

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI THEO CÁC KỊCH BẢN MƯA LŨ

**TS. ĐẶNG TIẾN DŨNG; ThS. PHẠM XUÂN TIẾN;
KS. TRẦN XUÂN TIẾN; KS. ĐINH KHÁNH HẬU;
KS. NGÔ HẢI DƯƠNG; KS. LÊ ANH TUẤN**

Chi cục Thủy lợi Quảng Bình

1. Đặt vấn đề

Những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu nên tại Việt Nam nói chung, Quảng Bình và thành phố Đồng Hới nói riêng, các loại hình thiên tai diễn ra trái quy luật, phức tạp. Tình hình bão mạnh, mưa lớn, lũ lụt xảy ra ngày càng ác liệt hơn, gây nhiều thiệt hại nghiêm trọng về người, tài sản, an ninh lương thực, phá vỡ các cơ sở hạ tầng. Thành phố Đồng Hới là trung tâm kinh tế, chính trị, xã hội của tỉnh và là nơi có địa hình vùng đồng bằng thấp trũng ở hạ du lưu sông Nhật Lệ, nên mỗi khi có những trận mưa lớn, một số địa phương thuộc thành phố bị ngập lụt nghiêm trọng.

Do đặc điểm địa hình là vùng đồng bằng thấp trũng sát cửa biển, xung quanh bị án ngữ bởi đồi núi cao phía Tây, dải cồn cát như những con “đê” chắn lũ ở phía Đông, cửa Nhật Lệ là cửa tiêu thoát duy nhất của lưu vực sông Nhật Lệ, một trong những con sông lớn nhất của tỉnh và được gọi là sông “nghịch hà”, do đó mỗi khi mùa mưa, lũ đến nước lũ từ lưu vực sông tập trung nhanh và đổ dồn về cửa biển, trong khi gặp triều cường, thủy triều dâng cao, nước bị dồn ứ lại và gây ngập lụt nghiêm trọng cho thành phố.

Sản phẩm các bản đồ ngập lụt là một trong những công cụ hữu hiệu phục vụ đắc lực cho công tác ứng phó, chủ động với lũ lụt ở cả trong giai đoạn chuẩn bị cũng như giai đoạn ứng phó

khẩn cấp phòng chống thiên tai. Vai trò của bản đồ ngập lụt càng trở nên quan trọng đặc biệt ở thành phố Đồng Hới, do đây là trung tâm của tỉnh, nơi dân cư tập trung sinh sống đông đúc, đặc điểm địa hình phức tạp cũng như hệ thống sông, suối có nguy cơ ngày càng bị thu hẹp do sự lấn chiếm bờ, lòng sông. Chính vì vậy, việc sử dụng các bản đồ ngập lụt xây dựng sẵn với các kịch bản sẽ giúp cho các cơ quan có thẩm quyền chủ động lựa chọn phương án thích hợp để ứng phó kịp thời khi có các thông tin dự báo, cảnh báo nhanh về tình hình lũ lụt. Đồng thời cũng là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu thiệt hại và thoát lũ trong tương lai.

Hiện nay, việc áp dụng phương pháp mô hình toán thủy động lực trong công tác xây dựng bản đồ ngập lụt đang ngày càng trở nên phổ biến. Ưu điểm vượt trội của phương pháp này khiến nó trở thành một phương pháp hữu hiệu nhất hiện nay trong công tác xây dựng bản đồ ngập lụt, từ đó cung cấp cho các cơ quan quản lý một cái nhìn trực quan, toàn diện, sâu sắc về các khả năng ngập lụt có thể xảy ra cũng như mức độ tác động đến kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu.

2. Nội dung nghiên cứu

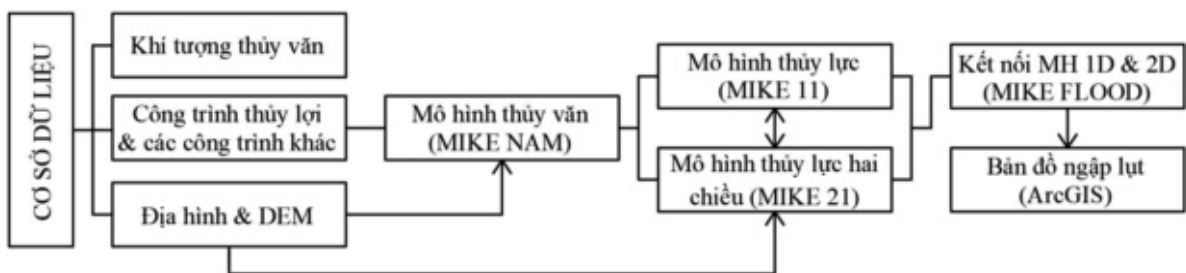
2.1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay, có nhiều bộ phần mềm mô phỏng thủy lực đã và đang được ứng dụng rộng rãi để

giải quyết các bài toán liên quan đến ngập lụt như phần mềm VRSAP, SOBEK, HEC-RAS, ISIS, DELF 3D, MIKE... Mỗi bộ phần mềm đều có những ưu nhược điểm riêng và hệ thống cộng đồng người sử dụng khác nhau. Trong đó, bộ phần mềm MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch phát triển là một trong những bộ công cụ

có nhiều ưu điểm và tính năng vượt trội với một số các module chính như MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21, MIKE FLOOD... Module MIKE FLOOD thực hiện các kết nối giữa MIKE 11 (tính toán thủy lực mạng sông 1 chiều) với MIKE 21 (mô phỏng dòng chảy 2 chiều theo phương ngang).

Hình 1: Sơ đồ khối các mô hình sử dụng trong mô phỏng và đánh giá ngập lụt



2.2. Dữ liệu nghiên cứu

- Dữ liệu vết lũ các trận mưa, lũ lịch sử được điều tra, thu thập: Điều tra 30 vết lũ điều tra thực địa; thu thập các vết lũ từ các đề tài, dự án đã thực hiện trên lưu vực sông Nhật Lệ, các điểm vết lũ này sẽ được tính toán và so sánh với độ cao từ bản đồ địa hình để đánh giá độ chính xác của dữ liệu theo phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên từ các điểm đo.

- Dữ liệu bản đồ địa hình các tỷ lệ của thành phố Đồng Hới được thu thập từ Sở Tài nguyên và Môi trường; các dự án, đề tài đã thực hiện trên địa bàn.

- Dữ liệu khảo sát địa hình mặt cắt ngang các nhánh sông trong thành phố (sông Phú Vinh, Cầu Rào, Lệ Kỳ, Nhật Lệ).

- Dữ liệu địa hình các trục đường chính trong thành phố, các tuyến đường lớn được nâng cấp, sửa chữa (đường Lê Lợi, Trần Hưng Đạo, đường Hồ Chí Minh, đường tránh, đường từ Trương Pháp - Khu công nghiệp, đường từ Cầu Nhật Lệ II - Hồ Chí Minh...).

- Dữ liệu các khu vực san nền, khu đô thị theo quy hoạch và đang được triển khai trên địa bàn.

2.3. Thiết lập mô hình

- Mô hình thủy lực 1 chiều cho hệ thống sông Nhật Lệ được thiết lập dựa trên cơ sở dữ liệu GIS mạng lưới hệ thống sông trên cơ sở bản đồ số hóa tỉ lệ 1:10.000 và hệ thống dữ liệu mặt cắt ngang sông. Mô hình được thiết lập gồm 9 hệ thống sông và đoạn sông, 21 biên lưu lượng mực nước (5 biên trên, 1 biên dưới, 15 biên lưu lượng nhập lưu khu giữa). Hệ thống mặt cắt ngang được đưa vào mô hình thủy lực mạng lưới sông bao gồm 175 mặt cắt thực đo trên tổng số 129,2km sông.

- Mô hình thủy lực 2 chiều cho lưu vực sông Nhật Lệ được thiết lập cho cả 2 huyện Quảng Ninh, Lệ Thủy và thành phố Đồng Hới. Bản đồ DEM khu vực nghiên cứu với độ phân giải 10 x 10 được sử dụng xây dựng mạng lưới tính toán cho mô hình MIKE21. Nền địa hình này được cập nhật hệ thống điểm cao độ của mạng lưới

đường sắt, quốc lộ, đường Hồ Chí Minh, các cầu, cống... đảm bảo cấu trúc mô hình vật lý tương đối phù hợp với ngoài thực tế.

- Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

+ Hiệu chỉnh mô hình thủy lực 1 chiều được đánh giá thông qua hệ số tương quan bộ R^2 , sai số đỉnh, sai số tổng lượng và chỉ tiêu Nash giữa số liệu tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Lệ Thủy. Kết quả hiệu chỉnh trận mưa lũ lịch sử tháng 10/2010 có giá trị sai số về tổng lượng $SS_w = 9,09\%$, $SS_D = 3,22\%$, sai số tương quan $R^2 = 0,968$, chỉ số Nash đạt 0,943 tương đối tốt, hình dạng và xu thế đường quá trình lũ giữa tính toán và thực đo trạm Lệ Thủy tương đối trùng khớp; đối với trận mưa lũ tháng 10/2016 có giá trị sai số về tổng lượng $SS_w = 0,88\%$, $SS_D = 1,5\%$, sai số tương quan $R^2 = 0,962$, chỉ số Nash đạt 0,938 tương đối tốt, hình dạng và xu thế đường quá trình lũ giữa tính toán và thực đo trạm Lệ Thủy tương đối trùng khớp nhau.

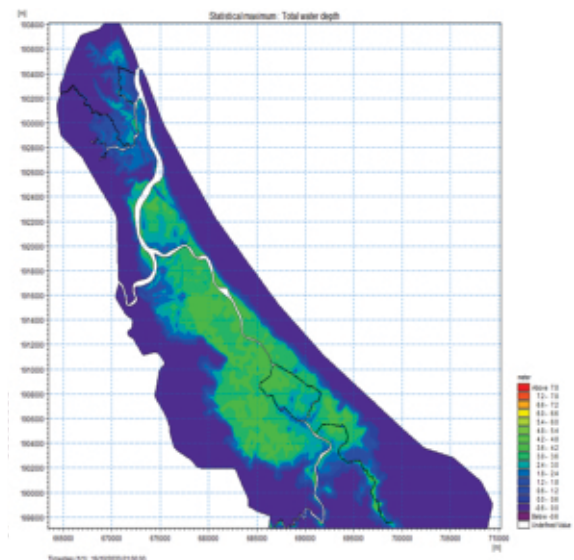
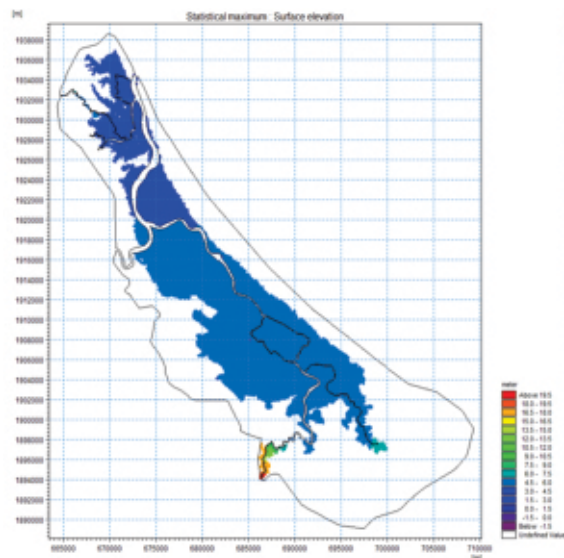
+ Hiệu chỉnh mô hình thủy lực 2 chiều đánh giá thông qua chỉ tiêu Nash, với vết lũ điều tra đợt lũ năm 2010. Kết quả so sánh vết lũ điều tra với kết quả mô phỏng thấy rằng, chỉ số Nash mô hình đạt 0,786, chênh lệch lớn nhất 27cm, nhỏ nhất 2cm.

+ Kiểm định mô hình thủy lực 1 chiều và 2 chiều từ số liệu trận lũ lịch sử từ ngày 16-25/10/2020 để hiệu chỉnh mô hình MIKE FLOOD cho hệ thống sông Nhật Lệ.

Kết quả kiểm định mô hình 1 chiều cho kết quả sai số tương quan $R^2 = 0,977$, sai số đỉnh $SS_D = 3,28\%$, sai số tổng lượng $SS_w = 2,56\%$, đường quá trình mực nước thực đo và tính toán có xu thế và hình dạng tương tự nhau.

Kết quả kiểm định mô hình 2 chiều cho kết quả chênh lệch cao độ vết lũ điều tra và mô phỏng lớn nhất 1,06m, nhỏ nhất 0,0m, trung bình 0,16m. Tính toán hệ số Nash từ 513 vết lũ đạt 0,713 thuộc loại tốt.

Hình 2: Kết quả ngập lụt trên mô hình thủy lực hai chiều lưu vực sông Nhật Lệ



3. Kết quả nghiên cứu

Các kịch bản mưa lũ được đưa vào xây dựng bản đồ ngập lụt gồm:

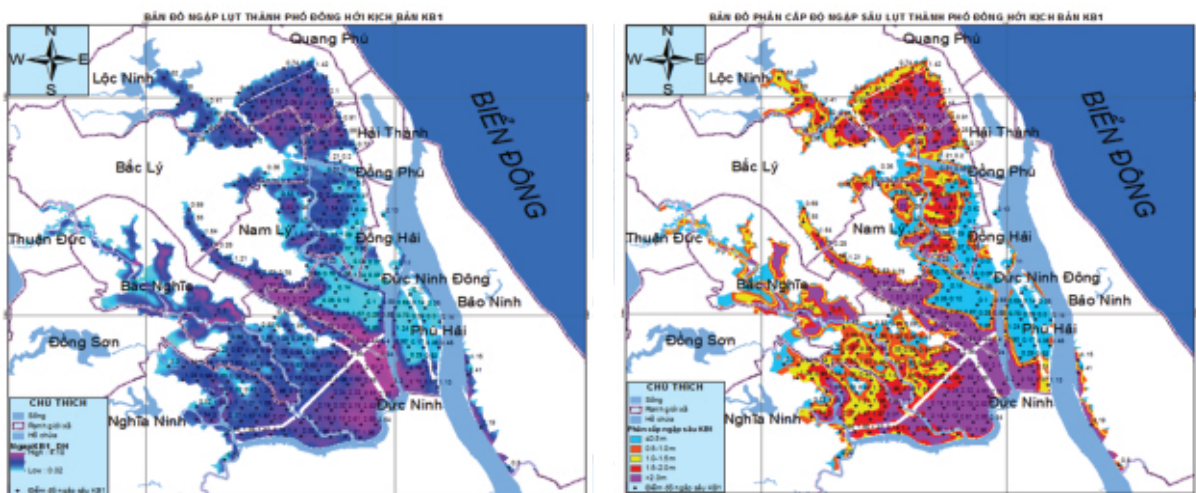
Bảng 1: Tổng hợp kịch bản thiết kế để xây dựng bản đồ ngập lụt

STT	Tên kịch bản	Viết tắt	Thành phần trong kịch bản
1	Kịch bản 1	KB1	Mưa lũ 2%, biên triều trung bình
2	Kịch bản 2	KB2	Mưa lũ 2%, biên triều 1%
3	Kịch bản 3	KB3	Mưa lũ 5%, biên triều trung bình
4	Kịch bản 4	KB4	Mưa lũ 5%, biên triều 1%
5	Kịch bản 5	KB5	Mưa lũ 10%, biên triều trung bình
6	Kịch bản 6	KB6	Mưa lũ 10%, biên triều 1%
7	Kịch bản 7	KB7	Mưa lũ 5%, biên triều trung bình, xả lũ hồ Phú Vinh 1%
8	Kịch bản 8	KB8	Mưa lũ 5%, biên triều 1%, xả lũ hồ Phú Vinh 1%
9	Kịch bản lũ lịch sử 2020	LLS2020	Mưa lũ lịch sử tháng 10 năm 2020

Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt thành phố Đồng Hới theo các kịch bản mưa lũ được xuất ra dưới dạng file ASCII, sau đó xử lý bằng phần mềm quản lý dữ liệu GIS nhằm xây dựng các vùng ngập lụt với độ sâu ngập khác nhau thành các lớp thông tin (layers) trên nền GIS.

Từ đó kết hợp với các thông tin khác như ranh giới hành chính, đường giao thông, khu dân cư, thực vật... để hình thành bộ cơ sở dữ liệu GIS về ngập lụt, trong đó lớp thông tin quan trọng là quy mô ngập lụt và độ sâu ngập lụt cho từng khu vực.

Hình 3: Bản đồ ngập lụt (trái) và bản đồ phân cấp độ sâu ngập (phải) thành phố Đồng Hới



KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

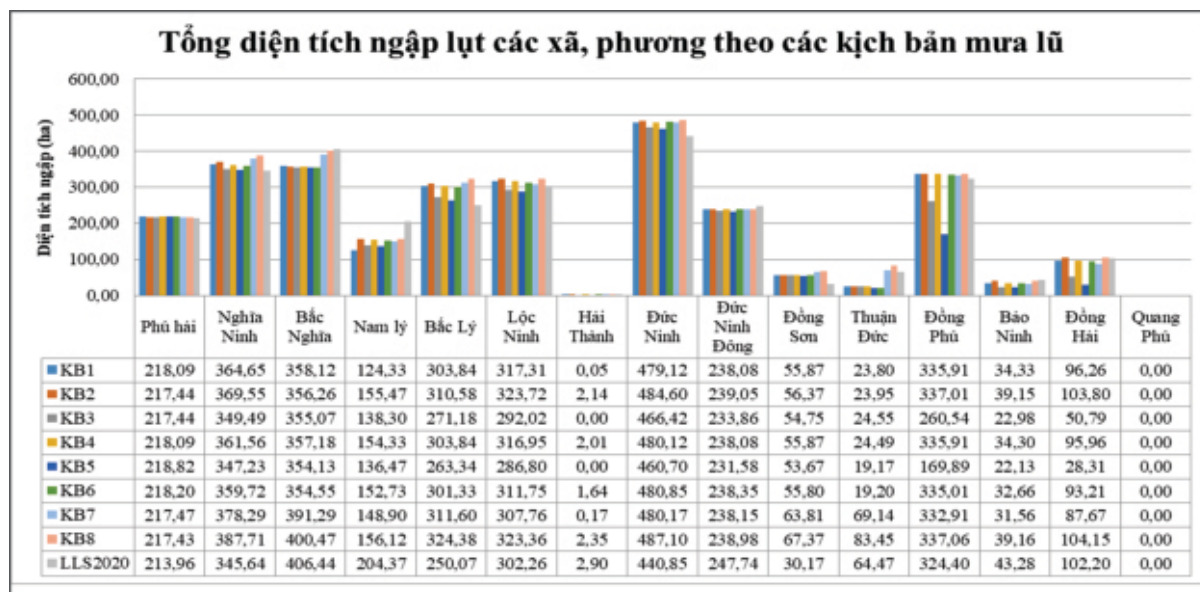
Từ kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt cho thấy, diện tích ngập lụt lớn nhất tại các xã Đức Ninh, Nghĩa Ninh, Lộc Ninh và phường Đồng Phú, khu vực ít ngập nhất là phường Hải Thành, Đồng Hải, xã Thuận Đức, Bảo Ninh, riêng xã Quang Phú hầu như không bị ảnh

hưởng ngập lụt do mưa, lũ. Cũng tại xã Đức Ninh, phường Đồng Phú và Bắc Lý có diện tích ngập ứng với độ sâu ngập >2m là nhiều nhất, do ở đây có nhiều khu vực địa hình thấp trũng (có nơi thấp hơn mực nước biển +0,0m).

Bảng 2: Diện tích ngập lụt thành phố Đồng Hới theo các kịch bản mưa lũ

Địa giới hành chính	Tổng diện tích ngập lụt ứng với các kịch bản (ha)								
	KB1	KB2	KB3	KB4	KB5	KB6	KB7	KB8	LLS2020
Phú Hải	218,09	217,44	217,44	218,09	218,82	218,20	217,47	217,43	213,96
Nghĩa Ninh	364,65	369,55	349,49	361,56	347,23	359,72	378,29	387,71	345,64
Bắc Nghĩa	358,12	356,26	355,07	357,18	354,13	354,55	391,29	400,47	406,44
Nam lý	124,33	155,47	138,30	154,33	136,47	152,73	148,90	156,12	204,37
Bắc Lý	303,84	310,58	271,18	303,84	263,34	301,33	311,60	324,38	250,07
Lộc Ninh	317,31	323,72	292,02	316,95	286,80	311,75	307,76	323,36	302,26
Hải Thành	0,05	2,14	0,00	2,01	0,00	1,64	0,17	2,35	2,90
Đức Ninh	479,12	484,60	466,42	480,12	460,70	480,85	480,17	487,10	440,85
Đức Ninh Đông	238,08	239,05	233,86	238,08	231,58	238,35	238,15	238,98	247,74
Đồng Sơn	55,87	56,37	54,75	55,87	53,67	55,80	63,81	67,37	30,17
Thuận Đức	23,80	23,95	24,55	24,49	19,17	19,20	69,14	83,45	64,47
Đồng Phú	335,91	337,01	260,54	335,91	169,89	335,01	332,91	337,06	324,40
Bảo Ninh	34,33	39,15	22,98	34,30	22,13	32,66	31,56	39,16	43,28
Đồng Hải	96,26	103,80	50,79	95,96	28,31	93,21	87,67	104,15	102,20
Quang Phú	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tổng	2.949,76	3.019,09	2.737,39	2.978,69	2.592,24	2.955,00	3.058,89	3.169,09	2.978,75

Hình 4: Biểu đồ ngập lụt các xã, phường theo kịch bản mưa lũ



Bảng 3: Tổng hợp diện tích ngập lụt và tỷ lệ ngập lụt tại thành phố Đồng Hới

Kịch bản	Diện tích ngập lụt ứng với cấp độ sâu ngập lụt (ha)						Tỷ lệ diện tích ngập (ha)
	≤0,5m	0,5-1,0m	1,0-1,5m	1,5-2,0m	>2,0m	Tổng	
KB1	199,43	408,25	508,5	775,46	1.091,59	2.983,23	19,54%
KB2	68,5	482,9	491,9	686,54	1.322,06	3.051,9	19,99%
KB3	362,66	529,46	757,84	756,9	3.31,37	2.738,23	17,93%
KB4	222,89	395,56	517,17	785,86	1.090,69	3.012,17	19,73%
KB5	419,34	551,35	740,54	668,1	213,71	2.593,04	16,98%
KB6	255,59	429,13	555,57	843,58	903,68	2.987,55	19,57%
KB7	254,25	424,94	593,86	873,18	954,5	3.100,73	20,31%
KB8	207,24	330,82	486,3	643,13	1.521,53	3.189,02	20,89%
LLS2020	496,62	471,89	491,38	464,4	1.054,5	2.978,75	19,51%

3. Kết luận

Trong nghiên cứu này, mô hình kết nối 1-2 chiều đã được sử dụng mô phỏng diện tích ngập lụt thành phố Đồng Hới. Kết quả mô phỏng có độ tin cậy và phù hợp với các số liệu hiện có. Kết quả các bản đồ và số liệu được trình bày trong bài báo cho thấy nghiên cứu này đã giải quyết được mục tiêu đề ra từ ban đầu là xác định được các vùng bị ngập lụt, tính toán được diện tích và độ sâu các vùng bị ngập lụt. Các vùng thường xuyên bị ngập sâu nằm ở

các vùng thấp trũng thuộc địa phận các xã, phường Đức Ninh, Lộc Ninh, Bắc Lý và Đồng Phú. Kết quả từ nghiên cứu này là cơ sở khoa học phục vụ công tác phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai cho thành phố Đồng Hới nói riêng và lưu vực sông Nhật Lệ nói chung. Đồng thời đây cũng là nguồn dữ liệu quan trọng cho việc các nghiên cứu tiếp theo trong việc phân tích nguyên nhân và định hướng các giải pháp xử lý cho thành phố Đồng Hới.

Tài liệu tham khảo:

1. Chi cục Thủy lợi, *Đề tài khoa học: Đánh giá nguyên nhân gây ngập lụt và đề xuất các giải pháp xử lý cho thành phố Đồng Hới*, 2023.
2. Chi cục Thủy lợi, *Dự án: Điều tra, cắm mốc vết lũ trận lũ lịch sử năm 2020 và lập bản đồ ngập lụt cho 4 lưu vực sông lớn trên địa bàn tỉnh Quảng Bình*, 2021.
3. Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội, *Đề tài khoa học: Đánh giá nguyên nhân gây ngập lụt kéo dài do lũ và định hướng giải pháp thoát lũ cho vùng Lệ Thủy, Quảng Ninh, tỉnh Quảng Bình*, 2022.
4. Đài Khí tượng Thủy văn Quảng Bình, *Dự án: Điều tra khảo sát ngập lụt, xây dựng mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ trên các sông thuộc tỉnh Quảng Bình chưa được quy định tại Quyết định số 05/2020/QĐ-TTg ngày 31/1/2020 của Thủ tướng Chính phủ*, 2021.