



GIẢI PHÁP TỐI ƯU CHO VẬN HÀNH HỒ CHỨA VÀ PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI



Hồ chứa Đăk Mi 3 (tỉnh Quảng Nam) - một trong những hồ chứa được cung cấp bản tin dự báo trong Hệ thống dự báo và cảnh báo khí tượng thủy văn của CEFD. Nguồn: CEFD.



Trước thực tế biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng và tình hình thời tiết mưa lũ bất thường, việc nâng cao khả năng dự báo và cảnh báo khí tượng thủy văn là rất cần thiết. Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường (CEFD), trực thuộc Công ty Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội đã phát triển Hệ thống dự báo và cảnh báo khí tượng thủy văn (Hệ thống) để đáp ứng nhu cầu vận hành các hồ chứa và phòng chống thiên tai. Hệ thống này giúp tối ưu hóa việc khai thác và sử dụng nguồn nước, đồng thời giảm thiểu rủi ro thiên tai.



Cấu trúc của Hệ thống và công nghệ sử dụng

Hệ thống dự báo và cảnh báo khí tượng thủy văn của CEFD được xây dựng dựa trên nền tảng các công nghệ hiện đại và tiên tiến nhất hiện nay, đảm bảo tính chính xác trong việc dự báo thời tiết và thủy văn. Cấu trúc hệ thống bao gồm 3 phần chính: hệ thống dự báo khí tượng, hệ thống dự báo thủy văn và công cụ hỗ trợ ra quyết định.

Hệ thống dự báo khí tượng

Hệ thống dự báo khí tượng là một trong những thành phần quan trọng nhất, được xây dựng dựa trên các công nghệ, mô hình khí tượng tiên tiến. Hệ thống này có khả năng cung cấp thông tin dự báo chi tiết và chính xác các yếu tố thời tiết như lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm, gió, giúp các nhà quản lý có thể chuẩn bị tốt hơn cho các sự kiện thời tiết sắp tới.

Một trong những phương pháp quan trọng được sử dụng là phân tích hình thể Synop (quan sát tổng thể),

giúp đánh giá và dự báo các hiện tượng thời tiết lớn như bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn. Phương pháp này giúp nắm bắt các thay đổi lớn trong khí quyển và đưa ra cảnh báo sớm, từ đó giúp giảm thiểu tác động của thiên tai. Hệ thống dự báo khí tượng của CEFD tích hợp dữ liệu từ các hệ thống mô hình dự báo toàn cầu như ECMWF (của châu Âu) và GFS/CFS (của Hoa Kỳ). ECMWF là một trong những mô hình dự báo thời tiết toàn cầu với độ chính xác cao, GFS/CFS được sử dụng rộng rãi trong cộng đồng khí tượng quốc tế. Việc kết hợp các nguồn dữ liệu này giúp hệ thống có thể đưa ra các dự báo chính xác và đáng tin cậy. Bên cạnh đó, hệ thống còn sử dụng dữ liệu từ các nguồn quan trắc hiện đại như ảnh vệ tinh và radar. Ảnh vệ tinh cung cấp cái nhìn toàn cảnh về các hiện tượng thời tiết trên diện rộng, giúp theo dõi và phân tích các thay đổi trong khí quyển một cách chi tiết. Dữ liệu radar, với khả năng quét và phát hiện mưa, bão, các hiện tượng khí tượng khác trong thời gian thực, giúp tăng cường độ chính xác của các bản tin dự báo, cảnh báo.



Nhờ sự kết hợp của các công nghệ và nguồn dữ liệu tiên tiến này, Hệ thống của CEFD đảm bảo cung cấp thông tin chính xác, kịp thời, hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý, ứng phó với các tình huống thiên tai phức tạp.

Hệ thống dự báo thủy văn

Hệ thống dự báo thủy văn của CEFD sử dụng các công cụ mô hình thủy văn tiên tiến để mô phỏng, dự báo dòng chảy. Một trong những mô hình chính được sử dụng là SWAT (Soil and Water Assessment Tool). SWAT cung cấp các thông tin về dòng chảy, chất lượng nước hỗ trợ việc quản lý tài nguyên nước một cách bền vững. Một số mô hình thủy văn phân bố khác là WFLOW, MARINE được sử dụng để mô phỏng dòng chảy trên các lưu vực sông có sự phân hóa cao về các yếu tố mặt đệm. Các mô hình này có khả năng mô phỏng chi tiết các quá trình thủy văn, giúp dự báo chính xác hơn cho các lưu vực này. Hệ thống cũng sử dụng các mô hình tập trung phổ biến tại Việt Nam như mô hình NAM, HEC-HMS, TANK. Đây là những công cụ dự báo thủy văn mạnh mẽ và được sử dụng rộng rãi trong dự báo, quản lý tài nguyên nước. Các mô hình này có ưu điểm về tốc độ mô phỏng, lượng thông tin đầu vào ít, do đó phù hợp với các bài toán mô phỏng, dự báo lũ, các lưu vực sông nhỏ, ít số liệu.

Để mô phỏng dòng chảy và lũ lụt trong sông và kênh rạch, Hệ thống sử dụng các mô hình thủy động lực học 1-2D như HEC-RAS, MIKE 11, MIKE 21... Các mô hình này giúp dự báo chính xác dòng chảy, mực nước, mức độ ngập lụt, cung cấp thông tin trực quan hỗ trợ công tác phòng, chống lũ lụt hiệu quả.

Hệ thống công cụ tích hợp hỗ trợ ra quyết định

Để tối ưu hóa thời gian chuẩn bị bản tin, đảm bảo việc tuân thủ các quy trình dự báo, cung cấp thông tin hỗ trợ dự báo viên ra quyết định, ngoài việc liên kết các nguồn số liệu, kết quả từ các mô hình khí tượng, thủy văn, Hệ thống đã tích hợp công nghệ máy học (ML) và trí tuệ nhân tạo (AI). Các mô hình như LSTM (Long Short-Term Memory - Bộ nhớ ngắn dài) đã được áp dụng để dự báo dòng chảy trên một số lưu vực giúp tăng cường độ chính xác của dự báo.

Ngoài ra, Hệ thống cũng đã tích hợp các kỹ thuật đồng hóa dữ liệu, cụ thể là phương pháp lọc Kalman

kép, để tích hợp dữ liệu quan trắc thời gian thực với mô hình dự báo. Công nghệ này giúp cải thiện đáng kể độ chính xác của các dự báo hạn cực ngắn và ngắn.

Để đảm bảo tính chủ động của công tác dự báo, đặc biệt là các khu vực thiếu mạng lưới trạm quan trắc, Hệ thống cho phép tích hợp dữ liệu quan trắc vệ tinh, các sản phẩm từ viễn thám. Các nguồn dữ liệu này cung cấp các thông tin quan trọng về tình hình thời tiết và thủy văn từ không gian, bổ sung cho dữ liệu quan trắc mặt đất và cải thiện độ chính xác của các mô hình dự báo.

Kết quả vận hành của Hệ thống

Hệ thống dự báo và cảnh báo khí tượng thủy văn của CEFD đã chính thức đi vào vận hành liên tục từ ngày 15/05/2023. Đội ngũ chuyên gia của CEFD trực 24/7 để thực hiện các quy trình dự báo và giải quyết các yêu cầu phát sinh. Máy chủ của hệ thống đặt tại CEFD, đảm bảo tính bảo mật và an toàn về thông tin, dữ liệu của đối tác.

Trong thời gian vận hành hơn 1 năm, Hệ thống đã nhận được sự tin tưởng từ nhiều nhà máy thủy điện lớn, nhỏ trên cả nước. Một số dự án tiêu biểu mà Hệ thống đã hỗ trợ bao gồm: Hồ Đắc Mi (3, 4, 4B, 4C), Thái An, Thuận Hòa, Sông Miện 5, Sông Miện 5A, Sông Chảy 3, Nhạn Hạc... Nhờ vào Hệ thống của CEFD, các hồ chứa đã vận hành một cách hiệu quả hơn, giúp tối ưu hóa việc khai thác và sử dụng nguồn nước, đồng thời giảm thiểu rủi ro từ thiên tai. Hệ thống đã đem lại nhiều lợi ích rõ rệt, cải thiện khả năng dự báo lũ, tối ưu hóa vận hành hồ chứa đảm bảo an toàn cho các công trình và người dân vùng ảnh hưởng.

Các ứng dụng thực tiễn của Hệ thống bao gồm: dự báo, cảnh báo lũ sớm, quản lý nguồn nước, hỗ trợ vận hành hồ chứa. Hệ thống cung cấp thông tin dự báo chính xác về tình hình mưa lũ, dòng chảy, giúp các cơ quan chức năng và cộng đồng có biện pháp ứng phó kịp thời. Đồng thời, Hệ thống hỗ trợ việc quản lý và phân phối nguồn nước một cách hiệu quả, đặc biệt trong các giai đoạn khô hạn hoặc thừa nước. Điều này không chỉ giúp đảm bảo an toàn cho các công trình thủy điện, thủy lợi mà còn đóng góp vào sự phát triển bền vững của ngành năng lượng và nông nghiệp.

Thùy Dương