

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TỔNG CỤC PHÒNG, CHỐNG THIÊN TAI

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VỀ THÔNG TIN, THIẾT BỊ VÀ HẠ CẦN TRONG CÔNG TÁC PHÒNG, CHỐNG THIÊN TAI

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG
HÀ NỘI, NĂM 2021

LỜI GIỚI THIỆU

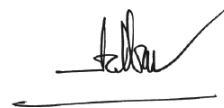
Tại nhiều quốc gia trên thế giới, khoa học, công nghệ trong lĩnh vực Phòng, chống thiên tai đã và đang dành được sự quan tâm và đạt được những tiến bộ rất lớn trong đào tạo, nghiên cứu khoa học, sản xuất máy móc, trang thiết bị, hậu cần phục vụ công tác phòng ngừa, theo dõi giám sát, nâng cao khả năng chống chịu cũng như ứng phó và khắc phục hậu quả thiên tai. Những thành quả đó đóng góp rất quan trọng trong việc giảm thiểu thiệt hại trong bối cảnh thiên tai và biến đổi khí hậu đang diễn ra hết sức cực đoan trên toàn cầu. Trong nhiều năm qua, công tác Phòng, chống thiên tai luôn nhận được sự quan tâm lớn từ chính phủ và người dân, song ứng dụng khoa học công nghệ, trang thiết bị tiên tiến hiện đại trong công tác này vẫn còn khá mới mẻ với cán bộ lãnh đạo, chuyên môn từ trung ương đến các địa phương, các tổ chức xã hội, doanh nghiệp, đội ngũ cán bộ khoa học, sinh viên và người dân.

Để đáp ứng yêu cầu trên và nhằm mục đích tạo cơ hội cho các nhà quản lý, các nhà nghiên cứu, cơ quan, tổ chức khoa học, các đơn vị có liên quan có thể trao đổi, tìm hiểu về các nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực Phòng, chống thiên tai, Ban chỉ đạo Trung ương về Phòng, chống thiên tai đã xây dựng bộ 03 tuyển tập về Khoa học, Công nghệ trong Phòng, chống thiên tai:

- Ứng dụng công nghệ không gian trong công tác Phòng, chống thiên tai.
- Ứng dụng công nghệ vật liệu trong xây dựng công trình Phòng, chống thiên tai.
- Ứng dụng công nghệ về thông tin, thiết bị và hậu cần trong công tác Phòng, chống thiên tai.

Các tuyển tập tổng hợp một số bài nghiên cứu của các tác giả, các tổ chức hàng đầu trong và ngoài nước nhằm tổng hợp và thảo luận các vấn đề về ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực giảm nhẹ rủi ro và phòng, chống thiên tai.

Xin chân thành cảm ơn các cơ quan, đơn vị, cá nhân đã đóng góp bài viết, tri thức trong suốt quá trình soạn thảo, biên tập và Dự án “Thích ứng với Biến đổi khí hậu vùng Đồng bằng sông Cửu Long” (MCRP) – Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức GIZ đã hỗ trợ in ấn tuyển tập. Mong rằng cuốn tuyển tập sẽ giúp các nhà quản lý thực hiện hiệu quả hơn công việc của mình và nhất là có thể giúp các nhà nghiên cứu trẻ, các cơ quan/cá nhân quan tâm tới lĩnh vực này có thể được tiếp cận với các nghiên cứu mới, tiếp tục phát triển và thúc đẩy việc nghiên cứu, ứng dụng khoa học, công nghệ trong công tác Phòng, chống thiên tai. Với thời gian biên soạn còn hạn chế, các tuyển tập còn chưa thật đầy đủ và chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các chuyên gia và bạn đọc để lần xuất bản sau sẽ được hoàn thiện hơn.



Ông TRẦN QUANG HOÀI
Phó trưởng ban
Ban chỉ đạo TW về Phòng, chống thiên tai
Tổng Cục trưởng
Tổng cục Phòng, chống thiên tai

GIẢM THIỂU ẢNH HƯỞNG CỦA THIÊN TAI DỰA TRÊN NỀN TẢNG CÔNG NGHỆ KHÔNG DÂY 5G

Dương Quang Trung

Đại học Queen's Belfast, Vương quốc Anh

Tóm tắt: Nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai, đặc biệt đối với những vùng được dự đoán bị ảnh hưởng nặng nề như Việt Nam, các bên liên quan bao gồm những tổ chức ứng phó tiên phong, đơn vị an toàn công, cơ quan ứng cứu khẩn cấp, và tổ chức chính phủ đều phải thường xuyên phối hợp triển khai các công tác giám sát, phòng chống, cứu hộ và cứu nạn. Để làm được điều này một cách hiệu quả nhằm đáp ứng (với) và phục hồi (từ) thiên tai nhanh hơn, các bên liên quan phải hợp tác chặt chẽ với các nhà mạng viễn thông cũng như các nhà cung cấp dịch vụ và công nghệ hiện đại. Một hệ thống công nghệ thông tin và viễn thông không dây (CNTT-VT) cần được thiết kế cho nhu cầu giao tiếp của người dùng di động (có khả năng đạt đến mức cao nhất trong thiên tai), ví dụ như: liên lạc với người thân, gửi các thông tin về hiện trạng khu vực bị ảnh hưởng, nắm bắt các thông tin ứng phó cần thiết, nhận các hướng dẫn khẩn cấp để đảm bảo an toàn và phục hồi nhanh chóng. Tuy nhiên, khi xảy ra thiên tai, hạ tầng/dịch vụ/thiết bị hệ thống thông tin liên lạc có thể bị hư hỏng (một hoặc đa phần, thậm chí toàn phần) với nguồn tài nguyên giới hạn. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ giới thiệu các mô hình CNTT-VT dựa trên nền tảng mạng di động thế hệ thứ 5 (mạng 5G) đáp ứng các tiêu chí về sự linh hoạt, khả năng khôi phục, ổn định, sử dụng hiệu quả tài nguyên với chi phí hợp lý, ứng dụng trong giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai từ trước, trong, và sau khi xảy ra.

Summary: In order to mitigate the impact of natural disasters, especially in some areas where are expected to be severely affected such as Vietnam, stakeholders including pioneering response organizations, public safety units, response agencies, emergency rescue, and government organizations are required to regularly coordinate the implementation of surveillance, prevention and rescue work. In order to respond and recover faster from disasters, stakeholders must work closely with telecommunications carriers as well as service providers and modern technology. A wireless telecommunication and information technology (IT-telecom) system should be designed for the communication needs of mobile users (likely to reach peak levels during natural disasters). In this article, we will introduce IT-telecom models based on 5th generation mobile network (5G network) that meet the criteria of flexibility, resiliency, stability, and efficient use of resources at a reasonable cost, applied in minimizing the impact of natural disasters before, during, and after occurrence.

1. SƠ LƯỢC TÌNH HÌNH THIÊN TAI TẠI VIỆT NAM

Trong những năm gần đây, cứ sau một tuần, không khó để tìm thấy những bản tin về những cảnh tượng thảm họa tự nhiên đang tàn phá

hủy hoại cuộc sống con người trên toàn thế giới. Một trong những vùng bị ảnh hưởng thiên tai nhiều nhất là Việt Nam, nơi mà hàng năm, thiên tai (gồm động đất, bão, lũ lụt, triều cường, sạt lở đất, lốc xoáy và hạn hán) đã và

đang ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của hàng triệu con người. Từ năm 2005 đến 2014, trung bình hàng năm ở Việt Nam có đến khoảng 649 đợt thiên tai xảy ra. Trung bình hàng năm Việt Nam phải gánh chịu 469.526 ngôi nhà bị phá hủy, 174.653 ngôi nhà bị hư hỏng, và khoảng 2.715 thiệt hại về tính mạng con người do tất cả các thảm họa tự nhiên gây ra [1]. Tổng thiệt hại về kinh tế trung bình hàng năm (từ 2005 đến 2014) ước tính khoảng 5,2 tỷ USD [2].

Nghiêm trọng hơn đó là tần suất và cường độ của các thảm họa ngày càng tăng và tồi tệ hơn do nguyên nhân của biến đổi khí hậu và sự nóng lên toàn cầu. Thiên tai như lũ lụt, bão, cháy rừng, động đất, đang tấn công Việt Nam với tần suất cao và mức độ thiệt hại lớn. Hệ quả là những tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường. Nhiệt độ và mực nước biển dâng cao sẽ gây ra ngập lụt và độ mặn của nước đó có thể gây những tác động tiêu cực đối với nông nghiệp và rủi ro cao cho ngành công nghiệp và các hệ thống kinh tế xã hội trong tương lai. Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tiếp tục dẫn đến những thay đổi toàn diện và sâu sắc trong phát triển toàn cầu và an ninh, đặc biệt là năng lượng, nước, thực phẩm, xã hội, công việc, văn hóa, kinh tế và thương mại. Theo ước tính, khoảng 10 - 12% dân số Việt Nam sẽ bị tác động trực tiếp của biến đổi khí hậu với tổn thất khoảng 10% GDP vào cuối thế kỷ 21 [3]. Xem xét tại Bình Dương (miền Nam) và Đà Nẵng (miền Trung), là 2 tỉnh có tiềm lực và sức bật kinh tế khá mạnh làm ví dụ để thấy rõ mức độ thiệt hại nghiêm trọng do thiên tai gây ra.

Tỉnh Bình Dương các năm qua đã hứng chịu nhiều trận mưa lớn kèm theo giông bão, lốc xoáy, sạt lở đất và triều cường với tần suất ngày càng cao hơn, thiệt hại nhiều hơn, và số khu vực bị ảnh hưởng ngày càng nhiều hơn. Ví dụ, theo số liệu thống kê trong năm 2015, thiên tai đã làm 1 người chết, 4 người dân bị thương, 13 ngôi nhà bị phá hủy, 287 ngôi nhà

bị tốc mái, 4 phòng học bị hư hỏng, 17,83 ha cây cao su bị hủy hoại, 282,05 ha lúa và hoa màu bị ngập lụt, 7,4 ha ao cá bị ngập nước, và 5.062 gia súc và gia cầm chết, thiệt hại kinh tế ước tính khoảng 8,057 tỷ đồng [4]. Hơn nữa, theo Ban chỉ đạo phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn của tỉnh Bình Dương, có 40 khu vực sạt lở bên bờ sông Sài Gòn kéo dài từ Thành phố Hồ Chí Minh qua địa bàn tỉnh Bình Dương [5]. Những vấn đề sạt lở đã làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân sống xung quanh. Từ những vấn đề này, Ủy ban nhân dân tỉnh Bình Dương vừa ban hành chỉ thị số 08 /CT-UBND về tăng cường nâng cao năng lực phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn trong giai đoạn 2016-2020 do diễn biến phức tạp, bất ngờ, và nguy hiểm của biến đổi khí hậu toàn cầu, thời tiết và thiên tai.

Nghiêm trọng hơn, nằm ở miền trung Việt Nam, nơi bị tác động mạnh nhất bởi biến đổi khí hậu toàn cầu, thành phố Đà Nẵng hầu như bị ảnh hưởng khắc nghiệt bởi thiên tai bao gồm không chỉ các cơn bão và lũ lụt, mà còn hạn hán kéo dài. Xét về bão và lũ lụt, trung bình mỗi năm, thành phố Đà Nẵng phải hứng chịu hơn 9 cơn bão và 3 cơn lũ. Mặc dù đã có nhiều nỗ lực trong việc nâng cao năng lực phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn, số người thương vong, cơ sở hạ tầng bị hư hỏng, và các tàu đánh cá bị chìm ngày càng tăng sau mỗi năm. Đặc biệt, từ năm 2005 đến 2013, đã có hơn 100 người chết, 200 người bị thương, hơn 100 tàu thuyền đánh cá bị chìm, và khoảng 150.000 ngôi nhà bị hư hỏng do các cơn bão và lũ lụt. Ước tính trong 9 năm (2005-2013), thiệt hại kinh tế khoảng 8.500 tỷ đồng, bao gồm các hư hỏng của hệ thống giao thông vận tải, nông nghiệp, lâm nghiệp, và ngư nghiệp. Hơn nữa, liên quan đến hạn hán, có 4 kỳ hạn hán khắc nghiệt trong các năm 1988, 1990, 1998, và 2002 khiến hơn 700.000 người dân thiếu nguồn cung cấp nước sinh hoạt, hàng ngàn nhà máy sản xuất và các dịch vụ hoạt động ngưng trệ. Gần đây, số ngày và tháng có

hiệt độ cao hơn 35 độ C đã tăng qua các năm, nguyên nhân chính là do quá trình đô thị hóa nhanh chóng ở thành phố Đà Nẵng. Tại Đà Nẵng và các tỉnh khác ở miền trung Việt Nam, do những diễn biến phức tạp, bất ngờ, và nguy hiểm cao của thiên tai, những người ứng cứu tiên phong, cơ quan cứu hộ cứu nạn, tổ chức bảo đảm an toàn công cộng, nhân viên chính phủ và cư dân luôn luôn được yêu cầu phải sẵn sàng để đối phó với các tình huống khẩn cấp do thiên tai gây ra nhằm giảm thiểu tác hại khi xảy ra thảm họa.

Cho đến nay, những nỗ lực để giảm thiểu những ảnh hưởng của thiên tai chủ yếu tập trung vào việc cải thiện ngăn ngừa và ứng phó bằng cách cung cấp các khóa huấn luyện cho người dân và những người ứng phó tiên phong của vùng bị ảnh hưởng. Việc tích hợp huấn luyện là những hoạt động nhằm xây dựng năng lực trong quản lý thiên tai và cung cấp thiết bị máy móc dự phòng cho việc ứng phó khẩn cấp [6]-[7]. Tuy nhiên, tất cả các chương trình và nỗ lực này cũng sẽ không đạt hiệu quả cao nếu không đầu tư triển khai các ứng dụng và dịch vụ công nghệ thông tin và viễn thông không dây (CNTT&VT) hiện đại dựa trên nền tảng mạng 5G nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai.

Trong bài viết này, Phần 2 sẽ trình bày vai trò của hệ thống CNTT&VT trong giảm thiểu tác động của thiên tai. Sau đó, một số giải pháp khả thi ứng dụng CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G vào việc giảm thiểu tác động của thiên tai sẽ được đề xuất trong Phần 3. Phần 4 sẽ giới thiệu một hệ thống CNTT&VT được triển khai với thiết kế đơn giản nhưng hiệu quả. Cuối cùng, chúng tôi kết luận bài viết trong Phần 5.

2. VAI TRÒ CỦA HỆ THỐNG CNTT&VT TRONG GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG CỦA THIÊN TAI

Vào năm 2015, ngay sau khi thảm họa động đất xảy ra ở Nepal làm chết và bị thương hơn

8000 người, Facebook đã giới thiệu ứng dụng “Nepal Earthquake – Facebook safety check” (Động đất ở Nepal–Xác nhận an toàn trên Facebook) để hỗ trợ kết nối những người bị ảnh hưởng trong thảm họa, mà nếu không có nó thì cũng không thể có kết nối truyền thông cần thiết nào khác. Tuy nhiên, bất chấp những nỗ lực cứu hộ trên diện rộng, nhiệm vụ sơ tán đã không hiệu quả, và việc thiếu thông tin liên lạc ở vùng xa đã tạo ra sự hỗn loạn thậm chí cao hơn ở các cộng đồng cư dân bị ảnh hưởng trực tiếp.

Khi thiên tai xảy ra, kết nối liên lạc cơ bản được duy trì sẽ tạo nên huyết mạch của sự sống. Nói cách khác, giải quyết vấn đề về yêu cầu truyền thông cấp bách khi thiên tai xảy ra với xu hướng ngày gia tăng, đặc biệt trong những vùng dễ xảy ra thảm họa ở các nước đang phát triển nói chung và Việt Nam nói riêng, sẽ cứu sống được rất nhiều người. Hệ thống CNTT&VT đóng vai trò quan trọng và hữu ích trong toàn bộ quá trình quản lý thiên tai, từ hệ thống cảnh báo sớm hoặc phương tiện truyền thông (radio, TV, SMS) đến hệ thống thông tin địa lý (GIS), nhằm nhanh chóng triển khai ứng phó và phục hồi sau thảm họa.

Để nhanh chóng ứng phó và phục hồi từ các thảm họa, các tổ chức quản lý thiên tai phải phối hợp chặt chẽ, đồng bộ với các nhà điều hành mạng di động và/hoặc các nhà cung cấp trang thiết bị công nghệ [2]. Tuy nhiên, thảm họa thường gây ra sự gián đoạn nghiêm trọng đến mạng lưới truyền thông và hệ thống cung cấp năng lượng, điều này làm cho việc phối hợp, đồng bộ nhằm phục hồi nhanh chóng và duy trì hệ thống CNTT&VT là một nhiệm vụ đầy thử thách. Điều này sẽ đạt được bằng cách thiết kế một hệ thống CNTT&VT hỗ trợ kết nối và dự báo liên tục với các thuộc tính như: chất lượng phù hợp; ứng phó và phản hồi nhanh; ổn định và độ tin cậy cao, tự tổ chức và tự cung cấp năng lượng; dễ dàng tích hợp, khả năng kết nối và bao phủ cao; thu thập, phân tích và xử lý dữ liệu nhanh chóng, chính xác.

Trong những nỗ lực để hạn chế rủi ro và tăng cường năng lực quản lý môi trường và thiên tai dựa trên hệ thống CNTT&VT, cả nước đã triển khai rất nhiều trạm quan trắc về không khí (26 trạm), nước (56 trạm) và nước biển (06 trạm) được lồng ghép với mạng quan trắc khí tượng, thủy văn và hải văn một cách hiệu quả. Tất cả các trạm quan trắc và điểm quan trắc truyền số liệu tự động về Trung tâm Quan trắc môi trường của Tổng cục Môi trường [8].

Do điều kiện địa lý, hầu hết các tỉnh miền Trung của Việt Nam (như Quảng Nam, Huế, Quảng Trị,...) luôn luôn bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi thiên tai. Kết quả là, chất lượng cuộc sống trong khu vực này là tương đối thấp. Đặc biệt, sau sự cố ô nhiễm môi trường biển tại 4 tỉnh Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, thủ tướng chính phủ vừa phê duyệt chủ trương lắp đặt 1 trạm quan trắc môi trường tự động quan trắc môi trường nước biển và 1 trạm quan trắc môi trường không khí xung quanh khu Kinh tế Vũng Áng và vùng phụ cận. Dự kiến sẽ xây dựng hệ thống các trạm quan trắc môi trường biển gồm: Trạm quan trắc nước biển tự động, liên tục và trạm quan trắc không khí tự động liên tục, xây dựng hệ thống giám sát môi trường biển 4 tỉnh [9].

Riêng tại Đà Nẵng, tháng 01/2018 vừa qua, trung tâm Vi mạch Đà Nẵng (CENTIC) triển khai 4 trạm quan trắc đầu tiên tại các hồ trên địa bàn nhằm giám sát chất lượng nước và cảnh báo ô nhiễm ở sông hồ tự nhiên, nhằm giám sát và đánh giá chất lượng nước thải công nghiệp, bảo vệ môi trường nước và phòng ngừa sự cố ô nhiễm. Các trạm này sử dụng nguồn năng lượng mặt trời, tự động truyền số liệu quan trắc về hệ thống máy tính trung tâm và đưa dữ liệu lên trang web của Trung tâm quan trắc môi trường thuộc Sở Tài nguyên môi trường Đà Nẵng [10].

Tại Quảng Nam, nhóm tác giả Vũ Thị Thu Lan, Hoàng Thanh Sơn thuộc Viện Địa Lý,

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã triển khai đề tài “Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu”. Mục tiêu của đề tài là: Nhận thức hiện trạng, cảnh báo thiên tai lũ lụt, xây dựng một hệ thống hỗ trợ ra quyết định, có khả năng tính toán, cập nhật diễn biến các loại hình thiên tai giám sát thiên tai nhằm giảm đến tối thiểu mức độ thiệt hại do lũ lụt và hạn hán gây ra, phục vụ phát triển bền vững [11].

Có thể thấy rằng, những nhà nghiên cứu, các tổ chức trong nước đều nhận diện được tầm quan trọng của CNTT&VT trong bài toán giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai. Tuy nhiên, các hệ thống trên chỉ thực hiện riêng lẻ, chưa tích hợp thành một hệ thống cảnh báo chung, đa mục tiêu, và trên diện rộng, cũng như phải đảm bảo tham gia vào trong toàn bộ quá trình quản lý thiên tai, từ giảm nhẹ và chuẩn bị, ứng phó đến phục hồi và tái thiết.

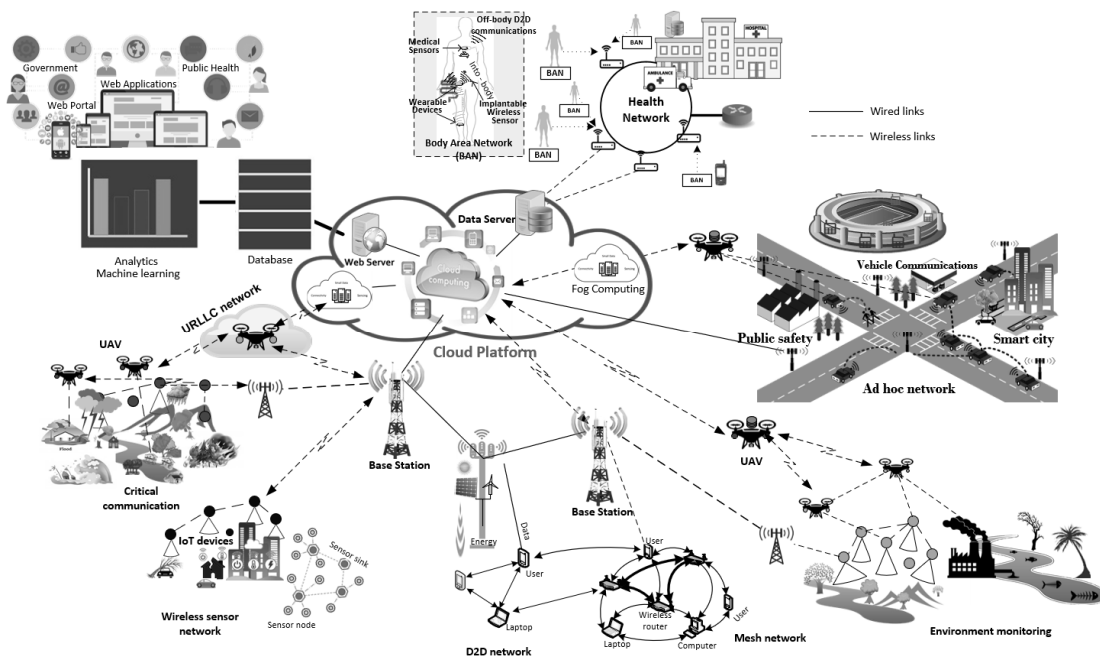
3. GIẢI PHÁP HỆ THỐNG CNTT&VT ĐỀ XUẤT DỰA TRÊN NỀN TẢNG MẠNG 5G

3.1. Mục tiêu

Hệ thống CNTT&VT được thiết kế như mô tả trong Hình 1. Hệ thống dựa trên cơ sở hạ tầng thông tin truyền thông mạng 5G – là mạng di động thế hệ thứ 5 đáp ứng các tiêu chí cao về chất lượng cũng như nhu cầu truyền thông mọi lúc – mọi nơi của lượng lớn người dùng và thiết bị trong kỷ nguyên của nền công nghiệp 4.0. Để cung cấp tính linh động trong khi đảm bảo chi phí thấp, CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G là sự kết hợp của các mạng cảm biến không dây (WSN – Wireless Sensor Networks) [12], mạng không dây dạng lưới (WMN – Wireless Mesh Networks), các mạng di động ad hoc (Manet – Mobile Ad hoc Networks) [13], và các mạng di động (MCN – Mobile Cellular Networks), mạng IoT trên nền tảng Internet, mạng truyền thông từ thiết bị đến

thiết bị (D2D – Device-to-Device) [14], mạng của các thiết bị bay không người lái (UAV –

Unmanned Aerial Vehicle) [15-18], dữ liệu lớn và điện toán đám mây.

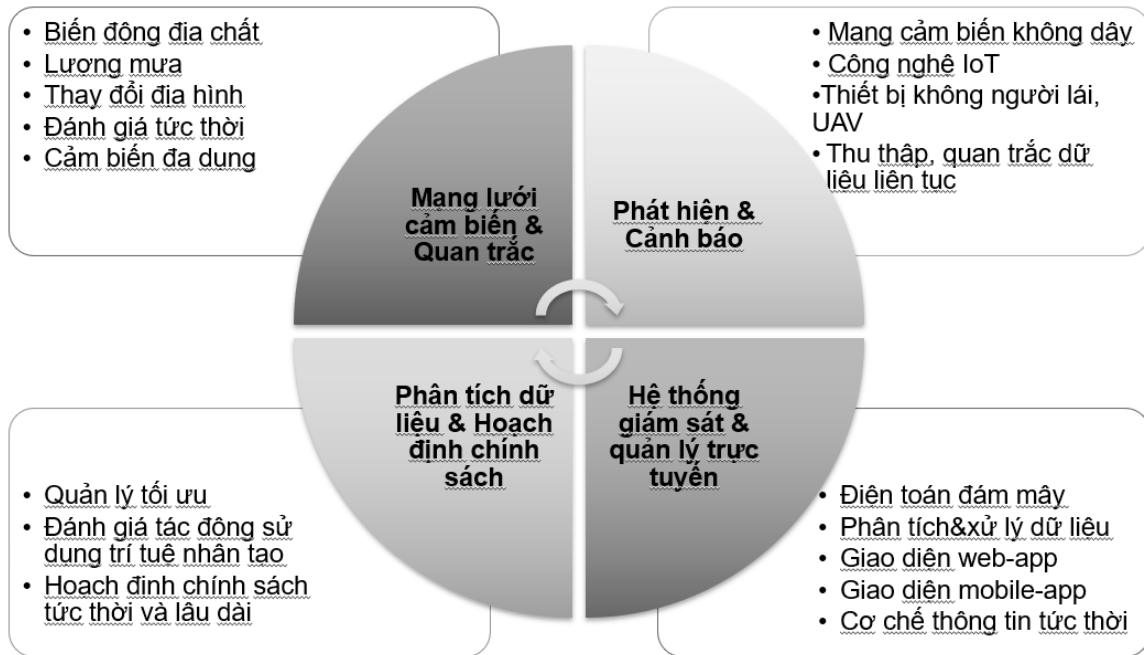


Hình 1: Mô hình CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G với các công nghệ truyền thông tin hiện đại

Hệ thống được thiết kế sẽ đảm bảo đáp ứng nhanh chóng và khả năng chuyển phát nội dung có dung lượng cao, khả năng tương tác cao, kết nối mạnh mẽ và độ tin cậy cao, với ràng buộc phù hợp về yêu cầu lưu lượng. Những khả năng này của hệ thống có thể giúp cả nhà quản lý thiên tai và cư dân nhanh chóng nắm bắt được những nguy cơ và rủi ro của một thảm họa để đưa ra quyết định phù hợp và kịp thời. Nó cũng có thể giúp theo dõi những thay đổi chi tiết trong tất cả các giai đoạn của thảm họa để quản lý tốt hơn. Đặc biệt, khả năng khôi phục của hệ thống là điều cần thiết cho những người ứng phó tiên phong, những người bị thương ngay thời điểm đó, và tất cả các cư dân bị ảnh hưởng, đây là những người cần được phối hợp ứng phó, yêu cầu hỗ trợ, tiếp cận thông tin và liên hệ với bạn bè, gia đình, và người thân.

3.2. Một số giải pháp

Một hệ thống CNTT&VT hiệu quả phải đảm nhiệm những công việc như được mô tả trong Hình 2. Hệ thống phải cung cấp thông tin dữ liệu toàn diện và nhanh chóng để hỗ trợ giám sát và cảnh báo kịp thời các vấn đề về thảm họa cũng như đánh giá mức độ của thảm họa khi xảy ra; thông tin dữ liệu phải là các dạng thông tin dễ nắm bắt trên các phương tiện đại chúng (loa báo, truyền hình, tin nhắn) và ứng dụng trực tuyến (website, mobile app, SMS, email ...). Hệ thống phải giám sát liên tục và chặt chẽ nhằm xác định nguyên nhân và dự đoán phương hướng các thảm họa tiếp theo, đánh giá được tình trạng vấn đề, dự báo sớm nhất và chính xác nhằm thông báo kịp thời cho cộng đồng, cơ quan chuyên trách hỗ trợ hoạch định chính sách và giải pháp phòng chống thiệt hại từ thiên tai. Một số mô hình giải pháp công nghệ và kỹ thuật được đề xuất cho hệ thống CNTT&VT sẽ được trình bày trong các phần tiếp theo.



Hình 2: Những công việc chính trong mô hình hệ thống CNTT&VT đề xuất

3.2.1 Sử dụng và triển khai công nghệ cảm biến trong các trạm quan trắc

Hệ thống CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G sẽ được tích hợp các trạm quan trắc mới và kết nối với các trạm quan trắc đã có, đồng thời tăng cường công nghệ và thiết bị cảm biến chất lượng để đánh giá, theo dõi và dự báo trước tình hình biến đổi ngày càng phức tạp của môi trường, khí hậu. Các cảm biến được sử dụng phải phù hợp cho từng ứng dụng, môi trường và khu vực địa hình. Ví dụ, thiên tai sạt lở đất xảy ra ở các loại địa hình khác nhau (sông suối, ao hồ, đồi núi, ven biển) thì nguyên nhân, tình trạng và diễn biến cũng rất khác nhau. Như vậy, hệ thống CNTT&VT đề xuất phải sử dụng loại cảm biến phù hợp cho từng nhiệm vụ và cách thức triển khai (loại cảm biến, giá thành, độ chính xác đo đạc, cách vận hành triển khai); phải có công suất thấp, hoạt động lâu dài trong môi trường bất kỳ; có khả năng hấp thu các nguồn năng lượng xung quanh (gió, mặt trời) để kéo dài thời gian hoạt động.

Việc triển khai lắp đặt các trạm quan trắc cảm biến cũng được chú ý trong hệ thống

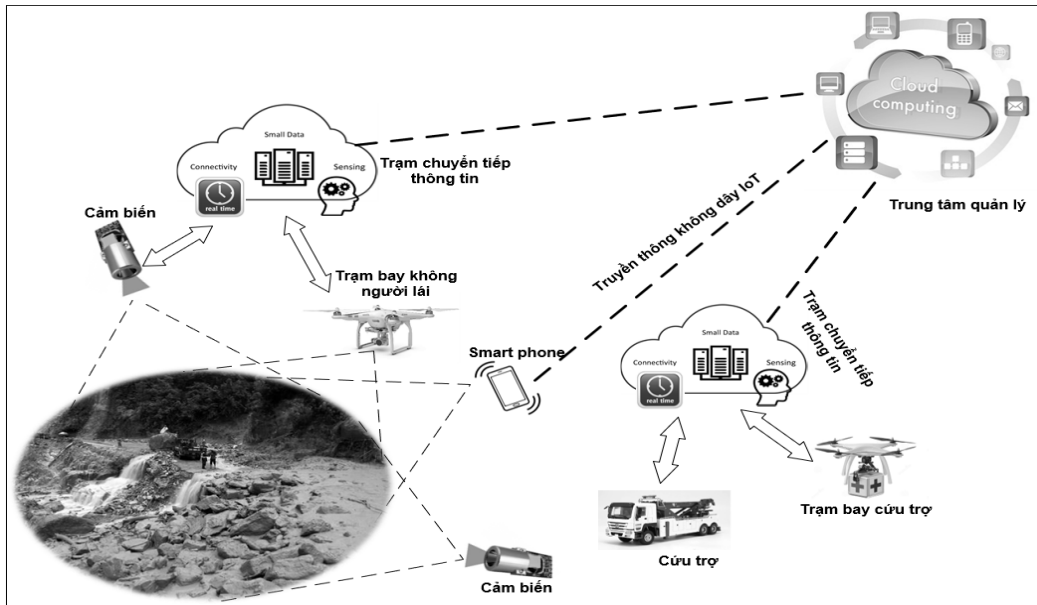
CNTT&VT được đề xuất. Nhằm giám sát hiệu quả và chính xác, cũng như hỗ trợ dự báo tức thời thảm họa, các trạm quan trắc được đề xuất sẽ bao gồm nhiều mô hình khác nhau, có thể là cố định và cơ động. Đối với loại cố định, các trạm được lắp đặt ngay tại vị trí thường xuyên bị sạt lở, bộ cảm biến đo đạc và bộ giao tiếp vô tuyến sẽ được tích hợp chung. Loại cơ động sẽ gồm trên mặt đất và trên không trung. Trên mặt đất có thể triển khai trên các phương tiện công cộng, cơ động trong triển khai lắp đặt nhằm linh hoạt thay đổi phù hợp với nhiều loại địa hình, cũng như tận dụng các mô hình mạng truyền thông tin linh hoạt từ thiết bị đến thiết bị. Song song đó, trên không trung, hệ thống sử dụng các thiết bị bay không người lái (UAV) để giám sát và truyền thông tin từ trên cao có tích hợp ứng dụng với lộ trình bay hợp lý (năng lượng tiêu thụ thấp và độ phủ rộng).

3.2.2 Công nghệ mạng viễn thông không dây tầm xa

Nhằm triển khai và kết nối các hệ thống cảm biến và các trạm quan trắc trên diện rộng, hệ thống CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G sẽ là một mạng lưới truyền thông tin không

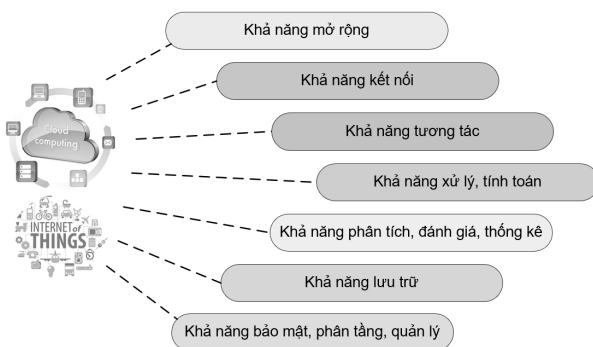
dây toàn diện, cho phép dễ dàng tích hợp các công nghệ kết nối không dây hiện đại và hiệu quả, ví dụ như mạng vô tuyến kết nối diện rộng – LoRaWan, NB-IoT; mạng vô tuyến công suất thấp – Bluetooth, Xbee, ZigBee; mạng di động thế hệ mới – 3G/4G/5G, Internet tốc độ cao – WiFi. Ngoài ra, hệ thống

CNTT&VT có thể được mở rộng tùy theo kịch bản ứng phó và khôi phục bằng cách sử dụng mô hình mạng vô tuyến gồm các UAV đồng thời sử dụng các công nghệ mạng kết nối vạn vật (IoT) đảm bảo triển khai nhanh, linh hoạt, đa phạm vi trong thực tế như được mô tả trong Hình 3.



Hình 3: Khả năng mở rộng nhanh, linh hoạt, đa phạm vi của hệ thống CNTT-VT

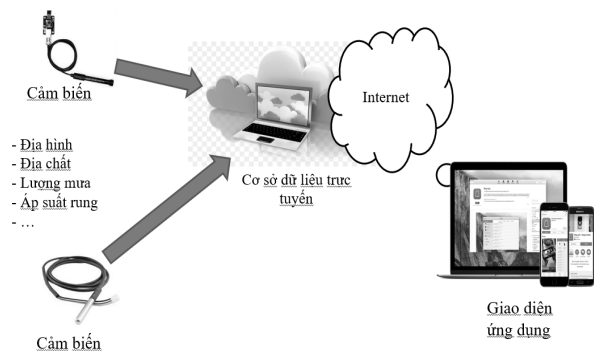
3.2.3 Công nghệ mạng kết nối vạn vật và điện toán đám mây



Hình 4: Những lợi điểm khi ứng dụng điện toán đám mây và IoT trong hệ thống CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G đề xuất

Sự phát triển của công nghệ IoT đang thúc đẩy những giải pháp mới về giám sát và đánh giá môi trường khí hậu, hỗ trợ cho công tác phòng chống thiên tai cho các quốc gia, đặc biệt là ở

Việt Nam, một trong những nước đang chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi biến đổi khí hậu và thiên tai thường xuyên. Những lợi điểm nổi bật khi ứng dụng điện toán đám mây và IoT trong hệ thống CNTT&VT dựa trên nền tảng mạng 5G đề xuất được mô tả trong Hình 4.



Hình 5: Mô hình truyền nhận dữ liệu trên nền tảng ứng dụng của điện toán đám mây trong hệ thống CNTT&VT

Để ứng dụng hiệu quả công nghệ IoT và điện toán đám mây, hệ thống CNTT&VT đề xuất phải tích hợp một hệ cơ sở dữ liệu trực tuyến toàn diện trên nền tảng điện toán đám mây mà không cần triển khai lắp đặt bất kỳ thiết bị máy chủ nào như trước đây. Tất cả các dữ liệu từ mạng lưới quan trắc sẽ được thu thập và lưu trữ tại trung tâm dữ liệu này như được mô tả trong Hình 5. Hệ thống giám sát và đánh giá biến đổi môi trường, khí hậu sẽ được tăng cường và cải thiện với độ chính xác cao khi ứng dụng các mô hình tính toán mới và phân tích dữ liệu lớn (big data analytics) [19]; cung cấp khả năng phân tích, dự báo và phản hồi tức thời bằng cách ứng dụng các giải thuật xử lý tín hiệu mạnh mẽ (advanced data processing algorithms) và các mô hình tối ưu hóa thời gian thực (real-time optimization) [20], [21] nhằm hỗ trợ cho các cơ quan ban ngành ra quyết định chính xác và nhanh chóng. Các thông tin và dự báo tác động của biến đổi môi trường và thiên tai được truy xuất

một cách chính xác và kịp thời bằng nguồn cơ sở dữ liệu trực tuyến tin cậy đã được thu thập từ các trạm quan trắc; kết hợp với các mô hình trí tuệ nhân tạo [22], phân tích dữ liệu để hỗ trợ và tạo cơ sở tiền đề cho các hoạch định và chính sách về lâu dài.

Các ứng dụng trực tuyến (ví dụ như web-app và mobile-app) cũng được xây dựng và phát triển trên nền tảng điện toán đám mây sử dụng hệ thống cơ sở dữ liệu trực tuyến, cung cấp thông tin hiện trạng tức thời về biến đổi môi trường, và các dự báo về thời tiết, thiên tai có thể xảy ra cho tất cả mọi người (từ cơ quan chính phủ, viện nghiên cứu, tổ chức, doanh nghiệp và cộng đồng dân cư). Các ứng dụng sẽ hiển thị trực quan kết quả bằng các giao diện phù hợp với tất cả người sử dụng, cho phép tiếp cận và giám sát tình trạng môi trường cụ thể rõ ràng, cung cấp dữ liệu trực tuyến cho các nhà hoạch định chính sách và cơ quan quản lý môi trường, cơ quan phòng chống thiên tai (Hình 6).



Hình 6: Ứng dụng trực tuyến hỗ trợ phòng chống thiên tai ứng dụng trên nền tảng điện toán đám mây

4. MỘT VÍ DỤ ĐIỂN HÌNH

Trong phần này, một hệ thống CNTT&VT điển hình và hiệu quả được thiết kế và triển khai nhằm giám sát, phát hiện và cảnh báo sớm thiên tai tại Quảng Nam, một trong những tỉnh bị thiệt hại nặng do thiên tai gây ra tại miền Trung, Việt Nam. Nội dung thiết kế và triển khai hệ thống được tham khảo từ tài liệu [23].

4.1. Mục tiêu và yêu cầu

4.1.1. Mục tiêu

Thiết kế và triển khai một hệ thống CNTT&VT có các chức năng cảm biến, giao tiếp truyền thông, lưu trữ, xử lý, hiển thị dữ liệu cảm biến và cảnh báo về lượng mưa, tốc độ và hướng gió, mực nước, và sạt lở đất/động

đất ở Quảng Nam. Các kết quả thực nghiệm có thể giúp chính quyền địa phương và người dân có những giải pháp quản lý phù hợp nhằm giảm thiểu các tác hại do thiên tai gây ra.

4.1.2. Yêu cầu hệ thống

Hệ thống CNTT&VT được thiết kế bằng cách tích hợp mạng cảm biến không dây (WSN) và mạng di động (MCN). WSN được trang bị các nút cảm biến để nắm bắt những bất lợi tự nhiên như bão, lụt, và sạt lở đất/động đất thông qua các cảm biến thời tiết, mực nước và rung chấn. Các cảm biến thời tiết đảm nhận việc theo dõi lượng mưa, hướng và tốc độ của gió; cảm biến mực nước ngang và dọc được sử dụng để quan sát lũ; và các cảm biến rung chấn là để đo rung động mặt đất để phát hiện sạt lở/động đất. Tất cả các cảm biến được kết nối đến các mô-đun GPRS. Dữ liệu cảm biến sẽ được gửi đến máy chủ thông qua GPRS của MCN. Máy chủ lưu trữ, phân tích, xử lý các dữ liệu cảm biến và kịp thời cảnh báo cho chính quyền địa phương và người dân (nếu cần) về các diễn biến xấu của thiên tai tại Quảng Nam. Hơn nữa, một cổng thông tin điện tử được thiết kế tại máy chủ để hiển thị dữ liệu được cảm biến ở dạng biểu đồ để thuận tiện trong việc giám sát thời gian thực. Trong thiết kế này, thiết bị được sử dụng được cung cấp bởi Libelium với chất lượng cao cũng như các giải pháp và hỗ trợ kỹ thuật tốt.

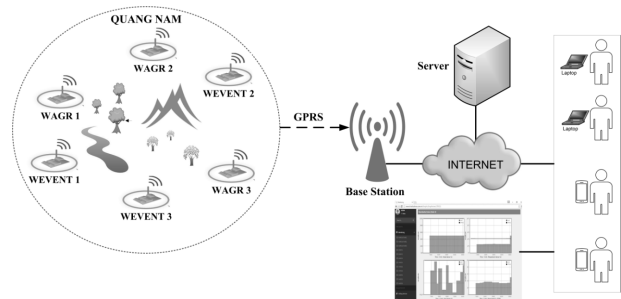
4.2. Kiểm thử và khảo sát vị trí lắp đặt

Trước khi triển khai thực tế, các cảm biến, board mạch chức năng và mô-đun GPRS được kiểm thử trong phòng thí nghiệm. Libelium hỗ trợ cổng thông tin <https://thingspeak.com> như một máy chủ ảo miễn phí, cho phép kiểm thử thông qua phương thức POST của giao thức http được gửi từ các cảm biến, board mạch và mô-đun. Chúng tôi sử dụng <https://thingspeak.com> để kiểm tra dữ liệu cảm biến nhằm đảm bảo rằng dữ liệu được gửi và nhận chính xác. Cổng thông tin điện tử này cũng cho phép chúng tôi điều chỉnh và chuẩn

hóa dữ liệu cảm biến trước khi triển khai chính thức qua cổng thông tin điện tử <http://www.ictsolutions.com.vn>.

Song song với kiểm thử là quá trình khảo sát vị trí lắp đặt các trạm cảm biến. Xác định vị trí các trạm cảm biến là công việc rất quan trọng, vị trí các trạm cảm biến được chọn phải thỏa mãn 3 yếu tố sau: 1) là nơi rất dễ bị ảnh hưởng bởi thiên tai với mức độ thiệt hại lớn, 2) là nơi đảm bảo kết nối cho truyền thông giữa các board/mô-đun cảm biến của WSN đến các trạm nền trong MCN, và 3) được sự hỗ trợ của người dân, ví dụ, trong việc sử dụng nguồn điện của họ, bảo quản thiết bị, thông báo khi trạm gặp sự cố, v.v. Sau khi khảo sát 6 điểm tại đập thủy điện Sông Tranh, Huyện Phú Ninh, Xã Đại Đồng - Huyện Đại Lộc, TP Hội An, Hà Lam - Thăng Bình, Xã Điện Hòa - Huyện Điện Bàn, chúng tôi đã chọn 3 vị trí gồm TP Hội An, Hà Lam-Thăng Bình và Xã Điện Hòa - Huyện Điện Bàn.

4.3. Triển khai hệ thống CNTT&VT



Hình 7: Mô hình hệ thống CNTT&VT được thiết kế và triển khai tại Quảng Nam

Hệ thống được thiết kế và triển khai tại Quảng Nam như được mô tả trong Hình 7. Hệ thống gồm nhóm các cảm biến, board mạch chính thu thập dữ liệu cảm biến, mô-đun hỗ trợ giao tiếp GPRS, và máy chủ được thuê cho phép triển khai webportal tại trang <http://www.ictsolutions.com.vn>.

Cụ thể, các board WEVENT1, WEVENT2 và WEVENT3 thu thập dữ liệu cảm biến mực nước ngang và dọc và cảm biến rung chấn; các

board WAGR1, WAGR2 và WAGR3 thu thập dữ liệu cảm biến lượng mưa, hướng và tốc độ gió của mô-đun thời tiết WS- 3000. Các board mạch này đều được trang bị mô-đun GPRS và pin có thể sạc lại để gửi dữ liệu đến máy chủ thông qua trạm nền trong MCN. Tất cả các board, mô-đun GPRS, và cảm biến đều có thể

làm việc ở chế độ tiết kiệm năng lượng khi không có nhu cầu truyền tin và do đó chúng có thể hoạt động trong nhiều tháng. Trong một số trường hợp thuận tiện, nguồn điện chính được cung cấp thông qua các bộ chuyển đổi phù hợp. Các board, mô-đun cùng các cảm biến tương ứng được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1: Các board, mô-đun và cảm biến được dùng trong hệ thống

Nhóm	Cảm biến	Đơn vị	Biên độ
Board sự kiện (WEVENTs)	Mức nước dọc		2 mức: 0 hoặc 1 (có, không)
	Mức nước ngang		2 mức: 0 hoặc 1 (có, không)
	Rung chấn	v/g	0~1(v/g)
Board nông nghiệp (WAGRs)	Tốc độ gió	km/h	0 ~ 240
	Hướng gió	độ	0 ~ 360
	Pluviometer	mm/h	N/A

Các board được lập trình để đọc dữ liệu từ các cảm biến, sau đó, sẽ gửi dữ liệu về máy chủ qua GPRS dưới dạng POST. Tạo máy chủ, dữ liệu nhận sẽ được hiển thị trên webportal, đồng thời so sánh với mức ngưỡng để ra quyết định cảnh báo nếu có. Việc thiết kế webportal phải đảm bảo các yêu cầu như sau:

- Cho phép phân quyền quản lý.
- Cho phép linh hoạt thêm bớt thiết bị/board mạch.
- Có giao diện hiển thị thông số các cảm biến, hiển thị được các giá trị cảm biến liên tục, biểu diễn các giá trị cảm biến trên đồ thị. Các giá trị đọc về phải lưu lại và có chức năng xuất ra excel, có chức năng hiển thị theo đồ thị theo ngày, tháng, năm.

- Có chức năng cảnh báo, khi đọc giá trị các cảm biến về thì so sánh với mức ngưỡng, nếu vượt ngưỡng thì phải hiển thị cảnh báo trên giao diện web, gửi email được chỉ định để cảnh báo.

- Cho phép sao lưu dữ liệu thường xuyên.

4.4. Kết quả triển khai

4.4.1. Hiệu năng hệ thống

Để đánh giá hiệu năng của hệ thống, ta cần xác định tỷ lệ phần trăm các lần đo hợp lệ đã gửi về hệ thống trên tổng số các mẫu quan trắc theo kế hoạch đề ra. Sau khi thống kê các số liệu có được trên hệ thống, kết quả đánh giá hiệu năng hoạt động của hệ thống được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2: Đánh giá hiệu năng của hệ thống

BẢNG ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG HỆ THỐNG				
SST	THÔNG SỐ QUAN TRẮC	SỐ MẪU ĐĂNG KÝ	SỐ MẪU HỢP LỆ	HIỆU NĂNG THIẾT BỊ (%)
1	Cảm biến mức nước dọc	20,000	18,400	92
2	Cảm biến mức nước ngang	20,000	19,000	95
3	Cảm biến rung chấn	20,000	17,800	89

BẢNG ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG HỆ THỐNG				
SST	THÔNG SỐ QUAN TRẮC	SỐ MẪU ĐĂNG KÝ	SỐ MẪU HỢP LỆ	HIỆU NĂNG THIẾT BỊ (%)
4	Cảm biến tốc độ gió	20,000	18,200	91
5	Cảm biến hướng gió	20,000	19,600	98
6	Cảm biến lượng mưa	20,000	19,600	98
HIỆU NĂNG TRUNG BÌNH CỦA HỆ THỐNG				94

4.4.2. Phân tích dữ liệu cảm biến

Dữ liệu cảm biến được thu thập trong một năm, từ tháng 3/2016 đến 3/2017. Sau khi loại bỏ dữ liệu không hợp lệ, các dữ liệu cảm biến mức nước thẳng đứng và ngang, rung chấn và lượng mưa được phân tích cụ thể như sau.

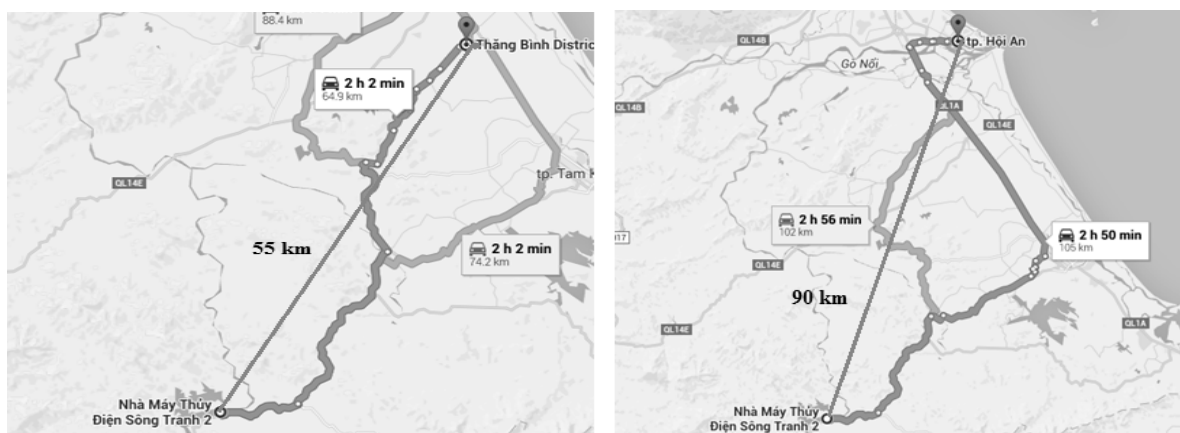
a) Mức nước thẳng đứng và ngang

Trong quá trình thu thập, dữ liệu cảm biến mức nước thẳng đứng và ngang không có thông tin quan trọng. Trên thực tế, không có sự kiện ngập lụt ở vị trí của các trạm cảm biến, và do đó, chúng tôi không trình bày thông tin.

b) Độ rung chấn

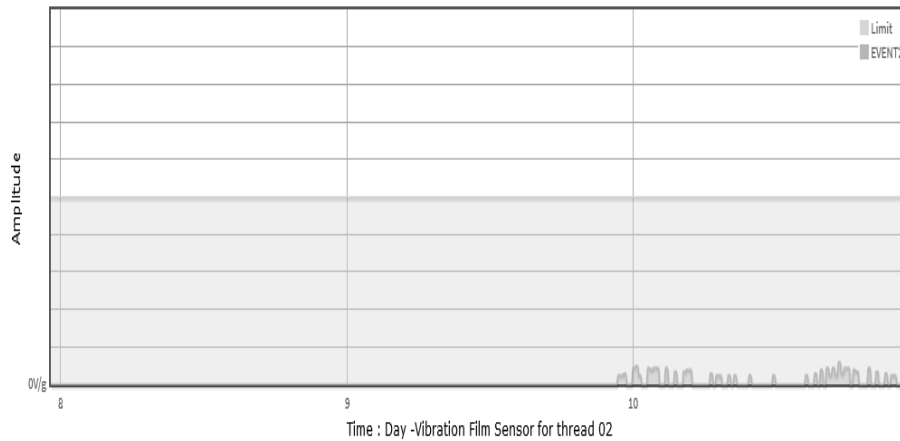
Trong khoảng thời gian quan sát, có hai trận động đất liên tiếp được ghi nhận bởi 2 trạm cảm biến tại Hà Lam – Thăng Bình và

Hội An. Cụ thể, vào lúc 22h12'50", ngày 9/4/2016, trung tâm Cảnh báo sóng thần và thông tin động đất (EITWC) thuộc viện Vật lý địa cầu cho biết trận động đất đầu tiên 3,2 độ Richter với độ sâu chấn tiêu 7km đã xảy ra tại khu vực nhà máy thủy điện Sông Tranh 2. Bốn ngày sau đó, vào lúc 14h46'21", ngày 13/4/2016, trận động đất thứ hai 3,0 độ Richter với độ sâu chấn tiêu 5km, đã được EITWC ghi lại tại cùng khu vực. Hai trận động đất này xảy ra tại khu vực nhà máy thủy điện Sông Tranh 2, huyện Bắc Trà My, cách trạm cảm biến tại Hà Lam – Thăng Bình 55km và cách trạm cảm biến tại Hội An 90km (Hình 8). Kết quả ghi nhận được mô tả như trong Hình 9, Hình 10, Hình 11 và Hình 12.



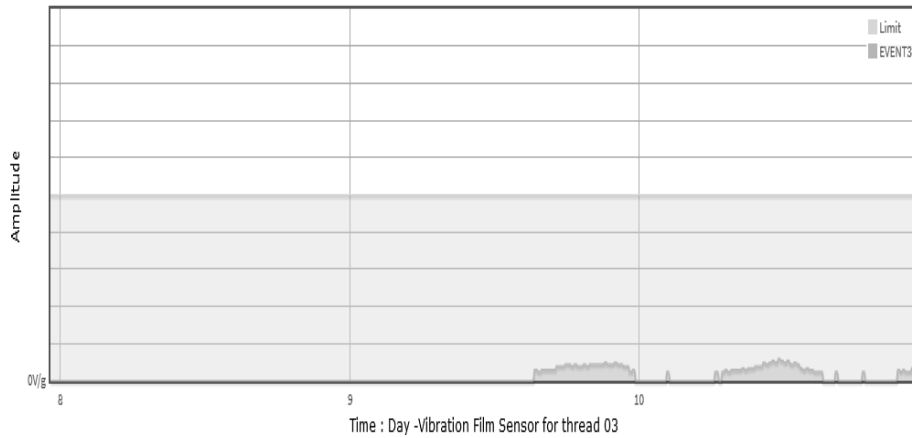
Hình 8: Khoảng cách từ vị trí động đất đến trạm cảm biến ở Hà Lam - Thăng Bình và trạm cảm biến ở Hội An, Quảng Nam

Graph with day to 04/08/2016 - 04/10/2016



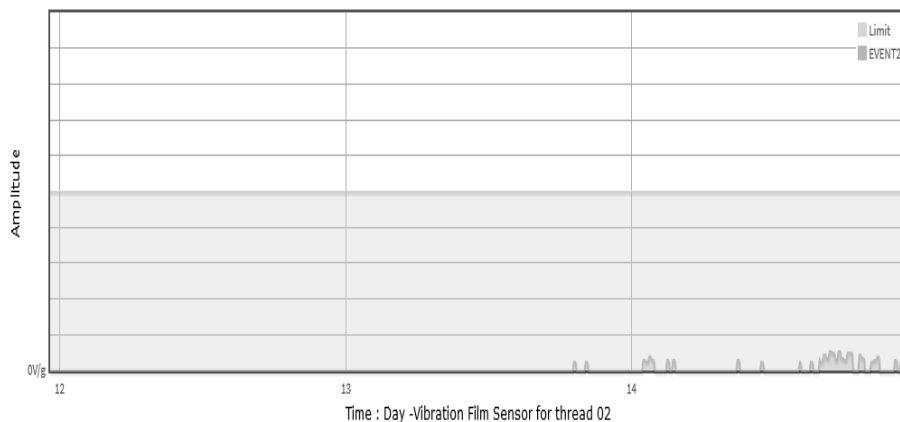
Hình 9: Dữ liệu cảm biến rung chấn ở Hà Lam – Thăng Bình, Quảng Nam từ ngày 8/4/2016 đến 10/4/2016

Graph with day to 04/08/2016 - 04/10/2016



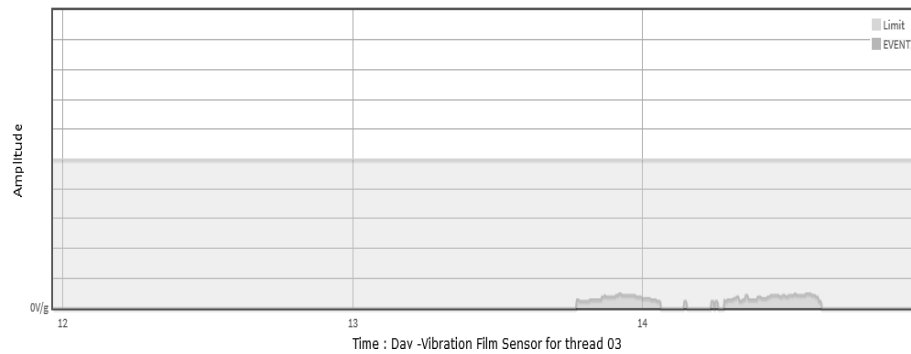
Hình 10: Dữ liệu cảm biến rung chấn ở Hội An, Quảng Nam từ ngày 8/4/2016 đến 10/4/2016

Graph with day to 04/12/2016 - 04/14/2016



Hình 11: Dữ liệu cảm biến rung ở Hà Lam – Thăng Bình, Quảng Nam từ ngày 12/4/2016 đến ngày 14/4/2016

Graph with day to 04/12/2016 - 04/14/2016

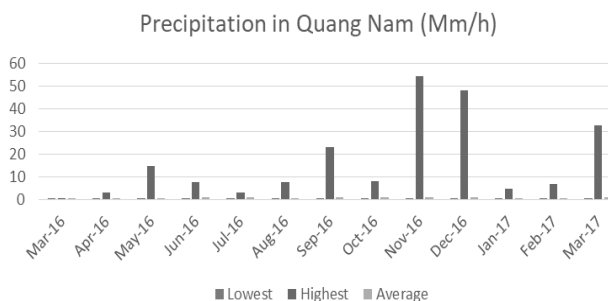


Hình 12: Dữ liệu cảm biến rung chấn ở Hội An, Quảng Nam từ ngày 12/4/2016 đến ngày 14/4/2016

Tuy nhiên, một số board ở Điện Bàn - Điện Hòa đã không phát hiện vì những trận động đất này xảy ra trong thời gian ngắn ở mức không cao, các tâm chấn nằm xa trạm cảm biến rung chấn (100km). Ngoài ra, cũng có hai trận động đất khác xảy ra vào ngày 26 tháng 2 và 1 tháng 3 năm 2017. Nhưng do khoảng cách từ tâm chấn xa các trạm cảm biến rung nên các cảm biến không thể phát hiện được hai trận động đất này.

c) Lượng mưa

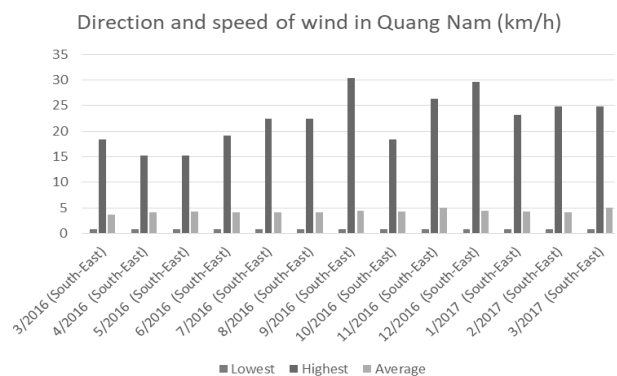
Lượng mưa được thể hiện bằng mức trung bình, thấp nhất và cao nhất mỗi tháng. Như kết quả trong Hình 13, lượng mưa ở Quảng Nam chỉ ở mức nhẹ, nghĩa là ít hơn 1mm/h. Tuy nhiên, lượng mưa rất đa dạng giữa giá trị lượng mưa thấp nhất và cao nhất, đặc biệt từ tháng 9 đến tháng 12/2016.



Hình 13: Dữ liệu cảm biến lượng mưa mỗi tháng tại Quảng Nam

d) Hướng và tốc độ gió

Hướng và tốc độ gió được thể hiện bằng giá trị trung bình, thấp nhất và cao nhất mỗi tháng. Gió ở Quảng Nam chủ yếu ở hướng đông nam, tốc độ trung bình nhẹ, nghĩa là từ 1 đến 5 km/h (Hình 14). Tốc độ gió rất đa dạng trong mỗi tháng, đặc biệt là vào tháng 9 năm 2016, từ 0,8km/h (thấp nhất) đến 30km/h (cao nhất). Nhưng vẫn không đủ gây hại ngay cả với tốc độ cao nhất là 30km/h.



Hình 14: Hướng và tốc độ gió tại Quảng Nam

4.4.3. Nhận xét kết quả

Tóm lại, chúng ta có thể kết luận các dữ liệu cảm biến ở Quảng Nam trong Bảng 3. Trong đó, trị số “1” là trường hợp xấu nhất và trị số “5” là trường hợp tốt nhất. Cần lưu ý rằng tính thống kê sẽ cho ra kết quả chính xác hơn nếu dữ liệu cảm biến được thu thập trong thời gian dài hơn, ví dụ, hơn 2 năm chẳng hạn.

TT	Thông tin cảm biến	Đánh Giá				
		1	2	3	4	5
1	Lượng mưa					x
2	Sạt lở/ động đất			x		
3	Bão				x	

5. KẾT LUẬN

Trong bài viết này, chúng tôi vừa trình bày một số mô hình hệ thống CNTT-VT dựa trên nền tảng mạng 5G cho phép tận dụng các hệ thống quan trắc hiện có và ứng dụng các công nghệ và kỹ thuật mới vào việc giảm thiểu tác động của thiên tai. Hệ thống có khả năng đáp ứng các tiêu chí về tính linh hoạt, khôi phục, ổn định, sử dụng hiệu quả tài nguyên với chi

phí hợp lý, ứng dụng trong giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai từ trước, trong, và sau khi xảy ra. Các mô hình và ví dụ về một hệ thống được thiết kế triển khai là những thông tin tham khảo quan trọng cho người đọc, các đơn vị, tổ chức liên quan có thể áp dụng và mở rộng ứng dụng trong thực tế một cách tổng thể và hiệu quả trong quản lý thiên tai.

Phản cảm ơn

Những nghiên cứu ở trên là kết quả của sự cộng tác với các đồng nghiệp trong nước thông qua các dự án nghiên cứu thuộc quỹ Newton và GCRF giữa Đại Học Queen's Belfast và các Đại Học Việt Nam. Tác giả xin chân thành cảm ơn sự hợp tác của các nhà nghiên cứu: Võ Nguyên Sơn (Đại học Duy Tân), Nguyễn Đình Long (Đại học Đồng Nai), Nguyễn Trung Việt (Đại học Thủy lợi), Nguyễn Kim Lợi (Đại học Nông Lâm TP.HCM).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mai Hồng Quân, "Bài học từ việc mất rừng ở khu vực Tây Nguyên và giải pháp bảo vệ rừng tại Việt Nam", Tạp chí Môi trường số 7/2016.
- [2] Phương Huỳnh, "Kinh tế Việt Nam thiệt hại 5,2 tỷ USD mỗi năm do thiên tai", Báo điện tử - Nhịp Sống Doanh Nghiệp, 03/2015.
- [3] Minh Quân, "Biến đổi khí hậu đã tác động đến Việt Nam như thế nào?", Báo điện tử - Lao Động, 05/2017.
- [4] Báo cáo tại Hội nghị tổng kết tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn từ năm 2015 đến nay và triển khai nhiệm vụ những tháng tiếp theo năm 2016, Báo điện tử - Tổng cục thủy lợi, Bộ NN&PTNN, 6/2016.
- [5] Quỳnh Nhiên, "Nhiều giải pháp phòng chống thiên tai", Báo điện tử - Bình Dương, 05-2016.
- [6] K. Mase, "How to deliver your message from/to a disaster area," IEEE Commun. Mag., vol. 49, no. 1, pp. 52–57, Jan. 2011.
- [7] K. Morrison, "Rapidly recovering from the catastrophic loss of a major telecommunications office," IEEE Commun. Mag., vol. 49, no. 1, pp. 28–35, Jan. 2011.
- [8] CTTĐT, Bộ tài nguyên môi trường, "Mạng lưới quan trắc môi trường phục vụ đánh giá, dự báo kịp thời, chính xác diễn biến môi trường", 15/9/2016.
- [9] Quyết định số 1307/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ : Phê duyệt chủ trương đầu tư Dự án Xây dựng hệ thống quan trắc và cảnh báo môi trường biển 04 tỉnh miền Trung, 1307/QĐ-TTg, 03/09/2017.

- [10] Quyết định số 5117/QĐ-UBND ngày 30-7-2014 của UBND thành phố Đà Nẵng về việc phê duyệt Đề án “Xây dựng mạng lưới quan trắc không khí và nước trên địa bàn thành phố Đà Nẵng”.
- [11] Vũ Thị Lan, Hoàng Thanh Sơn, 3-2013: “Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở tỉnh Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu”, tạp chí các khoa học và trái đất số: 35(1), 55-74.
- [12] Antonino Masaracchia, Long D. Nguyen, Trung Q. Duong, and Nghia M. Nguyen, “An Energy-Efficient Clustering and Routing Framework for Disaster Relief Network,” IEEE Access, April 2019.
- [13] N.-S. Vo, T. Q. Duong, and M. Guizani, "Quality of Sustainability Optimization Design for Mobile Ad Hoc Networks in Disaster Areas," Proc. of IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM'15), San Diego, CA, December 2015.
- [14] Z. Kaleem, Nadia N. Qadri, Trung Q. Duong, George K. Karagiannidis, “Energy-Efficient Device Discovery in D2D Cellular Networks for Public Safety Scenario”, IEEE System Journal, Feb. 2019.
- [15] Z. Kaleem, M. Yousaf, A. Qamar, A. Ahmad, T. Q. Duong, W. Choi, A. Jamalipour, “UAV-Empowered Disaster-Resilient Edge Architecture for Delay-Sensitive Communication,” IEEE Networks, January, 2019.
- [16] S. Shakoor, Z. Kaleem, M. Iram Baig, O. Chughtai, T. Q. Duong, and L. D. Nguyen, “Role of UAVs in Public Safety Communications: Energy Efficiency Perspective,” IEEE Access, September 2019.
- [17] Trung Q. Duong, Long D. Nguyen, and Loi Kim Nguyen, "Practical Optimisation of Path Planning and Completion Time of Data Collection for UAV-enabled Disaster Communications", IEEE IWCMC, Morocco, 2019.
- [18] B. Wang, Y. Sun, Z. Sun, L. D. Nguyen, T. Q. Duong, “UAV-assisted Emergency Communications in Social IoT: A Dynamic Hypergraph Coloring Approach,” IEEE Internet of Things Journal, April 2020.
- [19] Long D. Nguyen, Khoi K. Nguyen, Ayse Kortun, and Trung Q. Duong, "Real-Time Deployment and Resource Allocation for Distributed UAV Systems in Disaster Relief ", IEEE SPAWC, France, 2019.
- [20] Minh-Nghia Nguyen, Long D. Nguyen, Trung Q. Duong and Hoang D. Tuan, "Realtime Optimal Resource Allocation for Embedded UAV Communication Systems," IEEE Wireless Communication Letters, Sept. 2018.
- [21] Long D. Nguyen, Ayse Kortun and Trung Q. Duong, "An Introduction of Real-time Embedded Optimisation Programming for UAV Systems under Disaster Communication", EAI Trans. Industrial Networks and Intelligent Systems, Dec. 2018.
- [22] Trung Q. Duong, Long D. Nguyen, Hoang Duong Tuan, and Lajos Hanzo, "Learning-Aided Realtime Performance Optimisation of Cognitive UAV-Assisted Disaster Communication", IEEE GLOBECOM, Hawaii, USA, 2019
- [23] Nguyen-Son Vo, Antonino Masaracchia, Long D. Nguyen, and Ba-Cuong Huynh, "Natural Disaster and Environmental Monitoring System for Smart Cities: Design and Installation Insights," EAI Endorsed Trans. on Industrial Networks and Intelligent Systems, vol. 5, no. 16, pp. 1-9, Nov. 2018.

DỰ BÁO MƯA TRÊN LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG TỪ TÀI LIỆU DỰ BÁO THỜI TIẾT TOÀN CẦU PHỤC VỤ DỰ BÁO DÒNG CHẢY LŨ ĐẾN VÀ ĐIỀU TIẾT HỒ TRONG MÙA LŨ

Đinh Công Sản

Trung tâm nghiên cứu chinh trị sông và Phòng chống thiên tai -

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Nguyễn Văn Lanh, Lưu Ngọc Thanh

Công ty TNHH Một Thành Viên KTTL Dầu Tiếng-Phước Hòa

Tóm tắt: Một trong những nguyên nhân gây ra lũ lụt ở vùng hạ du hồ Dầu Tiếng là việc xả lũ trong mùa mưa để đảm bảo an toàn hồ chứa. Sau gần 40 năm khai thác vận hành hồ Dầu Tiếng, có rất nhiều nghiên cứu tính toán lũ, dự báo lũ về hồ và đề xuất các giải pháp điều tiết hồ hợp lý, nhằm giảm thiểu lưu lượng lũ xả về hạ du, để giảm thiểu ngập lụt cho vùng hạ du, đặc biệt là khu vực thành phố Hồ Chí Minh.

Bài báo tổng hợp kết quả đánh giá khả năng dự báo mưa từ các mô hình trên thế giới của đề tài KC08.07/16-20 “Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đảm bảo an toàn công trình đầu mối và hạ du hồ Dầu Tiếng trong điều kiện biến đổi khí hậu, thời tiết cực đoan”. Nghiên cứu này rà soát các mô hình dự báo khí tượng đã được ứng dụng trên thế giới và ứng dụng cho việc dự báo mưa ở lưu vực hồ Dầu Tiếng. Kết quả từ nghiên cứu áp dụng dự báo mưa cho đợt áp thấp nhiệt đới tháng 11/2018 và so sánh với số liệu quan trắc mưa trong lưu vực bước đầu cho thấy mô hình ECMWF (Trung tâm châu Âu dự báo thời tiết trung hạn) có khả năng dự báo tốt lượng mưa trung bình ngày và thời gian dự báo 3 đến 4 ngày trước khi xảy ra áp thấp nhiệt đới. Kết quả bước đầu cho phép dự báo dòng chảy đến hồ và phục vụ cho việc điều tiết lũ một cách hiệu quả, giảm thiểu ngập lụt ở hạ du hồ Dầu Tiếng.

Summary: One of the causes of flooding in the downstream area of Dau Tieng reservoir is the downstream flood discharge to ensure reservoir safety in the rainy season. After nearly 40 years of Dau Tieng reservoir operation, there are many studies on flood simulation and forecasting flood flow to the reservoir and proposing solutions for properly reservoir regulation in order to minimize the flood discharge downstream and mitigate downstream flooding, especially in Ho Chi Minh City area. The article summarizes the assessment of rainfall forecast ability of various models in the world from the scientific research project KC08.07/16-20 "Research and propose solutions to improve water use efficiency, ensure the safety of main works and downstream Dau Tieng reservoir in the conditions of climate change and extreme weather ". This study reviewed various meteorological prediction models in the world and applied to forecast rainfall in the Dau Tieng reservoir basin. The results from the application of rainfall forecast for the tropical depression in November 2018 and compare with rainfall monitoring data in the basin initially showed that ECMWF model (European Central Medium-term Weather Forecast) is capable of good forecasting average daily rainfall prior 3-4 days before tropical depression event. Initial results allow forecasting flood flow to the reservoir and serve for effective flood regulation and mitigation downstream flooding of Dau Tieng reservoir.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàng năm, lũ lụt ở hạ du hồ Dầu Tiếng, đặc biệt là ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh đã gây thiệt hại to lớn về cơ sở hạ tầng và làm

giảm tốc độ phát triển kinh tế của một thành phố năng động nhất cả nước. Một trong những nguyên nhân gây ra lũ lụt ở hạ du hồ Dầu Tiếng là việc xả lũ trong mùa mưa. Thêm vào

đó, mưa lớn tại chỗ và sự xâm nhập của thủy triều cường biển Đông, đã tạo ra những đợt lũ lụt nặng nề ở vùng hạ du [[1]].

Dòng chảy lũ chịu tác động của rất nhiều nhân tố như mưa, nhiệt độ, độ ẩm, khí hậu, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật và các hoạt động của con người trên lưu vực... Trong đó, nhân tố địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật ít có sự thay đổi. Nên sự thay đổi của chế độ dòng chảy, nguồn nước theo thời gian chủ yếu do các yếu tố khí hậu quyết định, đặc biệt là mưa, sau đó là tác động của nguồn nước dự trữ trong các tầng chứa nước trong lưu vực. Mùa lũ trên sông Sài Gòn được xác định từ tháng 7 đến tháng 11. Hai tháng 6 và 7 là thời kỳ chuyển tiếp giữa mùa lũ và mùa kiệt. Trong mùa lũ các tháng 8, 9 và 10 là các tháng có lượng dòng chảy lũ lớn nhất và đỉnh lũ thường xuất hiện.

Để giảm thiểu lũ lụt cho vùng hạ du, trong đó có thành phố Hồ Chí Minh, nhiều giải pháp đã được nghiên cứu, đề xuất như chuyển lũ sang sông Vàm Cỏ, phân lũ qua rạch Tra, làm hồ điều hòa để chậm lũ, đắp đê ngăn lũ, nâng cao đập để nâng cao dung tích phòng lũ v.v...[[2]]. Tuy nhiên, các giải pháp phi công trình còn ít được nghiên cứu.

Đối với lưu vực hồ Dầu Tiếng, thời gian vận hành phức tạp nhất trong mùa lũ là khi hồ đã tích nước đạt cao trình thiết kế (+24,40 m), nhưng do tác động từ bão hay áp thấp nhiệt đới, thời gian này thường xuất hiện các hình thái thời tiết gây mưa lớn, nên việc tính toán và điều tiết lũ cần đặc biệt quan tâm đảm bảo an toàn công trình, phòng và giảm ngập lụt cho hạ du. Theo quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Đồng Nai trong đó có hồ Dầu Tiếng của Thủ tướng Chính phủ năm 2016 (điều 12) đã quy định về vận hành giảm lũ cho hạ du đối với hồ Dầu Tiếng [[4]]: “Trong trường hợp có bão khẩn cấp hoặc áp thấp nhiệt đới trong vùng, vận hành hồ với lưu lượng xả nhỏ hơn lưu lượng lũ

đến, nhưng lưu lượng không quá 200 m³/s và mực nước hồ không vượt quá cao trình 25,10 m”. Vì vậy, việc dự báo mưa để dự báo dòng chảy đến trong giai đoạn cuối mùa lũ là rất quan trọng. Nếu không dự báo được, vì lý do an toàn, hồ sẽ xả nước với lưu lượng quá lớn, làm thiếu hụt nước sử dụng cho giai đoạn sau. Ngược lại, nếu hồ xả nước với lưu lượng quá nhỏ, dẫn đến mực nước trong hồ vượt quá mực nước dâng gia cường, gây mất an toàn hồ chứa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thu thập tài liệu, phân tích và thống kê số liệu dự báo mưa của các mô hình dự báo khí tượng đã được ứng dụng trên thế giới. Số liệu dự báo mưa được trích xuất từ các mô hình dự báo, so sánh với số liệu thực đo mưa của 13 trạm trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Từ tọa độ của các trạm đo mưa, sử dụng phương pháp đa giác Theissen để tính toán diện tích ảnh hưởng của từng trạm và tính toán lượng mưa của lưu vực. Các tham số thống kê được sử dụng để so sánh và đánh giá tương quan giữa số liệu dự báo và thực đo.

2.1. Hệ số tương quan Pearson (r) (Correlation coefficient)

Hệ số tương quan (r – công thức 2.1) cho phép đánh giá mối quan hệ tuyến tính giữa tập giá trị dự báo và tập giá trị quan trắc. Giá trị của nó biến thiên trong khoảng -1 đến 1, giá trị tốt nhất bằng 1. Giá trị tuyệt đối của hệ số tương quan càng lớn thì mối quan hệ tuyến tính giữa hai biến càng chặt chẽ. Hệ số tương quan dương phản ánh mối quan hệ cùng chiều (đồng biến); ngược lại, hệ số tương quan âm biểu thị mối quan hệ ngược chiều (nghịch biến) giữa dự báo và quan trắc.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n ((O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \quad (2.1)$$

Trong các công thức từ (2.1) đến (2.3), các ký hiệu được dùng gồm: n là độ dài số liệu

quan trắc, O_i là giá trị số liệu quan trắc (thực đo) thứ i ; P_i số liệu tính toán (dự báo) thứ i , và $\bar{O}$ và $\bar{P}$ là bình quân số liệu quan trắc và tính toán ($i = 1$ đến n).

2.2. Hệ số hiệu quả mô hình R^2 (model coefficient of efficiency)

Hệ số hiệu quả mô hình (model coefficient of efficiency NSE - R^2 – công thức 2.2), đánh giá mức độ liên kết giữa các giá trị dự báo và thực đo. Hệ số này được đề xuất bởi Nash và Sutcliffe (1970).

$$NSE = R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (2.2)$$

2.3. Sai số tuyệt đối trung bình MAE

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \quad (2.3)$$

Giá trị MAE nằm trong khoảng $(0, +\infty)$. MAE biểu thị biên độ trung bình của sai số mô hình nhưng không nói lên xu hướng lệch của giá trị dự báo và quan trắc. Khi $MAE = 0$, giá trị của mô hình hoàn toàn trùng khớp với giá trị quan trắc, mô hình được xem là “lý tưởng”. MAE càng tiến tới giá trị 0, mô phỏng càng tốt.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lựa chọn các mô hình dự báo thời tiết

3.1.1. Các mô hình dự báo và lựa chọn mô hình

Ngày nay thông tin dự báo thời tiết được chia sẻ rộng rãi qua mạng Internet từ nhiều nguồn khác nhau như: <http://www.accuweather.com>; <http://wunderground.com>; <https://weather.com>; <http://weather.weatherbug.com>; <http://intellicast.com>; <https://www.windy.com>; <https://freemeteo.vn>, các Website cung cấp thông tin dưới hai hình thức miễn phí và có trả phí.

Tuy nhiên, tổng kết kinh nghiệm ứng dụng các thông tin dự báo của các đơn vị trong nước cho thấy trang web <https://www.windy.com> đang được sử dụng rộng rãi và có độ tin cậy cao. Trong website của Viện Quy hoạch Thủy lợi [[5]] cũng có mục dự báo mưa dài hạn và ngắn hạn sử dụng nguồn dữ liệu từ

<https://www.windy.com>. Trong báo cáo của Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia (Bộ TN&MT) “Tổng quan về sử dụng mô hình mã nguồn mở với dữ liệu mưa toàn cầu trong dự báo nguồn nước mặt tại Việt Nam” cho biết từ năm 2011, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường đầu tư mua các sản phẩm và số liệu dạng số (dạng mã GRIB truyền qua mạng Internet) của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu ECMWF (ECMWF - European Centre for Medium-range Weather Forecasts) phục vụ công tác dự báo khí tượng hạn ngắn - hạn dài nghiệp vụ. Các sản phẩm dự báo được cung cấp bao gồm các dữ liệu khí tượng trong đó có số trị mưa ... theo dạng lưới với thời gian dự báo theo hạn ngắn, hạn vừa và hạn dài toàn diện nhất mà Trung tâm dự báo Trung ương có thể khai thác [[6]]. Do đó, nghiên cứu này tập trung vào khai thác nguồn dữ liệu từ <https://www.windy.com>.

3.1.2. Khai thác thông tin dự báo từ Website Windy.com

Windy.com cung cấp thông tin về tốc độ gió, mật độ mây, nhiệt độ, lượng mưa, lượng tuyết rơi và sóng v.v... Các bản đồ tương tác của Windy.com cung cấp một dự báo đầy đủ cho một tuần tại thời điểm hiện tại. Dữ liệu của Windy.com bao gồm các thông số đo được từ các nguồn khác nhau cùng với dữ liệu nội suy, dự báo. Các mô hình sử dụng là GFS (Hệ thống Dự báo Toàn cầu) với lưới phân giải 22 km, ECMWF (Trung tâm châu Âu dự báo thời tiết trung hạn) với độ phân giải 09 km và rất nhiều mô hình địa phương với độ phân giải thậm chí còn 3 km. Windy.com có được dữ liệu nội suy cho bất kỳ nơi nào trên thế giới.

ECMWF được biết đến là “mô hình châu Âu” có độ phân giải là $0,1^\circ$ (~ 9 km). Nó dự báo mỗi 03 giờ trong 144 giờ đầu tiên, từ 06 giờ mỗi ngày đến ngày thứ 10.

GFS được điều hành bởi Dịch vụ Thời tiết Quốc gia Hoa Kỳ (NWS), có độ phân giải ~ 13 km. Nó dự báo mỗi giờ trong 120 giờ đầu tiên, 03 giờ cho đến ngày thứ 10.

Windy.com sử dụng cả hai hệ thống và người dùng có quyền chuyển đổi và chọn một trong hai hệ thống họ muốn sử dụng. Ngoài ECMWF và GFS là hai mô hình toàn cầu vượt trội so với các mô hình địa phương về độ phân giải và phạm vi, Windy.com cũng sử dụng các mô hình dữ liệu khác và cho phép người dùng lựa chọn bất cứ mô hình nào. Bốn mô hình địa phương Windy.com sử dụng là: NEMS, phát triển bởi Meteoblue.com có độ phân giải ~ 4 km chỉ có ở Châu Âu; NAM CONUS với độ phân giải ~ 5 km và chỉ có ở lục địa Mỹ; NAM Alaska, độ phân giải ~ 6 km và chỉ giới hạn ở Alaska; NAM Hawaii và độ phân giải là ~ 3 km.

Đây là trang web cung cấp các API (*Application Programming Interface*) về thời tiết. Yêu cầu API được thực hiện qua giao thức HTTP. Các tính năng dữ liệu trả về kiểu JSON hoặc kiểu XML (nghiên cứu này chọn kiểu dữ liệu trả về là JSON). Nhiều tính năng của API có thể được kết hợp thành một yêu cầu HTTP. Đây là một cách thuận tiện để giúp cho người sử dụng có thể thực hiện việc truy vấn dữ liệu nhanh chóng hơn, gọn nhẹ hơn.

Một số bước phân tích các chuỗi giá trị JSON Weather trả về như sau:

Bước 1: Tạo một lớp (class) giống như một đối tượng thể hiện vị trí cần lấy thông tin thời tiết chứa các thuộc tính như: temp, wind, pressure, precip, country, city...

Bước 2: Tạo một lớp để lưu các thông tin như Location, Wind, Rain...

Bước 3: Tạo một lớp để chuyển đổi dữ liệu từ JSON trả về.

Bước 4: Tạo mới một lớp để lấy chuỗi JSON từ API theo địa điểm cần biết.

Bước 5: Xây dựng giao diện cơ bản để hiển thị các lớp xử lý.

Với 5 bước phân tích và khai thác như trên, toàn bộ dữ liệu mưa dự báo cho bất kỳ điểm nào trên lưu vực được thống kê và phân tích. Tương ứng với 13 trạm đo mưa thực đo trên lưu vực hồ Dầu Tiếng, số liệu dự báo 3 giờ, dự báo theo ngày được thu thập để xem xét tương quan với số liệu thực đo.

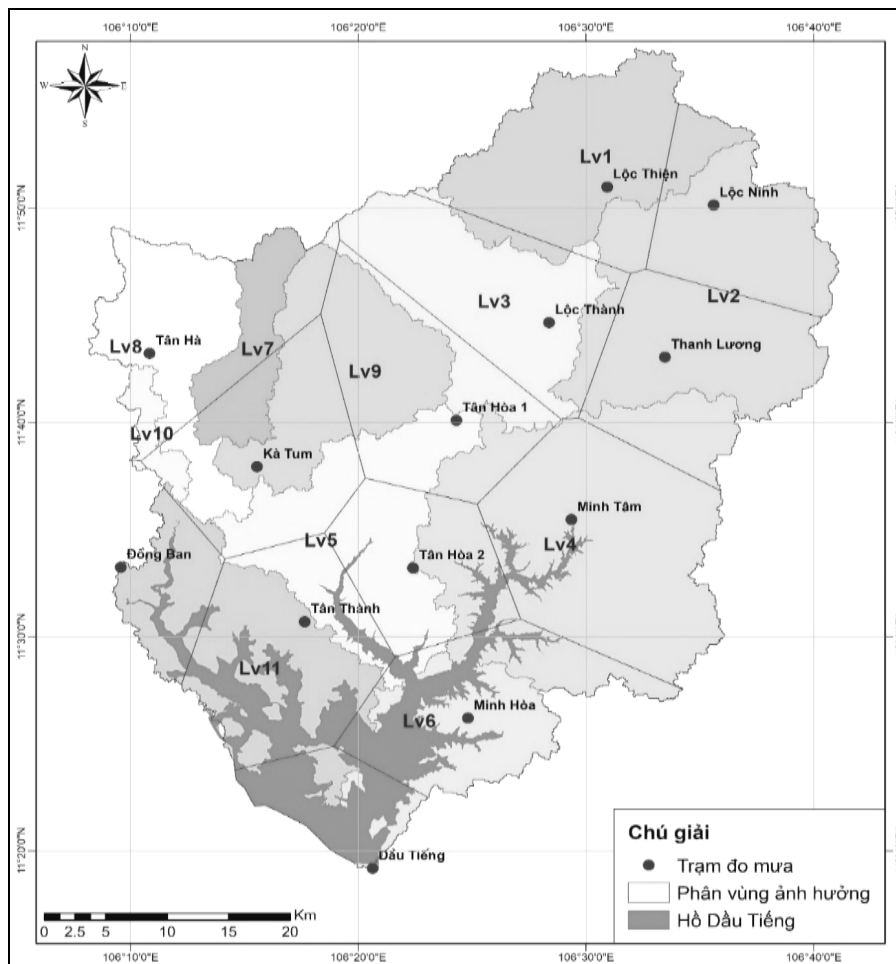
3.1.3. Khai thác thông tin mưa thực đo trên lưu vực hồ Dầu Tiếng

Sau khi công trình đưa vào khai thác từ năm 1985, đến năm 1990 trên lưu vực hồ Dầu Tiếng đã hình thành 05 trạm đo mưa thủ công, đến tháng 8 năm 2013, những trạm mưa này được thay thế bằng các trạm đo mưa tự động, và đến tháng 9 năm 2017 lưu vực hồ Dầu Tiếng được lắp đặt bổ sung thêm 08 trạm đo mưa tự động, nâng tổng số trạm đo mưa tự động hiện có trên lưu vực là 13 trạm/2.700 km² lưu vực. Hình 3.1 và Bảng 3.1 trình bày tọa độ địa lý của 13 trạm đo mưa và “tỷ trọng” diện tích của mỗi trạm tính theo phương pháp đa giác Theissen. Với mật độ các trạm đo mưa hiện nay, nguồn dữ liệu quan trắc gồm mưa giờ, mưa trận và mưa ngày đã đáp ứng nhu cầu tính toán vận hành công trình.

Bảng 3.1: Tọa độ địa lý các trạm đo mưa tự động và diện tích trạm tính theo phương pháp đa giác Theissen trên lưu vực hồ Dầu Tiếng [[7]]

TT	Trạm mưa	Vĩ độ	Kinh độ	Diện tích (km ²)	Trọng số theo đa giác Theissen
1	Tân Hà	11,72	106,18	215,64	0,085
2	Tân Thành	11,51	106,29	225,21	0,089
3	Tân Hòa 1	11,67	106,40	228,22	0,090

TT	Trạm mưa	Vĩ độ	Kinh độ	Diện tích (km ²)	Trọng số theo đa giác Theissen
4	Tân Hòa 2	11,55	106,37	152,20	0,060
5	Minh Tâm	11,59	106,49	297,81	0,117
6	Thanh Lương	11,72	106,56	222,14	0,087
7	Lộc Thành	11,75	106,47	225,02	0,088
8	Lộc Thiện	11,85	106,52	227,01	0,089
9	Dầu Tiếng	11,32	106,34	86,68	0,034
10	Minh Hòa	11,44	106,41	209,35	0,082
11	Kà Tum	11,63	106,26	209,15	0,082
12	Lộc Ninh	11,84	106,59	167,01	0,066
13	Đồng Ban	11,55	106,16	78,66	0,031
	Lưu vực	Tổng diện tích		2544,10	1.000



Hình 3.1: Vị trí 13 trạm đo mưa thực đo trên hồ Dầu Tiếng và phân chia diện tích theo đa giác Theissen [[7]]

3.2. Kết quả phân tích tương quan giữa mưa dự báo và thực đo

Nghiên cứu này chỉ có điều kiện sử dụng dữ liệu quan trắc và dự báo theo cơn Bão số 9 năm 2018 để phân tích. Đây là cơn bão có tác động trực tiếp đến vùng Đông Nam bộ và khi hồ Dầu Tiếng đã tích gần đầy nước.

Từ nguồn cung cấp bằng hình ảnh thông qua trang tin Windy.com, có thể dự đoán từ

ngày 24/11/2018 trở đi, bão sẽ tác động và gây mưa lớn trên lưu vực hồ Dầu Tiếng và có thể gây mưa lớn nhất trong ngày 25 hoặc 26/11/2018. Dữ liệu mưa từ các bản tin dự báo từ các mô hình ECMWF, GFS, NEMS đã được thống kê, tính toán và lập các chỉ số thống kê. Bảng 2.2 và 2.3 thể hiện một trường hợp điển hình về tương quan giữa mưa thực đo (r) và sai số dự báo ứng với bản tin dự báo ngày 25/11/2018.

Bảng 3.2: Chỉ số tương quan (r) mưa thực đo và mưa dự báo trong 3 ngày, từ 25/11/2018 đến 27/11/2018 (Bản tin dự báo ngày 25/11/2018)

Trạm mưa	Tương quan giữa số liệu thực đo và dự báo theo các mô hình					
	ECMWF		GFS		NEMS	
	r	MAE	r	MAE	r	MAE
Dầu Tiếng	0,63	7,45	0,09	18,08	0,07	13,24
Đồng Ban	0,80	4,80	0,25	15,09	0,38	9,65
Kà Tum	0,63	4,29	0,20	11,03	0,32	10,46
Lộc Ninh	0,14	4,69	0,37	11,39	0,11	10,45
Lộc Thành	0,32	5,20	0,40	10,29	0,25	9,10
Lộc Thiện	0,11	3,80	0,36	9,39	0,13	4,65
Minh Hòa	0,89	3,11	0,41	2,94	0,36	4,49
Minh Tâm	0,19	3,37	0,09	3,54	0,34	4,74
Tân Hà	0,89	3,37	0,38	4,56	0,57	4,74
Tân Hòa 1	0,23	4,17	0,27	5,27	0,60	5,54
Tân Hòa 2	0,17	3,88	0,10	4,24	0,30	5,54
Tân Thành	0,66	6,52	0,17	9,48	0,41	9,48
Thanh Lương	0,25	4,81	0,31	9,37	0,04	10,23
Bình quân lưu vực	0,60	4.57	0,30	8.82	0,48	7.87

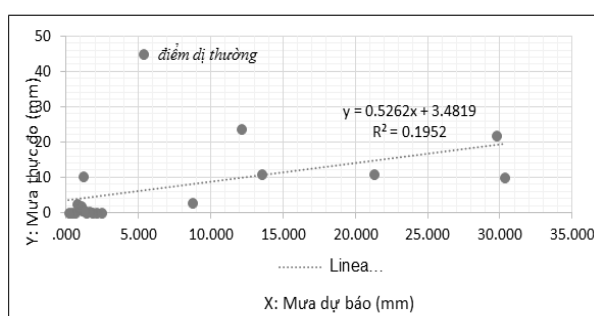
Bảng 3.3: Tổng lượng mưa (mm) bình quân lưu vực thực đo và mưa dự báo trong 3 ngày, từ ngày 25/11/2018 đến ngày 27/11/2018

Mô hình	Thực đo (mm)	Bản tin dự báo					Tỷ lệ % đạt
		Ngày 22	Ngày 23	Ngày 24	Ngày 25	Bình quân ngày	
ECMWF	141,66	115,06	133,98	161,26	118,52	132,21	93,33
GFS	141,66	205,11		211,34	126,01	180,82	127,64
NEMS	141,66	55,97	47,95	79,32	102,59	71,46	50,44

Từ kết quả phân tích cho thấy sự biến đổi của mưa dự báo có sự khác biệt so với sự biến đổi của mưa thực đo. Mưa dự báo nhìn chung có xu hướng nhỏ hơn so với mưa thực đo trên lưu vực (ngoại trừ mưa dự báo theo mô hình GFS). Kết quả phân tích đánh giá tổng hợp theo các chỉ số r và MAE có thể thấy mô hình ECMWF cho kết quả ổn định nhất, đặc biệt có sự sai khác nhỏ giữa tổng lượng mưa bình quân dự báo trong 3 ngày (132,21 mm) và tổng lượng mưa bình quân thực đo (141,66 mm). Trên cơ sở đánh giá đó, mô hình ECMWF được ứng dụng vào thực tế.

Để có thể sử dụng dữ liệu mưa dự báo trong thực tế, cần thiết lập tương quan giữa dữ liệu dự báo và dữ liệu thực đo theo phương pháp bình phương nhỏ nhất. Hình 3.1 thể hiện tương quan số liệu mưa trong 3 giờ. Bảng 3.4 thể hiện số liệu mưa ngày thực đo và dự báo mưa theo mô hình ECMWF trong cơn bão tháng 11/2018 và Hình 3.3 thể hiện đường xu thế và phương trình hồi quy tuyến tính với bước thời gian 01 ngày từ mô hình dự báo mưa ECMWF (từ ngày 25/11/2018 đến ngày 27/11/2018).

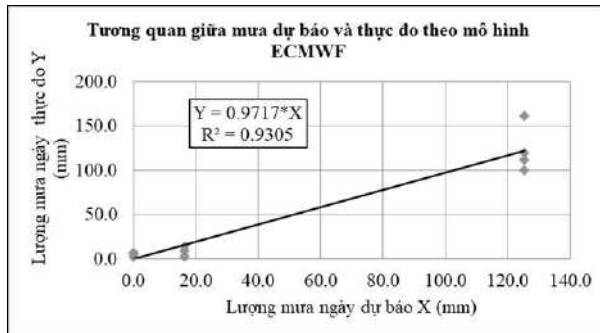
Kết quả thống kê phân tích cho thấy với số liệu dự báo mỗi 3 giờ, chỉ số R^2 rất thấp ($R^2 = 0,1952$). Ở Bảng 3.4 và Hình 3.3 với số liệu dự báo ngày thì chỉ số R^2 đã trở nên khá tốt ($R^2 = 0,9305$). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu mới phản ánh mối liên hệ từ số liệu thu thập được của một cơn bão tháng 11 năm 2018. Trong tương lai cần phân tích nhiều hơn với bộ số liệu lớn hơn của các mô hình khác nhau, với số liệu của những đợt mưa lớn, áp thấp nhiệt đới hoặc những cơn bão khác.



Hình 3.2: Tương quan giữa mưa dự báo và thực đo trong 3 giờ, từ ngày 25/11/2018 đến ngày 27/11/2018

Bảng 3.4: Số liệu mưa ngày thực đo và dự báo mưa theo mô hình ECMWF trong cơn bão tháng 11/2018

Ngày đo	Mưa thực đo lưu vực (mm)	Ngày dự báo (mô hình ECMWF)	Dự báo cho ngày	Mưa dự báo lưu vực (mm)
25/11/2018	0,03	22/11/2018	25/11/2018	1,85
26/11/2018	125,23		26/11/2018	111,47
27/11/2018	16,40		27/11/2018	1,74
25/11/2018	0,03	23/11/2018	25/11/2018	5,30
26/11/2018	125,23		26/11/2018	119,18
27/11/2018	16,40		27/11/2018	9,50
25/11/2018	0,03	24/11/2018	25/11/2018	7,14
26/11/2018	125,23		26/11/2018	161,26
27/11/2018	16,40		27/11/2018	3,13
25/11/2018	0,03	25/11/2018	25/11/2018	5,21
26/11/2018	125,23		26/11/2018	99,44
27/11/2018	16,40		27/11/2018	13,86



Hình 3.3: Đường xu thế và phương trình hồi quy tuyến tính với bước thời gian 01 ngày từ mô hình dự báo mưa ECMWF (từ ngày 25/11/2018 đến ngày 27/11/2018)

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả phân tích tương quan số liệu mưa dự báo và thực đo trên lưu vực hồ Dầu Tiếng

trong cơn bão tháng 11/2018 cho thấy có thể sử dụng số liệu mưa ngày dự báo từ mô hình ECMWF để nội suy về các trạm mặt đất bằng phương trình hồi quy $Y = 0,9717 * X$, trong đó: X: Là lượng mưa dự báo từ mô hình ECMWF và Y là lượng mưa theo trạm mặt đất trong lưu vực hồ Dầu Tiếng. Do hạn chế về nguồn dữ liệu dùng để phân tích (chỉ có dữ liệu của một cơn Bão năm 2018), nên kết quả phân tích có thể chưa phản ánh đúng bản chất về mối liên hệ giữa mưa dự báo toàn cầu và mưa thực đo. Trong thời gian tới, cần tiếp tục thu thập, phân tích và đánh giá về mối quan hệ giữa mưa dự báo và mưa thực đo của các mô hình khác nhau, nhằm củng cố phương pháp và nâng cao chất lượng trong công tác dự báo dòng chảy về hồ, chủ động điều tiết lũ hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Công Sản và nnk (2016), Báo cáo tổng hợp kết quả gói thầu số 2 “Nghiên cứu xây dựng khung quản lý rủi ro lũ tổng hợp lưu vực sông Đồng Nai –Sài Gòn” – dự án hỗ trợ kỹ thuật “Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng thể kiểm soát ngập lũ lưu vực sông Đồng Nai” - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [2] Nguyễn Phú Quỳnh và nnk (2018), Báo cáo tổng kết đề tài cấp thành phố “Nghiên cứu đề xuất các giải pháp phân lũ, chậm lũ, giảm lũ nhằm giảm ngập lụt cho Tp. HCM khi hồ Dầu Tiếng xả lũ theo thiết kế hoặc gặp sự cố”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [3] Quyết định 137/2000/QĐ-BNN-QLN ngày 18/12/2000 của Bộ NN&PTNT về việc ban hành “Quy trình vận hành điều tiết tạm thời hồ chứa nước Dầu Tiếng” <http://dautieng.mard.gov.vn/NewsDetail.aspx?newsid=9605&catid=28>
- [4] Quyết định 471/QĐ-TTg ngày 24/03/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai.
- [5] <http://iwarp.org.vn/c84/du-bao-mua>
- [6] http://nawapi.gov.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=3284%3Atng-quan-v-s-dng-mo-hinh-ma-ngun-m-vi-d-liu-ma-toan-cu-trong-d-bao-ngun-nc-mt-ti-vit-nam&catid=70%3Anhim-v-chuyen-mon-ang-thc-hin&Itemid=135&lang=vi
- [7] Trung tâm công nghệ phần mềm thủy lợi (2012), Dự án “Xây dựng và lắp đặt hệ thống giám sát hồ chứa nước Dầu Tiếng”.

CHẾ ĐỘ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG TRONG KỊCH BẢN PHÁT TRIỂN THƯỢNG NGUỒN

Trần Bá Hoàng, Nguyễn Bình Dương, Nguyễn Công Phong

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng Đồng bằng sông Cửu Long trong kịch bản phát triển thượng nguồn bất lợi nhất (khi trên dòng chính hạ lưu sông Mekong hoàn thiện 11 đập thủy điện). Đây là một nội dung nghiên cứu trong bài toán tổng thể xác định nguyên nhân xói lở, bồi tụ dải ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. Với cách tiếp cận các mô hình toán SWAT, Telemac2D và MIKE21 Coupled FM có tỉ lệ chi tiết khác nhau được sử dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát, và diễn biến hình thái trong một năm khí hậu (từ 4/2014 - 5/2015) trong điều kiện hiện tại và kịch bản phát triển thượng nguồn. Ở đây, sẽ trình bày chi tiết các kết quả của mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng. Đây là một nghiên cứu mới so với các nghiên cứu khác thường sử dụng mô hình 1D toàn đồng bằng để tính toán chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát ĐBSCL. Kết quả tính toán phân tích chế độ thủy thạch động lực học mô hình 2D toàn đồng bằng là đầu vào quan trọng cho mô hình 2D ven biển.

Summary: This paper presents the results of the study of hydrodynamic and sediment transport in the Mekong Delta in the most unfavorable upstream development scenario (when 11 main dams are completed in the Lower Mekong mainstream). This is a research content in the overall problem to determine the cause of erosion and deposition in the coastal area of the Mekong Delta. With the SWAT mathematical modeling approach, Telemac2D and MIKE21 Coupled FM have different detail ratios used to simulate hydrodynamic mode, sediment transport, and morphological changes in a climate year (from 4/2014 - 5/2015) in current conditions and upstream development scenarios. Here, the detailed results of the plain Telemac 2D model are detailed. This is a new study compared to other studies that often use 1D model all over the plain to calculate the hydrodynamic and sediment transfer regime of the Mekong Delta. Results of calculation and analysis of 2D model hydrodynamic hydrological regime.

1. MỞ ĐẦU

Biển đóng vai trò rất quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của nước ta. Vì vậy, việc bảo vệ bờ biển, môi trường biển cần phải được đặc biệt quan tâm. Khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có bờ biển dài, nhiều sông, là tiềm năng, lợi thế lớn để phát triển kinh tế. Tuy nhiên, vấn đề sạt lở bờ biển trong những năm qua đã trở thành đề tài nóng hổi của rất nhiều địa phương trong cả nước nói chung và Đồng bằng sông Cửu Long nói riêng, xói lở bờ biển diễn biến ngày một phức tạp,

gây ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống nhân dân cũng như tác động đến sự phát triển kinh tế xã hội của các địa phương ven biển. Vấn đề nghiêm trọng này hiện đang thu hút sự quan tâm đặc các cấp lãnh đạo cũng như các nhà khoa học trong và ngoài nước. Tìm được nguyên nhân chính gây xói lở bờ biển là điều kiện đầu tiên quyết định đến thắng lợi của giải pháp bảo vệ bờ. Một trong những nguyên nhân chính cần xem xét đến là tác động của phát triển công trình thượng nguồn dẫn đến vấn đề thiếu hụt bùn cát trầm trọng vùng hạ lưu sông

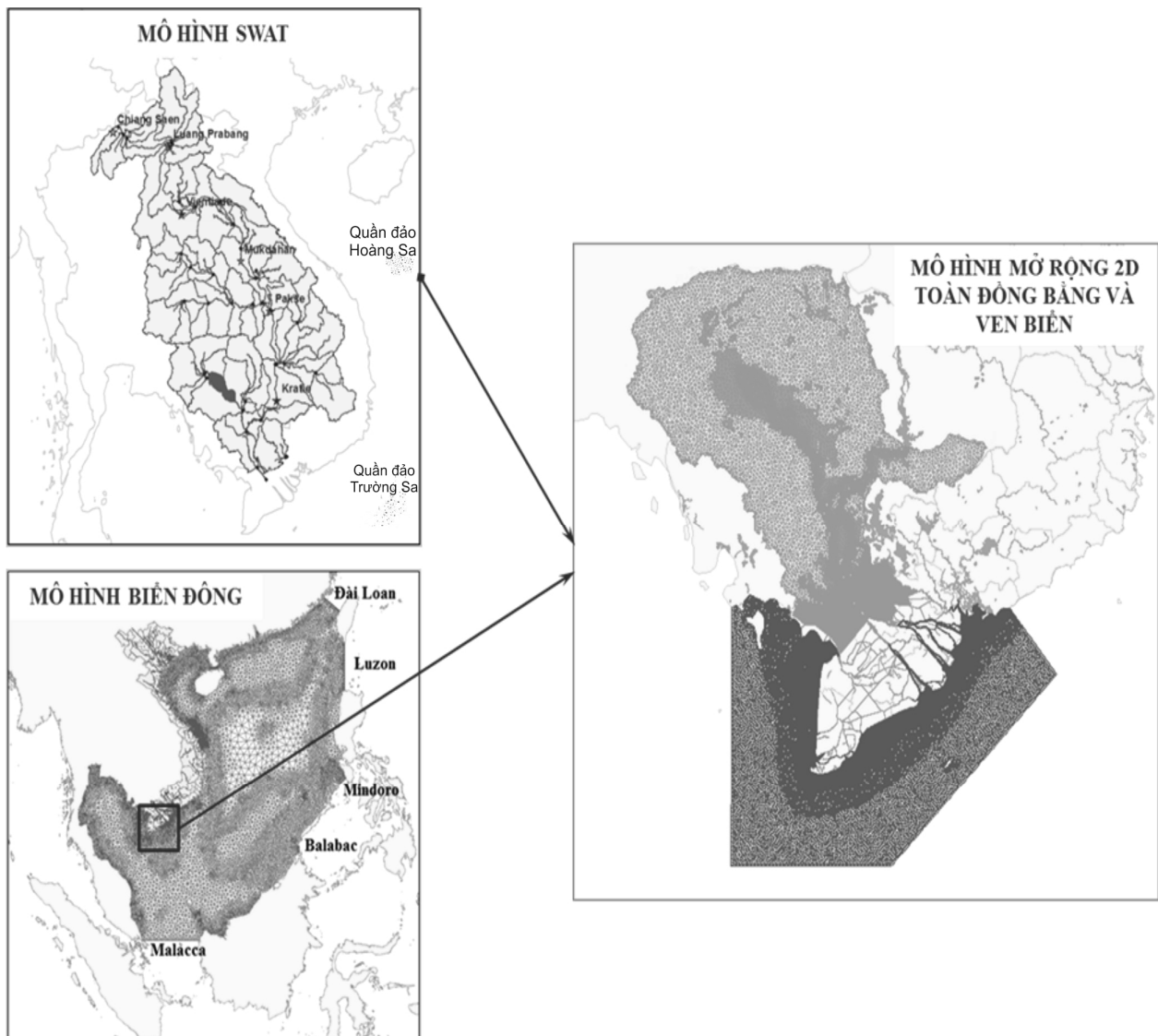
Mekong. Với đặc điểm hệ thống sông ngòi dày đặc và phức tạp như ĐBSCL thì việc tính toán quá trình vận chuyển bùn cát cần thiết phải sử dụng mô hình 2D thay vì các mô hình 1D các nhánh sông chính như các nghiên cứu trước đây.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sẽ kế thừa những kết quả của những nghiên cứu trước, đồng thời phát triển nghiên cứu về chế độ thủy thạch động lực học vùng ĐBSCL bằng mô hình Telemac 2D.

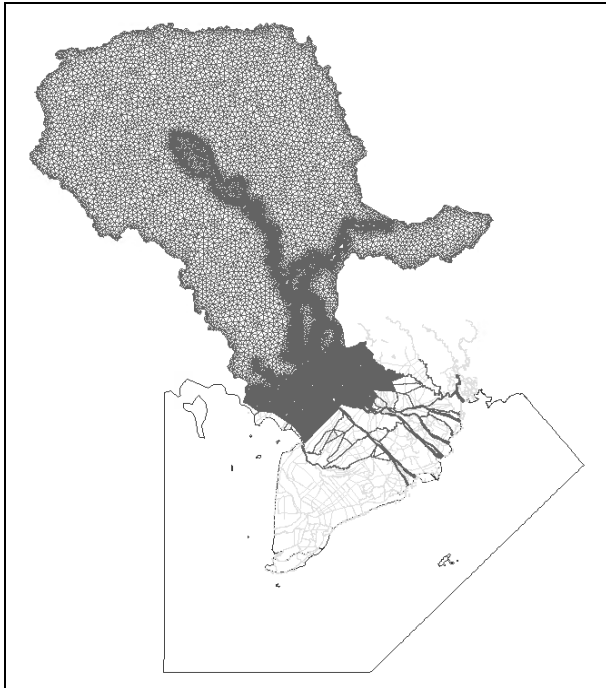
Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu đánh giá chế độ vận chuyển bùn cát vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long bằng mô hình Telemac 2D trong trường hợp hiện trạng và kịch bản phát triển thượng nguồn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

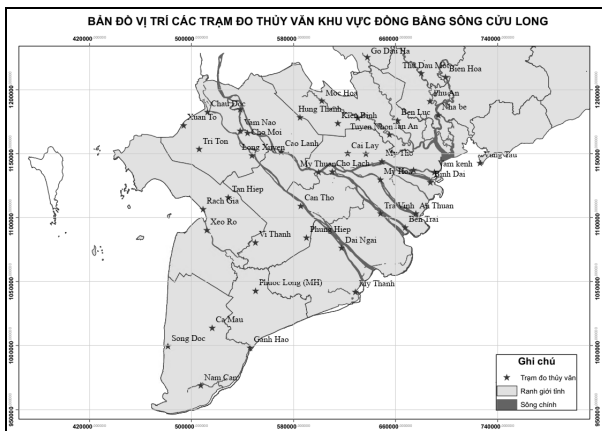
Hình 2.1. minh họa cách tiếp cận chung trong việc nghiên chế độ thủy động lực vùng cửa sông, ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long, trong đó các mô hình với tỉ lệ và mức độ chi tiết khác nhau được thiết lập.



Hình 2.1: Phương pháp nghiên cứu



Hình 2.2: Phạm vi tính toán mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng



Hình 2.3: Bản đồ vị trí các trạm đo thủy văn

Mô hình 1 là mô hình thủy động lực vùng cho toàn bộ biển Đông và biển Tây. Mô hình sử dụng cho vùng nghiên cứu này là MIKE 21 Coupled FM với các module HD (thủy động lực), SW (phổ sóng). Mục đích của mô hình 1 là mô phỏng chế độ dòng chảy (thủy triều, dòng chảy ven bờ) và chế độ sóng nhằm cung cấp biên mở phía biển cho các mô hình với phạm vi nhỏ hơn (nhóm mô hình 3).

Mô hình 2 (mô hình Swat thượng nguồn) (Soil and Water Assessment Tool – “công cụ đánh giá đất và nước”) là mô hình được phát

triển bởi USDA-ARS. Mô hình được xây dựng cho quy mô lưu vực để mô phỏng các tác động của thực tiễn quản lý đất đai (xói mòn) trong thời đoạn dài. Mô hình bao gồm các module mô phỏng các quá trình thủy văn có xét đến sản xuất nông nghiệp (thảm phủ thực vật) và xói mòn đất. Mô hình này có thể được coi như một mô hình “giả vật lý” (pseudo physically based model). Do số liệu quan trắc và các thông tin về điều kiện tự nhiên (địa hình, khí hậu, khí tượng, thủy văn, băng tuyết, ...) phía Trung Quốc là hầu như không thu thập được nên phạm vi thiết lập mô hình SWAT trong nghiên cứu này chỉ giới hạn vùng hạ lưu vực sông Mekong, bắt đầu từ biên giới Trung Quốc – Lào cho đến Kratie thuộc Campuchia với tổng diện tích khoảng 580,000 km² (xem Hình 2-1). Thành phần thủy văn dòng chảy và bùn cát từ vùng thượng lưu vực (phía Trung Quốc và Myanmar) đóng góp cho sông Mekong được xem như là biên vào của mô hình và được xây dựng từ số liệu thực đo trạm Chiang Saen cũng như kết quả của các nghiên cứu trước (Kummu và Varis, 2007; Sarkkula, 2010).

Nhóm mô hình 3 (mô hình mở rộng) bao gồm các mô hình: (i) 2D cho hệ thống sông kênh Mekong và Sài Gòn - Đồng Nai, và (ii) 2D cho vùng nghiên cứu mở rộng phía biển từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Campuchia. Đối với các mô hình 2D độc lập toàn đồng bằng (hệ thống sông kênh Mekong và Sài Gòn - Đồng Nai) sử dụng mô hình Telemac2D. TELEMAT-MASCARET là bộ mô hình chủ yếu dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn do Phòng Thí nghiệm Thủy động lực và Môi trường (LNHE), trực thuộc Công ty Điện lực Pháp xây dựng. Sau nhiều năm khai thác thương mại, LNHE đã quyết định công khai hóa và mở mã nguồn cho các kỹ sư, nghiên cứu viên, người sử dụng để có thể rộng rãi tự do khai thác. Ưu điểm nổi bật của mô hình Telemac2D là tốc độ tính toán, trong việc giải quyết bài toán thủy động lực, vận chuyển bùn

cát với mật độ sông ngòi dày đặc như khu vực ĐBSCL thì Telemac2D là mô hình phù hợp nhất hiện nay. Phạm vi mô phỏng bao gồm 15 tỉnh của Campuchia và 13 tỉnh vùng ĐBSCL của Việt Nam. Các sông, kênh trên 30m đều được mô phỏng trong mô hình. Tổng diện tích mô phỏng: 15.22 triệu ha. (Phần bên Campuchia: 11.57 triệu ha, Phần bên Việt Nam: 3.65 triệu ha). Lưới tính toán bao gồm 1.702.754 nút và 3.386.762 phần tử. Đối với mô hình 2D độc lập ven biển, các module sử dụng sẽ là MIKE 21 FM HD, SW và MT.

Các mô hình 1, mô hình 2 trên đã được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định trong các nghiên cứu trước cũng như trong khuôn khổ đề tài cấp bộ "*Nghiên cứu giải pháp công nghệ chống xói lở bờ biển, cửa sông phù hợp vùng từ Tp. Hồ Chí Minh đến Kiên Giang*" và đề tài cấp nhà nước "*Nghiên cứu ảnh hưởng của khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý và quy hoạch khai thác phù hợp*" do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thực hiện (Lê Mạnh Hùng và nnk, 2011; Nguyễn Duy Khang và nnk, 2012, 2013a, 2013b; Lê Mạnh

Hùng và nnk, 2013). Bài báo này chỉ trình bày các kết quả chính trong việc ứng dụng các mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng sông Cửu Long để đánh giá chế độ thủy thạch động lực học trong trường hợp hiện trạng và kịch bản phát triển thượng nguồn.

3. KỊCH BẢN TÍNH TOÁN

Trong nghiên cứu này sẽ trình bày kết quả chính của mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng trong bài toán tổng thể nghiên cứu về chế độ thủy thạch động lực học ven biển ĐBSCL được trình bày như trên Hình 2.1. Các kịch bản tính toán được mô tả như Bảng 3.1. Biên đầu vào phía thượng nguồn của mô hình Telemac 2D tại Kratie được trích xuất từ kết quả tính toán mô hình SWAT. Trong kịch bản bản phát triển thượng nguồn (có 11 đập trên dòng chính hạ lưu sông Mekong) thì tải lượng bùn cát về tại Kratie chỉ còn 28.52 triệu tấn/năm giảm 83% tải lượng bùn cát so với kịch bản nền 162 triệu tấn/năm (xem Lê Mạnh Hùng và nnk, 2013) và số liệu thực đo. Các biên cửa sông phía hạ lưu được lấy từ kết quả thực đo và kết quả tính toán từ mô hình 2D ven biển.

Bảng 3.1: Các kịch bản tính toán

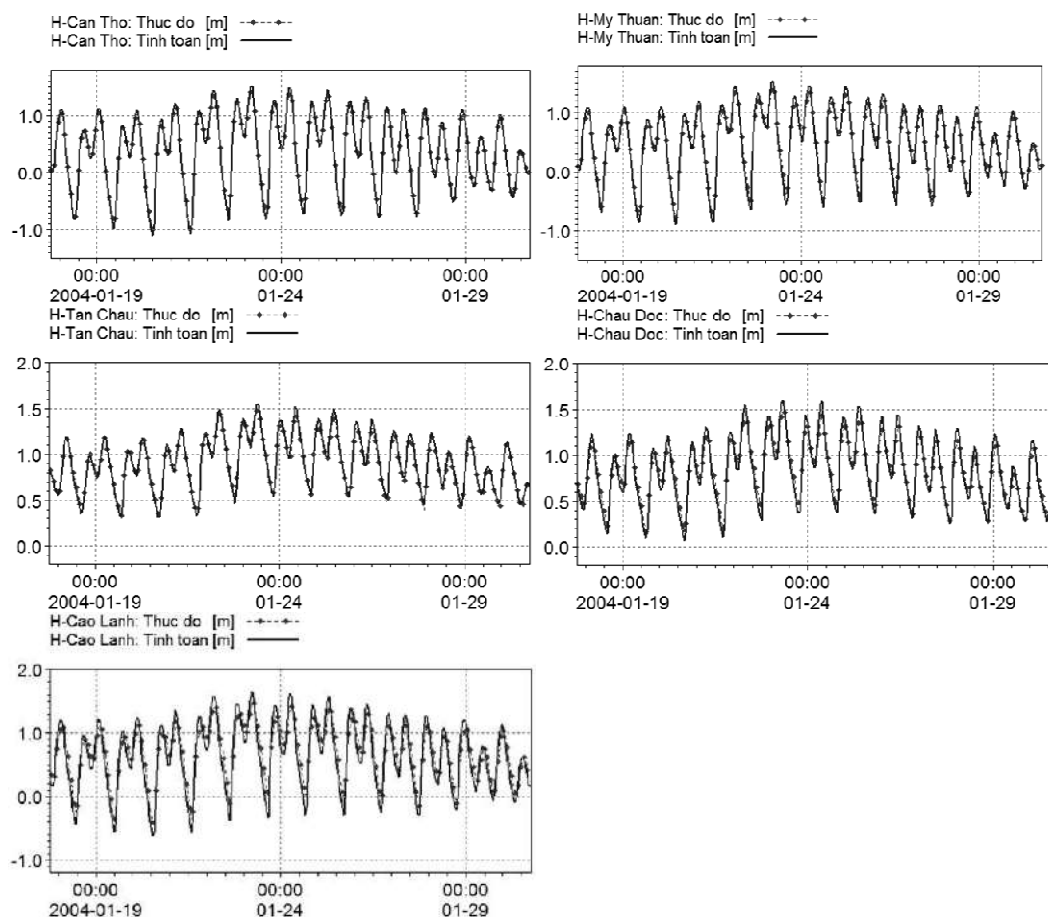
Tên kịch bản	Mô tả kịch bản	Thời đoạn tính toán
Hiện trạng	Khi trên dòng chính thượng lưu sông Mekong phía Trung Quốc đã hoàn thiện 8 đập thủy điện và hạ lưu sông Mekong chưa có đập thủy điện	Năm khí hậu đặc trưng 4/2014 - 5/2015
KB1	Khi trên dòng chính thượng lưu sông Mekong phía Trung Quốc đã hoàn thiện 8 đập thủy điện và hạ lưu sông Mekong có 11 đập thủy điện	Năm khí hậu đặc trưng 4/2014 - 5/2015

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng

Kết quả hiệu chỉnh kiểm định các yếu tố

mực nước, lưu lượng tại các vị trí trên Hình 2.3. được trình bày chi tiết trong các Hình 4.1 ÷ Hình 4.2. Kết quả cho thấy sự tương đồng khá cao giữa số liệu thực đo và kết quả mô phỏng.



Hình 4.1: So sánh mực nước tính toán và thực đo năm 2004 tại các trạm đo thủy văn quốc gia (vị trí trạm đo xem Hình 2.3).

Trong nghiên cứu này, để phân tích và đánh giá độ chính xác từ kết quả mô hình toán với các số liệu thực đo, chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSE), hệ số xác định (R^2), tỷ lệ với độ lệch chuẩn (RSR) và hệ số thống kê tổng hợp đã được sử dụng. Kết quả tính toán các hệ số của yếu tố mực nước được trình bày Bảng 4.1. Các hệ số tính toán đều

cho thấy mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng mô phỏng yếu tố mực nước từ tốt đến rất tốt so với số liệu thực đo.

R^2 : (coefficient of determination-hệ số xác định) là hệ số tỷ lệ giữa chuỗi kết quả mô phỏng với chuỗi số liệu thực đo, giao động từ 0 đến 1 với công thức xác định sau:

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^p (X_i^{obs} - \bar{X}^{obs}) (X_i^{sim} - \bar{X}^{sim})}{\sqrt{\sum_{i=1}^p (X_i^{obs} - \bar{X}^{obs})^2 \sum_{i=1}^p (X_i^{sim} - \bar{X}^{sim})^2}} \right)^2$$

Trong đó X_i^{obs} , X_i^{sim} là số liệu thứ i trong chuỗi số liệu thực đo và chuỗi kết quả mô phỏng. $\bar{X}$ là ký hiệu giá trị trung bình của chuỗi.

RSR: (Observations standard deviation ratio-tỷ lệ với độ lệch chuẩn) là tỷ số giữa sai số trung bình bình phương (RMSE) với độ lệch chuẩn (STDEV):

$$RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{P} \sum_{i=1}^P (X_i^{obs} - X_i^{sim})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^P (X_i^{obs} - \bar{X}^{obs})^2}}$$

RSR có thể giao động từ 0 đến bất kỳ số dương nào, Trị số RSR càng nhỏ, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình càng đạt kết quả tốt.

NSE: (Nash–Sutcliffe Efficiency-hệ số hiệu quả Nash-Sutcliffe) là hệ số thống kê xác định biên độ lệch giữa phương sai thặng dư tính toán với phương sai số liệu thực đo:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^P (X_i^{obs} - X_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^P (X_i^{obs} - \bar{X}^{obs})^2}$$

Hệ số NSE thông thường giao động từ 0 đến 1. Khi NSE=0, mô hình chỉ đơn giản là tính giá trị trung bình của chuỗi số liệu thực đo. NSE càng gần 1, mô hình càng có độ chính xác cao. Kết quả mô phỏng thủy lực được coi là **rất tốt** nếu NSE cao hơn 0.90, **tốt** nếu đạt từ 0.75 đến 0.90 và **đạt yêu cầu** nếu đạt từ 0,5 đến 0,75. Đối với bài toán vận chuyển bùn cát, do tính phức tạp quá cao nên NSE đạt trên 0.5 thì có coi là mô hình đạt kết quả tốt.

Nhiều nghiên cứu gần đây đã đưa ra hệ số

đánh giá tổng hợp của cả 3 hệ số trên bằng gán trọng số cho cả 3 hệ số và tính hệ số thống kê tổng hợp:

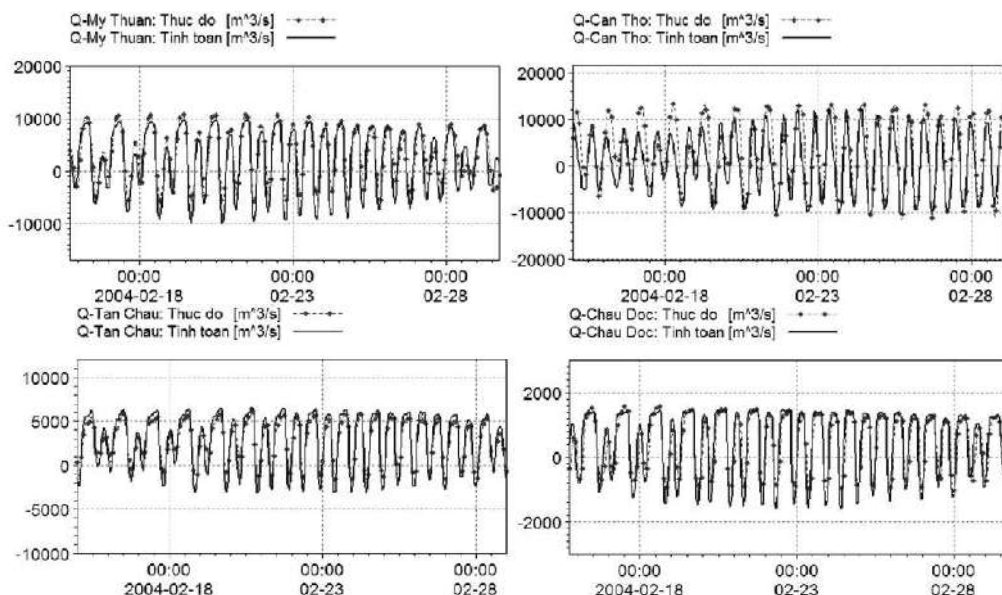
$$S = \frac{R^2 + (1 - RSR) + NSE}{3}$$

Mô hình chính xác nhất khi S đạt 1.

Bảng 4.1: Đánh giá kết quả hiệu chỉnh-kiểm định mực nước tại các trạm đo (vị trí trạm xem Hình 2.3)

STT	Tên trạm	R ²	RSR	NSE	S
1	Châu Đốc	0.82	0.00	0.80	0.87
2	Tân Châu	0.85	0.00	0.75	0.86
3	Vàm Nao	0.79	0.00	0.75	0.85
4	Mỹ Thuận	0.87	0.00	0.78	0.88
5	Cần Thơ	0.92	0.00	0.83	0.92
6	Xuân Tô	0.80	0.00	0.77	0.85
7	Trị Tôn	0.74	0.00	0.54	0.76
9	Mộc Hóa	0.76	0.00	0.54	0.77
10	Cao Lãnh	0.77	0.00	0.52	0.77
11	Mỹ Tho	0.98	0.00	0.95	0.98

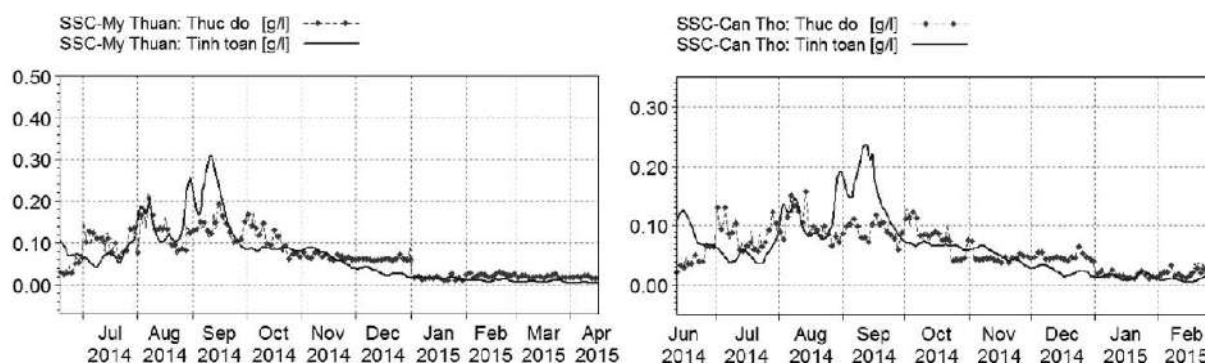
Tương tự như yếu tố mực nước, kết quả hiệu chỉnh kiểm định yếu tố lưu lượng tại các vị trí trạm đo quốc gia đều cho thấy sự tương đồng cao giữa kết quả mô phỏng và số liệu thực đo xem Hình 4.2 và Bảng 4.2.



Hình 4.2: So sánh lưu lượng tính toán và thực đo năm 2004 tại các trạm đo thủy văn quốc gia (vị trí trạm đo xem Hình 2-2).

Bảng 4.2: Đánh giá kết quả hiệu chỉnh-kiểm định lưu lượng tại các trạm đo (vị trí trạm xem Hình 2.3)

STT	Tên trạm	R^2	RSR	NSE	S
1	Cần Thơ	0.80	0.00	0.88	0.89
2	Châu Đốc	0.78	0.00	0.79	0.82
3	Mỹ Thuận	0.82	0.00	0.80	0.71
4	Tân Châu	0.79	0.00	0.75	0.86
5	Vàm Nao	0.68	0.00	0.75	0.76



Hình 4.3: So sánh nồng độ bùn cát tính toán và thực đo năm 2004 tại các trạm đo thủy văn quốc gia (vị trí trạm đo xem Hình 2.2).

Mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định thành công. Đây là một nghiên cứu mới rất có ý nghĩa, tạo tiền đề cho việc tính toán chế độ thủy thạch động lực học vùng ĐBSCL với các kịch bản khác nhau. Việc phát triển thành công mô hình 2D toàn đồng bằng cho phép chúng ta đánh giá gần đúng nhất quá trình vận chuyển bùn cát phức tạp khu vực ĐBSCL. Điều mà các nghiên cứu trước đây chỉ xem xét dưới dạng mô hình 1D các nhánh sông chính.

Kết quả tính toán chế độ vận chuyển bùn cát mô hình 2D toàn đồng bằng trong kịch bản phát triển thượng nguồn bất lợi nhất

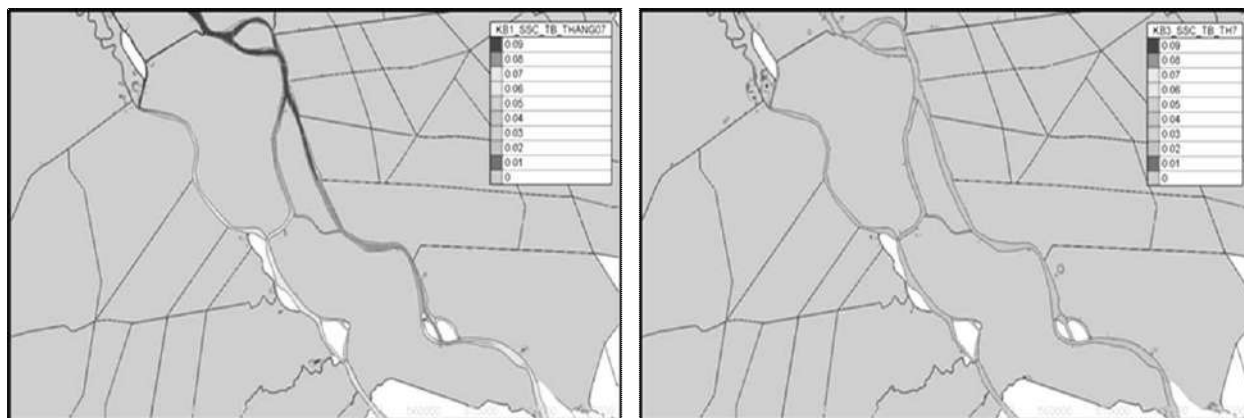
Kết quả tính toán cho thấy sự thiếu hụt bùn cát nghiêm trọng vùng Đồng Tháp Mười (ĐTM) và Tứ Giác Long Xuyên (TGLX), các cửa sông đổ ra biển.... khi có 11 đập thủy điện trên dòng chính hạ lưu sông Mekong đi vào hoạt động xem Hình 4.4 ÷ Hình 4.13. Tại

Tân Châu trong trường hợp hiện trạng tải lượng bùn cát trung bình một năm là 44.2 triệu tấn trong đó mùa lũ chiếm 42.26 triệu tấn còn mùa kiệt chiếm 1.9 triệu tấn. Với kịch bản phát triển thượng nguồn thì tải lượng bùn cát tại Tân Châu chỉ còn 8.8 triệu tấn (giảm 80%) trong đó mùa lũ còn 8.6 triệu tấn (giảm 79.6%) và mùa kiệt giảm còn 0.17 triệu tấn (giảm 91%). Tại Châu Đốc trong trường hợp hiện trạng tải lượng bùn cát trung bình một năm là 7.98 triệu tấn, con số này ứng với kịch bản phát triển thượng nguồn là 1.8 triệu tấn (giảm 77%). Tại Vàm Nao tải lượng bùn cát cả năm trong trường hợp hiện trạng là 13.5 triệu tấn, trong đó mùa lũ đạt 7.8 triệu tấn, mùa kiệt đạt 0.53 triệu tấn. Với kịch bản phát triển thượng nguồn thì tải lượng bùn cát tại Vàm Nao chỉ còn 2.57 triệu tấn (giảm 81%), mùa lũ giảm giảm còn 2.5 triệu tấn (giảm 80.5%), mùa kiệt giảm còn 0.05 triệu tấn (giảm 91%). Tại Mỹ Thuận tải lượng bùn cát

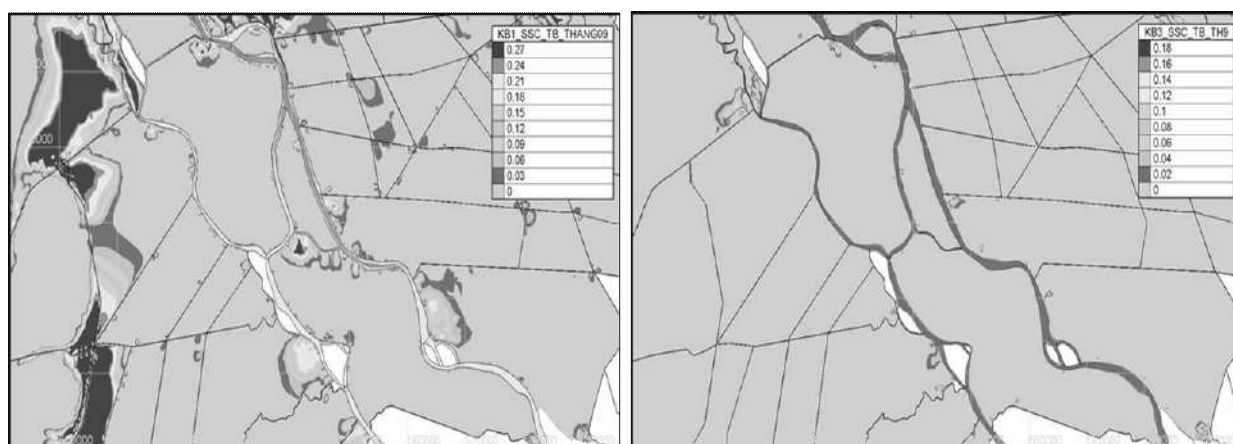
một năm trong trường hợp hiện trạng là 26.3 triệu tấn, mùa lũ đạt 25 triệu tấn, mùa kiệt là 1.3 triệu tấn trong khi đó với kịch bản phát triển thượng nguồn, tải lượng bùn cát một năm chỉ còn 6.4 triệu tấn (giảm 76%), mùa lũ chỉ còn 6.4 triệu tấn/năm (giảm 76%), mùa kiệt chỉ còn 0.36 triệu tấn/năm (giảm 73%). Còn tại Cần Thơ tải lượng bùn cát một năm trong kịch bản phát triển thượng nguồn là 5.3 triệu tấn (giảm 73%) so với kịch bản hiện trạng là 19.3 triệu tấn/năm.

Kết quả tính toán mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng kịch bản hiện trạng và kịch bản phát triển thượng nguồn (khi có 11 đập thủy điện trên dòng chính hạ lưu sông Mekong vận

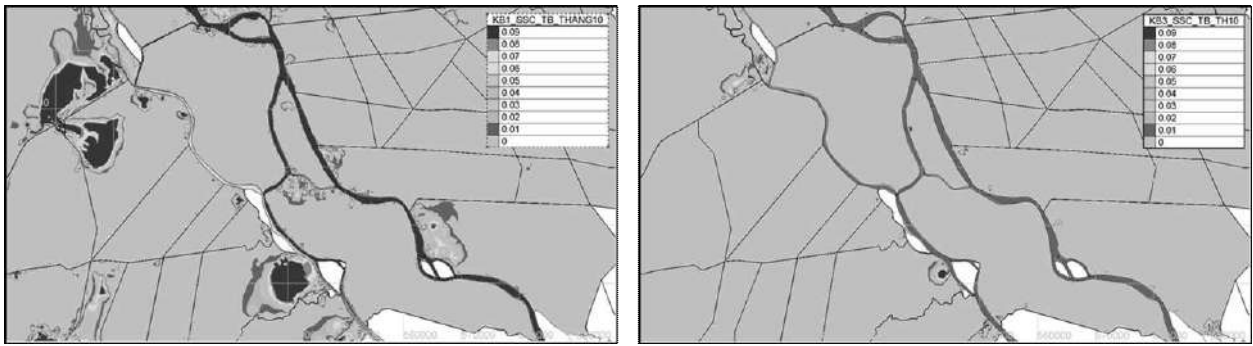
hành) đã cho chúng ta thấy một bức tranh toàn cảnh về vấn đề bùn cát ĐBSCL, sự thiếu hụt bùn cát hết sức trầm trọng. Ngay cả trong mùa lũ (mùa bùn cát dồi dào nhất) tại các cửa sông nồng độ bùn cát cũng xuống rất thấp chỉ đạt từ 0.02 (g/l) ÷ 0.06 (g/l) xem Hình 4.11 ÷ Hình 4.13. Đây thực sự là hồi chuông báo động về thảm họa xói lở bờ sông, bờ biển ĐBSCL. Việc xây dựng, tính toán thành công mô hình Telemac 2D toàn đồng bằng tạo tiền đề tốt để làm đầu vào cho bài toán nghiên cứu tổng thể chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển ĐBSCL. Từ đó tìm ra những nguyên nhân chính gây xói lở, bồi tụ dải bờ biển để có biện pháp phòng chống xói lở phù hợp.



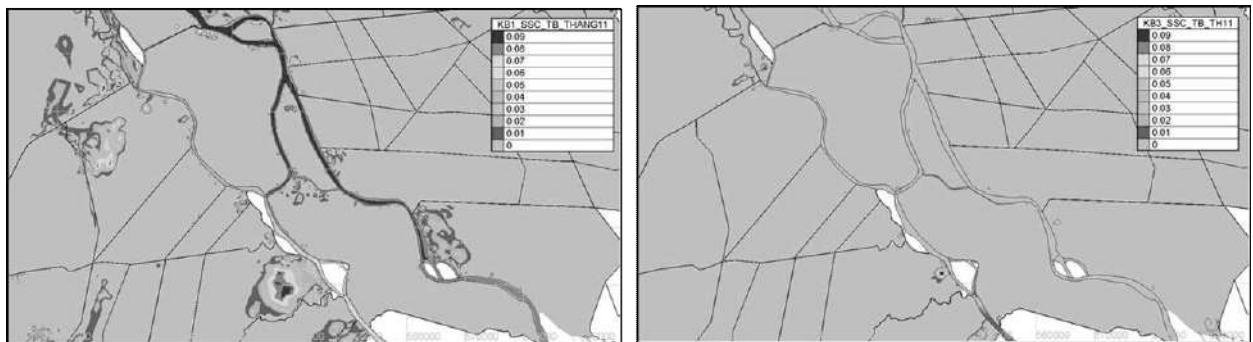
Hình 4.4: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 7 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



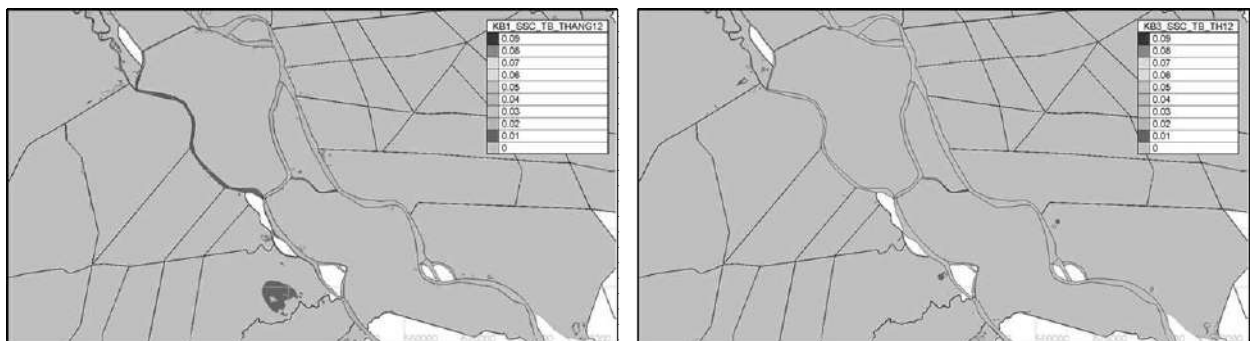
Hình 4.5: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 9 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



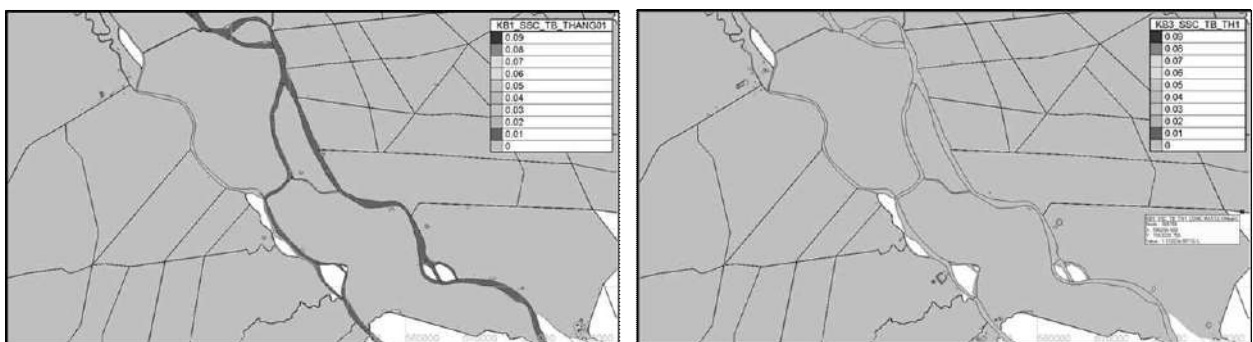
Hình 4.6: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 10 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



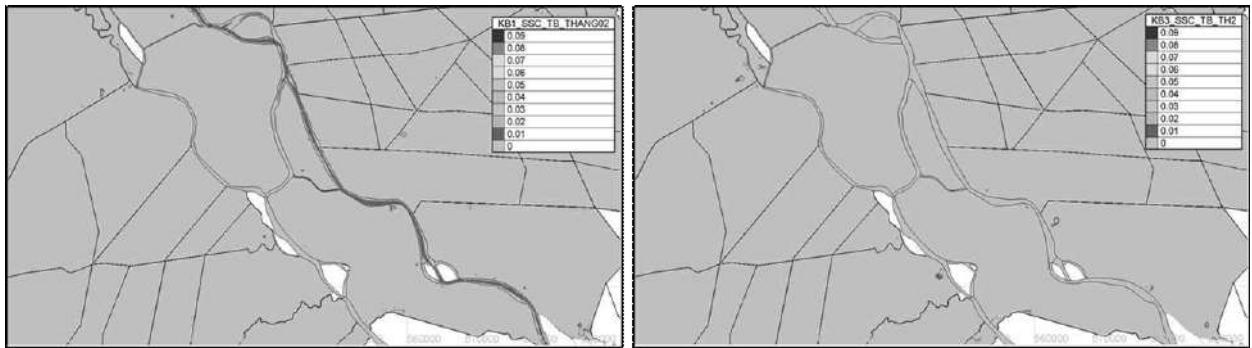
Hình 4.7: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 11 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



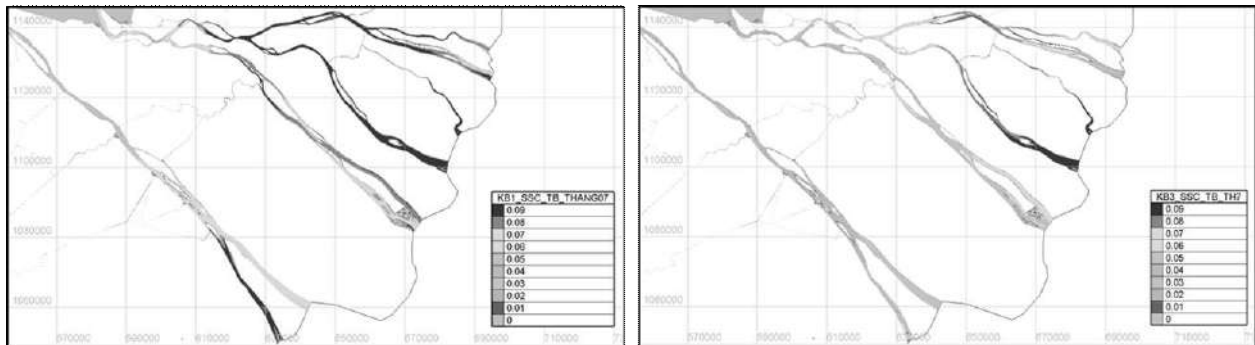
Hình 4.8: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 12 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



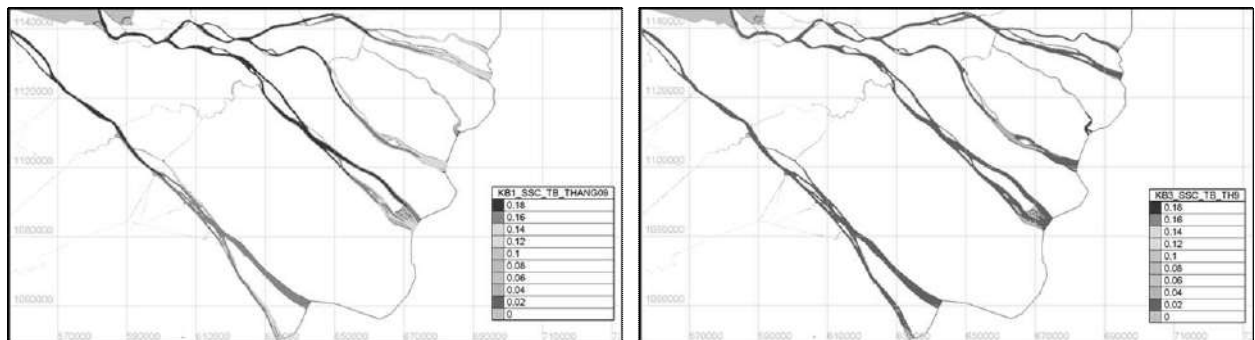
Hình 4.9: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 1 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



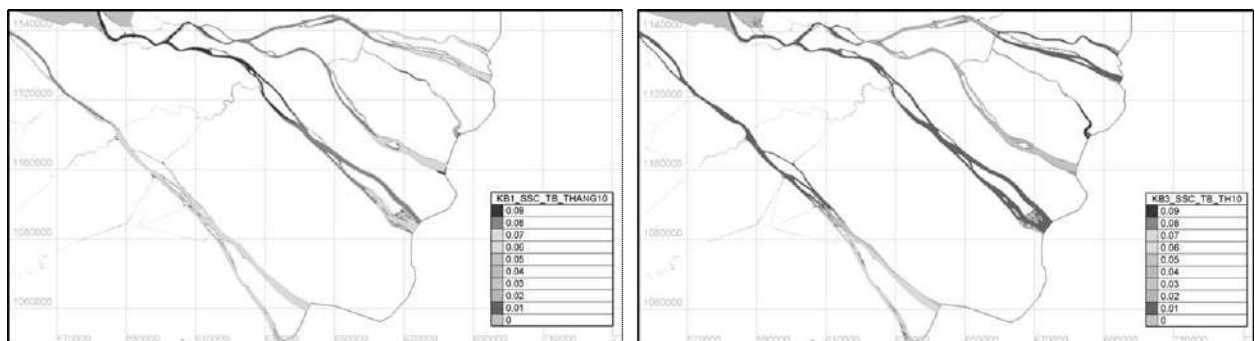
Hình 4.10: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 2 vùng giữa ĐTM và TGLX (hiên trạng (trái), KB1(phải))



Hình 4.11: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 7 tại các cửa sông Mê Kong (hiên trạng (trái), KB1(phải))



Hình 4.12: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 9 tại các cửa sông Mê Kong (hiên trạng (trái), KB1(phải))



Hình 4.13: Phân bố hàm lượng phù sa lơ lửng (g/l) trung bình tháng 10 tại các cửa sông Mê Kong (hiên trạng (trái), KB1(phải))

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mô hình Telemac2D đã được ứng dụng để tính toán phân bố dòng chảy trên vùng đồng bằng châu thổ cũng như phân bố bùn cát dọc trên sông Tiền và sông Hậu. Sau khi được hiệu chỉnh và kiểm định, các mô hình đã được sử dụng để tính toán vận chuyển bùn cát cho các kịch bản khác nhau. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy các mô hình được thiết lập mô phỏng khá tốt bài toán thủy lực dòng chảy và qua đó khẳng định kết quả mô phỏng có độ tin cậy phù hợp. Đối với bài toán vận chuyển bùn cát, do số liệu đầu vào cũng như số liệu quan trắc rất thiếu (nhất là phía Campuchia) cũng như tính phức tạp đặc thù của vấn đề, kết quả kiểm định tại các trạm có số liệu 1 cũng chỉ có thể đạt mức chấp nhận được và đã thể hiện được xu thế của quá trình vận chuyển bùn cát.

+ So sánh kịch bản hiện trạng với kịch bản phát triển thượng lưu KB1 có thể kết luận: Trong điều kiện 11 đập thượng lưu vận hành

trong tương lai, tổng lượng dòng chảy vào Kratie sẽ giảm không đáng kể và tổng lượng bùn cát vận chuyển bị giảm gần 83% và gây thay đổi rất lớn cho chế độ bùn cát phân DBSCL của Việt Nam.

+ Tổng lượng bùn cát đi qua Tân Châu đổ vào sông Tiền bị giảm 80%, còn 8.8 triệu (so với hiện trạng là 44.2 tr. tấn). Lượng bùn cát đi qua Châu Đốc đổ vào sông Hậu bị giảm 77%, còn 1.8 triệu tấn (so với 7.98 triệu tấn ở điều kiện hiện trạng).

+ Lượng bùn cát từ sông Hậu đi vào vùng TGLX cả năm còn 0.17 triệu tấn (so với hiện trạng là 0.77 triệu tấn), giảm 77.8%.

+ Lượng bùn cát từ sông Hậu đi vào vùng bán đảo Cà Mau (BĐCM) còn 0.34 triệu tấn (so với hiện trạng là 0.77 triệu tấn), giảm 56%.

+ Lượng bùn cát cả năm từ sông Tiền đi vào vùng ĐTM còn 0.29 triệu tấn (so với hiện trạng là 1.27 triệu tấn) giảm 77.3%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, và cộng sự, 2011. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu xác định nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất giải pháp bảo vệ khu vực bờ biển từ cửa Tiểu đến cửa Soài Rạp tỉnh Tiền Giang". Viện Khoa học thủy lợi miền Nam.
- [2] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoàng, và cộng sự, 2012. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tổng thể toàn vùng biển Đông". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [3] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoàng, và cộng sự, 2013a. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mở rộng". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [4] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoàng, và cộng sự, 2013b. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chi tiết". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [5] Lê Mạnh Hùng, Đinh Công Sản, Nguyễn Duy Khang, và cộng sự, 2013. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu ảnh hưởng của khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý và quy hoạch khai thác phù hợp". Viện Khoa học thủy lợi miền Nam

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH IOT CHO HỆ THỐNG KÊNH TƯỚI TN17-5 THUỘC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI HỒ DẦU TIẾNG - TÂY NINH

Nguyễn Minh Trung, Võ Khắc Trí, Mai Việt Bảo, Lưu Khắc Thanh

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Việc phân bố nguồn nước thường rất khó khăn do liên quan đến quyền lợi và nghĩa vụ của nhiều đối tượng dùng nước khác nhau. Trong đó, hệ thống công trình thủy lợi đóng vai trò rất quan trọng trong việc đảm bảo nguồn nước kịp thời cho sản xuất và dân sinh đồng thời tạo ra sự cân bằng giữa các người dùng với nhu cầu nước khác nhau. Bài báo trình bày một giải pháp ứng dụng công nghệ tiên tiến trong kết nối và vận hành hệ thống công trình thủy lợi nhằm từng bước hiện đại hoá công tác quản lý, vận hành hệ thống công trình phân phối nước một cách kịp thời, chính xác.

Từ khóa: IoT, kênh tưới TN17-5, hồ Dầu Tiếng, Tây Ninh

Summary: The water resources distribution is often difficult due to the rights and obligations of different water users. In particular, the system of irrigation works plays a very important role in ensuring timely water resources for production and people's life and make a balance between users with different water needs. The paper presents an application of advanced technology in connecting and operating the system of irrigation works in order to gradually modernize the management and operation of water distribution works in time and exact.

Keywords: IoT, TN17-5 canal, Dau Tieng reservoir, Tay Ninh

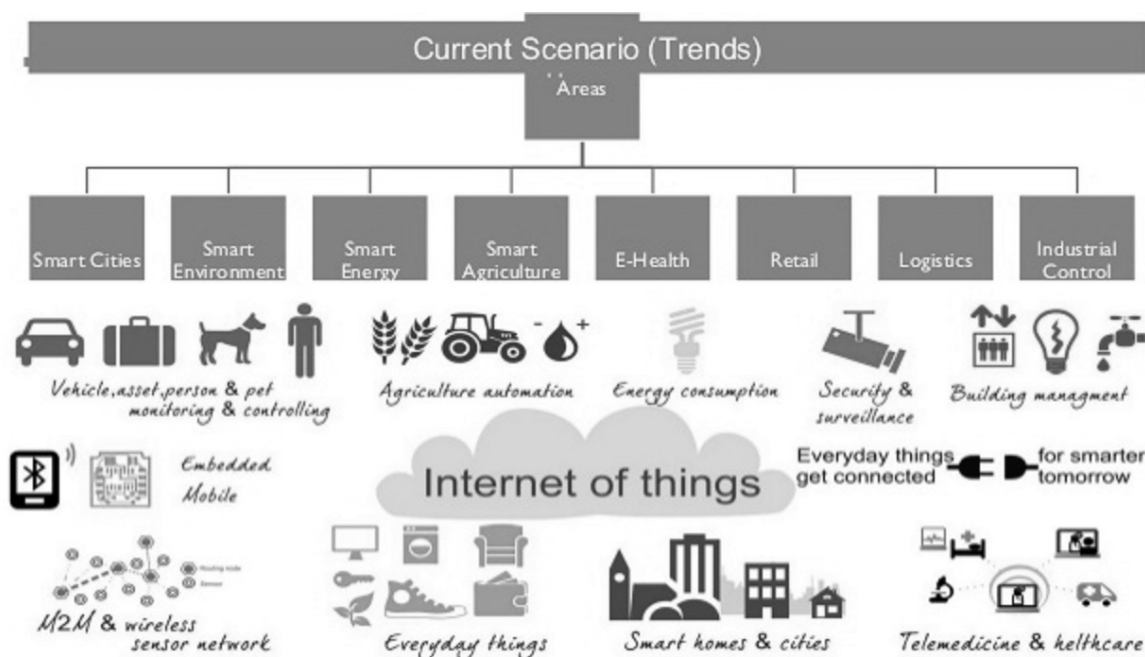
1. TỔNG QUAN

Khái niệm về IOT từ viết tắt của Internet Of Things hay còn gọi là Internet kết nối vạn vật (theo Wikipedia) là mạng lưới duy nhất kết nối với các đồ vật qua Internet [1]. Khi đó mỗi đồ vật được tích hợp với các thiết bị để trở nên “thông minh” hơn có khả năng truyền tải thông tin hay tự vận hành qua mạng mà không cần đến sự tương tác trực tiếp của người với người hay người với máy tính.

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ truyền thông không dây 3G/4G, các thiết bị cơ điện tử và Internet thì IOT cũng được phát triển và ứng dụng trong tất cả mọi ngành từ công nghiệp, nông nghiệp, y học, xây dựng và trong việc quản lý cơ sở hạ tầng nhà cửa, giao thông, thủy lợi, môi trường và thoát nước đô thị...(Hình 1).

Tuy nhiên việc ứng dụng IOT ở Việt Nam còn khá hạn chế, đặc biệt là trong việc quản lý vận hành các hệ thống công trình thủy lợi. Trong đó hệ thống công trình hồ Dầu Tiếng - Phước Hòa là một trong các công trình thủy nông lớn nhất nước hiện nay đang phát huy hiệu quả rất

lớn, góp phần quan trọng đối với phát triển kinh tế xã hội, cải thiện đời sống nhân dân trong vùng hưởng lợi trực tiếp cũng như gián tiếp, bảo đảm tưới trực tiếp cho 135.500 ha/năm diện tích đất nông nghiệp, tạo nguồn tưới 40.140 ha/năm và cấp nước sinh hoạt ổn định cho các tỉnh Tây Ninh, Bình Dương, Tp.HCM và Long An. Trong mùa khô hồ còn xả lưu lượng 20 – 30 m³/s để đẩy mặn ngọt hoá cải thiện chất lượng nước cho vùng ven sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ Đông. Ngoài ra hồ Dầu Tiếng còn có tác động lớn trong việc cắt lũ sông Sài Gòn tạo cảnh quan môi trường cho vùng thượng, hạ du lưu vực hồ, phát triển du lịch dịch vụ... [2], [3]. Có thể nhận định rằng hồ Dầu Tiếng đã làm cho bộ mặt nông thôn có nhiều đổi mới, cơ sở hạ tầng nông thôn được cải thiện rõ rệt. Tuy nhiên việc quản lý và điều tiết hàng vạn công trình lớn nhỏ trong hệ thống để phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau là một vấn đề hết sức khó khăn cho các nhà quản lý. Vì vậy những nghiên cứu để xây dựng mô hình IOT cho hệ thống công trình Dầu Tiếng là một việc làm hết sức cấp bách và cần thiết.



Hình 1: Các ứng dụng của IOT hiện nay

2. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH IOT CHO HỆ THỐNG KÊNH TƯỚI TN17-5

BẢN ĐỒ HỆ THỐNG KÊNH TN17 - TÂY NINH



Hình 2: Hệ thống kênh TN17 thuộc Tây Ninh

Hệ thống kênh chính TN17 nằm trong Hệ thống CTTL Dầu Tiếng - Phước Hòa thuộc 2 huyện Châu Thành và Tân Biên là kênh có tổng diện tích phục vụ tưới thiết kế lớn nhất trong hệ kênh Tây của hồ Dầu Tiếng với 5.610 ha, trong đó có 25 kênh cấp 2 và hơn 250 công trình các cấp trong hệ thống kênh. Qua khảo sát sơ bộ và với sự đề xuất của Công ty TNHH MTV Khai thác CTTL Tây Ninh dự kiến chọn nhánh kênh TN17 -5-1 thuộc hệ kênh cấp hai TN17-5 sẽ là nhánh kênh để thực hiện mô hình thử nghiệm vì kênh này đã được kiên cố hóa và có các công trình lấy nước hoàn chỉnh (Hình 2).

Hiện trạng của hệ thống kênh TN17-5 bao gồm (Hình 3):

- Cống đầu kênh TN17-5 là cống tròn $D = 60\text{cm}$, cửa van phẳng nâng hạ dạng trục vít me đóng mở bằng tay quay. Kênh dẫn là kênh bê tông dạng hình thang.

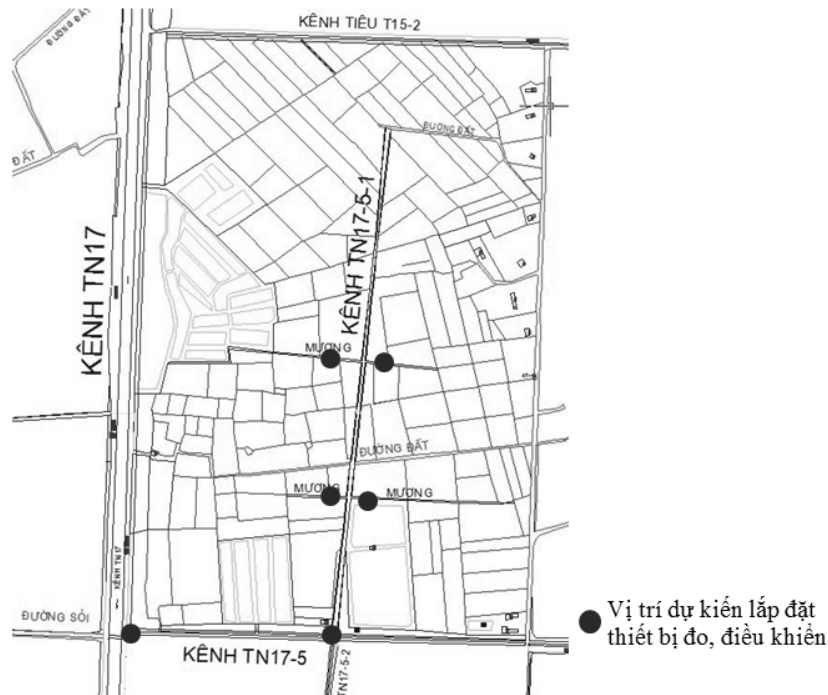
- Cống đầu kênh TN17-5-1 là cống tròn $D = 20\text{cm}$, cửa van phẳng nâng hạ dạng trục vít, đóng mở bằng tay quay. Kênh TN17-5-1 là kênh bê tông, dạng chữ nhật $b = 20\text{cm}$.



Hình 3: Kênh và cống đầu kênh cấp 2 và 3 của hệ thống kênh TN17-5

Mô hình IOT cho hệ thống kênh TN 17-5 bao gồm các thiết bị giám sát và điều khiển được tích hợp vào trong các cửa van được lắp đặt từ cống đầu kênh TN17-5 và cống đầu kênh TN17-5-1 đến 4 cống dẫn tưới vào mặt ruộng (Hình 4). Các công trình này có khả năng truyền tải, trao đổi thông tin, dữ liệu qua

mạng không dây mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay người với máy tính. Khi có yêu cầu lấy nước từ ruộng sẽ gửi thông tin đến trung tâm điều khiển để vận hành các cửa van thông qua mạng lưới Internet/3G.

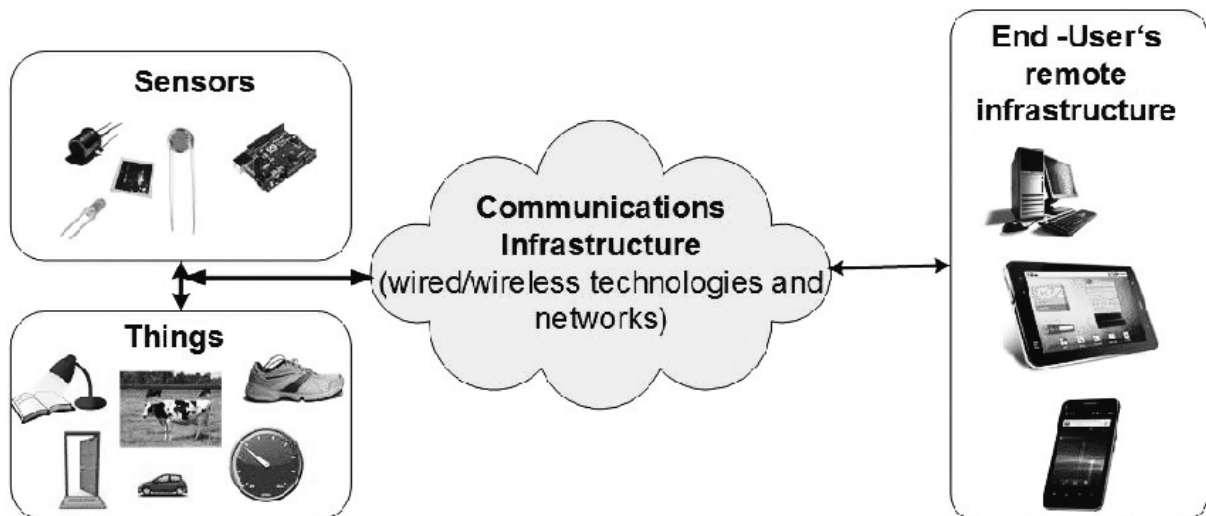


Hình 4: Vùng nghiên cứu điển hình của hệ kênh nhánh TN17 -5

3. CẤU TRÚC MÔ HÌNH IOT

Cấu trúc IoT được đại diện cơ bản bởi 4 phần: Hệ thống cửa van đóng mở (Things);

Thiết bị kết nối (sensors, PLC); Mạng Internet/ 3G và Người dùng cuối (End Users) (Hình 5).



Hình 5: Cấu trúc của IOT

4. ĐẶC TÍNH CỦA VAN CHO CÁC CÔNG TRONG HỆ KÊNH TN17-5



Các đặc tính của cửa van:

Có thể điều khiển tại chỗ hoặc từ xa qua Internet/3G.

Cơ chế nâng hạ: Hai thanh thép không gỉ.

Trọng lượng: Phụ thuộc vào kích thước cửa cho loại 60cm, 40cm và 20 cm.

Động cơ vận hành: 12V DC; vòng quay 2700 v/ph.

Bộ giảm tốc tỉ lệ 1/50.

Khung: Nhôm hoặc thép không gỉ

Cánh cửa: Thép không gỉ

Khớp nối: Cao su tại các khe

Nguồn cấp: 12VDC tự sạc bằng pin mặt trời hoặc điện lưới

Pin mặt trời: 50W monocrystalline

Bình accum: 12V/60Ah

Giao thức truyền thông: TCP/IP, Modbus

Hình 6: Cửa van đóng mở có điều khiển

5. GIẢI PHÁP VẬN HÀNH HỆ THỐNG

Việc vận hành hệ thống này sẽ theo thời gian thực để đáp ứng nhu cầu cấp nước thực tế

tại bất kỳ thời điểm cũng như vị trí nào trong mạng lưới kể cả việc đáp ứng nhu cầu trong tương lai nếu như được thiết kế lập trình sẵn.



Hình 7: Một mô hình lấy nước tưới trên hệ thống kênh

Tại kênh dẫn nước vào ruộng đặt một cảm biến đo mức nước, khi mực nước ruộng xuống thấp hơn yêu cầu tưới (đối với cây trồng cạn sẽ là các cảm biến đo độ ẩm đất) sẽ kích hoạt cửa van mở cửa để lấy nước từ kênh cấp 3 vào để đạt mực nước theo yêu cầu. Nếu mực nước tại kênh cấp 3 không đủ tưới nó sẽ kích hoạt cửa van cổng đầu kênh cấp 3 mở để lấy nước từ kênh cấp 2 TN17-5. Tương tự nếu lượng nước tại kênh cấp 2 này không đạt yêu cầu thì nó sẽ kích hoạt cửa

van ở cổng đầu kênh cấp TN17-5 để lấy nước từ hệ kênh cấp 1 TN17.

6. ƯU ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG

- **Trực quan hóa trên giao diện màn hình,**
- Chuyển hướng nhanh qua các mạng,
- Đánh giá tổng nhu cầu ở hạ nguồn tại bất kỳ điểm nào trong mạng,
- Lập báo cáo, giám sát, nhắn tin đến người dùng hoặc người quản lý vận hành

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things
- [2] Dự án Thủy lợi Phước Hòa, Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi II và Black&Veatch International, 2001.
- [3] Rubicon Water, FQM - Flow and Quality Management. Hawthron East, Australia: Rubicon Ststems, 1997.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VÀ KHAI THÁC DỮ LIỆU TÁI PHÂN TÍCH ERA-INTERIM CHO BÀI TOÁN MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG LÔ ĐẾN TRẠM THỦY VĂN GHÈNH GÀ

Hoàng Thị An, Hoàng Văn Đại

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

Ngô Lê An

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Lượng mưa, dòng chảy là các thông tin quan trọng cần thu thập trong bài toán đánh giá tài nguyên nước. Do nhiều nguyên nhân, nhiều vùng không có điều kiện quan trắc hay thu thập dữ liệu này. Dữ liệu tái phân tích ERA-Interim được nghiên cứu nhằm bổ sung thông tin về khí tượng cho vùng không có dữ liệu, ứng dụng cho lưu vực sông Lô tính đến trạm thủy văn Ghènh Gà. Mô hình thủy văn SWAT được sử dụng để mô phỏng dòng chảy từ mưa theo bốn phương án đầu vào về khí tượng khác nhau bao gồm: thực đo, dữ liệu tái tạo, kết hợp dữ liệu thực đo và tái tạo, kết hợp dữ liệu thực đo và tái tạo được hiệu chỉnh. Chất lượng mô phỏng dòng chảy ứng với từng phương án là tiêu chí đánh giá tính hợp lý của từng phương án đầu vào về khí tượng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, dữ liệu tái tạo ERA-Interim có xu thế thấp hơn so với thực tế trong lãnh thổ Việt Nam. Việc kết hợp dữ liệu thực đo và dữ liệu tái tạo ERA-Interim đã nâng cao chất lượng mô phỏng dòng chảy cho thấy tiềm năng lớn của việc khai thác nguồn dữ liệu này cho các vùng không có số liệu.

Từ khoá: Tái phân tích, ERA-Interim, lưu vực sông Lô...

Summary: Rainfall and other meteorological data are essential for water resources applications, especially hydrological simulations. However, in many regions, these data are not available or accessible which results in a major challenge for hydrologists. Therefore, this paper assesses the use of ERA-Interim dataset in order to address the inadequate meteorological data problems in hydrological simulations. The assessment is applied to the Lo river basin in which the observed meteorological data in its upper river system (occupying by 55% of its total basin area) cannot be accessed because it originates outside the Vietnam territory. The hydrological SWAT model is used for runoff simulations from 4 different input datasets including: only observed data, only reanalysis ERA-Interim data, a combination of observed and reanalysis data, a combination of observed and bias corrected reanalysis data. The result shows that the combination of observed and bias corrected reanalysis datasets could improve the quality of runoff simulation for the Lo river basin.

Keywords: Reanalysis, Era-Interim, flow simulation, Lo river basin

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

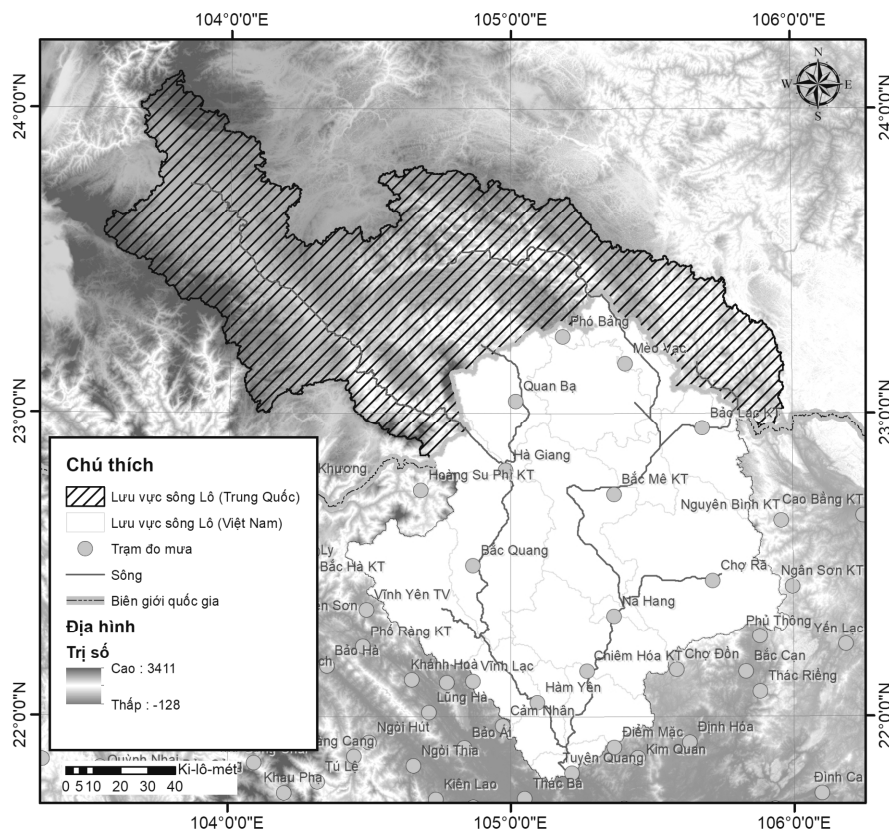
Tài nguyên nước là tài nguyên quan trọng cho sự sống cũng như cho phát triển kinh tế, xã hội. Để đánh giá tài nguyên nước, lượng mưa cũng như dòng chảy là các thông tin cần

quan trắc, thu thập. Ở nhiều vùng, do địa hình khó khăn dẫn đến điều kiện lắp đặt cũng như chi phí duy trì các trạm quan trắc nên mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn ở những nơi này thường thưa thớt. Ngoài ra, chất lượng dữ liệu quan trắc cũng không đồng đều do một số

trạm chỉ có dữ liệu đo trong thời gian ngắn; một số khác dữ liệu đo lại bị ngắt quãng. Điều này dẫn đến việc thiếu dữ liệu, làm hạn chế khả năng đánh giá chính xác, đầy đủ tài nguyên nước. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng các nguồn dữ liệu không gian cũng như các thông tin khác nhằm bổ sung thêm thông tin, dữ liệu là việc làm cần thiết.

Các nghiên cứu về sử dụng các nguồn thông tin khác như dữ liệu vệ tinh, dữ liệu tái phân tích từ các mô hình khí hậu toàn cầu, mô hình khí hậu vùng đã được nhiều các nghiên cứu thực hiện. Trên thế giới, các nghiên cứu sử dụng các dữ liệu không gian từ vệ tinh, mô hình

khí hậu... mô phỏng cho các vùng không có số liệu thực đo đã được thực hiện ở nhiều nơi (Clark và Hay, 2004; Maurer và Hidalgo, 2008; Ran và nnk., 2018). Tại Việt Nam, các nghiên cứu về khai thác các nguồn dữ liệu này cũng đã được nhiều nghiên cứu thực hiện (Ngo-Duc và nnk, 2013; Nguyen-Xuan và nnk, 2016; Ngô Lê An and Nguyễn Thị Thu Hà, 2019; Nguyễn Tiến Kiên và nnk, 2019). Tuy nhiên, đa số các nghiên cứu mới dừng ở việc đánh giá về đặc trưng mưa như phân bố theo không gian và thời gian. Việc đánh giá khả năng khai thác các dữ liệu này cho mục đích mô phỏng dòng chảy còn chưa có nhiều nghiên cứu.



Hình 1. Lưu vực sông Lô (đến trạm thủy văn Ghềnh Gà) và mạng lưới các trạm đo mưa

Lưu vực sông Lô tính đến trạm thủy văn Ghềnh Gà (thị xã Tuyên Quang) có tổng diện tích khoảng 29600 km² (Trần Thanh Xuân, 2007) nằm trong lãnh thổ của Trung Quốc (55%) và Việt Nam (45%). Mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn lưu vực sông Lô tại

Việt Nam không dày (xem hình 1), trong khi đó các thông tin về khí tượng thủy văn phía thượng nguồn không có do Trung Quốc hạn chế chia sẻ dữ liệu. Do vậy, việc nghiên cứu đánh giá tài nguyên nước, cụ thể là dòng chảy trên lưu vực sông Lô gặp nhiều khó khăn.

Từ các vấn đề trên, mục tiêu của bài báo này tập trung nghiên cứu đánh giá và khai thác dữ liệu tái phân tích (ERA-Interim) cho bài toán mô phỏng dòng chảy lưu vực sông Lô.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

Để đánh giá khả năng ứng dụng của dữ liệu tái phân tích ERA-Interim cho bài toán mô phỏng dòng chảy, nghiên cứu tiến hành so sánh dữ liệu tái phân tích với dữ liệu thực đo dựa trên độ lớn cũng như sự biến đổi theo thời gian của các yếu tố lượng mưa và nhiệt độ. Sau đó, các dữ liệu khí tượng này được đưa vào mô hình thủy văn thông số phân bố để mô phỏng dòng chảy theo các phương án:

- **Phương án 1: chỉ sử dụng dữ liệu khí tượng thực đo ở Việt Nam.**

- Phương án 2: chỉ sử dụng dữ liệu tái phân tích ERA-Interim cho toàn bộ lưu vực

- Phương án 3: sử dụng dữ liệu khí tượng thực đo cho vùng lãnh thổ Việt Nam, dữ liệu ERA-Interim cho vùng lãnh thổ thuộc Trung Quốc.

- Phương án 4: tương tự với phương án 3 nhưng dữ liệu ERA-Interim đã được hiệu chỉnh sơ bộ dựa trên quá trình so sánh với dữ liệu thực đo tại Việt Nam.

Kết quả mô phỏng dòng chảy theo cả 4 phương án được so sánh với dữ liệu dòng chảy thực đo. Phương án nào cho kết quả mô phỏng dòng chảy tốt nhất sẽ được coi dữ liệu khí tượng sử dụng là phù hợp nhất.

2.1 Phương pháp nghiên cứu:

Để thực hiện được nghiên cứu này, các phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng như sau:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (2)$$

Trong đó:

SW_t là tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm)

SW_0 là tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ i (mm)

- Phương pháp thống kê: Phương pháp thống kê được sử dụng nhằm hiệu chỉnh các sai số về lượng mưa giữa mô phỏng và thực đo theo quan hệ tương quan tuyến tính theo công thức có dạng:

$$X_m^{hs} = X_m * \alpha \quad (1)$$

Với X_m , X_m^{hs} lần lượt là lượng mưa mô phỏng và lượng mưa mô phỏng được hiệu chỉnh, α là hệ số tỷ lệ được xác định dựa trên quan hệ giữa lượng mưa tháng thực đo và mô phỏng. Đối với nhiệt độ, kết quả mô phỏng được hiệu chỉnh dựa trên chênh lệch trung bình giữa nhiệt độ thực đo và nhiệt độ mô phỏng.

- Phương pháp mô hình toán thủy văn: Mô phỏng dòng chảy, nghiên cứu sử dụng mô hình SWAT (Neitsch và nnk, 2005) nhằm khai thác hiệu quả nhất các thông tin biến đổi theo không gian.

Trong SWAT, cả lưu vực lớn được chia thành nhiều lưu vực nhỏ (Sub-basins), các lưu vực nhỏ này được kết nối với nhau bằng các đoạn sông. Các tính toán cân bằng nước được dựa trên các đơn vị phản ứng thủy văn (HRUs), là vùng có cùng các đặc trưng thảm phủ, loại đất và độ dốc.

Về mô phỏng, mô hình chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt, pha sát mặt và pha ngầm. Quá trình thủy văn được phân chia thành 2 phần chính là mô phỏng trên lưu vực và diễn toán trên sông. Cấu trúc mô hình thủy văn SWAT dựa trên phương trình cân bằng nước, có nhiều thông số khác nhau dựa trên các thông tin về loại đất, thảm phủ, địa hình...

t là thời gian (ngày)

R_{day} là số tổng lượng mưa tại ngày thứ i (mm)

Q_{surf} là tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm)

E_a là lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ i (mm)

W_{seep} là lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ i (mm)

Q_{gw} là số lượng nước hồi quy tại ngày thứ i (mm).

2.2 Dữ liệu tái phân tích ERA-Interim

Trong nghiên cứu này, số liệu tái phân tích ERA-Interim của Trung tâm Dự báo Thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) được nghiên cứu sử dụng. Hệ thống mô hình đồng hóa dữ liệu của ECMWF bao gồm ERA-Interim, ERA-Interim/Land, CERA-SAT, CERA-20C, ERA-20CM, ERA-20C. Dữ liệu mưa ERA-Interim là dữ liệu mưa tái phân tích toàn cầu mô phỏng từ năm 1979 cho đến nay. Mô hình khí quyển ERA-Interim và hệ thống tái phân tích sử dụng Hệ thống Dự báo Tổng hợp (IFS) ECMWF giai đoạn 31r2, được giới thiệu lần đầu vào tháng 9 năm 2006 (Dee và nnk., 2011).

Do không có số liệu khí tượng thủy văn phần bên lãnh thổ Trung Quốc, nghiên cứu sử dụng bộ dữ liệu tái phân tích ERA-Interim

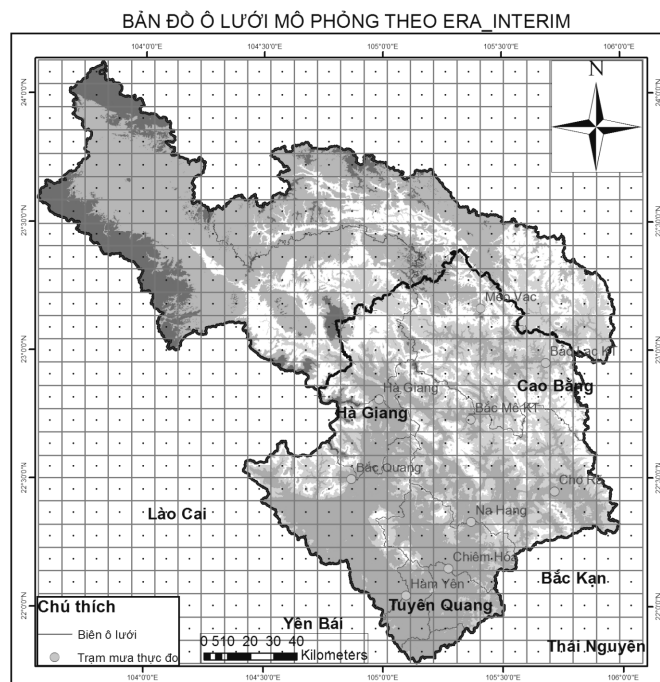
nhằm mô tả các đặc trưng này cho lưu vực Trung Quốc. Dữ liệu ERA-Interim mô phỏng cho khu vực Việt Nam sẽ được sử dụng để đánh giá độ chính xác cũng như là cơ sở để hiệu chỉnh cho các đặc trưng mô phỏng bên Trung Quốc.

Dữ liệu mô hình ERA-Interim được sử dụng trong nghiên cứu này là dữ liệu mưa tái phân tích ngày và dữ liệu nhiệt độ ngày lớn nhất và nhỏ nhất tại các ô lưới nằm trong phạm vi khu vực nghiên cứu giai đoạn từ năm 1980 đến năm 2018. Dữ liệu mô hình được thu thập từ nguồn: (<https://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>).

Kích thước ô lưới trong bộ dữ liệu này có độ phân giải $0,125^\circ \times 0,125^\circ$ (xem hình 2).

2.3 Dữ liệu thực đo

Số liệu lượng mưa ngày được thu thập tại 15 trạm quan trắc khí tượng, khí hậu ở Việt Nam bao gồm các trạm: Mèo Vạc, Bắc Mê, Hàm Yên, Na Hang, Chiêm Hóa, Bảo Lạc, Nguyên Bình, Chợ Rã, Bắc Quang, Hà Giang, Hoàng Su Phì, Tuyên Quang, Cẩm Nhân, Vĩnh Yên và Bắc Hà.



Hình 2. Lưu vực nghiên cứu và ô lưới mô phỏng theo ERA-Interim

Dữ liệu nhiệt độ được sử dụng trong mô hình là dữ liệu nhiệt độ không khí ngày tối thấp tối cao tại 6 trạm đo: Bảo Lạc, Chiêm Hóa, Hà Giang, Bắc Quang, Bắc Mê và Tuyên Quang.

Dữ liệu dòng chảy được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm thông số mô hình mô phỏng dòng chảy của SWAT tại 4 trạm thực đo Hà Giang, Tuyên Quang, Hàm Yên và Chiêm Hóa.

Thời gian mô phỏng được lựa chọn từ 01/01/1980 đến 31/12/2003 nhằm tránh bị ảnh hưởng do vận hành các hồ chứa lớn trong phạm vi lưu vực nghiên cứu đến dòng chảy.

2.4 Chỉ tiêu đánh giá

Để đánh giá bộ dữ liệu tái phân tích của ERA-Interim, chỉ tiêu sau được sử dụng:

Hệ số tương quan:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (P_{Mi} - \overline{P_M})(P_{Oi} - \overline{P_O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (P_{Mi} - \overline{P_M})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (P_{Oi} - \overline{P_O})^2}} \quad (3)$$

Trong đó P_{Mi} và P_{Oi} tương ứng là dữ liệu thứ i của ERA Interim và lượng mưa thực đo. N là số lượng các cặp số giữa hai chuỗi số liệu thực đo và mô phỏng. $\overline{P_M}$ và $\overline{P_O}$ tương ứng là lượng mưa trung bình mô phỏng và thực đo.

Để đánh giá chất lượng mô phỏng của mô hình thủy văn SWAT, nghiên cứu sử dụng các chỉ số hệ số Nash, sai số tổng lượng để đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy:

Sai số tổng lượng:

$$PBias = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{Mi} - Q_{Oi})}{\sum_{i=1}^N Q_{Oi}} \times 100 (\%) \quad (4)$$

Hệ số Nash:

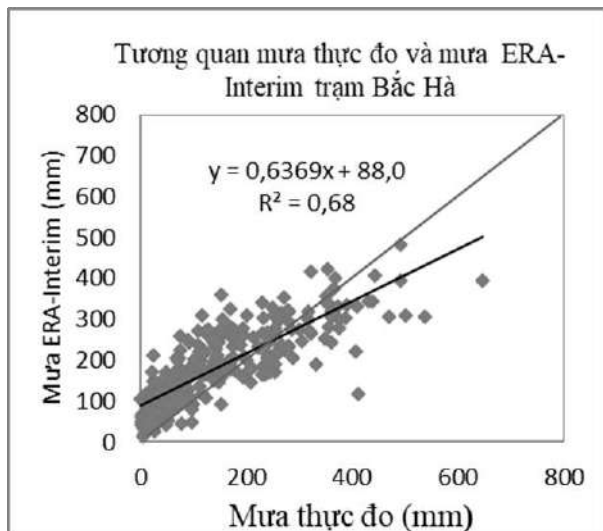
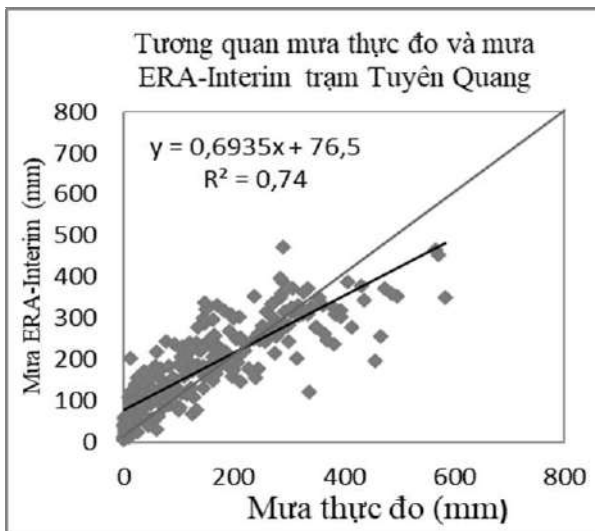
$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{Mi} - Q_{Oi})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{Oi} - \overline{Q_O})^2} \quad (5)$$

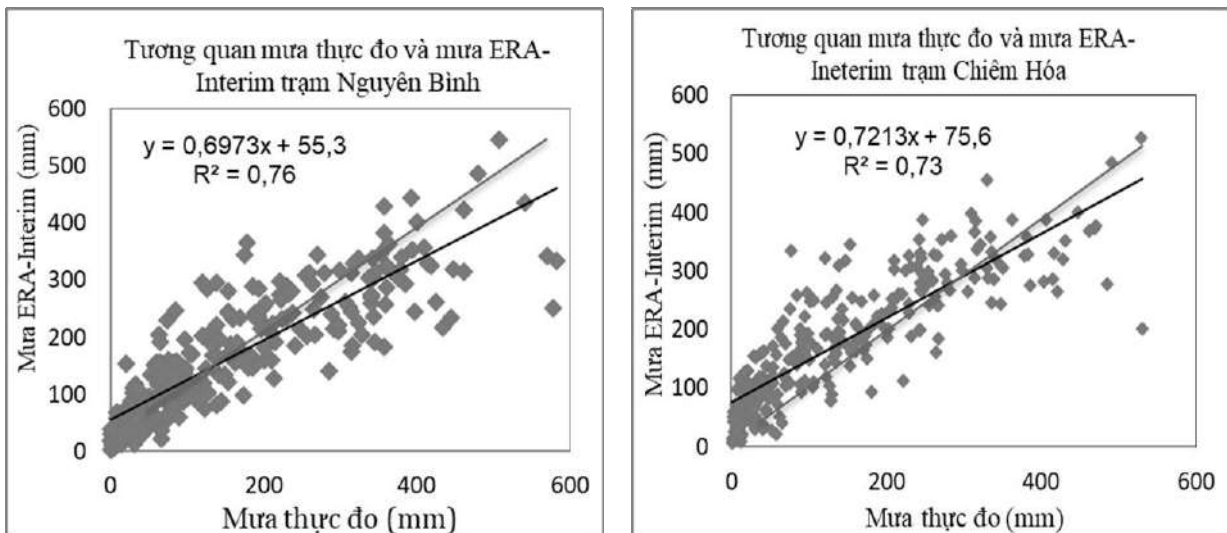
Trong đó Q_{Mi} và Q_{Oi} tương ứng là dữ liệu thứ i của dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo. N là số lượng các cặp số giữa hai chuỗi số liệu thực đo và mô phỏng. $\overline{Q_M}$ và $\overline{Q_O}$ tương ứng là dòng chảy trung bình mô phỏng và thực đo.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đánh giá và hiệu chỉnh dữ liệu ERA-Interim

Dữ liệu thực đo tại trạm và dữ liệu ERA-Interim lấy tại ô lưới chứa trạm đo được sử dụng để đánh giá chất lượng dữ liệu tái phân tích ERA-Interim (hình 3).





Hình 3: Quan hệ giữa mưa ERA-Interim và mưa thực đo thời đoạn tháng tại các trạm Tuyên Quang, Bắc Hà, Nguyên Bình và Chiêm Hóa

Qua việc đánh giá dữ liệu mưa thực đo và mưa tái phân tích ERA-Interim nhận thấy 2 dữ liệu mưa khá tương đồng, các thời điểm mưa lớn và biến đổi mưa theo thời gian của mưa mô phỏng có tương quan khá tốt với mưa thực đo. Tuy nhiên, tổng lượng còn chênh lệch nhiều, mưa ERA-Interim có xu thế thấp hơn so với số liệu thực đo (trung bình xấp xỉ khoảng 70%). Dựa trên đánh giá này, các dữ liệu mưa ERA-Interim bên lãnh thổ Trung Quốc được hiệu chỉnh tăng lên thêm 1,42 lần để sử dụng cho phương án 4.

3.2. Mô phỏng dòng chảy

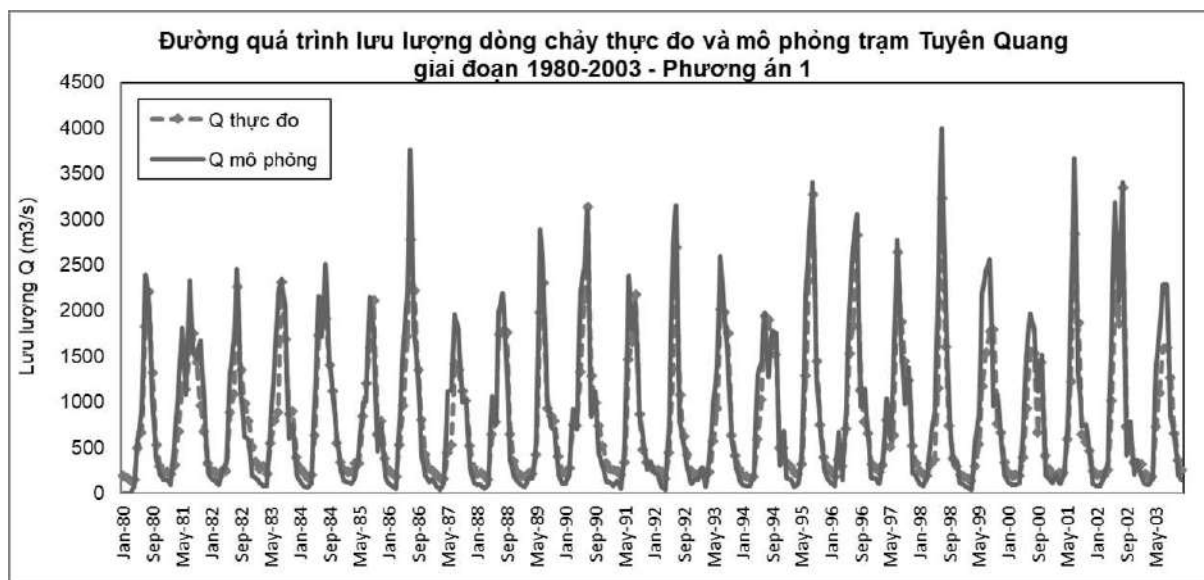
Sử dụng mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy cho lưu vực sông Lô đến vị trí trạm Ghềnh Gà với 4 phương án sử dụng bộ dữ liệu đầu vào (mục 2). Do chỉ có số liệu nhiệt độ tối cao và tối thấp, phương pháp mô phỏng bốc hơi trong SWAT được sử dụng là phương pháp Hargreaves (George H. Hargreaves và Zohrab A. Samani, 1985). Với mỗi phương án mô phỏng, các thông số của mô hình SWAT được dò tìm tối ưu bằng phần mềm SWAT-CUP (Abbaspour, 2015).

Kết quả tổng hợp mô phỏng của 4 phương án được trình bày ở bảng 1.

3.2.1 Phương án 1

Sử dụng dữ liệu thực đo tại các trạm quan trắc thuộc lãnh thổ Việt Nam để mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy cho toàn lưu vực. Dữ liệu thực đo bao gồm dữ liệu mưa tại 15 trạm mưa và 6 trạm nhiệt độ được quan trắc tại phần lãnh thổ thuộc Việt Nam. Lượng mưa tại các tiểu lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc được xác định dựa trên phương pháp lân cận gần nhất với các trạm thực đo bên Việt Nam. Dữ liệu được sử dụng sử dụng cho mô hình mô phỏng với bước thời gian ngày, thời gian quan trắc trong giai đoạn từ ngày 01/01/1980 đến ngày 31/12/2003. Kết quả mô phỏng được thể hiện ở hình 4.

Đường quá trình lưu lượng dòng chảy mô và thực đo tại trạm Tuyên Quang giai đoạn 1980-2003 cho thấy xu thế chung của dòng chảy mô phỏng và thực đo cho hệ số Nash tốt (0,75). Nhìn chung, lưu lượng dòng chảy mô phỏng lớn hơn dòng chảy thực đo khá nhiều khi sai số tổng lượng xấp xỉ 10%.



Hình 4: Quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng thời đoạn tháng tại trạm Tuyên Quang – Phương án 1

3.2.2 Phương án 2

Dữ liệu tái phân tích ERA-Interim được sử dụng trong bài toán mô phỏng dòng chảy bao gồm dữ liệu mưa và dữ liệu nhiệt độ tối thấp, tối cao trung bình ngày. Dữ liệu mưa và nhiệt độ tái phân tích được lấy từ 378 ô lưới, tất cả các ô lưới đều có tọa độ nằm trong phần diện tích lưu vực sông Lô, bao gồm cả phần diện tích nằm bên lãnh thổ Việt Nam lẫn phần phía Trung Quốc.

Kết quả mô phỏng dòng chảy thực đo và mô phỏng với dữ liệu đầu vào mô hình là dữ liệu ERA-Interim được thể hiện tại hình 5. Đường quá trình lưu lượng thực đo và mô phỏng cho thấy quá trình mô phỏng chưa cho kết quả tốt với hệ số Nash thấp nhất trong cả 4 phương án là 0,68. Nhìn chung quá trình mô phỏng dòng chảy cho tương quan tốt nhưng sai số tổng lượng còn lớn; tổng lượng dòng chảy thực đo lớn hơn so với mô phỏng xấp xỉ 8%.

3.2.3 Phương án 3

Số liệu đầu vào của phương án 3 là sự kết hợp giữa phương án 1 và phương án 2, với dữ liệu thực đo được sử dụng cho lãnh thổ Việt

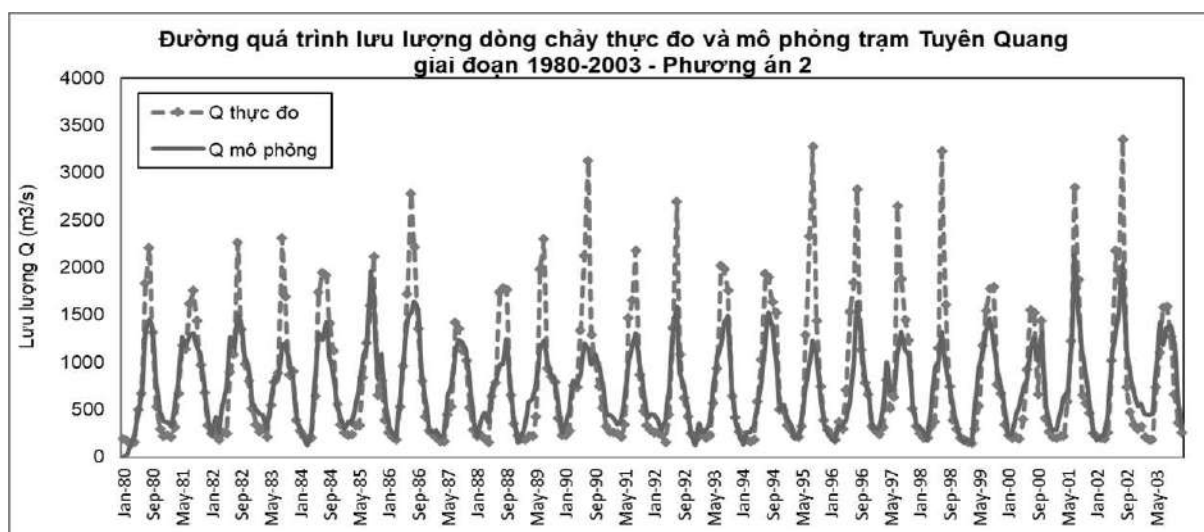
Nam còn dữ liệu ERA-Interim sử dụng cho lãnh thổ Trung Quốc

Với bộ dữ liệu kết hợp giữa thực đo và dữ liệu tái phân tích cho kết quả mô phỏng dòng chảy thực đo và dòng chảy mô phỏng có tương quan tốt (hình 6). Nhìn chung, sử dụng kết hợp bộ dữ liệu này giúp cho quá trình mô phỏng có đầy đủ dữ liệu về mặt không gian hơn. Qua đó, quá trình mô phỏng dòng chảy cho kết quả sai số tổng lượng giảm đi đáng kể chỉ còn 1,42%, hệ số Nash cao hơn so với hai phương án trên và là 0,82.

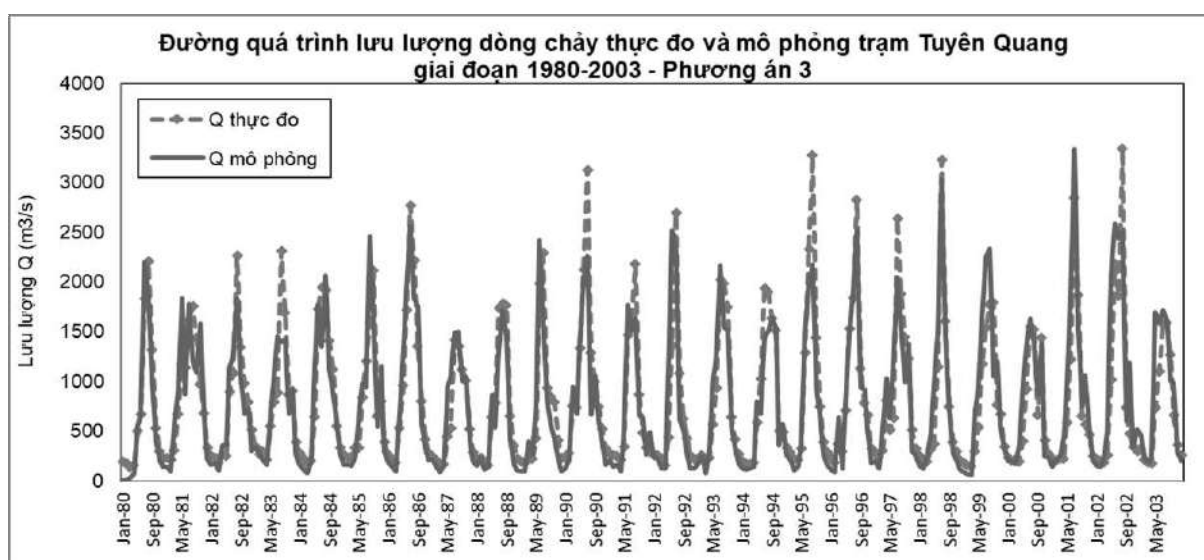
3.2.4 Phương án 4

Dữ liệu đầu vào của phương án 4 tương tự như phương án 3 nhưng dữ liệu ERA-Interim đã được hiệu chỉnh cho cả mưa và nhiệt độ dựa trên sự phân tích sai khác ở lãnh thổ Việt Nam.

Kết quả mô phỏng với dữ liệu đầu vào mô hình là dữ liệu thực đo kết hợp với dữ liệu ERA-Interim đã được hiệu chỉnh, cho kết quả tốt hơn hẳn so với 3 phương án đầu tiên khi cho hệ số Nash cao nhất là 0,87 cũng như trị tuyệt đối của sai số tổng lượng thấp nhất là -1,23% (Hình 7).



Hình 5: Quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng thời đoạn tháng tại trạm Tuyên Quang - Phương án 2



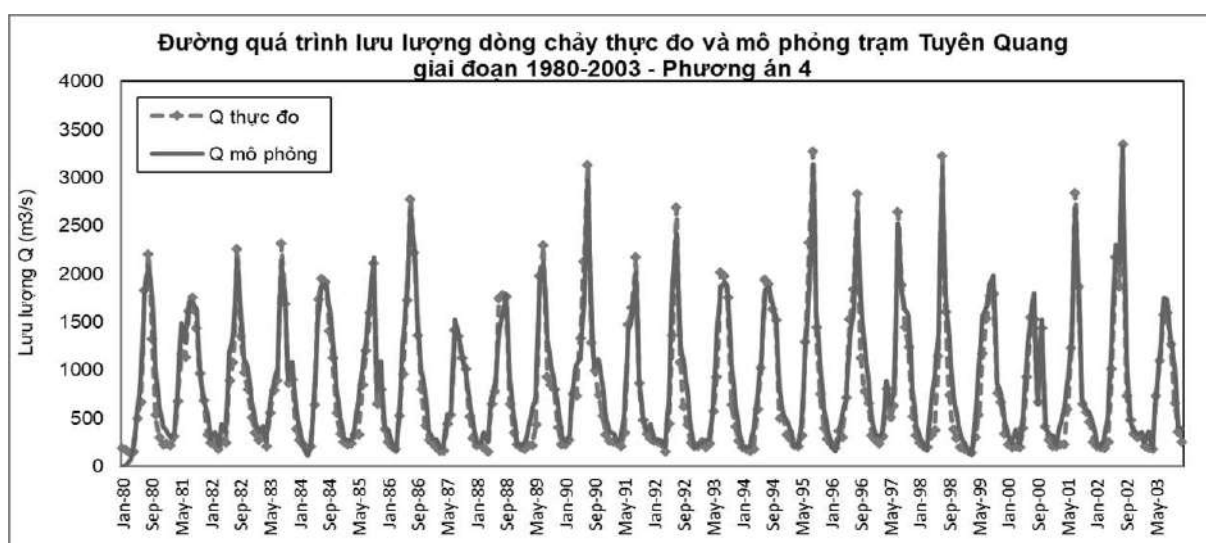
Hình 6: Quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng thời đoạn tháng tại trạm Tuyên Quang - Phương án 3

Thông qua bảng tổng hợp kết quả các chỉ số đánh giá (Bảng 1) cho thấy, với đầu vào mô hình chỉ sử dụng bộ dữ liệu thực đo tại các trạm quan trắc cho kết quả mô phỏng dòng chảy tốt hơn với bộ dữ liệu đầu vào chỉ sử dụng dữ liệu tái phân tích ERA-Interim dù các dữ liệu thực đo chỉ có ở phần hạ lưu thuộc Việt Nam. Tuy nhiên, việc sử dụng kết hợp dữ liệu thực đo và dữ liệu tái phân tích ERA-Interim (phương án 3) đã cải

thiện kết quả mô phỏng dù chưa có bước hiệu chỉnh lại sai số do mô phỏng của ERA-Interim. Điều này cho thấy, dữ liệu tái phân tích ERA-Interim có tiềm năng ứng dụng cho các vùng không có số liệu rất tốt. Khi kết hợp với phương pháp hiệu chỉnh sai số tỷ lệ đơn giản cho dữ liệu tái phân tích (phương án 4) này thì kết quả mô phỏng dòng chảy phù hợp nhất với dòng chảy thực đo trong cả 4 phương án xem xét.

Bảng 3: Các thông số đánh giá kết quả thông qua các phương án

Chỉ số đánh giá	Hệ số tương quan	Hệ số Nash	Sai số tổng lượng (%)
Phương án 1	0,93	0,75	9,7
Phương án 2	0,87	0,68	7,90
Phương án 3	0,91	0,82	1,42
Phương án 4	0,95	0,87	-1,23



Hình 7: Quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng thời đoạn tháng tại trạm Tuyên Quang - Phương án 4

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá tiềm năng khai thác dữ liệu tái phân tích ERA-Interim cho các vùng không có số liệu thực đo dựa trên việc đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy bằng mô hình thủy văn SWAT. Dựa trên nghiên cứu điển hình tại lưu vực sông Lô tính đến trạm thủy văn Tuyên Quang, kết quả cho thấy dữ liệu tái phân tích ERA-Interim mô tả khá tốt sự biến thiên theo không gian và thời gian các đặc trưng mưa và nhiệt độ. Tuy nhiên, các dữ liệu này có xu thế thấp hơn so với thực tế khi so sánh với các số liệu thực đo tại các trạm thuộc lãnh thổ Việt Nam. Mô

hình mưa dòng chảy SWAT mô phỏng dòng chảy từ 4 phương án sử dụng dữ liệu tái phân tích ERA-Interim bao gồm: chỉ sử dụng dữ liệu thực đo, chỉ sử dụng dữ liệu tái phân tích, sử dụng kết hợp dữ liệu thực đo và dữ liệu tái phân tích, sử dụng kết hợp dữ liệu thực đo và dữ liệu thực đo tái phân tích đã được hiệu chỉnh cho thấy việc kết hợp dữ liệu thực đo cho vùng có số liệu và tái phân tích cho vùng không có số liệu đã cải thiện đáng kể khả năng mô phỏng dòng chảy trên lưu vực. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng các nguồn dữ liệu tái phân tích cho các bài toán đánh giá tài nguyên nước là rất to lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] An, N. L. and Hà, N. T. T. (2019) ‘Đánh giá các nguồn mưa lưới và khả năng ứng dụng cho Việt Nam’, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 64, pp. 17–24.
- [2] Kiên, N. T., An, N. L. and Thành, L. Đ. (2019) ‘Đánh giá chất lượng mưa vệ tinh GSMaP mô phỏng mưa lớn - ứng dụng cho lưu vực sông Mã’, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 64, pp. 76–83.
- [3] Trần, T. X. (2007) *Đặc điểm thủy văn và nguồn nước sông Việt Nam*. Hà Nội: NXB Nông nghiệp.
- [4] Abbaspour, K. C. (2015) *SWAT-CUP SWAT Calibration and Uncertainty Programs*
- [5] Clark, M. P. and Hay, L. E. (2004) ‘Use of Medium-Range Numerical Weather Prediction Model Output to Produce Forecasts of Streamflow’, Journal of Hydrometeorology, 5(1), pp. 15–32. doi: 10.1175/1525-7541(2004)005<0015:uomnwp>2.0.co;2.
- [6] Dee, D. P. et al. (2011) ‘The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system’, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. John Wiley & Sons, Ltd, 137(656), pp. 553–597. doi: 10.1002/qj.828.
- [7] George H. Hargreaves and Zohrab A. Samani (1985) ‘Reference Crop Evapotranspiration from Temperature’, Applied Engineering in Agriculture. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE), 1(2), pp. 96–99. doi: 10.13031/2013.26773.
- [8] Maurer, E. P. and Hidalgo, H. G. (2008) ‘Utility of daily vs. monthly large-scale climate data: an intercomparison of two statistical downscaling methods’, Hydrology and Earth System Sciences, 12(2), pp. 551–563. doi: 10.5194/hess-12-551-2008.
- [9] Neitsch, S. et al. (2005) ‘Soil and water assessment tool: theoretical documentation, version 2009’, Texas, Available at: <http://repository.tamu.edu/handle/1969.1/128050>.
- [10] Ngo-Duc, T. et al. (2013) ‘Monthly adjustment of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data over the VuGia-ThuBon River Basin in Central Vietnam using an artificial neural network’, Hydrological Research Letters. Japan Society of Hydrology and Water Resources, 7(4), pp. 85–90. doi: 10.3178/hrl.7.85.
- [11] Nguyen-Xuan, T. et al. (2016) ‘The Vietnam Gridded Precipitation (VnGP) Dataset: Construction and Validation’, SOLA. Meteorological Society of Japan, 12(0), pp. 291–296. doi: 10.2151/sola.2016-057.
- [12] Ran, Q. et al. (2018) ‘Evaluation of Quantitative Precipitation Predictions by ECMWF, CMA, and UKMO for Flood Forecasting: Application to Two Basins in China’, Natural Hazards Review, 19(2), p. 05018003. doi: 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000282.

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE THÀNH LẬP BẢN ĐỒ GIÁM SÁT HẠN HÁN LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI VÙNG ĐÔNG NAM BỘ

Nguyễn Đình Vượng, Nguyễn Văn Hoàng, Huỳnh Thị Kim Nhân
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng nền tảng xử lý dựa trên đám mây Google Earth Engine (GEE) để xây dựng bản đồ phân vùng mức độ hạn hán lưu vực sông Đồng Nai từ 2014 đến 2019, dựa trên tính toán chỉ số khác biệt hạn hán (NDDI - Normalized Difference Drought Index). Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ diện tích hạn nặng và rất nặng vùng nghiên cứu năm 2016 chiếm tỷ lệ cao nhất trong thời đoạn nghiên cứu với 78,1%. Đánh giá độ chính xác dựa trên xem xét sự phù hợp giữa kết quả phân loại chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) và chỉ số khác biệt nước (NDWI) với kết quả quan sát trực quan từ Google Earth đạt được là 100,0%, cho thấy tiềm năng lớn trong việc ứng dụng nền tảng Google Earth Engine trong giám sát hạn hán ở LVS Đồng Nai.

Từ khóa: Đông Nam Bộ, GEE, hạn hán, Landsat 8, LVS Đồng Nai

Summary: In this study, the Google Earth Engine (GEE) cloud computing platform was applied to build drought zoning maps of Dong Nai river basin from 2014 to 2019, based on the calculation of Normalized Difference Drought Index (NDDI). The study results showed that severe and very severe drought areas in 2016 accounted for the highest proportion (78.1%) of the study period. The accuracy of 100% was obtained based on the comparison of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and NDWI (Normalized Difference Water Index) with visual observation from Google Earth. This shows a high potential application of the GEE in drought monitoring in the basin of Dong Nai river.

Keywords: South Eastern Vietnam, GEE, drought, Landsat 8, Dong Nai river basin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lưu vực sông Đồng Nai được xem là nguồn nước cơ bản và quan trọng nhất trong phát triển kinh tế - xã hội vùng Đông Nam Bộ, nằm trên địa phận các tỉnh Lâm Đồng, Đắk Nông, Bình Phước, Bình Dương, Bình Thuận, Đồng Nai, Bà Rịa - Vũng Tàu, Tây Ninh, Thành phố Hồ Chí Minh, Ninh Thuận và một phần của 2 tỉnh Đắk Nông và Long An với tổng diện tích lưu vực khoảng 44.100 km². Do nằm ở vị trí chuyển tiếp giữa cao nguyên Nam Trung Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long, lại tiếp giáp với thềm lục địa biển Đông nên địa hình lưu vực sông Đồng Nai nghiêng dần từ Đông Bắc xuống Tây Nam với độ dốc trung bình toàn lưu vực là 4,6%, nên tại đây thường xuyên bị

thiếu nước vào mùa khô gây hạn hán xảy ra cục bộ tại các địa phương.

Đã có nhiều dự án đưa ra nhằm đánh giá ảnh hưởng hạn hán tại lưu vực sông Đồng Nai để đưa ra các giải pháp giảm thiểu thiệt hại bằng phương pháp mô hình toán, các nguy cơ hạn do suy giảm dòng chảy, lưu lượng mưa đã được đánh giá cụ thể thông qua các con số về diện tích hạn. Tuy nhiên để đạt được hiệu quả tối ưu trong việc giảm thiểu đến mức tối đa tác động của hạn hán cần nghiên cứu một cách tổng hợp, đa chiều, bởi vì việc thực hiện các chính sách tăng cường quản trị rủi ro thiên tai được thực hành dựa trên các bằng chứng về phạm vi ảnh hưởng, nguyên nhân và mức độ tác động.

Viễn thám ứng dụng trong quản lý rủi ro thiên tai, lập bản đồ và giám sát hạn hán là một phần thiết yếu để chính quyền và các bên liên quan có thể thực hiện các hoạt động ứng phó và giảm thiểu phù hợp. Gần đây, công nghệ viễn thám đã được phát triển nhanh chóng với dữ liệu lớn và công nghệ điện toán đám mây. Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng xử lý không gian địa lý dựa trên đám mây tiên tiến sử dụng dữ liệu lớn, nguồn mở có sẵn bao gồm các hình ảnh và dữ liệu không gian địa lý quy mô petabyte trên toàn cầu. Để cung cấp thông tin chính xác về phạm vi và mức độ ảnh hưởng, dữ liệu quan sát trái đất theo chuỗi thời gian là một công cụ mạnh mẽ trong việc chuẩn

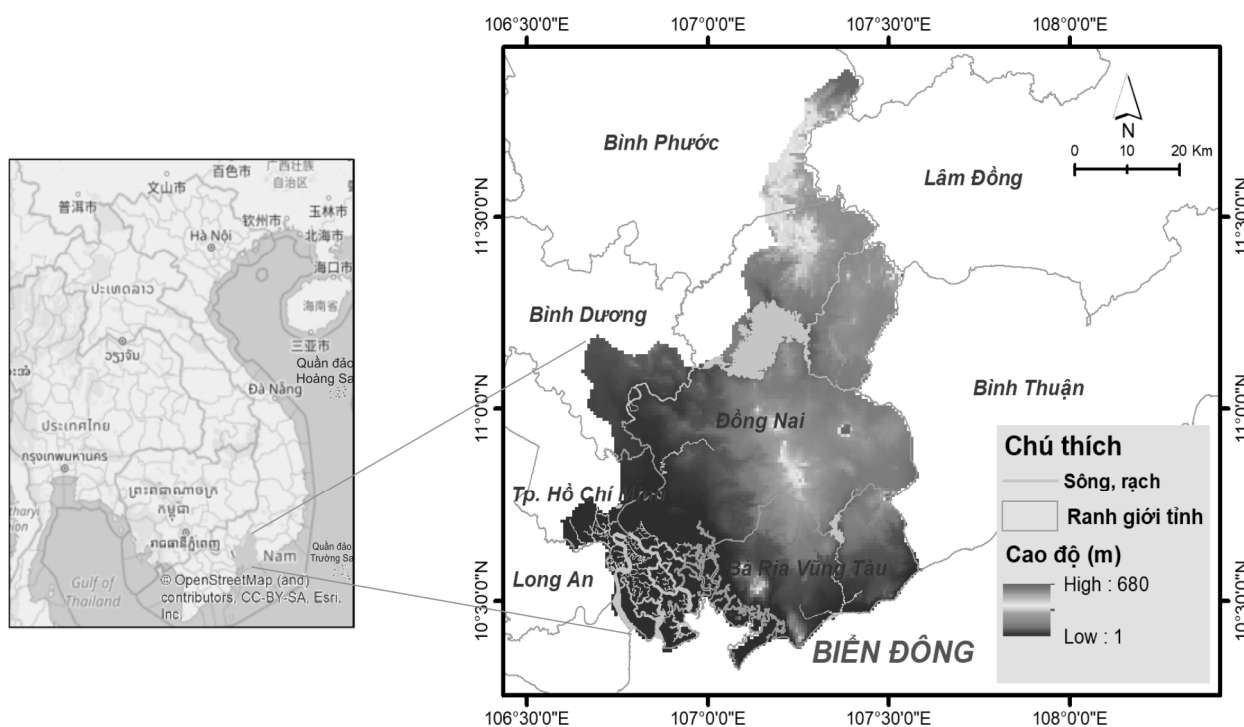
bị thường xuyên và ứng phó các tác động bất lợi trên các khu vực rộng lớn.

Xuất phát từ những thực trạng và nguyên nhân như trên, việc nghiên cứu ứng dụng nền tảng Google Earth Engine thành lập bản đồ giám sát hạn hán lưu vực sông Đồng Nai vùng Đông Nam Bộ được thực hiện là rất cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ diện tích lưu vực sông Đồng Nai liên quan đến các tỉnh Đồng Nai, Bình Phước, Bình Dương, Bà Rịa Vũng Tàu và TP. Hồ Chí Minh (TPHCM) với tổng diện tích là 9.179,73 km².

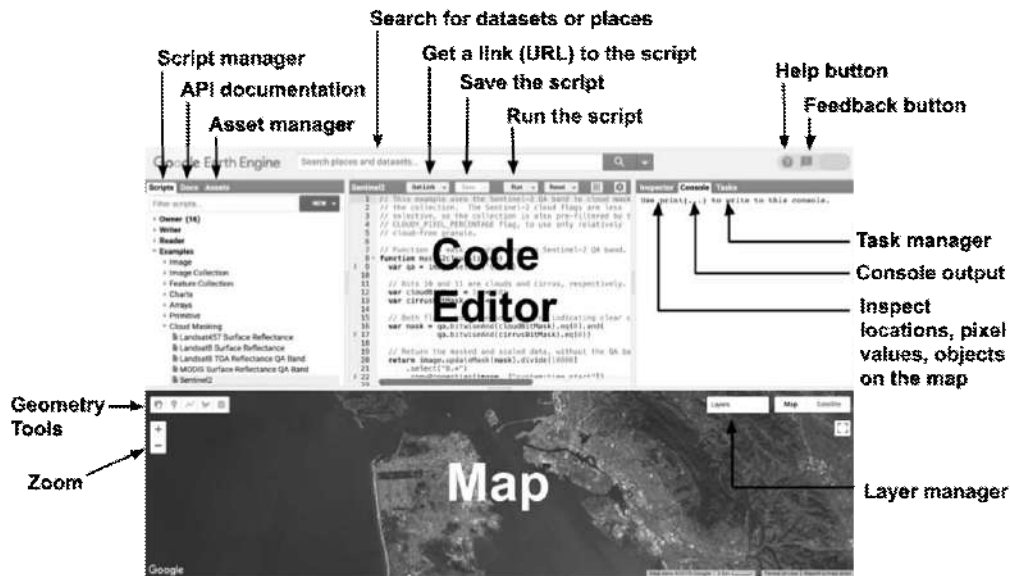


Hình 1: Khu vực nghiên cứu

2.2 Tổng quan về nền tảng Earth Engine

Google Earth Engine là một nền tảng điện toán đám mây cho phép người dùng chạy các phân tích không gian địa lý trên cơ sở nền tảng của Google. Có một số cách để tương tác với nền tảng, Code Editor là một IDE

(Interactive Development Environment) dựa trên web để viết và chạy các tập lệnh, Explorer là một ứng dụng web để khám phá danh mục dữ liệu và chạy các phân tích đơn giản và thư viện tài liệu cung cấp các Python và JavaScript.



Hình 2: Giao diện Code Editor trong GEE

2.3. Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám dựa trên nền tảng GEE

Sử dụng các thuật toán lập trình ngôn ngữ JavaScript trên giao diện Code Editor để đưa dữ liệu ảnh vào nền tảng và tiến hành các bước xử lý, phân tích, hiển thị và xuất kết quả.

Bộ sưu tập hình ảnh Landsat 8 có tên “USGS

Landsat 8 Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance”, có tên ID “LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA”, được Google Earth Engine hiệu chỉnh khí quyển được sử dụng trong đề tài này. Dữ liệu ảnh sau đó được lọc theo vùng và thời gian nghiên cứu để giảm bớt thời gian xử lý, sử dụng đoạn code khai báo sau:

```
// Lọc ảnh theo thời gian nghiên cứu
var collection = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA')
.filterDate('2016-03-01', '2016-03-30');

// Lọc ảnh theo vùng nghiên cứu
var studyarea = ee.Geometry.Polygon([[[106.87036800694693,10.050601310799461],
[107.89758968663443,10.574828473127113],[107.40075269051226,12.112098864151134],
[105.99519293772471,11.467098807165632],[106.87036800694693,10.050601310799461]]]);

var L8_studyarea = collection.filterBounds(studyarea);
```

Chuỗi thời gian của bộ sưu tập hình ảnh Landsat TOA đã được sử dụng để tính toán các chỉ số bao gồm chỉ số khác biệt thực vật (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index) (Tucker, 1979), chỉ số khác biệt nước (NDWI - Normalized Difference Water Index) (Rahimi et al., 2014) và chỉ số khác biệt hạn hán (NDDI - Normalized Difference Drought

Index), có thể xác định các mức độ hạn hán trong khoảng thời gian quan tâm dựa trên ngưỡng hạn hán từ phạm vi giá trị NDDI, phạm vi NDDI cao hơn cho thấy hạn hán nghiêm trọng hơn (Charat et al., 2009). Các chỉ số được tính bằng các phương trình sau:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

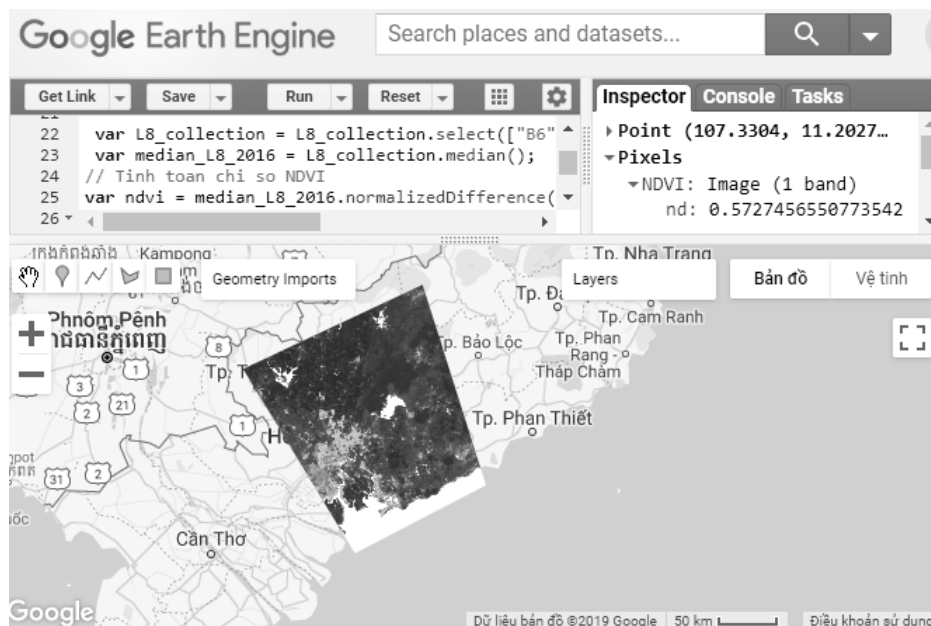
$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (2)$$

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI} \quad (3)$$

Trong đó, NIR là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh hồng ngoại gần, RED là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh đỏ,

SWIR là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh hồng ngoại sóng ngắn trong cảm biến Landsat 8. Phân tích chỉ số NDVI, NDWI, NDDI cho tập dữ liệu ảnh theo đoạn code dưới đây:

```
var L8_collection = collection.select(["B6","B5","B4"]);
var median_L8_2016 = L8_collection.median();
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDVI
var ndvi = L8_collection.normalizedDifference(['B5', 'B4']);
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['FFFFFF', 'CE7E45', 'FCD163', '66A000', '207401', '056201', '004C00', '023B01', '012E01', '011301']};
Map.addLayer(ndvi.clip(studyarea), vis, "NDVI");
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDWI
var ndwi = L8_collection.normalizedDifference(['B5', 'B6']);
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['0000ff', '00ffff', 'ffff00', 'ff0000', 'ffffff']};
Map.addLayer(ndwi.clip(studyarea), vis, "NDWI");
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDDI
var nddi = ndvi.subtract(ndwi).divide(ndvi.add(ndwi)).rename('NDDI');
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['0000ff', '00ffff', 'ffff00', 'ff0000', 'ffffff']};
Map.addLayer(nddi.clip(studyarea), vis, "NDDI");
```



Hình 3: Thể hiện chỉ số NDVI khu vực nghiên cứu

Kết quả giải đoán từ GEE sẽ được xuất đồ trong GIS, trong quá trình xuất dữ liệu ảnh, sang Google Drive để thuận tiện biên tập bản có thể tùy chọn hệ tọa độ của ảnh.

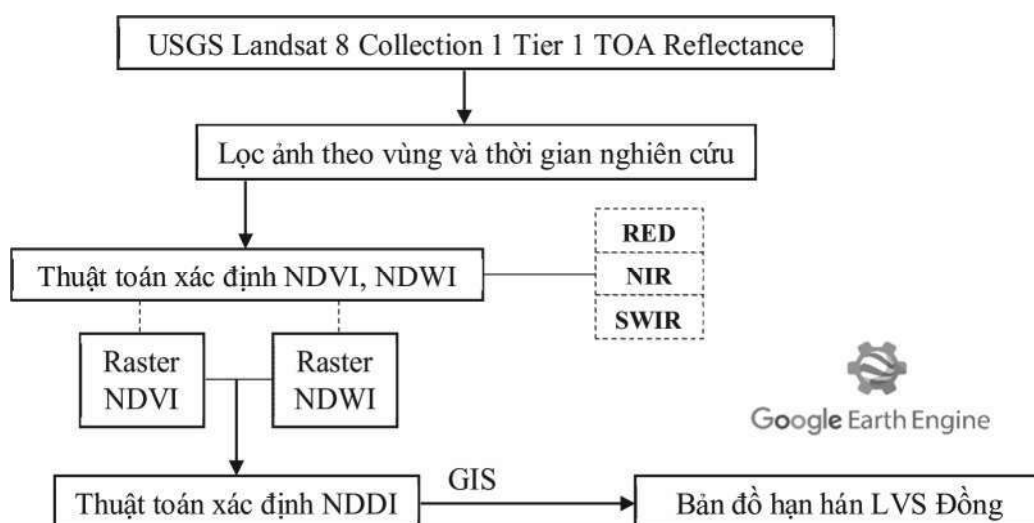
// Xuất kết quả

```
Export.image.toDrive({image:nddi,description:"NDDI_2016",maxPixels:1e13,region:
studyarea,fileFormat:'GeoTIFF',crs:'EPSG:32648',scale:30});
```

Kết quả tính toán chỉ số NDDI từ GEE GIS, chỉ số khô hạn được chia thành 5 cấp, được biên tập, thành lập bản đồ phân vùng tương ứng với 5 mức độ khô hạn khác nhau hạn hán LVS Đồng Nai trên phần mềm (Bảng 1).

Bảng 1: Phân loại mức độ hạn hán dựa trên giá trị NDDI

Giá trị NDDI	Phân loại	Hiển thị	
< 0	Không hạn hán		
0 – 0,2	Hạn hán nhẹ		
0,2 – 0,4	Hạn hán trung bình		
0,4 – 0,6	Hạn hán nặng		
> 0,6	Hạn hán rất nặng		



Hình 4: Sơ đồ thực hiện

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

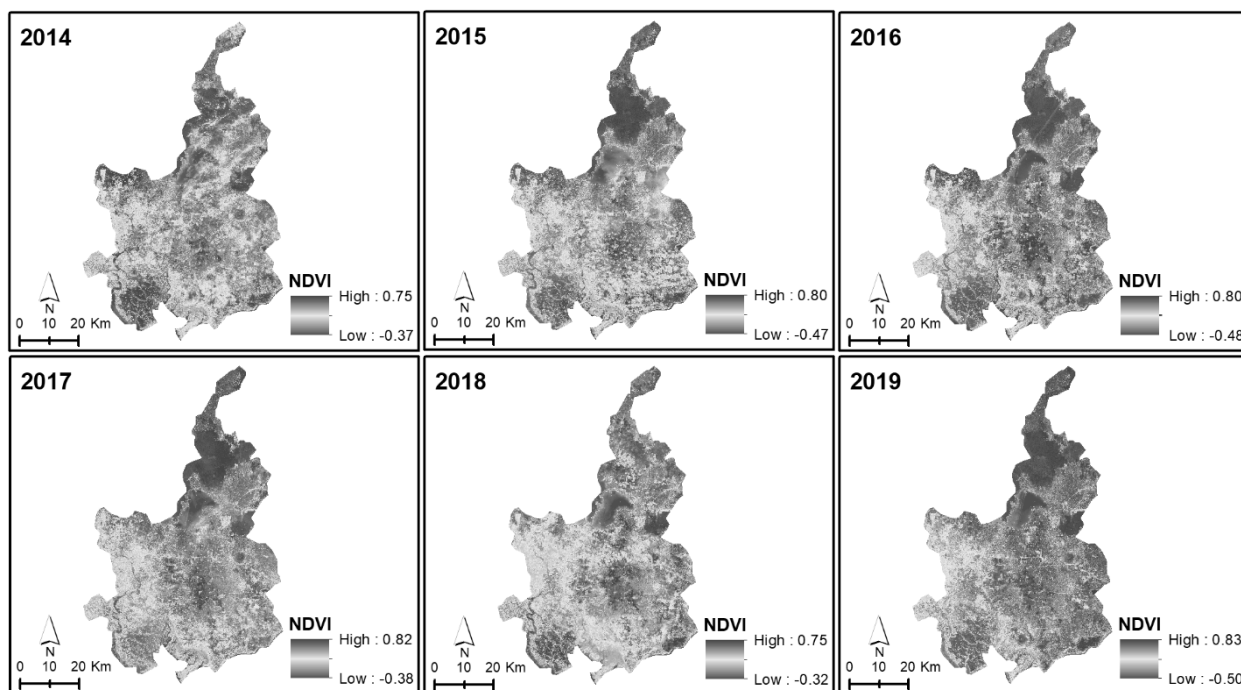
3.1. Tính toán chỉ số NDVI, NDWI cho tập hợp ảnh khu vực nghiên cứu

Những nơi có màu xanh càng đậm, thì khả năng tập trung thực vật càng cao như đất nông nghiệp, lâm nghiệp. Những nơi có rất ít màu xanh, thể hiện mức độ tập trung thực vật

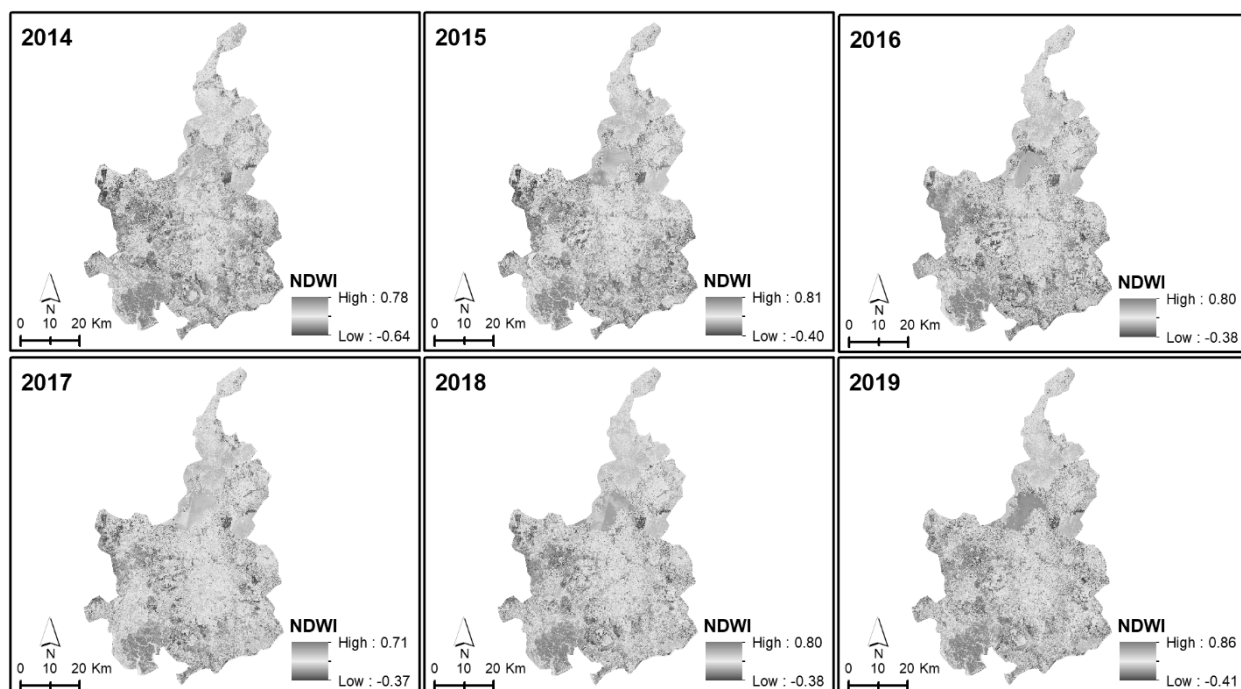
thấp, có thể là đất ở đô thị, đất trống. Những nơi không có màu xanh, cho thấy không có sự hiện diện của thực vật, điển hình như các đối tượng sông ngòi, kênh rạch, đất chuyên nuôi trồng thủy sản. Cụ thể, màu xanh đậm phân bố ở Vườn Quốc Gia Cát Tiên, ven biển Thành phố Hồ Chí Minh nơi có rừng ngập mặn Cần Giờ và khu bảo tồn thiên nhiên

Châu Phước thuộc Bà Rịa Vũng Tàu. Trong nghiên cứu này, giá trị NDVI < 0,1 được quan tâm, nơi được xem là bị ảnh hưởng nặng

nề nhất khi hạn hán kéo dài. Kết quả bản đồ chỉ số NDVI LVS Đồng Nai từ 2014 đến 2019 được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5: Phân bố NDVI LVS Đồng Nai từ năm 2014 đến 2019

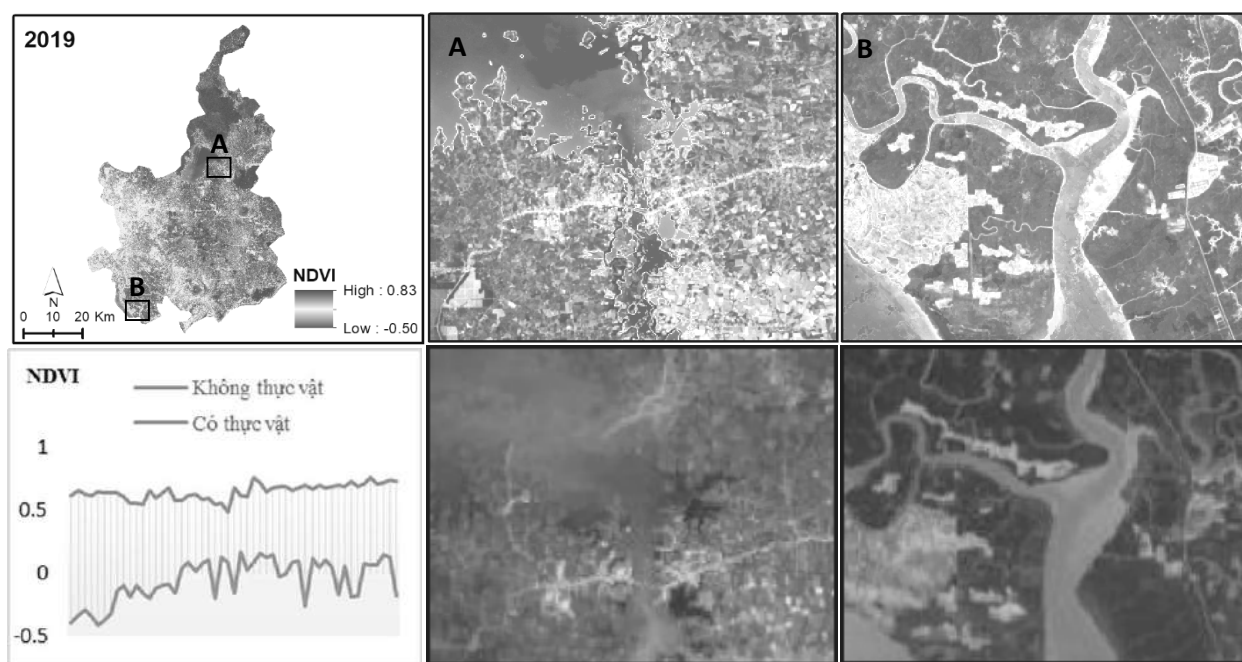


Hình 6: Phân bố NDWI LVS Đồng Nai từ năm 2014 đến 2019

Sau khi xây dựng bản đồ phân bố chỉ số thực vật NDVI, tác giả đã xây dựng các bản đồ phân bố không gian của NDWI trong khu vực nghiên cứu từ năm 2014 đến 2019 (Hình 6). Về mặt không gian, kết quả cho thấy sự phân bố của các giá trị NDWI thấp (hiển thị màu đỏ và vàng) phần lớn tập trung ở khu vực phía Nam tỉnh Đồng Nai, phía Bắc Bà Rịa Vũng Tàu và phần diện tích lưu vực thuộc địa phận tỉnh Bình Dương. Khu vực có chỉ số NDWI ở mức cao phân bố ở những nơi có hệ thống thủy văn lưu vực, đặc biệt là khu vực Cần Giờ và nơi tiếp giáp với hồ thủy điện Trị An, những nơi có thực vật rừng che phủ cũng cho thấy giá trị NDWI cao. Kết quả cũng cho thấy,

sự suy giảm lớn nhất trong các giá trị NDWI được quan sát thấy vào năm 2014, 2015 và 2016, khi các tông màu nóng trong bản đồ chiếm nhiều hơn các năm còn lại trong giai đoạn quan sát.

Từ kết quả phân loại chỉ số NDVI, NDWI từ tập hợp ảnh viễn thám, tiến hành đánh giá độ chính xác bằng phương pháp so sánh kết quả phân loại với kết quả quan sát trực quan từ nền tảng Google Earth. Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại NDVI, NDWI năm 2019 đạt được là 100,0%, do đó kết quả phân loại đủ cơ sở để làm dữ liệu cho thành lập bản đồ hạn hán vùng nghiên cứu.



Hình 7: So sánh lớp phủ thực vật giữa kết quả phân loại và dữ liệu Google Earth

3.2 Đánh giá tính hình hạn hán LVS Đồng Nai từ tập hợp ảnh viễn thám

Bản đồ phân bố giá trị chỉ số khác biệt hạn hán NDDI khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Hình 8. Kết quả cho thấy, khu vực có NDDI từ $< 0 - 0,2$, tập trung chủ yếu ở khu vực rừng ngập mặn Cần Giờ. Khu vực có mức khô hạn nặng và rất nặng (với giá trị NDDI ở mức $> 0,4$) xuất hiện phần lớn ở khu vực đất

sản xuất nông nghiệp thuộc phía Bắc và trung tâm vùng nghiên cứu.

Theo đó diện tích khu vực có mức độ hạn hán nặng (tương ứng với giá trị chỉ số NDDI từ 0,4 đến 0,6) chiếm tỉ lệ cao nhất vào năm 2016 với 40,2%, khu vực có mức độ hạn rất nặng chiếm cao nhất ở các năm 2019, 2016 với 44,4% và 37,9% trong thời đoạn nghiên cứu. Hạn hán năm 2016 nghiêm trọng hơn các năm

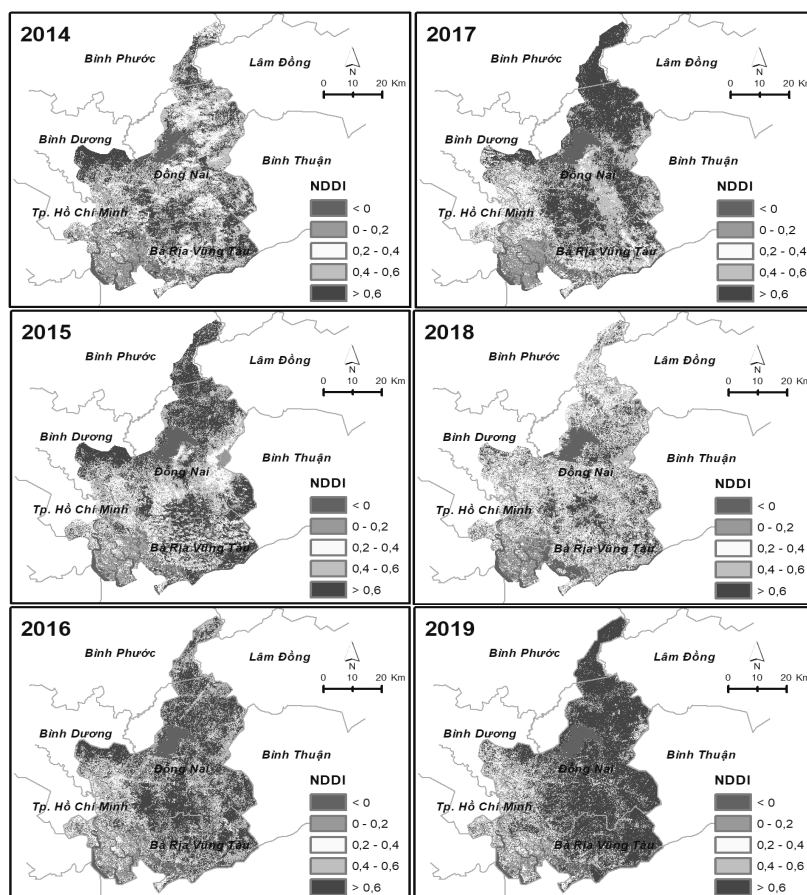
còn lại, được thể hiện thông qua diện tích mức độ hạn nặng và rất nặng trong bản đồ năm 2016 đạt cao nhất, kết quả này phù hợp với các báo cáo của địa phương, theo ghi nhận lưu lượng nước sông Đồng Nai đạt thấp nhất vào năm 2016 trong giai đoạn 2014 - 2017.

Đến năm 2018, mức độ hạn hán có xu hướng giảm, tỷ lệ diện tích có mức hạn rất nặng chỉ chiếm 14,8%, nhưng có xu hướng tăng trở lại ở mức báo động vào năm 2019,

cho thấy hạn hán khu vực nghiên cứu diễn biến phức tạp và có xu hướng gia tăng mức độ. Kết quả nhận được cũng cho thấy vai trò quan trọng của lớp phủ thực vật trong giảm nguy cơ hạn hán, ở những vùng được phủ xanh bởi đất rừng ít chịu ảnh hưởng bởi hạn hán, ngoài ra yếu tố địa hình cũng có những tác động ít nhiều đến mức khô hạn, vùng ven biển phía Đông có mức độ khô hạn cao hơn so với vùng núi cao.

Bảng 2: Thống kê tỷ lệ diện tích (%) các mức độ hạn hán khu vực nghiên cứu

Năm	Không hạn	Hạn nhẹ	Hạn trung bình	Hạn nặng	Hạn rất nặng
2014	8,3	8,6	20,6	34,1	28,4
2015	8,3	9,4	17,2	30,0	35,1
2016	7,4	3,2	11,3	40,2	37,9
2017	8,3	9,8	14,5	31,4	36,0
2018	10,8	16,2	27,9	30,3	14,8
2019	6,8	3,5	13,4	31,9	44,4



Hình 8: Phân vùng mức độ hạn hán LVS Đồng Nai từ 2014 đến 2019

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Chiếm gần đại bộ phận miền Đông Nam Bộ, LVS Đồng Nai có một vị trí khá quan trọng về mặt tài nguyên nước, chính vì thế việc giám sát hạn hán vùng nghiên cứu là cơ sở quan trọng cho các quy hoạch tổng thể nguồn nước lưu vực. Kết quả phân loại cho thấy, diễn tiến hạn hán khu vực nghiên cứu khá phức tạp và có xu hướng gia tăng cùng với sự thay đổi của khí hậu, hạn năm 2016 được đánh giá là nặng nề nhất trong thời đoạn quan sát từ 2014 đến 2019. Theo đó yếu tố địa hình, lớp phủ thực vật có tác động rất lớn đến mức độ hạn hán nặng, nhẹ.

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh nền tảng GEE là một công cụ hiệu quả và nhanh chóng để giám sát hạn hán LVS Đồng Nai, dựa trên kết quả đánh giá sự phù hợp giữa kết quả phân loại các chỉ số hạn hán trên GEE với kết quả quan sát trực quan từ Google Earth đạt được là 100,0%. Trong tương lai, cần thiết ứng dụng cho giám sát hạn ở quy mô khu vực rộng hơn, kể cả ở tầm quốc gia nhằm có cái nhìn toàn diện về diễn tiến thiên tai hạn hán trước thách thức của biến đổi khí hậu, từ đó có những biện pháp phù hợp ứng với từng vùng, địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Charat, M., Wattanakij, N., Kamchai, T., Mongkolsawat, K., Chuyakhai, D. (2009). Exploration of Spatio-Temporal Drought Patterns using Satellite-Derived Indices for Crop Management in Northeastern Thailand. Asian association on remote sensing. Beijing, China.
- [2] Google Earth Engine API, 2016. Introduction, ngày truy cập 22/07/2019. Địa chỉ <https://developers.google.com/earth-engine>.
- [3] Rahimi, L., Sharifian, H. (2014). Monitoring drought based on SPI, deciles, and normal. In proceeding of the first national congress on challenges of water resources and agriculture. Khorasgan Azad University, Isfahan, 25-31.
- [4] Tô Văn Tường (2009). Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Đồng Nai. Dự án cấp Bộ - Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam.
- [5] Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (2013). Quy hoạch tổng thể thủy lợi vùng Đông Nam Bộ thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Dự án quy hoạch cấp Bộ.
- [6] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2015). Rà soát quy hoạch thủy lợi vùng Đông Nam Bộ phục vụ tái cấu trúc ngành nông nghiệp. Dự án quy hoạch cấp Bộ.

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM FLOW-3D TÍNH TOÁN VẬN TỐC VÀ ÁP SUẤT TRÊN ĐẬP TRÀN THỰC DỤNG MẶT CẮT HÌNH CONG

Đỗ Xuân Khánh, Lê Thị Thu Nga, Hồ Việt Hùng

Bộ môn Thủy lực, Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Bài báo này sử dụng phần mềm Flow-3D mô phỏng dòng chảy qua đập tràn thực dụng mặt cắt hình cong, ứng dụng cho thủy điện Đồng Nai 2. Hai yếu tố chính của dòng chảy qua đập tràn là vận tốc và áp suất được tính toán và phân tích kỹ thông qua bốn mô hình dòng chảy rối khác nhau. Kết quả cho thấy rằng, mô hình dòng chảy rối RNG có kết quả mô phỏng tốt hơn so với các mô hình còn lại là K, K-epsilon và LES khi so sánh với kết quả đo đạc trong phòng thí nghiệm, với lưu lượng $Q = 150.76$ l/s. Các chỉ tiêu so sánh ở mức tốt với hệ số Nash là 0.86 và phần trăm sai số trung bình là 10.9%. Mô hình cũng được kiểm định với một cấp lưu lượng khác, khi $Q = 184.13$ l/s và cho kết quả mô phỏng được đánh giá là phù hợp với số liệu thực đo.

Từ khóa: Flow 3D, đập tràn hình cong, RNG, mô phỏng dòng chảy.

Summary: This paper aims to simulate the flow over ogee spillways by using Flow-3D software, which is applied for Dong Nai 2 hydropower station. The flow velocity and pressure were calculated and analyzed through four different turbulent models. The results indicated that the RNG model is better than K, K-epsilon and LES models, when they were both compared with observed data in case the discharge was 150.76 l/s. The Nash – Sutcliffe efficiency (NSE) and the percent difference of RNG model are 0.86 and 10.9%, respectively. The model was also validated through other discharge, $Q = 184.13$ l/s, and presented good agreement with experimental results.

Keyword: Flow 3D, Ogee spillway, RNG, Flow simulation.

1. MỞ ĐẦU

Trong các công trình thủy lợi, thủy điện, đập tràn có mặt cắt thực dụng hình cong thường được sử dụng để xả lũ, đảm bảo an toàn cho công trình. Xác định chính xác vận tốc và áp suất trên mặt đập tràn để thiết kế hình dạng mặt cắt tràn luôn là vấn đề khó khăn, hấp dẫn nhiều nhà khoa học. Trong thời gian qua, các nghiên cứu về trường vận tốc và phân bố áp suất trên mặt tràn chủ yếu được thực hiện nhờ mô hình vật lý với chi phí khá lớn và mất nhiều công sức. Gần đây với sự phát triển của các phương pháp số, đặc biệt là sự ra đời của CFD (Computational Fluid Dynamic) - phương pháp số được sử dụng kết hợp với công nghệ mô phỏng trên máy tính để giải quyết các bài toán về cơ học và môi

trường, đã giúp các nghiên cứu về dòng chảy qua đập tràn đạt được kết quả đáng kể. Những phần mềm thuộc họ CFD như Flow-3D là công cụ hữu hiệu giúp cho việc mô phỏng dòng chảy trên mặt tràn được chi tiết và chính xác hơn. Flow-3D là phần mềm thương mại, mô phỏng dòng chảy 3 chiều được phát triển bởi công ty Flow Science, Inc, Mỹ. Phần mềm này được sử dụng trong các nghiên cứu quốc tế như Kumcu (2016) và Sadegh D. K. (2016). Trong các nghiên cứu này, các tác giả đã áp dụng mô hình Flow-3D để đánh giá dòng chảy qua tràn tại đập Kavsak, Thổ Nhĩ Kỳ và đập Balaroud, Iran. Kết quả cho thấy, vận tốc, độ sâu dòng chảy, áp suất có sự tương đồng lớn giữa thực đo và tính toán. Bên cạnh đó, các nhà khoa học trong nước như Phạm Văn Song

(2014) hay Nguyễn Công Thành và nnk (2014) cũng sử dụng Flow-3D như một công cụ để tính toán, cải tiến mô tiêu năng cho cống vùng triều hay tính toán năng lượng đã tiêu hao khi dòng chảy qua bậc nước. Tuy nhiên, việc kiểm định độ chính xác của mô hình này vẫn là một câu hỏi lớn cần được thực hiện bằng những công trình cụ thể.

Vì vậy, mục tiêu của bài báo này là ứng dụng phần mềm Flow-3D mô phỏng dòng chảy qua đập tràn thực dụng hình cong không chân không, áp dụng cho tràn xả lũ của thủy điện Đồng Nai 2. Qua đó đánh giá khả năng của các mô hình dòng chảy rối trong Flow-3D. Độ chính xác của kết quả tính toán vận tốc và áp suất trên mặt tràn sẽ được kiểm định thông qua các số liệu thực đo trên mô hình vật lý trong phòng thí nghiệm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong bài báo này phương pháp mô hình toán kết hợp với mô hình vật lý đã được sử dụng để tính toán và kiểm định kết quả.

2.1. Mô hình toán

Mô hình Flow-3D sử dụng phương trình Navier-Stoke làm phương trình chủ đạo. Phương trình này là sự kết hợp của hai phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng.

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} \quad (2)$$

Trong đó: u_i là thành phần vận tốc theo 3 phương x, y, z ; P là áp suất; ν là hệ số nhớt động học. Phương trình 1 và 2 chỉ có thể giải được bằng toán học trong một số bài toán dòng chảy có điều kiện đơn giản. Trong thực tế, dòng chảy trong các công trình thủy lợi hầu hết là dòng chảy rối, đặc biệt là dòng chảy qua đập tràn. Để giải được hệ phương trình Navier-Stoke trong trường hợp dòng rối người ta phải sử dụng một số phương pháp phổ biến sau: a)

Phương pháp mô phỏng dòng rối bằng cách tính toán trực tiếp, Direct Numerical Simulation (DNS): Đây là phương pháp đưa ra lời giải chính xác nhất cho phương trình Navier-Stoke bởi nó xét đến mọi cấp độ rối của dòng chảy mà không cần sự trợ giúp của bất kỳ một giả thiết nào. Tuy nhiên, DNS gặp nhiều khó khăn trong việc hiện thực hóa lời giải vì nó đòi hỏi một hệ thống máy tính đủ mạnh và sơ đồ giải đủ chính xác để giảm bớt sai số; b) Phương pháp mô phỏng dòng chảy, Large Eddy Simulation (LES), phương pháp này coi dòng rối là dòng chảy của những xoáy nước lớn. Nguyên lý chủ đạo của phương pháp LES là dựa trên sự đơn giản hóa phương pháp DNS; c) Phương pháp trung bình hóa Reynolds (RANs). Phương pháp này chỉ tập trung vào giá trị thống kê của dòng chảy mà không quan tâm đến giá trị tức thời của chúng. Do đó, trong RANs tất cả các cấp độ rối của dòng chảy sẽ được trung bình hóa. Trước tiên ta sẽ thiết lập phương trình Reynold cho các giá trị trung bình, phương trình này sẽ có những thành phần chưa xác định. Những thành phần này sẽ được tính dựa trên những giá trị trung bình đã biết thông qua những giả thiết (closure assumptions).

Trong các phương pháp trên thì phương pháp RANs được sử dụng phổ biến nhất. Để phát triển hệ phương trình RANs, các tham số đặc trưng của dòng chảy gồm vận tốc, áp suất tại một điểm phụ thuộc thời gian được chia làm 2 phần: thành phần trung bình và các đại lượng mạch động, cụ thể như sau:

$$u_i(x_i, t) = \bar{u}(x_i, t) + u'(x_i, t) \quad (3)$$

$$p_i(x_i, t) = \bar{p}(x_i, t) + p'(x_i, t) \quad (4)$$

Trong đó: $\bar{u}$ và $\bar{p}$ là các thành phần vận tốc và áp suất trung bình theo thời gian. u', p' là các thành phần vận tốc và áp suất mạch động xung quanh giá trị trung bình. Với hai phương trình trên, hệ phương trình RANs sẽ có dạng trung bình như sau:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 \quad (5)$$

Reynolds (Reynolds stress) và có quan hệ với ứng suất tiếp rối như sau

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial \bar{u}'_i \bar{u}'_j}{\partial x_j} + g_i \quad (6)$$

$$\tau_{ij} = \overline{u'_i u'_j} - \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (7)$$

Trong đó: $\bar{u}'_i \bar{u}'_j$ là đại lượng khác không và là đại lượng quan trọng nhất trong mô phỏng dòng chảy rối, nó được gọi là ứng suất

Phương trình Navier Stoke trung bình (RANs) sẽ được chuyển thành dạng (8) sau đây.

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\bar{p} + \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \right) + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + g_i \quad (8)$$

Để đóng kín (giải) được RANs, chúng ta cần phải xác định được $\partial \tau_{ij}$ thông qua một vài giả thuyết, như giả thuyết về tuyến tính hay không tuyến tính độ nhớt rối (linear or non linear eddy viscosity), hay giả thuyết về mô hình ứng suất Reynolds (Reynolds stress model, RSM). Từ những giả thuyết này các nhà khoa học sẽ thiết lập ra rất nhiều mô hình

tính toán dòng rối, có thể kể đến dưới đây.

- Mô hình một phương trình (*K equation*): giải quyết một phương trình đối lưu chảy rối (turbulent transport equation) thường là động năng chảy rối. Nguồn gốc mô hình một phương trình chảy rối là mô hình một phương trình của Prandtl

$$\nu_t = k^{\frac{1}{2}} l = C_D \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (9)$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = -\overline{u'_i u'_j} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - C_D \frac{k^{\frac{3}{2}}}{l} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \quad (10)$$

Trong đó: ν_t là xoáy nhớt (eddy viscosity) hay độ nhớt rối (turbulent viscosity). Hệ số khép kín và quan hệ bổ trợ

$$\varepsilon = C_D \frac{k^{\frac{3}{2}}}{l}, C_D = 0.08, \sigma_k = 1.$$

- Mô hình hai phương trình (*K-Epsilon equation*): Mô hình chảy rối hai phương trình là một trong những mô hình phổ biến nhất của các mô hình chảy rối. Theo định nghĩa, mô

hình chảy rối hai phương trình bao gồm thêm hai phương trình đối lưu để mô tả cho tính chảy rối của dòng chảy. Thông thường một trong các biến đối lưu là động năng chảy rối (turbulent kinetic energy) k , biến đối lưu thứ hai khác nhau phụ thuộc vào kiểu của mô hình hai phương trình. Lựa chọn phổ biến là tiêu tán rối ε (turbulent dissipation)

$$\nu_t = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (11)$$

$$\text{Phương trình } k: \frac{\partial k}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] - \overline{u'_i u'_j} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \varepsilon \quad (12)$$

$$\text{Phương trình } \varepsilon: \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right] - C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} \overline{u'_i u'_j} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - C_{2\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (13)$$

Trong đó:

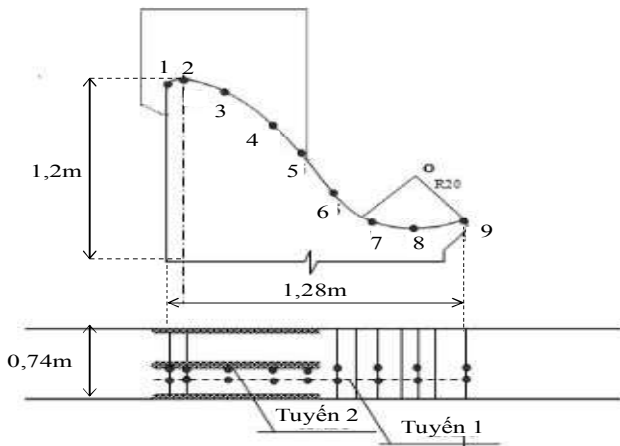
$$C_{\mu}=0.09; \delta_k=1.0; \sigma_{\varepsilon}=1.3; C_{1\varepsilon}=1.44; C_{2\varepsilon}=1.92 ;$$

- Mô hình RNG (Renormalization-Group):

Mô hình này dùng chung 2 phương trình với mô hình *K-epsilon*, tuy nhiên những giá trị hằng số thực nghiệm trong phương trình *K-epsilon* sẽ được tìm dưới dạng hiện (explicit method). Trong Flow 3D, mô hình RNG được khuyến khích sử dụng và được cho rằng có độ chính xác hơn so với các mô hình dòng rối khác (Kermani et al. 2014, Sadegh et al. 2016).

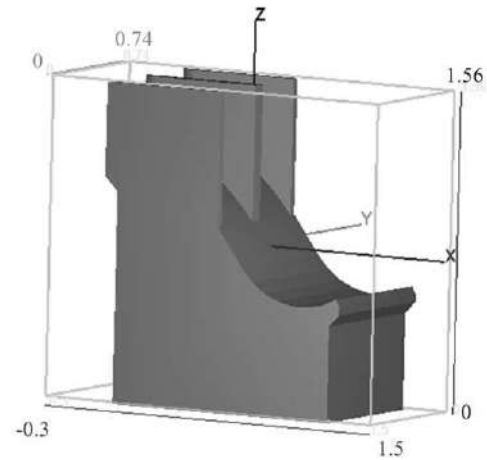
2.2. Mô hình vật lý

Mô hình vật lý được xây dựng tại Phòng



Hình 1: Mặt cắt tràn và sơ đồ bố trí các điểm đo

thí nghiệm Thủy lực tổng hợp Trường Đại học Thủy lợi. Tại đây, mô hình mặt cắt tràn với tỉ lệ 1:50 được thiết kế và lắp đặt trong máng kính chữ nhật gồm 2 khoang, 1 trụ pin ở giữa và 2 nửa trụ pin 2 bên, được mô tả chi tiết trong Hình 1. Vận tốc dòng chảy trên tràn được đo tại vị trí sát mặt tràn tại 9 điểm dọc theo tuyến ở giữa khoang tràn. Thiết bị điện tử P.EMS của Hà Lan với đầu đo E40 và E30 được sử dụng để đo vận tốc. Áp suất trung bình, áp suất mạch động trên tràn và mũi phun được đo bằng thiết bị điện tử SDA- 830C do Nhật bản chế tạo cùng các thiết bị điện tử khác.



Hình 2: Hình ảnh tràn được mô phỏng trong Flow-3D

2.3. Phương pháp đánh giá

Để đánh giá kết quả tính của mô hình toán, chúng tôi sử dụng hai trị số: hệ số Nash, NSE (the Nash – Sutcliffe efficiency) và sai số trung bình, X_{tb} , với các công thức tính dưới đây.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \overline{X_{obs}})^2} \quad (14)$$

$$X_{tb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_{obs,i} - X_{sim,i}|}{X_{obs,i}} * 100 \quad (15)$$

Trong đó: $X_{obs,i}$ là giá trị thực đo; $\overline{X_{obs}}$ là

giá trị thực đo trung bình; $X_{sim,i}$ là giá trị mô phỏng; n là số lượng giá trị tính toán.

Hệ số Nash là hệ số thể hiện sự tương quan giữa giá trị thực đo và giá trị tính toán. Mô hình toán cho kết quả tốt khi có Nash lớn gần bằng 1 và sai số trung bình nhỏ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Dòng chảy qua đập tràn là dòng chảy rối và chịu ảnh hưởng của trọng lực là chính. Do đó trong Flow-3D cần lựa chọn mô hình dòng chảy chịu ảnh hưởng của trọng lực và mô hình dòng chảy rối. Việc lựa chọn kích thước lưới

hợp lý cho ô tính toán là một nhiệm vụ rất quan trọng. Giá trị này ảnh hưởng không chỉ đến độ chính xác của mô hình mà còn cả thời gian tính toán. Do đó, số lượng ô tính toán cần được khống chế ít nhất có thể nhưng vẫn phải đảm bảo đủ độ phân giải thể hiện mối quan hệ giữa dòng chảy và vật cản như trụ pin và mố bên. Kích thước ô tính toán $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0.01m$ trong nghiên cứu này được lựa chọn qua các tiêu chí sau: a) nhỏ hơn bề rộng tràn và độ sâu mực nước nhỏ nhất trên tràn; b) tham khảo các nghiên cứu đã thực hiện trước đây (Kermani et al. 2014, Sadegh et al. 2016, Kumcu et al. 2016).

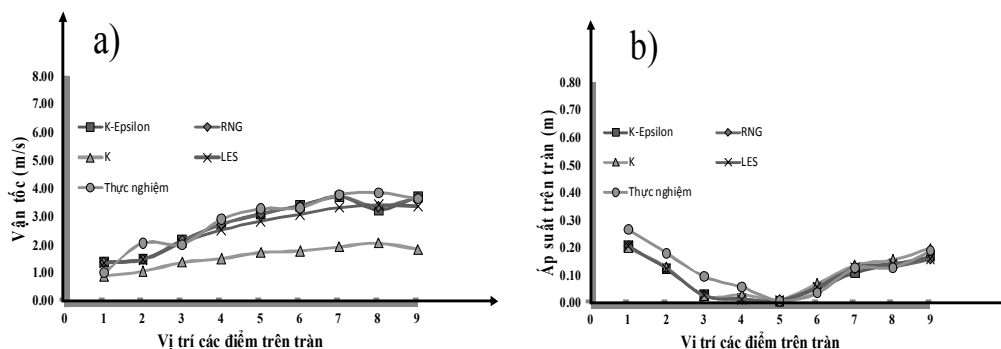
Để thiết lập mô hình đập tràn, cần định dạng mặt cắt tràn trên Autocad, sau đó xuất file dưới dạng *.stl và nhập trực tiếp vào Flow-3D (Hình 2). Xác định các điều kiện biên như sau: dòng chảy trong miền tính toán được đặt trong hệ tọa độ Đề các 6 mặt, với thứ tự lần lượt là: biên thượng lưu (X_{min}) được gán là điều kiện biên áp suất với chiều cao cụ thể của cột nước tràn H: $X_{min} \equiv P$ (Hydrostatic Pressure), biên hạ lưu (X_{max}) là biên của dòng chảy ra (Outflow) sẽ được gán: $X_{max} \equiv O$ (Outflow), biên thấp nhất trên trục Z (đáy kênh hạ lưu) sẽ được gán điều kiện biên như một tường cứng: $Z_{min} \equiv W$ (Wall), biên cao nhất trên trục Z sẽ được gán như một biên đối xứng: $Z_{max} \equiv S$, biên theo phương Y gồm tường bên trái với $Y_{min} \equiv W$ (Wall) và tường bên phải $Y_{max} \equiv W$ (Wall). Trong đó: X là phương dọc theo chiều dòng chảy từ thượng lưu đến hạ lưu tràn; Y là phương vuông góc với

dòng chảy, từ tường cánh bên trái sang tường cánh bên phải; Z là phương thẳng đứng theo độ sâu dòng chảy.

Trong bài báo này, phần mềm Flow-3D đã được áp dụng thử nghiệm nhằm xác định vận tốc dòng chảy và phân bố áp suất trên mặt đập tràn của thủy điện Đồng Nai 2. Các mô hình dòng rối khác nhau sẽ được tính toán với lưu lượng qua đập tràn là $Q = 150.76 \text{ l/s}$ và cột nước tràn $H = 0.232 \text{ m}$. Kết quả tính toán của 4 mô hình dòng chảy rối được thể hiện trong các mục dưới đây. Dựa trên kết quả tính toán, các tác giả sẽ lựa chọn mô hình dòng rối tốt nhất phục vụ việc mô phỏng dòng chảy qua tràn.

3.1. Vận tốc dòng chảy

Nhà máy thủy điện Đồng Nai 2 là bậc thang thứ 3 trên sông Đồng Nai, có nhiệm vụ chính là khai thác tiềm năng thủy điện, kết hợp sử dụng tổng hợp nguồn nước và đảm bảo chống lũ cho hạ du. Tràn tổng thể của công trình thủy điện Đồng Nai 2 là đập tràn thực dụng mặt cắt hình cong không chân không. Toàn bộ đập tràn gồm 5 khoang, chiều rộng mỗi khoang 15m, trụ pin và mố bên phía thượng lưu dạng lượn tròn, phía hạ lưu vuông góc, chiều dày trụ pin và mố bên là 3,5m, có bố trí khe van. Việc tính toán chính xác vận tốc dòng chảy qua đập tràn đóng một vai trò vô cùng quan trọng, đảm bảo an toàn của cả hệ thống công trình. Kết quả tính toán vận tốc dòng chảy được trình bày trong bảng và đồ thị dưới đây.



Hình 3: So sánh: a) vận tốc và b) áp suất thực đo với tính toán bằng các mô hình dòng rối

Bảng 1: So sánh giữa giá trị vận tốc thực đo và tính toán bằng 4 mô hình dòng rối

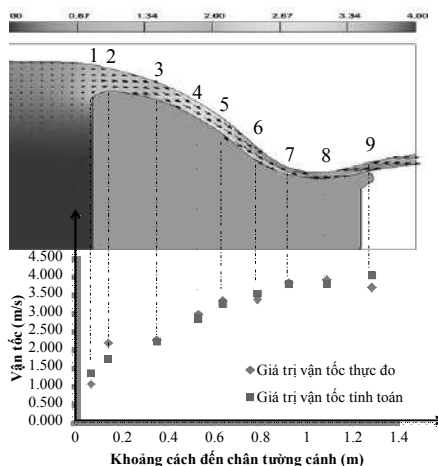
Mô hình dòng rối		RNG	K	K-epsilon	LES
Chỉ tiêu so sánh	Hệ số Nash	0.86	-1.53	0.84	0.72
	X_{tb}	10.9%	42.6%	11.4%	15%

Có thể thấy rằng, mô hình Flow-3D cung cấp một góc nhìn dễ dàng và đầy đủ hơn về trường vận tốc dòng chảy qua tràn, so với mô hình vật lý, thông qua việc mô phỏng dòng chảy theo 3 chiều x, y, z . Hình 3a và bảng 1 cho thấy, mô hình dòng rối RNG và

K-epsilon đều cho kết quả tốt, trong đó mô hình dòng rối RNG có kết quả tốt nhất. Bảng 2 tổng hợp giá trị vận tốc đo đặc trên mô hình vật lý và kết quả tính toán bằng mô hình RNG trong Flow-3D tại 9 điểm trên mặt tràn.

Bảng 2: Các giá trị vận tốc thực đo và tính toán theo mô hình RNG

TT	Vận tốc thực đo (m/s)	Vận tốc tính toán (m/s)			
		u	v	w	Vận tốc tổng hợp
1	1.016	1.071	0.006	0.737	1.300
2	2.140	1.692	-0.002	0.187	1.702
3	2.212	1.962	-0.003	-0.957	2.183
4	2.922	2.010	0.003	-1.956	2.805
5	3.288	2.030	0.012	-2.508	3.208
6	3.320	2.373	0.006	-2.560	3.491
7	3.790	3.410	-0.036	-1.534	3.739
8	3.859	3.744	-0.028	-0.059	3.744
9	3.650	3.693	-0.010	1.501	3.986



Hình 4: So sánh vận tốc thực đo và tính toán theo mô hình RNG

Bảng 2 cho thấy: Vận tốc u theo phương X có xu hướng tăng dần dọc theo chiều dài dòng chảy đến trước mũi hắt. Vận tốc v theo phương Y có giá trị rất nhỏ, không ảnh hưởng nhiều đến vận tốc tổng hợp. Điều này là phù hợp bởi vị trí các điểm đo nằm giữa tràn, ít chịu ảnh hưởng của trụ pin, hướng dòng chảy vuông góc với trục Y. Ngoài ra, do tính chất đối xứng của tràn theo phương Y nên trường vận tốc tại các mặt cắt ở giữa là gần như nhau, trừ những mặt cắt sát trụ pin. Hình 4 mô tả sự thay đổi về hướng của vận tốc dòng chảy trên tràn và mũi hắt. Vận tốc w theo phương Z có những giá trị âm và

đương xen lẫn nhau thể hiện những hướng chuyển động khác nhau. Những giá trị âm là phù hợp, phản ánh rõ tính chất rơi của dòng chảy khi ở vị trí mái tràn (từ V3 đến V8). Mặt khác, những giá trị dương là do ảnh hưởng của thiết kế tràn với phần vát phía trước tràn (V1, V2) và mũi hắt (V9) làm vận tốc tại những vị trí này có hướng lên trên. Hình 4 so sánh kết quả tính toán vận tốc theo mô hình RNG với số liệu thực đo. Có thể thấy, các giá trị này có sự đồng nhất cao, thể hiện qua 2 chỉ tiêu: hệ số Nash là 0.86 và sai số trung bình bằng 10.9%.

3.2. Áp suất trên mặt tràn

Bảng 3: So sánh áp suất tính toán và thực đo bằng 4 mô hình dòng rối

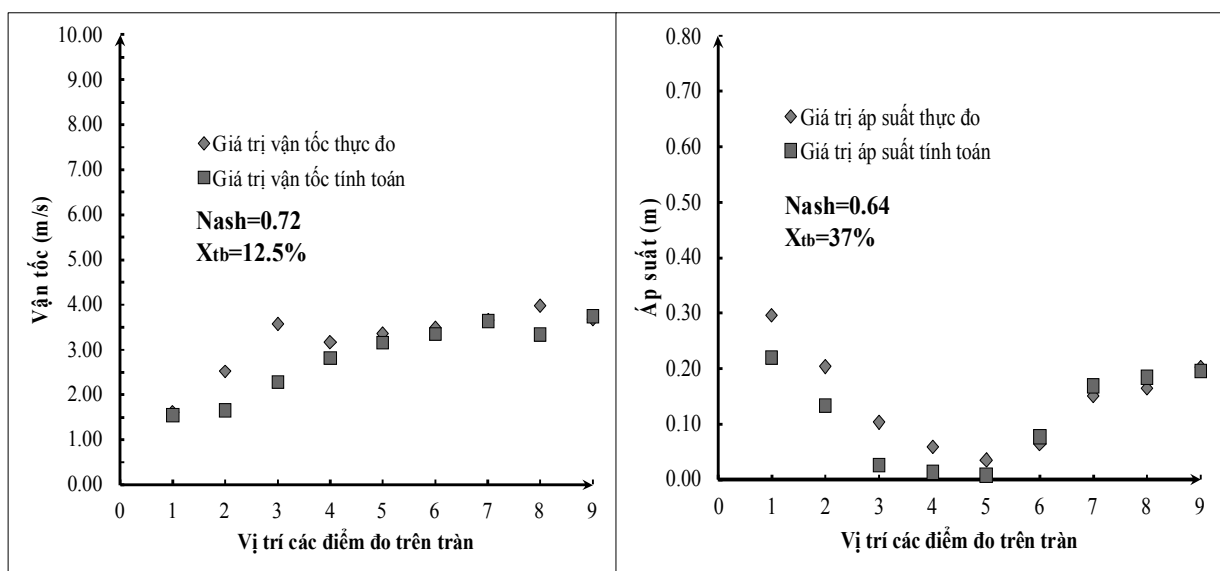
Mô hình dòng rối		RNG	K	K-epsilon	LES
Chỉ tiêu so sánh	Hệ số Nash	0.72	0.71	0.73	0.72
	X_{tb}	30%	33%	39%	35%

Từ những kết quả thu được khi mô phỏng dòng chảy qua tràn bằng các mô hình dòng rối khác nhau, có thể thấy mô hình dòng rối RNG có kết quả tốt hơn cả. Tuy nhiên, để kiểm tra tính phù hợp của mô hình trong việc mô phỏng dòng chảy qua tràn với các điều kiện khác nhau, điều kiện biên của mô hình được thay

Tương tự như vận tốc, áp suất trên tràn được đo tại 9 điểm, giá trị của nó cũng được tính toán bằng các mô hình dòng rối khác nhau và so sánh với số liệu thí nghiệm (Hình 3b). Có thể thấy rằng, cả 4 mô hình dòng rối đều cho kết quả xấp xỉ nhau, hệ số Nash dao động từ 0.71 đến 0.73 và sai số trung bình nằm trong khoảng 30-39% (Bảng 3). Giá trị áp suất nhỏ nhất xuất hiện tại điểm số 5 trên mặt tràn. Trong thực tế, áp suất trên tràn luôn là một vấn đề được quan tâm trong quá trình thiết kế và vận hành đập tràn, kết quả ở Bảng 3 cho thấy các mô hình dòng rối trong Flow-3D đã mô phỏng tương đối tốt áp suất trên tràn.

đổi và tiếp tục tính toán các giá trị vận tốc và áp suất trên mặt tràn. Kết quả tính toán với mô hình dòng rối RNG, với lưu lượng qua tràn là 184.13 l/s và cột nước $H = 0.261$ m, được thể hiện trong mục 3.3 dưới đây.

3.3. Kiểm định mô hình dòng rối RNG



Hình 5: So sánh vận tốc và áp suất thực đo với tính toán theo RNG

Kết quả tính toán vận tốc dòng chảy và cột nước áp suất trên mặt tràn so với thực đo, khi lưu lượng $Q = 184.13 \text{ l/s}$ được trình bày trong hình 6 và bảng 4. Kết quả tính vận tốc theo RNG có hệ số Nash là 0.72 và sai số trung bình chỉ 12.5%. Kết quả tính áp suất có hệ số Nash bằng 0.64 và sai số trung bình là 37%.

Sau khi kiểm định, có thể nhận thấy mô hình Flow-3D đã thành công trong việc mô phỏng dòng chảy qua đập tràn thực dụng với các cấp lưu lượng khác nhau. Các chỉ tiêu so sánh đều ở mức đạt trở lên, một số trường hợp là tốt. Tuy nhiên, kết quả tính toán áp suất có sai số cao hơn so với tính toán vận tốc.

Bảng 4: So sánh giá trị vận tốc, áp suất thực đo với kết quả tính toán theo RNG

TT	Mặt cắt	Vị trí	Vận tốc (m/s)		Cột nước áp suất (m)	
			thực đo	tính toán	thực đo	tính toán
1	V1	Điểm đầu đường cong tràn	1.612	1.550	0.2199	0.2968
2	V2	Đỉnh tràn cao nhất	2.524	1.655	0.1334	0.204
3	V3	Mái tràn	2.675	2.283	0.0262	0.1034
4	V4	Mái tràn	3.169	2.816	0.0131	0.059
5	V5	Mái tràn	3.361	3.156	0.0083	0.0354
6	V6	Mái tràn	3.484	3.352	0.0772	0.0638
7	V7	Điểm thấp nhất	3.667	3.641	0.1689	0.1516
8	V8	Cong	3.977	3.343	0.1847	0.1646
9	V9	Mũi phun	3.687	3.738	0.1959	0.202

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo đã trình bày kết quả tính toán vận tốc và áp suất trên mặt tràn thực dụng của thủy điện Đồng Nai 2, khi sử dụng bốn mô hình dòng rối khác nhau trong phần mềm Flow-3D. Mô hình RNG cho kết quả mô phỏng tốt hơn so với các mô hình còn lại là K , $K-\epsilon$ và LES . Kết quả tính toán cho thấy mô hình dòng rối RNG có sự tương quan tốt giữa giá trị vận tốc thực đo và tính toán, thể hiện qua 2 chỉ tiêu: Hệ số Nash dao động từ 0.86 đến 0.72; Sai số trung bình là 10.9%. Khi tính toán áp suất, hệ số Nash đạt từ 0.72 đến 0.64. Do hạn chế về độ dài của bài báo, ở đây các tác giả chỉ trình bày kết

quả tính toán vận tốc và áp suất để đánh giá về các mô hình dòng rối trong Flow-3D. Mô phỏng độ sâu dòng chảy qua tràn với các cấp lưu lượng khác nhau sẽ được trình bày kĩ hơn trong bài báo tiếp theo. Phương pháp nghiên cứu dòng chảy qua tràn bằng mô hình số có tính ưu việt hơn so với mô hình vật lí, bởi sự thuận tiện, hữu hiệu và chi tiết trong các thông tin có được khi phân tích dòng chảy. Mô hình Flow-3D cung cấp một góc nhìn về dòng chảy qua tràn toàn diện hơn so với mô hình vật lí. Tuy nhiên, mô hình vật lí vẫn là một công cụ hữu hiệu song hành và bổ trợ cho mô hình số cải thiện khả năng tính toán của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kumcu (2016), *Investigation of flow over spillway modeling and comparison between experimental data and CFD analysis*. KSCE Journal of Civil Engineering, No 3, pp 1-11.
- [2] Sadegh, D. K. and Parsaie, A. (2016), *Numerical modeling of flow pattern in dam spillway's guide wall. Case study: Balaroud dam, Iran*. Alexandria Engineering Journal, No 55, pp 467-473.
- [3] Kerami, E. F. and Barani, G. A. (2014), *Numerical simulation of flow over spillway based on the CFD method*. Scientia Iranica A, 21(1), pp 91-97.
- [4] *Flow-3D user's manual*.
- [5] Phạm Văn Song, (2014), *Nghiên cứu cải tiến mô tiêu năng sau cống vùng triều có khẩu diện lớn – áp dụng cho trường hợp cống Thủ Bộ*. Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 45, 146-156.
- [6] Nguyễn Công Thành, Hà Đình Phương, (2014), *Tiêu hao năng lượng của dòng chảy qua bậc nước trên mái hạ lưu đập dâng nước*. Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 46, 63-70.

PHÂN TÍCH ĐỊNH LƯỢNG VAI TRÒ CỦA RỪNG ĐỐI VỚI HIỆN TƯỢNG LŨ LỤT

Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

Phạm Thị Thu Ngân

Viện Kỹ Thuật Biển - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Lũ lụt là một trong những thiên tai nguy hiểm và phổ biến nhất trên thế giới. Do đó, quản lý rủi ro lũ lụt với vấn đề cốt lõi là giảm thiểu nguy cơ lũ lụt đã và đang nhận được sự quan tâm rất lớn từ cộng đồng, nhà quản lý và giới khoa học. Trong quản lý rủi ro lũ lụt, vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt vẫn còn là chủ đề tranh luận đầy nóng bỏng với nhiều luồng ý kiến trái chiều. Mục tiêu của Chương này nhằm tổng hợp, phân tích các nghiên cứu lượng hóa vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Đồng thời, giới thiệu điển hình nghiên cứu tại tỉnh Kon Tum. Kết quả cho thấy ảnh hưởng của rừng đến lũ lụt giữa các lưu vực sông với nhau, giữa quy mô địa phương với cấp độ toàn cầu là không giống nhau, phụ thuộc vào diện tích lưu vực cũng như mối tương tác giữa sử dụng đất, khí hậu, địa mạo và các quá trình thủy văn. Những tác động này có thể đáng kể đối với lưu vực sông nhỏ. Tuy nhiên, rất khó khăn để định lượng các tác động trên cho các lưu vực sông lớn. Đối với các lưu vực sông trên địa bàn tỉnh Kon Tum, các tác động của rừng đến dòng chảy có thể quan sát được. Với kết quả đạt được, dự kiến sẽ góp phần nâng cao hiểu biết về vai trò thực tế của rừng đối với hiện tượng lũ lụt. Qua đó, giúp các nhà quản lý xây dựng những biện pháp quản lý rủi ro lũ lụt tổng hợp thay vì chỉ đề xuất những giải pháp đơn giản (như cấm khai thác rừng, tái trồng rừng) nhằm giảm thiểu hữu hiệu nguy cơ lũ lụt.

Summary: Flooding is one of the most frequent and dangerous natural disasters in the world. Therefore, flood risk management has received great attention from the community, regulators and scientists. Even so, the role of forests in floods is a hot topic of debate with mixed opinions. The objective of this Chapter is to synthesize and analyze studies on quantifying the role of forests in flooding in the world as well as in Vietnam. In addition, we present a case study in Kon Tum province, Vietnam. The results show that the effects of forests on river basin flooding from local to global scales are not similar, but depend on the catchment area as well as the interactions between land use, climate, geomorphology and hydrological processes. These effects can be significant for small river basins. However, it is difficult to quantify the above impacts for large river basins. For river basins in Kon Tum province, impacts of forests on runoff can be observed. With the results achieved, it is expected to improve understanding on the role of forests in flooding. Thereby, it helps managers to develop integrated flood risk management measures instead of just proposing single solutions (such as banning forest exploitation, promoting reforestation) to effectively reduce risk of flooding.

1. GIỚI THIỆU

Lũ lụt là một trong những thiên tai tàn phá và gây thiệt hại nặng nề nhất cho con người

(Wilby and Keenan, 2012). Theo thống kê, lũ lụt chiếm 40% tổng số các thiên tai xảy ra trong giai đoạn 1985 - 2009 (Ferreira et al.,

2011), ảnh hưởng đến khoảng 20 - 300 triệu người mỗi năm (Hirabayashi and Kanae, 2009), gây thiệt hại ước tính hơn 285 tỉ USD (EM-DAT, 2012) trong giai đoạn 2000 - 2011. Một thực tế là gần đây lũ lụt đang trở nên khốc liệt hơn, ảnh hưởng đến các khu vực địa lý rộng lớn hơn và tác động ngày càng lớn hơn đến con người (Tomaszewski, 2015). Lũ lụt tiếp tục là mối quan tâm ở nhiều nơi trên thế giới (Jha et al., 2012). Báo cáo đánh giá lần thứ tư của Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC AR4) đã chỉ ra rằng lũ lụt có thể là mối quan tâm chính trong bối cảnh biến đổi khí hậu (Solomon et al., 2007). Như vậy, có thể nhận định rằng lũ lụt hiện đang là một trong những mối đe dọa lớn nhất đối với an sinh xã hội và phát triển bền vững.

Trải qua một thập kỷ quốc tế giảm nhẹ thiên tai (IDNDR) từ năm 1990 đến 1999, người ta nhận thấy mô hình quản lý lũ lụt dưới dạng phòng chống lũ lụt đã không còn phù hợp (UNDRO, 1991; Plate, 1999). Bảo vệ tuyệt đối người dân trước lũ lụt là giải pháp bất khả thi và không bền vững, bởi vì chi phí cao và thiếu tính chắc chắn. Thay vào đó, cách tiếp cận quản lý rủi ro lũ lụt được đánh giá là phù hợp hơn và hiện đang nhận được sự quan tâm ngày càng lớn trong nghiên cứu lũ lụt (Hall, 2003; Hooijer et al., 2004). Quản lý rủi ro lũ lụt là sự phân tích, đánh giá, giảm thiểu rủi ro lũ lụt dưới góc nhìn xã hội mang tính chất toàn diện và liên tục (Schanze et al., 2006). Tính toàn diện nghĩa là cần xem xét hệ thống rủi ro lũ lụt một cách toàn diện nhất có thể. Tính liên tục nghĩa là cần đánh giá liên tục các rủi ro lũ lụt, tính chất thay đổi của chúng và ảnh hưởng của các hoạt động giảm thiểu rủi ro lũ lụt. Các chính sách về môi trường hiện nay tại nhiều quốc gia trên thế giới đã bắt đầu chuyển từ phòng chống lũ lụt sang quản lý rủi ro lũ lụt.

Sau những thiệt hại ngày càng nặng nề về người và của do lũ lụt gây ra ở các vùng đồng bằng, nhất là khu vực châu Á, phản ứng phổ biến đó là đổ lỗi cho việc quản lý không tốt ở

vùng cao và nạn chặt phá rừng ở những lưu vực sông quan trọng ở miền núi đã gây ra những thảm họa cho vùng đồng bằng. Điều này xuất phát từ tri thức truyền thống cho rằng rừng là một “miếng bọt biển” khổng lồ, thấm hút nước khi có nhiều mưa và tiết ra từ từ vào lúc cần thiết nhất trong những tháng khô hạn của năm. Cũng chính vì những quan niệm này, đã làm hạn chế tầm nhìn của những người ra quyết định, dẫn đến việc quá tập trung vào việc tái trồng rừng và bảo vệ rừng mà không tập trung vào quản lý lưu vực sông một cách toàn diện. Bởi lẽ, mặc dù lưu vực sông đầu nguồn là hệ thống thủy văn đặc biệt ổn định, nhưng tính phức tạp của các yếu tố môi trường khiến con người khó có thể phân biệt được những tác động của sử dụng đất đối với những hiện tượng và các quá trình của tự nhiên. Để vượt qua rào cản này, đòi hỏi cần phải nghiên cứu sâu rộng hơn về mối quan hệ giữa rừng với hiện tượng lũ lụt thông qua trả lời các câu hỏi: (1) Rừng có vai trò thế nào trong việc giảm thiểu tình trạng lũ lụt? (2) Làm thế nào định lượng vai trò đó? Đồng thời, phải xem xét lại những hạn chế trong quản lý lưu vực sông đầu nguồn và vai trò của quản lý lưu vực sông hay vùng đồng bằng ngập lũ trong việc giảm thiểu các tác động liên quan đến lũ (FAO and CIFOR, 2005), tránh cường điệu hóa vai trò giảm thiểu lũ lụt của rừng mà đề xuất những giải pháp quá đơn giản (như áp dụng các lệnh cấm khai thác gỗ, hoặc thực hiện những chương trình tái trồng rừng lớn). Muốn vậy, trước hết nhà ra quyết định cần phải có một cái nhìn khách quan về các mối quan hệ giữa rừng và nước, sao cho có thể phân biệt được những điều không có thực và nhận thức truyền thống với thực tế và khoa học đúng đắn. Dựa vào những hiểu biết tốt hơn về các quá trình tự nhiên và các mối quan hệ giữa hoạt động sử dụng đất và thủy văn, mới có thể xây dựng được những biện pháp hiệu quả hơn nhằm giảm thiểu mức độ thiệt hại của lũ lụt. Ở khía

cạnh khoa học, Evans et al. (2004), Camorani et al. (2005), Evrard et al. (2007) cho rằng vấn đề cốt lõi trong quản lý rủi ro lũ lụt đó là cần phải giảm thiểu mỗi nguy cơ lũ lụt tiềm tàng mà trước hết là định lượng tác động của thay đổi sử dụng đất đến hiện tượng lũ lụt trên lưu vực sông.

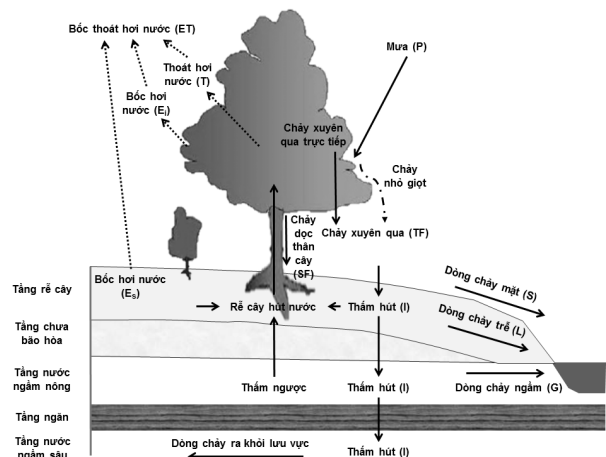
Xuất phát từ những lập luận trên, mục tiêu của Chương này được xác định bao gồm: (1) Nghiên cứu lý thuyết về chu trình thủy văn của rừng, phương pháp định lượng; (2) Tổng hợp tình hình nghiên cứu lượng hóa vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt trên thế giới và tại Việt Nam; (3) Đánh giá định lượng tác động của thay đổi sử dụng đất (rừng) đến dòng chảy trên địa bàn tỉnh Kon Tum; (4) Rút ra kết luận và đề xuất về vấn đề định lượng vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt.

2. LÝ THUYẾT VỀ CHU TRÌNH THỦY VĂN CỦA RỪNG, PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH LƯỢNG

2.1. Chu trình thủy văn của rừng

Chu trình thủy văn của một hệ sinh thái rừng nhiệt đới được trình bày như Hình 1. Tùy thuộc vào vị trí địa lý, lượng giáng thủy có thể là mưa (P), sương mù, tuyết. Tại phần lớn khu vực nhiệt đới và ôn đới, mưa là hình thức phổ biến nhất của giáng thủy. Sự ngưng tụ của hơi nước dưới dạng sương mù có thể giữ vai trò quan trọng ở khu vực miền núi. Do một phần lượng nước mưa bị giữ lại hoặc bay hơi bởi tán cây, nên chỉ có một phần lượng mưa rơi xuống và đi vào lòng đất. Ở trong đất, nước có thể được hút lên thông qua rễ cây hoặc bổ cập vào tầng nước ngầm, hình thành dòng chảy ngầm hoặc đi vào dòng chảy sông suối. Tóm lại, ba con đường di chuyển của mưa khi rơi xuống tán rừng bao gồm (i) một phần nhỏ nước mưa đi thẳng xuống tầng đáy rừng mà không qua lá hoặc thân, gọi là lượng chảy xuyên qua trực tiếp, (ii) một phần nhỏ nước mưa chảy dọc thân cây, gọi là lượng chảy dọc thân cây (SF), một ít sẽ bốc hơi trở lại bầu khí quyển, (iii) các

phần còn lại của nước mưa chạm tầng tán và tiếp tục rơi xuống dưới dạng nhỏ giọt, gọi là lượng chảy nhỏ giọt hoặc bị bốc hơi sau đó. Lượng bốc hơi của nước mưa trên tán lá, cành cây, thân cây bằng hiệu số giữa tổng lượng mưa và lượng mưa ròng, được gọi là sự thất thoát của lượng mưa do giữ lại (E_i). Nói chung, không thể phân biệt giữa lượng chảy nhỏ giọt và lượng chảy xuyên qua trực tiếp, vì vậy chúng thường được gọi chung là lượng chảy xuyên qua (TF). Có thể biểu diễn phương trình cân bằng nước cho rừng như sau: $P = TF + SF + E_i$.



Hình 1: Chu trình thủy văn trong rừng nhiệt đới (phỏng theo Bruijnzeel, 1990)

Sau khi mưa rơi xuống bề mặt đất, nước có thể di chuyển theo các con đường khác nhau và chỉ có một phần nhỏ góp phần vào lưu lượng dòng chảy. Một phần nhỏ sẽ bốc hơi vào khí quyển từ xác bã, đất (E_s). Trong các khu rừng rậm, E_s thường nhỏ, nhưng lại lớn trong rừng những khu rừng thưa thớt, rừng rụng lá trong thời kỳ rụng lá. Một tỷ lệ lớn lượng mưa đi xuống đất được hút lên bởi các thảm thực vật, thất thoát qua quá trình thoát hơi nước (T). Tổng của E_i , E_s và T được gọi là lượng bốc thoát hơi nước (ET). Nếu khả năng thấm nước của đất nhỏ hơn so với lượng mưa ròng xuống đáy rừng, lượng nước thừa sẽ tạo thành dòng chảy ngầm (I). Trong các khu rừng không bị xáo trộn, quá trình này xảy ra thường xuyên do tính dẫn thủy lực cao của các tầng đất mặt.

Khả năng thấm của đất thường giảm dần theo chiều sâu, có nghĩa là hầu hết lượng nước sẽ thấm xuống cho đến khi gặp chướng ngại vật như đất sét không thấm nước, khi đó nó sẽ bị lệch sang hai bên, tạo thành dòng chảy trễ (L). Khi lớp đất phía trên trở nên bão hòa, lượng mưa đến các vùng bão hòa sẽ tạo thành dòng chảy mặt (S). Lượng nước trong đất đi vào sông suối thông qua dòng chảy trễ, chiếm một phần đáng kể của dòng chảy ngầm (G). Tùy thuộc vào độ dẫn thủy lực dọc và ngang, độ ẩm của đất và độ dốc, lượng S, L, G sẽ chiếm tỉ lệ khác nhau theo từng lưu vực.

Quá trình định tuyến dòng chảy qua các con đường khác nhau có ý nghĩa quan trọng đối với hiện tượng lũ lụt trong mùa lũ và dòng chảy mùa kiệt của sông suối. Do đó cần xem xét đặc biệt tác động của rừng và quản lý rừng đến số lượng và phân bố của lượng nước trong đất và trong sông suối của lưu vực sông.

2.2 Phương pháp định lượng

Có thể phân loại các nghiên cứu khoa học thành 2 dạng: nghiên cứu định lượng và định tính. Nói chung, nghiên cứu định lượng sử dụng toán học để nghiên cứu các hiện tượng, trong khi nghiên cứu định tính sử dụng các mô tả văn bản hoặc tường thuật để nghiên cứu các hiện tượng. Dưới góc độ kinh tế, đánh giá tác động là nỗ lực tìm hiểu xem liệu những thay đổi về lợi ích có thực sự do dự án hoặc chương trình mang lại hay không (Khandker et al., 2010). Có hai loại đánh giá tác động định lượng: “ex post” và “ex ante” (Khandker et al., 2010). Đánh giá tác động “ex post” đo lường tác động tích lũy thực sự của những người hưởng lợi do sự can thiệp của chương trình. Trong khi đó, ngược lại, đánh giá tác động “ex ante” nhằm dự báo các tác động của các chương trình và chính sách trong tương lai, dựa trên hoàn cảnh hiện tại của khu vực nghiên cứu, và có thể bao gồm các mô phỏng dựa trên các giả định về cách thức hoạt động của nền kinh tế.

Dựa trên định nghĩa trên, xét dưới góc độ môi trường đề cập trong chương này, có thể hiểu đánh giá tác động là nỗ lực tìm hiểu xem liệu những thay đổi về rừng (diện tích, phân bố không gian, chất lượng, động thái, ...) có ảnh hưởng thế nào đến hiện tượng ngập lụt hay không. Phương pháp đánh giá tác động “ex ante” được sử dụng với hàm ý dự báo các tác động của sự thay đổi về rừng (diện tích, phân bố không gian, chất lượng, động thái, ...) đến hiện tượng ngập lụt sử dụng các công cụ mô phỏng dựa trên hoàn cảnh hiện tại của khu vực nghiên cứu.

3. LƯỢNG HÓA VAI TRÒ CỦA RỪNG ĐỐI VỚI HIỆN TƯỢNG LŨ LỤT

3.1. Những nghiên cứu ở cấp độ khu vực

Nhận thức về vai trò của rừng đối với lũ đã có từ đầu thế kỉ XX với nghiên cứu của Pinchot (1905). Theo đó, tác giả đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm với kết quả cho thấy đối với sườn dốc trơn trượt, không có cây thì lượng nước mưa thấm xuống đất không quá 50%. Ngược lại với trường hợp ở trong rừng. Điều này dẫn đến là chỉ trong thời gian ngắn, rất nhiều nước đổ dồn về các suối, đó là lý do vì sao có hiện tượng lũ. Như vậy, có thể nói rằng là rừng có vai trò ngăn ngừa lũ. Tuy nhiên, tác động tích cực này (của rừng đối với lũ) chỉ đáng kể khi diện tích rừng che phủ phần lớn lưu vực sông của dòng chảy. Hơn nữa, rừng không thể ngăn chặn được tất cả các trận lũ. Lớp đất bề mặt của rừng có thể ảnh hưởng đến dòng chảy chỉ với điều kiện chưa bão hòa nước. Bởi vì khi nền đất rừng bị bão hòa thì nước mưa rơi xuống sẽ chảy nhanh như chảy trên mặt đất trống.

Người ta thường tin rằng rừng là cần thiết cho việc điều hòa dòng suối và giảm lượng chảy tràn, điều này đúng trong chừng mực nào đó. Nhưng trên thực tế thì rừng có khuynh hướng tiêu thụ nước một cách quá mức, trái ngược với những quan niệm trước đây (FAO, 2003). Một lượng nước mưa đáng kể (khoảng

35%) bị các tán rừng nhiệt đới chặn lại và bốc hơi vào không khí, không đóng góp vào nguồn nước tích trữ trong đất rừng. Phần lớn nước ngấm xuống đất lại được chính cây rừng sử dụng. Điều này có thể khiến cho một số người tin rằng trồng rừng hoặc tái trồng rừng trên diện rộng sẽ làm tăng thêm các dòng chảy vào mùa khô (Hamilton and Pearce, 1987). Vì vậy thay thế lớp phủ rừng bằng các mục đích sử dụng đất khác hầu như sẽ luôn làm tăng dòng chảy suối và hiện tượng chảy tràn. Dòng chảy suối và chảy tràn sẽ dẫn trở lại mức độ ban đầu nếu trồng lại rừng trên khu vực đó.

Các nghiên cứu ở châu Mỹ (Hewlett and Helvey, 1970), và Nam Phi (Hewlett and Bosch, 1984) nằm trong số những nghiên cứu đầu tiên đặt ra vấn đề về mối quan hệ giữa sự chuyển đổi rừng với hiện tượng lũ lụt. Các nghiên cứu ở Himalaya chỉ ra rằng khả năng thấm lọc nước của đất có rừng (cao hơn so với không có rừng) là không đủ ảnh hưởng tới những trận lũ lớn ở vùng hạ lưu (Gilmour et al., 1987; Hamilton, 1987). Thay vào đó, các yếu tố chính ảnh hưởng đến hiện tượng lũ lớn với các trận mưa trên diện rộng là: (i) điều kiện địa mạo của khu vực và (ii) lượng mưa trước đó. Ngay cả ở cấp độ cục bộ, hiệu quả điều tiết cũng chủ yếu phụ thuộc vào độ dày, cấu trúc và độ bão hòa trước đó của đất. Lớp đất mỏng thì dòng chảy sẽ nhanh. Như vậy,

các chương trình trồng rừng đại trà thường vẫn được coi là giải pháp đơn giản để phòng tránh lũ, sẽ không có tác dụng như mong đợi, mặc dù nó có thể tạo ra nhiều lợi ích khác (Hamilton and Pearce, 1987).

Tại Mỹ, những nghiên cứu về tác động của những thay đổi sử dụng đất lên hiện tượng lũ lụt thường được thực hiện ở những lưu vực sông nhỏ (100 - 1.000 ha) và thường chỉ xét đến các tác động của một sự thay đổi duy nhất đó là thảm thực vật (ví dụ từ rừng chuyển thành đồng cỏ) (Douglass and Swank, 1975). Những thí nghiệm này không xem xét đến thực tế sử dụng đất đa mục tiêu trên toàn bộ lưu vực sông. Vì vậy, việc ngoại suy các kết quả nghiên cứu từ các tiểu lưu vực sông cho toàn bộ lưu vực sông là không phù hợp và sẽ dẫn đến sai lệch. Tổng quan những nghiên cứu trước đây cho thấy những ảnh hưởng của việc sử dụng đất lên hiện tượng lũ lụt chỉ quan sát được ở những lưu vực sông tương đối nhỏ (Bảng 1). Ở những lưu vực sông lớn hơn 50.000 ha, ảnh hưởng của lũ lụt được dàn đều cho các tiểu lưu vực sông khác nhau khi có bão đi qua. Mặc dù sóng lũ từ những tiểu lưu vực sông khác nhau thường không tới lưu vực sông chính cùng một lúc, song những đợt sóng lũ đơn lẻ đó vẫn có thể có ảnh hưởng nhỏ hoặc không tích lũy.

Bảng 1: Các tác động của sử dụng đất theo quy mô không gian (Kiersch, 2001)

Tác động	Diện tích lưu vực sông (km ²)						
	0,1	1	10	100	1.000	10.000	100.000
Lưu lượng trung bình	x	x	x	x	-	-	-
Lưu lượng đỉnh	x	x	x	x	-	-	-
Lưu lượng nước ngấm	x	x	x	x	-	-	-
Tích nạp nước ngấm	x	x	x	x	-	-	-
Bồi lắng	x	x	x	x	-	-	-
Dinh dưỡng	x	x	x	x	x	-	-
Chất hữu cơ	x	x	x	x	-	-	-
Mầm bệnh	x	x	x	-	-	-	-

Tác động	Diện tích lưu vực sông (km ²)						
	0,1	1	10	100	1.000	10.000	100.000
Nhiễm mặn	x	x	x	x	x	x	x
Thuốc trừ sâu	x	x	x	x	x	x	x
Kim loại nặng	x	x	x	x	x	x	x
Chế độ nhiệt	x	x	-	-	-	-	-

Ghi chú: x → tác động thấy được, - → tác động không thấy được

Đối với lưu vực sông vùng nhiệt đới, Costa et al. (2003) phát hiện ra rằng nếu tỉ lệ phá rừng chiếm khoảng 30% diện tích lưu vực sông Tocantins thuộc Amazon sẽ làm gia tăng lưu lượng trung bình năm khoảng 24%. Về mối quan hệ giữa sử dụng đất và lũ lụt, Niehoff et al. (2002) cho rằng ảnh hưởng của sử dụng đất lên dòng chảy lũ chỉ xảy ra trong những cơn bão có cường độ mưa cao tại lưu vực sông ở quy mô vừa thuộc nước Đức. Theo đó, đối với những trận mưa ngắn, cường độ cao, ảnh hưởng này dễ nhận thấy nhất, ngược lại ảnh hưởng này không rõ rệt đối với những trận mưa dài, cường độ thấp. Trong khi đó, Wegehenkel (2002) xem xét tác động của việc trồng rừng và đi đến kết luận rằng rừng có tác dụng làm giảm đáng kể lưu lượng dòng chảy và tăng lượng bốc thoát hơi nước tại lưu vực sông ở quy mô vừa tại Đông Đức.

3.2 Những nghiên cứu ở phạm vi toàn cầu

Bradshaw et al., (2007) cung cấp bằng chứng đầu tiên có quy mô toàn cầu về mối liên

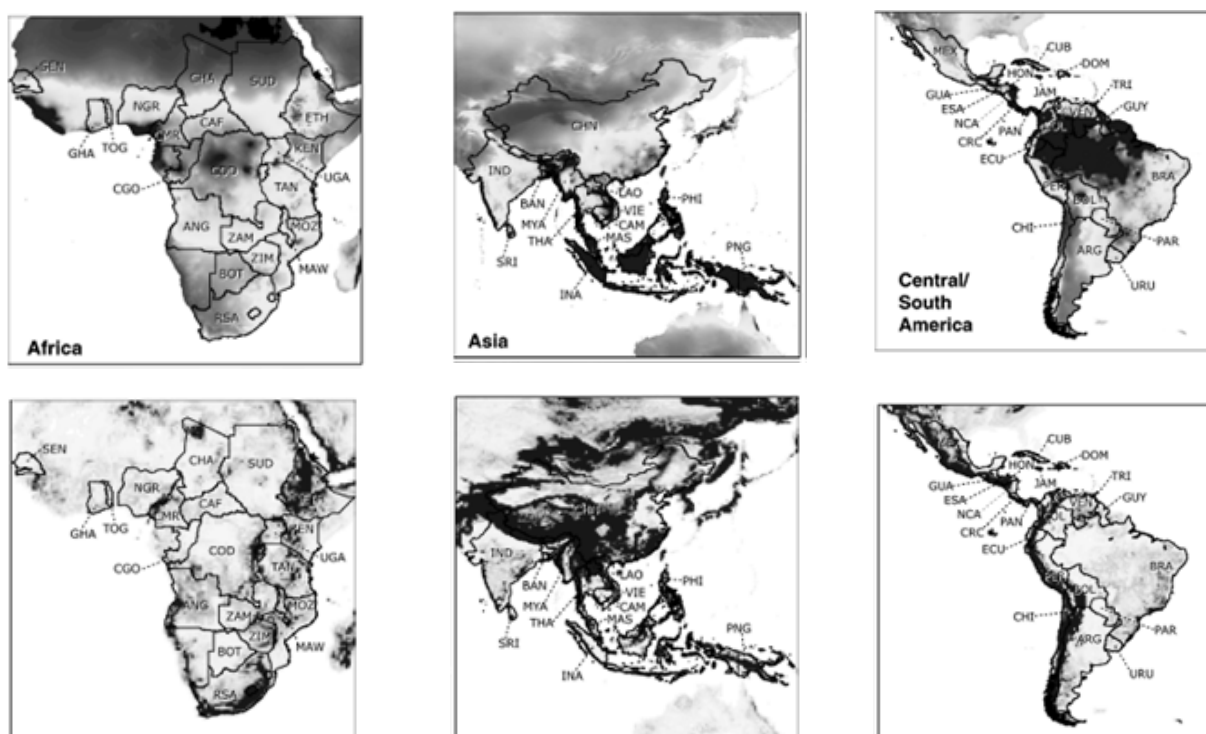
hệ giữa diện tích rừng tự nhiên và tỷ lệ suy giảm của nó với nguy cơ lũ lụt và mức độ nghiêm trọng của lũ lụt ở các nước đang phát triển, nơi lũ lụt đã, đang và sẽ tiếp tục tác động đến sức khỏe con người và kinh tế. Nhóm tác giả sử dụng dữ liệu thu thập từ năm 1990 đến 2000 (xem Hình 2, Hình 3), tại 56 nước đang phát triển ở châu Phi, châu Á và Trung/ Nam Mỹ, để xác định vai trò của rừng đi với hiện tượng lũ lụt thông qua kiểm định hai giả thuyết chính: (i) tần suất rủi ro lũ lụt tăng lên khi giảm độ che phủ rừng tự nhiên và (ii) mức độ nghiêm trọng của lũ lụt (tính theo thời gian lũ lụt, số người thiệt mạng hoặc di dời, và thiệt hại cơ sở hạ tầng) cao hơn khi độ che phủ rừng tự nhiên thấp hơn.

Để đạt được mục tiêu trên, nghiên cứu sử dụng cách tiếp cận thống kê với hai mô hình là tuyến tính tổng quát (generalized linear model) và hỗn hợp (mixed-effects model) nhằm xây dựng bộ mô hình tiên nghiệm cho việc kiểm định giả thuyết (xem Bảng 2).





Hình 2: Tỷ lệ che phủ rừng tự nhiên (Bên trên), Tỷ lệ mất rừng (Bên dưới) từ 1990 - 2000 của các quốc gia châu Phi, châu Á và Trung/ Nam Mỹ (Bradshaw et al., 2007). Ghi chú: Màu xám biểu thị các quốc gia không có số liệu. Giá trị tăng dần theo thang màu (từ nhạt đến đậm)



Hình 3: Lượng mưa trung bình hàng năm từ 1990 - 2000 (Bên trên), Độ dốc trung bình (Bên dưới) của các quốc gia châu Phi, châu Á và Trung/ Nam Mỹ (Bradshaw et al., 2007).

Ghi chú: Giá trị tăng dần theo thang màu (từ nhạt đến đậm)

Chữ viết tắt tên quốc gia: ANG, Angola; BOT, Botswana; CMR, Cameroon; CAF, Cộng hòa Trung Phi; CHA, Chad; CGO, Congo; CDO, Cộng hòa Dân chủ Congo; ETH, Ethiopia; GHA, Ghana; KEN, Kenya; MAW, Malawi; MOZ, Mozambique; NGR, Nigeria; RSA, Cộng hòa Nam Phi; SEN, Senegal; SUD, Sudan; TAN, Tanzania; TOG, Togo; UGA, Uganda; ZAM, Zambia; ZIM, Zimbabwe; BAN, Bangladesh; CAM, Campuchia; CHN, Trung Quốc; IND, Ấn Độ; INA, Indonesia; LAO, Lào; MAS, Malaysia; MYA, Myanmar; PHI, Philippines; PNG, Papua New Guinea; SRI, Sri Lanka; THA, Thái Lan; VIE, Việt Nam; ARG, Argentina; BOL, Bolivia; BRA, Brazil; CHI, Chile; COL, Colombia; CRC, Costa Rica; CUB, Cuba; DOM, Cộng hòa Dominicana; ECU, Ecuador; ESA, El Salvador; GUA, Guatemala; GUY, Guyana; HON, Honduras; JAM, Jamaica; MEX, Mexico; NCA, Nicaragua; PAN, Panama; PAR, Paraguay; PER, Peru; TRI, Trinidad & Tobago; URU, Uruguay; VEN, Venezuela.

Bảng 2: Bộ mô hình tiên nghiệm được sử dụng để kiểm tra mối quan hệ giữa tần suất lũ và mức độ nghiêm trọng của lũ (Bradshaw et al., 2007)

STT	Mô hình
1	Response ~ AR + RN + SL+DG + NFC + NFL + NNFC + NVC x NFL + SL x NFC + SL x NFL
2	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL + NNFC
3	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL + NNFC + NVC x NFL
4	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL + NNFC + SL x NFC
5	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL + NNFC + SL x NFL
6	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NNFC
7	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL
8	Response ~ AR + RN + SL + DG + NFC + NFL
9	Response ~ AR + RN + SL + DG
10	Response ~ 1

Ghi chú: Response, Phản ứng lũ lụt; AR, diện tích quốc gia; RN, lượng mưa trung bình hàng năm; SL, độ dốc trung bình; DG, tổng diện tích rừng bị mất; NFC, độ che phủ rừng tự nhiên; NFL, tỉ lệ mất rừng tự nhiên; NNFC, độ che phủ rừng trồng; Interactions, các mối tương tác của chúng.

Kết quả của nghiên cứu đã phát hiện tần suất lũ có mối tương quan nghịch biến với diện tích rừng tự nhiên còn lại và tương quan đồng biến với diện tích rừng tự nhiên bị mất (sau khi không chế lượng mưa, độ dốc và khu vực cảnh quan bị suy thoái). Các mô hình thống kê tốt nhất giải thích 65% sự biến đổi về tần suất lũ lụt, trong đó gần 14% là do độ che phủ rừng. Đối với mức độ nghiêm trọng của lũ, thông qua sử dụng các chỉ số đo lường (như thời gian lũ lụt, số người thiệt mạng và di dời, tổng thiệt hại) cho thấy mức độ tương quan yếu hơn với độ che phủ rừng và tỉ lệ mất rừng tự nhiên.

Tương ứng với sự suy giảm diện tích rừng tự nhiên là 10%, mô hình dự đoán tần suất lũ trung bình tăng từ 4 - 28%, thời gian lũ lụt trung bình tăng từ 4 - 8% tại các quốc gia nghiên cứu. Các mối tương quan trên cho thấy rằng mô hình toàn cầu xem xét xu hướng thay đổi diện tích giữa các quốc gia nghiên cứu có

ý nghĩa thống kê đối với hiện tượng lũ lụt. Sự suy giảm rừng có thể làm tăng hoặc làm trầm trọng thêm số lượng các thiên tai liên quan đến lũ, gây ảnh hưởng tiêu cực đến hàng triệu người nghèo, và gây thiệt hại kinh tế hàng nghìn tỷ USD trong những thập kỷ tới. Với bằng chứng ở quy mô toàn cầu đầu tiên về mối quan hệ rừng và lũ lụt tại các nước đang phát triển, đã củng cố quan điểm bảo vệ rừng ở quy mô lớn để bảo vệ phúc lợi của con người, và cho thấy rằng trồng rừng có thể góp phần giảm thiểu tần suất và mức độ nghiêm trọng của các thảm họa liên quan đến lũ.

3.3 Những nghiên cứu tại Việt Nam

Nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, với đường bờ biển dài khoảng 3.440 km, kết hợp với địa hình đa dạng và phức tạp, Việt Nam phải hứng chịu nhiều loại thiên tai khác nhau, cả khí tượng thủy văn (như lũ lụt, bão, hạn hán và mưa lớn) và địa vật lý (như sạt lở đất, đôi khi là cả động đất). Trong đó, lũ lụt là thiên tai

phổ biến nhất, gây thiệt hại nặng nề nhất. Dựa trên số liệu thống kê trong giai đoạn 1989 - 2010, xét về tần suất, cho thấy lũ lụt là thiên tai xuất hiện phổ biến nhất với 48% tổng số sự kiện thiên tai (Oanh et al., 2011). Tương tự, xét về mức độ thiệt hại, nó đứng hàng đầu, chiếm tỉ lệ lớn nhất về số người chết (67%), xếp thứ hai về số nhà cửa bị phá hủy và hư hại (33%, sau bão) trong giai đoạn trên (Oanh et al., 2011). Đây cũng là thiên tai gây thiệt hại kinh tế lớn nhất (chiếm 65%) trong giai đoạn 1990 - 2014 (UN Office for Disaster Risk Reduction, 2015).

Lũ lụt xảy ra ở khắp mọi miền của nước ta, đặc biệt là khu vực duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Cửu Long, đồng bằng sông Hồng. Tại những khu vực này, người dân đã phải học cách sống chung với lũ, đặc biệt là những người có sinh kế phụ thuộc vào chức năng sản xuất của lũ lụt hàng năm. Lũ lụt gây thiệt hại đến tài nguyên thiên nhiên, chất lượng môi trường (tổn thương hệ thống tự nhiên) và gián tiếp làm gia tăng đói nghèo (tổn thương hệ thống xã hội). Để giảm thiểu ngập lụt, nhiều chương trình môi trường như trồng rừng, bảo vệ rừng, định canh vùng cao và tái định cư đã được thực hiện kể từ năm 1990. Những biện pháp này đã đạt được những kết quả đáng kể trong việc giảm thiểu tác động tiêu cực của những trận lũ có cường độ thấp. Tuy nhiên, những biện pháp này có thể không góp phần giảm thiểu nguy cơ của những trận lũ thảm khốc đang gia tăng ở cấp độ địa phương cũng như toàn cầu.

Vai trò của rừng đối với lũ lụt được các nhà khoa học ghi nhận rất khác nhau tại các vùng miền của đất nước. Ở miền Trung, theo Tran and Shaw (2007), có bằng chứng mạnh mẽ cho thấy các biện pháp sản xuất nông nghiệp thiếu bền vững và các chương trình phát triển không phù hợp đã góp phần làm gia tăng đáng kể nguy cơ lũ lụt. Cũng tại khu vực này, nhóm tác giả Vũ Tấn Phương et al. (2008) tiến hành đánh giá tác động của rừng đến dòng chảy tại

lưu vực sông Chảy, sông Bò và sông Ba sử dụng cách tiếp cận lưu vực thông qua công cụ đánh giá đất và nước (SWAT). Kết quả nghiên cứu cho thấy sự thay đổi tỉ lệ che phủ rừng trong giai đoạn 1995 - 2005 có tác động đáng kể đến dòng chảy (mùa kiệt và mùa lũ) trên lưu vực: Độ che phủ rừng tăng thêm 20 - 25% đã làm giảm dòng chảy mùa lũ khoảng 7,5 - 9,3%; tổng lượng dòng chảy mùa kiệt tăng thêm khoảng 8,5 - 11,2%. Tuy nhiên khi che phủ rừng tăng lên khoảng 65 - 80% thì mức độ ảnh hưởng đến dòng chảy là không rõ nét.

Trong khi đó, nghiên cứu gần đây của nhóm tác giả Tran et al. (2010) tại lưu vực sông Hương cho thấy có sự thay đổi đáng kể về thảm phủ trên lưu vực trong giai đoạn 1989 - 2008 nhưng lại ảnh hưởng không đáng kể đến mực nước lũ lụt thảm khốc tại lưu vực. Trong khi đó, hơn 71% phương sai của mực nước lụt thảm khốc tại hạ lưu có liên quan đến phương sai của lượng mưa. Từ đó, tác giả kết luận rằng xu hướng gia tăng lũ lụt thảm khốc ở lưu vực sông Hương chủ yếu là do biến đổi khí hậu và sự phát triển các tuyến giao thông chính và hạ tầng đô thị ở những vùng thấp. Do vậy, các chính sách và chương trình quản lý rừng (vốn được xây dựng trên giả định rằng suy thoái rừng ở vùng cao là nguyên nhân chính gây nên thảm họa lũ lụt ở hạ lưu) cần phải được xem xét lại nhằm tránh gây nên áp lực lên người dân vùng cao.

3.4 Đánh giá tác động của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy trên địa bàn tỉnh Kon Tum

3.4.1 Thực trạng quản lý tài nguyên thiên nhiên tại tỉnh Kon Tum

Công cuộc đổi mới trong thời gian qua ở tỉnh Kon Tum, với định hướng khai thác các tiềm năng, lợi thế so sánh để phát triển, đã đem lại những kết quả trên nhiều mặt, chuyển dịch cơ cấu kinh tế đúng hướng và nền kinh tế vẫn duy trì được tốc độ tăng trưởng cao. Tốc độ tăng GDP bình quân hàng năm (2009 -

2012) là 14,18%. Tỷ trọng công nghiệp - xây dựng tăng từ 22,67% lên 25,16%, thương mại - dịch vụ từ 33,58% tăng lên 34,75%, nông - lâm nghiệp - thủy sản giảm từ 43,72% xuống 40,08% (Cục Thống kê Kon Tum, 2013). Đời sống vật chất và tinh thần của nhân dân đã được cải thiện đáng kể. GDP bình quân đầu người năm 2012 (theo giá hiện hành) đạt xấp xỉ 22,23 triệu đồng.

Bên cạnh những thành tựu về kinh tế - xã hội đã đạt được, Kon Tum vẫn đang phải đối mặt với nhiều thách thức. Vấn đề nổi bật nhất liên quan đến phát triển bền vững ở Kon Tum là kinh tế phát triển ở trình độ thấp, GDP bình quân đầu người còn thấp so với bình quân của cả nước. Đến nay kinh tế của tỉnh Kon Tum về cơ bản vẫn là kinh tế nông nghiệp với quy mô nhỏ, phân tán, hiệu quả kinh tế thấp. Trong lĩnh vực môi trường, tuy Kon Tum là tỉnh có tỷ lệ che phủ rừng cao nhất cả nước, nhưng những năm qua diện tích rừng đã bị thu hẹp để phục vụ cho tăng trưởng kinh tế và do một số tác nhân khác. Các vùng đất dốc bị xói mòn, rửa trôi và độ màu mỡ giảm sút. Nguồn nước phục vụ sản xuất và đời sống của người dân ngày càng bị ô nhiễm và thiếu hụt. Với tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa đang được đẩy mạnh, các vấn đề về sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên (TNTN), bảo vệ môi trường, giảm nghèo, nâng cao phúc lợi và bình đẳng cho nhân dân sẽ ngày càng có ý nghĩa quyết định đối với triển vọng phát triển bền vững của tỉnh, của vùng Tây Nguyên và những khu vực lân cận. Ngoài ra, công tác quản lý nhà nước, nhất là quản lý khai thác, bảo vệ tài nguyên rừng, sử dụng tài nguyên đất đai, vẫn còn nhiều bất cập. Công tác bảo vệ môi trường chưa được đẩy mạnh, ý thức bảo vệ môi trường trong xã hội chưa cao.

Tài nguyên nước, đất và rừng được xem là những nguồn TNTN cơ bản, có mối liên kết chặt chẽ với nhau, cùng giữ vai trò chính yếu trong công tác quản lý tổng hợp TNTN trên địa bàn tỉnh nhằm đạt mục tiêu phát triển bền

vững kinh tế - xã hội và môi trường. Để quản lý hiệu quả những TNTN này, nhà quản lý cần hiểu rõ bản chất, đặc điểm của từng tài nguyên, sau đó là mối tương tác qua lại giữa chúng, từ đó đưa ra các quyết định phù hợp. Muốn vậy, đòi hỏi cần phải mô hình hóa các quá trình thủy văn, sinh thái như sự thấm hút, dòng chảy mặt, dòng chảy ngầm, bốc thoát hơi nước, sự tăng trưởng cây trồng, động lực nitrat và photpho, xói mòn đất, hệ thống thoát nước, chỉnh trị nước,....

Nội dung trong phần này đề cập đến phương pháp thực hiện và các kết quả đạt được liên quan đến đánh giá định lượng tác động của thay đổi sử dụng đất (nhấn mạnh tài nguyên rừng) đến dòng chảy trên một số lưu vực chính thuộc địa bàn tỉnh Kon Tum.

3.4.2 Phương pháp thực hiện

Có rất nhiều phương pháp đánh giá ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy bao gồm kết hợp lưu vực, phân tích thống kê và mô hình thủy văn. Trong số đó, mô hình thủy văn được đánh giá là cách tiếp cận phù hợp nhất trong nghiên cứu các kịch bản. Với mục tiêu thiết kế nhằm dự báo những ảnh hưởng của thực hành quản lý sử dụng đất đến nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài, SWAT là mô hình thủy văn có khả năng mô phỏng các quá trình thủy văn diễn ra trên lưu vực. Kết quả mô phỏng từ SWAT có thể trợ giúp cho việc phân tích, đánh giá định lượng mối liên hệ giữa các tài nguyên đất - nước - rừng với nhau. Mô hình SWAT được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu thủy văn ở các lưu vực nông nghiệp trên toàn thế giới nhờ khả năng cho phép sử dụng miễn phí, nguồn dữ liệu sẵn có và giao diện thân thiện với người dùng (Arnold et al, 1998). Chính vì vậy, mô hình SWAT đã được chọn trong nghiên cứu này.

Quá trình thiết lập mô hình SWAT được thể

hiện như Hình 4, bao gồm 8 bước: (1) chuẩn bị dữ liệu, (2) phân định lưu vực, (3) định nghĩa đơn vị thủy văn, (4) chỉnh sửa cơ sở dữ liệu, (5) chạy mô hình, (6) hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, (7) xây dựng kịch bản sử dụng đất, (8) phân tích, đánh giá ảnh hưởng của các kịch bản sử dụng đất đến dòng chảy.

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2 \quad (1)$$

Trong đó, O_i là giá trị thực đo, $\bar{O}$ là giá trị thực đo trung bình, P_i là giá trị mô phỏng, $\bar{P}$ là giá trị mô phỏng trung bình, n là số lượng giá trị tính toán. Nhìn chung, mô hình được chấp nhận khi hệ số R^2 và chỉ số NSE lớn hơn 0,5 (Liew et al., 2003; Moriasi et al., 2007).

3.4.3 Thu thập dữ liệu

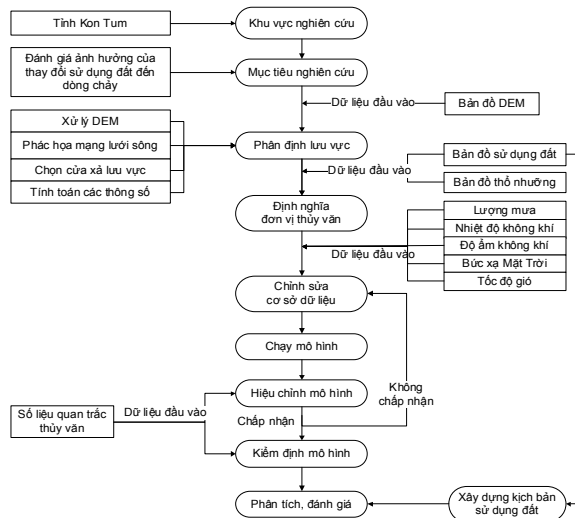
Để đánh giá kết quả mô phỏng của SWAT, hai thông số thống kê được sử dụng bao gồm hệ số xác định R^2 và chỉ số hiệu quả Nash- Sutcliffe (NSI). Công thức tính toán các hệ số này được thể hiện trong các phương trình sau đây.

$$NSI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (2)$$

SWAT là mô hình tổng quát đòi hỏi một số lượng lớn thông tin để chạy mô hình. Đối với nghiên cứu này, dữ liệu đầu vào cho quá trình mô phỏng dòng chảy trong SWAT được sử dụng bao gồm địa hình, sử dụng đất, thổ nhưỡng và thời tiết. Số liệu quan trắc lưu lượng dòng chảy được sử dụng để hiệu chỉnh và đánh giá kết quả mô phỏng từ SWAT.

Bảng 3: Dữ liệu thu thập cho mô hình SWAT

Loại dữ liệu	Mô tả dữ liệu	Nguồn dữ liệu
Bản đồ địa hình (tỉ lệ 1/25.000)	Điểm độ cao, đường đồng mức với khoảng cao đều 20m	Trung tâm Công nghệ Thông tin và Truyền thông tỉnh Kon Tum
Bản đồ sử dụng đất năm 2005 (tỉ lệ 1/100.000)	Phân chia thành 12 loại hình sử dụng đất	Trung tâm Công nghệ Thông tin và Truyền thông tỉnh Kon Tum
Bản đồ thổ nhưỡng (tỉ lệ 1/100.000)	Phân chia thành 8 nhóm đất	Trung tâm Công nghệ Thông tin và Truyền thông tỉnh Kon Tum
Số liệu khí tượng (1990 - 2012)	Lượng mưa, nhiệt độ không khí lớn nhất/nhỏ nhất, độ ẩm tương đối, số giờ nắng, tốc độ gió theo ngày	Đài Khí tượng Thủy văn Tây Nguyên
Số liệu khí tượng (1990 - 2010)	Lượng mưa, nhiệt độ không khí lớn nhất/nhỏ nhất, độ ẩm tương đối, bức xạ Mặt Trời, tốc độ gió theo ngày	Climate Forecast System Reanalysis
Số liệu thủy văn (1990 - 2011)	Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng	Đài Khí tượng Thủy văn Tây Nguyên



Hình 4: Tiến trình ứng dụng SWAT đánh giá tác động của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy trên địa bàn tỉnh Kon Tum

3.4.4 Xử lý dữ liệu theo định dạng SWAT

Trước khi chạy mô hình, tất cả những dữ liệu đầu vào trên đều đã được xử lý theo đúng định dạng yêu cầu của mô hình SWAT. Mô hình số độ cao (DEM) tỉnh Kon Tum ở độ phân giải 30 m được tạo ra thông qua quá trình chuyển đổi mô hình TIN với kết quả như Hình 5. Trước khi tiến hành tạo DEM, bản đồ địa hình đã được sửa lỗi, cập nhật thuộc tính, hiệu chỉnh về hệ tọa độ UTM WGS84 và chuyển thành mô hình TIN.

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 tỉnh Kon Tum với 12 loại hình sử dụng đất, được phân loại lại thành 12 loại sử dụng đất theo bảng mã sử dụng đất trong SWAT và hiệu chỉnh về hệ tọa độ UTM WGS84. Bảng mã này quy định mã số của các loại cây trồng, các loại hình che phủ chung, đất đô thị cùng với thuộc tính của chúng, làm cơ sở cho quá trình mô phỏng sự phát triển cây trồng, mô phỏng khu vực đô thị. Chi tiết các loại hình sử dụng đất xem trong Bảng 4 và Hình 6.

Bản đồ thổ nhưỡng của tỉnh Kon Tum với 8 nhóm đất khác nhau, đã được hiệu chỉnh về hệ tọa độ UTM WGS84 và phân loại lại theo mã loại đất của FAO74 tương ứng trong cơ sở dữ

liệu thổ nhưỡng của SWAT. Sự chuyển đổi này căn cứ vào tên loại đất, tính chất vật lý, hóa học của đất. Chi tiết dữ liệu đất của lưu vực được mô tả trong Bảng 5 và Hình 7.

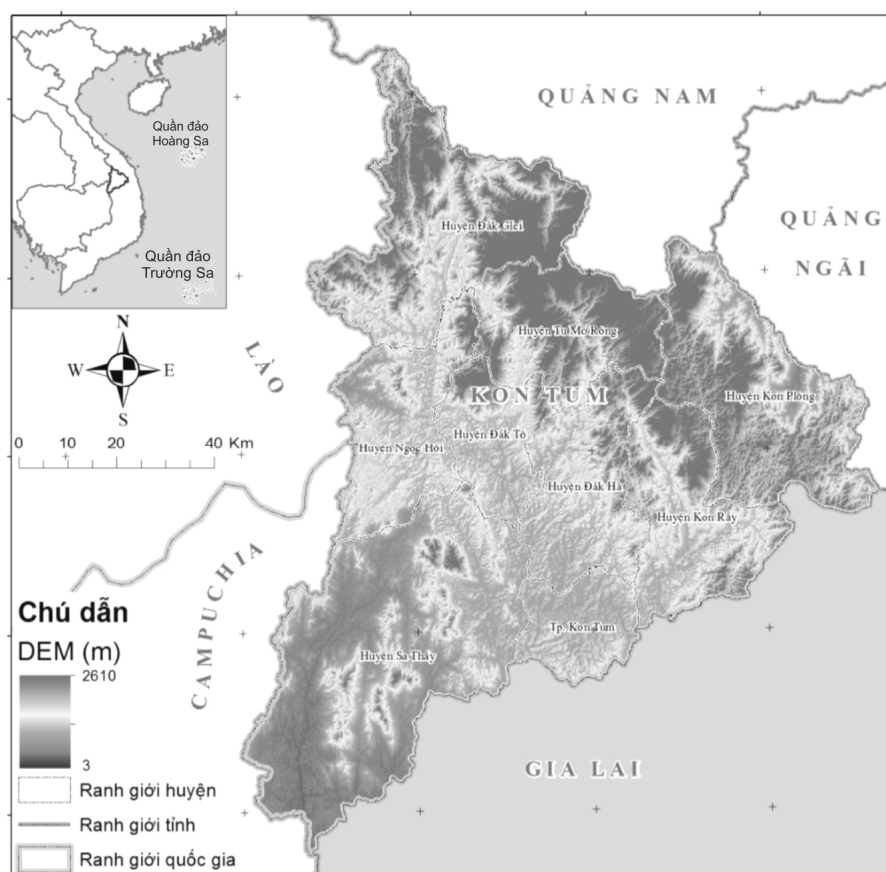
Số liệu thời tiết cần thiết cho SWAT được thu thập trong nghiên cứu bao gồm lượng mưa, nhiệt độ không khí lớn nhất/nhỏ nhất, bức xạ Mặt Trời, tốc độ gió và độ ẩm tương đối theo ngày.

- Đối với số liệu mưa và nhiệt độ, dựa trên vị trí phân bố, thời gian đo đạc và chất lượng dữ liệu, nghiên cứu đã lựa chọn và sử dụng số liệu tại các trạm đo nằm trên địa bàn tỉnh Kon Tum và phụ cận bao gồm 5 điểm đo mưa nhân dân là Đắk Glei, Sa Thày, Măng Cành, Đắk Đoa, KBang và 4 trạm khí tượng Đắk Tô, Kon Tum, Pleiku và Ya Ly nhằm phản ánh rõ nét đặc điểm khí tượng vốn phân bố rất phức tạp theo không gian trên khu vực. Nguồn cung cấp số liệu lấy từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên trong khoảng thời gian từ năm 1990 - 2012.

- Đối với các số liệu thời tiết còn lại, nghiên cứu sử dụng chuỗi số liệu trong khoảng thời gian từ năm 1990 đến 2010 tại 6 điểm dữ liệu khí hậu dạng ô lưới ($0,3^\circ \times 0,3^\circ$) lấy từ Hệ thống Phân tích, Dự báo Khí hậu (Climate Forecast System Reanalysis - CFSR) thuộc Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (The National Centers for Environmental Prediction).

- Trước khi đưa vào mô hình SWAT, số liệu thời tiết được biên tập thành các tập tin thời tiết tổng quát (chứa đựng các thông số thống kê thời tiết theo tháng, làm đầu vào cho mô hình vận hành thời tiết WXEN trong SWAT tiến hành mô phỏng thời tiết trong trường hợp khiếm khuyết số liệu quan trắc) và các tập tin thời tiết thành phần (lưu trữ giá trị quan trắc các yếu tố khí tượng).

- Đối với số liệu thủy văn, nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu quan trắc lưu lượng dòng chảy thời kỳ 1990 - 2011 tại 2 trạm Kon Plong và Đắk Mốt nhằm hỗ trợ quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT.



Hình 5: Bản đồ DEM tỉnh Kon Tum

Bảng 4: Các loại hình sử dụng đất năm 2005 tỉnh Kon Tum

STT	Tên Việt Nam	Tên trong SWAT	Mã SWAT	Diện tích (ha)
1	Đất trồng lúa (lúa nước, lúa nương)	Rice	RICE	15.228,35
2	Đất trồng cây hàng năm khác	Agricultural Land-Row Crops	AGR	48.565,94
3	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	Agricultural Land-Close-grown	AGRC	36.471,98
4	Đất trồng cây ăn quả lâu năm	Orchard	ORCD	90,12
5	Đất trồng cây lâu năm khác	Agricultural Land-Generic	AGRL	27,55
6	Rừng đặc dụng, phòng hộ	Forest-Evergreen	FRSE	289.133,21
7	Rừng sản xuất	Forest-Evergreen	FRS1	332.953,61
8	Đất ở đô thị	Residential-Medium Density	URMD	2.445,01
9	Đất ở nông thôn	Residential-Low Density	URLD	8.829,77
10	Đất chuyên dùng, nghĩa trang, nghĩa địa, phi nông nghiệp khác	Institutional	UINS	4.746,01

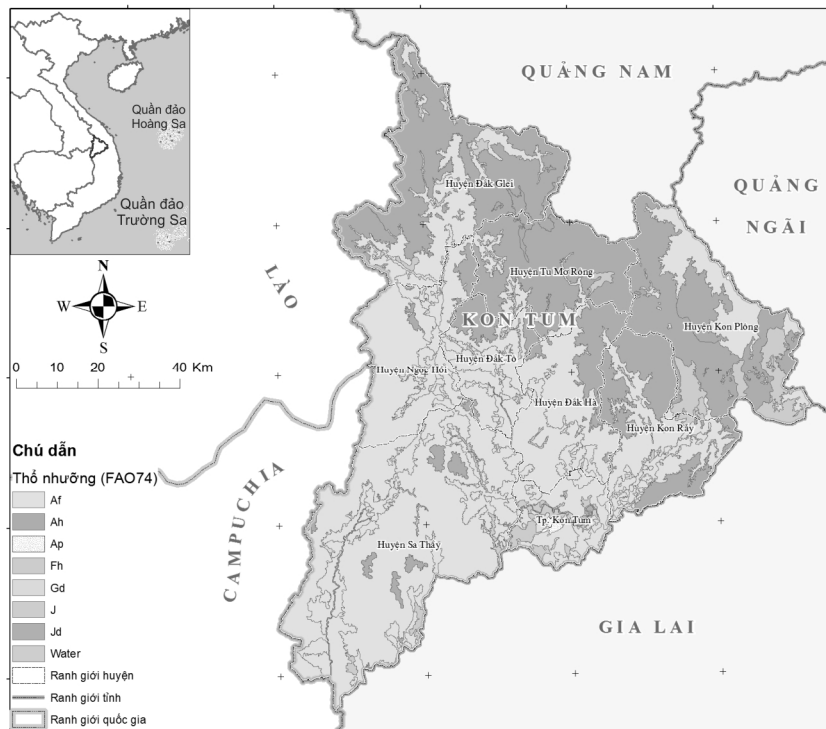
STT	Tên Việt Nam	Tên trong SWAT	Mã SWAT	Diện tích (ha)
11	Mặt nước (sông suối, đất thủy lợi, nuôi trồng thủy sản)	Water	WATR	8.933,44
12	Đất chưa sử dụng	Range-Brush	RNGB	219.766,62
Tổng số				967.191,60



Hình 6: Bản đồ sử dụng đất năm 2005 tỉnh Kon Tum

Bảng 5: Các loại đất trong tỉnh Kon Tum

STT	Tên Việt Nam	Tên theo FAO74	Mã SWAT	Diện tích (ha)
1	Đất glây chua	Dystric Gleysol	Gd	2.029,57
2	Đất mùn vàng đỏ trên núi	Humic Ferralsol	Fh	32.851,90
3	Đất phù sa chua	Dystric Fluvisol	Jd	1.297,87
4	Đất phù sa mùn	Fluvisols	J	11.933,26
5	Đất xám có tầng loang lổ	Plinthic Acrisol	Ap	1.324,34
6	Đất xám feralit	Ferric Acrisol	Af	572.935,89
7	Đất xám mùn trên núi	Humic Acrisol	Ah	337.528,41
8	Mặt nước	Water	Water	7.290,55
Tổng số				967.191,79



Hình 7: Bản đồ thổ nhượng tỉnh Kon Tum



Hình 8: Mạng lưới quan trắc khí tượng, thủy văn trên địa bàn tỉnh Kon Tum và lân cận

3.4.5 Xây dựng các kịch bản sử dụng đất

Dựa trên bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005, có thể thấy trên địa bàn tỉnh Kon Tum, phần lớn là diện tích đất rừng (rừng sản xuất, phòng hộ, đặc dụng) chiếm xấp xỉ 63%, tiếp đến là diện tích đất chưa sử dụng chiếm khoảng 23%, diện tích trồng lúa - cây hàng năm khác chiếm khoảng 6,5%, đất trồng cây công nghiệp lâu năm (cao su, cà phê,...) chiếm 3,8%, còn lại là diện tích các loại hình khác. Theo Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Kon Tum giai đoạn 2011 - 2020, định hướng đến năm 2025, phương hướng phát triển các ngành kinh tế nông lâm thủy sản, công nghiệp đã được xác định với một số điểm nổi bật như sau:

- Tập trung phát triển lúa nước 2 vụ, giảm diện tích trồng lúa rẫy, sắn và phát triển diện tích ngô nhằm đảm bảo an ninh lương thực,
- Đối với cây hàng năm, xác định các vùng sản xuất nguyên liệu chuyên canh tập trung quy mô lớn,
- Đối với cây công nghiệp lâu năm, tập trung sản xuất các sản phẩm hàng hóa, xuất khẩu chủ lực, mũi nhọn, hình thành vùng sản xuất tập trung, mô hình sản xuất như: mở rộng diện tích cây cao su, rừng nguyên liệu giấy theo quy hoạch; ổn định diện tích và tập trung thâm canh, tăng năng suất đối với cây sắn, cà phê; hình thành các vùng chuyên canh cây hàng hoá để tạo động lực thúc đẩy ngành công nghiệp chế biến,
- Trong lâm nghiệp, đẩy mạnh trồng rừng, phân đầu nâng diện tích đất có rừng đạt trên 70% tổng diện tích tự nhiên,
- Phát triển công nghiệp để từng bước thực hiện công nghiệp hoá, hiện đại hoá. Gắn quá trình phát triển công nghiệp với hình thành đô thị và đô thị hoá. Chú trọng xây dựng cơ sở hạ tầng các khu công nghiệp tập trung để thu hút đầu tư.

Dựa trên xu hướng chuyển đổi sử dụng đất

hiện tại và định hướng phát triển kinh tế trong tương lai, nghiên cứu này giả định tồn tại 3 kịch bản sử dụng đất trong tương lai để xem xét tác động của thay đổi sử dụng đất lên dòng chảy trên khu vực: Kịch bản 1 giả định toàn bộ diện tích đất chưa sử dụng sẽ chuyển đổi thành rừng sản xuất nhằm mục tiêu bảo vệ môi trường. Khi đó, diện tích rừng sản xuất sẽ chiếm tỉ lệ 57%; Kịch bản 2 phản ánh xu thế phát triển kinh tế trên khu vực, với giả định 10% diện tích đất chưa sử dụng chuyển sang đất chuyên dùng; một phần diện tích rừng sản xuất được chuyển đổi sang diện tích đất trồng lúa, cây hàng năm khác, cây công nghiệp lâu năm với tỉ lệ tương ứng là 3%, 2% và 5%; Kịch bản 3 thể hiện sự phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường khi giả định toàn bộ diện tích đất chưa sử dụng chuyển qua diện tích đất trồng lúa, cây hàng năm khác, cây công nghiệp lâu năm, đất chuyên dùng và rừng sản xuất với tỉ lệ tương ứng là 10%, 5%, 30%, 5% và 50%. Số liệu thống kê chi tiết các loại hình sử dụng đất theo các kịch bản trên được liệt kê trong Bảng 6. Để đánh giá ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Kon Tum, nghiên cứu tiến hành chạy SWAT riêng rẽ theo từng kịch bản khác nhau (kịch bản nền, kịch bản tương lai). Các kịch bản này chỉ khác nhau về dữ liệu sử dụng đất, các dữ liệu còn lại như DEM, thổ nhưỡng, thời tiết là như nhau. Sau đó, kết quả đầu ra của SWAT liên quan đến dòng chảy sẽ được xem xét, so sánh giữa các kịch bản.

3.4.6 Hiệu chỉnh, kiểm định dòng chảy mô phỏng từ SWAT

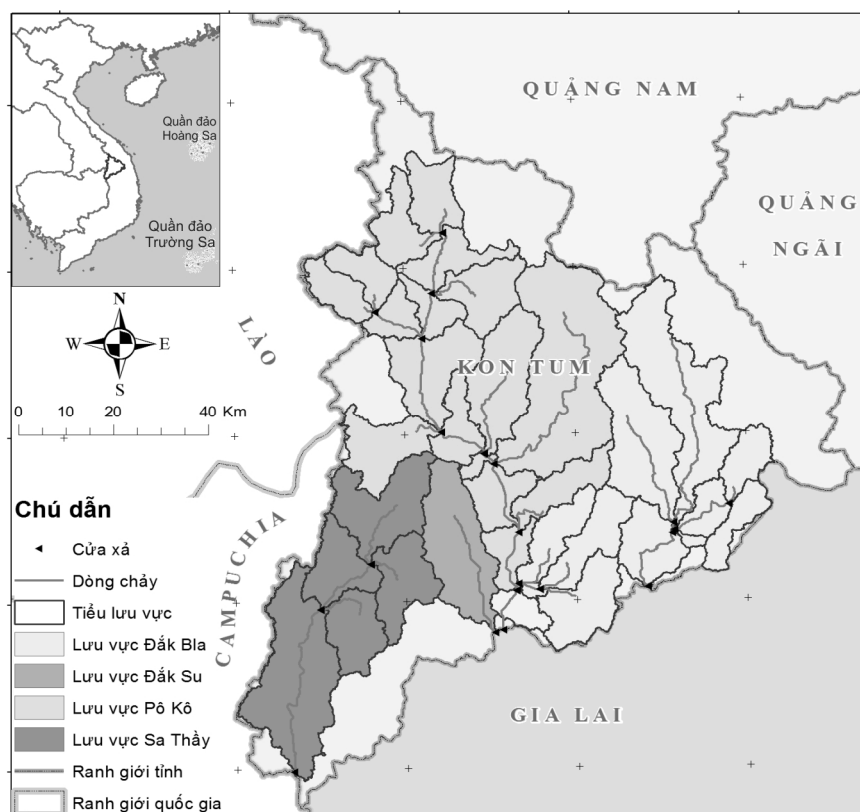
Trong nghiên cứu này, toàn tỉnh Kon Tum được chia thành 4 lưu vực là Đăk Bla, Pô Kô, Sa Thầy và Đăk Su. Bốn lưu vực này sau đó được mô hình SWAT chia nhỏ thành 38 tiểu lưu vực thể hiện như Hình 9. Khoảng thời gian “làm ẩm” được xác lập từ 1990 - 1999, khoảng thời gian hiệu chỉnh từ 2000 - 2005 và khoảng thời gian kiểm định từ 2006 - 2011. Để đánh giá kết quả mô phỏng dòng

chảy từ mô hình SWAT, nghiên cứu sử dụng lưu lượng dòng chảy theo tháng tại 2 trạm quan trắc Kon Plong và Đắc Môt. So sánh giá trị lưu lượng dòng chảy thực đo và mô

phỏng tại 2 trạm cho thấy có mối tương quan tốt với R^2 và NSI trong giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định được thể hiện chi tiết trong Bảng 7, Hình 10, Hình 11.

Bảng 6: Diện tích các loại hình sử dụng đất theo các kịch bản khác nhau

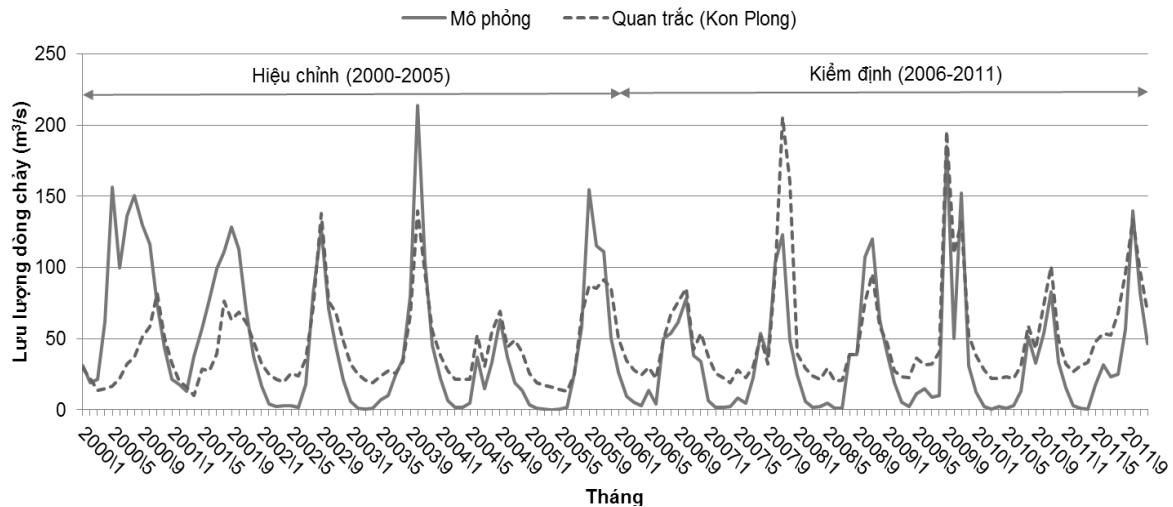
STT	Tên Việt Nam	Sử dụng đất năm 2005		Kịch bản 1 (Môi trường)		Kịch bản 2 (Kinh tế)		Kịch bản 3 (Kinh tế, môi trường)	
		Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)
1	Đất trồng lúa (lúa nước, lúa nương)	15228,35	1,574	15228,35	1,574	25216,96	2,607	37205,01	3,847
2	Đất trồng cây hàng năm khác	48565,94	5,021	48565,94	5,021	55225,01	5,710	59554,27	6,157
3	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	36471,98	3,771	36471,98	3,771	53119,66	5,492	102401,97	10,588
4	Đất trồng cây ăn quả lâu năm	90,12	0,009	90,12	0,009	90,12	0,009	90,12	0,009
5	Đất trồng cây lâu năm khác	27,55	0,003	27,55	0,003	27,55	0,003	27,55	0,003
6	Rừng đặc dụng, phòng hộ	289133,21	29,894	289133,21	29,894	289133,21	29,894	289133,21	29,894
7	Rừng sản xuất	332953,61	34,425	552720,23	57,147	299658,25	30,982	442836,92	45,786
8	Đất ở đô thị	2445,01	0,253	2445,01	0,253	2445,01	0,253	2445,01	0,253
9	Đất ở nông thôn	8829,77	0,913	8829,77	0,913	8829,77	0,913	8829,77	0,913
10	Đất chuyên dùng, nghĩa trang, nghĩa địa, phi nông nghiệp khác	4746,01	0,491	4746,01	0,491	26722,67	2,763	15734,34	1,627
11	Mặt nước (sông suối, đất thủy lợi, nuôi trồng thủy sản)	8933,44	0,924	8933,44	0,924	8933,44	0,924	8933,44	0,924
12	Đất chưa sử dụng	219766,62	22,722	0,00	0,000	197789,96	20,450	0,00	0,000
Tổng số		967191,60	100,000	967191,60	100,000	967191,60	100,000	967191,60	100,000



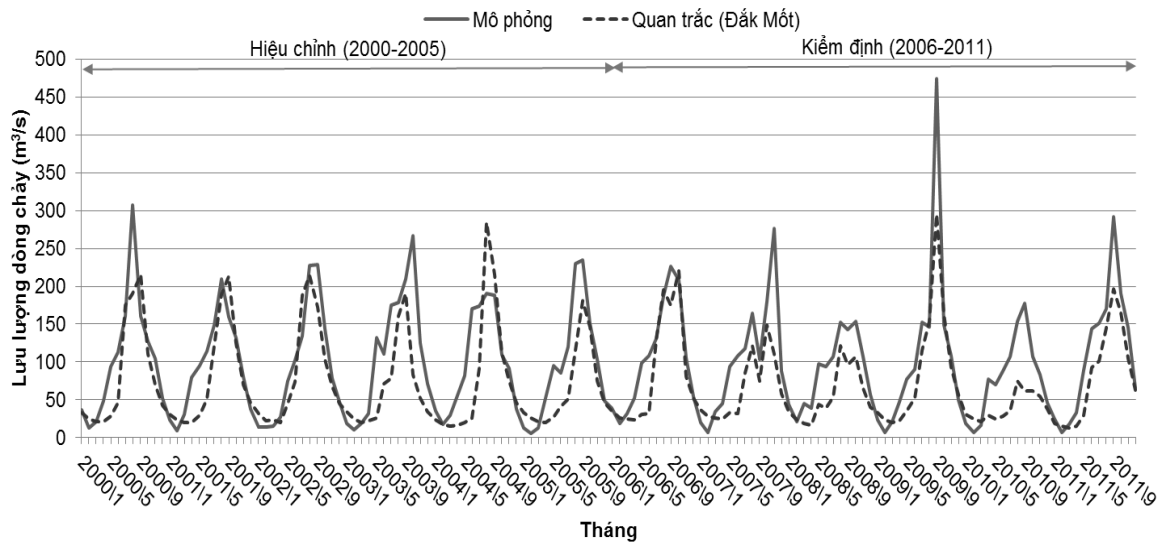
Hình 9: Vị trí các lưu vực, tiểu lưu vực trên địa bàn tỉnh Kon Tum

Bảng 7: Đánh giá kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy theo tháng từ SWAT

Chi số	Trạm Kon Plong		Trạm Đăk Môt	
	Hiệu chỉnh	Kiểm định	Hiệu chỉnh	Kiểm định
R^2	0,458	0,769	0,616	0,789
NSI	0,429	0,544	0,493	0,610



Hình 10: Diễn biến lưu lượng dòng chảy quan trắc và mô phỏng tại trạm Kon Plong



Hình 11: Diễn biến lưu lượng dòng chảy quan trắc và mô phỏng tại trạm Đăk Môt

3.4.7 Đánh giá ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến cân bằng nước

Mô hình SWAT tính toán cân bằng nước cho mỗi HRU, sau đó tổng hợp tất cả các giá trị tính toán tại HRU theo trung bình diện tích để thống kê cho các tiểu lưu vực và cho

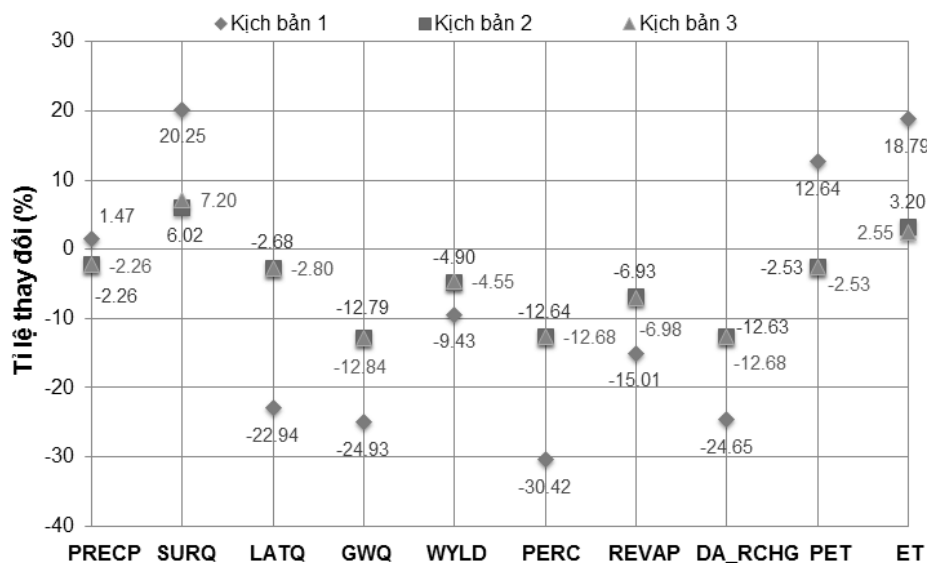
toàn bộ lưu vực sông. Giá trị mô phỏng của các thành phần cân bằng nước trung bình năm trên toàn khu vực giai đoạn 2000- 2012 theo các kịch bản sử dụng đất được thể hiện trong Hình 12.

Theo đó, có thể thấy rằng đối với dòng chảy

mặt (SURQ), cả ba kịch bản đều có sự gia tăng, trong đó mạnh nhất là kịch bản 1, tiếp sau là kịch bản 3 và 2. Tuy nhiên, nếu xét đến dòng chảy trề (LATQ), dòng chảy ngầm (GWQ), tổng lượng nước (WYLD), lượng thấm vào tầng ngậm nước nông (PERC), lượng thấm ngược từ tầng ngậm nước nông (REVAP), lượng thấm vào tầng ngậm nước sâu (DA_RCHG), cả ba kịch bản đều giảm nhưng không đồng đều: giảm mạnh nhất là ở kịch bản 1, trong khi hai kịch bản còn lại giảm ít hơn với mức độ gần như nhau (kịch bản 3 giảm nhiều hơn). Như vậy có thể thấy rằng với sự gia tăng tỉ lệ che phủ rừng (kịch bản 1) tuy làm gia tăng lượng dòng chảy mặt nhưng cũng góp phần giữ nước trong đất khiến cho tổng lượng nước chảy vào sông suối giảm. Hai kịch bản còn lại với sự chuyển đổi mục đích sử dụng của đất chưa sử dụng và rừng sản xuất vì mục tiêu phát triển kinh tế hoặc phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường đã làm gia tăng dòng chảy mặt trong khi lượng nước chảy vào sông suối lại giảm. Đối với lượng bốc hơi

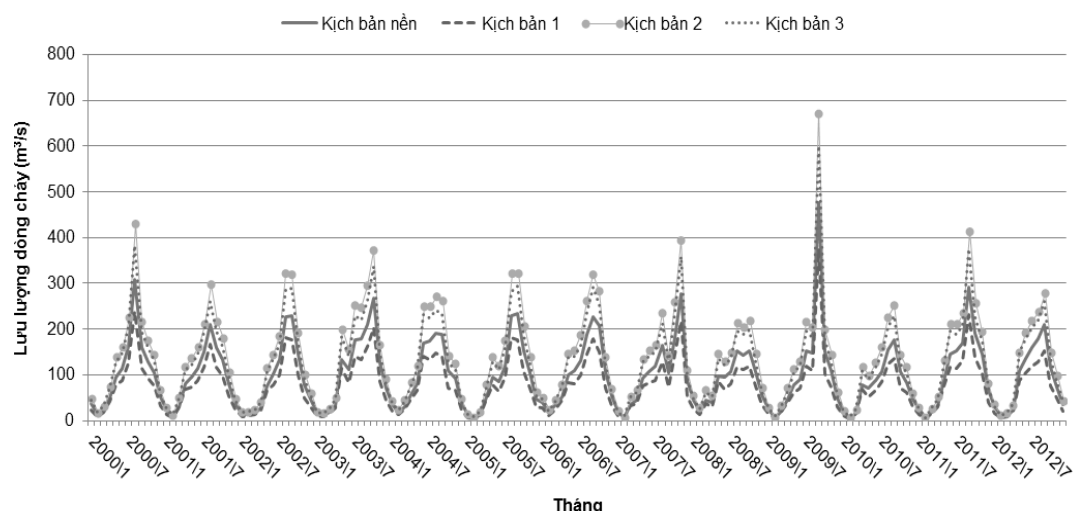
nước tiềm năng (PET), lượng bốc hơi nước thực tế (ET), nhờ hệ thống tán cây rộng của diện tích rừng nên kịch bản 1 có sự gia tăng mạnh nhất, trong khi hai kịch bản còn lại có sự suy giảm PET nhưng lại tăng ET.

Đối với lưu lượng dòng chảy trên khu vực, khi xem xét tại 2 trạm Kon Plong và Đăk Môt, nhận thấy rằng có sự khác biệt rõ nét giữa các kịch bản (Hình 13, Hình 14). So với kịch bản nền, lưu lượng dòng chảy ở kịch bản 1 có giá trị nhỏ hơn, nhất là vào mùa lũ với giá trị đỉnh lũ lớn nhất tại trạm Đăk Môt và Kon Plong thấp hơn khoảng 21% so với giá trị thực đo. Điều này thể hiện tác động tích cực của sự chuyển đổi diện tích đất chưa sử dụng sang trồng rừng sản xuất. Trong khi đó, ở hai kịch bản còn lại có xét đến phát triển kinh tế, dòng chảy có sự gia tăng đáng kể với đỉnh lũ lớn nhất tại trạm Đăk Môt cao hơn khoảng 42% và 26% tương ứng với kịch bản 2 và 3 so với giá trị thực đo, tại Kon Plong lần lượt là 151% và 61%.

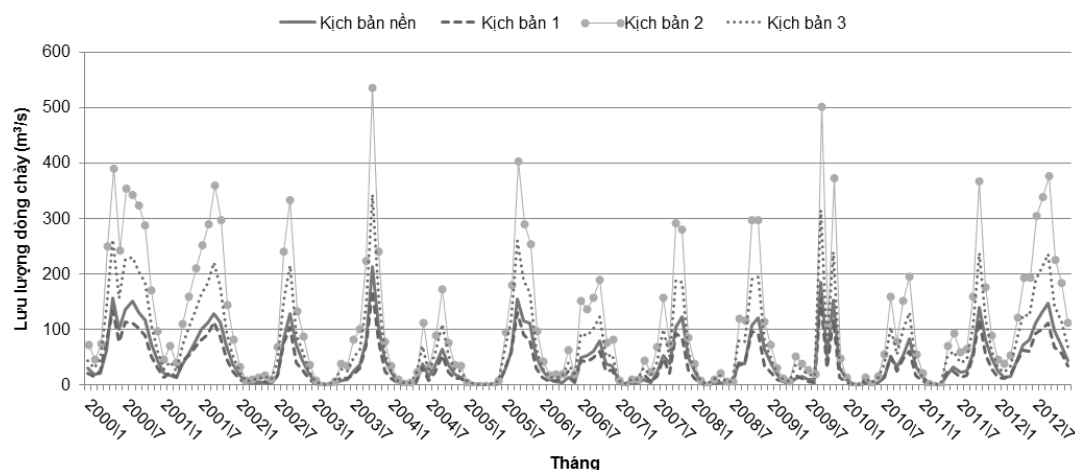


Ghi chú chữ viết tắt: Mưa (PRECP), Dòng chảy mặt (SURQ), Dòng chảy trề (LATQ), Dòng chảy ngầm (GWQ), Tổng lượng nước (WYLD), Thấm vào tầng ngậm nước nông (PERC), Thấm ngược từ tầng ngậm nước nông (REVAP), Thấm vào tầng ngậm nước sâu (DA_RCHG), Lượng bốc hơi nước tiềm năng (PET), Lượng bốc hơi nước thực tế (ET)

Hình 12: Sự thay đổi thành phần cân bằng nước theo các kịch bản sử dụng đất (so với kịch bản nền)



Hình 13: Sự thay đổi lưu lượng dòng chảy tại trạm Đắc Mốt giữa các kịch bản



Hình 14: Sự thay đổi lưu lượng dòng chảy tại trạm Kon Plong giữa các kịch bản

3.5 Kết luận

Với sự chấp nhận rộng rãi của chính sách bảo vệ rừng ở các nước đang phát triển, đòi hỏi cần có bằng chứng khoa học rõ ràng về mối liên hệ giữa tình trạng phá rừng/ hoạt động trồng rừng với hiện tượng lũ lụt. Trong nhiều thế kỷ trước đây, người ta cho rằng có khả năng phòng chống lũ lụt. Tuy nhiên, quan điểm này đã dẫn đến một cuộc tranh luận nóng bỏng, và những bằng chứng định lượng từ các nghiên cứu trong những năm qua về vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt vẫn còn chưa đầy đủ, thiếu tính rõ ràng và thuyết phục ở cấp độ địa phương cũng như toàn cầu.

Ảnh hưởng của rừng đến chế độ thủy văn,

lũ lụt giữa các lưu vực sông với nhau, giữa quy mô địa phương với cấp độ toàn cầu là không giống nhau. Những tác động này có thể là đáng kể đối với lưu vực sông nhỏ. Tuy nhiên, rất khó khăn để định lượng các tác động này cho các lưu vực sông lớn khi mà sự tương tác giữa sử dụng đất, khí hậu và các quá trình thủy văn thường phức tạp và biến đổi thường xuyên hơn. Ngoài ra, những tác động của rừng đến chế độ thủy văn, lũ lụt của lưu vực sông còn có mối liên hệ với những tác động của biến đổi khí hậu. Nói cách khác, mức độ nhạy cảm của dòng chảy lũ lụt trên lưu vực sông đối với sự thay đổi độ che phủ rừng phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm khí hậu và địa mạo của lưu vực sông.

Trên cơ sở đánh giá xu thế diễn biến sử dụng đất hiện tại và định hướng quy hoạch trong tương lai của tỉnh Kon Tum, nghiên cứu đã xây dựng 3 kịch bản sử dụng đất tương ứng với các mục tiêu khác nhau: kịch bản 1 hướng đến bảo vệ môi trường, kịch bản 2 ưu tiên phát triển kinh tế, kịch bản 3 thể hiện sự phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường. Qua phân tích diễn biến dòng chảy trên các lưu vực chính trên địa bàn của tỉnh

thông qua mô hình SWAT, nhận thấy tác động rõ nét của sự thay đổi sử dụng đất đến tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Kon Tum. Những kết quả đạt được nêu trên có thể giúp nâng cao nhận thức về tác động của thay đổi sử dụng đất đến các quá trình thủy văn, nhờ đó hỗ trợ cho các cơ quan địa phương lập kế hoạch quản lý tài nguyên đất và nước một cách thiết thực và hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Anh

- [1] Arnold, J.G., Srinivasan, S., Muttiah, R.S. and Williams, J.R., 1998. Large area hydrologic modeling and assessment. Part 1: Model development. *J. Am. Water Res. Assoc.*, 34, pp.73–87.
- [2] Bradshaw, C.J.A., Sodhi, N.S., Peh, K.S.H. and Brook, B.W., 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology*, 13(11), pp.2379–2395.
- [3] Bruijnzeel, L.A., 1990. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review*. Amsterdam, The Netherlands.
- [4] Camorani, G., Castellarin, A. and Brath, A., 2005. Effects of land-use changes on the hydrologic response of reclamation systems. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, pp.561–574.
- [5] Costa, M.H., Botta, A. and Cardille, J.A., 2003. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *J. Hydrol.*, 283, pp.206–217.
- [6] Douglass, J.E. and Swank, W.T., 1975. Effects of management practices on water quality and quantity: Coweeta Hydrologic Laboratory, North Carolina. In: *Municipal Watershed Management Symposium Proceedings*. Upper Darby PA, USA: USDA Forest Service Technical. Report. NE-13.
- [7] EM-DAT, 2012. *Global flood records, 1950–2011*. [online] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Universite catholique de Louvain, Belgium. Available at: <www.emdat.be> [Accessed 10 May 2015].
- [8] Evans, E., Ashley, R., Hall, J., Penning-Rowsell, E., Saul, A.J., Sayers, P. and Thorne, C., 2004. *Foresight Future Flooding*. *Foresight Future Flooding*. Office of Science and Technology, London.
- [9] Evrard, O., Biélers, C.L., Vandaele, K. and van Wesemael, B., 2007. Spatial and temporal variation of muddy floods in central Belgium, off-site impacts and potential control measures. *Catena*, 70, pp.443–454.

- [10] FAO, 2003. *State of the World's Forests*. Rome, Italy.
- [11] FAO and CIFOR, 2005. *Forests and floods- Drowning in fiction or thriving on facts?* [online] Bogor Barat, Indonesia: CIFOR. Available at: <http://www.cgiar.org/insightdev/upload/291/145_BCIFOR0501.pdf>.
- [12] Ferreira, S., Hamilton, K. and Vincent, J., 2011. *Nature, socioeconomics and adaptation to natural hazards: new evidence from floods*. Washington, DC.
- [13] Gilmour, D.A., Bonell, M. and Cassells, D.S., 1987. The effects of forestation on soil hydraulic properties in the middle hills of Nepal: a preliminary assessment. *Mountain Research and Development*, 7, pp.239–249.
- [14] Hall, J.W., 2003. Handling uncertainty in the hydroinformatic process. *J. of Hydroinformatics*, 5(4), pp.215–232.
- [15] Hamilton, L.S., 1987. What are the impacts of deforestation in the Himalayas on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta? Relations between assumptions and facts. *Mountain Research and Development*, 7, pp.256–263.
- [16] Hamilton, L.S. and Pearce, A.J., 1987. What are the soil and water benefits of planting trees in developing country watersheds? In: D.D. Southgate and J.D. Disinger, eds., *Sustainable Development of Natural Resources in the Third World*. Boulder CO, USA: Westview Press, pp.39–58.
- [17] Hewlett, J.D. and Bosch, J.M., 1984. The dependence of storm flows on rainfall intensity and vegetal cover. *Journal of Hydrology*, 75, pp.365–381.
- [18] Hewlett, J.D. and Helvey, J.D., 1970. Effects of forest clearfelling on the storm hydrograph. *Water Resources Research*, 6(3), pp.768–82.
- [19] Hirabayashi, Y. and Kanae, S., 2009. First estimate of the future global population at risk of flooding. *Hydrol Res Lett*, 3, pp.6–9.
- [20] Hooijer, A., Klijn, F., Pedroli, B. and Van, O.A., 2004. Towards Sustainable Flood Risk Management in the Rhine and Meuse River Basins: Synopsis of the Findings of IRMA-SPONGE. *River Research and Applications*, 20, pp.343–357.
- [21] Jha, A., Block, R. and Lamond, J., 2012. *Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management for the 21st century*. Washington, DC: The World Bank.
- [22] Khandker, S.R., Koolwal, G.B. and Samad, H.A., 2010. *Handbook on Impact Evaluation- Quantitative Methods and Practices*. Washington DC, USA: The World Bank.
- [23] Kiersch, B., 2001. *Land use impacts on water resources: a literature review. Discussion Paper No.1. Land-water linkages in rural watersheds*. Rome, Italy.
- [24] Liew, M.W. Van, Arnold, J.G. and Garbrecht, J.D., 2003. Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models. *Trans. ASAE*, 46(6), pp. 1539–1551.
- [25] Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Liew, M.W. Van, Bingner, R.L., Harmel, R.D. and Veith, T.L., 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *ASABE*, 50(4), pp.885–900.

- [26] Niehoff, D., Fritsch, U. and Bronstert, A., 2002. Land use impacts on storm-runoff generation: scenarios of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. *J. Hydrol.*, 267(1-2), pp.80–93.
- [27] Oanh, L.N., Thuy, N.T.T., Wilderspin, I. and Coulier, M., 2011. *A preliminary analysis of flood and storm disaster data in Viet Nam*. [online] Ha Noi. Available at: <http://www.desinventar.net/doc/Viet_Nam_2011.pdf>.
- [28] Pinchot, G., 1905. *A Primer of Forestry, Part II - Practical Forestry, Bulletin 24, Part II*. Washington, D.C.
- [29] Plate, E.J., 1999. Flood risk management: a strategy to cope with floods. In: A. Bronstert, A. Ghazi, J. Hladny, Z.W. Kundzewicz and L. Menzel, eds., *Proceedings of the European Meeting on the Oder Flood 1997*. Luxemburg: Ribamod concerted action, European Communities, Office for Official Publications of the European Communities, pp.115–128.
- [30] Schanze, J., Zeman, E. and Marsalek, J. eds., 2006. *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- [31] Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M. and Miller, H. eds., 2007. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution to Working Group I to the fourth assessment report of Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [32] Tomaszewski, B., 2015. *Geographic Information Systems (GIS) for Disaster Management*. Florida, United States: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [33] Tran, P., Marincioni, F. and Shaw, R., 2010. Catastrophic flood and forest cover change in the Huong river basin, central Viet Nam: A gap between common perceptions and facts. *Journal of Environmental Management*, [online] 91(11), pp.2186–2200. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.020>>.
- [34] Tran, P. and Shaw, R., 2007. Towards an integrated approach of disaster and environmental management: a case study of Thua Thien Hue province in Central Vietnam. *Environmental Hazards*, 7(4), pp.271–282.
- [35] UN Office for Disaster Risk Reduction, 2015. *Nationally Reported Losses 1990 - 2014*. [online] Available at: <<http://www.preventionweb.net/countries/vnm/data/>> [Accessed 10 May 2015].
- [36] UNDRO, 1991. *Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options- A Manual for policy makers and planners*. New York, USA.
- [37] Wegehenkel, M., 2002. Estimating of impact of land use changes using the conceptual hydrological model THESEUS – a case study. *Phys. Chem. Earth*, 27, pp.631–640.
- [38] Wilby, R. and Keenan, R., 2012. Adapting to flood risk under climate change. *Prog Phys Geogr*, 36(3), pp.348–378.

Tiếng Việt

- [1] Cục Thống kê Kon Tum, 2013. Niên giám thống kê năm 2012 tỉnh Kon Tum.
- [2] Vũ Tấn Phương, Phạm Thị Hương Lan and Nguyễn Thị Hải, 2008. Tác động của rừng đến dòng chảy và xói mòn đất: Nghiên cứu trường hợp tại lưu vực sông Chảy, sông Bồ và sông Ba. Đề tài NCKH cấp Bộ “Nghiên cứu định giá rừng ở Việt Nam”.

HỆ HỖ TRỢ TRỰC TUYẾN CẢNH BÁO LŨ CHO LƯU VỰC SÔNG VU GIA - THU BỒN, TỈNH QUẢNG NAM

**Nguyễn Kim Lợi, Lê Hoàng Tú, Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Duy Liêm,
Lê Văn Phận, Trần Lê Như Quỳnh, Võ Ngọc Quỳnh Trâm,
Đặng Nguyễn Đông Phương, Phan Thị Hà, Nguyễn Lê Tấn Đạt,
Lê Vĩnh Linh, Phan Thị Thanh Trúc, Đỗ Xuân Hồng**

Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

Trần Thống Nhất, Cao Duy Trường

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh

Nguyễn Thị Hồng

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

Trần Duy Long

Trung Tâm Điều hành Chương trình Chống ngập nước Tp. Hồ Chí Minh

Raghavan Srinivasan, Jaehak Jeong

Texas A&M University, USA

Christopher R. Goodell

WEST Consultants, Inc., USA

Tóm tắt: Lưu vực sông (LVS) Vu Gia- Thu Bồn (VGTB) nằm ở khu vực thường xuyên xảy ra các trận lũ quét và lũ lụt, gây ảnh hưởng rất lớn đến đời sống của người dân và sự phát triển kinh tế- xã hội cho các địa phương thuộc lưu vực, trong đó có tỉnh Quảng Nam. Mặc dù trong những năm qua, đã có nhiều biện pháp công trình, phi công trình nhằm giảm nhẹ tác động lũ lụt được thực hiện nhưng trước điều kiện biến đổi khí hậu, thiên tai diễn biến ngày càng phức tạp, việc xây dựng một hệ thống cảnh báo lũ tại lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn là hết sức cần thiết, góp phần đảm bảo phát triển kinh tế- xã hội ổn định, bền vững cho các địa phương. Mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng hệ hỗ trợ cảnh báo lũ trực tuyến, theo thời gian thực tại lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam trên nền tảng GIS, công nghệ thông tin truyền thông, mô hình SWAT và HEC-RAS nhằm hỗ trợ cộng đồng vùng dễ bị tổn thương lũ lụt ở hạ lưu kịp thời ứng phó với lũ lụt khi có mưa lớn ở thượng nguồn. Cấu trúc của hệ thống cảnh báo lũ được thiết kế bao gồm các thành phần: (1) Mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn theo thời gian thực, (2) Hạ tầng viễn thông (GSM/GPRS, Internet), (3) Hệ cơ sở dữ liệu (tự nhiên, kinh tế- xã hội, khí tượng thủy văn, ngập lụt), (4) Mô hình mô phỏng, dự báo lũ lụt (SWAT, HEC-RAS), (5) Mô-đun tự động mô phỏng, dự báo lũ lụt, (6) Mô-đun cảnh báo lũ qua tin nhắn SMS, (7) WebGIS, ứng dụng cung cấp, quản lý số liệu KTTV, ngập lụt, (8) Người sử dụng (người dân, cán bộ quản lý). Kết quả của nghiên cứu đã xây dựng hoàn chỉnh hệ thống cảnh báo lũ theo thời gian thực cho lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn, cho phép dự báo lũ lụt trước 5 giờ với độ chính xác 80%. Toàn bộ quy trình vận hành của hệ thống từ thu thập số liệu khí tượng thủy văn, truyền tải dữ liệu, cập nhật vào cơ sở dữ liệu, xử lý theo định dạng của mô hình SWAT, HEC-RAS, chạy mô hình SWAT, HEC-RAS, hiển thị số liệu khí tượng thủy văn, ngập lụt lên website hỗ trợ giao diện điện thoại di động cho đến thông tin, cảnh báo lũ lụt qua tin nhắn SMS đều được tự động hóa.

Từ khóa: Hệ hỗ trợ cảnh báo lũ, SWAT, HEC-RAS, IoT, Lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn

Summary: *Vu Gia–Thu Bon river basin is an area where flash flood and heavy flood events occur frequently, negatively impacting on the local community and socio–economic development of Quang Nam province. In recent years, structural and non–structural measurements have been implemented to mitigate damages due to flood. However, under the impact of climate change, natural disasters continue to happen unpredictably day by day. It is therefore necessary to develop a spatial decision support system for real–time flood warning in Vu Gia–Thu Bon river basin, which will support in ensuring the area’s socio–economic development. The main purpose of this study is to develop an online flood warning system in real–time based on Internet-of-Things (IoT) technologies, GIS, telecommunications, modeling (SWAT and HEC–RAS) in order to support local community in the vulnerable downstream areas in the event of heavy rainfall upstream. The structure of the designed system consists of these following components: (1) real–time hydro–meteorological monitoring network, (2) IoT communication infrastructure (GSM, GPRS, wireless networks), (3) database management system (bio–physical, socio–economic, hydro–meteorological and inundation), (4) simulating and predicting model (SWAT, HEC–RAS), (5) automated simulating and predicting module, (6) flood warning module via SMS, (7) WebGIS, application for providing and managing hydro–meteorological and inundation data, and (8) users (citizens and government officers). A complete flood warning system for Vu Gia–Thu Bon river basin has been developed as an outcome of this study, which enables the prediction of flood events 5 hours in advance and with a high accuracy of 80%. The entire operating processes of the flood warning system (i.e. hydro–meteorological data collecting, transferring, updating, processing, running SWAT and HEC–RAS, visualizing) are automated.*

Keywords: *Decision support system, Flood forecasting, Flood warning system, IoT, SWAT, HEC–RAS, Vu Gia–Thu Bon river basin.*

1. GIỚI THIỆU

1.1. Đặt vấn đề

Quảng Nam là tỉnh hàng năm thường xuyên chịu ảnh hưởng của nhiều thiên tai, trong đó bão, lũ được xếp hàng đầu về phạm vi ảnh hưởng, mức độ nghiêm trọng và tần suất xuất hiện. Đặc biệt trong những năm gần đây, dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và áp lực phát triển kinh tế- xã hội, tình hình lũ lụt trên địa bàn tỉnh diễn biến ngày càng bất thường, gây thiệt hại ngày càng lớn về người, tài sản và cơ sở hạ tầng. Cụ thể theo thống kê từ năm 1997 đến 2009, lũ lụt đã làm 589 người chết, 33 người mất tích, 1.550 người bị thương, thiệt hại về tài sản, cơ sở hạ tầng lên tới 9.436,5 tỷ đồng (Ban Chỉ huy phòng chống lụt bão tỉnh Quảng Nam, 2010). Thực hiện phương châm “Chủ động phòng, tránh, thích nghi để phát triển” trong phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai theo Kế hoạch hành động thực hiện Chiến

lược quốc gia phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến 2020, trong những năm qua, tỉnh Quảng Nam đã thực hiện nhiều biện pháp công trình, phi công trình nhằm giảm nhẹ thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng. Kết quả đã đem lại hiệu quả to lớn, góp phần phát triển kinh tế, ổn định xã hội trên địa bàn tỉnh. Tuy vậy, công tác phòng chống thiên tai vẫn thiếu một chiến lược lâu dài. Hơn nữa, trong điều kiện khí hậu, thời tiết có những biến đổi, thiên tai diễn biến ngày càng phức tạp, việc xây dựng một hệ thống cảnh báo thiên tai, đặc biệt là lũ tại các lưu vực trên địa bàn tỉnh là hết sức cần thiết, làm cơ sở cho việc xây dựng kế hoạch quản lý thiên tai tỉnh Quảng Nam, từ đó đảm bảo phát triển kinh tế- xã hội ổn định, bền vững.

Có rất nhiều cách tiếp cận khác nhau trong cảnh báo lũ được sử dụng trên thế giới. Tuy nhiên hiện nay, hầu hết các quy trình dự báo lũ được tiến hành theo hai bước. Bước đầu tiên là

mô phỏng dòng chảy lũ trong sông, thông thường sử dụng mô hình thủy văn. Sau đó, lưu lượng dòng chảy được đưa vào mô hình thủy lực để tính toán mực nước và thành lập bản đồ ngập lụt (Hicks and Peacock, 2005). Trong số các mô hình thủy văn, mô hình phân phối dựa trên vật lý thường được dùng để dự báo lũ, tính toán mưa- dòng chảy và mô tả sự biến thiên về không gian- thời gian tác động của con người đến các quá trình thủy văn. Những mô hình này có ưu điểm là phản ánh được ảnh hưởng của đặc trưng lưu vực phân bố theo không gian lên dòng chảy với thời gian tính toán nhanh chóng và các thông số cần thiết của mô hình được giới hạn, do đó cho phép phát triển thành công cụ hữu ích trong dự báo lũ theo thời gian thực (Beven et al., 1984). SWAT là mô hình thủy văn phân phối được thiết kế để dự báo những ảnh hưởng của thực hành quản lý sử dụng đất đến nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Một trong những mô-đun chính của mô hình này là mô phỏng dòng chảy từ mưa và các đặc trưng vật lý trên lưu vực. Kết quả mô phỏng dòng chảy từ SWAT có thể hỗ trợ cho cảnh báo lũ trên lưu vực sông (LVS). Bên cạnh đó, mô hình tích hợp được các dữ liệu GIS, nhờ đó giúp nâng cao độ chính xác của kết quả mô phỏng. Đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng thành công mô hình này trong cảnh báo lũ (Wang et al., 2003; Mohammad, 2006; Samuel et al., 2007; Mehmet et al., 2009; Malutta and Kobiyama, 2011). Do tính chất phức tạp của quá trình thủy văn và đặc điểm lưu vực, nên việc tích hợp mô hình thủy văn và thủy lực là cần thiết cho dự báo lũ và ra quyết định trong quản lý lưu vực. Về mặt tự nhiên, dòng chảy trong sông mang tính chất 3 chiều. Nhưng nếu sử dụng mô hình thủy lực 3 chiều mô phỏng dòng chảy thì lại quá chi tiết so với mức cần thiết. Chính vì vậy, những mô hình đơn giản hơn đã được áp dụng, chúng vừa đơn giản trong tính

toán, lại vừa đáp ứng nhu cầu thực tế, chẳng hạn tính toán độ sâu ngập lụt (mô hình 2 chiều), tính toán diện ngập (mô hình 1 chiều) (Brych et al., 2002). Mô hình thủy lực 2 chiều cho phép dự báo vector vận tốc dòng chảy lũ nhưng yêu cầu khả năng tính toán cao và dữ liệu đầu vào nhiều hơn mô hình 1 chiều. Do đó, mô hình thủy lực 1 chiều hiện đang được ứng dụng phổ biến trong thành lập bản đồ phân vùng ngập. Mô hình này mô tả hệ thống sông ngòi, các công trình và vùng ngập dựa trên khảo sát địa hình và công trình thực tế. Nó có thể áp dụng cho dòng chảy ổn định hoặc không ổn định. Một số mô hình có thể kể đến như ISIS, MIKE 11 và HEC-RAS. Mô hình HEC-RAS được xây dựng và phát triển nhằm mô phỏng thủy lực dòng chảy, chất lượng nước và sự thay đổi địa mạo đáy sông của từng nhánh sông đơn lẻ hay của cả hệ thống sông phức tạp. Mô hình này có khả năng kết hợp với GIS cho ra bản đồ ngập lụt. Đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng thành công mô hình này trong cảnh báo lũ (Knebl et al., 2005; Whiteaker et al., 2006; Samuel et al., 2007; Matkan et al., 2009; Yongping and Kamal, 2011; Winai et al., 2012).

Vấn đề lũ lụt ở tỉnh Quảng Nam có liên quan mật thiết với dòng chảy trên LVS Vu Gia- Thu Bồn (VGTB). Đây là một trong 9 hệ thống sông lớn của cả nước và là hệ thống sông lớn nhất khu vực Trung Trung Bộ với tổng diện tích lưu vực khoảng 10.350 km², bao gồm hai nhánh chính là nhánh sông Vu Gia và Thu Bồn. Với đặc điểm địa hình nhiều đồi núi, hệ thống sông ngòi dày đặc với các con sông ngắn, độ dốc lớn, khả năng tập trung lũ nhanh, đồng bằng ven biển hẹp, cửa sông biến đổi theo mùa, bị co hẹp ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ nên khi xuất hiện các hình thái thời gây ra mưa to (sự kết hợp hoạt động giữa gió mùa Đông Bắc với các nhiễu động nhiệt đới- bão, áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ... ở Nam Biển Đông; bão, áp thấp nhiệt đới đổ bộ trực tiếp; gió mùa Đông Bắc tràn về) vào mùa mưa bão

(từ tháng IX đến tháng XII hàng năm, cao điểm là tháng X và XI) trên LVS VGTB thường xảy ra các trận lũ lụt lớn. Dựa theo chuỗi số liệu thống kê của các trạm thủy văn thì trong vòng 50 năm qua, trên LVS VGTB đã xảy ra nhiều trận lũ lụt lịch sử như các năm 1964, 1996, 1998, 1999, 2007, 2009 và 2013. Cùng với đó, sự mất rừng, biến động sử dụng đất cùng với việc xây dựng ô ạt các đập thủy điện trên thượng nguồn và khai thác khoáng sản trong những năm qua đã góp phần gây ra nhiều trận lũ quét, lũ lụt, ảnh hưởng rất lớn đến đời sống của người dân và sự phát triển kinh tế- xã hội trên lưu vực.

Một số nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn, thủy lực trên LVS VGTB có thể kể đến như Đặng Thanh Mai (2009) phát triển hệ thống dự báo và cảnh báo lũ theo thời gian thực cho lưu vực VGTB tích hợp mô hình thủy văn WetSpa với HEC-RAS. Tiếp cận theo hướng khác đơn giản hơn, Ho et al. (2010) thành lập bản đồ nguy cơ lũ dựa trên ảnh vệ tinh và dữ liệu DEM cho lưu vực VGTB. Ở phạm vi nhỏ hơn, tác giả Thien (2011) đã ứng dụng MIKE11 và HEC-RAS tính toán của lũ lụt trên sông A Vương thuộc hệ thống VGTB. Quan tâm đến hồ chứa trên lưu vực này, Tô Thúy Nga (2013) ứng dụng mô hình MIKE11 và HEC-RAS tính toán truyền lũ trên sông Bung 4. Trong năm 2010, nhóm nghiên cứu thuộc Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu- Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh đã phối hợp với Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu vùng Đông Nam Á và Trường Đại học Cần Thơ thực hiện nghiên cứu ứng dụng mô hình SWAT trong đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến LVS Vu Gia, tỉnh Quảng Nam. Tiếp sau đó, trong năm 2012, với sự hỗ trợ từ Bộ Khoa học và Công nghệ, nhóm nghiên cứu đã thực hiện và hoàn thành xuất sắc đề tài tiềm năng “*Hệ hỗ trợ trực tuyến cảnh báo lũ cho LVS Vu Gia, tỉnh Quảng Nam*” với kết quả bước đầu đã xây dựng hệ thống cảnh báo lũ trực tuyến, theo thời gian

thực cho LVS Vu Gia. Đây được xem là những tiền đề quan trọng tạo điều kiện thuận lợi cho việc tiến hành những nghiên cứu tiếp theo trên lưu vực này.

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn cũng như năng lực của tổ chức, nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh đã đề xuất thực hiện đề tài “*Hệ hỗ trợ trực tuyến cảnh báo lũ cho LVS VGTB, tỉnh Quảng Nam*”.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát: Xây dựng hệ thống cảnh báo lũ lụt trực tuyến thông qua việc ứng dụng GIS, công nghệ thông tin truyền thông, mô hình SWAT và HEC-RAS cho LVS VGTB.

Mục tiêu chi tiết bao gồm: (1) Xây dựng mô hình cảnh báo lũ lụt thích hợp cho LVS VGTB; (2) Hoàn thiện hệ thống đo đạc các số liệu khí tượng, thủy văn trên LVS VGTB hỗ trợ cho việc thu thập dữ liệu và cảnh báo lũ lụt; (3) Hỗ trợ nhanh cộng đồng vùng nguy cơ lũ lụt thông qua các thông tin trực tuyến dưới sự hỗ trợ của GIS và công nghệ thông tin truyền thông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tiêu chí xây dựng hệ thống cảnh báo lũ

Do đặc điểm lũ tập trung nhanh, thoát lũ kém ở hạ lưu LVS VGTB nên khi xây dựng hệ thống cảnh báo lũ theo thời gian thực trên lưu vực này cần đảm bảo các tiêu chí sau: (1) Quan trắc khí tượng- thủy văn (KTTV) trên toàn lưu vực theo thời gian thực; (2) Tích hợp mô hình thủy văn, thủy lực dự báo lũ; (3) Thông tin, cảnh báo lũ qua WebGIS hoặc tin nhắn SMS đến hộ dân vùng nguy cơ ngập lụt; (4) Liên kết, tự động hóa các mô-đun của hệ thống, (5) Đảm bảo dự báo lũ kịp thời (trước 5 giờ) với độ chính xác cao (giá trị đỉnh lũ mô phỏng xấp xỉ 80% giá trị thực đo).

2.1. Cách tiếp cận xây dựng hệ thống cảnh báo lũ

Để đáp ứng các tiêu chí ở mục 0, đề tài tiếp

cận vấn đề nghiên cứu theo hướng đa ngành, liên ngành, phối hợp GIS với Mô hình toán, Công nghệ Thông tin Truyền thông, Tự động hóa, Môi trường và Tài nguyên, KTTV, Kinh tế- xã hội và các văn bản hướng dẫn của Thủ tướng Chính phủ, Bộ Tài nguyên và Môi trường như Quyết định số 17/2011/QĐ-TTg ban hành quy chế báo áp thấp nhiệt đới, bão, lũ (Thủ tướng Chính phủ, 2011); Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai (Thủ tướng Chính phủ, 2014a); Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai (Thủ tướng Chính phủ, 2014b); Thông tư số 14/2010/TT-BTNMT quy định về quy trình dự báo lũ (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010).

2.3. Phương pháp nghiên cứu, kĩ thuật sử dụng

Cấu trúc của hệ hỗ trợ cảnh báo lũ theo thời gian thực cho LVS VGTB bao gồm các thành phần sau: (1) Mạng lưới quan trắc KTTV theo thời gian thực, (2) Hạ tầng viễn thông (GSM/GPRS, Internet), (3) Hệ cơ sở dữ liệu (CSDL) (tự nhiên, kinh tế- xã hội, KTTV, ngập lụt), (4) Mô hình mô phỏng, dự báo lũ lụt (SWAT, HEC-RAS), (5) Mô-đun mô phỏng, dự báo lũ lụt (SWAT, HEC-RAS), (6) Mô-đun cảnh báo lũ qua tin nhắn SMS, (7) WebGIS, ứng dụng cung cấp, quản lý số liệu KTTV, ngập lụt, (8) Người sử dụng (người dân, cán bộ quản lý) với nguyên lý hoạt động của hệ thống được thể hiện như Hình 1. Cụ thể như sau:

- Bước 1: Thiết lập tối ưu mạng lưới quan trắc KTTV tự động theo thời gian thực nhằm đảm bảo ghi nhận số liệu KTTV trên lưu vực với độ chính xác 95%.

- Bước 2: Số liệu KTTV ghi nhận tại các trạm đo với tần suất 5 phút/lần (khí tượng) hoặc 30 phút/lần (thủy văn) được truyền tải về máy chủ Database Server với định kỳ 30 phút/lần gửi theo mạng viễn thông GSM/GPRS.

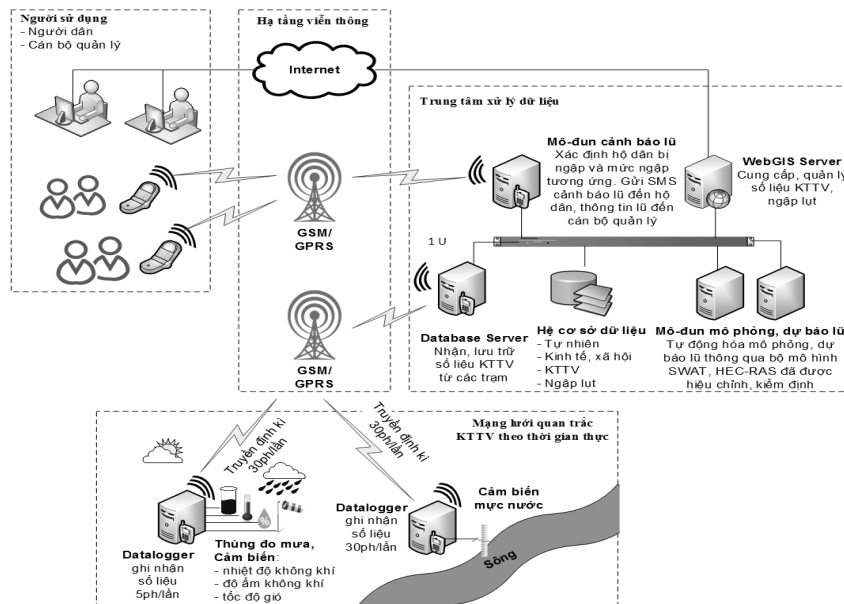
- Bước 3: CSDL của hệ thống lưu trữ 2 loại dữ liệu: dữ liệu cập nhật định kỳ (dữ liệu tự nhiên: giao thông, thủy hệ, địa danh, hành chính, địa hình, sử dụng đất, thổ nhưỡng; dữ liệu kinh tế- xã hội: tọa độ, họ tên, số điện thoại của người dân; số liệu KTTV từ Đài KTTV Trung Trung Bộ: 1980- 2013) và dữ liệu cập nhật theo thời gian thực (số liệu KTTV từ mạng lưới quan trắc tự động của đề tài, dữ liệu ngập lụt).

- Bước 4: Từ CSDL của hệ thống, trích xuất dữ liệu tự nhiên, số liệu KTTV quá khứ (1990- 2013) để hiệu chỉnh (HC), kiểm định (KĐ) mô hình SWAT, HEC-RAS sao cho đảm bảo khả năng dự báo lũ trước 5 giờ với độ chính xác 80% về giá trị đỉnh lũ.

- Bước 5: Kích hoạt mô-đun tự động hóa bộ mô hình SWAT, HEC-RAS đã được HC, KĐ. Từ đó, mô phỏng, dự báo lũ lụt trên lưu vực theo thời gian thực sử dụng số liệu KTTV theo thời gian thực. Kết quả cho ra dữ liệu thời điểm và độ sâu ngập được cập nhật vào hệ thống CSDL.

- Bước 6: Kích hoạt mô-đun cảnh báo lũ qua tin nhắn SMS. Sử dụng dữ liệu kinh tế- xã hội (tọa độ, họ tên, số điện thoại của người dân) đối chiếu với dữ liệu thời điểm và độ sâu ngập từ mô-đun tự động hóa SWAT và HEC-RAS, xác định những hộ dân bị ngập và mức ngập tương ứng. Từ đó, gửi tin nhắn SMS cảnh báo lũ đến những hộ dân này, đồng thời thông tin lũ đến cán bộ quản lý để có những phản ứng kịp thời với diễn biến lũ lụt trên lưu vực.

- Bước 7: Để theo dõi thông tin một cách trực quan, cập nhật về diễn biến KTTV, ngập lụt trên lưu vực, người sử dụng có thể truy cập qua internet đến WebGIS của hệ thống. Trong trường hợp sử dụng điện thoại di động, người dùng có thể tải thêm ứng dụng quản lý số liệu KTTV, ngập lụt trên LVS VGTB do nhóm nghiên cứu tự phát triển.



Hình 1: Cấu trúc, nguyên lý hoạt động của hệ thống cảnh báo lũ LVS VGTB

3. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

3.1. CSDL tự nhiên, KTTV

CSDL tự nhiên bao gồm các lớp dữ liệu: giao thông, thủy hệ, địa danh, ranh giới hành chính, địa hình, thổ nhưỡng, sử dụng đất được thiết lập trên nền tảng Enterprise Geodatabase của phần mềm ArcGIS do ESRI phát triển với kết quả được thể hiện như Hình 2 và được

trình bày dưới dạng bản đồ từ Hình 3 đến Hình 8. CSDL KTTV lưu trữ số liệu KTTV của 17 trạm KTTV (do Đài KTTV Trung Trung Bộ quản lý) trong quá khứ (1980- 2013) và số liệu KTTV của 25 trạm KTTV tự động (trong đề tài) theo thời gian thực (8/2015 đến nay) được thiết lập trên nền tảng hệ quản trị CSDL PostgreSQL/PostGIS với kết quả như Hình 9.

DiaDanh	File Geodatabase Feature Dataset
DiaHinh	File Geodatabase Feature Dataset
GiaoThong	File Geodatabase Feature Dataset
HanhChinh	File Geodatabase Feature Dataset
SuDungDat	File Geodatabase Feature Dataset
ThoNhuong	File Geodatabase Feature Dataset
ThuyHe	File Geodatabase Feature Dataset
BangTraSuDungDat	File Geodatabase Table
BangTraSuDungDat_crop	File Geodatabase Relationship Class
BangTraSuDungDat_SuDungDa...	File Geodatabase Relationship Class
BangTraSuDungDat_urban	File Geodatabase Relationship Class
BangTraThoNhuong	File Geodatabase Table
BangTraThoNhuong_ThoNhuo...	File Geodatabase Relationship Class
BangTraThoNhuong_Usersoil	File Geodatabase Relationship Class
crop	File Geodatabase Table
ThongSoHoChua	File Geodatabase Table
urban	File Geodatabase Table
Usersoil	File Geodatabase Table

a) Geodatabase

Cau	File Geodatabase Feature Class
DuongOTo	File Geodatabase Feature Class
DuongSat	File Geodatabase Feature Class
GiaoThong_Topology	File Geodatabase Topology
NhaGa	File Geodatabase Feature Class

b) Giao thông

HoChua	File Geodatabase Feature Class
HoChua_ThongSoHoChua	File Geodatabase Relationship Class
SongLon	File Geodatabase Feature Class
SongNho	File Geodatabase Feature Class
ThuyHe_Topology	File Geodatabase Topology

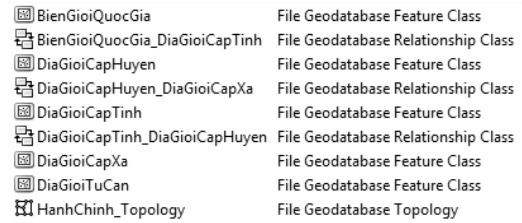
c) Thủy hệ

DiaDanh_Topology	File Geodatabase Topology
UBNDHuyen	File Geodatabase Feature Class
UBNDHuyen_DiaGioiCapHuyen	File Geodatabase Relationship Class
UBNDTin	File Geodatabase Feature Class
UBNDTin_DiaGioiCapTin	File Geodatabase Relationship Class
UBNDXa	File Geodatabase Feature Class
UBNDXa_DiaGioiCapXa	File Geodatabase Relationship Class

d) Địa danh



g) Sử dụng đất, Thổ nhưỡng

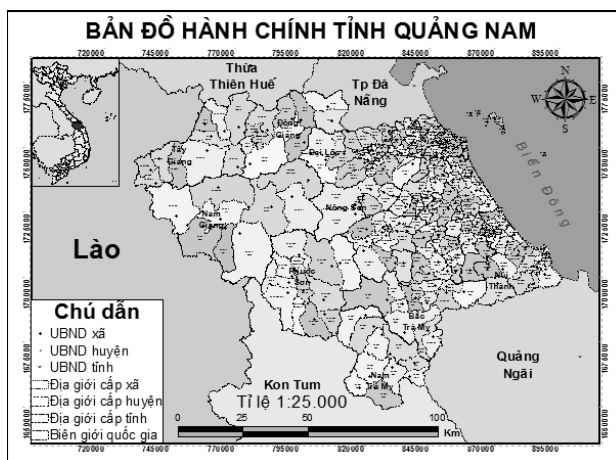


e) Hành chính

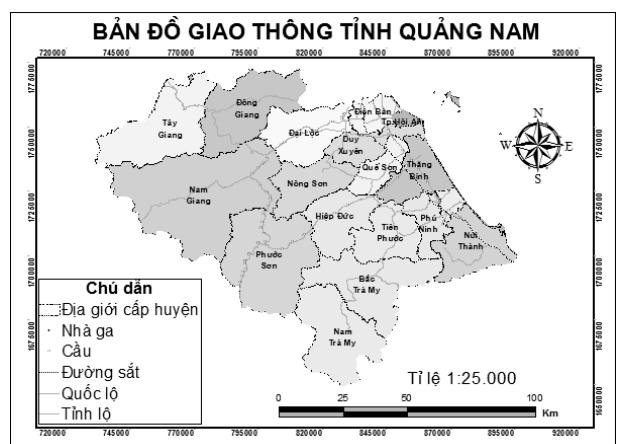


f) Địa hình

Hình 2: Cấu trúc dữ liệu tự nhiên trong geodatabase



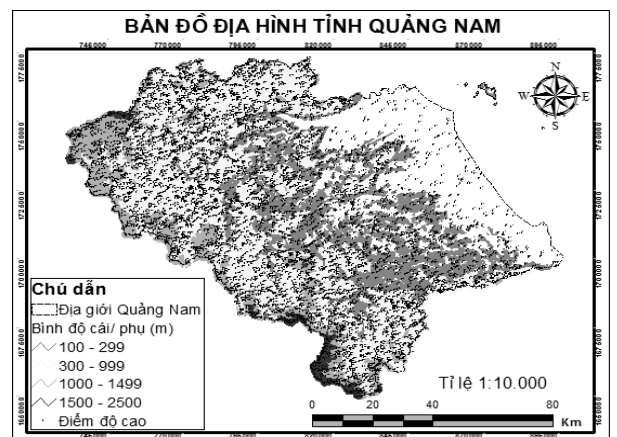
Hình 3: Bản đồ địa danh, hành chính tỉnh Quảng Nam (1/25.000)



Hình 4: Bản đồ giao thông tỉnh Quảng Nam (1/25.000)



Hình 5: Bản đồ thủy hệ tỉnh Quảng Nam (1/25.000)



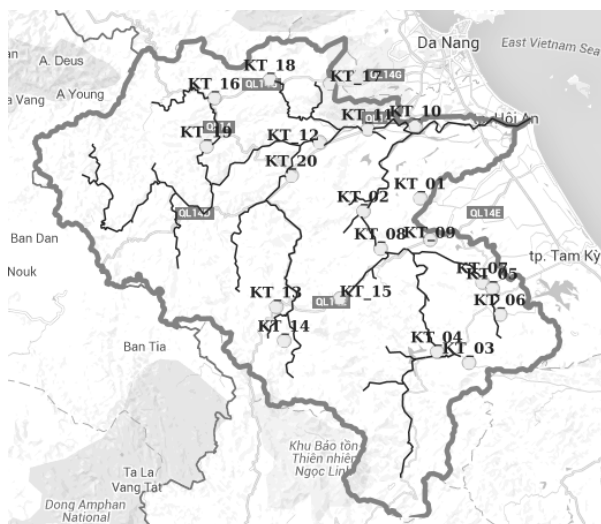
Hình 6: Bản đồ địa hình tỉnh Quảng Nam (1/10.000)

tượng, khoảng cách tới trạm phát sóng. Trong khi đó, đoạn sông thích hợp lắp đặt trạm thủy văn được lựa chọn dựa trên quy định của Bộ Khoa học và Công nghệ (2009), Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012b), WMO (2010), yêu cầu của mô hình SWAT, HEC-RAS, sử dụng các lớp dữ liệu như địa hình, ảnh vệ tinh, thủy hệ, các điều kiện thực địa (địa hình, hộ dân) và khoảng cách tới trạm phát sóng.

Dựa trên kết quả tính toán tối ưu, đề tài đã tiến hành xây dựng, lắp đặt 20 trạm khí tượng (Bảng 1, Hình 10), 5 trạm thủy văn (Bảng 2, Hình 11). Tuy gặp một số khó khăn trong công tác khảo sát, lựa chọn vị trí lắp đặt trạm dẫn đến có những thay đổi so với thiết kế ban đầu nhưng điều này là cần thiết để có thể ứng dụng lý thuyết tối ưu hóa mạng lưới quan trắc KTTV vào điều kiện thực tế của LVS.

Bảng 1: Danh sách trạm khí tượng tự động lắp đặt trên LVS VGTB

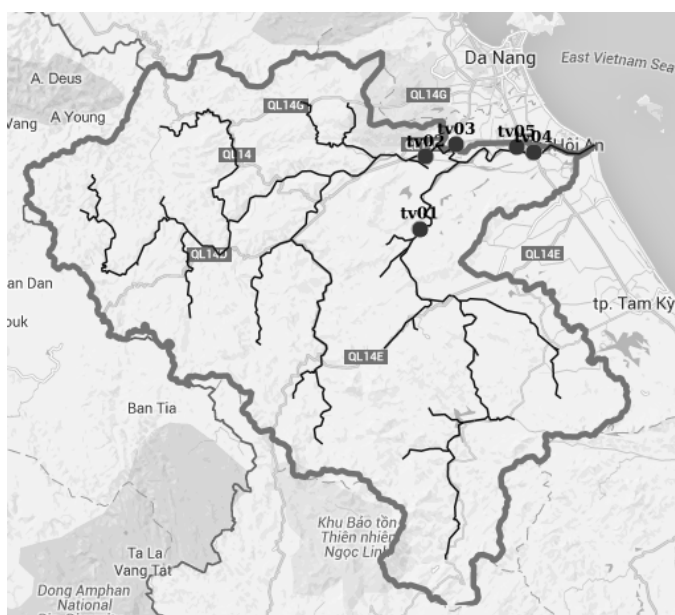
STT	Mã trạm	Kinh độ Đông (°)	Vĩ độ Bắc (°)	Địa chỉ trạm
1	KT_01	108,13	15,70	xã Sơn Viên, huyện Nông Sơn
2	KT_02	108,01	15,67	xã Quế Phước, huyện Nông Sơn
3	KT_03	108,27	15,30	xã Trà Giang, huyện Bắc Trà My
4	KT_04	108,16	15,34	xã Trà Đốc, huyện Bắc Trà My
5	KT_05	108,31	15,48	thị trấn Tiên Kỳ, huyện Tiên Phước
6	KT_06	108,31	15,43	xã Tiên An, huyện Tiên Phước
7	KT_07	108,31	15,51	xã Tiên Châu, huyện Tiên Phước
8	KT_08	108,05	15,58	xã Hiệp Hoà, huyện Hiệp Đức
9	KT_09	108,18	15,59	xã Quế Thọ, huyện Hiệp Đức
10	KT_10	108,10	15,85	xã Đại Hòa, huyện Đại Lộc
11	KT_11	108,03	15,86	xã Đại Đồng, huyện Đại Lộc
12	KT_12	107,93	15,86	xã Đại Sơn, huyện Đại Lộc
13	KT_13	107,82	15,45	thị trấn Khâm Đức, huyện Phước Sơn
14	KT_14	107,83	15,35	xã Phước Chánh, huyện Phước Sơn
15	KT_15	107,94	15,48	xã Phước Hiệp, huyện Phước Sơn
16	KT_16	107,64	15,92	thị trấn Prao, huyện Đông Giang
17	KT_17	107,91	15,97	xã Ba, huyện Đông Giang
18	KT_18	107,74	15,95	xã Sông Kôn, huyện Đông Giang
19	KT_19	107,68	15,83	xã Mã Cooih, huyện Đông Giang
20	KT_20	107,77	15,69	xã Cà Dy, huyện Nam Giang



Hình 10: Vị trí (trái) và hình ảnh (phải) lắp đặt trạm khí tượng tự động trên LVS VGTB

Bảng 2: Danh sách trạm thủy văn tự động lắp đặt trên LVS VGTB

STT	Mã trạm	Kinh độ Đông (°)	Vĩ độ Bắc (°)	Cao độ (m)	Địa chỉ trạm
1	TV_04	108,03	15,71	6,40	cầu Câu Lâu, huyện Điện Bàn
2	TV_05	108,24	15,88	9,75	xã Điện Phong, huyện Điện Bàn
3	TV_03	108,11	15,88	9,45	thị trấn Ái Nghĩa, huyện Đại Lộc
4	TV_02	108,05	15,86	13,41	xã Đại Phong, huyện Đại Lộc
5	TV_01	108,31	15,48	36,29	cầu Nông Sơn, huyện Nông Sơn



Hình 11: Vị trí (trái) và hình ảnh (phải) lắp đặt trạm thủy văn tự động trên LVS VGTB

3.3. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SWAT, HEC-RAS mô phỏng, dự báo lũ lụt

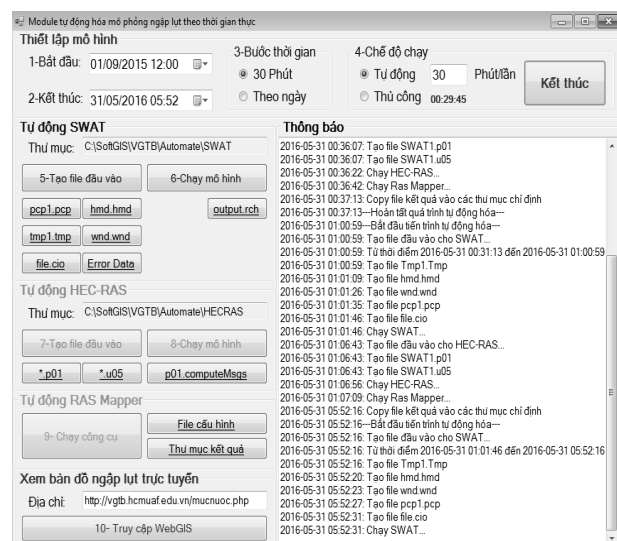
Sau quá trình Hiệu chỉnh (HC), kiểm định (KĐ) mô hình SWAT, HEC-RAS, đề tài đã cải thiện mức độ hiệu quả của bộ mô hình mô phỏng lũ lụt trên LVS VGTTB. Cụ thể, kết quả HC, KĐ mô hình SWAT thông qua phương pháp dò tìm thông số tối ưu bằng thuật toán SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting) tại trạm Thành Mỹ, Nông Sơn cho ra R^2 , NSI (Nash- Sutcliffe Index) đều đạt trên 0,9 (dao động từ 0,91 đến 0,95); PBIAS (Percent of BIAS) đạt từ -1,5% đến 6,2%. Trong khi đó, đối với mô hình HEC-RAS, sử dụng số liệu vết lũ trong ngày 29/9/2009 tại 371 điểm ở hạ lưu và mực nước tại trạm Giao Thủy trong mùa lũ 10- 12/2007, kết quả HC, KĐ thông qua phương pháp thử sai hệ số nhám cho thấy R^2 trên 0,8, NSI trên 0,5, PBIAS đạt từ -14,68% đến 4%. Với kết quả đạt được, cho thấy khả năng mô phỏng cảnh báo lũ trên LVS VGTTB.

Đối với khả năng dự báo lũ trên LVS VGTTB, sau quá trình HC, KĐ mô hình SWAT, HEC-RAS sử dụng số liệu thủy văn, cụ thể là các đỉnh lũ trong các năm 2007, 2009, 2012-2014 tại hai trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, có thể thấy bộ mô hình này đáp ứng yêu cầu cảnh báo lũ theo thời gian thực trên lưu vực về mặt thời gian (dự báo trước 5 giờ) và độ chính xác (80% về đỉnh lũ).

3.4. Mô-đun tích hợp, tự động hóa mô hình SWAT, HEC-RAS dự báo lũ lụt theo thời gian thực

Nghiên cứu đã xây dựng quy trình tự động các tác vụ của mô hình SWAT, HEC-RAS thuộc hệ thống cảnh báo lũ trên LVS VGTTB. Toàn bộ quy trình từ xây dựng tập tin đầu vào, gọi thực thi mô hình, cho đến đọc và xử lý kết quả đầu ra đều được tự động hoàn toàn với những ràng buộc nghiêm ngặt về độ chính xác,

thời gian xử lý. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống vận hành khá tốt, nhịp nhàng giữa tất cả các khâu. Bên cạnh đó, để thuận tiện cho việc kiểm tra hoạt động của hệ thống và sửa lỗi khi hệ thống gặp sự cố, nghiên cứu đã tích hợp, đóng gói các mô-đun riêng lẻ thành một ứng dụng hoàn chỉnh như Hình 12 với chế độ chạy tự động hoặc thủ công. Ở chế độ chạy thủ công, người dùng sử dụng chuột và bàn phím thực hiện toàn bộ quy trình. Ngược lại, ở chế độ tự động, toàn bộ quy trình diễn ra tự động một cách tuần tự.



Hình 12: Giao diện mô-đun tự động hóa mô hình SWAT, HEC-RAS

3.5. WebGIS, ứng dụng cung cấp, quản lý số liệu KTTV, ngập lụt theo thời gian thực

Căn cứ theo nhu cầu thông tin KTTV, ngập lụt của cán bộ quản lý và người dân, đề tài đã phát triển WebGIS với giao diện trực quan, phù hợp cho từng đối tượng sử dụng trên nền tảng công nghệ GeoServer, Ajax, Javascript, PHP tại địa chỉ: <http://vgtb.hcmuaf.edu.vn/admin> (cán bộ quản lý) hoặc <http://vgtb.hcmuaf.edu.vn> (người dân). Trong trường hợp sử dụng điện thoại di động, người dùng có thể tải thêm ứng dụng Android tại địa chỉ: <http://vgtb.hcmuaf.edu.vn/mobilesoft/vgtb.apk>



Hình 13: Giao diện website dành cho cán bộ quản lý



Hình 14: Giao diện website dành cho người dân

3.6. Mô-đun cung cấp thông tin dự báo, cảnh báo lũ lụt theo thời gian thực

Mô-đun cảnh báo lũ qua tin nhắn SMS tích hợp trong hệ hỗ trợ trực tuyến cảnh báo lũ LVS VGTB mở ra một cơ hội lớn cho phép người dân trong khu vực nghiên cứu này có thể tiếp cận với những thông tin về tình hình lũ lụt một cách nhanh chóng và dễ dàng hơn dù họ ở bất cứ nơi đâu, chỉ cần điện thoại của họ còn hoạt động. Từ những thông tin này, người dân có thể chủ động hơn trong công tác sản xuất cũng như luôn ở trong tư thế chủ động đối phó với lũ lụt. Một trong những lý do nhóm nghiên cứu lựa chọn công nghệ tin nhắn SMS bởi theo số liệu thống kê của Cục Thống kê Quảng Nam thì số lượng thuê bao sử dụng điện thoại di động trên địa bàn tỉnh là tương đối lớn và có xu thế gia tăng trong giai đoạn 2007 đến 2013 (Cục Thống kê Quảng Nam, 2015).

Mô-đun gửi tin nhắn cảnh báo SMS được phát triển với các chức năng chính sau:

- Quản lý người dùng: thêm, chỉnh sửa, xóa, phân quyền cho tài khoản người dùng.
- Quản lý thông tin hộ dân: thêm, chỉnh sửa, xóa, thông tin hộ dân.

- Thủ công/ tự động gửi tin nhắn SMS với nội dung cảnh báo lũ đến người dân.

Xem nhật ký gửi tin nhắn SMS.

Xin chào Nguyễn Minh Thành (Quản trị) [Thoát](#)

NHẬT KÝ SMS

[Quản lý Người dùng](#) [Quản lý Hộ dân](#) [Gửi tin nhắn SMS](#)

◀ Trước 8 9 10 Sau ▶

STT	Ngày	Giờ	Họ tên	Điện thoại	Trạng thái	Nội dung
55	2016-05-19	12:18:34	Trương Lệ	01264430570	Đã gửi	[Tin cảnh báo lũ tỉnh Quảng Nam] Chao Ông/Bà Trương L. Du báo lũ 1:16 ngày 20-05-2016, tại vị trí nhà Ông/Bà, có thể có lũ lụt với mức ngập 3,6 m
56	2016-05-19	12:23:41	Trương Lệ	01264430570	Đã gửi	[Tin cảnh báo lũ tỉnh Quảng Nam] Chao Ông/Bà Trương L. Du báo lũ 1:16 ngày 20-05-2016, tại vị trí nhà Ông/Bà, có thể có lũ lụt với mức ngập 3,6 m
57	2016-05-19	12:18:34	Nguyễn Văn Lê	01652481560	Đã gửi	[Tin cảnh báo lũ tỉnh Quảng Nam] Chao Ông/Bà Nguyễn Văn L. Du báo lũ 1:16 ngày 20-05-2016, tại vị trí nhà Ông/Bà, có thể có lũ lụt với mức ngập 3,6 m

Hình 15: Giao diện mô-đun cung cấp thông tin dự báo, cảnh báo lũ lụt

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Qua gần 2 năm thực hiện đề tài, nhóm nghiên cứu xây dựng hoàn chỉnh hệ thống cảnh báo lũ theo thời gian thực cho LVS VGTB, tỉnh Quảng Nam. Toàn bộ quy trình vận hành của hệ thống từ thu thập số liệu KTTV, truyền tải dữ liệu, cập nhật vào CSDL, xử lý theo định dạng của mô hình SWAT, HEC-RAS, chạy mô hình SWAT, HEC-RAS,

hiển thị số liệu KTTV, nhập lút lên website hỗ trợ giao diện điện thoại di động cho đến thông tin, cảnh báo lũ lút qua tin nhắn SMS đều được tự động hóa.

4.2. Kiến nghị

Bên cạnh những kết quả đạt được, nhóm nghiên cứu nhận thấy một số tồn tại và đề xuất hướng giải quyết để hệ thống cảnh báo lũ thực sự phát huy hiệu quả khi đưa vào ứng dụng trong thực tế như sau: (1) Tích hợp CSDL KTTV tự động với các hệ CSDL khác (CSDL quan trắc KTTV của Đài KTTV Trung Trung

Bộ, CSDL dự báo KTTV của Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương, ...) nhằm khai thác tối đa giá trị của số liệu trong dự báo, cảnh báo lũ trên LVS VGTB cũng như phục vụ cho các lĩnh vực có liên quan đến KTTV; (2) Tiếp tục đánh giá khả năng dự báo lũ dựa trên SWAT, HEC-RAS sử dụng số liệu số liệu quan trắc KTTV tự động trong những năm tiếp theo; (3) Duy trì, mở rộng phạm vi ứng dụng của hệ thống cảnh báo lũ không chỉ trong cảnh báo lũ mà còn phục vụ công tác quản lý, quy hoạch thủy lợi (tính toán cân bằng nước, dự báo hạn hán, ...).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ban Chỉ huy phòng chống lụt bão tỉnh Quảng Nam, 2010. *Đánh giá tác động của các công trình thủy điện đối với lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn trên địa bàn tỉnh Quảng Nam*. Báo cáo lưu trữ UBND tỉnh Quảng Nam, Tam Kỳ.
- [2] Beven, K.J., Kirkby, M.J., Schoffield, N., and Tagg, A., 1984. Testing a physically based flood forecasting model (TOPMODEL) for three UK catchments. *J. Hydrol.*, 69, pp.119–143.
- [3] Bộ Khoa học và Công nghệ, 2009. *Công tác Thủy văn trong hệ thống Thủy lợi - TCVN 8304:2009*.
- [4] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010. *Thông tư số 14/2010/TT-BTNMT quy định về quy trình dự báo lũ*.
- [5] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012a. *QCVN 46:2012/BTNMT Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Quan trắc Khí tượng*.
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012b. *Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Quan trắc Thủy văn - QCVN 47:2012/ BTNMT*.
- [7] Brych, K., Ditttr F., and Elias, V., 2002. Development of flood boundary maps of urban areas using HEC-RAS software. In: *Proceedings of the Fourth international FRIEND Conference*. Cape Town, South Africa.
- [8] Cục thống kê Quảng Nam, 2015. *Niên giám Thống kê tỉnh Quảng Nam năm 2014*. NXB Thống kê.
- [9] Đặng Thanh Mai, 2009. *Nghiên cứu ứng dụng mô hình WETSPA và HECRAS mô phỏng, dự báo quá trình lũ trên hệ thống sông Vu Gia- Thu Bồn*. Đề tài KHCN cấp Bộ, Hà Nội.
- [10] Hicks, F.E., and Peacock, T., 2005. Suitability of HEC-RAS for Flood Forecasting. *Canadian Water Resources Journal*, 30(2), pp.159–174.

- [11] Ho, L.T.K., Umitsu, M., and Yamaguchi, Y., 2010. Flood Hazard Mapping by Satellite Images and SRTM DEM in the Vu Gia – Thu Bon alluvial plain, Central Vietnam. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(8), pp.275–280.
- [12] Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., and Maidment, D.R., 2005. Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event. *Journal of Environmental Management*, 75, pp.325–336.
- [13] Malutta, S., and Kobiyama, M., 2011. SWAT application to analyze the floods in Negrinho River basin – SC, Brazil. In: *12th International Conference on Urban Drainage*. Porto Alegre/Brazil, 11-16 September 2011.
- [14] Matkan, A., Shakiba, A., Pourali, H., and Azari, H., 2009. Flood early warning with integration of hydrologic and hydraulic models, RS and GIS (Case Study: Madarsoo Basin, Iran). *World Applied Sciences Journal*, 6(12), pp.1698–1704.
- [15] Mehmet, C.D., Anabela, V., and Ercan, K., 2009. Flow forecast by SWAT model and ANN in Pracana basin, Portugal. *Advances in Engineering Software*, 40, pp.467–473.
- [16] Mohammad, K.A., 2006. *Flood Forecasting for Bangladesh with Satellite Data*. MSc Thesis, UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- [17] Samuel, R., Alexander, J.H., Douglas, R.R., Gines, S., and San, A.R., 2007. Predicting flood hazard areas: a SWAT and HEC-RAS simulations conducted in Aguan river basin of Honduras, Central America. In: *ASPRS 2007 Annual Conference*. Tampa, Florida, May 7-11, 2007.
- [18] Thien, N.H., 2011. *Application of MIKE11 and HEC-RAS Models to flood problems on the A Vuong River*. Master Thesis, Nice-Sophia Antipolis University.
- [19] Thủ tướng Chính phủ, 2011. *Quyết định số 17/2011/QĐ-TTg ban hành quy chế báo áp thấp nhiệt đới, bão, lũ*.
- [20] Thủ tướng Chính phủ, 2014a. *Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai*.
- [21] Thủ tướng Chính phủ, 2014b. *Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai*.
- [22] Tô Thúy Nga, 2013. Thiết lập mô hình mô phỏng lũ phục vụ vận hành hệ thống hồ chứa trên sông Vu Gia - Thu Bồn thời kì mùa lũ. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 42, pp.18–24.
- [23] Wang, X., Groenewold, G.H., Steadman, E.N., Bolles, B.A., Peck, W.D., Silva, L.L. De, and H.M Dokken, 2003. A Coupled Hydrologic-Hydraulic Model for Flood Reduction Analysis in the Red River of the North Basin. In: *1st International Water Conference*. Moorhead, MN, April 23–24, 2003.

- [24] Whiteaker, T.L., Robayo, O., Maidment, D.R., and Obenour, D., 2006. From a NEXRAD Rainfall Map to a Flood Inundation Map. *Journal of Hydrologic Engineering*, 11(1), pp.37–45.
- [25] Winai, W., Kobkiat, P., Thanaporn, S., Kamol, P.N.S., and Ornanong, V., 2012. Hydrological Evaluation with SWAT Model and Numerical Weather Prediction for Flash Flood Forecast System: a Case Study for Upper Nan Basin in Thailand. In: *2012 International SWAT Conference & Workshops*. New Delhi, India.
- [26] WMO, 2010. *Manual on Stream Gauging- Volumn 1: Fieldwork*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- [27] Yongping, Y., and Kamal, Q., 2011. *Floodplain Modeling in the Kansas River Basin Using Hydrologic Engineering Center (HEC)- Models Impacts of Urbanization and Wetlands for Mitigation*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development Washington, DC 20460.

XÂY DỰNG HỆ THỐNG CẢNH BÁO SỚM ĐA TAI BIẾN Ở QUY MÔ CẤP HUYỆN CHO VÙNG NÚI TÂY BẮC TRÊN CƠ SỞ TÍCH HỢP ĐỊA THÔNG TIN VÀ CÔNG NGHỆ ĐA PHƯƠNG TIỆN

Nguyễn Ngọc Thạch, Phạm Xuân Cảnh, Nguyễn Quốc Huy
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội
Đặng Ngô Bảo Toàn
Đại học Quy Nhơn

Tóm tắt: Ở vùng núi nước ta, cảnh báo sớm tai biến chỉ có hiệu quả một khi thông báo sớm được một cách chính xác về địa điểm, mức độ và thời gian sẽ xảy ra tai biến. Thời gian cảnh báo sớm phải đủ để người dân có thể chuẩn bị kịp thời các biện pháp ứng phó cần thiết. Trong thời đại công nghệ 4.0 thì một hệ thống như vậy có thể là một hệ thống đa năng làm nhiệm vụ cảnh báo nhiều loại tai biến.

Trong đề tài, các mô hình cảnh báo đa tai biến thiên nhiên (lũ quét, cháy rừng, sâu đục thân ngô, bệnh đạo ôn lúa và nhện đỏ hại cam) được xây dựng dựa trên tiếp cận đánh giá đa chỉ tiêu với sự tham gia của nhiều chuyên gia của nhiều ngành, trong đó, các tham số khí tượng được quan tâm đặc biệt. Mô hình dự báo sớm được xây dựng trên nguyên tắc là tai biến sẽ chỉ xảy ra ở nơi nào có có nguy cơ tiềm ẩn cao và khi có các tham số khí tượng trong mô hình vượt ngưỡng. Ngưỡng mưa sinh lũ được tính cho từng lưu vực có diện khoảng 100Km². Phần mềm cảnh báo sớm lũ quét được xây dựng trên cơ sở công cụ lập trình mã nguồn mở Python, PHP và cơ sở dữ liệu PostgreSQL/ PostGIS. Với module xử lý không gian, hoạt động trực tuyến trên internet, các thông số khí tượng được dự báo sớm 1- 6 ngày tính cho các trạm khí hậu tự động thông minh Imetos (chạy bằng pin mặt trời, kết nối với mạng khí tượng toàn cầu www.meteoblue.com), sẽ được nội suy và đưa vào tính toán trực tuyến cùng với bản đồ nguy cơ tiềm ẩn. Kết quả xử lý sẽ xác định chính xác các vị trí có thể xảy ra tai biến tới từng thôn bản, cấp độ nguy cơ dự báo tương ứng với giá trị thông số khí tượng tại các trạm khí tượng tự động. Thông tin về tai biến được công bố trực tuyến trên trang Web hoặc được truyền dạng bản tin SMS tới từng người dân. Hệ thống bước đầu được xây dựng và áp dụng để cảnh báo sớm 2 ngày cho tai biến lũ quét và cháy rừng, sớm 5 ngày cho bệnh đạo ôn hại lúa, sâu đục thân ngô và nhện đỏ hại cam. Hệ thống được triển khai cho 3 huyện ở 3 tỉnh khu vực tây bắc (Thuận Châu - tỉnh Sơn La, Hoàng Su Phì - tỉnh Hà Giang và Cao Phong - tỉnh Hòa Bình) nhằm trợ giúp cho địa phương đưa ra quyết định phù hợp cho việc phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại do tai biến.

Từ khóa: Tai biến, mô hình, tham số, ngưỡng, đa chỉ tiêu, cảnh báo sớm.

Summary: At the mountains of our country, disaster early warning effective only once early notice is exactly about the location, extent and duration will occur disaster. Early warning time is enough for people to be able to prepare timely corrective measures needed. In stage technology 4.0, then such a system can only serve one type of hazard warning song also can be a versatile system duty multi hazard warning.

The early natural hazard warning models (flash floods, forest fires, maize stalk bore (*busseola fusca*), blast damage red spider of orange and *bactrocera tryonyl*, piriculariose disease for rice) are based on multiple criteria evaluation approach with the participation of many professionals

of various disciplines, in which, the meteorological parameters are of particular interest.

*Early prediction models are built on the principle is that accidents will occur only where there is a potential risk is high and when the meteorological parameters in the model beyond the threshold. Flash floods early warning software is built on the basis of open source programming tools in Python, PHP and Postgre SQL/PostGIS database. With the spatial module, online activities on the internet, the parameters of generation meteorological forecasts 1-6 days early from the automatic climate stations Imetos (with powered by solar batteries, connected to the global meteorological network www.meteoblue.com), will be taken into account and interpolation online along with a map of the potential risk. The result handler will determine exactly the location of hazard that can happen to a region, with the level of risk corresponds to the value of meteorological parameters at the automatic meteorological stations. Information about the disaster was published online on the website or transmitted as a SMS to each people. The system was initially built and used for 2 days early warning for flash flood and forest fires, early 5 days for the pests: maize stalk bore (*busseola fusca*), blast damage red spider of orange and *Bactrocera tryonyi*, piriculariose disease for rice)*

The system deployed for three districts in northwestern province 3 (European Agreement - Son La province, Hoang Su Phi - Ha Giang province and Cao Phong - Hoa Binh Province) aims to help local people to make decisions appropriate for the moving safety or minimize damage caused by the risks.

Keywords: *disaster, models, parameters, thresholds, most indicators, early warning*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang diễn ra phức tạp ở nước ta thì các tai biến xuất hiện không theo quy luật thông thường [24]. Vì vậy cảnh báo sớm trước khi tai biến xảy ra theo thời gian thực và chi tiết theo không gian là một nhu cầu hết sức bức thiết, đặc biệt là ở các khu vực miền núi. Tuy nhiên, đây vẫn là vấn đề hết sức nan giải và chưa có lời giải xác đáng của ngành khoa học trái đất.

Hiện nay có rất nhiều giải pháp cảnh báo sớm cho từng loại tai biến song hạn chế của cảnh báo hiện nay là: sử dụng các nguồn dữ liệu hiện tại hoặc quá khứ, thiếu tính liên tục và thiếu tính cập nhật để dự báo. Kết quả dự báo thường mang tính khu vực, thiếu sự chi tiết và không định vị rõ ràng [12,13,17], không cung cấp được thông tin cụ thể theo từng vị trí nên khó áp dụng ở các địa phương.

Mục tiêu của cảnh báo là để trao quyền cho các cá nhân và các cộng đồng bị đe dọa bởi những nguy hiểm có đủ thời gian và

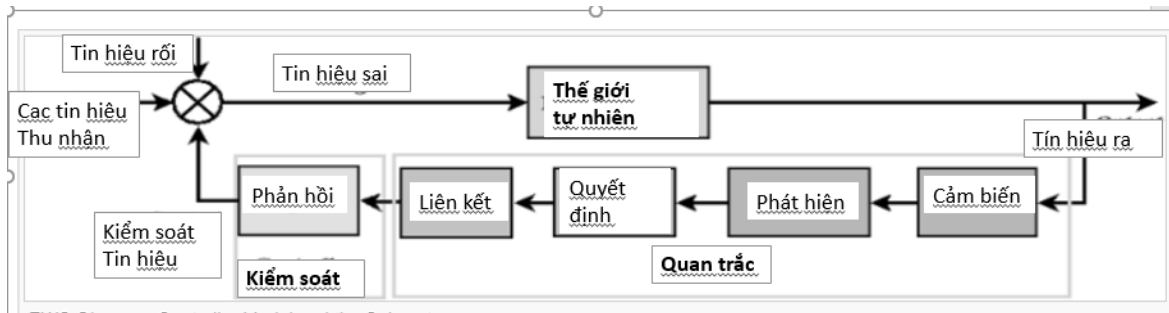
phương thức thích hợp để giảm khả năng bị tổn thương, mất mát về cuộc sống cũng như thiệt hại tài sản và môi trường. Những người đóng vai trò chính trong hệ thống cần có sự trao đổi thường xuyên để đảm bảo họ hiểu tất cả các thành phần khác và những gì các bên khác cần từ họ. Kịch bản rủi ro cần được xây dựng và xem xét và trách nhiệm cụ thể trong toàn chuỗi được thỏa thuận và thực hiện. Các sự kiện trong quá khứ được nghiên cứu và điều chỉnh để thực hiện hiệu quả cho hệ thống cảnh báo. Hệ thống có được sự có sự chấp nhận các bản tin tức về rủi ro. Những thông tin này cần được phổ biến kịp thời đến cộng đồng để có thể triển khai các thủ tục ứng xử như sơ tán, cứu hộ ... Chức năng của hệ thống cảnh báo sớm tai biến có thể là hệ thống chuyên sâu cho 1 loại hình tai biến song cũng có thể là một hệ thống đa năng phục vụ cho cảnh báo nhiều loại hình tai biến trên nền cơ sở dữ liệu dùng chung và hệ thống thu thập thông tin đa năng [25,26].

Đằng sau tất cả các hoạt động này là một cơ

sở vững chắc của hỗ trợ chính trị, luật pháp và các quy định, trách nhiệm thể chế và có nguồn nhân lực được đào tạo. Hệ thống cảnh báo được thiết lập và hỗ trợ như là một vấn đề của

chính sách với sự sẵn sàng đáp ứng của mọi thành phần trong xã hội.

Một hệ thống cảnh báo hoàn chỉnh và hiệu quả bao gồm bốn hợp phần dưới đây:



Hình 1: Mô hình hệ thống cảnh báo và các hợp phần của hệ thống [nguồn 25,26]

* Khối kiến thức về tai biến và rủi ro

Rủi ro phát sinh từ sự kết hợp của các mối nguy hiểm do tai biến và tính dễ bị tổn thương tại một vị trí cụ thể do tai biến gây ra. Đánh giá rủi ro đòi hỏi có hệ thống thu thập và phân tích dữ liệu và xem xét bản chất động của các mối nguy hiểm và tổn thương phát sinh từ các quá trình của tự nhiên, sự can thiệp của con người, sự suy thoái môi trường và biến đổi khí hậu. Thẩm định rủi ro và bản đồ giúp thúc đẩy con người, ưu tiên cần hệ thống cảnh báo và các sản phẩm hướng dẫn cho phòng chống thiên tai và phản hồi về kết quả của cảnh báo.

* Khối dịch vụ giám sát và cảnh báo

Các dịch vụ cảnh báo nằm ở cốt lõi của hệ thống giám sát thông qua các phương tiện cảm biến thu thập thông tin và dự báo thông tin có liên quan. Hệ thống cần có cơ sở khoa học một đáng tin cậy cho dự đoán và cảnh báo mối nguy hiểm và hoạt động 24 giờ/ngày. Hệ thống có thể giám sát liên tục các thông số cần thiết để tạo ra những cảnh báo chính xác, kịp thời theo thời gian thực. Thông tin cảnh báo mối nguy hiểm cần được xử lý và cung cấp kịp thời với giao tiếp trực tuyến trên không gian mạng

* Khối phổ biến và truyền thông

Cảnh báo phải đạt đến những thông tin đơn

giản, rõ ràng, hữu ích, quan trọng để cho phép các phản hồi thích hợp nhằm giúp bảo vệ cuộc sống và sinh kế. Truyền thông cần ở cấp quốc gia, khu vực và cộng đồng. Hệ thống phải được xác định với tiếng nói mang tính pháp lý. Việc sử dụng các nhiều kênh truyền thông là cần thiết để đảm bảo thông tin cảnh báo được truyền tới càng nhiều người càng tốt nhằm tránh sự tổn thương ở mức thấp nhất.

* Khối về khả năng đáp ứng

Điều cần thiết là cộng đồng hiểu được rủi ro, tôn trọng các dịch vụ cảnh báo và biết làm thế nào để phản ứng. Đào tạo và chuẩn bị cho các hoạt động ứng phó cũng được thực hành và thử nghiệm. Cộng đồng nên được thông báo rõ về các lựa chọn an toàn trong hành động, các tuyến đường thoát hiểm cũng được vạch sẵn và các phương thức tốt nhất để tránh thiệt hại và mất tài sản cũng được tập huấn và chuẩn bị từ trước.

Một hệ thống cảnh báo có thể được thực hiện như một chuỗi các hệ thống truyền thông thông tin và bao gồm các cảm biến, hệ thống phát hiện thông tin và ra quyết định. Hệ thống phải làm việc cùng nhau để dự báo và phát tín hiệu về những rủi ro có thể xảy ra và đủ thời gian cho hệ thống có thể chuẩn bị và để giảm thiểu tác động của rủi ro (hình 1).

Như vậy một hệ thống cảnh báo đơn giản là một phương tiện để cảnh báo có thể được phổ biến đến công chúng. Thất bại trong bất kỳ một phần nào có thể có nghĩa là thất bại của toàn bộ hệ thống.

Đề tài: ***“Nghiên cứu xây dựng mô hình và hệ thống dự báo thời tiết tiểu vùng và cảnh báo nguy cơ lũ quét, cháy rừng và sâu bệnh nông nghiệp cấp huyện vùng Tây Bắc”***, Mã số: KHCN-TB.13C/13-18 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước giai đoạn 2013-2018 mang tên ***“Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển bền vững vùng Tây Bắc - Việt Nam”*** nhằm khắc phục một phần những hạn chế đó. Nhiệm vụ của đề tài là đưa ra những giải pháp công nghệ thích hợp để cung cấp sớm thông tin về đa tai biến tới từng thôn bản, phục vụ cho việc ra quyết định kịp thời trước khi tai biến xảy ra, nhằm giảm thiểu tối đa thiệt hại có thể gây ra bởi tai biến. Nội dung bài báo sẽ trình bày kỹ hơn về dự báo sớm lũ quét [23].

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU TRONG DỰ BÁO SỚM LŨ QUÉT

2.1. Tiếp cận lưu vực trong nghiên cứu lũ quét

Khác với lũ thông thường, lũ quét là một dạng lũ có tốc độ dòng chảy lớn, thường chứa nhiều vật chất rắn, xảy ra bất ngờ trong thời gian ngắn trên các lưu vực nhỏ, địa hình dốc nên chúng có sức tàn phá lớn. Sự hình thành lũ quét có liên quan mật thiết với cường độ mưa, điều kiện khí hậu, đặc điểm địa hình, các hoạt động của con người cũng như điều kiện tiêu thoát lũ của lưu vực [3,12,23]. Lũ quét thường xuất hiện chỉ vài ba giờ sau khi có mưa với cường độ lớn vượt quá ngưỡng. Trong thực tế, dữ liệu về lũ quét luôn thiếu và không hệ thống, vì vậy thường khó có thể sử dụng các phương pháp thông dụng trong tính toán dự báo thủy văn - thủy lực để dự báo hoặc cảnh báo lũ quét.

Cơ sở lý thuyết chủ đạo của nghiên cứu này là tiếp cận lưu vực theo từng ô lưới (Grid base).

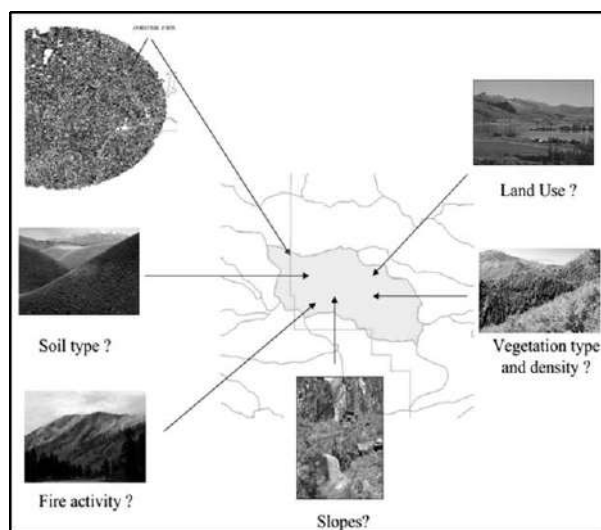
Theo tiếp cận này, lưu vực được coi là một hệ thống tương đối kín, bao gồm nhiều phụ lưu nhỏ và khi có mưa thì mọi thông số của mặt đệm sẽ quyết định đến chế độ vận chuyển và tích tụ của dòng chảy ở trong phạm vi lưu vực. Ở vùng núi, với độ dốc lưu vực lớn thì khi lượng mưa vượt quá ngưỡng, dòng chảy mặt sẽ tích tụ tạo thành lũ quét. Mỗi lưu vực sẽ có cơ chế phát sinh lũ quét riêng biệt [4,5,12,18] và mỗi ô lưới sẽ được coi là một lưu vực nhỏ nhất.

2.2. Phương pháp chỉ số nguy cơ lũ quét FFPI (flash flood potential index)

Chỉ số nguy cơ lũ quét FFPI (flash flood potential index) là mô tả định lượng tiềm năng lũ quét của một lưu vực dựa trên những đặc tính tĩnh vốn có của nó như là độ dốc, lớp phủ bề mặt, sử dụng đất, loại và đặc tính của đất. Loại và cấu tượng của đất đặc trưng cho mức độ giữ và thấm nước, lớp phủ thực vật ngăn chặn nước mưa, sử dụng đất có vai trò thấm thấu, tập trung, và tác động dòng chảy, độ dốc và hình thái lưu vực tác động vận tốc và tập trung dòng chảy. Tổng hợp các yếu tố này phần nào phản ánh tính chất thủy văn và nguy cơ lũ quét. Đặc điểm của FFPI là một chỉ số lý thuyết đơn giản về các đặc điểm về tính chất vật lý của đất mà ảnh hưởng đến chu trình thủy văn gây ra mưa lớn. Lưu vực thoát nước sẽ được xếp hạng (thứ tự quy mô) với giá trị chỉ số cao hơn chỉ định của một chu trình thủy văn với cường độ mưa lớn hoặc lớn hơn tiềm năng lũ quét.

FFPI đã được rất nhiều tác giả nghiên cứu ứng dụng trong những năm gần đây như Jeffrey Zogg và Kevin Deitsch, Greg Smith tại vùng Colorado, Mỹ năm 2003, Brewster tại vùng Binghamton, Mỹ năm 2009, Kruzdlo tại vùng Mount Holly, Mỹ. Phương pháp xác định FFPI tương đối đơn giản là sử dụng công nghệ GIS để xây dựng CSDL GIS gồm 4 lớp cơ bản ở dạng raster là: độ dốc, phủ thực vật/sử dụng đất, đất, và mật độ rừng/thực vật. Các tác giả đều cho rằng kết cấu và cấu trúc đất rất quan

trọng trong việc xác định đặc tính giữ nước và xâm nhập. Độ dốc và đặc trưng hình học của lưu vực xác định hành vi như tốc độ và sự tập trung của dòng chảy. Thảm thực vật và tán rừng ảnh hưởng đến sự chặn lại của lượng mưa. Hoạt động sử dụng đất, đặc biệt là đô thị hóa, có thể đóng một vai trò quan trọng trong sự xâm nhập của nước, sự tập trung và hoạt động của dòng chảy. Sơ đồ tổng quát để lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét theo phương pháp FFPI [15,24] xem xét đến các yếu tố đất, sử dụng đất, độ dốc, mức độ che phủ của thực vật (hình 2).



Hình 2: Sơ đồ tổng quát lưu vực và các hợp phần để tính FFPI

2.3. Bản đồ nguy cơ phát sinh lũ quét theo tiếp cận đa chỉ tiêu

Bản đồ nguy cơ lũ quét thể hiện khả năng phát sinh lũ quét trong một thời gian tối thiểu là một chu kỳ khí hậu, thông thường chu kỳ này là 20 - 40 năm. Vì vậy, tùy theo sự phân bố mưa khác nhau theo không gian mà lũ quét có thể xuất hiện không đồng bộ ở nhiều vị trí khác nhau nhưng có thể lặp lại sau một thời gian. Cho đến nay, việc lập bản đồ nguy cơ lũ quét vẫn còn nhiều cách tiếp cận, phương pháp và cho kết quả khác nhau. Có nhiều phương pháp (hoặc mô hình) thủy văn - thủy lực được

áp dụng như NAM, HEC-RAS, SWAT... Đa số các bản đồ lũ quét được xây dựng đều dựa vào việc tiếp cận lũ quét sườn. Vì vậy, các bản đồ được xây dựng đều có những khoảng vùng rất lớn theo sườn dốc, thiếu tính chi tiết nên khả năng ứng dụng còn hạn chế [1,2,3,12,16].

Trong nghiên cứu này, các thông số của lưu vực được phân tích và xử lý bằng mô hình phân tích đa chỉ tiêu (MCA), toàn bộ không gian của lưu vực sẽ được đánh giá theo từng ô lưới (pixel) và bản đồ kết quả được thể hiện chi tiết, đáp ứng yêu cầu của tỷ lệ nghiên cứu cấp huyện (1:10.000) và cấp xã (1:5.000) [22]. MCA là mô hình lồng ghép mô hình thủy văn và địa mạo lưu vực với sự trợ giúp của công nghệ GIS. Để triển khai mô hình, nghiên cứu tập trung xác định các nhân tố gây lũ quét của lưu vực, bao gồm: Tính chất của đất, thảm thực vật, độ dốc lưu vực, mật độ sông suối, dòng chảy tích lũy... và so sánh với các số liệu thống kê để phân cấp khả năng gây lũ quét của từng lớp thông tin. Ứng dụng GIS để xác định trọng số, tích hợp không gian các lớp nhân tố với trọng số [21]. Phương pháp này là định tính và mang nhiều tính chủ quan của người nghiên cứu, song thích hợp với điều kiện của các lưu vực vừa và nhỏ ở vùng núi, nơi còn thiếu số lượng các trạm đo khí tượng, thủy văn.

Trong lưu vực sông suối, để xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét - lũ bùn đá, các yếu tố: Nguy cơ trượt lở đất; lượng mưa ngày lớn nhất; giá trị tích lũy dòng chảy của bề mặt địa hình; đặc điểm lớp phủ của mặt đệm; đặc điểm thổ nhưỡng; vô phong hóa của mặt đệm; độ dốc trung bình của các phụ lưu là những dữ liệu đầu vào trong mô hình phân tích, được xây dựng với mức độ chi tiết theo tỷ lệ nghiên cứu [22].

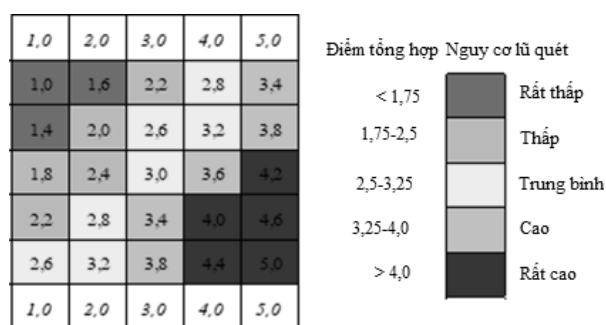
Bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn được thành lập theo hàm sau :

$$FFPI = \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (1)$$

Trong đó: FFPI là bản đồ nguy cơ lũ quét

tiềm ẩn, w_i là trọng số của yếu tố thứ (i), x_i là yếu tố thứ (i), n là số yếu tố (từ 1 đến n - các lớp thông tin đã nêu ở trên).

Kết quả cho sản phẩm là bản đồ dạng ô lưới. Chỉ số FFPI là không có thứ nguyên (đơn vị), có thể phân chia lại thành các cấp độ nguy cơ phát sinh lũ quét từ thấp đến cao (1-5) hoặc có thể từ 1-10 nếu nghiên cứu rất chi tiết (hình 3).



Hình 3: Mô phỏng bản đồ nguy cơ tiềm ẩn lũ quét tích hợp từ nhiều lớp thông tin dạng raster

Chú giải nguy cơ lũ quét:

- Rất nhỏ (mức I): dòng chảy và mực nước lớn hơn mức bình thường nhưng vẫn giới hạn trong lòng sông suối và chưa có khả năng gây ngập lụt tới đồng ruộng và khu dân cư hai bên bờ sông suối. Thiệt hại của mức lũ này có thể chỉ ở mức gây xói lở bờ sông suối.

- Nhỏ (Mức II): dòng chảy và mực nước lớn hơn mức bình thường và tràn qua bờ sông suối, bắt đầu gây ngập lụt một phần hoặc toàn bộ vùng đất thấp ven sông suối và có thể bắt đầu ngập lụt tới đồng ruộng và khu dân cư nằm rất thấp.

- Trung bình (mức III): dòng chảy và mực nước lớn hơn mức bình thường rất nhiều và có thể gây ngập lụt toàn bộ vùng đất thấp, đồng ruộng và có thể khu dân cư thấp ven sông suối và có thể quét trôi và gây thiệt hại lớn tới đồng ruộng và khu dân cư.

- Lớn (mức IV): dòng chảy và mực nước lớn, sức tàn phá lớn có thể ở mức thảm họa, gây ngập lụt sâu toàn bộ vùng đất thấp, đồng ruộng và khu dân cư ven sông suối và có thể quét trôi phần lớn và gây thiệt hại rất lớn tới đồng ruộng và khu dân cư.

- Rất lớn (mức V): dòng chảy và mực nước rất lớn, sức tàn phá khủng khiếp ở mức thảm họa, gây ngập lụt và quét trôi hầu như toàn bộ vùng đất thấp, đồng ruộng và khu dân cư ven sông suối và gây thiệt hại vô cùng lớn tới đồng ruộng và khu dân cư.

Nội dung của bản đồ nguy cơ lũ quét thể hiện khả năng phát sinh lũ quét trong một thời gian tối thiểu là một chu kỳ khí hậu, thông thường chu kỳ này là 20 - 40 năm. Vì vậy, tùy theo sự phân bố mưa khác nhau theo không gian mà lũ quét có thể xuất hiện không đồng bộ ở nhiều vị trí khác nhau nhưng có thể lặp lại sau một thời gian.

2.4. Mô hình cảnh báo sớm lũ quét

2.4.1. Mô hình lý thuyết

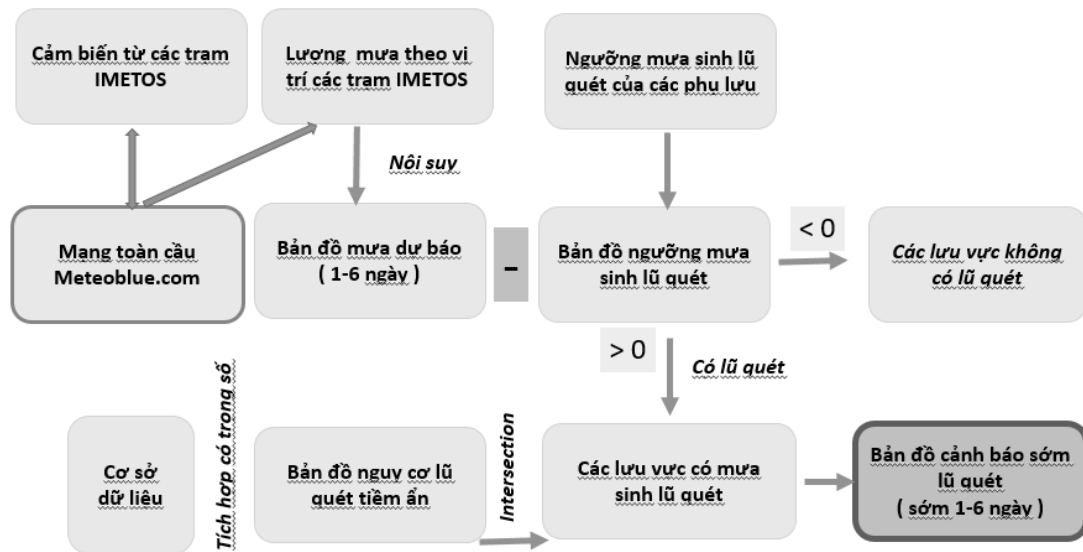
Nguyên lý chung của mô hình cảnh báo sớm lũ quét là tai biến lũ quét sẽ chỉ xảy ra ở nơi nào có có nguy cơ tiềm ẩn cao và khi có lượng mưa vượt ngưỡng phát sinh lũ. Hàm tính cho mô hình cảnh báo sớm lũ quét:

$$Fr = \sqrt{f.p} \quad (2)$$

Trong đó: Fr - bản đồ cảnh báo sớm nguy cơ lũ quét; f - lượng mưa cực đại dự báo; p - bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn (với chỉ số nguy cơ lũ quét FFPI).

Mỗi ô lưới (GRID hay PIXEL) của các lớp bản đồ được coi là một lưu vực nhỏ nhất. Trong GIS, ý tưởng đó được thực hiện bằng các hàm toán Logic, xử lý cho hai hay nhiều lớp thông tin không gian dạng ô lưới.

Khái niệm đó được minh họa theo sơ đồ hình 2.



Hình 4: Mô hình xử lý, tích hợp thông tin và xây dựng bản đồ cảnh báo sớm lũ quét.

Như vậy, để cảnh báo sớm nguy cơ lũ quét, các công việc cần thực hiện là: 1) Xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn; 2) Xây dựng mô hình cảnh báo sớm lũ quét; 3) Thiết lập hệ thống trạm khí tượng tự động IMETOS. Các trạm này có bán kính hoạt động 10-15 km, có thể kết nối trực tiếp với mạng khí tượng toàn cầu www.meteoblue.com và nhận lại nhiều thông tin về điều kiện khí tượng của 30 ngày đã qua, thời tiết hiện tại và thời tiết dự báo 1-6 ngày cho chính vị trí đặt trạm. Đây là hệ thống trạm khí hậu chuyên dùng với nhiều tính năng mới được Bộ Tài nguyên và Môi trường cho phép xây dựng theo Luật Khí tượng thủy văn ban hành năm 2016 [22]; 4) Xây dựng phần mềm WebGIS hoạt động trực tuyến trên môi trường Internet để xử lý nhanh các thông tin dự báo về lượng mưa và tích hợp với bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn. Khi lượng mưa vượt quá ngưỡng thì có thể nhanh chóng xác định, cung cấp kịp thời thông tin về thời gian sinh lũ và những vị trí có khả năng xảy ra tại biến lũ quét ở các mức độ khác nhau [9,10,18,24].

2.4.2. Ngưỡng mưa sinh lũ quét

Ngưỡng mưa sinh Lũ là lượng mưa trong một thời đoạn nhất định trên một lưu vực sông nhỏ cần thiết để tạo ra các điều kiện xuất hiện

lũ lụt (dòng chảy tràn bờ bankfull) tại cửa ra của lưu vực sông. Ngưỡng mưa sinh lũ là một chỉ số cho biết lượng mưa cần thiết để vượt qua khả năng trữ ẩm của đất và gây ra con lũ nhỏ nhất trên lưu vực. Để phục vụ cảnh báo lũ quét thì ngưỡng mưa sinh lũ thông số rất quan trọng song rất khó xác định một cách chính xác. Có nhiều cách xác định ngưỡng mưa song vẫn còn chưa có sự thống nhất [3,5,8,9,11,15].

Có thể tham khảo phương pháp xác định ngưỡng mưa theo tiểu lưu vực của Deg-Hyo Bae, Moon-Hwan Lee, and Sung-Keun Moon (Hàn Quốc) [21]. Khi so sánh với các tham số hình thái của lưu vực và điều kiện mặt đệm ổn định thì kết quả nghiên cứu cho thấy ngưỡng mưa với thời gian ngắn là có liên quan chặt chẽ đến diện tích lưu vực hơn bất kỳ biến nào khác. Trong nghiên cứu, ngưỡng mưa sinh lũ quét được xác định theo phương trình P là phương trình tích lũy của đường cong P-A, thể hiện lũ quét xuất hiện khi lượng mưa thực tế và diện tích lưu vực(A) có quan hệ theo hàm :

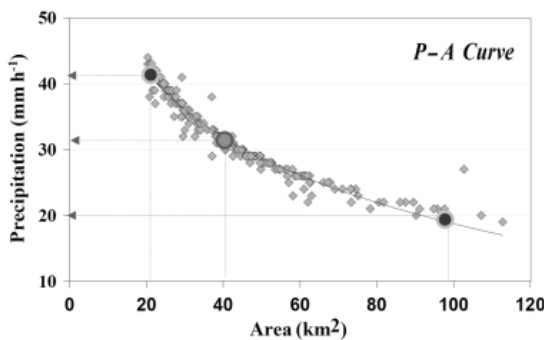
$$P = 85.02 - 14.39 \ln(A)$$

Trong đó:

- A là vùng phụ lưu vực (km^2) và các hệ số thực nghiệm tùy thuộc điều kiện tự nhiên của khu vực.

- P là cường độ lượng mưa theo giờ (mm/h) đại diện cho tiêu chuẩn ngưỡng mưa sinh lũ quét.

Một trận lũ quét sẽ xảy ra trong một lưu vực phụ với diện tích A nếu cường độ mưa vượt quá P – ở trên đường cong; Tuy nhiên, cơn lũ quét sẽ không xảy ra nếu cường độ mưa dưới đường cong. Lưu ý rằng cường độ mưa 1 h cần thiết để gây ra một cơn lũ quét như là một hàm của A .



Hình 5: Đường cong tính toán điều kiện định lượng của lũ quét (QPC). Vòng tròn thể hiện tiêu chuẩn mưa tùy theo diện tích lưu vực

Ở Việt Nam, các ngưỡng mưa gây lũ quét được xây dựng chủ yếu theo kinh nghiệm và cũng biến đổi ở phạm vi rất lớn, từ 100 mm/giờ đến 220 mm/ngày và tùy theo điều kiện của mật độ lưu vực. Hầu hết các lưu vực phát sinh lũ quét đều có độ dốc bình quân lớn hơn 30% và độ che phủ của rừng thấp hơn 10% bề mặt lưu vực. Các tác giả nghiên cứu về lũ quét ở Việt Nam như Ngô Đình Tuấn, Cao Đăng Dư, Lê Thanh Hà đã phân chia khả năng xuất hiện lũ quét thành 4 cấp như sau: Cấp I (có nguy cơ xuất hiện lũ quét rất cao), thuộc các lưu vực có điều kiện tự nhiên hội tụ đồng thời cả 4 yếu tố (xuất hiện tương đối thường xuyên lượng mưa tối thiểu 100 mm/ngày, độ dốc bình quân lớn hơn 30%, độ che phủ nhỏ hơn 10%, đất có tính thấm trung bình và kém), cấp II (có nguy cơ xuất hiện lũ

quét cao), thuộc các lưu vực hội tụ đồng thời 3 yếu tố (xuất hiện tương đối thường xuyên lượng mưa tối thiểu 100 mm/ngày; cùng với 2 trong 3 yếu tố còn lại của cấp I); cấp III (có nguy cơ trung bình), thuộc các lưu vực xuất hiện tương đối thường xuyên lượng mưa tối thiểu 100 mm/ngày và 1 trong 3 yếu tố còn lại; cấp IV (có ít nguy cơ xuất hiện lũ quét), không có các chỉ tiêu đã nêu ở trên. Phương pháp ngưỡng mưa gây lũ quét cho phép nhanh chóng xác định các vùng nguy cơ gây lũ quét theo mưa cục bộ [21].

2.5. Dữ liệu dùng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu của đề tài, với tiếp cận thủy văn lưu vực, các thông số của lưu vực được phân tích đánh giá theo các chỉ tiêu về mặt đệm trong thủy văn và xử lý bằng mô hình phân tích đa chỉ tiêu (MCA), toàn bộ không gian của lưu vực sẽ được đánh giá theo từng ô lưới (pixel) và bản đồ kết quả được thể hiện chi tiết, đáp ứng yêu cầu của tỷ lệ nghiên cứu cấp huyện (1:25.000) và cấp xã (1:10.000).

Tùy theo tỷ lệ bản đồ nghiên cứu mà số lượng các lớp thông tin được xem xét đánh giá sẽ khác nhau. Đối với tỷ lệ 1:10.000 cho cấp huyện, các lớp thông tin đưa vào đánh giá bao gồm: Lượng mưa trung bình của cực đại nhiều năm (RM), chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI), độ dốc trung bình của phụ lưu (SB), mật độ điểm trượt lở (LS), địa mạo (GM), đất (S), rừng (FR), mật độ sông suối (RD). Mức đánh giá được chia thành 5 cấp (cấp 1: Rất thấp, cấp 2: Thấp, cấp 3: Trung bình, cấp 4: Cao và cấp 5: Rất cao).

Các trọng số đánh giá cho từng lớp thông tin được xác định theo hệ số chuyên gia và phương pháp phân tích so sánh cặp (AHP) [21].

Bảng 1: Tư liệu sử dụng trong nghiên cứu

Loại tư liệu	Đặc điểm	Nguồn dữ liệu
Bản đồ địa hình	Tỷ lệ 1: 10.000	Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE)
Bản đồ rừng	Tỷ lệ 1: 10.000	Viện Quy hoạch và thiết kế lâm nghiệp (Phân tích từ ảnh SPOT và kiểm tra thực địa)
Bản đồ lớp phủ	Tỷ lệ 1: 10.000	Phân tích từ ảnh Landsat 8.OLI
Bản đồ thổ nhưỡng	Tỷ lệ 1: 10.000	Viện Nông hóa thổ nhưỡng, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
Bản đồ địa mạo	Tỷ lệ 1: 10.000	Xây dựng theo nguyên tắc hình thái nguồn gốc
Bản đồ nguy cơ trượt lở	Tỷ lệ 1: 10.000	Xây dựng bằng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu MCA trong GIS
Dữ liệu mưa lịch sử	52 năm (từ 1960 đến 2015)	Viện Khoa học khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu (Bộ Tài nguyên và Môi trường)
Lượng mưa dự báo	Số liệu	Số liệu trạm IMETOS của đề tài
Dữ liệu lũ lịch sử từ 2000 đến 2016	Vị trí, mức độ và giá trị mưa trận sinh lũ.	Thống kê và phỏng vấn thực địa

2.6. Kết quả nghiên cứu

2.6.1. Xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét huyện Thuận Châu

Tham khảo nhiều công trình đã công bố, có thể đánh giá các lớp thông tin của mặt đệm lưu

vực liên quan tới nguy cơ phát sinh lũ quét theo bảng sau (bảng 2, 3). Khác với mô hình FFPI của Grey Smith chỉ có 6 thông số, trong nghiên cứu tại vùng tây bắc ở tỉ lệ lớn, nhiều thông số khác của mặt đệm đã được xem xét đánh giá (bảng 2, bảng 3).

Bảng 2: Chỉ tiêu đánh giá nguy cơ lũ quét cho các lớp thông tin địa mạo (GM), đất (S), rừng (FR).

Mức ĐG	FR	GM	S
Cấp 1	- Rừng hỗn giao tre nứa	- Bề mặt đỉnh cao trên 1.000 m; dạng lượn sóng; bóc mòn tổng hợp yếu - Bề mặt đỉnh có độ cao dưới 1.000 m; dạng vòm thoải; rửa trôi bề mặt	- Núi đá

Mức ĐG	FR	GM	S
Cấp 2	- Rừng lá rộng thường xanh trung bình - Rừng tre nứa	- Sườn vách dốc rửa lũa trên đá vôi; dốc, rất dốc; rửa lũa, đổ lở - Sườn vách bóc mòn rửa lũa trên đá vôi, vôi xen; rất dốc, đến dốc đứng, chân sườn tích tụ thoải hơn; rửa lũa, đổ lở	- Đất đỏ nâu trên đá vôi - Đất nâu đỏ trên đá macma bazơ và trung tính
Cấp 3	- Rừng lá rộng thường xanh nghèo - Rừng lá rộng thường xanh phức hồi - Rừng trên núi đá - Rừng trồng	- Sườn trượt lở khá mạnh; dạng hơi lõm, hoặc khúc khuỷu, phần trên dốc 25-30⁰, phần dưới 30-40⁰; đổ lở trên đá gốc, trượt lở - Sườn bóc mòn trên các đá khác nhau; dạng hơi lồi, dốc trung bình 15-25⁰, đôi nơi 20-25⁰; bóc mòn tổng hợp - Sườn trượt lở trung bình; dạng khá thẳng, hoặc hơi lõm, dốc trung bình 25-30⁰; trượt lở trên vỏ phong hóa dày, trượt trôi trên đá gốc	- Đất vàng trên đá cát kết
Cấp 4	- Dân cư - Đất khác	- Bề mặt tích tụ lũ tích, sườn tích; dải ven chân sườn, độ dốc 6-15⁰, thành phần hỗn độn; rửa trôi bề mặt, xâm thực rãnh xói, mương xói	- Đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa nước - Đất đỏ vàng trên đá sét
Cấp 5	- Đất trống - Mặt nước	- Máng trũng dòng chảy xâm thực; trắc diện ngang dạng chữ V, trắc diện dọc thẳng, hoặc có dạng bậc thể hiện các thềm xâm thực; xâm thực sâu mạnh - Máng trũng xâm thực - tích tụ; trắc diện ngang chữ V, chữ U hẹp; xâm thực - tích tụ	- Đất thung lũng do sản phẩm dốc tụ - Đất nâu vàng trên phù sa cổ

Bảng 3: Chỉ tiêu đánh giá nguy cơ lũ quét cho các lớp thông tin lượng mưa trung bình của cực đại nhiều năm (RM), chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI), độ dốc trung bình của phụ lưu (SB), mật độ điểm trượt lở (LS), mật độ sông suối (RD)

Mức đánh giá	TWI	LS (điểm/km ²)	SB (độ)	RM (mm)	RD (km/mm ²)
Cấp 1	0,0-0,9	0,01-0,02	>40	<150	0,0-0,5
Cấp 2	0,9-1,3	0,02-0,04	30-40	150-250	0,5-1,5
Cấp 3	1,3-3,2	0,04-0,06	20-30	250-350	1,5-2,5
Cấp 4	3,2-5,4	0,06-0,08	10-20	350-450	2,5-3,5
Cấp 5	5,4-15,4	0,08-0,1	<10	>450	3,5-4,5

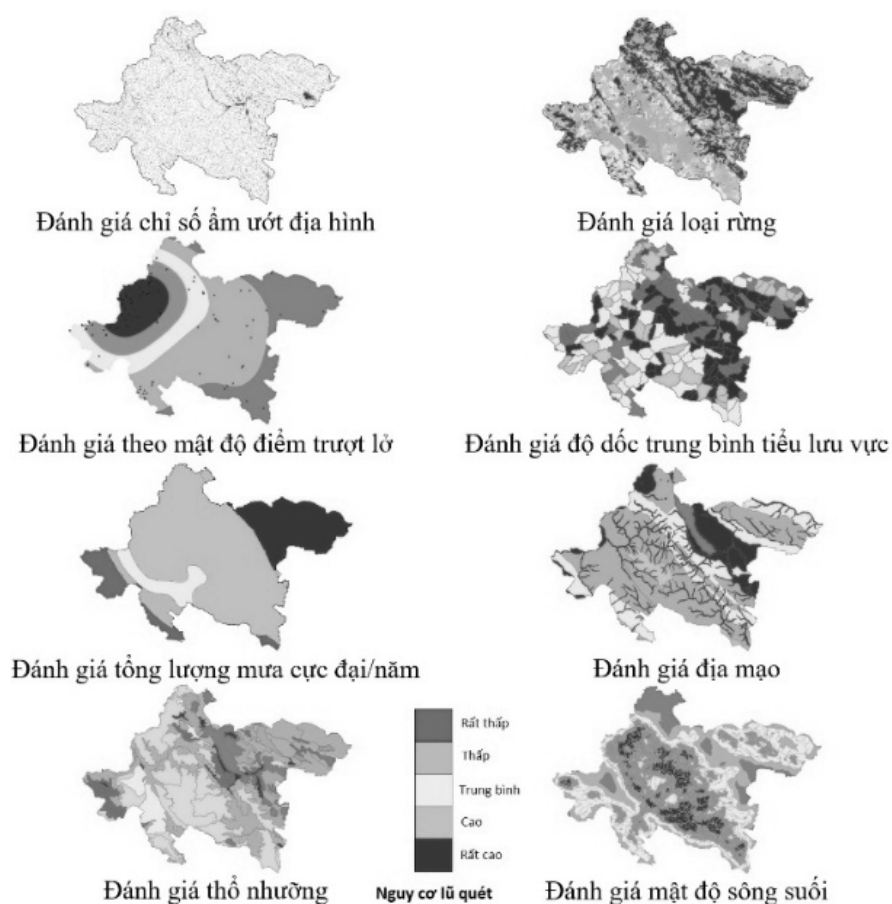
Kết quả đánh giá các lớp thông tin được thể hiện trong hình 3.

- *Tính toán trọng số cho các lớp thông tin theo phương pháp AHP*

Sử dụng Phương pháp AHP để tính toán trọng số cho mỗi lớp, kết quả được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4: Ma trận tính toán xác định trọng số của từng lớp thông tin

Lớp thông tin	TWI	FR	LS	SB	RM	GM	S	RD	Tổng	Trọng số
TWI	0,33	0,26	0,23	0,25	0,45	0,34	0,18	0,22	2,27	0,28
FR	0,11	0,09	0,14	0,17	0,06	0,06	0,16	0,13	0,91	0,11
LS	0,07	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,11	0,09	0,44	0,05
SB	0,11	0,04	0,14	0,08	0,08	0,06	0,13	0,13	0,77	0,11
RM	0,16	0,35	0,28	0,25	0,23	0,34	0,18	0,22	2,02	0,25
GM	0,11	0,18	0,14	0,17	0,08	0,11	0,11	0,13	1,02	0,13
S	0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,19	0,02
RD	0,07	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,11	0,04	0,38	0,05
Chỉ số nhất quán ngẫu nhiên (Random Consistency Index)							CI	0,08		
Chỉ số ngẫu nhiên xác định theo n (số lượng nhân tố) (Random consistency Index by n)							RI	1,41		
Chỉ số nhất quán chung (consistency index)							CR	0,056		



Hình 6: Các lớp thông tin đánh giá nguy cơ lũ quét tại huyện Thuận Châu

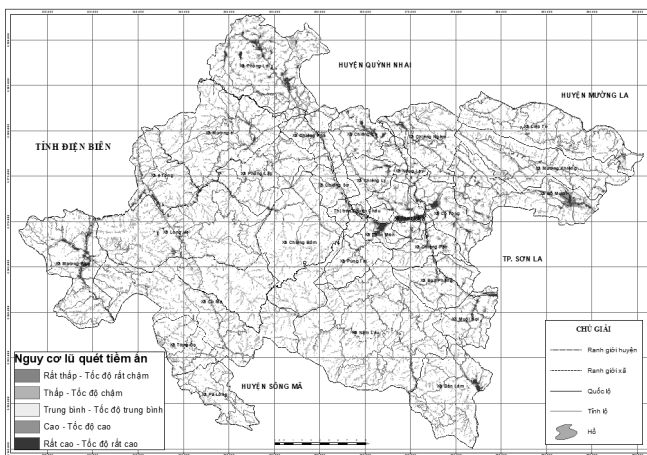
Độ tin cậy CR của ma trận được xác định thông qua chỉ số nhất quán chung CR, Nếu giá trị của chỉ số CR nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 thì đảm bảo độ nhất quán giữa các nhân tố trong ma trận so sánh. Đối với 8 nhân tố đưa vào so sánh trong nghiên cứu này, chỉ số nhất quán CR = CI/RI = 0,08/1,41 = 0,056 (chỉ số này < 0,1 cho thấy độ tin cậy là đảm bảo). Phương pháp tính toán các chỉ số được nêu trong các tài liệu của T.L.Saaty [21].

• *Xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét theo mô hình MCA*

Với trọng số được tính từ bảng 3, hàm tính (1) ở trên được cụ thể hóa như sau:

Bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn tính theo công thức (1) được cụ thể hóa như sau:

$$P = 0,25 \cdot R + 0,28 \cdot TWI + 0,1 \cdot SB + 0,05 \cdot LS + 0,13 \cdot G + 0,02 \cdot S + 0,11 \cdot F + 0,05 \cdot D \quad (3)$$

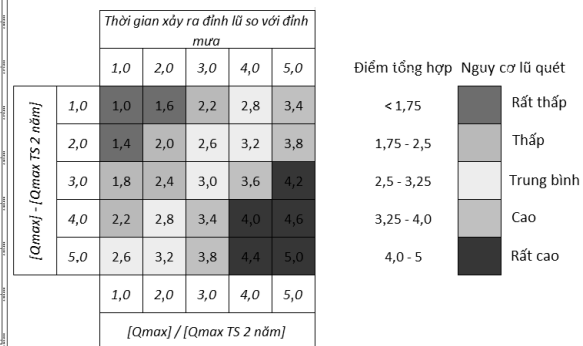


Ở đây :

P – Bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn (chỉ số nguy cơ lũ quét)

R- Lượng cực đại trung bình, TWI - Chỉ số ẩm ướt địa hình, SB - Độ dốc trung bình tiểu lưu vực, LS - Mật độ điểm trượt lở đất, G - Địa mạo, S - Đất, F - Rừng, D - Mật độ sông suối, 0,28; 0,11... - Trọng số của mỗi lớp thông tin tính bằng phương pháp AHP.

Các lớp thông tin nói trên đều được thể hiện ở dạng raster (ô lưới) và các hàm tính đều được thực hiện bằng chức năng xử lý không gian nhiều lớp thông tin dạng raster trong GIS. Các kết quả tính toán đều được tính cho từng ô lưới (Grid hay pixel).Kết quả thu được bản đồ nguy cơ lũ quét với các giá trị số khác nhau (hình 7). Ở dạng nguyên thủy, nó chưa đặc trưng cho một bản đồ cảnh báo sớm nguy cơ lũ quét.



Hình 7: Bản đồ nguy cơ lũ quét tính và chi tiết mức nguy cơ lũ quét (FFPI) cho từng pixel.

Khi so sánh với các số liệu và vị trí các điểm xảy ra lũ quét trong quá khứ từ năm 2000 tới nay, có sự phù hợp giữa thực tế và dự báo. Ở lưu vực suối Muội huyện Thuận Châu, theo số liệu thống kê từ năm 2000 tới nay, lũ quét bắt đầu phát sinh khi lượng mưa đạt tới 150 mm/ngày. Ngay tại một dòng suối, cũng có nhiều vị trí có nguy cơ lũ quét khác nhau, điều đó được giải thích

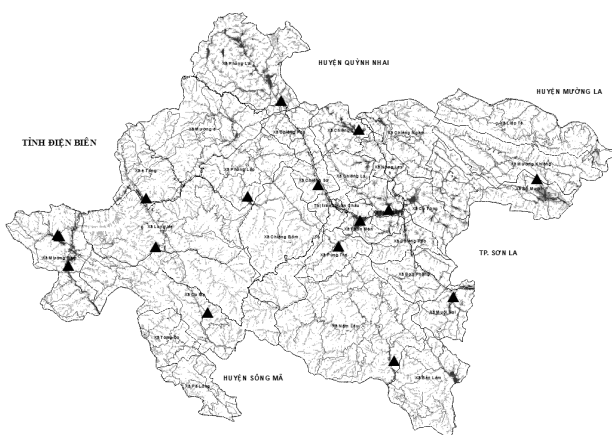
là do ảnh hưởng của các thông số khác nhau của mặt đệm.

• *Kiểm tra độ chính xác của bản đồ nguy cơ lũ quét*

Hình 4 thể hiện sự tương đồng giữa những nơi có chỉ số nguy cơ lũ quét (FFPI) cao trên bản đồ nguy cơ so với những nơi đã từng xảy ra lũ quét cục bộ. Kết quả so sánh trên bản đồ

cho thấy các vị trí lũ quét xuất hiện trong quá khứ đều nằm trong các vùng có mức nguy cơ cao. Để kiểm tra đánh giá độ chính xác của kết quả nghiên cứu, phương pháp xây dựng đường cong thu nhận (receiver operating characteristic hay receiver operating curve-ROC) đã được áp dụng. Trong lý thuyết phát hiện tín hiệu, tỷ lệ số tín hiệu nhận được (đúng) trên tổng số tín hiệu phát ra sẽ được sử

dụng để đánh giá độ chính xác của hệ thống [6,20]. Từ tín hiệu nhận được, phần mềm SPSS sẽ phân tích và vẽ một đường cong đặc điểm thu nhận tín hiệu (ROC) để xác định độ tin cậy của hệ thống. Mỗi điểm trên đường cong là tọa độ tương ứng với tần số tín hiệu thực trên trục thẳng đứng và tần suất tín hiệu lý thuyết trên trục ngang.

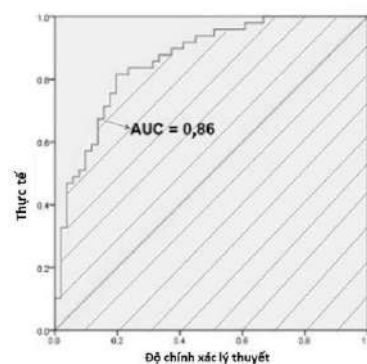


Hình 8: So sánh kết quả dự báo với các trận lũ lịch sử

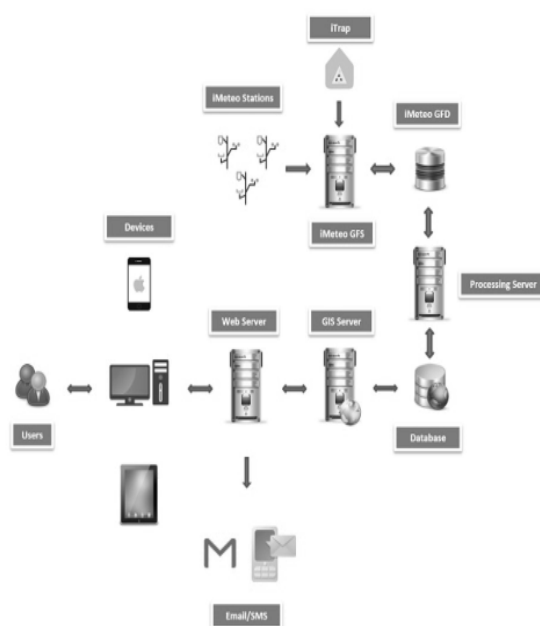
Giá trị dưới đường cong (Area Under Curve) càng cao thì sự phân biệt giữa hai trạng thái chính xác (giá trị 1) và không chính xác (giá trị 0) là càng tốt. Khi giá trị AUC tăng lên thì đường cong sẽ tiến sát đến trục ngang phía trên có $AUC = 1$. Việc xác định mức độ chính xác dựa trên hệ thống điểm sau: 0,80 - 0,90 = rất tốt (A), 0,60-0,70 = tốt (B), 0,50-0,60 = sai (C). So sánh số liệu các điểm lũ quét đã xảy ra trong quá khứ và bản đồ nguy cơ lũ quét (hình 5), đường cong ROC được xây dựng trong hình 6 cho giá trị $AUC = 0,86$ cho thấy độ chính xác là khá tốt.

2.6.2. Hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến

2.6.2.1. Cấu trúc và mô hình hoạt động của hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến: được mô tả theo sơ đồ sau:



Hình 9: Đường cong ROC xây dựng từ hệ thống điểm kiểm tra lũ quét trong lịch sử so sánh với bản đồ nguy cơ lũ quét tại Thuận Châu



Hình 10: Cấu trúc và mô hình hoạt động của hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến

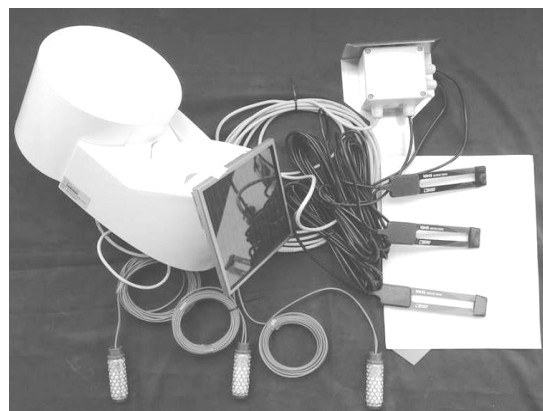
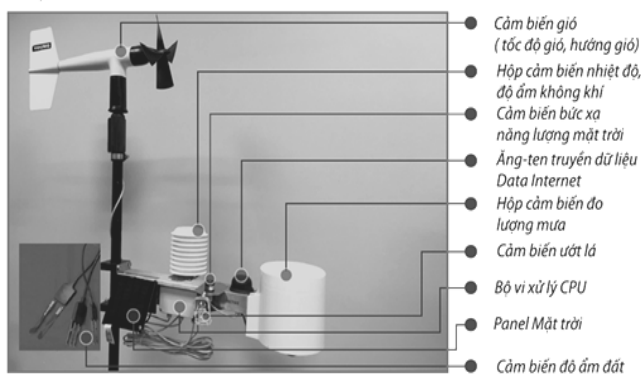


Hình 11: Cổng thông tin của Hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến

2.6.2.2. Mô tả các hợp phần của hệ thống

• Hệ trạm khí tượng chuyên dùng Imetos

TRẠM THỜI TIẾT THÔNG MINH (Smart Weather Station - SWS)



Hình 12: Trạm đo thời tiết tự động iMetos, mỗi trạm có tầm hoạt động hiệu quả từ 10-15 km

- Các thiết bị này làm việc độc lập, kết nối, truyền tải số liệu nhờ sim 3G trên hệ thống thông tin di động mặt đất GPRS, GSM hiện có trên địa bàn (Vinaphone, Mobiphone, Viettel), hoạt động nhờ tấm pin năng lượng mặt trời và acquy lưu điện, cung cấp năng lượng điện ổn định cho thiết bị ngay cả khi điều kiện thiếu ánh sáng (sương mù, tuyết, bóng núi...), có thể thay đổi chế độ thu và phát tín hiệu 10-20-30-120 phút/lần. Thiết bị iMetos có nhiều ưu điểm của công nghệ hiện đại, giá thành rẻ, bền, dễ lắp đặt, có thể dễ dàng lắp đặt phục vụ cho các mục đích chuyên dùng theo luật Khí tượng thủy văn mới (áp dụng từ 1-6-2016).

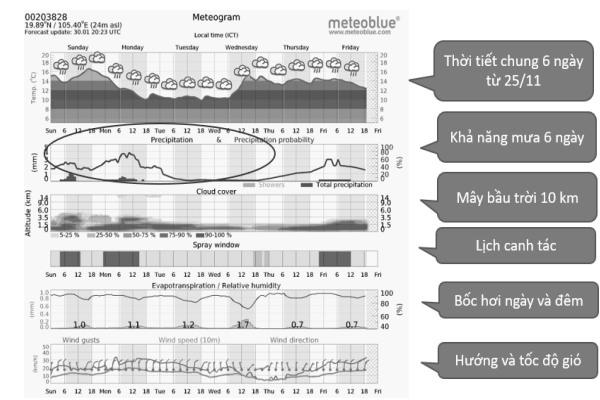
- Khi kết nối với mạng Meteoblue, mỗi

Trạm thời tiết thông minh (Intelligent Meteorological Station - iMetos) là thiết bị của Hãng Pessil Instrument, phối hợp để triển khai công nghệ dự báo của Meteoblue. iMetos bao gồm các đầu đo (cảm biến các thông số thời tiết và môi trường) tích hợp vào trạm thời tiết thông minh (SWS), trạm có kích thước nhỏ gọn, làm việc trên độ cao 2-4 m (chuyên dùng cho đối tượng cây trồng nông nghiệp thay vì 10 m của KTTV), bộ vi xử lý có khả năng kết nối tới 400 loại cảm biến (sensors), hoạt động theo chế độ hoàn toàn tự động bằng năng lượng mặt trời, thu nhận, xử lý, lưu trữ số liệu, kết nối, truyền tải thông tin qua GSM/GPRS/3G.

trạm có thể thu nhận (qua trang Web: www.meteoblue.com) các loại thông tin thời tiết, khí hậu như: bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm không khí, lượng mưa, tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ điểm sương, độ ướt lá (cảnh báo bệnh cây trồng), khí áp kế, môi trường đất, nước: độ ẩm đất, nhiệt độ đất, độ xốp đất, độ mặn, pH, oxy trong nước.. (tùy theo loại Sensor cài đặt).

- Dự báo thời tiết với độ chính xác cao theo mô hình phi thủy tĩnh Mô hình Mesoscale phi thủy tĩnh (NMM), được phát triển bởi NOAA, kết nối trạm mặt đất iMetos với mạng toàn cầu Meteoblue: cung cấp cho người quản lý các thông số thời tiết lưu trữ và dự báo thời

tiết 24h đạt độ chính xác 90%, 6 ngày - 70% và 14 ngày - 50% tại nơi đặt trạm (theo thông số của nhà cung cấp). Các số liệu quan trắc và cảnh báo được lưu trữ định kỳ tháng, năm trong máy chủ (servers) (hình 13)



Hình 13: Thông tin sớm 6 ngày về khí tượng của hệ thống cho vị trí từng trạm Imetos

- Phần mềm xử lý thông tin tích hợp hoạt động trực tuyến để cảnh báo sớm tại biển

Phần mềm được xây dựng dạng WebGIS dựa trên ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở Python, PHP và cơ sở dữ liệu PostgreSQL/PostGIS. Phần mềm được tổ chức đơn giản với các chức năng chính là: Quản lý CSDL theo chuẩn ESRI, xử lý nội suy lượng mưa theo không gian, tích hợp các lớp thông tin để xây dựng bản đồ dự báo tại biển lũ quét và xuất dữ liệu dạng bản đồ và số liệu. Từ phần mềm, thông tin được chuyển sang trang Web để cung cấp thông tin trực tuyến và chiết xuất bản tin SMS tới người sử dụng (hình 11,15).

- Phần mềm xây dựng trực tuyến bản đồ cảnh báo sớm lũ quét

Quá trình xử lý thông tin mưa dự báo theo từng tọa độ của hệ thống trạm thời tiết tự động IMETOS và tích hợp với bản đồ nguy cơ để cảnh báo sớm lũ quét được thực hiện bằng hệ thống WebGIS. Từ đó, thông tin được chuyển sang trang Web nhằm cung cấp thông tin cảnh báo sớm lũ quét tới người sử dụng dưới hình thức đa phương tiện.

Mô hình cảnh báo sớm 2 ngày trước lũ quét là cụ thể hóa mô hình được xây dựng thông qua việc kết hợp giữa các dữ liệu dự báo mưa thời gian thực, được nội suy dựa trên vị trí không gian của các trạm đo iMeteo và được thu thập và xử lý thông qua hệ thống dự báo khí tượng toàn cầu Meteo Blue kết hợp với dữ liệu nguy cơ phát sinh lũ đã được xây dựng. Căn cứ vào các số liệu thống kê trong giai đoạn 2000 - 2017, các ngưỡng mưa có nguy cơ phát sinh lũ quét được tính cho từng lưu vực [22,23,24,25,26] và được chia thành 5 cấp [4,5,12,15,22]:

Việc kết hợp các tham số trên cho phép xác định rõ theo từng ô lưới có kích thước 30x30 met các khu vực có nguy cơ tiềm ẩn lũ quét cao thông qua mức độ ảnh hưởng của các yếu tố có liên quan đến khả năng xảy ra lũ quét trên địa bàn nghiên cứu. Sau khi xây dựng được lớp dữ liệu nguy cơ lũ quét tiềm ẩn, mô hình sử dụng dữ liệu dự báo mưa từ các trạm khí tượng để xây dựng bản đồ cảnh báo tại biển lũ quét theo công thức:

$$Fr = \sqrt{F \cdot P} \quad (4)$$

Trong đó: Fr - Bản đồ cảnh báo sớm tại biển lũ quét dưới dạng raster tính toán thông qua giá trị F và P thể hiện mức độ xảy ra tại biển lũ quét cho từng ô lưới (grid) với kích thước ô lưới là 30x30 met của diện tích nghiên cứu.

F- Bản đồ lượng mưa cực đại dự báo (nội suy giá trị mưa thu từ các trạm).

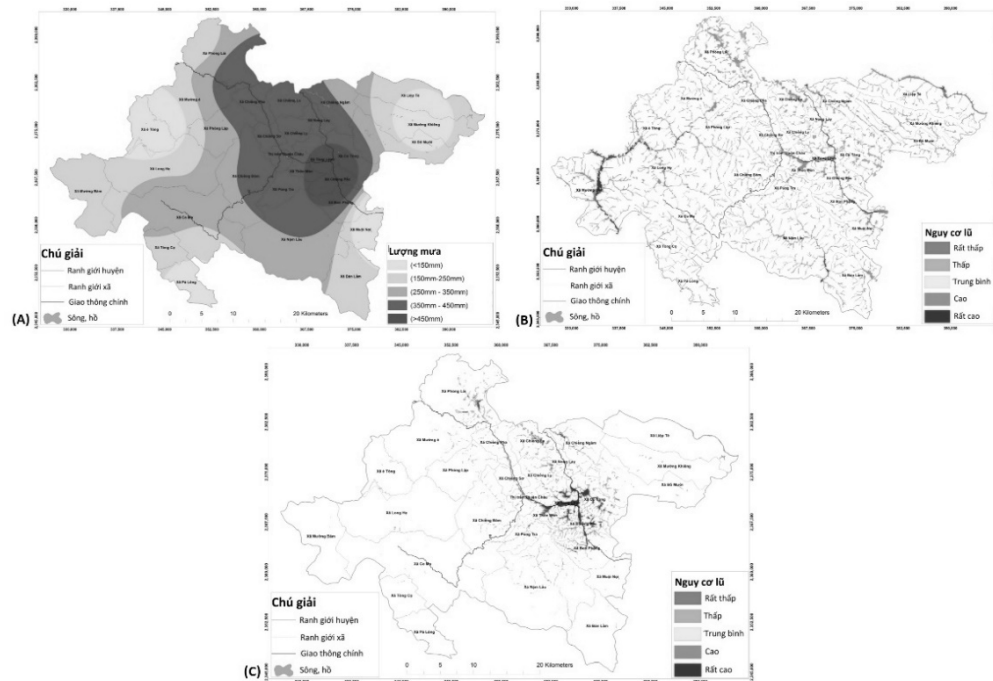
P – Bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn

Kết quả tính toán của hàm Fr được tính cho từng ô lưới (grid) và chia thành 5 cấp liên quan đến khả năng phát sinh lũ quét ở từng lưu vực với ngưỡng phát sinh lũ quét khác nhau (cấp 1: rất thấp, cấp 2: thấp, cấp 3: trung bình, cấp 4: cao và cấp 5: rất cao). Dữ liệu cấp 4 và cấp 5 (với giá trị $Fr > 3,590$) sẽ được chiết xuất, xác định vị trí tọa độ và mô tả thông tin chi tiết. Kết quả sẽ được gửi đến người dùng

đã đăng kí thông qua trang web, email hay SMS (nếu ở mức cần cảnh báo). Bên cạnh đó, người dùng cũng có thể theo dõi trực tiếp

thông tin cảnh báo trên các bản đồ tại trang web:

<http://www.taibienhuyentaybac.ddns.net.8088>



Hình 14: Minh họa kết quả xử lý dự báo lũ quét theo lượng mưa dự báo tại Thuận Châu:
(A) Bản đồ mưa theo dự báo, (B) Bản đồ nguy cơ lũ, (C) Bản đồ dự báo sớm lũ theo lượng mưa dự báo
với ngưỡng phát sinh lũ quét là 150 mm/ngày. (Cấp 1: $R < 50\text{mm}$. Cấp 2: $50 \leq R < 100\text{mm}$.,
Cấp 3: $100 \leq R < 120\text{mm}$, Cấp 4: $120 \leq R < 150\text{mm}$. Cấp 5: $150 \leq R \leq 200\text{mm}$.)



Hình 15: Bản đồ dự báo sớm lũ quét ở Thuận Châu ngày 24/8/2018
với ngưỡng mưa sinh lũ 150 mm/ ngày

Bản tin SMS: Bản tin từ ngày 22-8: ngày 24 thg 8, 2018, khu vực sẽ có nguy cơ bị lũ quét của huyện Thuận Châu: các xã dọc suối Suối Muội gồm: Phổng Lãng, Chiềng Ly, Thôn Mòn. Mức ngập 1,5-2m. <http://www.taibienhuyentaybac.ddns.net>: 8088

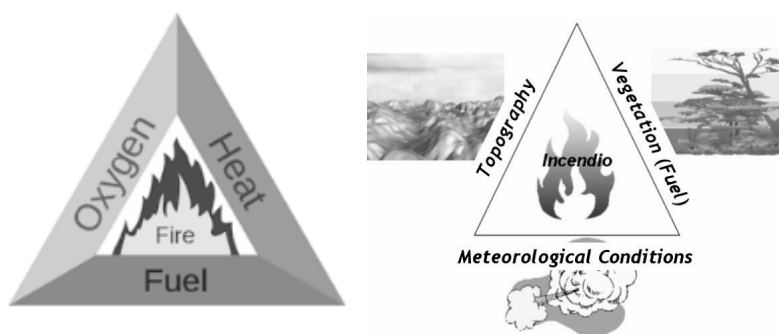
3. NGHIÊN CỨU DỰ BÁO SỚM CHÁY RỪNG

Ngoài nghiên cứu về lũ quét đã trình bày chi tiết ở trên, hệ thống cảnh báo sớm còn thực hiện các nội dung về cảnh báo cháy rừng, sâu bệnh nông nghiệp. Các hoạt động

đó được tích hợp trong một cổng thông tin chung có tên: **Hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến (hình 10,11)**. Tuy nhiên, trong phạm vi bài báo, tập thể tác giả chỉ xin trình bày tóm tắt về cảnh báo cháy rừng.

• Nguyên lý phát sinh cháy và cháy rừng

Cháy chỉ xuất hiện khi có 3 yếu tố kết hợp với nhau: nhiệt, oxy và năng lượng cháy cơ bản (nhiên liệu). 3 yếu tố này tạo thành 3 đỉnh của 1 tam giác, được gọi là tam giác cháy [12,13,16,22]



Hình 16: Mô phỏng tam giác cháy nói chung và tam giác cháy rừng

Khi đồng thời có cả 3 yếu tố trên thì sẽ là điều kiện cần thiết cho một đám cháy xuất hiện. Thêm vào đó, khi các yếu tố đủ cho đám cháy như độ ẩm thấp, gió mạnh, địa hình và hướng gió thuận lợi thì đám cháy sẽ phát triển nhanh chóng. Khi thiếu một trong 3 yếu tố này, đám cháy không thể xảy ra, nhưng khi kết hợp cả 3 yếu tố này thì cháy là một điều khó tránh khỏi.

Trong tự nhiên, sự tương tác của 3 yếu tố trong tam giác cháy được cụ thể hóa bằng tương tác giữa các yếu tố môi trường với nhau, bao gồm nhiên liệu (cây rừng), địa hình, thời tiết và lửa. Cường độ và tốc độ lan rộng của một đám cháy phụ thuộc vào số lượng và sự sắp xếp của nhiên liệu, độ ẩm của nhiên liệu, tốc độ gió gần khu vực cháy, địa hình và độ dốc.

• Cảnh báo sớm 5 ngày nguy cơ cháy rừng

Trên cơ sở dữ liệu dùng chung song thang

phân loại khác nhau [22], hàm tính nguy cơ cháy với 9 tham số cụ thể như sau:

$$NCCR = R*0.27 + ĐA*0.21 + ĐC*0.06 + GT*0.11 + ĐD*0.04 + SS*0.02 + HD*0.16 + NR*0.04 + DC*0.09 \quad (5)$$

Trong đó: Nguy cơ cháy rừng tiềm ẩn (NCCR), rừng (R), độ ẩm (ĐA), độ cao (ĐC), khoảng cách tới đường giao thông (GT), độ dốc (ĐD), mật độ sông suối (SS), hướng dốc (HD), khoảng cách tới nương rẫy (NR), khoảng cách tới khu dân cư (DC).

Mô hình dự báo sớm 2 ngày trước cháy rừng được xây dựng thông qua việc kết hợp giữa các dữ liệu dự báo nhiệt độ và độ ẩm theo thời gian thực được nội suy dựa trên vị trí không gian của các trạm đo Imetos và được thu thập và xử lý thông qua hệ thống dự báo khí tượng toàn cầu www.meteo.blue.com kết

hợp với dữ liệu nguy cơ phát sinh cháy rừng được xây dựng trong đề tài. Căn cứ vào các số liệu thống kê trong giai đoạn 2000 - 2017, các

ngưỡng nhiệt độ và độ ẩm có nguy cơ phát sinh cháy rừng được chia thành 5 cấp như sau [6,12,16,]:

Cấp	T- nhiệt độ (C ⁰)	H - độ ẩm (%)
1	T < 37.	70 <= H < 100.
2	37 <= T < 38	60 <= H < 70.
3	38 <= T < 39	50 <= H < 60.
4	39 <= T < 40.	40 <= H < 50.
5	T >=40	H <= 40.

Bản đồ dự báo của hệ thống sẽ được xây dựng thông qua công thức sau:

$$Ff = \sqrt{NCCR * \left(\frac{NSND + NSDA}{2} \right)}$$

Ở đây:

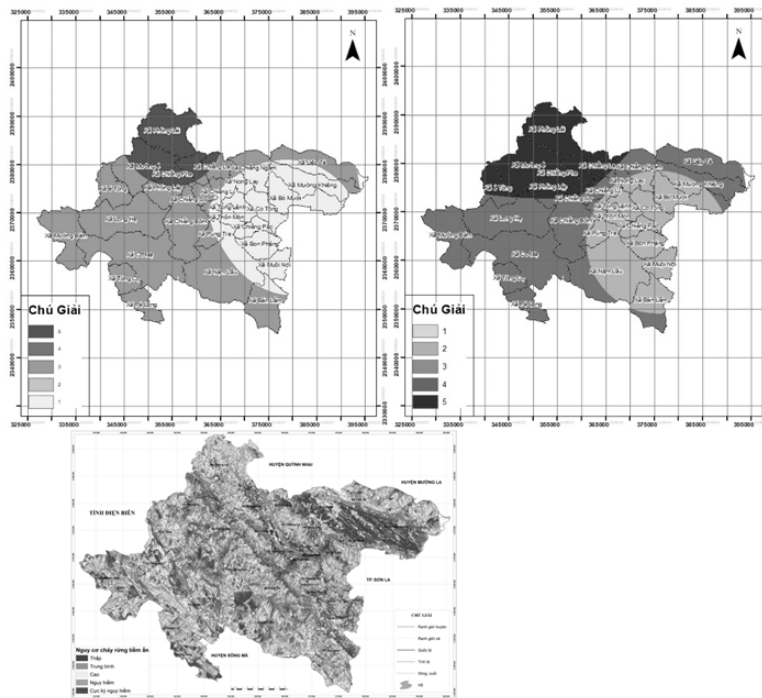
Ff - Dự báo sớm nguy cơ cháy rừng

NCCR - Nguy cơ phát sinh tai biến cháy rừng tiềm ẩn

NSDA - Dữ liệu nội suy độ ẩm dự báo từ trạm quan trắc

NSND - Dữ liệu nội suy nhiệt độ dự báo từ trạm quan trắc

Bản đồ dự báo cháy rừng (Ff) sẽ được phân 5 cấp, và sử dụng cấp cao nhất là cấp 5 với giá trị Fr = 3,27 để cảnh báo các khu vực có nguy cơ cháy rừng.



Hình 17: Bản đồ nội suy nhiệt độ (a), độ ẩm (b) đã phân cấp và bản đồ nguy cơ cháy rừng tiềm ẩn cho dự báo sớm 2 ngày nguy cơ phát sinh cháy rừng tại huyện Thuận Châu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Burrell E. Montza and Eve Gruntfest: Flash flood mitigation: recommendations for research and applications. Environmental Hazards, Volume 4, pp.15-22 (2002).
- [2] C.D. Mehmet, V. Anabela, K. Ercan (2009), "Flow forecast by SWAT model and ANN in Pracana basin, Portugal", *Advances in Engineering Software*, 40, pp.467-473.
- [3] Cao Đăng Dư, Lê Bắc Huỳnh (2000), *Lũ quét, nguyên nhân và biện pháp phòng tránh*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [4] Forestiera, D. Caracciolo, E. Arnone, L.V. Noto (2016), *Derivation of rainfall thresholds for flash flood warning in a Sicilian basin using a hydrological model*, 12th International Conference on Hydroinformatics, HIC.
- [5] Greg Smith (2003), "Flash flood potential: Determining the hydrologic response of FFMP basins to heavy rain by analyzing their physiographic characteristics".
- [6] <http://www.taibienhuyentaybac.ddns.net:8088>
- [7] <http://www.thoitiethuyentaybac.com.vn>
- [8] James Brewster (2009), *Development of the Flash Flood Potential Index*.
- [9] Jeffrey Zogg và Kevin Deitsch (2013), *The Flash Flood Potential Index at WFO Des Moines, Iowa*.
- [10] Jirapon Sunkpho and Chaiwat Ootamakorn. "Real-time flood monitoring and warning system". Songklanakarin J. Sci. Technology, 33(2), pp. 227-235 (2011).
- [11] Lê Thanh Hà, 2009, Phân tích và nghiên cứu thí điểm hệ thống cảnh báo lũ quét, Dự án Quản lý rủi ro thiên tai WB4, CPO, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
- [12] Lê Đình Thơm, 2007. Cơ sở khoa học hiệu chỉnh cấp dự báo cháy rừng các tỉnh Bắc Trung bộ, Cục kiểm lâm - Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn.
- [13] Microsoft, *Introduction to the C# Language and the .NET Framework*, <http://msdn.microsoft.com/library/z1zx9t92>.
- [14] Ministry of Land, Infrastructure and Transport Infrastructure Development Institute – Japan. Development of warning and evacuation system against sedimentation disasters in development countries. 2004.
- [15] Ngô Đình Tuấn, 2008, Lũ quét và phòng tránh lũ quét, Tạp chí Thủy lợi và Môi trường, 8-2008.
- [16] Phạm Ngọc Hưng. 2001, Thiên tai khô hạn cháy rừng và giải pháp phòng cháy chữa cháy rừng ở Việt Nam, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội
- [17] S. Jirapon, and O. Chaiwat (2011), "Real-time flood monitoring and warning system", *Songklanakarin J. Sci. Technology*, 33(2), pp.227-235.
- [18] Shabbir Challawala et al (2017), *MySQL 8 for Big Data*, Packt Publishing.
- [19] Stanislaw, H; Todorov, N (February 1999). "Calculation of signal detection theory measures". *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*. pp.137–149.

- [20] T.L. Saaty (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, pp1-6
- [21] Deg-Hyo Bae, Moon-Hwan Lee, and Sung-Keun Moon. Development of a precipitation–area curve for warning criteria of short-duration flash flood. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18, 171–183, 2018 .<https://doi.org/10.5194/nhess-18-171-2018>.
- [22] Thach Ngoc Nguyen, Canh Xuan Pham, Huy Quoc Nguyen, Toan Ngo Bao Dang. Establishing an early warning system for flash floods in Hoang Su Phi District, Ha Giang Province, Vietnam. *Singapore Journal of Tropical Geography* (2018). pp.1-22. 2018
- [23] World Meteorological Organization (2007). Flash Flood Guidance System.
- [24] Waidyanatha, Nuwan (2010). "Towards a typology of integrated functional early warning systems". *International Journal of Critical Infrastructures*. No 1. 6: 31–51. doi:10.1504/ijcis.2010.029575
- [25] Wiltshire, Alison (2006). *Developing Early Warning Systems: A Checklist* (PDF). Proceedings of the 3rd International Conference on Early Warning EWC III, Bonn (Germany).

GIỚI THIỆU PHẦN MỀM WCANAL INTRODUCTION TO WCANAL SOFTWARE

Trần Tổng

Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam

Tóm tắt: Chương trình Wcanal chạy tốt trên môi trường Win7 (Ultimate 32bit hoặc 64bit) và cho giao diện trực quan. Chương trình Wcanal hỗ trợ vẽ và tính toán thiết kế kênh, như:

Vẽ mặt cắt ngang, cắt dọc địa hình;

Vẽ mặt cắt ngang, cắt dọc thiết kế và hoàn công cho kênh mương, đê, đập;

Tính toán khối lượng đào, đắp, nạo vét, bóc phong hóa trong thiết kế kênh;

Tính khối lượng đào đắp thi công và khối lượng hoàn công các bộ phận tương ứng đã thiết kế;

Cập nhật số liệu khảo sát địa hình, thông số thiết kế từ tập tin Microsoft Excel (.xls);*

Sửa đổi số liệu địa hình hoặc các thông số kênh thiết kế trực tiếp trên màn hình;

*Thực hiện in bản vẽ khổ A4 hoặc A3. Có thể xuất bản vẽ ra file *.bdf;*

*Chương trình Wcanal có thể xuất bản vẽ ra file *.dwg Autocad.*

Từ khóa: Phần mềm thiết kế kênh Wcanal

Summary: The Wcanal software can run well on Win7 (Ultimate 32bit or 64bit) with an intuitive interface. The Wcanal software can support graphics and canal design calculations, such as:

Draw a cross section and longitudinal profile of the terrain;

Draw the designed cross and longitudinal sections and finished work drawings for canals, dykes and dams;

Calculate the soil volume of excavation, filling up, dredging and weathered soil removing in canal design;

Calculating the soil volume of construction excavation and the completed work volume of the corresponding parts have been designed;

Updated terrain survey data, design parameters from Microsoft Excel files (.xls);*

Modify terrain data or channel design parameters directly on the screen;

*Printable the drawings with A4 or A3 sizes and publishable into *.bdf files;*

Publishable the drawings into Autocad files (.dwg).*

Keywords: Wcanal, canal design software

1. GIỚI THIỆU

Do nhu cầu thực tế trong lĩnh vực thiết kế, những thập niên gần đây việc ứng dụng tin học vào sản xuất khá phong phú và đa dạng. Riêng về lĩnh vực thủy lợi việc tính toán thiết kế kênh cũng đã có nhiều chương trình ra đời, trong đó có phần mềm Wcanal.

Wcanal được hoàn thiện từ các phần mềm sơ khai của tác giả như “tính khối lượng đào

đắp” viết trong môi trường DOS bằng ngôn ngữ Pascal (năm 1992); đã áp dụng cho tính toán khối lượng hệ thống Kênh Rạch Tràm Mỹ Bình (năm 1992), kênh Năm Ngàn (năm 1994). Và được nâng cấp thành chương trình CNEXCEL95.xls trong môi trường Microsoft Excel bằng Macro Excel (1995); đã ứng dụng tính toán cho một số công trình ở Đồng bằng sông Cửu Long và Miền Đông Nam bộ như Kênh Tân Hưng, Tây Ninh (1997), thiết kế

kênh BoBo, Long An (chống lũ cấp bách năm 1997), thiết kế đê biển Cà Mau, Kiên Giang (năm 1998).

Wcanal phần mềm trong môi trường Windows bằng ngôn ngữ Delphi, công cụ chuyên dụng phục vụ tính toán thiết lập bản vẽ thiết kế cơ sở, thiết kế kỹ thuật và hoàn công tuyến kênh, mương cấp thoát nước. Tương thích và khá phù hợp cho kênh rạch ở Đồng bằng sông Cửu Long.

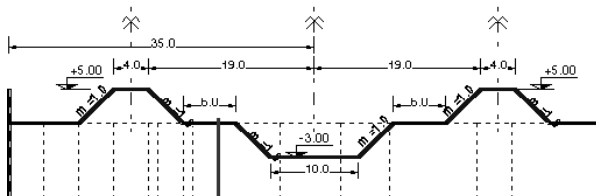
2. NỘI DUNG CHÍNH CỦA WCANAL

2.1 Vẽ trắc dọc

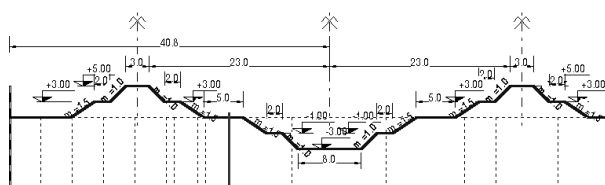
- + Vẽ cắt dọc địa hình;
- + Vẽ cắt dọc thiết kế.

2.2 Vẽ cắt ngang

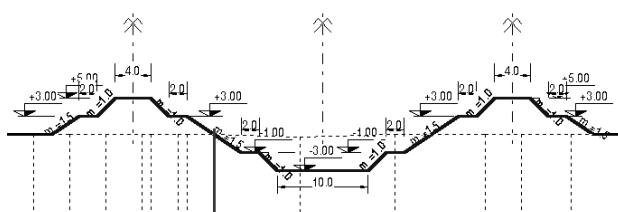
- + Vẽ cắt ngang địa hình;
- + Vẽ cắt ngang thiết kế cho kênh rạch, đê, đập;
- + Vẽ cắt ngang hoàn công cho các bộ phận kênh rạch, đê, đập đã thiết kế.



Hình 1: Mặt cắt loại 0



Hình 2: Mặt cắt loại 1



Hình 3: Mặt cắt loại 2

2.3 Khối lượng

- + Tính toán các loại diện tích đào, đắp, bóc phong hóa trên từng mặt cắt ngang;
- + Tổng hợp khối lượng đào đắp và xuất bảng khối lượng sang Excel;
- + Bóc tách khối lượng đào theo các lớp địa chất và cấp đất;
- + Tính khối lượng thiết kế, thi công và hoàn công các bộ phận tương ứng đã thiết kế.

2.4 Cập nhật số liệu

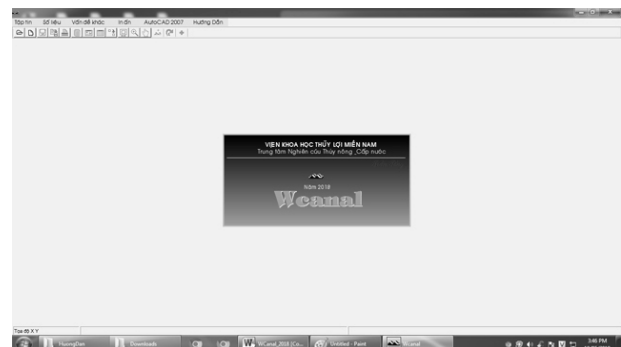
- + Cập nhật số liệu địa hình từ file .xls: Nhập số liệu trắc dọc, trắc ngang tự nhiên từ sổ đo, bằng Microsoft Excel; đọc, xuất số liệu và vẽ trên khung bản vẽ của Wcanal;
- + Thay đổi thông số thiết kế trực diện trên màn hình, chương trình tính toán điều chỉnh kết quả trên bản vẽ wcanal một cách nhanh chóng-tức thời;

- + Cập nhật số liệu thiết kế từ file .xls: Sau khi đã vẽ thiết kế, có thể cập nhật thay đổi thông số thiết kế mới cho mặt cắt ngang từ file .xls tổ chức trước;

2.5 In ấn

- + Thực hiện in bản vẽ khổ A4 hoặc A3;
- + Có thể xuất bản vẽ ra file *.bdf;
- + Chương trình Wcanal có thể xuất bản vẽ ra file *.dwg Autocad.

3. GIAO DIỆN CỦA WCANAL



Hình 4: Màn hình chính giao diện của chương trình Wcanal

3.1 Thực đơn chính



Hình 5: Thực đơn chính

Di chuyển con trỏ đến vị trí và nhấp chuột để xuất hiện chức năng cần thực hiện:

Tập tin: Các chức năng quản lý tập tin - hồ sơ thiết kế.

Số liệu: Cập nhật thông số thiết kế, xuất các tập tin hoàn công .xls...

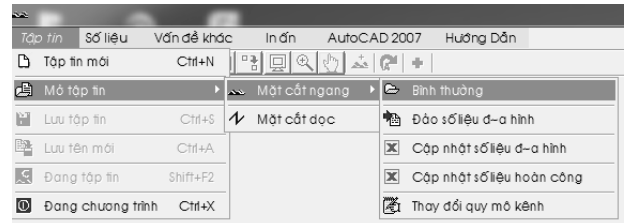
Vấn đề khác: Một số chuyên đề khác như tính thủy lực kênh, vẽ khung tên.

In ấn: Xét trang vẽ, xuất bản vẽ thiết kế ra máy in.

Autocad: Xuất bản vẽ sang Autocad.

Hướng dẫn: Hướng dẫn thực hiện chương trình Wcanal.

3.2 Quản lý tập tin

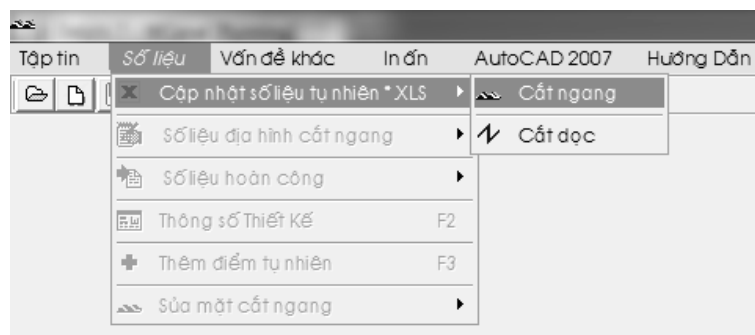


Hình 6: Thực đơn Tập tin

Di chuyển con trỏ đến vị trí và nhấp chuột để xuất hiện chức năng cần thực hiện:

	<u>Tập tin mới</u>	Ctrl + N		<u>Đóng tập tin</u>	Ctrl + C
	<u>Mở tập tin</u>	Ctrl + O		<u>Lưu tên mới</u>	Ctrl + A
	<u>Lưu tập tin</u>	Ctrl + S		<u>Đóng chương trình</u>	Ctrl + X

3.3 Cập nhật số liệu

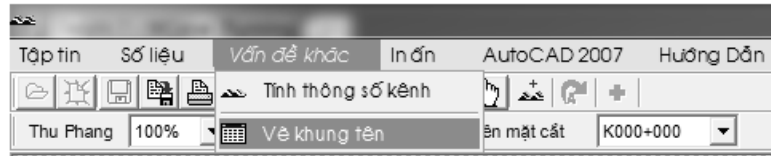


Hình 7: Thực đơn Số liệu

Di chuyển con trỏ đến vị trí và nhấp chuột để xuất hiện chức năng cần thực hiện:

	<u>Cập nhật tự nhiên .xls</u>	: Ctrl + L
	<u>Số liệu địa hình cắt ngang</u>	
	<u>Số liệu vẽ Hoàn công</u>	
	<u>Thông số thiết kế</u>	: F2
	<u>Thêm điểm tự nhiên</u>	: F3
	<u>Sửa mặt cắt ngang</u>	: Ctrl + A

3.4. Vấn đề khác



Hình 8: Thực đơn Vấn đề khác



Tính thông số kênh

b, h, q, v

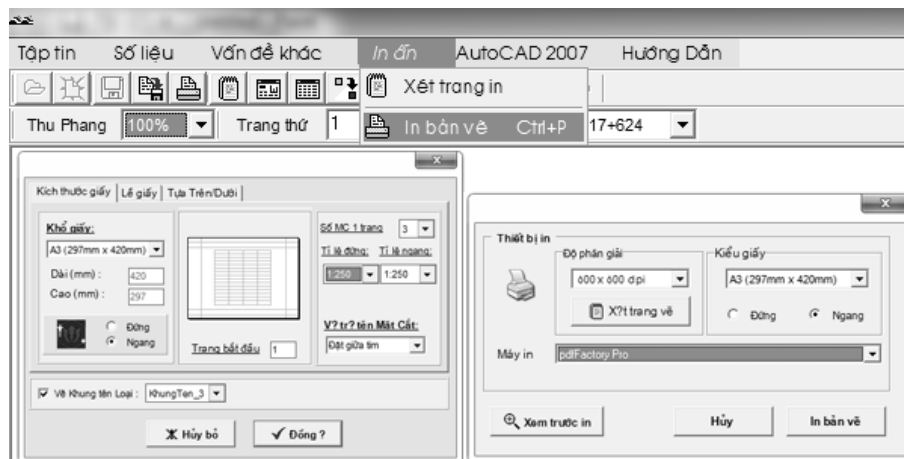


Vẽ khung tên

Có 3 loại

3.5. In ấn

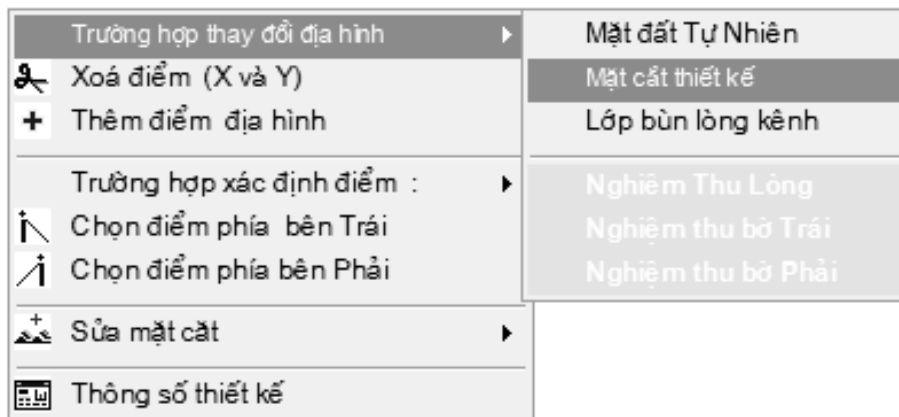
Khi thực hiện chức năng này chương trình sẽ xuất hiện một hộp thoại xét chọn loại máy in hiện hữu mà bạn cần sử dụng. Khai báo các thông số in như: Khổ giấy, Kiểu giấy... đúng với các thông số đã xét ở phần Xét trang vẽ.



Hình 9: Thực đơn In ấn, trang in và máy in

3.6. Thực đơn nhanh

Click chuột trái: Thực đơn cho phép chọn nhanh các chức năng thay đổi số liệu, các trường hợp thiết kế trực tiếp trên màn hình.



Hình 10: Thực đơn nhanh

Trường hợp thay đổi địa hình



Xoá điểm (X,Y)



Thêm điểm địa hình



Chọn mép kênh trái, phải



Sửa mặt cắt

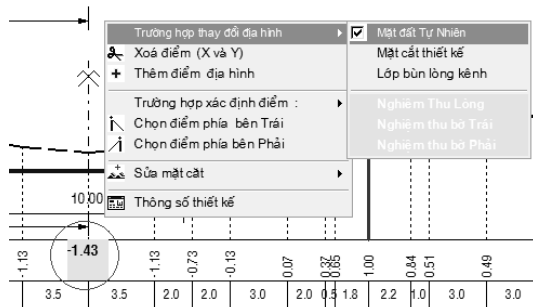


Thông số thiết kế

3.7. Bảng thông số thiết kế

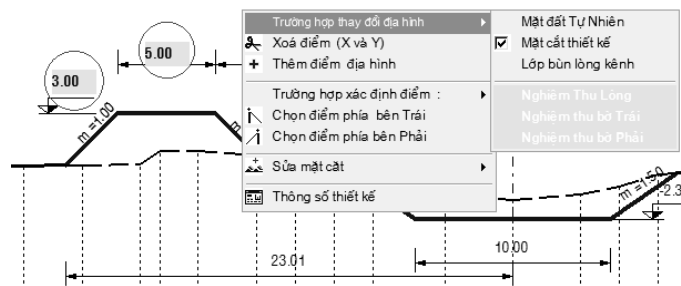
Bảng thông số mặt cắt thiết kế gồm 5 bảng:

Hình 11: Bảng Thông số thiết kế



Hình 12: Sửa trực tiếp cao trình và khoảng cách địa hình

- Thay đổi các thông số chính của Mặt cắt Thiết kế (Cao trình, Chiều rộng, Khoảng cách) các bộ phận Lòng kênh hoặc Đê đập, Bờ trái, Bờ phải.



Hình 13: Thay đổi thông số thiết kế trực tiếp trên màn hình

Bảng 1 :”Phần MC chính” Số liệu mặt cắt cơ bản, Bờ bệ lắng hoặc Rãnh thoát.

Bảng 2 :”Phần mở rộng” Số liệu mở rộng cho lòng kênh, bờ trái và phải.

Bảng 3 :”Lớp đất - Nghiệm thu” Số liệu Địa chất, Vẽ hoàn công và tính vết bùn.

Bảng 4 :”Bộ phận khác” Số liệu các bộ phận như Bờ và Rãnh khác thêm vào.

Bảng 5 : “Giao thông nông thôn” (chưa hoàn chỉnh).

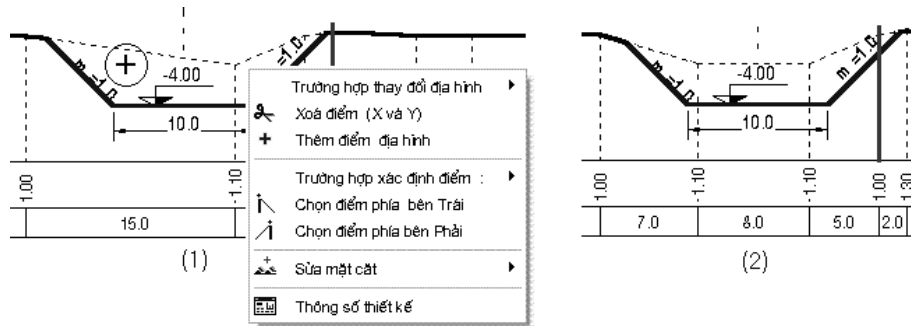
3.8 Cập nhật số liệu từ màn hình

Chương trình cho phép sửa và cập nhật số liệu trực tiếp trên màn hình:

- Thay đổi số liệu về Địa hình tự nhiên (gồm Cao trình mức so sánh, Cao trình điểm, Khoảng cách giữa 2 điểm).

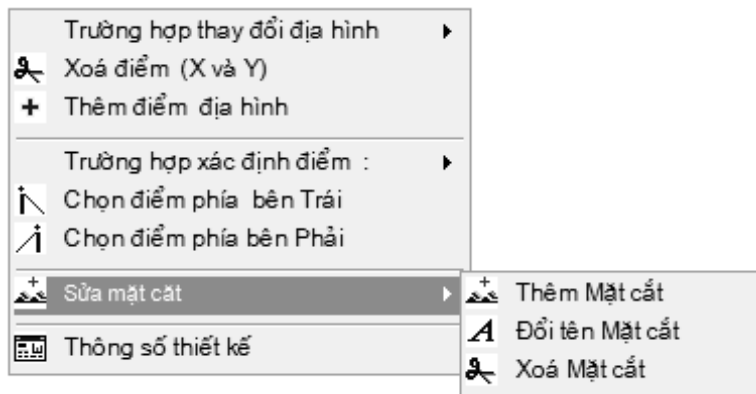
- Nhập Số liệu hoàn công từ màn hình hoặc xuất File số liệu hoàn công cho Lòng kênh hoặc Đê đập, Bờ trái, Bờ phải.

- Chương trình cũng cho phép Thêm điểm địa hình, Chèn điểm Và Xoá điểm (X,Y), Sửa điểm (X,Y) của mặt cắt tự nhiên hoặc bộ phận hoàn công.



Hình 14: Thêm điểm địa hình trực tiếp trên màn hình

- Sửa mặt cắt: Có thể đổi tên, thêm mặt cắt hoặc xoá mặt cắt.



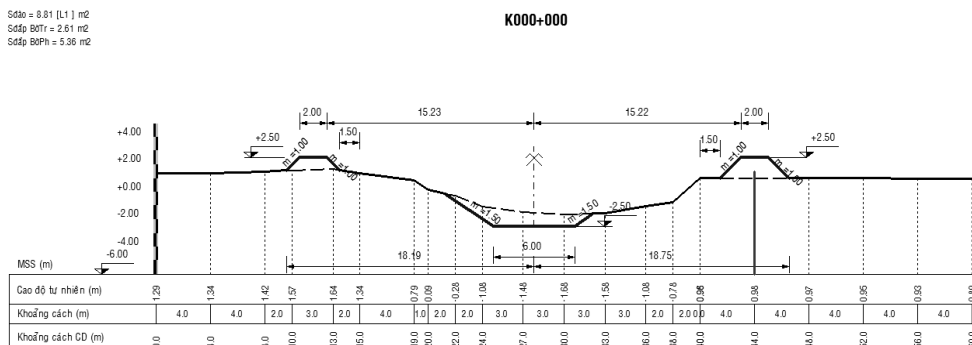
Hình 15: Thực đơn Sửa mặt cắt

- Ghi tiêu đề trang in

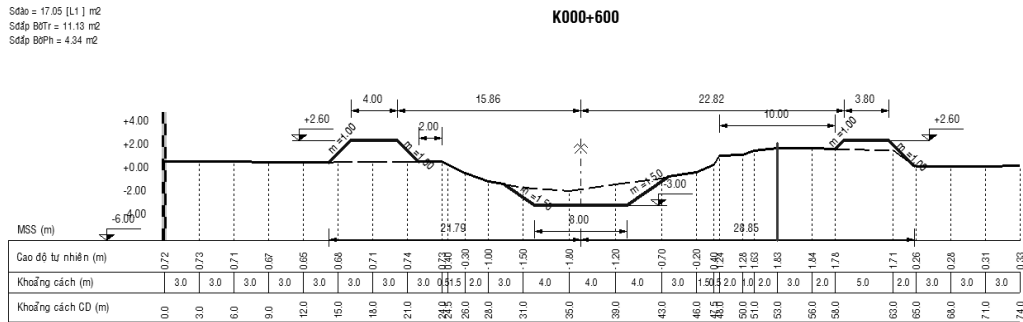
4. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH ĐÃ THỰC HIỆN

Chương trình Wcanal đã và đang được một số cơ quan trong ngành sử dụng.

4.1 Dự án XD đê bao chống ngập úng vùng trung huyện Ngã Năm, tỉnh Sóc Trăng

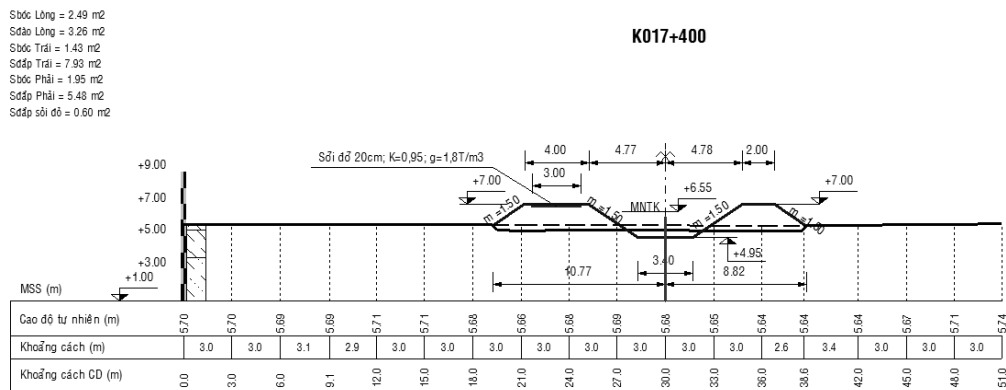


Hình 16: Mặt cắt ngang thiết kế Kênh Sóc Sãi

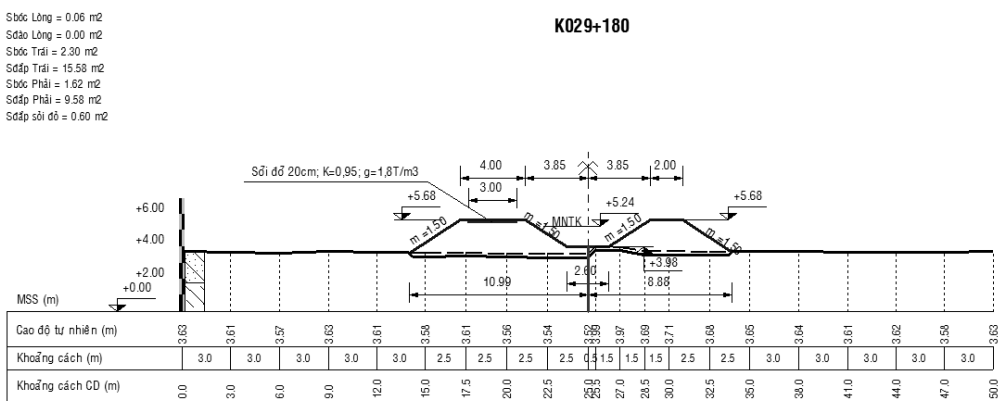


Hình 17: Mặt cắt ngang thiết kế Kênh Đường 22

4.2. Dự án Tưới tiêu khu vực phía tây sông Vàm Cỏ Đông – tỉnh Tây Ninh



Hình 18: Mặt cắt ngang thiết kế Kênh Chính_Đoạn1



Hình 19: Mặt cắt ngang thiết kế Kênh Chính_Đoạn2

5. CÀI ĐẶT WCANAL

5.1 Cài đặt phần mềm Dephie

- Nếu máy đã có cài đặt phần mềm Delphi7 thì không cần cài đặt lại.

- Nếu chưa có thì phải cài đặt Delphi 7: Cài đặt bình thường theo hướng dẫn.

5.2 Cài đặt phần mềm Wcanal

- Sau khi cài đặt xong phần mềm Delphi 7;
- Chạy file Install.exe để “Cài đặt Chương trình Thiết kế Kênh”;
- Khai báo mật mã của chương trình (nếu có);
- Thay đổi đường dẫn cài đặt chương trình Wcanal (nếu cần thiết).



Hình 20: Cài đặt chương trình Wcanal

6. KẾT LUẬN

Chương trình Wcanal cũng không ngoài mục đích trợ giúp cho việc tính toán khối lượng và xây dựng bản vẽ nhanh chóng, chính xác và hoàn mỹ hơn. Ưu điểm của chương trình là nhanh chóng đưa ra kết quả nhiều phương án khác nhau để so sánh lựa

chọn trong thời gian nhanh nhất.

Chương trình mới đáp ứng được một phần yêu cầu trong lĩnh vực tính toán và vẽ thiết kế kênh. Để đáp ứng mọi yêu cầu tính toán trong thực tế thiết kế, cần bổ sung và hoàn thiện hơn nữa cho chương trình. Mong sự thông cảm và đóng góp thêm của các nhà chuyên môn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] QCVN 04.05 - 2012/BNNPTNT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - Công trình thủy lợi
- [2] TCVN 4118 - 2012: Công trình thủy lợi - Hệ thống tưới tiêu - Yêu cầu thiết kế
- [3] TCVN 4447-2012: Công tác đất - Thi công và nghiệm thu
- [4] Hướng dẫn sử dụng phần mềm Thiết kế kênh Wcanal: Wcanal.chm
(<https://www.mediafire.com/file/16t5cumk979b1yp/Wcanal.chm>)
- [5] Video xuất cắt ngang sang Autocad: Video_Xuatcatngang.wmv
- [6] (http://www.mediafire.com/file/36t93u89tb79xte/Video_Xuatcatngang.wmv)
- [7] Video xuất cắt dọc sang Autocad: Video_XuatcatDoc.wmv
- [8] (http://www.mediafire.com/file/ka9hnxve26g29b/Video_XuatcatDoc.wmv)

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG WEBGIS TRONG NÂNG CAO NĂNG LỰC QUẢN LÝ KHAI THÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI VÀ PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI TẠI TỈNH THÁI BÌNH

Nguyễn Lê Dũng, Bùi Duy Chí

Trung tâm tư vấn PIM

Đặng Tuấn Phong

Phân hiệu 2 - Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Ngày nay, công nghệ WebGIS đã trở nên phổ biến; nhiều ngành, lĩnh vực đã và đang áp dụng WebGIS như giao thông, du lịch... Trong lĩnh vực thủy lợi, WebGIS đã bắt đầu được triển khai ở một số nơi, bước đầu mang lại hiệu quả. Bài viết này trình bày nghiên cứu của nhóm tác giả về công nghệ WebGIS, đánh giá tiềm năng của công nghệ, và một số kết quả thực tiễn trong ứng dụng WebGIS cho công tác quản lý khai thác công trình thủy lợi, phòng chống thiên tai tại tỉnh Thái Bình

Từ khóa: WebGIS, GIS, Hiện đại hóa quản lý thủy lợi và phòng chống thiên tai, Thái Bình

Summary: Nowadays, WebGIS's become popular and have been using in many industries and fields such as transportation, tourism... In the field of water resources management, WebGIS has started to be deployed in some places, initially bringing efficiency. This article presents the research of the authors on WebGIS technology, evaluating its potential, and some practical results for the management and exploitation of irrigation works, prevention of natural disasters in Thai Binh province

Keywords: WebGIS, GIS, Modernization of water resources management and disaster prevention, Thai Binh

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ngành Thủy lợi đang đứng trước những khó khăn thách thức lớn do ảnh hưởng bởi sự biến đổi khí hậu toàn cầu; thời tiết ngày càng diễn biến khó lường, dẫn đến tình trạng hạn hán, lũ lụt xảy ra thường xuyên hơn. Công cuộc đổi mới nói chung và tái cơ cấu ngành Nông nghiệp và PTNT nói riêng yêu cầu ngành Thủy lợi cũng phải tái cơ cấu để đáp ứng yêu cầu, trong đó tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ vào công tác quản lý khai thác (QLKT) công trình thủy lợi (CTTL) là một trong những giải pháp được đánh giá là “đầu tư ít, hiệu quả cao”.

Hệ thống thủy lợi và phòng chống thiên tai

(PCTT) thường có đặc thù tương đối phức tạp về loại hình công trình, chức năng nhiệm vụ và đối tượng phục vụ. Bên cạnh đó, cùng với sự thay đổi về cơ chế chính sách [1], công tác quản lý khai thác công trình thủy lợi tại vùng nghiên cứu đang phải đối mặt với nhiều thách thức, đặt ra yêu cầu về đổi mới, tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ để nâng cao hiệu quả và chất lượng dịch vụ. Thực tế quản lý khai thác cho thấy các công trình thủy lợi có ảnh hưởng đến nhiều ngành, lĩnh vực, do nhiều tổ chức, cá nhân phụ trách (nông nghiệp, giao thông, phòng chống lụt bão, nước sinh hoạt...). Việc phối hợp, cung cấp thông tin giữa các ngành, tổ chức là rất cần thiết.

WebGIS là một hệ thống thông tin địa lý

được sử dụng trên môi trường Internet, có thể tích hợp, phân phối và truyền tải thông tin địa lý, thực hiện các truy vấn, phân tích không gian. Người dùng Internet có thể truy cập, sử dụng các ứng dụng của GIS mà không cần cài đặt hay mua các phần mềm chuyên ngành. Cơ sở dữ liệu thông qua công nghệ WebGIS có ưu điểm là cho phép nhiều người truy cập vào cùng một thời điểm, quản lý được dữ liệu theo thời gian với dung lượng lớn, thống nhất và không phát sinh các “phiên bản” như đối với cơ sở dữ liệu (CSDL) truyền thống (offline).

Nội dung chính của bài báo là nghiên cứu về WebGIS, khả năng ứng dụng của WebGIS, từ đó xây dựng một hệ thống ứng dụng WebGIS hỗ trợ cho công tác quản lý, khai thác công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Thái Bình.

2. GIỚI THIỆU VÙNG NGHIÊN CỨU

Thái Bình là một tỉnh đồng bằng ven biển, nằm phía Nam đồng bằng sông Hồng, bị chia cắt bởi các con sông lớn, đó là các chi lưu của sông Hồng, trước khi chạy ra biển. Mặt khác, do quá trình sản xuất nông nghiệp, trải qua nhiều thế hệ, đã tạo ra hệ thống sông ngòi dày đặc. Tổng chiều dài các con sông, ngòi của Thái Bình lên tới 8.492 km, mật độ bình quân từ 5–6 km/km². Cao trình mặt đất tự nhiên của tỉnh rất thấp, về mùa mưa lũ mực nước sông thường cao hơn mặt đất tự nhiên từ 3–5m. Vùng nghiên cứu được bao bọc bởi hệ thống đê sông, đê biển khép kín gồm 16 tuyến với tổng chiều dài 356,3 km. Hệ thống đê điều của Thái Bình hiện nay còn nhiều điểm xung yếu, đặc biệt là các tuyến đê cửa sông chỉ chống được bão đến cấp 8 ở mức triều trung bình [5]. Là tỉnh ven biển, Thái Bình thường xuyên chịu ảnh hưởng của thiên tai, đặc biệt là bão lũ. Thái Bình cũng là một trong những tỉnh được dự báo chịu ảnh hưởng tương đối lớn của biến đổi khí hậu. Theo kịch bản RCP4.5, trong giai đoạn 2016 - 2035, lượng mưa năm của tỉnh tăng tới 19,8% (so với mức trung bình cả nước là 5-10%), và với kịch bản nước biển dâng 100

cm, khoảng 50,9% diện tích của tỉnh có nguy cơ bị ngập [6].

Trong khi đó, công tác quản lý, cảnh báo sớm thiên tai, bão lũ còn yếu. Ngoài ra, số liệu nghiên cứu các vấn đề thiên tai, lũ lụt còn rất hạn chế do hệ thống quan trắc còn ít, rời rạc và không đồng bộ. Bên cạnh đó việc nghiên cứu của các nhà khoa học gặp rất nhiều khó khăn do không tiếp cận được tài liệu và số liệu.

Về hiện trạng thủy lợi, toàn tỉnh có 203 cống dưới đê; 1363 trạm bơm điện, trong đó có 31 trạm bơm tiêu ra ngoài đê kết hợp tưới, 1.332 trạm bơm nội đồng; 2.820km sông trực dẫn trong đó có 150,5 km sông trực chính, 461,5 km sông trực cấp I, 889,6 km sông trực cấp 2 và 1.318,4 km sông trực cấp 3; 1.953 cống đập nội đồng; hơn 7.712km kênh mương các cấp. Các công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh được chia thành hai hệ thống thủy lợi (HTTL) Bắc và Nam. Trong đó, HTTL Bắc phục vụ tưới 54.628ha; HTTL Nam phục vụ tưới 38.163ha. Đến nay, toàn bộ hệ thống công trình thủy lợi đã cơ bản đáp ứng yêu cầu tưới phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản, dân sinh, công nghiệp và phòng, chống thiên tai [3]. Về hiện trạng tổ chức quản lý khai thác, hiện nay các công trình thủy lợi của tỉnh được quản lý bởi 02 Công ty trách nhiệm hữu hạn một thành viên khai thác công trình thủy lợi (IMC) là IMC Bắc và IMC Nam. Đây là các công ty liên huyện được chuyển đổi từ các Công ty thủy nông trước đây theo đề án của UBND tỉnh. Với chức năng, nhiệm vụ là quản lý nước, quản lý công trình, quản lý kinh doanh theo pháp lệnh khai thác và bảo vệ công trình thủy lợi.

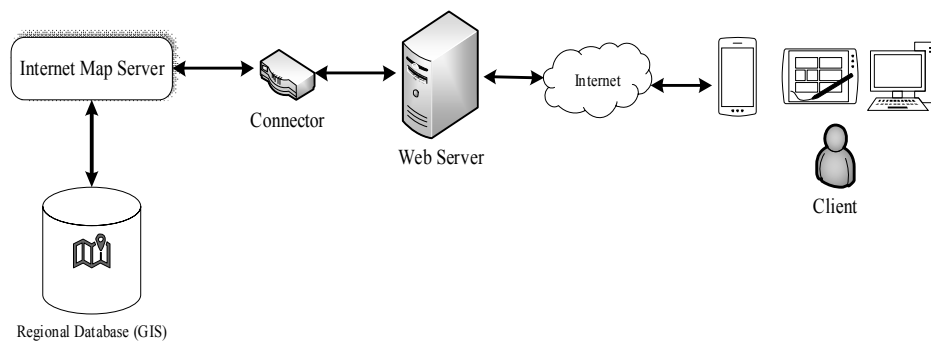
Trong quá trình nghiên cứu tại vùng nghiên cứu, nhóm nghiên cứu nhận thấy giữa các đơn vị quản lý khai thác và đơn vị quản lý nhà nước cấp tỉnh có sự sai khác trong hồ sơ lưu trữ công trình thủy lợi, bao gồm cả về số lượng và thông số kỹ thuật của công trình. Điển hình, cùng với số liệu về số lượng cống dưới đê,

tổng hợp của hai IMC là 193 công, trong khi đó số liệu lưu trữ ở Chi cục thủy lợi là 203 công. Số liệu về thông số kỹ thuật của một số công trình cũng có sự sai khác, theo Chi cục thủy lợi tỉnh, tổng chiều dài sông cấp 1 do IMC Bắc quản lý là 279,5 km, trong khi đó số liệu do công ty cung cấp là 272,3 km. Các sai khác này chủ yếu phát sinh do quá trình thống kê, tổng hợp và trao đổi thông tin giữa các đơn vị khi có biến động về công trình chưa tốt.

Để giải các tồn tại nêu trên, cần có một công cụ hỗ trợ có thể thỏa mãn được các yếu tố: (i) Hệ thống thông tin địa lý GIS; (ii) Hệ thống trạm quan trắc tự động; (iii) Giao diện, các chức năng thân thiện với người dùng và (iv) Chia sẻ dữ liệu dễ dàng, thống nhất. Để đáp ứng các yêu cầu kể trên thì công nghệ WebGIS là một lựa chọn hàng đầu hiện nay.

3. PHƯƠNG PHÁP VÀ TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

3.1. WebGIS và khả năng ứng dụng trong quản lý thủy lợi



Hình 1: Kiến trúc hệ thống WebGIS

Có thể thấy rằng công nghệ WebGIS có tiềm năng lớn trong việc làm cho thông tin địa lý trở nên hữu dụng và sẵn sàng tới số lượng lớn người dùng trên toàn thế giới và ứng dụng của WebGIS có thể tạo ra một hệ thống có khả năng chạy được trên bất kì trình duyệt web của bất kì máy tính nào nối mạng Internet.

Bằng cách sử dụng Internet để truy cập

WebGIS được hiểu là sự kết hợp giữa mạng Internet và công nghệ GIS, WebGIS là hệ thống thông tin địa lý phân tán trên một mạng các máy tính để tích hợp, trao đổi các thông tin địa lý trên trên mạng Internet. WebGIS còn được gọi là Hệ thống thông tin địa lý trực tuyến, vì vậy nó phải thỏa mãn kiến trúc ba tầng (3-tier) thông dụng của một ứng dụng Web [4]. Các thành phần cơ bản đại diện cho 3 tầng gồm: (i) Cơ sở dữ liệu (Database); (ii) Máy chủ ứng dụng Web (Web server) và (iii) Khách (Client) (Hình 1).

WebGIS là một WebApp được thiết kế để thu thập, lưu trữ, thao tác, phân tích, quản lý tất cả các dữ liệu địa lý trên mạng Internet, vì vậy nó thực sự rất hữu ích cho cả hai giai đoạn thực hiện và quản lý vận hành của các dự án thủy lợi. WebGIS có thể trình bày thông tin giám sát đánh giá với độ tin cậy cao, và do đó là một công cụ có giá trị để hỗ trợ việc ra quyết định.

Thông tin qua web, WebGIS đã đưa ra những lợi thế khác biệt so với hệ thống GIS trên máy tính truyền thống, bao gồm:

- **Khả năng tiếp cận thông tin toàn cầu:** ứng dụng WebGIS có thể được giới thiệu với mọi người dùng tại Việt Nam nói riêng và toàn cầu nói chung. Người sử dụng có thể truy cập thông tin từ máy tính cá nhân hoặc các thiết bị di động.

- **Tăng khả năng chia sẻ thông tin, dữ liệu:** thông thường, một máy tính cài đặt các công cụ GIS truyền thống chỉ phục vụ được bởi một người dùng tại một thời điểm. Trong khi đó, một WebGIS có thể được sử dụng bởi hàng chục hoặc hàng trăm người dùng cùng một lúc. WebGIS có khả năng mở rộng với hiệu năng sử dụng cao hơn nhiều so với GIS trên máy tính truyền thống.

- **Khả năng đa nền tảng tốt hơn:** phần lớn các máy sử dụng WebGIS là các trình duyệt web thông dụng (Google Chrome, Internet Explorer, Apple Safari, v.v...) trên các hệ điều hành phổ biến hiện nay bao gồm Microsoft Windows, Linux và Apple Mac OS.

- **Chi phí trung bình đối với người dùng thấp:** phần lớn nội dung trên Internet là miễn phí và điều này cũng đúng với WebGIS. Người sử dụng không cần phải mua các phần mềm hoặc trả tiền để sử dụng WebGIS. Đơn vị quản lý cũng giảm thiểu chi phí thay vì mua và thiết lập máy tính sử dụng các phần mềm GIS thông thường, đơn vị quản lý có thể chỉ thiết lập một WebGIS và hệ thống này có thể được chia sẻ bởi nhiều người dùng: tại nhà, tại nơi làm việc hoặc tại hiện trường.

- **Dễ sử dụng:** thông thường các công cụ GIS dành cho người dùng chuyên nghiệp đòi hỏi thời gian đào tạo chuyên sâu và kinh nghiệm với GIS. Với WebGIS thông thường được thiết kế đơn giản, trực quan và thuận tiện giúp sử dụng dễ dàng hơn nhiều so với các công cụ GIS khác.

- **Cập nhật và đồng bộ:** việc bảo trì, cập nhật trên WebGIS được thực hiện đồng bộ và dễ dàng trên toàn bộ hệ thống thông qua kết nối internet, đặc biệt phù hợp cho việc cung cấp thông tin theo thời gian thực.

- **Ứng dụng đa dạng:** không hạn chế đối tượng sử dụng ở một số chuyên gia về GIS nhất định như các phần mềm truyền thống. WebGIS có thể được sử dụng bởi tất cả mọi người trong đơn vị cũng như người dân nói chung.

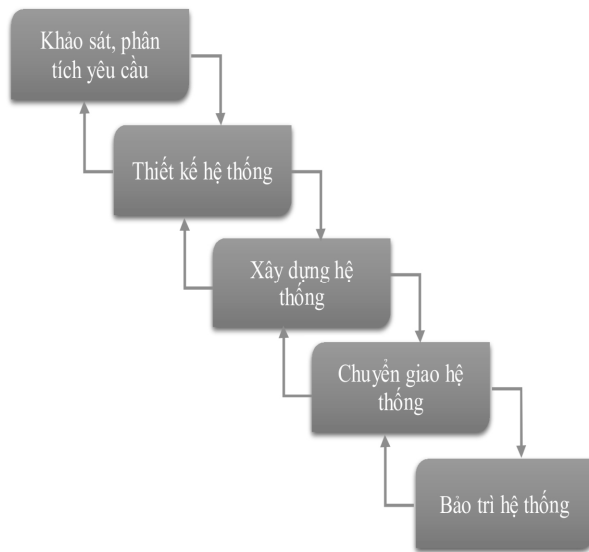
Xét trên phương diện quản lý, hệ thống công trình thủy lợi với đặc thù rộng về quy mô, phức tạp về loại hình, đa dạng về thành phần tham gia, đặc biệt là với hơn 20.000 tổ chức thủy lợi cơ sở trên cả nước, hứa hẹn nhiều tiềm năng để phát triển công nghệ WebGIS.

Mặt khác, với cách tiếp cận có sự tham gia của người dân, tác giả cho rằng để nâng cao hiệu quả quản lý, khai thác công trình thủy lợi nhỏ, thủy lợi nội đồng, cần có các công cụ hỗ trợ thân thiện với người dùng nước. Báo cáo của Adsota cho biết, Việt Nam hiện nay có 43,7 triệu người đang sử dụng các thiết bị smartphone trên tổng dân số 97,4 triệu dân, tương đương tỷ lệ 44,9% [2]. Với ưu thế của mình, WebGIS hoàn toàn có thể đạt được mục tiêu đưa thông tin lý lịch công trình, thời vụ canh tác, hiện trạng vận hành, mực nước trên kênh, trên đồng... tới toàn bộ hộ sử dụng nước trong mỗi khu tưới. Trên cơ sở đó, người sử dụng nước có thể điều chỉnh kế hoạch sản xuất kịp thời, đưa ra những đánh giá, phản hồi chính xác hơn về chất lượng dịch vụ thủy lợi.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Quy trình thực hiện

Để phát triển hệ thống WebGIS về công trình thủy lợi tỉnh Thái Bình, chúng tôi lựa chọn mô hình bậc thang để xây dựng và phát triển phần mềm với các pha như trong hình 2 dưới đây:



Hình 2: Quy trình thực hiện

- **Khảo sát và phân tích yêu cầu:** Khảo sát, đánh giá hiện trạng công trình, tổ chức quản lý, vận hành, từ đó phân tích các yêu cầu đối với hệ thống và lập kế hoạch thực hiện.

- **Thiết kế hệ thống:** Trên cơ sở phân tích yêu cầu, nhóm nghiên cứu thực hiện thiết kế khung CSDL, tạo các form mẫu, tiến hành thu thập, xây dựng CSDL GIS và chuẩn hóa dữ liệu đầu vào cho hệ thống WebGIS.

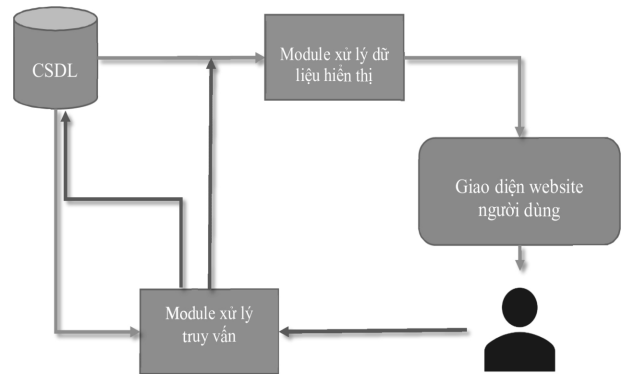
- **Xây dựng hệ thống:** Xây dựng các module trong hệ thống, kiểm thử và đóng gói hoàn thiện sản phẩm.

- **Chuyển giao hệ thống:** Cài đặt môi trường vận hành hệ thống, xây dựng tài liệu chuyển giao công nghệ, hướng dẫn sử dụng

- **Bảo trì hệ thống:** Hỗ trợ vận hành hệ thống, điều chỉnh, khắc phục khi có phát sinh

b. Cấu trúc của hệ thống

Hệ thống được tổ chức theo mô hình MVC (Model-View-Controller), ngôn ngữ PHP v7, sử dụng Laravel Framework v7 [9]. Trình bày dưới dạng SPA (Single Page Application). Sơ đồ giải thuật của hệ thống được trình bày tại hình 3. Sơ đồ giải thuật hình 3 dưới đây.



Hình 3: Sơ đồ giải thuật

Cấu trúc của hệ thống được xây dựng gồm có các thành phần thư mục chính dưới đây (Hình 4)

- **App:** Chứa các thông tin về Controller và các Model

- **Database:** Chứa các thông tin khởi tạo CSDL MySQL

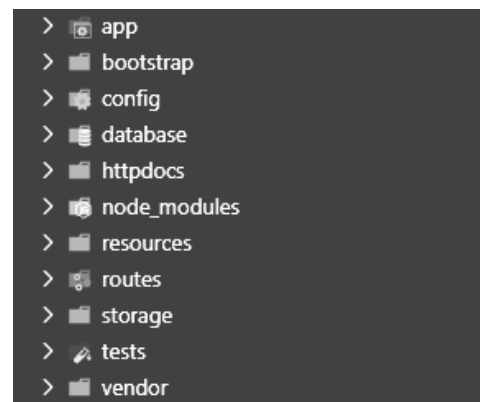
- **Httpdocs:** Chứa các file đã biên dịch thành phẩm để phía Client-side sử dụng và truy xuất

- **Node_modules:** Chứa các thư viện chưa biên dịch phục vụ cho tính toán và hiển thị phía Client-side

- **Resources:** Chứa toàn bộ mã nguồn phía Client-side bao gồm thiết kế giao diện và các View

- **Routes:** Định nghĩa các đường dẫn cho Laravel

- **Storage:** Chứa các tài nguyên bằng biểu, file thư viện, hình ảnh, tài liệu khác...



Hình 4: Cấu trúc của hệ thống

Giao tiếp giữa người dùng và server được thông qua module bảo vệ chống phá hoại của Laravel. Các lệnh thực thi ảnh hưởng tới CSDL và các lệnh truy xuất đều được kiểm soát thông qua khóa bí mật độ dài 80 ký tự. Các module xử lý, tính toán tại server (Server side) gồm:

- **AuthController:** Quản lý các hàm liên quan tới xác thực người dùng, tài khoản
- **DataController:** Quản lý xuất nhập dữ liệu đối tượng không gian, thuộc tính, các thông tin trạm đo tự động
- **MapController:** Xử lý các lệnh tương tác gửi về từ khung bản đồ tương tác ở phía người dùng
- **View welcome:** Thông tin mã nguồn trang chủ
- **View downloadererror:** Mã nguồn trang hiển thị khi tải dữ liệu bị lỗi
- **View realtime:** Mã nguồn trang xem các số liệu gần nhất lấy từ các trạm đo tự động;
- **Route api:** Quản lý các đường dẫn được phép qua cổng thông tin API
- **Route web:** Quản lý các đường dẫn cho phép dạng WEB

c. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này là **MySQL**. Đây là CSDL tự do nguồn mở phổ biến nhất thế giới và được các nhà phát triển rất ưa chuộng trong quá trình phát triển ứng dụng. MySQL có ưu điểm hệ quản trị cơ sở dữ liệu tốc độ cao, ổn định và dễ sử dụng, có tính khả chuyển, hoạt động trên nhiều hệ điều hành cung cấp một hệ thống lớn các hàm tiện ích rất mạnh. Với tốc độ và tính bảo mật cao, MySQL rất thích hợp cho các ứng dụng có truy cập CSDL trên internet [8].

d. Ngôn ngữ lập trình

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở **PHP** -

viết tắt của "**Hypertext Preprocessor**". Đây là ngôn ngữ kịch bản (scripting language), là một nhánh của ngôn ngữ lập trình. Tập tin chứa mã lệnh viết bằng ngôn ngữ kịch bản (như PHP) có thể được chạy (hay thực thi) trực tiếp trên máy mà không cần phải chuyển sang một định dạng khác. PHP đã trải qua rất nhiều phiên bản và được tối ưu hóa cho các ứng dụng web, với cách viết mã rõ ràng, tốc độ nhanh, dễ học nên PHP đã trở thành một ngôn ngữ lập trình web rất phổ biến và được ưa chuộng hiện nay [7].

3.3. Tài liệu nghiên cứu

Cơ sở dữ liệu phục vụ xây dựng hệ thống được thu thập từ Chi cục thủy lợi Thái Bình, các IMC trên địa bàn và điều tra thực địa [3]. Tương tự như các hệ thống GIS, CSDL của hệ thống WebGIS gồm: (i) dữ liệu không gian và (ii) dữ liệu thuộc tính.

a. Dữ liệu không gian

Dữ liệu không gian của hệ thống gồm có các lớp bản đồ như sau:

- Các lớp bản đồ nền khai thác từ nguồn dữ liệu mở (open data), thể hiện dữ liệu về hành chính, địa hình, giao thông, thủy hệ...
- Các lớp bản đồ chuyên đề: Trạm bơm, Cống dưới đê, Cống/đập nội đồng, kênh mương thủy lợi, đê, kè, kho vật tư, điểm canh đê, hệ thống trạm khí tượng, hệ thống trạm quan trắc tự động, trạm khí tượng...

Các lớp bản đồ chuyên đề được xây dựng từ số liệu điều tra, khảo sát thực địa trong năm 2020.

b. Dữ liệu thuộc tính

Dữ liệu thuộc tính của hệ thống gồm có:

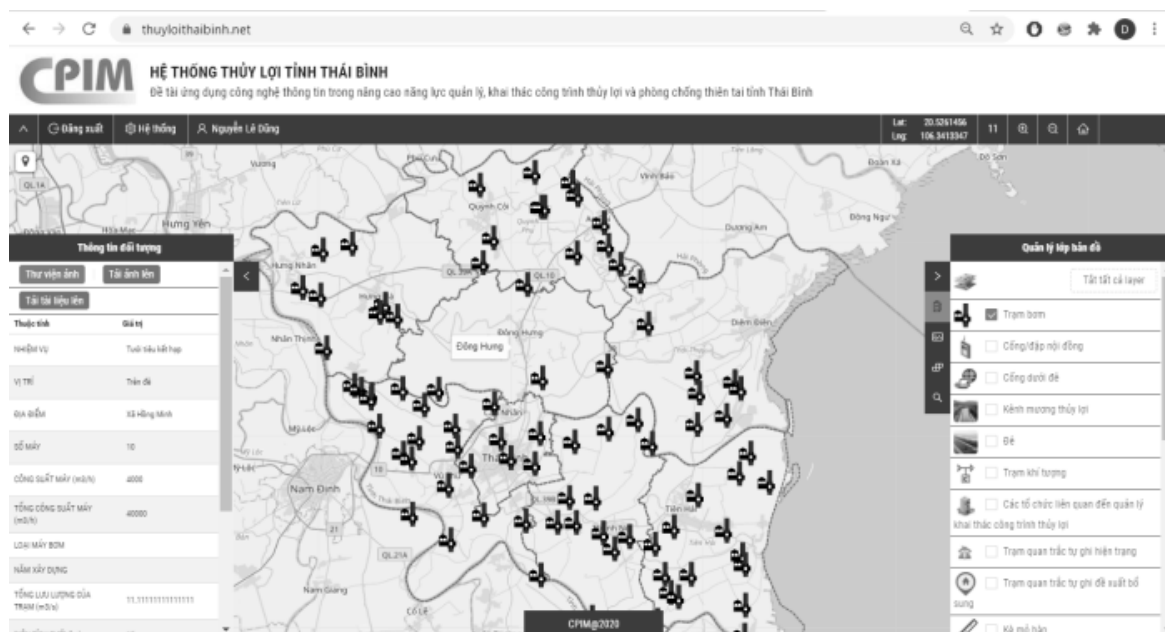
- Thông số kỹ thuật của hệ thống công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai của tỉnh Thái Bình, gồm các thông tin: tên công trình;
- Hình ảnh chụp công trình;
- Hệ thống văn bản, tài liệu chuyên ngành về thủy lợi do địa phương cung cấp;

- Dữ liệu quan trắc tự động từ các trạm quan trắc hiện có tại vùng nghiên cứu;

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Giao diện WebGIS và các chức năng chính

Giao diện chính của hệ thống được thiết kế tối giản, các thể chức năng được mặc định ẩn, đảm bảo tận dụng tối đa màn hình hiển thị. Giao diện chính được thiết kế dưới dạng web (Hình 5) và dạng mobile, giúp cho người sử dụng khai thác dữ liệu một cách linh hoạt.



Hình 5: Giao diện chính của Hệ thống (dạng web)

Hệ thống được thiết kế với các chức năng chính như sau:

- **Phân quyền quản lý, khai thác CSDL:**

Người sử dụng được phân làm 4 cấp độ, gồm: (i) Nomal – Có quyền xem tất cả thông tin, nhưng không tạo được bản sao dữ liệu (download); (ii) Uploader – Chịu trách nhiệm về CSDL, có quyền chỉnh sửa, cập nhật, tạo bản sao dữ liệu; (iii) Admin – Chịu trách nhiệm quản lý, điều hành website, tài khoản; và (iv) SuperAdmin – Tổng điều hành, có tất cả các quyền. Trong đó, Uploader được phân làm 2 cấp độ, Uploader cấp 1 – phụ trách CSDL của toàn bộ hệ thống; và Uploader cấp 2 – Phụ trách CSDL của từng xí nghiệp QLKT CTTL.

- **Quản lý dữ liệu hiển thị:** các lớp dữ liệu

được thiết kế mặc định tại trạng thái ẩn nhằm tăng tốc độ truy cập khi người dùng sử dụng thiết bị đời cũ hoặc trong điều kiện chất lượng Internet kém. Người sử dụng có thể lựa chọn hiển thị một hoặc nhiều bản đồ chuyên đề để tra cứu thông tin (Hình 5). Hiện nay, CSDL của hệ thống chứa 23 lớp dữ liệu, bao gồm các loại công trình (cống, trạm bơm, kênh mương, đê...), hệ thống tổ chức quản lý, đường đẳng trị mưa theo tần suất...

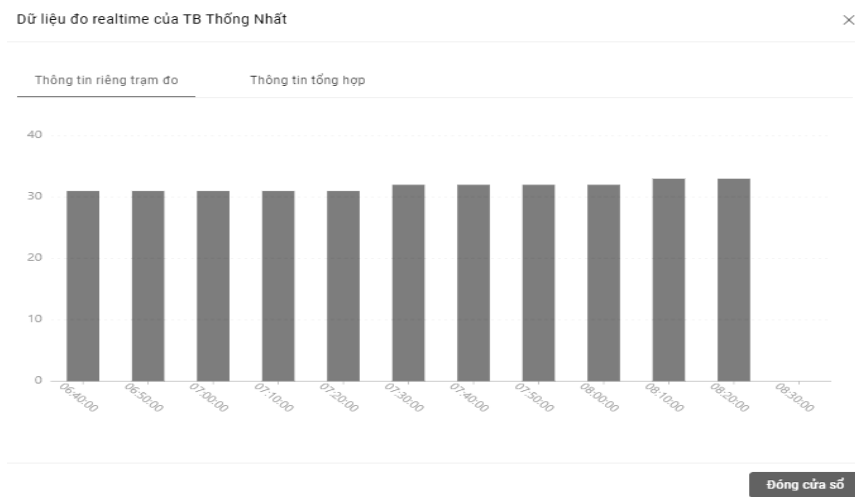
- **Xem thông tin đối tượng:** Mỗi đối tượng (công trình) được gán kèm các thông số kỹ thuật, ảnh chụp, tài liệu kèm theo. Bộ thông số kỹ thuật này có thể được sửa, cập nhật theo phân quyền quản lý. Hiện nay, CSDL của hệ thống đã được cập nhật đến năm 2020 và sẽ được tiếp tục bổ sung, cập nhật liên tục.

- **Cập nhật dữ liệu:** Tùy theo cấp độ quản

lý được phân quyền, người dùng có thể cập nhật dữ liệu không gian (bản đồ, vị trí các đối tượng) và dữ liệu thuộc tính (thông số kỹ thuật của các đối tượng). Người sử dụng ở cấp độ Normal

- **Các chức năng hỗ trợ:** Người sử dụng có thể tìm kiếm đối tượng, xem vị trí hiện tại của người sử dụng, đo khoảng cách, đo diện tích... trực tiếp trên web.

- **Hiển thị dữ liệu đo tự động theo thời gian thực (realtime):** với chức năng này, người dùng có thể tra cứu số liệu từ các trạm quan trắc tự động đã lắp đặt trên địa bàn tỉnh. Tùy theo mỗi loại thiết bị, dữ liệu có thể truyền về với tần suất từ 5 phút/lần. Hệ thống cho phép xem diễn biến dữ liệu realtime của từng đối tượng (Hình 6) hoặc tổng hợp dữ liệu của tất cả các trạm.

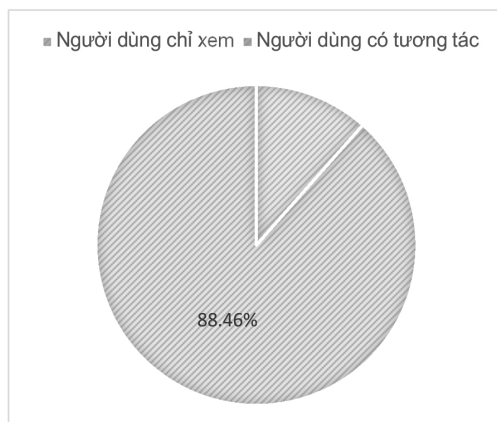


Hình 6: Hiển thị dữ liệu đo mực nước theo thời gian thực (Realtime)

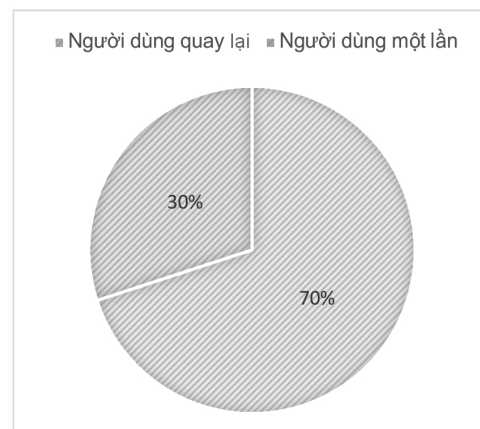
4.2. Thảo luận

Để phân tích về hiệu quả của Hệ thống, tác giả sử dụng công cụ Google Analytics đánh

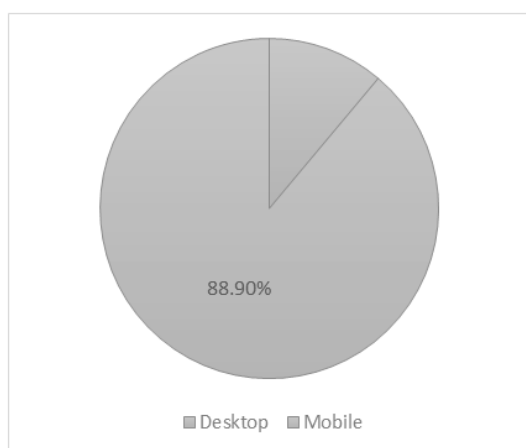
giá trong thời gian từ 30/10/2020 đến ngày 18/11/2020 với tổng số 162 lượt người sử dụng. Kết quả như sau:



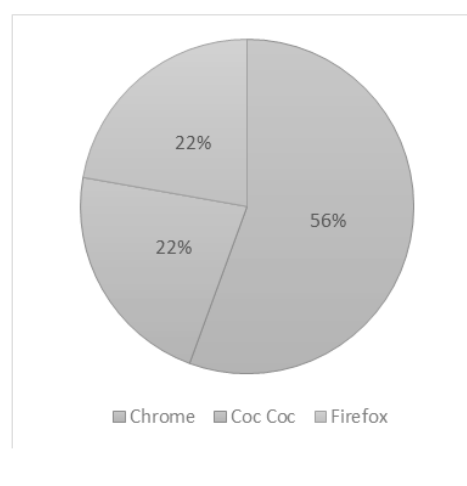
Hình 7: Tỷ lệ người dùng có tương tác với hệ thống



Hình 8: Tỷ lệ người dùng sử dụng hệ thống từ 2 lần trở lên



Hình 9: Tỷ lệ người dùng phân theo loại thiết bị sử dụng



Hình 10: Tỷ lệ người dùng phân theo trình duyệt

Kết quả phân tích cho thấy số lượng người dùng quay lại sử dụng lần thứ 2 là khá cao (70% người dùng quay trở lại), cho thấy hệ thống thật sự đáp ứng nhu cầu của người sử dụng (Hình 8). Mặt khác, số lượng người dùng có tương tác với hệ thống (sử dụng các chức năng của hệ thống) đạt tới 88,5% tổng số người đã sử dụng hệ thống (Hình 7). Công cụ đánh giá cũng tính toán thời gian tương tác trung bình của mỗi phiên làm việc là 3 phút 52 giây, tức là đủ để thực hiện hầu hết các tác vụ của hệ thống, bao gồm tìm kiếm, tra cứu thông tin, tải dữ liệu.

Công cụ phân tích của Google cũng thu nhận được dữ liệu loại trình duyệt mà người dùng đã sử dụng để truy cập hệ thống (Hình 10). Theo đó, người dùng chủ yếu sử dụng ba công cụ là Chrome, Coc coc và Firefox. Trong đó, Chrome chiếm tỷ lệ lớn nhất (56%), tiếp đó là Coc coc và Firefox. Một số liệu khác đáng quan tâm là mặc dù chiếm tỷ lệ nhỏ, nhưng vẫn có 11,1% người sử dụng điện thoại di động (mobile) để truy cập vào hệ thống (Hình 9). Nhìn chung, các số liệu này không đánh giá được trình duyệt nào truy cập tốt hơn hay sử dụng thiết bị nào ổn định hơn. Tuy nhiên, các con số chỉ ra hệ

thống có thể hoạt động trên nhiều loại thiết bị và trình duyệt khác nhau.

Một trong những chức năng quan trọng của Hệ thống là Module thu nhận dữ liệu từ các trạm quan trắc tự động theo thời gian thực. Thống kê dữ liệu quan trắc từ ngày 30/10/2020 đến ngày 18/11/2020, đã có 4816 lượt số liệu truyền về máy chủ của hệ thống (tần suất 5 phút/lần), trong đó chỉ có 5 lượt bị lỗi dữ liệu (chiếm 0,1%). Với mức độ ổn định cao, bộ số liệu quan trắc thu được từ trạm quan trắc theo thời gian thực có thể được cung cấp cho các tổ chức, cá nhân nhằm phục vụ công tác quản lý điều hành hoặc nghiên cứu khoa học.

Mặc dù kết quả đạt được là rất khả quan, nhưng nghiên cứu này vẫn còn tồn tại một số điểm có thể cải thiện như sau:

- CSDL chưa hoàn chỉnh: hệ thống công trình thủy lợi nội đồng chưa được cập nhật đầy đủ
- Thí điểm kết nối hệ thống quan trắc tự động là khả thi, tuy nhiên để đạt hiệu quả cần mở rộng mạng lưới quan trắc để đảm bảo số liệu đầy đủ phục vụ công tác quản lý, khai thác công trình.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ, công tác quản lý khai thác công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai ngày nay yêu cầu phải có những bước đổi mới sâu, rộng, toàn diện. WebGIS với vai trò là trung gian kết nối giữa người cung cấp và người sử dụng dịch vụ thủy lợi, giữa quan trắc và phân tích dữ liệu, sẽ là một công cụ phù hợp và cần thiết cho công cuộc hiện đại hóa ngành thủy lợi.

CSDL của hệ thống WebGIS được tổ chức lưu trữ, quản lý, phân cấp, tổng hợp thông tin dưới nhiều dạng hoàn toàn đáp ứng được nhu

cầu của công tác quản lý khai thác công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai, đặc biệt là trong công tác phối hợp đa ngành.

Với giới hạn về mục tiêu, phạm vi và đối tượng như trên, nghiên cứu không thể giải quyết được một cách toàn diện yêu cầu về nâng cao năng lực quản lý khai thác, vận hành công trình thủy lợi và phòng chống lụt bão trên địa bàn tỉnh. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu sẽ là những bước đầu tiên và có ý nghĩa quan trọng trong một giải pháp tổng thể cho tỉnh Thái Bình. Hệ thống sẽ tiếp tục được hoàn thiện, cập nhật CSDL trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Luật Thủy lợi số 08/2017/QH14 ngày 19/6/2017
- [2] Adsota, 2020, “Thị trường quảng cáo số Việt Nam 2019”;
- [3] Nguyễn Lê Dũng và cộng sự, 2020, “Ứng dụng công nghệ thông tin trong nâng cao năng lực quản lý, khai thác công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai tỉnh Thái Bình”, Đề tài cấp tỉnh, Trung tâm tư vấn PIM;
- [4] Đoàn Thị Xuân Hương, 2011, Ứng dụng công nghệ WebGIS trong quản lý cơ sở dữ liệu du lịch, Kỷ yếu Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2011;
- [5] Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Thái Bình, 2019, Báo cáo đánh giá hiện trạng công trình trước mùa mưa, lũ năm 2019 – Tỉnh Thái Bình, ;
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016, Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam;
- [7] <https://www.php.net>
- [8] <https://www.mysql.com>
- [9] <https://laravel.com>

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN HẠN HÁN TRÊN LƯU VỰC SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH BẰNG BỘ DỮ LIỆU KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN KHÔI PHỤC TỪ MÔ HÌNH KẾT HỢP WEHY-WRF

Hồ Việt Cường, Nguyễn Thị Ngọc Nhân, Trần Văn Bách

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam - VAWR.

Trịnh Quang Toàn

Đại học tổng hợp California, Davis - Hoa Kỳ

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình khí tượng thủy văn kết hợp WEHY-WRF (Watershed Environmental Hydrology - Weather Research and Forecasting) để tính toán khôi phục các quá trình mưa và dòng chảy trên toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình bao gồm cả phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc và Lào. Từ bộ dữ liệu khôi phục, tiến hành các nghiên cứu đánh giá về diễn biến hạn hán trên lưu vực thông qua việc tính toán, phân tích diễn biến của các chỉ số về hạn khí tượng (SPI) và hạn thủy văn (SDI) theo không gian và thời gian, từ năm 1960-2015.

Từ khóa: mô hình WEHY-WRF, khôi phục dữ liệu, dữ liệu toàn cầu, chỉ số SPI, SDI, lưu vực sông Hồng - Thái Bình.

Summary: This article presents the results of applied research of the Hydrological - meteorological combined model named WEHY-WRF to calculate recovery processes precipitation and flow across the Hong - Thaibinh River Basin, including part in territory of China and Laos. From the recovered data, conduct evaluation studies on the drought development across the basin through the calculations, analyses the evolution of the indicators of Standardized Precipitation Index (SPI) and Streamflow Drought Index (SDI) over space and time, from 1960 to 2015.

Keywords: WEHY-WRF model, restore data, global data, indices SPI, SDI, Hong - Thaibinh River Basin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạn hán là loại hình thiên tai có điểm đặc trưng là tác động của nó thường tích lũy trong một khoảng thời gian dài và có thể kéo dài trong nhiều năm sau khi đợt hạn kết thúc, bởi vậy việc xác định thời gian bắt đầu và kết thúc đợt hạn rất khó khăn. Cũng do sự diễn biến tích lũy chậm nên tác động của hạn hán thường khó nhận biết hơn và khi nhận biết được thì sự thiệt hại đã xảy ra đáng kể. Hạn hán thường xảy ra trên một phạm vi rộng và ít khi là nguyên nhân trực tiếp gây tổn thất về nhân mạng nhưng lại có những tác động rất lớn, gây ra nhiều thiệt hại và ảnh hưởng đến

đời sống dân sinh, kinh tế xã hội và hủy hoại môi trường. Trong các nghiên cứu về hạn, thường sử dụng các công thức kinh nghiệm để tính toán các chỉ số hạn tương ứng, từ đó phân cấp mức độ hạn theo giá trị của các chỉ số tính toán. Các chỉ số hạn được tính dựa trên các thông số về điều kiện khí hậu, khí tượng, thủy văn, nguồn nước... trong khu vực. Trong đó phổ biến nhất là sử dụng các số liệu về mưa và dòng chảy, do đó các dữ liệu này luôn có vai trò rất quan trọng trong các nghiên cứu đánh giá về hạn hán.

Lưu vực sông Hồng - Thái Bình là một lưu vực sông lớn liên quốc gia, chảy qua ba nước

Trung Quốc, Lào và Việt Nam với tổng diện tích tự nhiên vào khoảng 169.000 km², trong đó phần lưu vực phía thượng nguồn thuộc lãnh thổ Trung Quốc là 81.200 km² chiếm 48%, diện tích lưu vực trên lãnh thổ Lào là 1.100 km² chiếm 0,7% diện tích của toàn lưu vực. Phần hạ du lưu vực nằm trong lãnh thổ Việt Nam là 87.840 km², bao gồm địa giới hành chính của 26 tỉnh/ thành phố thuộc vùng Bắc Bộ và cũng là khu vực trọng điểm về chính trị, văn hóa, kinh tế của nước ta, trong đó có Thủ đô Hà Nội. Trên lưu vực, hệ thống các trạm quan trắc khí tượng, thủy văn đã được xây dựng và thiết lập cả ở phần lưu vực thuộc lãnh thổ Việt Nam và Trung Quốc. Ở Việt Nam, việc đo đạc số liệu được bắt đầu rất sớm, từ năm 1890 tại trạm Hà Nội và thành lập Nha khí tượng vào năm 1902. Tuy nhiên theo thời gian, dưới tác động của nhiều yếu tố, mạng lưới các trạm quan trắc khí tượng, thủy văn trên lưu vực đến nay vẫn còn thưa thớt, chưa đầy đủ, việc quan trắc số liệu không được liên tục, có thời gian ngắt quãng, thậm chí một số trạm đã dừng đo. Ngoài ra các số liệu đo đạc khí tượng, thủy văn ở phần thượng nguồn lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc và Lào hiện nay vẫn rất ít được chia sẻ và gần như không có thông tin, tài liệu ở các khu vực này. Do sự không đồng bộ và đầy đủ của các dữ liệu thực đo, dẫn đến rất nhiều khó khăn trong tính toán, phân tích về các đặc trưng khí tượng thủy văn nói chung và chỉ số hạn hán nói riêng, nhất là các nghiên cứu trong thời kỳ dài. Vì vậy để khắc phục vấn đề thiếu số liệu thực đo và số liệu không đồng bộ, đề tài nghiên cứu cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 đã ứng dụng và thiết lập bộ mô hình toán khí tượng thủy văn kết hợp WEHY-WRF để tính toán mô phỏng và khôi phục lại các dữ liệu mưa và dòng chảy từ 1960-2015 cho toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình bao gồm cả phần lưu vực thuộc Trung Quốc và Lào. Từ bộ dữ liệu khôi phục, sẽ tiến hành các nghiên cứu, đánh giá về diễn

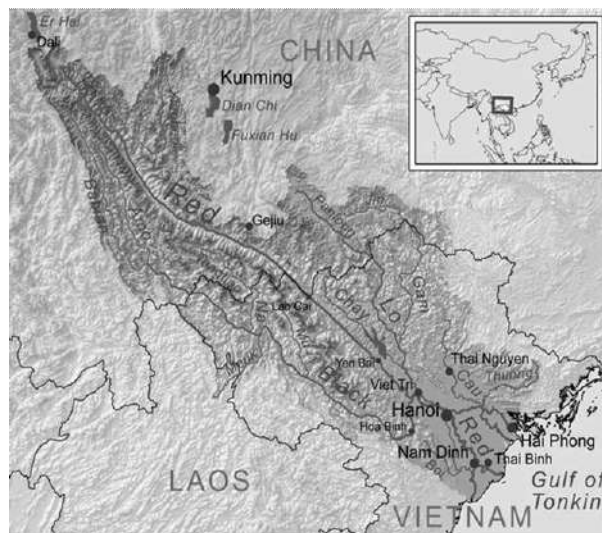
biến hạn hán trên toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình thông qua việc tính toán, phân tích các chỉ số về hạn khí tượng (SPI) và hạn thủy văn (SDI) theo không gian và thời gian.

2. PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi khu vực nghiên cứu là toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình bao gồm cả phần lưu vực thuộc Trung Quốc và Lào, được giới hạn từ 20°23' đến 25°30' vĩ độ Bắc và từ 100° đến 107°10' kinh độ Đông. Phía Bắc giáp lưu vực sông Trường Giang và sông Châu Giang của Trung Quốc, phía Tây giáp lưu vực sông Mê Kông, phía Nam giáp lưu vực sông Mã, phía Đông giáp vịnh Bắc Bộ.

Phần lưu vực sông Hồng - sông Thái Bình trên lãnh thổ Việt Nam có vị trí địa lý từ 20°23' đến 23°22' vĩ độ Bắc và từ 102°10' đến 107°10' kinh độ Tây.



Hình 1: Bản đồ toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Ứng dụng bộ công cụ mô hình toán khí tượng thủy văn kết hợp WEHY-WRF để tính toán mô phỏng và khôi phục lại toàn bộ các chuỗi số liệu mưa, dòng chảy trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình từ năm 1960-2015. Mô hình WEHY-WRF là một bộ phần mềm mô

hình cặp đôi (Couple Model) do Trung tâm thủy văn California (CHRL) - Đại học UC Davis, Hoa Kỳ phát triển [4], mô hình có khả năng tính toán mô phỏng đồng thời các điều kiện khí tượng và thủy văn trên lưu vực dựa trên các dữ liệu khí tượng toàn cầu (reanalysis data) đã được chi tiết hóa (downscaling) kết hợp với các dữ liệu về thông số bề mặt trên lưu vực. Thuật toán của mô hình được xây dựng dựa trên các phương trình tính toán bình quân theo diện tích của từng ô lưới, để có thể tính tới sự không đồng nhất về điều kiện khí tượng thủy văn và đặc điểm địa hình trong miền tính toán. Do đó có thể ứng dụng để tính toán mô phỏng các quá trình khí tượng thủy văn trên lưu vực trong cả điều kiện bị hạn chế về các dữ liệu thực đo, và đây chính là điểm ưu việt về công nghệ đã được chúng tôi lựa chọn để ứng dụng trong nghiên cứu này.

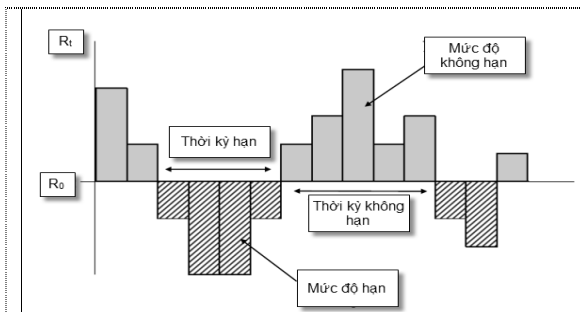
- Dựa trên bộ dữ liệu mưa và dòng chảy đã được tính toán khôi phục từ mô hình WEHY-

WRF, tiến hành các phân tích về diễn biến hạn hán trên toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình thông qua việc tính toán và đánh giá diễn biến của các chỉ số về hạn khí tượng (SPI) và hạn thủy văn (SDI) theo không gian và thời gian. Phương pháp tính toán cụ thể như sau:

+ Tính toán đánh giá diễn biến hạn khí tượng dựa trên chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI (Standardized Precipitation Index) dựa trên các chuỗi số liệu lượng mưa trung bình tháng từ 1960-2015: Chỉ số SPI được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng giáng thủy thực tế R (tổng lượng tháng) so với trung bình nhiều năm và chia cho độ lệch chuẩn σ của lượng mưa trong thời kỳ tương ứng:

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\sigma} \quad (1)$$

Chỉ số SPI là một chỉ số không thứ nguyên: khi các giá trị của SPI < 0 tình trạng khô, hạn hán, SPI > 0 tình trạng thừa ẩm.



Mức độ hạn	Chỉ số hạn SPI
I. Hạn nhẹ	0 đến -0.99
II. Hạn tương đối	-1.0 đến -1.49
III. Hạn nặng	-1.5 đến -1.99
IV. Hạn nghiêm trọng	< -2.0

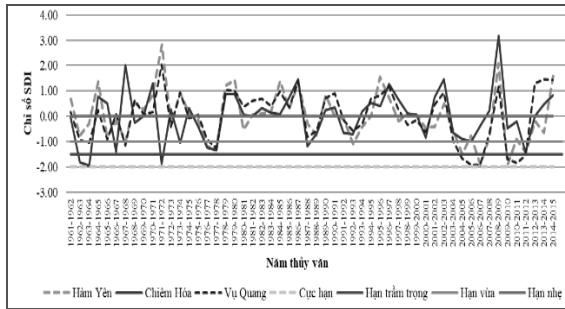
Hình 2: Đánh giá tình trạng hạn khí tượng bằng chỉ số SPI.

- Tính toán đánh giá hạn thủy văn trên lưu vực dựa vào chỉ số chuẩn hóa lượng dòng chảy SDI (Streamflow Drought Index): Chỉ số $SDI_{i,k}$ được xác định dựa trên các giá trị lưu lượng dòng chảy trung bình tháng $Q_{i,j}$, trong

đó i là biểu thị năm thủy văn, j là biểu thị tháng thủy văn trong năm thủy văn đó. $V_{i,k}$ là tổng lượng dòng chảy tích lũy cho năm thủy văn i và thời đoạn tham khảo k .

$$SDI_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \bar{V}_k}{s_k}, \quad V_{i,k} = \sum_{j=1}^k Q_{i,j} \quad \text{với} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots \\ j = 1, 2, \dots, 12 \\ k = 1, 2, 3, 4 \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: V_k và s_k lần lượt là trung bình và độ lệch chuẩn của dòng chảy tích lũy cho thời đoạn tham chiếu thứ k .



Hình 3: Đánh giá tình trạng hạn thủy văn bằng chỉ số SDI.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Toán khôi phục dữ liệu mưa và dòng chảy trên lưu vực bằng mô hình WEHY-WRF

a) Tài liệu, số liệu sử dụng:

- Dữ liệu địa hình: Sử dụng bộ dữ liệu ảnh ASTER với độ phân giải cao (30m) cho dữ liệu địa hình toàn lưu vực. Đây là bộ dữ liệu DEM đã được công nhận về chất lượng và được ứng dụng nhiều nơi trên thế giới cho các mục đích khác nhau.

- Dữ liệu khí tượng toàn cầu ERA-20C được cung cấp bởi Trung tâm dự báo khí tượng Châu Âu (ECMWF) bao gồm (mưa, gió, nhiệt độ, bức xạ, bốc hơi...) độ phân giải 125km với các bước thời gian khác nhau (6h, ngày, tháng) làm dữ liệu đầu vào cho mô hình.

- Dữ liệu mưa toàn cầu Aphrodite (APH) của Nhật Bản (với độ phân giải 25km).

- Dữ liệu thực đo tại 91 trạm khí tượng, thủy văn trên toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình thuộc phần lưu vực phía Việt Nam và một số trạm thuộc lãnh thổ Trung Quốc.

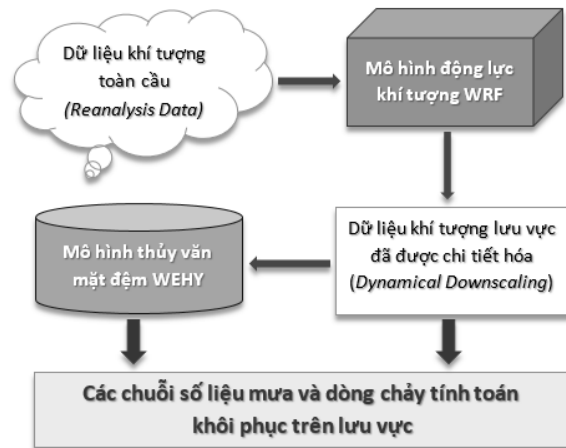
- Dữ liệu thảm phủ (sử dụng ảnh landsat có độ phân giải >60m), dữ liệu về độ che phủ lá cây (Dữ liệu LAI được thu thập từ ảnh vệ tinh của MODIS ứng với độ phân giải 500-1000 m), dữ liệu đất (dữ liệu soil grid 250m cho toàn cầu và phân loại đất toàn cầu của FAO).

b) Quy trình tính toán khôi phục dữ liệu:

Việc tính toán và mô phỏng các điều kiện khí tượng - thủy văn của lưu vực được thực

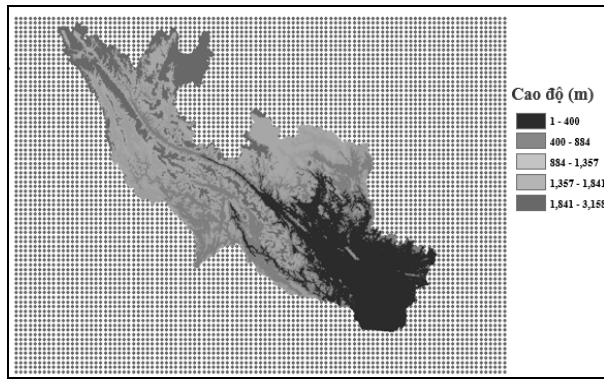
Mức độ hạn	Chỉ số hạn SDI
I. Không hạn	$SDI \geq 0$
II. Hạn nhẹ	$-1 \leq SDI < 0$
III. Hạn vừa	$-1.5 \leq SDI < -1$
IV. Hạn trầm trọng	$-2 \leq SDI < -1.5$
V. Cực hạn	$SDI < -2.0$

hiện theo chu trình khép kín trên mô hình WEHY-WRF trong từng thời đoạn tính toán thông qua các module ghép nối song song giữa mô hình khí tượng WRF và mô hình thủy văn WEHY. Quy trình công nghệ tính toán khôi phục dữ liệu được mô tả trên Hình 4.

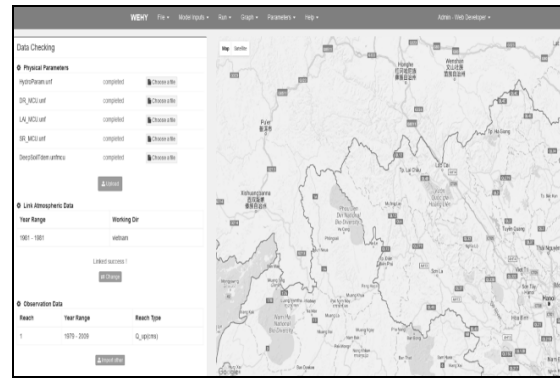


Hình 4: Quy trình tính toán khôi phục dữ liệu mưa và dòng chảy trên lưu vực bằng mô hình WEHY-WRF

Mô hình được thiết lập cho toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình với phương pháp lưới lồng, các ô lưới được chi tiết hóa dần dần từ ô lưới có kích thước lớn thu hẹp xuống các ô lưới có kích thước nhỏ hơn và thông thường bằng 1/3 các ô lưới trước đó (ví dụ 81km→27km→9km) [5]. Trong nghiên cứu này, độ phân giải của ô lưới được sử dụng để tính toán khôi phục dữ liệu là 9km cho toàn bộ lưu vực. Miền tính toán của mô hình thiết lập tương ứng với độ phân giải này được thể hiện như trên Hình 5.



Hình 5: Miền tính toán với độ phân giải ô lưới (9km) của mô hình WRF.



Hình 6: Giao diện thiết lập của mô hình WEHY-WRF.

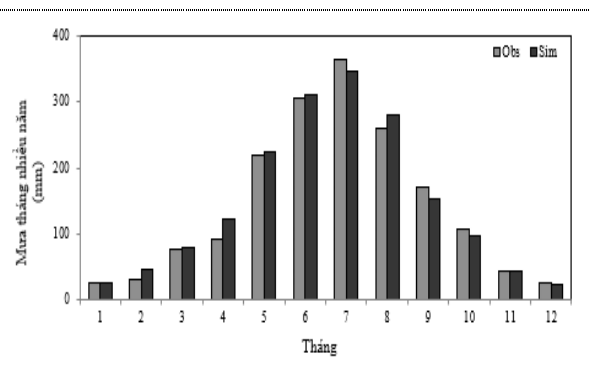
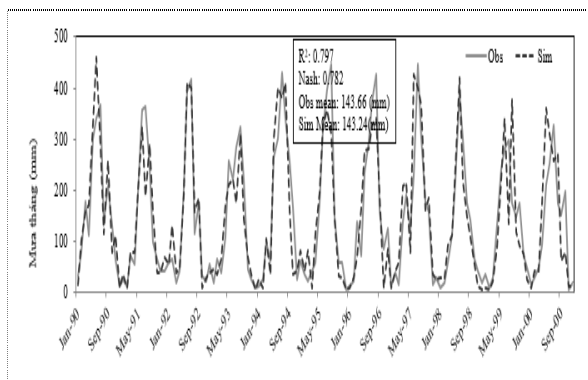
c) Kết quả kiểm định mô hình WEHY-WRF:

* Kiểm định mô hình khí tượng WRF:

Sau khi mô hình đã được hiệu chỉnh và thiết lập bộ thông số tối ưu, lựa chọn chuỗi thời gian từ năm 1990 đến năm 1994 để kiểm định và đánh giá sự phù hợp của mô hình trước khi áp dụng tính toán khôi phục dữ liệu mưa trên lưu vực.

- Kết quả kiểm định mô hình tính toán mô

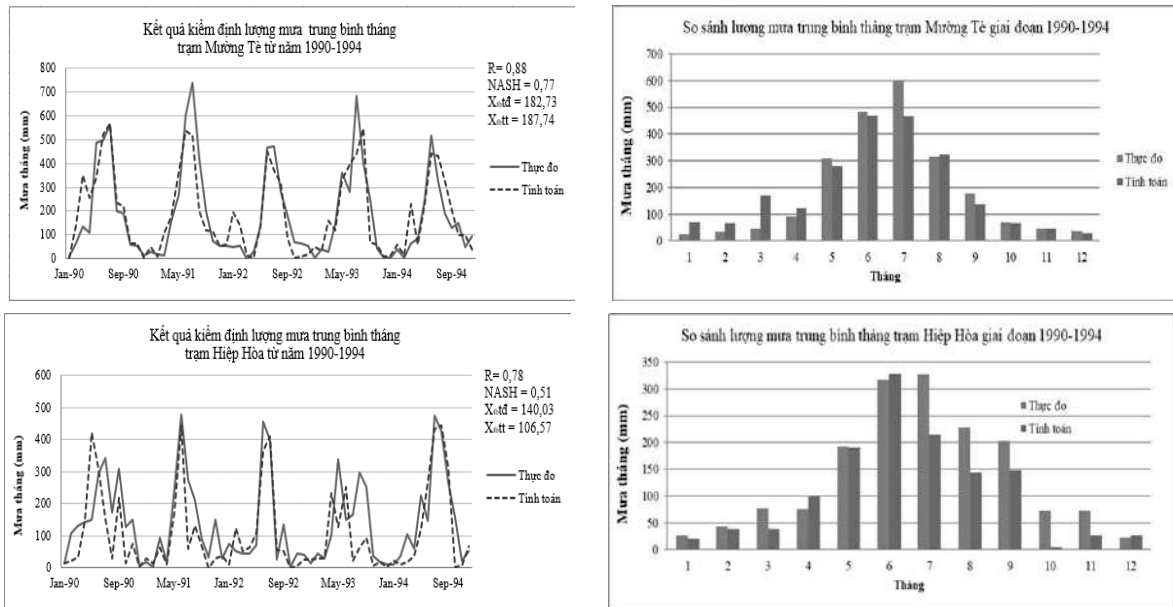
phong mưa cho toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình (bao gồm cả phần lưu vực thuộc Trung Quốc và Lào) cho thấy sự phù hợp giữa quá trình tính toán và thực đo, chỉ số lượng mưa trung bình tháng cho toàn giai đoạn từ 1990-1994 giữa tính toán và thực đo là khá sát nhau (~145 mm), hệ số tương quan $R^2=0,797$ và hệ số NASH đạt 0,83. Kết quả đánh giá được thể hiện tại Hình 7.



Hình 7: Kết quả kiểm định lượng mưa trung bình lưu vực từ 1990-1994.

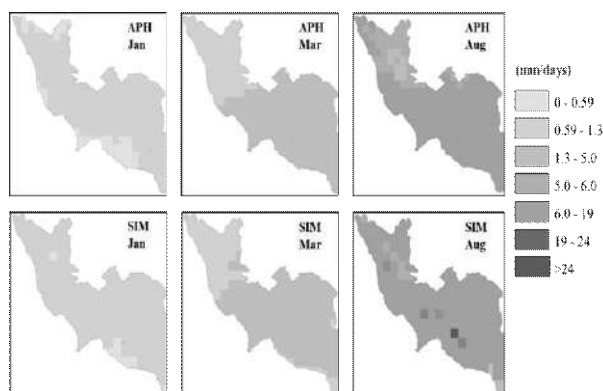
So sánh giữa kết quả tính của mô hình WRF với số liệu thực đo mưa tại một số trạm nằm phân bố ở các vị trí khác nhau trên lưu vực gồm Mường Tè, Lai Châu, Quỳnh Nhai, Hiệp Hòa, Hòa Bình cũng cho thấy mô hình

không chỉ mô phỏng tốt cho chuỗi số liệu dạng trung bình lưu vực, mà còn mô phỏng tốt phân bố mưa tại các điểm trên lưu vực. Kết quả kiểm định mưa cũng khá tương đồng ở hầu hết các trạm kiểm tra.



Hình 8: Kết quả kiểm định tính toán mưa trung bình tháng tại một số trạm

Do không có dữ liệu khí tượng của phần thượng nguồn lưu vực thuộc phía lãnh thổ Trung Quốc và Lào nên các số liệu mưa toàn cầu Aphrodite (APH) [11] của Nhật Bản (với độ phân giải 25km) được sử dụng và coi như là các dữ liệu thực đo để kiểm định mô hình (bản chất của dữ liệu APH là được tính toán lại ở độ phân giải 25km với nguồn số liệu từ các trạm đo mặt đất thu thập được trên toàn cầu). Kết quả mô phỏng mưa ở phần thượng nguồn so sánh với dữ liệu APH cho toàn bộ lưu vực được thể hiện như trên Hình 9.



Hình 9: Kết quả kiểm định phân bố mưa trung bình tháng nhiều năm từ 1990-2000 cho toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình

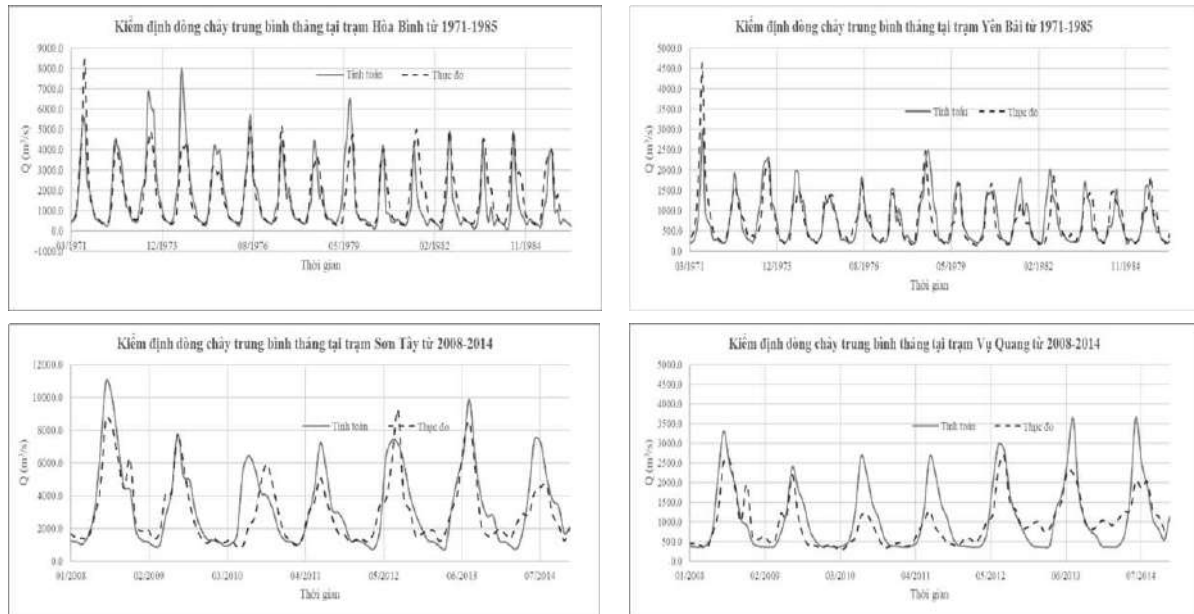
Các số liệu phân bố mưa của APH và WRF có sự khác biệt về độ phân giải, nên kết quả tính toán mưa của mô hình sẽ được nội suy từ độ phân giải 9km sang độ phân giải 25km để so sánh đồng bộ trên toàn lưu vực. Bản đồ so sánh phân bố lượng mưa của một số tháng điển hình, đại diện cho đặc trưng mưa trong năm như: Tháng I (mùa khô), Tháng III (mùa trung gian) và Tháng VIII (mùa mưa) cho thấy kết quả mô phỏng của mô hình WRF khá tương đồng với số liệu mưa của APH. Có đến gần 87% diện tích trùng nhau theo các ô màu so sánh kiểm định.

* Kiểm định mô hình thủy văn WEHY:

Mô hình được kiểm định với liệt số liệu dòng chảy tự nhiên từ 1971-1985 là giai đoạn trước khi có các hồ chứa lớn ở thượng nguồn và giai đoạn từ 2008-2014 sau khi xây dựng các hồ Thác Bà, Hòa Bình, Tuyên Quang, Sơn La, Lai Châu... Kết quả kiểm định dòng chảy tại một số trạm chính trên lưu vực cho thấy các chỉ số thống kê đều đạt trên 0,8 (hệ số tương quan $R^2=0.884$ và chỉ số Nash=0.81), với đường màu xanh là biểu diễn các giá trị tính toán mô phỏng và đường màu đỏ biểu diễn các giá trị thực đo. Kết quả mô

phông theo quan sát là khá sát với thực đo cả về phân mùa lũ và mùa kiệt, đồng nghĩa với

khả năng mô phỏng dòng chảy trên lưu vực khá tốt của mô hình WEHY.



Hình 10: Kết quả kiểm định dòng chảy tại một số trạm thủy văn trên lưu vực thuộc lãnh thổ Việt Nam

Việc kiểm định kết quả mô phỏng dòng chảy phía thượng nguồn Trung Quốc là rất khó khăn do hạn chế về thông tin và dữ liệu đo đạc. Dựa trên số liệu thu thập được từ một số bài báo Quốc tế nghiên cứu ở khu vực này, chúng tôi đã tiến hành khôi phục các chuỗi dữ liệu thực đo về tổng lượng dòng chảy trên

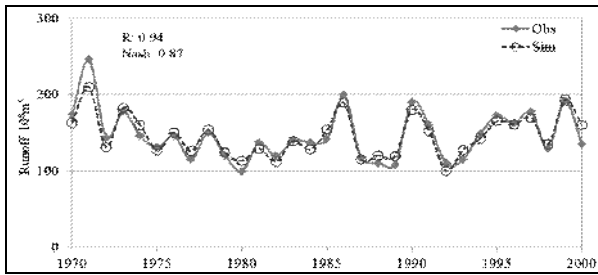
sông Yuanjiang (Nguyên Giang) phía thượng nguồn Trung Quốc [9] từ năm 1970-2000. So sánh giữa số liệu thực đo (Yuanjiang - Trung Quốc) và số liệu tính toán chiết xuất từ mô hình WEHY cho thấy kết quả mô phỏng khá tốt, kết quả kiểm định được thể hiện tại Bảng 1 và Hình 11.

Bảng 1: So sánh thông số thống kê giữa kết quả tính toán và số liệu thực đo sông Yuanjiang - Trung Quốc, thời đoạn từ 1970-2000

Sông Yuanjiang	Tổng lượng dòng chảy năm (1970-2000)	Độ lệch chuẩn	Chỉ số tương quan	Nash
Thực đo $10^8 m^3$	146.9	32.1	0.94	0.87
Tính toán $10^8 m^3$	146.1	28.1		

Kết quả kiểm định mô hình WEHY-WRF cho toàn lưu vực (bao gồm cả Việt Nam và Trung Quốc) là khá tốt, các chỉ số thống kê đánh giá độ tin cậy trong tính toán mô phỏng khí tượng và thủy văn đều đạt giá trị từ 0,8 trở lên. Như vậy có thể khẳng định, mô hình được

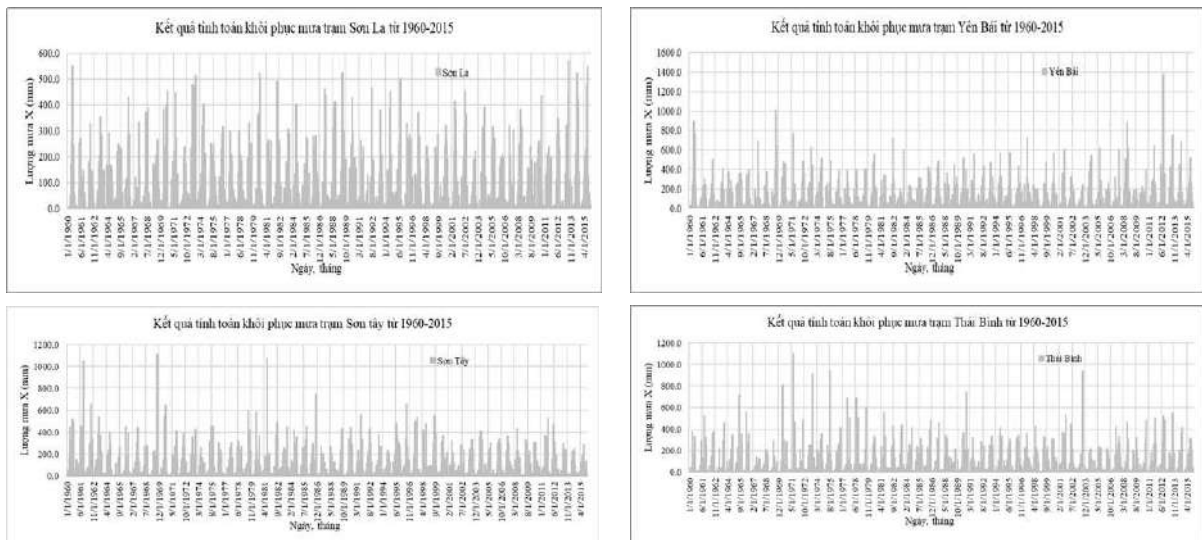
thiết lập là đảm bảo độ tin cậy và có thể sử dụng để tính toán khôi phục các chuỗi dữ liệu mưa và dòng chảy trên lưu vực để làm số liệu đầu vào cho các tính toán, phân tích về diễn biến hạn hán trên lưu vực sông Hồng – Thái Bình bằng các chỉ số đánh giá SPI, SDI.



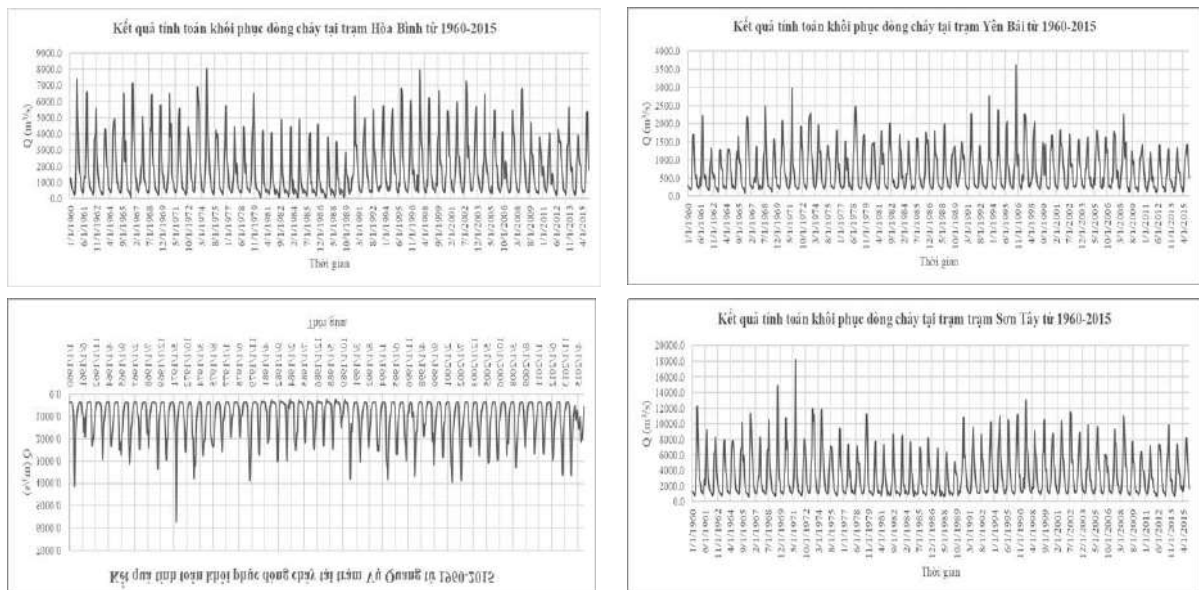
Hình 11: So sánh kiểm định tổng lượng dòng chảy năm mô phỏng và số liệu thực đo trên sông Yuanjiang – Trung Quốc từ 1970-2000

d) Kết quả tính toán khôi phục bộ dữ liệu mưa và dòng chảy:

Sau khi kiểm định, mô hình WEHY-WRF được áp dụng để tính toán mô phỏng và khôi phục lại các chuỗi giá trị mưa và dòng chảy trên toàn bộ lưu vực sông Hồng – Thái Bình từ 1960-2015. Kết quả khôi phục dữ liệu tại một số vị trí trên lưu vực được thể hiện tại các Hình 12 và Hình 13.



Hình 12: Kết quả khôi phục lượng mưa trung bình ngày từ 1960-2015 tại một số vị trí trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình.



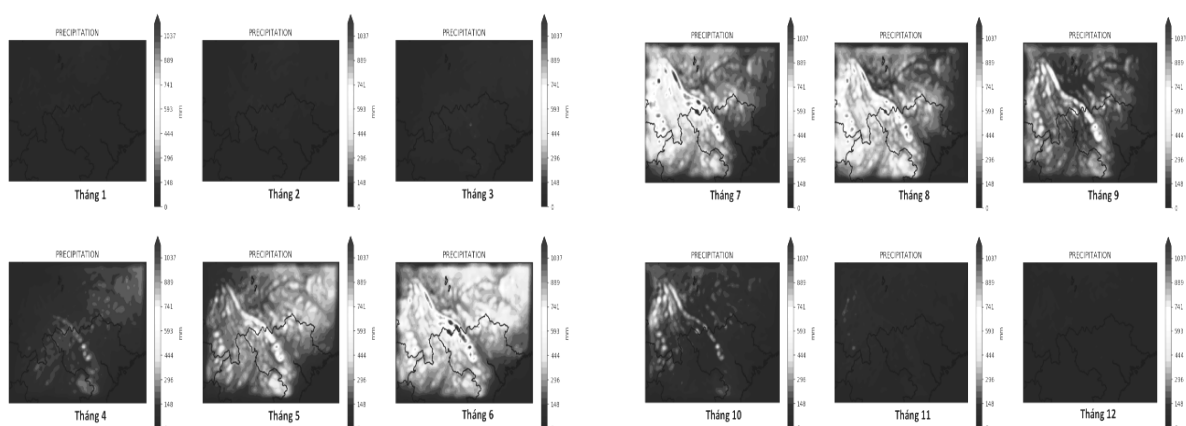
Hình 13: Kết quả khôi phục dòng chảy trung bình ngày từ 1960-2015 tại một số vị trí trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình

3.2. Đánh giá diễn biến hạn khí tượng và thủy văn trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình

a) Diễn biến hạn khí tượng:

Sử dụng bộ dữ liệu lượng mưa khôi phục từ năm 1960-2015 để tính toán các chỉ số SPI, từ

đó lập bản đồ phân bố mưa và hạn hán cho toàn lưu vực. Kết quả xây dựng bản đồ phân bố mưa trung bình tháng nhiều năm trên toàn lưu vực được thể hiện tại Hình 14.



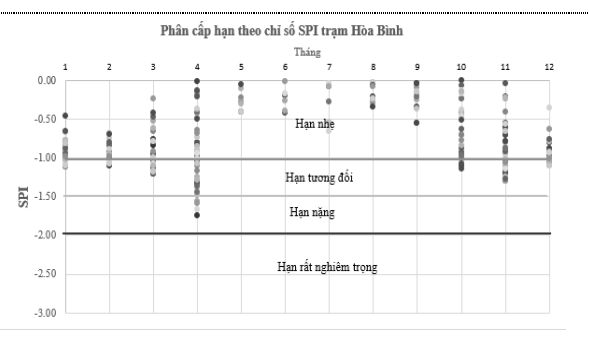
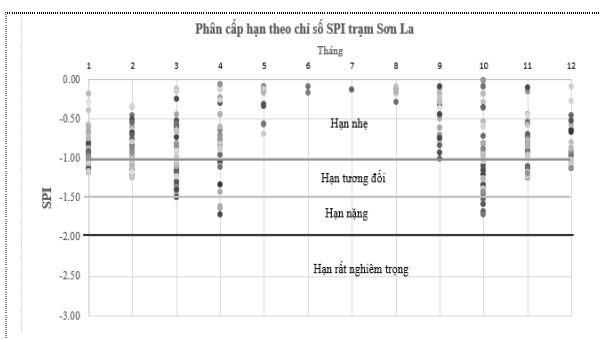
Hình 14: Phân bố lượng mưa trung bình tháng nhiều năm từ 1960-2015.

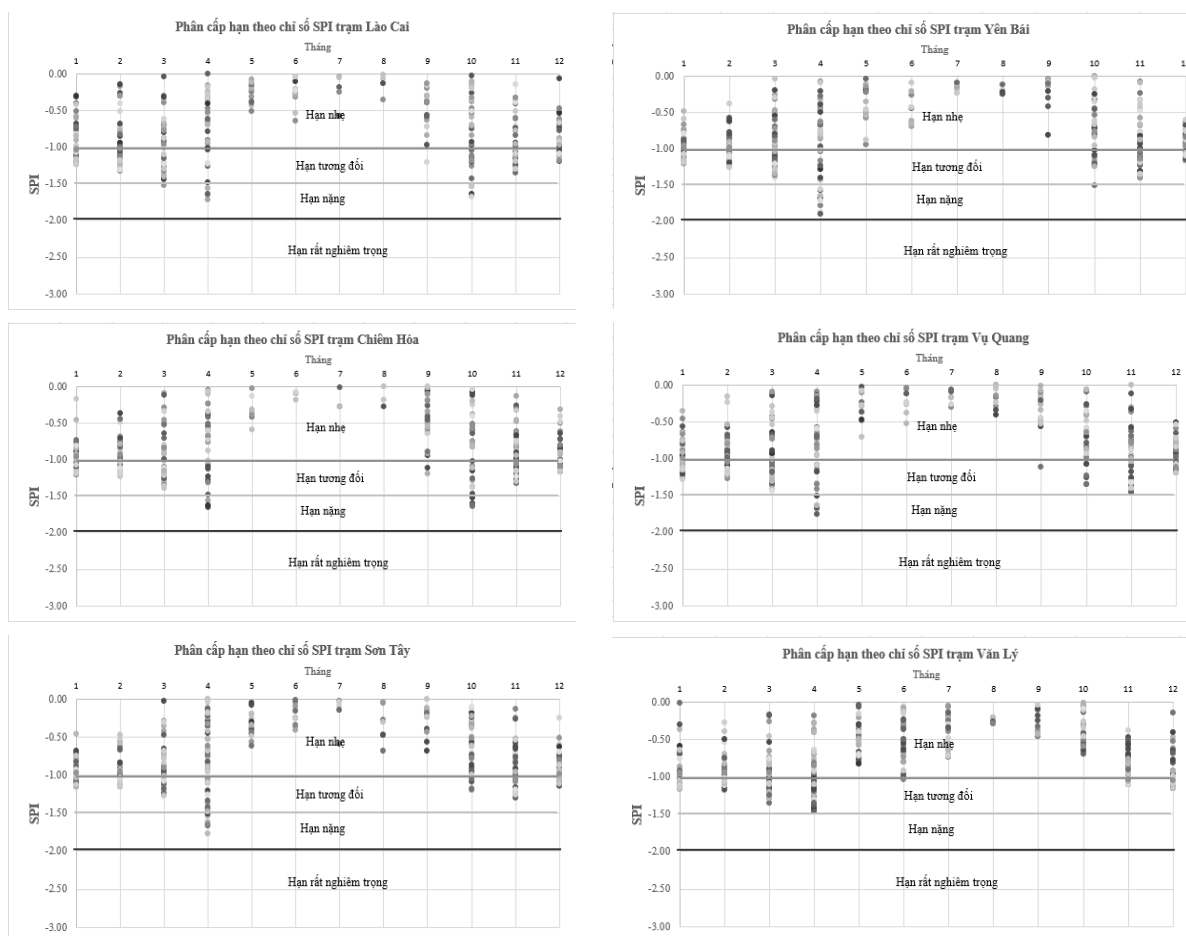
Lựa chọn số liệu tại một số trạm điển hình phản ánh đầy đủ đặc trưng mưa cho các khu vực trên cả vùng thượng lưu và hạ lưu, tiến hành tính toán chỉ số SPI để đánh giá diễn biến hạn theo từng tháng trên toàn lưu vực. Kết quả phân tích diễn biến hạn như sau:

* Phân bố chỉ số hạn trên lưu vực:

Diễn biến hạn trên lưu vực chỉ xảy ra ở mức từ hạn nhẹ đến hạn nặng, không xảy ra hạn

ng nghiêm trọng. Mức độ hạn giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu, vùng thượng lưu tại các trạm Sơn La, Lào Cai, Chiêm Hóa đều xảy ra hạn nặng vào tháng IV và tháng X nhưng xuống đến trạm Hòa Bình, Yên Bái, Vụ Quang hạn nặng chỉ xảy ra vào tháng IV. Các khu vực vùng đồng bằng (trạm Sơn Tây) chỉ xảy ra hạn nặng thường chỉ xảy ra trong tháng IV và vùng ven biển không có tình trạng xảy ra hạn nặng.





Hình 15: Kết quả phân cấp hạn theo chỉ số SPI tại các trạm trên lưu vực.

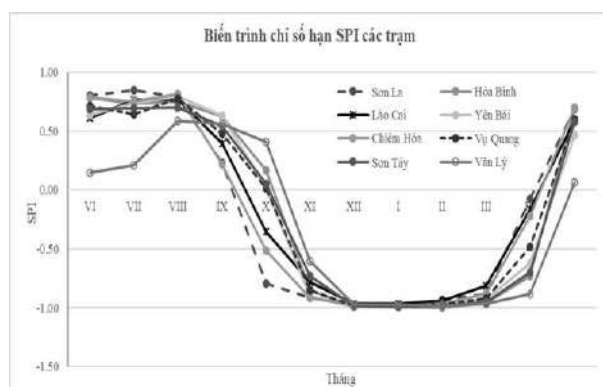
Nhìn chung trên toàn lưu vực biến trình chỉ số hạn biến đổi khá đồng đều từ thượng lưu xuống hạ lưu. Vùng thượng lưu tại các trạm Sơn La, Lào Cai, Chiêm Hóa hạn xảy ra từ tháng X đến tháng IV, càng về hạ lưu thời gian

hạn giảm chỉ từ tháng XI đến tháng IV (tại các trạm Hòa Bình, Yên Bái, Vụ Quang, Sơn Tây, Văn Lý). Hạn cao điểm thường xảy ra vào các tháng XII năm trước đến tháng II năm sau. Tháng hạn nhất rơi vào tháng I hàng năm.

Bảng 2: Chỉ số hạn SPI trung bình tháng và năm tại các trạm

Tháng	Sơn La	Hòa Bình	Lào Cai	Yên Bái	Hàm Yên	Chiêm Hóa	Vụ Quang	Sơn Tây	Văn Lý
VI	0,80	0,79	0,61	0,64	0,68	0,79	0,72	0,69	0,15
VII	0,85	0,73	0,77	0,74	0,91	0,76	0,64	0,69	0,21
VIII	0,79	0,75	0,77	0,80	0,86	0,82	0,78	0,70	0,59
IX	0,23	0,63	0,39	0,63	0,75	0,22	0,48	0,54	0,56
X	-0,80	0,17	-0,36	0,02	0,09	-0,51	0,01	0,06	0,41
XI	-0,91	-0,85	-0,78	-0,90	-0,75	-0,92	-0,85	-0,73	-0,60
XII	-0,97	-0,99	-0,96	-0,99	-0,99	-0,98	-0,98	-0,98	-0,97
I	-0,97	-0,99	-0,97	-0,99	-1,00	-0,98	-0,98	-0,99	-0,97
II	-0,93	-1,00	-0,94	-0,98	-1,00	-0,96	-0,97	-0,99	-0,98

Tháng	Sơn La	Hòa Bình	Lào Cai	Yên Bái	Hàm Yên	Chiêm Hóa	Vụ Quang	Sơn Tây	Văn Lý
III	-0,88	-0,96	-0,81	-0,93	-0,99	-0,88	-0,92	-0,95	-0,97
IV	-0,07	-0,73	-0,16	-0,62	-0,98	-0,22	-0,48	-0,70	-0,88
V	0,69	0,69	0,59	0,46	-0,61	0,71	0,60	0,58	0,07
TB	-0,18	-0,15	-0,15	-0,18	-0,25	-0,18	-0,16	-0,17	-0,28



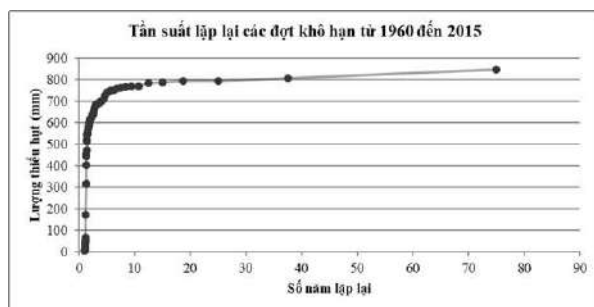
Hình 16: Biến trình chỉ số SPI trung bình nhiều năm (1961-2015) tại các trạm.

* Diễn biến tần suất hạn:

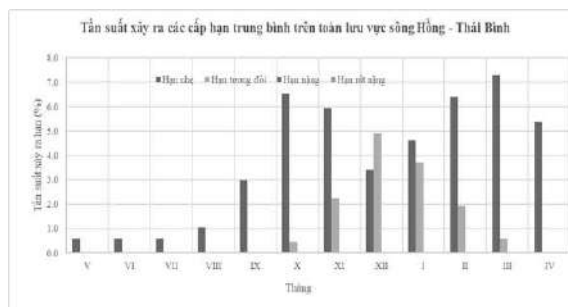
Nhìn chung trên lưu vực sông Hồng – Thái Bình sự thiếu hụt lượng mưa xảy ra khá thường xuyên trong năm, ngay cả trong các tháng mùa mưa từ tháng V đến tháng X. Vào tháng XI ngay khi mùa mưa kết thúc, tần suất hạn và mức độ hạn tăng nhanh, tháng XII đến tháng II là các tháng cao điểm mùa hạn, trong tất cả các năm tính toán đều xảy ra thiếu hụt mưa ở các tháng này. Sang tháng III và tháng IV số tháng hạn giảm dần và giảm rõ rệt khi chính thức vào mùa mưa từ tháng V đến tháng IX.

Bảng 3: Tần suất xuất hiện hạn tháng tại các trạm (P%)

Tháng	Sơn La	Hòa Bình	Lào Cai	Yên Bái	Chiêm Hóa	Vụ Quang	Sơn Tây	Văn Lý
VI	2	7	13	9	4	9	11	31
VII	1	6	5	6	3	7	5	28
VIII	7	8	4	4	3	9	7	5
IX	25	12	20	13	31	18	17	13
X	49	27	40	30	40	30	34	25
XI	52	52	50	52	52	51	49	47
XII	55	55	54	55	55	55	55	55
I	55	55	55	55	55	55	55	55
II	54	55	54	55	54	55	55	55
III	53	54	49	54	51	54	54	55
IV	32	46	34	44	37	42	49	51
V	9	7	14	16	7	12	17	34



Hình 17: Tần suất lấp lại đợt hạn trên lưu vực từ năm 1960-2015.



Hình 18: Tần suất trung bình xảy ra các cấp hạn trên lưu vực.

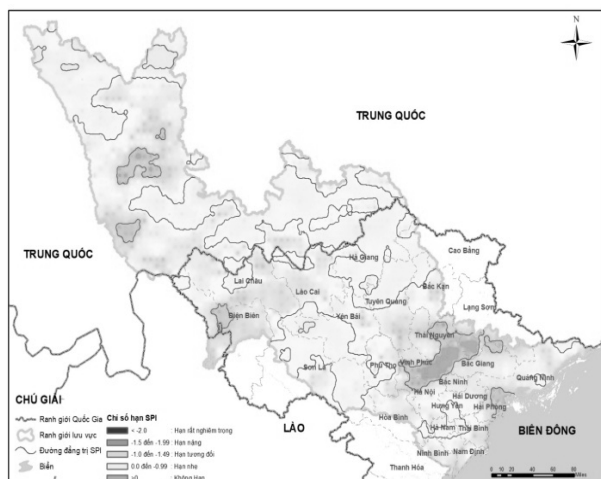
*** Thời gian hạn và mùa hạn:**

Số tháng hạn trung bình trong một mùa hạn trên toàn lưu vực dao động trong khoảng từ 4-5 tháng, có năm hạn dài lên tới 8-9 tháng như mùa hạn 1968-1969, 1978-1980, 1998-1999, 2004-2005, 2010-2011,... Kết quả tính toán này cũng phù hợp với tình trạng hạn hán thực tế đã xảy ra trên lưu vực.

Mùa khô hạn trên lưu vực có thời gian bắt đầu đồng nhất trên toàn lưu vực và thường bắt đầu từ tháng X, cao điểm tháng XII đến tháng II và kết thúc vào tháng IV. Tuy nhiên cao điểm bắt đầu và kết thúc là khác nhau, càng ra ngoài biển thì thời gian kết thúc hạn muộn hơn so với vùng thượng lưu.

*** Xây dựng bản đồ phân vùng hạn khí tượng:**

Từ các số liệu tính toán các chỉ số hạn SPI giai đoạn từ năm 1960-2015, tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng hạn cho toàn lưu vực dựa trên các chỉ số hạn SPI trung bình mùa khô nhiều năm theo từng tháng và theo từng khu vực. Dưới đây là kết quả xây dựng bản đồ diễn biến hạn khí tượng cho toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình (Hình 19).



Hình 19: Bản đồ phân vùng hạn khí tượng theo chỉ số SPI trung bình mùa khô nhiều năm giai đoạn từ 1960-2015

b) Diễn biến hạn thủy văn:

Sử dụng bộ dữ liệu lưu lượng dòng chảy được khôi phục từ 1960-2015, tiến hành tính toán các chỉ số hạn SDI trong mùa kiệt (theo năm thủy văn) tại các trạm đại diện cho các tuyến sông suối trên lưu vực gồm: Tạ Bú, Hòa Bình trên sông Đà; Yên Bái, Lào Cai trên sông Thao; Hàm Yên, Chiêm Hóa, Vụ Quang trên sông Lô-Gâm; Sơn Tây, Hà Nội trên sông Hồng; Thượng Cát trên sông Đuống; Gia Bảy, Chũ trên hệ thống sông Thái Bình,... Từ đó phân tích, đánh giá diễn biến hạn hán xảy ra trên toàn lưu vực sông. Kết quả tính toán cho thấy:

Trên sông Đà: Tại trạm Hòa Bình hạn trầm trọng xảy ra vào các năm 1992-1993 và 2010-2011, cực hạn xảy ra năm 2011-2012. Tại trạm Tạ Bú có 3 năm xảy ra hạn trầm trọng xảy ra vào năm 1980-1981, 1989-1990 và 1992-1993. Nửa đầu thời đoạn từ năm 1961-1995 hạn xảy ra thường xuyên và nghiêm trọng hơn so với thời kỳ từ năm 1996-2015. Các đợt hạn kéo dài từ năm 1977-1982; 1986-1992 và 2009-2013. Tại trạm Hòa Bình có 24 năm không hạn (chiếm 44,4%), 21 năm hạn nhẹ (chiếm 38,9%), có 6 năm hạn vừa (chiếm 11,1%), 2 năm hạn trầm trọng (chiếm 3,7%) và 1 năm cực hạn chiếm 1,9%. Tại trạm Tạ Bú trong 54 năm tính toán (1961-2015) thì có 26 năm không hạn (chiếm 48,1%), 18 năm hạn nhẹ (chiếm 33,3%), 7 năm hạn vừa (chiếm 13%) và 3 năm xảy ra hạn trầm trọng (chiếm 5,6%), dòng chảy tại khu vực này không có năm nào cực hạn.

Trên sông Thao: Năm xảy ra hạn trầm trọng là năm 2009-2010 và 2011-2012. Tại trạm Lào Cai có 23 năm không hạn (chiếm 42,6%), 24 năm hạn nhẹ (chiếm 44,4%), 6 năm hạn vừa (chiếm 11,1%) và 1 năm hạn trầm trọng chiếm 1,9%. Tại trạm Yên Bái có 24 năm không hạn (chiếm 44,4%), 21 năm hạn nhẹ (chiếm 38,9%), 7 năm hạn vừa (chiếm 13%) và 2 năm hạn trầm trọng năm 2009-2010, 2011-2012

(chiếm 3,7%), không có năm nào xảy ra cực hạn. Trên cả 2 trạm Yên Bái và Lào Cai các đợt hạn kéo dài nhất là từ năm 1979-1990 và 2009-2015. Như vậy cấp độ hạn thủy văn tại từng trạm có sự khác nhau, trong đó trạm Yên Bái xảy ra tình trạng hạn nặng hơn so với trạm Lào Cai.

Trên sông Lô-Gâm: Số năm xảy ra hạn trên sông Lô-Gâm ít hơn so với sông Đà và sông Thao nhưng mức độ hạn lại lớn hơn. Trong khi ở sông Đà và sông Thao chỉ có 1-2 năm xảy ra hạn trầm trọng thì trên sông Lô-Gâm xảy ra 2-6 năm, tình trạng hạn nghiêm trọng nhất xảy ra trên sông Lô tại Vụ Quang với 6 đợt xảy ra hạn trầm trọng là các năm 2004-2007 và 2009-2012. Các thời kỳ xảy ra hạn liên tục trên lưu vực sông như từ năm 1975-1979, từ 2003-2008 và từ 2009-2012. Tại trạm Hàm Yên, trong 54 năm tính toán có 26 năm không hạn (chiếm 48,1%), 21 năm hạn nhẹ (chiếm 38,9%), 5 năm hạn vừa (chiếm 9,3%) và 2 năm nào hạn trầm trọng (chiếm 3,7%); Tại trạm Chiêm Hóa có 32 năm không hạn (chiếm 59,3%), 12 năm hạn nhẹ (chiếm 22,2%), có 7 năm hạn vừa (chiếm 13%), 3 năm hạn trầm trọng (chiếm 5,6%) và không có năm nào cực hạn. Tại trạm Vụ Quang có 30 năm không hạn (chiếm 55,6%), 15 năm hạn nhẹ (chiếm 27,8%), 3 năm hạn vừa (chiếm 5,6%), 6 năm hạn trầm trọng (chiếm 11,1%) và không có năm nào cực hạn. Qua đó cho thấy, diễn biến hạn hán trên sông Lô-Gâm cũng có sự biến động theo không gian, ở khu vực hạ du sông Lô-Gâm tại trạm Vụ Quang hạn hán xảy ra thường xuyên hơn so với trạm Chiêm Hóa, Hàm Yên ở vùng thượng nguồn.

Hạ du sông Hồng: Ở vùng hạ du, hạn thủy văn diễn ra thường xuyên và mức độ lớn hơn so với các khu vực thượng nguồn. Từ năm 1960-2015 đã có những năm xảy ra cực hạn trên sông Hồng như năm 2011-2012 và hạn trầm trọng là các năm 2006-2007, năm 2009-

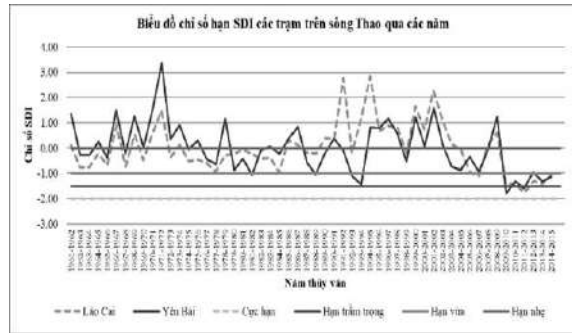
2010, năm 2010-2011, năm 2014-2015. Hạn trên sông Hồng chia làm 2 thời kì: thời kì thứ nhất từ năm 1961-1986 chỉ số SDI lớn, hạn không xảy ra thường xuyên, không xuất hiện tình trạng hạn trầm trọng đến cực hạn, chỉ xảy ra một thời kỳ hạn kéo dài từ 1976-1979; thời kì thứ hai từ năm 1987-2015 chỉ số SDI giảm, xuất hiện các thời kỳ xảy ra hạn liên tục như thời kỳ từ 1991-1995, 2002-2008, 2009-2015.

Diễn biến hạn tại từng trạm: Tại trạm Sơn Tây có 24 năm không hạn (chiếm 44,4%), 19 năm hạn nhẹ (chiếm 44,4%), 10 năm hạn vừa (chiếm 18,5%), 1 năm cực hạn là năm 2011-2012 (chiếm 1,9%). Tại trạm Hà Nội, có 29 năm không hạn (chiếm 53,7%), 14 năm hạn nhẹ (chiếm 25,9%), có 6 năm hạn vừa (chiếm 11,1%), 4 năm hạn vừa (chiếm 7,4%) và 1 năm cực hạn (chiếm 1,9%). Như vậy theo không gian dọc theo sông Hồng, càng về hạ du mức độ hạn do thiếu hụt nước tăng hơn so với vùng thượng lưu, sang sông Đuống thì mức độ hạn hán giảm, hạn xảy ra ít hơn so với sông Hồng.

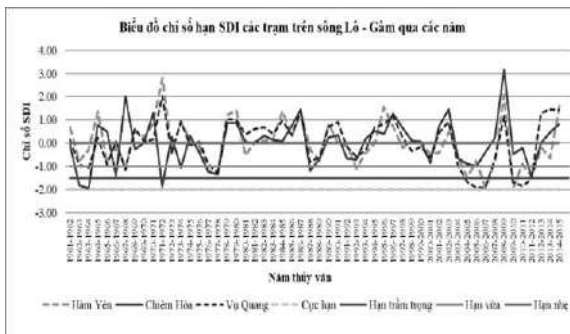
Trên sông Thái Bình: mức độ xảy ra hạn trên vùng thượng nguồn sông Thái Bình thấp hơn so với trên sông Hồng. Đánh giá chỉ số SDI tại các trạm trong khu vực cho thấy từ năm 1960-2015 không có năm nào xảy ra cực hạn và chỉ có 2 năm xảy ra hạn trầm trọng. Tình trạng hạn xảy ra cũng biến động theo không gian, càng gần xuống dưới hạ du tần suất hạn tăng lên nhưng mức độ hạn giảm so với thượng nguồn. Phía thượng nguồn sông Thái Bình, trên sông Thương có 30 năm xảy ra hạn nhẹ và 2 năm xảy ra hạn vừa nhưng trạm Gia Bảy có 10 năm hạn nhẹ, 14 năm xảy ra hạn vừa. Đặc biệt trên sông Đuống từ năm 1999 trở lại đây không xảy ra hạn thủy văn, điều này cũng phù hợp với thực tế do tỷ lệ phân lưu dòng chảy từ sông Hồng chuyển sang sông Đuống có xu thế tăng lên do ảnh hưởng của việc mở rộng cửa vào và hạ thấp lòng dẫn sông Đuống.



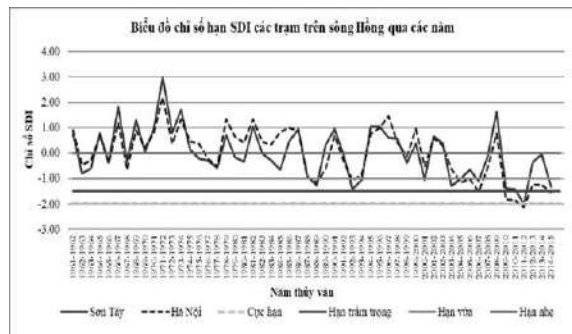
Hình 20: Biểu đồ diễn biến chỉ số hạn SDI trên sông Đà, thời kỳ từ 1960-2015.



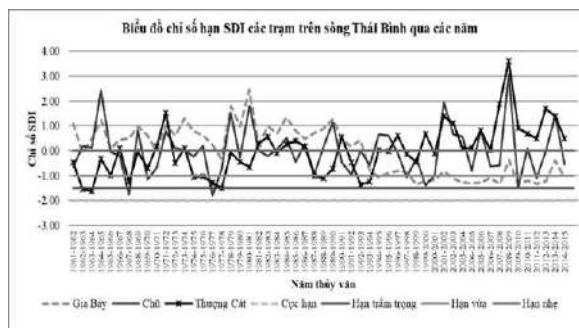
Hình 21: Biểu đồ diễn biến chỉ số hạn SDI trên sông Thao, thời kỳ từ 1960-2015.



Hình 22: Biểu đồ diễn biến chỉ số hạn SDI trên sông Lô-Gâm, thời kỳ từ 1960-2015.



Hình 23: Biểu đồ diễn biến chỉ số hạn SDI trên sông Hồng, thời kỳ từ 1960-2015.



Hình 24: Biểu đồ diễn biến chỉ số hạn SDI trên sông Thái Bình, thời kỳ từ 1960-2015.

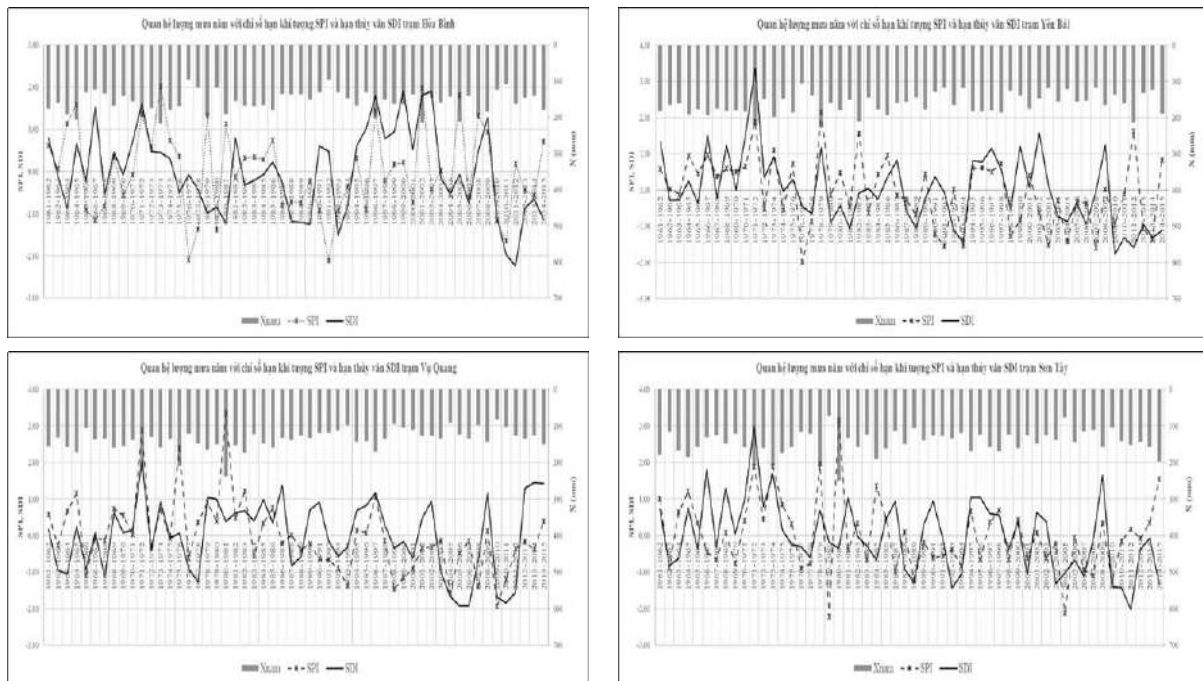
Như vậy có thể thấy, kết quả phân tích chỉ số hạn SDI đã phản ánh sát với thực trạng hạn thủy văn xảy ra trên các sông thuộc lưu vực sông Hồng - Thái Bình trong giai đoạn từ năm 1960-2015. Đối với những năm tình trạng hạn hán xảy ra nghiêm trọng trên lưu vực như mùa khô năm 1962-1963, 1963-1964, 1997-1998, 1998-1999, 2009-2010... các kết quả tính toán chỉ số SDI từ bộ dữ liệu khôi phục đã phản ánh được đúng thực trạng hạn.

c) Phân tích mối liên hệ giữa phân phối lượng mưa với diễn biến hạn khí tượng và hạn thủy văn trên lưu vực:

Chồng xếp diễn biến về lượng mưa và phân phối mưa với các chỉ số tính toán hạn khí tượng SPI và hạn thủy văn SDI tại một số vị trí trạm đại diện trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình cho thấy: Với hạn khí tượng chỉ số SPI phù hợp với diễn biến mưa trên lưu vực, nhưng chỉ số hạn thủy văn SDI không hoàn toàn phù hợp với diễn biến mưa và tình hình hạn khí tượng. Sự khác

nhau này có thể được giải thích là do dòng chảy trên các sông được hình thành không chỉ phụ thuộc vào lượng mưa trên lưu vực mà còn phụ thuộc vào cả lượng dòng chảy đến từ bên ngoài lưu vực. Đặc biệt là nếu trên lưu vực có các công trình hồ chứa lớn điều tiết dòng chảy như lưu

vực sông Hồng - Thái Bình thì các hoạt động tích nước và xả nước sẽ làm thay đổi cơ bản chế độ thủy văn dòng chảy ở vùng hạ du các hồ chứa, do đó chỉ số đánh giá hạn thủy văn sẽ không phản ánh đúng thực tế diễn biến của các điều kiện khí tượng, khí hậu trên lưu vực.



Hình 25: Quan hệ giữa lượng mưa năm với diễn biến về chỉ số hạn khí tượng SPI và hạn thủy văn SDI tại một số trạm trên lưu vực

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã ứng dụng bộ mô hình khí tượng thủy văn kết hợp WEHY-WRF với độ phân giải ô lưới 9km để tính toán mô phỏng các điều kiện khí tượng và thủy văn trên toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình. Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định với các số liệu thực đo tại nhiều vị trí trong khu vực, bao gồm cả phần lưu vực lãnh thổ Trung Quốc, Lào và Việt Nam với các chỉ tiêu thống kê đánh giá độ tin cậy từ 0,8 trở lên. Mô hình sau khi kiểm định, đã được áp dụng để tính toán mô phỏng và khôi phục lại các chuỗi số liệu mưa và dòng chảy trên toàn lưu vực cho giai đoạn từ năm 1960 đến 2015.

Từ bộ dữ liệu khôi phục, tiến hành các nghiên cứu đánh giá về diễn biến hạn hán trên toàn lưu vực sông Hồng - Thái Bình thông qua việc tính toán, phân tích diễn biến của các chỉ số về hạn khí tượng (SPI) và hạn thủy văn (SDI) theo không gian và thời gian. Kết quả nghiên cứu cho thấy tình hình diễn biến hạn trên lưu vực có sự khác nhau về thời gian và thời kỳ xảy ra hạn hán, kể cả đối với hạn khí tượng cũng như hạn thủy văn. Tình trạng và mức độ hạn diễn biến không đồng nhất giữa vùng thượng nguồn và vùng hạ du, và giữa các tiểu lưu vực trong vùng. Trên lưu vực, thời kỳ xảy ra hạn khí tượng trùng với thời kỳ mùa khô từ tháng XI đến tháng IV, ở khu vực

thượng lưu hạn xuất hiện sớm hơn, thường bắt đầu từ tháng X đến tháng IV. Các tháng cao điểm hạn xảy ra trong thời gian tháng XII đến tháng II năm sau. Dựa trên kết quả tính toán các chỉ số chuẩn hóa giáng thủy SPI, nghiên cứu cũng đã xây dựng bản đồ phân vùng hạn khí tượng cho toàn bộ lưu vực sông Hồng - Thái Bình.

Kết quả nghiên cứu mối liên hệ giữa lượng mưa với các chỉ số hạn khí tượng SPI và hạn thủy văn SDI cho thấy, chỉ số SPI có sự đồng nhất và phản ánh đúng diễn biến về lượng mưa và phân bố mưa trên lưu vực. Đối với chỉ số SDI thì diễn biến hạn thủy văn trên lưu vực không hoàn toàn phụ thuộc vào lượng mưa, mà còn phụ thuộc vào đặc điểm, quá trình hình

thành dòng chảy trên các sông, suối và lượng dòng chảy đến từ bên ngoài lưu vực, đặc biệt là sự ảnh hưởng của các công trình điều tiết trên dòng chính trong các thời đoạn tích nước, xả nước.

Lời cảm ơn: Nội dung bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20: “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó” - Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển thực hiện năm 2016-2019.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Amin, M. Z. M., et al “Future climate change impact assessment of watershed scale hydrologic processes in Peninsular Malaysia by a regional climate model coupled with a physically-based hydrology model”. Science of The Total Environment 575 (2017): 12-22.
- [2]. Chen, Z. Q., et al. “Geomorphologic and soil hydraulic parameters for Watershed Environmental Hydrology (WEHY) model”. Journal of Hydrologic Engineering 9.6 (2004): 465-479.
- [3]. Chen, Z. R., Kavvas, M., Ohara, N., Anderson, M., and Yoon, J. (2011) “Coupled regional hydroclimate model and its application to the Tigris-Euphrates basin”. J.Hydrol. Eng., 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000207, 1059–1070.
- [4]. Hồ Việt Cường và Nnk, đề tài cấp Quốc gia KC.08.05/16-20 “Nghiên cứu đánh giá xu thế diễn biến, tác động của hạn hán, xâm nhập mặn đối với phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình và đề xuất các giải pháp ứng phó”. Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển, Năm 2016-2019.
- [5]. Hồ Việt Cường, Trịnh Quang Toàn và Nnk “Nghiên cứu ứng dụng phương pháp tính toán khôi phục chuỗi số liệu dòng chảy cho lưu vực sông”. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Năm 2017.
- [6]. Kavvas, M., Kure, S., Chen, Z., Ohara, N., and Jang, S. (2013). “WEHY-HCM for modeling interactive atmospheric-hydrologic processes at watershed scale. I: Model description”. J. Hydrol. Eng., 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000724, 1262-1271
- [7]. Kavvas, M. L., et al. “Watershed environmental hydrology (WEHY) model based on upscaled conservation equations: hydrologic module”. Journal of Hydrologic Engineering 9.6 (2004): 450-464.

- [8]. Lo, Jeff Chun-Fung, Zong-Liang Yang, and Roger A. Pielke. "Assessment of three dynamical climate downscaling methods using the Weather Research and Forecasting (WRF) model". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 113.D9 (2008).
- [9]. LI Yungang, *HE Daming, YE Changqing: "Spatial and temporal variation of runoff of Red River Basin in Yunnan". Asian International Rivers Center, Yunnan University, Kunming 650091, China.
- [10]. Trinh, T., et al. (2016). "New methodology to develop future flood frequency under changing climate by means of physically based numerical atmospheric-hydrologic modeling". *J. Hydrol. Eng.*, 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001331, 04016001.
- [11]. T. Trinh, et al. Reconstruction of historical inflows into and water supply from Shasta Dam by coupling physically based hydroclimate model with reservoir operation model. *J. Hydrol. Eng.* (2016), p. 04016029
- [12]. Yatagai, Akiyo, et al. "APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges". *Bulletin of the American Meteorological Society* 93.9 (2012): 1401-1415.

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG CỰC TRỊ MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG ĐÀ - THAO BẰNG VIỆC SỬ DỤNG BỘ MÔ HÌNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN KẾT HỢP WEHY-HCM

Hồ Việt Cường, Đỗ Hoài Nam, Phan Cao Dương

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (VAWR)

Trịnh Quang Toàn

Đại học tổng hợp California, Davis - Hoa Kỳ (UC Davis)

Tóm tắt: Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH), phân bố lượng mưa đang có sự thay đổi lớn về thời gian và không gian. Những thay đổi về mưa, sẽ dẫn tới những thay đổi về dòng chảy của các con sông và cường suất các trận lũ, tần suất và đặc điểm của hạn hán, lượng nước ngầm cũng như các thảm họa thiên tai như lũ bùn đá và sạt trượt đất. Nhằm ứng phó với vấn đề này, một trong giải pháp tối ưu là mô phỏng chi tiết sự phân bố lượng mưa. Để xây dựng được mô hình mô phỏng mưa hiệu quả, việc hiểu rõ quá trình hình thành mưa đóng vai trò rất quan trọng, đặc biệt các trận mưa trong quá khứ. Với kết quả mưa trong quá khứ sẽ giúp kiểm định độ tin cậy của mô hình. Sử dụng mô hình WEHY-HCM, bài báo này trình bày kết quả đánh giá biến động cực trị mưa cho giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014 cho lưu vực sông Đà và Thao. Kết quả cho thấy tổng lượng mưa trong 1, 3, 5 và 7 ngày có xu hướng tăng về cường độ và sự phân bố. Đặc biệt tổng lượng mưa trong một ngày đã tăng trung bình khoảng 15% từ giai đoạn 1900-1950 đến giai đoạn 1951-2014. Tổng lượng mưa trong 3, 5, và 7 ngày có xu hướng tăng nhẹ, tuy nhiên sự phân bố lượng mưa có xu hướng tập trung về phía Đông Nam lưu vực (địa phận Việt Nam).

Từ khóa: Biến đổi khí hậu; Mưa cực trị; Khôi phục mưa quá khứ; Mô hình mưa.

Summary: Rainfall distribution is changing dramatically in time and space due to the effects of climate change. The changes, which will lead to changes in the flow of rivers and the intensity of floods, the frequency, and characteristics of droughts, and the amount of groundwater as well as natural disasters such as debris flow and landslide. In response to this problem, one of the optimal solutions is a detailed simulation of rainfall distribution both time and space. The simulation also helps understand the process of rain formation, especially in the past rains, which can help verify the reliability of the rainfall model. This article will present the change in extreme rainfall for the period 1900-1950 and 1951-2014 for the Da and Thao river basins, using Watershed Environmental Hydrology Hydro-Climate Model (WEHY-HCM) model. The results show that the total rainfall in 1, 3, 5 and 7 days tend to increase in intensity and distribution. In particular, the total rainfall in a day has increased about 15 % between the period of 1900-1950 and the period of 1951-2014. The total rainfall in 3, 5, and 7 days are likely to increase slightly, but the distribution of rainfall is expected to concentrate on the southeast of the basin (Vietnamese territory).

Key words: Climate change; Re-built past rainfall; Extreme rainfall; Rainfall modelling.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phần lớn các kết quả của dự án nghiên cứu về khí hậu, đặc biệt là hiện tượng mưa cực trị, cho rằng nhiệt độ bề mặt trái đất có xu hướng tăng nhanh dẫn tới có một sự thay đổi lớn về mưa cực trị [1]. Những thay đổi này đã thu hút nhiều sự

quan tâm của các nhà khoa học, tuy nhiên để đánh giá dự báo hiệu quả kết quả mưa gần với thực tế vẫn là một thử thách khó khăn [2].

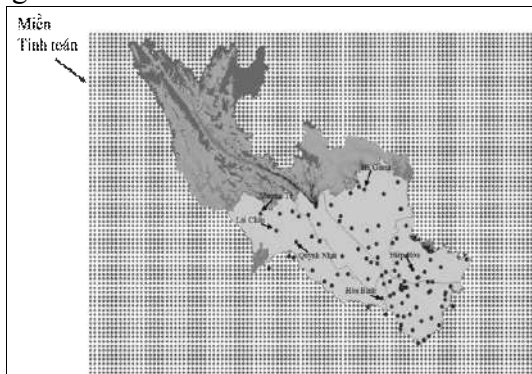
Gần đây, với sự phát triển của khoa học máy tính, nhiều mô hình mô phỏng mưa đã tích hợp tính toán với nhiều biến và điều kiện

biên khác nhau. Mô hình WEHY-HCM là một ví dụ điển hình [3],[5]. Mô hình tích hợp từ các điều kiện biên như các số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng. Với sự tích hợp này, mô hình cho kết quả mô phỏng khá sát với thực tế. Tuy vậy, để tăng tính thuyết phục và hiểu rõ hơn sự hình thành mưa, việc khôi phục lại mưa quá khứ là rất cần thiết. Hơn nữa, với liệt dữ liệu mưa trong quá khứ đủ dài sẽ rất hữu ích cho việc phân tích và đánh giá diễn biến về tần suất, cường độ. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về biến động không gian của mưa lớn (1, 3, 5, 7 ngày max) ở lưu vực sông Đà-Thao.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ lưu vực sông Đà và Thao. Lưu vực được chia làm 2 phần gồm phần thượng nguồn phía Trung Quốc và phần hạ nguồn phía lãnh thổ Việt Nam. Khi tính toán, mô hình được thiết lập với độ phân giải là 9 km và được so sánh với các dữ liệu đo đạc tại các trạm khí tượng trên lưu vực có vị trí trùng với ô lưới tính toán. Trong nghiên cứu này, các số liệu mưa và nhiệt độ phía lãnh thổ Việt Nam được thu thập khá đầy đủ với tổng số 91 trạm có dữ liệu từ 1970 đến nay (Hình 1), [8]. Đây là cơ sở để kiểm định và đánh giá kết quả mô phỏng các điều kiện khí tượng cho phần hạ lưu của lưu vực sông Đà và Thao.



Hình 1: Miền tính toán của mô hình WEHY-HCM và vị trí các trạm đo khí tượng trên lưu vực sông Đà - Thao

2.2. Dữ liệu sử dụng

Để có thể ứng dụng thành công hệ thống mô hình kết hợp giữa khí tượng và thủy văn lưu vực, các số liệu và thông số đầu vào đóng góp một vai trò rất quan trọng. Các số liệu đầu vào có độ tin cậy cao thì các kết quả tính toán cũng gần với thực tế hơn. Các số liệu đầu vào cho hệ thống mô hình bao gồm số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng, và dữ liệu khí tượng. Số liệu địa hình được trích xuất từ dữ liệu ảnh ASTER với độ phân giải 30 m. Dữ liệu thảm phủ được trích xuất, phân tích từ ảnh Landsat có độ phân giải 60 m. Dữ liệu độ che phủ lá cây (LAI) và dữ liệu thổ nhưỡng cầu được thu thập từ dữ liệu toàn cầu MODIS LAI và tổ chức lương thực thế giới (FAO) có độ phân giải 250 m. Dữ liệu khí tượng toàn cầu được thu thập của Trung tâm Dự báo Khí tượng hạn ngắn của Châu Âu (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts- ECMWF) viết tắt là ERA-20C. Dữ liệu được thu thập từ năm 1950 đến năm 2014, với độ phân giải 125x125km, bước thời gian 3h [4].

2.3. Mô hình WEHY-HCM

Mô hình WEHY-HCM là bộ mô hình động lực khí tượng - thủy văn kết hợp, có khả năng mô phỏng chi tiết các quá trình hình thành Mưa – Dòng chảy trên lưu vực dựa trên các số liệu điều kiện biên như: số liệu địa hình, số liệu đất, số liệu thảm phủ và cây trồng [3],[4]. Tuy nhiên, đối tượng của nghiên cứu này là yếu tố mưa. Vì vậy, kết quả mưa của mô hình được kiểm định lại bằng cách so sánh với lượng mưa quan trắc thực tế trong quá khứ từ các trạm đo mưa trùng với ô lưới mô hình. Mô hình WEHY-HCM được thiết lập thông qua 3 bước chính: (1) Thiết lập các thông số vật lý mô hình; (2) Chuẩn hóa dữ liệu khí tượng đầu vào; và (3) Trích xuất, kiểm định kết quả.

2.4. Chỉ số mưa 1, 3, 5, và 7 ngày lớn nhất

Những thay đổi về mưa cực đoan dường như quan trọng hơn những thay đổi về lượng

mưa trung bình. Bởi vì các sự kiện mưa cực đoan sẽ dẫn đến nguy cơ cao hơn của các thảm họa lũ lụt nghiêm trọng trên diện rộng; mặt khác, thời gian khô hạn kéo dài hơn sẽ dẫn đến hạn hán nghiêm trọng và khan hiếm nước cho các hoạt động hàng ngày. Mưa cực đoan được biểu thị bằng các chỉ số lượng mưa cực trị dựa trên chỉ số về lượng và chỉ số thời đoạn được xác định bằng ngưỡng phần trăm. Ví dụ, lượng mưa tối đa (trong một ngày, ba ngày và năm ngày và bảy ngày liên tiếp) trong một khoảng thời gian nhất định (hàng năm hoặc thập kỷ) được coi là sự kiện cực đoan có thể đe dọa đến tính mạng, tài sản và tàn phá môi trường. Trong khi đó, giá trị mưa trung bình cung cấp các thông tin biến động về tổng lượng.

Bảng 1: Khái niệm về chỉ số mưa cực trị

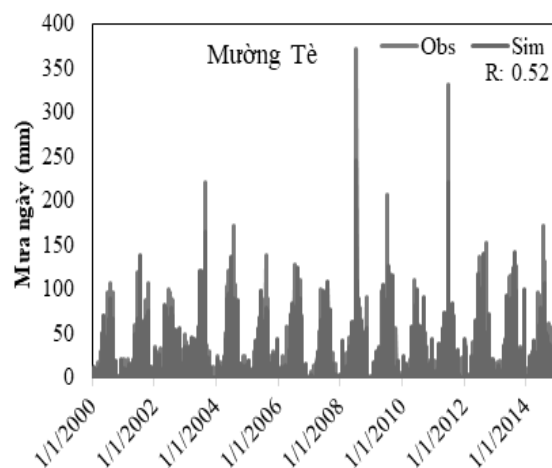
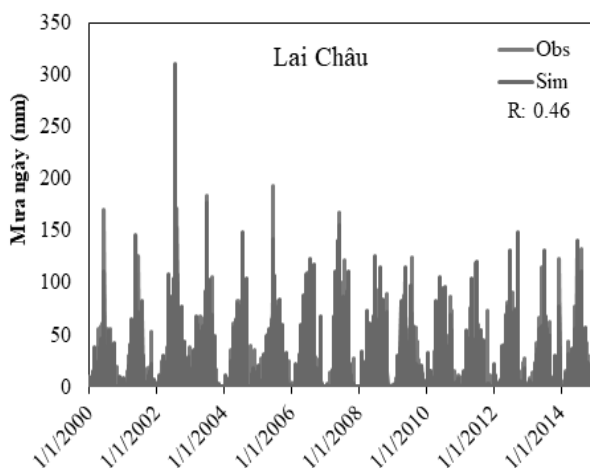
Chỉ số mưa	Định nghĩa	Đơn vị
X1	Lượng mưa lớn nhất trong 24 giờ liên tục (1 ngày)	mm
X3	Lượng mưa lớn nhất trong 72 giờ liên tục (3 ngày)	mm
X5	Lượng mưa lớn nhất trong 120 giờ liên tục (5 ngày)	mm
X7	Lượng mưa lớn nhất trong 168 giờ liên tục (7 ngày)	mm

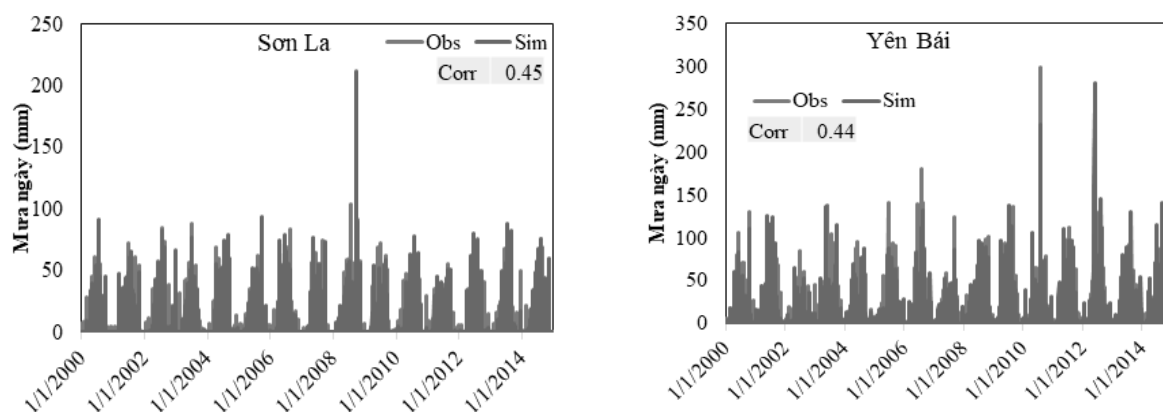
Trong nghiên cứu này, bốn chỉ số cực trị mưa phổ biến nhất (Bảng 1) được giới thiệu theo khuyến nghị của Nhóm chuyên gia về Phát hiện và Chỉ số biến đổi khí hậu (ETCCDI, xem <http://www.clivar.org/Organisation/etccdi/vvcdi.php>). Chỉ số lượng mưa cực trị được chọn sẽ được tính toán trên vùng nghiên cứu sử dụng mô hình WEHY-HCM cho giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014 cho lưu vực sông Đà - Thao.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

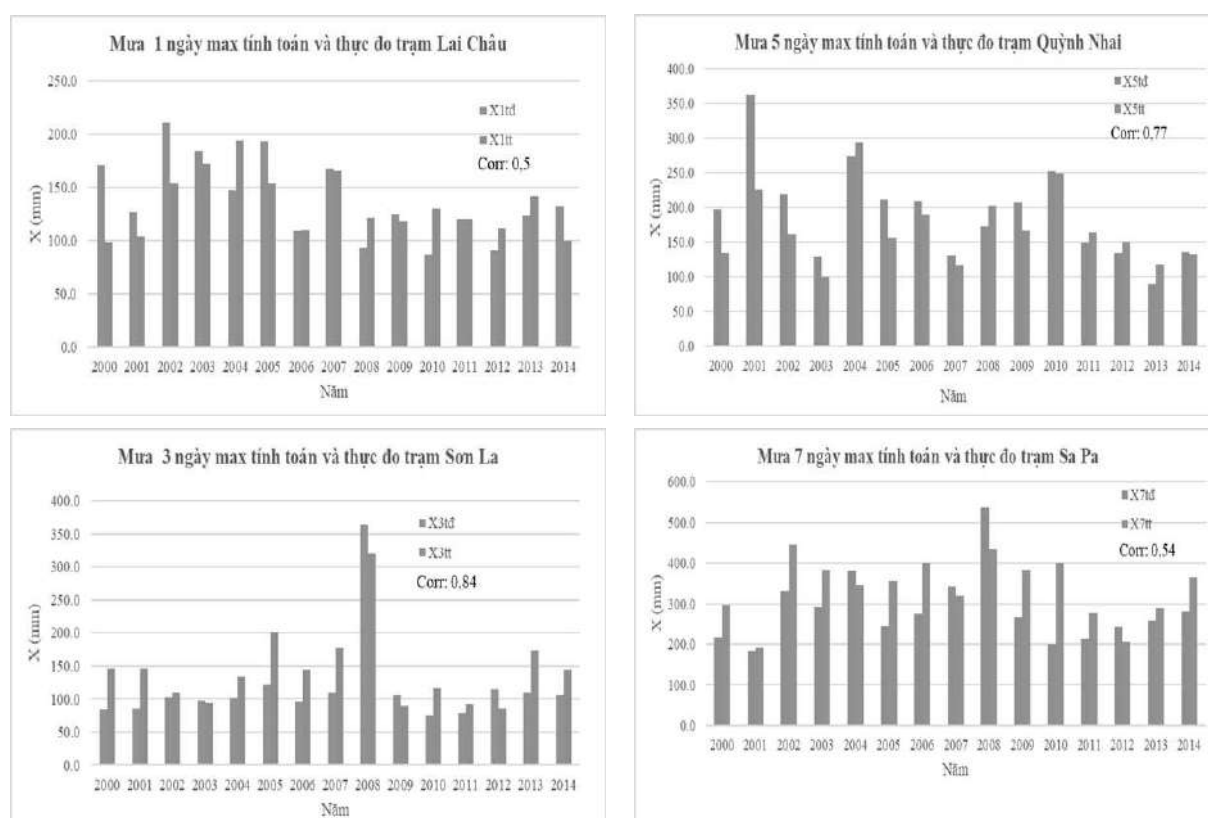
3.1. Kiểm định kết quả mô phỏng

Kết quả khôi phục tổng lượng mưa quá khứ được tính toán với bước thời gian 1 giờ; và sau đó tính tích lũy theo ngày và tháng để so sánh với kết quả thực đo. Hình 2 so sánh kết quả khôi phục mưa ngày trong giai đoạn 2000-2014 tại vị trí trạm Lai Châu, Sơn La, Mường Tè, Yên Bái. Kết quả cho thấy mô hình khôi phục khá tốt thời điểm xảy ra và cường độ mưa; Hệ số tương quan (R) đạt từ 0.4 - 0.5 và nếu so sánh mưa tháng thì R đạt kết quả cao hơn (dao động trong khoảng 0.7-0.9) [8]. Trên cơ sở đó, cực trị mưa 1, 3, 5 ngày max cũng đã được kiểm nghiệm tại một số trạm trên lưu vực sông Đà-Thao (Hình 3). Kết quả cho thấy sự phù hợp giữa kết quả tính toán và số liệu thực đo, hệ số tương quan R đạt trên 0.8.





Hình 2: So sánh mưa ngày khôi phục và thực đo tại các trạm Lai Châu, Mường Tè, Sơn La và Yên Bái



Hình 3: So sánh cực trị mưa khôi phục và thực đo tại các trạm Lai Châu, Sơn La, Quỳnh Nhai và Sa Pa

3.2. Đánh giá biến động cực trị mưa qua các thời kỳ

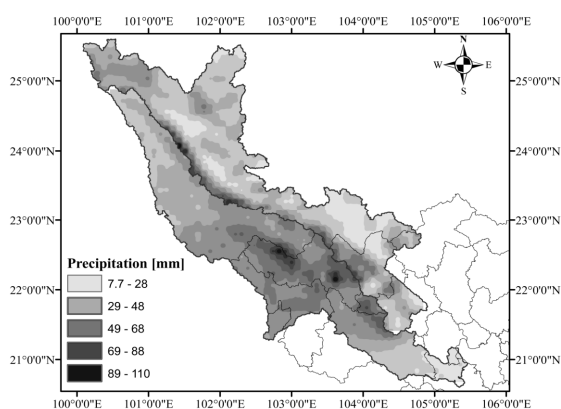
Nghiên cứu đã khôi phục lại lượng mưa theo không gian cho toàn bộ lưu vực sông Đà – Thao từ năm 1900 đến năm 2014. Do đó, trong nghiên cứu này, chỉ số mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất sẽ được tính toán cho từng ô lưới của mô hình và

được phân tích cho 2 thời kỳ, giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014. Giai đoạn 1 gắn với mốc cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, khi đó yếu tố BĐKH chưa tác động mạnh đến các hình thái thời tiết; nhưng giai đoạn sau, BĐKH đã có những tác động rõ nét đến cơ chế gây mưa và phân bố mưa theo không gian.

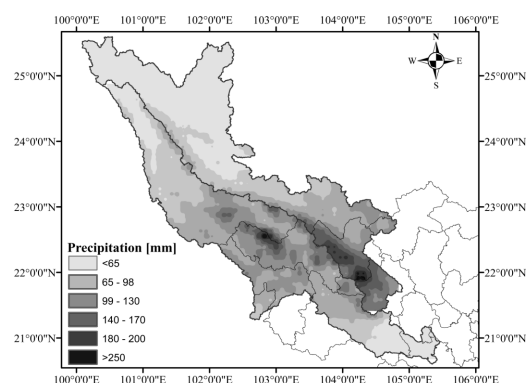
Lượng mưa lớn nhất trong 1, 3, 5, và 7 ngày liên tiếp (X1, X3, X5, và X7) được xem là các sự kiện cực đoan có thể gây ra rủi ro lũ lụt cao hơn vì các chỉ số này đại diện cho cường độ mưa ngắn hạn [6]. Ngoài ra, ước tính của các chỉ số này có thể được sử dụng để thiết lập các đường cong cường độ mưa theo thời gian, sau đó được sử dụng để xây dựng mưa trận thiết kế cho mô hình lũ lụt [2],[7].

Các Hình 4- Hình 7 dưới đây so sánh cực trị mưa 1, 3, 5, và 7 ngày lớn nhất giữa các thời kỳ. Kết quả cho thấy cực trị mưa một ngày

có sự thay đổi đáng kể trong hai thời đoạn. Mưa cực trị có xu hướng tập trung nhiều ở khu vực giao thoa và khu Đông Nam của hai lưu vực Đà – Thao. X1 và X3 dường như tăng đáng kể từ giai đoạn 1900-1950 đến 1951-2014 trong khi sự phân mưa có xu hướng dịch chuyển về phía Đông Nam (phần lãnh thổ Việt Nam) trong giai đoạn 1951-2014. Trong khi đó, mặc dù X5 và X7 cho thấy sự giảm nhẹ từ năm 1990 đến 2014, phía Đông Nam lưu vực vẫn là nơi tập trung nhiều tâm mưa (Bảng 2) [4].

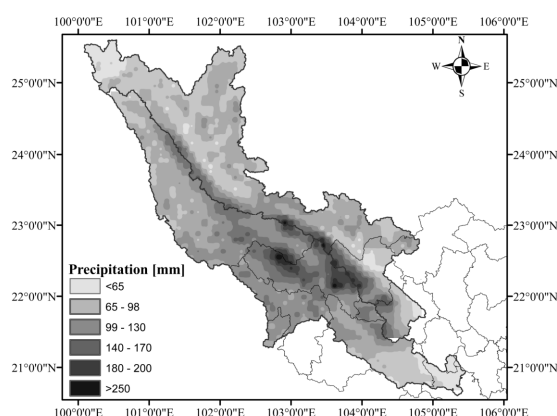


Thời kỳ 1900-1950

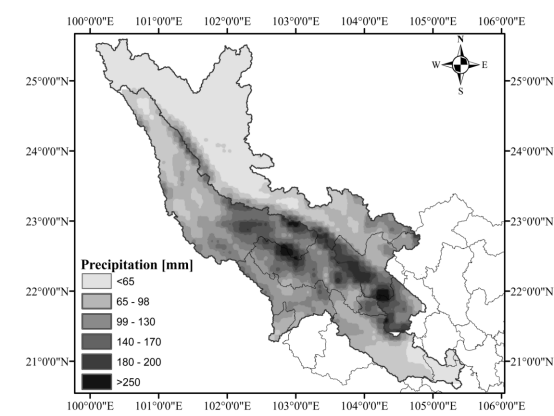


Thời kỳ 1951-2014

Hình 4: Tổng lượng mưa **1 ngày max** các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

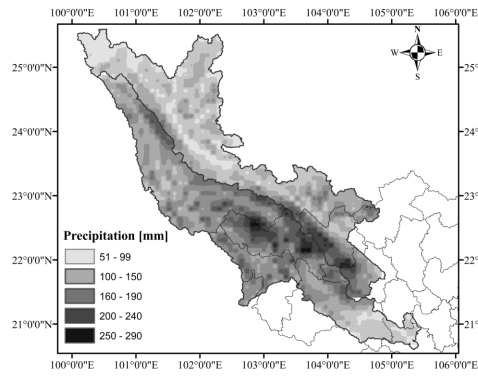


Thời kỳ 1900-1950

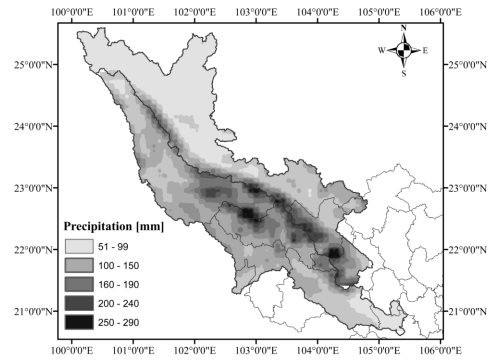


Thời kỳ 1951-2014

Hình 5: Tổng lượng mưa **3 ngày max** các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

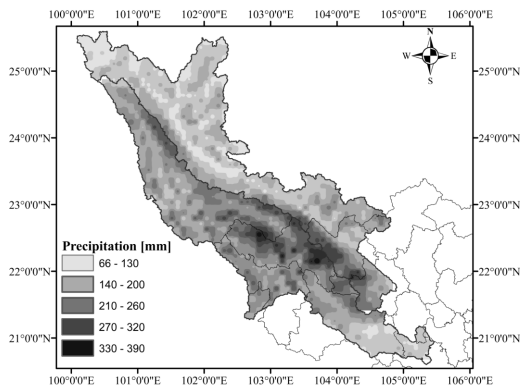


Thời kỳ 1900-1950

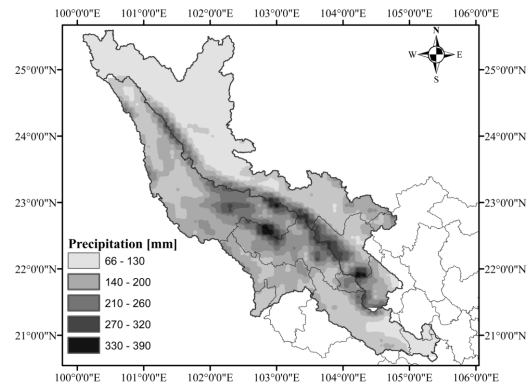


Thời kỳ 1951-2014

Hình 6: Tổng lượng mưa 5 ngày max các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao.



Thời kỳ 1900-1950



Thời kỳ 1951-2014

Hình 7: Tổng lượng mưa 7 ngày max các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao.

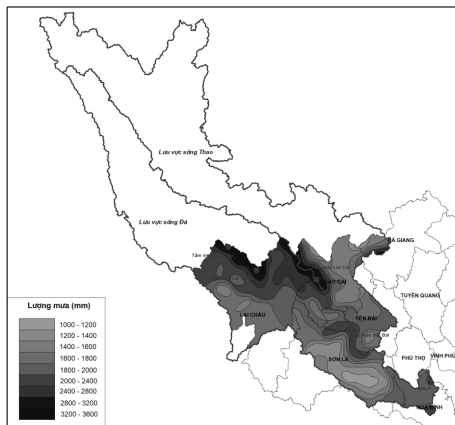
Bảng 2: Biến động cực trị mưa giữa các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

TT	Trạm	X1 (mm)		X3 (mm)		X5 (mm)		X7 (mm)		Δ X1 (%)	Δ X3 (%)	Δ X5 (%)	Δ X7 (%)
		1900-1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014				
	LV sông Đà												
1	Lai Châu	98.1	107.8	160.5	150.1	206.2	176.6	237.7	204.2	9.9	-6.5	-14.4	-14.1
2	Sơn La	81.5	93.2	137.1	135.2	173.8	158.3	204.2	178.4	14.4	-1.4	-8.9	-12.6
3	Yên Châu	79.6	99.1	121.3	136.0	146.2	153.7	167.8	174.6	24.5	12.1	5.1	4.1
4	Bắc Yên	69.1	78.4	110.6	117.5	131.2	142.7	148.0	163.2	13.5	6.2	8.8	10.3
	LV sông Thao												
1	Sa Pa	147.5	169.0	235.8	260.7	301.9	323.7	351.6	385.6	21.6	24.9	21.7	34.0
2	Lào Cai	114.0	130.6	183.0	184.8	220.3	219.2	254.4	252.7	16.5	1.9	-1.2	-1.8
3	Yên Bái	91.3	100.8	143.1	133.4	169.6	154.6	188.2	165.3	9.5	-9.7	-15.0	-22.9

3.3. So sánh tâm mưa

Hình 8, thể hiện kết quả kiểm định mô hình cho giai đoạn 1951-2014 khi so sánh với tâm mưa

lớn quan trắc cho khu vực Miền Bắc. Có thể nhận thấy mô hình WEHY-HCM bắt khá hợp lý các tâm mưa Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái [8].



Hình 8: Bản đồ các tâm mưa lớn quan trắc trong khu vực nghiên cứu, giai đoạn 1951-2014.

4. KẾT LUẬN

Áp dụng các phương trình tính toán dựa trên quá trình vật lý thực và các điều kiện biên như số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng, mô hình WEHY-HCM cho thấy khả năng khôi phục các sự kiện mưa cực đoan. Kết quả kiểm định trong giai đoạn cơ sở cho thấy sự hợp lý với kết quả quan sát thực tế.

Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy cường độ

mưa thời đoạn ngắn (X1 và X3) thể hiện rủi ro (tần suất và quy mô) của lũ lụt dự kiến sẽ tăng ở hầu hết các vùng trong những thập kỷ gần đây, với mức tăng cao nhất ở phía Đông Nam lưu vực sông Đà – Thao. Trong khi đó, các chỉ số cực đoan thời đoạn dài hơn (X5 và X7) dường như ít biến động và có xu thế giảm. Điều này cho thấy, trong tương lai gần, mưa cực trị thời đoạn ngắn sẽ tiếp tục gia tăng trong khi tần suất mưa tập trung nhiều hơn ở khu Đông Nam lưu vực (phần lãnh thổ Việt Nam) có thể gây ra nhiều rủi ro lũ lụt, sạt lở đất cho vùng đồi núi cao và dốc này.

Lời cảm ơn: Nội dung bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của tiểu dự án 30/FIRST/1a/KLORCE “Tiếp thu công nghệ tính toán Mưa, Lũ lớn cho các lưu vực sông liên Quốc gia trong điều kiện hạn chế hoặc không có dữ liệu đo đạc - Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Đà - Thao (bao gồm cả phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc)”. Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển và CHRL-Hoa Kỳ thực hiện, Năm 2018-2019.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. H. Endo, A. Kitoh, T. Ose, R. Mizuta, and S. Kusunoki, “Erratum: Future changes and uncertainties in Asian precipitation simulated by multiphysics and multi-sea surface temperature ensemble experiments with high-resolution Meteorological Research Institute atmospheric general circulation models (MRI-AGCMs) (Jo),” *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. 2013.
- [2]. D. H. Nam, K. Udo, and A. Mano, “Assessment of future flood intensification in Central Vietnam using a super-high-resolution climate model output,” *J. Water Clim. Chang.*, 2013.
- [3]. M. L. Kavvas, S. Kure, Z. Q. Chen, N. Ohara, and S. Jang, “WEHY-HCM for Modeling Interactive Atmospheric-Hydrologic Processes at Watershed Scale. I: Model Description,” *J. Hydrol. Eng.*, 2012.
- [4]. Z. Q. Chen, M. L. Kavvas, K. Fukami, J. Yoshitani, and T. Matsuura, “Watershed Environmental Hydrology (WEHY) Model: Model Application,” *J. Hydrol. Eng.*, 2004.
- [5]. S. Kure, S. Jang, N. Ohara, M. L. Kavvas, and Z. Q. Chen, “WEHY-HCM for Modeling Interactive Atmospheric-Hydrologic Processes at Watershed Scale. II: Model Application to Ungauged and Sparsely Gauged Watersheds,” *J. Hydrol. Eng.*, 2012.
- [6]. Sillmann J. and Roeckner E. (2008) Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. *Climatic Change*, **86**, pp. 83-104.
- [7]. Wenzel G.W. (1982) Rainfall for urban stormwater design. In *Urban Stormwater Hydrology*, D.F. Kibler (Editor). American Geophysical Union, Water Resources Monograph Board, Washington, D.C. 2, pp. 35-64.
- [8]. Hồ Việt Cường, Trịnh Quang Toàn và Nnk, tiểu dự án 30/FIRST/1a/KLORCE “Tiếp thu công nghệ tính toán Mưa, Lũ lớn cho các lưu vực sông liên Quốc gia trong điều kiện hạn chế hoặc không có dữ liệu đo đạc - Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Đà - Thao (bao gồm cả phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc)”. Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển, Năm 2018-2019.

ỨNG DỤNG MẠNG LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) ĐỂ DỰ BÁO MỨC NƯỚC TẠI TRẠM QUANG PHỤC VÀ CỬA CẨM, HẢI PHÒNG, VIỆT NAM

Lê Xuân Hiền

*Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi
Dept. of Construction & Disaster Prevention Engineering,
Kyungpook National University, Sangju, Korea*

Hồ Việt Hùng

Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Trong bài báo này, mô hình Bộ nhớ gần xa (Long Short-Term Memory - LSTM) được sử dụng để dự báo mực nước sông mà không cần các số liệu địa hình và dự báo mưa. Dữ liệu cần thiết cho mô phỏng là mực nước theo giờ tại các trạm thủy văn ở thành phố Hải Phòng. Mô hình được thiết lập để dự báo mực nước cho trạm Quang Phục và trạm Cửa Cẩm trước 5 giờ (dự báo từ 1 giờ đến 5 giờ). Mặc dù mô hình không yêu cầu các dữ liệu về khí hậu, địa hình nhưng kết quả dự báo có độ chính xác cao. Trong trường hợp dự báo mực nước trước 3 giờ, hệ số NSE (hệ số Nash) cho giá trị trên 97,8% và giá trị RMSE (sai số căn quân phương) nhỏ hơn 0,10 m cho cả 2 trạm. Kết quả này cho thấy rằng, mô hình LSTM mà các tác giả đề xuất dự báo chính xác mực nước theo thời gian thực, có thể áp dụng mô hình này để cảnh báo lũ trên các sông của Việt Nam.

Từ khóa: Hải Phòng, dự báo mực nước, LSTM, DNN, Quang Phục, Cửa Cẩm.

Summary: In this article, the LSTM (Long Short-Term Memory) model is applied to predict the river water level without utilization of rainfall – forecast information and terrain data. The data required for simulation are hourly water levels at hydrological stations in Hai Phong city. The model was formulated to predict water level at the Quang Phuc station and the Cua Cam station, in Hai Phong city for many cases from 1 to 5 hours of lead time. Although the model does not require many input data such as climate, geography, land-use for rainfall-runoff simulation, the prediction results are very stable and reliable: the Nash – Sutcliffe efficiency (NSE) is higher than 97.8% and the root mean square error (RMSE) is lower than 0.10m for 3 hours of lead time prediction. The result illustrated that the LSTM model is able to produce the river water level time series and useful for the practical flood forecasting.

Keywords: Hai Phong, water level prediction, LSTM, DNN, Quang Phuc, Cua Cam.

1. MỞ ĐẦU

Diễn biến mực nước sông là một quá trình phức tạp, biến đổi theo không gian và thời gian. Việc dự báo chính xác mực nước là một trong những yêu cầu cấp bách nhằm giảm thiểu các rủi ro do lũ gây ra và có ý nghĩa quan trọng trong việc xây dựng phương án phòng, chống lũ. Các mô hình truyền thống được sử

dụng để dự báo ở Việt Nam cũng như trên thế giới là các mô hình số về thủy lực và thủy văn. Các mô hình này yêu cầu một số lượng lớn các dữ liệu đầu vào như: đặc điểm lưu vực, địa hình, dự báo lượng mưa, quan hệ mưa – dòng chảy, quan hệ lưu lượng - mực nước theo thời gian tại một số vị trí.

Một trong những giải pháp hiệu quả cho

việc dự báo là sử dụng mô hình Mạng thần kinh nhân tạo (*Artificial Neural Network* – ANN). Trên thế giới các mô hình ANN đã được sử dụng rộng rãi trong dự báo lũ từ những năm 1990 (Sung, J.Y. và các cộng sự, 2017). Cùng với đó, các nhà nghiên cứu đã áp dụng các thuật toán vào mô hình Mạng thần kinh để làm tăng độ chính xác của kết quả dự báo. Trong những năm gần đây, phương pháp Học sâu (*Deep learning*) dựa trên nền tảng là các mạng thần kinh nhân tạo đang phát triển rất nhanh và thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Có thể kể đến nghiên cứu của Chen, J.F. và các cộng sự (2014), ở đây thuật toán Cuckoo Search đã được áp dụng để dự báo dòng chảy đến hồ Hòa Bình, Việt Nam; Nguyễn Thanh Tùng (2016) đã sử dụng phương pháp Random Forest cũng để dự báo dòng chảy đến hồ này; Trương Xuân Nam và các cộng sự (2016) đã sử dụng phương pháp Học sâu để dự báo lưu lượng nước đến hồ Hòa Bình. Các nghiên cứu này đều có một điểm chung, đó là sử dụng dữ liệu của mùa kiệt với bước thời gian quan trắc 10 ngày làm đầu vào và đưa ra dự báo dòng chảy cho 10 ngày sau đó. Các kết quả nghiên cứu đều khẳng định khả năng tiềm ẩn của mô hình mạng thần kinh. Mô hình ANN cũng được áp dụng để dự báo mực nước ở trạm Hirakata, Nhật Bản (Kim, S. và các cộng sự, 2017). Nghiên cứu này chỉ sử dụng dữ liệu mực nước thực đo theo giờ ở các trạm thượng lưu để dự báo mực nước ở hạ lưu trước 3, 6 và 9 giờ. Kết quả đạt được cho thấy mô hình mạng thần kinh có thể áp dụng cho việc cảnh báo lũ trên sông. Wang, Y. và các cộng sự (2017) đã sử dụng mạng thần kinh LSTM để dự báo chất lượng nước cho hồ Taihu, Trung Quốc. Nghiên cứu chỉ ra rằng mô hình LSTM đưa ra dự báo chính xác hơn so với các mô hình mạng thần kinh khác.

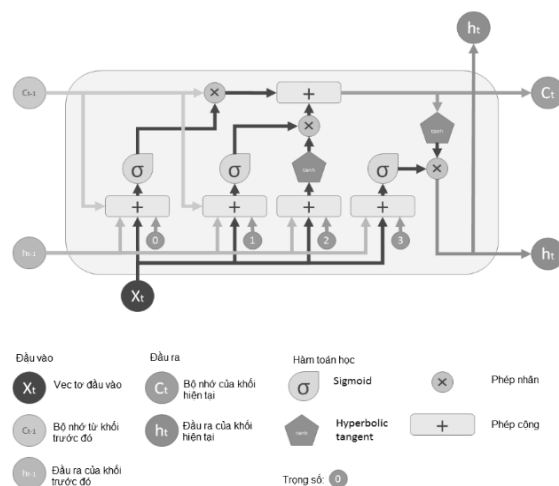
Trong bài báo này, các tác giả sử dụng mô hình LSTM để dự báo mực nước sông mà không cần các thông tin dự báo lượng mưa, cũng như số liệu địa hình và tình hình sử dụng

đất. Mô hình này được áp dụng để dự báo mực nước trước 1h, 2h, 3h, 4h và 5h tại trạm Quang Phục trên sông Văn Úc và trạm Cửa Cấm trên sông Cấm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình LSTM

Mô hình đề xuất dựa trên mô hình mạng thần kinh sâu LSTM, đây là một dạng đặc biệt của RNN (*Recurrent Neural Network* - Mạng thần kinh hồi quy). LSTM được giới thiệu bởi Hochreiter và Schmidhuber (1997) nhằm giải quyết các bài toán về phụ thuộc xa (long-term dependency).



Hình 1: Cấu trúc của mô hình LSTM
(Nguồn: Internet)

Theo Olah (2015), mọi mạng hồi quy đều có dạng là một chuỗi các mô đun lặp đi lặp lại của một mạng thần kinh, mỗi mô đun này thường có cấu trúc đơn giản được gọi là một tầng “tanh”. LSTM cũng có kiến trúc dạng chuỗi như vậy và thay vì chỉ có 1 tầng mạng thần kinh như RNN chuẩn thì chúng có tới 4 tầng và tương tác với nhau một cách đặc biệt. Cấu trúc của mô hình mạng thần kinh LSTM được thể hiện ở Hình 1. Cốt lõi của LSTM bao gồm trạng thái tế bào (cell state) và cổng (gate). Trạng thái tế bào giống như băng chuyền, chạy xuyên suốt qua tất cả các nút mạng giúp thông tin được truyền đạt dễ dàng, còn cổng là nơi sàng lọc thông tin đi qua nó,

chúng được kết hợp bởi một tầng mạng sigmoid. Một LSTM gồm có 3 cổng để duy trì hoạt động trạng thái của tế bào.

Bước đầu tiên của mô hình LSTM được gọi là tầng cổng quên (forget gate layer). Bước này sẽ quyết định xem thông tin nào cần bỏ đi từ trạng thái tế bào. Đầu vào cho bước này là h_{t-1} (giá trị đầu ra tại thời điểm $t-1$) và x_t (dữ liệu đầu vào); đầu ra f_t là một số trong khoảng từ 0 đến 1 cho mỗi số trong trạng thái tế bào C_{t-1} .

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (1)$$

Trong đó: σ là hàm sigmoid, W_f và b_f lần lượt là trọng số và tham số của tầng cổng quên.

Các bước tiếp theo sẽ quyết định thông tin lưu vào trạng thái tế bào và cập nhật giá trị cho trạng thái. Bao gồm một tầng sigmoid hay còn được gọi là cổng vào (input gate layer, i_t) và một véc tơ giá trị được tạo từ tầng tanh.

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (2)$$

$$\bar{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \quad (3)$$

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \bar{C}_t \quad (4)$$

Trong đó: C_{t-1} và C_t là trạng thái tế bào lần lượt ở thời điểm $t-1$ và t ; W_C và b_C lần lượt là trọng số và tham số của trạng thái tế bào.

Ở bước cuối cùng, giá trị đầu ra (h_t) sẽ được quyết định bởi trạng thái của tế bào muốn xuất ra (output gate, o_t).

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (6)$$

2.2. Thu thập dữ liệu về khu vực nghiên cứu

Dữ liệu được thu thập bao gồm: điều kiện tự nhiên, đặc điểm khí tượng, thủy văn, hải văn. Các số liệu lượng mưa và mực nước theo giờ tại các trạm thủy văn có trong 19 ngày, bắt đầu từ 0h ngày 14/7/2011. Khu vực nghiên cứu gồm sông Văn Úc và sông Cẩm thuộc địa

phần thành phố Hải Phòng (Hình 2). Đây là khu vực chịu ảnh hưởng của thủy triều. Các dữ liệu phục vụ cho bài báo này được thể hiện trong Bảng 1.



Hình 2: Hệ thống sông khu vực TP. Hải Phòng (Nguồn: Viện Kỹ thuật tài nguyên nước, 2011)

Bảng 1: Thống kê các số liệu đã thu thập

TT	Trạm	Sông	Yếu tố đo
1	Chanh Chử	Luộc	H, X
2	Tiên Tiến	Mới	H
3	Trung Trang	Văn Úc	H
4	Quang Phục*	Văn Úc	H
5	Cao Kênh	Kinh Thầy	H, X
6	Cửa Cẩm*	Cẩm	H, X
7	Hòn Dấu	Biển Đông	H

(Nguồn: Viện Kỹ thuật tài nguyên nước, 2011)

Trong Bảng 1: H là mực nước; X là lượng mưa; * là các trạm cần dự báo mực nước.

Đoạn sông Văn Úc chảy qua Hải Phòng từ ngã ba Gù ra đến biển dài 45 km. Đây là sông sâu và rộng nhất trong số các sông ở hạ du sông Thái Bình, với chiều rộng trung bình từ

500 đến 800m. Dưới ngã ba Gù khoảng 1 km, sông Văn Úc phân ra một nhánh chính là sông Lạch Tray đổ ra cửa Lạch Tray. Sông Cấm là ranh giới giữa hệ thống An Hải và Thủy Nguyên, toàn bộ sông Cấm thuộc địa phận Hải Phòng. Đây chính là nhánh của sông Kinh Môn, có chiều dài 23 km, bắt đầu từ ngã ba Hợp Thành đến nhập lưu vào sông Bạch Đằng để đổ ra biển qua cửa Nam Triệu. Sông Cấm có chiều rộng khoảng 200-700m.

2.3. Phương pháp đánh giá

Để đánh giá hiệu quả của mô hình dự báo, chúng tôi sử dụng hai trị số, đó là RMSE (Root Mean Squared Error – sai số căn quân phương) và NSE (Nash Sutcliffe Efficiency – hệ số Nash)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2} \quad (7)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}_i)^2} \quad (8)$$

Trong đó: O_i , $\bar{O}_i$ và P_i lần lượt là giá trị thực đo, giá trị thực đo trung bình và giá trị dự báo của mẫu thứ i tương ứng. Mô hình dự báo cho kết quả tốt nếu RMSE nhỏ và NSE lớn.

3. THIẾT LẬP THÔNG SỐ MÔ HÌNH

Mô hình LSTM được đề xuất để dự báo mực nước trong nhiều trường hợp, từ 1 giờ đến 5 giờ tại trạm Quang Phục (sông Văn Úc) và trạm Cửa Cấm (sông Cấm). Mỗi mô hình LSTM được hiệu chỉnh (training) và kiểm định (test) để dự báo mực nước lần lượt cho từng trạm. Các thông số của mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định để đảm bảo mô hình cho kết quả tốt nhất, chi tiết về các thông số này được tóm tắt trong Bảng 2. Sau quá trình hiệu chỉnh và kiểm định, các thông số tốt nhất của mô hình cho mỗi trường hợp đã được lựa chọn để phục vụ việc dự báo. Dữ liệu đầu vào của mô hình LSTM dựa trên mực nước thực đo tại các trạm thủy văn trong 3 giờ gần nhất ($t-2$, $t-1$, $t-0$), hoặc trong 6 giờ gần nhất (từ $t-5$ đến $t-0$).

Bảng 2: Các thông số của mô hình LSTM

Đặc trưng	Chi tiết
Mục tiêu dự báo	Mực nước tại trạm Quang Phục và Cửa Cấm trước 1h, 2h, 3h, 4h, 5h
Dữ liệu đầu vào	Lượng mưa tại khu vực nghiên cứu. Mực nước thực đo tại các trạm thủy văn trong 3 giờ: $t-2$, $t-1$, $t-0$. Mực nước thực đo tại các trạm thủy văn trong 6 giờ: từ $t-5$ đến $t-0$
Cấu trúc mô hình	TensorFlow với BasicLSTMCell
Thông số hiệu chỉnh mô hình	Số lượng lớp ẩn: 10, 20; 50 Hệ số học: 0,1; 0,5; 0,01; 0,05; 0,001; 0,005 Số lượng Epoch: 10.000; 20.000; 50.000

Để dự báo mực nước cho trạm **Quang Phục**, mực nước thực đo tại các trạm Trung Trang, Chanh Chữ, Tiên Tiến, Hòn Dấu và **Quang Phục** đã được sử dụng. Tương tự như vậy, mực nước thực đo tại các trạm Cao Kênh, Hòn Dấu và **Cửa Cấm** được dùng để dự báo

mực nước cho trạm **Cửa Cấm**. Các dữ liệu về lượng mưa tại 2 khu vực này đã được đưa vào để kiểm định, tuy nhiên việc đưa thêm các số liệu này không làm các kết quả dự báo tốt hơn. Việc này có thể giải thích như sau: diện tích mặt sông nhỏ và lượng mưa không lớn, ngoài

ra còn có tác động của bốc hơi và thấm nên ảnh hưởng của mưa là không đáng kể; mặt khác, lượng mưa ở khu giữa trên mỗi đoạn sông còn được thể hiện trong chính mực nước thực đo của trạm cần dự báo. Vì vậy trong bài báo này, kết quả dự báo chỉ phụ thuộc vào dữ liệu mực nước thực đo tại các trạm. Trong mô hình thủy lực sông, các mực nước này chính là các biên của mô hình.

Để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, dữ liệu được sử dụng bao gồm 456 bản ghi là số liệu mực nước theo giờ, từ 0h ngày 14/7/2011 đến 23h ngày 01/8/2011, thời điểm này đang là mùa lũ ở Hải Phòng. Bộ dữ liệu này được chia thành 2 tập: tập dữ liệu hiệu chỉnh gồm 408 bản ghi để hiệu chỉnh mô hình nhằm chọn các thông số tốt nhất; tập dữ liệu kiểm định gồm 48 bản ghi để đánh giá hiệu quả của mô hình với các thông số đã chọn. Các dữ liệu đã thu thập cho thấy, mực nước lớn nhất ở cả 2 trạm

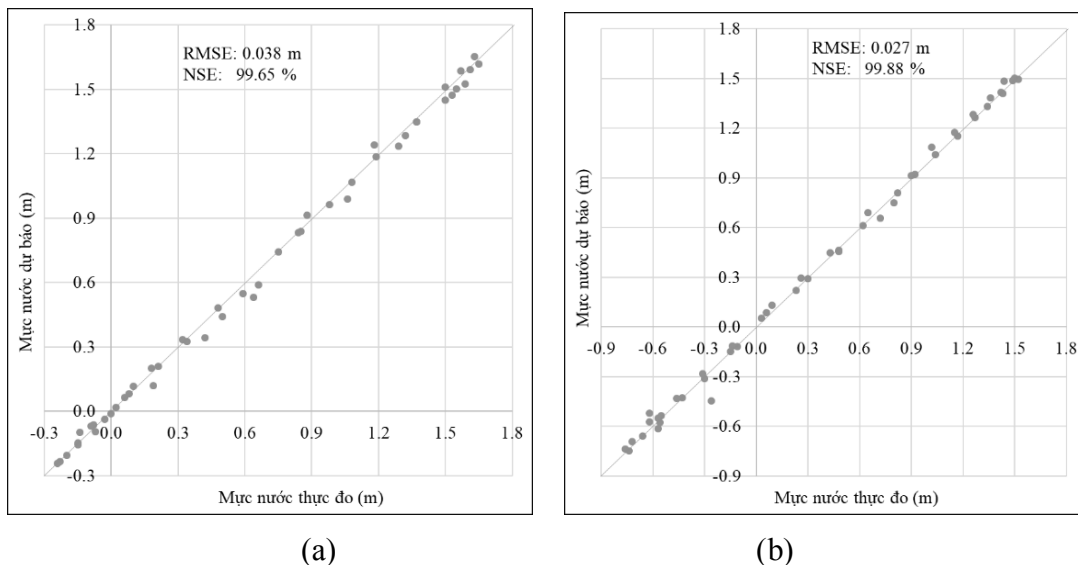
Quang Phục (2,26m) và Cửa Cấm (2,09m) đều rơi vào ngày 30/7/2011. Các giá trị này nằm trong tập dữ liệu hiệu chỉnh nhằm đảm bảo đưa ra kết quả chính xác hơn cho quá trình dự báo đỉnh lũ.

Một điểm lưu ý nữa là, không có quy tắc nào trong việc lựa chọn cấu trúc mô hình cũng như các thông số mô hình (Kim, S., và các cộng sự, 2017). Việc lựa chọn cấu trúc mô hình và thông số mô hình dựa trên việc đánh giá về kích cỡ dữ liệu và quá trình thử để đảm bảo chọn được các thông số phù hợp nhất cho nghiên cứu này.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Dự báo mực nước trạm Quang Phục

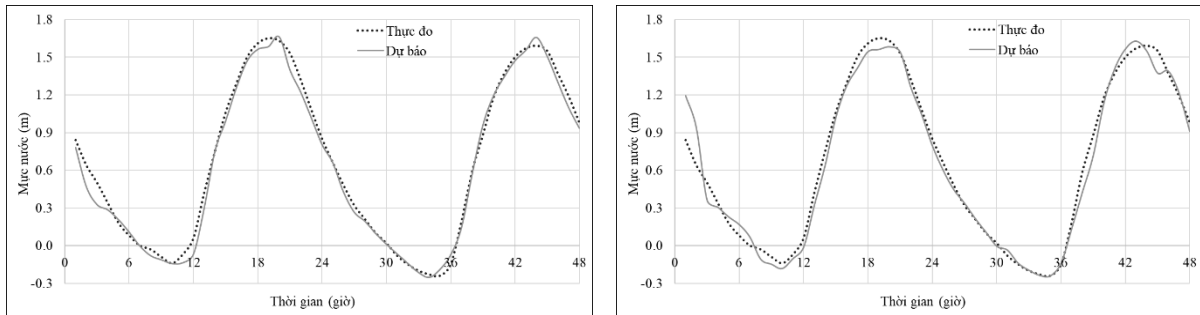
Kết quả dự báo mực nước cho trạm Quang Phục trong các trường hợp từ 1 giờ đến 5 giờ được thể hiện tương ứng trong các Hình 3(a), Hình 4 và Hình 5.



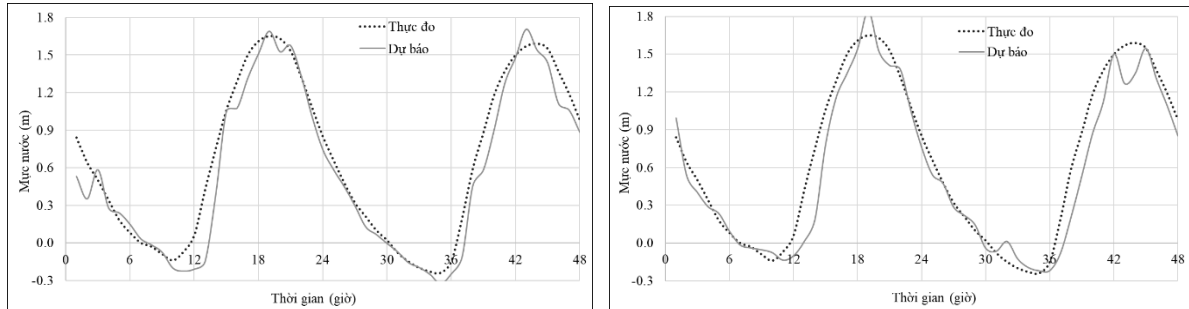
Hình 3: So sánh MN thực đo với dự báo 1 giờ tại Quang Phục (a) và Cửa Cấm (b)

Có thể thấy rằng mô hình dự báo cho kết quả rất ấn tượng, đặc biệt cho các trường hợp dự báo từ 1-3 giờ với sai số trung bình nhỏ hơn 0,095m và hệ số NSE trên 97,8%. Hình 3 (a) mô tả sự tương quan chặt chẽ giữa kết quả dự báo và giá trị thực đo trong trường hợp dự báo mực nước (MN) trạm

Quang Phục trước 1 giờ, hệ số Nash lên tới 99,7% và RMSE chỉ 0,038m. Trong trường hợp dự báo trước 4 giờ và 5 giờ (Hình 5), mặc dù hệ số NSE tương đối tốt (lần lượt là 94% và 92%) nhưng giữa kết quả dự báo và thực đo có chênh lệch nhỏ (1 giờ) về thời gian xuất hiện đỉnh lũ.



Hình 4: Dự báo MN 2 giờ (trái) và 3 giờ (phải) tại Quang Phục



Hình 5: Dự báo MN 4 giờ (trái) và 5 giờ (phải) tại Quang Phục

Bảng 3 tổng hợp các kết quả kiểm định tốt nhất và các thông số mô hình đã được lựa chọn để dự báo mực nước trạm Quang Phục.

Bảng 3: Kết quả kiểm định dự báo mực nước cho trạm Quang Phục

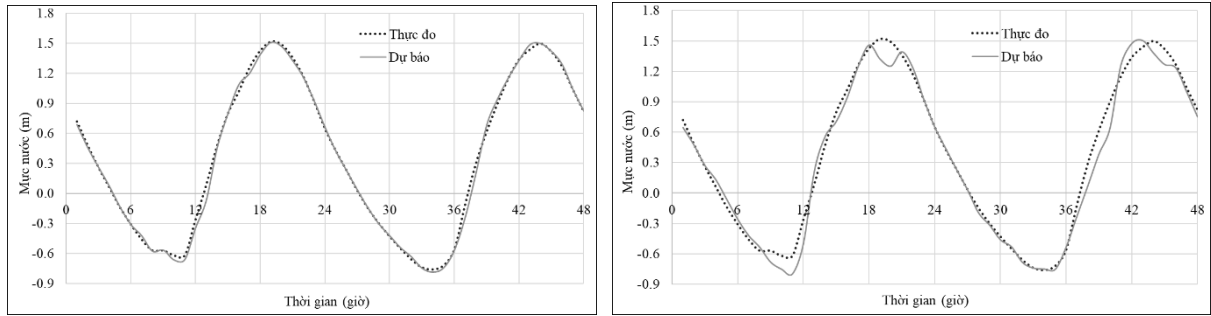
Thời gian dự báo(giờ)	Chiều dài dữ liệu	Số trạm đầu vào	Số lượng lớp ẩn	Hệ số học	Số lượng Epoch	RMSE (m)	NSE (%)
1	6	5	50	0.01	50000	0.038	99.7%
2	3	5	50	0.001	20000	0.064	99.0%
3	6	5	50	0.1	20000	0.095	97.8%
4	6	5	50	0.1	20000	0.155	94.1%
5	6	5	50	0.1	20000	0.177	92.4%

4.2. Dự báo mực nước trạm Cửa Cấm

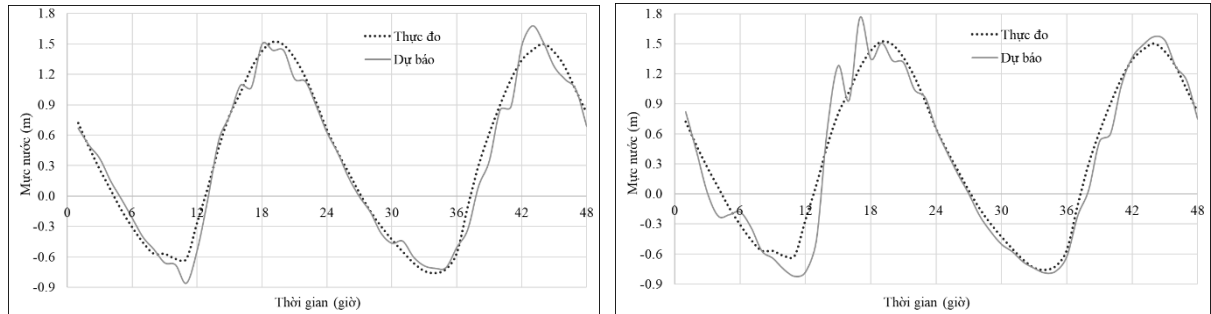
Đối với trạm Cửa Cấm, kết quả kiểm định tốt nhất của các trường hợp được thể hiện trong Bảng 4 và được mô tả chi tiết ở Hình 3(b), Hình 6 và Hình 7. Trong cả 5 trường hợp, kết quả dự báo mực nước trạm Cửa Cấm tốt hơn một chút so với kết quả của trạm Quang Phục.

Hệ số NSE của trạm Cửa Cấm rất cao, giá

trị NSE nhỏ nhất là 94,1% khi dự báo cho 5 giờ. Đặc biệt, với trường hợp dự báo từ 1 đến 3 giờ giá trị này là trên 98%, sai số RMSE tương ứng nhỏ hơn 0,107m. Hình 3(b) so sánh giữa kết quả tính toán mực nước với thực đo khi dự báo 1 giờ cho thấy rằng, hầu như không có sự sai lệch đáng kể nào giữa giá trị dự báo và thực đo. Hệ số NSE lên tới 99,88% và sai số trung bình chỉ xấp xỉ 2,7cm.



Hình 6: Dự báo MN 2 giờ (trái) và 3 giờ (phải) tại Cửa Cấm



Hình 7: Dự báo MN 4 giờ (trái) và 5 giờ (phải) tại Cửa Cấm

Trong trường hợp dự báo trước 4 giờ và 5 giờ, mặc dù kết quả dự báo có hệ số NSE rất cao (97,5% và 94,1%), nhưng Hình 7 cho thấy có sự sai lệch giữa giá trị dự báo và thực đo. Tuy nhiên, các giá trị dự báo có xu hướng cao

hơn so với giá trị thực đo tại đỉnh lũ, điều này cho thấy kết quả mô phỏng có xu hướng an toàn hơn. Khi dự báo thời gian dài, kết quả dự báo sẽ có độ chính xác cao nếu chuỗi số liệu thực đo đủ dài.

Bảng 4: Kết quả kiểm định dự báo mực nước cho trạm Cửa Cấm

Thời gian dự báo (giờ)	Chiều dài dữ liệu	Số trạm đầu vào	Số lượng lớp ẩn	Hệ số học	Số lượng Epoch	RMSE (m)	NSE (%)
1	3	3	20	0.001	20000	0.027	99.9%
2	3	3	50	0.1	50000	0.043	99.7%
3	3	3	20	0.05	20000	0.107	98.0%
4	3	3	20	0.1	20000	0.121	97.5%
5	3	3	20	0.005	20000	0.185	94.1%

Việc thay đổi các thông số mô hình sẽ ảnh hưởng tới kết quả dự báo, tuy nhiên ảnh hưởng này là không đáng kể. Việc thay đổi chiều dài dữ liệu đầu vào (tăng kích thước dữ liệu từ t-2 lên t-5) không ảnh hưởng nhiều tới độ chính xác của kết quả dự báo, thậm chí trong một số trường hợp còn giảm độ chính xác (trạm Cửa

Cấm). Điều này có thể giải thích được, vì ảnh hưởng của sự thay đổi mực nước trong 3 bước thời gian gần nhất là rõ rệt nhất. Ngoài ra, do kích thước của tập dữ liệu chưa đủ lớn, nên khi tăng các giá trị như số lượng lớp ẩn, số lượng epoch hoặc chiều dài dữ liệu thì độ chính xác của kết quả dự báo không thay đổi nhiều.

5. KẾT LUẬN

Bài báo này đã mô tả chi tiết quá trình xây dựng mô hình mạng thần kinh LSTM để dự báo mực nước sông trước 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ, 4 giờ và 5 giờ tại trạm Quang Phục và Cửa Cấm ở thành phố Hải Phòng. Mô hình mà các tác giả đề xuất không sử dụng các dữ liệu dự báo mưa, chỉ sử dụng thông tin về mực nước thực đo đã có tại các trạm thủy văn ở thượng lưu và hạ lưu để dự báo mực nước cho 1 trạm thủy văn ở trung lưu. Các số liệu mực nước có ý nghĩa như các biên của mô hình thủy lực. Đối với vùng chịu ảnh hưởng của thủy triều, dòng chảy êm, nên cần cả biên trên và biên dưới khi tính toán. Kết quả kiểm định mô hình cho thấy sự ổn định và độ chính xác cao trong dự báo. Kết quả dự báo mực nước từ 1 đến 3 giờ có hệ số NSE trên 97,8% đối với trạm Quang Phục và trên 98% với trạm Cửa Cấm. Điều này thể hiện sự tương quan rất lớn giữa giá trị dự báo và giá trị thực đo.

Có thể thấy rằng, không có quy tắc cụ thể nào cho việc lựa chọn các thông số của mô hình như hệ số học, số lượng chuỗi, số lượng lớp ẩn, số lượng Epoch cũng như cấu trúc của mô hình. Việc lựa chọn các thông số này dựa vào quá trình thử và đánh giá sai số. Các thông số tốt nhất đã được chọn và đánh giá qua quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Mạng thần kinh sâu có ưu điểm là đơn giản hơn so với các mô hình thủy văn, thủy lực, đặc biệt nó có thể dự báo cho vùng bị ảnh hưởng của thủy triều trong trường hợp thiếu số liệu địa hình, khi mà không thể sử dụng các mô hình thủy lực, thủy văn. Lúc đó, mô hình mạng thần kinh LSTM là giải pháp tốt cho việc dự báo mực nước theo thời gian thực, thay thế các mô hình đã có. Vì vậy, có thể ứng dụng mô hình này để cảnh báo lũ trên các sông suối của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trương Xuân Nam và Nguyễn Thanh Tùng (2016). *Deep learning: Ứng dụng cho dự báo lưu lượng nước đến hồ chứa hòa bình*. Hội nghị khoa học thường niên, Đại học Thủy lợi.
- [2] Viện Kỹ thuật tài nguyên nước (2011). *Quy hoạch thủy lợi chống ngập úng thành phố Hải Phòng*. Trường Đại học Thủy lợi.
- [3] Chen, J.F., Hsieh, H.N., and Do, Q.H. (2014). *Forecasting Hoabinh Reservoir's Incoming Flow: An Application of Neural Networks with the Cuckoo Search Algorithm*. Information. 5, 570-586.
- [4] Kim, S. and Tachikawa, Y. (2017). *Real-time river-stage prediction with artificial neural network based on only upstream observation data*. Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 61.
- [5] Nguyen, T.T. (2015). *An II-regression Random Forests Method For Forecasting of Hoa Binh Reservoir's Incoming Flow*. International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering.
- [6] Olah, C. (2015). *Understanding LSTM Networks*. GITHUB blog, Retrieved from <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>. Posted on August 27, 2015.
- [7] Sung, J.Y., Lee, J., Chung, I.M., and Heo, J.H. (2017). *Hourly Water Level Forecasting at Tributary Affected by Main River Condition*. KSCE Journal of Civil Engineering. 9, 644.
- [8] Wang, Y., Zhou, J., Chen, K., Wang, Y., and Liu, L. (2017). *Water Quality Prediction Method Based on LSTM Neural Network*. International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering.

MỤC LỤC

	Trang
- Lời giới thiệu	2
- Giảm thiểu ảnh hưởng của thiên tai dựa trên nền tảng công nghệ không dây 5G Dương Quang Trung	3
- Dự báo mưa trên lưu vực hồ Dầu Tiếng từ tài liệu dự báo thời tiết toàn cầu phục vụ dự báo dòng chảy lũ đến và điều tiết hồ trong mùa lũ Đinh Công Sản, Nguyễn Văn Lanh, Lưu Ngọc Thanh	18
- Chế độ vận chuyển bùn cát vùng đồng bằng sông Cửu Long trong kịch bản phát triển thượng nguồn Trần Bá Hoàng, Nguyễn Bình Dương, Nguyễn Công Phong	26
- Nghiên cứu thử nghiệm mô hình IOT cho hệ thống kênh tưới TN17-5 thuộc công trình thủy lợi hồ Dầu Tiếng - Tây Ninh Nguyễn Minh Trung, Võ Khắc Trí, Mai Việt Bảo, Lưu Khắc Thanh	37
- Nghiên cứu đánh giá và khai thác dữ liệu tái phân tích Era-Interim cho bài toán mô phỏng dòng chảy lưu vực sông lô đến trạm thủy văn Ghềnh Gà Hoàng Thị An, Hoàng Văn, Ngô Lê An	42
- Nghiên cứu ứng dụng nền tảng Google Earth Engine thành lập bản đồ giám sát hạn hán lưu vực sông Đồng Nai vùng đông Nam Bộ Nguyễn Đình Vượng, Nguyễn Văn Hoàng, Huỳnh Thị Kim Nhân	52
- Ứng dụng phần mềm Flow-3D tính toán vận tốc và áp suất trên đập tràn thực dụng mặt cắt hình cong Đỗ Xuân Khánh, Lê Thị Thu Nga, Hồ Việt Hùng	61
- Phân tích định lượng vai trò của rừng đối với hiện tượng lũ lụt Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi, Phạm Thị Thu Ngân	70
- Hệ hỗ trợ trực tuyến cảnh báo lũ cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam Nguyễn Kim Lợi, Lê Hoàng Tú, Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Duy Liêm, Lê Văn Phận, Trần Lê Như Quỳnh, Võ Ngọc Quỳnh Trâm, Đặng Nguyễn Đông Phương, Phan Thị Hà, Nguyễn Lê Tấn Đạt, Lê Vĩnh Linh, Phan Thị Thanh Trúc, Đỗ Xuân Hồng, Trần Thống Nhất, Cao Duy Trường, Nguyễn Thị Hồng, Trần Duy Long, Raghavan Srinivasan, Jaehak Jeong, Christopher R. Goodell	93
- Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm đa tai biến ở quy mô cấp huyện cho vùng núi Tây Bắc trên cơ sở tích hợp địa thông tin và công nghệ đa phương tiện Nguyễn Ngọc Thạch, Phạm Xuân Cảnh, Nguyễn Quốc Huy, Đặng Ngô Bảo Toàn	108
- Giới thiệu phần mềm Wcanal Introduction to Wcanal Software Trần Tổng	129
- Nghiên cứu ứng dụng Webgis trong nâng cao năng lực quản lý khai thác công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai tại tỉnh Thái Bình Nguyễn Lê Dũng, Bùi Duy Chí, Đặng Tuấn Phong	137
- Nghiên cứu diễn biến hạn hán trên lưu vực sông hồng - thái bình bằng bộ dữ liệu khí tượng, thủy văn khôi phục từ mô hình kết hợp WEHY-WRF Hồ Việt Cường, Nguyễn Thị Ngọc Nhân, Trần Văn Bách, Trịnh Quang Toàn	147
- Đánh giá biến động cực trị mưa trên lưu vực sông đà - thao bằng việc sử dụng bộ mô hình khí tượng thủy văn kết hợp WEHY-HCM Hồ Việt Cường, Đỗ Hoài Nam, Phan Cao Dương, Trịnh Quang Toàn	164
- Ứng dụng mạng long Short-Term Memory (LSTM) để dự báo mực nước tại trạm quang phục và Cửa Cấm, Hải Phòng, Việt Nam Lê Xuân Hiền, Hồ Việt Hùng	171



Thực thi bởi
giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VỀ THÔNG TIN, THIẾT BỊ VÀ HẬU CẦN TRONG CÔNG TÁC PHÒNG, CHỐNG THIÊN TÀI

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG

Địa chỉ: Số 175 Giảng Võ - Hà Nội

Điện thoại: 024 38515380; Fax: 024 38515381

Email: info@nxblaodong.com.vn;

Website: www.nxblaodong.com.vn

Chi nhánh phía Nam

Số 85 Cách mạng Tháng Tám, Quận 1, TP. Hồ Chí Minh

ĐT: 028 38390970; Fax: 028 39257205

Chịu trách nhiệm xuất bản:
MAI THỊ THANH HẰNG

Biên tập: **BÙI THỊ PHƯƠNG THÚY**
Trình bày: **VĂN LINH**
Bìa: **PHẠM VĂN VÂN**
Sửa bản in: **VŨ ĐỨC TÙNG**

LIÊN KẾT XUẤT BẢN

Công ty TNHH in và Thương mại Mê Linh
Trần Quý Cáp - Văn Chương - Đống Đa - Hà Nội

In 100 cuốn, khổ 20,5 x 29 cm tại Công ty TNHH in và Thương mại Mê Linh

Số xác nhận ĐKXB: 1584-2021/CXBIPH/04-88/LĐ

Quyết định xuất bản số: 813/QĐ-NXBLĐ, ngày 11/5/2021

Mã ISBN: 978-604-325-475-4

In xong và nộp lưu chiểu Quý II năm 2021