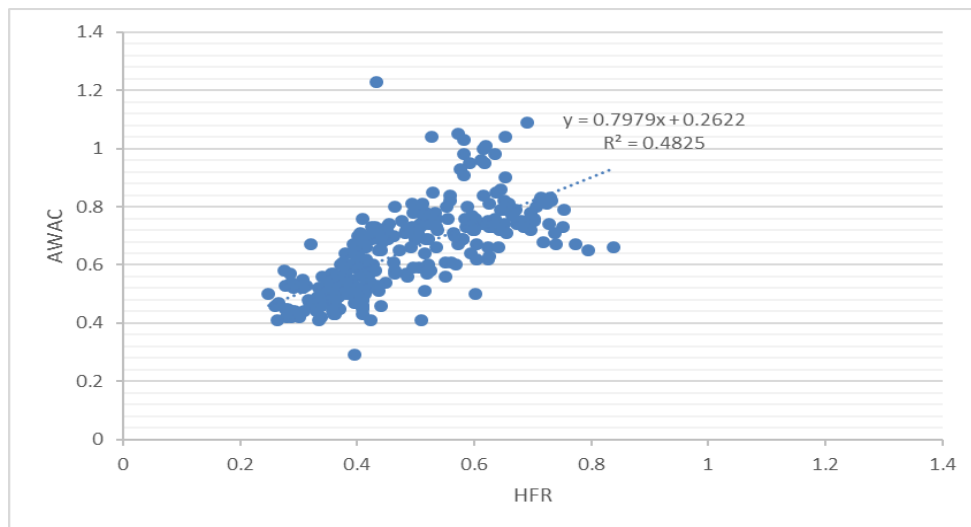
## 2.3. Kết quả

### 2.3.1. So sánh số liệu hệ thống HFR và AWAC

Đối với số liệu về độ cao sóng, chuỗi số liệu thực đo được sử dụng để so sánh kết quả đo đạc bằng HFR và AWAC là từ ngày 16/4/2019 lúc 11h30 đến ngày 22/4/2019 lúc 13h30 với bước thời gian là 30 phút/1 lần đo.



**Hình 6.** Biểu đồ độ cao sóng đo đạc bằng HFR và AWAC

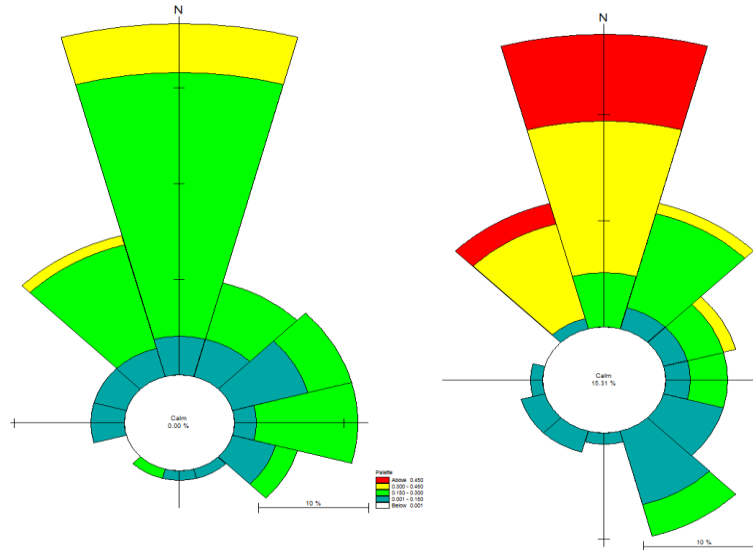


**Hình 7.** Biểu đồ tương quan số liệu độ cao sóng đo đạc bằng HFR và AWAC

Kết quả cho thấy số liệu độ cao sóng đo đạc bằng HFR và AWAC có sự tương đồng về xu thế tăng giảm trong toàn bộ thời gian đo. Tuy nhiên, giá trị độ cao sóng đo đạc bằng AWAC có sự thiên lớn so với giá trị độ cao sóng đo đạc được bằng HFR (Hình 6). Trong khoảng thời gian đo đạc (từ 16/4/2019 đến 22/4/2019), từ số liệu từ radar cho thấy độ cao sóng có giá trị dao động từ 0,25 m – 0,84 m, độ cao sóng trung bình khoảng 0,45 m. Trong khi đó, số liệu thu thập từ AWAC cho thấy độ cao sóng dao động trong khoảng 0,29 m – 1,23 m, độ cao sóng trung bình đạt 0,68 m. Giá trị chênh lệch nhỏ nhất là 0,003 m, chênh lệch lớn nhất giữa hai giá trị tại cùng một thời điểm là 0,79 m; giá trị chênh lệch này tương đối lớn. Tuy nhiên, trong chuỗi số liệu được sử dụng để so sánh chỉ có 2 giá trị chênh lệch lớn hơn 0,5 m (chiếm 0,7% số lượng mẫu so sánh). Độ chênh lệch trung bình giữa hai chuỗi số liệu thực đo tại cùng một thời điểm là 0,17 m. Lưu ý các giá trị thực đo của

AWAC là giá trị nguyên thủy chưa qua thủ tục đánh giá chất lượng loại trừ các giá trị quá lệch - outlier như điểm giá trị 1,23 m ngày 21/4/2019.

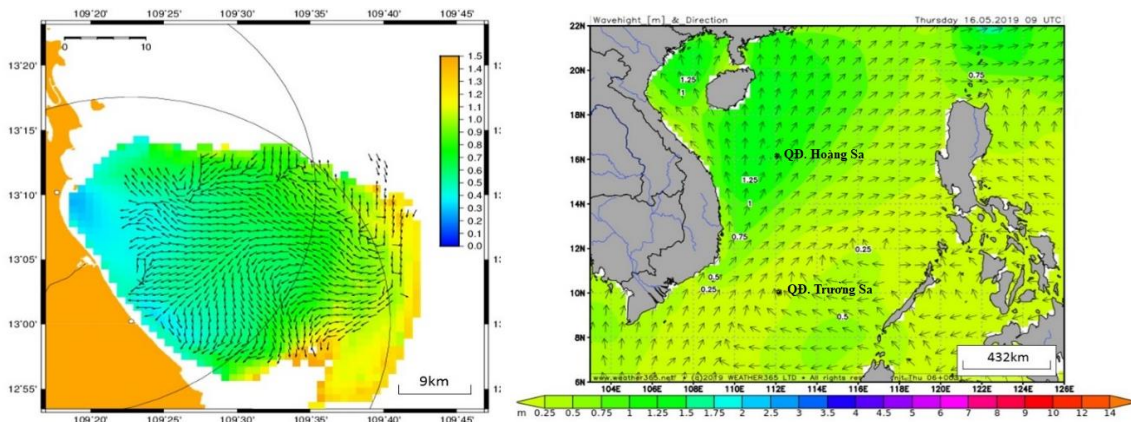
Như vậy, sự chênh lệch về giá trị thực đo tại cùng một thời điểm khi đo đạc bằng hai thiết bị đo khác nhau WERA HFR (gián tiếp) và AWAC (trực tiếp) cho kết quả tương đối tương đồng cả về xu hướng và độ lớn của độ cao sóng. Sự chênh lệch có thể giải thích do các nguyên nhân như chế độ thu thập mẫu của hai dạng thiết bị không hoàn toàn tương đồng nhau, phương pháp xử lý số liệu cho điểm (AWAC) và cho trung bình ô lưới diện tích 1,5 km x 1,5 km (WERA HRF).



**Hình 8.** Hoa dòng chảy đo đạc bằng AWAC (bên trái) và HFR (bên phải)

Sự tương đồng khá rõ về hướng dòng chảy. Hướng dòng chảy trong thời đoạn so sánh chủ yếu là hướng Bắc (Hình 8). Về giá trị vận tốc dòng chảy, khoảng dao động của giá trị vận tốc dòng chảy khi đo đạc bằng HFR là từ 0,04 đến 0,50 m/s; giá trị vận tốc dòng chảy trung bình khoảng 0,24 m/s. Trong khi đó, khoảng dao động này là 0,02 đến 0,36 m/s với số liệu trích xuất từ AWAC; giá trị vận tốc dòng chảy trung bình đạt 0,18 m/s. Có thể nhận thấy, mặc dù, chuỗi số liệu thực đo từ HFR có giá trị thiên lớn so với chuỗi số liệu thực đo từ AWAC; nhưng sự khác biệt về giá trị thực đo tương đối nhỏ.

### 2.3.2. So sánh số liệu hệ thống HFR và WAVEWATCH



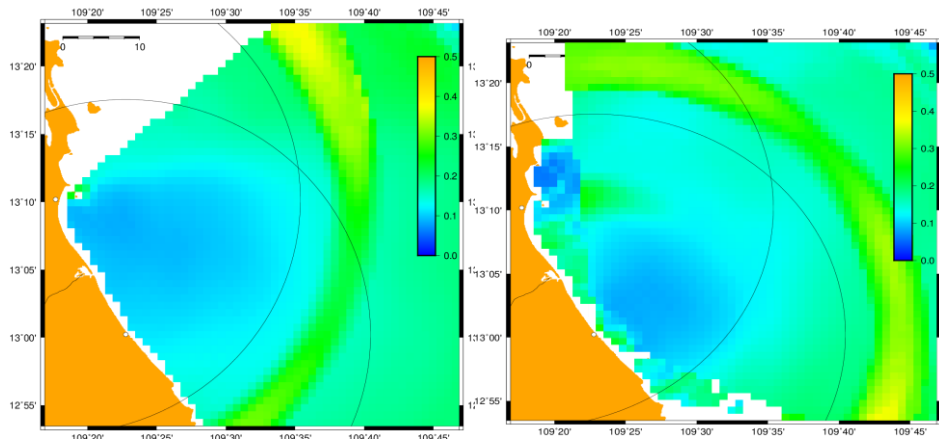
**Hình 9.** Độ cao sóng trung bình tháng đo đạc bằng HFR (bên trái) và WAVEWATCH (bên phải)

Kết quả phân tích thống kê số liệu đo đạc yếu tố sóng cho thấy độ cao sóng trung bình của 01 tháng số liệu trên miền đo đạc là từ 0,2 đến 0,8 m, hướng sóng Đông, Đông Bắc ở khu vực ven bờ và Đông Nam ở khu vực ngoài khơi (Hình 9). So sánh số liệu sóng của hệ

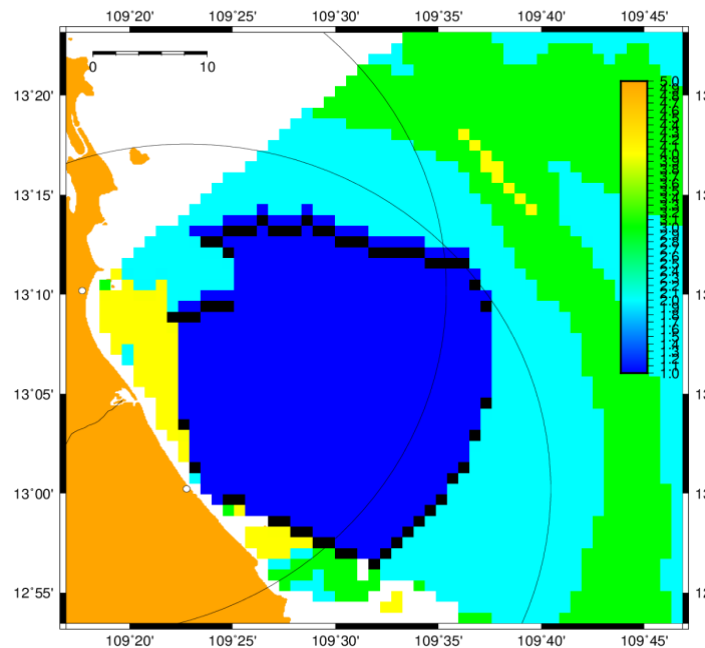
thống WERA HFR đo được với số liệu từ mô hình sóng toàn cầu WAVEWATCH III trong thời gian đo đạc từ 23/4/2019 đến 23/5/2019 cho thấy sự tương đồng giữa 02 nguồn số liệu. Hướng sóng trong khu vực nghiên cứu chủ yếu là hướng Đông, Đông Bắc ở khu vực ven bờ cho thấy sự tác động của hệ thống gió địa phương đất - biển và Đông Nam ở khu vực ngoài khơi. Độ cao sóng trung bình khoảng 0,2 đến 0,8 m. Nguồn số liệu toàn cầu trong khoảng thời gian này cũng cho thấy hướng sóng chủ yếu là hướng Nam và độ cao sóng khoảng 0,7 đến 0,8 m. Điều này phù hợp với xu thế thời tiết tại khu vực khi gió mùa Tây Nam bắt đầu hoạt động.

### 2.3.3. Thảo luận

Trong quá trình triển khai đo đạc, hệ thống WERA HFR đã phát hiện tín hiệu nhiễu ở tần số 50 MHz. Với thiết lập của hệ thống, số liệu trong khu vực cách bờ khoảng 40 km ± 3 km đã thể hiện tín hiệu nhiễu. Hiện tượng xảy ra ở cả 2 trạm V1 và V2 (Hình 10). Nguyên nhân của hiện tượng nhiễu này được nhận định là do nguồn điện lưới dân dụng sử dụng để vận hành hệ thống. Để khắc phục hiện tượng này, cần nghiên cứu phương án khử nhiễu bằng phần mềm hoặc đưa thiết bị cách xa lưới điện dân dụng.

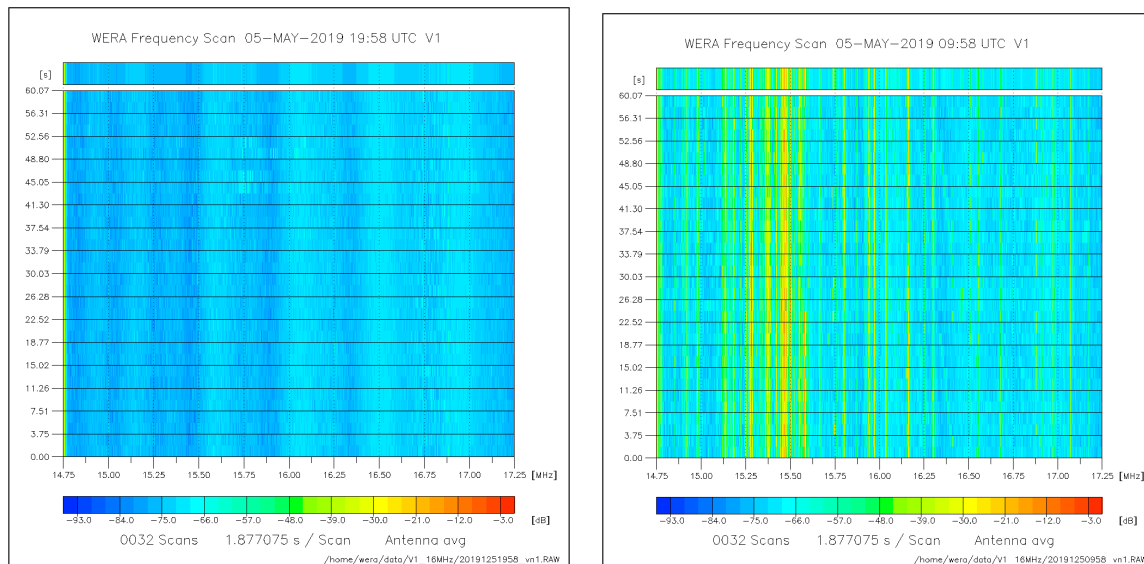


**Hình 10.** Số liệu sóng từ trạm V1 (bên trái) và V2 (bên phải). Vùng xanh lá là vùng số liệu bị nhiễu.



**Hình 11.** Vùng giao thoa số liệu. Màu xanh đậm thể hiện vùng số liệu tốt, vùng xanh dương thể hiện vùng số liệu khá có thể dùng được, vùng xanh lá là vùng số liệu nhiễu

Kết quả thu được cho thấy vùng có số liệu giao thoa của 02 trạm V1, V2 khoảng 35 x 35 km (Hình 11). Bên cạnh đó, kết quả phân tích số liệu cũng thể hiện thời gian hệ thống có khả năng cung cấp số liệu ít bị nhiễu là vào lúc 03:00 và thời gian số liệu xuất hiện nhiễu nhiều nhất là vào lúc 17:00 (Hình 12). Nguyên nhân có thể là do hoạt động của con người tại khu vực đo đạc như radio hay máy phát điện đã ảnh hưởng đến tín hiệu của hệ thống HFR.



**Hình 12.** Kết quả quét tín hiệu (frequency scan) từ trạm V1 vào ngày 05/5/2019 vào lúc 03:00 (bên phải) và 17:00 (bên trái). Công suất tính theo dB cho thấy tiếng ồn từ môi trường vào ban ngày cao hơn nhiều so với ban đêm.

### 3. Kết luận và kiến nghị

Hệ thống radar biển tần số cao WERA HFR của Trung tâm Động lực học Thủy khí và Môi trường - Trường ĐHKHTN được lắp đặt và triển khai thành công tại khu vực ven bờ biển tỉnh Phú Yên để đo đạc từ xa các yếu tố sóng, dòng chảy bề mặt và gió.

Kết quả đo đạc được từ hệ thống WERA HFR đã được kiểm chứng có sự tương đồng tốt với số liệu đo đạc từ AWAC đối với chuỗi số liệu theo thời gian và số liệu tái phân tích toàn cầu WAVEWATCH III đối với số liệu trung bình trong thời gian 01 tháng.

Trong quá trình hoạt động hệ thống WERA HFR đã phát hiện tín hiệu nhiễu ở tần số 50MHz và khoảng thời gian 17:00 hàng ngày do ảnh hưởng của lưới điện dân dụng và các hoạt động của các thiết bị thu, phát sóng (radio, điện thoại di động, máy phát điện...), hiện tượng này cần phải được tiếp tục nghiên cứu và tìm kiếm các giải pháp khắc phục.

Với ưu điểm di động của hệ thống tạo khả năng triển khai nhanh trên thực địa, hoạt động trong điều kiện thời tiết bất lợi (mưa, bão, đông lốc...) giúp cho việc quan trắc được linh hoạt về mặt địa điểm triển khai dễ dàng đáp ứng các yêu cầu đột xuất giải quyết các sự cố rủi ro môi trường, thiên tai. Để hệ thống có thể hoạt động tốt ở các địa phương khác nhau cần có sự chuẩn bị bằng các thử nghiệm tại nhiều địa phương để xác định trước các thiết lập hoạt động tối ưu của hệ thống như vị trí đặt trạm, tần số hoạt động, loại trừ ảnh hưởng tín hiệu nhiễu địa phương...

Kết quả đo đạc được kiểm chứng của hệ thống WERA HFR với các khả năng hoạt động liên tục, dài ngày quan trắc sóng, dòng chảy bề mặt biển và gió trên khoảng cách lớn, mật độ điểm quan trắc cao trong không gian và tần suất đo đạc lớn (khoảng cách hơn 100 km từ khu vực ven bờ, tần suất đo đạc lên đến 10 phút/số liệu và độ phân giải lưới số liệu từ 250 m x 250 m đến 15 km x 15 km) cộng với khả năng kết hợp IoT để truyền dẫn số liệu và giám sát, điều khiển hệ thống hoạt động từ xa cho thấy tiềm năng ứng dụng to lớn của hệ thống trong nghiên cứu chế độ động lực và các hiện tượng liên quan cho khu vực ven bờ

Việt Nam, hoàn toàn đáp ứng được mục tiêu phục vụ khai thác bền vững tài nguyên biển và giảm thiểu rủi ro thiên tai.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Trần Mạnh Cường và Nguyễn Kim Cương, (2016), "Chế độ dòng chảy tầng mặt khu vực Vịnh Bắc Bộ dựa trên số liệu thu thập bằng radar biển", *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*. 32(3S).
2. D. D. Crombie, "Doppler spectrum of sea echo at 13.56 Mc/s", *Nature* 175 (1955) 681-682
3. D. E. Barrick, "Ocean surface current mapped by radar", *Science* 198 (1977) 138-144
4. Roarty, Hugh và các cộng sự, (2019), *The Global High Frequency Radar Network*, *Frontiers in Marine Science*.
5. Wyatt, Lucy R., Green, J. Jim và Middleditch, A, (2011), "HF radar data quality requirements for wave measurement", *Coastal Engineering*, 58(4), tr. 327-336.





Tài liệu Hội thảo

## Ứng dụng kỹ thuật số trong công tác giám sát khí tượng thủy văn - khai thác sử dụng nước mặt hồ - đập nhà máy thủy điện

Công ty TNHH Công nghệ Thương mại Sông Hồng (RedRiver)

**Tóm tắt:** Theo Báo cáo đánh giá của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia (TTDBQG) thì Việt Nam là một phần của nghiên cứu nhằm tăng cường các dịch vụ KTTV ở Đông Nam Á. Đây là kết quả của sự nỗ lực hợp tác giữa Ngân hàng Thế giới, Văn phòng Liên hợp quốc về Giảm thiểu rủi ro thiên tai (UNISDR), TTDBQG và Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và với sự hỗ trợ tài chính từ Quỹ Toàn cầu về Giảm nhẹ Thiên tai và Phục hồi (GFDRR).

TTDBQG thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam đã rất nỗ lực hỗ trợ trong việc đánh giá năng lực Dự báo KTTV và có sự phối hợp tham gia của các ban, ngành, trong đó có Cục Biến đổi khí hậu, Viện Chiến lược và Chính sách Y tế, Viện Thủy văn và Môi trường, Ủy ban Phòng chống lụt bão Trung ương, Cục Hàng không, Cục Đường sắt, Hội Chữ thập đỏ Việt Nam cũng như các cơ quan truyền thông khác.

Nghiên cứu đã khảo sát năng lực hoạt động thực tiễn của TTDBQG ở 5 nước thành viên ASEAN là CHDCND Lào, Campuchia, Indonesia, Philippines và Việt Nam - trong việc đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về thông tin KTTV liên quan đến các lĩnh vực kinh tế - xã hội khác nhau. Với cách tiếp cận mang tính chất khu vực, nghiên cứu khuyến nghị cần phải có kế hoạch đầu tư và cải thiện chất lượng dịch vụ của TTDBQG với mục tiêu cuối cùng là cảnh báo sớm nhằm giảm thiệt hại do thiên tai gây ra, tăng trưởng kinh tế bền vững và khả năng ứng phó của Quốc gia với sự biến đổi khí hậu.

Sự xuất hiện của các hệ thống dự báo tích hợp hệ thống công nghệ thông tin (CNTT) kỹ thuật số, sáng tạo và tiên tiến đã và đang mang đến các cơ hội cảnh báo sớm về KTTV và môi trường công cộng đang từng bước được áp dụng trên toàn thế giới.

Hệ thống các trạm quan trắc dự báo KTTV thế hệ công nghệ số thu thập các thông tin về thời tiết và môi trường đã được số hoá từ các thiết bị đo, sensor cảm biến, camera quan sát... Các dữ liệu số này được truyền tải bằng hệ thống CNTT tiên tiến về TTDBQG và tại đây chúng được phân tích, giải mã để đưa ra các cảnh báo sớm về tình trạng thời tiết và môi trường một cách nhanh chóng với độ tin cậy cao, từ đó có biện pháp phòng ngừa và nâng cao, cải thiện đáng kể các vấn đề về thời tiết và môi trường công cộng.

Tuy nhiên về vấn đề đầu tư kỹ thuật công nghệ số trong công tác Dự báo KTTV phải phù hợp với điều kiện môi trường trong từng khu vực cụ thể, nhằm đảm bảo: Giải pháp tối ưu về kỹ thuật (đảm bảo khả năng mở rộng trong tương lai); giảm chi phí ngân sách; nâng cao chất lượng dịch vụ.

---

### 1. Phương án kỹ thuật

#### 1.1. Căn cứ và mục đích

##### 1.1.1. Căn cứ

Nghị định số 38/2016/NĐ-CP ngày 15 tháng 5 năm 2016 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật KTTV.

Nghị định 114/2018/NĐ-CP ngày 04 tháng 9 năm 2018 của Chính phủ về Quản lý an toàn đập, hồ chứa nước.

Thông tư số 47/2017/TT-BTNMT ngày 07 tháng 11 năm 2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc quy định về giám sát khai thác, sử dụng tài nguyên nước.

Thông tư số 30/2018/TT-BTNMT ngày 26 tháng 12 năm 2018 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc quy định kỹ thuật về quan trắc và cung cấp thông tin, dữ liệu KTTV đối với trạm KTTV chuyên dụng.

#### 1.1.2. Mục đích

Giám sát tự động, trực tuyến, theo dõi số liệu đo đạc quan trắc thủy văn tại nhà máy Thủy điện, liên tục được kết nối và đảm bảo số liệu được truyền trực tiếp về Trung tâm cơ sở dữ liệu của các cơ quan nhà nước theo đúng quy định.

Nâng cao công tác quản lý vận hành hồ, đập Nhà máy Thủy điện.

#### 1.1.3. Nguyên tắc giám sát

Bảo đảm chính xác, trung thực khách quan và thuận tiện cho việc cung cấp, khai thác, sử dụng thông tin, dữ liệu về khai thác, sử dụng tài nguyên nước.

Bảo đảm tính hệ thống, kịp thời, đầy đủ và liên tục nhằm cung cấp đầy đủ thông tin các hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước.

Bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ thông tin, dữ liệu về mặt không gian và thời gian, giữa hệ thống và trung tâm cơ sở dữ liệu.

Bảo đảm tính thống nhất giữa yêu cầu về giám sát với hoạt động quan trắc của Công ty.

#### 1.1.4. Các hạng mục cần giám sát theo phương án

- Theo Thông tư 47/2017/TT-BTNMT ngày 7 tháng 11 năm 2017 Quy định về giám sát và khai thác sử dụng tài nguyên nước các thủy điện phải quan trắc các yếu tố sau:

Mức nước hồ;

Lưu lượng xả duy trì dòng chảy tối thiểu;

Lưu lượng xả qua nhà máy;

Lưu lượng xả qua tràn.

- Theo Nghị định 114/2018/NĐ-CP về quản lý an toàn đập, hồ chứa nước thủy điện cần quan trắc các yếu tố như sau:

Quan trắc lượng mưa trên lưu vực;

Quan trắc mực nước tại thượng lưu, hạ lưu đập;

Tính toán lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả;

Dự báo lưu lượng đến hồ, khả năng gia tăng mực nước.

- Theo Nghị định 38/2016/NĐ-CP Quy định chi tiết một số điều của Luật KTTV phải quan trắc các yếu tố sau:

Quan trắc mưa tại đập chính;

Quan trắc mực nước tại thượng lưu, hạ lưu đập;

Tính toán lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả, lưu lượng tháo qua tuabin;

Dự tính khả năng gia tăng mực nước hồ.

#### 1.1.5. Yêu cầu chung với các thiết bị đo đạc, kết nối, kênh truyền

Có dải đo phù hợp với giá trị cần đo.

Hoạt động liên tục, kết nối, truyền thông tin, số liệu tới thiết bị thu nhận, lưu trữ cơ sở dữ liệu của hệ thống giám sát.

Có sai số tuyệt đối không vượt quá 01 cm đối với thiết bị đo mực nước; sai số tương đối không vượt quá 5% so với giá trị thực đo đối với thiết bị đo lưu lượng.

Đối với các thiết bị đo đạc tự động mực nước, lưu lượng, dải đo phải đảm bảo không quá 15 phút 01 lần; đối với camera giám sát, tốc độ ghi hình không nhỏ hơn 01 khung hình/phút.

Các thiết bị đo đạc phải thực hiện hiệu chuẩn, kiểm định theo đúng quy định.

### 1.2. Tình trạng kỹ thuật hiện tại của một số nhà máy thủy điện ở Việt Nam

- Kiểm tra hệ thống giám sát mực nước Nhà máy Thủy điện.
- Kiểm tra hệ thống đo lưu lượng qua tổ máy.
- Kiểm tra hệ thống các trạm đo mưa.
- Kiểm tra hệ thống đo lưu lượng qua các cửa xả tràn.
- Xác định các thông số khác tại Nhà máy Thủy điện:
- + Mực nước thượng lưu hồ thủy điện như sau:  
Mực nước dâng bình thường ▼m.  
Mực nước chết ▼m.  
Mực nước dâng gia cường ứng với lũ kiểm tra tần suất 0,02% ▼m.
- + Mực nước hạ lưu Nhà máy:  
Mực nước thấp nhất ▼m.  
Mực nước cao nhất ▼m.
- + Lưu lượng nước lớn nhất qua 1 tổ máy: m<sup>3</sup>/s.

### 1.3. Phương án kỹ thuật

#### 1.3.1. Mục tiêu

Đảm bảo giám sát theo dõi số liệu đo đạc, quan trắc tự động mực nước, lưu lượng xả, lượng mưa, trong mọi điều kiện thời tiết.

Các số liệu liên tục được truyền trực tiếp vào hệ thống giám sát tại Nhà máy và các Cơ quan quản lý nhà nước về tài nguyên nước.

Thông số có thể tra cứu dễ dàng dữ liệu quá khứ phục vụ công tác giám sát, kiểm tra.

Các thiết bị, số liệu đáp ứng yêu cầu theo thông tư 47/2017/TT-BTNMT; Nghị định 38/2016/NĐ-CP; Nghị định 114/2018/NĐ-CP.

#### 1.3.2. Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và hệ thống đo lường, giám sát

- Các đại lượng cần đo và giám sát (Thông tư 47, Nghị định 38, Nghị định 11):  
Mực nước thượng lưu.  
Mực nước hạ lưu.  
Lưu lượng nước về hồ.  
Lưu lượng nước qua cửa xả.  
Lưu lượng nước qua từng tổ máy.  
Lượng mưa tại Nhà máy.  
Tổng lưu lượng xả.  
Dung tích hồ chứa.  
Dự tính khả năng gia tăng mực nước hồ theo lưu lượng đến hồ.
- Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo tại Nhà máy  
Thiết bị đo có dải đo phù hợp với hiện trạng Nhà máy, cụ thể:  
Thiết bị đo mực nước thượng lưu có dải đo từ 0 – A m, sai số tuyệt đối không quá 2%;  
Thiết bị đo mực nước hạ lưu có dải đo từ 0 – B m, sai số tuyệt đối không quá 2%;  
Thiết bị đo lưu lượng qua tổ máy có dải đo từ 0 đến trên m<sup>3</sup>/s. Sai số tương đối không vượt quá 5% so với giá trị thực đo đối với thiết bị đo lưu lượng;  
Thiết bị đo mưa có độ chính xác ± 0,4 mm khi lượng mưa ≤ 10 mm; 4% khi lượng mưa > 10 mm;
- Camera hỗ trợ chức năng zoom, quét 360, Outdoor. Đầu ghi Camera hỗ trợ chức năng Onvif để truyền dữ liệu về hệ thống CSDL Cơ quan quản lý;
- Đối với các thiết bị đo đặc tự động mực nước, lưu lượng, dải đo phải đảm bảo không quá 15 phút 01 lần; đối với camera giám sát, tốc độ ghi hình không nhỏ hơn 01 khung hình/phút;

Các thông số theo Nghị định 114/2018/NĐ-CP: Quan trắc 2 lần một ngày vào 07 giờ, 19 giờ trong mùa kiệt; 4 lần một ngày vào 01 giờ, 07 giờ, 13 giờ và 19 giờ trong mùa lũ; trường hợp vận hành chống lũ, tần suất quan trắc, tính toán tối thiểu 01 giờ một lần, quan trắc 01 giờ 4 lần khi mực nước hồ chứa trên mực nước lũ thiết kế;

Các thông số theo Nghị định 38/2016/NĐ-CP: Quan trắc tần suất 4 lần một ngày theo giờ Hà Nội vào 01 giờ, 07 giờ, 13 giờ và 19 giờ trong mùa lũ, 2 lần một ngày vào 07 giờ, 19 giờ trong mùa cạn. Trường hợp vận hành chống lũ, tần suất quan trắc, tính toán tối thiểu một giờ một lần.

- Yêu cầu chung đối với hệ thống thiết bị và phần mềm tại Nhà máy:

Thiết bị đo hoạt động liên tục, tin cậy, kết nối và hiển thị dữ liệu đo lường trên phần mềm giám sát tại Nhà máy.

Đảm bảo kết nối và lấy dữ liệu từ các thiết bị cảm biến.

Tính toán, xử lý tín hiệu đo.

Tự động cập nhật và lưu trữ dữ liệu vào CSDL.

Hiển thị dữ liệu trên nền Web.

Tự động gửi dữ liệu về CSDL của hệ thống giám sát Cơ quan quản lý theo đúng yêu cầu.

Các loại thiết bị đo đặc phải thực hiện hiệu chuẩn, kiểm định theo quy định.

Hệ thống lắp đặt mới không ảnh hưởng đến các hệ thống hiện hữu tại Nhà máy.

### 1.3.3. Giải pháp kỹ thuật

➤ Tại nhà máy cần lắp đặt, thay thế các thiết bị:

- Đo mực nước thượng lưu.

Sử dụng thiết bị đo bằng phương pháp sóng Radar lắp đặt trên đập thượng lưu để đo khoảng cách đến mặt nước.

Dữ liệu truyền về hệ thống Nhận và truyền dữ liệu nêu trên tại phòng điều khiển trên đập tràn. Dữ liệu được phân tích và truyền về Datalogger đặt tại phòng điều khiển trung tâm Nhà máy.

- Đo mực nước hạ lưu.

Sử dụng thiết bị đo bằng phương pháp sóng Radar lắp đặt trên đập hạ lưu để đo khoảng cách đến mặt nước.

Dữ liệu truyền về hệ thống Nhận và truyền dữ liệu và được phân tích và truyền về Datalogger đặt tại phòng điều khiển trung tâm.

- Đo lưu lượng nước qua tổ máy.

+ Phương pháp đo: Thực hiện 02 giải pháp đo:

Giải pháp 1: Lấy dữ liệu qua Thiết bị đo hiện hữu của nhà máy (hoặc đầu tư thiết bị đo mới).

Giải pháp 2: Phần mềm tính toán lưu lượng qua từng tổ máy được tính toán trên quy đổi công suất phát điện của tổ máy.

+ Truyền thông và giám sát dữ liệu:

Giải pháp 1: Truyền dữ liệu về Hệ thống giám sát thông số lưu lượng qua tổ máy từ bộ AI/DI về thiết bị Datalogger đặt tại phòng điều khiển trung tâm.

Giải pháp 2: Phần mềm tính toán dựa trên các số liệu đầu vào đã biết.

Đối với dữ liệu truyền đi, có chức năng lựa chọn thông số từ Giải pháp 1 hoặc Giải pháp 2.

- Đo lưu lượng nước qua cửa xả tràn.

+ Phương pháp đo:

Với đập xả tràn:

Phương án 1: Phần mềm tự động tính toán lưu lượng nước xả tràn thông qua các thông số thiết kế và theo mực nước.

Phương án 2: Sử dụng cảm biến đo lưu lượng kèm theo thông số thiết kế.

Với đập xả cánh cung:

Phần mềm tự động tính toán lưu lượng nước xả tràn thông qua các thông số đầu vào là độ mở các cửa xả tràn.

Độ mở cửa van được đọc từ cảm biến Encoder.

+ Truyền thông và giám sát dữ liệu:

Dữ liệu chuyển về bộ lưu nhận tại phòng điều khiển tại Đập tràn và về Datalogger tại phòng điều khiển trung tâm.

Phần mềm hỗ trợ lấy dữ liệu độ mở cửa van tự động từ Encoder hoặc nhập bằng tay.

- Đo mưa tại Nhà máy: Sử dụng bộ thiết bị đo mưa dạng gàu lật, tín hiệu thu về thiết bị Nhận và truyền dữ liệu tại Thượng lưu và các điểm cần đo lưu lượng mưa rồi truyền về Thiết bị datalogger, máy tính đặt tại Phòng điều khiển trung tâm lưu trữ dữ liệu.

- Thiết bị truyền thông, xử lý số liệu.

Thiết bị nhận và truyền dữ liệu: Lắp tại phòng điều khiển đập tràn và/hoặc phòng điều khiển trung tâm. Sử dụng IPC và các modul kèm theo trên nền tảng công nghệ TwinCat. Hệ thống đảm bảo theo chuẩn công nghiệp, đảm bảo độ ổn định. Kết nối với hệ thống datalogger và máy tính thông qua giao tiếp TCP/IP.

Thiết bị datalogger, máy tính đặt tại Phòng điều khiển trung tâm lưu trữ dữ liệu, phần mềm xử lý, truyền, hiển thị nội dung: Là hệ thống máy tính công nghiệp, đảm bảo độ ổn định cao, có hệ thống dự phòng và có thể xuất backup dữ liệu ra thiết bị lưu trữ bên ngoài.

- Hệ thống truyền dữ liệu bằng hình ảnh.

Hệ thống camera: Camera IP, hỗ trợ hồng ngoại, chuẩn công nghiệp, lắp đặt ngoài trời, gồm:

Camera giám sát cửa xả tràn để quan sát thước góc mở của cửa xả tràn và dòng chảy qua cửa xả tràn.

Camera dùng quan sát mực nước thượng lưu được lắp theo dõi thước mực nước thượng lưu.

Đầu ghi hình Channel, hỗ trợ chuẩn giao thức ONVIF, có ổ cứng đáp ứng lưu trữ dữ liệu tối thiểu 30 ngày cho Camera.

Dữ liệu hình ảnh được lấy từ hệ thống camera, lưu trữ tại đầu ghi với thời gian lớn hơn 1 tháng và có thể trích xuất lưu trữ ra ngoài đồng thời cho phép cấp tài khoản để các hệ thống Cơ sở dữ liệu khác truy cập theo đúng quy định.

- Tính toán lưu lượng đến hồ, khả năng gia tăng mực nước: Phần mềm hệ thống sẽ tính toán và hiển thị, truyền số liệu (chi tiết có phụ lục kèm theo).

➤ Giải pháp truyền dữ liệu về CSDL giám sát/Cơ quan quản lý

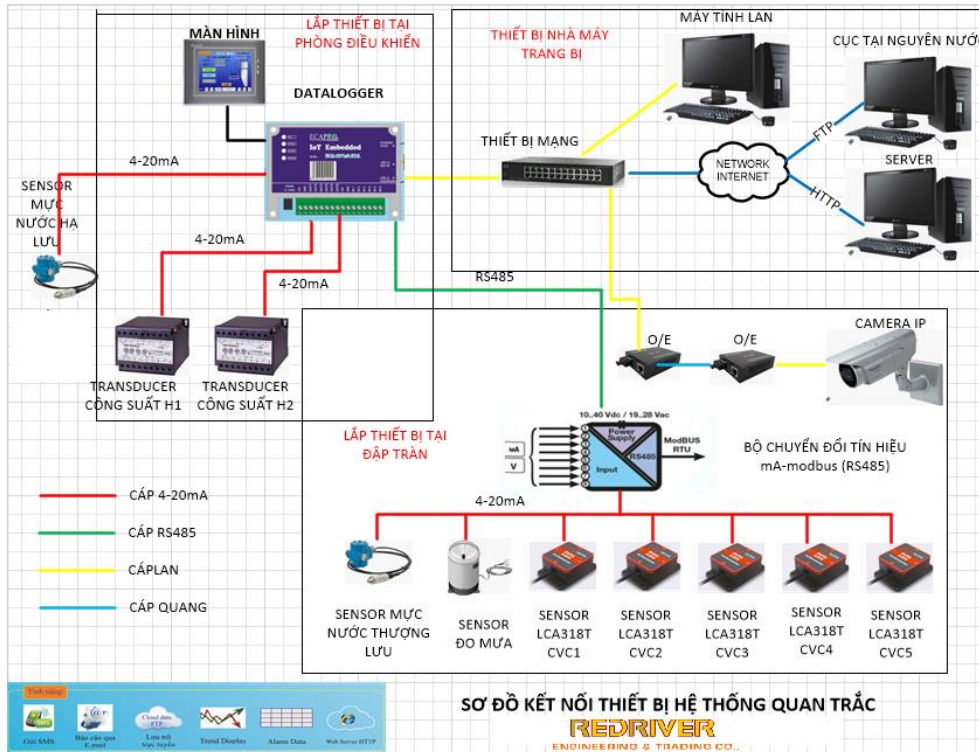
Gửi dữ liệu về CSDL giám sát theo đường truyền internet ip tĩnh hiện hữu.

Các thông số thiết lập để truyền dữ liệu đáp ứng đúng chuẩn web-request, dữ liệu dạng json, được mã hóa theo chuẩn UTF8.

Hệ thống phải đảm bảo có tính mở rộng trong việc truyền dữ liệu khi có thêm yêu cầu.

➤ Mô hình tiêu biểu hệ thống





Hình 1. Mô hình lắp đặt thiết bị và truyền dữ liệu của hệ thống giám sát

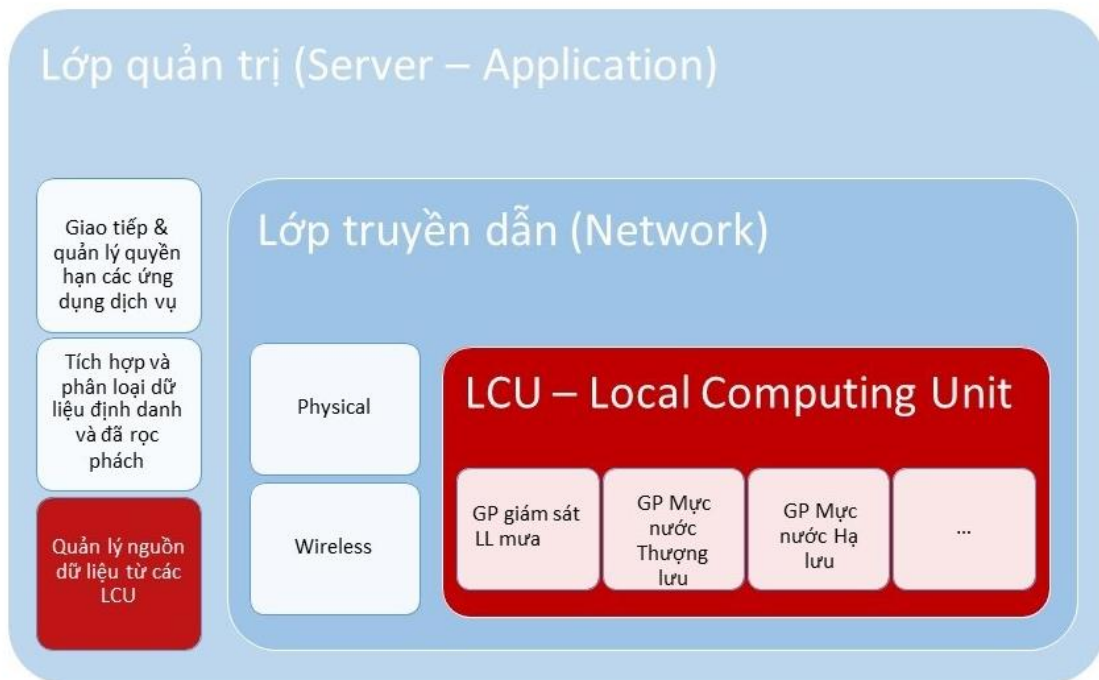
- Thiết kế mô hình tổng thể của hệ thống

## MÔ HÌNH TỔNG THỂ HỆ THỐNG QUAN TRẮC THỦY VĂN NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN



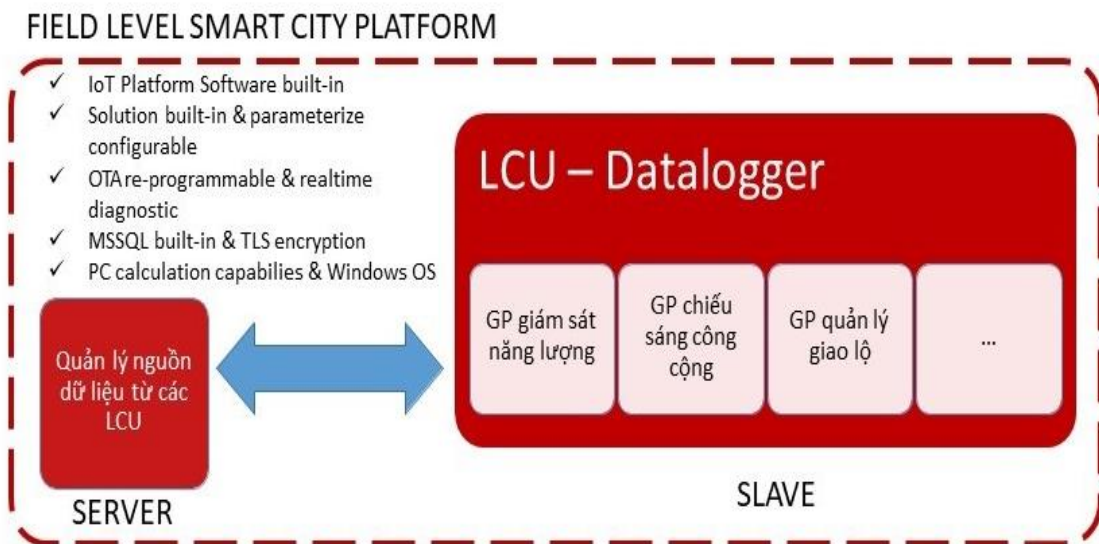
Hình 2. Mô hình tổng thể hệ thống quan trắc thủy văn nhà máy thủy điện

### CẤU TRÚC TỔNG QUÁT



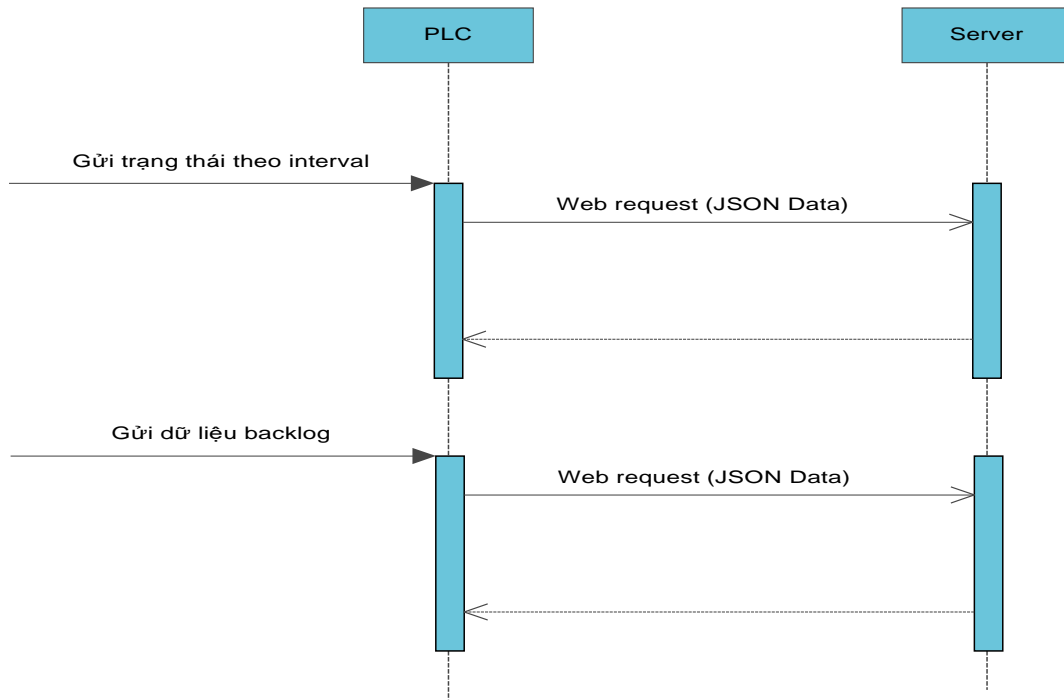
Hình 3. Cấu trúc tổng quát

### CẤU TRÚC TỔNG QUÁT - IoT PLATFORM



Hình 4. Cấu trúc tổng quát - IoT PlatForm

- Mô hình tiêu biểu cách thức truyền dữ liệu
- + Mô hình Gateway nhà máy: GGNM - Máy tính có phần mềm truyền dữ liệu tại PĐKTT. Gateway Sở Tài nguyên và Môi trường: GGS - Hệ thống thu thập dữ liệu tại Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh.



**Hình 5.** Mô hình truyền dữ liệu

Khi các GWNM cần gửi dữ liệu về GWS, các GWNM thiết lập giao thức web-request để upload các thông tin. Thông thường GWNM gửi dữ liệu về GWS trong các trường hợp sau:

Theo thời gian định trước.

Khi GWNM gửi lại dữ liệu không gửi được về GWS do mất kết nối.

+ Cách thức truyền dữ liệu

Định dạng URL:

`http://domainname/sensor_data?id=plcid&ver=1.0&time=ddMMyyyyHHmss&mode=`

x

Trong đó:

Domainname là domain của máy chủ xử lý dữ liệu.

Plcid: là id định danh của GWNM trong hệ thống.

Ver: Phiên bản định dạng dữ liệu, hiện thời là phiên bản 1.0.

time: Thời gian lấy số liệu theo định dạng ddMMyyyyHHmss.

mode: Loại dữ liệu, nhận 1 trong 2 dữ liệu:

T: Dữ liệu realtime.

B: Dữ liệu backlog.

Định dạng dữ liệu upload:

Dữ liệu upload sử dụng dạng json, mã hóa theo chuẩn UTF8, định dạng như sau:

```

{
  so_lieu_1 : gia_tri,
  so_lieu_2 : gia_tri,
  ...
  so_lieu_n : gia_tri,
}
    
```

Trong đó các so\_lieu\_1,..., so\_lieu\_n là những chỉ số cần đo đạc một số thông số cho bởi bảng sau:

**Bảng 1.** Chỉ số đo đạc

STT	Mã số liệu	Mô tả	Kiểu dữ liệu	Đơn vị
1	MN_TL	Mức nước thượng lưu	Double	Mét
2	MN_HL	Mức nước hạ lưu tại nhà máy	Double	Mét
3	MN_HO	Dự báo lưu lượng về hồ	Double	Mét
4	DT_HO	Dung tích hồ chứa hiện tại	Double	M <sup>3</sup>
5	LL_TUABIN	Lưu lượng qua tua-bin	Double	M <sup>3</sup> /s
6	LL_VE	Lưu lượng về hồ	Double	M <sup>3</sup> /s
7	LL_XATRAN	Lưu lượng xả tràn	Double	M <sup>3</sup> /s
8	LUONG_MUA	Lượng mưa hiện tại	Double	Mm

*Lưu ý:*

- Gateway nhận tín hiệu từ PLC/Datalogger thượng/hạ lưu, lưu lượng xả qua nhà máy cần phải có vùng lưu trữ dữ liệu tạm thời tại nhà máy (RAM/thẻ nhớ) trong ít nhất 3 ngày trong trường hợp có sự cố làm gián đoạn khả năng thu nhận.

- Các số liệu trên nếu không có thì không thêm vào dữ liệu json. Những số liệu nếu không được tính toán từ GWNM sẽ được tính trên GWS. Trả lời của GWS: Khi nhận được dữ liệu từ GWNM, GWS sẽ trả lời dưới dạng text như sau:

OK: Bản ghi dữ liệu phù hợp GWS đã tiếp nhận và xử lý.

E001: Lỗi sai định dạng dữ liệu.

E002: ID không phù hợp.

## 2. Vật tư thiết bị

### 2.1. Vật tư thiết bị và phần mềm

Để đáp ứng các giải pháp kỹ thuật nêu trên cần trang bị thiết bị, vật tư như bảng dưới đây:

**Bảng 2.** Danh mục vật tư, trang thiết bị

STT	Tên vật tư thiết bị	Thông số kỹ thuật	Đơn vị
1	Thiết bị đo mực nước thượng lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
2	Cảm biến đo độ mở cửa van xả tràn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
3	Cảm biến đo lưu lượng qua tổ máy	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
4	Trạm đo mưa	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
5	Số liệu đo mưa	Theo yêu cầu kỹ thuật	Trạm
6	Đường truyền quang nội bộ, vị trí lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Hệ thống
7	Bộ nhận và truyền dữ liệu thượng lưu và hạ lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
8	Cảm biến đo lường mực nước hạ lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
9	Bộ biến đổi tín hiệu AI/DI	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
10	Bộ đọc và truyền dữ liệu từ Encoder cửa van xả tràn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ

STT	Tên vật tư thiết bị	Thông số kỹ thuật	Đơn vị
11	Tủ lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
12	Máy tính chủ	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
13	Tủ Rack	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
14	Phần mềm (PMIS, HMI...) phục vụ kết nối, tính toán, hiển thị dữ liệu, lưu trữ, phân tích và gửi dữ liệu theo yêu cầu của Sở Tài nguyên và Môi trường, Cục Quản lý tài nguyên nước	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
15	Cáp cấp nguồn	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
16	Áp tô mát cấp nguồn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
17	Dây cảm chuyên	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
18	Cáp truyền thông RS485	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
19	Dây nhảy quang	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
20	Bộ biến đổi quang điện	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
21	CAMERA IP	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
22	Đầu ghi Camera	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
23	Hộp đấu dây điện ngoài trời	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
24	Dây quang 4 sợi	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
25	Switch	Theo yêu cầu kỹ thuật	Theo yêu cầu
26	Dây mạng	Theo yêu cầu kỹ thuật	Hộp
27	Gói phụ kiện lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
28	Lắp đặt, kết nối toàn bộ hệ thống	Theo yêu cầu kỹ thuật	HT
29	Kiểm định, hiệu chuẩn các thiết bị	Theo yêu cầu kỹ thuật	Gói

## 2.2. Các bước thực hiện

**Bảng 3.** Vật tư thiết bị trong các bước thực hiện

STT	Tên vật tư thiết bị	Thông số kỹ thuật	Đơn vị
1	Thiết bị đo mực nước thượng lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
2	Cảm biến đo độ mở cửa van xả tràn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
3	Cảm biến đo lưu lượng qua tổ máy	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
4	Trạm đo mưa	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
5	Số liệu đo mưa	Theo yêu cầu kỹ thuật	Trạm
6	Đường truyền quang nội bộ, vị trí lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Hệ thống
7	Bộ nhận và truyền dữ liệu thượng lưu và hạ lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ



STT	Tên vật tư thiết bị	Thông số kỹ thuật	Đơn vị
8	Cảm biến đo lường mực nước hạ lưu	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
9	Bộ biến đổi tín hiệu AI/DI	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
10	Bộ đọc và truyền dữ liệu từ Encoder cửa van xả tràn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
11	Tủ lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
12	Máy tính chủ	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
13	Tủ Rack	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
14	Phần mềm (PMIS, HMI...) phục vụ kết nối, tính toán, hiển thị dữ liệu, lưu trữ, phân tích và gửi dữ liệu theo yêu cầu của Sở Tài nguyên và Môi trường, Cục Quản lý tài nguyên nước	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
15	Cáp cấp nguồn	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
16	Áp tô mát cấp nguồn	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
17	Dây cảm chuyên	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
18	Cáp truyền thông RS485	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
19	Dây nhảy quang	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
20	Bộ biến đổi quang điện	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
21	CAMERA IP	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
22	Đầu ghi Camera	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
23	Hộp đấu dây điện ngoài trời	Theo yêu cầu kỹ thuật	Cái
24	Dây quang 4 sợi	Theo yêu cầu kỹ thuật	m
25	Switch	Theo yêu cầu kỹ thuật	Theo yêu cầu
26	Dây mạng	Theo yêu cầu kỹ thuật	Hộp
27	Gói phụ kiện lắp đặt	Theo yêu cầu kỹ thuật	Bộ
28	Lắp đặt, kết nối toàn bộ hệ thống	Theo yêu cầu kỹ thuật	HT
29	Kiểm định, hiệu chuẩn các thiết bị	Theo yêu cầu kỹ thuật	Gói

### 2.3. Các rủi ro và giải pháp khắc phục trong quá trình thi công

- Rủi ro:

Các trạm quan trắc KTTV thường ở vùng sâu vùng xa, do vậy việc vận chuyển lắp đặt thiết bị rất khó khăn.

Chưa phủ sóng 3G, 4G.

Địa hình hiểm trở phức tạp nên rất khó khăn cho việc xây dựng và lắp đặt trạm quan trắc KTTV, lắp đặt các cảm biến.

Thu thập dữ liệu phân bố trong một khoảng không gian rộng với nhiều điểm cách xa nhau

Và các khó khăn khác.

- Giải pháp:

Lựa chọn đồng bộ thiết bị và phần mềm giám sát thu thập dữ liệu KTTV đơn giản hiệu quả và dễ vận hành.

Thiết bị dễ dàng thay thế và thông dụng trên thị trường Việt Nam.

Xây dựng cơ sở hạ tầng trạm KTTV bài bản đúng chất lượng và tiêu chuẩn.

Yếu tố con người và nhân lực thi công chất lượng luôn được Sông Hồng đặt lên hàng đầu.



Tài liệu Hội thảo

## Quan trắc vật lý khí quyển phục vụ phòng chống thiên tai và thích ứng biến đổi khí hậu ở Viện Vật lý Địa cầu

Nguyễn Xuân Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

**Tóm tắt:** Trong bài này, một số công nghệ quan trắc tiêu biểu về vật lý khí quyển ở Viện Vật lý địa cầu trong những năm gần đây trong lĩnh vực dông sét và sol khí được trình bày. Các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy đã có những kết quả nghiên cứu khí tượng, khí hậu nổi bật về quy mô toàn cầu, tuy nhiên các nghiên cứu quy mô vừa và nhỏ rất cần thiết cho nhà quản lý, hoạch định chính sách sử dụng hàng ngày còn thiếu và có nhiều khoảng trống chưa được thực hiện. Chúng tôi đề xuất một số hướng công nghệ quan trắc vật lý khí quyển ở Việt Nam cần thực hiện để nghiên cứu các nội dung bao gồm: các quá trình hình thành và phát triển của các hiện tượng thiên tai nguy hiểm; phản ứng của hệ thống biển và ven biển đối với thiên tai và áp dụng sự hiểu biết đó để đánh giá về tính dễ bị tổn thương trong tương lai; cơ sở khoa học phục vụ công tác đánh giá rủi ro đa thiên tai; về vai trò của đại dương trong biến đổi khí hậu, đặc biệt quan tâm công tác dự báo các hiện tượng khí hậu cực đoan trên biển Đông.

### 1. Mở đầu

Việt Nam được xem là một trong những quốc gia dễ bị tổn thương bởi các thảm họa tự nhiên ở Đông Nam Á nói riêng và trên thế giới nói chung. Báo cáo Đánh giá Toàn cầu về Giảm thiểu rủi ro thảm họa năm 2015 của Liên Hợp Quốc công bố đã cho thấy tổng thiệt hại về mặt kinh tế của các thảm họa do tự nhiên gây ra lớn hơn rất nhiều so với các số liệu tài chính đã công bố trước đây. Về tổng thiệt hại kinh tế được đo lường bằng tiền, trung bình hàng năm trong vòng 10 năm từ 2005 đến 2014, nền kinh tế Việt Nam phải gánh chịu khoảng 5,2 tỷ USD. Trong tổng số thiệt hại này, thiệt hại kinh tế do lũ lụt gây ra chiếm tỷ phần lớn nhất với 58%. Xếp sau đó, thiệt hại kinh tế do các trận bão hàng năm gây ra khoảng 29%, xếp ở vị trí thứ hai.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan, nguy hiểm ảnh hưởng lớn tại Việt Nam cần kể đến là như bão, lụt, dông, sét, tố, lốc, rét đậm, rét hại, nắng nóng, sa mạc hóa, mưa lớn, hạn hán, bão bụi, mưa đá...Việc dự báo chính xác các hiện tượng này sẽ góp phần đáng kể giảm thiểu thiệt hại, đóng góp phát triển kinh tế xã hội.

Trong một số thập kỷ gần đây, công tác dự báo (tức thời, ngắn hạn, dài hạn) các hiện tượng thời tiết nguy hiểm có những tiến bộ đáng kể khi sử dụng máy tính hiệu năng cao để chạy mô hình dự báo. Các quan trắc với mạng lưới trạm dày đặc trên mặt đất, sử dụng thiết bị đặt trên vệ tinh đã đem lại cho ngành khoa học khí quyển nói chung và công tác dự báo nói riêng các số liệu đầu vào quý giá giúp nâng cao chất lượng nghiên cứu và dự báo.

Trong bài tham luận này, một số phương pháp quan trắc vật lý khí quyển ở Viện Vật lý địa cầu được nêu tóm tắt. Trên cơ sở tổng quan một số các chương trình, kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước trong thời gian gần đây, các hướng công nghệ quan trắc vật lý khí quyển trong thời gian tới được đề xuất dựa trên nguồn lực hiện có của Việt Nam.

### 2. Quan trắc dông sét và công nghệ phòng chống sét

Việt Nam nằm trong tâm dông châu Á có hoạt động dông sét mạnh ảnh hưởng trực tiếp lên kinh tế xã hội. Năm 2003, Viện Vật lý Địa cầu đã cho triển khai mạng trạm định vị phóng điện sét đầu tiên ở Việt Nam với quy mô gồm 8 trạm có bán kính hoạt động bao phủ

toàn bộ lãnh thổ. Thiết bị dựa trên công nghệ thời gian tới và định hướng từ trường để xác định vị trí sét đánh xuống đất. Trên cơ sở kết hợp với các nguồn số liệu truyền thống như ngày giờ dông, synop, chúng tôi đã thu được các kết quả như sau: nhóm bản đồ liên quan đến số liệu ngày giờ dông; nhóm bản đồ liên quan đến số liệu vệ tinh; bản đồ mật độ sét theo mạng lưới trạm định vị sét; Nhóm bản đồ liên quan đến các hình thế gây dông và nhóm bản đồ phân vùng hoạt động dông và mật độ sét. Các bản đồ này có thể sử dụng cho các ngành phục vụ cho các ngành điện lực, viễn thông, xây dựng, xăng dầu... trong thiết kế chống sét. Bản đồ có thể sử dụng cho ngành khí tượng trong công tác dự báo. Kết quả xử lý số liệu cho thấy hoạt động dông sét trong ngày ở nước ta diễn ra mạnh vào buổi chiều từ 14-20h. Trong năm, hoạt động dông sét xảy ra mạnh nhất vào các tháng 5,6,7 tùy theo từng khu vực. Số liệu định vị phóng điện cũng cho phép nghiên cứu các thông số khác của cơn dông như tốc độ phóng điện, vùng bao phủ, hướng di chuyển.

Trong lĩnh vực phòng chống sét, các nhà nghiên cứu của Viện Vật lý Địa cầu đã tiến hành hợp tác quốc tế và cập nhật được những kiến thức mới nhất trong lĩnh vực này. Công nghệ chống sét hiện đại dựa trên công thức nửa thực nghiệm suy diễn từ các kết quả nghiên cứu về phóng điện dài. Các kết quả cho thấy, dạng kim thu sét phát xạ sớm có vùng bảo vệ cũng chỉ như kim thu sét thông thường khi ở cùng độ cao. Dạng hệ tiêu tán điện tích hiệu quả khi bảo vệ các công trình cao (150m trở lên) khi tại đó sét đi lên là chủ yếu. Bản thân hệ tiêu tán điện tích không có vùng bảo vệ như kim thu sét thông thường.

Phương pháp đánh giá rủi ro do sét gây nên được áp dụng trong quá trình thiết kế hệ thống chống sét. Trong cách tiếp cận điều chỉnh rủi ro, mỗi nguy hiểm do sét gây nên được nhận dạng, tần số của tất cả các sự kiện rủi ro được đánh giá, hậu quả của các sự kiện rủi ro được xác định và nếu chúng lớn hơn mức rủi ro cho phép, những biện pháp bảo vệ được áp dụng nhằm giảm rủi ro xuống dưới mức cho phép. Theo phương pháp này, rủi ro R được tính theo công thức.

$$R = Npd,$$

Trong đó: N- số lần sét đánh trung bình năm, p- xác suất thiệt hại, d- lượng thiệt hại cho công trình hay thiết bị bên trong. Dạng rủi ro do sét gây nên đối với công trình cụ thể có thể bao gồm: R1- rủi ro thiệt hại về người; R2- rủi ro thiệt hại dịch vụ công cộng; R3- rủi ro mất mát di sản văn hóa; và R4- rủi ro thiệt hại về kinh tế.

Kết quả của đề tài nghiên cứu dông sét của Viện Vật lý địa cầu hiện được sử dụng trong tiêu chuẩn chống sét cho công trình xây dựng của Việt Nam từ năm 2007. Việc sửa đổi quy phạm chống sét cho một số ngành ở nước ta trong thời gian tới là cần thiết.

### 3. Công nghệ quan trắc sol khí

Sol khí có vai trò rất quan trọng ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp lên cán cân bức xạ và vì vậy tác động lên thời tiết, khí hậu. Hiệu ứng trực tiếp của sol khí là phân bố lại bức xạ sóng ngắn và sóng dài bằng tán xạ và hấp thụ không đồng đều trên khắp hành tinh. Ảnh hưởng của các quá trình này là rất lớn và vì vậy không thể không tính đến các tính chất quang học của sol khí trong các mô hình thời tiết, khí hậu. Tác động gián tiếp và cũng rất quan trọng là nó ảnh hưởng đến quá trình chuyển pha của nước trong khí quyển. Sol khí tham gia trong quá trình hình thành mây với vai trò là hạt nhân ngưng kết. Thiếu sol khí thì quá trình này sẽ trở nên khó khăn, bởi vậy mà mây và mưa liên quan trực tiếp đến sự hiện diện của sol khí trong khí quyển. Tính chất của sol khí làm thay đổi kích thước hạt trong mây, từ đó thay đổi hiệu ứng của mây lên việc phản xạ và hấp thụ ánh sáng và như vậy cũng gián tiếp ảnh hưởng đến cán cân bức xạ. Sol khí có thể là nơi để cho các phản ứng hoá học xảy ra (heterogeneous chemistry), trong đó có phản ứng quan trọng làm phá huỷ ozon tầng bình lưu.

Sol khí tác động lên môi trường và sức khỏe. Kích thước và thành phần hóa học (đặc biệt các độc tố, chất phóng xạ) là những thông số quan trọng tác động đến môi trường và sức khỏe con người. Những nghiên cứu gần đây cho thấy ở các khu vực thành phố công

nghiệp có xu hướng gia tăng bệnh ung thư phổi, rối loạn tim mạch và xu thế giảm tuổi thọ của người dân. Các kết quả quan trắc về sol khí là số liệu đầu vào cho việc nghiên cứu mối quan hệ giữa sol khí và thời tiết, khí hậu.

Báo cáo của IPCC (2013) khẳng định sol khí (và mây) đóng góp lớn vào sự bất định trong việc đánh giá cán cân bức xạ của Trái đất. Các quá trình sol khí ảnh hưởng tới khí hậu đã có những hiểu biết nhất định, tuy nhiên trong mô hình sol khí và khí hậu toàn cầu, các quá trình liên quan sol khí còn nhiều điều chưa rõ. Trên toàn cầu đóng góp độ dày quang học sol khí do con người được đánh giá là 20-40% (độ tin cậy trung bình) và từ 1/4 đến 2/3 hạt nhân ngưng kết là có nguồn gốc nhân tạo (độ tin cậy thấp). Lượng hóa các quá trình tương tác mây và sol khí vẫn là một thách thức.

Năm 2007, nhằm mục đích đẩy mạnh việc nghiên cứu đánh giá vai trò của sol khí lên thời tiết khí hậu vùng Đông Nam Á, tổ chức của Mỹ là Cơ quan hàng không vũ trụ (NASA) và một số cơ quan của các nước khu vực Đông Nam Á đã xây dựng chương trình nghiên cứu sự phản hồi ô nhiễm khí quyển khu vực Đông Nam Á (Program to Study Pollution-Meteorology Feedbacks in Southeast Asia) với tên gọi là 7 SEAS (The Seven SouthEast Asian Studies). Viện Vật lý Địa cầu đại diện cho Việt Nam tham gia chương trình nghiên cứu này. Mục tiêu của chương trình là tập trung nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của sol khí lên thời tiết, khí hậu và vì vậy có ý nghĩa đặc biệt quan trọng cho Việt Nam, nước được cho là chịu ảnh hưởng mạnh của biến đổi khí hậu toàn cầu. Các nhóm vấn đề chính của Chương trình 7SEAS bao gồm: 1, Mây và giáng thủy; 2, Vận chuyển bức xạ; 3, Phát thải nhân tạo, tự nhiên và lan truyền; 4, Hóa học khí quyển tự nhiên; 5, Khí tượng nhiệt đới-cận nhiệt đới; 6, Khả năng dự báo, cảnh báo thời tiết, khí hậu khu vực; 7, Hiệu chỉnh/Kiểm chứng.

Trong chương trình này, Viện Vật lý địa cầu đã tham gia đo đạc trong hệ thống mạng trạm đo sol khí mặt đất do NASA thiết kế bao phủ toàn cầu. Chương trình nhằm mục đích tạo cơ sở dữ liệu lâu dài về tính chất quang, vật lý vi mô và bức xạ của sol khí. Số liệu được đo đạc bao gồm trực xạ ở 8 dải phổ, tán xạ bầu trời ở 4 dải phổ. Từ các số liệu này có thể tính được độ dày quang học của sol khí, lượng hơi nước, thông số Amstron, phân bố kích thước sol khí, phân loại sol khí, albedo tán xạ đơn, hàm pha, ...Số liệu này có vai trò quan trọng trong việc đánh giá ảnh hưởng của sol khí lên thời tiết, khí hậu. Đây là một vấn đề đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu bởi hiệu ứng gián tiếp của sol khí lên mây và giáng thủy chưa được đánh giá chi tiết và có sai số cao;

Các nghiên cứu về sol khí cũng góp phần quan trọng trong việc nghiên cứu các vấn đề ô nhiễm không khí, đặc biệt là ô nhiễm xuyên biên giới. Các nghiên cứu trong thời gian tới cần thực hiện là phát triển mạng trạm tổng hợp, kết hợp mô hình dự báo quy mô nhỏ.

#### **4. Định hướng quan trắc Vật lý khí quyển trong thời gian tới**

Có những chương trình lớn nghiên cứu khí hậu toàn cầu và khu vực như WCRP, GLOBEC, IOCCP...Có thể thấy, các chương trình nghiên cứu quy luật biến đổi quy mô toàn cầu là rất quan trọng và đã có những kết quả nổi bật đạt được trong những năm qua về hiểu biết các quy mô toàn cầu. Tuy nhiên các nghiên cứu quy mô vừa và nhỏ rất cần thiết cho nhà quản lý, hoạch định chính sách sử dụng hàng ngày còn thiếu và có nhiều khoảng trống chưa được nghiên cứu. Để thực hiện phương pháp quản lý dựa trên hệ thống hệ sinh thái đòi hỏi phải có kiến thức hơn nữa về động lực học vật lý và sinh học trên quy mô khu vực.

Ở Việt Nam, trước tình hình thiên tai biến động theo chiều hướng ngày càng xấu đi dẫn đến những hậu quả khó lường, Nhà nước đã ban hành nhiều văn bản quy phạm pháp luật mới và các văn bản khác liên quan đến phòng, chống thiên tai, đặc biệt Luật phòng, chống thiên tai đã luật hóa nhiều nội dung của Chiến lược quốc gia về phòng, chống thiên tai hiện hành. Chiến lược quốc gia về phòng, chống thiên tai được ban hành và đang được rà soát, chỉnh sửa.



Trong thời gian qua, một số chương trình, dự án, đề tài nghiên cứu khoa học được triển khai gần đây đã góp phần tích cực trong công tác ứng phó biến đổi khí hậu; phòng chống giảm nhẹ thiên tai ở Việt Nam.

Các hạn chế chính của chúng ta liên quan đến nguồn nhân lực cán bộ nghiên cứu trình độ cao, hệ thống thiết bị quan trắc đồng bộ và hệ thống máy tính đáp ứng nhu cầu tính toán mô phỏng và dự báo. Ngoài ra, do kinh phí hạn chế, chúng ta chưa có các nghiên cứu đặc biệt chuyên sâu như dùng các thiết bị đặc biệt như sử dụng máy bay bay trong bão, tàu khảo sát thường xuyên các thông số khí tượng- hải dương như ở các nước tiên tiến.

Để nghiên cứu các hiện tượng biến đổi khí hậu, thiên tai, các đặc điểm khí tượng khu vực cần được làm rõ. Trải dài theo đường xích đạo, khu vực Đông Nam Á có khí hậu gió mùa chủ yếu quyết định bởi sự dao động hàng năm của dải hội tụ nhiệt đới (Inter-tropical Convergence Zone - ITCz), với mùa khô trong mùa đông phương bắc và mùa hè ẩm ướt ở lục địa. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, sự biến đổi của đại dương, vai trò của các quá trình hải dương học cần được nghiên cứu và đánh giá lại. Biến đổi khí hậu có thể làm tăng các cơn bão và nước biển dâng cao, làm cho các vùng ven biển dễ bị tổn thương hơn.

Các quy mô khí tượng từ lớn (giữa các năm như hiện tượng El Nino) đến nhỏ (đổi lưu địa phương, dòng chảy do địa hình, các cơn dông, đối lưu đơn lẻ, gió biển – lục địa) và sự tương tác giữa chúng cần được quan tâm nghiên cứu. Các quy mô trên ảnh hưởng liên kết lẫn nhau. Việc phát triển mạng lưới quan trắc về các trường khí quyển là một trong nhiệm vụ quan trọng và được coi là chiến lược chính trong nghiên cứu khí quyển. Trong thời gian qua, mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn, vật lý khí quyển ở các quốc gia ngày một phát triển về số lượng và chất lượng. Các mạng trạm có xu thế liên kết với nhau, chia sẻ số liệu và thông tin. Các thiết bị quan trắc chuyên sâu như định vị sét, rada, lidar... ngày một phát triển.

Ngoài hệ thống quan trắc đặt trên mặt đất ngày một dày đặc, các công cụ quan trắc viễn thám sử dụng vệ tinh địa tĩnh, vệ tinh cực ngày một hoàn thiện với độ phân giải cao (cả về không gian và thời gian). Có thể nói, số liệu vệ tinh đang được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành với nhiều ứng dụng khác nhau. Khối lượng số liệu ngày một đồ sộ, đa dạng với chất lượng ngày một nâng cao. Chỉ nói riêng Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ (NASA) cũng đã có tới hơn 2400 loại sản phẩm về Khoa học Trái đất. Các sản phẩm này hàng năm được bổ sung số liệu mới, cập nhật liên tục làm cho việc khai thác hiệu quả nguồn số liệu vệ tinh là vấn đề cần được quan tâm thực hiện. Trong thời gian gần đây, một số vệ tinh khí tượng, khí hậu đời mới cho phép xác định nhiều thông số khí quyển như độ ẩm, nhiệt độ, áp suất, các thành phần khí trong khí quyển. Các thông số này liên quan chặt chẽ đến các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như bão, dông sét, lũ lụt. Ví dụ gần đây vệ tinh thay thế Himawari-8 (hoạt động từ tháng 12/2014). Dựa trên các kênh phổ hồng ngoại ở 6.2 $\mu$ m, 10.4 $\mu$ m và 12.4 $\mu$ m có thể xác định được các ổ mây đối lưu gây mưa lớn với độ phân giải 0.05 độ và thời gian gần thực 10 phút /lần. Các vệ tinh quan sát Trái đất mới của NASA, vệ tinh VNREDSAT-1 của Việt Nam... đều có thể tích hợp trong cơ sở dữ liệu phòng tránh giảm nhẹ thiên tai.

Để tăng cường khả năng dự báo hiện tượng thiên tai, thích ứng với biến đổi khí hậu, tôi xin đề xuất một số phương pháp quan trắc vật lý khí quyển cần quan tâm thực hiện ở Việt Nam như sau:

- Các quan trắc sử dụng mạng trạm mặt đất và viễn thám phục vụ nghiên cứu quá trình hình thành và phát triển của các hiện tượng thiên tai nguy hiểm. Cụ thể, tập trung đánh giá ảnh hưởng của các quá trình vật lý khí quyển-hải dương ảnh hưởng đến quỹ đạo và cường độ bão, sự hình thành và phát triển của mây dông, các hiện tượng mưa lớn, nước biển dâng, lũ lụt, sạt lở đất trên đất liền. Một trong những vấn đề cần tập trung là miêu tả định lượng các quá trình và tương tác nhằm xác định lượng nước quan sát được trong khí quyển. Vai trò của nước (ở các thể rắn, lỏng, khí) trong khí quyển là rất rõ ràng, tuy nhiên cho đến nay việc hiểu biết về chu trình nước còn nghèo nàn, ví dụ, như sự vận chuyển nước ở phía trên

tăng đối lưu, sự không xác định trong thông lượng bề mặt... Các chương trình dùng phương pháp quan trắc trực tiếp và viễn thám có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu này. Với mục tiêu nghiên cứu này, mạng trạm quan trắc cần được thiết kế phù hợp bao gồm các thiết bị thông thường và đặc biệt với các đợt đo tăng cường phù hợp với mục tiêu nghiên cứu.

- Quan trắc phục vụ nghiên cứu phản ứng của hệ thống biển và ven biển đối với thiên tai và áp dụng sự hiểu biết đó để đánh giá về tính dễ bị tổn thương trong tương lai đối với thiên tai. Quá trình tương tác với hệ thống biển và ven bờ cần được quan trắc ở quy mô vừa và nhỏ, làm rõ được các đặc trưng cho từng khu vực dọc biển Đông. Trên cơ sở này có thể xây dựng các bản đồ nguy cơ, xây dựng các phương án quản lý rủi ro thiên tai cho từng địa phương.

- Sử dụng các quan trắc từ thiết bị mới (vệ tinh đời mới, radar dopple hồng ngoại, lidar phân cực, radar milimet, đo vi sóng, profile gió dopple, radar dopple phân cực, định vị sét, các phương pháp cắt lớp vô tuyến thụ động...) nhằm tạo ra các hiểu biết có tính độ phá cho công tác dự báo các hiện tượng thiên tai nguy hiểm. Các nghiên cứu cần được thực hiện bao gồm: Nghiên cứu các quá trình quan trọng trong lớp biên khí quyển trên đại dương và lục địa; Nghiên cứu phát triển mô hình dự báo bão, dông sét, nước biển dâng do bão với độ phân giải cao và đánh giá chất lượng.

- Các quan trắc phục vụ nghiên cứu về vai trò của đại dương trong biến đổi khí hậu, đặc biệt quan tâm công tác dự báo các hiện tượng khí hậu cực đoan trên biển Đông. Các định hướng ưu tiên là nghiên cứu tương tác biển-khí hậu giữa các quy mô toàn cầu, quy mô vừa và nhỏ, sự tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến vùng biển Việt Nam; Nghiên cứu đặc điểm sol khí khu vực biển Đông và lân cận, xác định ảnh hưởng của chúng đến cán cân bức xạ; Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu và các thay đổi trên đại dương, bao gồm cả hóa sinh biển và hệ sinh thái của nó; Nghiên cứu cơ sở khoa học về vai trò của đại dương phục vụ mục đích xây dựng các kịch bản khí hậu và tác động của chúng.

Để thực hiện được các mục tiêu quan trắc như trên, cần thiết thực hiện các dự án quan trắc, nghiên cứu đa ngành, đa mục tiêu phục vụ phòng chống giảm nhẹ thiên tai và thích ứng biến đổi khí hậu trong đó có tiến hành các đo đạc thường xuyên và các đợt khảo sát tăng cường sử dụng tàu biển và máy bay (kể cả máy bay không người lái) và các thiết bị quan trắc đặc biệt khác. Việc hợp tác quốc tế trong các dự án này là rất cần thiết để nâng cao tiềm lực quan trắc vật lý khí quyển của Việt Nam.



Tài liệu Hội thảo

## Nghiên cứu ứng dụng một số công nghệ viễn thám trong giám sát, dự báo tài nguyên nước

Trần Anh Phương<sup>1</sup>, Cao Hoàng Hải<sup>1</sup>, Trần Mạnh Cường<sup>1</sup>, Thái Quỳnh Như<sup>1</sup>, Phạm Nhật Anh<sup>1</sup>, Bùi Huyền Linh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học tài nguyên nước

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, công nghệ viễn thám đã có những phát triển vượt bậc, cung cấp nhiều thông tin quý giá phục vụ giám sát và dự báo tài nguyên nước (TNN). Trong bài báo này chúng tôi trình bày một số kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám trong lĩnh vực TNN của Viện Khoa học tài nguyên nước. Đầu tiên, chúng tôi tính toán chỉ số thực vật NDVI từ ảnh viễn thám MODIS cho khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn mùa khô thời kỳ 2001 - 2020. Kết quả cho thấy, chỉ số NDVI trong giai đoạn nghiên cứu phản ánh khá chính xác tình trạng hạn hán trong khu vực đặc biệt là ở các tỉnh Đắk Lắk, Đắk Nông, và Gia Lai. Tiếp theo, chúng tôi sử dụng chuỗi ảnh Landsat theo thời gian để xác định diễn biến diện tích mặt nước của các hồ chứa, phục vụ nghiên cứu hoạt động của các hồ chứa ngoài lãnh thổ trên lưu vực sông Mê Công. Kết quả tính toán cho thấy, quá trình hoạt động hồ chứa theo các tháng trong năm có thể được xác định thông qua phân tích diễn biến diện tích mặt nước, thể tích và dung tích hồ chứa. Nghiên cứu cũng cho phép xác định được giai đoạn tích nước và xả nước của các hồ chứa cũng như xác định được các năm nhiều nước và ít nước trong chuỗi số liệu quan trắc, cung cấp thông tin quan trọng cho công tác cảnh báo, dự báo tài nguyên nước trên các lưu vực sông xuyên biên giới. Cuối cùng chúng tôi nghiên cứu sử dụng kết hợp số liệu mưa vệ tinh và dự báo khí tượng để dự báo dòng chảy đến hồ chứa Bản Vẽ trên lưu vực sông Cả theo thời gian thực. Kết quả tính toán cho thấy số liệu mưa viễn thám có thể làm đầu vào cho mô hình mưa - dòng chảy phục vụ dự báo dòng chảy đến hồ chứa với kết quả tương đối tốt. Các kết quả nghiên cứu này mở ra một hướng nghiên cứu mới của viễn thám trong lĩnh vực TNN ở Việt Nam, đặc biệt ở các lưu vực sông liên quốc gia hoặc ở những lưu vực thiếu số liệu quan trắc.

**Từ khóa:** viễn thám, hạn hán, hồ chứa, liên quốc gia, tài nguyên nước.

### 1. Mở đầu

Nước là nguồn tài nguyên thiết yếu cho cuộc sống của con người, là một trong số các yếu tố then chốt để đảm bảo sự phát triển bền vững của mọi quốc gia. Với sự gia tăng của dân số và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nhu cầu sử dụng nước phục vụ sinh hoạt và phát triển kinh tế, xã hội sẽ gia tăng trong tương lai trong khi nguồn nước có xu hướng dần cạn kiệt, dẫn đến các chấp và xung đột về tài nguyên nước ngày càng căng thẳng. Để đảm bảo an ninh nguồn nước, vấn đề đánh giá, dự báo tài nguyên nước, phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước, đặc biệt là ở các lưu vực sông liên quốc gia nơi việc tranh chấp về nguồn nước giữa các quốc gia đang ngày càng gay gắt là một trong những vấn đề nhận được sự quan tâm của các nhà quản lý, nhà khoa học và người dân.

Tài nguyên nước Việt Nam chịu ảnh hưởng lớn của nguồn nước ngoài lãnh thổ. Theo thống kê, khoảng 61% tổng lượng nước trên lãnh thổ Việt Nam đến từ các nguồn nước ngoài biên giới. Do phụ thuộc lớn vào nguồn nước ngoài lãnh thổ, biến động tài nguyên nước ở Việt Nam phụ thuộc chặt chẽ vào biến động tài nguyên nước ở nước ngoài. Do vậy, việc nghiên cứu đánh giá biến động TNN trên phần lãnh thổ nước ngoài ở các lưu vực sông liên quốc gia ở nước ta là một việc làm hết sức cần thiết, đảm bảo an ninh nguồn nước. Một

trong những khó khăn nhất của việc nghiên cứu biến động TNN trên phần lãnh thổ nước ngoài là thiếu các thông tin đo đạc về TNN và các yếu tố liên quan như mưa, bốc hơi, độ ẩm, mực nước cũng như điều kiện địa hình, mặt đệm. Trong bối cảnh đó, công nghệ viễn thám với những bước phát triển vượt bậc trong thời gian qua đã mở ra nhiều cơ hội cho việc nghiên cứu biến động TNN trên các lưu vực liên quốc gia. Tuy nhiên, hiện chưa có nhiều nghiên cứu, đánh giá đầy đủ về độ chính xác cũng như khả năng ứng dụng của các sản phẩm viễn thám này trong nghiên cứu biến động TNN nói chung và biến động TNN liên quốc gia nói riêng.

Một vấn đề khác trong lĩnh vực tài nguyên nước là dự báo dòng chảy vào các hồ chứa theo thời gian thực, phục vụ cho công tác vận hành hệ thống hồ chứa/liên hồ chứa. Dự báo chính xác dòng chảy vào các hồ chứa sẽ góp phần quan trọng trong việc đảm bảo hồ chứa phát huy hết tác dụng phục vụ phát điện, phòng, chống lũ và cấp nước. Tuy nhiên, công tác giám sát và dự báo dòng chảy theo thời gian thực, phục vụ vận hành các hồ chứa chưa được nghiên cứu nhiều ở nước ta do thiếu các thông tin số liệu quan trắc và dự báo theo thời gian thực và việc xây dựng một hệ thống kết nối các thành phần bao gồm xử lý số liệu khí tượng, mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy và phân tích, xử lý, biểu diễn kết quả đầu ra còn gặp nhiều khó khăn. Đặc biệt ở những lưu vực vùng sâu, vùng xa do thiếu số liệu quan trắc, việc mô phỏng dự báo dòng chảy đến các hồ chứa còn gặp nhiều sai số. Trong bối cảnh đó, việc sử dụng số liệu mưa vệ tinh phục vụ dự báo dòng chảy đến hồ như một lựa chọn thay thế cần được nghiên cứu thấu đáo.

Trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, hạn hán diễn ra ở hầu khắp các khu vực trên cả nước, đặc biệt ở khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và đồng bằng sông Cửu Long. Mức độ thiệt hại do hạn hán gây ra thậm chí còn lớn hơn do lũ lụt. Hạn hán làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất gây ảnh hưởng có hại đến sức khỏe con người, sự phát triển kinh tế xã hội, hệ sinh thái và môi trường sống. Giám sát và cảnh báo hạn hán đóng vai trò chủ chốt trong việc giảm nhẹ những thiệt hại do hạn hán gây ra, cũng như là chủ động trong công tác phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương trong thời gian xảy ra hạn. Hạn chế lớn nhất trong công tác giám sát và cảnh báo hạn hiện nay là thiếu số liệu phục vụ đánh giá tình hình hạn hán ở những khu vực xa xôi, hẻo lánh, hay đánh giá trên phạm vi rộng, do mạng lưới trạm quan trắc khí tượng thủy văn còn tương đối thưa thớt. Vì vậy, với việc ngày càng có nhiều kỹ thuật viễn thám mới và tinh vi hơn được phát triển, chất lượng và số lượng dữ liệu viễn thám cũng tăng lên đáng kể, giám sát hạn hán thông qua dữ liệu viễn thám đang trở nên khá phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới.

Trước những yêu cầu và đòi hỏi trên, bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu của Viện Khoa học tài nguyên nước sử dụng các nguồn số liệu viễn thám khác nhau phục vụ nghiên cứu lĩnh vực tài nguyên nước bao gồm: giám sát hạn hán ở khu vực Tây Nguyên, nghiên cứu diễn biến mực nước hồ chứa ngoài lãnh thổ thuộc lưu vực sông Hồng và sông Mê Công, và dự báo dòng chảy vào hồ chứa Bản Vẽ trên sông Cả theo thời gian thực.

## **2. Ứng dụng công nghệ viễn thám phục vụ giám sát hạn hán ở khu vực Tây Nguyên**

### *2.1. Khu vực nghiên cứu*

Vùng Tây Nguyên là khu vực với địa hình cao nguyên bao gồm nhiều tỉnh, xếp theo thứ tự vị trí địa lý từ đầu xuống cuối gồm Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng. Đây là một trong những địa bàn giữ vị trí quan trọng về kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng khu vực miền Trung, Việt Nam. Khí hậu Tây Nguyên có hai mùa rõ rệt mùa khô và mùa mưa. Mùa khô nóng hạn, thiếu nước trầm trọng, mùa mưa nóng ẩm, tập trung 85-90% lượng mưa của cả năm.

### *2.2. Phương pháp nghiên cứu*

### 2.2.1. Tính toán chỉ số NDVI

Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu và công cụ xử lý trên công cụ Google Earth Engine (GEE). Công cụ này giúp xử lý khối lượng dữ liệu lớn với thời gian ngắn hơn và kết quả chính xác tốt. GEE cho phép người dùng viết các đoạn code lập trình để tự động xử lý thông tin trên máy chủ của Google và do đó không phải tốn tài nguyên máy tính và cho kết quả gần như ngay lập tức. Với dữ liệu là ảnh vệ tinh MODIS, chỉ số NDVI đã được xử lý sẵn dựa trên các yếu tố khí quyển, các yếu tố liên quan đến mây, bóng mây cũng như mặt nước và là một band trong tập ảnh MODIS/006/MOD13Q1. Việc truy xuất dữ liệu NDVI được thực hiện trực tiếp bằng cách chọn band NDVI trong tập ảnh MODIS. Tập ảnh MODIS/006/MOD13Q1 tập hợp tất cả các ảnh vệ tinh từ 18/2/2000 đến nay, là một kho dữ liệu lớn phù hợp cho việc nghiên cứu đối tượng với yêu cầu về chuỗi thời gian dài, mà hạn hán là một trong những đối tượng tiêu biểu nhất.

### 2.2.2. Xác định mối quan hệ giữa chỉ số NDVI và SPI

Chỉ số SPI (McKee, 1995) thường được sử dụng như là một chỉ thị cho sự bắt đầu của một đợt hạn (Hao, 2013), trong khi đó NDVI được dùng trong việc đánh giá mức độ ảnh hưởng của hạn hán lên cây trồng. Do đó, trong nghiên cứu này, NDVI tính toán từ dữ liệu viễn thám được so sánh với SPI trong mùa khô vừa để kiểm nghiệm chỉ số NDVI và đánh giá mối quan hệ giữa hai chỉ số này tạo đầu vào cho các mô hình dự báo, cảnh báo hạn hán.

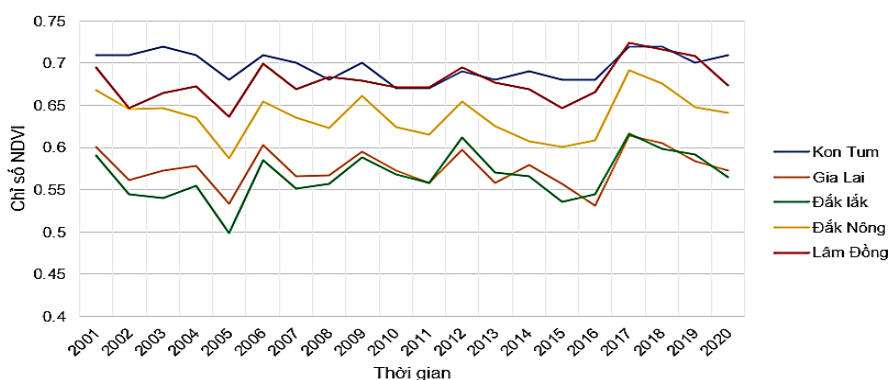
Cặp chỉ số NDVI và SPI được so sánh trường hợp bao gồm (i) so sánh trên toàn mùa khô; (ii) so sánh trong các tháng trong mùa khô; (iii) so sánh giữa SPI tháng trước và NDVI tháng hiện tại. Ngoài ra, để xác định và đánh giá chi tiết mối quan hệ giữa các cặp biến trên, chỉ số SPI trong nghiên cứu cũng được tính toán trên các khung thời gian khác nhau bao gồm 1, 3, 6, 12 tháng tương đương với chỉ số SPI1, SPI3, SPI6 và SPI12.

Do dữ liệu thực đo chưa được cập nhật đến thời điểm tính toán của NDVI, chúng tôi đã sử dụng số liệu mưa vệ tinh CHIRPS để tính toán chỉ số SPI. Cách tiếp cận này cũng được nhiều nghiên cứu sử dụng và cho kết quả khả quan (Fei Gao 2018, Gao Huo 2017, Zambrano 2017).

## 2.3. Kết quả

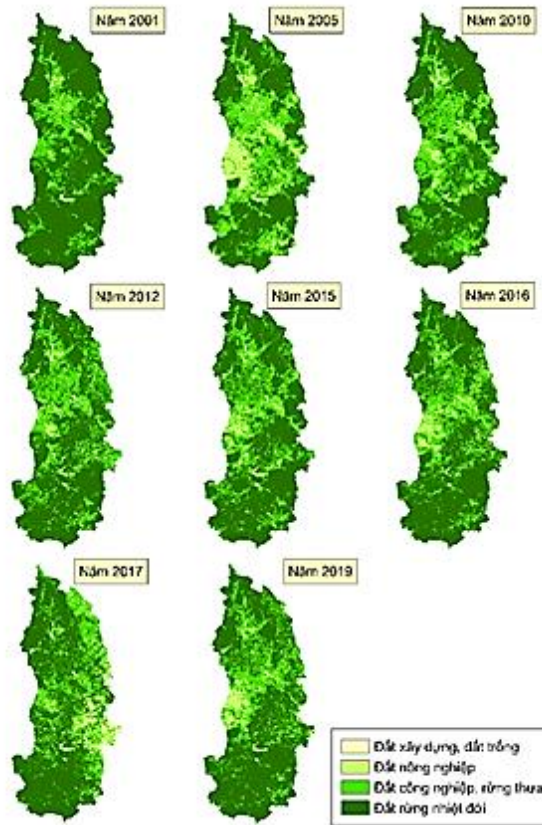
### 2.3.1. Phân bố theo không gian và thời gian của NDVI

Chỉ số NDVI theo thời gian của các tỉnh khu vực Tây Nguyên được thể hiện trong Hình 1. Qua nghiên cứu, nhìn chung khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn 2001 – 2020 có một số thời điểm chỉ số NDVI khá thấp so với trung bình nhiều năm, cụ thể là vào mùa khô các năm 2005, 2011, 2015, 2016 và 2020. Tại mỗi địa phương thuộc khu vực Tây Nguyên tuy chỉ số NDVI có sự biến động không hoàn toàn giống nhau nhưng về cơ bản chỉ số NDVI tính toán cho các tỉnh phù hợp với tình trạng hạn hán xảy ra tại các địa phương này, đặc biệt như Đắk Lắk, Đắk Nông, Gia Lai.



**Hình 1.** Diễn biến NDVI trung bình năm theo thời gian từ năm 2001 - 2020 tại các tỉnh Tây Nguyên



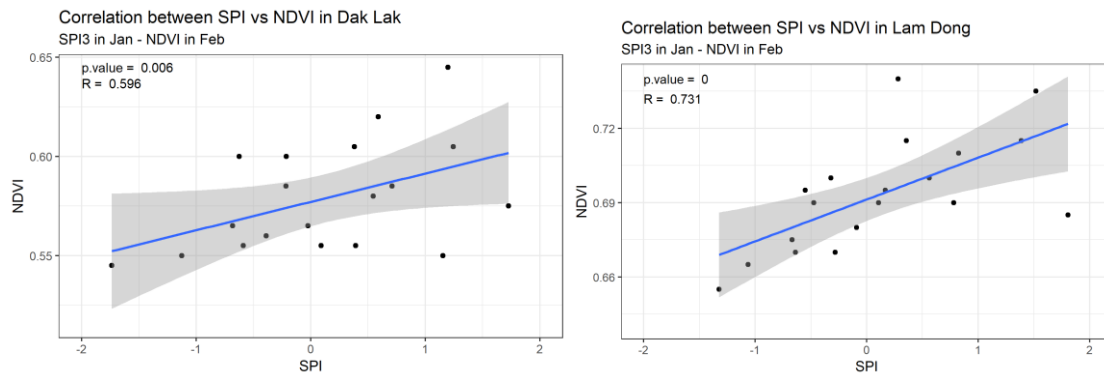


**Hình 2.** Bản đồ chỉ số NDVI trung bình khu vực Tây Nguyên qua các năm

Để có cái nhìn tương quan về mức độ khô hạn của các tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên, chỉ số NDVI được thể hiện theo không gian bằng các bản đồ theo từng năm ở Hình 2. Qua các bản đồ thăm phủ khu vực Tây Nguyên có thể nhận thấy diện tích thảm thực vật biến đổi nhiều nhất tại các vùng thuộc tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk. Điều này được thể hiện rõ khi so sánh bản đồ thăm phủ năm 2001 và năm 2005, bản đồ năm 2016 và 2017. Trong 10 năm gần đây khu vực phía Nam Tây Nguyên bao gồm các tỉnh Đắk Nông, Lâm Đồng ít chịu ảnh hưởng bởi hạn hán hơn các tỉnh phía Bắc. Diện tích rừng rậm, rừng nhiệt đới giai đoạn sau giảm sút so với giai đoạn trước và được thay thế bằng các diện tích nông nghiệp, rừng thưa hay khu vực đất trồng, đất xây dựng. Ngoài nguyên nhân khai thác rừng, chuyển đổi đất rừng làm nương rẫy thì hạn hán cũng là nguyên nhân ảnh hưởng không nhỏ khiến diện tích rừng bị giảm.

### 2.3.2. Môi quan hệ của NDVI và SPI

Kết quả tính toán cho thấy NDVI và SPI không thể hiện sự tương quan đáng kể khi xét khung thời gian cả mùa khô. Khi xét tương quan từng tháng trong mùa khô, hai chỉ số này thể hiện tương quan khá tốt ( $R \geq 0,45$ ,  $p \leq 0,01$ ) ở các tháng giữa mùa khô, đặc biệt là tháng 2 và tháng 4, thì các tháng đầu mùa khô chỉ số tương quan đều nhỏ hơn 0,25 và không có ý nghĩa về mặt thống kê. Khi so sánh SPI trong tháng trước và NDVI ở tháng hiện tại, chỉ có cặp SPI3-NDVI thể hiện sự tương quan cao ở các tháng giữa mùa khô, và thậm chí còn nhỉnh hơn so với trường hợp so sánh cùng tháng. Một số khu vực như Đắk Lắk, Gia Lai hay Lâm Đồng ghi nhận sự tương quan khá chặt ( $R \geq 0,5$ ,  $p \leq 0,01$ ) (Hình 3). Môi quan hệ giữa SPI và NDVI cũng không thể hiện sự đồng nhất ở các cặp so sánh. Trong khi cặp SPI3-NDVI có hệ số tương quan trung bình khá cao ( $0,5 \leq R \leq 0,7$ ), thì cặp SPI1-NDVI lại không thể hiện mối quan hệ tuyến tính có ý nghĩa. Cặp SPI6-NDVI và SPI12-NDVI chỉ có hệ số tương quan tốt trong tháng 4.

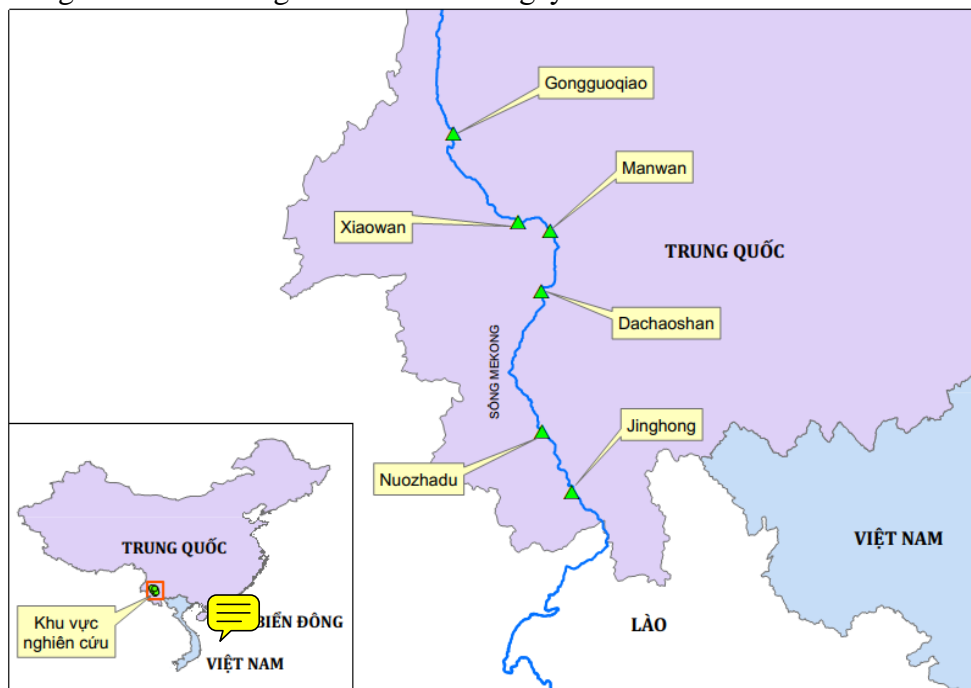


**Hình 3.** Sự tương quan của SPI3 (tháng 2) - NDVI (tháng 3) ở Đắk Lắk và Gia Lai trong giai đoạn 2001-2020

### 3. Nghiên cứu biến động tài nguyên nước mặt trên các hồ chứa thuộc sông Mê Công sử dụng ảnh Landsat

#### 3.1. Số liệu ảnh viễn thám

Nghiên cứu này sử dụng công cụ GEE trích xuất và phân tích ảnh viễn thám Landsat để nghiên cứu biến động của 6 hồ thủy điện trên phần địa phận Trung Quốc của sông Mê Công bao gồm: Gongguoqiao, Xiaowan, Manwan, Dachaoshan, Nuozhadu, Jinghong (Hình 4) trong thời gian từ ngày 1/1/2015 đến 29/2/2020.



**Hình 4.** Vị trí các hồ chứa trên sông Mê Công thuộc địa phận Trung Quốc

#### 3.2. Các bước tiến hành xác định biến động mặt nước từ ảnh Landsat

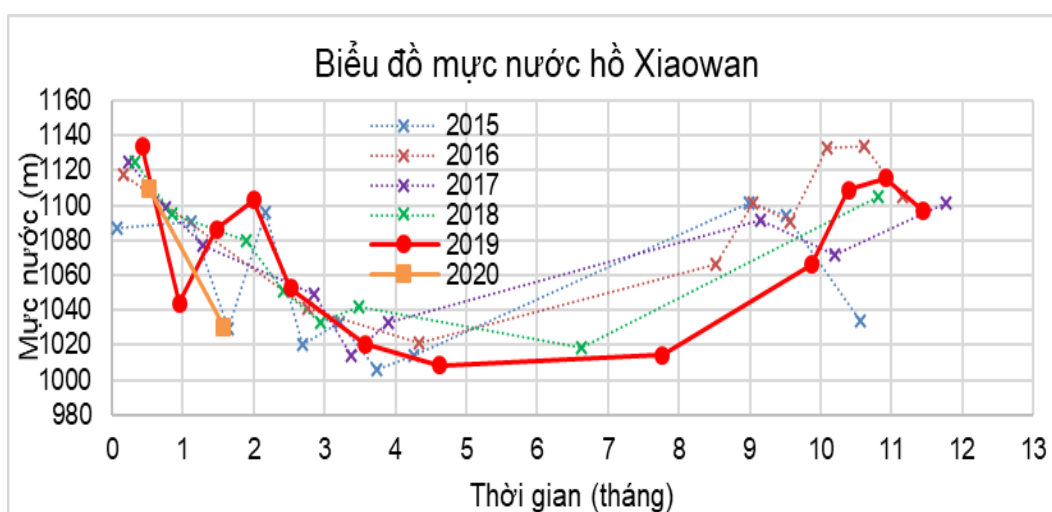
- Xác định chỉ số khác biệt chuẩn hoá về nước (Normalized Difference Water Index, NDWI): Trong Google Earth Engine, chỉ số NDWI được tính thông qua hàm normalizedDifference () từ các band ảnh B3 (green) và B5 (NIR) theo công thức sau:  $(B3 - B5) / (B3 + B5)$ .

- Tính diện tích các khu vực là nước trong ảnh Landsat: Các pixel là mặt nước được lọc ra trong Google earth engine. Diện tích mặt nước là tổng diện tích các pixel đã được lọc nhân với độ phân giải của ảnh, việc tính toán này được thực hiện bằng hàm ee.Image.pixelArea ().

- Xây dựng quan hệ giữa diện tích mặt nước – mực nước – dung tích của các hồ chứa: Sử dụng số liệu địa hình (DEM) trước khi các hồ chứa được xây dựng để thiết lập phương trình quan hệ giữa diện tích mặt nước – mực nước – dung tích cho từng hồ, phục vụ xác định mực nước và dung tích từng hồ từ diện tích mặt nước.

### 3.3. Kết quả tính toán

Diễn biến dung tích các hồ chứa trên sông Mê Công nhìn chung có xu thế như hồ Xiaowan dưới đây. Có thể nhận thấy các hồ chứa Trung Quốc thường bắt đầu xả nước từ cuối tháng 1 và đến cuối tháng 5 thì hầu hết mực nước các hồ đạt giá trị thấp nhất. Trong khoảng thời gian từ tháng 6 đến tháng 8, các hồ từ từ tích nước. Từ tháng 8 đến tháng 1 các hồ vận hành tích nước. Các hồ thường đầy nước vào giai đoạn từ tháng 11 đến đầu tháng 1. Kết quả tính toán đến giữa tháng 2/2020 cho thấy mực nước các hồ chứa Trung Quốc trên sông Mê Công đã thấp hơn mực nước hồ trung bình hàng năm. Lượng xả của các hồ chứa Trung Quốc xuống hạ lưu tương đối lớn trong các tháng 1, 2.

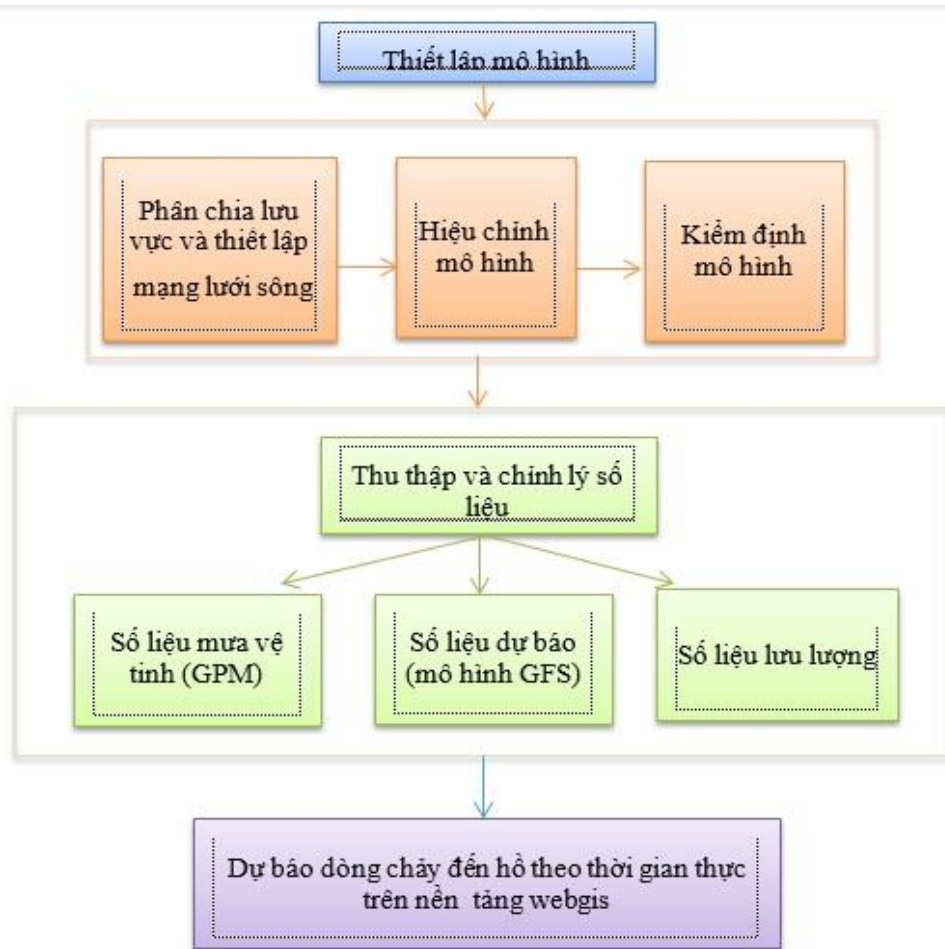


Hình 5. Biến động mực nước hồ Xiaowan trên sông Mê Công

## 4. Ứng dụng công nghệ viễn thám trong dự báo dòng chảy đến hồ chứa theo thời gian thực

### 4.1. Phương pháp nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là lưu vực hồ thủy điện Bản Vẽ nằm ở thượng nguồn lưu vực sông Cả. Thủy điện Bản Vẽ là công trình thủy điện lớn nhất khu vực Bắc miền Trung và trên địa bàn tỉnh Nghệ An, đóng một vai trò hết sức quan trọng trong công tác điều tiết tác động về hạ du là tăng dòng chảy mùa kiệt và cắt đỉnh lũ trong mùa mưa. Các bước tiến hành dự báo theo thời gian thực dòng chảy đầu vào hồ chứa được trình bày ở hình dưới đây. Mục tiêu nghiên cứu là sử dụng các số liệu mưa vệ tinh từ hệ thống GPM và số liệu mưa bốc hơi dự báo từ mô hình GFS làm dữ liệu đầu vào cho mô hình thủy văn HEC - HMS để mô phỏng và dự báo dòng chảy đến hồ Bản Vẽ. Quá trình dự báo dòng chảy theo thời gian thực gồm 2 giai đoạn chính bao gồm: 1) Thiết lập mô hình mô phỏng dòng chảy đến hồ sử dụng mô hình HEC-HMS và 2) Dự báo thời gian thực. Ở giai đoạn đầu, mô hình HEC-HMS cho lưu vực hồ Bản Vẽ sẽ được chia thành các tiểu lưu vực kết nối với nhau bởi mạng lưới các sông. Số liệu đầu vào cho mô hình là số liệu mưa vệ tinh GPM và số liệu bốc hơi tại trạm Thực Giám. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định sử dụng lưu lượng đến hồ Bản Vẽ. Tiếp đó, mô hình HEC-HMS sau khi được hiệu chỉnh sẽ được sử dụng phục vụ dự báo thời gian thực. Số liệu đầu vào cho mô hình trong giai đoạn này là số liệu mưa vệ tinh GPM, số liệu mưa và bốc hơi dự báo từ mô hình GFS.

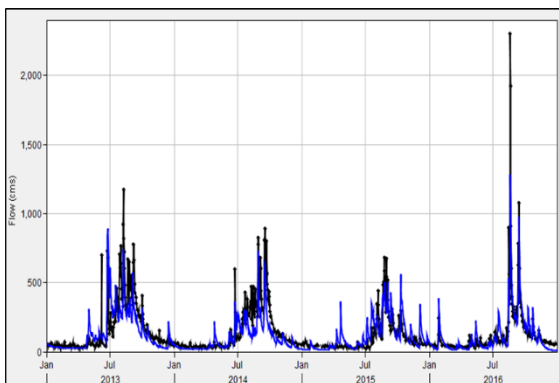


**Hình 6.** Sơ đồ hóa hệ thống nghiên cứu dòng chảy vào hồ Bản Vẽ

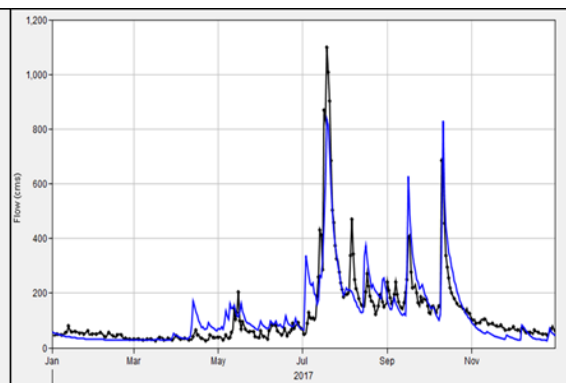
## 4.2. Kết quả nghiên cứu

### 4.2.1. Kết quả mô phỏng dòng chảy

Nghiên cứu tiến hành hiệu chỉnh mô hình sử dụng số liệu khí tượng và lưu lượng từ năm 2013 đến năm 2016 và kiểm định mô hình sử dụng số liệu năm 2017 nhằm xây dựng một bộ thông số phù hợp với đặc trưng của lưu vực, phục vụ dự báo dòng chảy đến hồ theo thời gian thực một cách chính xác nhất. Số liệu đầu vào cho từng tiểu lưu vực của mô hình HEC-HMS là số liệu mưa vệ tinh toàn cầu GPM và số liệu bốc hơi tại trạm Thực Giám trong giai đoạn 2013-2017.



**Hình 7.** Hiệu chỉnh mô hình (Xanh: Tính toán; Đen: Thực đo)



**Hình 8.** Kiểm định mô hình (Xanh: Tính toán; Đen: Thực đo)



Hình 7 và 8 trình bày kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình HEC-HMS. Kết quả hiệu chỉnh cho thấy đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán khá tốt. Trong giai đoạn kiểm định mô hình từ năm 2013-2016 với các chỉ số Nash đạt 0.654, chỉ số RMSE đạt 0.6 và sai số tổng lượng 9.3%. Đỉnh xả tính toán và thực đo gần như trùng khớp nhau trong hầu hết các trường hợp. Tuy nhiên, tại đỉnh lũ năm 2016 đỉnh lũ mô phỏng thấp hơn đỉnh lũ thực đo đáng kể. Nguyên nhân là do đỉnh lũ năm 2016 gây ra bởi cường độ mưa lớn tập trung trong vài giờ trong khi số liệu mưa sử dụng trong mô hình HEC-HMS là số liệu mưa ngày không phản ánh được sự thay đổi cường độ mưa trong ngày. Kết quả kiểm định mô hình cho thấy đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán khá trùng khớp nhau với chỉ tiêu Nash đạt 0.794 và sai số tổng lượng đạt 3.7%. Đỉnh lũ tính toán và thực đo xuất hiện trùng khớp nhau vào lúc 00 giờ ngày 19/7/2017. Sai khác giữa đỉnh lũ thực đo và tính toán nhỏ hơn 10%. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy mô hình hoàn toàn đáng tin cậy, phù hợp để dự báo dòng chảy đến hồ theo thời gian thực. Kết quả tính toán cũng cho thấy số liệu mưa vệ tinh toàn cầu có thể được sử dụng để mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy ở các lưu vực không có trạm đo mưa hoặc có trạm đo mưa nhưng mật độ trạm thưa thớt.

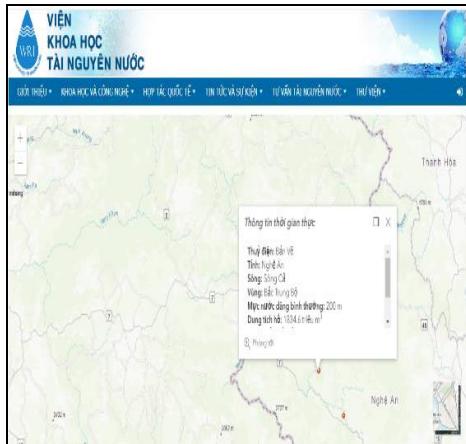
#### 4.2.2. Giám sát và dự báo dòng chảy đến hồ Bản Vẽ theo thời gian thực

Sau khi được hiệu chỉnh, kiểm định, mô hình HEC-HMS sẽ được sử dụng để phục vụ dự báo theo thời gian thực. Bảng 4 dưới đây trình bày một ví dụ về kết quả nghiên cứu dự báo dòng chảy đến hồ Bản Vẽ theo thời gian thực sử dụng số liệu mưa vệ tinh (GPM), cùng số liệu mưa, bốc hơi dự báo từ mô hình GFS để dự báo dòng chảy đến hồ bản vẽ từ ngày 22 đến 24 tháng 3 năm 2020. Kết quả phân tích so sánh sẽ được cập nhật trên website <http://wri.vn/pages/ho-chua.aspx> của Viện Khoa học Tài nguyên nước. Đồng thời với kết quả dự báo dòng chảy đến hồ, các thông tin quan trắc theo thời gian thực về lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả, mực nước thượng lưu và hạ lưu đập cũng sẽ được tải về từ trang thông tin hồ chứa của EVN để cung cấp thông tin cho người dùng. Thông tin số liệu sẽ được cập nhật tự động 4 lần 1 ngày để cập nhật thông tin trạng thái hiện trạng cũng như kết quả dự báo dòng chảy vào các hồ chứa. Để đảm bảo phục vụ theo dõi và giám sát một cách trực quan, thông tin số liệu được hoạt động trên nền tảng WebGIS. Giao diện WebGIS chủ đạo được thể hiện như ở Hình 9. Người sử dụng có thể linh hoạt chuyển đổi giữa 2 loại bản đồ nền dạng ảnh chụp vệ tinh và bản đồ địa hình. Vị trí các hồ chứa được tải lên bản đồ WebGIS dưới dạng một lớp bản đồ dạng điểm mô tả thuộc tính các hồ chứa. Các thuộc tính này bao gồm: Tên công trình thủy điện, vị trí xây dựng, mực nước dâng bình thường, dung tích hồ chứa, chiều cao đỉnh đập, công suất thiết kế, năm bắt đầu hoạt động (Hình 10). Khi click vào đường link thông tin hồ chứa, 2 nhóm đồ thị liên quan đến hồ chứa sẽ được hiện ra bao gồm: 1) Nhóm biểu đồ lưu lượng đến hồ dự báo, lưu lượng đến hồ quan trắc và lưu lượng xả theo thời gian thực; 2) Nhóm biểu đồ mực nước hồ trước và sau đập quan trắc theo thời gian thực (Hình 11).



**Hình 9.** Giao diện WebGIS của hệ thống cảnh báo và dự báo dòng chảy đến các hồ chứa





**Hình 10.** Bản đồ WebGIS thể hiện thông tin thuộc tính của hồ chứa



**Hình 11.** Các thông báo về tình trạng hồ chứa

## 5. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày kết quả ứng dụng công nghệ viễn thám trong 1) xác định hoạt động của hệ thống hồ chứa Trung Quốc trên lưu vực sông Mê Công, 2) giám sát hạn hán ở khu vực Tây Nguyên và 3) dự báo dòng chảy đầu vào hồ chứa theo thời gian thực. Sử dụng chuỗi ảnh Landsat theo thời gian, nghiên cứu đã xác định được quá trình hoạt động hồ chứa trên lãnh thổ Trung Quốc thuộc lưu vực sông Mê Công theo các tháng trong năm, xác định được giai đoạn tích nước và xả nước của các hồ chứa cũng như các năm nhiều nước và ít nước, phục vụ đắc lực cho công tác qui hoạch, quản lý và dự báo biến động tài nguyên nước trên các lưu vực sông.

Nghiên cứu dự báo dòng chảy đến các hồ chứa thủy điện nói chung và hồ Bản Vẽ nói riêng đóng một vai trò quan trọng công tác điều tiết phát điện, phòng lũ và cấp nước hạ du. Nghiên cứu này xây dựng một bộ công cụ giám sát và dự báo dòng chảy đến các hồ chứa theo thời gian thực trên nền tảng WebGIS. Số liệu mưa và bốc hơi phục vụ mô phỏng, dự báo dòng chảy sử dụng số liệu vệ tinh toàn cầu GPM và kết quả mô phỏng của mô hình dự báo khí tượng GFS, thử nghiệm cho lưu vực hồ Bản Vẽ. Kết quả tính toán cho thấy số liệu mưa vệ tinh GPM có thể dùng làm đầu vào cho mô hình thủy văn, mô phỏng tương đối tốt dòng chảy đến hồ chứa, đặc biệt ở các lưu vực không có trạm đo mưa hoặc mật độ trạm còn thưa thớt.

Trong nghiên cứu về hạn hán ở khu vực Tây Nguyên, chỉ số thực vật NDVI cho khu vực Tây Nguyên, Việt Nam đã được tính toán từ dữ liệu viễn thám. Kết quả cho thấy, trong giai đoạn 2001 – 2020, chỉ số NDVI đạt giá trị thấp vào mùa khô các năm 2005, 2011, 2015, 2016 và 2020, đặc biệt thể hiện rõ như các tỉnh Đắk Lắk, Đắk Nông, Gia Lai. Kết quả này khá tương đồng với tình hình thực tế khi thời điểm giá trị NDVI nghiên cứu thấp nhất tương ứng với thời điểm mà các địa phương xuất hiện tình trạng khô hạn nặng (vào năm 2005, 2015, 2016 ở tỉnh Đắk Lắk, Đắk Nông, mùa khô các năm 2005, 2011, 2013, 2016 ở tỉnh Gia Lai). Mặc dù kết quả nghiên cứu mới chỉ xét đến mức độ, chứ chưa xét đến khoảng thời gian của các đợt hạn, tuy nhiên, những kết quả nêu trên đã bước đầu cung cấp được cơ sở khoa học trong việc sử dụng dữ liệu viễn thám trong giám sát và dự báo hạn trên diện tích rộng.

## Tài liệu tham khảo

1. AghaKouchak, A., Farahmand, A., Melton, F.S., Teixeira, J., Anderson, M.C., Wardlow, B.D. and Hain, C.R., 2015. Remote sensing of drought: Progress, challenges and opportunities. *Reviews of Geophysics*, 53(2), pp.452-480

2. Gao, F., Zhang, Y., Ren, X., Yao, Y., Hao, Z., & Cai, W. (2018). Evaluation of CHIRPS and its application for drought monitoring over the Haihe River Basin, China. *Natural Hazards*, 92(1), 155-172.
3. Guo, Hao, Anming Bao, Tie Liu, Felix Ndayisaba, Daming He, Alishir Kurban, and Philippe De Maeyer. "Meteorological drought analysis in the Lower Mekong Basin using satellite-based long-term CHIRPS product." *Sustainability* 9, no. 6 (2017): 901.
4. Hao, Z., & AghaKouchak, A. (2013). Multivariate standardized drought index: a parametric multi-index model. *Advances in Water Resources*, 57, 12-18.
5. McKee TB, Doesken NJ, Kleist J. (1995). Drought monitoring with multiple time scales. *Proceedings of the 9th conference on Applied Climatology*. AMS: Boston, MA; 233–236
6. Mishra, A.K. and Singh, V.P., (2011). Drought modeling—A review. *Journal of Hydrology*, 403(1-2), pp.157-175.
7. Nguyễn Văn Thắng, 2014, Nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo hạn hán cho Việt Nam với thời hạn đến 3 tháng. Chương trình kh&cn trọng điểm cấp nhà nước – KC.08/11-15.
8. Rhee, J., Im, J. and Carbone, G.J., (2010). Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 114(12), pp.2875-2887
9. Sánchez, N., González-Zamora, Á., Martínez-Fernández, J., Piles, M. and Pablos, M., (2018). Integrated remote sensing approach to global agricultural drought monitoring. *Agricultural and forest meteorology*, 259, pp.141-153
10. Zambrano, Francisco, Brian Wardlow, Tsegaye Tadesse, Mario Lillo-Saavedra, and Octavio Lagos. "Evaluating satellite-derived long-term historical precipitation datasets for drought monitoring in Chile." *Atmospheric Research* 186 (2017): 26-42



Tài liệu Hội thảo

## Công nghệ đo đạc quan trắc vận tốc và lưu lượng tự động theo nguyên lý vô tuyến không tiếp xúc

Công ty TNHH Triệu Hà; Email: info@trieuha.com.

### 1. Sơ lược hiện trạng công nghệ đo các yếu tố thủy văn hiện nay tại Việt Nam

#### 1.1. Mục nước

Thực tế công tác quan trắc mực nước hiện nay trên toàn mạng lưới trạm thủy văn thuộc hệ thống trạm cơ bản trên toàn quốc tồn tại nhiều công nghệ đo khác nhau từ thủ công, bán tự động đến tự động hoàn toàn. Trong tổng số 354 trạm thủy văn đều quan trắc yếu tố mực nước, có 81 trạm đo thủ công hoàn toàn, 99 trạm bán tự động (đo thủ công kết hợp với máy tự ghi mực nước) và 174 trạm đo mực nước tự động.

- Quan trắc mực nước bằng máy đo mực nước: là máy tự ghi mực nước cơ học trên giản đồ giấy cho độ chính xác khá cao. Máy có thể được tích hợp với bộ ghi dữ liệu điện tử để ghi số liệu vào bộ nhớ và xuất ra máy tính lập biểu bảng, biểu đồ.

- Phương pháp đo mực nước tự động: Tại Việt Nam hiện nay trong tổng số 174 trạm tự động sử dụng các nguyên lý khác nhau cụ thể:

+ Đo theo nguyên lý đo áp lực (58 trạm): Đầu đo áp lực là một cảm biến thông minh, cho phép đo chính xác mực nước, dữ liệu truyền về có độ tin cậy cao, nó hoạt động theo nguyên tắc: Trọng lượng thủy tĩnh tạo ra áp lực và bộ chuyển đổi áp lực trong tín hiệu điện tương ứng với mực nước. Cảm biến được đặt chìm trong nước ở mực nước dự kiến tối thiểu. Cảm biến áp lực này được cài đặt bên trong giếng hoặc trực tiếp tại bờ sông. Đầu đo áp lực có thể đặt trực tiếp tại tuyến đo mà không cần xây dựng công trình, tuy nhiên đầu đo này rất hay bị bám bùn cát, rất nhanh hỏng, nên tại Việt Nam hầu hết các trạm đều xây giếng đặt đầu đo nhằm tăng tuổi thọ của đầu đo.



Hình 1. Đầu dò áp lực được đặt bên trong giếng hoặc bờ sông

+ Đo theo nguyên lý siêu âm (14 trạm): Phương pháp này hoạt động trên nguyên lý: Cảm biến phát ra xung siêu âm đối với bề mặt nước và tiếp nhận xung trở lại, các thiết bị điện tử tiếp nhận các xung. Cảm biến thường được cài đặt trên cầu kết nối bởi một liên kết không dây. Phương pháp này được chứng minh là rất đáng tin cậy ngay cả trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, với dải đo rộng có thể đo được mực nước lớn nhất và nhỏ nhất.



**Hình 2.** Cảm biến siêu âm được lắp đặt tại cầu Hiệp Đức - Quảng Nam

+ Đo theo nguyên lý ra đa (77 trạm): Đầu đo phát ra xung trên bề mặt nước, đo thời gian truyền của mỗi xung và từ đó tính toán khoảng cách tới bề mặt nước. Đầu đo này thường được gắn trên cầu, không yêu cầu xây giếng. Phương pháp đo mực nước bằng đầu đo ra đa thường được sử dụng đo ở những nơi mực nước biến đổi liên tục. Ưu và nhược điểm phương pháp này cũng giống như phương pháp đo mực nước bằng cảm biến siêu âm.



**Hình 3.** Đầu đo ra đa được lắp trên cầu sông Ba - Phú Yên

Xét trên nguyên lý hoạt động, đặc điểm sông ngòi và điều kiện lắp đặt thì xu hướng phát triển của phương pháp quan trắc mực nước theo nguyên lý không tiếp xúc như sử dụng cảm biến siêu âm, ra đa ... có tính ưu việt hơn cả và đã được đánh giá là ổn định, cho kết quả tốt điển hình như tại Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ hay trong dự án WB5 giai đoạn 2, do Tổng cục KTTV làm chủ đầu tư, đang thực hiện tại 43 trạm thuộc Đài KTTV khu vực Nam Bộ đo mực nước, hầu hết thuộc loại đo theo nguyên lý này. Trong phạm vi đề án này, đề xuất thiết bị đo mực nước loại không tiếp xúc để đầu tư lắp đặt cho trạm.

### 1.2. Lưu lượng nước

Hiện tại, công nghệ đo lưu lượng nước tại Việt nam phổ biến phương pháp đo lưu lượng truyền thống, đo lưu lượng nước bằng thiết bị theo nguyên lý siêu âm Doppler và đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuàn hoàn.

- Đo lưu lượng nước truyền thống

Phương pháp đo lưu lượng nước chủ yếu hiện nay theo nguyên lý diện tích tốc độ. Đây là phương pháp truyền thống đo lưu lượng nước, nó đã có từ rất lâu, các quan trắc viên có thể thao tác thành thạo, dễ tiếp cận. Tuy nhiên phương pháp đo lưu lượng này tồn tại rất nhiều nhược điểm, cụ thể:

+ Thời gian đo kéo dài, tốn nhiều sức lao động;

+ Cần có công trình, phương tiện và con người thao tác trên sông nên rất nguy hiểm khi đo đạc trong điều kiện thời tiết không thuận lợi;

+ Phương pháp này chỉ đo được cục bộ tại các vị trí trên thủy trực;

+ Công tác tính toán nội nghiệp rườm rà, phức tạp dễ dẫn đến sai sót.

- Đo lưu lượng nước bằng thiết bị theo nguyên lý siêu âm Doppler (ADCP) tiếp xúc:

Công nghệ quan trắc: Thiết bị đo lưu lượng nước theo nguyên lý siêu âm Doppler là thiết bị truyền đi tín hiệu dưới dạng sóng âm và thu nhận phản hồi sóng từ các vật chất trôi nổi trong dòng nước theo nguyên lý Doppler và thực hiện các phép toán để tính ra lưu lượng dòng chảy qua toàn bộ mặt cắt ngang.

Phương tiện đo: Thiết bị được gắn tàu, thuyền hoặc ca nô

Ưu điểm:

+ Phù hợp với đo lưu lượng dòng chảy ở các trạm có mặt cắt sông lớn (sông có độ sâu và độ rộng mặt cắt lớn);

+ Tiết kiệm thời gian đo ngoại nghiệp, giảm thời gian tính toán nội nghiệp;

+ Đa dạng về chủng loại thiết bị (mỗi thiết bị phù hợp với từng loại địa hình, chế độ dòng chảy khác nhau).

Tồn tại:

+ Hiện nay, ngành KTTV chưa có khả năng sửa chữa, thay thế linh kiện, khi thiết bị gặp sự cố hỏng hóc, công tác kiểm định chưa thực hiện được;

+ Cán bộ quản lý, quan trắc viên vận hành thiết bị chưa chuyên nghiệp do chưa được đào tạo chuyên sâu, chưa am hiểu nhiều về thiết bị và phần mềm, không thể khắc phục những hỏng hóc nhỏ, thông thường (cháy cầu chì, đứt dây cáp, đầu nối, ...);

+ Công tác quản lý thiết bị, văn bản hướng dẫn đo đạc, quan trắc, bảo quản còn thiếu chưa được nghiên cứu xây dựng và áp dụng thống nhất trên mạng lưới;

+ Chưa tự động hóa đo và truyền số liệu, khi đo cần phải có ít nhất 03 người và phương tiện ra sông...;

+ Nhiều trạm có độ rộng mặt cắt nhỏ, không phù hợp khai thác sử dụng thiết bị đo hiện đại bằng ca nô (cần sử dụng phương tiện mang thiết bị đo nhỏ gọn phù hợp với điều kiện kích thước mặt cắt sông);

+ Việc vận hành ca nô có một số khó khăn do các quan trắc viên ở trạm chưa được đào tạo, hoặc không có bằng lái tàu.

- Đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuần hoàn

Hệ thống đo lưu lượng nước bằng công trình cấp tuần hoàn, chủ yếu do Trung Quốc nghiên cứu sản xuất. Hệ thống này đã được ngành KTTV Trung Quốc đưa vào sử dụng từ năm 2005 và được đánh giá phù hợp với các trạm thủy văn nằm ở những lưu vực sông có độ biến thiên mực nước cao, tốc độ dòng chảy lớn. Đặc biệt hệ thống này đáp ứng được an toàn cho người quan trắc dễ vận hành.

Hệ thống hoạt động thông qua máy truyền cảm ứng tín hiệu theo hướng nằm ngang và chiều thẳng đứng của đuôi cá chì, máy truyền cảm ứng tín hiệu được đặt sát đáy cá chì để không chế chính xác vị trí, đồng thời tín hiệu mặt nước, tín hiệu máy lưu tốc dòng thời phát truyền tín hiệu đến bàn thao tác hình thành sự hiển thị kết quả tính toán lưu lượng và lưu dữ liệu lưu tốc đo được, cộng thêm số liệu của mực nước sông đo được của trạm thủy văn, thông qua phần mềm chuyên dụng của hệ thống đã cài đặt sẵn trong hộp không chế thông minh, số liệu này được truyền dẫn đến mạng máy tính để báo cáo kết quả.

Tại Việt Nam, hệ thống đã được sử dụng thực tế nhiều năm rất hiệu quả ở các trạm thủy văn như: Lạng Sơn, Vân Mịch, Bằng Giang và Đồng Tâm; đang triển khai xây dựng thêm ở Kiến Giang, Gia Vòng.

- Công nghệ đo lưu lượng nước theo nguyên lý ra da không tiếp xúc

Công nghệ đo tốc độ dòng chảy tự động bằng radar, không tiếp xúc với nước là: Lưu lượng được xác định bằng việc đo vận tốc bề mặt và mực nước. Vì thế phải xác định vị trí đo tại những vị trí đại diện. Kết quả tốt nhất đạt được là tại những đoạn sông thẳng với



chiều rộng thay đổi không lớn. Có thể cho kết quả tốt ở những khu vực gập ghềnh như đá hoặc các công trình nhân tạo. Chỗ nước xoáy có ảnh hưởng đến kết quả đo và kết quả đo vận tốc không chính xác. Đường kính của vùng đo phụ thuộc vào việc cài đặt độ cao và góc đo. Sensor càng được đặt cao và góc đo nhỏ thì diện tích đo lớn. Với mặt cắt ngang lớn để tăng độ chính xác kết quả đo lưu lượng có thể lắp đặt nhiều thiết bị, các thiết bị này được tích hợp vào một bộ điều khiển chung và tự động tính toán ra kết quả tổng lưu lượng theo các thông số được cài đặt sẵn.

Ưu điểm nổi bật của thiết bị đo tốc độ dòng nước theo nguyên lý không tiếp xúc này là vấn đề an toàn cho thiết bị, tránh được va đập do các vật trôi nổi trên sông, đặc biệt là vấn đề an toàn trong mùa lũ. Hơn nữa, do thiết bị không tiếp xúc với nước nên không bị phù sa, rong rêu bám dính, do đó, giảm thiểu được công tác bảo dưỡng. Thực tế, các hãng sản xuất thiết bị này khuyến cáo là không cần vệ sinh, lau chùi sensor đo tốc độ. Tuy nhiên, nhược điểm của thiết bị này là trong khi vận hành đo, nếu gặp nước quẩn, nước xoáy hoặc dòng chảy trên mặt cắt ngang không đồng nhất có sự khác biệt lớn (chảy xuôi, ngược) thì sẽ ảnh hưởng lớn đến kết quả đo. Mặc dù vậy, quá trình khảo sát lắp đặt thiết bị đo lưu ý cảnh báo thì nhược điểm này sẽ được khắc phục. Hiện tại, trên mạng lưới trạm đo tài nguyên nước phía Bắc, đã lắp đặt 08 trạm đo lưu lượng nước theo nguyên lý không tiếp xúc để kiểm soát nguồn nước xuyên biên giới (dự án do Cục Quản lý Tài nguyên nước thực hiện, đang trong giai đoạn hoàn thiện và bàn giao cho Tổng cục KTTV tiếp nhận để vận hành).

- Công nghệ ATENAS (viết tắt của: Advanced TEchnology of Numerical simulation of velocity distribution and hydroAcousticS - Công nghệ tiên tiến mô phỏng số sự phân bố tốc độ và siêu âm) và mô hình SIMK.

Nguyên tắc của hệ thống ATENAS là phương pháp siêu âm đo tốc độ dòng chảy trung bình trên đường truyền sóng siêu âm giữa 2 cặp đầu đo tại một độ sâu nào đó trên mặt cắt. Hai cặp đầu đo được đặt dưới nước, ở hai phía bờ sông (trên bờ hay trên cọc gần bờ). Trên cơ sở của mô hình SIMK Analysis ta dễ dàng xác định hệ số hiệu chỉnh  $k$  và tính được tốc độ trung bình mặt cắt. Hệ thống ATENAS có thể cho phép đo dòng chảy với độ chính xác cao đối với các đối tượng khác nhau, từ việc đo dòng chảy ở các kênh rạch như là một máy đo đơn giản đến việc thiết kế các hệ thống để đo dòng chảy trên các sông lớn. Hệ thống cho phép đo dòng chảy nước lũ liên tục khi mực nước lũ không ngừng dâng cao. Hệ thống có thể thiết kế với chức năng điều khiển từ xa bằng máy tính cũng tương tự như điều khiển hệ thống tại hiện trường. Hệ thống có thể áp dụng cho tốc độ dòng chảy từ  $-10\text{m/s}$  đến  $10\text{m/s}$  và có bộ ghi số liệu bên trong cho phép ghi số liệu đo lưu lượng nước trong 2 năm với tần suất 5 phút ghi số liệu/lần. Hệ thống cho phép đặt 8 đầu đo trên 8 cấp (hay lớp) mực nước khác nhau đối với trường hợp tuyến đơn (tuyến tia siêu âm) hoặc trên 4 cấp mực nước trong trường hợp tuyến tia siêu âm chéo nhau.

Bản chất của hệ thống là công nghệ SIMK và SIMK Analysis. SIMK là một kỹ thuật hiệu chỉnh mới dạng số hóa (a New Numerical Calibration Technique) và sự mô phỏng số này được thực hiện bởi việc áp dụng mô hình động lực học dòng chảy với tham số hữu hạn và độ phân giải cao. SIMK trên cơ sở mô hình động lực học dòng chảy với các tham số hữu hạn, bằng cách mô phỏng số đã đưa ra sự phân bố của vận tốc dòng chảy trên mặt cắt và sơ đồ phân bố vận tốc trên đoạn sông và cuối cùng là các hệ số tỷ lệ  $k$  (hay là hệ số hiệu chỉnh - correction) với độ chính xác cao trên cơ sở phân tích sự phân bố đó. SIMK cho phép mô phỏng trước nhiều trạng thái của dòng chảy, kể cả lũ chưa bao giờ xảy ra và xác định hệ số hiệu chỉnh tối ưu cho mỗi lưu lượng nước. Như vậy, nó cho phép dự báo sự phân bố tốc độ nước lũ. Nếu mặt cắt có bãi tràn, SIMK cũng tạo ra hệ số hiệu chỉnh có tính đến sự phân bố tốc độ trên bãi tràn Công nghệ không yêu cầu phải kết hợp với các kỹ thuật đo đạc hiện tại để hiệu chỉnh mà qua mô phỏng số đã xác định các hệ số hiệu chỉnh từ trước và có thể tiến hành đo dòng chảy ngay khi lắp đặt xong mà không cần thực hiện bất kỳ sự hiệu chỉnh nào.

Tuy nhiên, khó khăn trong việc sử dụng công nghệ ATENAS cho các sông tại Việt Nam là quá trình thi công các công trình (cọc) để lắp đặt các cặp đầu đo ở hai phía của bờ

sông, các thiết bị phụ trợ như bộ gá lắp, tời để di chuyển đầu đo trên các cọc trong quá trình thay đổi mực nước và kết nối giữa các cặp đầu đo với nhau và kết nối đến bộ thu nhận, xử lý dữ liệu trên bờ chỉ sử dụng phương án kết nối có dây và thi công dưới lòng sông.

Căn cứ vào kết quả khảo sát, những ưu, nhược điểm của các công nghệ đo ở trên đề xuất trạm đo thủy văn lưu lượng kiểu mới, bao gồm:

*Mực nước, lưu lượng nước: Lựa chọn công nghệ đo bằng Ra-đa không tiếp xúc.*

Vận tốc bề mặt nước được đo bằng cách truyền sóng vô tuyến về phía mặt nước tại một góc độ nhất định. Bề mặt nước trong một kênh mở là không bao giờ hoàn toàn bằng phẳng, và thậm chí cả các sóng thu nhỏ ở trên bề mặt cũng phản xạ sóng ra-đa trở lại cảm biến. Nếu bề mặt dòng chảy đang chuyển động, tần số của sóng ra-đa phản xạ bị thay đổi do hiệu ứng Doppler. Bộ thu nhận tiên tiến trong thiết bị có thể đo được ngay cả những thay đổi nhỏ trong tần số. Sự khác biệt tần số sau đó được chuyển đổi tự động thành vận tốc bề mặt dòng chảy.

Bộ cảm biến cũng phát hiện được hướng dòng chảy xuôi hay ngược. Nguyên tắc hoạt động tương tự như súng ra-đa bắn tốc độ của cảnh sát giao thông khi phát hiện xe chạy quá tốc độ.

Tuy nhiên đối với ứng dụng thủy văn thì cần có độ chính xác và độ nhạy cao hơn. Tiêu thụ điện năng thấp là một ưu điểm của thiết bị này, khiến cho việc giám sát thời gian thực được liên tục, nhanh chóng. Một hoặc nhiều thiết bị ra-đa đo vận tốc bề mặt dòng chảy có thể kết hợp với thiết bị đo mực nước để xây dựng một hệ thống tính toán lưu lượng nước.

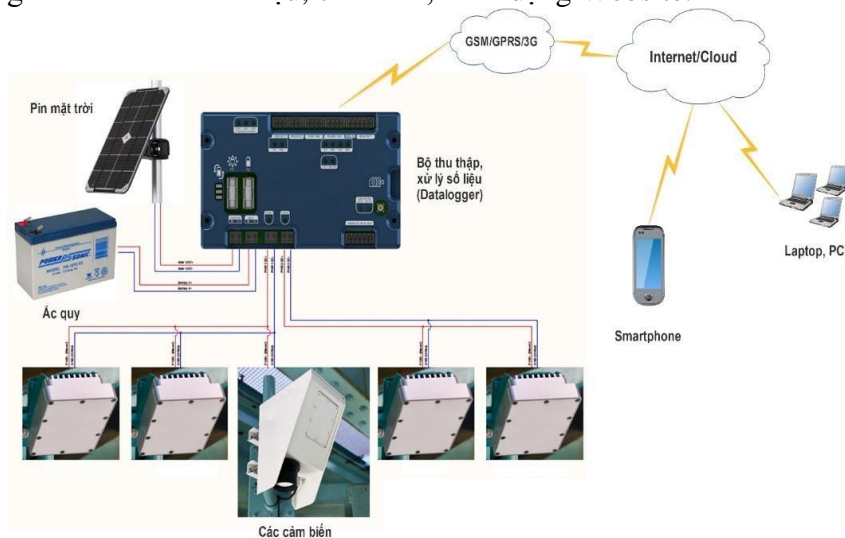
## **2. Giới thiệu trạm đo lưu lượng tự động không tiếp xúc iRQ-50**

Lựa chọn thiết bị iRQ-50 theo nguyên lý rada không tiếp xúc. Thiết bị đo lưu lượng kiểu này có thể được lắp đặt trên rất nhiều loại công trình sẵn có khác nhau. Việc lắp đặt không yêu cầu đặc biệt với các công trình xây dựng hoặc ngắt dòng chảy. Khoảng cách tối thiểu cần thiết từ bề mặt dòng chảy đến cảm biến có thể thấp tới 2cm và tối đa lên tới 50m. Thiết bị này hoạt động mà không cần tiếp xúc với nước (dòng chảy). Đây cũng là ưu điểm chính của thiết bị khi không cần phải bảo trì bảo dưỡng thường xuyên. Và thiết bị cũng không bị ảnh hưởng bởi trầm tích, ô nhiễm nước hay vật trôi nổi trong nước. Hơn nữa, điều này khiến cho loại cảm biến này lý tưởng để theo dõi vận tốc bề mặt dòng chảy của nước không sạch, chẳng hạn như kênh thoát nước và nước thải. Việc thiết kế cảm biến được làm bằng hợp kim nhôm hàng không có khả năng chống ăn mòn cao. Mặt trước được sản xuất từ Teflon chất lượng cao, tất cả các ốc vít đều có chất lượng thép không gỉ A4. Được thiết kế thân vỏ theo chuẩn IP68, nên sẽ không có vấn đề gì nếu cảm biến gặp hiện tượng ngập lụt, trong thời gian dài. Để đạt được độ chính xác, điều quan trọng là phải chọn đúng vị trí cần đo và cài đặt cảm biến với góc nghiêng/ngang/dọc thích hợp. Góc nghiêng với mặt phẳng ngang phải nằm trong khoảng từ 30 độ đến 60 độ. Khuyến nghị góc nghiêng không vượt quá 45 độ. Thiết bị phải được định hướng song song với hướng dòng chảy của nước. Để vận hành tối ưu và đạt kết quả chính xác nhất, thiết bị phải được đặt hướng ngược dòng chảy, hướng dòng chảy về phía thiết bị. Thiết bị được trang bị cảm biến góc nghiêng bên trong máy. Độ nghiêng đo được (góc nghiêng) được lập thành báo cáo và có thể theo dõi trong ứng dụng cấu hình thiết bị trên máy tính. Bạn nên kiểm tra độ nghiêng bằng chính thiết bị này khi lắp đặt thiết bị. Phép đo này cũng được sử dụng để bù trừ vận động tự động cosin. Chiều cao của thiết bị trên bề mặt nước và độ nghiêng xác định diện tích trên bề mặt được bao phủ bởi chùm tia ra-đa. Khu vực đo này phải thông thoáng, không bị cản trở gì. Cấu trúc gá lắp thiết bị (cột, hàng rào, cầu...) phải chắc chắn và bị rung lắc. Không nên có cây cối, thực vật gì giữa Sensor và khu vực đo, nó có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo. Tia ra-đa sẽ bao phủ một khu vực hình elip trên mặt nước. Rada ghi lại tốc độ trung bình của khu vực đã khoanh vùng. Thiết bị sử dụng bộ lọc Kalman phức tạp với mô hình vật lý của dòng nước để cung cấp các phép đo ổn định ngay cả trong điều kiện hỗn loạn. Tuy nhiên, nếu dòng nước bị chảy rối, chảy quanh, thì độ chính xác kết quả giảm

xuông. Nếu dòng chảy hỗn loạn xuất hiện tại vị trí đo, thì chiều dài bộ lọc (Filter-length) của ra-đa phải được cấu hình đến 120 hoặc nhiều hơn.

*Trạm đo iRQ-50 bao gồm các thành phần như sau:*

- Cảm biến đo mực nước siêu âm tích hợp cảm biến vận tốc bề mặt dòng chảy radar;
- Bộ thu thập, xử lý, lưu trữ và truyền số liệu (Datalogger), tích hợp bộ điều khiển sạc pin năng lượng mặt trời;
- Ấc quy lưu trữ điện;
- Cột lắp thiết bị;
- Tủ chứa thiết bị;
- Chương trình theo dõi dữ liệu, cấu hình, dưới dạng Website.



**Hình 4.** Sơ đồ hệ thống trạm đo iRQ-50

Hệ thống thu thập dữ liệu và truyền tin tự động qua mạng GSM/GPRS/3G.

### 3. Thuyết minh kỹ thuật các thiết bị chính của trạm đo iRQ-50

*3.1. Cảm biến đo lưu lượng (gồm mực nước siêu âm tích hợp cảm biến đo vận tốc bề mặt dòng chảy radar)*



**Hình 5.** Thiết bị đo iRQ-50

- Model: iRQ-50
  - Xuất xứ: THC/EU
- Các đặc điểm chính

- Đo lưu lượng dòng chảy mà không cần tiếp xúc.
- Đo vận tốc dòng chảy bằng cảm biến ra-đa.
- Đo mực nước bằng cảm biến siêu âm.
- Dải đo vận tốc dòng chảy rộng, từ 0,02m/s tới 15m/s.

- Khoảng cách đo từ 0,5m đến 10m.
- Hoạt động tầm xa lên đến 10m với đo mực nước.
- Thiết kế nhỏ gọn, tiêu thụ điện năng thấp.
- Điện áp đầu vào dải rộng, thích hợp sử dụng điện pin mặt trời.
- Hỗ trợ nhiều kết nối giao diện (RS-232/485, CAN, Alarm Outputs).
- Hỗ trợ tùy chọn tín hiệu đầu ra SDI-12.
- Thiết kế vỏ chuẩn IP68 (sử dụng ngoài trời và môi trường khắc nghiệt).
- Băng tần K 24.125GHz hoặc tùy chọn 24.200GHz.
- Chế độ bù góc tự động khi lắp (cosin).
- Cài đặt được hướng đo dòng chảy.
- Ứng dụng cài đặt trên PC cho phép thiết lập và theo dõi trực tiếp cảm biến.
- Có thể tích hợp với các hệ thống SCADA hiện có.
- Dễ dàng lắp đặt vào cầu, tường, vách ngăn.

**Mô tả:**

Hệ thống đo lưu lượng iRQ-50 sử dụng công nghệ ra-đa không tiếp xúc để đo vận tốc bề mặt dòng chảy, sử dụng cảm biến siêu âm để đo khoảng cách từ cảm biến đến mặt nước (đo mực nước).

Công nghệ ra-đa và siêu âm không tiếp xúc giúp cho việc lắp đặt, triển khai nhanh chóng và đơn giản. Thiết bị không cần bảo trì nhiều.

Thiết bị này được sử dụng để theo dõi vận tốc dòng chảy & mực nước, áp dụng cho các kênh, rãnh, sông hoặc hệ thống thoát nước. Ví dụ như việc kiểm soát các nhà máy thủy điện hoặc nhà máy xử lý nước thải. Thiết bị cũng thích hợp cho các ứng dụng đo lường khác nhau trong các nhà máy chế biến, lắp đặt công nghiệp. Nhờ ưu điểm hoạt động mà không cần bộ phận chuyển động, cộng với thiết kế bền bỉ, rất lý tưởng để đo lường các ứng dụng hóa học, nơi môi trường khắc nghiệt.

Cảm biến ra-đa hoạt động trên băng tần K (tần số 24.125 hoặc 24.200 GHz), cung cấp tốc độ đọc dữ liệu 20 lần mỗi giây qua giao diện Serial (RS-232/485) và CAN.

Cảm biến mực nước siêu âm hoạt động trong dải tần số từ 20kHz đến 350kHz.

Hỗ trợ nhiều loại giao diện và phương thức truyền thông. Cho phép tích hợp nhanh chóng với các thiết bị đo từ xa và hệ thống SCADA có sẵn. Cảm biến độ nghiêng tích hợp đo góc nghiêng và đo tốc độ được tự động điều chỉnh góc theo hướng lắp đặt.

Thiết bị đo iRQ-50 được chứng nhận theo cả tiêu chuẩn châu Âu và châu Mỹ, đã và đang được sử dụng trên toàn thế giới.

**Bảng 1.** Thông số kỹ thuật IRQ-50

<b>TỔNG QUAN</b>	
Loại Radar	K-band 24.125GHz/24.200GHz Dopplerradar, 27dBmEIRP
Góc chùm tia	12° Azimuth, 24° Elevation
Khoảng cách phát hiện	50m
Dải vận tốc	0,02 m/s tới 15 m/s
Độ phân giải vận tốc	0,01 mm/s
Tần số siêu âm	20 kHz tới 350 kHz
Khoảng cách phát hiện	0,5 m tới 10 m
Độ phân giải	1 mm

Chuẩn bảo vệ	IP68
<b>GIAO DIỆN KẾT NỐI</b>	
Giao diện Serial	1 x serial RS-485 half-duplex 1 x serial RS-232 (two wire interface)
Serial Baud Rate	1200 bps to 115200 bps
Các giao thức Serial	ASCII-S, GLX-NMEA
Giao diện CAN	Lên tới 1Mbps CAN2.0
Cảnh báo	2 x open collector, max 50V 200mA
<b>ĐIỆN NĂNG &amp; KÍCH THƯỚC</b>	
Điện áp hoạt động	9 tới 27 VDC
Công suất tiêu thụ	< 1,35W(1,0W)
Dòng điện tiêu thụ Max	< 250 mA
Nhiệt độ hoạt động	-40°C to +85°C
Kích thước	150 mm x 200 mm x 250 mm

### 3.2. Thiết bị thu thập xử lý số liệu và truyền tin GPRS/2G/3G (Datalogger)

- Model: iDL-150
- Xuất xứ: THC/EU

iDL-150 là một thiết bị tích hợp cao cấp được sử dụng để đọc dữ liệu từ các cảm biến và cung cấp dữ liệu này cho web quản trị và xem dữ liệu, một phần mềm quản lý dữ liệu dựa trên đám mây. iDL-150 sử dụng kết nối GPRS để gửi dữ liệu đến máy chủ, với các tùy chọn kết nối khác như LoRaWAN có sẵn theo yêu cầu.



**Hình 6.** Thiết bị thu thập xử lý số liệu và truyền tin iDL-150

Datalogger chứa bộ nhớ Flash bên trong được sử dụng để cung cấp sao lưu lưu trữ dữ liệu trong trường hợp giao tiếp không dây bị tắt. Dữ liệu được lưu trữ bên trong bộ nhớ Flash bên trong có thể được đọc bằng cách kết nối bộ ghi dữ liệu với PC thông qua giao diện RS-232.

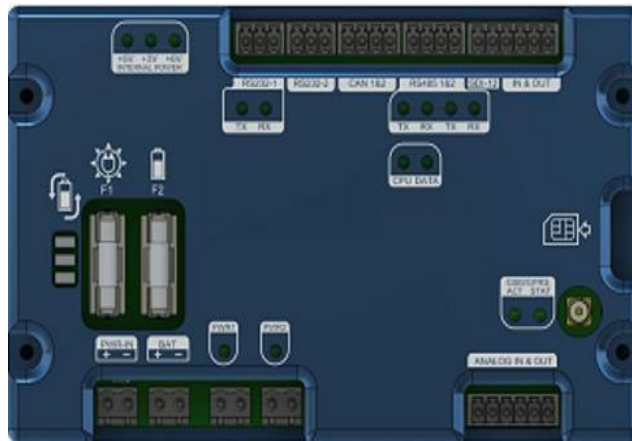


Quản lý năng lượng tích hợp sẵn là một tính năng quan trọng của Datalogger iDL150. Bộ sạc pin tích hợp cho phép người dùng kết nối bộ ghi dữ liệu trực tiếp với pin năng lượng mặt trời hoặc tua-bin gió nhỏ và với pin/ắc quy; iDL-150 sẽ đảm nhiệm việc quản lý sạc pin, do đó loại bỏ nhu cầu mua sắm và lắp đặt bộ sạc pin riêng. SmartObserver hỗ trợ các loại pin/ắc quy khác nhau, chẳng hạn như Lead-Acid, NiMH, NiCd, LiFePO4 và Li.

Datalogger iDL-150 sử dụng một số giao diện dữ liệu để giao tiếp với các cảm biến.

Giao diện chính là MODBUS, có hai dòng MODBUS được hỗ trợ. Datalogger cũng chứa hai dòng bus CAN, bus SDI-12 và giao diện Analog 4-20 mA.

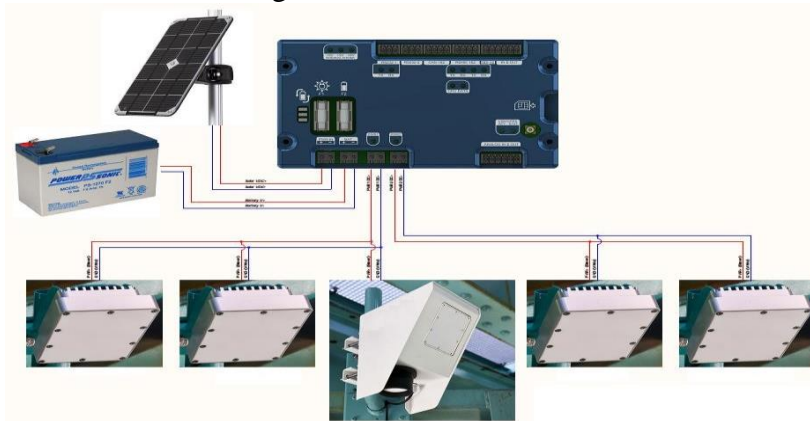
Tất cả các cảm biến trong trạm đo đều có thể được kết nối với nguồn điện thông qua Datalogger iDL-150. iDL-150 cung cấp hai cổng điện đầu ra để cung cấp năng lượng cho các thiết bị và Datalogger sẽ tắt hai cổng điện này giữa các phép đo định kỳ để giảm mức tiêu thụ pin/ắc quy. Ngoài ra, cổng điện đầu ra thứ hai có thể được cấu hình để hoạt động một cách có điều kiện, để giảm hơn nữa mức tiêu thụ năng lượng - ví dụ, có thể vô hiệu hóa một số thiết bị trong một số điều kiện nhất định, chẳng hạn như vô hiệu hóa radar tốc độ bề mặt khi đồng hồ đo mức phát hiện ra dòng sông khô...



**Hình 7.** Thiết bị thu thập xử lý số liệu và truyền tin iDL-150

#### Các tính năng chính

- Giao diện kết nối đa năng hỗ trợ nhiều loại cảm biến khác nhau.
- Hỗ trợ nhiều giao thức truyền thông: Modbus, CAN, ASCII, ... có thể yêu cầu hơn.
- Hỗ trợ các cảm biến Analog đời cũ thông qua các cổng Analog vào-ra.
- Thiết kế nhỏ gọn, bền bỉ, tiết kiệm năng lượng.
- Tích hợp bộ sạc pin hỗ trợ nhiều loại pin/ắc quy khác nhau.
- Tích hợp hệ thống quản lý điện năng kỹ thuật số.
- Tích hợp mạch điều khiển MPPT sử dụng cho máy phát điện bằng gió và pin mặt trời.
- Giám sát và cấu hình hệ thống từ xa.



**Hình 8.** Sơ đồ kết nối hệ thống trạm đo iRQ-50

**Bảng 2.** Thông số kỹ thuật IDL-150

<b>CHUNG</b>	
Kết nối không dây	GPRS, LoRaWAN, WiFi hoặc RF modem (có thể yêu cầu thêm chuẩn khác)
Giao diện cảm biến	2x RS-232, 2x RS-485 (Modbus) 2x CAN2.0, 1x SDI-12 2x voltage input (0-10 V) 1x current input (4-20 mA)
Đầu ra Analog	1x voltage output (0-5 V)
Digital I/O	2x GP inputs, 2x GP outputs
Giám sát hệ thống	Đo điện áp và hiện tại cho đầu vào, pin và hệ thống
Cảm biến điều khiển năng lượng	2x SSR current-limited 2.0A controlled power outputs
<b>CƠ KHÍ</b>	
Nhiệt độ hoạt động	-40°C tới +85°C
Kích thước	161 mm x 97 mm x 20 mm
Vật liệu	Nhôm
<b>ĐIỆN</b>	
Loại sạc hỗ trợ	Bộ sạc hiệu suất cao đa hóa học được điều khiển kỹ thuật số MPPT với chế độ Buck & Boost
Pin/Ắc quy hỗ trợ	Li+, LiFePO4, NiCd, NiMH, Lead Acid
Cấu hình pin	1S to 4S
Nguồn điện đầu vào hỗ trợ	Năng lượng mặt trời, gió, điện DC
Điện áp đầu vào	3 V tới 26 V
Dòng điện giới hạn đầu vào	3,6 A cho 65 W
Điện áp pin/ắc quy	0 tới 19,2 V
Tiêu thụ năng lượng trạng thái chờ	< 10 mA
Tiêu thụ năng lượng khi hoạt động	< 100 mA

### 3.3. Hệ thống cấp nguồn cho trạm đo

#### - Ắc quy lưu trữ

Do thiết bị Datalogger iDL-150 tiêu tốn rất ít nguồn điện so với các thiết bị datalogger khác trên thị trường (dòng tiêu thụ 10 mA), nên không cần sử dụng ắc quy dung lượng cao, gây tốn diện tích sử dụng. Chỉ cần sử dụng ắc quy Globe/FirstPower 12V-7Ah là đủ sử dụng liên tục cho giám sát 7-10 ngày âm u không có nắng. Có thể sử dụng ắc quy dung lượng cao hơn tùy theo nhu cầu.

#### - Bộ điều khiển sạc pin mặt trời

Thiết bị Datalogger đã tích hợp sẵn bộ sạc pin mặt trời ở trong mạch nên không cần trang bị bộ điều khiển sạc pin mặt trời ở ngoài. Việc này khiến cho quá trình lắp đặt gọn nhẹ, dễ dàng, hiệu suất cao.

- Pin mặt trời

Tùy theo nhu cầu sử dụng và địa thế lắp đặt mà sử dụng loại pin mặt trời cho phù hợp, thông thường nhất là pin mặt trời 12V cỡ 20W hoặc 30W là đủ cho nhu cầu.



Hình 9. Hệ thống cấp nguồn tiêu biểu cho trạm đo iRQ-50

### 3.4. Chương trình theo dõi, cấu hình, quản lý truyền dữ liệu

Các tính năng chính:

- Giải pháp theo dõi, giám sát hệ thống đo thủy văn thời gian thực.
- Thu thập dữ liệu thời gian thực từ các trạm thủy văn từ xa.
- Hỗ trợ cấu hình các tham số cài đặt từ xa cho các Datalogger iDL-150.
- Theo dõi dữ liệu thủy văn và trạng thái hoạt động của trạm (mức pin, điện áp sạc...).
- Hỗ trợ trích xuất file dữ liệu thô (csv files).
- Tính toán lưu lượng dựa trên các đường cong Q-H hoặc kết hợp đo mực nước và một hoặc nhiều phép đo vận tốc bề mặt.
- Quản lý dễ dàng trên web.
- Hỗ trợ cảnh báo, báo động (Alarms).
- Giao diện dựa trên web-based tương thích với Windows, MacOS và Linux.
- Giao diện thân thiện, hỗ trợ cả thiết bị di động.
- Truy cập nhanh, hiệu suất sử dụng cao.

### 3.5. Chế độ truyền tin tại trạm iRQ-50

+ Tự động thu thập dữ liệu theo chế độ bình thường: Dựa vào khoảng thời gian truyền dữ liệu đã được cài đặt từ trung tâm điều khiển, các trạm sẽ đo và truyền dữ liệu về trung tâm theo các khoảng thời gian lập trình được.

+ Tự động thu thập dữ liệu theo chế độ sự kiện: Trung tâm điều khiển cài đặt khoảng thời gian truyền theo chế độ sự kiện, ví dụ: Có mực nước quá cao... các trạm đo sẽ thu ngắn thời gian truyền theo mức sự kiện đặt ra: 1 phút, 5 phút, 10 phút, 30 phút, 1 giờ, 3 giờ, 6 giờ.

+ Chế độ thu thập dữ liệu thủ công: Trung tâm điều khiển sẽ có chức năng yêu cầu dữ liệu theo từng trạm/nhóm/ khu vực.

+ Truy vấn dữ liệu: Trung tâm điều khiển có chức năng truy vấn lại dữ liệu đã lưu trên Datalogger.

*Chức năng cảnh báo*

Các trạm đo thủy văn tự động sẽ được đặt ngưỡng cảnh báo/khoảng thời gian cảnh báo từ Trung tâm điều khiển. Khi mực nước/ tốc độ vượt quá giới hạn, trạm đo sẽ tự động

truyền tín hiệu cảnh báo và dữ liệu mực nước/ tốc độ về trung tâm, đồng thời tin nhắn SMS cảnh báo và email sẽ được truyền đến người có trách nhiệm để có biện pháp ứng phó kịp thời.



**Hình 10.** Phần mềm giám sát, theo dõi số liệu cho trạm đo iRQ-50 trên Web

### 3.6. Tủ chứa thiết bị và chi tiết cơ khí

Tại mỗi điểm giám sát, các thiết bị điện tử sẽ được bố trí trong một tủ điện để đảm bảo an toàn thiết bị điện tử và thẩm mỹ, THC chọn tủ điện LIOA JL 00C xuất xứ Việt Nam. Tủ này được làm bằng vật liệu nhựa chắc chắn, có khả năng chống va đập, chống mưa nắng, có khóa bảo vệ tủ.

Các chi tiết cơ khí khác như trụ đỡ, cần vươn sẽ được làm bằng thép mã kẽm, đảm bảo độ bền trong khí hậu nhiệt đới ẩm. Đảm bảo tính ổn định, chắc chắn, an toàn cho người và hoạt động của thiết bị trong mọi tình huống.

Công trình có biển báo dễ nhận biết, nội dung ghi trên biển báo rõ ràng, thể hiện tầm quan trọng của công trình và hoạt động của thiết bị nhằm mục đích tránh mọi hành vi phá hoại và tăng ý thức bảo vệ.

## 4. Nguyên lý hoạt động của trạm đo lưu lượng không tiếp xúc tự động iRQ-50

### 4.1. Tổng quan

Bằng cách đo mực nước và vận tốc dòng chảy bề mặt có thể tính toán tổng lượng nước chảy ra sông.

Cả hai mực nước và vận tốc bề mặt có thể được đo bằng cách sử dụng phương pháp không tiếp xúc, cho phép thiết lập và bảo trì thiết bị đơn giản và chi phí thấp.

Các cảm biến iRQ-50 cung cấp các phép đo mực nước và vận tốc bề mặt để tính toán lưu lượng.

Tính toán sẽ được thực hiện trực tiếp trong công cụ hệ thống trên web, hoặc trong phần mềm giám sát thủy văn đi kèm.

### 4.2. Nguyên tắc đo lường

- Vận tốc dòng chảy

Vận tốc dòng chảy được đo bằng hiệu ứng Doppler. Tín hiệu radar ở tần số 24 GHz được phát đi hướng tới bề mặt nước. Tín hiệu bị phản hồi một phần, nước chảy gây ra sự thay đổi tần số sóng dẫn tới hiệu ứng Doppler. Thiết bị thực hiện quá trình phân tích phổ tín hiệu phản hồi thu được và vận tốc nước bề mặt được tính toán. Tín hiệu radar phải được truyền đi ở một góc nhất định hướng tới bề mặt nước. Góc nghiêng này được đo tại thực địa để tự động hiệu chỉnh cho vận tốc được tính toán.

- Mực nước

Mực nước được tính toán từ kết quả đo.

Thiết bị phát ra sóng radar xung ngắn vuông góc tới mặt nước. Xác định khoảng cách tới mặt thiết bị tới mặt nước và từ đó tính ra mực nước, thời gian từ lúc truyền tới khi nhận các xung này được đo.

- Lưu lượng

Lưu lượng sông là phép đo tổng lượng nước đi qua mặt cắt kênh trong một khoảng thời gian cụ thể.

Việc đo đạc phóng điện là rất quan trọng đối với nhiều mục đích bao gồm kiểm soát lũ lụt và kiểm soát ô nhiễm, thủy lợi, và rộng rãi như một dữ liệu đầu vào cho việc đánh giá hầu hết các cấu trúc mới trên luồng kênh mở.

Xả được tính bằng cách nhân tốc độ dòng chảy trung bình và khu vực mặt cắt kênh. Mặt cắt ngang là diện tích của lát trong cột nước vuông góc với hướng dòng chảy.

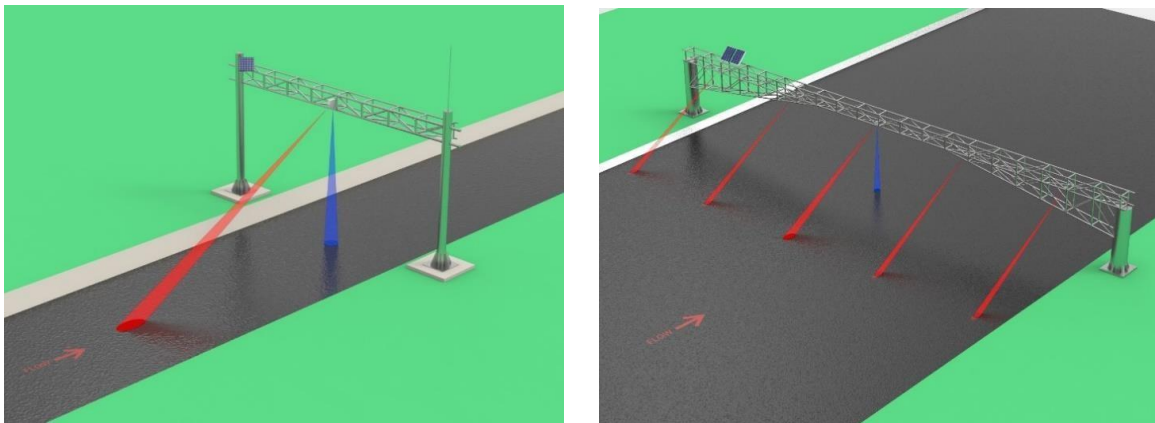
Đối với trường hợp lý tưởng, chúng ta hãy giả sử hồ sơ kênh hình chữ nhật, với vận tốc lưu lượng không đổi tại tất cả các điểm, như trong hình dưới đây.

Các cảm biến iRQ-50 cung cấp các phép đo mực nước và vận tốc bề mặt để tính toán lưu lượng.

Tính toán xả được thực hiện trực tiếp trong công cụ hệ thống trên web, hoặc trong phần mềm giám sát thủy văn đi kèm.

Lưu lượng có thể được tính theo công thức:  $Q=V*A$

Trong đó: Q là lưu lượng (ví dụ tính bằng  $m^3 / s$ ), V là vận tốc dòng chảy (ví dụ trong  $m / s$ ), và A là mặt cắt ngang (ví dụ tính bằng  $m^2$ ).



**Hình 11.** Nguyên lý đo lường tiêu biểu trạm đo iRQ-50

### 4.3. Ứng dụng

Đối với các phép đo trong thế giới thực, điều quan trọng là phải hiểu rằng vận tốc của nước di chuyển thay đổi theo cả kênh luồng và từ bề mặt xuống đáy luồng do ma sát.

Để xác định lưu lượng trong kênh thực tế, khu vực phải được đo chính xác bằng cách đo độ sâu của nước tại một loạt các điểm trên luồng và nhân với chiều rộng của luồng trong mỗi phân đoạn được biểu diễn bằng phép đo độ sâu. Tốc độ dòng chảy mặt cắt trung bình cần phải được xác định từ vận tốc lưu lượng bề mặt đo được.

Các nghiên cứu được thực hiện bởi USGS cho thấy, thông thường, vận tốc trung bình là 80-95% vận tốc bề mặt, trung bình là 85%.

Biết khu vực không hình chữ nhật của mặt cắt ngang luồng và biết vận tốc dòng chảy bề mặt, công thức sau có thể được sử dụng.

$$Q=k*V_s *A$$

Trong đó: Q là lưu lượng,  $V_s$  là vận tốc dòng chảy bề mặt, A là diện tích mặt cắt ngang dưới nước, và k là hệ số thu được bằng cách chia tốc độ dòng chảy trung bình cho vận tốc dòng chảy bề mặt.

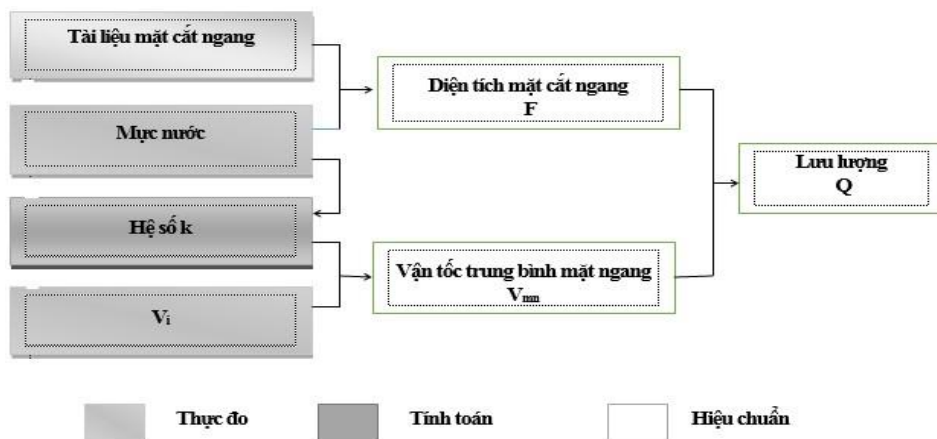
Phương pháp được đề xuất để thu được hệ số k là đo tổng lưu lượng sử dụng phương pháp khác (như công cụ ADCP) ở nhiều mức nước, và sau đó xác định hệ số k yêu cầu để



có cùng lưu lượng dựa trên mực nước và vận tốc bề mặt các phép đo, được đo bằng các dụng cụ không tiếp xúc, sử dụng công thức:

$$k = QADCP / (V_s * A)$$

Trong đó k là hệ số, QADCP là lưu lượng được đo bằng thiết bị ADCP,  $V_s$  là vận tốc bề mặt được đo bằng radar vận tốc bề mặt và A là diện tích mặt cắt ngang được xác định bằng hình học kênh và đo mực nước.



Hình 12. Hình học kênh và đo mực nước

#### 4.4. Cải thiện độ chính xác

Tùy thuộc vào hình dạng hồ sơ kênh tại khu vực giám sát, có thể sử dụng nhiều cảm biến vận tốc bề mặt phía trên kênh sông. Hãy xem ví dụ sau với kênh chính và các khu vực ngập lụt phụ.

Tùy thuộc vào mực nước, tỷ lệ giữa vận tốc bề mặt ở trung tâm của kênh và vận tốc trung bình có thể rất khác nhau.

Để cải thiện độ chính xác trong các điều kiện như vậy, nên sử dụng phép đo mực nước đơn lẻ kết hợp với nhiều phép đo vận tốc bề mặt.

Phần mềm hệ thống hỗ trợ tính toán xả cho địa điểm đo dựa trên nhiều radar vận tốc bề mặt.

#### 4.5. Lắp đặt

Thiết bị có thể dễ dàng gá lắp vào thành cầu giao thông, công trình cáp căng ngang sông hoặc cáp tự hành, các kết cấu thành bên của kênh mương hoặc các mái đua ra bên cạnh kênh ngòi.

##### 4.5.1. Quy định về vị trí đặt trạm (theo Tổng cục khí tượng thủy văn, tham khảo)

*Điều kiện về chế độ thủy văn, thủy lực*

- Điều kiện vị trí đo

Tránh những nơi bị ảnh hưởng chảy rối, chảy quần hoặc dòng chảy bị co thắt đột ngột như công trình ngăn sông, đập thủy điện, đập tràn. Khoảng cách tối thiểu từ vị trí đo đến vị trí thay đổi mặt cắt đột ngột ở thượng lưu và hạ lưu, phải lớn hơn hoặc bằng 5 lần chiều rộng của sông.

Độ cao mặt nước tại vị trí đo phải đại diện cho độ cao mặt nước toàn mặt ngang, không có hiện tượng nước dềnh cục bộ trong khu vực đo (nước dềnh cục bộ được gây ra bởi trụ cầu, khối bê tông hoặc những tảng đá lớn dưới lòng sông). Nước dềnh cục bộ sẽ gây ra lỗi về góc xung phản xạ dẫn đến kết quả đo mực nước và vận tốc nước không chính xác.

Trong khu vực của Sensor đo lưu lượng nước, phải có nước chảy và mặt nước có gợn sóng, chiều cao sóng tối thiểu 3 mm để thiết bị đo đảm bảo hoạt động tốt.

Trong phạm vi tia chiếu của Sensor đo lưu lượng nước, từ mực nước thấp nhất đến cao nhất thì diện tích mặt cắt ngang chỉ thay đổi theo sự thay đổi của mực nước, không thay đổi theo địa hình lòng sông và bờ sông (địa hình khu vực lắp đặt thiết bị ít thay đổi).

Trong phạm vi hành lang kỹ thuật công trình lắp đặt thiết bị đo mực nước, lưu lượng nước tự động không được xây dựng công trình, trồng cây lâu năm che chắn công trình, đắp đập, đào bới lòng sông hoặc hai bên bờ lấy nước, xả nước, neo đậu các phương tiện vận tải hoặc thực hiện các hoạt động khác làm thay đổi tính đại diện của vị trí đo.

- Lựa chọn mặt cắt ngang tuyến đo

+ Mặt cắt ngang tuyến đo lắp đặt thiết bị phải ổn định, mặt cắt đơn có đường quan hệ  $F = f(H)$  đơn nhất, không có bãi tràn, không chệch toàn bộ lượng nước trong lưu vực sông.

+ Phân bố tốc độ trong mặt cắt ngang và phân bố tốc độ mặt nước tại vị trí lắp đặt thiết bị đo lưu lượng nước tự động tương đối đồng nhất, ít thay đổi (dòng chảy trong mặt cắt ngang không có hiện tượng trên mặt chảy xuôi, dưới đáy chảy ngược hoặc giữa dòng chảy xuôi còn gần bờ chảy ngược) do ảnh hưởng của thủy triều, quần, vật.

+ Hiện nay, theo đặc trưng kỹ thuật của các loại thiết bị đo lưu lượng nước tự động theo nguyên lý siêu âm Dopple, mỗi thiết bị cho kết quả đo tốt nhất với chiều rộng mặt cắt ngang  $B \leq 50m$ . Nếu sông rộng, phải lắp nhiều thiết bị đo, mỗi thiết bị không chệch một bộ phận với  $B \leq 50m$ , khi phải lắp nhiều thiết bị đo lưu lượng nước tự động theo nguyên lý siêu âm Dopple, thì phải có ít nhất một thiết bị có 01 Sensor mực nước và 01 Sensor lưu lượng nước. Phần mềm tính lưu lượng nước sẽ tự động tích hợp các thiết bị đo, tính toán các lưu lượng bộ phận tương ứng với từng thiết bị và tính ra lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang.

*Điều kiện địa hình đoạn sông vị trí đặt trạm*

Đoạn sông có chiều dài bằng 500m về mỗi phía thượng lưu và hạ lưu tuyến đo tương đối thẳng, lòng sông tương đối bằng phẳng. Không có thác ghềnh, công trình xây dựng, đá tảng lớn đáy sông, ... Không có xuất nhập lưu và ít chịu ảnh hưởng của những hoạt động của con người như: Công trình thủy nông, trạm bơm, cống ngầm, bến cảng, bến đậu tàu thuyền; bờ sông ổn định, không bị bồi xói, lồi lõm, gập khúc.

#### 4.5.2. Quy định lắp đặt thiết bị

*Độ cao lắp đặt*

Độ cao lắp đặt thiết bị đo được xác định theo từng vị trí cụ thể nhưng phải đảm bảo nằm trong dải đo của thiết bị được quy định trong đặc tính kỹ thuật chi tiết của từng loại thiết bị.

Hiện nay, thiết bị đo có các loại dải đo sau:

Loại 1: từ 0,5 -15m, phạm vi đo tối thiểu 0,5m, tối đa là 15m.

Loại 2: từ 0,5 -35m, phạm vi đo tối thiểu 0,5m, tối đa là 35m.

Loại 3: từ 0,5 -70m, phạm vi đo tối thiểu 0,5m, tối đa là 70m.

Khi lắp đặt, căn cứ vào Hmin, Hmax phải tính toán chênh lệch mực nước tại vị trí lắp đặt, chênh lệch mực nước không được lớn hơn phạm vi đo của thiết bị. Thiết bị cách mực nước cao nhất tối thiểu 0,5m để thiết bị không ngập trong nước.

*Lắp đặt thiết bị*

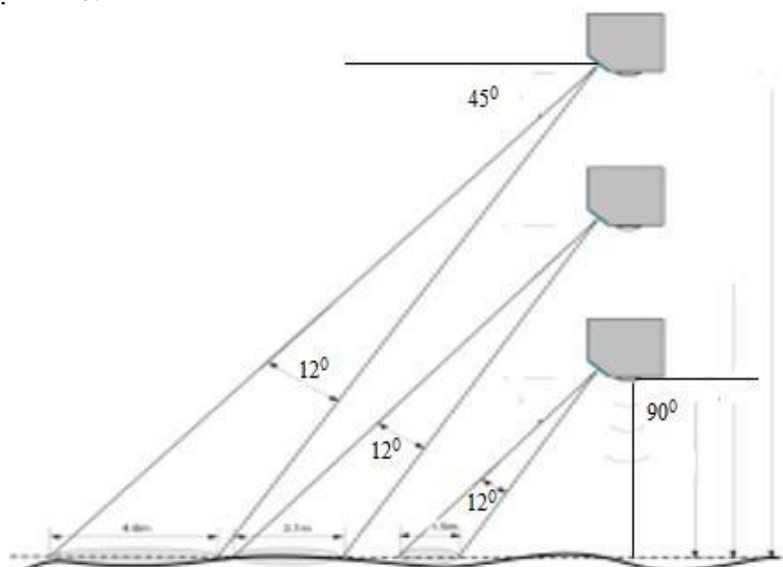
Thiết bị cần phải được lắp đặt chắc chắn, ổn định và bộ giá không bị rung lắc. Trường hợp ngoại lệ có thể lắp trên cáp, nhưng thiết bị cũng cần ổn định không bị rung lắc và cần xác định góc nghiêng cho thiết bị khi đo đạc.

- Góc nghiêng của đầu đo:

+ Đối với thiết bị chỉ có 1 sensor đo tốc độ nước: hướng của sensor so với mặt phẳng ngang phải nằm trong khoảng từ 300 - 600, góc nghiêng tốt nhất không vượt quá 450.

+ Đối với thiết bị có 2 sensor: Hướng của sensor đo tốc độ nước so với mặt phẳng ngang phải nằm trong khoảng từ 300 - 600, góc nghiêng tốt nhất không vượt quá 450; còn

hướng của sensor đo mực nước phải vuông góc với mặt phẳng ngang theo phương thẳng đứng xuống mặt nước.

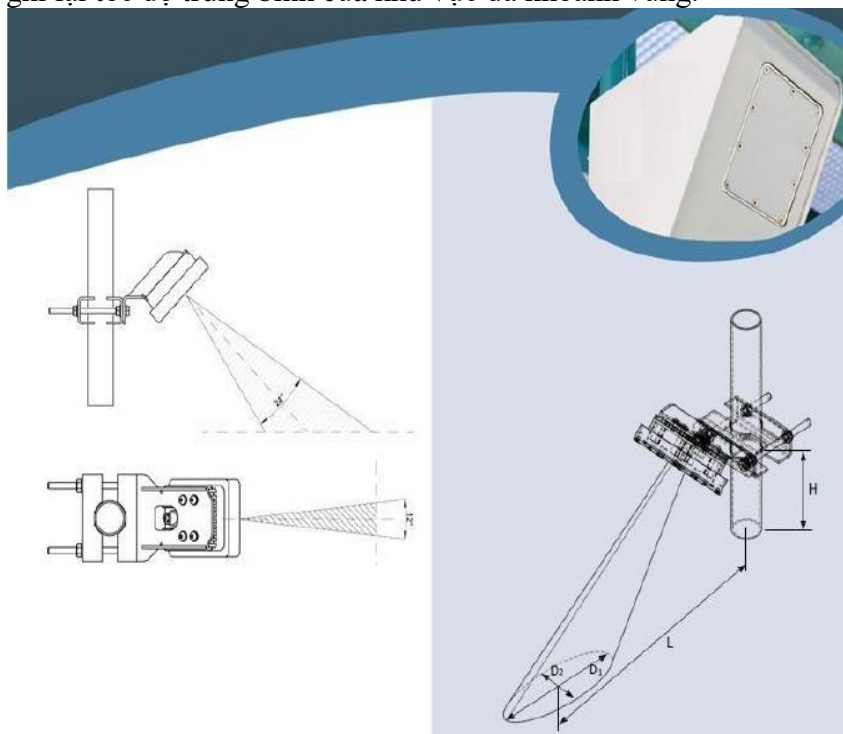


**Hình 13.** Tia siêu âm dopple

*Vùng và hướng quan sát*

Tại thời điểm đo nếu có vật trôi nổi trên sông, thuyền bè qua lại trong vùng hoạt động của thiết bị thì cần phải đo lại hoặc không sử dụng số liệu này vì không đảm bảo độ chính xác.

Tia siêu âm Dopple sẽ bao phủ một khu vực hình elip trên mặt nước như hình 15. Thiết bị ghi lại tốc độ trung bình của khu vực đã khoanh vùng.



**Hình 14.** Vùng quan sát của thiết bị radar đo tốc độ mặt nước

Để vận hành tối ưu và đạt kết quả chính xác nhất, bề mặt Sensor đo lưu lượng nước phải được đặt hướng lên phía thượng lưu (hướng ngược dòng chảy).

*Vị trí lắp đặt*

Thiết bị phải lắp đặt chắc chắn, ổn định ở vị trí thủy trực đại biểu, có thể lắp đặt thiết bị đo theo nhiều cách khác nhau như sau:

- Lắp trên cầu

Thiết bị đo được lắp đặt trên chính kết cấu cầu hoặc trên lan can của cầu. Trong nhiều trường hợp, cảm biến được bảo vệ không bị tác động của mưa trực tiếp. Các điểm cần chú ý khi lắp đặt thiết bị trên cầu:

- + Hướng của sensor đo tốc độ nước ngược dòng (hướng lên thượng lưu).
- + Hướng của sensor đo mực nước phải theo phương thẳng đứng xuống mặt nước.
- + Cầu không bị rung lắc.
- + Tránh nhiễu động ảnh hưởng gây nhiễu loạn tín hiệu thu phát từ thiết bị đo.
- + Phải đảm bảo an toàn cho người, cầu và thiết bị đo.
- + Gầm cầu nơi lắp đặt thiết bị đo mực nước phải nhẵn không bị nghiêng, không có nước mưa hoặc nước chảy từ cầu hoặc từ sàn cầu chảy qua phạm vi quan sát của radar đo mực nước. Phía thượng lưu cầu khu vực lắp đặt cảm biến đo lưu lượng nước địa hình lòng sông tương đối bằng phẳng, bờ sông không lồi lõm, gấp khúc, ... những điều kiện trên sẽ ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của phép đo.

- Lắp trên trụ đỡ cánh tay đòn

Phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật nêu ở điểm a khoản này. Ngoài ra phải đáp ứng các yêu cầu như sau:

+ Thiết bị được lắp trên trụ đỡ cánh tay đòn, để đưa thiết bị tới vị trí quan trắc đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Khi đó, cần phải thiết kế giá đỡ lắp đặt thiết bị đo có thể quay được, giúp việc lắp đặt, bảo trì được thuận tiện;

+ Khi lắp thiết bị trên cánh tay đòn cần phải đảm bảo đo được tại thủy trực đại biểu, thường xuyên có nước chảy và nằm ngoài mép nước khi mực nước thấp nhất, bộ giá phải ổn định không bị rung lắc.

- Lắp đặt trên cáp

Trong trường hợp vị trí dự kiến đo không có cầu, thiết bị có thể được lắp trên dây cáp căng qua sông.

Độ dài của dây cáp phụ thuộc vào độ rộng của sông (khoảng cách giữa 2 mố cáp hoặc trụ đỡ cáp), phụ thuộc vào đường kính dây cáp và phụ thuộc vào độ cao, độ ổn định của trụ đỡ ... Sao cho khi lắp đặt thiết bị trên cáp, không bị rung lắc, độ cao và góc nghiêng của thiết bị không thay đổi.

Quy định về lắp đặt bộ xử lý số liệu Datalogger, bộ nguồn, nối đất, chống sét, khoảng cách từ cảm biến đến datalogger tùy theo từng công trình mà sẽ có các phương án lắp đặt các thiết bị này khác nhau.



**Hình 15.** Trạm đo lưu lượng trên sông được lắp trên cầu

- Ưu điểm của hệ thống trạm đo iRQ-50
- + Đã được thử nghiệm, đánh giá mức độ chính xác, phù hợp với các sông tại Việt Nam.
- + Không yêu cầu bảo trì thiết bị.
- + Không lắp bộ giá nằm dưới nước.
- + Hệ thống vận hành liên tục ngay cả khi bị lũ lụt.
- + Hệ thống sử dụng được nguồn năng lượng mặt trời do tiêu thụ điện năng cực ít.
- + Có khả năng phát hiện hướng dòng chảy.
- + Dải vận tốc rộng từ 0,02 tới 15 m/giây (tùy thuộc điều kiện dòng chảy).
- + Nhận biết được các ảnh hưởng độ trễ + Quan trắc được cả trong điều kiện nước động.
- + Đo được cả khu vực thực vật thủy sinh xâm lấn.
- + Đo lưu lượng nước sông ngay cả khi bị ảnh hưởng thủy triều.
- + Tự động hiệu chỉnh góc nghiêng lắp đặt + Tùy chọn đầu ra analog 4-20mA.

## 5. Các kết quả thử nghiệm

Sau khi nhận được Công văn số 0852/TH-KTTV, ngày 15/11/2017 của Công ty trách nhiệm hữu hạn Triệu Hà về việc thử nghiệm Hệ thống thiết bị tự động đo lưu lượng nước theo công nghệ đo không tiếp xúc, Trung tâm Mạng lưới KTTV và môi trường đã phối hợp với Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ và Công ty trách nhiệm hữu hạn Triệu Hà tiến hành thử nghiệm tại trạm thủy văn Thượng Nhật.

### 5.1. Vị trí lắp đặt

Đặc điểm cầu Thượng Nhật: Cấu tạo cầu bằng bê tông cốt thép, giữa cầu không có trụ đỡ, mố cầu phía bờ trái và bờ phải cấu tạo bằng bê tông cốt thép không chế được mực nước Hmax, Hmin. Chiều rộng mặt nước khoảng 50m. Chiều cao từ gầm cầu tới mực nước trung bình năm khoảng 20m.

Thiết bị đo lưu lượng nước tự động (Model: iQR-50) được lắp đặt trên dòng chủ lưu, tại phía hạ lưu thành cầu Thượng Nhật có vị trí địa lý: 16007' độ vĩ Bắc, 107041' độ kinh Đông.

### 5.2. Phương án đo đạc

Độ sâu mặt cắt ngang: Vì mặt cắt đo lưu lượng nước tự động trùng với mặt cắt đo lưu lượng nước thủ công của trạm nên dùng số liệu mặt cắt ngang trạm đang sử dụng để nhập vào phần mềm đo lưu lượng nước tự động.

Đo lưu lượng nước tự động: dự kiến thời gian đo đạc khoảng 01 tháng, từ ngày 27/11 đến ngày 27/12/2017.

Chế độ đo: 01 phút đo một lần.

Phương pháp đo: đo tốc độ mặt nước tại một thủy trực ở chủ lưu, theo công nghệ Rada.

Truyền tin: truyền trực tiếp bằng hữu tuyến.

Bên dưới là hình ảnh mặt cắt trực tiếp từ phần mềm.

### 5.3. Kết quả

#### Kết quả

Căn cứ vào số liệu lưu lượng nước thực đo (Qđo) bằng thiết bị đo tự động Model: iQR-50.

Căn cứ vào đường  $Q = f(H)$  năm 2016 (do cuối năm 2015 địa phương đã tiến hành nạo vét, khơi thông lòng sông nên hiện nay cùng một cấp mực nước thì lưu lượng nước từ năm 2016 đến nay lớn hơn lưu lượng trung bình nhiều năm từ 2015 về trước).

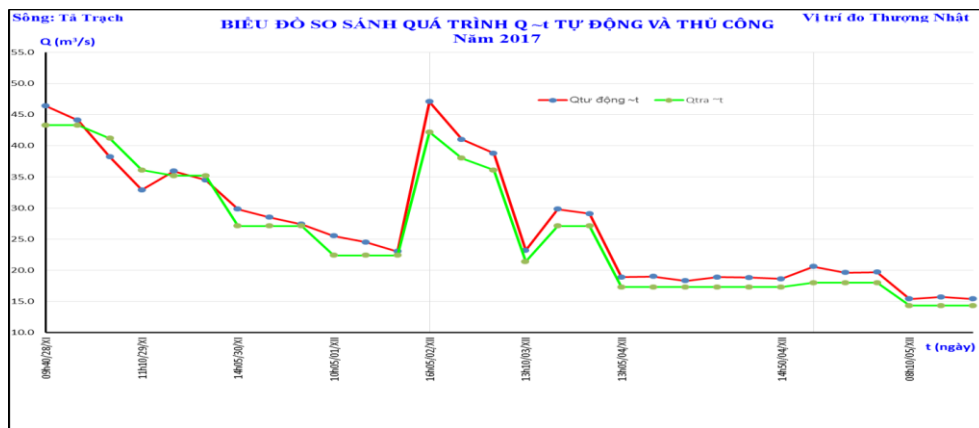
Từ số liệu mực nước thực đo cùng thời gian với Qđo tra vào quan hệ  $Q = f(H)$  năm 2016 được lưu lượng nước tính toán (Qtra).



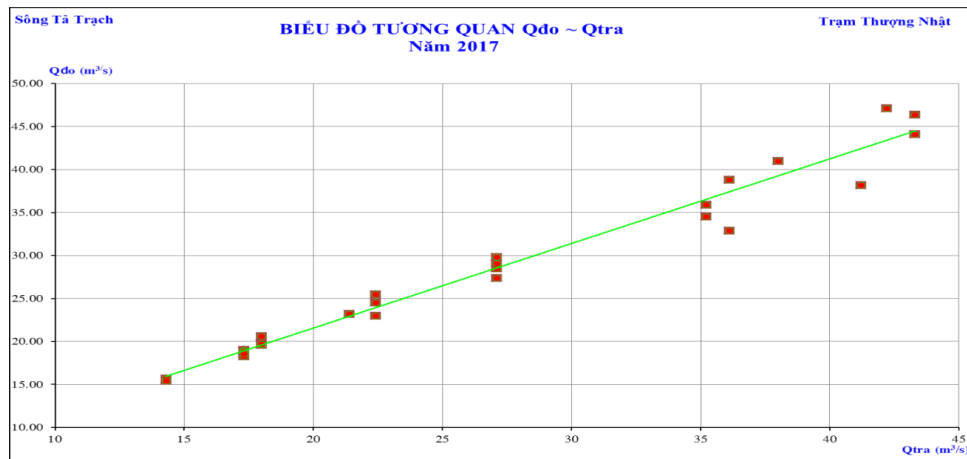
Từ số liệu Qđo; Qtra tiến hành tính sai số được kết quả như sau:

**Bảng 3.** Bảng tính sai số Qđo ~ Qtra

TT	Thời gian	H( cm)	Q tự động (m <sup>3</sup> /s)	Q tra (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Sai số (%)	Kết quả
1	09h40/28/XI	5813	46.4	43.3	3.1	7.16	Đạt
2	09h50/28/XI	5813	44.1	43.3	0.8	1.85	Đạt
3	10h00/28/XI	5811	38.2	41.2	-3	7.28	Đạt
4	11h10/29/XI	5806	32.9	36.1	-3.2	8.86	Đạt
5	11h30/29/XI	5805	35.9	35.2	0.7	1.99	Đạt
6	11h35/29/XI	5805	34.5	35.2	-0.7	1.99	Đạt
7	14h05/30/XI	5796	29.1	27.1	2.7	9.96	Đạt
8	14h15/30/XI	5796	28.1	27.1	1.4	5.17	Đạt
9	14h25/30/XI	5796	27.4	27.1	0.3	1.11	Đạt
10	10h05/01/XII	5790	25.5	22.4	3.1	13.8	Không đạt
11	10h15/01/XII	5790	24.5	22.4	2.1	9.38	Đạt
12	10h30/01/XII	5790	23.0	22.4	0.6	2.68	Đạt
13	16h05/02/XII	5812	47.1	42.2	4.9	11.6	Không đạt
14	16h15/02/XII	5808	41	38	3	7.89	Đạt
15	16h25/02/XII	5806	38.8	36.1	2.7	7.48	Đạt
16	13h10/03/XII	5789	23.2	21.4	1.8	8.41	Đạt
17	13h20/03/XII	5796	29.8	27.1	2.7	9.96	Đạt
18	13h30/03/XII	5796	29.1	27.1	2	7.38	Đạt
19	13h05/04/XII	5783	18.9	17.3	1.6	9.25	Đạt
20	13h15/04/XII	5783	19.0	17.3	1.7	9.83	Đạt
21	13h25/04/XII	5783	18.3	17.3	1	5.78	Đạt
22	14h30/04/XII	5783	18.9	17.3	1.6	9.25	Đạt
23	14h40/04/XII	5783	18.8	17.3	1.5	8.67	Đạt
24	14h50/04/XII	5783	18.6	17.3	1.3	7.51	Đạt
25	16h35/04/XII	5784	20.6	18.0	2.6	14.4	Không đạt
26	16h45/04/XII	5784	19.6	18.0	1.6	8.89	Đạt
27	16h55/04/XII	5784	19.7	18.0	1.7	9.44	Đạt
28	08h10/05/XII	5778	15.4	14.3	1.1	7.69	Đạt
29	08h20/05/XII	5778	15.7	14.3	1.4	9.79	Đạt
30	08h30/05/XII	5778	15.4	14.3	1.1	7.69	Đạt



**Hình 16.** Biểu đồ so sánh quá trình Q-t tự động và thủ công



Hình 17. Biểu đồ tương quan Qđo ~ Qtra

Kết quả thử nghiệm tại trạm thủy văn Thượng Nhật từ ngày 28/11 đến 05/12/2017, lấy kết quả ngẫu nhiên 30 lần đồng thời giữa tự động với tra trên đường  $Q = f(H)$  năm 2016 thấy rằng:

+ Số điểm có sai số  $\leq 10\%$  là 27 lần chiếm tỉ lệ 90%; + Số điểm có sai số  $> 10\%$  là 03 lần chiếm tỉ lệ 10%; + Đường quá trình  $Q \sim t$  là hợp lý.

#### 5.4. Nhận xét, đánh giá

##### Ưu điểm

Cho kết quả lưu lượng nước tức thời 01 giây /lần (đối với thiết bị bán tự động như ADCP là 10phút/lần, đối với thiết bị thủ công như máy lưu tốc kế khoảng 02 giờ/lần), đáp ứng tốt công tác dự báo thủy văn.

So với công trình đo truyền thống (như: công trình cáp treo thuyền, công trình nổi...) thì công trình đo lưu lượng nước tự động đơn giản, gọn nhẹ, giá thành thấp hơn nhiều.

Cài đặt cấu hình đo dễ dàng, đơn giản.

Công tác bảo dưỡng, bảo quản đơn giản.

##### Tồn tại

Kết quả đo lưu lượng nước tự động không cao bằng thiết bị đo lưu lượng nước bán tự động (ADCP).

Khi cài đặt vào cấu hình đo cần căn cứ vào kết quả lưu lượng nước chuẩn (đo bằng thiết bị ADCP;  $Q = f(H)$  nhiều năm...).

#### 5.5. Kết luận

Thiết bị đo lưu lượng nước tự động IRQ-50 phù hợp chế độ ổn định; mỗi sensor thích hợp với chiều rộng  $B \leq 50m$ .

Vị trí lắp đặt thiết bị: ở chủ lưu dòng chảy, đối với mặt cắt lớn có thể lắp đặt nhiều sensor tích hợp với phần mềm tính lưu lượng nước toàn mặt cắt.

Giải pháp công trình lắp đặt thiết bị: Thiết bị có thể gá lắp vào thành cầu giao thông, công trình cáp căng ngang sông hoặc cáp tự hành.

Giải pháp truyền tin: Cloud, Internet, GPRS/SMS, wifi, radiomodem...



Tài liệu Hội thảo

## Thực trạng quan trắc, giám sát tài nguyên nước trong tình hình mới

Cục Quản lý tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường

### 1. Đặt vấn đề

Việt Nam có 3.450 sông, suối có chiều dài từ 10 km trở lên nằm trong 108 lưu vực sông được phân bố và trải dài trên cả nước với tổng diện tích lưu vực khoảng 1.168.420 km<sup>2</sup>, trong đó 837.430 km<sup>2</sup> (chiếm 71,7%) nằm ở nước ngoài, chỉ có 330.990 km<sup>2</sup> (chiếm 28,3%) diện tích lưu vực nằm trong lãnh thổ nước ta.

Việt Nam được đánh giá là quốc gia có nguồn tài nguyên nước mặt khá phong phú cả về lượng mưa lẫn nguồn nước mặt trong các hệ thống sông, hồ. Lượng mưa trung bình năm của Việt Nam vào khoảng 1.940-1.960mm (tương đương tổng lượng nước khoảng 640 tỷ m<sup>3</sup>/năm), thuộc số quốc gia có lượng nước mưa lớn trên thế giới.

Mặc dù tổng lượng dòng chảy năm trung bình nhiều năm của các sông vào khoảng 830-840 tỷ m<sup>3</sup> nhưng tài nguyên nước của Việt Nam bị phụ thuộc nhiều vào nguồn nước ngoại sinh. Hàng năm, các sông, suối xuyên biên giới chảy vào nước ta lượng nước khoảng 520 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm khoảng 63% tổng lượng nước trung bình hàng năm của hệ thống sông nước ta.

Tài nguyên nước mặt của Việt Nam phân bố rất không đều cả về không gian và thời gian. Mùa khô kéo dài khoảng 9 tháng tại các sông Vu Gia-Thu Bồn, Trà Khúc, Kôn-Hà Thanh và khoảng 8 tháng trên lưu vực sông Bắc Trung Bộ, các lưu vực sông còn lại có mùa khô kéo dài từ 6-7 tháng. Tổng lượng nước mùa khô đã được tăng lên đáng kể do hầu hết các lưu vực sông đều đã có các hồ chứa phục vụ mục đích tưới, phát điện và phòng chống lũ. Trung bình lượng nước mùa khô chiếm 20-30% tổng lượng nước cả năm của lưu vực.

Việt Nam cũng có tiềm năng khá lớn về nguồn nước dưới đất với tổng trữ lượng khoảng 189,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày đêm, tập trung ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và khu vực Tây Nguyên. Tổng trữ lượng tiềm năng có thể khai thác trung bình khoảng 61,2 triệu m<sup>3</sup>/ngày đêm.

Tài nguyên nước dưới đất ở nước ta đang bị suy thoái cả về số lượng và chất lượng: mực nước dưới đất bị hạ thấp sâu, liên tục theo thời gian tại đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và Tây Nguyên, đặc biệt là tại một số đô thị lớn tập trung khai thác nguồn nước dưới đất. Việc khai thác nước tập trung quy mô lớn ngoài việc dẫn đến hạ thấp mực nước sâu còn là nguyên nhân gây ra tình trạng xâm nhập mặn, ô nhiễm nguồn nước (vùng ĐBSCL, vùng ven biển miền Trung) và có thể là nguyên nhân gây ra tình trạng sụt lún bề mặt đất (Thành phố Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, vùng ĐBSCL).

Như vậy, có thể nói tài nguyên nước ở Việt Nam đang bị suy soái theo thời gian có thể do hoạt động khai thác nước ngày càng tăng ở thượng lưu, do biến đổi khí hậu, nên việc quan trắc giám sát tài nguyên nước để đảm bảo tính liên tục của cơ sở dữ liệu theo thời gian là cơ sở quan trọng để đánh giá xu hướng, dự báo, cảnh báo tài nguyên nước, giúp các cơ quan quản lý nhà nước có được cơ sở để có các giải pháp kịp thời trong công tác quản lý nhà nước về tài nguyên nước phục vụ việc phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

### 2. Thực trạng công tác quan trắc tài nguyên nước ở Việt Nam

Hiện nay, công tác quan trắc tài nguyên nước ở Việt Nam đang được triển khai thực hiện theo quy định của Luật tài nguyên nước năm 2012. Theo đó, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh có trách nhiệm quan trắc, giám sát về số lượng, chất lượng nguồn nước, hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước, xả nước thải vào nguồn nước đối với các nguồn nước liên tỉnh, liên quốc gia và các nguồn nước nội tỉnh; Tổ chức,

cá nhân khai thác, sử dụng tài nguyên nước, xả nước thải vào nguồn nước có trách nhiệm quan trắc, giám sát việc khai thác, sử dụng nước và xả nước thải của mình theo quy định. Thực hiện theo quy định của pháp luật, trong thời gian qua lĩnh vực tài nguyên nước đã triển khai thực hiện công tác quan trắc tài nguyên nước cụ thể như sau:

### 2.1. Về quan trắc tài nguyên nước mặt

#### a) Mạng quan trắc tài nguyên nước mặt

Theo Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12/01/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2025, tầm nhìn đến năm 2030 (sau đây gọi tắt là Quy hoạch 90), mạng lưới quan trắc tài nguyên nước mặt đến năm 2030 được đưa vào quy hoạch gồm 56 trạm tài nguyên nước mặt độc lập và 113 trạm tài nguyên nước mặt lồng ghép với trạm thủy văn.

Tính đến nay, đã đưa vào hoạt động và đang triển khai đầu tư xây dựng 45 trạm, trong đó gồm 26 trạm quan trắc độc lập và 19 trạm quan trắc lồng ghép với trạm thủy văn. Cụ thể như sau:

- Trạm quan trắc tài nguyên nước mặt độc lập hiện có 14 trạm, gồm: 04 trạm vùng Tây Nguyên, 03 trạm vùng duyên hải Nam Trung Bộ và 07 trạm quan trắc nguồn nước xuyên biên giới Việt – Trung.

- Trạm quan trắc tài nguyên nước mặt đang đầu tư xây dựng có 12 trạm, gồm: 01 trạm thuộc dự án quan trắc nguồn nước xuyên biên giới Việt - Trung; 01 trạm thuộc dự án đầu tư xây dựng trạm quan trắc, giám sát nguồn nước xuyên biên giới Việt Nam - Lào và 10 trạm thuộc dự án Quản lý tổng hợp tài nguyên nước Mê Công.

- Trạm tài nguyên nước mặt lồng ghép với trạm thủy văn đang được đầu tư xây dựng có 19 trạm, gồm: 12 trạm thuộc dự án Chống chịu khí hậu tổng hợp và sinh kế bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long do Ngân hàng thế giới tài trợ (WB9) và 07 trạm thuộc dự án tư xây dựng mạng lưới quan trắc, giám sát tài nguyên nước và tăng cường công tác điều phối việc vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông: Vu Gia Thu Bồn, Cả (WB8).

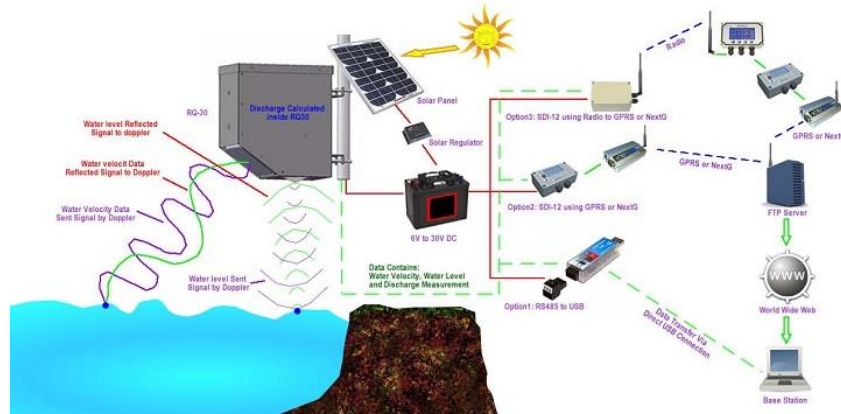


**Hình 1.** Sơ đồ hiện trạng mạng quan trắc tài nguyên nước mặt

Ngoài ra, tại dự án đầu tư xây dựng trạm quan trắc, giám sát nguồn nước xuyên biên giới Việt Nam - Lào đã khảo sát sơ bộ và dự kiến bổ sung nâng cấp 02 trạm thủy văn đã có trong Quy hoạch 90 thành trạm quan trắc tài nguyên nước kết hợp. Khi đó, sẽ nâng tổng số trạm tài nguyên nước mặt lồng ghép với trạm thủy văn hiện có và đang đầu tư lên 21 trạm.

b) Về công nghệ quan trắc

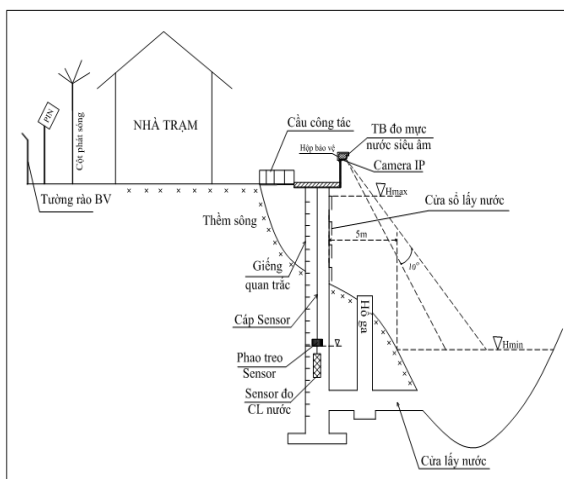
Hiện nay, công nghệ quan trắc tài nguyên nước từ quan trắc thủ công đến quan trắc tự động truyền số liệu về hệ thống và hiện đang từng bước hiện đại hóa trong công tác quan trắc tài nguyên nước.



**Hình 2.** Công nghệ đo lưu lượng nước mặt không tiếp xúc bằng thiết bị RQ-30

Công nghệ quan trắc tài nguyên nước mặt đang được từng bước hiện đại hóa. Công nghệ quan trắc của các công trình quan trắc tài nguyên nước mặt đã và đang được đầu tư về cơ bản đã được hiện đại hóa theo kiểu quan trắc tự động và kết nối về hệ thống trung tâm. Tùy thuộc vào đặc điểm từng nguồn nước, từng vùng, việc lựa chọn công nghệ quan trắc khác nhau. Cụ thể như sau:

- Đối với các sông có chiều rộng lòng sông nhỏ, biến động lòng sông nhỏ thường sử dụng các thiết bị đo không tiếp xúc. Thực tế hiện nay đối với các trạm quan trắc nguồn nước xuyên biên giới Việt Nam - Trung Quốc, hay các trạm quan trắc các sông biên giới thuộc vùng Tây Nguyên đang dùng các loại thiết bị này.



**Hình 3.** Mô hình công trình quan trắc các sông biên giới Việt Nam - Trung Quốc



**Hình 4.** Trạm quan trắc Phục Hòa trên sông Bằng Giang

- Đối với các sông có chiều rộng lòng sông lớn, như vùng đồng bằng sông Cửu Long, sử dụng các thiết bị đo cảm biến như ADCP hay HADCP. Thực tế, một số điểm quan trắc ở



vùng đồng bằng sông Cửu Long đã sử dụng thiết bị này như trạm quan trắc Long Khốt trên sông Long Khốt thuộc địa bàn xã Hưng Điền A, huyện Vĩnh Hưng, tỉnh Long An.



**Hình 5.** Các thiết bị quan trắc truyền dẫn số liệu về trạm trung tâm



**Hình 6.** Trạm đo lưu lượng trên sông Long Khốt bằng thiết bị đo HADCP

## 2.2. Về quan trắc tài nguyên nước dưới đất

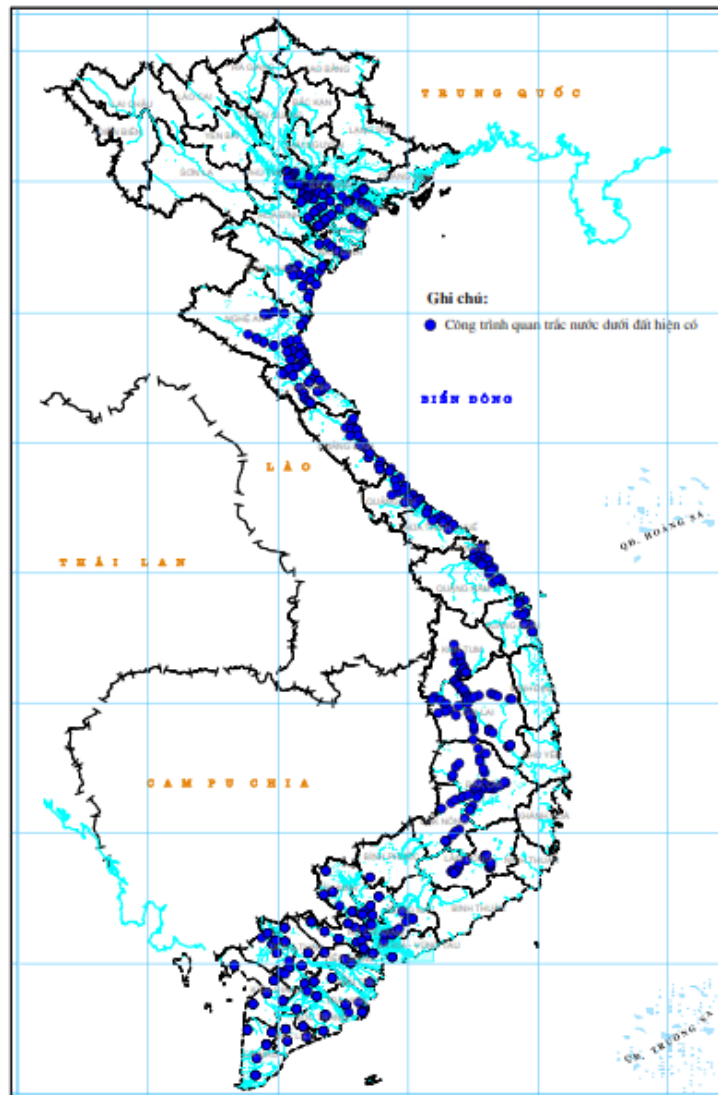
### a) Mạng quan trắc tài nguyên nước dưới đất

Theo Quy hoạch 90, mạng lưới quan trắc tài nguyên nước dưới đất đến năm 2030 được đưa vào quy hoạch gồm 778 điểm và 1.557 công trình.

Tính đến nay, đã đưa vào hoạt động và đang triển khai đầu tư xây dựng 459 điểm và 946 công trình quan trắc trong các tầng chứa nước phân bố ở các vùng đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên, Duyên hải Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Cụ thể trên từng vùng như sau:

- Vùng Tây Bắc Bộ: chưa thực hiện xây dựng các điểm, công trình quan trắc theo Quy hoạch 90.

- Vùng Đồng bằng Bắc Bộ: có tổng số 198 công trình quan trắc nước dưới đất gồm 188 giếng quan trắc và 10 điểm quan trắc nước mặt. Các công trình giếng khoan quan trắc được bố trí quan trắc tập trung 6 tầng chứa nước gồm: các tầng chứa nước lỗ hổng qh, qp và tầng chứa nước trong các đới khe nứt (n, c-p, t2, o-s). Trong đó có 91 công trình quan trắc tầng qh; 82 công trình quan trắc tầng qp; 09 công trình quan trắc tầng n; 03 công trình quan trắc tầng t2; và 02 công trình quan trắc tầng c-p cùng 01 công trình quan trắc tầng O-S.



**Hình 7.** Sơ đồ hiện trạng mạng quan trắc tài nguyên nước dưới đất

- Vùng Bắc Trung Bộ: hiện có 96 điểm, 167 công trình quan trắc phân bố tại các tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế. Các công trình quan trắc nước dưới đất trong vùng Bắc Trung Bộ được bố trí quan trắc các tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích đệ tứ (qh và qp) và tầng chứa nước khe nứt (n, t2, d1, c-p, c1, o3-s1 và bazan).

- Vùng duyên hải Nam Trung Bộ: hiện có 28 điểm, 41 công trình quan trắc. Do mới được đầu tư xây dựng nên hiện trạng vận hành của các công trình quan trắc vùng này là khá tốt, các lỗ khoan không bị lấp nhét. Các công trình quan trắc được bố trí để quan trắc chủ yếu tầng chứa nước qh và qp.

- Vùng Tây Nguyên: hiện có 128 điểm, 186 công trình quan trắc. Các công trình quan trắc nước dưới đất được bố trí để quan trắc các tầng chứa nước trong phun trào bazan là chủ yếu.

- Vùng Nam Bộ: hiện có 100 điểm (6 điểm đang đầu tư XD), 335 công trình, phân bố ở 18 tỉnh thành phố vùng Nam Bộ (hiện Bà Rịa - Vũng Tàu chưa có công trình quan trắc quốc gia). Các công trình quan trắc được bố trí tại 7 tầng chứa nước trong trầm tích đệ tứ và 04 tầng chứa nước khác.

Nhìn chung, các điểm quan trắc bố trí tương đối hợp lý nhưng một số nơi công trình quan trắc còn thừa, riêng 2 vùng Tây Bắc và Đông Bắc Bộ chưa có công trình quan trắc tài nguyên nước dưới đất nào thuộc mạng quan trắc quốc gia. Nhiều công trình quan trắc đã

thực hiện từ lâu và có công trình được tận dụng từ các đề án khác có chất lượng không tương xứng nên đang bị xuống cấp cần có biện pháp cải tạo và nâng cấp (miền Bắc, Tây Nguyên, miền Nam). Nhiều điểm quan trắc nằm vị trí không thuận lợi cần di dời (miền Bắc, Tây Nguyên, miền Nam). Rất nhiều điểm chưa có quyền sử dụng đất nên việc quản lý, cải tạo và vận hành gặp nhiều khó khăn. Thiết bị quan trắc phần lớn còn ở dạng bán tự động.

b) Về công nghệ quan trắc



**Hình 8.** Trạm quan trắc tự động nước dưới đất tại xã Giai Xuân, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ



**Hình 9.** Trạm quan trắc bán tự động nước dưới đất tại Phường 1, thị xã Giá Rai, tỉnh Bạc Liêu

Hiện nay, đối với mạng quan trắc tài nguyên nước dưới đất, Bộ Tài nguyên và Môi trường giao cho Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia thực hiện. Công nghệ quan trắc tài nguyên nước dưới đất cũng đang được hiện đại hóa. Theo số liệu vận hành hiện nay, trên mạng quan trắc toàn quốc có 126 công trình quan trắc tự động, 466 công trình quan trắc bán tự động và đang còn 354 công trình quan trắc thủ công. Trong đó:

- Vùng Đồng bằng Bắc Bộ: có 03 công trình quan trắc tự động, 113 công trình quan trắc bán tự động và đang còn 82 công trình quan trắc thủ công.
- Vùng Bắc Trung Bộ: có 167 công trình quan trắc bán tự động.
- Vùng duyên hải Nam Trung Bộ: có 41 công trình quan trắc bán tự động.
- Vùng Tây Nguyên: có 35 công trình quan trắc bán tự động và đang còn 170 công trình quan trắc thủ công.
- Vùng Nam Bộ: có 123 công trình quan trắc tự động, 110 công trình quan trắc bán tự động và đang còn 102 công trình quan trắc thủ công.

**3. Công tác giám sát hoạt động khai thác sử dụng nước**

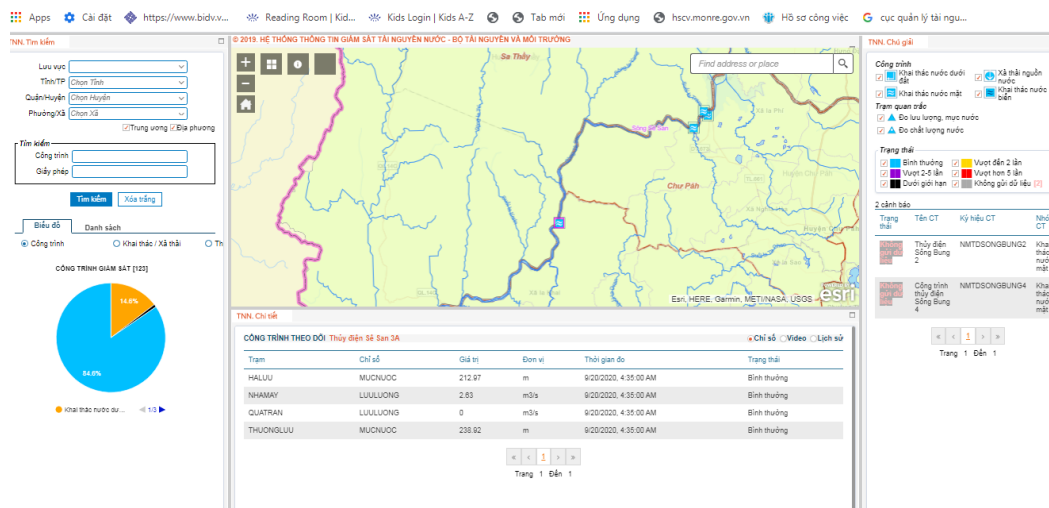


**Hình 10.** Hệ thống giám sát tài nguyên nước



Hoạt động giám sát hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước đã được quy định tại Điều 28 Luật tài nguyên nước và được quy định cụ thể tại Thông tư số 47/2017/TT-BTNMT ngày 7/11/2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về giám sát khai thác, sử dụng tài nguyên nước.

Trong thời gian qua, Cục Quản lý tài nguyên nước đã triển khai xây dựng hệ thống giám sát hoạt động khai thác sử dụng tài nguyên nước. Theo đó, các tổ chức, cá nhân có hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên đều phải kết nối về hệ thống giám sát theo quy định. Hiện nay, hệ thống giám sát mới bước đầu đi vào vận hành, tuy nhiên đã phần nào cung cấp thông tin, số liệu hoạt động khai thác, sử dụng nước để kiểm soát, quản lý các hoạt động khai thác, sử dụng nước của các tổ chức cá nhân.



**Hình 11.** Kết quả giám sát tại công trình khai thác, sử dụng tài nguyên nước

Trong thời gian qua, Cục Quản lý tài nguyên nước đã xây dựng thử nghiệm hệ thống thông tin, dữ liệu vận hành hồ của các tổ chức khai thác, sử dụng tài nguyên nước mặt. Hệ thống này đã giúp các nhà quản lý giám sát việc vận hành các hồ chứa trên các lưu vực sông theo các quy trình vận hành liên hồ chứa, theo các quy định của các giấy phép khai thác sử dụng tài nguyên nước và đây cũng là một trong những công cụ hữu hiệu phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước.

#### 4. Một số kiến nghị

1. Rà soát, tiến tới thay thế các thiết bị quan trắc tài nguyên nước từ thủ công sang tự động đảm bảo kết nối tự động và truyền thông tin dữ liệu về hệ thống thông tin, dữ liệu tài nguyên và môi trường.
2. Rà soát, bổ sung điều chỉnh quy hoạch mạng quan trắc tài nguyên nước đảm bảo nguyên tắc kế thừa mạng quan trắc tài nguyên và môi trường đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12/01/2016 và phải được tích hợp, lồng ghép trên cơ sở mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn để thuận tiện cho đầu tư và vận hành.
3. Đầu tư xây dựng các công trình quan trắc tài nguyên nước đảm bảo theo đúng kế hoạch tiến độ sau khi được điều chỉnh bổ sung quy hoạch. Đặc biệt ưu tiên xây dựng các công trình quan trắc các nguồn nước xuyên biên giới, các nguồn nước ở các khu vực có nguy cơ bị ô nhiễm, suy thoái, cạn kiệt.
4. Việc đầu tư các trạm quan trắc tài nguyên nước theo hướng hiện đại hóa đảm bảo kết nối và truyền thông tin dữ liệu về hệ thống thông tin, dữ liệu tài nguyên và môi trường.
5. Nâng cấp hoàn thiện hệ thống giám sát tài nguyên nước, đảm bảo kết nối, kiểm soát được hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các tổ chức, cá nhân.

Tài liệu Hội thảo

## Giới thiệu giải pháp tích hợp tự động quan trắc môi trường không khí và khí tượng Airpointer© thế hệ mới

Công ty Cổ phần Vật tư Khoa học kỹ thuật LASI

### 1. Hiện trạng và sự cần thiết phải hiện đại hóa ngành khí tượng thủy văn

#### 1.1. Hiện trạng mạng lưới trạm khí tượng thủy văn

- Trạm khí tượng bề mặt là: 200 trạm.
- Trạm/ điểm đo mưa: 782 điểm đo mưa tự động độc lập.
- Trạm thủy văn là: 404 trạm.
- Trạm hải văn là: 27 trạm.
- Trạm khí tượng trên cao và ra đa thời tiết: 27 trạm.
- Trạm/điểm đo môi trường không khí và nước là: 179 trạm.

#### 1.2. Sự cần thiết phải hiện đại hóa ngành khí tượng thủy văn

Trong thời đại Công nghệ 4.0, các hoạt động của con người đang được tự động hóa mạnh mẽ trong đó có các hoạt động quan trắc môi trường. Bên cạnh các phòng thí nghiệm thì thiết bị quan trắc tự động đóng vai trò hết sức quan trọng, thay thế các công đoạn tổ chức đi lấy mẫu, chuẩn bị mẫu hết sức phức tạp trong phòng thí nghiệm, có thông số phải ít nhất 5 ngày sau mới có kết quả như BOD, độc lý sinh học... Các trạm quan trắc tự động cho ta chuỗi số liệu tức thời, liên tục, phản ánh kịp thời diễn biến CLMT theo thời gian thực.

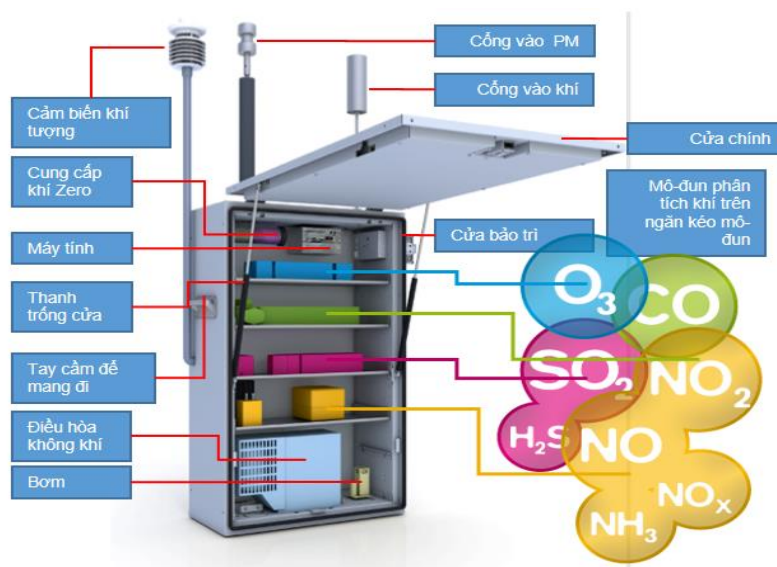
### 2. Giới thiệu về Hệ thống Airpointer©

Hệ thống nhỏ gọn và theo tiêu chuẩn (US EPA & EN) cho thiết bị giám sát chất lượng không khí.

Mô-đun đo cho NO/NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, Bụi (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) theo tiêu chuẩn quốc tế.

Khí BTX, H<sub>2</sub>S, NH<sub>2</sub>, NMHC, VOC's, CO<sub>2</sub>, và các hợp chất khác (tùy chọn)

Hệ thống dữ liệu nội bộ với gói truy cập trang mạng và SW toàn diện.



Hình 1. Hệ thống Airpointer©



- Các phương pháp quan trắc

**Bảng 1.** Các phương pháp quan trắc

Khí ô nhiễm	Phương pháp đo chuẩn Theo tiêu chuẩn USEPA và Châu Âu	Phương pháp được Airpointer sử dụng	Tiêu chuẩn tham khảo
O3	Phương pháp hấp thụ tử ngoại	Phương pháp hấp thụ tử ngoại	EN 14625 USEPAEQOA-0880-047
NOx	Quang hóa	Quang hóa	EN 14211 USEPA RFNA-1289-074
CO	Hồng ngoại không phân tán	Hồng ngoại không phân tán	EN 14626 USEPA RFCA-0981-054
SO2/H2S	Huỳnh quang tử ngoại	Huỳnh quang tử ngoại	EN 14212 USEPA EQSA-0486-060
BTX (Ben zen, toluen, xilen)	Đo hợp chất hữu cơ dễ bay hơi với đầu dò PID 10.6eV	Đo hợp chất hữu cơ dễ bay hơi với đầu dò PID 10.6eV	EN50270:2006
Bụi (tổng số TSP hoặc PM 10/4/2.5/1)	nephelometry, phương pháp đo quang kế ánh sáng la ze	nephelometry, phương pháp đo quang kế ánh sáng la ze	EN 14650:2017 ISO 10473:2000

- Ngoài ra có thể tích hợp: Bảng riêng
- Cảm biến khí tượng: hướng gió, vận tốc gió, nhiệt độ, áp suất không khí, độ ẩm tương đối, lượng mưa,
- Cảm biến dữ liệu chuyển động: đếm chuyển động; cảm biến độ nhiễu, GPS... và các tùy chọn đo ô nhiễm trong nhà khác.

**Bảng 2.** Các yếu tố khí tượng và các tùy chọn khác

Nội dung	Tích hợp với hệ thống Airpointer	Tiêu chuẩn
Cảm biến Khí tượng	Hướng gió, vận tốc gió, nhiệt độ, áp suất không khí, độ ẩm tương đối, lượng mưa	Tổ chức KTTG (WMO) và ngành KTTV
Cảm biến dữ liệu chuyển động, đo nhiễu	đếm chuyển động; đo độ nhiễu	
Cảm biến điện hóa cho CH <sub>2</sub> O, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, Cl...	Áp dụng cho công nghiệp, vệ sinh môi trường, Giám sát chất lượng không khí trong nhà (IAQ)	
Cảm biến CO2	Giám sát CO <sub>2</sub> trong nhà (IAQ)	
Hệ thống hàng hải GPS	Giám sát kết nối dữ liệu với dữ liệu địa lý	

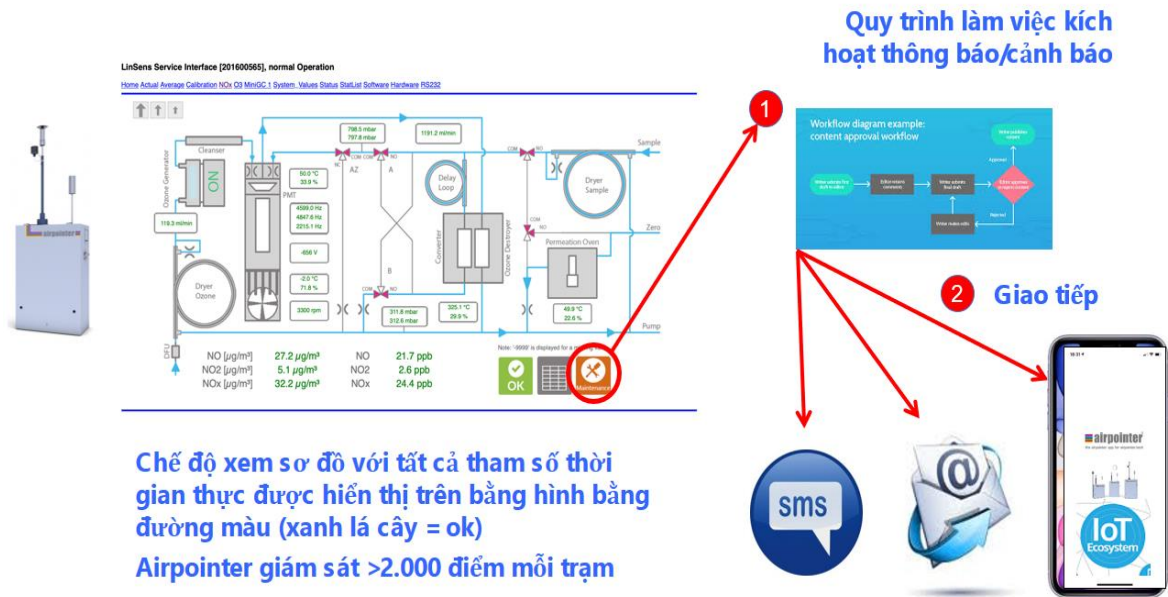
- Hệ thống có tùy chọn cấu hình linh hoạt
- + Tiêu chí lựa chọn:
  - Số mô đun khí được tích hợp.
  - Mô-đun/ thiết bị quan trắc bụi PM.
  - Điều hòa không khí (nhiệt độ và độ ẩm).
- + Phân loại cấu hình:

Đơn vị 2D – 2 mô-đun khí + khí tượng + bổ sung các cảm biến.  
 Đơn vị 4D - 4 mô-đun khí + khí tượng + bổ sung các cảm biến.  
 Đơn vị HC (Công suất cao) - Luôn luôn cần nếu:  
 Loại quan trắc bụi lơ lửng (bụi PM các hàng MetOne, Grimm, Palas, T640...).  
 Nhiệt độ > 45°C.  
 - Lý do nên chọn AIRPOINTER  
 Hệ thống quan trắc CLKK nhỏ nhất thế giới.  
 Kích thước nhỏ hơn 90% so với các trạm thông thường.  
 Ít hơn tới 90% điện năng tiêu thụ bởi vì tối ưu hóa nhiệt độ. Tiêu thụ năng lượng thấp, quản lý năng lượng thông minh.  
 Được thiết kế để hoạt động ở cùng có độ ẩm cao và khí hậu nóng (+55°C) (Băng Cốc, Mê-xi-cô, Hàn Quốc, Trung Quốc, Ấn độ, Tri-ni-đát & Tô-ba-gô,..).  
 Cài đặt trong 30 phút (cắm và đo, giải pháp nhanh gọn).  
 50% tổng chi phí để quan trắc 19 yếu tố (so với trạm thông thường).  
 Dễ dàng vận chuyển và thiết lập.  
 Dịch vụ và bảo trì đơn giản.  
 Ít phải bảo trì cơ sở hạ tầng (1 bơm, 1 hệ thống lấy mẫu, ..).  
 Hỗ trợ bảo trì dự phòng bằng phần mềm (cảnh báo, hướng dẫn sửa chữa, tích hợp lịch trình bảo dưỡng, báo động, ứng dụng, ...).  
 Hệ thống tích hợp máy tính cho việc thu dữ liệu, lưu trữ, truy cập từ xa, điều khiển từ xa, hình dung độ họa, ... có thể quy cập qua trang mạng.  
 Thu thập dữ liệu chất lượng không khí nhanh hơn với hệ thống giám sát chất lượng không khí đa năng, nhỏ gọn đầu tiên của thế giới.  
 Không có rủi ro khi hiện thực hóa việc lắp đặt.  
 Một nhà máy sản xuất là điểm liên lạc duy nhất mà bạn có thể đặt tất cả các câu hỏi về hiệu suất phân tích, hệ thống lấy mẫu, điều hòa không khí, ...  
 Tích hợp quy trình quản lý làm việc.  
 Truy cập dễ dàng qua trang web.



Hình 2. Quy trình quản lý làm việc

Tự động hóa:  
 Lịch trình bảo trì SW.  
 Tích hợp hướng dẫn sửa chữa.  
 Hệ thống báo động (email, SMS, App).



Hình 3. Quy trình bảo trì

### 3. Đánh giá khả năng triển khai tại Việt Nam

Chủ trương của Bộ Tài nguyên và Môi trường muốn xây dựng hệ thống mạng lưới quan trắc tài nguyên môi trường quốc gia và địa phương thống nhất, tiên tiến, đồng bộ và hiệu quả.

Kinh phí đầu tư không quá lớn, có thể huy động nguồn xã hội hóa từ các cơ quan, doanh nghiệp.

Lắp đặt cơ động tại nhiều vị trí, cho các mục đích khác nhau: ngoài đường, trong nhà, trường học, công viên hoặc cơ động trên tàu, xe, tàu biển, cầu tàu... hoặc lắp đặt ở vùng sâu, vùng xa.

Airpointer© chính là hệ thống có thể đáp ứng được hầu hết các yêu cầu nói trên.

### 4. Một số hệ thống đã triển khai trên thế giới và Việt Nam



**Thành phố Băng Cốc**  
**Dự án hải đăng**

- 54 airpointers © - nhỏ gọn, phê duyệt bởi AQMS
- 27 mô-đun bụi 10 mi-crô (PM.10) – MetOne BAM 1020
- 27 mô-đun bụi 2.5 mi-crô (PM 2.5) – MetOne BAM 1020
- 34 mô-đun phân tích ô-zôn (O3)
- 50 mô-đun phân tích ni-tơ o-xít (NOx)
- 20 mô-đun phân tích (CO) module
- 50 cảm biến khí tượng: hướng và tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm



**Phần mềm trung tâm cho AAQMS mạng lưới giám sát**



8 hệ thống Airpointers© đo di động lắp trên xe



Via hè



www.lasi.com

Hình 4. Dự án Hải Băng tại thành phố Băng Cốc



**Hình 5.** Trạm Airpointers© quan trắc: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO và khí tượng Tại Ni-gie-ri-a



**Hình 6.** Máy điện hạt nhân Krsko tại Slovenia



**Hình 7.** Thiết bị giám sát ăn mòn của Không quân Mỹ



- Tại Việt Nam:

Thông số đo: NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, Ozone, SO<sub>2</sub>, CO, bụi PM, tốc độ gió, hướng gió, độ ẩm.....Dự án “Tăng cường năng lực trang thiết bị phục vụ nhiệm vụ nghiên cứu ứng dụng khoa học công nghệ và môi trường” của Ban quản lý Lăng Chủ tịch Hồ Chí Minh.



**Hình 8.** Thiết bị Airpointers© tại BQL Lăng





Tài liệu Hội thảo

## Xây dựng hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ lụt (frmis), áp dụng cho thành phố Cần Thơ

Trương Văn Anh<sup>1</sup>, Trương Xuân Quang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

**Tóm tắt:** Lũ lụt là một trong những loại hình hiểm họa thường xuyên xảy ra và gây thiệt hại lớn nhất về người và của trên thế giới. Một trong những phương pháp tiếp cận phòng lũ hiện nay là xây dựng một hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ cho phép chia sẻ các thông tin lũ lụt tới các bên liên quan để từ đó có thể nhanh chóng thực hiện các phương án giảm thiểu rủi ro một cách hiệu quả nhất. Để làm được điều đó, một bộ công cụ hỗ trợ ra quyết định (DST) tích hợp kế hoạch kiểm soát nước (WCP) với hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (SCADA) và hệ thống cảnh báo sớm (EWS) sẽ giúp vận hành hệ thống thời gian thực theo cách tự động hóa. Bài viết này giới thiệu cách xây dựng một hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ dựa trên phát triển hệ thống hỗ trợ ra quyết định tích hợp WCP với SCADA và EWS cho thành phố Cần Thơ, một thành phố trung tâm của đồng bằng sông Cửu Long, nơi lũ lụt thường xuyên là mối đe dọa cho sự phát triển bền vững của vùng.

**Từ khóa:** rủi ro lũ lụt, kế hoạch kiểm soát nước, SCADA, hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt

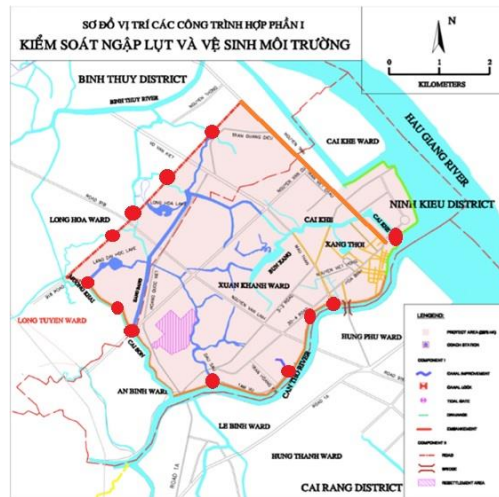
### 1. Đặt vấn đề

Trong quản lý rủi ro lũ lụt, rất nhiều nơi trên thế giới, kể cả ở những nước phát triển, đều phải công nhận một thực tế rằng chúng ta không thể kiểm soát được sức mạnh của nước. Chúng ta có thể đào kênh, xây đập nhưng cuối cùng, nước sẽ luôn thắng. Ngày nay, người ta hướng đến cách tiếp cận khác, đó là áp dụng một hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ lụt bằng cách tích hợp kế hoạch kiểm soát nước (WCP) với hệ thống kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu (SCADA) và hệ thống cảnh báo sớm (EWS) trong một hệ thống hỗ trợ ra quyết định hoàn chỉnh để vận hành hệ thống phòng chống lũ lụt của địa phương. Theo đó, việc cảnh báo sớm này sẽ giảm thiểu được tối đa thiệt hại về người và của. Đó chính là lý do vì sao rất nhiều thành phố, vùng, miền trên khắp thế giới đầu tư vào hệ thống cảnh báo sớm và SCADA (Supervisory control and data acquisition) - một công cụ kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu - để quản lý các cảnh báo lũ lụt, giúp con người có một bức tranh thời gian thực rõ ràng về những gì đang xảy ra ở thượng nguồn để có được những hành động phòng tránh và thích ứng kịp thời bảo vệ người và tài sản trước hiểm họa lũ lụt đang đến gần [1].

Cần Thơ là một tỉnh trung tâm của đồng bằng sông Cửu Long. Với tổng diện tích lưu vực xấp xỉ 1,400km<sup>2</sup>, thành phố trải dài dọc bờ tây sông Hậu, một trong 2 nhánh chính của vùng đồng bằng sông Mekong, chảy từ Campuchia về Việt Nam. Cao độ bình quân của tỉnh chỉ khoảng 0.8 - 1.0m trên mực nước biển trung bình nhiều năm và có đến khoảng 69% diện tích toàn tỉnh có cao độ dưới 1m. Vị trí cao nhất của thành phố Cần Thơ là sân bay cần thơ với cao độ 3m trên mực nước biển. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của thủy triều biển đông, mực nước trên sông Hậu tại trạm Cần Thơ có thể lên đến trên 2.5m gây nên tình trạng ngập lụt thường xuyên cho thành phố. Mối lo ngại này tăng cao hơn trong bối cảnh BĐKH, khi mực nước biển dâng ở khu vực này dự tính sẽ tăng khoảng trên 20cm trong giai đoạn 2050 và trên 50cm trong giai đoạn 2100 [2]. Chính vì thế, thành phố đã triển khai dự án “Tăng cường khả năng thích ứng của đô thị Cần Thơ (CTUDR)” để giảm thiểu rủi ro lũ lụt và tăng

cường năng lực cho các cơ quan chức năng trong thành phố về quản lý rủi ro lũ lụt. Trong đó bảo vệ khu đô thị lõi của thành phố Cần Thơ khỏi ngập lụt là một trong những mục tiêu của dự án [3].

Mục tiêu này sẽ bảo vệ toàn vùng đô thị lõi bằng cách biến nó thành một vùng bao (polder) được bao quanh bởi các tuyến kè kết hợp đường giao thông tôn cao như đê bốt. Xung quanh đó là hệ thống các công trình kiểm soát lũ lụt (12 công trình bao gồm 10 cống ngăn triều và 2 âu thuyền) để ngăn không có nước sông xâm nhập vào hệ thống mỗi khi triều cường và lũ thượng nguồn đổ về; kết hợp đồng thời với hệ thống bơm động lực, giúp tiêu thoát nước mưa trong thời điểm mưa lớn gặp triều cường hay lũ lớn trên sông [4] như hình 1.



**Hình 1.** Vùng bao khu vực lõi Cần Thơ trong đó hệ thống công trình kiểm soát (điểm đỏ) sẽ vận hành để ngăn ngừa lũ lụt

Sau khi hệ thống hành lang bảo vệ lũ lụt được xây dựng (từ đây gọi tắt là hệ thống vùng bao), bộ công cụ kỹ thuật hỗ trợ quản lý và vận hành hệ thống cần được phát triển. Trong nghiên cứu này, một hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ lụt (FRMIS) được đề xuất để có thể cung cấp một công cụ hỗ trợ quá trình ra quyết định đối phó với lũ lụt thông qua việc vận hành hiệu quả hệ thống vùng bao dựa trên thông tin từ một hệ thống cảnh báo sớm.

## 2. Phương pháp nghiên cứu của FRMIS

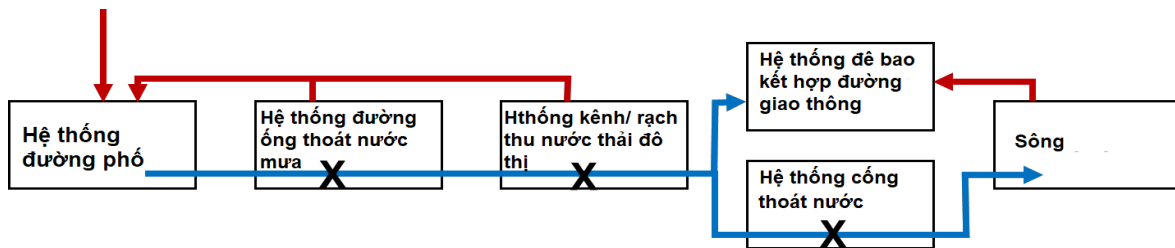
FRMIS là một hợp phần của CTUDR với 4 mục tiêu chính tương tác và bổ trợ nhau như thể hiện ở hình 2, bao gồm: vận hành hệ thống vùng bao, lập bản đồ rủi ro lũ lụt, xây dựng hệ thống cảnh báo sớm và quy hoạch đô thị.



**Hình 2.** Các thành phần của FRMIS

### 2.1. Vận hành hệ thống vùng bao

Hình 3 trình bày các thành phần hạ tầng cơ bản của một hệ thống vùng bao. Hệ thống này thông thường sẽ bao gồm mạng lưới đường giao thông, hệ thống đường ống thoát nước mưa và nước thải; hệ thống kênh rạch lộ thiên thu nước từ các cửa xả nước của hệ thống công ngầm và các khu vực xung quanh; hệ thống cống tiêu nước ra sông và hệ thống đê bao kết hợp đường giao thông bảo vệ vùng bao. Các mũi tên màu đỏ thể hiện các thành phần hệ thống có thể gây ngập lụt, các mũi tên màu xanh thể hiện khả năng thoát nước của hệ thống và các dấu gạch chéo màu đen thể hiện các thành phần có thể không đủ khả năng để thoát nước. Chú ý rằng hệ thống đường bao ngăn lũ tràn từ các con sông ở xung quanh vào vùng bao cũng có nhược điểm là ngăn ngừa việc tiêu thoát nước từ trong hệ thống ra bên ngoài (hiệu ứng “bồn tắm”). Khi hệ thống vận hành đúng, mực nước trong các kênh thu nước thải đô thị sẽ đủ thấp, nước mưa sẽ tiêu thoát vào hệ thống đường cống thoát nước đô thị về đến các kênh/rạch thu nước và đổ ra sông qua hệ thống cống của vùng bao. Khi hệ thống kênh rạch hoặc cống thoát nước không đủ năng lực tiêu thoát nước mưa, thì đường phố sẽ bị ngập lụt do nước tràn từ các kênh rạch này. Bên cạnh đó khi các cống thoát nước vận hành sai hay mực nước ở ngoài sông quá cao, đường phố cũng bị ngập lụt do nước tràn từ kênh.



Hình 3. Hệ thống hạ tầng tiêu thoát nước vùng bao

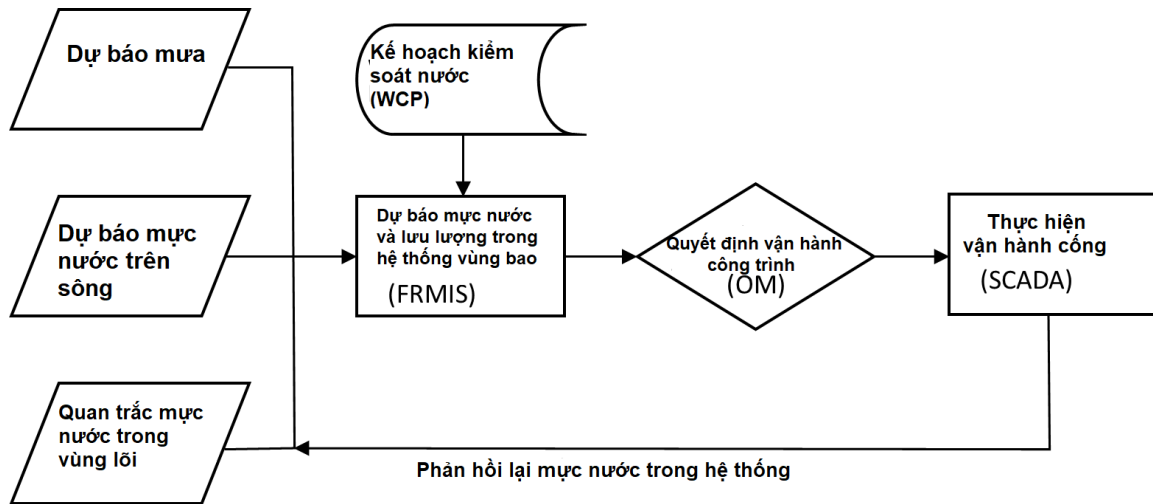
Ngoài ra khi hệ thống cống thoát nước không đủ năng lực tiêu thoát (ách tắc hoặc quá nhỏ so với yêu cầu), đường phố cũng sẽ bị ngập khi có một trận mưa đủ lớn và khi đó việc duy trì mực nước thấp ở hệ thống kênh/ rạch thu nước thải đô thị sẽ không có ý nghĩa trong quá trình tiêu thoát nước mưa.

Như vậy, hai yếu tố cơ bản để một hệ thống vùng bao vận hành tốt là i) cơ sở hạ tầng tiêu thoát nước phải ở tình trạng tốt, và ii) có một quy trình thích hợp để vận hành hệ thống.

Yếu tố đầu tiên đã và đang được triển khai thực hiện nhanh chóng tại vùng đô thị lõi thành phố Cần Thơ (như hình 4). Yếu tố thứ 2 đang được thực hiện thông qua việc xây dựng một bộ công cụ hỗ trợ ra quyết định (DST) cùng với hướng dẫn vận hành (OM) giúp vận hành hệ thống hạ tầng thoát nước vùng bao (cống ngăn triều, valve, hệ thống trạm bơm tiêu) trong tình huống bình thường và khẩn cấp. Với OM này, một kế hoạch kiểm soát nước (WCP) sẽ được đề xuất đảm bảo duy trì mực nước và lưu tốc đủ nhỏ trong kênh tiêu trước khi có mưa lớn để đảm bảo dung tích trữ trong hệ thống trong trường hợp mực nước ngoài sông cao (do triều cường hay lũ lớn trên sông).



Hình 4. Dự án kè sông Cần Thơ ngăn ngừa lũ và triều trong CTUDP



**Hình 5.** Hệ thống hỗ trợ ra quyết định vận hành hệ thống của FRMIS

Tiếp theo, sau khi một WCP đã được lựa chọn đưa vào thực hiện, OM của các hệ thống công trình vùng bao sẽ được soạn thảo dựa vào mực nước kiểm soát trong hệ thống. Một hệ thống phản hồi (feedback system) dựa trên so sánh mực nước hiện với cấp báo động và dự báo mực nước và lượng mưa của ngày tiếp theo, sẽ đưa ra một quyết định vận hành công mới (độ mở của từng công trong hệ thống). Như vậy, hệ thống quan trắc mực nước và vận hành công trình trong vùng bao là một phần của hệ thống quản lý vùng bao và được tích hợp với hệ thống SCADA.

Hệ thống SCADA là một hệ thống điều khiển bao gồm máy tính, mạng lưới thu thập dữ liệu và một giao diện người dùng đồ họa để quản lý giám sát một hệ thống thực đồng thời tích hợp các thiết bị ngoại vi cho phép điều khiển các công trình kiểm soát trên hệ thống đó. Trong nghiên cứu này, các hệ thống công trình vùng bao (cống ngăn triều, âu thuyền, trạm bơm tiêu,...) sẽ được trang bị thiết bị SCADA để vận hành dựa trên mực nước thực đo tại các trạm quan trắc thủy văn trong hệ thống và tích hợp với nó bằng bộ điều khiển logic lập trình (PLCs). Bản thảo vận hành hệ thống sẽ được điều chỉnh cho phù hợp với thiết bị SCADA. Thông tin trao đổi giữa bộ công cụ hỗ trợ ra quyết định DST và bộ điều khiển logic lập trình PLCs của SCADA sẽ được thực hiện qua đường truyền điện thoại hoặc internet. Trong trường hợp hệ thống đường truyền bị lỗi, PLCs sẽ hoạt động như một thiết bị độc lập với một số chế độ điều khiển an toàn.

#### Hệ thống cảnh báo sớm

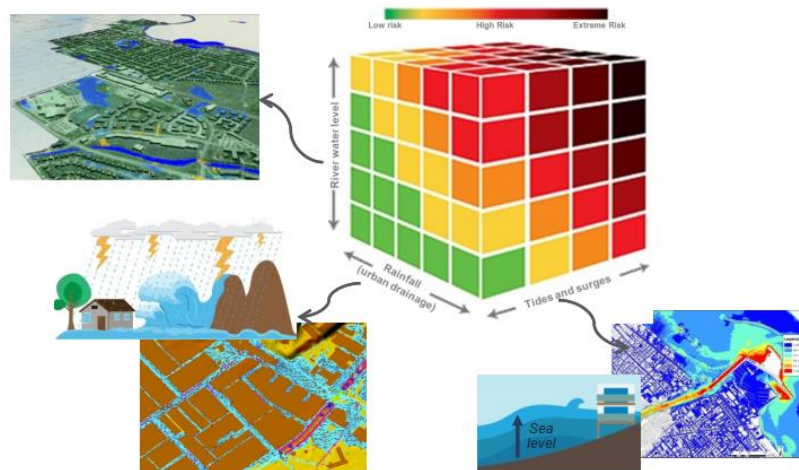
Để hỗ trợ vận hành hệ thống vùng bao ở trên, một hệ thống cảnh báo sớm được xây dựng. Theo đó, một chuỗi các kịch bản “cái gì xảy ra nếu” được xây dựng để có thể đánh giá được các tình huống cực đoan có thể xảy ra, đảm bảo tất cả yếu tố ngoại vi thích hợp (ví dụ mưa lớn, lũ sông, tiêu thoát nước đô thị, triều cường và nước dâng từ biển) được xem xét theo cách tiếp cận tích hợp toàn diện.

Các kịch bản nêu trên sẽ được phát triển theo cách tiếp cận tổng hợp và toàn diện để có thể tạo được các bản đồ rủi ro với các cấp hiểm họa tăng dần. Sau đó, một ma trận rủi ro 3D, giống như một khối Rubic, có tính đến ảnh hưởng của các mối liên kết phức tạp giữa lượng mưa, thoát nước đô thị, mực nước ngoài sông và biển.

Ma trận 3 chiều ở hình 6 cho phép xác định rủi ro toàn cục cho T.P Cần Thơ với tập hợp các điều kiện biên cho trước.

Các trạm quan trắc KTTV sẽ cung cấp dữ liệu thời gian thực sẽ cho phép xác định một cách dễ dàng rủi ro tổng thể tương ứng với ma trận rủi ro 3 chiều dựa trên một tập hợp đầu vào tương ứng và sau đó, những thông tin này sẽ chuyển ngay lập tức đến các đơn vị có trách nhiệm quản lý rủi ro lũ lụt và ứng phó phòng chống thiên tai để ra quyết định kịp thời giúp hạn chế tối đa thiệt hại tiềm tàng.





**Hình 6.** Ma trận rủi ro 3D: tiếp cận tích hợp với hệ thống cảnh báo sớm

Bên cạnh đó, các bản đồ rủi ro được tạo ra từ ma trận 3D nói trên cũng cho phép xác định các cấp báo động dựa vào giá trị dự báo các yếu tố gây rủi ro cảnh báo việc xác định kế hoạch hành động cho từng khu vực dựa trên phân cấp rủi ro cùng cấp báo động tương ứng sẽ dễ dàng được thực hiện cùng các bên liên quan (các hộ bị ảnh hưởng). phân vùng rủi ro và xác định các mức báo động và/hoặc hành động cần được thực hiện cho từng vùng ứng với từng cấp báo động (ví dụ kế hoạch hành động hay sơ tán khẩn cấp,...) cùng với các bên liên quan (các đối tượng bị ảnh hưởng bởi lũ lụt). Một báo động “đến những ai quan tâm” sẽ được thực hiện để đảm bảo không bỏ lỡ cảnh báo những tình huống nghiêm trọng cũng như tránh cảnh báo đến những đối tượng không thuộc diện “quan tâm” để gây ra những “sự hù dọa” không cần thiết.

### 3. Cách thức thực hiện

Trong nghiên cứu này, mô hình thủy lực là công cụ đặc lực để thực hiện các mục tiêu nêu ra ở hình 2. Mô hình này sẽ mô phỏng toàn hệ thống vùng đô thị lõi của thành phố Cần Thơ, bao gồm hệ thống cống thoát nước và hệ thống kênh rạch nội đô như hình 7. Đây sẽ là mô hình thủy lực 2 chiều bao phủ toàn bộ vùng nội đô.



**Hình 7.** Mạng lưới thoát nước được mô phỏng trong FRMIS

Quá trình thực hiện chia thành 2 giai đoạn như hình 8.

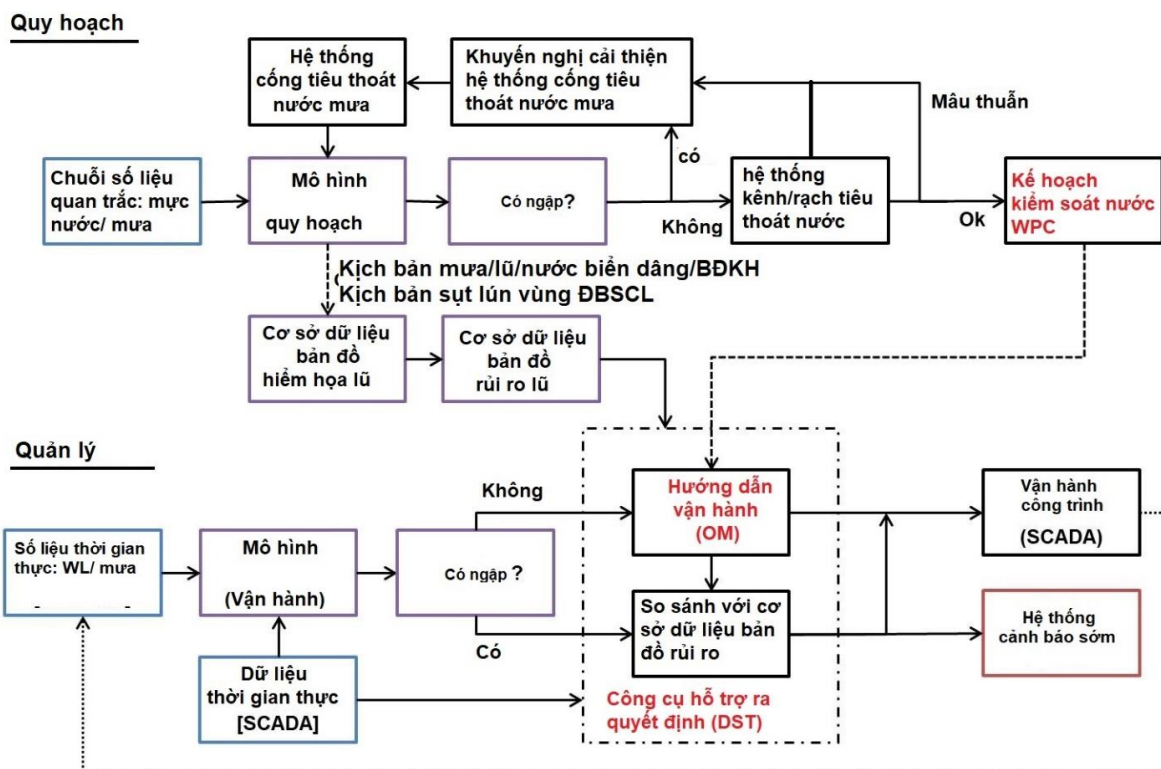
- Trong giai đoạn quy hoạch, chuỗi số liệu KTTV quan trắc trong quá khứ sẽ được sử dụng để xây dựng kịch bản mô phỏng các tình huống lũ lụt khác nhau thông qua một mô hình hệ thống, các trường hợp được xem xét như sau:



- + Trường hợp có ngập lụt ngay trong khu đô thị có hệ thống cống ngầm khi mực nước các kênh còn thấp, khuyến nghị cải thiện hệ thống tiêu thoát nước và mô phỏng lại mô hình.
- + Trường hợp có ngập lụt do nước tràn kênh/rạch, khuyến nghị cải thiện hệ thống tiêu thoát nước ngầm và mô phỏng lại mô hình.
- + Nếu hệ thống tiêu thoát tốt, sẽ đề xuất kế hoạch kiểm soát nước WPC.

Cũng trong giai đoạn mô phỏng, các kịch bản được xây dựng để tạo bản đồ hiểm họa lũ lụt. Bản đồ hiểm họa lũ lụt là bản đồ thể hiện sự phân bố theo không gian của các cấp hiểm họa lũ dựa trên độ sâu ngập lụt/lưu tốc dòng chảy và thời gian ngập lụt theo các kịch bản gây ngập khác nhau như mưa lớn, mưa lớn kết hợp triều cường, mưa lớn kết hợp lũ trên sông, nước sông lớn, ... Bộ bản đồ này kết hợp với bản đồ phơi lộ và bản đồ tính dễ bị tổn thương của toàn vùng sẽ tạo ra được bộ bản đồ rủi ro và ma trận rủi ro ở hình 6 được xác định. Kết quả bước quy hoạch là cơ sở dữ liệu của bản đồ rủi ro và kế hoạch kiểm soát nước WPC sẽ đưa vào bước quản lý để vận hành hệ thống.

- Trong giai đoạn quản lý, số liệu mực nước và mưa thời gian thực tại các trạm KTTV đã tồn tại quanh hệ thống kết hợp với số liệu KTTV thời gian thực tại các trạm KTTV để xuất trong bước quy hoạch để vận hành hệ thống (có gắn SCADA để truyền tự động) sẽ được sử dụng để mô phỏng bằng mô hình và cho ra được diện ngập, độ sâu ngập thời gian thực, từ đó đưa vào hệ thống hỗ trợ ra quyết định để cảnh báo sớm ngập lụt đến các đối tượng liên quan đồng thời truyền tín hiệu để vận hành tự động hệ thống công trình vùng lõi (có SCADA) để tiêu thoát ngập lụt.



Hình 8. Sơ đồ hóa chi tiết các bước thực hiện trong FRMIS

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Có thể nhận thấy, phương pháp tiếp cận hệ thống thông tin quản lý rủi ro lũ của FRMIS khá hiệu quả cho các thành phố duyên hải ven sông như Cần Thơ. Việc sử dụng thiết bị SCADA trên các trạm quan trắc khí tượng thủy văn và các công trình kiểm soát để tối ưu vận hành hệ thống trong thời gian thực cần được nhân rộng để giảm thiểu các rủi ro trong công tác vận hành các hệ thống tương tự. Quy trình đề xuất trong nghiên cứu này cũng có thể áp dụng để thực hiện ở các địa phương khác. Tuy nhiên một trong những khó khăn của nghiên cứu là sự phối kết hợp giữa các bên cơ quan quản lý của địa phương từ cơ

quan Khí tượng Thủy văn (Đài, Trạm KTTV) quản lý mạng lưới trạm quan trắc, bên các bên quản lý cơ sở dữ liệu bản đồ rủi ro và mô hình hệ thống (Sở Xây Dựng) và bên quản lý vận hành hệ thống (Sở Nông nghiệp và PTNT) và các cơ quan phối hợp vận hành hệ thống cảnh báo sớm (Sở NN & PTNT, Sở TMMT, ...). Tuy nhiên, việc vận hành hiệu quả bộ máy quản lý này sẽ mang lại cho địa phương sự phát triển bền vững của bài toán phòng chống thiên tai.

### **Tài liệu tham khảo**

1. K. Achawakorn, K. Raksa, and N. Kongkalai, “Flash flood warning system using SCADA system: Laboratory level,” in 2014 International Electrical Engineering Congress (iEECON), Mar. 2014, pp. 1–4, doi: 10.1109/iEECON.2014.6925908.
2. MONRE, “Climate Change and Sea Level Rises Scenario for Vietnam,” Ministry of Natural Resources and Environment Publishing House, p. 188, 2016, [Online]. Available: [http://www.imh.ac.vn/files/doc/KichbanBDKH/KBBDKH\\_2016.pdf](http://www.imh.ac.vn/files/doc/KichbanBDKH/KBBDKH_2016.pdf).
3. N. hàng T. Giới, “Tăng cường Khả năng Thích ứng của Đô thị,” Ngân hàng Thế giới, 2014.
4. WB, “Báo cáo nghiên cứu khả thi Dự án Phát triển TP. Cần Thơ và tăng cường khả năng thích ứng đô thị”.
5. J. SWS-BST-INTEC, “FRMIS - APPROACH, METHODOLOGY AND WORK PLAN.”



## Giải pháp kỹ thuật xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo lũ

Công ty Cổ phần Tích hợp Hệ thống Thông tin Toàn Cầu GB

### 1. Các thành phần hệ thống

#### 1.1. Trung tâm lưu trữ, tính toán và xử lý dữ liệu.

Hệ thống máy chủ để lưu trữ dữ liệu: Lưu trữ cơ sở dữ liệu số (mưa, mực nước thực đo, mặt cắt ngang sông) và dữ liệu bản đồ GIS (bản đồ hành chính, bản đồ sử dụng đất, bản đồ lớp phủ thực vật, bản đồ địa hình), các kịch bản mưa - lũ, lụt phục vụ được xây dựng và tính toán bởi các mô hình thủy văn, thủy lực và được sử dụng để xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo.

#### 1.2. Dữ liệu đầu vào

Dữ liệu đầu vào gồm có: Mực nước hồ, lượng mưa và mực nước sông tại một số điểm không chế. Dữ liệu này được nhận từ các thiết bị quan trắc tự động.

Dữ liệu mưa vệ tinh (nếu có).

Dữ liệu mưa dự báo (nếu có).

Trong giai đoạn xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo phục vụ dự báo:

+ Bộ số liệu cho các mô hình thủy văn, thủy lực: Gồm bản đồ số độ cao, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, lớp phủ thực vật, trắc dọc, ngang dòng sông, mạng lưới thủy lực, bộ thông số của mô hình.

+ Các thông tin về lượng mưa, mực nước, kết quả điều tra vết lũ, phục vụ hiệu chỉnh, kiểm định các mô hình thủy văn, thủy lực.

- Dữ liệu bản đồ và dữ liệu mô hình ngập lụt hạ du phục vụ tính toán thủy văn thủy lực.

Để phục vụ xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo giữa mưa và mực nước với diện và độ sâu ngập lụt, các kịch bản mưa sẽ được xây dựng theo hiểu biết của các chuyên gia khí tượng về đặc điểm mưa lũ trên lưu vực sông. Các số liệu mưa này sẽ là đầu vào cho các mô hình thủy văn thủy lực và GIS để xây dựng các bản đồ ngập lụt tương ứng với các kịch bản mưa (lựa chọn bộ mô hình MIKE DHI phát triển bởi viện thủy lực Đan Mạch hoặc bộ mô hình HEC phát triển bởi Công binh Lục quân Hoa Kỳ). Bên cạnh số liệu mưa, các số liệu đầu vào cần thiết cho các mô phỏng này bao gồm: Bản đồ địa hình (ít nhất tỷ lệ 1/10.000) vùng hạ du lưu vực sông, mặt cắt dọc, cắt ngang các dòng sông vùng hạ du, mạng lưới thủy lực vùng hạ du, các vùng dân cư, các nơi phòng tránh lũ.

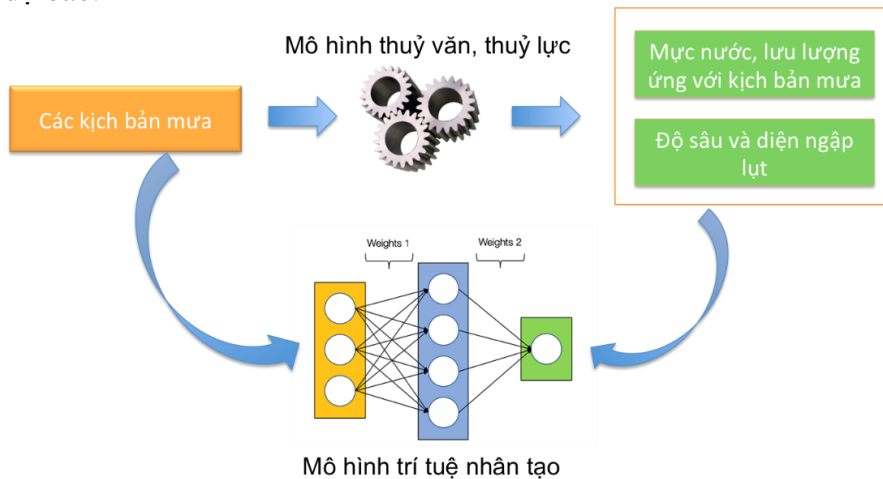
#### 1.3. Phần mềm cảnh báo, dự báo lũ

Phần mềm cảnh báo lũ cho lưu vực sông: Khi người dùng có quyền truy cập vào hệ thống sẽ được sử dụng các chức năng của phần mềm này. Với mục tiêu xây dựng hệ thống cảnh báo, dự báo lũ dễ vận hành, thời gian tính toán nhanh chóng, không yêu cầu nhiều kiến thức chuyên ngành của người sử dụng nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác cao, hệ thống cảnh báo, dự báo lũ cho lưu vực sông Ba Chẽ được xây dựng bằng cách kết hợp các mô hình thủy văn, thủy lực và mô hình trí tuệ nhân tạo như trình bày trên hình dưới đây. Cách tiếp cận này cho phép kết hợp sử dụng các tính toán phức tạp của các mô hình thủy văn thủy lực với những tiến bộ vượt bậc trong công nghệ trí tuệ nhân tạo, phục vụ dự báo lũ, lụt. Đây là lần đầu tiên cách tiếp cận này được sử dụng ở Việt Nam.

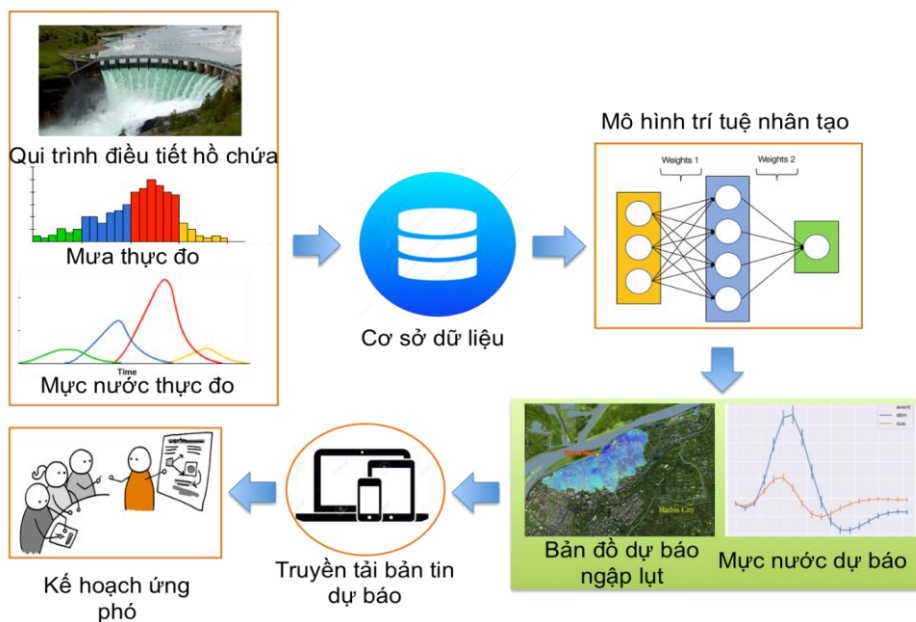
Sơ đồ tổng thể này bao gồm 2 bước chính: 1) Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo từ các kịch bản mô phỏng thủy văn, thủy lực, và 2) Dự báo lũ, lụt theo thời gian thực sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo xây dựng ở bước 1. Trong đó, mô hình trí tuệ nhân tạo liên kết giữa

thông tin đầu vào về mưa và mực nước tại một số vị trí kiểm soát với các thông tin đầu ra về ngập lụt. Bước 2, sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo được xây dựng ở bước 1 phục vụ dự báo lũ theo thời gian thực. Bước này hệ thống tự động nhận thông tin về mưa và mực nước từ hệ thống đo tự động làm đầu vào cho mô hình trí tuệ nhân tạo để dự báo diện và độ sâu ngập lụt cũng như cung cấp thông tin về mực nước lưu lượng tại một số điểm kiểm soát. Cần lưu ý là, trong quá trình vận hành dự báo, chỉ cần thực hiện bước 2, do đó không yêu cầu người dùng phải có kiến thức chuyên sâu về mô hình, chỉ yêu cầu kiến thức cơ bản về đọc hiểu các thông tin trên bản đồ. Với cách tiếp cận này sẽ không cần sử dụng các mô hình thương mại trong quá trình sử dụng.

Trong quá trình thực hiện, mô hình thủy lực 1 chiều MIKE 11 sẽ được xây dựng cho vùng hạ lưu lưu vực sông. Mô hình 2 chiều MIKE 21 sẽ được thiết lập cho vùng có nguy cơ ngập lụt thuộc hạ lưu lưu vực sông. Mô hình 1 và 2 chiều được kết nối với nhau bằng mô hình MIKE FLOOD. Mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng chuỗi số liệu mô phỏng tạo ra từ các kịch bản mưa lũ khác nhau của mô hình thủy văn, thủy lực. Ba thuật toán sử dụng trong mô hình trí tuệ nhân tạo bao gồm mô hình mạng thần kinh nhân tạo ANN, Random Forest và Support Vector Machine sẽ được sử dụng. Do cả 3 mô hình đều có những ưu nhược điểm khác nhau, dự án sẽ đánh giá, so sánh các mô hình và tổ hợp chúng lại với nhau để cải thiện chất lượng dự báo.



**Hình 1.** Quy trình 2 bước xây dựng hệ thống cảnh báo lũ sớm



**Hình 2.** Hệ thống dự báo lũ, lụt theo thời gian thực

*Hệ thống dự báo lũ, lụt theo thời gian thực*

- Đầu ra của mô hình

Đầu ra của mô hình bao gồm mực nước, lưu lượng tại các điểm khống chế, bản đồ diện và độ sâu ngập lụt, đề xuất phương án chống lũ.

Kết quả đầu ra:

+ Giám sát tổng thể hệ thống theo thời gian thực: Các trạm giám sát tự động và đo mưa vệ tinh gửi số liệu tức thời giám sát được về cơ sở dữ liệu trung tâm để hiển thị cho người dùng xem.

+ Dự báo lũ và dự báo vùng ngập lụt và độ sâu ngập lụt hạ du theo thời gian thực; dự báo mực nước, lưu lượng tại một số điểm quan trọng

+ Hiển thị bản đồ GIS vùng ngập lụt theo màu sắc thể hiện độ sâu: Bản đồ được hiển thị trên GIS với màu sắc khác nhau thể hiện độ ngập sâu tương ứng. Người dùng có thể dùng các công cụ để xem bản đồ một cách trực quan như phóng to, thu nhỏ, dịch chuyển.

+ Trợ giúp xây dựng phương án di dời dân chống lũ.

+ Tự động cảnh báo trên điện thoại: Khi mưa/mực nước vượt 1 ngưỡng xác định trước, hệ thống tự động gửi cảnh báo theo số liệu quan trắc và theo số liệu dự báo về lượng mưa và mực nước tại các điểm khống chế về Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn Huyện Ba Chẽ, các lãnh đạo Huyện và lãnh đạo Tỉnh Quảng Ninh phụ trách huyện.

+ Báo cáo các vùng ngập lụt và các đối tượng ảnh hưởng: Hệ thống sẽ phân tích dữ liệu bản đồ để tạo nên báo cáo bị ảnh hưởng bởi ngập lụt hạ du theo thời gian thực.

- Thời gian dự báo: Hệ thống có khả năng dự báo trước ngập lụt khoảng 6 giờ (theo thông tư 22/2019/TT-BTNMT ngày 25/12/2019 của Bộ tài nguyên và Môi trường).

*Nguyên lý hoạt động của hệ thống*

- Truyền thông tin đo đạc theo thời gian thực.

Thông tin theo thời gian thực về mưa và mực nước tại các trạm giám sát hiện trường sẽ gửi số liệu về máy chủ qua mạng điện thoại di động. Ngoài ra, mưa đo đạc từ vệ tinh cũng sẽ được thu thập và truyền về máy chủ. Máy chủ sẽ tiếp nhận thông tin, đánh giá tính chính xác của số liệu và thực hiện cập nhật số liệu vào cơ sở dữ liệu.

- Hệ thống cảnh báo sớm thực hiện dự báo ngập lụt hạ du.

Phần mềm dự báo cảnh báo lũ sẽ đọc các thông tin về mưa và mực nước thực đo từ cơ sở dữ liệu và sử dụng những dữ liệu này là đầu vào của mô hình trí tuệ nhân tạo để ước tính đầu ra của mô hình này (mực nước tại một số điểm khống chế và mức độ ngập lụt bao gồm cả vị trí và độ sâu ngập lụt). Nếu có số liệu mưa dự báo, mô hình sẽ sử dụng thông tin mưa dự báo như là một đầu vào của mô hình để tăng thời gian dự báo. Cuối cùng, kết quả tính toán của mô hình trí tuệ nhân tạo sẽ được lưu vào cơ sở dữ liệu và được đưa lên trên trang web dự báo lũ sông Ba Chẽ trên giao diện GIS, đảm bảo khi người dùng truy cập vào hệ thống theo địa chỉ Web bằng máy tính PC, các thiết bị di động (máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại smartphone) có kết nối Internet.

Ở những nơi không có hoặc kết nối điện thoại, máy tính bảng, trang web không hoạt động, sẽ phân phát các bản đồ ngập lụt giấy theo các mức độ lũ cho cộng đồng. Khi có lũ, các phương tiện phát thanh, truyền hình sẽ thông báo mức độ lũ, người dân vùng lũ sẽ sử dụng bản đồ tương ứng với từng mức độ lũ khác nhau để xác định vị trí ngập lụt, đường tránh lũ và vị trí cư trú an toàn.

Với hệ thống phần mềm dự báo, cảnh báo lũ nêu trên, quy trình nghiệp vụ cần tin học hoá bao gồm các nội dung sau: 1) Quy trình vận hành, theo dõi hệ thống đo mưa, mực nước tự động, 2) quy trình vận hành, theo dõi hệ thống camera theo dõi lũ lụt, 3) quy trình vận hành hệ thống dự báo, cảnh báo lũ, 4) quy trình ứng phó khi lũ lụt xảy ra.

**2. Thiết lập mô hình**

**Bước 1:** Thiết lập mô hình mạng trí tuệ nhân tạo liên kết giữa mưa và mực nước tại một số vị trí (đầu vào) với thông tin về diện và độ sâu ngập lụt cũng như mực nước, lưu



lượng tại một số vị trí quan trọng cần quan tâm (đầu ra). Do thiếu các thông tin đo đạc của cả đầu vào và đầu ra, chúng tôi tạo các đầu vào và đầu ra này bằng mô hình thủy văn thủy lực. Để phục vụ mục đích này, dự án sẽ xây dựng các kịch bản mưa trên lưu vực sông Ba Chẽ và sử dụng các kịch bản này để tính toán diện và độ sâu ngập lụt. Để đảm bảo độ chính xác, các mô hình thủy văn, thủy lực cần được thiết lập, hiệu chỉnh, kiểm định trước khi dùng để tạo đầu ra của mô hình trí tuệ nhân tạo. Các bước thiết lập mô hình thủy văn, thủy lực được trình bày dưới đây:

- Nội dung xây dựng mô hình lũ một chiều bao gồm:
  - + Xử lý tài liệu để thiết lập mạng sông tính toán;
  - + Thiết lập sơ đồ thủy lực mạng sông;
  - + Thiết lập tài liệu địa hình tính toán (số liệu mặt cắt ngang): Kết quả khảo sát địa hình;
  - + Thiết lập các điều kiện biên (phân tích lựa chọn các điều kiện biên theo chuỗi thời gian);

- + Thiết lập điều kiện ban đầu;
- + Thiết lập các thông số thủy lực
- Xây dựng mô hình thủy lực hai chiều

Khu vực chịu ảnh hưởng ngập lụt do vỡ đập và kiểm tra là nội dung xây dựng mô hình thủy lực hai chiều như sau:

- + Xử lý tài liệu địa hình để thiết lập lưới tính toán: Từ tài liệu địa hình DEM, kết hợp với một số bình đồ của khu vực

- + Tạo lưới địa hình dạng;
- + Thiết lập điều kiện ban đầu;
- + Thiết lập các thông số thủy lực;
- + Kết nối mô hình một chiều và 2 chiều.
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn, thủy lực
- + Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số của mô hình dựa vào tài liệu lưu lượng/ mực nước đo tại trạm kiểm tra trên sông

- + Kiểm định và đánh giá sai số
- + Tính toán mô phỏng các phương án trận lũ
- + Thành lập các báo cáo nghiên cứu: Báo cáo xây dựng và thiết lập mô hình;
- + Báo cáo hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; Báo cáo kết quả nghiên cứu

**Bước 2:** Thiết lập hệ thống dự báo thời gian thực sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo

Khác với các cách tiếp cận thông thường, dùng trực tiếp các mô hình thủy văn thủy lực để dự báo lũ lụt, gây rất khó khăn trong việc vận hành dự báo thời gian thực tại địa phương do đòi hỏi người vận hành hệ thống dự báo cần có kỹ năng chuyên sâu về mô hình toán thủy văn, thủy lực. Các mô hình này cũng mất tương đối nhiều thời gian để thực hiện các tính toán, đặc biệt là các mô hình thủy lực 2 chiều. Do vậy, chúng tôi sử dụng các tiếp cận kết hợp các mô hình thủy văn thủy lực với mô hình trí tuệ nhân tạo. Mô hình trí tuệ nhân tạo được thiết lập ở bước 1 sẽ được sử dụng trong vận hành dự báo thời gian thực. Khi mô hình trí tuệ nhân tạo được xây dựng xong ở bước 1, người vận hành sẽ không phải sử dụng các mô hình thủy văn thủy lực nữa. Thay vào đó, hệ thống sẽ tự động nhận mưa đầu vào và cung cấp các bản đồ ngập lụt ở đầu ra của hệ thống.

Đồng thời ở bước này, dựa vào các qui định của bộ tài nguyên môi trường và điều kiện địa phương về phân cấp báo động lũ, tiến hành xây dựng các cấp báo động lũ. Đối với mỗi cấp báo động lũ, xây dựng bản đồ ngập lụt bằng giấy cho từng cấp và tiến hành phân phát bản đồ giấy cho một số địa phương bị ảnh hưởng bởi lũ lụt để phòng sử dụng trong trường hợp kết nối điện thoại, internet bị mất.

### 3. Mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng

#### 3.1. Mô hình Support Vector Regression

Mô hình Support Vector Regression (SVR) là mô hình với cơ chế hồi quy của mô hình Support Vector Machine (SVM) - một thuật toán học máy có giám sát được đề xuất lần đầu tiên bởi Vladimir N. Vapnik và được sử dụng rộng rãi trong việc giải quyết các bài toán phi tuyến tính. Thuật toán SVM bao gồm hai bước chính. Đầu tiên, dữ liệu đầu vào sẽ được ánh lên không gian nhiều chiều hơn sử dụng các kernel trick, ở đó việc tìm kiếm siêu phẳng tối ưu được chứng minh là đơn giản hơn. Sau đó, thuật toán sẽ tìm kiếm siêu phẳng để phân tách dữ liệu thông qua việc đánh giá khoảng cách từ các điểm dữ liệu ánh xạ đến siêu phẳng này.

Với tập dữ liệu huấn luyện là  $\{X_i, Y_i\}_{i=1, \dots, I}$ , trong đó  $I$  là số lượng điểm dữ liệu, giả sử có một hàm  $f(x)$  tồn tại miêu tả mối quan hệ phi tuyến giữa biến  $X_i$  và  $Y_i$ .

$$f(x) = (w \cdot \varphi(x)) + b$$

Như vậy, để tìm ra siêu phẳng, cần phải tối đa hóa được khoảng cách (margin) giữa các lớp dữ liệu với nhau theo  $w$  và  $b$ , như ở phương trình:

$$\min \left( \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^I \xi_i + \xi_i^* \right)$$

Với điều kiện:

$$\begin{cases} y_i - (w \cdot \varphi(x) + b) \leq \epsilon + \xi_i \\ (w \cdot \varphi(x) + b) - y_i \leq \epsilon + \xi_i^* \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0, \quad i = 1, \dots, I \end{cases}$$

Trong đó,  $C > 0$ , được xác định bởi người lập trình, là hằng số điều chỉnh sửa đánh đổi giữa giá trị của hàm mục tiêu sự hy sinh,  $\xi_i$  và  $\xi_i^*$  là các biến bù, xác định giới hạn khoảng cách cho phép từ biến dung sai  $\epsilon$ .

## 2.2. Mô hình Random Forest

Trong những năm gần đây, cây ra quyết định (decision tree) là một trong những mô hình học máy được sử dụng rất rộng rãi do sự đơn giản trong việc thiết lập và khả năng giải thích của nó. Tuy nhiên, mô hình này vẫn tồn tại một số hạn chế ví dụ như overfitting hay nhạy cảm với số lượng dữ liệu. Random Forest (RF) là một trong những phương pháp được đề xuất để giải quyết các vấn đề nêu trên. Đây là một mô hình học có giám sát sử dụng cho các bài toán phân loại và hồi quy được đề xuất bởi Breiman vào năm 2001. RF là một phương pháp học tổng hợp, tập hợp kết quả từ các cây ra quyết định đơn lẻ, từ đó nâng cao hiệu quả dự báo thông qua hình thức biểu quyết đa số hay trung bình kết quả tùy theo từng bài toán cụ thể.

Giả sử có một tập dữ liệu đầu vào  $X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  trong đó  $n$  là số chiều dữ liệu hay số biến dự báo. Một mô hình RF sẽ là một tập hợp  $T$  cây  $T_1(X), T_2(X), T_3(X), \dots, T_n(X)$ . Kết quả dự báo của các cây ra quyết định này là  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ . Đối với bài toán hồi quy, kết quả cuối cùng của mô hình RF sẽ là trung bình của tất cả các kết quả dự báo của các cây trên. Việc phát triển các cây ra quyết định (tree growing) được thực hiện nguyên tắc chia ra các tập huấn luyện ban đầu ra các tập huấn luyện nhỏ hơn, và trong mỗi lần phân chia chỉ một số biến dự báo được lựa chọn một cách ngẫu nhiên. Các cây ra quyết định được phát triển mở rộng liên tục mà không bị cắt tỉa (pruning) đến một giới hạn (stopping criteria) định trước bởi lập trình viên. Các giới hạn dừng phát triển cây thường được sử dụng là Root Mean Squared Error, Gini Diversity Index, hay Mean Square Error. Sau đó, các cây có kết quả dự báo thấp sẽ bị loại bỏ, và chỉ những cây có giá trị dự báo đủ điều kiện được lựa chọn trong mô hình RF cuối cùng. Việc lựa chọn ngẫu nhiên các biến dự báo và tập hợp kết quả của các cây ra quyết định sẽ loại bỏ được vấn đề overfitting của mô hình cây ra quyết định đơn lẻ.

#### **4. Yêu cầu về kết quả hiển thị**

Phần mềm phải hiển thị được các thông tin sau:

- Số liệu đo mưa theo thời gian thực.
- Số liệu đo mực nước theo thời gian thực.
- Mực nước dự báo.
- Bản đồ ngập lụt dự báo.
- Bản đồ đường di trú và vị trí cư trú khi xảy ra ngập lụt.
- Tự động cảnh báo trên điện thoại: Khi mưa/mực nước vượt 1 ngưỡng xác định trước, hệ thống tự động gửi cảnh báo theo số liệu quan trắc và theo số liệu dự báo về lượng mưa và mực nước tại các điểm khống chế về Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn, các chuyên viên và lãnh đạo phụ trách.
- Báo cáo các vùng ngập lụt và các đối tượng ảnh hưởng: Hệ thống sẽ phân tích dữ liệu bản đồ để tạo nên báo cáo bị ảnh hưởng bởi ngập lụt hạ du theo thời gian thực.

Tài liệu Hội thảo

## Ứng dụng phương pháp sai rồi trong nghiên cứu biến đổi khí hậu

George Burba<sup>1</sup>, Đinh Bá Duy<sup>2</sup>, Nguyễn Phúc Hưng<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licor Biosciences

<sup>2</sup> Viện Sinh thái Nhiệt đới/ Trung Tâm Nhiệt Đới Việt – Nga

<sup>3</sup> Công ty Cổ phần Thiết bị Khí tượng Thủy văn và môi trường Việt Nam

Các phép đo thông lượng khí trong và ngoài hệ sinh thái, định lượng lượng nước bay hơi thất thoát từ ruộng nông nghiệp hoặc giám sát tốc độ phát thải khí qua địa điểm phát thải cacbon có thể được thực hiện bằng nhiều kỹ thuật. Trong số các kỹ thuật này, phương pháp sai rồi (Eddy Covariance) là một trong những phương pháp tiếp cận chính xác và trực tiếp để xác định lượng tỷ lệ phát thải và tiêu thụ của nhiều loại khí khác nhau cũng như hơi nước trên các khu vực có kích thước từ vài trăm đến hàng triệu mét vuông. Phương pháp này dựa trên các phép đo trực tiếp và nhanh chóng về vận chuyển khí bằng gió 3 chiều trong thời gian thực, từ đó tính toán các thông lượng hỗn loạn trong lớp ranh giới khí quyển. Các dòng khí nhà kính như CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O và các khí khác trên đất và bề mặt nước, tán cây và các khu vực đô thị hoặc công nghiệp, từ phép đo đơn điểm sử dụng các trạm cố định hoặc di động. Phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi trong khí tượng vi mô hơn 30 năm qua. Tuy nhiên hiện nay, với các phương pháp luận vững chắc hơn và thiết bị đo đạc tiên tiến, phương pháp này đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác bao gồm khoa học, công nghiệp, nông nghiệp, giám sát, môi trường và các quy định về phát thải cũng như nghiên cứu về biến đổi khí hậu.



Hình 1. Mô phỏng các dòng khí nhà kính CO<sub>2</sub>

Các cơ quan quản lý của chính phủ, cũng như một số tổ chức phi chính phủ được giao nhiệm vụ giám sát nồng độ của các loại khí nhà kính cụ thể (ví dụ như CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> là những khí chiếm tỷ lệ cao nhất) và tỷ lệ phát thải khí từ các khu vực được quy định, chẳng hạn như bãi chôn lấp, khu chăn nuôi, đầm phá, khu công nghiệp, khu vực thành phố,... để ngăn ngừa ô nhiễm, nâng cao chất lượng không khí, tuân thủ các chương trình mua bán khí thải (giới hạn và thương mại,...) và giảm thiểu tác động của khí thải đối với biến đổi khí

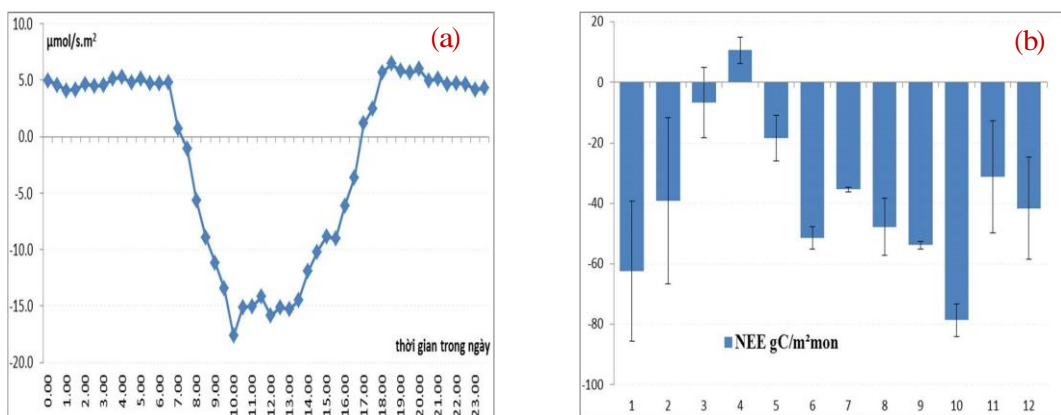
hậu toàn cầu. Trọng tâm của các phép đo này là định lượng chính xác nồng độ hoặc phát thải với mục đích thực thi các quy định hiện hành hoặc phát triển các quy định mới. Trong đó, một trạm đo theo nguyên lý sai rồi được hình thành bao gồm các máy phân tích khí CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> hiệu suất cao được lắp đặt kết hợp cùng máy đo gió 3 chiều theo nguyên lý siêu âm và các cảm biến khí tượng, sinh học để có thể phát hiện mức độ phát thải của các loại khí nhà kính trên cũng như các mối liên hệ với các yếu tố môi trường xung quanh như nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ, các dòng nhiệt và sự thích ứng của hệ sinh thái đối với sự thay đổi của khí hậu.



**Hình 2.** Trạm đo theo nguyên lý sai rồi

Một trong những ví dụ điển hình của việc nghiên cứu biến đổi khí hậu theo nguyên lý sai rồi là nghiên cứu về trao đổi lượng khí CO<sub>2</sub> của hệ sinh thái rừng đối với môi trường. Nghiên cứu của Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga tại vườn quốc gia Nam Cát Tiên về Giám sát các dòng năng lượng ẩn nhiệt, hiện nhiệt và CO<sub>2</sub> trao đổi giữa hệ sinh thái rừng (HSTR) và khí quyển là một trong số cách tiếp cận có cơ sở khoa học và độ chính xác cao nhằm lượng hóa giá trị đóng góp của rừng đối với khí hậu. Kết quả nghiên cứu các đối tượng này trên HSTR Nam Cát Tiên trong giai đoạn 2012-2014 đã chỉ ra trung bình có đến 11/12 tháng trong năm (trên 90%) HSTR này đóng vai trò là bể chứa carbon, hấp thụ CO<sub>2</sub> từ khí quyển, với năng lực hấp thụ trung bình đạt 455,8gC/m<sup>2</sup>.

Theo nghiên cứu này, biến trình ngày và năm của lượng CO<sub>2</sub> trao đổi giữa HSTR Nam Cát Tiên và khí quyển tương ứng được thể hiện trong hình dưới đây.



**Hình 3.** Lượng CO<sub>2</sub> trao đổi trong ngày tại HSTR Nam Cát Tiên (1)



Kết quả từ đồ thị này cho thấy lượng CO<sub>2</sub> trao đổi phụ thuộc vào thời gian chiếu sáng trong ngày, tại những thời điểm có ánh sáng (từ 7 giờ sáng tới 5 giờ chiều) dòng CO<sub>2</sub> dịch chuyển từ khí quyển xuống HSTR Nam Cát Tiên (theo quy ước về chiều dịch chuyển NEE<0) thông qua quá trình quang hợp, thực vật tại đây đã hấp thụ một lượng CO<sub>2</sub> từ khí quyển và ngược lại ở thời điểm không có ánh sáng mặt trời, cơ chế hô hấp của thực vật thay đổi từ hấp thụ sang thải CO<sub>2</sub> khiến cho dòng CO<sub>2</sub> di chuyển ngược trở lại, từ HSTR vào khí quyển (NEE>0). Dòng CO<sub>2</sub> đi xuống từ HSTR mạnh nhất vào thời điểm 10 giờ sáng tới 2 giờ chiều và có xu hướng trả lại khí quyển từ khoảng 6 giờ tối hôm trước tới 6 giờ sáng hôm sau, mạnh nhất tại lúc 7 giờ tối (hình a).

Ở biến trình năm, kết quả này chỉ ra, hầu hết các tháng trong năm (11/12 tháng) HSTR Nam Cát Tiên hấp thụ CO<sub>2</sub> từ khí quyển ngoại trừ tháng 4 HSTR Nam Cát Tiên vận chuyển CO<sub>2</sub> vào khí quyển tuy chỉ ở mức độ thấp. Như vậy thực tế là HSTR Nam Cát Tiên đã đóng vai trò như một bể chứa C khi tiếp nhận lượng CO<sub>2</sub> từ khí quyển thông qua quang hợp của thực vật.

Và ngược lại, khi vận chuyển lượng CO<sub>2</sub> vào khí quyển qua hô hấp HSTR Nam Cát Tiên lại đóng vai trò như là một nguồn phát thải C. Và vai trò bể - nguồn thay đổi liên tục từ ngày sang đêm, tuy nhiên tính chung cho toàn bộ thời gian thì HSTR Nam Cát Tiên đóng vai trò là bể chứa C. Giá trị trung bình tính toán trên bộ số liệu 3 năm là 455,8 gC/m<sup>2</sup> (tương đương 16,7 tấn C/ha.năm) và như vậy giá trị kinh tế quy đổi, ước tính khi bán chứng chỉ phát thải của HSTR Nam Cát Tiên là khoảng 94,3 USD/ha.năm (đơn giá giao dịch trên sàn NASDAQ, Mỹ tại ngày 15/3/2016 là 5,65 USD/1 tấn CO<sub>2</sub> hay 1 CERs) (2).

### Tài liệu tham khảo

1. (1), (2) Đinh Bá Duy, Kurbatova Ju. A và cộng sự, Lượng hóa giá trị đóng góp của hệ sinh thái rừng nhiệt đới nam cát tiên đối với khí hậu thông qua giám sát sự trao đổi của các dòng năng lượng nhiệt - ẩm và vật chất (CO<sub>2</sub>), Viện Sinh thái Nhiệt đới/ Trung Tâm Nhiệt Đới Việt – Nga