

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THĂM VÀ GIS XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGẬP LỤT TỈNH QUẢNG NINH

TS. Dương Văn Khảm - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Quảng Ninh là một tỉnh ở địa đầu Đông Bắc Việt Nam. Là một tỉnh miền núi duyên hải, với 80% diện tích đất đai là đồi núi. Địa hình được chia ra thành các vùng đồi núi, vùng trung du đồng bằng và vùng biển đảo. Với vị trí địa lý trải dài từ Bắc xuống Nam, sông suối ngắn và dốc, có bờ biển dài và địa hình phân bố nhiều vùng miền tương đối phức tạp, tỉnh Quảng Ninh là một trong những địa phương thiên tai thường xuyên xảy ra, đặc biệt là lũ lụt, lũ quét ảnh hưởng lớn đến phát triển kinh tế xã hội và đời sống của nhân dân trong tỉnh. Vì vậy, việc xây dựng được bản đồ ngập lụt và thời gian ngập lụt sẽ là một công cụ trực quan rất hữu ích, cho phép đánh giá được khả năng ngập lụt cho từng lưu vực sông theo các kịch bản mưa khác nhau. Điều này rất cần thiết cho các nhà quản lý khi quyết định xử lý tình huống khẩn cấp trong việc phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra.

1. Đặt vấn đề

Với việc xây dựng được bản đồ ngập lụt cho phép:

- Cho biết diện ngập lụt, mức ngập lụt, thời gian ngập lụt tại bất kỳ điểm nào trong vùng ngập khi biết được lượng mưa và mực nước lũ tại điểm quan trắc.

- Tạo cơ sở lựa chọn các biện pháp phòng lụt, ngập úng, các biện pháp công trình, như: đê bao, kè, hồ hoặc hầm chứa nước, đường thoát nước,... đến các biện pháp phi công trình, như: phân vùng ngập lụt, quy hoạch quản lý sử dụng đất và quy chế xây dựng trong khu vực có nguy cơ ngập úng.

- Trợ giúp thực hiện phân vùng quản lý sử dụng đất trong khu vực thường xuyên ngập úng.

- Tạo cơ sở nghiên cứu biện pháp phòng ngập trong xây dựng cơ bản. Khi bắt buộc phải chấp nhận việc xây dựng công trình trong vùng có nguy cơ ngập thì ngoài biện pháp công trình cần có các giải pháp kỹ thuật nhằm tăng cường sức chịu đựng của công trình đối với ngập úng. Trong trường hợp như vậy, các thông số thủy văn như độ sâu ngập, thời gian ngập, tốc độ dòng chảy và cả lượng cát bùn là những thông tin rất cần thiết để xác định giải pháp kỹ thuật tăng cường nói trên.

- Nâng cao hiệu quả phục vụ của công tác cảnh báo, dự báo lũ lụt. Dự báo, cảnh báo những nơi có thể bị ngập lụt với các mức độ khác nhau.

- Nâng cao hiệu quả của công tác hậu cần, khắc phục hậu quả do lũ lụt gây ra: đê điều, các công trình cơ sở hạ tầng,...

2. Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt và thời gian ngập lụt

a. Bản đồ cảnh báo diện ngập lụt

Để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt có nhiều phương pháp khác nhau, trong đó phương pháp kết hợp giữa ảnh vệ tinh và mô hình số độ cao DEM cùng với một số quan trắc thủy văn đang được ứng dụng nhiều nước trên thế giới. Việc xây dựng bản đồ ngập lụt theo phương pháp này rất cần sự hỗ trợ đặc lực của hệ thống tin địa lý GIS, đặc biệt là modun phân tích không gian.

Khi xây dựng bản đồ ngập lụt cho tỉnh Quảng Ninh, bài viết đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat, Spot và MODIS. Quá trình xử lý giải đoán ảnh vệ tinh để xây dựng bản đồ ngập lụt được thể hiện tóm tắt như sau: (Hình 1)

- Trước tiên các ảnh vệ tinh được lấy theo vùng nghiên cứu,

- Sau đó các ảnh này được nắn chỉnh theo hệ tọa độ VN2000;

- Tiếp theo là loại những pixel mây trong các ảnh vệ tinh đã được nắn chỉnh (hệ số phản xạ ở dải sóng lam lớn hơn 0.2).

- Để xác định được vùng ngập nước thường xuyên (ao, hồ, sông,...) từ ảnh vệ tinh, bài viết sử dụng ba chỉ số sau:

Chỉ số tăng cường thực vật EVI (Enhanced Vegetation Index)

$$EVI = 2.5 \times \frac{NIR - RED}{NIR + 6 \times RED - 7.5 \times BLUE + 1} \quad (1)$$

Chỉ số nước bề mặt LSWI (Land Surface Water

Người đọc phản biện: PGS.TS. Lê Thanh Hà

Index)

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

Chỉ số khác biệt giữa EVI và LSWI (DVEL-Difference Value between EVI and LSWI)

$$DVEL = EVI - LSWI \quad (3)$$

Trong đó:

NIR là hệ số phản xạ bề mặt ở bước sóng cận hồng ngoại (841-875 nm);

RED là hệ số phản xạ bề mặt ở bước sóng hồng ngoại (621-670 nm);

BLUE là hệ số phản xạ bề mặt ở bước sóng xanh (459-479 nm);

SWIR là hệ số phản xạ bề mặt ở bước sóng ngắn hồng ngoại (1628-1652 nm).

Chỉ số nước bề mặt LSWI, biểu thị mức độ thay đổi hàm lượng nước của lớp phủ bề mặt. LSWI là một trong những chỉ số để đánh giá mức độ hạn hán, ngập lụt của lớp phủ bề mặt. Đối với các đối tượng có độ chứa nước nhất định, giá trị phản xạ

phổ NIR của đối tượng gần như là lớn nhất và giá trị phản xạ phổ SWIR của đối tượng cũng gần như là nhỏ nhất. Sự chênh lệch giá trị phổ phản xạ của hai bước sóng này làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng chỉ số LSWI.

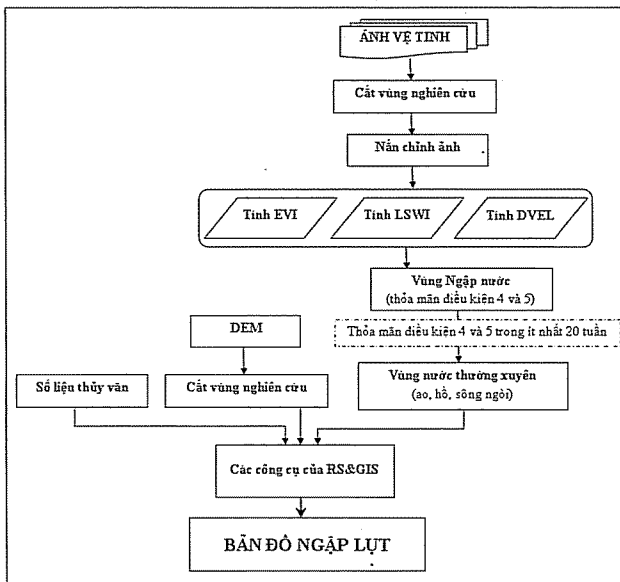
Những pixel được xác định là bề mặt nước khi hệ số phản xạ bề mặt ở các bước sóng khác nhau thỏa mãn các điều kiện sau:

$$DVEL \leq 0.05 \quad \text{và} \quad EVI \leq 0.3 \quad (4)$$

$$\text{hoặc} \quad EVI \leq 0.05 \quad \text{và} \quad LSWI \leq 0.5 \quad (5)$$

Các pixel thỏa mãn điều kiện (4) và (5) liên tục từ 16-20 tuần được xác định là vùng nước ngập thường xuyên (ao, hồ, sông, ...).

Sau khi đã xác định được vùng ngập nước thường xuyên, áp dụng các công cụ GIS với các mô hình số độ cao DEM và các đặc trưng thủy văn của vùng nghiên cứu, chúng tôi đã xây dựng được bản đồ cảnh báo ngập lụt một số lưu vực sông ở tỉnh Quảng Ninh.



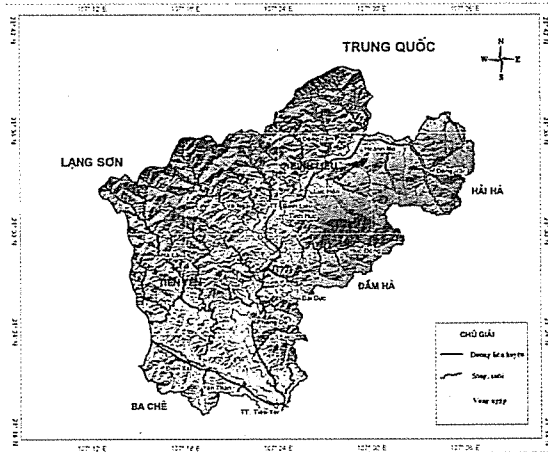
Hình 1. Các bước xây dựng bản đồ cảnh báo diện ngập lụt

Bảng 1. Một số đặc trưng thủy văn tại trạm Bình Liêu

Năm	Trung bình năm		Lớn nhất				Nhỏ nhất		
	Mức nước	Lưu lượng	Mức nước	Lưu lượng	Lượng mưa	Ngày xuất hiện	Mức nước	Lưu lượng	Ngày xuất hiện
1995	7680	20,2	8004	1310	136.9	06/8	7652	2,42	04/3
1996	7680	21,2	8013	1340	197.9	23/5	7647	2,22	12/3
1997	7682	19,3	8024	1430	126	23/8	7650	2,33	06/3
1998	7675	18,2	8159	2700	183.2	03/7	7650	2,34	22/02
1999	7677	15,7	8007	1270	160.3	29/9	7643	1,91	16/3
2000	7674	13,9	7947	857	164.4	15/10	7649	2,22	07/5

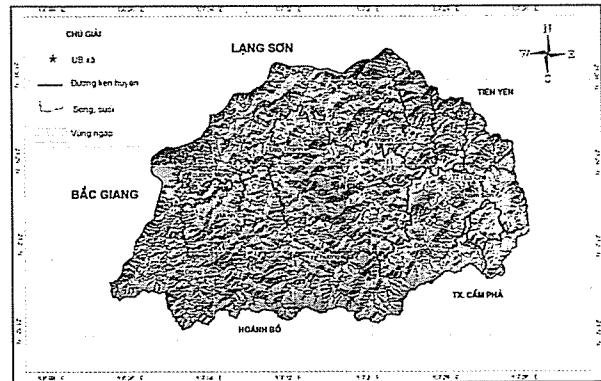
Năm	Trung bình năm		Lớn nhất				Nhỏ nhất		
	Mức nước	Lưu lượng	Mức nước	Lưu lượng	Lượng mưa	Ngày xuất hiện	Mức nước	Lưu lượng	Ngày xuất hiện
2001	7688	29,2	8102	2140	210.5	28/6	7652	2,40	23/02
2002	7577	17,9	8104	2180	562.2	13/5	7649	2,12	28/4
2003	7674	14,0	8014	1470	142.7	26/8	7650	2,28	07/3
2004	7666	10,8	7892	595	108.5	22/8	7642	1,37	13/3
2005	7679	24,8	8072	1860	178.3	09/6	7642	1,76	13/3
2006	7672	19,8	8051	1690	176.3	05/7	7643	2,14	22/5
2007	7669	12,2	7901	631	109.4	06/7	7644	1,70	13/3
2008	7684	31,6	8367	4740	697	26/9	7644	1,92	12/3

BẢN ĐỒ CẢNH BÁO DIỆN NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG TIỀN YÊN
(TƯƠNG ỨNG VỚI MỨC NƯỚC LỚN NHẤT TẠI BÌNH LIÊU)



Hình 2. Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Tiên Yên

BẢN ĐỒ CẢNH BÁO DIỆN NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG BA CHÈ
(TƯƠNG ỨNG VỚI MỨC NƯỚC LỚN NHẤT TẠI BA CHÈ)



Hình 3. Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Ba Chẽ

b. Bản đồ cảnh báo thời gian ngập lụt

Phương pháp tính toán thời gian ngập lụt

Phân cấp lưu vực sông theo thời gian tập trung nước là nhằm chỉ ra ở mỗi lưu vực có khả năng xuất hiện loại lũ nào và mức độ tập trung của chúng để tạo cơ sở lựa chọn và áp dụng các biện pháp phòng tránh, hạn chế thiệt hại do lũ lụt gây ra.

Bản đồ cảnh báo thời gian ngập lụt được thành lập chủ yếu dựa vào các đặc trưng hình thái của mạng lưới sông suối. Bản đồ này thể hiện phân cấp theo thời gian tập trung lũ của từng lưu vực cụ thể. Có hai đặc trưng chủ yếu được sử dụng để xây dựng bản đồ cảnh báo thời gian ngập lụt là chiều dài và độ dốc sông suối của lưu vực. Qua những thực nghiệm và các nghiên cứu đáng tin cậy trước đây, hai yếu tố này liên quan chặt chẽ đến thời gian tập

trung lũ của mỗi lưu vực được xem xét. Các bước xây dựng bản đồ thời gian tập trung lũ được thể hiện trên hình 4.

Thời gian tập trung nước được tính theo công thức Kirpich:

$$T_c = \frac{0,0078L^{0,77} S^{-0,385}}{60} \tag{6}$$

Trong đó: L - chiều dài sông suối (ft)

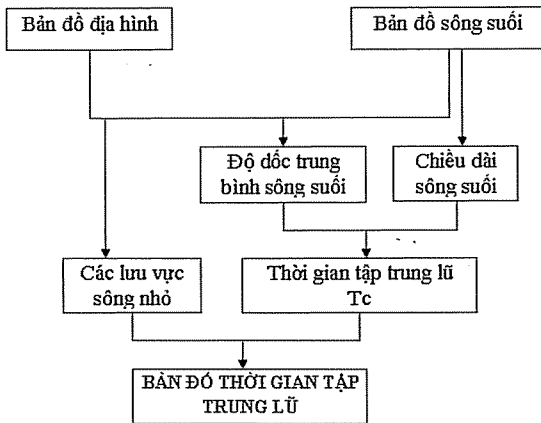
S - độ dốc trung bình sông suối (ft/ft)

Theo công thức này, phân các lưu vực thành 3 cấp theo thời gian tập trung lũ:

Cấp 1: $T_c \leq 3h$

Cấp 2: $3h < T_c \leq 6h$

Cấp 3: $T_c > 6h$



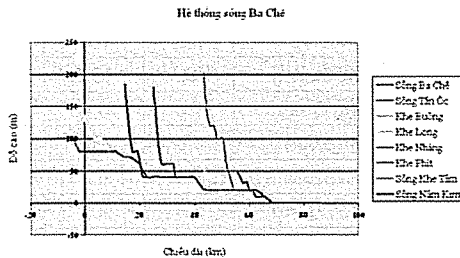
Hình 4. Sơ đồ xây dựng bản đồ thời gian tập trung lũ

Kết quả xây dựng bản đồ thời gian ngập lụt

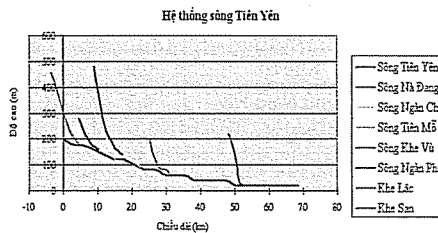
Tỉnh Quảng Ninh gồm 6 lưu vực sông chính, mỗi lưu vực lại chia thành các lưu vực sông nhỏ hơn bao gồm: Sông Tiên Yên: 20 lưu vực; Sông Ba Chẽ: 41 lưu vực; Sông Đầm Hà: 3 lưu vực; Sông Hà Cối: 5 lưu vực; Sông Cẩm - suối Cái: 6 lưu vực; Sông Vàng

Danh: 5 lưu vực.

Trên cơ sở các lưu vực được hình thành trên toàn bộ hệ thống sông ở Quảng Ninh như đã nêu ở trên, áp dụng công thức 6 đã tính toán được thời gian ngập lụt cho từng lưu vực sông (Bảng 2).



a) Hệ thống sông Ba Chẽ



b) Hệ thống sông Tiên Yên

Hình 5. Trắc diện dọc một số hệ thống sông chính ở Quảng Ninh

Nhìn chung, các con sông ở Quảng Ninh đều ngắn và dốc, thời gian tập trung nước ở các lưu vực con rất ngắn, dao động từ 1 đến 2 tiếng, có những sông, suối rất dốc thời gian tập trung lũ nhanh hơn rất nhiều như Khe Vằn (sông Tiên Yên) có chiều dài 1,8 km nhưng độ dốc đạt 102,5‰, chỉ cần 0,2 giờ

để nước dồn đến cửa ra lưu vực. Trong khi đó sông Phố Cũ (phụ lưu lớn nhất của sông Tiên Yên) có chiều dài sông 31,2 km, độ dốc lòng sông 9,8‰, thời gian tập trung lũ 5,6 giờ.

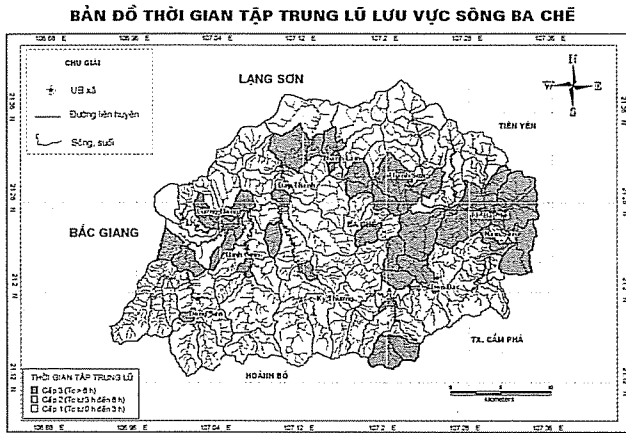
Kết quả tính thời gian tập trung lũ được thống kê trong bảng 2.

Bảng 2. Thời gian tập trung nước lưu vực sông ở Quảng Ninh

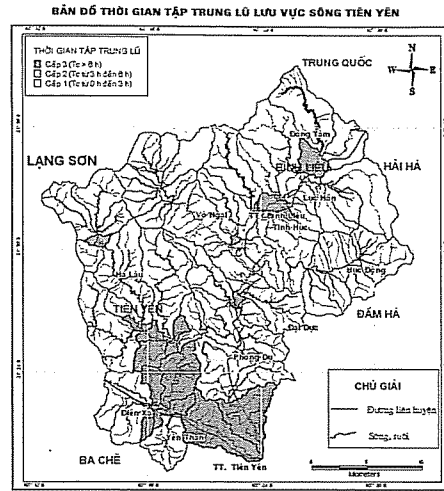
STT	Tên sông	Chiều dài sông (km)	Độ dốc lòng sông (‰)	Tc (giờ)	STT	Tên sông	Chiều dài sông (km)	Độ dốc lòng sông (‰)	Tc (giờ)
Sông Tiên Yên									
1	Sông Bắc Phe	6,2	19,5	1,2	11	Sông Ngạn Chi	14,5	24,4	2,2
2	Sông Khe Vũ	7,8	23,8	1,4	12	Khe Đanh	4,9	28,1	0,9
3	Khe Vằn	1,8	102,5	0,2	13	Khe Buông	13,0	9,9	2,8
4	Khe Mỏ	3,1	33,9	0,6	14	Khe Lông	9,0	11,2	2,0
5	Sông Bàn Lông	6,3	15,8	1,4	15	Khe Vàng	3,6	14,3	0,9
6	Khe Lạc	4,8	16,8	1,1	16	Khe Muối	3,6	5,5	1,3
7	Khe San	4,8	42,0	0,7	17	Sông Phố Cũ	31,2	9,8	5,6

STT	Tên sông	Chiều dài sông (km)	Độ dốc lòng sông (‰)	Tc (giờ)	STT	Tên sông	Chiều dài sông (km)	Độ dốc lòng sông (‰)	Tc (giờ)
8	Sông Nà Đàng	8,6	29,2	1,4	18	Khe Tát	8,7	3,8	3,0
9	Sông Ngàn Khéo	12,1	21,4	2,0	19	Khe Min	6,9	5,4	2,2
10	Sông Tiên Mô	17,2	31,6	2,2	20	Sông Nà Hạt	5,0	14,5	1,2
Sông Ba Chẽ									
1	Khe Nháng	6,7	20,3	1,3	22	Khe Phương	1,4	39,8	0,3
2	Khe Hương	2,0	1,3	1,5	23	Khe Bông	5,7	20,6	1,1
3	Khe Lãm	3,4	22,5	0,7	24	Khe Dĩa	4,3	23,1	0,9
4	Khe Lọng Con	1,2	16,3	0,4	25	Sông Nam Kim	8,9	6,5	2,5
5	Khe Lầy	2,3	9,0	0,8	26	Sông Khe Hồ	7,9	2,7	3,2
6	Khe Phụt	1,8	0,0	0,0	27	Sông Làng Cống	14,7	7,6	3,5
7	Khe Dít	3,4	17,6	0,8	28	Sông Kỳ Thượng	8,7	12,4	1,9
8	Khe Ló	1,9	13,1	0,6	29	Khe Lọng	10,1	8,4	2,5
9	Khe Tâm	8,3	14,5	1,7	30	Khe Cổ	6,7	11,1	1,6
10	Khe Trăng	1,5	12,7	0,5	31	Khe Phít	3,9	6,5	1,3
11	Khe Chúc	1,1	18,2	0,3	32	Sông Đoảng	7,0	12,1	1,6
12	Khe Gia	1,6	0,0	0,0	33	Khe Te	3,9	8,8	1,2
13	Khe Há	0,9	0,0	0,0	34	Khe Lương	10,4	13,0	2,1
14	Sông Nam Hà	4,3	0,0	0,0	35	Sông Quánh	7,6	5,4	2,3
15	Khe Tây	8,1	12,1	1,8	36	Khe Càn	9,0	23,2	1,5
16	Sông Khe Mười	3,0	13,5	0,8	37	Khe Liên	4,2	4,2	1,6
17	Khe Tùm	1,9	9,1	0,7	38	Khe Buông	6,5	30,7	1,1
18	Khe Khoai	1,5	26,3	0,4	39	Sông Khe Máy	9,8	5,9	2,8
19	Sông Khe Ngà	1,6	5,3	0,7	40	Sông Tân Cốc	12,0	6,0	3,2
20	Sông Nam Kim Ngọn	3,6	8,3	1,1	41	Khe Lan	7,3	7,8	2,0
21	Sông Khe Mùi	2,7	14,8	0,7					
Sông Đầm Hà									
1	Sông Mường Tường	4,5	4,4	1,7	3	Sông Tài Công Mỹ	3,8	39,7	0,6
2	Khe Lý Này	2,2	51,7	0,4					
Sông Hà Cối									
1	Sông Bò Lổ	10,3	0,0	0,0	4	Sông Chúc Bài Sơn	2,1	5,2	0,9
2	Sông Kheo Tiên	8,5	37,2	1,2	5	Sông Tài Chi	19,2	21,4	2,8
3	Sông Lý Quảng	7,5	52,8	1,0					
Sông Cẩm - suối Cái									
1	Sông Đá Trắng	7,0	19,3	1,3	4	Sông Vàng Tân	6,0	24,0	1,1
2	Suối Ngang	1,5	13,2	0,5	5	Khe Chè	17,1	4,0	5,0
3	Khe Cái	4,0	25,3	0,8	6	Khe Mít	17,7	3,4	5,4
Sông Vàng Danh									
1	Suối Tháo Da	1,6	36,9	0,3	4	Khe Cây Thông	3,0	43,4	0,5
2	Sông Miếu Thán	4,6	12,9	1,1	5	Sông Mười Hai Khe	4,6	9,9	1,3
3	Sông Đông Bông	6,6	13,7	1,5					

Các bản đồ về thời gian ngập lũ tại một số lưu vực được thể hiện trên các hình 6, 7.



Hình 6. Bản đồ thời gian tập trung lũ lưu vực sông Ba Chẽ



Hình 7. Bản đồ thời gian tập trung lũ lưu vực sông Tiên Yên

3. Kết luận

Bản đồ nguy cơ ngập lụt và cảnh báo thời gian ngập lụt được xây dựng trên cơ sở kết hợp giữa ảnh vệ tinh và mô hình số độ cao DEM cùng với các đặc trưng thủy văn và hình thái của mạng lưới sông suối, là phương pháp mới hiện đại với độ chính xác cao đang được ứng dụng nhiều nước trên thế giới.

Các kết quả tính toán khá phù hợp với thực tế. Bản đồ diện ngập lụt và thời gian ngập lụt các lưu vực sông ở Quảng Ninh sẽ là một công cụ rất hữu ích cho phép nắm bắt được khả năng ngập lụt, giúp các nhà quản lý khi quyết định xử lý tình huống khẩn cấp trong việc phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây.

Tài liệu tham khảo

1. N. L. Anh, N. Q. Anh, T. K. Châu (43V), Báo cáo NCKH Ứng dụng Kỹ thuật Viễn thám và Hệ Thông tin Địa lý vào xây dựng bản đồ ngập lụt và đánh giá ngập lụt ở tỉnh Thừa Thiên Huế, Hội nghị Báo cáo NCKH năm 2005. Khoa Thủy văn – Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi.
2. PGS. TS. Lâm Quang Đốc, Bản đồ chuyên đề, NXB Đại học Sư phạm, 2002.
3. Cao Đăng Dư, Trần Thực, Phạm Hồng Phương, Điều tra, nghiên cứu và cảnh báo lũ lụt phục vụ phòng tránh thiên tai ở các lưu vực sông miền Trung, Viện Khí tượng Thủy văn, Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước, 2002.
4. Trần Trọng Huệ, Lập quy hoạch vùng bị lũ quét và sạt lở đất đá địa bàn tỉnh Quảng Ninh để xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ cường độ thiên tai và thiệt hại, Viện Địa Chất – Viện KH-CN Việt Nam, Báo cáo đề tài, 2007.
5. Hoàng Thanh Tùng, Dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống sông Hương tỉnh Thừa Thiên Huế, Tạp chí KHKT Thủy Lợi & Môi Trường – ĐH Thủy Lợi số 7 (11/2004).
6. С.А. Горбунов. Современные микроконтроллеры. Москва: Аким, 1998. – 250 с.
7. Л. Г. Качурин. Методы метеорологических измерений. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. – 456 с.