K

VIỆN KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

VIỆN ĐỊA LÝ

BÁO CÁO TỔNG KẾT KHOA HỌC & KỸ THUẬT ĐỀ TÀI:

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC CHO CÁC GIẢI PHÁP TỔNG THỂ DỰ BÁO PHÒNG TRÁNH LŨ LỤT Ở MIỀN TRUNG

CƠ QUAN CHỦ TRÌ

VIỆN TRƯỞNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN ĐỊA LÝ

PGS. TSKH. Nguyễn Văn Cư

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI

TS. Nguyễn Lập Dân

ản thảo viết xong tháng XI/2004

ài liệu này được chuẩn bị trên cơ sở kết quả thực hiện đề tài cấp nhà nước
ã số KC 08.12

5H61

24/8/05

Danh sách những người thực hiện chính

TT	Họ và tên	Học hàm học vị	Chức vụ Cơ quan công tác	Chức danh trong đề tài
1	Nguyễn Lập Dân	TS	Phó Viện trưởng Viện Địa Lý	CN đề tài
2	Nguyễn Thị Thảo Hương	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thư kí đề tài
3	Lê Duy Bách	TSKH	Viện Khoa học Vật Liệu	Thành viên
4	Trần Gia Lịch	PGS.TS	Viện Toán học	Thành viên
5	Nguyễn Bá Quỳ	PGS.TS	VP Tư vấn thẩm định thiết kế và giám	Thành viên
			định chất lượng công trình. ĐH Thuỷ lợi	Thành viên
6	Nguyễn Văn Lai	PGS.TS	TT Thủy văn ứng dụng và	Thành viên
			kĩ thuật MT. ĐH Thuỷ lợi	Thành viên
7	Vũ Quang Huy	PGS.TS	Viện vệ sinh phòng dịch	Thành viên
			quân đội. Cục Quân Y	Thành viên
8	Nguyễn Đức Mậu	BSCKII	nt	Thành viên
9	Trần Thục	PGS.TS	Viện Khí tượng thủy văn.	Thành viên
10	Cao Đăng Dư	PGS.TS	nt	Thành viên
11	Lại Huy Anh	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
12	Phạm Xuân Trường	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
13	Đặng Kim Nhung	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
14	Nguyễn Trọng Tiến	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
15	Trần Văn Ý	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
16	Đỗ Xuân Sâm	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
17	Trần Minh Ý	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
18	Nguyễn Thị Cẩm Vân	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
19	Nguyễn Đình Kỳ	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
20	Uông Đình Khanh	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
21	Lại Vĩnh Cẩm	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
22	Nguyễn Can	TS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
23	Ngô Gia Thắng	TS	Viện Khoa học Vật Liệu	Thành viên
24	Nguyễn Văn Thư	TS	TTĐT tư vấn & chuyển giao CN	Thành viên
25	Trần Hồng Lam	TS	Trung tâm KT – TV biển	Thành viên
26	Lê Văn Công	NCS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên

27	Vũ Thị Thu Lan	NCS	Cán bộ Viện Địa Lý	Thành viên
28	Phan Thị Thanh Hằng	NCS	Cán bộ Viện Địa lý	Thành viên
29	Đặng Xuân Phong	NCS	Cán bộ Viện Địa lý	Thành viên
30	Phạm Văn Ngạc	KS	Cán bộ Viện Địa lý	
31	Nguyễn Hữu Trung Tứ	KS	Cán bộ Viện Địa lý	Thành viên
32	Hoàng Thanh Sơn	KS	Cán bộ Viện Địa lý	

MỤC LỤC

Mở đầu 3

Chương I: Khái quát điều kiện địa lý tự nhiên và tình hình quan trắc khí tượng thủy văn dải duyên hải miền Trung 9

I. Khái quát điều kiện địa lý tự nhiên 9

II. Tình hình quan trắc khí tượng thủy văn 13

II.1. Lưới trạm quan trắc khí tượng 13

II.2. Lưới trạm quan trắc thủy văn 15

Chương II: Hiện trạng và đặc điểm lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung 19

I. Hiện trạng lũ và ngập lụt của một số trận lũ điển hình các năm 1996, 1998, 1999 và 2000 19

I.1. Các trận lũ điển hình năm 1996 19

I.2. Các trận lũ điển hình năm 1998 26

I.3. Các trận lũ điển hình năm 1999 29

I.4. Các trận lũ điển hình năm 2000 43

II. Đặc điểm lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung 47

II.1. Đặc điểm lũ lụt ở miền Trung 47

II.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông chính dải duyên hải miền Trung 72

II.3. Đặc điểm ngập lụt dải duyên hải miền Trung 92

Chương III: Các yếu tố tác động gây lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung 115

I. Các yếu tố mặt đệm tác động đến lũ lụt miền Trung 115

I.1. Xác định ảnh hưởng các nhân tố nội động lực đối với khả năng sinh lũ các sông dải duyên hải miền Trung 115

I.2. Ảnh hưởng của cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng đến sự hình thành lũ lụt miền Trung. 145

I.3. Đặc điểm lớp thảm phủ thực vật 155
I.4. Tác động của đặc trưng hình thái lưu vực đến hình thành dòng chảy lũ dải duyên hải miền Trung 170
I.5. Đặc điểm hình thái và bồi tụ vùng cửa sông dải duyên hải miền Trung ... 177
II. Các hình thế thời tiết gây mưa lũ dải duyên hải miền Trung 196
II.1. Phân bố lượng mưa theo không gian và thời gian 197
II.2. Cơ chế hình thành mưa ở miền Trung 201
II.3. Xây dựng bản đồ đẳng trị lượng mưa một ngày lớn nhất với tần suất xuất hiện 1% ($X_{max}1\%$) từ Thanh Hóa tới Bình Thuận tỷ lệ 1/500.000..... 210
III. Các hoạt động nhân tác phát triển kinh tế - xã hội trên bề mặt vùng duyên hải miền Trung 212
III.1. Tổng quan tình hình kinh tế - xã hội 212
III.2. Tác động do các hoạt động của các ngành kinh tế tới diễn biến lũ lụt ... 217
III.3. Dân cư 232
III.4. Tác động của các công trình thủy lợi tới phòng chống lũ lụt miền Trung 234
III.5. Tác động lũ lụt tới môi trường sống cộng đồng 246
Chương IV. Dự báo lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung .. 258
I. Tổng quan về các mô hình 258
I.1.Công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt bằng bộ phần mềm HEC ... 260
I.2. Công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt bằng bộ mô hình thủy văn - thủy lực (LTANK - KRSAL) 281
II. Các kết quả mô phỏng lũ, diện và mức độ ngập lụt một số lưu vực sông chính dải duyên hải miền Trung 292
II.1. Lưu vực vực sông Thu Bồn 292
II.2. Lưu vực sông Nhật Lệ 310
II.3. Lưu vực sông Thạch Hãn 319
II.4. Lưu vực sông Ba 332

II.5. Lưu vực sông Hương 342

Chương V. Đề xuất các giải pháp tổng thể phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai lũ lụt ở miền Trung 346

I. Mục tiêu và cơ sở lý luận của giải pháp tổng thể 346

II. Nội dung của các giải pháp tổng thể phòng tránh, giảm nhẹ lũ lụt dải duyên hải miền Trung 348

II.1. Các giải pháp công trình 350

II.2. Các giải pháp phi công trình 364

III. Các giải pháp tổng thể phòng tránh giảm thiểu lũ lụt cho 2 lưu vực trọng điểm (lưu vực sông Hương, lưu vực sông Thu Bồn) 375

III.1. Lưu vực sông Hương 375

III.2. Lưu vực sông Thu Bồn 394

Chương VI. Ngân hàng dữ liệu 409

I. Yêu cầu chức năng của ngân hàng dữ liệu 409

I.1. Yêu cầu 409

I.2. Chức năng cơ bản của ngân hàng dữ liệu 409

I.3. Các thông tin lưu trữ trong ngân hàng dữ liệu 409

II. Cấu trúc ngân hàng dữ liệu 410

III. Hoạt động của ngân hàng dữ liệu 411

III.1. Thao tác với hệ thống các bản đồ chuyên đề 412

III.2. Thao tác với các văn bản 415

III.3. Thao tác với các số liệu khí tượng thủy văn 415

Kết luận, kiến nghị 430

Tài liệu tham khảo 438

LỜI MỞ ĐẦU

Ở nước ta, liên tiếp trong những năm gần đây hiện tượng lũ lớn, lũ quét đã xảy ra với quy mô và cường độ rất lớn, đặc biệt là các lưu vực sông miền Trung nơi có địa hình chia cắt mạnh, lòng sông ngắn dốc, là vùng có chế độ khí hậu khắc nghiệt là nơi hứng chịu nhiều thiên tai: bão, nước dâng do bão, lũ lụt, hạn kiệt, hoang mạc. Lũ lụt xảy ra do chịu sự tác động của các yếu tố: ngoại sinh, nội sinh cùng với các hoạt động kinh tế - xã hội của con người trên bề mặt lưu vực gây thiệt hại nghiêm trọng cả về người và của, tàn phá môi trường sinh thái cho nhiều tỉnh miền Trung. Các chương trình, đề tài, dự án đã triển khai vừa qua đã thu được các kết quả có giá trị về mặt khoa học và thực tiễn, góp phần phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai lũ lụt cho các tỉnh miền Trung. Song do hạn chế về mục tiêu, nội dung nên nhiều vấn đề quan trọng, đặc biệt các yếu tố mặt đệm (địa hình, địa mạo, lớp phủ thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật, cảnh quan sinh thái...) chưa được đề cập đúng mức. Các nghiên cứu, đề xuất các giải pháp phòng tránh lũ lụt còn bị hạn hẹp trong phạm vi chuyên ngành và địa bàn tỉnh, nên chưa có được giải pháp tổng thể cho dự báo phòng tránh giảm thiểu lũ lụt ở miền Trung. Đặc biệt, sau trận lũ lịch sử cuối năm 1999, nhiều tính toán, đánh giá về các nhân tố gây lũ lụt, quy hoạch phòng tránh lũ lụt miền Trung không còn phù hợp, cần được xem xét điều chỉnh lại trên cơ sở luận cứ khoa học.

Vì vậy cần phải có cơ sở lý luận và thực tiễn chắc chắn đòi hỏi phải sử dụng tổng hợp các loại phương pháp. Cách tiếp cận nghiên cứu triển khai của đề tài kế thừa các tài liệu các công trình nghiên cứu đã có, kết hợp với khảo sát, bổ sung, kiểm chứng, sử dụng phương pháp phân tích, đánh giá tổng hợp trên quan điểm hệ thống nhằm đánh giá thực trạng và làm sáng tỏ các tác nhân gây lũ lụt miền Trung, tính toán xây dựng chương trình dự báo lũ lụt, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp tổng thể phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt ở miền Trung. Trong kế hoạch 2001 - 2005 Bộ Khoa học và Công nghệ đã phê duyệt và cho triển khai đề tài cấp nhà nước: "***Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt ở miền Trung***" mã số KC 08-12 thuộc chương trình "**Bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai**" và giao cho Viện Địa Lý, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam là cơ quan chủ trì, TS Nguyễn Lập Dân làm chủ nhiệm.

I.1. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI:

- Xác định quy luật hình thành của các tác nhân gây lũ lụt tại miền Trung.
- Xây dựng chương trình dự báo lũ lụt miền Trung.

- Xây dựng luận cứ khoa học cho các giải pháp tổng thể phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt miền Trung.

I.2. PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Các lưu vực sông chính dải duyên hải miền Trung trên địa bàn tỉnh từ Thanh Hoá đến Bình Thuận.

I.3 . NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

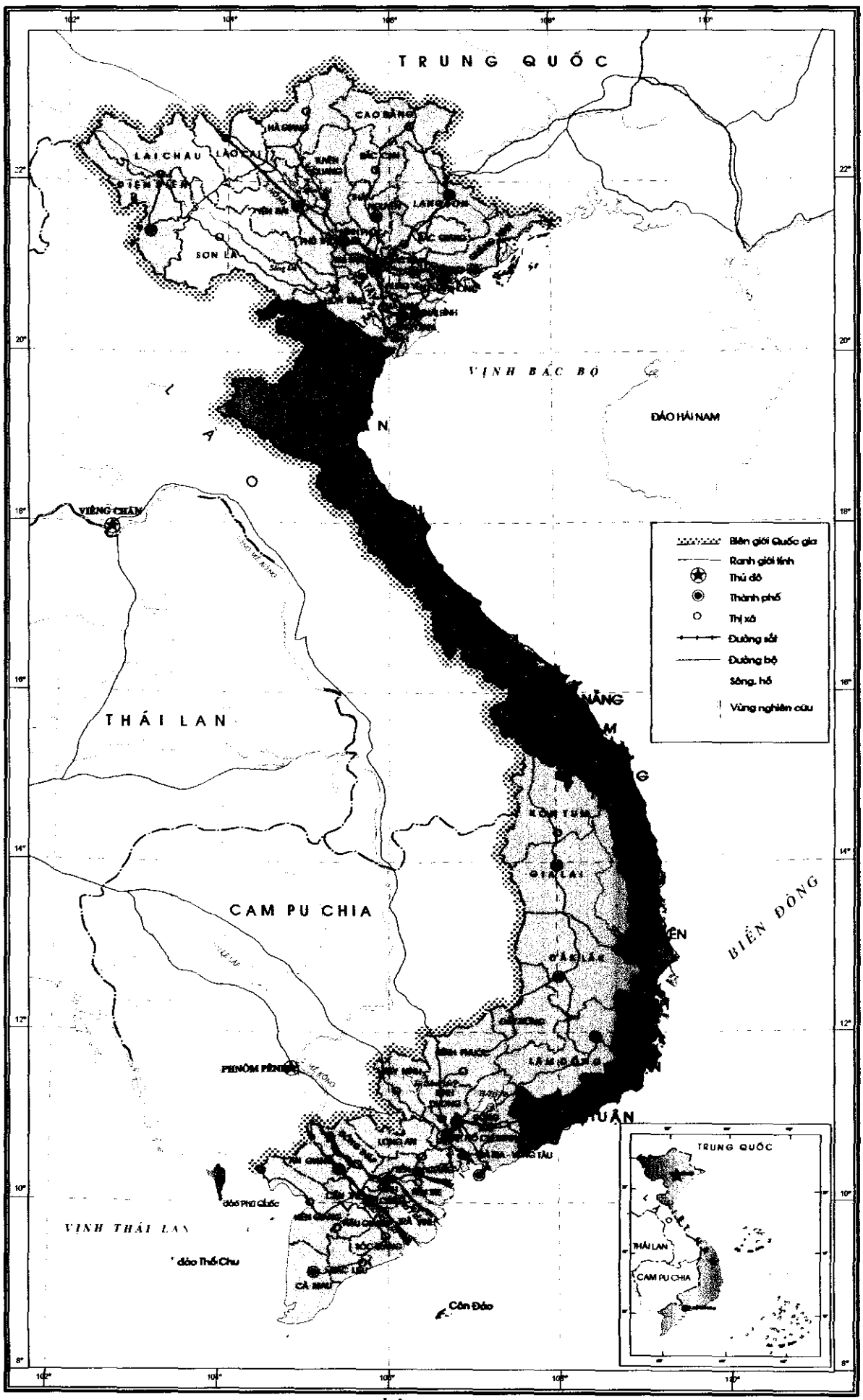
Do đề tài mang tính tổng hợp, nguồn tài liệu cần thiết được thu thập đầy đủ, đa dạng các đặc điểm điều kiện tự nhiên và môi trường, các số liệu về kinh tế - xã hội, dân cư và dân tộc, nên trong quá trình thu thập số liệu, tập thể tác giả đã tiến hành theo các nhóm chuyên đề.

I.3.1. Nhóm chuyên đề về điều kiện tự nhiên và môi trường

Trong 4 đợt điều tra khảo sát đề tài đã chú trọng bổ sung, đánh giá các yếu tố mặt đệm lưu vực (địa chất, địa động lực, địa chất thủy văn, địa hình, lớp phủ thực vật, lớp phủ thổ nhưỡng và các hoạt động kinh tế – xã hội lãnh thổ miền Trung, nhằm xác định các quy luật hình thành các tác nhân gây lũ lụt miền Trung. Đặc biệt điều tra khảo sát chi tiết tại 2 lưu vực trọng điểm sông Hương - Bồ, sông Thu Bồn - Vu Gia. Trong đó tiến hành điều tra khảo sát vết lũ, lấy mẫu đất, nước và đo đạc các đặc trưng thủy văn – thủy lực tại các mặt cắt lựa chọn, chú trọng điều tra khảo sát chế độ hải văn vùng bờ biển cửa sông các lưu vực trọng điểm.

- Đánh giá ảnh hưởng của các tác nhân nội động lực đối với khả năng sinh lũ của khu vực miền Trung.
- Đánh giá đặc điểm địa hình, địa mạo đến sự hình thành lũ lụt, lũ quét ở miền Trung.
- Đánh giá điều kiện địa chất thủy văn, mối quan hệ giữa nước mặt và nước ngầm với khả năng phòng tránh lũ lụt.
- Đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ thổ nhưỡng đến sự hình thành lũ lụt miền Trung.
- Đánh giá ảnh hưởng lớp phủ thực vật với dòng chảy lũ.
- Phân tích đánh giá các hình thế thời tiết gây mưa lũ ở miền Trung.
- Nghiên cứu phân tích đánh giá chế độ mưa, quy luật phân bố lượng mưa năm

SƠ ĐỒ KHU VỰC NGHIÊN CỨU



TỶ LỆ 1:7.000.000

chú ý tới tổng lượng mưa và phân bố mưa mùa lũ với lũ lụt.

- Đánh giá đặc điểm lũ lụt các lưu vực sông miền Trung.
- Nghiên cứu, đánh giá dòng chảy lũ miền Trung, đi sâu nghiên cứu, phân tích, tính toán cho 2 lưu vực trọng điểm sông Hương, sông Thu Bồn.
- Đánh giá vấn đề xói lở, bồi tụ tại các vùng cửa sông, bờ biển ở những vùng trọng điểm xảy ra lũ lụt.
- Đặc điểm dòng chảy rắn các lưu vực sông miền Trung.
- Đánh giá tổng hợp vai trò của các thành tạo cảnh quan đối với lũ lụt lưu vực sông Hương, sông Thu Bồn.

I.3.2. Nhóm chuyên đề đánh giá tác động của các hoạt động kinh tế - xã hội đến lũ lụt miền Trung bao gồm:

- Thu thập các tài liệu định hướng quy hoạch tổng thể các tỉnh trên địa bàn đến 2010.
- Hiện trạng môi trường các tỉnh trên địa bàn năm 2003.
- Niên giám thống kê các tỉnh trên địa bàn 2002.
- Nghiên cứu và đánh giá các hoạt động KT – XH, dân cư lao động ảnh hưởng đến lũ lụt.
- Tác động của các công trình thuỷ lợi, giao thông, cầu, cống với lũ lụt.
- Môi trường sau lũ lụt ảnh hưởng đến môi trường xã hội, sức khỏe cộng đồng dân cư.

I.3.3. Nhóm chuyên đề xây dựng chương trình dự báo lũ lụt miền Trung cho các lưu vực trọng điểm (sông Nhật Lệ, sông Thạch Hãn, sông Hương - Bồ, sông Thu Bồn - Vu Gia, sông Ba).

I.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vấn đề nghiên cứu rất lớn và phức tạp. Để triển khai đề tài chúng tôi sử dụng tổng hợp các phương pháp nghiên cứu chủ yếu sau:

- Phương pháp khảo sát đo đạc ngoài hiện trường theo tuyến điểm đặc trưng.
- Phương pháp thống kê và phân tích tổng hợp trên quan điểm hệ thống.
- Phương pháp bản đồ, viễn thám, và hệ thông tin địa lý GIS.

- Phương pháp mô hình hóa.
- Phương pháp tổng hợp cảnh quan sinh thái.
- Phương pháp chuyên gia.

I.5. CÁC CƠ QUAN PHỐI HỢP ĐỀ TÀI

- Viện Vật Liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam
- Viện Cơ học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam
- Viện Toán học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam
- TT. Đào tạo tư vấn và chuyển giao công nghệ, Viện KH&CNVN
- Viện Khí tượng - Thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường
- Trung tâm Khí tượng thủy văn biển, Bộ Tài nguyên và Môi trường
- VP. Tư vấn thẩm định thiết kế và giám định chất lượng công trình, Trường Đại học Thủy Lợi Hà Nội
- TT. Thủy văn ứng dụng và kỹ thuật môi trường, Trường ĐH Thủy Lợi Hà Nội
- Viện vệ sinh phòng dịch quân đội, Cục Quân Y - Bộ Quốc Phòng

Báo cáo tổng kết của đề tài được biên tập trên cơ sở kết quả của các báo cáo chuyên đề, do các chuyên gia đảm nhiệm. Các chuyên đề là cơ sở khoa học để tập thể tác giả bổ sung và xây dựng thành một báo cáo tổng hợp hoàn chỉnh. Với nội dung gồm 449 trang, 117 hình vẽ, sơ đồ, bản đồ, 103 bảng biểu và 176 tài liệu tham khảo. Ngoài phần mở đầu và kết luận báo cáo được bố cục thành 6 chương.

Chương I. Khái quát điều kiện địa lý tự nhiên và tình hình quan trắc khí tượng thủy văn dải duyên hải miền Trung

Chương II. Hiện trạng và đặc điểm lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung

Chương III. Các yếu tố tác động gây lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung

Chương IV. Dự báo lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung

Chương V. Đề xuất các giải pháp tổng thể phòng tránh, giảm thiểu lũ lụt dải duyên hải miền Trung

Chương VI. Ngân hàng dữ liệu

I.6. KẾT QUẢ ĐÓNG GÓP CỦA ĐỀ TÀI

Về khoa học

- Đã áp dụng thành công phương pháp phân tích tổng hợp trên quan điểm hệ thống vào đánh giá các yếu tố tự nhiên (nội và ngoại sinh), môi trường, kinh tế - xã hội dải duyên hải miền Trung từ Thanh Hóa - Bình Thuận.
- Đánh giá được các yếu tố điều kiện tự nhiên, môi trường kinh tế - xã hội gây lũ lụt ở duyên hải miền Trung.
- Xây dựng bản đồ ngập lụt dải duyên hải miền Trung từ Thanh Hoá đến Bình Thuận tỷ lệ: 1/500.000.
- Xây dựng bản đồ chuyên đề các điều kiện tự nhiên dải duyên hải miền Trung tỷ lệ 1/500.000 từ Thanh Hoá đến Bình Thuận (Bản đồ địa mạo, lớp phủ thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật).
- Xây dựng bản đồ dự báo ngập lụt tỷ lệ: 1/50.000 cho 2 lưu vực sông Hương - Bồ, sông Thu Bồn - Vu Gia.
- Đã xây dựng được chương trình dự báo lũ và ngập lụt cho 5 lưu vực (sông Nhật Lệ, sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Thu Bồn, sông Ba) ở dải duyên hải miền Trung
- Đề xuất được các giải pháp tổng thể phòng tránh giảm thiểu lũ lụt miền Trung trong đó đề xuất các giải pháp cụ thể, chi tiết cho 2 lưu vực trọng điểm sông Hương - Bồ và sông Thu Bồn - Vu Gia.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu về lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung, dữ liệu về các tác nhân gây lũ lụt, dữ liệu về lũ lụt kèm theo bản đồ hiện trạng, bản đồ cảnh báo đã số hóa, dữ liệu về dự báo lũ lụt các lưu vực trọng điểm (lưu vực sông Hương - Bồ, sông Thu Bồn - Vu Gia, các giải pháp KHCN.

Về đào tạo cán bộ: Thông qua việc triển khai đề tài đã góp phần:

1. Nâng cao trình độ cả về lý luận và thực tiễn cho các cán bộ tham gia thực hiện.
2. Trong 3 năm qua đề tài đã có 02 NCS chuyên ngành thủy văn học tham gia và sử dụng kết quả của đề tài để hoàn thành luận án Tiến sĩ.
3. Góp phần xây dựng cơ sở vật chất, trang thiết bị, tạo điều kiện để sử dụng một số phương pháp hiện đại như viễn thám, GIS, mô hình.

I.7. CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN

+, Lũ lụt miền Trung, nguyên nhân và các giải pháp giảm nhẹ. *Tạp chí Hoạt động khoa học, Bộ Khoa học và Công nghệ 9/2003.*

+, Dự báo xu thế nước lớn, nước nhỏ tại các cửa sông từ Thanh Hoá đến Bình Thuận. *Tạp chí các khoa học về Trái đất 4 (T.25)- 2003.*

+, Quan hệ giữa quy luật phân mùa dòng chảy và các tai biến tự nhiên dải duyên hải miền Trung. *Tạp chí các khoa học về Trái đất 4(T.26) - 2004*

Trong quá trình thực hiện, đề tài đã tổ chức nhiều hội thảo, tham gia báo cáo khoa học lấy ý kiến đóng góp của các nhà khoa học trong chương trình KC-08 trong hội nghị từ 18 - 20/4/2003 ở Đồ Sơn, Hải Phòng.

Phối hợp với đề tài KC - 08 - 13, KC - 08 - 14 tổ chức hội thảo "***Một số vấn đề nghiên cứu thiên tai lũ lụt ở Việt Nam***" vào ngày 24/7/2004 tại Đà Nẵng và đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các chuyên gia trong các lĩnh vực liên quan.

Đề tài được tổ chức triển khai ở quy mô tổng hợp liên ngành, tập hợp một lực lượng lớn các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành của các Viện nghiên cứu, các Trung tâm và các Trường Đại học khác thuộc các cơ quan Trung ương và các Sở, Ban, Ngành liên quan của các tỉnh thuộc địa bàn nghiên cứu.

Sự thành công của đề tài, nhờ sự quan tâm chỉ đạo của Lãnh đạo Bộ Khoa học và công nghệ, Vụ quản lý khoa học tự nhiên và xã hội, Ban chủ nhiệm chương trình KC - 08, Ban Lãnh đạo Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Ban Lãnh đạo Viện Địa Lý đã luôn quan tâm theo dõi, kiểm tra tạo điều kiện thuận lợi cho chúng tôi trong quá trình thực hiện đề tài.

Trong quá trình thực hiện đề tài, tập thể tác giả đã nhận được sự giúp đỡ và cộng tác nhiệt tình của Ủy ban nhân dân và các Sở, Ban, Ngành của 14 tỉnh thành phố (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên -Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận) đã tạo điều kiện thuận lợi cho tập thể tác giả trong quá trình thu thập, xử lý, điều tra, khảo sát bổ sung và hội thảo khoa học.

Nhân dịp này tập thể tác giả và các thành viên tham gia xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc về sự giúp đỡ quý báu đó và xin được gửi tới các nhà Lãnh đạo, các cơ quan Bộ, Ngành, các địa phương trên địa bàn nghiên cứu, các tập thể tác giả và cá nhân, các nhà khoa học lời chúc sức khỏe, hạnh phúc, hợp tác và lời chào kính trọng.

CHƯƠNG I

KHÁI QUÁT ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ TÌNH HÌNH QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I. KHÁI QUÁT ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

Dải duyên hải miền Trung bao gồm 14 tỉnh thành phố (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bình Thuận) có tổng diện tích 95.520km^2. Trải dài tới 10 vĩ độ địa lý (từ 10^{0}34' đến 20^{0}40' vĩ độ Bắc và nằm trong khoảng từ 106^0 đến 109^0 kinh độ Đông), dải duyên hải miền Trung kéo dài tới 2.000 km đường bờ biển và cong hình chữ S. Vị trí địa lý trên xác nhận tính địa đới của khu vực là nhiệt đới gió mùa Bắc bán cầu và thuộc khu vực gió mùa biển Đông - Thái Bình Dương. Khác với các vùng Bắc bộ và Nam bộ có tính đồng nhất cao, dải duyên hải miền Trung là rìa Đông của dãy Trường Sơn với sự đa dạng trong phân hóa phi địa đới từ nham thạch, địa hình, khí hậu, thủy văn, sinh vật và hoạt động kinh tế của con người. Là nơi tương tác mạnh mẽ của các quá trình biển và lục địa tạo ra đặc thù của các điều kiện tự nhiên nơi đây, tính địa đới đan xen với tính địa ô và các tính chất phi địa đới khác.

Phía Tây dải duyên hải miền Trung là dãy Trường Sơn chạy song song sát bờ biển theo hướng Bắc - Nam đã tạo nên các kiểu địa hình mang tính chất đối lập nhau tồn tại trong một không gian. Mặc dù ở đây (trừ vùng gò đồi Thanh - Nghệ phía Bắc dải) có chiều ngang rất hẹp, nơi hẹp nhất là ở Quảng Bình chỉ 40km, nhưng lại có đầy đủ các dạng địa hình: địa hình đồng bằng ven biển, địa hình đồng bằng, địa hình đồng bằng chân núi, địa hình vùng đồi và địa hình vùng núi. Trong vùng nghiên cứu tồn tại ba kiểu địa hình chính:

- Địa hình đồi núi: đây là kiểu địa hình chiếm diện tích khá rộng nằm ở phía Tây vùng nghiên cứu thuộc dãy Trường Sơn có những đỉnh cao 1.000 - 2.000m và trên 2000m như Ngọc Linh 2.598m, Ngọc Pan 2.251m, Ngọc Niay 2.259m có độ dốc địa hình lớn.

- Đồng bằng là phần nằm phía đông của vùng nghiên cứu chạy dọc theo bờ biển nơi phân bố chủ yếu các trầm tích Đệ tứ có bề mặt tương đối bằng phẳng, độ cao trung bình 2 - 4m ở phía Bắc và 10 - 30m ở phía Nam vùng nghiên cứu. Đặc điểm chung của các đồng bằng này là nhỏ hẹp gắn liền với đồi núi sót và được

phân cách bởi các dãy núi ăn lan ra sát biển. Lịch sử hình thành địa hình và mẫu chất gắn liền với sườn Đông dãy Trường Sơn. Đó là kết quả hoạt động kiến tạo Trường Sơn như quá trình xâm nhập, phun trào, macma, nâng lên, bóc mòn lục địa, hạ xuống trầm đọng bồi lắng ven biển. Và tiếp đến là các quá trình bồi tụ sông biển - xói mòn của nước mưa, sóng gió đang diễn ra hiện nay. Theo [85] "có những đồng bằng thực sự là con đẻ của các dòng sông, nhưng phần lớn lại do tác động phối hợp giữa sông và biển cả. Vũ Tự Lập (1978) cho rằng tính chất chung của dải đồng bằng miền Trung là tính chất chân núi - ven biển [50]. Giữa các đồng bằng được ngăn cách với các dãy núi đâm ngang ra sát biển tạo nên các đèo ngoạn mục.

- Đụn cát phân bố ven bờ biển địa hình nhô cao hơn so với đồng bằng. Độ cao khoảng 15 - 40 m. Phía Nam dải duyên hải miền Trung xuất hiện những đụn cát trải dài, rộng mênh mông, có những nơi núi chạy ra đến sát biển làm cho đường bờ trở nên cực kỳ lồi lõm và địa hình phức tạp.

Địa hình bờ biển từ Lạch Trường (Thanh Hóa) đến mũi đèo Hải Vân bằng phẳng thuộc kiểu mài mòn bồi tụ. Bờ biển Thanh Hóa, Nghệ An có thềm lục địa rộng và nông, có nơi bờ biển ăn sâu vào đất liền như vịnh Diễn Châu (Nghệ An). Từ Hà Tĩnh trở vào là những cồn cát cao trung bình từ 20 - 30m nối liền nhau thành dải cồn cát dài chạy theo hướng TB - ĐN. Sự di động của các cồn cát ven biển đã thu hẹp hoặc bịt kín các cửa sông làm cho sông chảy quanh co, đổi hướng, tạo cửa sông mới như sông Mã (Thanh Hóa), sông Nhật Lệ (Quảng Bình), sông Hương (Thừa Thiên - Huế)... Các cồn cát ven biển cũng bịt kín các vùng trũng bên trong tạo nên các đầm phá ven biển như phá Tam Giang, đầm Cầu Hai, đầm Sam, đầm Thủy Tú, đầm An Truyền và đầm Lăng Cô. Bờ biển từ Nam đèo Hải Vân trở vào khác bờ biển khu bốn cũ. Bờ biển không bằng phẳng nữa, mà có sự chia cắt lớn, khúc khuỷu hơn, do ảnh hưởng của các vận động kiến tạo mới. Từ mũi Dinh trở vào đường bờ biển lại thay đổi và chạy theo hướng ĐB - TN bằng phẳng hơn, ít khúc khuỷu hơn, các cồn cát, đụn cát cao lại xuất hiện nhiều hơn, nhất là ở hai tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận. Tại đây cũng gặp nhiều núi đá lấn ra đến tận biển, phần lớn cấu tạo từ riolit và granit như ở Ninh Hải (Ninh Thuận), Cà Ná, Ninh Phước (Bình Thuận) [9].

Các điều kiện địa hình và hướng đường bờ có tác động mạnh đến sự phân hóa điều kiện khí hậu của dải duyên hải miền Trung. Phía Bắc từ Thừa Thiên - Huế trở ra, mùa đông không lạnh nhiệt độ trung bình khoảng 18°C, mùa hạ kéo dài và nóng bức, nhiệt độ trung bình 29°C. Khu vực Nam đèo Hải Vân nền nhiệt trung bình trên 29°C. Lượng mưa của khu vực này lớn, song phân bố không đều theo

không gian và thời gian (theo mùa). Các trung tâm mưa lớn ở phía Nam và TN Thanh Hóa có lượng mưa 1.800 - 2.000mm/năm, đồng bằng Nghệ Tĩnh lượng mưa đạt 2.000 -2.200mm/năm và tăng tới Bình Định. Vùng cực Nam Trung bộ lượng mưa giảm dao động từ 1.200 - 1.600 mm/năm. Mùa mưa ở khu vực biến động cả về độ dài và tỷ trọng; Bắc Trung bộ mùa mưa kéo dài 6 tháng (V - X) chiếm tới 80% lượng mưa năm. Khu vực này có gió mùa rõ rệt, mùa hè hướng gió thịnh hành là Nam và TN, mùa đông hướng gió thịnh hành là ĐB. Mùa bão xảy ra vào tháng VIII, IX kèm theo mưa lớn. Phần phía Nam từ Quảng Bình đến Khánh Hòa nằm trong miền khí hậu Đông Trường Sơn, quanh năm nóng ẩm. Vùng Thừa Thiên - Huế đến Quảng Ngãi có chế độ mưa ẩm phong phú, lượng mưa trung bình khoảng 2.500 - 3.000 mm/năm, mùa mưa lớn bắt đầu từ tháng VIII đến tháng XII. Mùa này thường có những trận mưa to kéo dài hàng tuần. Lượng mưa ngày có thể đạt tới 200 - 300 mm/ng thậm chí trên 1.000 mm/ng. Độ ẩm bình quân là 80%. Mùa khô từ tháng I - VII, lượng mưa thấp, luôn nắng nóng, nhiệt độ lên đến 35 - 37^{0}C khi có đợt gió tây nhiệt độ lên đến 40 - 41^{0}C, gây hạn kéo dài. Các khu vực còn lại lượng mưa ít hẳn so với khu vực Thừa Thiên Huế - Quảng Ngãi. Lượng mưa bình quân chỉ đạt 1.500 - 1.700 mm, mùa mưa kéo dài từ tháng IX - XII. Vùng Ninh Thuận - Bình Thuận nằm trong miền khô hạn nhất nước ta, lượng bốc hơi 1.500 - 1.700 mm/năm, mùa mưa từ tháng IX - XI, lượng mưa từ 100 - 150 mm/tháng. Những tháng còn lại nhiệt độ cao, trung bình 28^{0}C. Dần về phía Bình Thuận lượng mưa tăng dần, 1.200 mm/năm. Mùa mưa ở đây từ tháng V - X, trung bình 140 - 180mm/tháng. Sự khắc nghiệt của khí hậu khiến cho vùng này thiếu nước triền miên, gây khó khăn cho sự phát triển kinh tế - xã hội.

Các hình thế thời tiết gây mưa lớn trong khu vực nghiên cứu là: bão, ATNĐ, KKL, dải HTNĐ... trong các tháng IX đến XII.

Các tỉnh miền Trung chịu tác động gây mưa lũ tiểu mãn trong các tháng V, VI do ảnh hưởng của gió ĐN có lượng ẩm cao. Gió ĐN thổi trực tiếp thẳng góc với đường bờ biển các tỉnh cực Nam Trung Bộ là nguyên nhân làm cho các cồn cát ven biển di chuyển lấn chiếm sâu vào đồng ruộng, đường xá và làng mạc.

Nằm kẹp giữa biển và dãy Trường Sơn, dải duyên hải miền Trung bị chia cắt bởi những nhánh của dãy Trường Sơn đâm ngang, điển hình là các đèo: đèo Ngang, đèo Hải Vân, đèo Cù Mông và đèo Cả. Địa hình ở đây dốc theo hướng Tây Đông, từ các đỉnh núi cao trên 1000m xuống biển tạo nên độ dốc địa hình rất lớn, đạt tới (30 - 40)^0. Tiếp đến là dải đồng bằng nhỏ, hẹp, thấp và có độ dốc rất nhỏ. Bờ biển ở khu vực này phần lớn được cấu tạo bằng cát với những cồn cao. Vì vậy mạng lưới

sông suối trong vùng nghiên cứu khá dày đặc, trung bình mật độ lưới sông đạt 0,67 km/km^2. Đặc điểm nổi bật của các sông suối ở đây đều có lưu vực nhỏ, bắt nguồn từ dãy Trường Sơn sông ngắn dốc, hầu hết đều chuyển thẳng từ phần thượng lưu xuống hạ lưu không có phần trung lưu. Vì vậy lưu vực sông chảy trong nội địa, trên địa bàn một tỉnh và chế độ thủy văn thường chỉ ảnh hưởng bởi thời tiết một vùng. Cửa thoát ra biển của các sông ở đây đều bị bồi lắng, khả năng thoát lũ kém. Bên cạnh đó, các sông miền Trung có các tuyến sông, kênh dọc và các đầm phá ven biển nối các cửa sông, kênh với nhau như kênh nhà Lê, sông Cánh Hòm, sông Vĩnh Định, phá Tam Giang, sông Cổ Cò, sông Trường Giang, sông Kinh Giang... Đây là những điều kiện thuận lợi cho việc hình thành lũ gây ngập lụt vùng hạ du đe dọa cuộc sống của 18,2 triệu dân trong vùng. Chỉ trong vòng 30 năm lại đây đã có tới 14 trận lũ lớn xảy ra. Lũ lớn kéo theo những thiệt hại nghiêm trọng về tính mạng, tài sản của nhân dân đồng thời gây ra những biến đổi về điều kiện tự nhiên như gây xói mòn bề mặt lưu vực, gây ô nhiễm môi trường, sạt lở bờ sông và bờ biển... Lũ lụt miền Trung đã trở thành một tai họa tự nhiên, thường xuyên đe dọa cuộc sống của người dân.

Dọc ven biển có nhiều đầm hồ nước ngọt hoặc lợ trong đó đáng kể là hồ Xuân Thiều, đầm Lâm Bình, đầm An Khê, Trà Ổ, Nước Ngọt, Ô Loan, Thị Nại, Bầu Trắng. Vùng cửa sông bị ảnh hưởng của thủy triều khá phức tạp, bởi các kiểu chế độ thủy triều khác nhau như: chế độ nhật triều không đều, bán nhật triều không đều, bán nhật triều. Biên độ thủy triều ở khu vực này không lớn, dao động từ 0,5m đến 3m. Do độ dốc của lòng sông lớn và cửa sông hẹp, khả năng xâm nhập của nước mặn vào trong sông không sâu. Vùng Bắc Trung bộ, trên sông Mã, sông Cả xâm nhập mặn sâu trong sông tới 25 km, còn đối với các sông phía Nam Trung bộ, xâm nhập mặn vào sông trên dưới 10 km.

Thảm thực vật dải duyên hải miền Trung khá phong phú về kiểu loại. Dưới ảnh hưởng của khí hậu ẩm và sự phân hóa của địa hình thảm thực vật nguyên sinh trên đất địa đới gồm rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiệt đới ẩm dưới 800 - 900m, rừng kín cây lá rộng thường xanh á nhiệt đới ẩm trên 800 - 900m đến 1.600 - 1.700m và rừng kín cây lá rộng thường xanh ôn đới ở trên 1.600 - 1.700m. Tác động khai phá của con người đã làm cho các kiểu thảm trên trở thành hàng loạt các kiểu thảm thứ sinh như rừng tre nứa, trảng cây bụi thứ sinh, trảng cỏ thứ sinh và thảm thực vật trồng như lúa, các loại rừng trồng, hoa màu, nương rẫy, cây công nghiệp, các cây trồng trong các khu dân cư. Trên đất cát phi địa đới có trảng cây bụi, cỏ thứ sinh thay thế các kiểu rừng thấp với bộ lá cứng thích ứng với khô hạn.

Trên đất nội địa đới có rừng ngập nước ngọt và rừng ngập mặn. Các khu vực hầu như không có thảm thực vật chỉ có diện tích nhỏ trong khu vực nghiên cứu.

Dải duyên hải miền Trung tập trung khá đông dân, tuy là một vùng khắc nghiệt về điều kiện tự nhiên và còn chưa phát triển nhiều về mặt kinh tế - xã hội. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, tính đến 31/XII/2002, dân số các tỉnh miền Trung nước ta là 18.725.000 người, chiếm 23,5% dân số cả nước. Trong số này dân cư thành thị chiếm khoảng 20,4% dân số toàn miền. Dân cư ở đây chủ yếu là người Kinh, với tỷ lệ chiếm khoảng 80% tổng dân số [143].

Cơ cấu kinh tế đa dạng từ các ngành nông - lâm - ngư nghiệp cho đến các ngành công nghiệp, dịch vụ. Đặc biệt là các ngành công nghiệp, dịch vụ đã và đang có sự đầu tư lớn từ các nguồn trong nước và nước ngoài. Nơi đây đã hình thành nên các khu công nghiệp kỹ thuật cao như: Đà Nẵng, Dung Quất,... Nhưng nhìn chung các hoạt động từ các ngành nông - lâm - ngư nghiệp ở đây vẫn chiếm một tỉ trọng khá cao trong cơ cấu GDP, nó chiếm từ 11% đến 62% giá trị tăng trưởng kinh tế của vùng, trong khi đó các ngành công nghiệp chỉ chiếm khoảng từ 11-34% giá trị, còn các ngành dịch vụ chiếm khoảng từ 25% cho đến 55% giá trị tăng trưởng kinh tế của vùng. Ở các khu vực thành thị, giá trị tăng trưởng kinh tế do các ngành công nghiệp, dịch vụ vẫn chiếm một tỉ trọng lớn như thành phố Đà Nẵng, giá trị công nghiệp chiếm 34,4%, giá trị dịch vụ chiếm 55%. Còn các khu vực chủ yếu là nông nghiệp là chính thì giá trị của các ngành nông - lâm - ngư nghiệp lại chiếm một tỉ trọng lớn như Hà Tĩnh, giá trị các ngành nông - lâm - ngư nghiệp chiếm 55,1%, Quảng Nam, giá trị các ngành nông - lâm - ngư nghiệp chiếm tới 62,1%.

II. TÌNH HÌNH QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

II.1. LƯỚI TRẠM QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG

Mạng lưới trạm đo mưa ở nước ta được hình thành vào đầu thế kỷ XX nhưng số lượng các trạm ít và phân bố chủ yếu ở vùng Bắc bộ và Nam bộ, còn Trung bộ hầu như rất ít (3 trạm) tuy nhiên số liệu của các trạm này bị gián đoạn bởi chiến tranh. Sau giải phóng năm 1954, mạng lưới trạm khí tượng và đo mưa đã được quy hoạch lại ở miền Bắc bao gồm các loại trạm:

- Trạm khí tượng: đo đạc các yếu tố khí tượng như nhiệt độ, độ ẩm, mưa tự ghi...
- Điểm đo mưa tại các trạm quan trắc thủy văn.
- Điểm đo mưa tại các trụ sở ủy ban, bưu điện, trường học (gọi là trạm đo

mưa nhân dân)...

Năm 1991 Tổng cục Khí tượng thủy văn đã xem xét điều chỉnh lại mạng lưới trạm đo mưa. Theo quy hoạch này trong khu vực nghiên cứu có 193 trạm đo mưa với mật độ trạm là 500 km^2/trạm và trong đó có 41 trạm khí tượng. Nhiệm vụ của các trạm khí tượng được phân thành:

Trạm khí tượng hạng 1 (14 trạm): có nhiệm vụ theo dõi thời tiết liên tục (24 giờ trong ngày), quan trắc đầy đủ các yếu tố khí tượng: gió, mây, tầm nhìn ngang, trạng thái mặt đất, nhiệt độ không khí, nhiệt độ mặt đất và nhiệt độ các lớp sâu, độ ẩm không khí, áp suất khí quyển, thời gian nắng, lượng mưa, bốc hơi (piche, GGI 3000 hoặc Class A), có thể quan trắc bức xạ và phát báo hàng ngày.

Trạm khí tượng hạng 2 và 3 (27 trạm): Trạm khí tượng hạng 2 có nhiệm vụ đơn giản hơn, theo dõi thời tiết liên tục từ 00 giờ đến 01.30 giờ và 05.00 đến 20.00 giờ hàng ngày, quan trắc hầu hết các yếu tố khí tượng như trạm hạng 1 song không có bức xạ, áp suất khí quyển. Trạm khí tượng hạng 3 cũng quan trắc như trạm hạng 2 nhưng không chỉ định cụ thể về thời gian quan trắc.

Các trạm đo mưa từ Thanh Hóa đến Quảng Bình phần lớn được xây dựng từ đầu thập kỷ 60 của thế kỷ XX. Còn các trạm đo mưa ở phía Nam từ Quảng Trị trở vào được xây dựng từ cuối thập kỷ 70 của thế kỷ XX, như vậy cho đến nay phần lớn các trạm đo mưa có số liệu quan trắc trên 30 năm. Một số trạm tuy có hơn 40 năm quan trắc nhưng do ảnh hưởng của chiến tranh, số liệu quan trắc không liên tục. Mạng lưới quan trắc khí tượng - thủy văn được thể hiện ở hình 1-1.

Nhìn chung, chất lượng số liệu quan trắc mưa là đáng tin cậy. Nhưng chất lượng số liệu quan trắc ở một số trạm đo mưa nhân dân (do nhân dân quan trắc) hay trạm đo mưa dùng riêng còn bị hạn chế.

Đề tài KC 08 - 12 đã thu thập được:

✓ Số liệu quan trắc mưa trung bình tháng từng năm trong chuỗi quan trắc của 193 trạm đo mưa của toàn dải

- Đối với khu vực Thanh Hoá - Nghệ An: Thời gian quan trắc từ năm 1961 - 2003

- Các khu vực còn lại: Thời gian quan trắc từ năm 1977 - 2003

✓ Trên các lưu vực trình diễn bằng mô hình toán (Sông Nhật Lệ, Thạch Hãn, Hương, Thu Bồn và Ba) đã thu thập số liệu quan trắc mưa ngày của trạm và trạm đo tự ghi.

Bảng 1.1: Số trạm đo mưa trong các vùng

Vùng	Tổng số	Tự ghi	Mật độ (km^2/trạm)
Bắc Trung bộ	110	25	465
Nam Trung bộ	83	16	544
Tổng	**193**	**41**	**500**

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng thủy văn)

II.2. LƯỚI TRẠM QUAN TRẮC THỦY VĂN

Có thể thấy được mạng lưới sông suối dải duyên hải miền Trung dày đặc, quy luật biến đổi rất phức tạp nhưng mạng lưới trạm quan trắc thủy văn trên sông rất thưa thớt. Sự phân bố trạm đo chưa đặc trưng theo không gian và không đồng nhất về thời gian quan trắc. Do chiến tranh nên thời gian bắt đầu quan trắc của các trạm thủy văn rất khác nhau. Phần lãnh thổ phía Bắc vùng nghiên cứu (từ phía Bắc vào tới Đèo Ngang) các trạm được bắt đầu quan trắc sau năm 1954, ổn định hoạt động từ những năm 1960. Phần lãnh thổ phía Nam (sau đèo Ngang) các trạm quan trắc được thành lập sau năm 1975, ổn định hoạt động từ năm 1977. Với quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc đài trạm của Tổng cục Khí tượng Thủy văn năm 1987, số lượng các trạm thủy văn trong toàn quốc nói chung và trong dải duyên hải miền Trung nói riêng giảm đi rất nhiều.

Tính đến năm 2003 trên các lưu vực sông thuộc dải duyên hải miền Trung có 69 trạm quan trắc thủy văn trong đó có 13 trạm thủy văn hạng I, 4 trạm thủy văn hạng II, 48 trạm thủy văn hạng III và 4 trạm đo lũ :

- Trạm thủy văn hạng I: Có nhiệm vụ theo dõi diễn biến của chế độ thủy văn nước sông liên tục. Tổ chức đo tối thiểu các yếu tố như mực nước, nhiệt độ nước, nhiệt độ không khí, lượng mưa, lưu lượng nước và lượng phù sa lơ lửng.

- Trạm thủy văn hạng II: Tổ chức đo đạc các yếu tố như mực nước, nhiệt độ nước, nhiệt độ không khí, lượng mưa và lưu lượng nước.

- Trạm thủy văn hạng III: Tổ chức đo đạc các yếu tố như mực nước, nhiệt độ nước, nhiệt độ không khí, lượng mưa.

- Một số trạm quan trắc được triển khai để đo lưu lượng nước trong các trận lũ (4 trạm) ở một số vùng.

Bảng 1.2: Mạng lưới trạm quan trắc thủy văn trong vùng nghiên cứu

Vùng	Số trạm	Trạm cấp I	Trạm cấp II	Trạm cấp III	Đo lũ
Bắc Trung Bộ	32	5	2	24	1
Trung Trung Bộ	23	2	2	19	
Nam Trung Bộ	14	6		5	3
Tổng	69	13	4	48	4

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng Thủy văn)

Các trạm thủy văn trong dải duyên hải miền Trung phân bố chưa mang tính đại biểu, được chia theo 4 khu vực có tính chất khí hậu khác nhau:

(1) Vùng gò đồi thấp Thanh - Nghệ (bao gồm hai tỉnh Thanh Hóa và Nghệ An) : 5 trạm trong đó có 3 trạm hạng I.

(2) Vùng núi Bắc Trường Sơn (dải duyên hải từ Hà Tĩnh tới Thừa Thiên Huế): 2 trạm hạng I

(3) Vùng núi cao Nam Trường Sơn (từ Đèo Hải Vân đến Đèo Cả): 9 trạm trong đó có 2 trạm hạng II.

(4) Vùng Cực Nam Trung Bộ: 1 trạm hạng I.

Đề tài KC 08 - 12 đã thu thập và cập nhật số liệu thủy văn của toàn dải duyên hải miền Trung đến năm 2003 bao gồm:

- Số liệu lưu lượng ngày của 17 trạm quan trắc thủy văn hạng I, II.

- Số liệu dòng chảy cát bùn (cả lưu lượng chất lơ lửng và độ đục trung bình nước sông) của 13 trạm quan trắc thủy văn hạng I.

Hai lưu vực trọng điểm nghiên cứu (sông Thu Bồn và sông Hương) để đánh giá tình hình lũ (sự phân bố của chúng theo không gian, mức độ phân cấp lũ, chu kỳ lặp lại, sự biến dạng của các trận lũ do tác động của các yếu tố như biến đổi khí hậu toàn cầu hoặc biến đổi mặt đệm) và tình hình ngập lụt của các khu vực hạ du (phân bố diện ngập, mức độ ngập lụt, thời gian kéo dài...) đề tài đã thu thập các tài liệu :

- Lưu lượng dòng chảy theo giờ của các trận lũ lớn nhất trong từng năm (1977 - 2003) kèm theo mực nước. Cùng với dòng chảy là mưa tự ghi trong mùa lũ của các trạm khí tượng có trên lưu vực.

- Mực nước sông trong mùa lũ của các trạm quan trắc vùng hạ du (khu vực

đồng bằng bị ảnh hưởng của thuỷ triều) đồng bộ từ năm 1977 - 2003.

- Dòng chảy cát bùn ngày (cả lưu lượng chất lơ lửng và độ đục) trên hai lưu vực với chuỗi đồng nhất từ (1977 – 2003).

Để đảm bảo tính đồng nhất của chuỗi số liệu, chúng tôi đã sử dụng chỉ tiêu Vickoson để đánh giá, các chuỗi số liệu đều đảm bảo tính đồng nhất.

Có thể thấy rằng đây là bộ số liệu thủy văn có mức độ đáng tin cậy nhất từ trước đến nay để thực hiện nhiệm vụ đánh giá tổng quan tình hình lũ lụt trên các sông dải duyên hải miền Trung, từ đó đưa ra các giải pháp tổng thể nhằm dự báo phòng tránh lũ lụt ở miền Trung nước ta. Tuy nhiên với điều kiện mặt đệm phức tạp của dải duyên hải miền Trung việc đầu tư tăng cường thêm các trạm quan trắc và cảnh báo lũ là rất cần thiết trong quy hoạch phòng chống lũ ở đây.

Nhận xét tình hình tài liệu khí tượng - thuỷ văn :

- ***Về các yếu tố khí tượng:*** Theo chuỗi số liệu nhiều năm của các trạm đo mưa cho thấy diễn biến lượng mưa trong dải duyên hải miền Trung khá phức tạp. Do vĩ độ địa lý trải dài nên biến động lượng mưa của từng khu vực cũng rất khác nhau:

- Khu vực gò đồi Bắc Trung bộ (Thanh Hóa - Nghệ An), lượng mưa năm có xu thế giảm, trung bình trong các năm gần đây giảm mạnh, giảm 0,2 mm/năm. Xu thế giảm dần của lượng mưa bắt đầu xuất hiện từ năm 1990 đến nay.

- Khu vực miền núi Trường Sơn (từ Hà Tĩnh tới Phú Yên): Xu thế mưa tăng nhanh, trung bình tăng 15mm/năm, đặc biệt trong những năm thập kỷ 90 thế kỷ XX, lượng mưa tăng tới 59mm/năm. Do những năm liên tiếp xuất hiện bão, lũ lụt gây ra những hậu quả nghiêm trọng đối với khu vực này.

- Khu vực Cực Nam Trung bộ (Từ Khánh Hòa đến Bình Thuận): Lượng mưa ở khu vực này cũng có xu thế tăng nhưng không lớn như đối với khu vực trên. Lượng mưa năm tăng trung bình 5mm/năm và trong những năm cuối thế kỷ XX, từ 1991 - 2002, lượng mưa tăng 17mm/năm.

Cùng với sự gia tăng lượng mưa năm, mức độ tập trung theo mùa cũng rất lớn, thậm chí lượng mưa ngày của những năm gần đây đã trở thành lượng mưa ngày lịch sử, nhưng thời gian liên tục không mưa trong mùa khô ngày càng kéo dài. Đây là nguyên nhân xuất hiện lũ lớn và khô hạn luôn xảy ra xen kẽ nhau, tăng tính tàn phá của các thiên tai tự nhiên liên quan đến dòng chảy.

- ***Về lượng dòng chảy***: Trong những năm gần đây đặc biệt là trong những năm 1996 trở lại đây lượng dòng chảy trên các sông miền Trung lớn hơn rất nhiều. Dòng chảy năm của chuỗi dòng chảy từ (1977 - 2003) thường gấp tới 1,2 - 1,5 lượng dòng chảy trung bình năm thời kỳ (1977 - 1993). Lượng dòng chảy trung bình năm của các lưu vực sông miền Trung tăng không đồng nghĩa với sự tăng đồng đều mà tính bất lợi của chúng cũng càng biểu hiện rõ nét hơn, thể hiện qua sự phân mùa dòng chảy trong năm. Lượng dòng chảy trong mùa lũ tăng cả về lượng và tỷ trọng đối với dòng chảy năm, còn dòng chảy mùa kiệt giảm khiến tình hình sử dụng nguồn nước ngày càng căng thẳng. Đồng thời dòng chảy lũ càng mang tính bất thường, theo số liệu quan trắc nhiều năm lũ lớn nhất khu vực miền Trung xuất hiện vào tháng VIII, IX ở vùng Bắc đèo Ngang còn tháng X, XI ở phần còn lại của dải miền Trung. Những năm gần đây trận lũ lớn nhất xuất hiện vào cuối tháng IX ở phía Bắc và đầu tháng XII ở phần lớn lãnh thổ miền Trung. Lượng dòng chảy lũ lớn, gây tình trạng ngập lụt nghiêm trọng cả dải duyên hải miền Trung.

- ***Về lượng dòng chảy cát bùn*** : Theo nhiều tài liệu nghiên cứu cho thấy khả năng xâm thực xói mòn trên các lưu vực sông miền Trung không lớn. Địa hình dốc, lớp vỏ phong hoá mỏng, mặc dù đây là khu vực có cường độ mưa lớn thuộc vào loại lớn nhất lãnh thổ nước ta nhưng các vật liệu có khả năng đưa xuống sông nhỏ.Vì vậy dòng chảy cát bùn trên các sông suối thuộc lãnh thổ miền Trung thường rất nhỏ trừ các sông thuộc vùng gò đồi Thanh Nghệ. Phổ biến độ đục nước sông ở khu vực này dao động từ (50 - 150)g/m^3 ở các lưu vực sông nhỏ, và từ (200 - 400)g/m^3 ở những lưu vực sông lớn (như sông Mã, sông Cả). Trong những năm gần đây, những biến động bất thường của sự phân mùa dòng chảy, mùa kiệt dòng chảy nhỏ, lượng trữ ẩm trong đất thấp, lớp thổ nhưỡng bị phân rã gặp những trận mưa có cường độ lớn đã cuốn trôi lớp đất đá vào sông tạo nên dòng chảy cát bùn lớn nên lượng cát bùn trên sông gia tăng đáng kể, trung bình tăng từ (110 - 150)%.

Như vậy với chuỗi tài liệu quan trắc thực tế đến năm 2003 của các sông suối lưu vực dải duyên hải miền Trung đã tương đối đủ cơ sở để tính toán các quy luật dòng chảy trên sông và đặc biệt là các quá trình dòng chảy lũ.

CHƯƠNG II

HIỆN TRẠNG VÀ ĐẶC ĐIỂM LŨ LỤT CÁC LƯU VỰC SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I. HIỆN TRẠNG LŨ VÀ NGẬP LỤT CỦA MỘT SỐ TRẬN LŨ ĐIỂN HÌNH CÁC NĂM 1996, 1998, 1999, 2000

Trải dài qua vĩ độ địa lý trải dài, nên lũ đặc biệt lớn và lịch sử xuất hiện không đồng bộ trên toàn dải duyên hải miền Trung. Khu vực Bắc Trung bộ lũ lịch sử xuất hiện năm 1978, khu vực Trung Trung bộ lũ lịch sử xuất hiện năm 1983 và khu vực Nam Trung bộ là năm 1964. Cùng với sự biến đổi khí hậu toàn cầu và các quá trình khai thác tài nguyên thiên nhiên không hợp lý, trong những năm cuối thế kỷ XX và đầu thế kỷ XXI lũ lụt đã liên tục xảy ra trên diện rộng. Theo tài liệu điều tra thì trong vòng hơn mười năm qua (1993 - 2003), hầu hết các sông suối dải duyên hải miền Trung đã xuất hiện lũ lịch sử, hoặc đặc biệt lớn như lũ lịch sử tại sông Ba, sông Cà Ty (năm 1993), sông Luỹ (1996), sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Thu Bồn, sông Trà Khúc... (1999), sông Ngàn Phố (2002), sông An Lão, sông Cái Nha Trang, sông Cái Phan Rang (2003). Đặc biệt trên toàn dải duyên hải miền Trung đã xuất hiện các trận lũ lớn trên diện rộng như lũ năm 1996, năm 1998, năm 1999, năm 2000 và năm 2003. Để đánh giá tình hình lũ và ngập lụt trên dải duyên hải miền Trung, ngoài số liệu thống kê lũ của các tỉnh duyên hải miền Trung (DHMT) mà chúng tôi thu thập được còn có một bộ số liệu điều tra thực tế của nhiều chuyến thực địa dài ngày tại khu vực nghiên cứu do đề tài triển khai.

Trong phần này chúng tôi sẽ đi sâu phân tích, đánh giá hiện trạng của trận lũ lịch sử năm 1999 và tình hình diễn biến một số trận lũ điển hình trong năm 1996, 1998 và 2000 xảy ra ở khu vực nghiên cứu.

I.1. CÁC TRẬN LŨ ĐIỂN HÌNH NĂM 1996

Năm 1996 có thể coi là năm thiên tai của Việt Nam, 46 trên 53 tỉnh thành trong cả nước bị tác động của bão, ATNĐ, lốc, lũ lụt, lũ quét... gây thiệt hại rất nghiêm trọng về người và của. Theo báo cáo của Ban chỉ đạo phòng chống lũ lụt Trung Ương mưa lũ năm 1996 gây thiệt hại rất lớn. Số người chết và mất tích gần 600 người, tổng thiệt hại ước tính tới 2.142,117 tỷ đồng.

Theo số liệu thống kê các trạm quan trắc thủy văn thuộc Tổng cục Khí tượng Thủy văn [148], các đặc trưng lũ năm 1996 trên các sông suối dải duyên hải miền Trung được trình bày trong bảng 2.1

Qua bảng 2.1 cho thấy các trận lũ lớn nhất xảy ra năm 1996 không xuất hiện đồng bộ trên toàn dải mà có sự phân khu vực rõ ràng, chậm dần từ Bắc vào Nam vùng nghiên cứu.

- Lũ lớn nhất trên lưu vực sông Mã xuất hiện vào tháng VIII.
- Lũ lớn nhất trên lưu vực sông Cả và sông Giang xuất hiện vào tháng IX
- Lũ lớn nhất trên lưu vực sông Hương xuất hiện vào tháng X.
- Lũ lớn nhất trên sông Thạnh Hãn, các sông từ Quảng Nam tới Bình Định xuất hiện vào tháng XI.
- Lũ lớn nhất trên các sông từ Phú Yên - Khánh Hoà xuất hiện vào tháng XII.

Bảng 2.1: Đặc trưng trận lũ lớn nhất năm 1996 trên sông suối dải duyên hải miền Trung

Sông	Trạm	Chân lũ				Đỉnh lũ				ΔH (cm)	$T_{lên}$ (giờ)	$I_{lênth}$ (cm/h)	Cấp báo động (m)
		Thg	Ng	Giờ	Hc (cm)	Thg	Ng	Giờ	Hd (cm)				
Mã	Hồi Xuân	VIII	14	07	5698	VIII	15	22	6235	537	39	13,7	
	Cẩm Thủy	VIII	14	09	1649	VIII	16	06	2009	360	45	8,0	III
	Giàng	VIII	13	07	27	VIII	16	17	581	554	82	6,8	> II (0,31)
Chu	Chòm Giăng	VIII	13	01	5728	VIII	14	13	6202	474	36	13,2	
	Bái Thượng	VIII	13	07	1340	VIII	15	01	1850	510	48	10,6	> III (0,5)
Bưởi	Thạch Thành	VIII	13	01	496	VIII	16	16	1339	843	87	9,7	> III (1,89)
Cả	Cửa Rào	IX	22	13	6281	IX	24	07	6444	163	45	3,6	
	Dừa	IX	23	01	1906	IX	24	24	2312	406	47	8,6	> III (0,4)
	Đô Lương	IX	23	01	1353	IX	25	07	1783	430	54	8,0	> III (0,17)

Sông	Trạm	Chân lũ				Đỉnh lũ				ΔH (cm)	$T_{lên}$ (giờ)	$I_{lêntb}$ (cm/h)	Cấp báo động (m)
		Thg	Ng	Giờ	Hc (cm)	Thg	Ng	Giờ	Hd (cm)				
	Nam Đàn	IX	23	19	653	IX	25	18	830	177	95	1,8	> III (0,4)
Hiếu	Quỳ Châu	IX	22	19	6886	IX	23	19	7170	284	24	11,8	
	Nghĩa Khánh	IX	22	01	3435	IX	24	07	3886	451	54	8,4	
Ngàn sâu	Chu Lễ	IX	21	13	574	IX	23	09	1353	779	44	17,7	
	Hòa Duyệt	IX	21	21	437	IX	23	13	1020	583	40	14,6	
	Linh Cảm	IX	12	09	32	IX	16	09	582	550	96	5,7	> III (0,13)
Ngàn Phố	Sơn Diệm	IX	21	19	608	IX	27	15	1296	686	140	4,9	
Gianh	Đồng Tâm	IX	12	07	237	IX	14	02	1800	1563	43	36,3	> III (2,00)
	Mai Hóa	IX	12	07	00	IX	14	08	747	747	49	15,2	> III (1,47)
Kiến Giang	Kiến Giang	XI	16	13	658	XI	17	08	1228	570	19	30	
	Lệ Thủy	XI	16	07	68	XI	17	13	233	165	30	5,5	< III (0,17)
Quảng Trị	Thạch Hãn	X	25	05	471	X	25	17	572	101	12	8,4	> III (0,22)
Hương	Thượng Nhật	X	21	13	5813	X	23	07	6364	551	42	13,1	
	Huế	X	22	01	76	X	23	19	455	379	42	9,0	> III (1,55)
Bồ	Phú Ốc	X	21	19	96	X	23	21	464	368	50	7,4	> III (0,14)
Thu Bồn	Nông Sơn	XI	3			XI	3		1644				> III
	Câu Lâu					XI	3		444				> III (0,74)
Trà Khúc	Sơn Giang					XI	3		4020				
	Trà Khúc					XI	3		776		uyh		> III (2,06)
Vệ	An Chỉ					XI	3		928				
	Câu s.Vệ					XI	3		525				> III (1,15)

Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		ΔH (cm)	$T_{lên}$ (giờ)	$I_{lêntb}$ (cm/h)	Cấp báo động (m)
		Thg Ng Giờ	Hc (cm)	Thg Ng Giờ	Hd (cm)				
An Lão	An Hòa			XI 3	2390				
	Bồng Sơn			XI	721				> III
Côn	Vĩnh Sơn			XI 3	7550				
	Bình Tường			XI 3	2450				= III
	Tân An			XII 1	888				> III (1,38)
Ba	Củng Sơn			XII 1	3427				
	Phú Lâm			XII 2	358				> III (0,08)
Cái Nha	Đồng Trăng			XI 19	1234				> III (2,34)
Lũy				XI 5	2916				> III (1,16)

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng thủy văn)

❖ **Trận lũ lớn tháng VIII**: Trận lũ lớn nhất trong năm 1996 xảy ra vào ngày 14-16/VIII trên các sông lớn của toàn lưu vực sông Mã. Do ảnh hưởng của ATNĐ ngày 12/VIII trên toàn lưu vực sông Mã đều có mưa phổ biến ở mức (200 - 400) mm đặc biệt có nơi lên tới 609mm (trạm Vĩnh Lộc), mực nước trên các triền sông dâng cao, mực nước các sông lớn như sông Mã, sông Chu, sông Bưởi, sông Lèn đều vượt quá mức báo động cấp II, đặc biệt trên sông Bưởi (Kim Tân) mực nước vượt BĐ III tới 189 cm và vượt cả lũ lịch sử năm 1980 đã gây vỡ đê sông Bưởi. Tiếp đến ngày 22/VIII cơn bão số 4 đổ bộ trực tiếp vào bờ biển Thanh Hoá vượt qua dãy Trường Sơn sang Lào nên lượng mưa trên toàn lưu vực sông Mã phổ biến ở mức (50 - 100) mm và do nước trên các sông của trận lũ trước chưa tiêu thoát kịp nên xuất hiện mực nước cao hơn BĐ II.

❖ **Trận lũ lớn tháng IX**: Chịu ảnh hưởng của ATNĐ (11/IX) và cơn bão số 6 (22/IX) tác động trực tiếp vào vùng bờ biển từ Thanh Hóa tới Hà Tĩnh gây mưa từ (400 - 500) mm trên diện rộng từ Thanh Hóa đến Quảng Bình, trong tháng IX trên các lưu vực sông Cả và sông Gianh xảy ra liên tiếp hai trận lũ lớn. Trong đợt đầu lượng mưa lớn nhất xuất hiện trên lưu vực sông Gianh, lũ trên sông Cả vượt mức

BĐ II, riêng ở Nam Đàn mực nước xấp xỉ BĐ III (kém 13 cm), nhưng vượt mức BĐ III từ (1,5 - 2) m trên sông Gianh. Trong khi mực nước các sông đang ở mức cao, chịu tác động trực tiếp của cơn bão số 6 đổ bộ vào bờ biển Nghi Xuân (Hà Tĩnh) lượng mưa phổ biến (50 - 100) mm đã gây ra trận lũ lớn nhất trên lưu vực sông Cả trong năm, mực nước các triền sông đều xấp xỉ BĐ III và tại Nam Đàn mực nước vượt BĐ III tới 40 cm. Đối với các sông trong lưu vực sông Gianh, mực nước dâng cao trở lại nhưng dao động quanh BĐ II. Hai trận lũ liên tiếp mực nước trên các sông duy trì ở mức cao tới 10 ngày với thời gian kéo dài đỉnh lũ lớn 172 giờ gây nên tình trạng ngập úng cho phần hạ du.

❖ **Trận lũ lớn tháng X**: ảnh hưởng của bão số 7 kết hợp với KKL tăng cường đã xảy ra mưa lớn trên toàn lưu vực Hương, phổ biến (300 - 500) mm, lũ lớn xuất hiện đồng bộ trên toàn lưu vực ngày 22/X. Đỉnh lũ gần như xuất hiện đồng thời trên cả sông Tả Trạch (h_{max} = 4,55m) và sông Bồ Giang (h_{max} = 4,64m) đều vượt mức BĐ III.

❖ **Trận lũ tháng XI**: Chịu tác động trực tiếp của ATNĐ vào bờ biển Quảng Nam - Đà Nẵng gây mưa lớn trên diện rộng dải ven biển từ Quảng Trị đến Bình Thuận, từ 200 - 400 mm ở vùng đồng bằng, thậm chí đến 600 mm, lũ xảy ra hầu hết dải duyên hải miền Trung, đặc biệt lũ lớn vượt BĐ III và lớn nhất trong 10 năm, xuất hiện đồng bộ trên các sông từ Quảng Nam - Đà Nẵng tới Quảng Ngãi.

Tác động mưa lớn của ATNĐ cùng với mực nước trên các triền sông đang ở mức cao do chưa tiêu thoát hết trận lũ cuối tháng X của cơn bão số 7 nên mực nước các triền sông đều vượt quá BĐ III đạt lũ lớn nhất năm. Các đỉnh lũ thuộc tỉnh Quảng Trị, Quảng Nam - Đà Nẵng, Quảng Ngãi và Bình Định đều đạt mức trên BĐ III từ 0,14 - 2,06m. Và lũ trên sông phần lớn là lũ kép; thời gian lũ lên nhanh nhưng lại xuống rất chậm.

◆ ***Sông Thu Bồn:*** mưa lớn trên diện tích rộng và do chưa tiêu thoát hết trận lũ cuối tháng X của bão số 7 nên mực nước các triền sông đều vượt quá BĐ III đạt lũ lớn nhất năm, lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất tại Nông Sơn là 7.460m^3/s có tần suất xuất hiện 10%. Liên tiếp từ ngày 6/XI đến 24/XI do tác động của cơn bão số 8 kết hợp với KKL đã đưa tới con lũ thứ 2 trong năm xấp xỉ với lũ lớn nhất vào ngày 18/XI với lưu lượng đỉnh lũ tại Nông Sơn đạt 6.970m^3/s và đạt BĐ III trên sông Thu Bồn và vượt báo động cấp II trên sông Vu Gia.

Phần thượng du lưu vực, với địa hình núi cao, độ dốc lớn, bị chia cắt mạnh cùng với mưa lớn tập trung đã xảy ra các trận lũ quét và gây ngập lụt nghiêm trọng

vùng thung lũng như tại thị trấn Tam Kỳ, Khâm Đức gây xói lở ven bờ sông Thu Bồn, Vu Gia.

◆ ***Sông Trà Khúc***: lượng mưa kéo dài liên tục, nên trên lưu vực sông Trà Khúc xuất hiện trận lũ kép với 8 đỉnh lũ vượt trên BĐ III, gây ngập úng nghiêm trọng hạ du trong đó quan trọng nhất là thị xã Quảng Ngãi, huyện Sơn Tịnh với mức nước ngập từ 0,5 - 1m. Đây là đợt lũ dài ngày nhất suốt thời gian quan trắc. Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất đạt 10.100m^3/s.

◆ ***Sông Vệ***: trận lũ kép xuất hiện vào tháng XI có mực nước đỉnh lũ lớn nhất tại trạm An Chỉ là 928 cm, tại cầu sông Vệ là 525 cm vượt BĐ III tới 1,12 m và thời gian kéo dài của đợt lũ kép này lên tới 9 ngày với 8 đỉnh lũ. Phần hạ du sông Vệ được nối với lưu vực sông Trà Khúc đã gây ngập úng nặng nề cho vùng hạ du (từ ngày 16 - 24).

◆ ***Sông An Lão***: do ảnh hưởng của cơn bão số 8 kết hợp với KKL nên lượng mưa trong các ngày từ 15 - 24/XI rất lớn, tới 500 - 600mm ở vùng đồng bằng, 800 - 1000mm ở vùng núi nên trên sông An Lão đã xuất hiện mực nước lớn nhất trong năm tại trạm An Hoà là 23,50m vượt BĐ II, ứng với lưu lượng đỉnh lũ 1920m^3/s có tần suất xuất hiện 30%, còn tại Bồng Sơn là 7,21m vượt BĐ III. Đây là trận lũ lớn nhất trong năm.

◆ ***Sông Cái (Phan Rang):*** trận lũ lớn nhất xuất hiện vào ngày (1 - 5)/XI do ảnh hưởng của ATNĐ và dải HTNĐ có trục đi qua vùng Nam Trung bộ gây mưa lớn ở mức 100 - 300mm đã dẫn đến lũ trên các sông suối đều đạt ở mức cao, tại cầu Phan Rang là 5,24m. Đây là mức nước lớn nhất trong thời kỳ quan trắc từ 1977 trở lại đây nhưng chưa đạt tới mức lũ lịch sử năm 1964. Với trận lũ này thời gian kéo dài lũ tới trên 10 ngày và trong đợt lũ xuất hiện nhiều đỉnh (có tới 2 - 3 đỉnh vượt mức BĐ III). Với trận lũ này vùng thượng du sông Cái (Phan Rang) xuất hiện lũ quét còn hạ du ngập úng kéo dài gây thiệt hại nặng nề cho của cải và sản xuất nông nghiệp.

◆ ***Sông Lũy:*** lũ lớn nhất có lưu lượng đỉnh lũ 1180 l/s.km^2 (6/XI) ứng với tần suất xuất hiện 5%. Mực nước đỉnh lũ này đã vượt BĐ III (1,16 m), cường suất lũ lớn, thời gian lũ lên nhanh, thời gian lũ xuống kéo dài nên gây ngập lụt nghiêm trọng cho huyện Bắc Bình, hàng ngàn ngôi nhà ngập trong nước, hơn 7.000 ha đất nông nghiệp bị ngập úng. Nguyên nhân trận lũ lớn này là do kết hợp giữa mưa lớn tại chỗ và lũ thượng nguồn dồn về cùng với mực nước trong sông cao.

Ngoài ra, các sông suối khác trong toàn dải duyên hải miền Trung từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế và từ Bình Định đến Khánh Hòa đều xuất hiện lũ vượt BĐ II và xấp xỉ BĐ III.

❖ **Trận lũ tháng XII:** chịu tác động của gió mùa Đông Bắc mạnh, liên tục trong các ngày từ 29/XI đến ngày 2/XII và từ 18 - 21/XII lượng mưa trên toàn dải miền Trung đạt ở mức 200 - 400mm cùng với mực nước trên các sông đang mức cao nên đã xuất hiện lũ có mực nước vượt BĐ III trên hầu hết các triền sông từ Đà Nẵng đến Khánh Hòa, đặc biệt trên các sông từ Bình Định đến Khánh Hòa xuất hiện lũ lớn nhất trong năm.

◆ ***Sông An Lão:*** chịu tác động của gió mùa Tây Nam mạnh, lượng mưa trên lưu vực từ 100 - 150mm trong các ngày 18 - 23/XII trên toàn lưu vực xuất hiện trận lũ lớn với mực nước đỉnh lũ đạt BĐ II do tình trạng mực nước duy trì cao do các trận lũ trước chưa rút hết, vì vậy trận lũ này gây ngập úng nặng nề cho toàn bộ vùng đồng bằng.

◆ ***Sông Côn:*** lũ lớn nhất trên lưu vực sông Côn xuất hiện từ 30/XI - 3/XII và mực nước các triền sông đều rất cao vượt trên BĐ III. Đây là trận lũ có mực nước đỉnh lũ lớn nhất trong vòng 15 năm trở lại đây, gây ngập úng nặng nề cho vùng đồng bằng hạ du.

◆ ***Sông Ba:*** chịu tác động của hai đợt KKL vào ngày 1 - 3/XII và ngày 19 - 22/XII không những chỉ duy trì mực nước các triền sông ở mức cao mà còn xuất hiện trận lũ lớn nhất trong năm vào ngày 1/XII, có lưu lượng đỉnh lũ đạt 6190m^3/s.

◆ ***Sông Cái (Phan Rang):*** ngày 20/XII trên toàn lưu vực xuất hiện trận lũ với mực nước các triền sông đều đạt tới mức BĐ III. Đây là trận lũ lớn có thời gian xuất hiện muộn nhất so với thời kỳ nhiều năm (1977 - 1993).

Năm 1996 do thời tiết diễn biến phức tạp ở dải duyên hải miền Trung, các hình thế thời tiết gây mưa liên tiếp diễn ra và kết hợp với nhau gây mưa lớn trên hầu hết khu vực nghiên cứu, do đó gây nên lũ gần như đồng bộ trên các sông suối, đặc biệt là các sông vùng Nam Trung bộ. Mặc dù các trị số đỉnh lũ không lớn, đạt ở tần suất xuất hiện trên 10%, thậm chí tới 30% (trừ sông Lũy có tần suất xuất hiện 5%) nhưng các trận lũ kế tiếp nhau, trận trước chưa kịp rút đã tiếp đến trận sau, và mức nước càng cao do mực nước lũ trước đội lũ sau lên, thời gian duy trì mức nước cao kéo dài gây ngập lụt nghiêm trọng cho vùng hạ du, gây thiệt hại lớn về người

và của. Hơn nữa do mùa lũ kết thúc muộn, cuối mùa lũ (tháng XII) vẫn xuất hiện lũ lớn, ảnh hưởng trực tiếp tới thời vụ sản xuất nông nghiệp của vùng đồng bằng duyên hải. Mức độ ác liệt càng được gia tăng bởi đặc điểm địa hình, địa mạo của dải duyên hải miền Trung, bởi sự thành tạo bãi bồi, doi cát chắn các cửa sông, nhất là sự chặt phá rừng đầu nguồn nghiêm trọng lâu nay, độ rộng lòng sông bị thu hẹp không đảm bảo thoát lũ do việc xây dựng cầu, các tuyến đường sắt, các con đường chạy ngang sông, cống không đủ khẩu độ để thoát lũ...

I.2. CÁC TRẬN LŨ ĐIỂN HÌNH NĂM 1998

Đây là năm có sự xuất hiện của bão và ATNĐ rất khác biệt, mùa bão kéo dài trong 4 tháng, với sự xuất hiện muộn và kết thúc muộn hơn hẳn, tháng IX xuất hiện ATNĐ đầu tiên và trong 2 tháng cuối năm (tháng XI, XII) liên tục xuất hiện 1 ATNĐ và 4 trận bão, đồng thời đường đi của bão và ATNĐ cùng với vị trí đổ bộ cũng rất biến động. Khu vực duyên hải miền Trung tính trung bình nhiều năm có tần suất (đến năm 1995) chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão và ATNĐ là 66% nhưng trong năm 1998 tần suất này lên tới 71%. Bão tập trung vào cuối mùa và ảnh hưởng trực tiếp đến khu vực nghiên cứu. Tình hình diễn biến của các trận lũ trong năm 1998 như sau:

❖ ***Trận lũ 1 (từ ngày 19 - 23/X):*** Do ảnh hưởng của lưỡi cao lạnh lục địa ở phía Bắc dải HTNĐ, trên địa bàn các tỉnh từ Thừa Thiên - Huế vào tới Bình Thuận, mực nước trên các triền sông trên toàn dải đều ở mức xấp xỉ hoặc vượt hơn BĐ III như tại trạm Trà Khúc (S.Trà Khúc) mực nước sông vượt trên BĐ III là 0,57m, tại trạm Tân An (S.Côn) vượt trên BĐ III là 1,2m, trạm Phú Lâm (S.Ba) kém BĐ III 0,34m, trạm Đồng Trăng (S.Cái Nha Trang) vượt BĐ III 2,65m, tại trạm Ninh Hòa (S.Cái Ninh Hoà) có mực nước vượt BĐ III 0,36m, tại Tân Mỹ (Cái Phan Rang) là 39,84m cao hơn BĐ III là 1,84m và tại trạm Sông Lũy (s.Lũy) là 27,78m thấp hơn BĐ III là 0,2 m. Lũ trên sông có cường suất lớn từ 33 - 67cm/h và biên độ lũ dao động từ 3 - 7m.

❖ ***Trận lũ 2 (từ ngày 12 - 15/XI):*** Do ảnh hưởng của cơn bão số 4 kết hợp với đới tín phong Đông Bắc mạnh ở phía Bắc khu vực bão đổ bộ, liên tiếp trong các ngày (12-15)/XI trên địa bàn dải duyên hải miền Trung xuất hiện mưa to và kéo theo lũ lớn xuất hiện trong khu vực từ Quảng Bình đến Bình Thuận. Mực nước trên các sông trong dải đạt đỉnh lũ vào các ngày 14 - 15/XI và xấp xỉ hoặc vượt BĐ III. Trên nhiều sông thuộc vùng cực Nam Trung bộ mực nước đạt đỉnh lũ năm như trên sông Cà Ty (Mường Mán) là 847 m cao hơn BĐ III là 2,47m, sông Cái (Phan

Thiết) tại Phan Thiết là 2,16 m cao hơn BĐ III : 0.16m. Biên độ dao động mực nước đạt từ (2 - 5)m.

❖ ***Trận lũ 3 (từ ngày 19 - 22/XI),*** Trong khi mực nước trên các triền sông cao (đang ở mức BĐI) và các vùng ngập lụt chưa được tiêu thoát, dải duyên hải miền Trung lại chịu tác động trực tiếp của cơn bão số 5 kết hợp với dải HTNĐ và KKL tăng cường ở phía Bắc có lượng mưa rất lớn từ 300 - 500mm. Vì vậy lũ trên các triền sông từ Quảng Bình vào đến Bình Thuận dâng lên rất nhanh gây nên đợt lũ kép đặc biệt lớn. Và xuất hiện mực nước đỉnh lũ cao nhất trong năm vượt xa mức BĐ III từ 1 - 2m, tại 33 vị trí trên các sông dải duyên hải đỉnh lũ vượt BĐ III từ 0,11 m (trạm Lệ Thủy trên sông Kiến Giang) tới 2,81m (tại Củng Sơn trên sông Ba) và có những điểm mực nước xấp xỉ lũ lịch sử như tại trạm Ái Nghĩa (S.Vu Gia) vượt BĐ III là 1,57m, lớn hơn lũ năm 1996 và xấp xỉ lũ lịch sử 1964, trạm Trà Khúc (S.Trà Khúc) xấp xỉ lũ 1996 vượt BĐ III 2,02m, trạm Phú Lâm (S.Ba) vượt BĐ III là 0,62m lớn hơn lũ 1996 và tới trạm Ninh Hoà (S.Cái Ninh Hòa) vượt đỉnh lũ 1996 là 0,74m. Đây là trận lũ xảy ra đồng bộ trên toàn dải Trung và Nam Trung bộ có mức độ đỉnh lũ cao nhất kể từ 10 năm trở lại đây, biên độ lũ dao động từ 4 - 8m và cường suất lũ từ 33 - 67cm/h, mực nước các hồ chứa đều vượt ngưỡng tràn từ 1 - 5m gây ngập lụt nghiêm trọng trên toàn khu vực cả diện tích canh tác lẫn khu vực đường giao thông với mức ngập sâu từ 1 - 2m.

❖ ***Trận lũ 4 (từ ngày 25 - 28/XI):*** Do ảnh hưởng của cơn bão số 6 suy yếu thành ATNĐ đổ bộ vào bờ biển thuộc địa phận tỉnh Phú Yên - Khánh Hòa cùng với mực nước các sông đang ở mức cao nên hầu hết mực nước đỉnh lũ trên các sông từ Quảng Bình tới Phú Yên đều vượt trên BĐ III.

❖ ***Trận lũ 5 (từ ngày 10 - 14/XII)*** : Chịu tác động gây mưa của cơn bão số 7 (ngày 8/XII) cùng với lượng mưa lớn do cơn bão số 8 đem lại khi đổ bộ trực tiếp vào Phú Yên - Khánh Hoà đã gây ra lũ lớn trên lưu vực sông từ Nam Quảng Bình tới Bắc Ninh Thuận. Và trong tháng XII trên nhiều sông còn liên tiếp xuất hiện 3 đợt lũ muộn :

- **Đợt 1**: mưa lớn từ ngày 6 - 8/XII do ảnh hưởng của KKL gây nên lũ. Đỉnh lũ trên các sông từ Thừa Thiên - Huế vào tới Quảng Ngãi phổ biến ở mức báo động II tới xấp xỉ BĐ III.

- **Đợt 2**: do ảnh hưởng của cơn bão số 7 kết hợp với KKL gây đợt lũ tương đối lớn trên các sông từ Nam Quảng Bình đến Ninh Thuận. Đỉnh lũ các sông từ Quảng Ngãi đến Ninh Thuận vượt mức BĐ III từ 0,09 đến 1,1 m, đặc biệt đỉnh lũ trên sông

Cái (Nha Trang) tại Đồng Trăng đạt 13,12 m vượt BĐ III: 3,12 m, tương đương lũ lịch sử 1978.

- **Đợt 3**: từ 13 - 15/XII chịu ảnh hưởng mưa lớn của cơn bão số 8 kết hợp với KKL gây lũ trên sông từ Quảng Bình tới Bình Thuận. Trên các sông từ Nam Quảng Ngãi tới Bình Định xuất hiện đỉnh lũ vượt BĐ III từ 0,02 đến 0,68 m.

So với trung bình nhiều năm, đây là trận lũ lớn xuất hiện khá muộn trong khu vực này. Với mực nước các triền sông cao, cộng với ảnh hưởng của KKL tăng cường nên mưa lớn đã xuất hiện trên toàn dải duyên hải miền Trung kéo dài tới tháng I/1999 với lượng mưa tháng I tăng từ 110 - 200% so với lượng mưa trung bình nhiều năm cùng thời kỳ. Vì vậy mực nước trên các sông giữ ở mức cao tới giữa tháng I và trên các sông từ Quảng Ngãi vào tới Khánh Hòa vẫn xuất hiện lũ (ngày 10-12)/I với đỉnh trên BĐ I thậm chí tại các sông Khánh Hòa mực nước vượt mức BĐ II, III như tại Ninh Hòa (sông Cái Ninh Hòa), vượt BĐ II là 0,21 m và tại Đồng Trăng vượt BĐ III 1,38 m.

Bảng 2.2 : Đặc điểm lũ lớn nhất năm 1998
các sông chính dải duyên hải miền Trung

Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		Mức báo động		Biên độ lũ lớn nhất (cm)
		TGXH	H (cm)	TGXH	H (cm)	Cấp BĐ	Vượt cấp (cm)	
Mã	Giàng	1h 15/IX	-40	13 17/IX	236	I	-114	276
Cả	Nam Đàn	1h 16/IX	189	7h 18/XI	364	I	-176	175
La	Linh Cảm	6h 16/IX	-42	20h 19/IX	249	I	-151	291
Gianh	Mai Hóa	13h 18/IX	19	7h 22/IX	341	I	41	322
Nhật Lệ	Lệ Thuỷ	7h 27/IX	61	12h 28/IX	271	III	11	210
Quảng Trị	Thạch Hãn	1h 19/XI	81	7h 22/XI	632			551
Hương	Huế	19h 18/XI	56	23h 20/XI	447	III	147	447
Bồ	Phú Ốc	1h 19/XI	155	8h 22/XI	479			474
Vu Gia	Ái Nghĩa	1h 19/XI	484	23h 20/XI	1037	III	157	553
Thu Bồn	Câu Lâu	7h 19/XI	93	5h 21/XI	509	III	139	416
Trà Bồng	Châu Ô	9h 21/XI	830	24h 22/XI	874			44
Trà Khúc	Trà Khúc	23h 21/XI	552	18h 22/XI	772	III	202	220
Vệ	Sông Vệ	23h 21/XI	356	16h 22/XI	536	III	126	180

Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		Mức báo động		Biên độ lũ lớn nhất (cm)
		TGXH	H (cm)	TGXH	H (cm)	Cấp BĐ	Vượt cấp (cm)	
An Lão	An Hòa	19h 21/XI	2139	11h 22/XI	2417			278
Lại Giang	Bồng Sơn	1h 22/XI	447	24h 22/XI	739			292
Côn	Thạch Hòa	7h 19/XI	611	21h 22/XI	874	III	124	263
Kỳ Lộ	Hà Bằng	1h 19/XI	528	12h 20/XI	1006			478
Ba	Củng Sơn	1h 19/XI	2838	15h 20/XI	3631	III	281	793
-	Phú Lâm	7h 19/XI	160	20h 20/XI	412	III	12	312
Hinh	Sông Hinh	7h 5/XI	2584	15 7/XI	2895			311
Dinh	Ninh Hòa	19h 18/XI	378	7h 20/XI	628			250
Cái (NTrang)	Đồng Trăng	13h 9/XII	575	18h 22/XII	1312	III	312	737
Cái (PRang)	Tân Mỹ	1h 21/X	3524	16h 21/X	3984	III	184	460
-	Phan Rang	19h 20/X	76	1h 22/X	466	III	16	390
Lũy	Sông Lũy	19h 19/X	2503	3h 20/XI	2778	III	-20	275
Cà Ty	Mường Mán	8h 13/XI	91	18h 14/XI	847	III	247	756
Cái (PThiết)	Phan Thiết	15h 13/XI	44	21h 14/XI	216	III	16	172

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng thủy văn)

I.3. CÁC TRẬN LŨ ĐIỂN HÌNH NĂM 1999

Năm 1999, tình hình thời tiết, lũ lụt ở các tỉnh dải duyên hải miền Trung rất phức tạp và khác thường, có ít bão và ATNĐ ảnh hưởng đến nước ta song lại xảy ra những trận mưa, lũ lụt đặc biệt lớn, lũ lịch sử ở miền Trung. Chỉ trong vòng hơn 1 tháng (từ 1/11 đến 6/12), ở hầu hết các tỉnh Trung Bộ và Tây Nguyên đã có 2 đợt mưa rất to và đặc biệt to gây ra 2 đợt lũ, diện rộng hiếm thấy trong lịch sử, làm ngập lụt nghiêm trọng, dài ngày, thiệt hại lớn cho kinh tế, dân sinh, môi trường: hơn 700 người chết, gần 500 người bị thương, hàng vạn hộ gia đình bị mất nhà cửa, tài sản, thiệt hại ước tính lên tới gần 5.000 tỷ đồng, vượt xa mức thiệt hại xảy ra năm 1996, năm lũ lụt lớn trên cả nước. ***Tình hình khí tượng thủy văn năm 1999 diễn biến rất phức tạp với nhiều hiện tượng thủy văn nguy hiểm, bất bình thường, hết sức ác liệt và hiếm thấy trong 100 năm qua.***

Theo báo cáo sơ bộ, 2 đợt mưa lũ lụt lịch sử đầu tháng XI và đầu tháng XII/1999 gây thiệt hại rất lớn [144]. Tình hình thiệt hại như sau:

Người chết :	715 người
Người mất tích:	34 người
Người bị thương:	478 người
Nhà đổ trôi:	48.201 cái
Nhà ngập, hư hại:	1.011.721 cái
Trường học đổ trôi, hư hại:	5.914 phòng
Bệnh viện, bệnh xá ngập, hư hại:	583 cái
Lúa úng ngập:	52.900 ha
+ Trong đó mất trắng:	31.540 ha
Trâu, bò chết, trôi:	33.425 con
Kênh mương sạt, trôi (đất):	3.181.962 m^3
Đường giao thông sạt, trôi (đất):	31.885.302 m^3
Cầu cống sập trôi:	958 cái
Ao hồ nuôi tôm bị vỡ:	84.348 ha
Tầu thuyền chìm, mất:	620 chiếc
Tổng thiệt hại ước tính:	***4.699,208 tỷ đồng.***

Mặc dù số cơn bão hoạt động trên biển Đông xấp xỉ trung bình nhiều năm, song chỉ có 1 cơn bão (số 9) đổ bộ vào bờ biển Việt Nam. Mùa mưa trên dải ven biển miền Trung bắt đầu như trung bình nhiều năm nhưng lượng mưa có sự phân hoá rõ nét, ở Bắc Trung bộ, lượng mưa mùa mưa nhỏ, nhưng ở Trung và Nam Trung bộ, lượng mưa mùa mưa tăng từ 140 - 202% so với TBNN. Trong toàn mùa mưa đã xuất hiện 7 trận mưa lớn, bao gồm cả mưa đặc biệt lớn và mưa lịch sử trong những ngày đầu tháng XI, XII. Do tác động kết hợp của KKL và rìa phía bắc dải HTNĐ với sự hội tụ mạnh mẽ của đới gió Đông trên cao. Đợt mưa từ 1 - 6/XI lượng mưa tại các tỉnh từ Quảng Bình đến Quảng Ngãi phổ biến ở mức 600mm tới trên 2.000mm, có tâm mưa là khu vực đèo Hải Vân, đặc biệt tại Huế lên tới 2.288mm.

Mưa phân bố không đồng đều, nên lũ trên sông suối dải duyên hải miền Trung cũng có những biến động rất bất thường, ở Bắc Trung bộ, lũ thuộc loại nhỏ, ở Trung và Nam Trung bộ, xảy ra lũ đặc biệt lớn, xấp xỉ và vượt xa giá trị lịch sử, gây ngập lụt nghiêm trọng trên diện rộng và kéo dài hiếm thấy trong lịch sử.

Do mưa lũ đồng bộ diễn ra trên diện rộng ở dải duyên hải miền Trung (từ Quảng Bình đến Bình Thuận) nên chúng tôi đi sâu đánh giá hai trận lũ lớn nhất diễn ra đầu tháng XI và tháng XII.

1. Trận lũ đầu tháng XI năm 1999

Do ảnh hưởng của KKL mạnh kết hợp với hoạt động cường độ rất cao của dải HTNĐ có trục đi qua Nam bộ và của ATNĐ đổ bộ vào Nam Trung bộ, ở hầu hết các tỉnh Trung bộ và Tây Nguyên đã có mưa rất to, nhiều nơi mưa đặc biệt to với cường suất rất lớn, tập trung trong thời gian ngắn trong các ngày từ 1 - 6/XI.

Lượng mưa lớn, cường độ lớn lịch sử lại tập trung trong thời gian ngắn, nhất là trong thời gian từ đêm ngày 1 đến sáng ngày 2 và duy trì trong ngày 3, 4/11 đã gây ***lũ quét ở hầu hết các huyện vùng núi*** Đông Trường Sơn, bắc Tây Nguyên; lũ lụt lớn lịch sử rộng khắp ở đồng bằng các tỉnh từ Quảng Bình đến bắc Khánh Hòa. Do diễn biến tình hình lũ rất phức tạp, trên hầu hết các sông đều xuất hiện nhiều đỉnh liên tiếp, nhưng dựa vào lũ ở hạ lưu các sông có thể chia làm 2 đợt sau:

Đợt 1: Từ ngày 1 - 3/XI:

Đây là đợt lũ lớn nhất, ác liệt nhất, diễn ra trong thời kỳ ngắn 24 - 48h ở hầu hết các tỉnh từ Nam Quảng Bình đến Bình Định.

Do mưa quá lớn tập trung trong thời gian ngắn (24 - 36h), nên lũ trên các sông trong khu vực từ Nam Quảng Bình tới Bình Định lên rất nhanh với cường suất lũ lên rất lớn: tại trạm Quảng Trị trung bình 15 cm/h, lớn nhất 84 cm/h; tại Phú Ốc trung bình 12 cm/h, lớn nhất: 95 cm/h, tại Kim Long trung bình 15 cm/h, lớn nhất 98 cm/h.

Hầu khắp các sông trong vùng đều xuất hiện lũ lớn vượt mức BĐ III từ 0,5 - 1,0 m. Nhiều sông xuất hiện lũ đặc biệt lớn, đỉnh lũ xấp xỉ lũ lịch sử như sông Vu Gia tại Ái Nghĩa là 10,27 m, trên BĐ III là 1,47 m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1964: 0,29m; tại Cẩm Lệ là 4,28 m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1964: 0,12 m; sông Thu Bồn tại Câu Lâu là 5,23m, trên BĐ III là 1,53 m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1964: 0,25m; tại Hội An là 3,21 m, trên BĐ III là 1,51 m, thấp hơn lũ lịch sử 1964: 0,19 m.

Đặc biệt các sông ở Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế đã xuất hiện lũ lịch sử, lớn nhất trong vòng 70 - 100 năm lại đây, đỉnh lũ sông Thạch Hãn tại Quảng Trị là 7,29m, cao hơn lũ lịch sử 1983 là 0,18 m; tại sông Bồ (Phú Ốc) là 5,18m, cao hơn lũ lịch sử 1983: 0,29m, sông Hương (Kim Long) là 5,94m, cao hơn lũ lịch sử 1983: 1,06m. Lũ cao đã phá vỡ phá Tam Giang, mở thành 5 cửa biển, 2 cửa biển mới là Hoà

Duân và Tư Hiền rộng 500 - 600m. Chính các cửa biển này đã làm cho lũ sông Hương xuống nhanh và khó lên cao mặc dù những ngày sau đó mưa trên lưu vực vẫn rất lớn.

Chiều ngày 2 - 3/XI, cường độ mưa giảm, lũ các sông lần lượt lên đỉnh và xuống chậm, nhưng còn dao động ở mức rất cao.

Đợt 2: từ ngày 4 - 6/XI.

Do ảnh hưởng của ATNĐ vào Nam Trung bộ, mưa lớn xuất hiện trở lại và lan rộng xuống phía Nam, lũ các sông từ Quảng Bình đến Ninh Thuận lên lại và ở mức rất cao. Điều rất bất lợi của đợt lũ sau là mực nước ở hầu hết các sông đang dao động ở mức rất cao (trên báo động II và trên BĐ III), lại tiếp tục phải gánh chịu đợt mưa lũ tiếp theo.

Lũ các sông từ Quảng Trị đến Quảng Nam lên lại và dao động trên BĐ III từ 0,5 - 1,0 m.

Đỉnh lũ nhiều sông thuộc các tỉnh từ Quảng Ngãi đến Ninh Thuận và Quảng Bình cao hơn đỉnh lũ trước và cao hơn BĐ III từ 0,5 - 2,0m, đặc biệt các sông ở Quảng Bình, Quảng Ngãi, Bình Định xuất hiện lũ lớn, đỉnh lũ sông Kiến Giang (tại Lệ Thủy) là 3,15 m, trên BĐ III là 0,45 m; sông Trà Khúc là 7,77m trên BĐ III là 2,07m, tương đương đỉnh lũ năm 1986 và năm 1998, cao nhất trong vòng 14 năm trở lại đây; sông Vệ tại trạm Sông Vệ là 5,44m trên BĐ III: 1,34m; sông Côn tại Thạch Hòa là 8,36m, trên BĐ III: 0,66m.

Đây là đợt lũ lụt lớn nhất, ác liệt nhất, diễn biến phức tạp nhất theo những số liệu mà chúng ta có được từ trước đến nay ở dải duyên hải miền Trung khi xét về diện chịu tác động, cường suất, biên độ và thời gian lũ lên, đỉnh lũ và thời gian duy trì nước lũ ở mức cao, tính phức tạp của trận lũ. Mưa lũ quá lớn, cường độ rất cao, vượt xa mức lịch sử rất nhiều (nhất là trên sông Hương) đã tàn phá rất nặng nề môi trường, kinh tế - xã hội, gây ngập lụt sâu, diện rộng dài ngày và trầm trọng trên toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế, Quảng Trị, Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng, Quảng Ngãi và nhiều huyện thuộc Quảng Bình, Bình Định, Khánh Hòa,...

Cường suất lũ lên rất nhanh, biên độ lũ rất lớn trên các sông, nhất là trên các sông thuộc Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế. Tại trạm Quảng Trị, cường suất lũ lên trung bình 15cm/h (lớn nhất tới 84 cm/h); tại Phú Ốc trung bình là 12 cm/h (lớn nhất là 95 cm/h), tại Kim Long trung bình là 15cm/h, lớn nhất đạt 98cm/h, lớn nhất trên hạ lưu các sông miền Trung. ***Tốc độ dòng lũ*** mạnh nhất từ trước tới nay.

Đỉnh lũ trên các sông đều đạt mức rất cao, thậm chí lớn hơn đỉnh lũ trước

đây được xem là lịch sử tới trên 1 mét cùng với việc dòng lũ tập trung rất nhanh, gia nhập khu giữa lớn đã gây bất ngờ lớn trong tiềm thức phòng tránh của nhân dân.

Lũ đặc biệt lớn trên sông chính kết hợp với úng ngập ở vùng hạ lưu và triều cường đã gây lũ lụt lịch sử trên nhiều hệ thống sông. ***Ngập lụt rộng nhất, sâu nhất và kéo dài*** nhiều ngày nhất từ trước tới nay.

- ***Trên một số sông đã xuất hiện lũ lịch sử trong vòng 70 - 100 năm trở lại đây:*** Lũ cao trên sông Hương đã phá vỡ phá Tam Giang, mở thành 5 cửa mới thoát lũ ra biển và 2 cửa mới ở Hoà Duân, Tư Hiền rộng 500 - 600 m. Chính những cửa thoát lũ này đã làm cho mực nước các sông ở Thừa Thiên - Huế xuống khá nhanh và khó lên cao sau ngày 2/XI, mặc dù cường độ mưa trên lưu vực trong các ngày 3 và 4/XI vẫn rất lớn. Xét về tính chất hình thành, tính ác liệt, quy mô và phạm vi tác động, có thể nói lũ trên toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế, Quảng Trị, đặc biệt là sông Hương, sông Thạch Hãn trong ngày 1 - 5/XI, thuộc loại lũ quét cực kỳ nguy hiểm.

- ***Trên rất nhiều sông xuất hiện lũ đặc biệt lớn, xấp xỉ lũ lịch sử:*** Như tại Ái Nghĩa (sông Vu Gia), Câu Lâu (sông Thu Bồn), Hội An (sông Thu Bồn), Trà Khúc (sông Trà Khúc), Sông Vệ (sông Vệ). ***Lượng gia nhập khu giữa trên trung lưu và hạ lưu*** hệ thống sông Hương, Thạch Hãn, Thu Bồn, Vụ Gia là ***rất lớn***, khác biệt rõ rệt với các trận lũ lớn hình thành trước đây.

- ***Trên nhiều sông khác ở miền Trung đã xuất hiện lũ lớn, có đỉnh cao hơn BĐ III như*** tại Lệ Thủy (sông Nhật Lệ), Thạch Hoà (sông Côn), Ninh Hoà (Cái Ninh Hoà), Đồng Trăng (sông Cái Nha Trang), Tân Mỹ (sông Cái Phan Rang), An Khê (sông Ba), tại Ayunpa (sông Ayunpa).

- ***Trên hầu hết các sông đã xuất hiện lũ kép phức tạp,*** từ 2 đỉnh (sông Thạch Hãn, Thu Bồn,...) đến 5 đỉnh lũ (sông Hương, Trà Khúc, Vệ,...). Lũ duy trì ở mức cao hơn BĐ III trong nhiều ngày, rút chậm lại gặp kỳ triều cường đã gây nên tình trạng ngập lụt sâu, rộng, rất bất lợi cho công tác phòng tránh.

Một đặc điểm khác đáng lưu ý là đợt lũ đầu tháng XI/1999, lũ lớn, lũ lịch sử chủ yếu hình thành và tập trung ở phần trung và hạ lưu các lưu vực sông mặc dù vùng thượng nguồn cũng bổ sung một lượng lũ quan trọng. Có thể nói, lụt lớn trên lưu vực sông đã hình thành do tổ hợp bất lợi nhất của lũ đặc biệt lớn trên sông chính với úng ngập trầm trọng do mưa lớn ở vùng đồng bằng hạ lưu ven biển. Chính vì thế, lũ đổ về nhanh hơn, nước lụt dâng lên nhanh hơn trước, tiêu thoát

kém làm cho lũ lụt vừa ác liệt, vừa kéo dài. Tại Thừa Thiên - Huế, Quảng Nam, thời gian lũ trên BĐ III kéo dài gần 5 ngày, như sông Hương tại Kim Long: 112 giờ, sông Vu Gia tại Ái Nghĩa: 112 giờ. tại Cẩm Lệ: 117 giờ; sông Thu Bồn tại Câu Lâu: 119 giờ, tại Hội An: 117 giờ.

Đây là trận lũ lụt lớn nhất, ác liệt nhất, diễn biến phức tạp nhất ở các tỉnh Miền Trung, gây ngập lụt sâu (1 - 2 m, nhiều nơi trên 3 - 5 m) trên diện rộng trong nhiều ngày (trên 4 - 5 ngày), trầm trọng nhất là tỉnh Thừa Thiên - Huế, Quảng Trị, Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng, Quảng Ngãi và nhiều huyện thuộc Quảng Bình, Bình Định, Khánh Hòa,.... là trận lụt lịch sử về độ sâu, diện rộng và thời gian ngập lụt ở Miền Trung.

Bảng 2.3 : Đặc trưng trận lũ từ ngày 1 - 6/XI/1999 trên các sông dải duyên hải miền Trung

TT	Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		ΔH (cm)	$T_{lên}$ (giờ)	$I_{lêntb}$ (cm/h)	I_{max} (cm/h)	Cấp báo động (m)
			NgGiờ	Hc (cm)	Ng Giờ	Hd (cm)					
1	Kiến Giang	Kiến Giang	06 02	838	06 14	1202	364	12	30	64	>II (1,02)
2		Lệ Thuỷ	06 01	231	06 18	315	84	18	5	18	>III (0,45)
3		Gia Voong	01 13	301	02 11	1041	740	22	34	134	>III (0,41)
4	Cam Lộ	Đông Hà	01 01	10	02 19	381	371	42	9	52	>III (0,19)
5	Thạch Hãn	Đak Rông			02 12	3272				21	>III (1,72)
6		Quảng Trị	01 01	59	02 20	729	670	44	15	84	>III (1,79)
7		Mỹ Chánh				733					>III (1,33)
8	Tả Trạch	Thượng Nhật	01 07	5802	02 09	6144	342	26	13	108	
9	Hương	Huế	01 01	38	02 14	594	556	37	15	98	>III (2,94)
10	Bồ	Phú Ốc	01 07	111	02 15	518	407	32	13	95	>III (0,68)
11	Vu Gia	Thành Mỹ	01 10	1276	02 10	2371	1095	24	46	138	
12		Hội Khách	01 10	982	02 10	1782	800	24	33	82	
13		Ái Nghĩa	01 10	481	03 05	1027	546	43	13	42	>III (1,47)
14		Cẩm Lệ	01 10	6	03 13	428	422	51	8	18	>III (2,58)
15	Thu Bồn	Hiệp Đức	01 04	1448	03 03	2706	1258	47	27	115	
16		Nông Sơn	01 07	611	03 04	1781	1170	45	26	91	

TT	Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		ΔH (cm)	$T_{lên}$ (giờ)	$I_{lêntb}$ (cm/h)	I_{max} (cm/h)	Cấp báo động (m)
			NgGiờ	Hc (cm)	Ng Giờ	Hd (cm)					
17		Câu Lâu	01 12	71	03 13	523	452	47	10	26	>III (1,53)
18		Hội An	01 11	-11	03 13	321	332	50	7	25	>III (1,51)
19	Tam Kỳ	Kỳ Phú	01 13	35	04 01	324	289	60	5	37	
20	Trà Bồng	Châu Ổ			03 16	851					>III (0,51)
21	Trà Khúc	Sơn Giang	04 09	3245	05 18	3833	588	33	18	90	
22		Trà Khúc	04 13	525	06 03	777	252	38	7	31	>III (2,07)
23	Sông Vệ	An Chỉ	04 11	676	06 01	963	287	38	8	43	
24		Sông Vệ	04 10	344	05 24	541	197	38	5	39	>III (1,31)
25	Lại Giang	Bồng Sơn	04 07	377	05 24	716	339	42	8	77	>III (0,16)
26	An Lão	An Hoà	04 05	2110	05 13	2388	278	33	8	89	>II (0,88)
27	Côn	Vĩnh Sơn	04 22	7084	05 18	7389	305	20	15	87	
28		Bình Tường	05 10	2209	05 24	2439	230	14	16	54	<III (0,11)
29		Thạch Hoà	05 04	726	06 08	836	110	28	4	11	>III (0,66)
30	Kỳ Lộ	Hà Bằng	05 07	688	05 21	957	269	14	19	108	>III (0,07)
31	Ba	An Khê	31 19	40265	01 21	40686	421	26	16	59	>III (0,36)
32		Ayunpa	05 01	15318	06 02	15642	324	19	17	30	>III (0,92)
33		Củng Sơn	05 07	3155	05 22	3332	177	15	12	18	<III (0,18)
34	Đà Rằng	Phú Lâm	04 19	231	06 05	310	79	34	2	6	>II (0,30)
35	Cái N. Hoà	Ninh Hoà	04 05	409	05 18	557	148	37	4	16	>III (0,57)
36	CáiN.Trang	Đồng Trăng	03 22	629	05 24	1133	504	50	10	70	>III (1,33)
37	Cái P. Rang	Tân Mỹ	03 19	3548	05 12	3801	253	41	6	35	>III (0,01)
38		Phan Rang	03 19	127	05 19	399	272	48	6	21	>II (0,49)

(Nguồn: Trung tâm Quốc Gia dự báo Khí tượng thủy văn)

Tình hình ngập lụt ở các tỉnh dải duyên hải miền Trung trong đợt lũ:

Mưa lũ lớn đầu tháng XI/1999 với cường độ cao vượt xa mức lịch sử đã gây ra lũ lụt lịch sử lớn nhất từ trước đến nay, làm thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản, gây hậu quả hết sức nặng nề và lâu dài về kinh tế - xã hội và môi trường ở các tỉnh miền Trung, nhất là Thừa Thiên - Huế, Quảng Trị, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và một số huyện thuộc thành phố Đà Nẵng, Quảng Bình, Phú Yên,

Khánh Hòa,... Quốc lộ 1A bị tắc từ ngày 2 - 8/XI do nhiều đoạn dài 600 - 1.500m bị ngập nước, sâu từ 0,5 - 2,0 m. Các tuyến đường 49B, 14, 14E, 24 đều bị tắc trong thời gian mưa, lũ và sau lũ do nước ngập, đất đá sạt lở, cầu cống hư hỏng,... Đường sắt Thống nhất với tổng cộng 150 km bị ngập nước, nhiều đoạn bị sạt lở, treo ray, phải ngừng chạy tầu hơn 10 ngày. Sân bay Phú Bài, Đà Nẵng bị ngập nước phải ngừng hoạt động trong một số ngày. Tỉnh Thừa Thiên - Huế và nhiều vùng dân cư của các tỉnh từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi bị cô lập với bên ngoài trong nhiều ngày.

- **Quảng Bình**: 2 huyện Lệ Thủy và Quảng Ninh với 80% diện tích bị ngập sâu 1 - 2 m, sâu nhất tới trên 3 m, kéo dài nhiều ngày (có nơi hơn 15 ngày). Đường 1A, 12A, 15 bị ngập sâu nhiều đoạn, gây gián đoạn giao thông 9 ngày. Đường sắt bị sạt lở và hư hỏng đoạn dài 200 m. Các đường liên tỉnh, liên xã bị ngập sâu nhiều ngày làm giao thông bị tắc nghẽn giữa các vùng, các địa phương trong tỉnh, nhất là ở Lệ Thuỷ, Quảng Ninh.

- **Quảng Trị**: 9 huyện, thị bao gồm Đông Hải Lăng, Triệu Phong, Đông Hà, Gio Linh, thị xã Quảng Trị, Tây Hướng Hoá, Vĩnh Linh,... với 80/136 phường, xã ngập sâu trong nước từ 2-4m trong 5-6 ngày, có nơi đến 9 ngày. Các công trình giao thông bị sạt lở, hỏng nền mặt đường và nhiều cầu cống trên Quốc lộ 1A, 9, 14, 15; tỉnh lộ và giao thông nông thôn bị hư hỏng nặng, gây tắc nghẽn. Nhiều nơi bị cô lập hoàn toàn với bên ngoài trong nhiều ngày.

- **Thừa Thiên - Huế**: 90% khu dân cư ở vùng đồng bằng các huyện Hương Thuỷ, Quảng Điền, Phong Điền, Phú Vang, Phú Lộc và phần lớn thành phố Huế bị ngập sâu từ 1,5 - 4 m. Sụt đất ở nhiều nơi ở A Lưới, Phú Lộc,... gây thương vong cho người, sạt lở, lấp đèo Phước Tượng, Hải Vân; nhiều đoạn quốc lộ 1, 49, 14 và các tỉnh lộ,... ngập sâu 1,5 - 2 m, gây ách tắc giao thông nhiều ngày. Đường sắt Bắc Nam có nhiều đoạn bị ngập sâu từ 0,5 - 1,5 m và bị phá vỡ 3 đoạn dài (thuộc Hương Thủy, Hương Trà, Phong Điền, Phú Lộc). Ngay sân bay Phú Bài, nơi khá cao, cũng bị ngập đường băng, phải đóng cửa từ ngày 1 -5/XI. Giao thông đường sắt, đường bộ, đường thủy và đường không bị cắt đứt hoàn toàn trong nhiều ngày. Để cứu trợ, Chính phủ đã phải lập cầu hàng không đặc biệt, dùng trực thăng thả đồ cứu trợ cho nhiều vùng bị cô lập. Lũ lớn tập trung dồn về hạ lưu đã phá vỡ phá Tam Giang và mở 2 cửa mới là Hoà Duân và Vinh Hải. Riêng việc mở cửa mới Hoà Duân đã cuốn trôi hàng chục tầu thuyền của dân, 2 tầu tuần tra của bộ đội biên phòng và gần 100 nhà, làm 11 xã của 2 huyện Phú Lộc, Phú Vang bị cô lập. Đây là hiện tượng mở cửa sông chưa từng xảy ra ở nước ta. Toàn bộ hệ thống thông tin

liên lạc, phát thanh, truyền hình, điện của tỉnh bị mất hoàn toàn từ ngày 2 đến 4, 5/XI do lũ lụt.

- **Thành phố Đà Nẵng**: huyện Hòa Vang bị ngập sâu 1 - 3 m; phần lớn nội thành bị ngập 0,5 - 1 m; sân bay Quốc tế Đà Nẵng bị ngập một phần đường băng và nhiều cơ sở hạ tầng, có nơi ngập sâu 1,5m, sân bay phải đóng cửa từ 7h ngày 3/XI đến 6h ngày 4/XI.

- **Tỉnh Quảng Nam**: Hầu hết các huyện đồng bằng như Đại Lộc, Điện Bàn, Duy Xuyên, thị xã Hội An và vùng phía đông các huyện Thăng Bình, Tam Kỳ, Núi Thành và Quế Sơn bị ngập lụt sâu 2 - 4m. Các tuyến giao thông trong tỉnh bị ách tắc do sạt lở núi; quốc lộ 1A, nhiều đoạn bị ngập sâu 1 - 2m.

- **Tỉnh Quảng Ngãi**: Hầu hết vùng đồng bằng và thị xã Quảng Ngãi ngập sâu từ 1,5 - 2,0m. Đoạn QL 1A từ Bình Sơn đến thị xã Quảng Ngãi ngập sâu 1,0 - 1,5m, gây ách tắc giao thông. Các đoạn đường từ thị xã về các huyện miền núi bị ngập sâu 1,0 - 1,5m, có nơi đến 2m. Đặc biệt, tuyến đường từ Sơn Hà đi Sơn Tây và tuyến đường liên xã của các huyện vùng núi bị cắt đứt trên 10 ngày do sạt lở núi và ngập quá sâu. Nhiều vùng ven biển, ven sông bị sạt lở nghiêm trọng.

- **Tỉnh Bình Định**: toàn bộ vùng đồng bằng phía đông Quốc lộ 1A của các huyện Phù Mỹ, Phù Cát, An Nhơn, Tuy Phước, các phường, xã, ngoại thành thành phố Quy Nhơn đã bị ngập sâu trong nước lũ. Các tuyến đường liên tỉnh, liên huyện, liên xã trong vùng bị ngập nước làm gián đoạn giao thông.

Trận lũ đầu tháng XII năm 1999

Do ảnh hưởng của KKL kết hợp với hoạt động tương đối mạnh của đới gió đông (trong 2, 3 ngày đầu có ATNĐ di chuyển qua vùng biển Nam Cà Mau), nên từ ngày 1 đến ngày 6 tháng XII/1999, ở hầu hết các tỉnh duyên hải miền Trung từ Thừa Thiên - Huế đến Khánh Hòa đã có mưa to diện rộng, nhiều nơi mưa đặc biệt to, cường độ rất lớn. Mưa lớn tập trung vào các ngày 3, 4 và 5/XII. Tổng lượng mưa cả đợt từ ngày 1 - 6/XII phổ biến ở mức 500 - 800mm, nhiều nơi có tổng lượng mưa cao hơn 1.000mm, gây lũ lụt ác liệt về diện, về mức độ ngập sâu, có nơi vượt giá trị lịch sử. Tại Quảng Ngãi, tổng lượng mưa phổ biến trên 1.500 mm, như ở Sơn Giang là 1.916mm, Ba Tơ 1.974mm, Minh Long 1.803mm. Tại Quảng Nam, mưa vùng Phú Ninh, Tam Kỳ đặc biệt lớn: Tiên Phước (1.512 mm), Tam Kỳ (1.135mm). Các tỉnh Thừa Thiên - Huế, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, mưa phổ biến 400 - 600mm, riêng vùng sông Hinh tỉnh Phú Yên mưa tới 600 - 800mm; ở

Quảng Trị mưa dao động từ 150 - 250mm.

Mưa to, tổng lượng lớn, diện rộng và tập trung trong thời gian ngắn, đặc biệt từ đêm 3 đến sáng 4/XII, đã gây lũ lụt lớn lần thứ 2 trong năm trên diện rộng đồng thời ở các tỉnh từ Thừa Thiên - Huế đến Ninh Thuận và Gia Lai; lũ lụt thuộc loại lịch sử hoặc đặc biệt lớn xảy ra ở các tỉnh Quảng Ngãi, Bình Định, Quảng Nam.

❖ *Tình hình lũ*

- ***Lũ lịch sử, lũ quét xảy ra nghiêm trọng trên toàn tỉnh Quảng Ngãi, đây là trận lũ lớn nhất trong vòng 70 - 100 năm qua:*** Mực nước đỉnh lũ sông Trà Khúc tại trạm Trà Khúc là 8,36m (lúc 8h ngày 4/XII), cao hơn lũ lịch sử năm 1964 là 0,35m, lớn hơn đợt lũ lớn nhất đầu tháng XI tới gần 0,6 m; sông Vệ tại trạm Sông Vệ là 5,99m (lúc 16h ngày 5/XII), cao hơn đỉnh lũ năm 1964 là 0,24 m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1924 là 0,13 m và lớn hơn đợt lũ đầu tháng XI/1999 khá nhiều. Lũ hình thành đều khắp trên toàn lưu vực, trong đó lượng lũ thượng nguồn có vai trò quan trọng nhất.

- ***Lũ lụt trầm trọng hơn đợt đầu tháng XI/1999*** đã xảy ra trên phạm vi toàn tỉnh Bình Định, phía Bắc Khánh Hòa. Trên một số sông xuất hiện lũ đặc biệt lớn hoặc xấp xỉ lũ lịch sử: Mực nước đỉnh lũ sông Côn tại Thạch Hòa là 8,55m (lúc 6h ngày 4/XII), trên BĐ III là 1,05m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1987 là 0,37m; sông Cái Ninh Hòa tại Ninh Hòa là 6,13m (lúc 19h ngày 3/XII), trên BĐ III là 1,13m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1986 là 0,45 m; sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng là 12,85m (lúc 18h ngày 2/XII), cao hơn BĐ III là 2,85m, thấp hơn lũ lịch sử năm 1978 là 0,29m.

- Tại các tỉnh Quảng Nam, Đà Nẵng, Thừa Thiên - Huế, lũ lụt không nghiêm trọng như đợt đầu tháng XI/1999, nhưng cũng thuộc loại lớn, có sông đã xảy ra lũ lụt thuộc loại đặc biệt lớn trong gần 40 năm qua. Riêng lũ lụt tại vùng thị xã Tam Kỳ thuộc loại lớn nhất trong 50 - 70 năm gần đây. Trên tất cả các sông đã xuất hiện lũ lớn, có đỉnh cao hơn BĐ III. Lũ thượng nguồn sông Thu Bồn lớn hơn, nhưng lũ ở hạ lưu lại thấp hơn đợt lũ đầu tháng XI/1999. Đỉnh lũ sông Vu Gia tại Ái Nghĩa là 9,43 m (11h ngày 4/XII); tại Câu Lâu là 4,54 m (16h ngày 4/XII); tại Hội An là 2,61 m, cao hơn BĐ III là 0,91 m; sông Hương tại Huế là 3,73 m (lúc 23h ngày 3/XII), cao hơn BĐ III là 0,73 m; sông Ba tại Củng Sơn là 34,59 m (12h ngày 3/XII), trên BĐ III là 1,09 m, tại Phú Lâm là 3,83 m (15h ngày 3/XII), trên

BĐ III là 0,33 m; sông Cái Phan Rang tại Tân Mỹ là là 38,18 m (14h ngày 2/XII), cao hơn BĐ III là 0,18 m.

- ***Lũ lụt diễn biến phức tạp*** do mưa lớn phân bố thành một số đợt, đồng thời lại chịu tác động mạnh của triều cường, trên hầu hết các sông đã xuất hiện lũ kép 2 đỉnh vào các ngày 4 và 5/XII, riêng trên sông Côn đã xuất hiện 3 đỉnh rất cao liên tiếp ở mức 8,4 - 8,55 m vào các ngày 4, 5 và 6/XII tại Thạch Hòa, cao hơn đỉnh lũ đầu tháng XI/1999. Lũ duy trì ở mức cao hơn BĐ III trong nhiều ngày, rút chậm do gặp kỳ triều cường đã gây ngập lụt sâu, rộng, bất lợi cho phòng tránh, cứu hộ.

- ***Lũ quét, xói lở, sạt trượt*** các sườn núi, bờ sông,... xảy ra rộng khắp ở các huyện thuộc vùng núi, đồng bằng ven biển thuộc các tỉnh Quảng Ngãi, Quảng Nam, Bình Định và Phú Yên.

Lũ lụt lớn đầu tháng XII/1999 liên tiếp sau đợt đầu tháng XI/1999, đã gây lũ quét và ngập lụt sâu, diện rộng, dài ngày, nghiêm trọng ở toàn bộ các tỉnh Quảng Ngãi, Bình Định, hầu hết các huyện thuộc tỉnh Quảng Nam, Khánh Hòa, nhiều huyện thuộc Thừa Thiên - Huế và thành phố Đà Nẵng. Quốc lộ 1A bị tắc dài ngày do nhiều đoạn bị ngập nước, sâu nhất từ 0,5 - 2,0m, dài 200 - 1.500 m. Các tuyến Quốc lộ, tuyến liên tỉnh, liên huyện đều bị tắc giao thông suốt trong thời gian lũ do nước ngập, đất đá sụt lở, công trình hư hỏng,... Đường sắt Thống nhất bị ngập nước, nhiều đoạn bị sạt lở, treo ray, phải ngừng chạy tầu nhiều ngày. Nhiều vùng dân cư bị cô lập với bên ngoài. Đáng chú ý nhất trong đợt này là tình trạng các hồ chứa đã tích đầy sau trận lũ trước lại gặp mưa lớn nên bị tràn hoặc phải tích nước quá thiết kế gây nguy hiểm. Nhiều hồ nước tràn cao 3 - 3,5 m. Một số hồ vừa và lớn công trình tràn xả lũ bị hư hỏng nặng.

Do mưa to tổng lượng lớn, diện rộng và tập trung trong thời gian ngắn, đặc biệt từ đêm 3 đến sáng 4 đã gây lũ lụt lớn rộng khắp và đồng thời ở các tỉnh từ Thừa Thiên - Huế đến Ninh Thuận ít thấy trong tháng XII. Trong đợt lũ này, mưa ở thượng nguồn các sông lớn hơn mưa đầu tháng XI, nhưng lượng mưa ở hạ lưu các sông lại nhỏ hơn nên mặc dù lũ thượng nguồn rất lớn, song úng lụt ở hạ du ít trầm trọng hơn đợt trước (bảng 2.4).

Lũ lịch sử, lũ quét xảy ra nghiêm trọng trên các lưu vực sông tỉnh Quảng Ngãi - đây là trận lũ lớn nhất trong vòng 70 - 100 năm qua. Trên các lưu vực sông ở Bình Định và Bắc Khánh Hòa đã xuất hiện lũ đặc biệt lớn, xấp xỉ lũ lịch sử trên sông Côn; sông Cái Ninh Hoà; sông Cái Nha Trang.

Bảng 2.4 : Đặc trưng trận lũ đầu tháng XII/1999 trên sông dải duyên hải miền Trung

TT	Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		ΔH	$T_{lên}$	$I_{lêntb}$	I_{max}	Cấp báo động (m)
			N G	Hc(cm)	N G	Hđ(cm)	(cm)	(giờ)	(cm/h)	(cm/h)	
1	Hương	Huế			03 23	373					>III (0,73)
2	Vu Gia	Thành Mỹ	01 13	1329	04 05	1999	670	64	10	81	
3		Hội Khách	03 04	1025	04 07	1547	522	27	19	56	
4		Ái Nghĩa	01 16	510	04 11	943	433	67	6	57	>III (0,63)
5	Thu Bồn	Hiệp Đức	01 07	1541	04 06	2799	1258	71	18	82	
6		Nông Sơn	01 13	716	04 09	1820	1104	68	16	76	
7		Câu Lâu	01 13	110	04 16	454	344	75	5	17	>III (0,81)
8		Hội An	02 13	25	04 20	262	237	79	3	12	>III (0,91)
9	Trà Khúc	Sơn Giang	01 10	2972	04 01	3981	1009	63	16	100	
10		Trà Khúc	01 13	317	04 08	836	519	67	8	24	>III (2,61)
11	Sông Vệ	An Chỉ	01 07	543	04 14	1034	491	79	6	23	
12		Sông Vệ	01 07	224	05 16	599	375	105	4	12	>III (1,89)
13	Lại Giang	Bồng Sơn	01 01	247	03 18	761	514	65	8	25	>III (0,61)
14	An Lão	An Hoà	30 19	2041	03 10	2508	467	63	7	57	> II (1,08)
15	Côn	Vĩnh Sơn	01 01	6960	03 12	7504	544	59	9	112	
16		Bình Tường	01 07	2048	03 18	2491	443	59	8	38	>III (0,41)
17		Thạch Hoà	01 07	553	04 06	855	302	71	4	10	>III (1,05)
18	Kỳ Lộ	Hà Bằng	01 07	495	03 13	948	453	54	8	34	~ III
19	Ba	An Khê	02 13	40247	03 17	40637	390	28	14	21	<III (0,13)
20		Ayunpa	02 07	15054	05 03	15533	479	68	7	27	>III (0,33)
21		Củng Sơn	01 01	2748	03 12	3459	711	59	12	26	>III (1,09)
22		Phú Lâm	01 07	68	03 15	383	315	56	6	18	>III (0,33)
23	Cái N.Hoà	Ninh Hoà	01 01	348	03 19	613	265	66	4	18	>III (1,13)
24	Cái N.Trang	Đồng Trăng	01 07	568	02 18	1285	717	35	20	50	>III (2,85)
25	Cái P.Rang	Tân Mỹ	02 01	3517	02 14	3818	301	13	23	42	>III (0,18)
26		Phan Rang	02 07	139	02 19	409	270	12	23	30	> II (0,59)

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng Thủy văn)

Tại các tỉnh Thừa Thiên - Huế, Quảng Nam, Đà Nẵng đã xảy ra lũ lụt đặc biệt lớn trong gần 40 năm qua. Riêng lũ lụt tại vùng thị xã Tam Kỳ thuộc loại lớn nhất trong 50 - 70 năm gần đây.

Do mưa phân bố thành một số đợt, đồng thời lại chịu tác động mạnh của triều cường nên lũ lụt diễn biến phức tạp. Trên hầu hết các sông đã xuất hiện lũ kép hai đỉnh vào các ngày 4 và 5/XII. Riêng trên sông Côn đã xuất hiện 3 đỉnh rất cao liên tiếp ở mức 8,4 - 8,55 m vào các ngày 4, 5, 6/XII tại Thạch Hòa. Lũ duy trì ở mức cao trên BĐ III ở nhiều ngày đã gây tình trạng ngập lụt sâu, rộng rất bất lợi cho công tác phòng chống cứu hộ.

Lũ quét, xói lở, sạt trượt các sườn núi, bờ sông... xảy ra rộng khắp ở các huyện miền núi, đồng bằng ven biển thuộc các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và Phú Yên.

Tình trạng ngập lụt của các tỉnh dải duyên hải miền Trung :

- **Thừa Thiên - Huế**: Ngập lụt thấp hơn đợt đầu tháng XI; những vùng thấp trũng như: Phú Vang, Quảng Điền, Phong Điền, Tây Lộc, Thuận Lộc, Phú Hậu,... bị ngập úng nặng. Đường lên các huyện miền núi Nam Đông và A Lưới bị sạt lở nhiều đoạn. Đường 11A, 11B, 10, 8A,... bị ngập sâu và sạt lở gây ách tắc giao thông.

- **Quảng Nam**: Hầu hết các huyện đồng bằng bị ngập lại, nhiều nơi ngập sâu hơn trận ngập lịch sử năm 1964. Các huyện bị ngập sâu 1 - 2 m trong nhiều ngày như: Núi Thành, Đại Lộc, Điện Bàn, Duy Xuyên, thị xã Hội An, Tam Kỳ,... Hầu hết các tuyến đường giao thông bị ách tắc do sạt lở núi. Quốc lộ 1A, đường sắt qua Quảng Nam bị ngập sâu 1,5 - 2,0 m và hư hại nhiều đoạn gây ách tắc giao thông. Các hồ chứa nước trong tỉnh đều vượt công trình tràn từ 3 - 3,5 m. Đặc biệt, an toàn hồ Phú Ninh là công trình trọng điểm trong phòng chống lũ đợt này cũng bị đe dọa nghiêm trọng. Mực nước hồ cao nhất đạt 34,44m, lớn nhất trong vòng 19 năm qua. Việc điều hành cắt lũ, đảm bảo an toàn công trình đã được đặc biệt lưu ý: mở hết khẩu độ các cửa tràn, lưu lượng xả tối đa 1.000 m^3/s; hơn 1.500 bộ đội cùng nhiều phương tiện, thiết bị đã được chuẩn bị tại tràn sự cố Long Sơn 1 để sẵn sàng ứng cứu.

- **Thành phố Đà Nẵng**: Nhiều xã phía Tây và TB huyện Hòa Vang bị ngập trên 1m; các xã Hòa Quí, Hòa Hải (quận Ngũ Hành Sơn) ngập từ 1,0 - 1,5m; khu công nghiệp Hòa Khánh ngập hơn 0,5 m. Hầu hết đường liên huyện, xã bị chia cắt

do sạt lở và hư hỏng.

- **Quảng Ngãi**: Ngập sâu và rộng hơn trận lũ đầu tháng XI/1999, nhiều nơi ngập trong nước lũ trên 2 - 3 m trong nhiều ngày, ngập cả những nơi từ trước tới nay chưa từng ngập. Toàn bộ các đường giao thông trong tỉnh: 1A, đường sắt bị ngập sâu 1 đến gần 2 mét, gây ách tắc giao thông. Các xã Nghĩa Kỳ, Nghĩa Thuận, Nghĩa Thắng huyện Tư Nghĩa và vùng dân cư ở bờ bắc sông Trà Khúc thuộc huyện Sơn Tịnh, Mộ Đức, Bình Sơn,... bị cô lập hoàn toàn trong nhiều ngày. Lũ quét đã xảy ra ở nhiều vùng thuộc huyện Mộ Đức, gây hậu quả nghiêm trọng.

- **Bình Định**: Trận lũ lụt này cao hơn, rộng hơn trận đầu tháng XI/1999, gây ngập sâu, ở hầu hết các huyện Hoài Nhơn, Hoài Ân, An Lão, Tuy Phước, Phù Mỹ, Phú Cát, An Nhơn, Tuy Hòa, các phường, xã ngoại thành thành phố Quy Nhơn,... bị ngập sâu 1 - 2 m; nhiều vùng trũng trở thành ốc đảo, nhiều xã bị cô lập, mất liên lạc. Các tuyến đường trong tỉnh đều bị ngập sâu, sạt lở gây ách tắc giao thông.

- **Phú Yên**: Nhiều vùng dọc hai bên bờ sông Bàn Thạch, các đường phố trung tâm thị xã Tuy Hoà ngập sâu trong nước từ 0,5 - 1,0m. Các tuyến đường giao thông liên huyện bị sạt lở, gây ách tắc giao thông làm nhiều xã của các huyện miền núi Sơn Hoà, Đồng Sơn,... bị chia cắt, cô lập với bên ngoài.

- **Khánh Hoà**: Tại 9 hồ trong tỉnh nước lũ đều vượt tràn từ 0,5 - 3,95m; hồ Đá Bàn (Ninh Hòa) vượt tràn 4 - 5,3m, đe dọa hàng chục ngàn hộ dân hạ du. Nhiều nơi thuộc huyện Vạn Ninh, Ninh Hoà bị ngập sâu trong nước. Giao thông nông thôn đều bị cắt. Quốc lộ 1A, đường Ninh Hoà đi Đắc Lắc bị sạt lở, ngập sâu nhiều đoạn. Đặc biệt, đê sông Gốc - Vạn Thắng hư hại nặng.

Nhận định chung lũ lụt năm 1999

Cả 2 đợt (từ ngày 1-6/XI và 1-6/XII), lượng mưa phổ biến chiếm tới 100 - 150%, nhiều nơi chiếm 150 - 200% tổng lượng mưa trung bình mùa mưa. Cả 2 đợt mưa đều do tác động kết hợp của KKL và ATNĐ hoặc vùng thấp trên dải HTNĐ có trục đi qua Nam Biển Đông, tùy vị trí, cường độ và thời gian của tác động kết hợp này có những điểm khác nhau ở mỗi đợt, do đó vùng tâm mưa, cường độ mưa, tổng lượng mưa, thời gian mưa trong mỗi đợt có khác biệt nhau nhất định.

Tại Thừa Thiên - Huế, Quảng Trị, Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng, Quảng Ngãi và Bình Định, mưa không những phân bố đều ở cả vùng núi và đồng bằng mà còn đạt mức lịch sử về tổng lượng mưa trận, cường độ mưa và diện mưa. Trong 2 đợt (tổng cộng khoảng trên dưới 10 ngày), lượng mưa trung bình ở các tỉnh này

lớn nhất trong 50 - 100 năm qua, Cường độ rất lớn, có ngày mưa trên 1.000 mm như ở Huế, từ 6h ngày 2 đến 6h ngày 3/XI mưa 1.422mm, lớn chưa từng thấy trong vòng hơn 100 năm qua.

Đặc điểm của trận lũ đầu tháng XI/1999 là lũ lớn, lũ lịch sử chủ yếu hình thành và tập trung ở phần trung và hạ lưu các lưu vực sông đã hình thành do tổ hợp bất lợi nhất của lũ đặc biệt lớn trên sông chính với úng ngập trầm trọng do mưa lớn ở vùng đồng bằng hạ lưu ven biển. Chính vì thế lũ lụt vừa ác liệt, vừa kéo dài, thời gian lũ trên BĐ III kéo dài gần 5 ngày, gây tình trạng ngập lụt sâu, rộng rất bất lợi cho công tác phòng chống cứu hộ.

Lũ quét, xói lở, sạt trượt các sườn núi, bờ sông... xảy ra rộng khắp ở các huyện miền núi, đồng bằng ven biển thuộc các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và Phú Yên.

I.4. CÁC TRẬN LŨ ĐIỂN HÌNH NĂM 2000

Năm 2000 là năm thứ 5 liên tiếp có thiên tai lớn ở dải duyên hải miền Trung.

Đặc điểm của thời tiết năm 2000 là mùa mưa lũ đến sớm, kéo dài mặc dù ít bão và ATNĐ ảnh hưởng đến khu vực. Có 2 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp đến dải duyên hải miền Trung (cơn bão số 2 và số 4) và 4 ATNĐ xảy ra trong vòng 5 tháng từ tháng VIII đến tháng XII gây ra 12 đợt mưa lớn trên diện rộng. Tình hình mưa năm 2000 ở dải duyên hải miền Trung diễn biến rất khác nhau ở các khu vực:

- Khu vực từ Thanh Hóa tới Quảng Bình, lượng mưa năm có xu hướng giảm, tổng lượng mưa năm chỉ đạt 60 - 70% trung bình nhiều năm. Mưa ít, gây khô hạn trên diện rộng và đặc biệt nghiêm trọng ở khu vực này.

- Khu vực Trung và Nam Trung bộ có lượng mưa tương đối dồi dào, tổng lượng mưa năm gấp từ 1,2 đến 1,7 lần so với lượng mưa trung bình nhiều năm. Các tháng mùa mưa đều có xu hướng lớn hơn trung bình nhiều năm.

Trong mùa lũ, trên dải đã xảy ra 46 trận vượt trung bình nhiều năm 13 trận tập trung trong 12 đợt lũ đồng bộ. Trên các sông ở Bắc Trung bộ sau 3 năm (1997 - 1999) hầu như không có lũ đã xuất hiện 1 - 3 trận lũ vừa và nhỏ ở mức BĐ II, trong đó xuất hiện lũ đặc biệt lớn trên sông Bưởi (phụ lưu sông Mã). Đối với các sông vùng Trung và Nam Trung bộ xảy ra nhiều trận lũ lớn: 9 trận lũ trên sông Thu Bồn và sông Trà Khúc, 7 trận lũ trên sông Hương, 6 trận lũ trên sông Đà Rằng,

trung bình 4 - 5 trận lũ trên mỗi sông khác. Các trận lũ tập trung vào tháng VIII, IX ở Bắc Trung bộ; vào tháng X, XI và nửa đầu tháng XII ở Trung và Nam Trung bộ. Các đỉnh lũ ở khu vực này phổ biến cao hơn BĐ III khoảng 0,10 - 0,70m. Trên 1 số sông, đỉnh lũ thuộc loại đặc biệt lớn, vượt BĐ III từ 1,5 - 3m. Tình hình diễn biến của các trận lũ trong năm 2000.

❖ ***Trận lũ sớm (từ ngày 20 - 23/VIII):*** Do ảnh hưởng của cơn bão số 2 đã gây mưa vừa, mưa to đến mưa rất to ở các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận. Lượng mưa phổ biến từ 150 - 200 mm đặc biệt một số nơi mưa rất to như Thượng Nhật 447 mm, Nam Đông 530 mm. Trên các sông từ Quảng Bình đến Quảng Ngãi và Bình Thuận đã xảy ra một trận lũ rất lớn, các đỉnh lũ đạt từ BĐ II đến BĐ III. Đỉnh lũ trên sông Hương tại Huế là 3,38m vượt trên BĐ III là 0,38m (ngày 22), trên sông Trà Khúc tại cầu Trà Khúc là 5,30 m (ngày 22) thấp hơn BĐ III 0,4 m, trên sông Phan tại cầu Quang là 3,86 m (ngày 24) xấp xỉ BĐ III, tại cầu Z30D sông Dinh là 9,52m cao hơn BĐ III 2 cm. Đặc biệt trên sông La tại Linh Cảm đạt 4,45 m (ngày 21) là đỉnh lũ cao nhất năm 2000. Lũ trên sông có cường suất lớn từ 33 - 67 cm/h và biên độ lũ dao động từ 3 - 7m.

❖ ***Trận lũ 2 (từ ngày 9 - 14/IX):*** Chịu ảnh hưởng của cơn bão số 4 đã gây mưa to đến mưa rất to ở các tỉnh từ Thanh Hoá đến Quảng Trị. Lượng mưa trong 3 ngày (10 - 12/IX) phổ biến từ 150 - 250 mm; vùng mưa lớn thuộc Thanh Hóa đến Bắc Nghệ An có lượng mưa vượt trên 300 mm như ở Triệu Sơn 556 mm, Thọ Xuân 609 mm, Giàng 482 mm, Xuân Khánh 514 mm, Thiệu Hóa 490 mm. Và trên một số các sông Bắc Trung bộ đã xuất hiện đỉnh lũ lớn nhất trong năm, dao động quanh BĐ II, trên sông Bưởi xuất hiện lũ đặc biệt lớn, mực nước tại Kim Tân vượt BĐ III 1,49 m.

❖ ***Trận lũ 3 (từ ngày 6 -11/X)*** Do ảnh hưởng của ATNĐ (đổ bộ ngày 7/X) ở các tỉnh từ Quảng Trị đến Bình Thuận có mưa vừa, mưa to trong 3 ngày (5 - 7/X) phổ biến từ 50 - 100 mm. Lũ trên các sông từ Thừa Thiên - Huế tới Ninh Thuận đều có đỉnh đạt mức BĐ III. Trên các sông từ Thừa Thiên - Huế đến Quảng Nam xuất hiện lũ lớn nhất năm như tại Huế (trên sông Hương) là 3,63 m (10/X) cao hơn BĐ III 63 cm, tại Ái Nghĩa trên sông Vu Gia là 8,90 m (10/X) trên BĐ III 10 cm. Một số sông khác xuất hiện lũ có đỉnh vượt trên BĐ III như sông Thu Bồn, sông Ba, sông Cái Nha Trang, sông Cái Phan Rang... từ 10 - 60 cm.

❖ ***Trận lũ 4 (từ ngày 10 - 14/XI) :*** Do ảnh hưởng của KKL kết hợp với hoạt động mạnh của đới gió đông trên cao nên từ ngày 11 - 14 đã xuất hiện mưa lớn trên diện rộng

với lượng mưa trung bình từ 50 - 100 mm có tâm mưa ở khu vực xung quanh đèo Hải Vân, với lượng mưa lớn nhất đã quan trắc được là 569 mm (tại Nam Đông), 510 mm (tại Trà My), 527 mm (tại Giá Vực), 689 mm (tại Sơn Giang). Lượng mưa lớn đã gây lũ lớn nhất năm ở các khu vực Quảng Ngãi và Bình Định. Đỉnh lũ đều có giá trị vượt BĐ III, tại cầu sông Vệ (sông Vệ) là 4,55 m (12/XI) trên BĐ III là 45 cm, tại Thạch Hòa (sông Côn) là 7,67 m (14/XI) vượt BĐ III là 17 cm.

❖ ***Trận lũ 5 (từ ngày 16 - 20/XI)***: Chịu tác động gây mưa của KKL tăng cường kết hợp với các nhiễu động sóng của đới gió Đông trên cao, từ ngày 16 - 20/XI lượng mưa phổ biến ở các tỉnh miền Trung từ Quảng Bình đến Bình Thuận đạt từ 100 - 200mm, vùng tâm mưa thuộc tỉnh Thừa Thiên - Huế và vùng núi Nam Trung bộ như A Lưới 373mm, Nam Đông 430mm, Trà My 520mm, Củng Sơn 376 mm, sông Hinh 359 mm, Khánh Sơn 371mm, Cam Ranh 419mm... Vì vậy trên các sông từ Quảng Nam đến Bình Thuận đều xuất hiện lũ lớn nhất trong năm, vượt BĐ III (bảng 2.5). Đặc biệt trên sông Cái (Nha Trang) tại Đồng Trăng đã xảy ra lũ xấp xỉ với lũ lịch sử 1978: 13,09m so với 13,14m.

❖ ***Các trận lũ muộn trong tháng XII***: Do ảnh hưởng của ATNĐ kết hợp với KKL và KKL tăng cường đã liên tiếp xuất hiện mưa vừa trên các tỉnh miền Trung gây ra trận lũ muộn liên tiếp trong tháng XII.

- **Đợt 1**: Mưa lớn từ ngày 6 - 8/XII do ảnh hưởng của ATNĐ kết hợp với KKL tăng cường gây nên lũ ở khu vực Nam Trung bộ. Đỉnh lũ trên các sông từ Bình Định đến Khánh Hòa, đỉnh lũ vượt BĐ III và các sông còn lại vùng Nam Trung bộ thuộc loại vừa (ở mức báo động II).

- **Đợt 2**: Do ảnh hưởng của các đợt KKL gây đợt lũ muộn ít thấy với đỉnh lũ từ BĐ II đến BĐ III tương đối lớn trên các sông từ Nam Quảng Bình đến Ninh Thuận. So với trung bình nhiều năm, đây là trận lũ lớn xuất hiện khá muộn trong khu vực này.

Mùa lũ năm 2000 trên các sông chính ở dải duyên hải miền Trung có số trận lũ nhiều hơn so với trung bình nhiều năm và xuất hiện một số trận lũ đặc biệt lớn. Các trận lũ không diễn ra đồng bộ trên diện rộng mà tập trung ở các khu vực nhỏ, vì vậy diện ngập lụt không lớn. Tuy nhiên lũ xuất hiện muộn (giữa tháng XII) đã gây thiệt hại lớn cho sản xuất nông nghiệp trong vùng.

Bảng 2.5 : Đặc điểm lũ lớn nhất năm 2000

Các sông chính dải duyên hải miền Trung

Sông	Trạm	Chân lũ		Đỉnh lũ		Mức báo động		Biên độ lũ (cm)
		TGXH	H (cm)	TGXH	H (cm)	Cấp BĐ	Vượt (cm)	
Bưởi	Kim Tân	19h 10/IX	531	9h 13/IX	1299	III	149	768
Mã	Giàng	7h 10/IX	56	1h 13/IX	559	II	59	503
Cả	Nam Đàn	13h 10/IX	362	16h 14/IX	653	I	63	291
La	Linh Cảm	14h21/VIII	-10	15h 23/VIII	445	I	45	455
Gianh	Mai Hóa	7h 10/IX	-1	2h 11/IX	360	I	60	361
Nhật Lệ	Lệ Thủy	19h 16/X	109	13h 17/X	192	I	72	83
Quảng Trị	Thạch Hãn	7h 27/X	99	22h 28/X	464	II	64	365
Hương	Huế	1h 8/X	-1	22h 10/X	363	III	63	365
Bồ	Phú Ốc	7h 8/X	10	24h 11/X	387	II	37	377
Vu Gia	Ái Nghĩa	1h 8/X	331	24h 10/X	890	III	10	559
	Cẩm Lệ	19h 16/XI	6	3h 19/XI	120	II	10	114
Thu Bồn	Câu Lâu	7h 16/XI	181	4h 18/XI	383	III	13	202
	Hội An	9h 16/XI	22	4h 18/XI	172	III	2	150
Trà Khúc	Trà Khúc	3h 17/XI	463	1h 18/XI	639	III	69	173
Vệ	Sông Vệ	19h 10/XI	144	10h 12/XI	455	III	45	311
Côn	Thạch Hoà	1h 11/XI	522	2h 14/XI	767	III	17	245
Ba	Củng Sơn	1h 16/XI	2833	7h 17/XI	3362	III	12	529
-	Phú Lâm	7h 16/XI	93	15h 17/XI	373	III	23	280
Cái (NHoà)	Ninh Hoà	1h 16/XI	239	12h 17/XI	571	III	71	332
Cái (Ntrang)	Đồng Trăng	1h 16/XI	508	23h 17/XI	1309	<LS78	5	801
Cái (PRang)	Tân Mỹ	1h 16/XI	3504	23h 16/XI	3969	III	169	465
-	Phan Rang	7h 16/XI	28	1h 17/XI	486	III	36	458
Cà Ty	Mường Mán	1h 16/XI	189	1h 17/XI	854	III	254	665
Cái (PThiết)	Phan Thiết	7h 16/XI	-46	3h 17/XI	210	III	10	256

(Nguồn: Tổng cục Khí tượng thủy văn)

II. ĐẶC ĐIỂM LŨ LỤT CÁC LƯU VỰC SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG.

II.1. ĐẶC ĐIỂM LŨ Ở MIỀN TRUNG

Do vĩ độ địa lý trải và sự đổi hướng của đường bờ biển nên các nhân tố gây mưa ở từng khu vực trong dải duyên hải miền Trung rất khác nhau. Ở phía Bắc vùng nghiên cứu ảnh hưởng của các hoàn lưu gió mùa khá rõ nét, càng vào sâu phía Nam ảnh hưởng của các hoàn lưu gió mùa bị xoá nhoà và thay thế bởi các nhiễu động thời tiết, đặc biệt vùng cực Nam Trung Bộ do khuất gió đã tạo nên khu vực khô hạn khác thường trong vùng nhiệt đới gió mùa Việt Nam. Vì vậy tài nguyên nước trên các sông suối của vùng nghiên cứu cũng biến đổi rất mạnh mẽ, từ những khu vực khô hạn nhất tới khu vực ẩm ướt nhất lãnh thổ Việt Nam.

Tính trung bình hàng năm trên toàn dải duyên hải miền Trung nhận được 199 tỷ m^3 nước mưa và đã sinh ra 122 tỷ m^3 dòng chảy vào mạng lưới sông suối, tương ứng với moduyn dòng chảy 44,1 $l/s.km^2$ và có hệ số dòng chảy (α) đạt tới 0.61 - so với toàn lãnh thổ Việt Nam đây là khu vực có tiềm năng nguồn nước mặt vào loại phong phú. Tiềm năng nguồn nước các lưu vực sông vùng duyên hải được trình bày trong bảng 2.6 .

Chịu tác động của địa hình núi Trường Sơn, cơ chế gây mưa của dải duyên hải miền Trung bao gồm:

- Mưa do gió mùa Tây Nam vào tháng V, VI

- Mưa do gió mùa Đông Bắc cùng với các nhiễu động thời tiết

Theo thống kê nhiều năm, ***mùa lũ*** trên lưu vực các sông dải duyên hải miền Trung thường ***bắt đầu từ tháng VII và kết thúc vào tháng XI hoặc tháng XII,*** muộn dần từ Bắc vào Nam. Dải duyên hải miền Trung dài hơn 2.000km đường bờ biển, nên điều kiện khí hậu cũng như yếu tố dòng chảy trên sông suối chịu sự chi phối của các điều kiện địa hình và các yếu tố mặt đệm phức tạp đã tạo nên sự khác biệt khá rõ nét cả về thời gian xuất hiện mùa lũ cũng như mức độ tập trung của lượng dòng chảy. Theo sự dịch chuyển của dải HTNĐ và khối không khí cực đới biến tính trong vùng nghiên cứu xuất hiện bốn khu vực có chế độ dòng chảy lũ khác nhau cả về thời gian xuất hiện và lượng dòng chảy phân phối trong mùa.

Mùa lũ trên sông Mã bắt đầu từ tháng VI đến tháng X; sông Cả từ tháng VII đến tháng XI; các sông thuộc Quảng Bình, Quảng trị - từ tháng IX đến tháng XII;

các sông từ Thừa Thiên - Huế tới bắc Phú Yên - từ tháng X đến tháng XII; vùng sông Ba, Khánh Hoà, Ninh Thuận, bắc Bình Thuận - mùa lũ từ tháng IX đến tháng XII; các sông phía nam Bình Thuận, mùa lũ đến sớm hơn, từ tháng VII đến tháng XI.

Bảng 2.6 : Tiềm năng nguồn nước các lưu vực sông vùng duyên hải miền Trung

Số TT	Lưu vực sông	Diện tích km^2	Lượng mưa		Lượng dòng chảy		Hệ số dòng chảy
			mm	10^9m^3	mm	10^9m^3	
1	Mã	11170	1818	20.3	782	8.73	0.43
2	Cả	17730	1931	34.2	1127	20.0	0.58
3	Gianh	4680	2650	12.4	1907	8.92	0.72
4	Kiến Giang	2650	2736	7.25	1996	5.29	0.73
5	Quảng Trị	2660	2667	7.09	1694	4.51	0.64
6	Hương	2830	3521	9.96	2560	7.24	0.73
7	Thu Bồn	10350	2978	30.8	2102	21.8	0.71
8	Ba Kỳ	1040	2720	2.83	1738	1.81	0.64
9	Trà Khúc	3240	3189	10.3	2072	6.71	0.65
10	Vệ	1260	3043	3.83	1955	2.46	0.64
11	An Lão	1466	2677	3.92	2021	2.96	0.75
12	Côn	2980	2098	6.25	1386	4.13	0.66
13	Kỳ Lộ	1920	1910	3.67	1220	2.34	0.64
14	Ba*	3260	1820	5.93	749	2.44	0.41
15	Cái (Nha Trang)	1900	2091	3.97	1047	1.99	0.50
16	Cái (Phan Rang)	3000	1609	4.83	644	1.93	0.40
17	Lũy	1910	1260	2.41	346	0.661	0.27
18	Cái (Phan Thiết)	1050	1596	1.68	466	0.489	0.29

(Nguồn: Phòng Tài nguyên nước mặt, Viện Địa Lý)

**: Chỉ tính phần diện tích sông Ba thuộc dải duyên hải miền Trung*

Theo các đặc trưng thống kê, mùa lũ trên các sông từ đèo Ngang trở vào có

mức độ tập trung cao, chịu nhiều cơ chế gây mưa khác nhau vì vậy chế độ lũ bao gồm:

Lũ tiểu mãn:

Lũ tiểu mãn do mưa tiểu mãn gây ra và thường liên quan chặt chẽ đến hoạt động của dải HTNĐ và rãnh thấp phía Tây xuất hiện trên các sông từ Đèo Ngang vào phía Nam vùng nghiên cứu vào tháng V, VI đạt rất cao (trên 200 mm), đặc biệt là trên các vùng núi, do đó rất có thể gây nên lũ quét, lũ ống. Lũ tiểu mãn có khi rất lớn, có năm lũ tiểu mãn là lũ lớn nhất trong năm, chiếm từ 10 - 30% trường hợp xảy ra. Đó cũng là những trận lũ nhỏ trong chuỗi thống kê lưu lượng đỉnh lũ hàng năm của mỗi trạm quan trắc. Lũ tiểu mãn ứng với tần suất xuất hiện 1% tương đương với lũ lớn nhất chính vụ xuất hiện với tần suất xuất hiện 30 - 40%. Lũ tiểu mãn biến đổi qua các năm mạnh, hệ số biến đổi (C_v) từ 0,51 - 0,90. Các đặc trưng thống kê lũ tiểu mãn dải duyên hải miền Trung được trình bày trong bảng 2.7.

Bảng 2.7 : Các đặc trưng thống kê lũ tiểu mãn dải duyên hải miền Trung

Trạm	Lũ tiểu mãn	
	Q (m^3/s)	C_v
Gia Voòng	82,7	0,82
Thượng Nhật	134	0,51
Thành Mỹ	815	0,87
Nông Sơn	1.242	0,72
Sơn Giang	722	0,60
An Chỉ	232	0,65
An Hoà	88,2	0,71
Cây Muồng	320	0,90
An Khê	184	0,75
Sông Hinh	153	0,75
Củng Sơn	1.564	0,65
Đồng Trăng	293	0,77
Sông Lũy	126	0,70

Lũ chính vụ

Tùy quy mô lưu vực mà thời gian của mùa lũ cũng khác nhau, ở lưu vực

sông nhỏ, thời kỳ có lưu lượng nước lớn hơn trung bình (mùa lũ) thường kéo dài 80 - 90 ngày, còn lưu vực sông lớn, từ 100 - 120 ngày.

Lượng nước trong mùa lũ chiếm từ 55 - 80% lượng nước cả năm. Lượng nước biến đổi mạnh từ mùa lũ năm này qua năm khác, lượng nước mùa lũ năm nhiều nước có thể gấp 3 lần lượng nước mùa lũ năm ít nước với hệ số biến động dòng chảy lũ từ 0,37 - 0,71. Thành phần dòng chảy mặt trong mùa lũ cũng khá lớn. Tỷ lệ giữa lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất và lưu lượng nhỏ nhất trên các sông biến đổi trong phạm vi từ hàng trăm đến hàng ngàn lần, lớn nhất là tại trạm An Hòa trên sông An Lão, tỷ lệ này là 4.355 lần.

Thời kỳ có ***lượng nước lớn nhất*** trong năm liên tục 3 tháng xuất hiện khá trình tự từ Bắc vào Nam theo lãnh thổ miền Trung:

- Sông Mã, tháng VII - IX
- Sông Chu, Cả, tháng VIII - X
- Khu vực từ sông La đến sông Thạch Hãn từ tháng IX - XI
- Khu vực sông Hương đến sông Cái Nha Trang, từ tháng X - XII.

Lượng nước 3 tháng lớn nhất trên các sông chiếm 45 -75% lượng dòng chảy cả năm. Lưu lượng bình quân tháng của các tháng này gấp khoảng 2 - 4 lần lưu lượng bình quân năm. Tháng có lượng nước lớn nhất trong 3 tháng trên thường xuất hiện vào tháng có mưa lớn nhất gắn với các hình thế thời tiết kết hợp với nhau nhất là bão, ATNĐ, kết hợp với KKL. Trong thời gian này, lượng dòng chảy chiếm khoảng 23 - 37% lượng dòng chảy năm, phần lớn nằm trong khoảng 30 - 35%, và thường gấp khoảng 3 - 3,5 lần đối với các lưu vực lớn, 3,5 - 4,4 lần đối với các lưu vực vừa và nhỏ.

Khu vực I: Các sông từ Thanh Hóa - Hà Tĩnh. Địa hình trong khu vực chủ yếu đồi núi thấp chuyển tiếp từ vùng đồng bằng Bắc Bộ sang vùng núi Trường Sơn, sông suối trong vùng tập trung trong hai lưu vực sông lớn (sông Mã, sông Cả) nên vùng ven biển của khu vực này là vùng đồng bằng khá bằng phẳng. Chịu ảnh hưởng trực tiếp của các nhiễu động thời tiết như bão, ATNĐ... mùa lũ xuất hiện từ tháng (VII - XI), bắt đầu và kết thúc chậm hơn 1 tháng so với thời gian mùa lũ của chính thượng nguồn các sông đó, có lượng dòng chảy mùa lũ chiếm (60 - 75)% dòng chảy năm và moduyn dòng chảy mùa lũ phổ biến là 30 - 40 l/s.km^2, lớn nhất tới 76 l/s.km^2 (lưu vực sông Hiếu).

Ba tháng có lượng dòng chảy lớn nhất tập trung từ tháng VIII - X, chiếm 45 - 55% lượng dòng chảy năm và moduyn trung bình 40 - 50l/s.km^2. Tháng IX có dòng chảy lớn nhất - trùng với thời kỳ các nhiễu động thời tiết và dải HTNĐ hoạt động mạnh ở vĩ độ này, moduyn trung bình 50 - 60 l/s.km^2.

Khu vực II: Bao gồm các lưu vực sông Quảng Bình, Quảng Trị. Đây là các lưu vực sông ngắn, nằm ở địa hình núi phía Bắc dãy Trường Sơn, có mùa mưa chuyển vào thu đông. Mùa lũ kéo dài ba tháng IX - XI chiếm 60 - 70% lượng dòng chảy năm, moduyn dòng chảy mùa lũ (100 - 130) l/s.km^2. Tháng có dòng chảy lớn nhất thường xuất hiện vào tháng X - thời kỳ dải HTNĐ đi qua khu vực này, chiếm (20 - 25)% lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy trung bình 150 - 180l/skm^2.

Khu vực III: Kéo dài tới 4 vĩ độ địa lý, dãy núi Trường Sơn chạy sát bờ biển Đông nên địa hình vùng này cao nhất so với toàn dải, dòng chảy lũ ở đây cũng diễn ra ác liệt nhất, không chỉ so với toàn dải duyên hải miền Trung mà là toàn lãnh thổ Việt Nam. Mùa lũ từ tháng X - XII chiếm 60 - 75% lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy lũ lớn nhất nước ta, trung bình 150 - 200 l/s.km^2. Tháng XI có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 25 - 32% lượng dòng chảy năm với moduyn trung bình 150 - 250l/s.km^2.

Khu vực IV: Thuộc vào vùng núi thấp cuối cùng của dãy Trường Sơn, nhưng bị che khuất bởi các dãy núi nên các nguồn ẩm bị chặn ở ngoài khu vực đem lại một kiểu khí hậu khô nóng cho khu vực này. Mặc dù chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió mùa Tây Nam có mùa mưa rất tập trung từ tháng V - X nhưng mùa lũ trên sông suối khu vực này xuất hiện vào tháng VII - X với lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 70 - 80% lượng dòng chảy năm. Do lượng mưa đến nhỏ nên moduyn dòng chảy lũ đạt 30 - 50l/s.km2.

Ba tháng dòng chảy lớn nhất tập trung vào tháng VIII - X với tỷ trọng dòng chảy cao chiếm 60 - 70% và moduyn dòng chảy trung bình 65 - 85l/s.km^2. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất rơi vào tháng X chiếm (20 - 25)% lượng dòng chảy năm, moduyn dòng chảy 60 - 80l/s.km^2 - đây cũng là thời kỳ hoạt động mạnh nhất của dải HTNĐ ở vĩ độ này.

Đặc trưng dòng chảy lũ của các khu vực trong dải duyên hải miền Trung được trình bày trong bảng 2.8. Cơ chế gây mưa khác nhau nhưng dòng chảy tháng lớn nhất ở dải duyên hải miền Trung đều liên quan đến các nhiễu động thời tiết đặc biệt là hoạt động của dải HTNĐ.

Hàng năm trên các sông dải duyên hải miền Trung thường xuất hiện trung bình 4 - 5 trận lũ, năm nhiều có tới 7 - 8 trận lũ.

Kết quả nghiên cứu phân tích về phân bố theo thời gian và không gian số các đợt lũ lớn trong 23 năm gần đây trên 13 lưu vực sông chính (bảng 2.9) cho thấy, ***lũ lớn các sông miền Trung xảy ra tập trung chủ yếu vào 5 tháng từ tháng VIII đến tháng XII,*** ít khi xảy ra vào thời kỳ từ tháng V đến tháng VII (trong 23 năm chỉ có một đợt xảy ra vào tháng V và một đợt vào tháng VII). ***Lũ lớn từ BĐ II trở lên tập trung trong 2 - 3 tháng.*** Trên lưu vực sông Mã, lũ lớn nhất năm tập trung vào tháng IX - X với tần suất 87%. Từ sông Cả đến sông Gianh, lũ lớn tập trung vào tháng IX - X, với tần suất 73 - 94%. Khu vực Trung Trung Bộ, từ sông Nhật Lệ đến sông Hương (giữa đèo Ngang và đèo Hải Vân), lũ lớn tập trung vào tháng IX - XI với tần suất 87 - 98%. Các sông từ Thu Bồn đến Đà Rằng (Nam đèo Hải Vân đến đèo Cả), lũ lớn thường xảy ra vào tháng X, XI với tần suất 89 - 97%. Trên sông Cái Nha Trang, lũ lớn xuất hiện muộn hơn các sông khác khoảng 1 tháng, tập trung vào tháng X - XII với tần suất 100%. Trên sông Cái Phan Rang, lũ lớn lại xảy ra vào 3 tháng IX - XI, nhưng lũ đặc biệt lớn thường xảy ra vào đầu tháng XII, tương tự các sông Trung Trung Bộ.

Về không gian, trên các sông từ Quảng Bình đến Bình Định có nhiều đợt mưa lũ lớn hơn ở Nghệ An - Hà Tĩnh và từ Phú Yên trở vào. Đặc biệt, ***lũ xảy ra nhiều đợt hơn cả là ở các sông từ Quảng Ngãi đến Bình Định***. Trong 23 năm qua, trên sông Trà Khúc xảy ra 68 trận lũ từ BĐ II trở lên, trên sông Côn xuất hiện 74 trận lũ. Như vậy, các sông Trà Khúc, Côn thường xảy ra nhiều đợt lũ hơn các sông khác, trung bình mỗi năm ở các sông trên xảy ra khoảng 3 đợt lũ lớn từ BĐ II trở lên (bảng 2.9).

Do mưa lớn, tập trung trên những vùng hẹp, dốc, nên các sông đều có lượng nước lớn hơn hẳn đa số các sông miền Bắc. Lưu lượng lớn nhất nhiều năm thường rất lớn, trừ một vài sông ở cận nam khu vực. Lượng lũ lớn, tập trung nhanh trên một phần lưu vực nhỏ, dốc ở thượng lưu đổ nhanh về vùng hạ lưu hẹp, bằng phẳng, đông dân ... ***thường gây ngập lụt*** nguy hiểm.

Dòng chảy trên sông dải duyên hải miền Trung hoàn toàn phụ thuộc vào lượng mưa, mực nước trên sông trong năm chỉ thay đổi khi có lũ, mực nước bình thường trong mùa lũ chỉ cao hơn khoảng 0,5 - 2 m so với mùa kiệt, tuy nhiên khi có lũ mực nước trên sông thường cao hơn tới 4 - 5m và thậm chí tới hơn 10m. Mực nước cao này chỉ duy trì trong thời gian ngắn (7 - 10ngày). Đây là đặc điểm khác

biệt so với các lưu vực sông miền Bắc, miền Nam và cả các sông ở khu vực Tây Nguyên, Đông Nam Bộ. Khả năng điều tiết dòng chảy của các yếu tố mặt đệm của lưu vực nhỏ và tính chất lũ trên các sông suối ở đây cũng có những đặc điểm khác biệt so với các sông suối chung của toàn lãnh thổ Việt Nam. Với đặc điểm diễn biến thời tiết vùng duyên hải miền Trung, trong mùa lũ các hình thế thời tiết thường diễn ra liên tục, kế tiếp nhau hoặc phối hợp với nhau gây nên các đợt mưa lớn liên tiếp gây ra các trận lũ kéo dài và có nhiều đỉnh - lũ kép. Thường đỉnh lũ nhỏ xuất hiện trước, lũ lớn xuất hiện sau, đó là điều rất bất lợi cho sự an toàn của các kho nước.

Địa hình dốc chia cắt mạnh, các lưu vực sông suối trong vùng thường có diện tích nhỏ, sông ngắn dốc không có trung lưu, khả năng điều tiết dòng chảy nhỏ, vì vậy tính chất lũ của các sông suối trong vùng nghiên cứu có thời gian tập trung lũ ngắn, cường suất lũ lớn xấp xỉ 100mm/h, đỉnh lũ nhọn và trong một mùa lũ thường xảy ra nhiều con lũ riêng biệt. Dải duyên hải Trung Bộ là khu vực thường xuất hiện các giá trị moduyn đỉnh lũ lớn nhất so với toàn lãnh thổ Việt Nam có tần xuất xuất hiện lớn. Chịu ảnh hưởng của các nhiễu động thời tiết trên một diện rộng (từ Tây sang Đông vùng nghiên cứu), diện tích các lưu vực sông nhỏ nên lũ lớn xảy ra khá đồng bộ trên toàn lưu vực dẫn đến sự cộng hưởng của dòng chảy lũ cả thượng và hạ du, gây ngập lụt nghiêm trọng cho vùng nghiên cứu.

1. *Lũ trên các sông miền Trung xuất hiện theo cơ chế không bão hòa*

Xuất phát từ mối quan hệ mưa - mặt đệm - dòng chảy, sự hình thành dòng chảy mặt ở các khu vực khác nhau tạo nên dòng chảy theo các cơ chế khác nhau. Về mặt lý thuyết dòng chảy sườn dốc có thể phát sinh theo các cơ chế bão hoà và không bão hoà.

- Cơ chế bão hoà là dòng chảy sát mặt xuất hiện trước, tiếp theo là dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm.

- Cơ chế không bão hoà hay còn gọi là vượt thấm, xuất hiện khi cường độ mưa vượt khả năng thấm.

Phần lớn trên các lưu vực sông lãnh thổ Việt Nam lũ thường xuất hiện trên cơ chế bão hoà. Tuy nhiên đối với khu vực ven biển miền Trung, lũ trên sông xuất hiện theo cơ chế không bão hoà. Nguyên nhân của cơ chế này là do mưa tại khu vực lớn, khả năng thấm của mặt đệm kém (*lưu vực thiếu hụt ẩm hay hụt ẩm từng thời kỳ, các nơi có kết cấu thổ nhưỡng tầng mặt kiểu sườn dốc bazan, độ dốc địa hình lớn...*).

Bảng 2.8: Đặc trưng dòng chảy mùa lũ trên các sông suối dải duyên hải miền Trung

STT	Trạm	Sông	F(km²)	Mùa lũ				Ba tháng lớn nhất				Tháng lớn nhất			
				Q m³/s	M l/s/km²	TGXH	% so với năm	Q m³/s	M l/s/km²	TGXH	% so với năm	Q m³/s	M l/s/km²	TGXH	% so với năm
1	Cẩm thủy	Mã	17500	607	34,7	VI-X	75,0	761	43,5	VII-IX	56,4	876	50,1	VIII	21,7
2	Cửa Đạt	Chu	7460	210	28,1	VII-XI	69,6	225	30,1	VIII-X	44,7	291	39,1	IX	19,3
3	Yên Thượng	Cả	23000	894	38,9	VII-XI	73,5	1125	48,9	VIII-X	55,4	1328	57,7	IX	21,8
4	Quỳ Châu	Hiếu	1500	116	77,5	VI-XI	73,4	149	99,2	VIII-X	47,0	173	115	IX	18,2
5	Nghĩa Khánh	Hiếu	3970	241	60,8	VIII-XI	61,4	277	69,8	VIII-X	52,8	332	83,7	IX	21,1
6	Gia Voòng	Bến Hải	267	35,9	134	IX-XII	80,6	40,8	152,9	IX-XI	68,8	54	201	X	30,2
7	Thượng Nhật	Tả Trạch	208	40,4	194	X-XII	62,9	40,4	194,1	X-XII	62,9	50	239	X	25,8
8	Thành Mỹ	Cái	1850	300	162	X-XII	62,6	300	162,3	X-XII	62,6	385	208	XI	26,7
9	Nông Sơn	Thu Bồn	3155	734	233	X-XII	68,2	734	232,8	X-XII	68,2	978	310	XI	30,3
10	Sơn Giang	Trà Khúc	2440	529	217	X-XII	68,6	529	216,9	X-XII	68,6	698	286	XI	30,1
11	An Chỉ	Vệ	814	189,0	232,2	X-XII	72,9	189	232,2	X-XII	72,9	245	301,0	XI	31,5
12	An Hoà	An Lão	383	88,6	231	X-XII	75,2	88,6	231,4	X-XII	75,2	117	306	XI	33,1
13	Bình Tường	Côn	1510	201	133	X-XII	73,0	201	133,2	X-XII	73,0	261	173	XI	31,6
14	An Khê	Ba	1440	75,5	52,4	IX-XII	72,8	88,0	61,1	X-XII	63,7	111	77,1	XI	26,8
15	Củng Sơn	Ba	12800	618	48,3	IX-XII	72,1	704	55,0	X-XII	61,6	883	69,0	XI	25,7
16	Đồng Trăng	Cái Nha Trang	1244	167	134	X-XII	59,8	167	134,3	X-XII	59,8	190	152	XI	22,6
17	Sông Lũy	Lũy	964	41,3	42,8	IX-XI	65,0	41,3	42,8	IX-XI	65,0	62	64,5	X	32,7

Bảng 2.9: Số lần (n) và tần suất (p%) xuất hiện lũ các sông miền Trung (n/p)

TT	Tên sông	Trạm	≥II	≥III	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Chính vụ (P/T)
1	Mã	Giàng	24	4			3/12	**5/21**	**11/46**	**5/21**	1/6		VIII-X (87/3)
2	Cả	Nam Đàn	26	5	1/4		2/8	2/8	**13/50**	**9/30**			IX-X (80/2)
3	La	Linh Cảm	19	6	1/5			1/6	**5/26**	**10/53**	2/10		IX-X (73/2)
4	Gianh	Mai Hoá	36	20	1/3			5/16	**10/34**	**18/60**	2/7		IX-X (94/2)
5	Nhật Lệ	Lệ Thuỷ	42	19	1/2			1/2	**8/19**	**20/49**	**12/28**		IX-XI (96/3)
6	Thạch Hãn	Thạch Hãn	45	16	1/2			4/9	9/20	22/49	8/18	1/2	IX-XI (87/3)
7	Hương	Huế	56	28	1/2				**7/13**	**33/59**	**15/27**		IX-XI (98/3)
8	Thu Bồn	Câu Lâu	34	15						**20/59**	**12/35**	2/6	X-XI (94/2)
9	Trà Khúc	Trà Khúc	68	37						**32/47**	**34/50**	2/3	X-XI (97/2)
10	Kôn	Tân An	74	31					6/8	**37/50**	**29/39**	2/3	X-XI (89/2)
11	Đà Rằng	Tuy Hoà	27	5					1/4	**11/41**	**14/51**	1/4	X-XI (92/2)
12	Cái Nha Trang	Đồng Trăng	29	20						**5/17**	**17/59**	**7/24**	X-XII (100/3)
13	Cái Phan Rang	Tân Mỹ	31	14					**6/19**	**10/32**	**11/35**	4/13	IX-XI (87/3)

Ghi chú:
- cột 4- số lần xuất hiện lũ bằng hoặc lớn hơn báo động II
- cột 5- số lần xuất hiện lũ bằng hoặc lớn hơn báo động III
- trong các cột từ 6-13 : tử số là số lần xuất hiện lũ ≥II; mẫu số- tần suất xuất hiện,
- cột 14- các tháng có số lần xuất hiện lũ lớn nhất, p- tần suất xuất hiện, T- số tháng,

Cấu trúc địa chất, địa mạo và lớp vỏ thổ nhưỡng (thể hiện qua hình thái lưu vực sông) có ảnh hưởng tới việc hình thành dòng chảy lũ. Phần thượng nguồn vùng nghiên cứu, do cấu trúc dạng địa lũy, uốn nếp, khối tảng trên các đá biến chất, bị chia cắt bởi các đứt gãy theo chiều hướng khác nhau cộng với quá trình xâm thực các trũng kiến tạo giữa núi hình thành các thung lũng sông có hình thái hẹp, dạng chữ V hai bên sườn dốc. Đây là điều kiện cho nước từ bề mặt tập trung xuống thung lũng rất cao và khả năng trữ nước trong lòng sông rất kém, gây ngập lụt cao.

Lớp vỏ thổ nhưỡng là quá trình phong hoá từ các loại đá gốc nên có nhiều đặc tính rất khác nhau, điều kiện thấm, ngấm, nhả nước cũng rất khác nhau có thể làm tăng hay giảm dòng chảy mùa lũ. Các lưu vực trong vùng nghiên cứu, đất trên núi chủ yếu là đất đỏ vàng trên đá gốc là phiến sét xen lẫn đá macma tuy nhiên có tầng mỏng, nhiều đá lộ. Phần hạ du - phù sa mới, phù sa không được bồi và phù sa cổ bạc màu (vùng đồng bằng sông Trà Khúc) và phía ngoài ven biển là dải cát trắng di động. Lớp thổ nhưỡng trên lưu vực có độ dày kém, khả năng tập trung nước lớn và với các cồn cát di động nên khả năng thoát nước kém.

Hình dạng các lưu vực sông trong dải duyên hải miền Trung, có mạng lưới sông suối phát triển mạnh theo dạng tia tỏa, khả năng tập trung nước cao ở các khu vực có độ dốc lớn, ngược lại với các lưu vực có độ dốc nhỏ, hình dạng phát triển mạng lưới sông suối theo hình lông chim, mức độ tập trung nước trên sông giảm rất nhiều. Qua xem xét, phân tích mối quan hệ giữa dòng chảy ba tháng lớn nhất *(đối với các sông vùng Trung và Nam Trung Bộ đây đồng thời cũng là mùa lũ)* với các yếu tố hình thái lưu vực như độ dốc, mật độ lưới sông, tỷ lệ giữa chiều rộng bình quân, chiều dài lưu vực và hệ số uốn khúc cho thấy tỷ lệ dòng chảy lũ so với dòng chảy năm tăng khi độ dốc lưu vực, mật độ lưới sông tăng và tỷ lệ giữa chiều rộng bình quân và chiều dài lưu vực giảm. Tuy nhiên từng yếu tố hình thái mặt đệm có ảnh hưởng nhưng không lớn đến việc hình thành dòng chảy lũ mà dòng chảy lũ phụ thuộc vào tổng hợp các yếu tố mặt đệm và được thể hiện ở:

- Lượng tổn thất dòng chảy lũ phụ thuộc rất nhiều vào loại đất, độ ẩm có sẵn trong đất.

- Quá trình tập trung nước trên sườn dốc và hệ thống chịu tác động của độ dốc, độ dốc càng lớn tốc độ tập trung nước càng nhanh và có M_{max} càng lớn.

- Địa hình lòng sông quy định quá trình chuyển động nước lũ tại tuyến cửa ra, độ dốc lòng sông càng lớn tốc độ tập trung nước tại cửa ra càng nhanh, Q_{max} càng

lớn, cường suất lũ tăng, thời gian lũ giảm.

Với diện tích 95.520 km^2 nhưng trải dài dọc theo bờ biển cùng với địa hình là những dãy núi chạy song song đường bờ ăn lan ra biển nên đặc điểm của các lưu vực sông miền Trung là nhỏ, dốc thẳng ra biển. Trong tổng số 71 lưu vực có cửa sông riêng biệt chỉ có 4 lưu vực sông có diện tích lớn hơn 10.000km^2, còn lại tới 48 lưu vực sông (chiếm 56,4%) có diện tích lưu vực dưới 500km^2 (bảng 2.10). Vì vậy dòng chảy trên sông hoàn toàn phụ thuộc vào lượng mưa, mực nước trên sông trong năm chỉ thay đổi khi có lũ, mực nước bình thường trong mùa lũ chỉ cao hơn khoảng 1 - 2m so với mùa kiệt tuy nhiên khi có lũ mực nước trên sông thường cao tới 4 - 5m và mực nước cao này chỉ duy trì trong thời gian ngắn (7 - 10 ngày). Đây là đặc điểm khác biệt so với các lưu vực sông miền Bắc, miền Nam và cả các sông ở khu vực Tây Nguyên, Đông Nam Bộ thể hiện ở khả năng điều tiết dòng chảy của các yếu tố mặt đệm của khu vực này rất nhỏ.

2. Thời gian lũ trên sông phụ thuộc vào mưa

Đặc điểm lượng mưa trên lãnh thổ miền Trung có hệ số biến động năm lớn, trung bình hệ số Cv thường đạt từ (0,2 – 0,3). Ngoài ra lượng mưa trong năm có tính chất tập trung rất cao, thể hiện ở tương quan chặt chẽ giữa lượng mưa tháng lớn nhất và lượng mưa năm lớn nhất (hệ số tương quan thường đạt tới trên 0,8). Theo các số liệu quan trắc cho thấy trong các hình thế có mưa lớn gây lũ trên sông của lưu vực sông miền Trung thì bão, (ATNĐ) chiếm tới 40%, bão kết hợp với KKL chiếm 33% và KKL chiếm 27%.

3. Lũ lớn xuất hiện không đồng bộ trên toàn dải mà tập trung từng khu vực dưới tác động của mưa lớn. Lũ nghiêm trọng thường xảy ra đồng thời trên 1 phạm vi hẹp, kéo dài 2 - 3 vĩ độ.

Lũ các sông miền Trung thường xảy ra một cách cục bộ. Quá trình đỉnh lũ nhiều năm các sông miền Trung cũng kém đồng bộ, phụ thuộc nhiều vào địa hình khu vực. Phân tích quá trình nhiều năm mực nước cao nhất năm trên 17 sông tại 17 trạm đại biểu cho thấy có thể quy chúng vào 4 nhóm, tương đối đồng bộ. Nhóm 1, các sông Bắc Trung bộ: từ sông Mã đến sông La; nhóm 2 gồm sông Gianh đến Thạch Hãn; nhóm 3 gồm sông Trà Khúc và sông Cái Nha Trang; nhóm 4, các sông Hương đến sông Cái Phan Rang (trừ sông nhóm 3).

Trong tháng IX lũ thường xuất hiện ở khu vực phía Bắc vùng nghiên cứu, đối với các lưu vực ở phía Nam lũ lớn xuất hiện trong tháng X, XI. Trong số các trận lũ lớn, chỉ có rất ít trận xảy ra đồng thời trên nhiều lưu vực:

- Năm 1964 : Lũ lịch sử xuất hiện trên các sông từ Quảng Nam - Đà Nẵng tới Bình Định

- Năm 1996: Trận lũ ngày 3/XI, lũ lớn trên BĐ III xuất hiện đồng bộ từ Quảng Trị tới Bình Định và trên các sông từ Đà Nẵng tới Quảng Ngãi lũ có tần xuất xuất hiện 10%. Trên sông Lũy xuất hiện lũ lịch sử.

- Năm 1998: Trận lũ ngày 22/XI lũ lớn nhất xuất hiện trên các sông từ Thừa Thiên - Huế tới Quảng Ngãi có tần suất xuất hiện tương đương 2 - 3%.

- Năm 1999: Lũ ngày 1 - 6/XI, xuất hiện lũ lịch sử trên các sông từ Quảng Trị tới Thừa Thiên - Huế và lũ ngày 1 - 6/XII lũ lịch sử xuất hiện trên các sông từ Quảng Nam - Đà Nẵng tới Bình Định.

Ngoài ra còn có 4 trận lũ lớn nhất cùng xảy ra trên 2 lưu vực:

- Trận lũ ngày 30/X/1983, tần suất 5 - 10%, trên sông Thạch Hãn và sông Hương.
- Trận tháng XI/1980, tần suất khoảng 10%, trên sông Thu Bồn và sông Trà Khúc.
- Trận ngày 3/XII/1986, tần suất 1-10%, trên sông Trà Khúc và sông Đà Rằng.
- Trận tháng X/1993, tần suất 3-4%, trên sông Gianh và sông Ba.

- ***4. Biên độ lũ cao (thường đạt trung bình trên 5 m), cường suất lũ lớn, thời gian lũ lên lớn, đường quá trình lũ nhọn và trong một trận lũ thường có nhiều đỉnh***. Đặc điểm này là do tác động liên tiếp của các nhiễu động thời tiết trong thời gian ngắn gây mưa lớn trong thời gian dài.

5. Lũ thường xuyên đi kèm với ngập lụt

- Mưa lớn dải duyên hải miền Trung được mang lại từ phía đông nên tâm mưa thường ở các khu vực đồng bằng hạ du. Thêm vào đó tác động của gió làm nước biển dâng cộng với thời gian triều cường đã làm giảm khả năng thoát lũ vì vậy gây ngập lụt nghiêm trọng cho vùng đồng bằng. Hầu hết các trận lũ trên sông dải duyên hải miền Trung có đỉnh lũ vượt trên BĐ III đều đi cùng với ngập lụt cho hạ du, tuy nhiên mức độ ngập lụt gây ra ở các mức độ khác nhau.

Bảng 2.10: Đặc trưng hình thái các sông suối dải duyên hải miền Trung

S tt	Tên sông	Đổ vào đâu	Độ cao nguồn sông (m)	Chiều dài sông (km)	Chiều dài lưu vực (km)	Diện tích hứng nước (km^2)	Độ cao bình quân lưu vực (m)	Độ dốc bình quân lưu vực (%)	Chiều rộng bình quân lưu vực (m)	Mật độ lưới sông (km/ km^2)	Hệ số không đối xứng	Hệ số không cân bằng lưới sông	Hệ số uốn khúc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Tống	Vịnh Bắc Bộ		55									
2	Mã	Cửa Hới		512 410	412	24800 17600	762	17,6	68,8	0,66	-0,32	0,79	1,79
3	Yên	Lạch Chép	175	89		1850							
4	Hoàng Mai	Cửa Trập	175	35,5	38	363			9,6	1,01	0,02	1,22	1,19
5	Khê Dua	Biển Đông		32	18,5	234			12,7	0,83	0,14	1,06	1,78
6	Độ Ông	Biển Đông		21	14,7	114			7,8	0,6			1,44
7	Dừa	Biển Đông		27	17,5	140			8	0,48		3	2,12
8	Bùng	Cửa Vạn		48	35	753			21,5	0,83		4,75	1,5
9	Cửa Lò	Cửa Lò		52	31	400			12,9	0,66	-0,31	1,26	1,74
10	Cả	Cửa Hội		531 361		27200 17730	294	18,3	89	0,6	-0,14	1,34	1,74
11	Rác	Cửa Nhượng		36	23,5	354			15,1	1,08	0,39	1,03	1,56
12	Kinh	Cửa Khẩu		34	28	439			15,7	1,1	-0,55	1,32	1,57
13	Ròn	Cửa Ròn	100	30	21	261	138	17,2	12,7	0,8	0,19	1,82	1,57
14	Gianh	Cửa Gianh	1350	158	121	4680	360	19,2	38,6	1,04	-0,34	0,69	1,85
15	Bố Trạch	Biển Đông		22	16,5	177			10,7	0,7	1,49	0,65	1,42
16	Định	Biển Đông	200	37,5	25	212	203	16	8,5	0,93	-0,35	0,48	2,18
17	Kiên Giang	Cửa Nhật Lệ	953	96	59	2650	234	20,1	45	0,84	0,61	4,6	1,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18	Bến Hải	Cửa Tùng	500	64,5	51,5	809	115	8,6	15,7	1,15	0,24	1,9	1,43
19	Quảng Trị	Cửa Việt	700	156	69	2660	301	20,1	38,6	0,92	0,39	4,59	2,5
20	Ô Lâu	Vụng Tùng	900	66	40	900	192	13,1	22,5	0,81	0,26	1,97	1,85
21	Hương	Cửa Thuận An	900	104	63,5	2830	330	28,5	44,6	0,6	0,58	6,86	1,65
22	Nông	Vụng Cầu Hai	154	30	17	467	78	10,6	2,7	0,45	0,78	4,8	1,76
23	Truồi	Vụng Cầu Hai	900	13	20	149	253	27,4	7,4	0,48	-0,16	0,96	1,2
24	Lu Bu	Cửa Kiếng	500	17	15	118	248	26,1	7,9	0,48	-0,19	0,7	1,31
25	Cu Đê	Vịnh Đà Nẵng		47	37	472	353	26,6	12,8	0,68	0,27	1,71	1,47
26	Thu Bồn	Biển Đông	1600	205	148	10350	552	25,5	70	0,47	0,01	1,09	1,86
27	Ba kỳ	Biển Đông	500	70	70	1040	84	9,4	14,8	0,5	2,2	1,4	2,33
28	Trâu	Biển Đông		25	18	106	240	14,8	5,9	0,63	-0,5	0,14	1,56
29	Trà Bồng	Biển Đông	200	59	56	697	196	10,5	12,4	0,43	0,08	1,2	1,37
30	Trà Khúc	Biển Đông	900	135	123	3240	558	18,2	16,3	0,39	0,57	2,86	1,69
31	Vệ	Biển Đông	800	91	70	1260	170	19,9	18	0,79	0,24	3,5	1,3
32	Trà Câu	Biển Đông	175	32	27	442	113	13,7	16,4	0,67	0,25	0,62	1,61
33	Không tên 54	Biển Đông	600	17	16	112	290	8,6	7	0,7	0,32	1,82	1,1
34	Không tên 55	Biển Đông	400	20	16	100	304	7,8	6,2	0,72	0,28	3,8	1,3
35	An Lão	Biển Đông	825	85	73	1466	277	22	20	0,65	-0,36	0,52	2,99
36	Cá	Biển Đông	360	52	40	719	151	71,5	18	0,71	0,12	1,13	1,46
37	Côn	Biển Đông	925	171	143	2980	567	15,8	20,8	0,65	-0,18	0,76	1,54
38	Hà Tung	Biển Đông	800	58	45	539	179	18,3	12	0,92	0,15	1,03	1,42
39	Cầu	Biển Đông	425	26	24	161	240	18,1	6,7	0,3	-0,11	0,05	1,74
40	Kỳ Lộ	Biển Đông	750	105	62,6	1920	342	18,6	30,7	0,6	0,08	1,38	1,7
41	Đổ Đá	Biển Đông	800	12	11	42			3,8				1,14
42	Ba	Biển Đông	1200	388	286	13900	400	10,9	48,6	0,34	-0,37	2,53	1,98
43	Đà Nông	Biển Đông	700	68	30	592	228	15,4	19,7	0,5	0,37	0,38	2,13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
44	Đông Điền	Biển Đông	750	23	18	120	495	22,1	6,7	0,71	-0,02	0,59	1,91
45	Hiền Lương	Biển Đông	900	21	19	92			4,8				1,36
46	Cái (Ninh Hoà)	Biển Đông	1300	49	38	852	342	18,8	22,4	0,61	0,33	1,55	1,4
47	Giang	Biển Đông	375	28	26	141	234	15,8	5	0,57	0,32	0,06	1,67
48	Ba Hồ	Biển Đông	200	10	11	55			5				1,14
49	Cái (Nha Trang)	Biển Đông	1475	79	62	1900	548	22,8	30,6	0,82	0,08	0,93	1,38
50	Không tên 72	Biển Đông	400	16	13	71			5,5				
51	Trương	Biển Đông	800	22	20	137	269	20,8	6,9	0,74	0,12	1,1	1,1
52	Sau	Biển Đông	175	12	13	58,5			4,5				1,2
53	Cả	Biển Đông	300	15	16	68			4,2				1,15
54	Trà Đục	Biển Đông	900	22	23	185	332	16,5	8	0,43	-0,06	0,58	1,16
55	Can	Biển Đông	300	18	18	79			4,4				
56	Giò tá	Biển Đông	700	26	23	166	381	23	7,7	0,44	-0,37	0,41	1,73
57	Nước Ngọt	Biển Đông	700	10	11	36			3,3				1,29
58	Bà Râu	Biển Đông	200	26	16	250	201	18,7	5,6	0,46	0,13	0,43	1,3
59	Cái (Phan Rang)	Biển Đông	1600	119	95	3000	483	17,7	31,6	0,55	-0,35	0,32	2,45
60	Vĩnh Phong	Biển Đông	100	10	9	32			3,6				
61	Lòng Sông	Biển Đông	1150	50	45	511	531	14,9	11,4	0,46	-0,34	0,31	1,32
62	Lũy	Biển Đông	1075	98	61,5	1910	371	12,3	31	0,38	0,1	0,96	1,69
63	Cái (Phan thiết)	Biển Đông	550	71	68	1050	198	3,8	15,4	0,44	0,23	1,07	2,5
64	Cà Ty	Biển Đông	250	56	45	753	159	11,2	16,7	0,32	-0,1	0,84	1,4
65	Phan	Biển Đông	350	58	47	582	102	7,8	12,4	0,32	0,08	1,5	1,57
66	Dinh	Biển Đông	839	58	55	904	121	6,8	16,4	0,15	0,45	2,2	1,1
67	Cô Kiều	Biển Đông	450	18	20	86			4,8				
68	Tram	Biển Đông	500	21	16	92			5,8				
69	Cổ Chi	Biển Đông	600	26	23	292	6,6	12,3	12,7	0,7	0,4	0,48	1,1

Dòng chảy lớn nhất là đặc trưng rất quan trọng của dòng chảy lũ, đó là trị số lưu lượng tức thời lớn nhất trong chuỗi thời gian quan trắc. Dòng chảy lớn nhất thể hiện tính chất điều tiết của từng lưu vực cũng như chế độ mưa ẩm của từng vùng. Moduyn đỉnh lũ trung bình các lưu vực sông có diện tích lớn hơn 1.000 km^2 đạt 1,70$m^3/s.km^2$, còn ở các lưu vực có diện tích dưới 500 km^2 đạt tới trị số trên 5 $m^3/s.km^2$. Trị số moduyn đỉnh lũ của dải duyên hải miền Trung lớn nhất trong cả nước. Nếu như moduyn dòng chảy trung bình nhiều năm của dải thường gấp (3 - 5) lần các khu vực khác thì moduyn lớn nhất trung bình thường gấp tới (20 - 30) lần.

Để xác định dòng chảy lũ lớn nhất ứng với các tần suất xuất hiện chúng tôi dựa vào tài liệu quan trắc từ năm (1980 - 2003) của các trạm thủy văn trên sông suối trong vùng nghiên cứu do Trung tâm Tư Liệu - Tổng Cục Khí tượng thủy văn cung cấp (bảng 2.11).

Dựa vào các chuỗi số liệu dòng chảy thực đo ở các trạm, tiến hành chọn lấy mỗi năm 1 trị số lưu lượng nước lớn nhất. Các chuỗi số liệu lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất năm của các lưu vực được tính toán tần suất theo dạng phân bố mật độ tần suất Pearson III. Từ các kết quả đó tính được các giá trị lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất năm ứng với các tần suất 1% ($Q_{max1\%}$) và moduyn đỉnh lũ lớn nhất tương ứng 1% ($M_{max1\%}$). Trị số $M_{max1\%}$ được tính theo công thức:

$$M_{max1\%A} = \frac{Q_{max1\%A}}{F_A} \qquad (1.1)$$

Trong đó:

$M_{max1\%}$ - Moduyn đỉnh lũ lớn nhất ứng với tần suất 1% của lưu vực A ($m^3/s/km^2$)

$Q_{max1\%}$ - Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất 1% của lưu vực A (km^2)

F_A - Diện tích của lưu vực A (km^2)

Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 2.11.

Mô duyn dòng chảy đỉnh lũ phụ thuộc chặt chẽ vào diện tích lưu vực, vì vậy để loại trừ ảnh hưởng đó, cần phải quy các giá trị moduyn dòng chảy đỉnh lũ về cùng có diện tích 100 km^2. Tính moduyn dòng chảy đỉnh lũ 1% ứng với diện tích 100km^2 của các lưu vực bằng công thức sau:

$$M_{max1\%A}^{100km2} = \left(\frac{F(A)}{100}\right)^m M_{max1\%(A)} \qquad (1.2)$$

Trong đó:

$M^{100km2}_{max1\%A}$ - Moduyn đỉnh lũ lớn nhất ứng với tần suất 1% của lưu vực A có diện tích F = 100 km^2.

$M_{max1\%}$ - Moduyn đỉnh lũ lớn nhất 1% của lưu vực A

m - Hệ số triết giảm của moduyn dòng chảy đỉnh lũ theo diện tích

F(A) - Diện tích lưu vực A

Sau khi phân tích, hệ số triết giảm được xác định riêng cho các khu vực có điều kiện mưa và địa hình tương đối giống nhau để xây dựng quan hệ $M_{max\ 1\%} \sim F$. Có thể phân chia thành các khu vực:

+) Khu vực 1 thuộc Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa - Hà Tĩnh, từ lưu vực sông Mã đến lưu vực sông Cả) có hệ số m = 0,50.

+) Khu vực 2 thuộc Trung Trung Bộ, Quảng Bình đến Khánh Hòa, từ lưu vực sông Gianh đến lưu vực sông Cái Nha Trang có hệ số m = 0,28.

Sử dụng các trị số m, xác định các giá trị moduyn lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất 1% ứng với diện tích 100 km^2 của các lưu vực sông.

Dựa vào bản đồ đẳng trị lượng mưa 1 ngày lớn nhất ứng với P = 1% đã được xây dựng cho các khu vực từ Thanh Hoá đến Bình Thuận (hình 3.8), xây dựng quan hệ giữa lượng mưa 1 ngày lớn nhất 1% với moduyn đỉnh lũ lớn nhất 1%. Phương trình tương quan có dạng sau:

$$lg(M_{max1\%}) = 2.1776 * log\ (X_{max1\%}) - 1.877 \qquad (1.3)$$

Hệ số tương quan R = 0,79 và có thể dùng phương trình (1.3) để ngoại suy moduyn dòng chảy đỉnh lũ 1% ($M^{100}_{max1\%}$) từ lượng mưa ngày lớn nhất 1% ($X_{max1\%}$).

Theo các kết quả đã tính $M^{100}_{max1\%}$ ở bảng 2.11, điền các trị số $M^{100}_{max1\%}$ vào trọng tâm lưu vực. Đối với các lưu vực không có số liệu dòng chảy, ngoại suy $M^{100}_{max1\%}$ theo các giá trị mưa ngày lớn nhất 1%. Xây dựng bản đồ đường đẳng trị $M^{100}_{max1\%}$ cho khu vực nghiên cứu (hình 2.1).

Moduyn dòng chảy đỉnh lũ 1% biến động mạnh theo không gian, có xu hướng tăng từ Bắc và Nam tới khu vực trung tâm dải (đèo Hải Vân):

Vùng Bắc Trung Bộ (sông Mã - Sông Cả) có lượng mưa sinh lũ ($X_{1ngày\ max}$) tương đối lớn *(đa số các lưu vực có $X_{1\ ngày\ max\ 1\%}$ xấp xỉ 250 đến 500mm có một số khu vực nhỏ như thượng lưu của các lưu vực sông Ngàn Phố, Ngàn Sâu, sông Đại Giang có $X_{max1\%}$ > 500mm)*. Mặt khác, các lưu vực này có độ dốc lớn. Vì vậy $M_{max1\%}$ khá lớn đa số từ 0,5 đến 2,8 m^3/s/km^2, khu vực có M_{max} lớn nhất là Hương Đại, Tân Lâm, Tám Lu.

Bảng 2.11 : Tần suất lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất
Các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung

TT	Trạm	Sông	Tỉnh	F km^2	Q_0	Cv	Cs	Q1% m^3/s	M1% l/skm^2	M_1^{100}	$Q_{2\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{10\%}$
1	Cẩm Thuỷ	Mã	Thanh Hoá	17500	3600	0,53	1,8	10298	588,46	7785	9020	7345	6082
2	Mường Hinh	Chu	-	5330	1250	0,48	2,4	3530	662,29	4835	3048	2435	1992
3	Cửa Đạt	Chu	-	6357	2345	0,465	1,2	5791	910,96	7263	5210	4421	3798
4	Xuân Khánh	Chu	-	7460	2730	0,55	1,1	7379	989,14	8543	6613	5566	4734
5	Xuân Thượng	Đằng	-	53,6	187	0,7	1,5	625	11660	8537	546	441	360
6	Xuân Cao	Hón Lù	-	12	42	0,885	1,9	174	14500	5023	149	115	90
7	Lang Chánh	ấm	-	331	565	0,67	1,4	1080	3262,8	5936	1589	1295	1067
8	Cửa Rào	Cả	Nghệ An	12800	2380	0,675	2,1	8265	645,7	7305	7081	5552	4424
9	Dừa	Cả	-	20800	3860	0,61	1,6	11866	570,48	8228	10396	8447	6958
10	Yên Thượng	Cả	-	23000	4210	0,525	2,4	12609	548,22	8314	10834	8576	6942
11	Mường Xén	Nậm Mô	-	2620	650	0,42	0,75	1432	546,56	2798	1314	1149	1014
12	Quỳ Châu	Hiếu	-	1500	1430	0,46	0,9	3380	2253,3	8727	3074	2651	2308

TT	Trạm	Sông	Tỉnh	F km^2	Q_0	Cv	Cs	Q1% m^3/s	M1% l/skm^2	M_1^{100}	$Q_{2\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{10\%}$
13	Nghĩa Khánh	Hiếu	Nghệ An	4024	280	0,52	1,1	7517	1868	11850	6753	5709	4879
14	Hoà Duyệt	Ngàn Sâu	Hà Tĩnh	1880	1805	0,455	1,6	4597	2445,2	10602	4085	3405	2885
15	Sơn Diệm	Ngàn Phố	-	790	1500	0,49	1,4	3913	4953,2	13922	3488	2917	2475
16	Khe Lá	Trai	-	27,8	96	0,75	1,7	345	12410	6543	298	237	190
17	Hoà Quân	Trai	-	116	600	0,8	2,5	2444	21069	22693	2082	1584	1222
18	Hương Đại	Ngàn Trươi	-	408	1100	0,56	1,3	3085	75621	15273	2743	2281	1919
19	Kẻ Gỗ	Rào Cái	-	229	925	0,44	0,8	2104	9187,8	13904	1924	1673	1468
20	Cốc Nà	Khe Chang	-	417	473	0,575	1,4	1366	3275,8	6689	1209	998	834
21	Trại Trụ	Tiêm	-	96,2	525	0,58	1,2	1487	15457	15291	1325	1105	931
22	Đồng Tâm	Gianh	Quảng Bình	1150	2712	0,59	1,4	7965	6926,1	13724	7039	5798	4834
23	Kiến Giang	Kiến Giang	-	321	1270	0,4	0,7	2707	8433	11690	2494	2193	1946
24	Tám Lu	Đại Giang	-	11630	3450	0,595	2,2	11067	9793,8	19311	9509	7506	6038
25	Gia Vòng	Bến Hải	Quảng Trị	267	930	0,58	0,8	2493	9337,1	12292	2433	2017	1691
26	Thượng Nhật	Tả Trạch	TT-Huế	208	770	0,42	1,3	1812	8711,5	10694	1632	1390	1200

TT	Trạm	Sông	Tỉnh	F km^2	Q_0	Cv	Cs	Q1% m^3/s	M1% l/skm^2	M_1^{100}	$Q_{2\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{10\%}$
27	Nông Sơn	Thu Bồn	Quảng Nam	3155	6000	0,44	1,2	14342	4545,8	11949	12935	11025	9519
28	Thành Mỹ	Vu Gia	-	1850	3600	0,555	1,5	10278	5555,7	12576	9076	7474	6240
29	Sơn Giang	Trà Khúc	Quảng Ngãi	2440	6900	0,531	1,1	18244	7477,1	18289	16375	13820	11790
30	An Chỉ	Vệ	-	814	2180	0,43	0,9	4959	6092,1	10958	4523	3920	3431
31	An Hoà	An Lão	Bình Định	383	2090	0,8	1,7	7869	20546	29924	6787	5361	4278
32	BìnhTường	Kôn	-	1510	3040	0,403	1	6754	4472,9	9565	6156	5335	4676
33	An Khê	Ba	Gia Lai	1440	1250	0,43	0,9	2844	1975	3951	2594	2247	1967
34	Củng Sơn	Đà Rằng	Phú Yên	12800	6930	0,655	1,4	21832	1705,6	6022	19206	15684	12950
35	Đồng Trăng	Cái NTrang	Khánh Hoà	1244	1880	0,51	1	4786	3847,3	7793	4319	3676	3160
36	Sông Lũy	Lũy	Bình Thuận	964	578	0,54	0,8	1332	1381,7	2491	1217	1056	925
37	Tà Pao	La Ngà	-	2110	640	0,285	1,4	1239	587,2	1297	1133	992	882

Vùng Trung Trung Bộ (*từ sông Gianh đến sông Cái Nha Trang*) có địa hình chia cắt mạnh, đặc biệt sông ngắn, rất dốc lại nằm ven biển nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của nhiều hình thế thời tiết gây mưa lớn (bão, ATNĐ) nên có lượng mưa 1 ngày lớn nhất 1% rất lớn, từ 500 - 700 mm, trong vùng xuất hiện 2 tâm mưa lớn là Bạch Mã và Trà My - Ba Tơ. Vì vậy dòng chảy lũ rất ác liệt. Moduyn đỉnh lũ lớn nhất1% tương ứng với diện tích 100 km^2 ($M^{100}_{max1\%}$) thường từ 10 đến 30 m^3/s/km^2, lưu vực có $M^{100}_{max1\%}$ lớn nhất là Sơn Giang, An Hoà. Đây là lưu vực có moduyn đỉnh lũ 1% vào loại cao nhất nước ta và thuộc loại cao so với thế giới.

Khu vực từ Phú Yên tới Bình Thuận, do lượng mưa có xu thế giảm, moduyn đỉnh lũ lớn nhất 1% của 100 km^2 nhỏ, dao động từ (1 - 3) m^3/s.km^2.

Hệ số biến động dòng chảy lớn nhất ($Cv_{đỉnh}$) của các lưu vực dao động từ 0,4 - 0,9, nhỏ hơn rất nhiều so với các lưu vực khác mặc dù hệ số biến đổi dòng chảy trung bình năm lớn nhất so với các sông suối trên toàn lãnh thổ Việt Nam (biến động dòng chảy năm $Cv_{năm}$ từ 0,3 - 0,42). Điều này thể hiện lũ lớn ở khu vực này luôn xảy ra, thậm chí trận lũ lớn nhất trong thời kỳ quan trắc xuất hiện vào năm nước trung bình và mức độ lũ của các năm ít biến đổi. Dòng chảy lớn nhất thời kỳ quan trắc (1980 - 2003) tại các trạm thủy văn cho thấy lũ lớn nhất với tần suất xuất hiện (1 - 2)%.

Lũ lịch sử: là lũ lớn nhất đã xảy ra trên lưu vực trong thời gian lưu giữ được số liệu. Dựa vào chuỗi số liệu quan trắc tại trạm thủy văn trên sông của Tổng cục Khí tượng Thủy văn và các số liệu điều tra thực tế trên địa bàn, chúng tôi thống kê lũ lịch sử của các trạm (bảng 2.12)

Như vậy với các sông suối thuộc vùng nghiên cứu từ năm (1960 - 2003) ở Bắc Trung Bộ và từ 1976 - 2003 ở Nam Trung Bộ cho thấy hầu hết các trạm đều xuất hiện lũ lịch sử trong thời kỳ quan trắc (*34 trên 42 trạm thuỷ văn dải duyên hải miền Trung*) đã xuất hiện lũ lịch sử. Trong hơn mười năm trở lại đây (1993 - 2003), liên tiếp một số lưu vực xuất hiện lũ lịch sử đó là :

- Năm 1993: lưu vực sông Gianh (*Trạm Đồng Tâm, Mai Hóa*), sông Ba (*trạm Củng Sơn*), sông Cà Ty (*trạm Mường Mán*), sông Cái Phan Thiết (*trạm Phan Thiết*)

- Năm 1996: Sông Luỹ (*trạm Sông Luỹ*)

- Năm 1999: Sông Thạch Hãn (*trạm Thạch Hãn*), sông Hương (*trạm Phú Ốc, Huế*), sông Trà Khúc (*trạm Trà Khúc*)

- Năm 2002: Sông Ngàn Phố (*trạm Sơn Diệm*)

- Năm 2003: Sông Cái Nha Trang (*trạm Đồng Trăng*), sông Cái Phan Rang (*trạm Tân Mỹ*)

Bảng 2.12: Mức lũ lịch sử tại các trạm thủy văn miền Trung Việt Nam

TT	Tỉnh	Sông	Trạm	Hmax/năm (Cđộ cũ)	Hmax/năm (CĐộ mới)
1	Thanh Hoá	Bưởi	Kim Tân	1366/1985	1399/1985
2	-	Mã	Cẩm Thủy	2175/1975	2171/1975
3	-	-	Lý Nhân	1275/1973	1283/1973
4	-	-	Giàng	773/1980	751/1980
5	-	Chu	Bái Thượng	2141/1962	2154/1962
6	-	-	Xuân Khánh	1355/1980	1349/1980
7	Nghệ An	Cả	Đô Lương	1997/1978	1971/1978
8	-	-	Nam Đàn	1050/1978	1038/1978
9	-	-	Chợ Tràng	733/1978	703/1978
10	Hà Tĩnh	La	Linh Cảm	795/1978	775/1978
11	-	Ngàn phố	Sơn Diệm		1582/2002
12	Quảng Bình	Gianh	Đồng Tâm	1839/1993	1846/1993
13	-	-	Mai Hóa	868/1993	884/1993
14	-	Kiến Giang	Kiến Giang	1662/1992	1689/1992
15	-	-	Lệ Thủy	371/1979	391/1979
16	-	Nhật Lệ	Đồng Hới	176/1971	201/1971
17	Quảng Trị	Cam Lộ	Đông Hà	462/1983	458/1983
18	Quảng Trị	Thạch Hãn	Quảng Trị		729/1999
19	TT Huế	Bồ	Phú Ốc		518/1999
20	-	Hương	Huế		581/1999
21	Quảng Nam	Vũ Gia	Ái Nghĩa	1114/1964	1056/1964
22	-	Thu Bồn	Hội An		340/1964
23	-	Thu Bồn	Câu Lâu	665/1964	578/1964 523/1999
24	Quảng Ngãi	Tam Kỳ	Tam Kỳ		797/1964
25	-	Trà Bồng	Châu Ổ	958/1964	958/1964
26	-	Trà Khúc	Trà Khúc		836/1999

TT	Tỉnh	Sông	Trạm	Hmax/năm (Cđộ cũ)	Hmax/năm (CĐộ mới)
27	-	Sông Vệ	Sông Vệ		612/1924 599/1999
28	Bình Định	Lại Giang	An Hoà		2256/2003
29	-	-	Bồng Sơn	964/1977	1064/1977
30	-	Côn	Bình Tường	2676/1964	2612/1964
31	-	-	Thạch Hòa	892/1987	892/1987
32	Phú Yên	Kỳ Lộ	Hà Bằng	2862/1988	1247/1988
33	-	Ba	Củng Sơn	3819/1993	3990/1993
34	-	Đà Rằng	Phú Lâm	900/1924	566/1924
35	Khánh Hoà	C. Ninh Hòa	Ninh Hòa	669/1986	658/1986
36	-	C.Nha Trang	Đồng Trăng	1339/1978	1334/2003
37	-	-	Diên An	667/1978	667/1978
38	Ninh Thuận	C.phan rang	Tân Mỹ	4103/1993	4121/2003
39	-	-	Phan Rang	560/1986	534/1986
40	Bình Thuận	Lũy	Sông Lũy		2916/1996
41	-	Cà Ty	Mường Mán	1025/1993	1025/1993
42	-	C.Phan Thiết	Phan Thiết	280/1993	280/1993
43	-	La Ngà	Tà Pao		12212/1999

(Nguồn: Đề tài KC 08 - 12)

Lũ quét

Lũ quét là một loại lũ lớn, xảy ra bất ngờ trên một diện nhỏ, duy trì trong thời gian ngắn có sức tàn phá lớn. Dải duyên hải miền Trung nước ta có địa hình dốc, lưu vực nhỏ và độ che phủ còn rất thấp do chiến tranh và khai thác, phá rừng của con người trên bề mặt lưu vực. Cùng với tác động của mưa lớn do các hiện tượng bất thường của thời tiết đem lại, nên ở đây thường xuyên xảy ra các trận lũ quét gây thiệt hại nặng nề cho dân cư sống trong vùng và tàn phá môi trường. Trong những năm gần đây cùng với sự gia tăng của lũ lụt, lũ quét trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung xảy ra có tính chất thường xuyên hơn và xuất hiện ở nhiều nơi, nhiều lúc và ác liệt hơn. Lũ quét có thể xuất hiện ở bất kỳ lưu vực nào, từ sông Bưởi, sông Ngàn Phố, ở Bắc Trung bộ đến sông Thu Bồn ở Trung Trung bộ và thậm chí ở vùng ít mưa như lưu vực sông Cái Phan Rang, sông Lũy, sông Cà Ty, sông Dinh ở Nam Trung bộ. Các dạng hình thế thời tiết chính gây ra mưa sinh lũ

quét trên các sông dải duyên hải miền Trung là:

- *Dạng 1* - Xoáy thuận nhiệt đới trong dải HTNĐ với gió ĐB tác động rõ rệt.
- *Dạng 2* - Xoáy thuận nhiệt đới trong dải HTNĐ kết hợp với KKL tác động.
- *Dạng 3* - Dải HTNĐ có nhiễu động xoáy thuận kết hợp với KKL tác động.

Theo tài liệu thống kê từ năm 1975 đến nay, ở miền Trung đã xảy ra nhiều trận lũ quét. Có thể điểm qua một số các trận lũ quét điển hình trên khu vực nghiên cứu:

*1 : Lũ quét do mưa quá lớn trên địa hình dốc (XI/1999) tại Truồi, đèo Hải Vân (Huế), Phú Lộc, Hoà Vang (Đà Nẵng) đã làm sập cửa hầm số 7.

*2 : Lũ quét do vỡ hồ chứa trên sông. Vỡ đập Quán Hài và Đồn Húng trôi 18 hộ gia đình.

*3 : Tại Bình Thuận lũ quét xảy ra vào tháng IX/1987 đã phá hủy 18 công trình thủy lợi trên sông Mao và một đoạn đường thuộc quốc lộ 1A bị phá hủy.

Dường như lũ quét trong những năm gần đây xảy ra ngày càng nhiều hơn, ác liệt hơn. Đây có thể là do quá trình khai thác tài nguyên trên lưu vực không chú trọng đến môi trường cộng với những biến động về tình hình khí tượng thủy văn. Do tính ác liệt và những đặc thù riêng, lũ quét thường gây ra nhiều thiệt hại về người và của. Theo các số liệu điều tra trong 50 năm trở lại đây trên dải duyên hải miền Trung xảy ra khoảng 45 trận lũ quét. Đặc biệt trong 10 năm trở lại đây lũ quét xảy ra thường xuyên hơn, ở nhiều nơi hơn và dữ dội hơn. Dưới đây thống kê một số trận lũ quét điển hình đã xảy trên trên các sông dải duyên hải miền Trung.

Bảng 2.13 : Một số trận lũ quét điển hình

TT	Ngày xuất hiện	Nơi xuất hiện
1	16/VII/1953	Bảng Lãng, Hưng Long (Sông Bạch Yến - Huế)
2	10IX/1964	Ly Ly (Sông Thu Bồn - Quảng Nam)
3	XII/1986	Sơn Hà (sông Trà Bồng - Quảng Ngãi)
4	26/V/1989	Sơn Diệm (sông Ngàn Phố - Hà Tĩnh)
5	15/VI/1990	Phù Mỹ, Phù Cát (Bình Định)

TT	Ngày xuất hiện	Nơi xuất hiện
6	7/X/1991	Trường Sơn (sông Long Đại - Quảng Bình)
7	7/X/1992	Gia Voòng, Gio Linh (Sông Bến Hải - Quảng Trị)
8	7/X/1992	Lệ Thủy (Sông Kiến Giang - Quảng Bình)
9	8/X/1992	Trường Sơn (sông Đại Giang - Quảng Bình)
10	25/X/1992	Hiệp Đức (sông Câu Lâu, Thu Bồn - Đà Nẵng)
11	28/X/1992	Gia Voòng, Gio Linh (Sông Bến Hải - Quảng Trị)
12	30/X/1992	Gia Voòng (sông Bến Hải - Quảng Trị)
13	4/X/1993	TX Tuy Hòa (sông Ba – Phú Yên)
14	9/X/1993	TX. Phan Thiết (sông Cà Ty - Bình Thuận)
15	18/X/1993	Mai Hóa, Quảng Trạch (sông Gianh – Quảng Bình)
16	9/X/1995	Lệ Thủy (sông Nhật Lệ - Quảng Bình)
17	28/X/1995	Thạch Hãn (sông Thạch Hãn - Quảng Trị)
18	16/VIII/1996	Thạch Thành (sông Bưởi - Thanh Hóa)
19	12/IX/1996	Sơn Diệm (sông Ngàn Phố - Hà Tĩnh)
20	29/X/1996	Trà My, Khâm Đức (sông Thu Bồn - Quảng Nam)
21	6/XI/1996	Sông Lũy, Cà Ty, Dinh (Bình Thuận)
22	18/ XI/1996	Trà Bồng, Sơn Hà (Sông Trà Khúc – Quảng Ngãi)
23	1/XII/1996	Z 30 D (sông Dinh - Bình Thuận)
24	1/XII/1996	Ninh Hòa (sông Cái Nha Trang- Khánh Hoà)
25	29/VI/1998	Cái (Phan Rang) (Ninh Thuận), Sông Lũy (Bình Thuận)
26	14/VI/1999	Sông La Ngà (Bình Thuận)
27	29/VII/1999	Sông Dinh (Bình Thuận)
28	2/XI/1999	Thượng nguồn sông Kiến Giang (Quảng Bình)

TT	Ngày xuất hiện	Nơi xuất hiện
29	2/XI/1999	Thượng nguồn sông Thạch Hãn (Quảng Trị)
30	2/XI/1999	A Lưới, Phú Lộc, (Thừa Thiên - Huế), Hòa Vang (Đà Nẵng)
31	3/XII/1999	Thượng nguồn sông An Lão, Côn (Bình Định)
32	4/XII/1999	Thượng nguồn sông Thu Bồn (Quảng Nam), sông Trà Khúc (Quảng Ngãi)
33	21-24/VIII/2000	Sông Dinh, sông Phan, sông La Ngà (Bình Thuận)
34	30/VIII/2002	Bình Thuận
35	13/XI/2003	Suối Lu, xã Phước Hải, huyện Ninh Phước, tỉnh Ninh Thuận
36	13/XI/2003	Sông Dinh, Ninh Thuận

(Nguồn: Đề tài KC- 08 -12, Viện Địa Lý, Viện KH&CNVN)

II.2. ĐẶC ĐIỂM LŨ LƯU VỰC SÔNG CHÍNH DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

1. Lưu vực sông Mã

Lưu vực sông Mã có diện tích 28.400km^2 và chiều dài dòng chính 512km, trong đó thuộc lãnh thổ Việt Nam bao gồm phần nguồn sông (*tỉnh Lai Châu, Sơn La*) và trung, hạ du (*thuộc tỉnh Thanh Hoá*) có diện tích lưu vực 17.600 km^2 và chiều dài dòng chính 410 km [138]. Địa hình lưu vực sông Mã chủ yếu là gò đồi và núi thấp, độ cao bình quân trong lưu vực thấp từ (200 - 300) m với độ dốc lưu vực cũng như độ dốc lòng sông nhỏ, từ 1 - 3$^0/_{00}$. Dòng chính sông Mã chảy theo hướng TB - ĐN khá thuần nhất do hướng nghiêng của địa hình. Lưu vực sông có dạng dài, hẹp với chiều dài lưu vực đạt tới 412 km, nhưng chiều rộng trung bình lưu vực đạt 68,1 km hạn chế sự phát triển các sông suối phụ lưu, trong tổng số 27 phụ lưu cấp I đổ vào sông Mã ở vùng Bắc Trung Bộ chỉ có hai phụ lưu có diện tích lưu vực lớn hơn 1.000 km^2 còn lại có tới 19 phụ lưu có diện tích dưới 100 km^2, mật độ lưới sông thấp, trung bình 0,66 km/km^2. Dòng chảy uốn khúc lớn, hệ số uốn khúc đạt tới 1,79, đặc biệt trong vùng đồng bằng độ dốc địa hình rất nhỏ dòng sông uốn khúc quanh co với hệ số uốn khúc lớn hơn 2.

Mùa dòng chảy trên lưu vực không đồng nhất; Phần thượng nguồn và trung lưu nằm sâu trong lục địa mùa lũ kéo dài từ tháng (VI - X) có lượng dòng chảy trung bình mùa lũ đạt 34 l/s.km^2 chiếm 74% lượng dòng chảy năm. Hạ du nằm sát

biển nên mùa lũ xuất hiện chậm hơn 1 tháng (VII - XI), lượng dòng chảy mùa lũ trung bình đạt 50 l/s.km^2 chiếm 75% dòng chảy năm. Lưu vực sông Chu có mùa lũ xuất hiện từ tháng (VII - X) chiếm 61,9% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy 35,4 l/s.km^2. Tháng có dòng chảy lớn nhất cũng xuất hiện chậm dần từ thượng du về đến hạ du. Thượng du tháng VIII có lượng dòng chảy lớn nhất, với moduyn dòng chảy trung bình (47 - 52)l/s.km^2 chiếm tới 20% lượng dòng chảy cả năm. Hạ du là tháng IX, chiếm (24 - 25)% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy trung bình (80 - 100)l/s.km^2. Lưu vực sông Chu có dòng chảy tháng lớn nhất vào tháng IX chiếm 19,6% lượng dòng chảy năm.

Hàng năm lưu vực sông Mã chịu tác động trực tiếp ít nhất 1 cơn bão, còn luôn chịu ảnh hưởng của tất cả các cơn bão đổ bộ vào dải bờ biển Bắc Bộ hoặc Bắc Trung Bộ. Các trận lũ lớn trên lưu vực sông Mã thường do bão, ATNĐ hoặc KKL gây nên mưa lớn. Tháng có dòng chảy lớn nhất trên lưu vực rơi vào tháng IX - đây cũng là thời gian có tần suất xuất hiện bão, ATNĐ lớn nhất trong vùng biển Việt Nam. Có thể nhận xét rằng moduyn đỉnh lũ trên lưu vực sông Mã không lớn, trên sông chính lớn nhất đạt 450 l/s.km^2 còn trên những sông nhỏ đạt (1.000 - 2.000) l/s.km^2 và thời gian lũ kéo dài. Các trận lũ lớn nhất xuất hiện trên sông Mã:

- Lũ rất lớn trên sông Mã năm 1975 tại Xã Là có lưu lượng đạt 6.930m^3/s (1/9/1975) ứng với tần suất thiết kế 0,3%, lũ trên sông Chu ở mức dưới trung bình, mực nước tại điểm nhập lưu hai sông (Giàng) ở mức tần suất 12%

- Lũ lớn năm 1973 trên sông Mã gặp lũ lớn trên sông Chu, mực nước tại điểm nhập lưu ở tần xuất 6%

- Lũ đặc biệt lớn trên sông Chu IX/1962 (*tại Xuân Khánh có lưu lượng lớn nhất đạt 6.700m^3/s tương ứng tần suất 1,85%*) gặp lũ trung bình trên sông Mã, mực nước ở Giàng có tần suất 9%.

- Lũ 17/X/1980 có mực nước ở Giàng đạt 7,51m ở tần xuất 3,5% (lũ lịch sử) trong khi lũ tại dòng chính sông Mã (Cẩm Thủy) ở mức 26% có lưu lượng đỉnh lũ 4.230 m^3/s và trên sông Chu (Cửa Đạt) là 6600 m^3/s ứng với tần suất xuất hiện 1,8%.

Như vậy tổ hợp lũ trên toàn lưu vực sông Mã xảy ra với tần xuất xuất hiện rất thấp. Trong 43 năm quan trắc chưa khi nào xuất hiện lũ lớn đồng bộ.

Phần hạ du sông Mã chảy trong vùng đồng bằng có độ dốc lòng sông nhỏ (dưới $1^0/_{00}$), dòng sông uốn khúc quanh co và trong khoảng 50km tính từ cửa sông đã tiếp nhận nước của hai phụ lưu lớn nhất sông Mã là sông Bưởi và sông Chu, vấn đề tiêu thoát nước lũ thường gặp khó khăn, gây ngập úng cho vùng đồng bằng. Nếu

với tổng lượng mưa 3 ngày đạt (300 - 400) mm có thể gây ngập úng tới 10.000ha ở hạ du. Theo số liệu của Viện Quản lý và Quy hoạch thủy lợi, diện tích hạ du sông Mã thường xuyên bị ngập úng khoảng 44.000 ha mỗi năm.

2. Lưu vực sông Cả

Đây là lưu vực có diện tích lớn so với các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung, 17.730 km^2. Thung lũng sông Cả được coi là ranh giới phân chia giữa hai kiểu địa hình: bờ trái sông Cả thuộc về vùng gò đồi thấp còn bờ phải sông Cả thuộc về vùng núi cao Bắc Trường Sơn vì vậy dòng chính sông Cả chảy khá thẳng theo hướng TB - ĐN, nhưng tới hạ du do tác động của dãy núi Hồng Lĩnh, sông Cả đổi hướng dòng chảy theo TN - ĐB trong khoảng 20km tính từ cửa sông. Độ cao trung bình lưu vực 294m, độ dốc bình quân lưu vực đạt 18,3%. Phần hạ du sông chảy trong vùng đồng bằng bị mài mòn và bồi tụ xen kẽ nên độ dốc lòng sông trong đoạn này chỉ dưới $1^0/_{00}$. Lưu vực sông Cả có dạng phát triển hình lông chim ở phần thượng du, mở rộng ở phần trung và hạ du nên chiều dài bình quân lưu vực đạt 200km gấp 2,2 lần chiều rộng bình quân lưu vực. Phần hạ du sông Cả với sự nhập lưu của sông Hiếu và sông Ngàn Sâu (sông La) cùng với sự đổi hướng dòng chảy, độ dốc lưu vực cũng như đáy sông giảm và dãy cồn cát ven biển cao hơn vùng đồng bằng đã làm giảm rất nhiều năng lực tiêu nước ra biển, gây hiện tượng ngập lụt.

Do địa hình hai bờ sông khác nhau nên mạng lưới sông suối phát triển mạnh về phía bờ phải lưu vực có hệ số không đối xứng 1,34. Mạng lưới sông suối trong lưu vực phát triển tương đối dày với 44 phụ lưu cấp I có chiều dài sông lớn hơn 10km nhưng cũng chỉ có 4 phụ lưu với diện tích trên 1.000 km^2 và tới 15 phụ lưu có diện tích dưới 100 km^2, mật độ sông suối trong lưu vực trung bình 0,66 km/km^2 trong đó lưu vực bờ phải có mật độ lưới sông 0,9 km/km^2 lớn hơn hẳn so với lưu vực bờ trái.

Mùa lũ xuất hiện trên dòng chính từ tháng (VII - XI) chiếm tới 73,5% lượng dòng chảy năm. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất là tháng IX chiếm 21,8% lượng dòng chảy năm. Lưu vực bờ trái với chế độ mưa hè thu có mùa lũ từ tháng VII – XI chiếm 73,5% lượng dòng chảy năm, còn bờ phải là chế độ mưa thu đông có mùa lũ muộn từ tháng IX - XI chiếm 65%. Và trên dòng chính ba tháng VIII - X có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm tới 55,4% lượng dòng chảy năm.

Do chế độ mưa lũ không đồng nhất ở hai bờ lưu vực nên lũ ít xuất hiện đồng bộ trên lưu vực, trên dòng chính sông Cả moduyn đỉnh lũ không cao đạt 400

l/s.km^2. Mức độ lũ ở hai vùng bờ sông rất khác nhau; hữu ngạn sông Cả moduyn đỉnh lũ dưới 1,5 m^3/s.km^2 và tả ngạn moduyn đỉnh lũ dao động 4 - 5 m^3/s.km^2, lũ lớn nhất đã quan trắc được trên sông La (trạm Hoà Duyệt) là 3.880 m^3/s (ứng với tần suất xuất hiện 2,5%). Lũ lịch sử xuất hiện trên sông Ngàn Phố (phụ lưu cấp I của sông La) vào 22/IX với mực nước đỉnh lũ vượt trên BĐ III 2,82 m. Như vậy có thể thấy rằng các tháng IX, X, XI có dòng chảy lũ xuất hiện đồng bộ trên toàn lưu vực và đặc biệt vào tháng IX thường có lượng mưa, lũ lớn nhất trên dòng chính sông Cả.

Mức lũ lịch sử trên sông Cả tại Đô Lương là 19,71 m (1978), tại Nam Đàn là 10,38m (1978), tại Chợ Tràng là 7,03m (1978). Sông La bắt nguồn từ vùng có lượng mưa năm lớn, tới 2200 - 2400 mm, lũ lớn nhất xảy ra tại Linh Cảm vào tháng IX, X, lũ lịch sử xảy ra vào năm 1978 với mức 7,75 m và năm 2002 là 7,71 m (22/IX).

Trên sông Cả năm 1978 lũ ở toàn bộ phần hạ du gây vỡ đê Thanh Chương lên Đô Lương, làm ngập toàn vùng trung và hạ lưu, tổn thất rất nặng nề. Trên các lưu vực sông nhỏ do đê thấp nên hàng năm lũ chính vụ vẫn tràn đê gây ngập lụt, phá hủy hệ thống kênh mương, các công trình hạ tầng, gây úng ngập làm hỏng lúa hè thu và lúa mùa. Điển hình là trận lũ lịch sử năm 1978 làm chết 164 người và tài sản thiệt hại lên tới 1836,5 tỷ đồng, đó là chưa kể hết những mất mát không thể thống kê được. Lũ lụt đã gây thiệt hại đáng kể trên các lưu vực vào các năm 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1998 và 2002.

3. Lưu vực sông Gianh

Lưu vực sông Gianh có diện tích 4.680 km^2 trong đó 1.160 km^2 (chiếm 24,7% diện tích lưu vực) là cấu tạo đá vôi với nhiều hang động Karst mà nổi tiếng nhất là động Phong Nha - Kẻ Bàng (Quảng Bình). Dòng chính sông Gianh dài 158 km chảy theo hướng Tây - Đông - hướng nghiêng của địa hình. Phần thượng du sông chảy trong vùng núi cao, thung lũng sông hẹp và sâu, độ dốc lưu vực và độ dốc lòng sông lớn trên sông xuất hiện nhiều thác ghềnh. Phần hạ du sông - phần đồng bằng có địa hình lòng chảo bồi tích đất pha cát, độ dốc lòng sông giảm, cửa sông mở rộng xuất hiện nhiều bãi bồi ven và trong sông. Địa hình trong lưu vực chủ yếu là núi nên độ cao bình quân lưu vực lớn đạt tới 360 m (lớn nhất so với các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung) nhưng do tỷ lệ diện tích đá vôi trong vùng lớn nên độ dốc bình quân lưu vực không lớn đạt 19,2%. Mạng lưới sông suối trong lưu vực sông Gianh phát triển mạnh, mật độ trung bình 1,04 km/km^2 nhưng phát triển lệch ở bờ phải với hệ số không cân bằng lưới sông đạt 0,69 do địa hình lưu

vực thuộc bờ này nằm trong vùng núi cao đèo Ngang, còn bờ trái chủ yếu là địa hình núi có cấu tạo đá vôi. Lưu vực sông Gianh có dạng bầu với hệ số uốn khúc đạt tới 1,85.

Nằm trong miền khí hậu có chế độ mưa thu đông nhưng do nhánh núi Đèo Ngang ngăn chặn các luồng không khí từ phía Bắc tới lưu vực nên mặc dù độ cao địa hình lưu vực này lớn, nhưng lượng mưa trong lưu vực không lớn. Mùa lũ xuất hiện trên lưu vực từ tháng IX – XI, do tác động điều tiết của các hang động đá vôi nên lượng dòng chảy mùa lũ chỉ chiếm 60% lượng dòng chảy năm, tháng IX có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 25%.

Hình dạng lưu vực tròn và sự nhả nước của các hang động đá vôi khi đã bão hoà là nguyên nhân gây lũ cực hạn cho lưu vực, moduyn đỉnh lũ trung bình là 2,35 $m^3/s.km^2$ và lớn nhất đạt 5,39 $m^3/s.km^2$ (XI/1970) với tần xuất xuất hiện 2,5% có nghĩa trong 100 năm chỉ xuất hiện 2 - 3 trận lũ như vậy. Mực nước lũ lịch sử trên sông Gianh tại Mai Hóa có mực nước đỉnh lũ là 8,84 m năm 1993 (bảng 2.12), trước đó là trận lũ năm 1984 với mực nước đỉnh lũ là 8,16 m. Lũ trên sông rất lớn, tổng lượng lũ 7 ngày trung bình tại trạm Đồng Tâm là 328 triệu m^3.

So với các sông suối khác thuộc cùng miền khí hậu, lũ trên sông Gianh thường xảy ra khá lớn.

4. Lưu vực sông Kiến Giang

Lưu vực sông Kiến Giang nằm trong vùng trũng của dải duyên hải miền Trung, địa hình chủ yếu là đồi núi thấp. Địa hình có độ cao trên 500 m chỉ chiếm (7 - 8)% diện tích lưu vực nên độ cao bình quân lưu vực là 234 m và độ dốc bình quân lưu vực là 20,1%. Với diện tích 2.650 km^2, lưu vực sông Kiến Giang có dạng hình tròn, tập hợp của hai nhánh sông lớn là Kiến Giang và Đại Giang ở cách cửa sông 18 km trước khi đổ ra biển. Chiều dài lưu vực là 59 km nhưng chiều rộng bình quân lưu vực cũng đạt tới 45 km. Nhánh sông Kiến Giang có chiều dài 96 km chảy theo hướng TN - ĐB ở phần thượng du và chuyển hướng chảy ĐN - TB chạy song song với đường bờ biển được ngăn cách với biển bằng dãy đụn cát cao ở phần hạ du. Nhánh Đại Giang sông chảy theo hướng TN - ĐB với chiều dài sông 93 km. Sông phát triển mạnh về phía bờ trái với hệ số không cân bằng lưới sông đạt tới 4,6. Bề mặt lưu vực sông bị chia cắt mạnh nên mạng lưới sông suối trong vùng phát triển, mật độ lưới sông trung bình là 0,84 km/km^2 và hình dạng lưu vực rất thuận lợi cho việc tập trung lũ ở phần hạ du. Mặt khác, dòng sông Kiến Giang chảy song

song với dãy cồn cát ven biển cao cản trở dòng chảy rất lớn, thường xảy ra hiện tượng ngập úng ở phần hạ du.

Theo tài liệu quan trắc nhiều năm, mùa lũ trong lưu vực kéo dài 4 tháng (IX - XII) chiếm tới (76 - 77)% lượng dòng chảy năm trong đó tháng X thường xuất hiện dòng chảy lớn nhất chiếm 30% lượng dòng chảy năm. So với các lưu vực sông vùng Trung Trung bộ, lượng mưa trên lưu vực sông Kiến Giang nhỏ nhất do địa hình của lưu vực thấp hơn hẳn so với các lưu vực xung quanh. Tuy nhiên do địa hình thấp trũng, khả năng tập trung dòng chảy rất lớn, nên dòng chảy lũ của lưu vực thường rất cao với moduyn đỉnh lũ trung bình đạt 3 $m^3/s.km^2$. Lũ lớn nhất đã quan trắc được (1960 - 1974) đạt 5,94 $m^3/s.km^2$ (24/X/1970). Lũ lịch sử xuất hiện trên lưu vực sông Kiến Giang vào tháng X/1992 với moduyn đỉnh lũ đạt 11,2 $m^3/s.km^2$ và mực nước lũ đạt tới 16,89 m (trạm Kiến Giang) vượt BĐ III là 3,89 m. Tổng lượng lũ 7 ngày trung bình trên sông Đại Giang tại trạm Tám Lu là 427 triệu m^3.

5. Lưu vực sông Thạch Hãn

Có diện tích lưu vực F = 2660km^2, chiều dài dòng chính 156km nhưng chiều dài lưu vực chỉ đạt 69 km nên sông Thạch Hãn có dạng chảy gần như vòng tròn, phần đầu sông chảy theo hướng ĐN - TB chuyển dần sang hướng TN - ĐB và cuối cùng đổ ra biển theo hướng Đông - Tây do hướng nghiêng của địa hình. Địa hình trên lưu vực sông chủ yếu là đồi núi thấp nên độ cao bình quân lưu vực 301 m và độ dốc bình quân lưu vực 20,1%. Trong từng đoạn sông chảy khá thẳng, thung lũng sông hẹp hình chữ V nhưng do dòng chảy đổi hướng nhiều lần theo các nếp uốn của địa hình nên hệ số uốn khúc của sông Thạch Hãn đạt tới 2,5 - đây là sông có hệ số uốn khúc dòng chính lớn nhất so với các sông suối dải ven biển Việt Nam. Hướng chảy của dòng chính đã quyết định hình dạng lưu vực sông tròn, phần giữa lưu vực có địa hình cao so với đường phân nước lưu vực vì vậy các phụ lưu đều phát triển mạnh về phía bờ trái lưu vực với hệ số không cân bằng lưới sông đạt rất cao 4,59. Mạng lưới sông suối trong lưu vực phát triển, có mật độ lưới sông 0,92 km/km^2. Phần hạ du của sông chảy trong vùng đồng bằng hẹp, thấp trũng hẳn so với dải cồn cát chạy dọc bờ biển, nối với sông Vĩnh Điện và phá Tam Giang hình thành một mạng lưới sông thông nhau nên khi xuất hiện mưa bão, lũ xảy ra đồng bộ trong toàn vùng tạo nên vùng ngập nước có diện lớn. Đồng thời do ảnh hưởng của thủy triều nên nước lũ tiêu thoát chậm, gây úng ngập kéo dài.

Mùa lũ trên sông Thạch Hãn xuất hiện từ tháng X - XII chiếm 68,8% lượng dòng chảy năm và tháng X là tháng có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 30,2%. Mặc dù độ cao bình quân lưu vực sông lớn, độ dốc cũng lớn nhưng với dạng dòng chảy "vòng" nên trên thượng lưu lưu vực thường xuất hiện lũ lớn và sau đó giảm dần khi xuống tới hạ du, mức độ tập trung nước của lưu vực sông Thạch Hãn không cao do sự uốn khúc của lòng sông. Moduyn đỉnh lũ trung bình là 3,5 $m^3/s.km^2$ (1976 - 2003). Lũ lớn nhất trên sông phần thượng nguồn xuất hiện vào năm 1992 cỡ moduyn đỉnh lũ đạt 9,32 $m^3/s.km^2$. Phần hạ du, lũ XI/1999 được xếp vào lũ lịch sử 75 năm với mực nước lũ lớn nhất trên sông Thạch Hãn là 8,05 m. Mực nước cao nhất đạt 2,53 m tại Hiền Lương trên sông Bến Hải; 3,81 m tại Đông Hà; 7,29 m tại Thạch Hãn. Mực nước lũ lớn nhất năm 1999 tại Thạch Hãn ở mức tần suất 1,2 - 1,5%. Mức nước lũ cao nhất có tần suất xuất hiện 1% đạt 5,39 m tại Đông Hà; 8,04 m tại Thạch Hãn; 2,94 m tại Cửa Việt. Trong trận lũ năm 1999, đã làm ngập diện tích rất lớn (tới hơn 9000 ha) và rất nhiều công trình bị phá hủy. Bên cạnh đó khối lượng đất sạt lở do lũ tới 551.300 m^3.

Theo thống kê của tỉnh Quảng trị từ năm 1983 đến năm 1999 có 13 trận bão lũ lớn gây ngập lụt ở các lưu vực sông và tổn thất xấp xỉ 796 tỷ đồng, làm chết 142 người. Tổn thất nặng nhất là năm 1999, mất 363 tỷ đồng, chết 52 người và hàng trăm ngàn người không có nơi trú ẩn. Hậu quả bão lũ phải mất vài năm mới khắc phục được. Trong đó, lưu vực sông Thạch Hãn chịu tổn thất nặng nề nhất vì đây là những nơi tập trung tất cả các ngành kinh tế và đến 40% dân số của tỉnh.

6. Lưu vực sông Hương

Nằm trong phần núi cao Trường Sơn và được phân cách với lưu vực sông Thu Bồn bởi dãy núi Bạch Mã kéo dài ra tới biển nên độ cao bình quân lưu vực lớn đạt 330m và độ dốc bình quân lưu vực là 28,5%. Lưu vực sông Hương là hợp lưu của hai con sông lớn: sông Tả Trạch và sông Bồ Giang có chung đoạn sông chảy ra biển 9 km nhưng sông Tả Trạch được coi là thượng nguồn của sông Hương vì nhánh này có lượng nước lớn hơn và chảy qua thành phố Huế. Hướng chảy của dòng chính sông Hương là Nam - Bắc ở phần thượng nguồn (thuộc vùng núi Bạch Mã), sau khi nhận nhập lưu của sông Hữu Trạch đổi hướng chảy TN - ĐB. Lưu vực sông Hương có diện tích 2830 km^2 phát triển dạng nan quạt mở rộng với chiều dài lưu vực đạt tới 63,5 km, chiều rộng lưu vực 44,6 km. Địa hình thấp ven biển của lưu vực xuất hiện nhiều đầm phá do doi cát ven bờ có địa hình cao hơn vùng đồng bằng ở phía trong gây cản trở rất lớn cho việc tiêu thoát nước. Phần thượng nguồn

sông có mạng lưới sông suối rất phát triển, mật độ lưới sông trung bình 1 - 1,3 km/km^2 nhưng phần hạ du sông thấp, trũng khá bằng phẳng nên mạng lưới sông suối rất kém phát triển, mật độ lưới sông là 0,5 - 0,6 km/km^2. Và mật độ sông suối trên toàn lưu vực chỉ đạt 0,6 km/km^2. Hệ số uốn khúc của dòng chính sông Hương đạt 1,65 và các phụ lưu lớn đều xuất hiện ở bờ trái lưu vực với hệ số không cân bằng lưới sông rất cao, 6,68.

Phần hạ du sông trũng, hệ thống đầm phá ven biển lớn nhất Đông Nam Á *(đầm Tam Giang - Cầu Hai kéo dài 81 km đường bờ biển, có diện tích mặt đầm 216 km^2 chiếm 12% diện tích lưu vực sông Hương)* nên khả năng thoát nước kém, vì vậy lũ và ngập lụt thường xảy ra đồng thời trên lưu vực.

Mùa lũ trên lưu vực xuất hiện muộn nhất so với toàn lãnh thổ Việt Nam từ tháng (X - XII) có lượng nước trong mùa lũ chiếm tới 69,7% với moduyn trung bình dòng chảy mùa lũ 272 l/s/km^2. Tháng X có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 40,8 % lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy trung bình 480 l/s.km^2. Trung bình hàng năm trên lưu vực sông Hương thường xuất hiện từ (5 - 7) trận lũ và trong đó chủ yếu là lũ kép từ hai đỉnh trở lên. Nguyên nhân gây lũ trên lưu vực sông Hương thường gắn liền với các nhiễu động của khí quyển như bão, ATNĐ, KKL ... đặc biệt khi có sự kết hợp của các nhiễu động này. Dòng chảy lũ lớn nhất trên lưu vực sông Hương cao, trung bình moduyn đỉnh lũ là 3 - 4 m^3/s.km^2 và lớn nhất đạt tới 6 m^3/s.km^2 (XI/1999). Dòng chảy lũ trên lưu vực sông Hương có biên độ lũ lớn, thời gian truyền lũ ngắn, biến trình lũ có đỉnh nhọn và thường xuất hiện đồng bộ trên hầu hết các sông lớn gây hiện tượng ngập úng kéo dài.

Do dòng chảy lũ lớn, tập trung, vùng cửa sông biên độ triều thấp nên khả năng tiêu nước của vùng này rất kém, vì vậy hiện tượng ngập lụt thường xuyên xảy ra trên lưu vực. Hàng năm vùng hạ du thường bị ngập từ 3 đến 7 lần, trong đó có thành phố Huế là di sản văn hoá thế giới. Những trận lũ lớn trong các năm như 1953, 1975, 1999... đã gây ngập lụt thành phố Huế tới mức ngập 2,5 m. Bên cạnh đó hàng năm diện tích đất canh tác cần phải tiêu nước lớn, trung bình khoảng 10.760 ha, trong đó tập trung ở hạ du sông Bồ 2.960 ha.

7. Lưu vực sông Thu Bồn

Lưu vực sông Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam - Đà Nẵng có tổng diện tích 10.350 km^2 nằm trong vùng sụt võng trung sinh đại, dốc theo hướng TN - ĐB. Độ cao bình quân lưu vực là 552 m và độ dốc bình quân lưu vực khá cao 25,5%. Mật

độ sông suối trung bình đạt 0,47 km/km^2. Dòng chính sông Thu Bồn dài 205 km bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Lĩnh ở độ cao 1600 m và chảy ra cửa biển Hội An. Toàn bộ hệ thống có 19 phụ lưu cấp I và cấp III, phân lưu có chiều dài lớn hơn 10 km. Lưu vực sông có chiều dài lưu vực lớn gấp hai lần chiều rộng, có dạng hình nan quạt, hệ số uốn khúc của lưu vực khá lớn đạt 1,85.

Phần thượng lưu và trung lưu dài khoảng 163 km chảy trong vùng núi chủ yếu là granit xuống vùng trũng chủ yếu là sa thạch, cuội kết có xen lẫn diệp thạch và đá vôi. Dòng chảy theo hướng Bắc - Nam. Phần hạ lưu sông chảy theo hướng Tây - Đông và đổ ra biển qua cửa Hội An. Càng về hạ du lòng sông càng mở rộng, độ dốc đáy sông giảm dần, độ uốn khúc tăng lên. Mạng lưới sông suối vùng hạ du phát triển chằng chịt với 3 phân lưu lớn là sông Tĩnh Yên đổ vào vịnh Đà Nẵng qua sông Hàn, sông Vĩnh Điện đổ ra biển, sông Trường Giang đổ vào vịnh An Hoà. ở hạ lưu xuất hiện nhiều bãi bồi ở giữa lòng sông, xảy ra hiện tượng bồi lấp và xói lở.

Trung bình hàng năm trên lưu vực sông Thu Bồn tiếp nhận 27 tỷ m^3 nước mưa, nếu san đều cho toàn lưu vực sẽ được lớp mưa 2.612 mm vượt hơn nhiều so với lượng mưa trung bình của lãnh thổ Việt Nam. Do địa hình cao thuận lợi đón gió nên nguồn ẩm gây mưa trong lưu vực sông Thu Bồn khá đa dạng. Hoàn lưu Tây Nam cùng với sự hoạt động của dải HTNĐ lên vĩ độ cao gây mưa lớn ở phía Tây và Tây - Nam lưu vực trong thời kỳ từ tháng V - VIII. Hoàn lưu Đông Bắc cùng với các nhiễu động thời tiết đem lượng mưa lớn cho toàn lưu vực vào tháng VIII - XII. Như vậy cả về lượng lẫn về độ dài mùa mưa có xu hướng giảm dần từ phía Tây sang phía Đông lưu vực, từ miền núi xuống miền đồng bằng ven biển.

Mùa lũ kéo dài trong 3 tháng X - XII chiếm tới 60 - 70% lượng dòng chảy năm với trị số dòng chảy lũ rất lớn. Moduyn dòng chảy trung bình mùa lũ đạt tới 150 - 250 l/s.km^2, đây là trị số moduyn dòng chảy mùa lũ lớn nhất so với tất cả các lưu vực sông trên lãnh thổ Việt Nam.

Tháng XI có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 25 - 30% lượng dòng chảy cả năm với moduyn trung bình 200 - 300 l/s.km^2. Vào thời kỳ này, các nhiễu động thời tiết lui về xích đạo của dải HTNĐ đồng thời kết hợp của KKL thường gây mưa lớn và lũ lớn cho lưu vực.

Điều kiện địa hình dốc, mạng lưới sông suối phát triển hình tỏa tia, mức độ tập trung mưa lớn cả về lượng lẫn về cường độ trên phạm vi rộng nên lũ trên các sông suối của lưu vực sông Thu Bồn mang đậm tính chất lũ núi với các đặc trưng: cường suất lũ lớn, thời gian lũ ngắn (cả thời gian lũ lên lẫn thời gian lũ xuống),

đỉnh lũ nhọn, biên độ lũ lớn. Bờ của nhiều sông nhánh dốc tới mức mực nước có thể lên tới vài mét trong 1 giờ. Lũ quét ở thượng du luôn diễn ra hàng năm là mối đe doạ thường xuyên ở sông Thu Bồn.

Hàng năm trên sông Thu Bồn xuất hiện từ 4 - 5 trận lũ, năm nhiều nhất có tới 7 - 8 trận lũ. Lũ lớn nhất trong năm thường xuất hiện trong tháng X và XI. Lũ lớn xảy ra với tần suất cao trên lưu vực sông Thu Bồn, có tới 50% số năm quan trắc xuất hiện những trận lũ vượt BĐ III (tại Câu Lâu) và moduyn đỉnh lũ trung bình tại trạm quan trắc đạt từ 1,6 - 1,7 $m^3/s.km^2$. Lũ đặc biệt lớn đã xảy ra trên sông Thu Bồn vào tháng XI/1964 có lưu lượng đỉnh lũ tại trạm Nông Sơn là 18.250 m^3/s ứng với moduyn đỉnh lũ 5,79 $m^3/s.km^2$.

Trên lưu vực sông Thu Bồn, sạt lở nghiêm trọng bờ sông từ Đại Lộc về tới Duy Xuyên, Hội An với chiều dài hơn 50 km vào sâu trong đất, uy hiếp nghiêm trọng, phải di dời khoảng trên vài ngàn ngôi nhà. Sông Thu Bồn thường xuyên đổi dòng trong lũ và thay đổi vị trí cửa sông vì khối lượng bồi tích quá nhiều. Ví dụ trong trận lũ lớn năm 1998 đã xuất hiện sạt lở rất lớn vùng ven bờ Thu Bồn thuộc Khâm Đức. Với tình hình sạt lở mạnh mẽ của vùng hạ du, lượng đất cuốn trôi đã bồi lấp một số đoạn sông, cửa sông vì vậy đã mở ra các đường chuyển nước mới hoặc cửa mới, gây nguy hiểm cho vùng hạ du sông. Trong mùa mưa năm 2000, điều kiện giao nhau giữa sông Vu Gia và sông Thu Bồn thay đổi. Trước đó 80% lưu lượng nước sông đổ qua phân lưu sông Yên (qua Đà Nẵng) và 20% lưu lượng qua phân lưu sông Vĩnh Điện. Hiện nay 80% lượng nước chuyển qua phân lưu Vĩnh Điện và 20% lượng nước chảy qua phân lưu sông Yên. Điều này đã làm cho xâm nhập mặn sâu vào trong lòng sông, gây khó khăn rất lớn cho việc khai thác nguồn nước cho các mục đích kinh tế của thành phố Đà Nẵng.

Việc thường xuyên dịch chuyển dòng chảy ở vùng cửa sông Thu Bồn đã gây không ít khó khăn cho phát triển kinh tế của thành phố Đà Nẵng, đặc biệt là ngành vận tải thuỷ - cảng biển.

8. Lưu vực sông Trà Khúc

Sông Trà Khúc có diện tích lưu vực 3.240 km^2, bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô cao 1.549 m và đổ ra biển Đông tại Phố An với chiều dài dòng chính 135 km. Phần thượng nguồn trong 20 km đầu sông chảy theo hướng TN - ĐB sau đó đổi thành Nam - Bắc, đoạn này sông chảy trong vùng đồi núi, lòng sông hẹp, độ dốc đáy sông lớn, hệ số uốn khúc nhỏ. Phần trung lưu sông chảy theo hướng Nam -

Bắc, độ dốc đáy sông giảm dần, lòng sông mở rộng, hệ số uốn khúc tăng. Mạng lưới sông suối trong vùng khá phát triển, nhưng chủ yếu tập trung ở bờ trái. Hạ du sông Trà Khúc chảy theo hướng Tây - Đông. Hệ số uốn khúc của sông Trà Khúc 1,69.

Mật độ sông suối trên toàn lưu vực sông Trà Khúc thuộc loại thấp so với các hệ thống sông khác trên dải duyên hải Nam Trung bộ đạt 0,39 km/km^2. Độ cao bình quân lưu vực là 558 m. Sông Trà Khúc tiếp nhận 9 phụ lưu có chiều dài lớn hơn 10 km, trong đó 4 phụ lưu ở bờ trái và 5 phụ lưu ở bờ phải.

Trung bình cho toàn lưu vực sông Trà Khúc hàng năm nhận lớp nước mưa tới 2.847 mm. Đây là một trong số ít lưu vực có lớp nước mưa lớn nhất lãnh thổ Việt Nam. Vùng núi Ngọc Rô cao vượt hơn so với các địa hình xung quanh có tác dụng đón gió nhiều chiều nên lượng mưa ở vùng thượng nguồn rất phong phú.

Mùa lũ trên lưu vực sông Trà Khúc xuất hiện từ tháng X - XII chiếm 67,2% lượng dòng chảy năm với moduyn trung bình 218 l/s.km^2. Tháng XI là tháng có dòng chảy sông ngòi lớn nhất chiếm 29,1% lượng dòng chảy năm với moduyn trung bình 285 l/s.km^2. Đây là tháng có tần suất xuất hiện Bão và ATNĐ cao nhất ở vĩ độ này.

Trung bình trong năm thường xuất hiện 5 - 7 trận lũ và tập trung nhất vào hai tháng X và XI. Mực nước trên các triền sông tăng nhanh trong thời gian xuất hiện lũ, cường suất lũ ở thượng nguồn thường đạt 50 - 70 cm/h còn ở hạ du đạt 30 cm/h, thậm chí có những trận lũ lớn đạt tới 100 cm/h. Moduyn đỉnh lũ trung bình trên lưu vực sông Trà Khúc đạt 2,83m^3/s.km^2 và moduyn đỉnh lũ lớn nhất đạt 7,5 m^3/s.km^2 (ngày 3/XII/1986) - thuộc vào các lưu vực có moduyn đỉnh lũ lớn nhất Việt Nam. Trên lưu vực sông Trà Khúc thường xuất hiện lũ kép với nhiều đỉnh (lớn nhất là 8 đỉnh - lũ tháng XI/1996), thời gian mực nước ở mức cao kéo dài gây ngập lụt nghiêm trọng cho thung lũng sông và vùng đồng bằng Quảng Ngãi.

9. Sông Vệ

Thuộc tỉnh Quảng Ngãi, lưu vực sông Vệ có diện tích 1.260 km^2 và chiều dài dòng chính là 91 km. Bắt nguồn từ Nước Vo ở độ cao 800 m và đổ ra biển Đông tại Long Khê. Mật độ sông suối trong lưu vực 0,79 km/km^2. Địa hình đồi núi của lưu vực chiếm diện tích rất nhỏ nên độ cao bình quân lưu vực chỉ đạt 170 m và độ dốc bình quân lưu vực đạt 19,9%. Hệ số uốn khúc của dòng chính đạt không cao 1,3. Phần thượng lưu và trung lưu dài khoảng 60 km, dòng chảy nhỏ hẹp, tương

đối thẳng. Phần hạ lưu từ Nghĩa Hành đến cửa sông Lòng Sông mở rộng hơn. Có nhiều đồi núi sót và những dải cồn cát ven biển nên mạng lưới sông vùng hạ du phát triển chằng chịt.

Hệ thống sông Vệ có 5 phụ lưu cấp I có chiều dài lớn hơn 10 km phát triển mạnh về bờ trái. Diện tích bờ trái chỉ lớn gấp 1,63 lần diện tích bờ phải, nhưng toàn bộ chiều dài sông suối bờ trái lại lớn gấp 3,5 lần bờ phải. Hệ số không cân bằng lưới sông tới 3,5 trong khi hệ số không đối xứng chỉ đạt 0,24.

Hàng năm lượng mưa mang đến lưu vực sông Vệ phong phú đạt 2.476 mm, có xu thế tăng dần từ Đông sang Tây do độ cao địa hình, phần thượng nguồn vùng núi lượng mưa đạt tới trên 3.000 mm còn phần hạ du, vùng đồng bằng lượng mưa cũng đạt trên 2.000 mm.

Mùa lũ kéo dài trong 3 tháng từ tháng X - XII, chiếm 72,5% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy lũ 230 l/s.km^2. So với toàn lãnh thổ Việt Nam đây là vùng có trị số dòng chảy lũ lớn. Tháng có lượng dòng chảy lũ lớn nhất thường rơi vào tháng XI (tháng có tần suất bão đổ bộ vào vĩ độ này lớn nhất) với moduyn dòng chảy trung bình tháng tới 306 l/s.km^2 chiếm 32,2% lượng dòng chảy năm.

Do khả năng điều tiết lưu vực kém nên mặc dù có dạng lưu vực hình lông chim nhưng mức độ tập trung nước của lưu vực sông Vệ rất lớn. Nếu so sánh lượng dòng chảy trung bình cả năm thì lưu vực sông Vệ nhỏ hơn so với những lưu vực xung quanh như Trà Khúc, nhưng các trị số về dòng chảy lũ lại lớn hơn rất nhiều.

Trung bình hàng năm trên lưu vực sông Vệ xuất hiện 6 - 8 trận lũ và các trận lũ này thường gắn liền với ngập lụt của vùng hạ du do lượng mưa lớn trên diện rộng. Tháng X, lũ thường có tính chất lũ đơn còn vào tháng XI, XII lũ trên sông thường là lũ kép kéo dài trong nhiều ngày. Theo chuỗi số liệu quan trắc (1977 - 2003), hệ số biến động dòng chảy lớn nhất ($Cv_{đỉnh}$) của lưu vực sông Vệ là 0,45, thể hiện mức độ biến động đỉnh lũ không lớn, moduyn dòng chảy đỉnh lũ trung bình đạt 2,68m^3/s.km^2. Khả năng điều tiết dòng chảy trên lưu vực kém, song do dòng chảy phần hạ du nối với lưu vực sông Trà Khúc tạo cho khả năng thoát nước lũ vì vậy moduyn đỉnh lũ lớn nhất của sông Vệ chỉ đạt 7,22 m^3/s.km^2 ứng với tần suất xuất hiện 4%.

10. Sông An Lão

Sông An Lão (thuộc tỉnh Bình Định) có diện tích lưu vực 1.466 km^2. Dòng chính sông dài 85 km bắt nguồn từ Nước Lương ở độ cao 825m. Phần đầu thượng nguồn sông chảy theo hướng Nam - Bắc, sau đó chuyển hướng Bắc - Nam tới

Thanh Lương dòng chảy lại chuyển hướng Tây - Đông và đổ ra biển Đông tại Bồng Sơn. Hệ số uốn khúc của dòng chính đạt 2,99. Độ cao bình quân của lưu vực sông An Lão là 277m. Mật độ sông suối đạt 0,65 km/km^2. Toàn bộ hệ thống có 7 phụ lưu cấp I có chiều dài lớn hơn 10 km phát triển mạnh về phía bờ phải, hệ số không cân bằng lưới sông đạt 0,52, hệ số không đối xứng đạt 0,26.

Lượng mưa trung bình nhiều năm trên lưu vực sông An Lão đạt 2.212 mm, có cường độ cao trong khi khả năng điều tiết của lưu vực kém nên mức độ tập trung nước trên các triền sông cao, dòng chảy lũ trên sông An Lão rất ác liệt.

Nằm sát ven biển, có địa hình lưu vực ba mặt là núi bao quanh nên lưu vực sông An Lão có dạng bình bầu. Phần thượng lưu bao gồm các nhánh sông chảy theo các hướng khác nhau tập trung tại vùng hạ du trước khi đổ ra biển. Còn phần hạ du sông chảy trong vùng đồng bằng nên uốn khúc mạnh, khả năng thoát nước kém và đây là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng ngập úng kéo dài ở thung lũng sông và đồng bằng hạ du. Mùa lũ trên lưu vực kéo dài trong 3 tháng (X - XII) nhưng chiếm tới 75,2% lượng dòng chảy năm. Tháng có dòng chảy lớn nhất xuất hiện vào tháng XI với lượng dòng chảy chiếm 32,8% lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy tháng lớn nhất là 250 l/s.km^2.

Nếu như moduyn dòng chảy năm cũng như dòng chảy mùa lũ của lưu vực sông An Lão thấp hơn nhiều so với một số các lưu vực sông khác như lưu vực Nậm Boum, Nghĩa Đô, Thu Bồn, Trà Khúc... thì trị số dòng chảy lớn nhất trung bình của lưu vực này lại đạt mức độ lớn nhất so với tất cả các lưu vực thuộc lãnh thổ Việt Nam, với moduyn đỉnh lũ trung bình là 3,28 m^3/s.km^2. Khác với các sông cùng nằm trong dải duyên hải miền Trung ở cùng vĩ độ địa lý, sự biến đổi moduyn đỉnh lũ ($Cv_{đỉnh}$) hàng năm thường dưới 0,5 thì tại lưu vực sông An Lão do khả năng giữ nước trong lòng sông kém nên hệ số biến động dòng chảy đỉnh lũ lớn hơn, đạt 0,71. Theo tài liệu quan trắc từ năm (1982 - 2003) đã xuất hiện đỉnh lũ lớn nhất 10,9 m^3/s.km^2 (24/XI/1993) - đây là trị số đỉnh lũ lớn nhất của toàn lãnh thổ Việt Nam đã quan trắc được ứng với tần suất xuất hiện 0,2%.

11. Sông Côn

Sông Côn hay còn gọi là sông Hà Giao bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Rô cao 925 m (dãy Trường Sơn). Dòng chính sông Côn ở thượng nguồn chảy theo hướng Bắc - Nam tới trạm thủy văn Cây Muồng đổi hướng chảy Tây - Đông đổ ra biển tại cửa Xuân Phương, hệ số uốn khúc đạt 1,54. Lưu vực sông Côn có tổng diện tích 2980 km^2. Địa hình núi cao chiếm phần lớn diện tích lưu vực nên độ cao bình quân

lưu vực sông Côn thuộc vào loại khá lớn, 567 m, do chiều dài lưu vực lớn, độ dốc bình quân lưu vực nhỏ 15,8%. So với các lưu vực khác độ dốc bình quân lưu vực sông Côn không lớn, càng về hạ lưu độ dốc đáy sông càng giảm. Mạng lưới sông vùng hạ lưu phát triển mạnh nhưng chằng chịt như bàn cờ, đặc biệt ở bờ trái gây khó khăn cho việc tiêu thoát nước về mùa lũ. Mật độ sông suối trong lưu vực thuộc loại tương đối dày đạt 0,65 km/km^2. Sự khác biệt về mặt địa hình đã hình thành hai mạng sông suối hoàn toàn khác nhau giữa hai bờ vùng hạ lưu. Toàn bộ hệ thống có 17 phụ lưu cấp I có chiều dài lớn hơn 10 km, trong đó có 11 phụ lưu đổ vào bờ phải, 6 phụ lưu đổ vào bờ trái. Mạng lưới sông suối phát triển mạnh về bờ phải. Diện tích bờ phải chiếm 59% diện tích lưu vực, tổng chiều dài các sông suối bờ phải chiếm 57% tổng chiều dài toàn bộ sông suối trong hệ thống.

Do điều kiện địa hình bị che khuất nên lượng mưa đem đến lưu vực sông Côn trung bình là 1840 mm. Nhìn chung lượng mưa có xu hướng tăng dần từ phía thượng du xuống hạ lưu. Mùa mưa tập trung trong 4 tháng (VIII - XI) do tác động của các nhiễu động thời tiết như bão, ATNĐ kết hợp với các hoàn lưu Đông Bắc tăng cường. Mùa lũ trong lưu vực xuất hiện trong 3 tháng (X - XII) chiếm tới 72,6% lượng dòng chảy năm, có moduyn trung bình mùa lũ 116 l/s.km^2. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất rơi vào tháng XI với lượng dòng chảy tháng đạt 30,2% lượng dòng chảy năm và moduyn trung bình tháng lớn nhất là 145 l/s.km^2.

Dòng chảy lớn nhất thường có giá trị rất lớn gấp 40 - 50 lần lưu lượng cơ sở. Theo số liệu quan trắc nhiều năm (1981 - 2003) tại trạm thuỷ văn Cây Muồng cho thấy moduyn dòng chảy lớn nhất trung bình nhiều năm đạt 1.840 l/s.km^2 và có hệ số biến động năm (C_{vmax}) là 0,50. Giá trị cực đại đã quan trắc được vào trận lũ xuất hiện trong tháng XI/1987 có lưu lượng đỉnh lũ 6340 m^3/s (4,2 m^3/s.km^2) tương ứng với tần xuất 5% (ngày 19). Có thể thấy mức độ tập trung nước trên sông Côn không lớn, tuy nhiên do sự đổi hướng dòng chảy khi vào vùng hạ du cùng với vùng đồng bằng cửa sông có nhiều kênh rạch chằng chịt nên mức độ tiêu thoát nước rất kém thường xuyên gây úng ngập vùng này khi xuất hiện lũ trên sông. Lưu lượng lớn nhất tải qua lòng sông Côn phía hạ du là 500 m^3/s (đã đầy bờ). So với các sông suối cùng cấp diện tích dải duyên hải miền Trung, đây là con sông có sức tải nước thấp. Hàng năm các khu vực hạ du (Bồng Sơn, Tam Quan, Tuy Phước, An Nhơn, Sơn Tây...) thường xuyên bị ngập lụt với mức ngập 0,5 - 1,5 m trên diện rộng.

Liên tục trong những năm 1995 đến nay, dòng chảy sông Côn nằm trong pha nước lớn và dòng chảy lũ cao.

12. Sông Ba

Lưu vực sông Ba hay còn gọi là sông Đà Rằng là sông nội địa lớn nhất dải duyên hải miền Trung, có diện tích lưu vực 13.900 km^2 và là sông duy nhất thuộc về 2 sườn dãy Trường Sơn. So với các lưu vực xung quanh, địa hình lưu vực sông Ba thấp hơn, độ cao bình quân lưu vực chỉ đạt 400 m. Dòng chính sông Ba dài 388 km bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Rô ở độ cao 1200 m và đổ ra biển tại Ngọc Lãng. Phần thượng lưu từ thượng nguồn tới Cheo Reo dài khoảng 210 km, dòng chảy theo hướng Bắc - Nam trùng với hướng độ dốc của địa hình, lòng sông hẹp, hai bờ dốc. Mức độ che phủ rừng từ An Khê trở lên còn khá phong phú. Nhìn chung thượng lưu sông Ba là vùng tương đối nhiều nước. Phần trung lưu từ Cheo Reo đến Xa Thư dòng chảy theo hướng TB - ĐN, lòng sông mở rộng hơn, độ dốc đáy sông giảm nhỏ hơn. Từ Xa Thư đến biển sông dài khoảng 100 km dòng chảy uốn khúc quanh co, lòng sông mở rộng, độ dốc đáy sông giảm xuống chỉ còn khoảng 2‰.

Với dạng lưu vực dài và hẹp, mạng lưới sông Ba phát triển hình lông chim độ rộng bình quân lưu vực đạt 46,8 km trong khi chiều dài lưu vực tới 286 km. Dãy núi Bình Định chạy sát lòng sông ở bờ trái là nguyên nhân gây nên sự chênh lệch diện tích giữa hai bờ. Diện tích bờ phải lớn gấp hai lần bờ trái. Hệ số đối xứng đạt 0,37. Hệ số uốn khúc của dòng chính đạt 1,98.

Toàn bộ hệ thống sông Ba có khoảng 105 sông suối có chiều dài lớn hơn 10 km trong đó có 36 sông cấp I. Địa hình trên lưu vực sông Ba mang tính chất bậc thềm rất rõ nét, mạng lưới sông suối kém phát triển, mật độ sông suối trong toàn lưu vực là 0,34 km/km^2, phân bố không đều. Ở những vùng ít mưa, mật độ sông suối rất thấp chỉ đạt 0,3 km/km^2. Ngược lại ở lưu vực sông Hinh lượng mưa nhận được nhiều hơn, mật độ sông suối đạt 0,53 km/km^2.

Nằm trong vùng địa hình thấp bị che khuất từng phần, lượng mưa đến lưu vực sông Ba trung bình đạt 1.690 mm tương ứng 23,5 tỷ m^3 nước. Do vị trí thuộc cả hai sườn của dãy Trường Sơn nên cơ chế mưa ẩm mang đến lưu vực sông Ba rất khác nhau. Phần lưu vực phía sườn Tây dãy Trường Sơn nguồn ẩm đem đến lưu vực là gió mùa Tây Nam với mùa mưa kéo dài từ tháng V - XI, còn phía sườn Đông ảnh hưởng của các nhiễu động thời tiết và gió mùa Đông Bắc là nguyên nhân chính của mùa mưa kéo dài từ tháng IX - XII. Tuy nhiên ở khu vực này vào tháng V, VI thường xuất hiện mưa tiểu mãn do ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam.

Mùa lũ từ tháng IX - XII, lượng dòng chảy lũ chiếm 73% dòng chảy năm và tháng XI có lượng dòng chảy lớn nhất, chiếm 27% lượng dòng chảy năm.

Hàng năm trên lưu vực xuất hiện từ 4 - 6 trận lũ, năm ít nhất là 1 - 2 trận lũ, nhiều nhất có tới 8 trận lũ/năm. Lũ trên sông Ba kéo dài tới hàng tuần và mực nước sông mùa lũ cũng biến động lớn. Thời gian tập trung lũ thường dưới 75 giờ, cường độ mực nước 50 - 70 cm/h, và đỉnh lũ lớn nhất trung bình đạt 583 l/s/km^2. Lũ lớn trên lưu vực sông Ba chỉ thực sự xuất hiện khi chịu tác động của các hình thế gây mưa lớn bao trùm cả hai sườn dãy Trường Sơn như Bão, ATNĐ, front lạnh... Phần thượng nguồn sông Ba lũ lớn xảy ra ít hơn so với phần hạ du. Lũ trên lưu vực sông Ba thường có dạng đơn một đỉnh với đường quá trình lũ nhánh lên dốc, nhánh xuống thoải rõ rệt nhưng các đặc tính lũ có sự khác biệt rất lớn, giữa các phần lưu vực có địa hình khác nhau. Phần thượng lưu (đại diện là trạm Củng Sơn) có cường độ mực nước trung bình 50 - 70 cm/h, và moduyn dòng chảy lớn nhất trung bình đạt 583 l/s.km^2. So với các lưu vực khác trong dải duyên hải miền Trung, đây là lưu vực có dòng chảy lũ nhỏ nhất với sự biến động đỉnh lũ ($Cv_{đỉnh}$) qua các năm đạt 0,63. Lũ lịch sử xuất hiện tại trạm Củng Sơn vào ngày 4/X/1993 với cường độ mực nước đạt 152 cm/h, biên độ mực nước 12,75 m và moduyn đỉnh lũ đạt 1,62 m^3/s.km^2 tương ứng với tần suất xuất hiện 3%. Vùng hạ du, các giá trị này thấp hơn, cường độ lũ trung bình 5 - 10 cm/h, lớn nhất đạt 87 cm/h và biên độ mực nước lớn nhất 4,88 m (trạm Phú Lâm). Theo tài liệu quan trắc nhiều năm (1977 - 2003) có tới 21/27 năm xuất hiện trận lũ vượt BĐ III, thậm chí trong một năm có tới 4 trận lũ liên tiếp có đỉnh vượt BĐ III. Điều này đã gây ra sự ngập lụt nghiêm trọng của vùng. Thời gian lũ lớn xảy ra thường tập trung vào tháng X, XI, rất ít khi xảy ra vào các tháng IX, XII. Ngoài lũ chính vụ trong lưu vực cũng xuất hiện lũ tiểu mãn vào tháng V nhưng với mức độ nhỏ.

Hình dạng lưu vực và vị trí (địa hình mang tính chất bậc thềm, những dải cồn cát lớn chạy dọc theo hai bên bờ sông, độ dốc đáy sông nhỏ gây khó khăn cho việc tiêu thoát nước...) là nguyên nhân gây nên ngập lụt không chỉ ở hạ du mà còn ở cả trung lưu lưu vực khi xuất hiện lũ. Năng lực thoát nước của lòng dẫn sông Ba ở hạ du chỉ đạt 11.000 m^3/s (trong điều kiện đầy bờ) trong khi lũ lớn năm 1993, lưu lượng đỉnh lũ là 21.000 m^3/s. Ở khu vực hạ du hàng năm khoảng 24.000 ha đất canh tác nông nghiệp bị ngập sâu (0,5 m) trong nước lũ với thời gian kéo dài 5 - 7 ngày, còn khu vực trung du diện tích bị ngập nhỏ hơn (khoảng 2.000 ha) với thời gian kéo dài chỉ từ 1 - 3 ngày nhưng mức độ ngập sâu hơn từ 1,0 - 1,5 m.

13. Sông Cái Nha Trang

Với diện tích lưu vực 1.900 km^2 và chiều dài dòng chính 79 km, sông Cái Nha Trang bắt nguồn từ dãy Trường Sơn chảy theo hướng Tây - Đông đổ ra biển tại

Nha Trang. Địa hình núi cao ba mặt bao bọc, nên độ cao bình quân lưu vực lớn là 548 m và độ dốc bình quân lưu vực đạt 22,8%. Lưu vực sông Cái Nha Trang có dạng hình tròn rất rõ nét, mạng lưới sông suối phát triển mạnh hình nan quạt với mật độ sông suối cao 0,82 km/km^2 phát triển đồng đều cả hai bờ. Toàn lưu vực có 15 phụ lưu (*có khả năng khai thác dòng chảy*) trong đó có 7 phụ lưu đổ trực tiếp vào dòng chính. Các phụ lưu đều ngắn và diện tích hứng nước nhỏ, chỉ có 1 phụ lưu (sông Chò) có diện tích trên 500km^2 và có tới 10 phụ lưu diện tích nhỏ hơn 100 km^2. Độ dốc địa hình lớn, sông chảy khá thẳng với hệ số uốn khúc nhỏ đạt 1,38.

Lưu vực sông Cái (Nha Trang) có lượng mưa trung bình đạt 1700 mm. Vùng thượng nguồn có địa hình cao đón gió nhiều chiều lượng mưa vượt trên 2.000 mm. Mùa mưa chính kéo dài từ tháng VIII - XII và mùa mưa tiểu mãn xuất hiện vào tháng V, VI do ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam. Phần đồng bằng hạ du lượng mưa nhỏ hơn so với vùng thượng nguồn, trung bình đạt 1.300 - 1.500 mm.

Mùa lũ trên sông Cái Nha Trang kéo dài ba tháng (X - XII) với lượng dòng chảy chiếm 58,3% lượng dòng chảy năm và có moduyn trung bình 135 l/s.km^2. Tháng XI có dòng chảy lớn nhất chiếm 22,4% lượng dòng chảy năm, moduyn trung bình 156 l/s.km^2. Ngoài lũ chính vụ xuất hiện vào tháng (X - XII) trên lưu vực sông Cái Nha Trang còn có lũ tiểu mãn xuất hiện vào tháng V hoặc VI do ảnh hưởng của mưa đem đến bởi gió mùa Tây Nam với lưu lượng trung bình tháng vượt hơn những tháng trước và sau đó. Mùa lũ tiểu mãn tuy lượng dòng chảy không lớn, nhưng với tính chất bất ngờ nên thường gây ra những hậu quả xấu cho nền kinh tế của vùng. Có thể nhận thấy rằng các đặc trưng dòng chảy mùa lũ trên lưu vực sông Cái (Nha Trang) cả giá trị lẫn tỷ trọng đều nhỏ hơn hẳn so với các lưu vực ở phía Bắc của dải duyên hải miền Trung, thể hiện xu hướng giảm dần sự ảnh hưởng các nhiễu động thời tiết và các hoàn lưu Đông Bắc. Địa hình dốc, lưu vực nhỏ, thời gian lũ ngắn, trung bình một trận lũ kéo dài 3 - 5 ngày, tổng lượng lũ 5 ngày của sông khá lớn, đạt tới 428,3 triệu m^3 (năm 1993) và 391,3 triệu m^3 (năm 1994)

Theo tài liệu quan trắc từ năm (1983 - 2003) cho thấy moduyn đỉnh lũ lớn nhất trung bình đạt 1,51 m^3/s.km^2 với hệ số biến đổi ($Cv_{đỉnh}$) qua các năm là 0,51. So với các lưu vực sông chịu tác động trực tiếp của các nhiễu động thời tiết và gió mùa Đông Bắc, đây là lưu vực có moduyn dòng chảy lũ lớn nhất khá nhỏ. Dòng chảy đỉnh lũ lớn nhất đã quan trắc được vào ngày 13/XI/2003 vượt lũ lịch sử 0,2 m.

14. Sông Cái (Phan Rang)

Lưu vực sông Cái (Phan Rang) có diện tích hứng nước 3.000 km^2 và chiều dài sông chính 119km, bắt nguồn từ dãy Trường Sơn ở độ cao 1600 m và đổ ra biển tại Phan Rang. Phần thượng nguồn trong khoảng 30 km đầu dòng chảy theo hướng Bắc - Nam, 12 km tiếp theo dòng chảy lại chuyển thành ĐB - TN. Từ xóm Tòng dòng chính chảy theo hướng Bắc - Nam. Phần hạ lưu chảy theo hướng TB - ĐN. Chảy trong vùng núi mạng lưới sông suối phát triển toả tia, độ dốc đáy sông khá lớn tập trung thành dòng chính đổ thẳng ra biển.

Địa hình ba mặt là núi đã tạo ra mạng lưới sông suối phát triển dạng sông hình nan quạt mở rộng, tập trung thành dòng lớn đổ ra biển cách cửa sông khoảng 25 km. Độ cao bình quân lưu vực đạt 483 m và độ dốc bình quân lưu vực đạt 17,7%. Sông chảy theo các nếp uốn địa hình, hệ số uốn khúc của dòng chính là 2,45. Mật độ sông suối thấp 0,55 km/km^2 và phân hoá mạnh theo không gian, vùng núi cao mạng lưới sông khá phát triển với mật độ sông suối đạt 0,75 km/km^2 nhưng phần hạ du mật độ sông suối đạt 0,3 - 0,4 km/km^2. Lưu vực sông Cái Phan Rang có 28 phụ lưu (chiều dài sông hơn 10 km), trong đó có 16 phụ lưu cấp I, bao gồm 4 phụ lưu bờ trái và 12 phụ lưu bờ phải. Mật độ sông suối ở bờ phải lớn hơn hẳn bờ trái, đạt 0,62 km/km^2, trong khi mật độ sông suối bờ trái chỉ đạt 0,41 km/km^2.

Phần thượng nguồn lưu vực lượng mưa đạt từ 2000 - 3000 mm. Phần đồng bằng hạ du bị bao bọc bởi các dãy núi cao và đường bờ biển đổi hướng từ Bắc-Nam sang ĐB -TN đã xuất hiện một tâm khô hạn nhất của lãnh thổ Việt Nam, lượng mưa dưới 1.000 mm.

Do cơ chế gây mưa của khu vực khác nhau, sự phân mùa dòng chảy của lưu vực cũng rất rõ ràng. Mùa lũ kéo dài 4 tháng IX - XII với khu vực thượng du và 3 tháng IX - XI ở vùng đồng bằng và cồn cát ven biển.

Phần thượng du mức độ tập trung dòng chảy mùa lũ không cao, chiếm 56,7% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy mùa lũ 82,9 $l/s.km^2$. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất xuất hiện vào tháng X chiếm 17,1% lượng dòng chảy năm, moduyn dòng chảy 100 $l/s.km^2$.

Phần đồng bằng hạ du lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 65 - 70% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy mùa lũ 30 - 40 $l/s.km^2$. Tháng X có lượng dòng chảy lớn nhất chiếm 35 - 40% lượng dòng chảy năm, moduyn dòng chảy trung bình 50 - 60 $l/s.km^2$.

Hàng năm trên lưu vực sông Cái Phan Rang xuất hiện từ 3 - 4 trận lũ ở thượng du có cường suất trung bình 15 cm/h, cường suất lũ lớn nhất đạt tới 100 cm/h và 2 - 3 trận lũ ở phần hạ du với cường suất lớn nhất 125 cm/h, vì vậy ở đây thường xuyên xuất hiện các trận lũ vượt cấp BĐ III. Thời gian duy trì lũ thường kéo dài 4 - 5 ngày và dài nhất đạt tới 10 - 18 ngày, gây ngập úng trầm trọng ở đây.

Dòng chảy lũ lớn nhất trung bình là 1,23 $m^3/s.km^2$ và dòng chảy đỉnh lũ lớn nhất đạt 3,50 $m^3/s.km^2$ (ngày 17/XII/1964). Trong thời kỳ (1977 - 2003) trên sông Cái (Phan Rang) đã xuất hiện 3 trận lũ lớn: XII/1986, XII/1996 và XI/2003, đỉnh lũ lớn nhất xuất hiện tháng XI/2003 có mực nước 41,21 m (trạm Tân Mỹ) và 5,34 m (trạm Phan Rang), có tần suất xuất hiện 2% (tương đương lũ năm 1986).

Nằm trong vùng có khí hậu khô hạn nhất lãnh thổ Việt Nam nhưng tình trạng lũ lụt ở khu vực này cũng thường xuyên xảy ra. Lũ quét ở vùng thượng nguồn sông (huyện Bác Ai, Ninh Sơn) và ngập lụt vùng hạ du. Các hiện tượng này tuy không diễn ra hàng năm nhưng tổn thất của chúng đến nền kinh tế và môi trường rất lớn do yếu tố bất ngờ.

15. Sông Lũy

Nằm trong vùng khô hạn lãnh thổ nước ta, sông Lũy bắt nguồn từ vùng Bidup đổ ra biển tại cửa Phan Rí với chiều dài dòng chính 98km và diện tích lưu vực 1910 km^2. Phần thượng lưu chảy trong vùng núi cao trung bình với độ cao 700m theo hướng TB - ĐN. Trên nền địa hình đá gốc bazan, chia cắt sâu, mật độ sông suối đạt trên 0,6km/km^2. Đến Calon, nơi có con sông Đacketru đổ vào bờ phải sông đổi hướng chảy theo hướng Bắc - Nam tới vị trí nhập lưu của sông Cà Tót. Đoạn trung lưu này, địa hình chủ yếu là gò đồi nhấp nhô bị chia cắt mạnh mẽ bởi các thung lũng sông. Mật độ sông suối ở đây thấp hơn so với vùng núi cao trung bình đạt 0,48 km/km^2. Có sự khác biệt của địa hình, tạo nên mật độ lưới sông ở bờ phải lớn gấp đôi bờ trái. Hạ lưu sông chảy trong vùng đồng bằng khô hạn theo hướng Tây - Đông đổ ra biển tại cửa Phan Rí. Chảy trên vùng đồng bằng khá bằng phẳng, độ dốc đáy sông giảm hẳn, dòng sông uốn khúc quanh co, các đoạn sông già và trẻ xen kẽ nhau. Mật độ sông suối vùng này rất thấp, chỉ đạt tới 0,23 km/km^2. Độ cao bình quân lưu vực đạt 371 m và độ dốc bình quân là 12,3%. Lưu vực sông Luỹ có dạng phát triển hình lông chim nên mức độ tập trung nước khá nhanh đồng thời độ dốc lớn không giữ nước được trong lòng sông càng làm tăng mức độ khô hạn của mùa cạn trong lưu vực.

Ngoài dòng chính, trên lưu vực sông Luỹ còn có các phụ lưu lớn như sông Cà Tót, Cà Giây, sông Mao, Tầm Ru...

So với các lưu vực sông khác trong dải duyên hải miền Trung, lưu vực sông Luỹ có chế độ khô hạn khác thường. Phía Bắc và phía Tây lưu vực bị các dãy núi cao bao quanh đã hạn chế nguồn ẩm do gió mùa Tây Nam; đường bờ biển đổi hướng ĐB - TN đã che khuất các nguồn ẩm từ phía Đông như hoàn lưu Đông Bắc tăng cường và các nhiễu động thời tiết nên lượng mưa đem đến lưu vực sông Lũy nhỏ. Tính trung bình cho toàn lưu vực đạt lớp nước mưa 1.125 mm. Phần thượng nguồn lượng mưa trên 1500 mm và mùa mưa kéo dài trong 6 tháng từ tháng V - X. Phần hạ du bị che khuất nên lượng mưa nhỏ dưới 700 mm, mùa mưa trong 4 tháng VII - XI do ảnh hưởng của hoạt động xoáy thuận.

Mùa lũ trên lưu vực xuất hiện trong 3 tháng từ tháng IX - XI, chiếm 64,8% lượng dòng chảy năm với moduyn dòng chảy trung bình 43,6 l/s.km^2, tháng có lượng dòng chảy lớn nhất là tháng X, chiếm 32,2% lượng dòng chảy năm và moduyn dòng chảy 64,9 l/s.km^2. Đây cũng là thời kỳ hoạt động mạnh của dải HTNĐ tại vĩ độ này. Có thể thấy các trị số dòng chảy mùa lũ của lưu vực sông Luỹ không lớn, nhưng việc phòng chống lũ trong đới khô hạn này là vấn đề rất nan giải.

Qua số liệu quan trắc từ năm (1977 - 2003) cho thấy dòng chảy lớn nhất trung bình nhiều năm đạt 583 l/s.km^2 và hệ số biến đổi dòng chảy đỉnh lũ ($Cv_{đỉnh}$) qua các năm là 0,45. Đỉnh lũ lớn nhất đã quan trắc được trên sông Lũy là 1,22 m^3/s.km^2 và mực nước đỉnh lũ tại trạm Sông Luỹ là 29,16 m (6/XI/1996).

Theo số liệu quan trắc nhiều năm (1890 - 2002) thì khu vực bờ biển cực Nam Trung Bộ ít chịu tác động trực tiếp của Bão và ATNĐ, chỉ chiếm khoảng 4,2% số cơn bão đổ bộ vào dải ven biển Việt Nam. Tuy nhiên, những trận lũ cực lớn lại thường xuất hiện ở đây do ảnh hưởng của các cơn bão. Ví dụ trận lũ lịch sử xuất hiện trên sông Luỹ vào ngày 20/X/1952 đổ bộ vào bờ biển Bình Thuận gây lũ lớn lịch sử ở lưu vực sông Cái (Phan Thiết) đạt tới 4m (tại thị xã Phan Thiết), sông Cà Ty với moduyn đỉnh lũ đạt 5,1 m^3/s.km^2.

Mặc dù hiện tượng thiếu nước dùng thường xuyên diễn ra ở khu vực này nhưng bên cạnh đó tình trạng ngập lụt do lũ tràn bờ cũng xảy ra mang tính chất đồng thời. Đây là vấn đề môi trường rất lớn cho vùng nghiên cứu - tình trạng hoang mạc hoá đang mở rộng. Sau những ngày tháng khô hạn, liên kết đất kém, lũ và ngập lụt đã làm cuốn đi lớp đất màu, giảm khả năng sử dụng của đất rất lớn.

II.3. ĐẶC ĐIỂM NGẬP LỤT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

1. Đặc điểm ngập lụt các sông dải duyên hải miền Trung

Địa hình chung của toàn vùng nghiên cứu là dải đồng bằng nhỏ gắn liền với cửa sông và bị phân chia mạnh bởi các dãy núi đâm ngang ra sát biển. Độ dốc địa hình lớn do các dãy núi cao, gò đồi nối tiếp nhau thuộc dải Trường Sơn chạy sát ra tới biển (chiếm tới 75 - 90% diện tích lưu vực) và bị dãy cồn cát ven biển có độ cao từ 30 - 100 m chắn ngang nên hầu hết vùng đồng bằng duyên hải miền Trung trũng hơn hẳn so với địa hình xung quanh. Thêm vào đó hệ thống đường giao thông và các hệ thống kênh mương chia cắt đồng bằng gây cản trở việc thoát lũ ra biển.

Các sông suối trong vùng duyên hải Trung Bộ đều chảy thẳng từ vùng núi xuống vùng đồng bằng nên khả năng tập trung dòng chảy trên sông rất lớn, vào mùa kiệt hầu như khô cạn nên các cửa sông luôn bị di chuyển gây khó khăn cho việc tiêu thoát nước vào mùa lũ, vì vậy khả năng úng ngập thường xảy ra trầm trọng đối với vùng đồng bằng. Qua nghiên cứu tình hình ngập lụt các trận lũ lớn trong 20 năm trở lại đây của vùng đồng bằng duyên hải miền Trung cho thấy hình thái ngập lụt ở khu vực này chia thành các dạng sau:

- Ngập lụt do mưa lớn nội đồng
- Ngập lụt do nước lũ tràn bờ và mưa nội đồng: đây là hình thái gây ngập lụt chủ yếu trên các sông dải duyên hải miền Trung.
- Ngập lụt do lũ tràn bờ và nước của nhiều sông suối đổ trực tiếp vào đồng bằng, ví dụ đồng bằng sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Ba...

Ngoài nguyên nhân chính do mưa lũ, đồng bằng ven biển Trung Bộ còn bị ngập lụt do vỡ đê, ảnh hưởng của thuỷ triều, nước dâng do bão...

- Ngập lụt do bị vỡ đê đã xảy ra nghiêm trọng hơn nhiều như ở tại sông Cả (1978), xả lũ hồ thuỷ điện Đa Nhim trên sông Cái Phan Rang (1993), vỡ các hồ chứa nhỏ...

- Do tác động của thủy triều, trong thời gian lũ lớn gặp triều cường làm cản trở thoát lũ và tình trạng ngập lụt rộng hơn và sâu hơn. Ví dụ trận lũ trên sông Trà Khúc, sông Ba (XII/1986), trận lũ trên sông Thu Bồn (XI/1990)...

- Nước dâng do bão gây ngập lụt và thiệt hại cho nhân dân sống ở ven biển, đặc biệt từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế. Nước dâng thường làm giảm khả

năng thoát lũ, tăng diện ngập và kéo dài thời gian ngập lụt khi xảy ra lũ lớn trên sông. Lũ lụt đặc biệt lớn trong 20 năm gần đây không có trận lũ nào không xảy ra đồng thời với nước dâng do bão... Tổ hợp giữa lũ đặc biệt lớn với nước dâng có thể xảy ra khi bão đổ bộ vào liên tiếp, lúc đó lũ lớn trong sông là do mưa của trận bão trước cùng nước dâng do bão của trận sau, tạo thành diện ngập sâu và rộng.

- Tác động của gió mạnh: Gió mạnh khi bão đổ bộ trực tiếp có thể gây nên tổn thất rất nặng nề nếu xảy ra lúc nước sông lên cao và đồng bằng bị ngập. Ví dụ cơn bão số 10 đổ bộ vào Tuy Hòa ngày 23/X/1993 khi đang xảy ra lũ lịch sử tại Củng Sơn trên sông Ba đã gây tổn thất rất nặng nề cho tỉnh Phú Yên.

- Diện ngập của vùng đồng bằng các lưu vực dải duyên hải miền Trung không lớn, chỉ thường từ 5.000 - 10.000 ha, lớn nhất là đồng bằng sông Ba (28.000 ha), đồng bằng sông Thu Bồn (22.500 ha), đồng bằng sông Thạch Hãn (15.000 ha)...

- Thời gian ngập không dài: thường ngập lụt kéo dài từ 1 - 2 ngày, tuy nhiên đối với ba vùng đồng bằng lớn (Quảng Trị, Quảng Nam - Đà Nẵng, Phú Yên) thời gian ngập kéo dài từ 3 - 5 ngày.

Mặc dù diện ngập không lớn, thời gian ngập không kéo dài nhưng do tác động của ngập lụt tới tuyến đường giao thông trọng yếu của đất nước cả đường sắt lẫn đường bộ, nên vấn đề ngập lụt của các vùng đồng bằng gây thiệt hại nghiêm trọng đến nền kinh tế của nước ta. Hàng năm tuyến đường sắt và đường bộ Bắc Nam thường xuyên bị gián đoạn từ 1 ngày cho tới 5 ngày. Các tuyến đường tỉnh lộ và liên xã ngập thường xuyên.

2. Tình hình ngập lụt dải duyên hải miền Trung trong những trận lũ điển hình

1) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Thanh Hóa (lưu vực sông Mã):

Phần hạ du sông Mã chảy trong vùng đồng bằng độ dốc lòng sông nhỏ dưới $1^0/_{00}$, dòng chảy uốn khúc quanh co và trong khoảng 50 km tính từ cửa sông đã tiếp nhận nước của 2 phụ lưu lớn là sông Bưởi và sông Chu, nên vấn đề tiêu thoát nước lũ thường gặp khó khăn, gây ngập úng cho vùng đồng bằng. Nếu với tổng lượng mưa 3 ngày đạt (300 - 400) mm có thể gây ngập úng tới 10.000 ha ở hạ du. Theo số liệu của Viện Quản lý và Quy hoạch thủy lợi, diện tích hạ du sông Mã thường xuyên bị ngập úng khoảng 44.000 ha mỗi năm.

Theo tổng kết của tỉnh Thanh Hóa, ước tính thiệt hại do bão lũ gây ra từ năm

1975 đến 1998 lên tới 3.080 tỷ đồng (giá 1998), làm chết 678 người. Riêng trong hai năm 1996, 1997 tổn thất lũ lớn nhất, trên lưu vực sông Mã và sông Hoạt ước tính tới 2.386 tỷ đồng, gấp 3 lần thiệt hại từ 1975 - 1995. Lũ lụt làm ngập mất trắng 203.457 ha lúa và làm ngập giảm năng suất 423.275 ha lúa, thực tế diện úng ngập lớn nhất còn lớn hơn nhiều.

Năm 1962, hệ thống đê sông Mã bị vỡ, lưu vực sông Mã chịu một trận lụt nghiêm trọng do lũ đặc biệt lớn trên sông Chu (tại Xuân Khánh có lưu lượng lớn nhất đạt 6.700 m^3/s tương ứng tần suất 1,85%) gặp lũ trung bình trên dòng chính sông Mã (có tần suất xuất hiện 9%).

Gần đây nhất năm 1996, đê sông Bưởi (phụ lưu lớn bờ trái của sông Mã) vỡ 8 chỗ vào ngày 25/VII làm ngập 1.143 ha đất nông nghiệp.

2) Tình hình ngập lụt ở vùng đồng bằng Nghệ An - Hà Tĩnh (sông Cả)

Ngập lụt, úng ở đồng bằng Nghệ Tĩnh xảy ra thường xuyên khi mưa bão. Trên các lưu vực sông nhỏ do đê thấp nên hàng năm lũ chính vụ vẫn tràn đê gây ngập lụt, phá huỷ hệ thống kênh mương, các công trình hạ tầng, gây úng ngập làm hỏng lúa hè thu và lúa mùa. Điển hình là trận lũ lịch sử năm 1978 làm chết 164 người và tài sản thiệt hại lên tới 1836,5 tỷ đồng, đó là chưa kể hết những mất mát không thể thống kê được. Lũ lụt đã gây thiệt hại đáng kể trên các lưu vực vào các năm 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1998.

Hạ du sông Cả có sông La là hợp lưu của 2 nhánh Ngàn Phố và Ngàn Sâu đổ vào. Cùng với sự đổi hướng dòng chảy, độ dốc lưu vực cũng như đáy sông giảm và dãy cồn cát ven biển cao hơn đồng bằng đã làm giảm rất nhiều năng lực tiêu nước ra biển. Năm 1978, khi lũ ở mức BĐ III (ngày 30/VIII và 20/IX) đã xảy ra úng ngập nặng và được xem là năm điển hình để tính toán thiết kế biện pháp chống úng. Năm 1988, lũ sông Cả thấp hơn năm 1978, mưa ở đồng bằng nhỏ hơn ở trung, thượng lưu và không có vỡ đê, nhưng thủy triều cao gây thoát lũ kém nên diện úng ngập khá lớn (68.000 ha lúa và hoa màu bị ngập), tuy chỉ bằng một nửa của năm 1978. Năm 1978, do mưa lớn ở đồng bằng kết hợp với vỡ đê cho nên ngập lụt vô cùng nghiêm trọng. Tình hình ngập lụt úng ở 3 vùng của Nghệ Tĩnh như nêu dưới đây:

+) *Vùng Nam - Hưng - Nghi* (huyện Nam Đàn, Hưng Nguyên, Nghi Lộc).

Đồng bằng Nam - Hưng - Nghi có diện tích canh tác khoảng 48.700 ha. Cao trình mặt ruộng khoảng 4,00 - 5,15 m chiếm 17.700 ha, còn lại 31.000 ha thuộc

vùng thấp, có cao trình từ 0,7 - 3,0 m, là vùng thường xuyên bị ngập úng. Diện tích bị ngập úng thường xuyên là một giải hẹp dọc Kênh Thấp thuộc huyện Nam Đàn và mở rộng xuống phía Nam tới gần sông Lam trên đất huyện Hưng Nguyên (Nam thành phố Vinh); một giải khác nằm dọc Kênh Gai, từ trạm bơm 16 thuộc Hưng Đông lên đến gần Cửa Lò thuộc Nghi Lộc. Trong trận ***lũ lụt lớn tháng IX/1978*** khi lũ Nam Đàn lên BĐ III lần thứ hai (ngày 27/IX), thì đê sông Cả ở Cẩm Thái và Đồng Văn (huyện Thanh Chương) bị vỡ 25 chỗ, tổng độ dài 730 m, sâu từ 2 - 3,5 m. Độ ngập sâu trên các đồng ruộng từ 3 - 4m, ở các đường giao thông từ 1 - 2 m, có nơi 4 - 5 m. Quốc lộ 1A và đường sắt bị ngập chủ yếu ở phía nam thành phố Vinh và Cầu Cấm qua Cửa Lò, đường 49 từ Vinh đi Nam Đàn bị ngập toàn tuyến. Thời gian ngập trong đồng từ 15 - 20 ngày, đường giao thông từ 11 - 15 ngày.

Ngập do mưa úng nội đồng rất rộng lớn. Ngày 21/IX, khi cơn bão số 8 đã đổ bộ thì mưa tích lũy ở đồng bằng lên tới 500 - 700 mm, trong khi lũ tại Nam Đàn trên BĐ II thì nước nội đồng đã cao hơn nước ngoài sông, có thể tiêu tự chảy ra sông. Ngày 22/IX, khi lũ trên sông lên BĐ III, cao hơn nước nội đồng, thì các công trình tiêu bị ngập, kênh bị vỡ và không còn phát huy tác dụng. Hệ thống trạm bơm, kênh tiêu Nam - Hưng - Nghi không đủ năng lực tiêu úng.

Ngập lụt do vỡ đê gồm 2 dải hẹp, tách hẳn khỏi diện úng nội đồng. Nó bao lấy vùng Nam - Hưng - Nghi ở phía Bắc và phía Tây. Ở phía Tây, dải ngập lụt chạy men theo bờ tả sông Cả đến Yên Thượng, ở phía Bắc giải ngập lụt nằm dọc theo ruộng mùa ở giữa các khu đồi và ruộng chiêm ở 2 bên bờ sông Cửa Lò và hòa trộn vào khu úng nội đồng, gây cản trở việc tiêu ra sông Cửa Lò. Diện ngập lụt ở bờ tả sông Lam là 24.167 ha trong đó, 16.133 ha bị mất trắng. Diện ngập lụt ở bờ hữu sông Lam là 4.080 ha.

+) *Vùng Diễn Châu - Yên Thành - Quỳnh Lưu* (khu Quỳnh Lưu chạy từ hữu ngạn sông Hoàng Mai xuống phía Nam tới kênh Tố Khê và Sơn Tịnh, khu Diễn Châu, ở phía Nam kênh Vách Bắc).

Do cao trình vùng thấp chỉ 0,3 - 3,5m nên thường xuyên bị ngập úng và được tiêu nhờ kênh Diễn Hoa đổ ra cống Diễn Thủy và sông Bùng đổ ra cống Diễn Thành. Trong trận lụt năm 1978, mưa bình quân khu vực từ 15 - 28/IX là 1.134mm. Tuy có nhiều hồ chậm lũ và kênh Vách Bắc tiêu úng, nhưng do mưa lớn, một số đập và kênh bị phá gây ngập úng nặng ở đồng bằng. Diện ngập là 21.000ha. Quốc lộ 1A và đường 7 bị ngập ở nhiều nơi, có đoạn ngập tới 17 - 19 ngày.

+) *Vùng Đức Thọ - Can Lộc:*

Đồng bằng Đức Thọ - Can Lộc có dạng lòng chảo, được bao bọc bởi dãy núi Hồng Lĩnh ở phía Đông và Trà Sơn ở phía Tây. Độ cao tự nhiên từ 1,0 - 2,5 m, thấp nhất là các xã ven sông Nghèn như Đức Hồng, Đức Thịnh, Đức Bình, Đức Thủy, Kim Lộc, Vương Lộc,... Mưa từ 15 - 28/IX/1978 tại Trung Lương là 1.209mm, tại Hà Tĩnh 1.465mm. Ngày 23/IX, sau mưa bão số 8, lượng mưa ở đồng bằng là 600 - 700mm và sông Lam đang ở đỉnh của đợt lũ đầu (Linh Cảm 6,15m, Trung Lương 5,40m), thì hầu hết các nơi đã bị ngập úng. Mực nước trong đồng tại Trung Lương là 3,15m, thấp hơn nước sông nên không thể tiêu ra cống Trung Lương. Hướng tiêu ra sông Nghèn để đổ ra Cửa Sót lại bị triều cao nên tiêu rất chậm. Vì thế, khi có bổ sung mưa bão số 9, hầu hết diện tích canh tác, nhiều làng xã đã ngập chìm trong nước. Diện ngập lên tới 20.000 ha. Nhiều nơi ngập sâu 2 - 3m, quốc lộ số 1A có nhiều nơi ngập sâu 0,8 - 1,2m.

+) *Vùng trung thượng du:*

Ngoài 3 vùng úng, lụt trọng điểm nêu trên, nhiều vùng ở dọc sông Hiếu (huyện Tân Kỳ), sông Cả từ Dừa về Nam Đàn (huyện Anh Sơn, Thanh Chương) và sông Ngàn Sâu (huyện Hương Khê) cũng bị ngập lụt do lũ lớn ngoài sông với tốc độ nhanh, ngập sâu, song thời gian ngập chỉ kéo dài 1 - 2 ngày.

Hai tỉnh Nghệ An - Hà Tĩnh có nhiều đường giao thông quan trọng như đường Sắt, Quốc lộ 1A, các đường 48, đường 7A, các tỉnh lộ, huyện lộ. Quốc lộ 1A đi qua vùng úng phía nam thành phố Vinh, vùng Can Lộc. Đường sắt đi trên nền cao hơn, chỉ bị ngập ở Hưng Nguyên, tả ngạn sông Cả, sau đó rẽ về phía Tây đi men theo sông Ngàn Sâu. Các đường Diễn Châu - Đô Lương, Vinh - Nam Đàn cũng đi qua vùng úng lụt.

3) Tình hình ngập lụt ở vùng đồng bằng tỉnh Quảng Bình (lưu vực sông Gianh)

Trong phạm vi tỉnh Quảng Bình có các lưu vực sông Ròn, sông Gianh, sông Kiến Giang, sông Dinh - Lý Hòa và sông Nhật Lệ với tổng diện tích lưu vực khoảng 10.500 km^2. Trong đó lớn nhất là lưu vực sông Gianh (5.440 km^2) và lưu vực sông Kiến Giang (3.780 km^2).

Hàng năm bão lũ luôn uy hiếp, gây ngập lụt trên các lưu vực sông ở Quảng Bình, làm ách tắc giao thông trên đoạn Quán Hàu - Sen Thủy thuộc lưu vực sông Nhật Lệ từ 1 - 7 ngày, gây thiệt hại cho các hoạt động kinh tế - xã hội, dân sinh của tỉnh. Điển hình là trận lũ năm 1991 đã làm 17 người chết, thiệt hại về tài sản đến

105,420 tỷ đồng; trận lũ năm 1999 làm 9 người chết, thiệt hại về tài sản tới 96,384 tỷ đồng. Ngoài ra là các trận lũ xảy ra vào các năm 1992, 1995, 1998 cũng làm nhiều người chết và thiệt hại tài sản đến hàng chục tỷ đồng.

Ngập lụt ven sông bắt đầu từ huyện Tuyên Hóa (cách biển 35 - 40km) khi nước sông lên cao trên BĐ III, do thung lũng hẹp nên diện ngập ở đây rộng khoảng 1km. Càng xuống gần tới biển, (huyện Quảng Trạch) diện ngập lụt phát triển dần và rộng tới 5 - 7 km và có dạng hình phễu. Diện ngập lụt bao gồm: Huyện Quảng Trạch có các xã Quảng Tiên, Quảng Trung, Quảng Hải, Quảng Hòa, Quảng Lộc, một phần Quảng Long và Quảng Thanh. Huyện Tuyên Hóa có các xã Thuận Hóa, Thạch Hóa, Phong Hóa, Tiến Hóa, Châu Hóa, một phần Đức Hóa, Mai Hóa, Cao Quảng. Huyện Minh Hóa có các xã bị ngập nặng một phần là Xuân Hóa, Hóa Hợp, Yên Hóa, Hồng Hóa. Tổng diện tích trồng trọt bị ngập lụt là 3.100ha lúa và 2.500ha hoa màu. Diện ngập lụt bao trùm khoảng 10km quốc lộ 1A ở cửa Gianh, toàn bộ quốc lộ 29 ở tả ngạn và khoảng 5km đường sắt ở cửa Rào Nan.

Thời gian mực nước duy trì trên BĐ III là 26 giờ, nhưng thời gian ngập lụt có nơi kéo dài 2 - 3 ngày, do mưa còn rất lớn sau khi xuất hiện đỉnh lũ. Nếu gặp triều cao thì thời gian ngập còn có thể còn kéo dài hơn. Độ sâu ngập lớn nhất tới 3 - 4 m. Ngập nghiêm trọng ở huyện Tuyên Hóa, Quảng Trạch khi vỡ các đê bao.

Trận lũ lụt tháng X/1983 gây ngập lụt trên diện tích lớn cho đồng bằng Quảng Bình, 3.070ha lúa và 2.550ha hoa màu bị ngập, 47.960m^3 đất và 375m^3 đá các đê bao bị sụt lở; 240.000m^3 đất và 575m^3 đá kênh mương bị sụt lở; 75.000m^3 đất và 141m^3 đá đường sá bị cuốn trôi, sạt lở, cùng nhiều tài sản, gia súc, gia cầm khác.

4) Tình hình ngập lụt ở vùng đồng bằng Quảng Trị (hệ thống sông Thạch Hãn)

Sông Thạch Hãn có tổng diện tích lưu vực 2.770km^2, sông chính dài 156km, bắt nguồn từ sườn Đông Trường Sơn, đổ ra biển tại Cửa Việt. Phần hạ du sông Thạch Hãn có sông Vĩnh Định nối sông Thạch Hãn với Phá Tam Giang, hình thành ở hạ du một mạng lưới sông thông nhau nên khi lũ xảy ra đồng bộ các sông Thạch Hãn, Bến Hải, Ô Lâu thì toàn vùng hạ du nước ngập mênh mông trên diện rộng.

Ngập lụt ở đồng bằng sông Thạch Hãn khác hẳn với ngập lụt ở sông Gianh. Ngập lụt bắt đầu từ hạ lưu, thành cổ Quảng Trị; giới hạn ở phía Tây bởi đường sắt

và quốc lộ 1A chạy song song với sông; ở phía Bắc bởi sông Hiếu; ở phía Nam bởi đê tả sông Thác Mã; ở phía Đông bởi bờ kênh tưới chạy song song với dải cát ven biển. Trong vùng ngập lụt còn có nhiều sông nhánh như sông Ái Tử, sông Vĩnh Phước, sông Nhùng đổ trực tiếp vào vùng ngập lụt.

Sông Vĩnh Định là sông đào nối với sông Thạch Hãn ở gần thành cổ Quảng Trị và chia làm hai nhánh: một nhánh chảy lên phía Bắc và đổ ra cửa Thạch Hãn (Cửa Việt), một nhánh khác chảy xuống phía Nam vào sông Ô Lâu, là hai lối thoát lũ của sông Thạch Hãn. Ngoài ra, mạng lưới các kênh mương cũng làm nhiệm vụ tiêu khi có lũ lớn.

Trong trận lũ lớn tháng X/1983, tình hình ngập lụt ở đồng bằng sông Thạch Hãn rất lớn. Vùng tả ngạn sông Hiếu (phía Đông và Tây quốc lộ 1A và đường sắt), ngập 3.000 ha, sâu từ 1 - 2 m. Vùng tả ngạn sông Thạch Hãn, từ thành Quảng Trị đến ngã ba sông Hiếu (nằm giữa đường sắt và sông Thạch Hãn, rộng 1,5 - 3 km), diện tích ngập là 3.000 - 4.000 ha, sâu từ 1 - 2,5 m. Vùng hữu ngạn sông Thạch Hãn, từ Cửa Việt ở phía Bắc đến tuyến đê Hải Lăng ở phía Nam (nằm giữa sông Thạch Hãn và tuyến kênh N3 - N6), là vùng kinh tế trù phú nhất của tỉnh Quảng Trị, nhưng trũng nhất: diện tích bị ngập là trên 12.000 ha, sâu từ 2 - 2,5 m tại thành cổ Quảng Trị, từ 2,5 - 3,0 m ở Triệu Phong và từ 3 - 4 m ở Hải Lăng. Thời gian ngập lụt là 5 - 6 ngày ở hữu ngạn sông Thạch Hãn, khoảng 2 ngày ở các vùng khác. Do mưa lớn ở đồng bằng trũng, thấp nên trong trận lũ lớn 1983, ngập lụt một mặt do lũ sông Thạch Hãn tràn bờ, mặt khác do mưa úng ở đồng bằng.

Trong lưu vực sông Thạch Hãn, giao thông khá thuận tiện. Đường sắt và quốc lộ 1A chạy ngang lưu vực. Trừ đường sắt và quốc lộ 9 trên nền đất cao, còn quốc lộ 1A và các tỉnh lộ đều đi qua vùng ngập lụt. Đoạn đường 1A từ Quảng Trị - Đông Hà - Dốc Miếu về mùa lũ thường ngập khá sâu, các tỉnh lộ vùng đồng bằng hầu như trận lũ nào cũng bị ngập.

Theo thống kê của tỉnh Quảng Trị từ năm 1983 đến năm 1999 có 13 trận bão lũ lớn gây ngập lụt ở các lưu vực sông và tổn thất tới 796 tỷ đồng, làm chết 142 người. Tổn thất nặng nhất là năm 1999, mất 363 tỷ đồng, chết 52 người và hàng trăm ngàn người không có nơi ở. Hậu quả bão lũ phải mất vài năm mới khắc phục được. Trong đó, lưu vực sông Thạch Hãn chịu tổn thất nặng nề nhất vì đây là những nơi tập trung tất cả các ngành kinh tế và đến 40% dân số của tỉnh.

5) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Thừa Thiên - Huế (sông Hương)

Thuộc tỉnh Thừa Thiên - Huế có lưu vực sông Hương và các lưu vực nhỏ phụ cận là lưu vực sông Ô Lâu, sông Nông, sông Truồi, sông Bù Lu và Sê Kông. Tổng diện tích các lưu vực xấp xỉ 3.870 km^2, trong đó lưu vực sông Hương có diện tích 2.960 km^2. Lũ ở thượng nguồn sông Hương gặp mưa lớn ở hạ du đã gây ngập lụt nghiêm trọng như trận lũ tháng X/1983 và lũ lịch sử tháng XI/1999.

Dải ngập lụt ở đồng bằng Thừa Thiên - Huế kéo dài từ sông Bồ cho đến vụng Cầu Hai (dài 40 km, rộng 10 - 15 km), chạy song song với phá Tam Giang, vụng Đông và đê biển. Dọc theo sông Hương, vùng Kim Long (gần thành Huế) mặt đất cao từ 2 - 2,5 m, ngập sâu từ 2,5 - 3,0 m, từ ngã ba Sình trở xuống, ngập nông hơn. Dọc theo sông Bồ, ngập sâu 2,5 - 3 m; đoạn đường sắt và quốc lộ 1A từ sông Bồ đến sông Hương thường bị ách tắc do ngập lụt sâu. Dọc theo sông Đại Giang, từ đông nam thành Huế đến vụng Cầu Hai, mặt ruộng cao từ 0 đến 1,5m nên ngập sâu trên 3,0 m. Có thể chia vùng ngập úng theo các vùng khác nhau :

- ***Bắc sông Hương***, gồm cả tả ngạn sông Bồ, giới hạn ở phía tây bởi dãy đồi cao 150 - 300 m. Lũ sông Hương và Bồ phân tán qua nhiều sông đào và sông tự nhiên để thoát ra biển. Sông Bồ nhập lưu với sông Hương tại ngã Ba Sình cách cửa sông 5 km. Từ cửa Nham Biền (thượng lưu Huế 5 km) sông Hương tách ra ba nhánh: 1 nhánh nối với sông Bồ (ở chợ Kệ, xã Hương Xuân, huyện Hương Trà; 1 nhánh nối với sông Bồ ở xã Hương Toàn; và 1 nhánh là sông Bạch Yến chảy qua Kim Long, An Hòa rồi lại đổ vào sông Hương tại Bảo Vinh, ở hạ lưu thành phố Huế. Từ Phò Nam trên sông Bồ, một phân lưu dẫn nước ra phá Tam Giang qua cống An Xuân và cống Hà Đồ, phân lưu khác dẫn nước sông Bồ từ Hương Toàn ra phá Tam Giang qua cống Quán Cửa.

- ***Nam sông Hương*** giới hạn ở phía tây bởi đường quốc lộ 1A và đường sắt. Lũ sông Hương thoát theo 2 đường: sông Đại Giang (Lợi Nông) từ cống Phú Cam chảy song song với đường sắt đổ ra vụng Cầu Hai và sông Như ý từ Đập Đá trên sông Hương : 1 nhánh đổ vào sông Đại Giang, còn nhánh kia đổ vào đầm An Truyền. Hai bên sông Đại Giang và Như ý đều có đê bảo vệ. Các sông suối trước khi đổ ra biển đều chảy hệ thống đầm, phá dài dọc theo bờ biển, và thông với biển qua cửa Tư Hiền và Thuận An. Cửa Tư Hiền đã bị bồi lấp hoàn toàn. Thời gian ngập lụt thường kéo dài 3 - 5 ngày. Những vùng trũng sâu ở đồng bằng, do có nhiều yếu tố tác động như các hệ thống bờ vùng, bờ thửa, hệ thống đê, kênh tưới tiêu thủy lợi nên ngập lụt lâu hơn, có nơi 7 - 10 ngày mới tiêu hết.

Lũ sông Hương đổ ra phá Tam Giang, lũ sông Bồ đổ vào hạ lưu sông Hương

xuống phá Cầu Hai và trên đồng bằng xuống phá Cầu Hai. Sau khi đổ vào hệ thống đầm phá, lũ thoát ra biển theo cửa Thuận An và Tư Hiền.

Lũ hè thu, lũ tiểu mãn chủ yếu gây thiệt hại trong sản xuất nông - ngư nghiệp. Hàng năm gây úng ngập khoảng 9.500 - 10.000 ha, làm giảm sản lượng từ 10.000 - 12.000 tấn lương thực. Lũ chính vụ năm 1999 gây thiệt hại tới 1748991,9 triệu đồng, làm ngập và hư hỏng 2821 ha đất nông nghiệp, chết 352 người, mất tích 8 người, bị thương 305 người. Ngoài ra còn làm ngập và hư hỏng nhiều công trình văn hoá, xã hội, ngưng trệ các hoạt động giao thông, dịch vụ du lịch, gây dịch bệnh và ảnh hưởng sức khoẻ cộng đồng [10].

6) Ngập lụt ở đồng bằng Quảng Nam - Đà Nẵng (sông Thu Bồn - Vu Gia)

Địa hình lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia có độ dốc lớn ở thượng nguồn, ở hạ lưu mạng lưới sông phát triển mạnh theo cả chiều dọc lẫn chiều ngang. Khi có mưa lớn thì lũ sông Thu Bồn-Vu Gia tập trung nhanh gây ngập lớn ở hạ du thuộc các huyện Duy Xuyên, Đại Lộc, Điện Bàn.

Lũ sông Thu Bồn - Vu Gia từ BĐ I trở lên đã gây ngập các vùng trũng; từ BĐ II đến BĐ III nhiều vùng dân cư, bãi bồi, đồng ruộng, đường giao thông đã bị ngập; từ BĐ III trở lên, hầu hết đồng bằng bị ngập, giao thông bị chia cắt, ách tắc.

Căn cứ vào điều tra vết lũ trên các vùng thuộc các huyện Đại Lộc, Điện Bàn, Hòa Vang, thị xã Hội An, Duy Xuyên, Quế Sơn, diện ngập rộng trên 20.000 ha, bao trùm toàn bộ đồng bằng sông Thu Bồn - Vu Gia. Khác với đồng bằng sông Cả nơi ngập do úng nội đồng là chính, hay ở các sông Thạch Hãn, Hương, do lũ tràn bờ kết hợp với úng nội đồng, ở đồng bằng sông Thu Bồn, ngập chủ yếu do lũ thượng nguồn đổ về và lan truyền qua rất nhiều phân lưu chảy ngang, dọc. Từ BĐ III trở lên, diện ngập không mở rộng thêm nhiều, chủ yếu là tăng độ sâu ngập lụt. Huyện Điện Bàn, tả ngạn sông Thu Bồn, huyện Hòa Vang, hạ lưu sông Vu Gia, phía Nam Đà Nẵng, ngập sâu trung bình trên ruộng là 1,4 m, lớn nhất là 3,2 m. Huyện Duy Xuyên, hữu ngạn sông Thu Bồn, nằm giữa sông Thu Bồn và sông Bà Rén, ngập sâu trung bình trên ruộng là 1,3 m, lớn nhất 3,0 m. Huyện Đại Lộc trên sông Vụ Gia, ngập sâu trung bình trên ruộng là 1,1 m, lớn nhất là 2,8 m. Thị xã Hội An, ngập sâu trung bình 0,8 m, lớn nhất là 2,5 m. Huyện Quế Sơn, hữu ngạn sông Bà Rén, ngập trung bình trên ruộng là 0,5 m, lớn nhất là 1,5 m. Huyện Thăng Bình, ven phân lưu Trường Giang đổ ra cửa Tam Kỳ, ngập trung bình trên ruộng là 0,4 m, lớn nhất là 1,2 m. Nhà cửa, trường học, trạm xá phần lớn xây trên nền cao nên chỉ ngập khoảng 30 - 130 cm. Thời gian ngập ở các vùng dân cư thường từ

6h - 48h, ở đồng ruộng có thể kéo dài 2 - 3 ngày, còn ở vùng ven biển 0,5 - 1 ngày.

Quốc lộ 1A và tuyến đường sắt chạy song song nhau và cắt ngang đồng bằng sông Thu Bồn - Vu Gia. Khi lũ lớn, sông Thu Bồn gây ngập lụt, 2 tuyến đường trên đã cản trở dòng chảy, làm cho mức độ ngập lụt vùng thượng du cao hơn vùng hạ du và thời gian ngập kéo dài hơn. Ngoài ra, còn ngập nhiều hệ thống đường sá liên huyện, xã, thôn.

Thiên tai bão lũ trong những năm gây đây có chiều hướng gia tăng, làm thiệt hại và gây nhiều khó khăn cho phát triển kinh tế – xã hội, đời sống nhân dân của Đà Nẵng và Quảng Nam, nhất là các huyện như Duy Xuyên, Đại Lộc, Hoà Vang, Điện Bàn và phụ cận. Theo số liệu điều tra [8] từ 1981 - 2003 cho thấy hàng năm ngập lụt khoảng 5500 - 6700 ha, năm ít nhất cũng ngập 3500 ha (1987), độ ngập trung bình từ 1 - 2 m, kéo dài 5 - 7 ngày có năm 12 ngày (1990, 1996). Số dân cư ở trong vùng ngập có khoảng 400000 người. Tổn thất do ngập lụt nhiều năm đến hơn trăm tỷ đồng, năm 1996 thiệt hại đến 220 tỷ đồng, làm chết 99 người và nhiều thiệt hại khác. Trong trận lũ lịch sử năm 1964, đồng bằng sông Thu Bồn ngập trung bình 2 - 2,5 m và sâu nhất 3 - 4 m.

7) Tình ngập lụt ở vùng đồng bằng Quảng Ngãi (sông Trà Khúc - sông Vệ).

Lưu vực sông Trà Khúc, Trà Bồng, sông Vệ với tổng diện tích 5397 km^2 và hạ du của ba sông tạo thành vùng đồng bằng tỉnh Quảng Ngãi. Các sông này đều bắt nguồn từ vùng núi cao sườn Đông Trường Sơn đổ thẳng ra biển Đông, khả năng tập trung nước lớn. Quảng Ngãi là tỉnh thường bị bão đổ bộ, gây mưa lũ lớn, gây ngập lụt và tổn thất lớn như trong các năm 1964, 1987, 1989, 1990, 1993, 1995, 1996, 1999.

Vùng ngập lụt ở đồng bằng Quảng Ngãi có thể chia ra làm 3 khu vực:

- Khu vực thị xã Quảng Ngãi, diện tích là 2.238 ha, gồm thị xã và các xã lân cận thuộc huyện Từ Nghĩa, Bắc xã Nghĩa Hoà, chịu tác động trực tiếp của lũ sông Trà Khúc. Khi lũ tại Trà Khúc trên BĐ III khoảng 1 m nước sông bắt đầu tràn thị xã ở phía Tây Bắc, nước lũ dồn ứ chảy theo hướng Đông Nam (hướng có địa hình thấp) ra xã Nghĩa Đông, Nghĩa Chánh. Từ năm 1998, đê bao thị xã Quảng Ngãi đã hoàn chỉnh, bảo vệ an toàn thị xã ngay cả lũ lớn như năm 1986.

- Khu vực xã Nghĩa Hiệp, một phần xã Nghĩa Chánh và Nghĩa Hòa diện tích 2.006 ha, chịu ảnh hưởng của chế độ lũ sông Vệ. Đây là khu vực có độ cao địa hình từ 3 - 5 m, thấp từ Tây sang Đông, ít bị chia cắt và bị ngập khi lũ sông Vệ vượt cao

trình 5 m.

- Khu vực xã Nghĩa Chánh, Nghĩa Thương, Nghĩa Hòa có diện tích khoảng 4.969 ha, chịu tác động của lũ 2 sông, nhưng chủ yếu vẫn là sông Trà Khúc. Địa hình vùng này cao chỉ ngập khi có lũ đặc biệt lớn, vượt BĐ III đến 2 m. Độ ngập sâu trung bình từ 0,2 - 0,5 m, chủ yếu ở phần phía Đông. Do địa hình tương đối dốc nên thời gian ngập lụt không lớn, từ 3 - 5 ngày và còn phụ thuộc vào tình hình thủy triều.

Hiện tượng ngập lụt thường xuyên xảy ra trong vùng. Năm 1964, hệ thống đê Trà Khúc bị vỡ và thị xã Quảng Ngãi bị ngập hoàn toàn với mức ngập tới 8,82 m. Trong bãi sông thường xuyên bị ngập, theo tính toán một trận lũ ở tần xuất xuất hiện 10%, mực nước lũ có thể lên tới 19,12 m và khoảng 6.590 ha đất ruộng bị ngập. Trong những năm gần đây, ngập lụt xảy ra ngày càng thường xuyên, diện ngập cũng như độ cao ngập ngày càng lớn. Trận lũ tháng 10/1986, khu vực bãi sông quanh ngã ba ngập ở cao độ 15,19 m, trận lũ tháng 11/1996 khoảng 7410 ha đất nông nghiệp bị ngập tới mực nước lên tới 20,2 m.

Tổn thất do bão lũ gây ra hàng năm rất nặng nề và có xu hướng gia tăng, gây nhiều tổn thất về người và của, cản trở phát triển kinh tế, dân sinh, nhất là nông nghiệp. Hàng năm có khoảng 7000 - 10000 ha bị ngập, trận lũ lớn xảy ra ngày 2 -3/XI/1996 gây tổn thất lên tới 95 tỷ đồng.

8) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng tỉnh Bình Định (sông An Lão, sông Côn)

Dải núi Trường Sơn chạy sát đường bờ biển ở khu vực này và đây là nguyên nhân gây ngập lụt rất trầm trọng cho đồng bằng hạ du tỉnh Bình Định. Các sông suối trong tỉnh có dạng hình nan quạt đổ thẳng xuống vùng hạ du với hàng loạt các sông lớn như sông Lại Giang (1.880 km^2), sông Côn - Hà Thanh - La Tinh (900 km^2)... Tại đồng bằng tỉnh Bình Định, mạng lưới sông suối khá phức tạp, dòng chảy phân tán qua nhiều phân lưu đổ ra biển. Khi lũ lên cao, dòng chảy từ các phân lưu tràn lên đồng ruộng. Diện ngập lụt bao trùm toàn bộ bờ trái sông Côn, phát triển từ hạ lưu Tây Sơn lên phía Bắc và phía Đông. Quốc lộ 1A và đường sắt Bắc - Nam chạy ngang đồng bằng cản trở dòng chảy thoát ra biển Đông. Tuy nhiên vùng đồng bằng hẹp và dốc ra biển nên mức độ ngập lụt của khu vực này không cao.

Ở lưu vực sông Lại Giang: Thị trấn Bồng Sơn bị ngập từ 0,6 - 1,5 m, thị trấn Tam Quan bị ngập 0,5 - 1,4 m. Ở lưu vực sông Côn - Hà Thanh - La Tinh: các xã Phước Thuận, Phước Sơn, Phước Quang bị ngập 0,4 - 0,5 m; Các xã Phước Thắng,

Phước Nghĩa, Phước Hoà, thị trấn Tuy Phước bị ngập sâu 1,0 - 1,2 m. Tại An Nhơn bị ngập nông từ 0,4 - 0,7 m, ngập sâu từ 1,2 - 1,4 m. Tại Tây Sơn: Các xã ven sông Côn bị ngập từ 0,6 - 1,1 m. Tại Phù Cát: Các xã Cát Thắng, Cát Tiên, Cát Chánh, Cát Tường, Cát Nhơn bị ngập từ 0,6 - 1,0 m.

Trận lũ do bão đổ bộ vào Phú Yên ngày 18/XI/1987, gây ra mưa lớn ngày 18, 19. Đỉnh lũ tại Tân An lên đến 8,92m vào 19h ngày 19 (trên BĐ III là 1,42m). Lưu lượng đỉnh lũ tại trạm Bình Tường là 6.340m^3/s, ứng với tần suất khoảng 1,5%. Thời gian lũ lên khoảng 36 giờ, biên độ lũ 3,81m, cường suất nước lên lớn nhất 28 cm/h, thời gian lũ trên BĐ III là 20 giờ. Trong thời gian xảy ra lũ, thủy triều không cao và thấp hơn trung bình. Trận lũ lụt lớn tháng XI/1987 trên sông Côn đã gây nhiều thiệt hại cho địa phương: 86 người chết, 18.670 nhà bị ngập, 61 nhà trôi và sập, 7 thuyền trôi. Lúa đang trỗ bi hư hại 7.000 ha, trôi 1.000 tấn thóc giống, 200 tấn phân hóa học, hỏng 50 tấn đường, 20 tấn muối. Các công trình giao thông, thủy lợi bị hư hỏng nhiều: đê ngăn mặn bị hỏng 7 đoạn, 15 cầu cống lớn bị trôi, giao thông bị gián đoạn trong 2 ngày.

Tổn thất do lũ lụt hàng năm rất lớn, năm 1996 tới 180 tỷ đồng làm chết 52 người; năm 1998 là 141 tỷ đồng và làm chết 50 người. Năm 1996 làm ngập úng 45.630 ha lúa, 4679 ha hoa màu, 1.226 ha cây công nghiệp và 2.607 ha bị sa bồi. Trận lũ năm 1998 làm ngập úng 21.122 ha lúa, 3.412 ha hoa màu và 2.151 ha cây công nghiệp.

9) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Phú Yên (sông Kỳ Lộ, sông Ba)

- Lũ lụt ở lưu vực sông Kỳ Lộ:

Lưu vực sông Kỳ Lộ có diện tích lưu vực 1.850 km^2 nằm trong vùng có địa hình đồi núi thấp, dòng chính đổi hướng liên tục khi gặp những dãy núi chắn ngang, hệ số uốn khúc đạt 1,7 đổ vào đầm Ô Loan trước khi đổ ra biển. So với các lưu vực khác dải đồng bằng ở hạ lưu sông Kỳ Lộ rất hẹp, có những dãy núi chạy ra sát biển. Tuy nhiên hạ lưu sông Kỳ Lộ cũng mang những nét chung càng về gần cửa sông lòng sông càng mở rộng, độ dốc đáy sông giảm nhỏ, xuất hiện nhiều khúc sông chết, những bãi bồi.

Hàng năm, mỗi khi có mưa bão đổ vào miền Trung (*từ Đà Nẵng đến Bình Thuận*) lưu vực sông Kỳ Lộ đều bị ảnh hưởng. Tổn thất lũ thường khá lớn cả về người và tài sản, ước tính mỗi năm thấp nhất cũng 4 tỷ đồng và cao nhất đến 100 tỷ đồng năm 1993. Phạm vi ngập lụt chiếm gần hết vùng đồng bằng hạ du và trung

du, các vùng địa hình có độ cao dưới +10 m khoảng 10.000 ha, luôn bị ngập lụt trong thời kỳ mùa lũ (từ 15/IX đến 15/XII), mỗi năm từ 2 - 4 đợt, mỗi đợt kéo dài 2 - 3 ngày.

- Lũ lụt ở lưu vực sông Ba:

Địa hình trên lưu vực sông Ba có cấu trúc bậc thềm rất rõ nét nên ngập lụt trên lưu vực xảy ra không những vùng hạ du mà trung lưu lưu vực cũng xuất hiện. Hàng năm vùng đồng bằng hạ du lưu vực sông Ba thường bị ảnh hưởng của thiên tai lũ lụt, nhất là ở mỗi khi có bão gây mưa lớn trên lưu vực. Diện úng ngập ở đây lớn, khu vực nội thị Tuy Hoà bị ngập lụt đến 90% diện tích, sâu từ 0,5 - 2 m, hầu hết các đường nội thị bị ngập 1 -2 ngày, vùng hạ du sông Bàn Thạch bị ngập tới 3.000 ha, sâu từ 0,5 - 3,6 m. Cửa Đà Nông thuộc thôn Phú Lạc, Phú Hiệp ngập sâu 2 - 3,5 m.

Theo điều tra vết lũ ở 28 vị trí trên đồng bằng, có thể xác định được phạm vi ngập lụt và độ sâu ngập từng vùng. Diện ngập lụt lên tới 40.000 ha, phát triển từ hạ lưu đập Đồng Cam sang 2 bên bờ sông Ba và sông Bàn Thạch, tràn vào thị xã Tuy Hòa. Quốc lộ 1A và đường sắt qua vùng đồng bằng bị ngập đoạn dài trên 30 km. Đồng ruộng ở các vùng ven thị xã Tuy Hòa (tả ngạn sông Ba), thị trấn Phú Lâm (hữu ngạn sông Ba), cầu Bàn Thạch, Hòa Hiệp (gần cửa sông Đà Nông) ngập sâu nhất, từ 3 - 4 m. Các chân ruộng dọc theo 2 bên bờ sông Ba, Đà Nông hầu hết bị ngập từ 1,5 đến trên 2,0 m. Các khu dân cư ven các cánh đồng có cao trình không cao hơn mặt ruộng nhiều nên cũng bị ngập. Các thôn xã gần trục quốc lộ 1A bị ngập nặng hơn cả. Thôn Phước Khánh, xã Hòa Trị (gần thị xã Tuy Hòa) nước ngập lưng chừng nhà; xã Hòa Xuân, Hòa Vinh hai bên bờ sông Bàn Thạch, gần quốc lộ 1A, bị ngập nặng nhất, nước lũ tràn qua quốc lộ 1A phá hủy hàng trăm ngôi nhà. Đoạn quốc lộ 1A và đường sắt khu vực Hảo Sơn phía bắc đèo Cả hàng năm thường xuyên bị nước lũ tràn đường, gây ách tắc giao thông.

Nhìn chung các chân ruộng bị ngập sâu nhất, sau đó là các đường và nền nhà. Thời gian ngập ở những vùng thấp nhất như Cầu Mới gần thị xã Tuy Hòa, cầu Bàn Thạch là trên 2 ngày; ở nơi cao hơn, ngập dưới 1 ngày. Khi lũ tại Tuy Hòa lên đến BĐ III thì mặt đường, nền nhà trên đồng chưa bị ngập nhưng các chân ruộng thấp đều bị ngập (*mực nước ở Tuy Hòa duy trì trên BĐ III trong 36 giờ*).

Điển hình là trận lũ tháng X và cơn bão số 10 (ngày 27/XI/1993) làm 72 người chết, 464 người bị thương và 4 người mất tích; làm ngập hỏng 37904 ha

lúa, màu, cây công nghiệp, 400 ha nuôi tôm, và các công trình dân sinh, kinh tế khác... ước tính thiệt hại gần 400 tỷ đồng.

10) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Khánh Hòa (sông Cái Nha Trang)

Trên địa phận tỉnh Khánh Hòa có 2 lưu vực sông lớn là: Sông Cái Ninh Hòa (852km^2) và sông Cái Nha Trang (1900km^2), tổng diện tích 2 lưu vực này chiếm 60% tổng diện tích tự nhiên tỉnh.

Vùng bị ngập ở cao trình dưới 10m, nghiêng về phía biển với độ dốc nhỏ, chủ yếu là ruộng lúa, hoa màu, cây trồng cạn. Ngoài ra, còn có các công trình trọng điểm của Nhà nước, các khu công nghiệp nhẹ, hệ thống giao thông, quốc lộ 1A, đường sắt Bắc -Nam. Các công trình này gần như chắn ngang hướng nước chảy về cửa sông.

Trong các năm nước lớn 1978, 1996, 2003 có nhiều đoạn bị nước lũ tràn qua đường. Đồng bằng sông Cái Nha Trang hẹp và bị bao vây ở 3 phía bởi núi đồi vì vậy ngập lụt ở đây do lũ tràn bờ từ sông Cái Nha Trang và do lũ nhiều sông suối đổ trực tiếp vào đồng bằng như Suối Dầu từ phía Tây, suối Đồng Bò từ phía Nam và nhiều suối không tên từ phía Bắc, cộng với lượng mưa gây úng trên đồng bằng. Diện ngập trong các trận lũ lớn gần như trùng nhau và giới hạn bởi địa hình xung quanh, trên 17.000ha. Độ sâu ngập trung bình từ 1,8m đến 2,3m; mặt đường ngập từ 0,1m - 1,8m; nền nhà ngập từ 0,5m - 1,6m. Vùng bao ngoại vi phía tây Nha Trang ngập trung bình là 2,0m, vùng phía Nam Diên Khánh (trên và dưới quốc lộ 1A) ngập trung bình sâu 2,3m, là vùng ngập nặng nhất. Vùng Đồng Trăng (đỉnh tam giác châu thổ) ngập ít hơn, trung bình 1,8m. Thời gian ngập kéo dài trong 8 - 10 giờ trên mặt quốc lộ số 1A; còn trên mặt ruộng, nhất là ở phía Bắc đường quốc lộ 1A và đường sắt Bắc Nam, do sự tiêu thoát nước úng qua các cống phía dưới đường giao thông gặp khó khăn nên thời gian ngập úng kéo dài trên 1 ngày.

Bão lũ hàng năm xảy ra gây ngập lụt và tổn thất lớn về người và của ở Khánh Hoà. Điển hình là trận lũ năm 1996 ở lưu vực sông Cái Ninh Hoà và sông Cái Nha Trang làm chết 17 người, làm ngập úng 2.879 ha lúa, làm mất trắng 6.992 ha lúa sạ, 2.560 ha hoa màu và cây ăn quả bị hư hỏng, 839 ha đìa tôm bị mất trắng và các thiệt hại khác, ước tính giá trị thiệt hại tới 45 tỷ đồng. Trận lũ năm 1998 làm 28 người chết, làm ngập úng 4.641 ha lúa, 3.330 ha hoa màu và cây ăn quả bị hư hỏng, 812 ha đìa tôm bị mất trắng và các thiệt hại khác... ước tính đến

65,2 tỷ đồng giá trị thiệt hại.

11) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Ninh Thuận (sông Cái Phan Rang)

Trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận có 10 lưu vực sông, suối chảy ra biển Đông. Lưu vực sông lớn nhất là sông Cái Phan Rang, các lưu vực nhỏ đáng kể là: Sông Quán Thẻ ở phía Nam huyện Ninh Phước, có diện tích lưu vực 79 km^2, đổ trực tiếp ra biển ở Diễm Hải (gần Cà Ná); sông Trầu (Giỏ Tá) ở phía Bắc huyện Ninh Hải, có diện tích lưu vực 66 km^2, chảy ra vịnh Cam Ranh; sông Bà Râu có diện tích lưu vực 250 km^2, đổ vào Đầm Nại rồi ra biển tại Ninh Hải.

Đồng bằng Phan Rang bị ngập lụt bắt đầu bằng hiện tượng nước lũ tràn bờ hữu dòng chính tại Đồng Mé (khoảng 7 km hạ lưu Tân Mỹ) và do nước các sông nhánh từ dãy núi phía Tây và phía Nam (sông Quao, Lanh, Lu) và phía Bắc đổ trực tiếp vào đồng bằng. Bắt đầu từ Đồng Mé lan xuống phía nam tới thôn Nho Lâu, Chung Mỹ (ở bờ phải) và về phía Bắc tới thôn Cà Đú (bờ trái) chiếm một diện tích khoảng 16.000 ha. Đoạn đường sắt dài trên 10 km từ ga Tháp Chàm xuống phía Nam bị ngập và cản trở lối thoát lũ. Cầu An Thạch và cầu qua kênh Tân Hội thuộc địa phận thị xã Phan Rang, Tháp Chàm bị sập. Theo điều tra ngập lụt tại 16 vị trí, từ Tháp Chàm dọc sông Cái Phan Rang tới cửa sông, trong trận lũ tháng XII/1986, độ sâu ngập trên ruộng từ 0,8 - 2,3 m, trên mặt đường từ 0,3 - 1,5 m, trên nền nhà từ 0,5 - 1,8 m. Khi lũ tới BĐ III, mặt ruộng ngập sâu từ 0,6 -1,5 m, còn mặt đường và nền nhà chỉ ngập ở một số nơi từ 0,3 - 1 m. Thời gian ngập trong trận lũ này khoảng 1 ngày ở chân ruộng sâu và 12 giờ trên mặt đường.

Tỉnh Ninh Thuận thường bị ảnh hưởng của lốc, bão, ATNĐ gây mưa lũ, lũ quét. Tổn thất do lũ lụt, lũ quét từ vài tỷ đến vài chục tỷ đồng, có năm đến hơn trăm tỷ đồng như trận lũ tháng XII/1993. Có thể nêu ra một số trận lũ như:

Năm 1992 xảy ra 2 trận lũ quét làm ngập hoa màu, hư hỏng các công trình thuỷ lợi, gây tổn thất khoảng 24 tỷ đồng.

Năm 1993 xảy ra 5 trận lũ trên sông Cái Phan Rang, trong đó lớn nhất là trận lũ ngày 9/XII và trận lũ quét ở 2 huyện Ninh Sơn và Ninh Hải, gây tổn thất rất nghiêm trọng về người và kinh tế – xã hội: làm 29 người chết, 23 người bị thương; giá trị thiệt hại về vật chất ước tính khoảng 127,7 tỷ đồng.

Năm 1996, trên sông Cái Phan Rang đã xuất hiện 3 trận lũ xấp xỉ và vượt BĐ II, trên sông Lu xuất hiện 5 trận lũ làm ngập 4.179ha lúa, 647ha nho, 1.348ha

màu; làm hư hỏng 5 cầu, sập 49 cống, nhiều đoạn đường bị sạt lở. Tổng giá trị thiệt hại ước tính khoảng 24,5 tỷ đồng.

Tháng XI/2003 chịu tác động của KKL tăng cường kết hợp với hoạt động của dải HTNĐ gây mưa lớn trên diện rộng và lũ sông Cái (Phan Rang) lớn ngăn trở đường tiêu thoát nước của vùng trũng vì vậy diện ngập lụt vùng đồng bằng lên tới 14.000ha. Độ sâu ngập 3 - 4m và kéo dài hàng tuần.

12) Tình hình ngập lụt ở đồng bằng Bình Thuận

Ở Bình Thuận có 7 lưu vực sông và nhiều suối nhỏ khác đổ trực tiếp ra Biển Đông như: sông Lòng Sông, sông Luỹ, sông Quao, sông Cà Ty, sông Phan, sông Dinh và sông La Ngà. Các suối nhỏ nằm ở các huyện ven biển có tổng diện tích 804km^2.

Thiệt hại do bão lũ hàng năm trên các lưu vực sông ở Bình Thuận có khác nhau. Trận lũ năm 1993 xảy ra trên diện rộng ở các lưu vực sông Lòng Sông, Lũy, Quao, Cà Ty, Phan, Dinh và La Ngà; làm chết và mất tích 24 người, làm ngập 21.175ha cây trồng, làm hư hỏng 92 công trình, 5.115 ngôi nhà, 22 tàu thuyền... giá trị thiệt hại ước tính 85,295 tỷ đồng. Trận lũ năm 1996 cũng xảy ra trên diện rộng ở các lưu vực sông lớn, làm 4 người chết, làm ngập thiệt hại 5.324ha lúa màu, làm hư hỏng nhiều công trình, nhà ở, tàu thuyền, giá trị thiệt hại ước tính 17,343 tỷ đồng.

Trên sông Dinh, trận lũ xảy ra vào cuối tháng VII/1999 có thể xem như lũ lịch sử (gần giống lũ năm 1952) làm ngập thị trấn Hàm Tân trên 1 m, có nơi ngập sâu 4 m, gây thiệt hại lớn về người và kinh tế - xã hội. Chỉ riêng ở huyện Hàm Tân lũ lụt đã làm chết và mất tích 25 người, làm ngập 4.000 ha đất canh tác; làm sập và cuốn trôi 1.152 ngôi nhà; làm hư hỏng 31 công trình giao thông thuỷ lợi, trong đó có 18 cầu lớn bị sập, cuốn trôi 80 tàu, thuyền... giá trị thiệt hại lên tới 105,123 tỷ đồng.

3. Xây dựng bản đồ ngập lụt dải đồng bằng duyên hải miền Trung tỷ lệ 1/500.000

Việc nghiên cứu và xây dựng một bản đồ vùng ngập lụt do lũ vùng đồng bằng duyên hải miền Trung là một phần không thể thiếu được trong kế hoạch kiểm soát phòng chống lũ. Bản đồ ngập lụt sẽ thể hiện các vùng có nguy cơ ngập nước thường xuyên trong mùa lũ và một số các năm ngập lụt diện lớn mang tính chất cực đoan như năm 1999. Việc công bố các vùng có nguy cơ ngập lũ và mức ngập là

một phương pháp rất hiệu quả để uỷ ban nhân dân các phường, xã địa phương có thể nhận thức được các nguy cơ lũ lụt trong mùa mưa bão.

Các bản đồ nguy cơ ngập lụt thường được chuẩn hoá trong hệ thống bản đồ về hiện trạng và diễn biến môi trường vùng lãnh thổ hoặc theo lưu vực sông nhằm cung cấp những thông tin cần thiết, chính xác và trực quan chơ việc quy hoạch và lập các kế hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ, đặc biệt là phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt. Mục đích thành lập bản đồ này nhằm:

- Phản ánh bức tranh tổng quan về tình trạng lũ lụt ở miền Trung về diện ngập, mức độ ngập ở các khu vực khác nhau thuộc lãnh thổ nghiên cứu .
- Làm cơ sở để nghiên cứu, tìm kiếm các giải pháp hữu hiệu quy hoạch và cải tạo môi trường, phòng tránh tốt nhất các tình huống thiên tai bão lũ.
- Phục vụ xây dựng hệ thống cảnh báo về ngập lụt.

Cho đến nay ở nước ta chưa có một công nghệ hoàn chỉnh nào để thành lập bản đồ lũ lụt cho một khu vực cụ thể. Tuy nhiên, các thông tin cần thiết và có liên quan đến xây dựng bản đồ lũ lụt, úng ngập đã được nghiên cứu từng phần và bước đầu được định lượng cho một số khu vực trọng điểm.

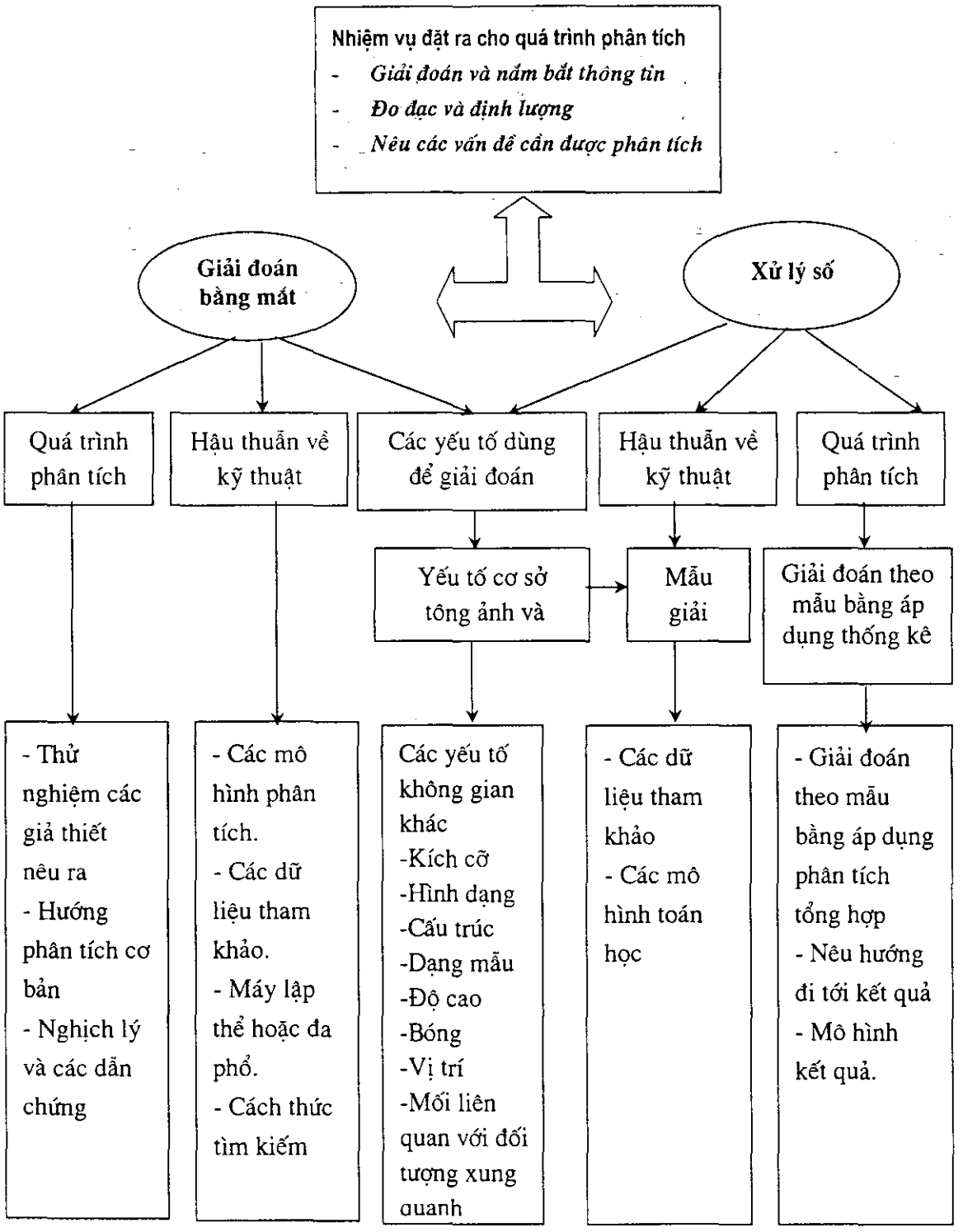
Lãnh thổ nghiên cứu hầu như năm nào cũng có diện tích bị ngập lụt vào mùa mưa lũ. Song, do tài liệu, số liệu và việc theo dõi ghi chép diễn biến và mức độ ngập lụt hàng năm không được đầy đủ, đề tài đã sử dụng phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt trên cơ sở xử lý và phân tích các nguồn số liệu đã có (khảo sát đo đạc, điều tra vết lũ ở một số khu vực trọng điểm trong các năm 1997, 1999, 2000, 2002, 2003 và 2004), kết hợp với phương pháp tổ hợp viễn thám với hệ thông tin địa lý (GIS), đưa các đặc trưng ngập lụt lên bản đồ để xác định ranh giới diện ngập.

Quá trình tiến hành nhiệm vụ giải đoán ảnh có thể tham khảo ở *Sơ đồ 1*.

Trong giải đoán và phân tích ảnh vệ tinh, sự phối hợp hài hoà giữa giải đoán ảnh bằng mắt (Visual Analysis) với xử lý số (Digital Processing) thường được áp dụng nhằm khai thác tốt hơn dữ liệu viễn thám.

Sau quá trình giải đoán bằng mắt hoặc xử lý số, các thông tin cơ bản được chuyển sang dạng bản đồ và thể hiện lại bằng công nghệ biên tập bản đồ chuyên đề. Qui trình công nghệ chung trong giải đoán ảnh, xử lý và lấy thông tin từ tư liệu viễn thám và xây dựng bản đồ chuyên đề có thể tham khảo trong *Sơ đồ 2*.

Sơ đồ 1: **SƠ ĐỒ PHÂN TÍCH ẢNH**

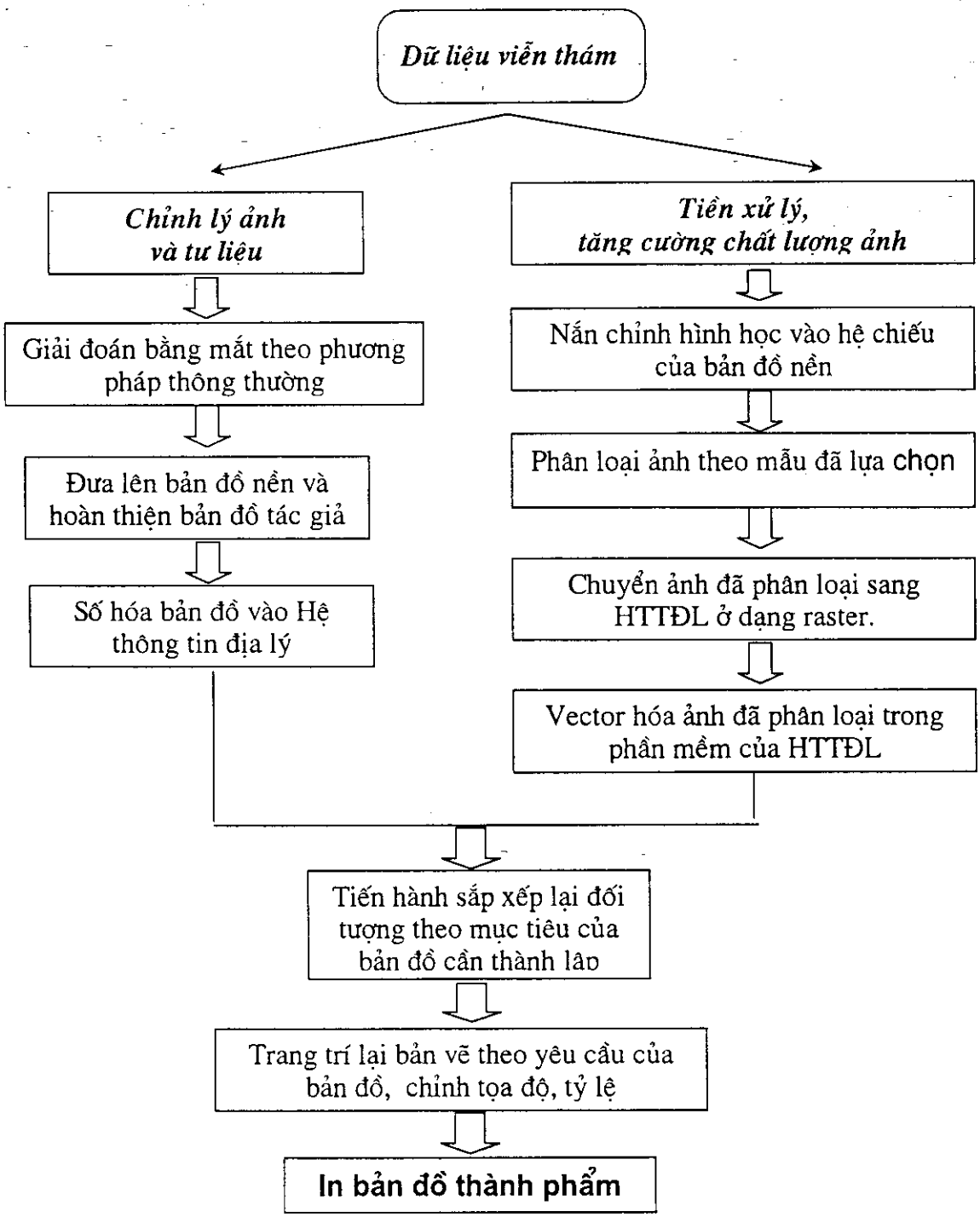


Để thực hiện được mục tiêu xây dựng bản đồ ngập lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung, chúng tôi tiến hành:

- Thu thập tư liệu ảnh LANDSAT-MSS và LANDSAT-TM (thời kỳ từ 1975-1988) và ảnh SPOT và RADASAT (thời kỳ 1996, 2000), thu thập các thông

tin khác có liên quan đến diễn biến ngập lụt vùng đồng bằng ven biển khu vực miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận.

Sơ đồ 2: **QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ**

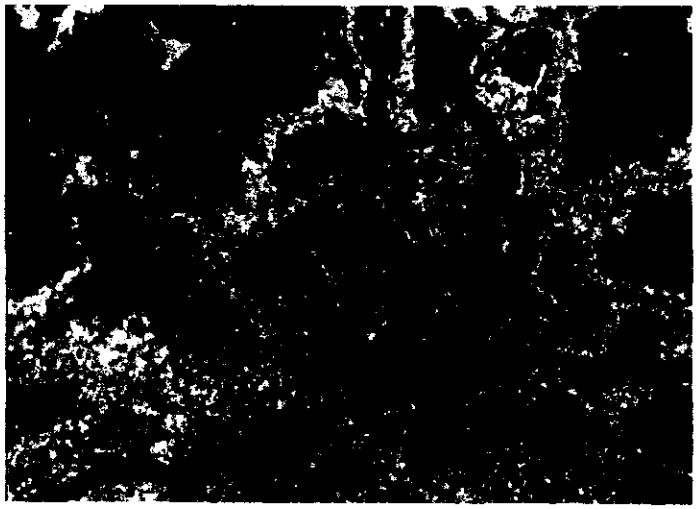


- Giải đoán, khoanh định hình thái khu vực ngập lụt qua các thời kỳ, kết hợp giải đoán bằng mắt và xử lý số.

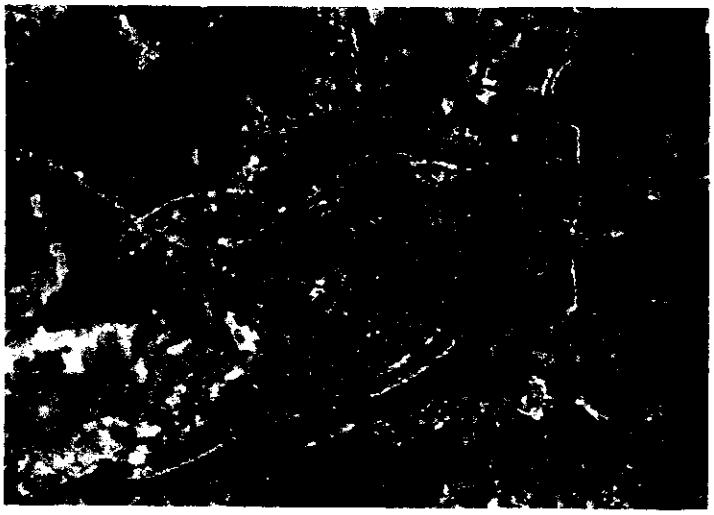
- Truy nhập kết quả giải đoán vào phần mềm Hệ thông tin địa lý (GIS). Chỉnh lý dữ liệu, tiến hành đánh giá, phân tích số liệu thống kê, lập bản đồ ngập lụt dải ven biển miền Trung tỷ lệ 1:500.000.

Do tính chất ngập lụt dải duyên hải miền Trung xảy ra nhiều lần trong một mùa và thời gian ngập ngắn nên việc dùng ảnh vệ tinh thể hiện diện ngập lụt trong đúng thời điểm lũ rất quan trọng. Nhất là trong những năm gần đây (từ 1996 tới nay), nhiều trận ngập lụt Trung và Nam Trung Bộ gây nên những thiệt hại đáng kể, điển hình là trận lụt năm 1999 (Hình 2.2).

Hình 2.2: Ảnh vệ tinh LANDSAT - ETM chụp tháng I/1999 khu vực cố đô Huế



Hình 2.3: Chồng phủ ảnh vệ tinh RADASAT chụp vào thời điểm ngập lụt (6/XI/1999) với ảnh vệ tinh trên, những vùng tím đậm thể hiện khu vực bị ngập vào đúng thời điểm lũ



Trong giải đoán ảnh đa phổ, mặt nước và những khu đất ẩm sình lầy thường hấp thụ mạnh sóng ánh sáng ở vùng gần hồng ngoại với bước sóng từ 0,7 - 1,1μm. Trên ảnh thu được ở bước sóng này, những vùng ngập nước thường có tông độ xám đậm hoặc đen. Diện tích ngập được khoanh vi và truy cập vào Hệ thông tin địa lý để tính số liệu thống kê tổng hợp theo từng tỉnh. Trận lụt lịch sử năm 1999 được thống kê riêng nhằm làm nổi bật tính chất đặc thù của nó. (Bảng 2.14)

Bảng 2.14 : Diện tích đất ngập lụt các tỉnh dải duyên hải miền Trung

(Dựa trên phân tích ảnh 1999)

Tên tỉnh	Diện ngập năm 1999 (ha)	Tỷ lệ so với tỉnh (%)
Thanh Hóa		
Nghệ An		
Hà Tĩnh		
Quảng Bình	33.974	5,09
Quảng Trị	51.989	12,98
Thừa Thiên - Huế	75.388	8,75
TP Đà Nẵng	23.472	9,01
Quảng Nam	55.526	4,76
Quảng Ngãi	78.419	1,97
Bình Định	51.018	4,76
Phú Yên	62.101	6,87
Khánh Hòa	62.636	9,99
Ninh Thuận		
Bình Thuận		

Khi nghiên cứu đối tượng là ngập lụt, yếu tố địa hình luôn được quan tâm nhằm tìm hiểu thêm về mặt đệm của vùng nghiên cứu. Những mô hình số ba chiều

tại các khu vực cửa sông và lưu vực sông được xây dựng, sau đó những vùng ngập nước trích ra từ tư liệu viễn thám được phủ lên nhằm đem đến cho người đọc một cách nhìn trực quan hơn.

Cùng với các số liệu theo dõi ghi chép diễn biến và mức độ ngập lụt hàng năm để phân tích và nội - ngoại suy nhằm xác định ranh giới diện ngập như:

- Tài liệu thực đo KT –TV về mưa lũ, ngập lụt ở các trạm theo các lưu vực sông.
- Các tài liệu bản đồ mức ngập lụt, cao độ vết lũ lịch sử... ở tỷ lệ khác nhau của các cơ quan Trung ương và địa phương đã có trong lãnh thổ nghiên cứu.
- Tài liệu khảo sát, đo đạc, điều tra lũ lụt ở một số khu vực trọng điểm của Viện Địa lý vào năm 1997, 1999, 2000.
- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 250.000 và 1: 500.000 của Trung tâm biên tập xuất bản bản đồ, Tổng cục Địa chính 1994.
- Các bản đồ chuyên đề về các yếu tố mặt đệm: địa hình - địa mạo, lớp phủ thực vật, các đặc trưng địa lý thủy văn, thủy lợi, giao thông ...v.v.
- Bản đồ diện có khả năng ngập lụt theo ảnh vệ tinh giai đoạn 1972 - 2000.

Chúng tôi xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt dải duyên hải miền Trung (hình 2.5) trên cơ sở đo đạc, khảo sát điều tra lũ lụt kết hợp với kết quả phân tích xác định diện ngập lụt dải ven biển miền Trung bằng phương pháp tổ hợp viễn thám với GIS. Nội dung chủ yếu của bản đồ nguy cơ ngập lụt dải duyên hải miền Trung tỷ lệ 1:500.000 phản ánh các vùng ngập lụt của các trận lũ lớn theo các khu vực thuộc lãnh thổ nghiên cứu.

Bản đồ được số hoá ở tỷ lệ quy định là 1:500.000, một số khu vực trọng điểm có sử dụng tỷ lệ lớn hơn như ở Thừa Thiên - Huế, đồng bằng Tuy Hoà. Cơ sở dữ liệu ngập lụt rất thuận tiện khai thác sử dụng và cập nhật thông tin.

Trên cơ sở bản đồ đã xây dựng được đã tiến hành tính toán diện tích có khả năng bị ngập lụt trong các trận lũ lụt lớn ở các tỉnh thuộc dải duyên hải miền Trung (bảng 2.15). Trong đó diện tích ở các tỉnh Bắc Trung bộ tính theo tỷ lệ 1: 250.000 các tỉnh Nam Trung bộ tính theo tỷ lệ 1 : 500.000.

Bảng 2.15: Diện tích có khả năng bị ngập lụt ở các tỉnh miền Trung

Tỉnh	Diện tích úng ngập (ha)
Thanh Hóa	62.856,15
Nghệ An	46.326,16
Hà Tĩnh	25.222,79
Quảng Bình	34.221,56
Quảng Trị	29.037,79
Thừa Thiên – Huế	37.640,13
Đà Nẵng	20.127,16
Quảng Nam	134.750,09
Quảng Ngãi	60.602,91
Bình Định	75.909,51
Phú Yên	107.466,92
Khánh Hoà	103.177,57
Ninh Thuận	14500,00
Bình Thuận	18650,00

(Ghi chú: Không tính diện tích sông, hồ)

Diện ngập lụt trên toàn dải duyên hải miền Trung không lớn, chia cắt thành các khu vực nhỏ. Diện ngập lụt khả năng lớn nhất thuộc về hạ lưu sông Thu Bồn 155.000 ha và sông Ba 110.000 ha. Tuy nhiên từng năm khả năng lũ khác nhau diện ngập lụt khác nhau. Lũ năm 1999 xuất hiện đặc biệt lớn ở Thừa Thiên - Huế, vượt trên khả năng ngập lụt của vùng vì vậy diện ngập lụt năm 1999 lớn hơn diện tích có khả năng ngập lụt. Trong năm 1999 vùng Bắc Trung bộ và cực Nam Trung bộ không xuất hiện lũ lớn nên diện ngập lụt của khu vực này không xuất hiện. Như vậy có thể thấy rằng nguy cơ ngập lụt của khu vực này rất lớn và diện tích bị ngập lụt luôn đạt ở mức cao.

CHƯƠNG III

CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG GÂY LŨ LỤT CÁC LƯU VỰC SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I. CÁC YẾU TỐ MẶT ĐỆM TÁC ĐỘNG ĐẾN LŨ LỤT MIỀN TRUNG

I.1. XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CÁC NHÂN TỐ NỘI ĐỘNG LỰC ĐỐI VỚI KHẢ NĂNG SINH LŨ CÁC SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I.1.1. Tác động của yếu tố địa hình, địa mạo đến sự hình thành lũ, ngập lụt, lũ quét dải duyên hải miền Trung

A. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT

Vùng nghiên cứu kéo dài từ Thanh Hóa đến Bình Thuận, trong vùng bao gồm nhiều cấu trúc địa chất với các chế độ kiến tạo, thành phần thạch học khác nhau. Nhưng một nét chung nhất là có gradien địa hình theo mặt cắt từ lục địa ra biển, do đó các sông trong vùng phần lớn có độ dài nhỏ và chủ yếu phát triển quá trình xâm thực sâu, quá trình bồi tụ và xâm thực bờ chủ yếu xảy ra ở khu vực đồng bằng ven biển [54].

Đặc điểm sông ngòi, chế độ thủy văn và đặc biệt là lũ lụt của vùng nghiên cứu phụ thuộc một phần quan trọng vào đặc điểm địa chất trong đó nghiên cứu cấu trúc địa chất, đặc điểm kiến tạo, thành phần thạch học của các lưu vực sông sẽ góp phần tích cực vào việc xác định nguyên nhân lũ lụt vùng nghiên cứu.

A.1. Cấu trúc địa chất và chế độ địa động lực

Các kết quả nghiên cứu kiến tạo cho thấy vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng của các đới cấu trúc kiến tạo sau:

A.1.1. Võng Chồng Sầm Nưa

Nằm kề ngay ở phía TN đới Sông Mã, võng chồng Sầm Nưa như một đường viền chữ Z ôm lấy đới phức nếp lõm Sông Cả và đới phức nếp lồi Phu Hoạt ở phía TN. Từ Điện Biên qua Sốp Cộp, võng chồng Sầm Nưa có dạng lòng máng lệch hơi nghiêng về phía sông Cả và bị kẹp giữa 2 đứt gãy phân đới. Qua Sầm Nưa (Lào) nó đi vào thượng nguồn sông Chu - Thường Xuân tới Hoàng Mai thì uốn sang phía TN

cho đến Đô Lương. Bắt đầu từ đây võng chồng lại gập vuông góc để trở về hướng cũ TB - ĐN đi ven diềm đồi núi Thanh Chương - Nam Đàn - Cẩm Xuyên ra Cửa Khẩu. Dọc bờ biển phía đông từ Tĩnh Gia đến Đèo Ngang cấu tạo này bị phủ bởi biển và chỉ nhô lên những đảo nhỏ Hòn Mê, Hòn Mát. Địa hình chung của võng chồng này là vùng núi địa hình bị phân cắt phức tạp và miền đối với đồng bằng hẹp ven biển Thanh - Nghệ - Tĩnh.

Võng chồng Sầm Nưa là nơi xảy ra dữ đội hoạt động macma và phá huỷ đứt gãy. Ngoài hệ thống đứt gãy phân đới mang tính khống chế sự tồn tại của võng chồng, các đứt gãy phát sinh trong nội đới diễn ra trong thời kỳ Triat cũng góp phần vào việc phân cắt cấu trúc móng, đồng thời cũng là tiền đề cho việc tạo nên các hệ thống dòng chảy của võng chồng này.

A.1.2. Đới phức nếp lồi Phu Hoạt

Đới phức nếp lồi Phu Hoạt kéo dài từ phía thượng Lào sang Việt Nam. Đới này về phía đông và ĐB chìm xuống dưới các thành tạo của võng chồng Sầm Nưa, ở phía nam là các thành tạo dạng flisơ của phức nếp lõm sông Cả.

Các thành tạo của đới Phu Hoạt cấu thành những khối núi có độ cao trung bình và định hướng không rõ rệt. Ở phía bắc của đới là khối núi thuộc dãy Phu Hoạt có các đỉnh cao từ 1.500 đến 2.452m. Phía nam là khối núi Bù Khang có đỉnh cao nhất 1.087m. Bị 2 đứt gãy sâu chạy hai bên theo phương TB - ĐN khống chế, đới Phu Hoạt như là một địa lũy có dạng nêm chắn giữa võng chồng Sầm Nưa và đới phức nếp lõm Sông Cả. Phần lớn diện lộ của đới Phu Hoạt là những thành tạo biến chất hệ tầng Bù Khạng (PR_3 - $\in_1$bk) và Suối Mai ($\in_2$ - 0_1sm) với bề dày tới 5.000m. Các thành tạo dạng flisơ thuộc hệ tầng sông Cả (S - D sc) với chiều dày xấp xỉ 3.000m phân bố ở phần cánh của nếp lồi.

A.1.3 Đới phức nếp lõm Sông Cả

Đới phức nếp lõm Sông Cả về phía nam giáp đới phức nếp lồi Trường Sơn qua đứt gãy Rào Nạy, dọc lên Hương Khê rồi sang Lào. Về phía bắc một mặt ôm vòng đới phức nếp lồi Phu Hoạt, một phần tiếp giáp với đới Sông Mã. Đới Sông Cả kéo dài trên 600km và được giới hạn bởi các đứt gãy phân đới.

Đặc trưng của đới là miền núi, phía TB có nhiều đỉnh cao: Phu Si Lung (3.076 m), Phuxalaileng (2.711 m), Phudoncăn (1.365 m)... hạ thấp dần xuống lưu vực sông Cả. Địa hình ở đây bị chia cắt thành các thung lũng sâu và các dải núi

song song phương TB - ĐN thấp dần về phía biển.

Phá hủy kiến tạo trong đới diễn ra mãnh liệt, trong số đó đáng kể là các đứt gãy sâu Lai Châu (ngoài vùng nghiên cứu), Rào Nạy, Sông Cả đã khống chế suốt quá trình phát triển của đới. Thêm vào đó các đứt gãy nhỏ khác đã chia cắt đới này thành các khối kiến - cấu tạo bậc thang tạo ra các địa hào hẹp kéo dài ở Kỳ Sơn, Con Cuông. Ven rìa đông bắc đới, đặc biệt nơi tiếp giáp với đới Phu Hoạt phát triển đứt gãy gián đoạn có kiểu nghịch chờm.

A.1.4 Đới uốn nếp Trường Sơn

Đới này có phương TB - ĐN, kéo dài từ đèo Ngang đến đèo Hải Vân nằm song song với đường bờ biển hiện tại. Ranh giới của đới được giới hạn ở phía bắc bởi đứt gãy sâu Rào Nạy tiếp giáp với đới phức nếp lõm Sông Cả, phía nam bởi đứt gãy sông Cu Đê, tiếp giáp với địa khối Kon Tum qua đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn.

Cấu tạo nên đới uốn nếp Trường Sơn bao gồm tầng cấu trúc dưới tuổi Ocdovic thượng - Silua hạ (O_3 - S_1) có bề dày trên 3.500m gồm chủ yếu là đá phiến sét xen kẽ đá phiến silic, cát kết, grauvac, cuội kết xen tầng và những tập andezit pocfirit và tuf của chúng phân bố chủ yếu ở vùng phía tây Quảng Bình, Quảng Trị tạo thành phức nếp lồi nhỏ kéo dài theo phương TB với trục uốn lượn thay đổi bắt chéo qua sông Bến Hải cũng như lưu vực sông Long Đại, Đại Giang. Tầng cấu trúc trên là trầm tích Silua thượng - Devon hạ (S_2 - D_1) dày khoảng 3.500m đặc trưng chủ yếu bởi thành hệ cát - sét kết có cấu tạo phân nhịp dày xen kẽ không đều và phần trên chúng còn gặp những lớp đá vôi ứng với giai đoạn nghịch đảo để tạo thành địa vồng của địa máng Trường Sơn. ở phần ĐN của đới uốn nếp Trường Sơn, trầm tích Devon là cát kết màu đỏ sẫm lẫn đá phiến sét, đá vôi nằm trực tiếp lên móng kết tinh ở vùng Huế. So với trầm tích Ocdovic - Silua, trầm tích Devon lộ ra trên những vùng diện tích rộng hơn nhiều, chủ yếu dọc theo cánh ĐB của đới, đặc biệt phía tây Hà Tĩnh (dọc biên giới Việt - Lào) trầm tích Devon tạo thành nếp lồi lớn dạng con thoi có trục theo hệ núi Rào Cỏ (2.235m), chiều ngang khoảng 40 km và nhân của nó bị một thể granit xuyên dọc lên. Phần ĐB của đới được giới hạn bởi hệ đứt gãy Rào Nạy qua Hương Khê, Hương Sơn và hàng loạt các hệ đứt gãy cấp 2 dạng lông chim đâm chìa ra ở vùng Quy Đạt, Minh Hóa. Ở thượng nguồn sông Cam Lộ còn phát triển những đứt gãy phương T - TB tạo ra những nếp

uốn chờm giữa các trầm tích Devon và Ocdovic - Silua. Hoạt động macma trong đới cũng rất phong phú, ngoài các xâm nhập gabrodiorit đi kèm phun trào andezit - pocfirit trong thời kỳ Ocdovic - Silua, còn có các xâm nhập granitoid khá lớn kéo dài, phân bố dọc phức nếp lồi, trong đó đáng kể nhất là khối núi Rào Cỏ. Ngoài ra còn gặp các thể xâm nhập nhỏ thuộc granoxienit, granit biotit có tuổi Paleogen phân bố ở thượng nguồn sông Long Đại và Đại Giang có lẽ liên quan đến quá trình hoạt Hóa trong Mezozoi - Kainozoi.

Nằm chồng lên các thành tạo Paleozoi là thành hệ màu đỏ Jura có lẫn phun trào axit. Chúng nằm thoải dạng các trũng giữa núi ở khu vực đèo Mụ Giạ, vùng núi Co Ta Rum (1.624m) ở tây Quảng Bình. Ở những vùng này các đứt gãy trẻ theo phương ĐB - TN dọc thượng nguồn sông Rào Trốc, Rào Cái còn gây phá hủy các trầm tích lục địa Jura và Kreta. Các trầm tích Neogen gặp Đồng Hới, các lớp phủ bazan olivin, dolerit lộ ra ở Vĩnh Linh.

A.1.5 Đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn

Đây là đới cấu trúc nằm giữa uốn nếp Trường Sơn ở phía Bắc và địa khối Kon Tum ở phía Nam. Giới hạn phía Bắc của đới là đứt gãy sông Cu Đê và phía Nam là đứt gãy sông Trà Bồng. Đới có phương kéo dài theo hướng TB - ĐN (phần bên Lào) sang đến địa phận Việt Nam thì chuyển sang hướng á vĩ tuyến. Đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn có vỏ lục địa được hình thành vào đầu kỷ Devon. Vào thời kỳ Mezozoi đới bị sụt lún lấp đầy bởi trầm tích lục nguyên tạo nên trũng Nông Sơn. Sang thời kỳ Kainozoi, rìa đông của đới bị sụt lún và được đền bù bởi các trầm tích bở rời có tuổi Neogen - Đệ tứ.

Các thành tạo địa chất cấu tạo nên đới khá đa dạng bao gồm các thành tạo có tuổi từ Proterozoi cho đến Đệ tứ. Các đá có tuổi Proterozoi và Paleozoi đều rất bền vững đó là các đá biến chất của hệ tầng Khâm Đức (PRkđ), A Vương ($\in_1$av)... Các đá xâm nhập thuộc phức hệ Quế Sơn, Đại Lộc, Chu Lai, Bà Nà và các trầm tích lục nguyên hệ tầng Nông Sơn, Thọ Lâm. Các thành tạo Kainozoi chủ yếu là trầm tích bở rời lấp đầy trũng sông Thu Bồn với tổng chiều dày trên 100m. Về phía Nam mũi Ba Làng An là lớp phủ bazan tuổi Đệ tứ.

A.1.6. Địa khối Kon Tum

Địa khối Kon Tum tiếp giáp với đới uốn nếp Trường Sơn ở phía Bắc qua đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn. Địa khối Kon Tum không đồng nhất về kiến trúc thể

hiện ở 2 phần Bắc và Nam của địa khối khá rõ rệt. Phía Bắc chủ yếu là các thành tạo siêu biến chất tiền Cambri bị biến cải trong Paleozoi, còn phần phía Nam là trầm tích núi lửa sinh, phun trào Mezozoi chồng lên các khối sót đá cổ ở trung lưu sông Ba, Madrac.

Trong giai đoạn tân kiến tạo, địa khối Kon Tum bị nâng lên mạnh mẽ biểu hiện rõ nét là tồn tại một loạt các bề mặt san bằng ở các bậc địa hình khác nhau 1.000 - 1.200 m, 600 - 800 m và 400 - 600 m phân bố rải rác trong khu vực. Nét cấu trúc đáng lưu ý đối với mạng lưới thủy văn phân bố trong địa khối Kon Tum là các vận động nâng hạ mang tính khối tảng dọc theo các đứt gãy kiến tạo và khe nứt theo hai hướng chủ yếu là ĐB - TN và TB - ĐN, điển hình là các đứt gãy sông Ba, Hà Giao, Trà Bồng, sông Re. Các đứt gãy này qui định vị trí hướng dòng chảy của các sông ở đây. Tại các nơi đứt gãy giao nhau tạo thành các đới nứt vỡ kiến tạo làm tiền đề cho thung lũng sông mở rộng, hoặc hình thành các hố sụt địa phương làm cho mạng lưới sông suối có điều kiện phát triển theo chiều ngang hình thành nên các đồng bằng có diện tích đáng kể và là nơi tập trung nước mỗi khi có mưa lớn từ thượng nguồn các sông đưa xuống.

A.1.7 Đới kiến trúc chồng Đà Lạt

Đới kiến trúc chồng Đà Lạt nằm về phía nam địa khối Kon Tum có phương chung ĐB - TN, bao gồm hầu hết Nam Trung bộ và Đông Nam Bộ. Đới có cấu trúc của một võng chồng gối trên vỏ lục địa đã cố kết và một bên là miền sụt rất mạnh rìa Biển Đông trong đại Mezozoi. Phức hệ trầm tích - núi lửa sinh tuổi Jura muộn hệ tầng đèo Bảo Lộc ($J_3đbl$) dày đến 600 - 700 m, trong đó phần vụn thô gặp ở phần trên cùng của mặt cắt, còn phần giữa thường xen kẽ sét vôi với khối lượng không nhiều, đôi nơi có andezit - đacit. Các đá trên uốn nếp tạo thành một phức máng lớn kéo dài rõ rệt theo mức độ mạnh dần từ vùng rìa tây Đắc Lắc về phía Lâm Đồng, Phú Khánh, Ninh Thuận, Bình Thuận. Xuyên cắt các phức hệ trên là các thể macma xâm nhập thành phần granodiorit - granit của phức hệ Định Quán. Hình dạng các thể macma này thường méo mó hoặc kéo dài theo các đứt gãy phương ĐB - TN hoặc B - ĐB như ở các lưu vực sông Đồng Nai - La Ngà.

Trong giai đoạn tân kiến tạo đới kiến trúc chồng Đà Lạt bị nâng mạnh mẽ, tồn tại nhiều bề mặt san bằng ở các mực độ cao 400 - 600 m, 800 - 1.000 m, đặc biệt là các thành tạo cát đỏ được nâng cao tới 150 - 200 m, ngoài ra trong giai đoạn này cũng xuất hiện 2 đợt phun trào có tuổi N_2 - Q_I và Q_{II-IV} phân bố rộng rãi ở Xuân Lộc, Bến Khế. Các hệ thống đứt gãy theo các phương TB - ĐN, ĐB - TN, kinh tuyến - á kinh tuyến, vĩ tuyến - á vĩ tuyến phát triển mạnh tạo các thung lũng và qui định

hướng dòng chảy của các sông: Cái (Nha Trang), Cái (Phan Rang), sông Lòng Sông, sông Lũy, sông Cái (Phan Thiết), sông Dinh.

Trên cơ sở các đặc điểm cụ thể đã trình bày ở trên, chúng tôi đề cập các tác động địa động lực trong phát sinh lũ lụt dải duyên hải miền Trung.

***1. Tác động trong hình thành và biến đổi cấu trúc mặt đệm :**

Từ khái niệm về mặt đệm có thể thấy rõ được các yếu tố cơ bản của mặt đệm là: địa hình, địa mạo, lớp vỏ phong hóa - thổ nhưỡng, các tầng chứa nước ngầm tầng nông, lớp phủ thực vật và các công trình khai thác lưu vực - nhân sinh.

♦ Địa hình bề mặt hiện tại được tạo thành do tác động tương hỗ của các quá trình nội động lực và ngoại động lực. Đặc điểm phân dị hình thái địa hình và tương phản theo độ cao hình thành các miền núi, đồi, đồng bằng đã được định hình trong giai đoạn lịch sử phát triển Tân kiến tạo và sự biến đổi của địa hình trong thời gian này bị che khuất bởi các nhân tố ngoại sinh (khí hậu, lớp phủ thực vật, thổ nhưỡng, hoạt động của con người) và các nhân tố khác. Chính sự tồn tại hệ cân bằng tự nhiên: Chuyển động kiến tạo - lớp phủ thực vật, thổ nhưỡng - các quá trình bóc mòn đã làm cho con người khó cảm nhận được các chuyển động kiến tạo hiện đại, ngoại trừ các hiện tượng thiên tai nội và ngoại sinh. Các biểu hiện của hoạt động nội sinh có khả năng phát hiện bằng phương pháp tiếp cận gián tiếp: phân tích địa hình - địa mạo (địa hình thái) và địa chất. Các phương pháp này đã được tiến hành để xác định các đặc trưng địa hình thái mặt đệm, đặc biệt các quá trình thủy văn sườn dốc, phát sinh lũ lụt, lũ quét.

♦ Hệ thống sông ngòi hình thành ở những môi trường tự nhiên đã được chuẩn bị bằng các biến đổi trong cấu trúc địa chất nền móng. Cụ thể là, các đới dập vỡ dọc các đứt gãy kiến tạo, các đới tăng cao mật độ khe nứt, các đới ảnh hưởng động lực của các đứt gãy ... Ở miền Trung có thể thấy rõ các dòng chảy sông chính ở các lưu vực sông Mã, sông Cả, sông Rào Nậy, sông Hướng Hóa, sông Bung, sông Trà Khúc, sông Ba... đều nằm vào diện các đới đứt gãy cùng tên. Hình thái của các lưu vực (toả tia, lông chim, cành cây v.v...) phụ thuộc vào cấu trúc địa chất - địa hình khu vực, còn độ dốc, chiều dài và diện tích lưu vực phụ thuộc vào tính tương phản trong cấu trúc địa hình hiện đại, có nghĩa, đều được tiền định bởi các quá trình nội động lực hiện đại. Đa số các sông ở dải duyên hải miền Trung đều ngắn, diện tích lưu vực không lớn, độ dốc sườn và gradient dòng chảy cao (ngoại trừ hai sông lớn nhất khu vực là sông Mã và sông Cả).

♦ Lớp vỏ phong hóa - thổ nhưỡng, được hình thành do quá trình địa chất bề mặt, sự tác động tương hỗ của các quá trình nội động lực và ngoại động lực. Các đặc điểm về qui mô, vật chất, hình thái và phân bố trong không gian của chúng đều có mối quan hệ nguồn gốc với các quá trình địa động lực và động lực của thủy quyển, sinh quyển và khí quyển. Sự phân hóa lớp vỏ phong hóa - thổ nhưỡng theo các đai cao và cấu trúc địa chất tầng mặt là một minh chứng cụ thể ở miền Trung.

***2. Tác động trong diễn biến môi trường địa chất gây lũ lụt.**

Các hiểm họa của môi trường địa chất trong hệ thống các quá trình địa động lực hiện đại có tác động gây lũ lụt, thể hiện ở một số điểm cơ bản.

♦ Các điều kiện tự nhiên của môi trường địa chất dải duyên hải miền Trung do các quá trình địa động lực thạch quyển tạo ra nghiêng về phía thuận lợi trong phát sinh lũ lụt. Diện thu nước (chủ yếu là miền đồi núi,) của các lưu vực miền Trung chiếm khoảng 80% diện tích tự nhiên toàn miền, lớn gấp 6 lần diện tích ít dốc và đồng bằng.

♦ Các quá trình địa chất bề mặt đã tạo nên các chướng ngại vật tự nhiên như các dải cồn cát ven biển (chiếm đến khoảng 5% diện tích tự nhiên miền Trung) gây bồi lắng, xói lở bờ sông và biển làm lấp cửa sông, phá hoại đê điều, tác động nghiêm trọng đến khả năng tiêu thoát lũ của các lưu vực ra biển, làm trầm trọng thêm tác hại của lũ lụt. Cũng chính các quá trình địa chất bề mặt này lại tạo ra các môi trường thuận lợi ở vùng núi cho việc nảy sinh lũ quét (hiện tượng trượt lở sườn núi và bờ sông suối, làm tắc nghẽn dòng chảy, phá hủy các cảnh quan bề mặt có chức năng điều tiết lũ, v.v..) làm suy thoái chất lượng của mặt đệm (xói mòn đất, phá hủy lớp phủ thực vật...) dẫn đến giảm diện tích và khối lượng đất thấm nước, biến đổi cơ cấu điều tiết lũ của thảm thực vật ở các lưu vực.

♦ Hoạt động Tân kiến tạo và hiện đại, là một nguồn động lực chủ đạo trong việc duy trì hệ thống cân bằng động của mặt đệm và môi trường địa chất, đang và sẽ tiếp tục phân hóa hình thái của các lưu vực sông miền Trung, dẫn đến việc biến đổi chế độ thủy văn, đặc biệt là chế độ dòng chảy; làm sâu sắc thêm sự khác biệt của môi trường địa chất sinh lũ của từng lưu vực. Điều này hết sức quan trọng trong việc xác định các qui luật lũ lụt ở khu vực, dự báo lũ lụt cho từng lưu vực và các hợp phần của chúng.

♦ Một đặc trưng quan trọng của môi trường địa chất miền Trung là các kiểu địa hình thái của bờ biển. Các quá trình thủy thạch động lực đã làm phức tạp thêm bình đồ kiến trúc địa hình hiện đại của đới ven biển, đặc biệt là các vùng cửa sông và đầm phá ven biển, gây cản trở cho việc thoát lũ ra biển cũng như lấn tràn cửa biển vào lục địa.

Hệ thống cân bằng động tự nhiên của môi trường địa chất dải duyên hải miền Trung đang bị tác động ngày càng mạnh mẽ bởi các hoạt động khai thác lưu vực và phát triển kinh tế của con người.

+) Việc khai thác rừng và sử dụng đất (canh tác, đô thị hóa nhanh) ở các lưu vực đã tác động đến cơ cấu của lớp vỏ phong hóa - thổ nhưỡng và thảm phủ thực vật, làm suy thoái chất lượng điều tiết lượng mưa lũ của mặt đệm, làm thay đổi thế cân bằng động tự nhiên, dẫn đến nảy sinh hoặc tăng cường các quá trình bề mặt mới (xói mòn, trượt lở, trầm tích biểu sinh hiểm họa ...) làm tăng thêm tác hại của lũ lụt.

+) Hoạt động khai thác tài nguyên khoáng sản, quai đê lấn biển mở rộng diện tích trồng trọt, chăn nuôi hải sản, xây dựng các công trình kinh tế, hồ chứa, ... đều gây ra những biến dạng đáng kể của địa hình bề mặt của các lưu vực, nhất là ở vùng hạ lưu dọc đới ven biển, dẫn đến làm thay đổi nhiều mặt của các hoạt động địa chất tự nhiên trong phạm vi các lưu vực, làm phức tạp thêm diễn biến của thiên tai lũ lụt.

+) Hệ thống đường xá giao thông, đặc biệt là quốc lộ số 1 và tuyến đường sắt Bắc - Nam, thực sự đang là những vật cản lớn cho việc thoát lũ và gây ngập lụt nghiêm trọng ở vùng hạ lưu.

+) Công trình chống lũ truyền thống và chủ đạo hiện nay hay dự kiến tiếp tục phát triển trong nhiều năm tới là đê điều. Bản thân hiện trạng đê điều ở các tỉnh miền Trung, đặc biệt là Bắc Trung bộ đang còn nhiều điều bất cập. Lịch sử phát triển đã để lại một hệ thống đê điều ở các lưu vực sông Mã, sông Cả, sông Gianh, sông Kiến Giang, sông Bến Hải , v.v... Chúng được xây dựng chủ yếu theo kinh nghiệm. Qua các công trình nghiên cứu của thế giới và ở nước ta (đối với hệ thống đê sông Hồng) có thể thấy được những tác hại của đê điều khá nghiêm trọng:

- ***Thứ nhất***, gây tổn hại đến cân bằng sinh thái của quá trình tiến hóa của sông, thể hiện rõ rệt ở việc làm thay đổi sự phát triển bình thường các bãi bồi trong

đê do thiếu hụt phù sa, trong khi đó phần bãi bồi ngoài đê và lòng sông chịu lắng đọng bất thường làm tôn cao lòng sông và bãi bồi ngoài đê. Điều này dẫn đến phá vỡ quy luật cân bằng năng lượng trên bãi bồi, ảnh hưởng trực tiếp đến quy luật tiến hóa tự nhiên của sự dịch chuyển lòng sông.

- ***Thứ hai***, làm cho vùng tiền châu thổ được mở rộng nhanh ra biển, lượng bồi tích dồn ra cấp tập (do xói mòn mạnh trên phần thượng lưu trong đó chứa đựng nguyên nhân sự tăng cường của quá trình nâng kiến tạo) làm tắc nghẽn cửa thoát và buộc cửa sông phải đổi dòng liên tục, khả năng thoát lũ bị giảm nhanh chóng, các vùng lân cận cửa sông bị đe doạ thường xuyên.

- ***Thứ ba***, *bản thân các vùng đồng bằng hạ lưu đang trong quá trình hạ lún kiến tạo*, do thiếu lượng bồi tích bổ sung nên địa hình ngày càng thấp đi làm tăng thêm nguy cơ ngập lụt cộng ứng từ hai phía là lũ từ thượng nguồn lưu vực và sự lấn tràn vào của nước biển.

Trên cơ sở các phân tích tổng hợp các dữ liệu hiện có để đánh giá các tác động địa động lực trong phát sinh lũ lụt ở miền Trung như sau:

1. Tác động địa động lực gây ảnh hưởng toàn diện đến cấu trúc mặt đệm và các yếu tố tổ phần của nó, tạo nên hệ cân bằng động trong quá trình tiến hóa của mặt đệm. Đến lượt mình, cấu trúc mặt đệm đóng vai trò quyết định hàng đầu đối với chất lượng mặt đệm. Đặc trưng cấu trúc và chất lượng mặt đệm đóng vai trò hết sức quan trọng trong phát sinh lũ lụt ở miền Trung.

2. Các đặc trưng của môi trường địa chất được hình thành nên trong quá trình tương tác của các tác nhân địa động lực (nội và ngoại động lực) với các hoạt động nhân sinh, trong đó địa động lực đóng vai trò duy trì các quy luật tiến hóa của tự nhiên, còn hoạt động nhân sinh tác động trực tiếp vào các quy luật này làm thay đổi các quá trình địa chất tự nhiên, dẫn đến việc phát sinh các quá trình mới, kể cả các quá trình mang tính hiểm hoạ, trong đó có lũ lụt. Các diễn biến của môi trường địa chất có ảnh hưởng đến cơ chế sinh lũ lụt, trực tiếp trong phát sinh lũ quét và gián tiếp thông qua việc làm phức tạp hóa hay biến đổi cơ cấu mặt đệm của từng lưu vực, suy thoái chất lượng của mặt đệm.

3. Đặc điểm của các quá trình địa động lực hiện đại là cơ sở khoa học rất quan trọng trong việc nhận thức và dự báo tiến hóa của môi trường địa chất, của

mặt đệm- điều kiện đủ để phát sinh lũ lụt. Cùng với tác động của thủy quyển, sinh quyển và khí quyển địa động lực tạo ra môi trường tổng thể của bề mặt Trái đất. Nắm được các quy luật vận động của môi trường này là cơ sở không thể thiếu để nghiên cứu dự báo lũ lụt nói ở miền Trung.

B. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO

B.1. Đặc điểm địa hình.

B.1.1 Khái quát chung về địa hình.

Nằm trải dài từ Thanh Hóa đến Bình Thuận, phân bố trên nhiều cấu trúc địa chất khác nhau, địa hình khu vực nghiên cứu đa dạng gồm đầy đủ cả núi, cao nguyên, đồi, đồng bằng ven biển. Đứng về mặt địa hình có sự khác nhau rõ rệt giữa Bắc Trung bộ và Nam Trung bộ mà ranh giới là đèo Hải Vân.

Bắc Trung bộ: Đặc điểm chung của phần lãnh thổ này là một miền núi thấp, các núi trung bình chiếm diện tích ít hơn và thường được cấu tạo bởi các đá macma, biến chất, một số nơi gặp dạng địa hình Karst (Minh Hóa - Quảng Bình) phân bố ở phía Tây. Các núi có hướng chính là TB - ĐN, giảm dần độ cao từ Tây sang Đông. Điểm nổi bật của địa hình là tính chất không đối xứng giữa 2 sườn: phía Đông sườn dốc, phía Tây sườn thoải có nhiều đèo thấp. Hệ thống sông suối trong khu vực miền núi khá dày đặc, chia cắt địa hình tạo các thung lũng sâu và hẹp độ dốc lớn nên khả năng tạo lũ nhanh, nhưng cũng rút kiệt nhanh. Địa hình đồng bằng cũng có sự phân dị khá rõ nét theo hướng vĩ tuyến. Phía Bắc là đồng bằng Thanh - Nghệ - Tĩnh có chiều ngang hẹp độ cao dao động từ 0 - 15 m, nhiều đồi núi sót cao từ 100 - 400 m có độ nghiêng lớn. Mạng lưới sông suối trong đồng bằng dày (mật độ trung bình 1km/km^2), sông ngắn, độ dốc lớn hiện tượng đổi dòng diễn ra phổ biến. Cấu trúc của các hệ thống sông trong đồng bằng tương đối độc lập chia thành từng hệ thống khác nhau rõ rệt, do các nhánh núi đâm ngang ra biển. Đồng bằng Bình - Trị - Thiên được ngăn cách với đồng bằng Thanh - Nghệ - Tĩnh ở phía Bắc bởi dãy Hoành Sơn. Phía Nam bị ngăn cách bởi đèo Hải Vân của dãy núi Bạch Mã. Phía Đông giáp biển, phía Tây là chân núi Trường Sơn có độ cao 100m trở lên. Đồng bằng Bình - Trị - Thiên thuộc kiểu đồng bằng mài mòn - bồi tụ không bằng phẳng có bờ biển khúc khuỷu. Đồng bằng bị hẹp chiều ngang và bị những cồn cát lấn sâu vào đất liền, mạng lưới sông suối trong đồng bằng chảy dọc dải đất

trũng cách biển bởi các dải cồn cát và đụn cát (hạ lưu của các sông).

Nam Trung bộ: Chịu ảnh hưởng của đới nâng địa khối Kon Tum và đới kiến trúc chồng Đà Lạt được nâng mạnh vào thời kỳ tân kiến tạo. Địa hình ở đây chủ yếu là núi và cao nguyên trong đó núi chiếm phần ít hơn. Phía Bắc vùng, núi có hướng kinh tuyến và hướng TB - ĐN chủ yếu được cấu tạo bởi đá granit có đỉnh nhọn, sườn dốc với các đỉnh cao Ngọc Linh (2.598m), Ngọc Pan (2.251m), Ngọc Krinh (2.025m)... Phía Nam thung lũng sông Ba phương núi chuyển thành ĐB - TN hoặc gần B - N có các đỉnh núi cao: Chư Giang Sin (2.405m), LangBiang (2.163m), Gia Rích (2.014m)... Các núi dồn về phía Đông ra sát biển vẫn còn những ngọn núi cao trên 1.000m vì vậy bờ biển phía đông từ Mũi Nạy đến Mũi Dinh rất khúc khuỷu, nhiều bán đảo. Về phía Tây là các cao nguyên Gia Lai - Kon Tum cao trung bình 700 - 800m thoải dần về phía TN xuống còn 300m; cao nguyên Đắc Lắc thấp hơn, độ cao trung bình 400 - 500m; cao nguyên Đà Lạt có độ cao trung bình 1.500m. Địa hình đồi của khu vực Nam Trung bộ thể hiện không rõ nét như ở Bắc Trung bộ, chúng chỉ là các dải đồi thấp với bề ngang hẹp nằm giáp ngay chân núi chạy sát các đồng bằng ven biển. Các đồng bằng ven biển thường nhỏ hẹp bị chia cắt bởi các hệ thống núi tạo thành các đồng bằng riêng biệt, trong đó có diện tích lớn hơn cả là đồng bằng Quảng Nam của hạ lưu sông Thu Bồn, đồng bằng Tuy Hoà của hạ lưu sông Ba. Bên cạnh đó các đồng bằng có nguồn gốc biển, sông - biển nhỏ hẹp hơn như đồng bằng Quảng Ngãi, Khánh Hòa, Phan Rang, Phan Thiết. Ngoài ra còn phát triển nhiều đầm phá vũng vịnh ven biển. Chính tính chất núi chạy sát ven biển làm cho các đồng bằng ở đây bị thu hẹp và diện tích hứng lũ của các đồng bằng nhỏ, cùng với hình thế thời tiết thất thường nên lũ ở các đồng bằng ven biển Nam Trung bộ rất phức tạp và thường gây lũ lớn, ngập sâu có thời gian kéo dài hơn so với khu vực Bắc Trung bộ.

B.1.2 Tính phân bậc địa hình

Vùng nghiên cứu được phân thành 9 bậc địa hình chính :

* 0 – 100 m,
* 100 - 300 m,
* 300 - 600 m,
* 600 - 900 m,
* 900 - 1.200 m,
* 1.200 - 1.600 m,
* 1.600 - 2.000 m,
* 2.000 - 2.500 m
* trên 2.500 m.

Điểm đặc biệt của dãy núi Trường Sơn Bắc là sự hạ thấp độ cao nhanh chóng từ 1.600 - 2.000 m đến 300 - 600 m và thấp hơn, trong đó các bậc địa hình 600 - 900 m và 900 - 1.200 m phân bố rộng rãi hơn cả. Khu vực Nam Trung bộ thể hiện rõ các khối Ngọc Linh và Lâm Viên có các bề mặt đỉnh ở độ cao trên 2.000 m và cao hơn. Nếu như khối Ngọc Linh bậc địa hình 1.600 - 2.000 m phân bố rộng rãi thì ở khối Lâm Viên phổ biến bậc địa hình 1.200 - 1.600 m cũng như bậc 900 - 1.200 m, các bậc địa hình dưới 600 m phân bố rộng rãi nhất phía Đông dãy Trường Sơn Nam.

B.1.3 Đặc điểm trắc lượng hình thái.

B.1.3.1. Độ dốc địa hình.

Các kết quả đo vẽ cho phép khu vực nghiên cứu chia thành 7 cấp độ dốc:

- ***Cấp độ dốc 0 - 3^0*** : chiếm diện tích đáng kể bao gồm toàn bộ đồng bằng ven biển từ Thanh Hóa tới Bình Thuận, bề mặt cao nguyên Buôn Mê Thuột và một loạt các trũng giữa núi như trũng sông Ba...

- ***Cấp độ dốc 3 - 8^0***: Bề mặt nghiêng thoải phân bố chủ yếu trên bề mặt các dải đồi thấp chạy dọc theo đồng bằng duyên hải miền Trung.

- ***Cấp độ dốc 8 - 15^0***: Bao gồm các bề mặt nghiêng thoải phân bố tập trung ở vùng đồi núi thấp Ninh Thuận, Bình Thuận, Quảng Ngãi, Như Xuân (Thanh Hóa).

- ***Cấp độ dốc 15 - 25^0***: chiếm hầu hết các địa hình núi thấp có độ cao trung bình 500 - 1.000 m. Diện phân bố của cấp này thể hiện rõ ở khu vực sông Mã, Tây Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế.

- ***Cấp độ dốc 25 - 35^0***: chiếm diện tích chủ yếu ở địa hình núi trung bình có độ cao 1.000 - 2.000 m tập trung tại các tỉnh Quảng Ngãi, Khánh Hoà, Ninh Thuận.

- ***Cấp độ dốc trên 35^0***: phân bố hạn chế ở các khu vực núi cao sườn ĐB Trường Sơn giáp biên giới Việt - Lào (khu vực Mường Xén) và một loạt các núi cao ở Nam Trung bộ. Đặc điểm địa hình dốc, hiểm trở.

- ***Khu vực núi đá vôi***: tập trung thành dải đá vôi ở Bắc Thanh Hóa, Minh Hóa - Quảng Bình. Các núi đá vôi này đều có vách và sườn dốc, địa hình hiểm trở.

B.1.3.2 Phân cắt ngang địa hình

Đặc điểm phân bố mật độ chia cắt ngang trên lãnh thổ Việt Nam có sự dao động khá lớn giữa các vùng phù hợp với sự phân hóa không gian của điều kiện khí hậu, cấu trúc địa chất và địa hình. Đối với dải duyên hải miền Trung nước ta, các cấp phân cắt ngang cũng thể hiện khá rõ nét.

- Cấp mật độ phân cắt ngang từ 1,5 - 2 km/km^2 được phân bố tại các tâm mưa lớn đèo Ngang, Bắc đèo Hải Vân...

- Cấp mật độ phân cắt ngang từ 1,0 - 1,5 km/km^2 phân bố ở vùng có lượng mưa tương đối lớn từ 1.800 - 2.000 mm ở Tây Quảng Nam, Quảng Ngãi.

- Cấp mật độ phân cắt ngang từ 0,6 - 1,0 km/km^2 phân bố rộng rãi trong những vùng có lượng mưa trung bình 1.200 - 1.600 mm thuộc địa hình đồi núi thấp và đồng bằng duyên hải miền Trung.

- Cấp mật độ chia cắt ngang 0,1 - 0,6 km/km^2 xuất hiện ở những khu vực có lượng bốc hơi lớn (Ninh Thuận - Bình Thuận) hay những vùng có cấu tạo nền nham thạch đá vôi (Minh Hóa - Quảng Bình).

B.1.3.3. Phân cắt sâu địa hình:

Mật độ phân cắt sâu địa hình liên quan chặt chẽ với các kiểu địa hình và thể hiện tính qui luật rõ rệt.

- Cấp mật độ chia cắt sâu 0 - 15 m/km^2 được phân bố hạn chế, tập trung ở các đồng bằng thấp Thanh Hóa, Thừa Thiên - Huế, Quảng Nam, Tuy Hòa.

- Cấp mật độ chia cắt sâu 15 - 50 m/km^2 phân bố hạn chế hơn ở các đồng bằng cao, đồng bằng thềm, đồng bằng đồi các tỉnh Nghệ An, Quảng Bình, Quảng Ngãi, Nha Trang, Phan Rang.

- Cấp mật độ chia cắt sâu 50 - 100 m/km^2 được phân bố rộng rãi một số khu vực của cao nguyên Pleiku, Đắc Lắc, Lâm Đồng.

- Cấp mật độ chia cắt sâu 100 - 200 m/km^2 tập trung tại dải đồi cao nằm tiếp giáp với dải đồng bằng duyên hải miền Trung.

- Cấp mật độ chia cắt sâu 200 - 400 m/km^2 liên quan đến các kiểu địa hình núi thấp kéo dài suốt từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận.

- Cấp mật độ chia cắt sâu trên 400 m/km^2 chiếm diện tích nhỏ ở khu vực núi cao Mường Xén, tây Nghệ An, Quảng Bình.

B.2 Đặc điểm địa mạo

B.2.1 Đặc điểm địa mạo dải duyên hải miền Trung

Để thấy rõ đặc điểm địa mạo khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã tiến hành xây dựng bản đồ địa mạo tỷ lệ 1/500.000 trên cơ sở nguyên tắc phân các "kiểu địa hình". Ranh giới đo vẽ bao gồm toàn bộ các lưu vực sông từ Thanh Hóa đến Bình Thuận thuộc sườn Đông Trường Sơn xuống dải đồng bằng thấp duyên hải miền Trung (hình3.1).

Khái niệm kiểu địa hình thể hiện trên bản đồ được thống nhất theo 3 chỉ tiêu hình thái, nguồn gốc và tuổi địa hình phục vụ cho việc đánh giá địa hình tác động đến lũ lụt miền Trung.

Trên cơ sở các chỉ tiêu trên phân thành các nhóm kiểu địa hình núi, nhóm kiểu địa hình cao nguyên, nhóm kiểu địa hình thung lũng, nhóm kiểu địa hình đồi và đồng bằng đồi và nhóm kiểu địa hình đồng bằng. Trong mỗi nhóm kiểu đó tiến hành phân các kiểu địa hình theo nguồn gốc và hình thái (bảng 3.1). Địa hình dải duyên hải miền Trung được phân chia thành 5 nhóm với 22 kiểu thể hiện những nét đặc trưng nhất về mặt địa mạo của vùng nghiên cứu. Các kiểu địa hình theo thứ tự trên bản đồ địa mạo được mô tả chi tiết như sau:

B.2.2 Các kiểu địa hình.

Nhóm các kiểu địa hình núi

1. Dãy núi bóc mòn thạch học cấu tạo dạng địa lũy trên các đá xâm nhập.

Phân bố trên dãy Trường Sơn và các nhánh núi đâm ngang ra biển tạo nên các bức tường chắn dạng địa lũy ngăn cách giữa các khu vực hay các vùng địa lý, chúng đóng vai trò phân chia ra các lưu vực của hệ thống các sông lớn .

Đặc điểm nổi bật của kiểu địa hình là những dạng địa hình núi cao với các sườn rất dốc, độ dốc phổ biến 30 - 35^0 đôi chỗ lớn hơn 45^0 với độ chia cắt sâu khá lớn. Phần lớn các yếu tố và các dạng địa hình tạo nên kiểu địa hình dạng dãy liên tục kéo dài phân biệt rất rõ với các kiểu dịa hình khác.

Kiểu địa hình này tạo nên các dãy núi thuộc loại cao nhất khu vực nghiên cứu như dãy Bạch Mã (1.708m), dãy núi Chư Mư - Hòn Ngang ở phía bắc Ninh Hoà (2.015,8 - 1.364m), Cacan - Aron (1.314 m), Đá Vách (1.089m).

2. Khối núi vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập

Phân bố rải rác thành các chỏm ở thượng nguồn và trung lưu hệ thống các sông Mã, sông Hương, sông Ba, sông Cái (Ninh Hòa), hay các khối núi lớn phân

bố ven biển Ninh Thuận, Nha Trang. Chúng có dạng đẳng thước khác với kiểu địa hình trên.

Bảng 3.1. Các kiểu địa hình dải duyên hải miền Trung

Nhóm kiểu địa hình	Kiểu địa hình
Nhóm các kiểu địa hình núi	1. Dãy núi bóc mòn thạch học cấu trúc dạng địa lũy trên các đá xâm nhập 2. Khối núi vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập. 3. Dãy núi khối tảng vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập. 4. Dãy và khối núi bóc mòn cấu trúc trên các đá trầm tích phun trào. 5. Dãy núi bóc mòn kiến tạo cấu trúc dạng địa lũy, uốn nếp khối tảng trên các đá biến chất. 6. Dãy núi xâm thực - bóc mòn cấu trúc uốn nếp khối tảng trên các đá trầm tích lục nguyên. 7. Dãy núi và khối núi bóc mòn, hoà tan rửa lũa trên đá cacbonat. 8. Khối núi sót bóc mòn trên các cấu trúc khác nhau. 9. Vách và sườn kiến tạo - xâm thực trên các đá trầm tích phun trào.
Nhóm các kiểu địa hình cao nguyên	10. Cao nguyên bóc mòn - rửa trôi trên các đá bazan. 11. Cao nguyên xâm thực - bóc mòn trên các trầm tích, biến chất
Nhóm các kiểu địa hình thung lũng	12. Thung lũng và trũng kiến tạo xâm thực - tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp. 13. Thung lũng và trũng xâm thực - tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp. 14. Thung lũng và trũng hoà tan rửa lũa - tích tụ trên đá cacbonat.
Nhóm các kiểu địa hình đồi và đồng bằng đồi	15. Đồi và đồng bằng đồi bóc mòn - xâm thực trên các đá trầm tích, phun trào và biến chất. 16. Đồi bóc mòn thạch học trên các đá xâm nhập 17. Đồi bóc mòn rửa trôi trên các đá bazan. 18. Đồng bằng đồi tích tụ - xâm thực trên các cồn cát ven biển.
Nhóm các kiểu địa hình đồng bằng	19. Đồng bằng bóc mòn - xâm thực trước núi trên các đá gốc khác nhau. 20. Đồng bằng cao tích tụ - xâm thực trên các thành tạo nguồn gốc sông, biển, sông biển hỗn hợp 21. Đồng bằng thấp tích tụ nguồn gốc sông - biển, đầm lầy, vũng vịnh. 22. Đồng bằng tích tụ biển - gió.

Tùy thuộc vị trí phân bố mà các khối núi vòm này có độ cao tuyệt đối khác nhau như ở thượng nguồn sông Mã có các đỉnh PhuMo (2.194m), Phà Màu (1.160m); Hòn Bà TB Nha Trang (1.361m), Hòn Nóc TB Qui Nhơn (913m) hay các khối núi vòm ĐB Phan Rang như HaoChuLi (1.451m), núi Chúa (1.040m)... Đặc trưng chung của kiểu địa hình này là có dạng vòm dốc 20 - 25^0 đôi chỗ thoải hơn, như ở khu vực hai bên bờ sông Ba còn 15 - 20^0.

Quá trình phong hóa mạnh mẽ đã tạo nên lớp vỏ phong hóa khá dày (một vài mét) trên các đá xâm nhập có tuổi khá trẻ, cộng với quá trình bóc mòn xâm thực mạnh chân sườn, tạo điều kiện cho quá trình đổ lở phát triển trên sườn của kiểu địa hình này.

3. Dãy núi khối tảng vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập.

Phân bố rải rác ở thượng nguồn lưu vực sông Mã, Thu Bồn, Trà Khúc, Hà Thanh, Cái (Nha Trang), Cái (Phan Rang) và sông Lũy... Diện tích đáng kể nhất ở thượng nguồn sông Hà Thanh.

Về mặt địa mạo, kiểu địa hình này bao gồm một số dạng địa hình núi thấp với một số đỉnh cao trên 1.000m dạng vòm thoải bị chia cắt thành các dãy riêng biệt bởi một số thung lũng sông như các nhánh thuộc thượng nguồn sông Thu Bồn, Trà Khúc, Hà Thanh. Kiểu địa hình này có mức độ chia cắt sâu trung bình và độ dốc thường 20-25^0.

4. Dãy và khối núi bóc mòn cấu trúc trên các đá trầm tích phun trào.

Kiểu địa hình này phân bố chủ yếu ở ranh giới lưu vực sông Mã, sông Chu, sông Ba và sông Hà Thanh, một phần nhỏ ở thượng nguồn sông Lòng Sông, bao gồm các núi khá thấp (dưới 1.000m) có dạng vòm thoải, các yếu tố bóc mòn, xâm thực ở đây thường trùng khớp với các yếu tố địa chất như các vỉa, các lớp đá và ranh giới giữa các trầm tích phun trào với các đá khác

5. Dãy núi bóc mòn kiến tạo, cấu trúc dạng địa lũy, uốn nếp khối tảng trên các đá biến chất.

Chiếm diện tích lớn ở thượng nguồn các lưu vực sông Mã, sông Cả, sông Thu Bồn, sông Trà Khúc, sông Côn..., bao gồm các dạng địa hình núi thấp và trung bình với các sườn uốn lượn mềm mại, các đỉnh phần lớn thấp có độ cao trung

bình 1.000 - 1.500m, nhiều đỉnh thấp hơn 700m ở phía hạ lưu các sông và cao dần đến trên 2.000m ở trung tâm các khối nâng tân kiến tạo (Ngọc Lĩnh 2.598m).

6. Dãy núi xâm thực - bóc mòn, cấu trúc uốn nếp khối tảng trên các đá trầm tích lục nguyên.

Phân bố thành dãy dọc thung lũng sông Mã, sông Cả, thượng nguồn sông Gianh, sông Hương, sông Thu Bồn. Các dãy núi này thường xen với các khối và dãy núi cấu tạo bởi đá biến chất và trầm tích phun trào. Chúng được hình thành do sự nâng nghịch đảo kiến tạo trong Neogen và Đệ tứ của các đá trầm tích lục nguyên và bị chia cắt xâm thực tạo thành các dãy núi thấp, có độ cao phần lớn dưới 1.000m có độ dốc sườn trung bình.

7. Dãy và khối núi bóc mòn hoà tan rửa lũa trên đá cacbonát

Kiểu địa hình này có diện tích không lớn, tập trung chủ yếu ở Bắc Thanh Hóa, Tây Quảng Bình dưới dạng các dãy núi có phương TB - ĐN và các khối núi dạng đẳng thước. Ngoài ra trên đồng bằng Thanh Hóa, Nghệ An chúng tồn tại dưới dạng các khối núi sót. Đặc trưng hình thái của dạng địa hình này có độ cao tuyệt đối dao động từ 200m đến 1.800m với các sườn dốc đứng, quá trình Karst diễn ra mạnh, hệ thống các dòng chảy ngầm chiếm ưu thế. Quá trình ngoại sinh thống trị là đổ vỡ, sập lở, rửa lũa.

8. Khối núi sót bóc mòn trên các cấu trúc khác nhau.

Tập trung chủ yếu ở Nam Trung bộ, ngoài ra dọc theo dải đồng bằng ven biển còn gặp chúng phân bố rải rác được cấu tạo bởi đá xâm nhập, trầm tích phun trào, lục nguyên. Kiểu địa hình này được thành tạo trong điều kiện nằm rìa miền nâng chịu ảnh hưởng của nâng kiến tạo yếu hoặc trung bình với quá trình bóc mòn mạnh. Về hình thái chúng là các khối núi sót đứng độc lập với độ cao tuyệt đối thường từ 200 - 300m, một số núi sót cao 800 - 900m (núi Bé - Hàm Tân), sườn dốc trung bình và chia cắt ngang yếu.

9. Vách và sườn kiến tạo trên các đá trầm tích phun trào.

Kiểu địa hình này thuộc sườn Đông Trường Sơn, kéo thành dải dài từ sông Lũy đến Tánh Linh. Kiểu địa hình này được hình thành do quá trình xâm thực bóc mòn mạnh khối nâng kiến tạo mạnh, dạng địa hình có sườn dài và dốc lớn (30 - 40^0).

Nhóm kiểu địa hình cao nguyên

10. Cao nguyên bóc mòn rửa trôi trên các đá bazan

Kiểu địa hình này là tập hợp các bề mặt san bằng bóc mòn cao nguyên trên đá bazan cổ có tuổi Plioxen - Pleistoxen sớm (N_2 - Q_1). Đây là các bề mặt có độ cao tuyệt đối trên dưới 1.000 m bị chia cắt mạnh do quá trình nâng tân kiến tạo và xâm thực bóc mòn để tạo nên bề mặt chia cắt dạng đồi.

11. Cao nguyên xâm thực bóc mòn trên đá biến chất và trầm tích.

Kiểu địa hình này phân bố khá rộng dọc theo thung lũng sông Ba. Cao nguyên được hình thành do quá trình bóc mòn, xâm thực mạnh của sông Ba trên các đá biến chất có tuổi Protezozoi (PR) trong chế độ kiến tạo tương đối điều hoà. Về hình thái đây là cao nguyên có độ cao trung bình 200 - 400m, bề mặt khá bằng phẳng hơi nghiêng về phía lòng sông, bề rộng có nơi đạt hàng chục km dọc theo sông.

Nhóm kiểu địa hình thung lũng

12. Thung lũng và trũng kiến tạo xâm thực - tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp.

Các thung lũng sông được hình thành bởi quá trình xâm thực trên các đứt gãy sâu. Điển hình cho kiểu địa hình này là các thung lũng sông Cả, Gianh, Trà Bồng, Côn, Ba. Đặc trưng của kiểu địa hình thung lũng này là phần thượng nguồn hẹp, hai bên sườn khá dốc (dạng chữ V) bị xâm thực mạnh, phần trung lưu thung lũng mở rộng và bắt đầu xảy ra quá trình tích tụ các sản phẩm hỗn hợp sông - lũ.

13. Thung lũng và trũng xâm thực, tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp.

Bao gồm hầu hết các thung lũng sông suối khác trong khu vực nghiên cứu, được hình thành do quá trình chia cắt xâm thực của các sông làm mở rộng các hệ thống thung lũng này. Đặc trưng của thung lũng là có độ dốc lớn, nhiều thung lũng có bề rộng đáng kể như sông Hà Thanh, sông Vệ với các bãi bồi tương đối rộng.

14. Thung lũng và trũng hoà tan rửa lũa trên đá cacbonat.

Đây là các thung lũng Karst phân bố ở khu vực đá vôi Kẻ Bàng (Quảng Bình), sông Trốc, chúng trùng với đới phá hủy kiến tạo. Các thung lũng này hẹp kéo dài và được tích tụ bởi các sản phẩm terarosa của đá vôi, bên dưới phát triển các dòng chảy ngầm.

Nhóm kiểu địa hình đồi và đồng bằng đồi

15. Đồi và đồng bằng đồi bóc mòn, xâm thực trên các đá trầm tích, phun trào và biến chất.

Chiếm diện tích lớn và đáng kể là các dải đồi, đồng bằng đồi trước núi ở Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Thừa Thiên - Huế. Đây là địa hình chuyển tiếp giữa vùng núi xuống đồng bằng có độ cao dao động 25 - 200m, độ dốc từ 5 - 12^0, cường độ phân cắt sâu trung bình 10 - 50m/km^2.

Từ đèo Hải Vân trở vào Bình Thuận, địa hình núi thấp thường chạy ra sát biển nên diện tích đồi không đáng kể, bắt gặp ở bắc Quảng Ngãi và tây Bình Thuận. Về mặt hình thái đây là các đồi thấp có bề mặt lượn sóng thoải, chịu ảnh hưởng của quá trình bóc mòn rửa trôi bề mặt.

16. Đồi bóc mòn thạch học trên các đá xâm nhập.

Dải đồi hẹp ở Tây đồng bằng Thừa Thiên - Huế và một số nơi khác với diện tích không đáng kể. Đồi lượn sóng thoải, độ cao trên dưới 200m, độ dốc từ 8 - 15^0 bị chia cắt, xâm thực bởi dòng chảy. Trên bề mặt tích tụ các sản phẩm eluvi, deluvi của quá trình bóc mòn, rửa trôi. Lớp phủ thổ nhưỡng mỏng, không có khả năng thấm nước mỗi khi có mưa lớn.

17. Đồi bóc mòn rửa trôi trên các đá bazan.

Phân bố hạn chế ở Phủ Quỳ, Vĩnh Linh, Ba Làng An, Dung Quất, Tuy Hoà, Sông Lũy. Về hình thái là các đồi sót hay dãy đồi (ở Phủ Quỳ) có kích thước khác nhau và hình dạng khác nhau từ đẳng thước (đồi sót - Vĩnh Linh, Ba Làng An) đến kéo dài (dãy đồi - Phủ Quỳ, Nghệ An). Độ cao tuyệt đối của các đồi này dao động từ 50 - 150 m với sườn dốc 5^0 - 8^0 đôi chỗ 8^0 - 12^0 chịu ảnh hưởng của quá trình bóc mòn, rửa trôi bề mặt mạnh mẽ. Kiểu vỏ phong hóa thường gặp là Ferosialit có bề dày lớn 4 - 5m, trên là lớp phủ thổ nhưỡng dày 2 - 3m có màu nâu đỏ. Lớp phủ bazan này thấm nước tốt song khi đã bão hòa nước lại gây ra hiện tượng trượt trôi trên sườn.

18. Đồng bằng đồi tích tụ - xâm thực trên các cồn cát ven biển

Là các khối cát đỏ phân bố dọc ven biển Ninh Thuận - Bình Thuận có diện tích trên 1.000km^2, được các nhà địa chất gọi tên "Cao nguyên cát đỏ". Sở dĩ xếp kiểu địa hình này vào đồng bằng đồi vì độ cao tuyệt đối của chúng đạt tới 50 - 200m, hình thái bề mặt có dạng bằng phẳng, lượn sóng thoải đôi chỗ bị chia cắt bởi các

dòng chảy tạm thời và bị phức tạp bởi các trũng thổi mòn do gió. Tiếp giáp giữa khối cát đỏ với đồng bằng là các vách cao 20 - 50m. Cấu tạo đồng bằng đồi là các thành tạo cát biển có nguồn gốc biển - gió, màu đỏ, vàng, nâu đỏ tuổi Pleistoxen giữa - muộn (Q_{II-III}).

Nhóm kiểu địa hình đồng bằng

19. Đồng bằng bóc mòn, xâm thực trước núi trên các đá gốc khác nhau.

Phân bố rải rác dọc theo ven biển, nhưng diện tích đáng kể và tập trung nhất dọc chân núi ven biển của tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận - nơi có chế độ nâng tân kiến tạo trung bình và các quá trình bóc mòn xâm thực giật lùi diễn ra mạnh mẽ. Tại đây bề mặt đồng bằng cắt qua hầu hết các cấu trúc địa chất tạo nên bề mặt pediplen bằng phẳng ở độ cao tuyệt đối 50 - 80m. Vật liệu tích tụ trên bề mặt là các thành tạo hỗn hợp aluvi - proluvi - deluvi.

20. Đồng bằng cao tích tụ - xâm thực nguồn gốc sông, sông - biển hỗn hợp.

Là tập hợp các dạng bề mặt địa hình tích tụ của các thềm sông, biển, sông biển hỗn hợp có độ cao tuyệt đối dao động từ 10 - 15m đến 40 - 50m, phân bố dọc dải duyên hải miền Trung (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận) nằm tiếp giáp với vùng đồi và đồng bằng đồi. Khu vực có nhánh núi đâm ngang ra biển, dải đồng bằng thường hẹp chỉ một vài km. Khu vực gần các cửa sông lớn, chúng rộng tới vài chục km. Cấu tạo đồng bằng là các trầm tích nguồn gốc sông, biển, sông biển hỗn hợp. Trên bề mặt đồng bằng chịu ảnh hưởng bởi dòng chảy chia cắt và quá trình rửa trôi bề mặt. Đồng bằng cao tích tụ xâm thực này ít chịu ảnh hưởng của lũ.

21. Đồng bằng thấp tích tụ nguồn gốc sông biển, biển, đầm lầy vũng vịnh

Kiểu địa hình này phổ biến nhưng diện tích manh mún hơn, tập trung tại các khu vực cửa sông với bề rộng vài km, đôi chỗ tới 10 - 20km. Độ cao tuyệt đối của đồng bằng thấp hơn 10 m, chúng là tập hợp của các dạng địa hình bãi bồi thấp và cao, thềm bậc I của biển, các bãi triều, các bề mặt tích tụ nguồn gốc sông - biển, biển - đầm lầy - vũng vịnh tuổi Holoxen. Kiểu địa hình này thường xuyên bị ngập khi có lũ.

22.Đồng bằng tích tụ biển gió

Phân bố suốt dọc dải duyên hải miền Trung, trong đó đáng kể nhất là ở Quảng Bình, Quảng Ngãi, Khánh Hòa, Bình Thuận.

Kiểu địa hình này bao gồm các dãy cồn cát kéo dài chạy song song với đường bờ biển. Các cồn cát tiền tiêu ven biển có bề rộng lớn và cao nhất (cao 10 - 20m, rộng vài trăm mét) và các cồn cát phân bố phía trong thấp hơn. Các cồn cát ven biển này đều có sườn phía biển (sườn đón gió) thoải, sườn phía trong (sườn khuất gió) dốc. Một số nơi bắt gặp các thành tạo phong thành phủ lên tận các sườn núi cao 100 - 200m (bán đảo Phước Mai). Các cồn cát ven biển này do giáp với đường bờ tạo thành những đê cát tự nhiên gây cản trở cho việc tiêu thoát nước mỗi khi có lũ là một trong những nhân tố gây quá trình ngập úng kéo dài.

Nhận xét: Qua phân tích đặc điểm địa hình, đặc điểm trắc lượng hình thái cũng như các kiểu địa hình có thể thấy các tác động của yếu tố địa hình địa mạo tới quá trình lũ và ngập lụt của dải duyên hải miền Trung

- Hình thế núi (cao - trung bình) và sự sắp xếp dạng cung, hình phễu của các bồn thu nước vào sông, đặc biệt tại những nơi nhánh núi đâm ngang ra biển làm cho các bồn thu nước rộng đồng thời trở thành các bẫy mưa gây nên tính chất lũ tại các khu vực này sẽ khắc nghiệt hơn. Ví dụ như ở vùng Quảng Trị - Thừa Thiên - Huế với các cánh cung Bạch Mã - Động Ngài - Động Voi Mẹp.

- Các núi cao và trung bình chiếm diện tích lớn ở phía Tây vùng nghiên cứu, gradien địa hình có giá trị cao và bị biến đổi nhanh, nhất là trên sườn, mức độ phân cắt xâm thực lớn. Tổ hợp những đặc tính này tạo những nguy cơ lớn đối với các bồn thu nước có diện tích rộng, dòng sông ngắn và hẹp trong các khu núi cao thường tạo ra lũ quét

- Địa hình khu vực nghiên cứu có tới 70% diện tích là núi và đồi - là vùng sinh lũ; trong khi đó diện tích đồng bằng nhỏ hẹp - là nơi tập trung lũ. Tính chất bất đối xứng về mặt tỷ lệ diện tích làm cho vùng đồng bằng ngập lụt nặng nề mỗi khi có lũ.

I.1.2. Đánh giá điều kiện địa chất thủy văn dải duyên hải miền Trung

A. Đặc điểm các tầng chứa nước dải duyên hải miền Trung

Nước dưới đất tàng trữ trong các thành tạo địa chất dưới hai dạng chủ yếu :

- Trong khoảng trống lỗ hổng giữa các hạt của các trầm tích bở rời hoặc gắn kết yếu gọi là nước lỗ hổng.

- Trong những khe nứt, hang hốc của đá cố kết, gọi là nước khe nứt.

Phân vị địa chất thủy văn tầng chứa nước là một hoặc một thể địa chất chứa nước, có đặc điểm giống nhau và gần gũi nhau về thành phần thạch học, mức độ chứa nước, tính thấm và thủy lực. Khối lượng một tầng chứa nước có thể là một phần của hệ tầng hoặc trùng với hệ tầng hay gồm một số hệ tầng địa chất.

Đối với những đất đá không có khả năng chứa nước hoặc chứa nước quá ít, đến mức không có ý nghĩa thực tiễn thì được gọi chung là các thành tạo địa chất nghèo nước hoặc cách nước.

Bảng 3.2: Mức độ chứa nước của đất đá

Độ chứa nước	Lưu lượng mạch lộ, giếng Q (l/s)	Tỉ lưu lượng lỗ khoan Q (l/ms)
Rất giàu	> 5	> 1
Giàu	1 - 5	0,5 - 1
Trung bình	0,5 - 1	0,2 - 0,5
Nghèo	0,1 - 0,5	0,2 - 0,05
Rất nghèo	< 0,1	< 0,05

Dựa trên cơ sở tài liệu địa chất thủy văn, chúng tôi xây dựng bản đồ địa chất thủy văn tỷ lệ 1/500.000 dải duyên hải miền Trung (hình 3.2).

A.1. Các tầng chứa nước trong trầm tích bở rời

A.1.1. Tầng chứa nước trầm tích Đệ tứ không phân chia (Q)

Phân bố trên diện hẹp của các thung lũng sông miền núi, các sườn đầm lầy trước núi.

Khu vực Bắc Trung bộ, thành phần cát, cuội, sỏi, tảng, vụn vỏ sò vôi. Mực nước dưới đất dao động theo mùa, vào mùa mưa khoảng 0,5 - 3m. Lưu lượng ở các mạch lộ thay đổi từ 0,15 - 0,21 l/s và ở giếng từ 0,04 - 0,17 l/s, thường gặp là 0,04 - 0,09 l/s. Đây là tầng chứa nước rất nghèo đến nghèo và nước thuộc loại siêu nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ, thành phần gồm cát, cuội sỏi, sét, sét pha cát, cát pha sét lẫn sạn sỏi. Các mạch lộ có lưu lượng thay đổi từ 0,07 - 0,4 l/s, thường gặp là 0,07 - 0,3 l/s. Giếng có lưu lượng dao động trong khoảng 0,01 - 2,2 l/s thường gặp là 0,01 - 0,5 l/s. Đây là tầng chứa nước rất nghèo đến nghèo và nước thuộc loại siêu nhạt đến nhạt. Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa.

A.1.2 Tầng chứa nước trầm tích bở rời Holocen (Q_{IV})

Khu vực Bắc Trung bộ phân bố chủ yếu ở các đồng bằng ven biển. Thành phần gồm cuội cát, sỏi, bột sét, bột cát, vỏ sò, san hô. Mực nước dao động theo mùa, trong mùa mưa cách mặt đất khoảng 2 - 4m. Lưu lượng ở các mạch lộ dao động từ 0,05 - 1,23 l/s và ở giếng từ 0,05 - 1,24 l/s, thường gặp là 0,01 - 0,10 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình và nước nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ phân bố chủ yếu ở ven các sông và cửa sông. Thành phần gồm cát pha sét, cát, cuội, sỏi, sét pha cát. Lưu lượng ở các mạch lộ dao động từ 0,07 - 0,5 l/s và ở giếng từ 0,01 - 0,45 l/s, phổ biến là 0,04 - 0,30 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình đến giàu có nước nhạt. Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa, có quan hệ thủy lực chặt chẽ với nước sông.

A.1.3 Tầng chứa nước trầm tích bở rời Pleitocen Q_{I-III}

Khu vực Bắc Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố chủ yếu ở các ven đồng bằng ven biển, bị các trầm tích trẻ phủ lên. Thành phần gồm bột sét, cát, cuội, sỏi, cát sạn tảng, bột sét đá vôi gắn kết yếu. Mực nước dao động trong mùa mưa từ 2 - 5m. Lưu lượng các mạch lộ thay đổi từ 0,01 - 3,10l/s và tại giếng dao động từ 0,01 - 0,88l/s thường gặp là 0,01 - 0,45l/s. Đây là tầng chứa nước giàu đến rất giàu thuộc loại nước nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ phân bố chủ yếu ở các thềm và dải ven biển. Thành phần gồm cát, cuội, sỏi, sét pha cát, bột cát pha sét, cát lẫn sạn laterit. Lưu lượng trong các mạch lộ thay đổi từ 0,01 - 0,44l/s và trong giếng có lưu lượng từ 0,04 - 1,7l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình, thuộc loại nước nhạt đến siêu nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2 Tầng chứa nước khe nứt

A.2.1 Tầng chứa nước trong các phun trào đá bazan

- *Tầng chứa nước trong các phun trào Pleitocen - Holocen (Q):* Tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp không liên tục rải rác ở Bắc Trung bộ. Thành phần gồm bazan chưa phong hóa và phong hóa yếu, nứt nẻ mạnh. Mực nước nằm sâu từ 2 - 13 m. Lưu lượng trong các mạch lộ thay đổi từ 0,1 - 20,0 l/s và giếng khoảng 0,03 l/s. Đây là tầng chứa nước giàu đến rất giàu nhưng mức độ chứa nước không đồng nhất, thuộc loại nước siêu nhạt. Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa và nước mặt.

- *Tầng chứa nước trong các đá phun trào Pliocen - Pleitocen (N_2 - Q_1):* Tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp ở phía Bắc Trung bộ. Thành phần gồm bazan phong hóa mạnh mẽ có chứa bauxit. Mực nước thường gặp 4 - 6m, lưu lượng trong các mạch lộ thay đổi từ 0,22 - 0,45 l/s. Đây là tầng chứa nước nghèo, nước siêu nhạt. Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa, nước mặt.

A.2.2. Tầng chứa nước các trầm tích lục nguyên

- *Tầng chứa nước trong trầm tích Neogen (N):* Tầng chứa nước này phân bố ở các đồng bằng ven biển và bị phần lớn các trầm tích của hệ Đệ tứ phủ lên chỉ quan sát được trong các lỗ khoan. Phía Bắc chỉ lộ ra với diện tích nhỏ dạng núi sót ở thị trấn Nghèn. Thành phần bao gồm sạn, sỏi, cuội, cát bở rời. Mực nước thay đổi 1 - 3 m và lưu lượng của giếng đào là 0,02 l/s. Tầng chứa nước này thuộc loại giàu đến rất giàu. Nước thuộc loại có áp. Khu vực Nam Trung bộ (dọc đứt gãy sông Ba), tầng chứa nước này phân bố thành dải hẹp không liên tục. Thành phần gồm cát, cuội, sỏi, sét, cát kết, cuội kết, bột kết nứt nẻ và gắn kết yếu, thấu kính sét và than bùn nguồn gốc đầm lầy và vũng vịnh. Đây là tầng chứa nước nghèo có lưu lượng ở giếng dao động trong khoảng 0,01 - 3,04 l/s. Nước thuộc loại nhạt đến siêu nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước trong trầm tích Triat thượng (T_3):* Tầng này phân bố thành dải kéo dài ở Bắc Trung bộ, theo hướng TB - ĐN và vùng Nông Sơn. Thành phần gồm cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết, than đá. Mực nước thường gặp là 2 - 5m. Đây là tầng chứa nước rất nghèo có lưu lượng các mạch lộ từ 0,01 - 0,06 l/s. Nước thuộc loại nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.3 Nước trong các thành tạo trầm tích lục nguyên xen phun trào.

- *Tầng chứa nước trầm tích lục nguyên Jura thượng - Kreta không phân chia (J_3 - K):* Phân bố trên diện rộng ở Bắc Trung bộ là các vùng Nghệ An, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế. Mực nước thường gặp là 3 - 6m. Thành phần gồm cát kết, bột kết, cuội kết, sét kết. Đây là tầng chứa nước nghèo đến rất nghèo có lưu lượng các mạch lộ từ 0,01 - 0,5 l/s và nước thuộc loại siêu nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp, rải rác ở các vùng Gia Lai, Bình Định, Phú Yên. Thành phần gồm anđezit, riolit và tuf, bột kết, cát kết, sét kết, bazan, ortophyr, cuội kết. Lưu lượng mạch lộ từ 0,08 - 0,14 l/s và

giếng có lưu lượng từ 0,01 - 1,23 l/s. Đây là tầng chứa nước nghèo và nước thuộc loại nhạt đến siêu nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

Tầng chứa nước trầm tích lục nguyên xen phun trào Trias không phân chia (T): Tầng chứa nước này phân bố trên diện rộng ở các vùng Nghệ An và Thanh Hóa. Thành phần gồm cát kết, bột kết, đá phiến, cuội kết, sét kết, riolit. Mực nước dao động từ 4 - 6m. Lưu lượng các mạch lộ thay đổi từ 0,01 - 5 l/s và của các giếng đào từ 0,2 - 0,32 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình thuộc loại siêu nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố chủ yếu ở vùng hoạt hóa Mezozoi và địa khối Kontum. Thành phần gồm riolit và tuf, bột kết, cát kết, sét kết, đá phiến sét, đá vôi. Giếng có lưu lượng dao động từ 0,01 - 1,33 l/s, đây là tầng chứa nước nghèo và nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.4 Tầng chứa nước trong các trầm tích lục nguyên xen cacbonat

- *Tầng chứa nước trong trầm tích lục nguyên Jura hạ - trung (J_{1-2}):* Ở Bắc Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố trên diện rộng tại Thanh Hóa và một số lộ ra tại Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế. Thành phần gồm cuội kết, cát kết, bột kết, vôi sét, đá phiến sét. Mực nước dao động từ 2 - 5m. Đây là tầng chứa nước nghèo có lưu lượng các mạch lộ thay đổi từ 0,01 - 3,77 l/s. Nước thuộc loại nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố rải rác ở vùng Gia Lai (thượng nguồn sông Ba), Bình Định, Phú Yên. Thành phần gồm cuội kết, cát kết, bột kết, đá phiến sét, đá vôi sét, cát kết vôi nứt nẻ theo mặt lớp. Lưu lượng trong các giếng từ 0,03 - 0,21 l/s và các mạch lộ từ 0,01 đến 2,5 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình, nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước lục nguyên xen cacbonat Devon (D):* Tầng chứa nước này chỉ phân bố ở khu vực Bắc Trung bộ trên diện hẹp, rời rạc thành dải không liên tục ở vùng Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế. Thành phần gồm cát kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá vôi. Mực nước dao động từ 4 - 6m.

Lưu lượng trong các mạch lộ thay đổi từ 0,02 - 3,0 l/s và trong giếng từ 0,02 - 0,35 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình đến giàu, nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.5 Nước trong các trầm tích lục nguyên xen phun trào và carcbonat

- *Tầng chứa nước trầm tích lục nguyên carbonat Pecmi thượng (P_2):* Phân bố ở khu vực Nam Trung bộ trên diện hẹp, rải rác ở vùng núi phía Tây. Thành phần gồm cát kết, cuội kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá vôi. Giếng có lưu lượng dao động từ 0,01 - 0,08 l/s. Đây là tầng chứa nước nghèo và nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước trầm tích biến chất yếu ordovic - Devon ($O - D_1$):* Chỉ phân bố ở khu vực Bắc Trung bộ trên diện rộng liên tục tại Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình. Thành phần gồm cát kết, bột kết, đá phiến sét, cát kết, vôi, cuội kết, anđêzit, riolit. Lưu lượng trong các mạch lộ thay đổi từ 0,01 - 2,5 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình, thuộc loại nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.6 Tầng chứa nước trong trầm tích Carbonat

- *Nước trong các trầm tích carbonat hệ Trias trung (T_2):* Khu vực Bắc Trung bộ tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp không liên tục thuộc Thanh Hóa, Nghệ An. Thành phần gồm đá vôi. Lưu lượng trong các mạch lộ thường có 2,5 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình, thuộc loại nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước trầm tích cacbonat Carbon - Pecmi không phân chia (C - P):* Tầng chứa nước này phân bố trên diện khá rộng thuộc Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Quảng Bình. Thành phần gồm đá vôi. Các mạch lộ có lưu lượng dao động từ 0,02 - 7,63 l/s. Đây là tầng chứa nước trung bình, nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước trầm tích cacbonat Devon trung (D_2):* Phần phía Bắc Trung

bộ, tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Quảng Bình. Thành phần gồm đá vôi, cát kết. Lưu lượng trong các mạch lộ khoảng 0,1 - 35 l/s, thuộc tầng chứa nước trung bình, nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.7. Tầng chứa nước trong các thành tạo biến chất

- *Tầng chứa nước trong các trầm tích biến chất (ε - O_1):* Tầng chứa nước này phân bố trên diện hẹp ở Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Quảng Bình. Thành phần gồm phylit, quăczit, đá phiến silic, cuội kết, đá hoa, đá phiến sét, đá phiến mica, riolit. Lưu lượng ở các giếng dao động từ 0,61 - 3,5 l/s, phổ biến là 0,01 - 0,45 l/s. Đây là tầng chứa nước rất giàu, nước nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước đá biến chất cổ (PR - ε1):* Tầng chứa nước này phân bố chủ yếu ở Thanh Hóa và Quảng Nam. Thành phần gồm phylit, quăczit, đá hoa, đá phiến mica, gơnai, migmatit, đá phiến disten, amphibolit, đá phiến amphibolit. Các giếng có lưu lượng dao động từ 0,02 - 0,65 l/s, phổ biến là 0,01 - 0,45 l/s. Đây là tầng chứa nước nghèo, nước thuộc loại nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

- *Tầng chứa nước đá biến chất arkei - Cambri (AR - ε1):* Phân bố ở Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên. Thành phần gồm đá gơnai, đá phiến amphibol biotit, amphibolit, migmatit, đá phiến plagioclaz, điopsit, gơnai cordierit granat silimanit. Các giếng có lưu lượng dao động từ 0,07 - 2,8 l/s, hay gặp từ 0,1 - 1,0 l/s. Đây là tầng chứa nước nghèo, nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

A.2.8 Tầng chứa nước dưới đất trong các xâm nhập macma (γ)

Khu vực Bắc Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố khá phổ biến nhưng không liên tục. Thành phần gồm granosyenit, syenit, granit, granit biotit, granit 2 mica, granit granophyr, granođiorit, granit dạng gnai, serpentinit, đunit. Các giếng có lưu lượng dao động từ 0,02 - 0,65 l/s, hay gặp 0,10 - 0,45 l/s. Đây là tầng chứa nước

rất nghèo và siêu nhạt.

Khu vực Nam Trung bộ, tầng chứa nước này phân bố ở Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Ninh Thuận, Bình Thuận. Thành phần gồm đá siêu mafic, gabro điabaz, điorit - porphyrit, granit - porphyrit, grano - syenit porphyr. Các giếng có lưu lượng dao động từ 0,01 - 0,05 l/s, phổ biến 0,08 - 0,05 l/s, thuộc tầng chứa nước nghèo và nhạt.

Nguồn cung cấp nước cho tầng này là nước mưa trên các diện lộ và các tầng chứa nước nằm trên.

B. Mối quan hệ giữa nước mặt - nước ngầm với lũ lụt.

Quan hệ giữa nước mặt và nước ngầm có ảnh hưởng rất lớn tới hình thành dòng chảy lũ trên sông. Nếu khả năng chứa nước của các tầng nước ngầm tốt sẽ làm giảm lượng dòng chảy mặt, giảm lượng mưa sinh lũ, hạn chế ngập lụt cho vùng đồng bằng.

Khi lượng mưa lớn xảy ra trên diện rộng thì các vùng núi khả năng thấm nước và giữ nước kém do những nguyên nhân sau:

- Độ dốc lớn
- Đá ít nứt nẻ , khả năng chứa nước kém
- Lớp vỏ phong hóa thường là hạt mịn nên ngăn cản khả năng thấm của nước mưa.

Các đồng bằng trên núi thường có thành phần là hạt thô như cát, cuội, sỏi khả năng thấm nước rất tốt nhưng lại có bề dày mỏng nên chứa nước không đáng kể.

Địa hình của dải duyên hải miền Trung từ Thanh Hóa tới Bình Thuận có dải Trường Sơn cao, độ dốc địa hình lớn nên khi có lượng mưa lớn, nước dồn về đồng bằng ven biển và đồng bằng là nơi thấp nhất chịu ảnh hưởng của lũ và ngập lụt. Việc nghiên cứu đặc tính chứa nước của các thành tạo bở rời ở đồng bằng phần nào cho ta thấy khả năng chứa và thoát nước khi xảy ra lũ lụt.

B.1. Các trầm tích Đệ tứ không phân chia (Q)

Phân bố trên diện hẹp ở các thung lũng sông miền núi, các sườn và rìa đồng bằng. Thành phần thường là đa dạng cát, cát pha, sét, sét pha, cuội sỏi dăm sạn rời rạc có nguồn gốc các sườn tích, lũ tích. Khả năng thấm nước tốt nhưng khả năng giữ nước kém. Động thái của chúng biến đổi khá nhanh phụ thuộc vào mực nước

của các sông suối. Vào mùa mưa khi nước sông lên cao thì mực nước ngầm rất gần với mặt đất. Chiều dày của các thành tạo này mỏng, nhỏ hơn 10m và hệ số lỗ hổng lớn từ 14 - 47%, do vậy tầng chứa nước trên hầu như không có khả năng tích nước khi có lũ lụt.

B.2. Các trầm tích Holocen (Q_{IV})

Các trầm tích Holocen phân bố rộng rãi ở các đồng bằng dải duyên hải miền Trung (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận). Thành phần từ cát sỏi, á sét đến á cát, có nguồn gốc sông, sông - biển, gió - biển. Trong mùa mưa mực nước cách mặt đất từ 1 - 3 m tùy thuộc vào địa hình. Những nơi có địa hình cao mực nước đạt 3 - 5m. Mùa mưa do đất đá có độ ngấm cao, sau những trận mưa lớn, tầng chứa nước được bão hoà rất nhanh, mực nước dâng cao gần mặt đất. Ven các sông lớn nước dưới đất trong trầm tích Đệ tứ có quan hệ trực tiếp với sông. Sự dao động mực nước cùng nhịp biên độ mực nước sông.

Ở vùng ven biển, gương nước dưới đất có xu thế lặp lại bề mặt địa hình. Đường phân thủy chạy dọc theo đỉnh của các dải cát song song với bờ biển. Phần phía ngoài đỉnh, nước thoát ra biển và phần phía trong đỉnh nước chảy vào các trũng chân đụn cát.

Lượng nước mưa ngấm xuống nước dưới đất có thể sử dụng công thức sau:

$$Q = \alpha . F . X \qquad (3.1)$$

Trong đó: α - Hệ số ngấm nó phụ thuộc vào thành phần thạch học, lớp phủ thực vật.
F : Diện tích
X : Lượng mưa

Như vậy, lượng nước mưa ngấm xuống tầng này trên cùng một diện tích, phụ thuộc vào hệ số ngấm :

- Đối với cát thì hệ số ngấm (α) dao động từ 0,1 - 0,3. Nếu lấy hệ số trung bình là 0,2 thì lượng nước thấm xuống nước ngầm trong các cồn cát từ nước mưa là khoảng 20%. Ngoài ra lượng nước ngấm xuống còn phụ thuộc vào mực nước ngầm. Nếu mực nước ngầm gần mặt đất thì lượng ngấm coi như là không đáng kể.

- Đối với những vùng có thành phần hỗn tạp như cát pha, sét pha, sét thì hệ số ngấm được chọn trong khoảng 0,05 - 0,1. Lượng nước có thể ngấm xuống đất là 5 - 10% lượng mưa rơi trên diện tích

B.3. Các trầm tích Pleitocen (Q_{I-III}).

Các thành tạo chủ yếu nằm dưới trầm tích Holocen ở các đồng bằng Bắc Trung bộ. Khu vực Nam Trung bộ lộ ra với diện tích nhỏ, tại đồng bằng Quảng Nam Đà Nẵng diện lộ khoảng 80 km^2, phía Tây Thăng Bình, Tam Kỳ và thềm bậc III thượng nguồn sông Túy Loan, thềm biển bậc II ở Đà Nẵng, Điện Bàn, Thăng Bình. Tại đồng bằng Quảng Ngãi, diện phân bố là 853 km^2 trong đó 570km^2 bị phủ. Đồng bằng Bình Định, diện phân bố là 932km^2 trong đó diện lộ là 500km^2. Đồng bằng Phú Yên, diện phân bố là 460km^2 trong đó chỉ lộ ra 80km^2. Các đồng bằng còn lại Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận diện lộ bằng khoảng 30% diện tích phân bố. Nhìn chung trầm tích Pleitocen ở các đồng bằng từ Thanh Hóa đến Ninh Thuận chỉ có diện lộ trung bình vào khoảng 30% diện tích phân bố. Thành phần của thành tạo này là cát cuội sỏi có nguồn gốc trầm tích sông biển. Tầng này có khả năng chứa nước tốt hệ số thấm trung bình khoảng 20 - 30mm/ng, có những nơi lên tới 30 - 50 mm/ng. Mực nước dưới đất trong tầng này cũng dao động theo mùa. Mùa mưa thường cách mặt đất trung bình 1,5 - 2m. Nước trong các trầm tích này có quan hệ trực tiếp và chặt chẽ với nước sông và tầng Holocence phía trên.

Với đặc tính thành phần hạt, tính thấm của tầng Holocence thì hệ số ngấm tính trung bình cho cả tầng là 0,15 tương đương với 15% của lượng mưa (công thức 3.1)

Khả năng chứa nước trong đới thông khí: Nếu thành phần tầng chứa nước là cát thì độ lỗ rỗng đạt giá trị là 25 - 30%, tức là khả năng của đới thông khí trong tầng cát có thể chứa được lượng nước bằng 25 - 30% đới thông khí. Tuy nhiên điều này không đúng với các đất đá chứa sét vì hệ số lỗ hổng của sét hoặc á sét là tương đối cao khoảng lớn hơn 35% song khả năng chứa nước lại kém hơn nhiều vì các hạt sét có kích thước nhỏ và các lỗ hổng quá nhỏ nên nước màng mỏng trong các lỗ hổng ngăn không cho nước trọng lực có thể di chuyển. Thường là vào mùa mưa thì chiều dày đới thông khí rất nhỏ do mực nước ngầm dâng cao, lượng nước có thể trữ trong đới thông khí từ nước mưa là hạn chế.

Nhận xét: Qua đánh giá đặc điểm các tầng chứa nước trong dải duyên hải miền Trung cho thấy:

- Trong vùng nghiên cứu tồn tại khá nhiều tầng chứa nước khe nứt song khả năng ngấm và trữ nước kém do mật độ khe nứt nhỏ, cộng thêm vào đó là độ dốc địa hình lớn.

- Nước ngầm trong các thành tạo bở rời có mối quan hệ chặt chẽ với nước mưa và nước sông.

- Các thành tạo trầm tích bở rời có hệ số ngấm lớn hơn so với các thành tạo chứa nước khe nứt. Lượng nước ngấm có thể đạt tới 30% đối với các thành tạo cát và 10 - 15% đối với các đất đá loại cát pha. Tuy nhiên lượng nước có thể chứa được trong đới thông khí khi xảy ra lũ lụt là không lớn, do mực nước ngầm dâng cao vào mùa mưa.

I.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CẤU TRÚC LỚP PHỦ THỔ NHƯỠNG ĐẾN SỰ HÌNH THÀNH LŨ LỤT MIỀN TRUNG.

Lũ lụt ở miền Trung phá hủy cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng và làm giảm sút độ phì nhiêu của đất. Hậu quả đầu tiên của lũ lụt là gây ngập úng hầu hết các vùng đất đồng bằng. Độ sâu ngập úng thường 1 - 2m, nhiều nơi sâu tới 4 - 5m và kéo dài trong nhiều ngày. Hiện trạng lớp phủ đất bị tàn phá và điều kiện sinh thái đất bị biến đổi. Trong điều kiện ngập nước hệ sinh thái háo khí và động vật đất bị tiêu diệt. Một số nơi sau lũ lụt đất bị ngập úng kéo dài, quá trình glây Hóa phát triển.

Lũ lụt thường đi kèm quá trình xói mòn, sạt lở và vùi lấp, bồi lắng. Ở duyên hải miền Trung các quá trình này xảy ra phổ biến và mãnh liệt trong các trận lũ lụt. Vùng đồi núi rìa đồng bằng duyên hải đã bị xói mòn cụt tầng đất mặt, rửa trôi đất mịn và kéo theo cả các dòng sạn sỏi. Đất xói mòn trơ sỏi đá phát sinh trên các sườn đồi núi ven đồng bằng. Những nơi xảy ra lũ quét diện tích bị vùi lấp càng lan rộng. Bên cạnh đó mặt đất bị cắt xẻ bởi các dòng xói, khe xói. Phần phía đông của các đồng bằng, các dòng cát chảy theo mưa lũ và triều cường cũng lấn lấp đất canh tác. Nhiều nơi cát vùi lấp dày không có khả năng khôi phục đất canh tác trước lũ. Hiện tượng cát lấn lấp có xu thế ngày càng gia tăng. Trận lũ lụt năm 1996 ở huyện Điện Bàn, Đại Lộc (Quảng Nam) cát đã bồi lấp hơn 200 ha đất canh tác, ở Quảng Ngãi mất trắng 12.000 - 13.000ha đặc biệt vùng Sơn Tịnh, Bắc Sơn Hà dòng lũ sạn vùi lấp đất nông nghiệp dẫn đến hàng trăm ha đất mất khả năng sản xuất, ở Bình Định gần 300ha đất canh tác bị bùn lũ cát vùi lấp và 20.000 - 30.000ha đất trống đồi núi trọc bị xói lở, phá huỷ nghiêm trọng. Tình trạng tương tự ở Khánh Hòa, Phú Yên, Ninh Thuận, Bình Thuận và trong cơn lũ năm 1998, 1999 tình trạng xói lở vùi lấp cát, sạn, đá lên đất canh tác ngày càng tăng [61]. Hàng ngàn ha đất canh tác bị vùi lấp hàng năm bởi các dòng cát, sạn, đá và quá trình bồi lấp các cửa sông ven biển do lũ lụt là một vấn đề cấp bách đáng chú ý, vì quĩ đất canh tác của các tỉnh duyên hải miền Trung rất hạn chế.

Thiên tai lũ lụt còn làm mặn hóa đất canh tác vùng ven biển. Bởi lẽ cùng với ứ đọng nước mưa là quá trình triều cường nước biển dâng tràn sâu vào đất liền.

Trong trận lũ năm 1996 ở Vạn Ninh và Ninh Hòa tỉnh Khánh Hòa có hàng chục ha đất canh tác đã bị mặn hóa do nước biển tràn. Nhiều nơi khác quá trình mặn hóa cũng xảy ra. Ngoài ra thiên tai lũ lụt còn gây ra hiện tượng sạt lở đất bờ sông, bờ biển. Lũ lụt và hoang mạc hóa là hai loại hình thiên tai đang thay nhau uy hiếp vùng đất duyên hải miền Trung, một vùng hết sức nhạy cảm được dân gian tổng kết là "vừa mưa đã lụt và vừa nắng đã hạn". Đây là nơi thể hiện rõ khủng hoảng thừa và thiếu nước trong cùng một khu vực [14].

1.2.1. Phân bố địa lý các đơn vị phát sinh đất ở các tỉnh duyên hải miền Trung

Để thấy rõ sự phân bố các loại đất trên lãnh thổ nghiên cứu, chúng tôi tiến hành xây dựng bản đồ đất dải duyên hải miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận tỷ lệ 1/500.000 theo hệ thống phân loại của FAO - UNECO (hình 3.3). Dải duyên hải miền Trung xuất hiện 12 nhóm đất với 44 đơn vị dưới loại đất khác nhau. Diện tích lớn nhất là đất vàng đỏ và đất xám thể hiện ưu thế đất địa thành trên sườn Đông của Trường Sơn hơn 75%. Lớp phủ đồi núi này nhiều đoạn lan ra sát biển và chiếm một tỷ lệ không nhỏ chiều dài đường bờ. Nhóm đất phù sa có diện tích lớn thứ 2 trong khu vực gần 9%. Phù sa sông và biển hỗn hợp phù sa sông biển của hàng chục hệ thống sông ngắn dốc miền Trung. Trong đó 2 đồng bằng phù sa lớn nhất khu vực duyên hải miền Trung là đồng bằng Tuy Hòa (Phú Yên) và đồng bằng Thanh Hóa. Đất phù sa phân bố chủ yếu ở vùng cửa sông ven biển. Nhóm đất có diện tích đứng thứ 3 là nhóm đất cát biển bao gồm cả các cồn cát, bãi cát gần 5%. Đây là nhóm đất đặc thù nhất ở dải ven biển Việt Nam với 3 loại cát trắng - vàng - đỏ. Cả nước có hơn 530.000ha thì tập trung chủ yếu ở các tỉnh duyên hải miền Trung hơn 452.940ha. Mặt khác đây cũng là nhóm đất có chiều dài tiếp giáp biển lớn nhất. Là một đơn vị đất trẻ, cấu trúc rời rạc, kém ổn định nên các bờ biển cấu tạo trên đất cát rất dễ bị sạt lở khi xảy ra lũ lụt.

Xếp thứ tự các nhóm đất ở miền Trung như sau: Ac>FL>AR>GL>Lp>FLs. Riêng khu vực Nam Trung bộ có thêm đất cát đỏ, đất nâu bán khô hạn và đất mặn kiềm (bảng 3.3 và 3.4).

I.2.2. Đặc tính phát sinh và thoái hóa đất các tỉnh duyên hải miền Trung

Cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng của vùng duyên hải miền Trung được phân thành 3 dạng:

- ***Các nhóm đất hình thành tại chỗ (đất địa thành)*** bao gồm đất đỏ vàng, đất xám bạc màu, đất mùn vàng đỏ trên núi chiếm gần 80%. Mẫu chất thành tạo các nhóm đất này chủ yếu trên đá măcma axit và đá cát của sườn Đông Trường Sơn.

Bởi vậy hầu hết các đơn vị đất có thành phần cơ giới nhẹ đến trung bình. Cùng với điều kiện địa hình đồi núi dốc có độ cao tương phản nên mùa mưa tập trung đất bị rửa trôi mạnh dẫn đến tầng đất mỏng, nhiều nơi trơ sỏi đá. Diện tích đất xói mòn trơ sỏi đá ở khu vực chiếm trên 184.000ha, khả năng trữ ẩm và điều tiết nước kém. Đồng thời khi lũ lụt xảy ra dễ gây xói lở, vùi lấp đất canh tác bằng các dòng sỏi đá (Bảng 3.5, 3.6). Diện tích đất dốc trên 25^0 chiếm tỉ lệ trên 51%, đặc biệt Nghệ An trên 63% và Quảng Nam, Đà Nẵng trên 72%. Tiềm năng xói mòn đất rất lớn.

- ***Đất thủy thành do bồi tụ của sông biển*** chiếm 18,04% phân bố ở vùng đồng bằng duyên hải. Đồng bằng dạng thung lũng chân núi hẹp mở ra phía biển. Hầu hết lớp phù sa bồi có thành phần cơ giới nhẹ đến trung bình do vật liệu bồi tụ giàu SiO_2 và thô. Nhiều nơi lớp bồi tụ nằm trên nền sét không thấm nước. Đồng thời ở chính tầng phù sa do canh tác lâu đời đã tạo nên "tầng đế cày" chặt xít như một mặt chắn cản trở quá trình thấm và tiêu thoát nước, nhất là mùa lũ lụt.

- ***Nhóm đất phong thành*** bao gồm các cồn cát, bãi cát trắng đỏ vàng là đặc thù của cấu trúc thổ nhưỡng vùng nghiên cứu. Nhóm này chiếm diện tích 452.940ha tương ứng 4,97% diện tích tự nhiên của vùng, song chiếm tới 58% tổng diện tích đất cát cả nước. Được sóng và gió biển vun đắp các cồn cát hình thành dạng đồi và dãy đồi chạy song song đường bờ biển như những con đê tự nhiên ngăn đường thoát lũ của đồng bằng. Có những vùng đồi cát cao hơn 150m như ở Bắc Bình (Bình Thuận). Các cồn cát trắng vàng có diện tích hơn 145.000ha và đặc biệt tập trung ở Ninh Thuận, Bình Thuận tới hơn 77.000ha cát đỏ. Mỗi vùng hạ lưu cửa sông ven biển đều có dải cồn cát chạy song song với đường bờ biển. Thành phần cát biển chủ yếu là thạch anh hạt mịn có cấp hạt từ 0,2 - 1mm. Vào mùa khô hiện tượng cát bay và mùa mưa cát chảy vùi lấp đất phù sa sâu trong đất liền, lấp các phần cửa sông. Đó chính là một trong những nguyên nhân làm tăng cường hậu quả của thiên tai lũ lụt.

Như vậy điều kiện phát sinh và thoái hóa đất cũng như cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng dải duyên hải miền Trung đã chứa đựng nguy cơ của quá trình lũ lụt. Các quá trình phát sinh và thoái hóa đất diễn ra theo nhịp điệu mùa. Mùa mưa diễn ra các quá trình xói mòn, rửa trôi, sạt lở, cát chảy, vùi lấp...do nước mưa, nước sông biển, còn mùa khô là các quá trình cát bay, nhiễm mặn và hoang mạc hóa. Tính chất khô ẩm theo chu kỳ đã làm tăng cường quá trình laterit thành tạo đá ong kết von làm giảm khả năng thấm đọng nước. Và vai trò thu giữ, điều tiết nước của lớp phủ thổ nhưỡng rất kém, khả năng xuất hiện lũ lụt rất lớn.

Bảng 3.3: Các đơn vị phát sinh đất ở các tỉnh duyên hải Bắc Trung bộ

Đơn vị: ha

Tên đất Việt Nam	Theo FAO-UNESCO	Thanh Hoá	Nghệ An	Hà Tĩnh	Quảng Bình	Quảng Trị	Thừa Thiên - Huế	Tổng diện tích	%/Tổng DT vùng (*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I- Đất cát biển (C)	**Arenosols (AR)**	23910	28327	31366	26089	34580	43493	187765	3.95%
1- Cồn cát trắng vàng			11095	10136	9635	34580	22679	88125	
2- Đất cát biển		23910	17232	21230	16454		20814	99640	
II- Đất mặn (M và Mn, Mm)	**Salic Fluvisols (FLs)**	8465	7845	5893	13586	3300	7094	46183	0.97%
3- Đất mặn sú vẹt					74			74	
4- Đất mặn nhiều		3740	1306	1249	278	200	978	7751	
5- Đất mặn trung bình và ít		4725	6539	4644	13234	3100	6116	38358	
III- Đất phèn (S và Sp, Sj)	**Thionic-Fluvisols (Flt)**	7255	1985	18506	8601	1400	4382	42129	0.89%
6- Đất phèn hoạt động		7255	1985	18506	8601	1400	4382	42129	
IV- Đất phù sa (P và Pc, Pg)	**Fluvisols (FL)**	133165	125430	87459	58406	36740	42171	483371	10.18%
7- Đất phù sa chua		100495	125430	87459	58252	30590	32106	434332	
8- Đất phù sa có đốm rỉ		32670			154	6150	10065	49039	
V- Đất glây - lầy thụt (GL)	**Gleysols (GL)**	64605	55013	19237	12757	6140	1983	159735	3.36%
9- Đất glây chua		52155	48570	18141	11672	6140	1983	138661	
10- Đất lầy thụt		12450	6443	1096	1085			21074	
VI- Đất đá bọt (Rk)	**Andosols (AN)**	2675						2675	0.06%
11- Đất đá bọt điển hình		2675						2675	
VII- Đất đen (R)	**Luvisols (LV)**		9089			80		9169	0.19%
12- Đất đen cacbonát			9089					9089	
13- Đất đen glây						80		80	
VIII- Đất xám (X)	**Acrisols (AC)**	640225	1245268	396569	489836	342029	362515	3476442	73.20%
14- Đất xám trên Granit					216			216	
15- Đất xám glây					1778			1778	
16- Đất xám có tầng loang lổ		7080	13264	18904	3135	280		42663	
17- Đất xám feralit (XF)		581465	990711	346214	480953	332999	352566	3084908	
- XF trên đá sét		275547	433361	160751	146884	165979	102042	1284564	
- XF trên đá macma axit		156568	217101	49340	99107	49630	141903	713649	
- XF trên đá cát		126540	315055	128371	229719	62100	7214	868999	

Tên đất Việt Nam	Theo FAO-UNESCO	Thanh Hoá	Nghệ An	Hà Tĩnh	Quảng Bình	Quảng Trị	Thừa Thiên - Huế	Tổng diện tích	%/Tổng DT vùng (*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- XF trên phù sa cổ		16250	12118	7401	832	10870	7453	54924	
- XF biến đổi do trồng lúa		6560	11655	351	4411	450	1019	24446	
- XF trên đá biến chất			1421			43970	92908	138299	
18- Đất xám feralit mùn trên núi (XFh)		51680	241293	31451	3754	8750	9949	346877	
- XFh trên đá sét		16600	74833	5980		2300	1268	100981	
- XFh trên đá măcma axit		26950	77965	25471	3754	6450	8681	149271	
- XFh trên đá cát		8130	88495					96625	
X- Đất đỏ (F)	**Ferralsols (FR)**	**113100**	**54450**		**6931**	**20074**	**4926**	**199481**	**4.20%**
19- Đất nâu đỏ trên macma bazơ, trung tính và đá vôi		113100	48755			20074		181929	
- Đất nâu đỏ trên macma bazơ, trung tính		112340	14711					127051	
- Đất nâu đỏ trên bazan						15900	4926	20826	
- Đất nâu vàng trên đá bazan		760			4696	4174		9630	
- Đất nâu đỏ trên đá vôi			34064		2235			36299	
- Đất mùn đỏ vàng trên đá vôi			5675					5675	
X- Đất mùn alit núi cao (A)	**Alisols (AL)**		**4650**					**4650**	**0.10%**
20- Đất mùn alit núi cao			4650					4650	
XI- Đất xói mòn trơ sỏi đá (E)	**Leptosols (LP)**	**42555**	**43309**	**24426**	**17224**	**2623**	**7399**	**137536**	**2.90%**
21- Đất xói mòn trơ sỏi đá		42555	43309	24426	17224	2623	7399	137536	
Cộng đất		**1035955**	**1575366**	**583456**	**633430**	**446966**	**473963**	**4749136**	**1100.00%**
Sông, suối, ao hồ		22205	19699	17275	13674	7869	26865	107587	
Núi đá		58672	43003	4563	151306	2018	92	259654	
Tổng diện tích tự nhiên		**1116832**	**1638068**	**605394**	**798410**	**456853**	**500920**	**5116477**	

(*) Tổng diện tích trừ sông suối, núi đá, đảo

Bảng 3.4: Các đơn vị phát sinh đất các tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ

Đơn vị: ha

Tên đất Việt Nam	Theo FAO-UNESCO	Q. Nam Đà Nẵng	Quảng Ngãi	Bình Định	Phú Yên	Khánh Hoà	Ninh Thuận	Bình Thuận	Tổng diện tích	%/Tổng DT vùng (*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I- Đất cát (C)	**Arenosols (AR)**	**43119**	**14389**	**18250**	**12984**	**16300**	**13148**	**146985**	**265175**	**6.08%**
1- Cồn cát trắng vàng		28225	5435	15018	6582	6361	2169	10374	74164	
2- Cồn cát, bãi cát đỏ							4252	72634	76886	
3- Đất cát biển		14894	8954	3232	6402	9939	6727	63977	114125	
II- Đất mặn (M và Mn, Mm)	**Salic Fluvisols (FLs)**	**15417**	**6947**	**11581**	**3701**	**8332**	**2294**	**1288**	**49560**	**1.14%**
4- Đất mặn sú vẹt		741	674	1131		1348	417	400	4711	
5- Đất mặn nhiều		2071	1577	2386		2230	525	297	9086	
6- Đất mặn trung bình và ít		12605	4696	8064	3701	4754	1150	591	35561	
7- Đất mặn kiềm							202		202	
III- Đất phèn (S và Sp, Sj)	**Thionic-Fluvisols (Flt)**	**2155**			**3930**	**1504**			**7589**	
8- Đất phèn hoạt động		2155			3930	1504			7589	
IV- Đất phù sa (P và Pc, Pg)	**Fluvisols (FL)**	**75428**	**41967**	**77318**	**29355**	**22954**	**13611**	**57356**	**317989**	**7.29%**
9- Đất phù sa chua		63623	37699	73104	25091	20514	13611	42756	276398	
10- Đất phù sa có đốm rỉ		11805	4268	4218	4264	2440		14600	41595	
V- Đất glây - lầy thụt (GL)	**Gleysols (GL)**	**14993**	**8463**	**18430**	**24705**	**18035**	**5184**	**14133**	**103943**	**2.38%**
11- Đất glây chua		14993	8463	18430	24705	18035	5184	9124	98934	
12- Đất lầy thụt								5009	5009	
VI- Đất đen (R)	**Luvisols (LV)**		**1903**	**125**	**19919**			**294**	**22241**	**0.51%**
13- Đất đen glây			1903	125	3805				5833	
14- Đất nâu thẫm trên bazan					16114			294	16408	
VII- Đất nâu vùng bán khô hạn (N)	**Lixisols (LX)**						**32930**	**9400**	**42330**	**0.97%**
15- Đất nâu vùng bán khô hạn							32930	9400	42330	
VIII- Đất xám (X)	**Acrisols (AC)**	**984424**	**398735**	**427771**	**376914**	**441265**	**249560**	**539113**	**3417782**	**78.40%**
16- Đất xám bạc màu		28561	24442	88140	45800	27027	29190	54536	297696	
17- Đất xám feralit (XF)		830662	332165	327131	319094	351374	205370	484577	2850373	
- XF trên đá sét		356434	51314	64458	17937	57716	9094	36951	593904	

Tên đất Việt Nam	Theo FAO-UNESCO	Q. Nam Đà Nẵng	Quảng Ngãi	Bình Định	Phú Yên	Khánh Hoà	Ninh Thuận	Bình Thuận	Tổng diện tích	%/Tổng DT vùng (*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
- XF trên đá macma axit		344681	274068	256578	291502	280903	154514	284336	1886582	
- XF trên đá cát	t5	88155	1864	1874	4625	994	2959	29945	130416	
- XF xám trên phù sa cổ		11362	283	281	437	2514	27454	110578	152909	
- XF nâu vàng trên phù sa cổ		17520	1636	1837	4064	8905	9119	22767	65848	
- XF biến đổi do trồng lúa		2510	3000	2103	547	342	2230		10732	
18- Đất xám feralit mùn trên núi (XFh)		125201	42128	12500	11300	62864	15000		268993	
- XFh trên đá sét		39330	100						39430	
- XFh trên đá măcma axit		81371	42028	12500	11300	62864	15000		225063	
- XFh trên đá cát		4500							4500	
IX- Đất đỏ (F)	**Ferralsols (FR)**	**3652**	**20606**	**16545**	**34228**	**898**	**3990**	**6713**	**86632**	**1.99%**
19- Đất nâu đỏ trên măcma bazơ, trung tính và đá vôi		3652		16545	34228				54425	
- Đất nâu đỏ trên măcma bazơ, trung tính		2452	9275	12102	4283	898	3990	6713	39713	
- Đất nâu vàng trên đá bazan			11331	4443	29945				45719	
- Đất nâu đỏ trên đá vôi		1200							1200	
X- Đất xói mòn trơ sỏi đá		**5436**	**2021**	**4300**	**55**	**11434**	**16952**	**6430**	**46628**	**1.07%**
20- Đất xói mòn trơ sỏi đá		5436	2021	4300	55	11434	16952	6430	46628	
Cộng đất		**1144624**	**495031**	**574320**	**505071**	**520722**	**337669**	**781712**	**4359149**	**100.00%**
Sông, suối, ao hồ		21391	10605	15658	5640	3256	1929	5376	63855	
Núi đá		2024	12024	17617	17090	1176	3062	12112	65105	
Đảo		30498				43			30541	
Tổng diện tích tự nhiên		**1198537**	**517660**	**607595**	**527801**	**525197**	**342660**	**799200**	**4518650**	

(*) Tổng diện tích trừ sông suối, núi đá, đảo

Bảng 3.5: Diện tích đất địa thành và đất thủy thành (có khả năng ngập lụt) ở các tỉnh miền Trung

TT	Tỉnh	ΣF (*) ha	Đất địa thành		Đất thủy thành	
			F (ha)	%F	F (ha)	%F
1	Thanh Hóa	1035955	805810	77.78%	230145	22.22%
2	Nghệ An	1575366	1356766	86.12%	218600	13.88%
3	Hà Tĩnh	583456	420995	72.16%	162461	27.84%
4	Quảng Bình	633430	513991	81.14%	119439	18.86%
5	Quảng Trị	446966	364806	81.62%	82160	18.38%
6	Thừa Thiên - Huế	473963	374840	79.09%	99123	20.91%
7	Quảng Nam-Đà Nẵng	1144624	993512	86.80%	151112	13.20%
8	Quảng Ngãi	495031	423265	85.50%	71766	14.50%
9	Bình Định	574320	448741	78.13%	125579	21.87%
10	Phú Yên	505071	443467	87.80%	61604	12.20%
11	Khánh Hòa	520722	453597	87.11%	67125	12.89%
12	Ninh Thuận	337669	303432	89.86%	34237	10.14%
13	Bình Thuận	781712	561950	71.89%	219762	28.11%
	Tổng cộng	**9108285**	**7465172**	**81.96%**	**1643113**	**18.04%**

Bảng 3.6: Diện tích đất dốc và đất có tầng mỏng các tỉnh miền Trung

TT	Tỉnh	Tổng diện tích đất (*)	Đất tầng mỏng<50cm		Đất dốc > 25^0	
			ha	%/Tổng DT*	ha	%/Tổng DT*
1	Thanh Hóa	1035955	48962	4.73%	616685	59.53%
2	Nghệ An	1575366	308564	19.59%	1003638	63.71%
3	Hà Tĩnh	583456	158305	27.13%	239671	41.08%
4	Quảng Bình	633430	356537	56.29%	282111	44.54%
5	Quảng Trị	446966	188183	42.10%	177963	39.82%
6	Thừa Thiên - Huế	473963	216663	45.71%	269231	56.80%
7	Quảng Nam- Đà Nẵng	1144624	218757	19.11%	825424	72.11%
8	Quảng Ngãi	495031	290841	58.75%	281851	56.94%
9	Bình Định	574320	236473	41.17%	249772	43.49%
10	Phú Yên	505071	280329	55.50%	183468	36.33%
11	Khánh Hòa	520722	277798	53.35%	296813	57.00%
12	Ninh Thuận	337669	77808	23.04%	124233	36.79%
13	Bình Thuận	781712	115209	14.74%	152655	19.53%
	Tổng cộng	**9108285**	**2774429**	**30.46%**	**4703515**	**51.64%**

(*) Tổng diện tích đất trừ sông suối, núi đá, đảo

I.2.3. Cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng dải đồng bằng duyên hải miền Trung

Qua khảo sát cấu trúc đất ở khu vực hạ lưu các sông thuộc đồng bằng duyên hải miền Trung cho thấy đều có dạng bồn trũng với 3 phía là đất địa thành đồi núi dốc, phía Đông ven biển là đất phong thành gồm các cồn cát bãi cát, còn ở giữa là đất thủy thành bồi tụ phù sa sông suối. Đồng bằng phù sa, đất canh tác chính lại là nơi tụ thủy. Diện tích tụ thủy nhỏ hơn hàng chục lần so với lưu vực hứng nước, do vậy mưa lớn dễ gây lũ lụt.

Dải duyên hải miền Trung có bốn đồng bằng lớn hơn gắn với các lưu vực sông có diện tích lớn hơn 10.000km^2 (sông Mã - đồng bằng Thanh Hóa, sông Cả - đồng bằng Nghệ An, sông Thu Bồn - Vu Gia - đồng bằng Quảng Nam và sông Ba - đồng bằng Tuy Hòa). Tại đây diện tích đất phù sa lớn, các cồn cát thấp hẹp. Phía Đông đồng bằng được mở ra phía biển, khả năng thoát lũ nhanh hơn. Hàng loạt lưu vực sông có diện tích từ 1.000 - 3.000 km^2 tạo ra các đồng bằng Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế, Tam Kỳ, Quảng Ngãi, Phù Mỹ, Phù Cát, Tuy An, Phan Rang, Phan Thiết... Tại các đồng bằng này diện đất phù sa và đất cát biển tương đương. Đặc biệt thường có các cồn cát lớn, dạng dãy đồi chắn phía biển, nên khả năng xuất hiện lũ lụt lớn và tiêu thoát nước chậm.

Cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng hạ lưu các sông nhỏ ở khu vực thường chủ yếu là đất địa thành và đất phong thành. Đất phù sa thủy thành thường hẹp vì vậy nguy cơ lũ lụt lớn, song tiêu thoát nước nhanh.

Đất và nước là 2 dạng tài nguyên thiên nhiên quí giá có mối quan hệ khăng khít với nhau. Lũ lụt đã làm giảm độ phì nhiêu của đất, phá vỡ cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng. Song bản thân các điều kiện phát sinh thoái hóa đất khu vực cùng hiện trạng sử dụng đất cũng góp phần làm xuất hiện lũ lụt và làm tăng cường tính khốc liệt của chúng. Tìm hiểu quan hệ qua lại giữa lũ lụt và đất đai, cho phép hướng tới những giải pháp tổng hợp và hữu hiệu để phòng tránh, chung sống với lũ.

Cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng 14 tỉnh vùng duyên hải Miền Trung được hình thành trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa. Song sự phân hóa mùa (mùa mưa và mùa khô) sâu sắc cộng với yếu tố kiến tạo, địa mạo đặc biệt là sự tương tác của quá trình sông - biển - lục địa đã phát sinh nhiều đơn vị đất đặc thù.

Hệ thống sông ngòi dải duyên hải miền Trung phần lớn chảy theo hướng Tây - Đông, một số ít chảy theo hướng TB - ĐN và đổ ra biển Đông. Do địa hình dốc, các sông ngắn, tốc độ dòng chảy mạnh gây nên xói lở bóc mòn ở vùng núi.

Sóng và gió biển cũng là yếu tố quan trọng trong quá trình thành tạo đất bãi bồi ven biển. Do sóng vỗ bờ liên tục ngày đêm bồi đắp lên bờ các vật liệu mịn và thô. Các vật liệu mịn và nhẹ được sóng đẩy đi xa vào sâu trong đất liền, nơi có bờ biển thấp. Các vật liệu thô, nặng sóng đẩy vào bờ gần hơn. Dần dần tạo nên các cồn cát ven biển. Khi cồn cát cao tới mức thoát khỏi ảnh hưởng của sóng biển, gió lại tiếp tục thổi và vun các cồn cát lên cao mãi và đẩy cồn cát lấn dần vào phía trong. Các cồn cát này có nơi cao 10 - 15m như ở Quảng Bình, Quảng Ngãi và Bình Định, có nơi cao 40 - 50m như các cồn cát ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận. Phía trong các cồn cát, đụn cát là các đầm trũng bùn nhão, gây úng ngập cục bộ, giảm khả năng tiêu thoát lũ.

Sự giảm sút tài nguyên đất và bất ổn định môi trường của vùng thực sự báo động. Hầu hết các vùng ven biển theo cấu trúc đất đều có nguy cơ xói lở, hoang mạc hóa và ngập lụt.

Như vậy, ngoài chế độ mưa mùa tập trung, cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng đã làm tăng cường nguy cơ lũ lụt được thể hiện ở các mặt sau:

- Diện tích đất núi dốc, tầng mỏng, làm cho khả năng điều tiết nước lưu vực kém. Nhất là lớp phủ thực vật bị tàn phá làm cho tốc độ nước dồn về đồng bằng là nhanh và lớn.

- Đồng bằng hẹp, lại bị các gờ đỉnh cát chắn ngang lối thoát nước, cát bồi lấp cửa sông làm cho khó thoát nước, do đó hầu hết các đồng bằng cửa sông duyên hải miền Trung đều có khả năng chịu lũ lụt lớn.

- Do khai thác đất, phá rừng kiệt quệ nên phía Tây các vùng đồng bằng thường là dải đất bạc màu, kém về dinh dưỡng, cấu trúc đất có chiều hướng kém, không có khả năng thấm giữ nước nên lớp phủ thực vật nghèo nàn. Nước mưa tự do chảy ứ ven chân các đồi cát, tạo lũ lụt cục bộ.

I.3. ĐẶC ĐIỂM LỚP THẢM PHỦ THỰC VẬT

Lớp phủ thực vật đóng vai trò quan trọng đối với khả năng hình thành lũ lụt, đó là khả năng điều tiết nước. Theo Nguyễn Văn Trương [78], yêu cầu an toàn của một lãnh thổ cần có diện tích che phủ 35% của rừng tự nhiên với đầy đủ cấu trúc, hình thái tự nhiên của chúng. Theo tài liệu của Viện Điều tra quy hoạch rừng năm 1995 thì diện tích rừng khu vực nghiên cứu chủ yếu thuộc loại rừng nghèo và rừng phục hồi có cấu trúc đơn giản, khả năng điều tiết nước kém. Đó là nguyên nhân giải thích tại sao diện tích rừng ở miền Trung còn lớn, nhưng những trận lũ lụt lớn vẫn liên tiếp xảy ra và ngày càng gia tăng. Có thể thấy được, hầu hết rừng nghèo và rừng phục hồi là hệ quả tác động của con người ở miền Trung theo nhiều hình thức như khai thác chọn với chu kỳ ngắn, ảnh hưởng đến quá trình tái sinh rừng, song nguyên nhân cơ bản là khai thác có tính chất phá rừng với tốc độ nhanh, làm suy giảm rừng một cách nhanh chóng. Chặt phá trụi lớp phủ thực vật tự nhiên, thay vào đó là đốt nương làm rãy trên đất dốc, đây là hình thức "tiêu diệt môi trường hệ sinh thái tự nhiên" một cách nhanh chóng và để phục hồi được phải trải qua một giai đoạn thời gian rất dài vài chục năm, có khi không thể phục hồi và trở thành vùng hoang hóa.

Giai đoạn 1976 - 1995 ở miền Trung, diện tích rừng giảm sút về số lượng và chất lượng, nhất là trước những năm 1990. Sau năm 1990 diện tích rừng vẫn tiếp tục suy giảm với tốc độ chậm, cho đến nay tuy rừng ở khu vực sản xuất đang giảm về số lượng và chất lượng, nhưng ở những khu vực phòng hộ và đặc dụng, diện tích rừng lại có xu hướng tăng, đó là do quản lý bảo vệ tốt và trồng thêm rừng mới. Có thể thấy được, sự suy giảm về diện tích rừng là tình trạng chung của các nước đang phát triển, nhưng ở Việt Nam nhiều khi có xu thế "lạm dụng" nên tốc độ suy giảm rừng khá nhanh so với thời gian.

Thảm thực vật của các lưu vực sông thuộc dải duyên hải miền Trung khá phong phú về kiểu loại. Dưới ảnh hưởng của khí hậu ẩm và sự phân hóa của địa hình thảm thực vật nguyên sinh trên đất địa đới gồm rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiệt đới ẩm dưới độ cao 800 - 900m, rừng kín cây lá rộng thường xanh á nhiệt đới ẩm ở độ cao trên 800 - 900m đến 1.600 - 1.700m và rừng kín cây lá rộng thường xanh ôn đới ở độ cao trên 1.600 - 1.700m. Dưới tác động khai phá của con người từ các kiểu thảm trên đã hình thành hàng loạt các kiểu thảm thứ sinh như rừng tre nứa, trảng cây bụi thứ sinh, trảng cỏ thứ sinh và thảm thực vật trồng như lúa, các loại rừng trồng, hoa màu, nương rẫy, cây công nghiệp, các cây trồng trong

các khu dân cư. Trên đất cát phi địa đới có trảng cây bụi, cỏ thứ sinh thay thế các kiểu rừng thấp với bộ lá cứng thích ứng với khô hạn. Trên đất nội địa đới có rừng ngập nước ngọt và rừng ngập mặn. Các khu vực hầu như không có thảm thực vật, chỉ có diện tích nhỏ trong khu vực nghiên cứu. Các kiểu thảm trên được chúng tôi mô tả trình tự từ phân bố, điều kiện sinh thái, cấu trúc và sơ lược định tính mức điều tiết nước của chúng trong lưu vực.

I.3.1. Đặc điểm lớp thảm thực vật dải duyên hải miền Trung

Lớp thảm thực vật dải duyên hải miền Trung được trình bày theo bản đồ thảm thực vật dải duyên hải miền Trung tỷ lệ 1/500.000 (hình 3.4) do chúng tôi xây dựng. Bao gồm:

A. Thảm thực vật tự nhiên

A.1. Vành đai nhiệt đới

a. Thảm thực vật trên đất địa đới

1. Rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiệt đới ẩm trên các đá mẹ không phải đá vôi

Thảm rừng này được phân bố trong lưu vực sông Mã, sông Chu các khu rừng tốt còn có ở khu vực Cúc Phương, trong các thung lũng có đất dốc tụ sâu dày; phía Tây rừng có ở Quan Hóa, Quan Sơn, Bá Thước và trên địa phận Lào; phía Nam rừng còn rất tốt ở khu vực núi Phu Hoạt.

Rừng phân bố ở những nơi có nhiệt độ không khí trung bình năm trên 20^0C và lượng mưa trung bình năm trên 1.500mm. Phần lớn các loài cây gỗ ở tán rừng có bộ lá rộng thường xanh với kích thước từ trung bình đến lớn. Các loài rụng lá vào thời kỳ mùa khô, lạnh ở phía Bắc hay ở vùng cao hay vào mùa khô nóng ở miền Nam chiếm một tỷ lệ nhỏ trong thành phần loài. Hiện tượng thay lá của đại đa số các cây diễn ra quanh năm nên độ che phủ của từng về tổng thể luôn kín.

Những khu rừng còn chưa bị con người khai thác có cấu trúc nhiều tầng tán, tầng phiến, tạo nên độ che phủ kín, rậm. Ngoài ra, còn có các dây leo, các cây phụ sinh, ký sinh không phân bố theo tầng. Trên mặt đất còn có các cây hoại sinh, các loài Nấm sống trên các các cây gỗ mục, lá rụng. Mặc dù tốc độ phong hóa sinh học cao cũng như lượng mưa lớn nhưng các sản phẩm rơi rụng hàng năm của rừng cũng tạo được lớp thảm mục mỏng trên mặt đất.

Các khu rừng tốt thường có độ che phủ đạt xấp xỉ 100%. Cấu trúc phức tạp

cùng với sinh khối lớn, tầng thảm mục, tầng đất dày có sức thấm rất lớn đã tạo khả năng điều tiết nước của rừng cho lưu vực. Ngày nay các khu rừng tốt như đã mô tả hầu như còn rất ít, phần lớn là rừng thứ sinh.

Về độ che phủ chung thì các loại rừng thứ sinh vẫn đạt gần 100% nhưng mức độ rậm, sinh khối trên mặt đất, tầng thảm mục và độ dày tầng đất đều đã bị giảm đi làm giảm khả năng điều tiết nước của rừng.

2. Rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiệt đới ẩm trên đá vôi

Loại rừng này được phân bố ở các khu vực đá vôi phân bố ở Bắc Trung bộ như vùng Cúc Phương, vùng đá vôi Hoà Bình - Bắc Thanh Hóa, khu vực Tây Nghệ An thuộc Nghĩa Đàn, Quỳ Châu, khối núi Phong Nha - Kẻ Bàng ở Tây Quảng Bình và rải rác thành các mảnh nhỏ ở các nơi khác. Cũng như tình hình chung, rừng trên núi đá vôi cũng đã bị khai thác mạnh mẽ. Các khu rừng tốt chỉ còn diện tích nhỏ ở các địa hình khó khai thác hay thuộc các khu bảo tồn.

Có thể thấy rừng và đất trên các vùng đá vôi ít có giá trị trong điều tiết nước trong một lưu vực do đá vôi có nhiều khe nứt.

3. Rừng kín cây lá rộng rụng lá nhiệt đới hơi ẩm

Hiện nay rừng còn có diện tích đáng kể ở tây Nghệ An (huyện Con Cuông, Tương Dương), Khánh Hoà, Ninh Thuận (khu Kalông – Sông Mao), Núi Chúa, Bình Thuận (khu Biển Bạc - Núi Ông), Tây Nghệ An.

Cấu trúc rừng rụng lá cùng với lớp đất dưới rừng có tác dụng điều tiết nước tốt. Các cây rụng lá thường có bộ lá đầy đủ vào đầu mùa mưa tạo nên độ kín, rậm của rừng.

4. Rừng thưa hơi khô nhiệt đới.

4a. Rừng thưa cây lá rộng

Rừng phân bố ở nơi khí hậu có mùa khô kéo dài nhiều tháng như khu vực Yaynpa trên các thềm phù sa cổ, vùng Tây Ninh Thuận, Bình Thuận trên các mặt bằng trước núi, vùng thấp ở Tây Phú Khánh. Mùa khô xảy ra vào mùa nóng và có đến 1 - 2 tháng không có mưa. Đất dưới rừng là phù sa cổ có tầng mỏng nghèo, ngập nước ngắn vào mùa mưa.

4b. Rừng thưa cây lá kim

Rừng phân bố ở nơi khí hậu có mùa khô kéo dài nhiều tháng trùng với mùa

nóng, có đến 1 - 2 tháng kiệt (vùng núi Tây Ninh Thuận, Bình Thuận). Từ 600 - 700 m bắt đầu thấy có rừng cây lá kim với ưu thế của thông hai lá. Từ trên 1.000 m bắt đầu thấy ưu thế của thông 3 lá.

Rừng thưa phân bố ở các khu vực có lượng mưa nhỏ, dưới 1.500mm/năm và tập trung trong thời gian vài tháng, cấu trúc cũng như lớp đất dưới rừng có những ảnh hưởng lớn đến cán cân nước trong lưu vực. So với rừng thường xanh rụng lá, sinh khối của rừng thưa thấp, đất dưới rừng mỏng, cứng trên bề mặt và sỏi sạn. Nước thường tạo dòng chảy mặt sau mưa đôi khi ngập úng trong thời gian ngắn.

5. Rừng tre nứa thứ sinh.

Rừng tre nứa được hình thành do việc khai thác các cây gỗ của rừng lá rộng, rừng rụng lá. Rừng thưa khi tầng cây gỗ bị khai thác thường hình thành rừng Le (Oxytenanthera). Rừng Tre nứa phổ biến ở Thanh Hóa, Nam Trung bộ. Các khu vực Quảng Bình, Thừa Thiên - Huế, Quảng Nam, Quảng Ngãi chúng chỉ có diện tích nhỏ.

6. Trảng cây bụi thứ sinh

Phân bố rộng rãi trong khu vực nghiên cứu. Trảng cây bụi thứ sinh hình thành trên các đất rừng bị khai thác làm nương rẫy sau đó bỏ hoang. Thành phần loài khá đa dạng vì trảng cây bụi có nguồn gốc từ nhiều kiểu rừng khác nhau: từ rừng lá rộng thường xanh, rừng rụng lá, rừng thưa cây lá rộng, thêm vào đấy tính chất của tầng dưới trảng cây bụi lại khá đa dạng phụ thuộc vào mức độ canh tác trước đây. Cấu trúc của trảng cây bụi cũng tùy thuộc vào tính chất của tầng đất. Trên đất có tầng dày của chúng cao 4 - 8m và có độ che phủ kín, trên đất mỏng chúng có độ cao 1 - 4m che phủ thưa.

Nói chung trảng cây bụi đều điều tiết nước kém. Sinh khối thấp, tầng dất mỏng hoặc sỏi sạn đã hạn chế khả năng giữ và thấm nước.

7. Trảng cỏ thứ sinh

Trảng cỏ thứ sinh hình thành do việc khai thác rừng hay trảng cây bụi làm đất canh tác. Sau đó trên đất bỏ hoang các cây cỏ tái sinh. Trảng cỏ phân bố rải rác khắp trên toàn dải. Quy mô về diện tích chúng không lớn bằng trảng cây bụi, có lẽ do quá trình tái sinh của cây bụi khá nhanh nên chúng lấn dần diện tích của trảng cỏ.

Có thể nhận thấy, các kiểu thảm thực vật trên đất địa đới chiếm một diện

tích lớn ở dải ven biển nhưng hiện nay rừng chỉ chiếm một diện tích nhỏ, phần lớn diện tích là trảng cây bụi và trảng cỏ thứ sinh.

b. Thảm thực vật trên đất phi địa đới

Đất phi địa đới có diện tích đáng kể trong dải duyên hải miền Trung. Mặc dù tính chất đất bất lợi cho thảm thực vật nhưng vai trò của thảm thực vật ở đây lại rất quan trọng đối với môi trường chung. Dải cát ven biển tiếp xúc trực tiếp với các vùng bãi bồi. Tính ổn định của vùng đất cát không lớn. Sự di động của cát thường kéo theo sự không ổn định của vùng bãi bồi kế cận hay lấp các cửa sông gây ra nhiều thiệt hại cho sản xuất, nhà cửa, đường giao thông. Rừng trên đụn cát chỉ còn một diện tích nhỏ ở Nam Trung bộ như Cam Ranh, trên cát đỏ ở Ninh Thuận, Bình Thuận một vài điểm rải rác ở Quảng Bình, Quảng Trị, Núi Thành (Quảng Ngãi). Phần lớn diện tích rừng bị thay thế bởi trảng cây bụi, cỏ, đất canh tác.

Đất cát có thành phần cơ giới nhẹ, kết cấu kém, nghèo dinh dưỡng, thoát nước nhanh. Đất hầu như chỉ đủ nước cho thảm thực vật vào thời kỳ mưa. Sau khi mưa, đất chuyển sang trạng thái khô hạn. Hơn thế nữa, dải duyên hải miền Trung có những đợt khô nóng kéo dài làm cho tính chất khô hạn của đất cát thêm khắc nghiệt. Mùa khô ở Bắc Trung bộ khoảng 1 - 3 tháng nhưng ở Nam Trung bộ kéo dài đến 7 - 8 tháng. Do vậy, trên đất cát tồn tại kiểu rừng gồm các cây có bộ lá cứng và dai, hệ rễ phát triển rất sâu để thích ứng với chế độ khô hạn. Các cây thường có hình dáng của cây bụi hơn là các cây gỗ. Khi bị khai thác, rừng chuyển sang trạng thái trảng cây bụi và trảng cỏ với các loài thích ứng với khô hạn. Do lửa cháy hầu như thường xuyên, cát bề mặt di động theo gió, lớp đất mặt có mùn hình thành rất chậm rừng rất khó phục hồi nên trạng thái cây bụi và cỏ khá bền vững.

8. Rừng trên các đụn cát.

Thái Văn Trừng [85] gọi quần hệ cây gỗ trên là "rú cây bụi" để phân biệt với rừng trên đất thoát nước tốt. Schmid [168] gọi chúng là "rừng thấp". Chúng tôi vẫn dùng thuật ngữ rừng để chỉ chúng, vì chiều cao của chúng thường đạt trên 8 m và các cây ở tầng ưu thế sinh thái chúng có hình dạng của một cây gỗ. Rừng còn trên các địa điểm cát tương đối ổn định, khu vực Nha Trang (Ba Ngòi).

Như vậy, trên các đụn cát khi chưa bị con người khai phá có một thảm thực vật tương đối kín tán, cấu trúc tốt, ổn định môi trường khu vực. Hạn chế sự tác động của con người là có khả năng phục hồi được rừng trên cát.

9. Trảng cây bụi thứ sinh.

Trảng cây bụi thứ sinh hình thành sau khi bị khai thác làm đất canh tác và cả sau khi khai thác gỗ. So với rừng thì trảng cây bụi có diện tích lớn hơn nhiều và phân bố rộng hơn.

Trên các đụn cát ở Nam Trung bộ, có trảng cây bụi cao 2 - 4m, thưa. Trên các cồn cát sát biển, sườn phía biển luôn có gió mạnh có các cây bụi lá nhỏ, dai, có nhiều gai mọc kín tán, các cây thấp có hình dạng như các gối.

10. Trảng cỏ thứ sinh.

Trên các đụn cát từ Quảng Bình đến Ninh Thuận có trảng cỏ cao 0,1 - 0,2m phân bố thành các mảng, thay thế trảng cây bụi, rừng bị mất đi trong quá trình canh tác. ở các đụn cát di động có trảng cỏ thấp thưa với các loài cỏ chịu hạn. Nơi kế tiếp với bãi triều phổ biến trảng cỏ cao 1 - 3m.

Vùng trũng giữa các đụn cát có tầng nước ngầm sát bề mặt, vào mùa mưa bị ngập trong thời gian ngắn có trảng cỏ cao 0,4 - 0,6 m mọc thuần loại và khá kín.

Do đất cát nghèo và thoát nước nhanh, trên những đất khai phá việc canh tác không hợp lý đã làm đất càng nghèo đi nhanh chóng. Trên đất này, cát thường di động theo gió, cây bụi khó, tái sinh và trảng cỏ rất bền vững trên các đất này.

c. Thảm thực vật trên đất nội đới

Dải ven biển Việt Nam gắn liền với hàng loạt các cửa sông từ đất liền chảy ra biển. Dưới sự tác động phối hợp của thủy triều, quá trình bồi đắp phù sa, chế độ thủy văn của các cửa sông mà hình thành một nền đất ngập nước với mức độ ngập, tính chất ngập khác nhau tạo ra một cơ sở cho sự phân chia của thảm thực vật ngập nước. Theo tính chất của nước có thể chia ra:

- Ngập nước ngọt
- Ngập nước mặn.

Đất ngập nước mặn phổ biến ở dải ven biển nhưng rừng ngập mặn ở dải ven biển miền Trung chỉ phát triển ở phần khuất trong vũng, vịnh, đầm phá và cửa sông do sóng và gió mạnh tác động trực tiếp vào bờ. Đất ngập nước ngọt phân bố dọc các sông và các vùng thấp, phẳng của địa hình hay vùng trũng trong các thung lũng núi. Ngày nay rừng ngập nước ngọt đã hoàn toàn vắng bóng và thay thế chúng là trảng cỏ chịu ngập thứ sinh và đất canh tác lúa nước. ở đầm, hồ có quần xã thủy sinh.

Trong đó thảm thực vật ngập nước ngọt có:

11. Trảng cỏ chịu ngập thứ sinh và các quần xã thủy sinh ở đầm, ao, hồ

Trên các địa thế bằng phẳng và trũng thấp ở đồng bằng hay ở các thung lũng núi tồn tại các khu vực ẩm lầy với mức độ ngập nước khác nhau. Nơi ngập nông có thể cạn một thời gian ngắn vào mùa khô có trảng cỏ cao 0,5 - 1m độ che phủ 70 - 80%.

Thảm thực vật ngập nước mặn bao gồm:

12. Rừng ngập nước mặn

13. Trảng cỏ, cây bụi trên bãi cát biển và các bãi đá ven biển

14. Các quần xã thủy sinh ở các đầm phá nước mặn

A.2. VÀNH ĐAI Á NHIỆT ĐỚI

15. Rừng lá rộng thường xanh á nhiệt đới ẩm

Rừng phân bố ở khu núi PuHu (thuộc Mường Lát), Tà Leo, Bù Chó (phía Tây Thanh Hóa) ở Nghệ An có khối núi Phu Hoạt, khu vực núi Rào Cỏ (Hương Sơn, Hương Khê, Hà Tĩnh), Hoành Sơn, Bạch Mã, núi Bà Nà, Kon Cha Răng (Gia Lai, thượng nguồn sông Côn), Tánh Linh, Đức Linh các đỉnh núi ở ven biển vùng cực Nam Trung bộ ở độ cao trên 900 - 1.000m.

Trong khối núi Pù Hu, Phu Hoạt, Pù Huống, Pù Mát rừng này phân bố từ độ cao 800 - 1500m và ở khu vực Tây Phan Thiết [168] ở độ cao 1.100 - 1.200m.

16. Rừng lá kim hơi khô á nhiệt đới.

Phân bố ở vùng núi Tây Ninh Thuận, Bình Thuận, nơi khí hậu hơi khô. Từ 600 - 700m bắt đầu thấy có rừng cây lá kim với ưu thế của thông hai lá. Thực sự rừng Thông hai lá thuộc kiểu rừng thưa lá kim hơi khô nhiệt đới. Từ trên 1.000m bắt đầu thấy ưu thế của Thông 3 lá.

17. Rừng tre nứa thứ sinh

Rừng tre nứa thứ sinh hình thành từ các rừng bị khai thác các cây gỗ của rừng lá rộng và rừng rụng lá. Các cây tre nứa thường mọc lẫn với các cây lá rộng tạo thành rừng hỗn giao. Rừng tre nứa ở dải ven biển có ở Sông Cầu, Ninh Hoà, tây Nha Trang, Ninh Thuận, Bình Thuận. Ở khu vực Bình Trị Thiên rừng này ít phổ biến

18. Trảng cây bụi thứ sinh.

Trảng cây bụi thứ sinh hình thành trên đất làm nương rẫy, khai thác từ rừng kín thường xanh và rừng lá kim sau một thời gian bỏ hoang. Đất dưới trảng cây bụi còn tương đối dày và ẩm. Các cây bụi cao 2 - 8m, che phủ tương đối kín.

19. Trảng cỏ thứ sinh.

Trên đai cao này cũng thấy phổ biến trảng cỏ thứ sinh sau nương rẫy. Trảng cỏ cao 0,5 - 2m che phủ tương đối kín. Độ cao của trảng cỏ phụ thuộc vào nền đất ở dưới. Nơi đất mỏng và khô trên trảng cỏ còn có các cây bụi thích nghi với lửa cháy như Tai nghé lông, Me rừng ở độ cao 1.000m...

A.3. VÀNH ĐAI ÔN ĐỚI

20. Rừng kín cây lá rông hỗn giao cây lá kim ôn đới ẩm

Loại rừng này được phân bố ở vùng núi Phu Hoạt (Tây Nam Thanh Hóa, huyện Quế Phong, Nghệ An), Pù Mát (Nghệ An), núi Rào Cỏ 2.286m (Hà Tĩnh), Ngọc Linh, Phước Bình (1.978m thuộc Ninh Sơn, Bình Thuận). Các cây ưu thế ở tán rừng phần lớn là các cây lá rộng thường xanh.

Có thể thấy rằng, rừng ôn đới có kích thước tương đối lớn, che phủ kín và thành phần loài cũng phong phú. Rừng ở đai này có trữ lượng lớn thuộc loại rừng giàu. Các cây lá kim có mặt nhiều loài, nhưng về tỷ lệ cá thể thấp và chưa thể gọi là rừng hỗn giao. Trên các địa hình mỏm núi, sườn dốc, rừng có cấu trúc đơn giản và kích thước nhỏ.

21. Trảng cây bụi, cỏ thứ sinh

Canh tác theo kiểu nương rẫy là hình thức canh tác chính của dân tộc Xu Đăng, De, Tieng Re, ...ở vùng cao này. Trảng cây bụi thứ sinh được hình thành trên đất canh tác bỏ hoang. Cường độ canh tác không mạnh nên các cây bụi tái sinh khá nhanh. Trảng cây bụi phân bố dưới độ cao 2.000m.

B. Thảm thực vật trồng.

Do mục đích kinh tế, con người đã khai phá thảm thực vật tự nhiên lấy đất trồng trọt. Nhiều khu vực đã trở thành vùng cây trồng ổn định với các giống cây thích nghi với điều kiện địa phương. Quá trình canh tác đã làm sai khác đi tính chất tự nhiên của vùng, trong đó biến đổi mạnh nhất là đất, chế độ nước và điều kiện vi khí hậu. Thảm thực vật bao gồm rừng trồng, hoa màu và nương rẫy, lúa nước, thảm thực vật ở khu dân cư, cây công nghiệp và cây ăn quả.

22. Rừng trồng.

Rừng trồng chủ yếu trên đất địa đới và phi địa đới, trên đất địa đới chỉ có diện tích không đáng kể. Cấu trúc của rừng trồng thường đơn giản: chỉ có một tầng cây gỗ và khi tầng cây gỗ nhỏ thường có tầng cỏ hay cây bụi. Độ cao của rừng trồng tùy thuộc vào lứa tuổi nhưng cũng ít khi vượt quá 15 - 20m, độ che phủ của rừng trong trường hợp rừng thuần thục cũng đạt đến 80 - 90% còn khi non thường thấp.

Các cây được trồng trên đất địa đới có các loại Bạch đàn (*Eucalyptus* spp.), Các loại keo (*Acacia* spp.), Thông 2 lá *(Pinus merkusiana)* ở vùng núi khô hạn và phổ biến ở Bắc Trung bộ.

Trên đất phi địa đới (đất cát biển) chủ yếu là rừng *Casuarina equisetifolia* (Phi lao). Các cây khác như Keo lá chàm, Bạch đàn cũng được trồng chỉ có diện tích nhỏ.

Trên đất nội địa đới chỉ có một vài điểm trồng các cây của rừng ngập mặn còn trên đất ngập ngọt hoàn toàn không có.

23. Hoa màu và nương rẫy.

Nương rẫy phân bố rải rác ở vùng núi, diện tích của chúng không ổn định. Trên nương rẫy có các cây như Lúa nương, Ngô, Khoai, Sắn, Rong giềng, các loại Đậu.... Sau một thời gian nương rẫy bỏ hoang và thay thế bằng trảng cỏ và sau đó là trảng cây bụi thứ sinh.

Hoa màu được trồng trên đất có địa thế cao ở đồng bằng và trên vùng cát ẩm. Các cây trồng chủ yếu là màu như: Khoai, Đậu, các loại rau, Thuốc lá, Lạc...các cây màu được trồng chủ yếu vào mùa mưa.

24. Lúa nước và Cói trồng

Lúa nước có diện tích không lớn ở dải duyên hải miền Trung. Lúa có ở đồng bằng phù sa dọc ven biển nhưng đáng kể nhất là đồng bằng Thanh - Nghệ và đồng bằng Tuy Hòa. Lúa thường trồng 3 vụ nhưng khu vực khô hạn thường trồng 2 vụ hoặc 1 vụ.

Cói trồng chỉ có một diện tích nhỏ ở Nga Sơn (Thanh Hóa) và rải rác một số diện nhỏ ở Quảng Ngãi - Bình Định trên đất mặn đang được cải tạo dần.

25. Cây trồng ở khu dân cư

Khu dân cư phân bố rải rác dọc ven biển. Trong khu dân cư có các cây trồng lấy bóng mát như Bàng, Xà cừ ; các cây ăn quả, cây lấy gỗ như Xoan, Tre, Dừa, Mít, Nhãn, Xoài ; đôi khi còn là hoa màu. Độ che phủ của thảm cây trồng trong khu dân cư không đồng nhất. Vùng nông thôn thường có độ che phủ cao hơn khu vực thành thị.

26. Cây công nghiệp và cây ăn quả

Cây công nghiệp có cao su được trồng trên đất bazan ở Quảng Trị và một diện tích nhỏ ở Bình Thuận. Cây điều hay đào lộn hột có rải rác từ Bình Định đến Bình Thuận và trồng tập trung trên đất cát.

I.3.2. Mối quan hệ giữa thảm thực vật và dòng chảy

Mối liên hệ giữa thảm thực vật và các nhân tố khác của môi trường là mối quan hệ nhân quả. Lũ lụt và một vài tai biến khác như sạt lở đất đá, bờ sông, bờ biển, gió lốc,... có những mối liên quan nhất định đối với thảm thực vật. Việc duy trì được cân bằng giữa chúng cũng góp phần giảm nhẹ thiên tai, thiệt hại cho xã hội.

Có thể nhận thấy rằng ngày nay thiên tai ngày càng xuất hiện nhiều gắn liền với các giá trị cực đoan của thời tiết. Cùng với sự can thiệp sâu của con người vào tự nhiên: phá rừng, khai thác đất canh tác, ngăn đầm nuôi tôm, khai thác khóang sản và các tài nguyên khác... thì mức độ hiểm hoạ càng tăng. Ở đây chúng tôi trình bày một số quan hệ giữa thảm thực vật và môi trường liên quan đến thiên tai lũ lụt nhằm góp phần đưa đến đến một vài giải pháp hạn chế những thiệt hại do thiên tai lũ lụt gây ra.

1. Quan hệ giữa thảm thực vật và đất (xem đất là 1 tác nhân sinh dòng chảy mặt lớn)

Trong các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung tồn tại các kiểu thảm thực vật chính: trên địa hình thoát nước tốt, dưới 800m hay 1.000m có rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiệt đới ẩm, rừng rụng lá, rừng thưa cây lá rộng, lá kim, từ 700 (hay 1.000m) đến 1.600m có rừng kín cây lá rộng thường xanh á nhiệt đới ẩm, rừng thưa cây lá kim, trên 1.600m có rừng kín cây lá rộng ôn đới ẩm; ở các vùng trũng ngập nước có rừng đầm lầy hay các trảng cỏ chịu ngập; trên các đụn cát có các truông cây bụi lá cứng hay rừng thưa. Ngoài ra, còn có hàng loạt các kiểu thảm

thứ sinh nhân tác như rừng Tre nứa, trảng cây bụi, cỏ; các quần xã cây trồng. Dưới các kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh có lớp đất dày hơn một mét với tầng mùn trên bề mặt. Đất có cấu trúc tốt, xốp bở, thoát nước tốt nhưng cũng thấm và trữ nước tốt. Đất được xem như giá đỡ, nơi cung cấp nước và thức ăn cho cây qua hệ thống rễ. Một thảm thực vật với các cây có kích thước lớn không thể tồn tại trên một lớp đất mỏng được. Đặc biệt, nguồn nước cung cấp cho các cây trong quá trình toát hơi vô cùng lớn, trong điều kiện khí hậu có một mùa khô thì vai trò dự trữ nước của tầng đất càng trở nên vô cùng quan trọng. Ngược lại, thảm thực vật cũng có ảnh hưởng quan trọng không kém đến đất. Sự phát triển của hệ rễ cây đang sống và sự tích đọng các sản phẩm của hệ thống rễ cây chết đi trong nhiều thế hệ, các chất sinh ra, tích đọng trong quá trình phong hóa sinh học đã dần làm sâu dày tầng đất. Hệ thống các tầng cây, với hệ thống lá dày dặc, hạn chế sự tác động trực tiếp của hạt mưa, gió, dòng chảy mặt đến đất, ngăn cản quá trình xói mòn đất, làm chậm đi sự tập trung nước trong các lưu vực..

Khi con người phá hủy thảm thực vật, hay thay thế chúng bằng các kiểu thảm trồng với cấu trúc đơn giản hơn thì cân bằng giữa tầng dày đất và thảm bị phá vỡ.

Nghiên cứu mối liên quan giữa thảm thực vật và đất trong mối quan hệ với mưa, dòng chảy ở Việt Nam được thể hiện trong các tính toán về xói mòn đất.

Theo tính toán trên lý thuyết của Chu Đình Hoàng một loại đất xốp vừa phải (khoảng 50%) với tầng dày 1 m thì có thể chứa được khoảng 1.800 - 2.000 m^3 nước trên 1 ha nếu mức ẩm hiệu quả là 20% so với đất khô kiệt. Nghĩa là một trận mưa khoảng 180 mm là có thể ngấm vào đất hết. Tác giả cũng nêu lên vai trò của rừng đối với tốc độ thấm của nước. Khi đất không bị phá vỡ kết cấu tốc độ thấm đạt 3 - 4 mm/phút. Khi đất bị phá vỡ kết cấu do mưa làm kết váng bề mặt hay do lý do nào đấy thì tốc độ thấm chỉ còn rất nhỏ 0,2 - 0,3 mm/phút [27].

Theo đo đạc của Nguyễn Quang Mỹ tại Tây Nguyên (1984) trên đất dốc 5^0 được trồng lạc với độ che phủ 10 - 15% thì lượng xói mòn đất là 89,2 tấn/ha.năm, khi độ che phủ tăng lên 50 - 80% thì lượng đất bị xói mòn giảm từ 10 - 60 lần. Dưới tán thảm cà phê có độ che phủ trên 85% lượng xói mòn không đáng kể, chỉ khoảng 0,1 tấn/ha.năm [59].

Theo các tác giả nghiên cứu về trữ lượng nước trong đất của Việt Nam [116, 117] thì trữ lượng chứa nước của 1m đất thì thấp nhất là 160mm (đất xám trên cát

kết), còn các đất khác đều đạt đến 300 - 400 mm.

Như vậy, từ các con số đã nêu có thể đi đến một nhận định : thảm thực vật có vai trò quan trọng trong bảo vệ cấu trúc, tầng dày, thành phần hóa học của đất. Thảm thực vật và lớp đất đã giữ lại một lượng nước khá lớn góp phần điều tiết nước cho lưu vực.

2. Quan hệ giữa thảm thực vật và dòng chảy mặt

Theo công thức cân bằng nước của Vưxôxki G.N của một khu vực đất nổi là:

$$N = A + F + V + T$$

Trong đó : N : lượng mưa

A: dòng chảy mặt

F: dòng chảy trong thổ nhưỡng

V: bốc hơi vật lý từ bề mặt đất và các vật thể khác

T: thoát hơi từ thực vật

Cấu trúc của thảm thực vật ảnh hưởng đến cán cân nước :

- Nước mưa trước khi rơi xuống đất bị giữ lại một phần ở tán lá và thân cây, số lượng nước này dần bốc hơi vật lý vào không khí. Rừng có cấu trúc càng nhiều tầng, mật độ lá càng lớn thì lượng nước được giữ lại càng lớn.

- Sau khi bị giữ lại một phần ở tán và thân cây, nước tiếp tục rơi xuống đất thấm vào đất hay thấm sâu hơn theo hệ thống rễ cây. Phần lớn nước được giữ lại trong đất dưới dạng nước mao quản và nước trọng lực. Tổng lượng nước này phụ thuộc vào tầng dày, thành phần cơ giới của đất. Đất có thành phần cơ giới sét trữ nước tốt nhất [156]. Các đất ở Việt Nam có độ trữ ẩm khá lớn: Ferralsols có độ chứa ẩm cực đại từ 40,4 - 48,5% trọng lượng, thấp nhất là Acrisols trên phù sa cổ cũng chứa tới 21,0 - 38,0% trọng lượng đất. Các đất ở Việt Nam có tỷ trọng 2,49 - 2,83 (g/cm^3) [156] có nghĩa là sức chứa của $1m^3$ đất gần được $1m^3$ nước. Sau một thời kỳ khô một phần nước trong đất đã bị bốc hơi đi, nếu như mưa nhỏ và ngắt quãng, đất được bảo vệ, che chắn tốt, quá trình thấm từ từ với sức chứa lớn đất hạn chế tối đa dòng chảy mặt.

- Sau khi đất bão hòa nước (hay tầng mặt bão hoà nước) dòng chảy mặt được hình thành.

- Nước trong đất sẽ cung cấp cho dòng chảy ngầm, nước ngầm, chi phí cho bốc hơi vật lý và cây sử dụng dần trong quá trình quang hợp và thoát hơi.

Bản chất điều tiết dòng chảy của thảm thực vật là cùng với cấu trúc thổ nhưỡng giữ lại một phần nước mưa sau đó cung cấp một cách từ từ cho dòng chảy. Bùi Ngạnh, Nguyễn Ngọc Đích khi nghiên cứu môi liên quan giữa cấu trúc thảm thực vật với mưa và dòng chảy trong một khu rừng cây lá rộng thường xanh nhiệt đới có độ tàn che trung bình 0,7 - 0,8 (độ che phủ đất của tầng cây gỗ 70 - 80%), trên địa hình có độ dốc 10 - 15^0 tại Hữu Lũng (Lạng Sơn) đã cho thấy rừng giữ lại 6,5 - 15,8% lượng mưa năm tại tán lá, làm giảm dòng chảy mặt hơn 40 lần so với đất trống [59]

Năm 1986, Phạm Ngọc Dũng đã công bố kết quả về nghiên cứu cường độ mưa dưới một số tán cây trồng ở Tây Nguyên. Dựa trên số liệu mưa của 11 năm, tác giả nhận định mưa ở Tây Nguyên là những trận mưa có cường độ vài mm/phút, mạnh trong những thời gian đầu trận mưa. Lượng mưa trong 10ph, 30ph và 60 phút đầu chiếm 63 - 84% tổng lượng mưa trận. Mặc dù cường độ mưa lớn nhưng các cây trồng như chè, ngô, đậu đỗ, lúa đều làm giảm đi 32,8 - 62,5% cường độ mưa. Dưới tán cây cà phê đang ở thời kỳ cho thu hoạch giảm trên 35% [5]. Thực nghiệm về trồng các cây bộ đậu dưới tán cây chè trồng trên sườn đất dốc 10 - 15^0, kéo dài 100 m cho thấy hệ số dòng chảy giảm 15 - 16% so với đối chứng không có xen cỏ [20]. Trần Ngọc Lung [53] khi xây dựng các rừng phòng hộ ở Bắc Thái, hồ Dầu Tiếng đã giới thiệu hệ thống phân loại rừng theo chức năng phòng hộ trên cơ sở điều tiết nước tổng hợp của thảm thực vật (tán lá, thảm tươi, thảm mục, hệ rễ). Hệ thống phân loại dựa theo 3 chỉ tiêu: số lượng tầng, độ tàn che và cấu trúc tổ thành. Hệ thống phân loại này cùng với các số liệu về độ dốc, lượng mưa và tính chất của đất là cơ sở để thành lập bản đồ xung yếu của lưu vực.

Trên cơ sở số liệu đo đạc thực nghiệm 3 năm, trong khu rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới và rừng trồng ở Kônplong, nơi có lượng mưa 2.000 mm/năm, cho thấy lượng mưa được giữ ở tán rừng kín thường đạt từ 5,72 - 11,67%, ở diện tích rừng trồng 4,39 - 9,8% [27].

Trần Thanh Xuân [95] khi đề xuất các giải pháp phi công trình đã đưa ra các ý kiến về tỷ lệ diện tích rừng phòng hộ khoảng 50 - 70% trong đó rừng phòng hộ chiếm khoảng 30% mới đảm bảo an toàn về môi trường trong các lưu vực. Trong thiết lập rừng phòng hộ, tác giả nêu ra các chỉ tiêu như vị trí, diện tích, cấu trúc các

đai theo các điều kiện cụ thể của địa hình. Để phân cấp xung yếu cho lưu vực tác giả đề nghị chia thành các cấp theo thảm thực vật như sau:

- Rất xung yếu: thảm là dạng cây bụi, cỏ thưa, tàn che dưới 0,3, đất trống

- Xung yếu: cây bụi, cỏ tranh, lau, lách có tàn che trên 0,3, rừng trồng thuần loại, vườn trái cây, cây công nghiệp chưa khép tán

- Ít xung yếu: rừng 2 tầng, độ tàn che 0,3 - 0,6, rừng trồng cây công nghiệp, cây ăn quả, rừng Tre nứa, rừng non mới phục hồi, độ tàn che trên 0,6

- Không xung yếu: rừng 3 tầng, có độ tàn che 0,3 - 0,6, rừng 2 tầng tàn che trên 0,7.

- An toàn: rừng 3 tầng tán, tàn che trên 0,7.

Mặc dù các cơ sở số liệu, kết quả nghiên cứu còn sơ lược và không chi tiết được đến từng thành phần của cán cân nước nhưng có thể nhận định thảm thực vật có vai trò nhất định trong điều tiết nước của một lưu vực. Vai trò này lớn hay nhỏ còn phụ thuộc vào đặc điểm của chế độ mưa, địa hình và phụ thuộc vào cấu trúc hiện tại của thảm thực vật. Khu vực có lượng mưa lớn, biến động mạnh, tập trung, địa hình dốc thì cần có một thảm thực vật có cấu trúc tốt với diện tích lớn thì mới hạn chế được những tai biến do dòng chảy mặt gây ra.

Hiện trạng che phủ rừng của các lưu vực dải duyên hải miền Trung

Cũng như tình hình của toàn quốc, rừng của các khu vực dải duyên hải miền Trung đã có những biến động mạnh mẽ. Vào năm 1943 rừng che phủ hầu như diện tích đồi núi của khu vực. Theo Maurand [58], hiện nay tỷ lệ che phủ của Việt Nam lúc này là 43,8%, trong đó Bắc bộ, 68,0%; miền Trung, 44,0%; Nam bộ, 13,0%. Sự tăng dân số cùng với nhu cầu lương thực, thực phẩm, nhà ở, gỗ xây dựng đã làm giảm đi diện tích lớn của rừng. Theo số liệu đã công bố diện tích rừng của các khu vực có nhiều thay đổi (bảng 3.7).

Như vậy từ năm 1943 đến năm 1983 rừng bị suy giảm nhanh chóng và từ năm 1983 đến nay diện tích rừng tăng lên nhờ trồng rừng và tái sinh rừng. Dù cho chất lượng rừng xấu hay tốt thì tỷ lệ che phủ rừng còn thấp hơn so với mức độ an toàn 50 - 70% trong đó rừng phòng hộ phải có độ che phủ 30%. Để đi đến một giải pháp chống lũ lụt tổng hợp cho các lưu vực sông miền Trung thì việc tăng số lượng, chất lượng rừng cũng là một trong số những công việc cấp bách và khó khăn, nhưng cần phải triển khai thực hiện.

Bảng 3.7: Diện tích rừng các tỉnh dải duyên hải miền Trung

Các tỉnh	Năm 1983 [115] Rừng tự nhiên (ha) Rừng trồng (ha) Độ che phủ (%)	Năm 1993 [118] Rừng tự nhiên (ha) Rừng trồng (ha) Độ che phủ (%)	Năm 2000 [120] Đất lâm nghiệp có rừng(ha) Độ che phủ (%)
Toàn quốc	7.394.600,0 422.300,0 23,6	8.630.965,0 553.318,0 27,7	11.575.400,0 35,2
Thanh Hóa	346.800,0 49.300,0 35,6	286.654,0 45.820,0 30,4	430.400,0 38,8
Nghệ An	670.200,0 38.800,0 31,5	507.052,0 29.558,0 32,7	685.500,0 41,7
Hà Tĩnh		164.515,0 24.055,0 31,1	240.500,0 39,6
Quảng Bình	547.100,0 45.300,0 32,3	223.344,0 20.546,0 30,5	491.300,0 61,0
Quảng Trị		81.875 11.960 20,4	149.800,0 31,6
Thừa Thiên - Huế		160.365,0 11.881,0 34,3	224.500,0 44,4
Đà Nẵng	208.500,0 5.700,0 17,9	451.369 ,0 16.160 39,0	51.800,0 41,2
Quảng Nam			430.000,0 41,3
Quảng Ngãi	190.000,0 7.800,0 15,9	56.051,0 12.188,0 11,6	144.200,0 28,1
Bình Định		150.193,0 7.200,0 25,9	193.700,0 32,1
Phú Yên	248.900,0 2.900,0 25,4	157.632,0 1.250,0 30,1	165.900,0 32,9
Khánh Hoà		156.835,0 1.770,0 30,1	180.700,0 34,8
Ninh Thuận	346.100,0 1.600,0 30,4	154350,0 8.000,0 47,3	157.300,0 46,8
Bình Thuận		434.143,0 3.300,0 54,7	379.400,0 48,5

I.4. TÁC ĐỘNG CỦA ĐẶC TRƯNG HÌNH THÁI LƯU VỰC ĐẾN HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY LŨ DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I.4.1. Đặc trưng hình thái lưu vực

Các kiểu địa hình, cấu tạo sơn văn, vị trí địa lý... là điều kiện quy định mạng lưới sông suối trong từng lưu vực và đó cũng chính là các nhân tố điều tiết tổng hợp nguồn nước rơi xuống bề mặt lưu vực thể hiện ở độ thấm, khả năng trữ nước và bốc toát hơi cùng các quy luật vận động của nó. Đây là nhân tố ảnh hưởng rất lớn đến việc hình thành dòng chảy trong sông và đặc biệt là dòng chảy lũ. Việc xác định vai trò của các yếu tố mặt đệm thể hiện qua đặc trưng mạng lưới sông suối trên lưu vực là rất cần thiết trong việc nghiên cứu dòng chảy lũ và đưa ra các biện pháp làm giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai lũ lụt gây ra.

Địa hình vùng nghiên cứu dài và hẹp, phía Tây là dãy Trường Sơn cao từ 1000m đến 2000m chạy dài từ Bắc vào Nam, miền Trung bị chia cắt bởi các dãy núi chạy ra biển, phía Đông là biển Đông. Nhiều nơi núi và biển rất gần nhau tạo thành vùng núi giáp biển. Sự phân cắt địa hình đã tạo nên các tiểu vùng khí hậu có đặc thù riêng biệt :

- Từ Thanh Hóa vào tới Hà Tĩnh
- Từ Đèo Ngang tới đèo Hải Vân
- Từ Đèo Hải Vân đến đèo Cả
- Từ Đèo Cả vào tới núi Dinh

Sự phân cắt địa hình theo chiều dọc của dải miền Trung tạo nên mạng lưới sông suối khá dày đặc với mật độ lưới sông trung bình đạt 0,67km/km^2, nhưng chủ yếu là các lưu vực nhỏ. Với diện tích 95.520 km^2 (chiếm 28,9% diện tích toàn lãnh thổ Việt Nam) nhưng có tới 71 lưu vực sông (chiếm 72,6% tổng số lưu vực sông trên toàn lãnh thổ). Tính trung bình cứ 20 km đường bờ biển lại xuất hiện 1 cửa sông nhưng trong tổng số này chỉ có 4 lưu vực có diện tích lớn hơn 10.000km^2 nhưng tổng diện tích của 4 lưu vực này là 59.580km^2 chiếm 55,8% vùng nghiên cứu, 19 lưu vực có diện tích lớn hơn 1.000km^2 có diện tích là 32.586km^2 chiếm 30,53% diện tích tự nhiên vùng; còn chủ yếu là các lưu vực nhỏ có diện tích dưới 500km^2. Như vậy có thể thấy rằng mặc dù số lượng ít nhưng các lưu vực sông sinh

lũ và gây lũ đối với các đồng bằng thấp ven biển lại là các lưu vực sông lớn như sông Mã, sông Cả, sông Thu Bồn, sông Ba.

Cùng với sự phân cắt địa hình theo chiều dọc, vùng nghiên cứu còn có sự biến đổi về địa hình miền Trung từ Tây sang Đông rất lớn bao gồm các loại địa hình khác biệt :

- Vùng núi cao chiếm (30 - 45)% diện tích tự nhiên với các loại đá vôi, bazan, granit...
- Gò đồi chiếm (45 - 55)% diện tích
- Đồng bằng ven biển chiếm (5 - 10)% diện tích
- Cồn cát ven biển chiếm từ (3 - 6)% diện tích có chiều cao lớn vượt hơn hẳn so với vùng đồng bằng ở phía trong, luôn không ổn định.

Địa hình núi cao chạy sát biển nên đặc điểm nổi bật của các sông suối ở đây là các sông ngắn và rất ngắn. Trong tổng số các sông có cửa riêng biệt có tới 39 sông chiều dài cực ngắn (dưới 50km) chiếm tới 56,5% và 19 sông ngắn (chiều dài sông dưới 100km) chiếm 27,5%. Sông dài nhất thuộc trong vùng nghiên cứu là sông Ba (388km). Hầu hết các sông có chiều dài trên 100km đều xuất phát từ độ cao 900m, các sông dài trên 50km từ độ cao trên 500m. Các lưu vực sông lớn có diện tích lớn hơn 1.000km^2 độ cao bình quân lưu vực dao động từ (400 - 600)m, còn đối với các lưu vực nhỏ diện tích dưới 1.000km^2 thì độ cao bình quân lưu vực cũng nằm trong khoảng (100 - 400)m. Mặc dù độ cao bình quân lưu vực thường lớn, nhưng độ dốc bình quân của các lưu vực này thường đạt giá trị không cao, dao động trong khoảng (15 - 25)%. Có tới 30 lưu vực sông có độ dốc bình quân lưu vực lớn hơn 15%, chiếm 68,2% (tính tới đường đồng mức 100m). Độ dốc lòng sông vùng thượng du khá lớn, đạt tới 25 - 35$^0/_{00}$ nhưng xuống hạ du lại rất thoải, thường dưới 15$^0/_{00}$. Hầu như các sông ở đây không có phần trung lưu mà sau khi ra khỏi miền núi xuống dải đồng bằng hẹp và nằm ngang ven biển rồi đổ trực tiếp vào Biển Đông hoặc các đầm phá vũng vịnh thông qua các cửa sông. Vì vậy thời gian hình thành lũ và tập trung lũ nhanh, gây ra lũ bất ngờ là điểm đặc trưng của các sông dải duyên hải miền Trung. Đây là điểm cần chú ý trong quá trình nghiên cứu nhằm đề xuất và đưa ra các giải pháp hạn chế phòng chống lũ.

Sông ngắn và thường chảy qua (75 - 90)% diện tích đồi núi, chia cắt bề mặt nhỏ nên mạng lưới sông suối vùng miền Trung phát triển khá dày, trung bình đạt 0,67km/km^2. Các lưu vực thuộc đèo Ngang đến đèo Hải Vân có mạng lưới sông suối phát triển nhất, trung bình đạt 0,87km/km^2. Khu vực cực Nam Trung bộ có mạng lưới sông suối kém phát triển nhất với mật độ lưới sông là 0,42 km/km^2. Hai khu vực còn lại (gò đồi Bắc Trung bộ và Nam Trung bộ có mạng lưới sông suối tương tự nhau 0,65 km/km^2. Hình dạng lưu vực các sông miền Trung bao gồm: dạng bàu tròn với mạng lưới sông suối phát triển tia toả, dạng sông phần thượng lưu tia tỏa tập trung về hạ du theo 1 dòng ra biển và dạng sông hình lông chim với chiều dài lưu vực lớn gấp nhiều lần so với chiều rộng lưu vực...

Hình dạng lưới sông giữ một vai trò quan trọng trong quá trình tập trung nước, đặc biệt là hình thành và tập trung lũ. Cùng một lượng dòng chảy, cùng một chế độ nước sông, song lũ có thể hình thành và phát triển khác nhau tạo lũ đơn, lũ kép hoặc lũ tổng hợp phức tạp gây ngập lụt một phần phụ thuộc vào hình dạng lưới sông. Phân tích hình dạng mạng lưới sông khu vực nghiên cứu cho thấy có 3 dạng chính:

- ***Dạng lông chim*** : là hệ thống sông gồm có 1 sông chính chảy ở giữa, còn các phụ lưu lần lượt ở hai bên bờ sông. Dạng lưới sông này chỉ gây ra lũ đơn hay lũ bộ phận nên khi về đến hạ lưu sóng lũ thường giảm đi và ít gây tác hại. Tiêu biểu cho dạng lông chim là hệ thống sông Gianh, sông Cả, sông Ba.

- ***Dạng song song***: là dạng lưới sông gồm một dòng chính và một phụ lưu lớn chảy song song khi tới hạ lưu mới đổ vào sông chính, còn các phụ lưu khác không đáng kể do đó lũ ở hạ lưu có thể là lũ kép, nghĩa là ngoài lũ do dòng chính truyền về có lũ của phụ lưu lớn kết hợp từ thượng lưu tạo thành lũ lớn khá đột ngột gây tác hại mạnh. Điển hình của mạng lưới sông dạng song song là hệ thống các sông Kiến Giang - Đại Giang, sông Mã - sông Chu, sông Lũy - sông Mao...

- ***Dạng nan quạt***: là dạng lưới sông gồm một dòng chính ở giữa, các phụ lưu lớn chảy song song hai bên tả, hữu ngạn và chỉ ở hạ lưu trước khi đổ ra biển mới nhập vào dòng chính nên ở hạ lưu thường là lũ kép hoặc lũ hoàn toàn. Do tập trung lũ của dòng chính và các phụ lưu dồn về nên lũ thường lớn và đột ngột dễ gây lũ lớn ở hạ lưu. Điển hình cho dạng nan quạt là hệ thống các sông Thu Bồn, sông Côn, sông Đà Rằng, sông Cái (Phan Thiết).

Các sông nhỏ đều chảy khá thẳng, có hệ số uốn khúc đạt dưới 1,5 nhưng đối với các sông lớn do chảy qua nhiều miền địa hình và các nếp uốn nên hệ số uốn khúc thường cao.

Các đặc trưng hình thái lưu vực sông suối (bảng 2.10) đã trình bày ở trên đã tác động tới quá trình sinh dòng chảy, đặc biệt là dòng chảy mặt (dòng chảy lũ), thông qua sự phân bố và quy mô các miền địa hình thái xác định diện tích lưu vực, chiều dài sườn, chiều dài dòng chảy, mật độ lưới sông :

* Độ cao, quy mô và sự sắp xếp các hình thái núi thể hiện qua hình dạng bồn thu nước của các lưu vực. Độ cao núi, quy mô và sự sắp xếp tự nhiên của các dãy núi tạo nên các hướng đón gió thuận lợi gây mưa và cùng với sự tăng của lượng mưa, lượng dòng chảy (đặc biệt là dòng chảy mặt) cũng tăng rất cao. Hình thế núi cao hoặc trung bình sắp xếp theo dạng hình cung, hình phễu của bồn thu nước tạo nên các lưu vực rộng, khả năng đón gió tạo nên lượng mưa phong phú trên lưu vực. Điển hình là vùng Quảng Trị - Thừa Thiên - Huế, Quảng Nam - Đà Nẵng, Quảng Ngãi - Bình Định. Dọc theo khu vực này là các tâm mưa rất lớn của miền Trung như Tà Lương (X_0 = 4000 - 4500mm), Hải Vân - Bạch Mã (X_0 = 8000)mm, Trà My (X_0= 3500mm), Ba Tơ Giá Vực (X_0 = 3500mm). Và đây cũng là khu vực có moduyn dòng chảy năm và dòng chảy lũ lớn nhất lãnh thổ nước ta.

* Độ cao địa hình càng lớn, gradien địa hình càng có giá trị cao, và biến đổi nhanh, nhất là trên các sườn, mức phân cắt xâm thực lớn... tạo nguy cơ rất lớn về lũ đối với các bồn thu nước rộng, dòng chảy ngắn, hẹp trong vùng núi cao. Mặt khác độ dốc và chiều dài sườn chi phối khả năng thấm, tốc độ thấm nước của đất và chi phối vận tốc dòng. Sự thay đổi đột ngột độ dốc là một trong những tác nhân có tác động lớn và rất mạnh đối với dòng chảy lũ, đặc biệt là lũ quét. Đối với các lưu vực có diện tích hứng nước nhỏ, sông ngắn, độ dốc địa hình lớn... tác động trực tiếp đến thời gian tích và truyền nước trên lưu vực. Điển hình cho tác động của độ dốc tới dòng chảy đặc biệt là dòng chảy lũ là khu vực sông Quảng Trị, sông Hương, sông Trà Khúc, sông An Lão...

* Mật độ sông suối là một chỉ số về độ nhạy cảm của mặt đệm đối với dòng chảy lũ, đặc biệt là ngập lụt. Mật độ sông suối cao làm tăng ảnh hưởng của dòng chảy cũng như lượng dòng chảy, tăng nguy cơ lũ lụt. Tăng thêm khả năng mở rộng diện chịu lũ khi các cửa sông thoát nước hẹp và bị ngăn bởi các đê cát bên ngoài.

Vùng Quảng Trị - Thừa Thiên - Huế có mật độ lưới sông suối cao nhất so với toàn vùng và ở đây thường xuất hiện các dòng chảy dọc bờ biển nên tần suất ngập lụt ở khu vực này rất cao.

* Các yếu tố mặt đệm có ý nghĩa quyết định tới phân phối lượng nước rơi trên bề mặt (mưa) thành dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm tầng nông. Qua tỷ lệ phân chia dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm thể hiện khả năng tập trung nước trên bề mặt lưu vực và vấn đề sinh lũ trên lưu vực. Quan hệ giữa nước mặt và nước ngầm được thể hiện qua chỉ tiêu hệ số điều tiết tự nhiên.

Hệ số điều tiết tự nhiên (φ) : Khả năng điều tiết phụ thuộc vào đá mẹ, tính thấm của đất và độ che phủ trên bề mặt lưu vực.

Theo tính toán hệ số điều tiết tự nhiên của GS. Ngô Đình Tuấn cho toàn lãnh thổ Việt Nam [88], hệ số khả năng điều tiết tự nhiên của các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung được chia thành:

Có thể thấy rằng hệ số điều tiết tự nhiên của các lưu vực sông miền Trung phản ánh khả năng sinh lũ của các lưu vực khác nhau:

- Khu vực gò đồi Thanh Hóa - Nghệ An có địa hình thấp, các sông tập trung trong lưu vực lớn nên khả năng điều tiết lưu vực khá với φ dao động từ 0,55 - 0,65.

- Khu vực từ Đèo Ngang vào tới đèo Hải Vân có khả năng điều tiết tự nhiên kém, với φ dao động từ 0,35 - 0,45. Đặc biệt lưu vực sông Ròn, khả năng điều tiết tự nhiên rất kém do lưu vực sông nhỏ và dốc thẳng ra biển. Đây là khu vực tập trung phần lớn diện tích đá vôi của toàn dải và thảm phủ rừng của khu vực qua các thời kỳ chiến tranh bị tàn phá rất nặng nề bởi các chất độc hóa học, diệt cỏ...

- Khu vực Đèo Hải Vân tới Bình Định có khả năng điều tiết lưu vực khá có φ dao động từ 0,55 - 0,65. Đây là vùng núi cao nhất dãy Trường Sơn và chủ yếu có cấu trúc dạng địa lũy uốn nếp khối tảng trên các đá granit, gơ nai, đá biến chất...

- Khu vực cuối cùng có khả năng điều tiết tự nhiên ở mức trung bình, φ = (0,45 - 0,55).

Qua hệ số điều tiết tự nhiên trên lưu vực cho thấy quá trình sinh lũ của khu vực từ đèo Ngang tới đèo Hải Vân thuận lợi nhất và có thể thấy rằng nguy cơ xảy ra lũ lớn ở khu vực này rất cao.

Bảng 3.8 : Hệ số điều tiết tự nhiên các lưu vực sông chính dải duyên hải miền Trung

STT	Sông	Khả năng điều tiết
1	Mã	Hệ số điều tiết khá
2	Cả (bờ trái)	Hệ số điều tiết khá
3	Cả (bờ phải)	Hệ số điều tiết rất tốt
4	Ròn	Hệ số điều tiết rất kém
5	Gianh	Hệ số điều tiết kém
6	Kiến Giang	Hệ số điều tiết kém
7	Bến Hải	Hệ số điều tiết kém
8	Quảng Trị	Hệ số điều tiết kém
9	Hương	Hệ số điều tiết tốt
10	Thu Bồn	Hệ số điều tiết khá
11	Trà Bồng	Hệ số điều tiết khá
12	Trà Khúc	Hệ số điều tiết khá
13	Vệ	Hệ số điều tiết khá
14	An Lão	Hệ số điều tiết khá
15	Côn	Hệ số điều tiết trung bình
16	Hà Thanh	Hệ số điều tiết trung bình
17	Ba	Hệ số điều tiết trung bình
18	Cái (Ninh Hoà)	Hệ số điều tiết trung bình
19	Cái (Nha Trang)	Hệ số điều tiết trung bình
20	Cái (Phan Rang)	Hệ số điều tiết trung bình
21	Lũy	Hệ số điều tiết trung bình
22	Dinh	Hệ số điều tiết trung bình

I.4.2. Đặc điểm hình thái cửa sông và đầm phá ven biển miền trung

1. Đặc điểm hình thái cửa sông

Đặc điểm hình thái các cửa sông giữ vai trò quan trọng trong nghiên cứu lũ lụt đặc biệt là vấn đề thoát lũ. Trên chiều dài gần 2.000km đường bờ biển từ Thanh

Hóa đến Bình Thuận có 71 cửa sông, tính trung bình cứ 20km có một cửa sông đổ ra biển. Hầu hết các sông trong khu vực nghiên cứu (trừ hệ thống sông Mã) đều đổ ra Biển Đông qua một cửa duy nhất và cửa sông hẹp. Phía trong cửa sông lòng sông được mở rộng đáng kể và có nhiều đảo tích tụ, do vậy khả năng tiêu thoát khi có lũ rất hạn chế. Bên cạnh đó dải đồng bằng ven biển hẹp và được ngăn cách với biển bởi dải cồn cát bị gió vun cao trên 10m, thậm chí 40 - 50m chạy suốt từ Đèo Ngang vào Bình Thuận. Đây là các nguyên nhân gây ngập lụt các vùng cửa sông mỗi khi có lũ.

Căn cứ vào chỉ tiêu phân loại cửa sông (dựa vào đặc trưng hình thái của chúng), trong dải duyên hải miền Trung bao gồm nhiều loại cửa sông khác nhau:

- Cửa sông liman (dạng bao tử): là dạng cửa sông tích tụ nhiều cồn, bãi, đảo, bãi giữa ở cửa sông. Hơn nữa phía ngoài nơi cửa sông đổ ra biển lại bị doi cát trước cửa chắn gây cản trở dòng chảy ra biển, làm luồng lạch bị biến động thường xuyên gây khó khăn cho việc thoát lũ. Tiêu biểu cho loại của sông này là cửa các sông Trà Khúc, sông Ba, sông Cái (Phan Rang), sông Đà Nông, sông Lũy.

- Cửa sông hình thước thợ: là khi sông đổ ra biển, dòng chảy song song với đường bờ do bị bar cát chắn ngoài làm cho tốc độ thoát nước mỗi khi có lũ cũng bị giảm đi. Điển hình cho loại này là các của sông Lại Giang, Cái (Phan Thiết), sông Bàn Thạch...

- Cửa sông hình phễu: là dạng cửa sông phía trong lòng sông thường nhỏ. Ở gần vị trí cửa sông đổ ra biển, lòng sông mở rộng hơn và đổ ra biển qua cửa sông có dạng hình phễu. Cửa sông hình phễu so với 2 loại của sông kể trên mức độ tiêu thoát nước tốt hơn mỗi khi có lũ. Điển hình là các cửa sông Lòng Sông (Bình Thuận), sông Phú Hội (Vạn Giả - Khánh Hòa), sông Siêm, sông Dực (Bình Định) và sông Hàn Giang (Đà Nẵng).

2. Đặc điểm các đầm phá ven biển miền Trung

Đầm phá là một dạng địa hình đặc trưng đối với khu vực nghiên cứu. Ngoài chức năng như một hệ sinh thái đặc biệt, việc đánh giá vai trò của đầm phá đối với việc điều tiết, thoát lũ cũng cần được quan tâm. Dọc theo dải duyên hải miền Trung từ Thừa Thiên - Huế đến Ninh Thuận có 12 đầm phá tiêu biểu chiếm 21% chiều dài đường bờ biển Việt Nam. Kích thước các đầm phá thể hiện trong bảng 3.9.

Theo hình thái động lực các đầm phá này được chia thành 3 kiểu:

- Kiểu nửa kín: Tam Giang - Cầu Hai, Trường Giang, Thị Nại, Cù Mông, Thủy Triều, Đầm Nại.
- Kiểu gần kín: Lăng Cô, Nước Mặn, Nước Ngột, Ô Loan.
- Kiểu đóng kín: An Khê, Trà Ổ.

Trong các kiểu này thì kiểu gần kín và đóng kín làm giảm khả năng thoát lũ mỗi khi có lũ lớn gây nên hiện tượng úng lụt kéo dài và ngập sâu trong các đồng bằng thấp ven biển.

Ngoài ra trong quá trình phát triển của đầm phá việc dịch chuyển, đóng và mở cửa đầm phá (đóng mở cửa Tư Hiền, Thuận An của đầm phá Tam Giang - Cầu Hai) vào các mùa mưa bão cũng như quá trình bồi lấp làm nông và thu hẹp diện tích đầm phá cũng là những nguyên nhân ảnh hưởng đến vấn đề tiêu thoát lũ và cần được đề cập nghiên cứu.

I.5. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ BỒI TỤ VÙNG CỬA SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I.5.1. Quan hệ của dòng chảy rắn với dòng chảy lũ miền Trung

Cát bùn là sản phẩm bào mòn phong hóa bề mặt lưu vực cuốn theo dòng chảy trong quá trình tuần hoàn của nước qua môi trường không khí, đất. Dòng chảy rắn trong sông được hình thành và chịu sự tác động của mưa rơi trên bề mặt lưu vực với các cấp cường độ khác nhau gây xói mòn bề mặt. Với lượng cát bùn được vận chuyển vào sông đã tạo nên cường suất của dòng nước gây ra việc bồi đắp hoặc phá hủy bờ sông.

Quy luật biến đổi độ đục nước sông rất phức tạp vì lượng cát bùn trong nước sông phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện khí hậu, các đặc điểm lưu vực (địa hình, địa chất, địa mạo, hình dạng sông, thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật,...) và tác động của con người trên bề mặt lưu vực phản ánh tình hình xâm thực bào mòn bề mặt lưu vực, tình hình bồi xói trong lòng sông. Các sông suối vùng duyên hải miền Trung có độ dốc địa hình lớn, chiều dài sườn dốc dài và lồi, lớp thổ nhưỡng mỏng do các đá gốc chủ yếu là các đá cứng như granit, riolit..., bị rửa trôi lâu năm nên các vật liệu đưa xuống sông thấp. Nếu như diện tích dải duyên hải miền Trung chiếm 28,9% lãnh thổ Việt

Bảng 3.9 Diện tích và kích thước các đầm phá ven bờ miền Trung Việt Nam

STT	Đầm phá	Diện tích (km^2)	Kích thước		Độ sâu (m)		Kích thước cửa (m)		
			Dài	Rộng	Trung bình	Lớn nhất	Dài	Rộng	Sâu
1	Tam Giang - Cầu Hai	216	68	2-10	1,6	4	Thuận An: 6000 Tư Hiền: 1000	350 100	2-11 1
2	Lăng Cô	16	1,6	4	1,2	2	1000	150	3-8
3	Trường Giang	36,9	14,7	4	1,1	2	500	500	4
4	An Khê	3,5	2,9	1,1	1,3	2	-	-	-
5	Nước Mặn	2,8	2,3	1,2	1,0	1,6	300	70	1,5
6	Trà ổ	14,4	6,2	2,1	1,6	2,2	5000	150	-
7	Nước Ngọt	26,5	8,5	3,1	0,9	1,4	2000	125	1,6
8	Thị Nại	50	15,6	3,9	1,2	2,5	1200	900	7
9	Cù Mông	30,2	17,6	2,2	1,6	3,5	300	350	5
10	Ô Loan	18	9,3	1,9	1,2	2	6300	50	1,5
11	Thuỷ Triều	25,5	17,5	3	-	-	-	1000	-
12	Đầm Nại	8	6	3,5	2,8	3,2	2500	500	4-6

Nam nhưng tổng lượng cát bùn của các sông trong khu vực hàng năm đưa ra biển chỉ chiếm 10% so với (200 - 250) triệu tấn cát bùn của cả nước ta. Số liệu quan trắc nhiều năm lượng độ đục trung bình của các sông suối dải duyên hải miền Trung dao động từ 100 - 300 g/m^3 và độ đục nước sông có thể phân hóa thành các vùng khác nhau:

- Vùng có lượng độ đục nhỏ nhất (với $\rho < 50$ g/m^3) được phân bố ở vùng núi cao dãy Trường Sơn như thượng nguồn sông Kiến Giang, sông Bến Hải. Đây là khu vực có độ dốc địa hình lớn, lớp vỏ phong hóa mỏng và lớp thảm phủ rừng bị tàn phá nặng nề nên không có các vật liệu xói mòn xâm thực trên bề mặt, độ đục nước sông nhỏ như trạm Kiến Giang (sông Kiến Giang) $\rho = 44$g/m^3.

- Lượng độ đục $\rho < 100$g/m^3 được phân bố ở vùng núi cao Trường Sơn và vùng hạ du vùng đồng bằng ven biển nơi địa hình tương đối bằng phẳng có lớp phủ thực vật và hệ cây trồng lúa nước, giảm sức tải của nguồn nước. Đặc trưng cho khu vực này là trạm Kẻ Gỗ (sông Rào Cái) $\rho = 93.9$g/m^3, trạm An Khê (sông Ba) $\rho = 98,9$g/m^3.

- Khu vực có lượng độ đục trung bình dao động từ (100 - 300)g/m^3 được phân bố ở những khu vực đồi gò dải duyên hải miền Trung - đây là cấp phân bố độ đục phổ biến nhất trong vùng nghiên cứu, như trạm An Chỉ (sông Vệ) $\rho = 155$g/m^3, trạm Sông Lũy (Sông Lũy) $\rho = 255$g/m^3...

- Đối với các lưu vực sông lớn có diện tích F > 10.000km^2, lượng độ đục nước sông lớn hơn hẳn với $\rho > 300$g/m^3.

Đặc điểm dòng chảy cát bùn được trình bày trong bảng 3.10

Độ đục trên các dòng sông có xu hướng tăng dần từ thượng du về hạ du. Các sông thuộc hệ thống sông lớn, sạt lở bờ sông xảy ra ở quy mô lớn, thường xuất hiện sau các trận lũ. Theo các tài liệu quan trắc cho thấy sạt lở bờ sông xuất hiện chủ yếu ở vùng trung và hạ du, đặc biệt là vùng hạ du do bị tác động của dòng chảy và ngập nước trong thời gian dài.

Cũng như dòng chảy lỏng, dòng chảy rắn cũng có sự phân hóa theo không gian, phụ thuộc nhiều vào yếu tố mặt đệm. Diện tích lưu vực có tác động rất lớn đến hệ số xâm thực bề mặt, diện tích và độ dốc lưu vực tăng, hệ số xâm thực ở lưu vực đó sẽ tăng lên.

1. Biến đổi dòng chảy cát bùn trong nhiều năm.

Lưu lượng cát bùn biến động mạnh qua các năm với hệ số $Cv_R > 0,7$. Nếu như biến động lượng dòng chảy trên sông dải duyên hải miền Trung Cv_Q dao động từ (0,3 - 0,45) thì biến động của dòng chảy cát bùn lớn hơn nhiều.

Bảng 3.10: Đặc điểm dòng chảy cát bùn trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung

TT	Trạm	Sông	F (km^2)	Lưu lượng cát bùn (kg/s)		Độ đục nước sông (g/m^3)	
				1978-1991	1992-2002	1978-1991	1992-2002
1	Yên Thượng	Cả	23.000	108	154	206	307
2	Quỳ Châu	Hiếu	1.500	13	12,4	181	139
3	Nghĩa Khánh	Hiếu	3.970	28	35,7	229	278
4	Thành Mỹ	Cái	1.850	10,3	32,5	97,2	189
5	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	29,9	74,0	120	196
6	Sơn Giang	Trà Khúc	2.440	16,5	46,2	114	173
7	An Chỉ	Vệ	814	5,91	14,0	86,8	149
8	An Hoà	An Lão	383		4,29		102
9	Bình Tường	Côn	1.510	8,63	11,6	121	142
10	An Khê	Ba	1.440		4,40		99,9
11	Củng Sơn	Ba	12.800	64,4	74,9	227	230
12	Đồng Trăng	Cái Nha Trang	1.244		6,88		70,6
13	Sông Lũy	Lũy	964		6,81		255

Độ đục nước sông tại từng khu vực phụ thuộc rất nhiều các yếu tố tự nhiên, hệ số biến thiên độ đục nước sông (Cvρ) qua các năm khá lớn với hệ số Cvρ đạt từ (0.3 - 0.6). So với lưu lượng cát bùn lơ lửng, sự biến động độ đục nước sông ổn định hơn do tác động của các yếu tố mặt đệm.

2. Biến đổi dòng chảy cát bùn trong năm

❖ *Lưu lượng cát bùn lơ lửng*

Cũng như dòng chảy nước, dòng chảy cát bùn cũng phân phối không đều trong năm.

- ***Mùa lũ***: Tổng lượng cát bùn trong mùa lũ trên các sông thường chiếm từ (75 - 90)% tổng lượng cát bùn cả năm. Lưu lượng cát bùn lớn nhất thường xuất hiện trùng với tháng có lượng dòng chảy lớn nhất nhưng tỷ trọng cát bùn trong tháng này chiếm từ (25 - 55)% lượng cát bùn cả năm. Lượng cát bùn tháng lớn nhất ở các trạm nằm trong tâm mưa, dòng chảy lớn chiếm tới 40 - 55% lượng cát bùn cả năm, còn đối với khu vực khác, tỷ lệ này là từ (25 - 35)%. Điều này thể hiển mức độ tập trung cát bùn rất lớn trong các tháng mùa lũ trên sông. Lượng cát bùn tập trung cùng với lượng dòng chảy lớn là tiền đề cho lũ quét xuất hiện, ngày càng lớn cả về lượng lẫn tần suất xuất hiện.

- ***Mùa kiệt***: Lưu lượng cát bùn mùa kiệt thường có giá trị rất nhỏ và ít biến đổi qua các tháng mùa kiệt. Lượng cát bùn nhỏ nhất kéo dài trong hai đến ba tháng, và có lượng cát bùn từng tháng chiếm dưới 1% lượng cát bùn năm.

Xét biến động của dòng chảy cát bùn trong năm (trung bình các tháng) cho thấy rõ vai trò chủ đạo của lượng mưa đối với sự thay đổi bùn cát lơ lửng trong sông. Trong mùa kiệt, lượng cát bùn trong sông rất nhỏ, tháng có lượng cát bùn lớn nhất thường gấp (25 - 50)lần so với tháng có lượng cát bùn nhỏ nhất ở vùng gò đồi có độ dốc nhỏ, tới (200 - 400)lần đối với vùng mưa ẩm và thậm chí đạt tới 800 lần ở vùng có khí hậu khô. Có thể thấy biến động dòng chảy cát bùn trong sông phụ thuộc rất lớn vào tính chất mưa.

❖ ***Độ đục nước sông***

Độ đục các sông suối nước ta có sự dao động mùa rất rõ ràng, chênh lệch giữa độ đục lớn nhất và độ đục nhỏ nhất tại các điểm quan trắc lên tới vài vạn lần.

- ***Mùa lũ :*** Mưa vừa tạo dòng chảy nước vừa tạo dòng chảy cát bùn và dòng chảy cát bùn trong mùa này chiếm từ (85 - 95)% lượng cát bùn toàn năm. Nếu lấy số tháng có độ đục trung bình tháng vượt trên độ đục trung bình năm là mùa có dòng chảy cát bùn lớn thì đối với các sông dải ven biển Bắc Trung bộ là (IX - XI), ven biển Nam Trung bộ tháng (X - XI). Dải duyên hải Miền Trung nước ta xuất hiện dòng chảy cát bùn cực đại vào tháng XI chiếm tới (40-50)% lượng cát bùn cả năm. Có thể thấy rằng mùa có dòng chảy cát bùn cao thường ngắn hơn mùa lũ, điều này phản ánh tình hình xâm thực bề mặt do mưa và thể hiện rõ nhất ở sự xuất hiện độ đục lớn nhất trong năm. Qua chuỗi tài liệu quan trắc của các trạm thủy văn cho thấy độ đục nước sông cực đại không xuất hiện theo quy luật và không trùng với các tháng có xuất hiện dòng chảy nước lớn nhất. Tuy nhiên độ đục cực đại

thường gắn liền với những thời kỳ mưa lớn đầu mùa sau một thời gian mùa khô hạn kéo dài, bề mặt lưu vực bị phong hóa mạnh, dễ xói mòn cuốn trôi theo dòng nước vào sông. Hầu hết các sông suối vùng nghiên cứu có trị số độ đục cực đại xuất hiện vào đầu mùa lũ như đối với vùng Bắc Trung bộ là tháng IX, X, vùng Nam Trung bộ là tháng X; XI. Độ đục lớn nhất đã quan trắc được ở đây thường trên 700g/m^3.

- ***Mùa kiệt:*** Lượng nước cung cấp cho sông suối chủ yếu là nước ngầm nên độ đục ổn định hơn. Lượng cát bùn nước sông trong mùa này chỉ chiếm 10% lượng cát bùn của năm. Tháng có lượng độ đục nhỏ nhất cũng xuất hiện trùng với tháng có lượng dòng chảy nước nhỏ nhất vào tháng VI; VII ở các sông suối miền Trung. Độ đục nhỏ nhất đã quan trắc được trên các sông suối thường đạt trị số bằng 0.

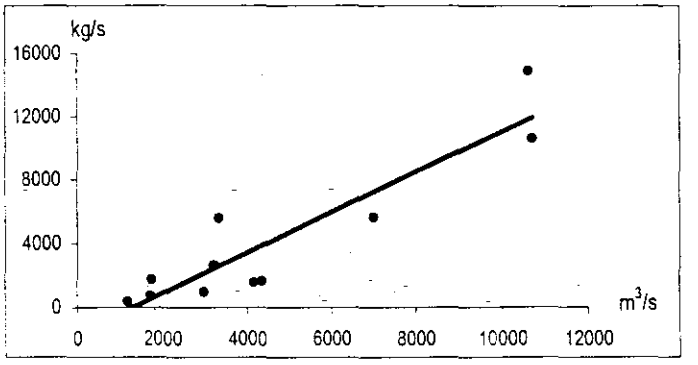
Sự biến đổi độ đục nước sông ở thời kỳ giao mùa diễn ra rất phức tạp, thời kỳ chuyển tiếp từ mùa lũ sang mùa kiệt hoặc từ mùa kiệt sang mùa lũ độ đục chênh nhau hàng chục lần trong một ngày.

Để làm sáng tỏ hơn sự phân bố của dòng chảy cát bùn theo không gian và thời gian, chúng tôi đã tiến hành đánh giá tương quan giữa dòng chảy cát bùn lớn nhất và dòng chảy lũ trên lãnh thổ dải duyên hải Miền Trung.

3. Mối tương quan giữa dòng chảy cát bùn lớn nhất và dòng chảy lũ

Sự hình thành cát bùn trong sông do cường suất của dòng nước (lưu lượng và lưu tốc dòng chảy). Đối với lãnh thổ Việt Nam (cơ chế sinh dòng chảy từ mưa) đã làm xâm thực xói mòn lớp thổ nhưỡng (do mưa lớn cả về cường độ lẫn lượng mưa) kéo cát bùn xuống lòng sông. Sự vận động cát bùn từ bề mặt lưu vực xuống hệ thống sông là quá trình tuyển chọn sàng lọc bằng động lực của dòng nước và cấu trúc của bề mặt. Qua số liệu quan trắc cho thấy mối tương quan chặt chẽ của lượng dòng chảy lỏng, dòng chảy rắn cực đại.

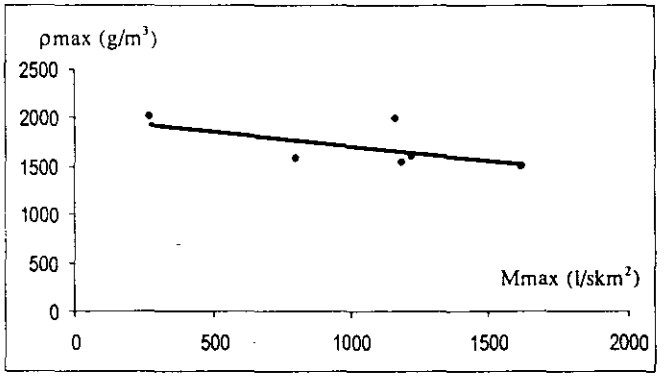
Từ số liệu của các trạm quan trắc, chúng tôi tiến hành thiết lập mối tương quan giữa lưu lượng đỉnh lũ và lưu lượng cát bùn lớn nhất trong năm. Kết quả cho thấy mối tương quan tỷ lệ thuận rất chặt chẽ có dạng: $R_{max} = 1,27Q_{max} - 1666,7$ và hệ số tương quan $\gamma = 0,92$ (hình 3.5). Phương trình này áp dụng để tính toán lưu lượng cát bùn cực đại của các vùng trong lãnh thổ nghiên cứu, khi có lưu lượng đỉnh lũ. Và từ đó xác định được khả năng xâm thực thực tế của bề mặt lưu vực đưa xuống lòng sông và dự báo khả năng xảy ra lũ quét của các khu vực trên vùng nghiên cứu.



Hình 3.5. Lưu lượng cát bùn lớn nhất (kg/s) và lưu lượng đỉnh lũ (m^3/s)

Để đánh giá tác động chủ yếu của lượng mưa tới độ đục nước chúng tôi xây dựng mối tương quan giữa moduyn đỉnh lũ và độ đục nước sông lớn nhất (loại trừ yếu tố diện tích) kết quả cho thấy :

- Đối với những khu vực có moduyn dòng chảy đỉnh lũ dưới 2000 $l/s.km^2$ tương quan giữa độ đục cực đại và moduyn đỉnh lũ không rõ ràng. Đây là những khu vực có lượng mưa chủ yếu là mưa gió mùa (như lưu vực sông Cả), vùng khô (lưu vực sông Ba, sông Lũy) nên cường độ lẫn lượng mưa không lớn. Độ đục nước sông phụ thuộc rất lớn vào các yếu tố mặt đệm (hình 3.6).



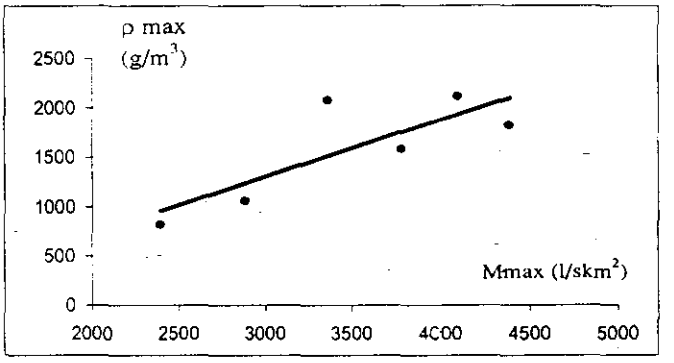
Hình 3.6. Tương quan giữa M_{max} ($l/s.km^2$) và ρ_{max} (g/m^3) ($M < 2000$ $l/s.km^2$)

- Các lưu vực có hình thế gây mưa chủ yếu là các nhiễu động thời tiết, moduyn đỉnh lũ lớn, có mối tương quan tỷ lệ thuận giữa moduyn đỉnh lũ và độ đục cực đại, thể hiện tác động của mưa đến dòng chảy mặt và cát bùn trong sông. Phương trình tương quan giữa moduyn đỉnh lũ và độ đục nước sông cực đại có dạng:

$$\rho_{max} = 0.58\ M_{max} - 424 \text{ và hệ số tương quan } \gamma = 0.81 \text{ (hình 3.7)}$$

Mối tương quan tỷ lệ thuận chặt chẽ giữa dòng chảy lỏng và dòng chảy cát bùn lớn nhất là tiền đề hình thành lũ quét. Lũ quét có quan hệ chặt chẽ với xói mòn

bề mặt và dòng chảy cát bùn.



Hình 3.7. Tương quan giữa M_{max} (l/s.km^2) và ρ_{max} (g/m^3) (M > 2000 l/s.km^2)

Khảo sát thực tế cho thấy sự khác nhau giữa lũ quét với lũ thông thường là một dạng lũ lớn chứa nhiều vật chất rắn, xảy ra bất ngờ trong một thời gian ngắn trên các lưu vực nhỏ có địa hình dốc với lưu tốc cao nên có sức tàn phá lớn. Lũ quét khác lũ nước thông thường cả về cơ chế hình thành, quá trình vận động lẫn hàm lượng chất rắn trong dòng chảy lũ. Lũ quét thường sinh ra do lượng mưa có cường độ lớn tập trung trong thời gian ngắn trên lưu vực nhỏ, có độ dốc địa hình lớn và điều kiện mặt đệm thuận lợi cho việc tập trung nước.

Số liệu điều tra cho thấy ngoài thiệt hại do xói lở trên bề mặt lưu vực, lũ quét còn phá hỏng nhiều đoạn đường giao thông, hàng trăm hecta đất nông nghiệp bị rửa trôi, gây thiệt hại nhiều về người và của. Lũ quét được hình thành do cường độ mưa lớn, dòng nước lũ được hình thành phần lớn theo cơ chế vượt thấm. Mưa lớn, cường độ lớn, nước mặt tràn trên sườn dốc đã gây xói mòn, rửa trôi rất mạnh. Khối lượng chất lỏng và bùn cát chảy tràn trên mặt lưu vực rất dốc ở phần thượng nguồn nên tập trung rất nhanh, đổ như thác xuống chân dốc rồi tràn về mạng lưới sông suối không đủ khả năng chuyển tải. Quá trình tập trung lượng bùn cát này càng mạnh mẽ, càng nhanh hơn khi có sự tham gia của các vật chất bị rơi, sạt lở, trượt ở các sườn núi. Chính các nhân tố như lượng dòng chảy mặt rất lớn và là chủ yếu, hàm lượng bùn cát và các chất rắn khác trong lũ lớn, dòng lũ trượt rất nhanh, tập trung hầu như đồng thời là những nhân tố chính tạo ra tính ác liệt, bất ngờ, đỉnh cao, sức tàn phá mạnh là đặc thù của lũ quét.

Qua đánh giá cho thấy mối tương quan giữa dòng chảy nước lớn nhất và dòng chảy cát bùn lớn nhất rất chặt chẽ đối với các sông dải duyên hải miền Trung đặc biệt từ Quảng Bình vào tới Bình Định. Để xác định ngưỡng gây lũ quét (loại hình lũ có cả lượng dòng chảy và lượng cát bùn rất lớn), tác giả Phạm Hùng đã lập

quan hệ giữa lượng mưa ngày lớn nhất và chỉ số xói mòn do mưa. Ngưỡng mưa gây lũ quét là giới hạn lượng mưa ngày lớn nhất mà từ đó tốc độ dòng chảy lũ hay tốc độ xói mòn đất tăng đột biến. Kết quả nghiên cứu cho thấy đối với các khu vực dải duyên hải miền Trung, ngưỡng mưa ngày sinh ra lũ quét là 200mm. Tuy nhiên ngưỡng mưa sinh lũ quét không phải là một con số cố định mà còn phụ thuộc vào tình trạng của lớp đất theo cơ chế vượt thấm. Đối với những cơn mưa đầu mùa, ngưỡng mưa sinh lũ quét sẽ vượt trên 200mm, còn đối với những trận mưa giữa và cuối mùa, ngưỡng mưa sinh lũ quét dưới 200mm. Đối với những khu vực có mưa 1 ngày lớn nhất trên 500mm, nguy cơ xảy ra lũ quét là rất thường xuyên, mặc dù tỷ lệ rừng còn rất cao (ví dụ như Mai Hóa - Quảng Bình, Trà Mi, Khâm Đức - Quảng Nam, A Lưới, Phú Lộc - Thừa Thiên - Huế).

Dòng chảy cát bùn lớn nhất trong sông suối dải duyên hải miền Trung xuất hiện cùng với những trận lũ lớn nhất và đây là nguyên nhân sinh ra lũ quét trong vùng và gây bồi lấp vùng đồng bằng và cửa sông ven biển, gây nên những thiệt hại nghiêm trọng cho nền kinh tế quốc dân.

I.5.2. Động lực hình thái cửa sông ven biển và vấn đề thoát lũ dải duyên hải miền Trung

1. Các yếu tố động lực vùng cửa sông ven biển miền Trung

Cửa sông ven biển là vùng tranh chấp mạnh mẽ giữa sông và biển, thể hiện trong mối tương tác giữa các yếu tố động lực sông - biển, địa hình và các hoạt động của con người. Dưới tác động của các nhiễu động thời tiết đã làm cho các yếu tố động lực ở đây biến động mạnh theo cả không gian và thời gian. Thêm vào đó, yếu tố địa hình chia cắt mạnh bởi các dãy núi đâm sát ra biển, đã tạo ra những tiểu vùng khí hậu có nhiều nét riêng biệt trên các lưu vực sông, làm thay đổi đáng kể qui luật biến đổi của chúng, gây biến động lòng dẫn cửa sông.

a) Bão và nước dâng trong bão

Nhiễu động mạnh nhất trong cơ chế gió mùa là bão và ATNĐ. Tốc độ gió bão có thể lên đến trên 50m/s. Phạm vi ảnh hưởng trung bình khoảng 200 – 300km^2. Bão gây nước dâng, sóng lớn, phá hủy đường bờ lấn sâu vào đất liền có thể vài chục đến hàng trăm mét. Theo tài liệu thống kê hàng năm dải ven biển nước ta hứng chịu trung bình khoảng 6 - 7 cơn bão và ATNĐ, năm nhiều nhất là 12 cơn (1978 và 1989), năm ít nhất là năm không có cơn bão nào (1976, 2002).

Trong số đó, dải duyên hải miền Trung hứng chịu tới 66% số cơn bão đổ bộ trực tiếp vào nước ta (thời kỳ 1956 - 1995). Mùa bão ở miền Trung từ tháng VII – XII, càng đi về phía Nam bão càng xuất hiện muộn dần. Khu vực từ Thanh Hóa đến Hà Tĩnh mùa bão thông thường từ tháng VII – IX, tháng VIII là tháng có nhiều bão nhất. Khu vực từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế mùa bão từ tháng VIII – X. Khu vực từ Đà Nẵng đến Bình Định là tháng X – XI. Khu vực từ Phú Yên đến Bình Thuận phần lớn vào tháng X – XII.

Trong những thập niên gần đây, đặc biệt là những năm qua (1996 - 2002), bão và ATNĐ đổ bộ vào miền Trung ngày càng có xu thế gia tăng cả về tần suất lẫn cường độ (bảng 3.11).

Bảng 3.11: Tỷ lệ bão và ATNĐ đổ bộ vào dải duyên hải miền Trung từ 1996 - 2002

Năm	Số cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào nước ta	Số cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào miền Trung	Tỷ lệ (%)
1996	10	7	70,0
1997	3	1	33,3
1998	7	5	71,4
1999	4	3	75,0
2000	6	6	100
2001	6	4	66,6
2002	0	0	

Bão đổ bộ vào vùng biển nước ta thường kèm theo nước dâng. Qua thống kê các trận bão đổ bộ vào nước ta cho thấy, tần suất xuất hiện nước dâng ở ven biển miền Trung không nhiều và có trị số không lớn như ở khu vực miền Bắc. Đoạn bờ từ Cửa Vạn - Đèo Ngang có khoảng 18% trong tổng số các cơn bão đổ bộ vào đây gây nước dâng trên 1,5m. Đoạn bờ từ cửa Tùng đến Đà Nẵng nước dâng do bão ít nguy hiểm hơn, vì chưa có cơn bão nào gây nước dâng trên 1,5m. Trong tổng số các cơn bão đổ bộ vào đoạn bờ này thì chỉ có khoảng 1/3 là gây nước dâng trên 1,0m. Thời gian tồn tại nước dâng trung bình ở khu vực này khoảng 12 - 13 giờ, trong đó đa số các trường hợp nước dâng tồn tại ngắn hơn 1 ngày đêm. Trên dải bờ

biển từ Quảng Ninh đến Quảng Bình thời gian tồn tại nước dâng trung bình khoảng 18 giờ. Riêng đoạn bờ từ Ninh Bình - Thanh Hóa thường có thời gian tồn tại nước dâng trong bão ngắn hơn so với các đoạn khác. Thời gian tồn tại nước dâng khoảng 2-3 giờ, chiếm khoảng 15% tổng thời gian tồn tại nước dâng.

Nhìn chung, nước dâng trong bão ở đoạn bờ phía Bắc Trung Bộ tương đối nguy hiểm. Cứ 2 cơn bão đổ bộ vào đoạn bờ biển này thì có một cơn bão gây nước dâng đáng kể (trên 1,0m). Cứ 10 cơn thì có khoảng 3 cơn gây từ mức nguy hiểm (từ 1,5m trở lên). Đã xảy ra 11% số cơn bão với nước dâng trên 2,0m, và đã từng xảy ra nước dâng cao 3,5 - 3,6m tại Cửa Hội trong cơn bão DAN năm 1989.

Vùng ven biển phía Nam từ Đà Nẵng trở vào, do ảnh hưởng của địa hình nên không có khả năng gây nước dâng đáng kể trong bão. Trung bình mỗi năm có khoảng 1/2 số cơn bão đổ bộ vào khu vực này có nước dâng trên 0,2m. Nước dâng cao nhất ở đoạn bờ này chỉ đạt cỡ 1,0 - 1,2 m, thường là dưới 0,5 m.

b) Sóng và dòng chảy cửa sông ven biển

Trên cơ sở các số liệu sóng quan trắc nhiều năm tại dải ven bờ biển Việt Nam, các nghiên cứu sơ bộ đã tính được dòng năng lượng sóng trung bình trong mùa gió TN, mùa gió ĐB và dòng năng lượng sóng cực đại ở các vùng ven biển nước ta. Toàn dải bờ biển được chia thành 5 vùng về chế độ sóng ven bờ:

- Vùng I từ Móng Cái đến Thanh Hóa
- Vùng II từ Thanh Hóa đến Đà Nẵng
- Vùng III từ Đà Nẵng đến Vũng Tàu
- Vùng IV từ Vũng Tàu đến Cà Mau
- Vùng V từ Cà Mau đến Hà Tiên.

Như vậy vùng ven biển miền Trung nước ta thuộc vùng II và vùng III.

Trong gió mùa TN, dòng năng lượng sóng trung bình dao động trong khoảng 5 - 20 KW/m. Vùng cực đại là vùng ven bờ từ Vũng Tàu đến Đà Nẵng. So với dòng năng lượng trung bình ngoài khơi là 43 KW/m thì dòng năng lượng sóng trung bình cực đại chỉ xấp xỉ 50%. Điều này chứng tỏ trong chế độ gió mùa TN sóng vùng khơi khi truyền vào vùng bờ biển miền Trung giảm đi rất nhiều do khúc xạ và các quá trình tiêu tán năng lượng khác.

Trong gió mùa ĐB, dòng năng lượng sóng lớn hơn nhiều so với chế độ gió mùa TN và đạt xấp xỉ 70% so với dòng năng lượng sóng ngoài khơi. Ở khu vực miền Trung dòng năng lượng sóng lớn nhất xảy ra ở vùng ven biển từ Thanh Hóa đến Đà Nẵng (400 KW/m) xấp xỉ dòng năng lượng sóng cực đại ở vùng khơi biển Đông là 415 KW/m (ứng với dòng năng lượng sóng trong bão).

Dòng chảy trong khu vực cửa sông chủ yếu do sự tương tác giữa dòng triều và dòng chảy sông. Hướng chủ đạo của dòng chảy thường chỉ tồn tại 2 hướng: hướng chảy ra biển và hướng chảy vào sông và có phương gần trùng với phương của trục lòng dẫn cửa sông. Trong mùa lũ, dòng chảy sông ngòi tăng lên nhanh, tỷ lệ giữa thời gian chảy ngược và chảy xuôi giảm mạnh và biến mất hoàn toàn khi có dòng lũ lớn. Thời gian này dòng chảy tổng hợp do dòng chảy lũ quyết định, mặc dù chế độ thủy triều vẫn diễn ra đều đặn, nhiều khi ở cửa sông chỉ quan trắc thấy dòng chảy có một hướng chảy ra biển. Ngược lại, trong mùa cạn, dòng chảy sông ngòi giảm thấp thì dòng chảy tổng hợp ở khu vực cửa sông lại do dòng triều quyết định.

Độ lớn thủy triều ở ven biển miền Trung có biên độ không lớn như ở các vùng ven biển phía Bắc và phía Nam nước ta. Độ lớn thủy triều trung bình trong kỳ nước cường lớn nhất đạt khoảng 0,4 - 3,0 m nên tốc độ dòng triều trong các cửa sông không lớn. Song, thủy triều vẫn có tác động rất lớn cản trở dòng chảy lũ từ trong sông đưa ra, nhất là khi xuất hiện triều cường và nước dâng trong bão. Thêm vào đó, miền Trung là khu vực có địa hình đường bờ khá dốc, năng lượng sóng thuộc loại lớn nhất nước ta nên khi có bão hoặc ATNĐ xuất hiện, dòng chảy sóng và áp lực sóng ven bờ tăng lên đột ngột với trị số rất lớn. Dòng chảy sóng ven bờ trong bão có thể lên tới 3m/s và áp lực sóng vỗ bờ có thể đạt trên 10T/m^2. Dưới tác động của dòng sóng và áp lực sóng có trị số lớn, các trầm tích vùng ven biển cửa sông được phân phối lại gây bồi lắng, di chuyển và thu hẹp chiều rộng. Đây cũng là một trong những nguyên nhân gây nên hiện tượng úng ngập dài ngày ở vùng đồng bằng ven biển do cửa thoát lũ không đủ khả năng để thoát kịp một lượng nước khổng lồ từ thượng nguồn đưa về trong một thời gian ngắn.

Trong thời gian xảy ra các hiện tượng thời tiết cực đoan, khu vực ngoài cửa sông dòng chảy tổng hợp diễn biến cực kỳ phức tạp do sự tương tác của hầu hết các loại dòng chảy thành phần: dòng triều, dòng chảy sông (dòng chảy lũ), dòng sóng, dòng gió, dòng mật độ. Trong đó đáng kể nhất đối với khu vực này là dòng chảy lũ từ trong sông đưa ra và dòng sóng. Sự tương tác giữa dòng chảy lũ và dòng chảy sóng trong bão đều có trị số lớn đã tạo ra những dòng chảy xoáy rất mạnh, tàu bè đi

vào khu vực này thường khó thoát khỏi nguy hiểm.

2. Biến động hình thái các cửa sông dải duyên hải miền Trung

Căn cứ vào chỉ tiêu phân loại cửa sông dựa trên các đặc trưng hình thái đã được đề cập trong nhiều công trình nghiên cứu thì các cửa sông ven biển khu vực miền Trung đều thuộc dạng phẳng, không lồi như kiểu delta cũng không lõm như kiểu estuary và gồm 2 dạng chính:

* Dạng liman (cửa Trà Khúc - sông Trà Khúc, cửa Trà Bồng - sông Trà Bồng, cửa Đại - sông Thu Bồn...)

* Dạng thước thợ (cửa Tam Kỳ - sông Trường Giang, Cửa Lại Giang - sông Lại Giang...).

Xét về hình thái các cửa sông chúng ta thấy, các cửa sông dạng liman thường tích tụ nhiều cồn, đảo, bãi giữa ở cửa sông. Hơn nữa cửa ra vào giữa biển và sông thường bị chắn bởi doi cát trước cửa gây cản trở dòng chảy ra biển, làm cho luồng lạch bị biến động thường xuyên, gây khó khăn cho việc thoát lũ. Các cửa sông dạng thước thợ được hình thành bởi các dải cát ngoài biển chuyển dần vào bờ, làm cho đoạn sông bị gẫy khúc, dòng chảy song song với đường bờ nên mỗi khi có lũ từ thượng nguồn tràn về, nước lũ rất khó thoát ra biển, gây ngập úng cả một vùng đồng bằng rộng lớn phía trong cửa sông.

Qua các tài liệu khảo sát thực tế và các kết quả nghiên cứu cho thấy, trong những năm gần đây, hình thái của nhiều cửa sông vùng nghiên cứu đã bị biến động rất mạnh do hiện tượng bồi lấp lòng dẫn và dịch chuyển vị trí cửa sông, gây không ít khó khăn cho giao thông thủy và thoát lũ cho vùng ven biển.

Các đặc trưng hình thái này phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố: nguồn cung cấp vật liệu, hướng vận chuyển bùn cát dọc bờ, chế độ dòng chảy, đặc điểm địa chất khu vực tân kiến tạo..., và các hoạt động của con người trên các lưu vực sông. Trong đó các quá trình nội sinh (địa chất - tân kiến tạo) được coi là thứ yếu, còn các quá trình ngoại sinh (chế độ thủy văn - thủy lực sông và biển) và các hoạt động của con người là chủ yếu. Thêm vào đó là trong những năm gần đây, các hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng gia tăng cả về tần suất lẫn cường độ: bão lớn, nước dâng... đã gây ngập lụt nghiêm trọng dải ven biển làm biến đổi đáng kể cảnh quan của khu vực nghiên cứu.

Quá trình hình thành và vận chuyển bùn cát là kết quả của quá trình xâm

thực lưu vực bởi dòng nước cho nên chế độ bùn cát các sông chịu sự chi phối rất chặt chẽ của chế độ mưa - dòng chảy, mặt đệm và cấu tạo lớp vỏ phong hóa bề mặt lưu vực. Việc đánh giá qui luật biến động phù sa trên các sông suối có ý nghĩa rất lớn cho việc tính toán và dự báo sự biến dạng của lòng sông, qui luật bồi - xói vùng cửa sông ven biển...

Qua phân tích diễn biến dòng chảy cát bùn theo thời gian ở khu vực nghiên cứu cho thấy, trên các sông có diện tích lưu vực lớn hơn 5.000km^2 (trừ sông Ba) dòng chảy cát bùn điều hoà hơn, độ đục trung bình lớn nhất thường gặp vào tháng VIII. Trên các sông có diện tích lưu vực nhỏ hơn 5.000 km^2, ngoài giá trị độ đục lớn nhất thường gặp vào tháng IX trên các sông từ Thanh Hóa đến Quảng Bình và tháng X - XI trên các sông từ Quảng Trị đến Bình Thuận còn có sự gia tăng đáng kể độ đục trong tháng V trên các sông từ Thanh Hóa đến Quảng Bình và trong tháng VI trên các sông từ Quảng Trị đến Bình Thuận. Nguyên nhân sự gia tăng này có thể là do những đợt mưa sớm gây lũ tiểu mãn (bảng 3.12). Nhìn chung ở khu vực nghiên cứu độ đục bình quân lớn nhất thường xuất hiện từ tháng V đến tháng XI, độ đục bình quân nhỏ nhất thường xuất hiện vào tháng II hoặc tháng III, đây là hai tháng có lượng mưa thấp nhất.

So với các sông miền Bắc thì độ đục trung bình năm của các lưu vực dải duyên hải miền Trung thuộc loại không lớn. Độ đục trung bình năm tại các trạm đo đạc hầu hết đều nhỏ hơn 150 g/m^3, trừ các sông thuộc hệ thống sông Mã, sông Cả và sông Ba. Do các sông dải duyên hải miền Trung, phần thượng lưu ngắn, lòng sông có cấu tạo chủ yếu là sa thạch, diệp thạch và chuyển ngay xuống phần hạ lưu khá bằng phẳng hầu như không có đoạn trung lưu nên mức độ xâm thực của dòng nước trên lưu vực không lớn. Hơn nữa dòng nước có chứa bùn cát sau khi thoát khỏi phần thượng lưu vào phần hạ lưu tốc độ dòng nước giảm đi rõ rệt, các vật liệu mang theo, nhất là các hạt thô hầu hết được lắng đọng lại và một phần ít tiếp tục lăn theo ra tận gần cửa sông. Hiện tượng lắng đọng cát ở gần cửa sông làm cho cảnh quan lòng sông miền Trung hoàn toàn khác với các sông ở đồng bằng Bắc bộ và Nam bộ. Hầu như các trầm tích trong lòng sông cho ra đến tận cửa sông đều là cát hoặc cát lẫn sạn sỏi (như cửa Đại, cửa Cổ Lũy, cửa sông Vệ, cửa Đà Rằng, cửa sông Cái, đầm Nước Ngọt, đầm Lăng Cô...). Tuy nhiên, trong mấy năm gần đây nạn phá rừng đang ngày càng xảy ra trầm trọng làm cho mức độ xâm thực bề mặt lưu vực gia tăng, lượng bùn cát dồn về hạ du tăng lên đáng kể gây nên hiện tượng bồi lấp lòng dẫn cửa sông xảy ra ngày càng nghiêm trọng, nhất là vào mùa lũ. Lũ quét xảy ra thường xuyên hơn, cuốn theo một lượng phù sa lớn về vùng hạ du. Lòng sông ở khu vực dải ven biển đều có xu hướng bồi cao dần, nhất là sau những trận lũ bùn đá.

Bảng 3.12: Độ đục trung bình trên sông dải duyên hải miền Trung

Đơn vị: g/m³

TT	Trạm	Sông	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TB
1	Cẩm Thủy	Mã	16,0	14,4	18,5	33,4	91,3	351	461	735	607	151	50,6	22,4	402
2	Xuân Khánh	Chu	20,3	18,2	25,7	40,5	105	133	225	228	235	138	132	40,5	192
3	Xuân Thượng	Lèn	10,6	17,3	9,2	22,2	24,1	124	143	120	198	210	18,1	8,8	82,0
4	Yên Thượng	Cả	34,2	28,9	41,6	80,7	114	136	227	284	293	210	92,2	47,9	194
5	Quỳ Châu	Hiếu	22,5	19,1	23,6	31,9	141	139	178	199	324	215	61,5	29,2	151
6	Sơn Diện	Ngàn Phố	26,8	34,4	26,6	39,4	87,7	58,7	114	123	144	125	69,6	33,5	102
7	Kẻ Gỗ	Rào Cái	37,9	23,3	25,2	60,1	70,7	50,6	122	171	142	126	76,8	23,8	94,8
8	Tám Lu	Đại Giang	12,8	7,6	14,0	19,3	32,9	17,6	22,8	20,5	94,0	88,1	46,7	31,5	64,8
9	Đồng Tâm	Rào Nay	14,1	13,1	19,8	61,1	55,8	58,0	58,9	107	114	84,8	34,1	14,7	83,9
10	Kiến Giang	Kiến Giang	29,9	31,2	28,2	28,4	29,0	16,9	31,1	23,4	40,8	38,1	14,4	23,0	40,0
11	Thành Mỹ	Vu Gia	13,0	11,6	21,0	19,9	49,3	42,2	36,7	40,9	60,8	171	109,8	39,0	96,7
12	Đồng Trăng	Cái N. Trang	6,23	4,60	12,7	9,5	25,5	65,6	30,2	26,8	57,8	64,8	93,9	76,4	68,5
13	Nông Sơn	Thu Bồn	36,3	26,9	27,6	26,2	36,2	52,4	34,2	36,4	56,8	128,1	113,4	44,7	76,1
14	Sơn Giang	Trà Khúc	13,1	10,2	11,6	11,2	34,5	37,4	26,9	31,1	57,0	164,3	127	39,3	97,7
15	An Chỉ	Vệ	9,3	8,4	10,0	6,0	10,7	14,6	5,5	6,2	13,1	123,3	136,2	39,0	105,2
16	An Hoà	An Lão	7,2	8,3	8,1	6,8	12,1	30,4	6,7	4,8	13,5	73,6	48,9	28,9	72,9
17	Cây Muống	Côn	10,0	10,5	12,1	10,7	29,8	34,5	21,8	24,2	62,3	166	162,8	40,3	130,3
18	Củng Sơn	Ba	20,7	15,7	14,4	19,1	175	235	165	268	205	267	306	123	270
19	Sông Hinh	Sông Hinh	32,4	15,8	9,65	15,3	12,6	15,7	33,7	35,7	32,5	65,0	90,6	58,5	59,3

3. Diễn biến của các cửa sông ven biển ảnh hưởng đến vấn đề thoát lũ

Như chúng ta đã biết, diễn biến vùng cửa sông ven biển là hệ quả của hàng loạt các yếu tố tác động, song sự vận động bùn cát vùng cửa sông ven biển là nguyên nhân trực tiếp và đóng vai trò chủ đạo. Đối với vùng cửa sông ven biển nguồn bùn cát được cung cấp chủ yếu từ 2 nguồn: bùn cát từ thượng lưu mang về của dòng chảy

sông và từ biển mang vào dưới tác động của sóng và dòng triều. Bùn cát lơ lửng từ thượng lưu mang về đóng vai trò chính trong việc hình thành các bãi bồi, đảo chắn ở vùng cửa sông ven biển, còn thành phần bùn cát do dòng triều mang từ biển vào đóng vai trò thứ yếu, tham gia vào việc hình thành các bãi trầm tích cửa sông.

Chế độ bùn cát ở vùng cửa sông luôn thay đổi theo thời gian và không gian, phụ thuộc chặt chẽ vào sự biến đổi tuần hoàn và phi tuần hoàn của các yếu tố động lực sông - biển. Nói chung sự biến động bùn cát ở vùng cửa sông đều tuân theo một qui luật nhất định, tuy nhiên do tình hình phát sinh, phát triển của mỗi con sông khác nhau; chế độ thủy văn thủy lực của mỗi con sông khác nhau nên sự biến động của bùn cát ở mỗi vùng ven biển cửa sông đều có những đặc thù riêng biệt.

Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy lượng bùn cát các lưu vực sông vùng nghiên cứu thuộc loại khá nhỏ, chính vì thế lượng bùn cát hàng năm từ thượng nguồn mang về bồi đắp cho vùng cửa sông ven biển không lớn. Lượng bùn cát chủ yếu tập trung trong các tháng mùa lũ (từ 3 đến 4 tháng), chiếm tới 90% lượng bùn cát cả năm, còn mùa cạn lượng bùn cát cung cấp cho vùng cửa sông ven biển rất ít, chủ yếu do xâm thực 2 bên bờ sông của dòng nước ở vùng hạ du. Có lẽ do lượng bùn cát mang về cửa sông quá ít ỏi lại phân bố khá chênh lệch trong năm mà đã tạo cho vùng nghiên cứu một hệ thống cửa sông mang nhiều nét đặc thù riêng biệt so với các vùng ven biển khác của nước ta. Hầu hết các cửa sông này có một mặt thoáng rất rộng và có nhiều đảo tích tụ lớn nhỏ khác nhau phân bố trong cửa sông. Các đảo này thường xuyên biến đổi phức tạp tùy thuộc rất nhiều vào chế độ bùn cát trong sông. Kèm theo nó là hệ thống luồng lạch xen kẽ giữa các đảo cũng thay đổi rất nhanh chóng theo mỗi mùa lũ. Nước lũ tràn về, bùn cát theo dòng nước chảy len lỏi trong các lạch, song cơ chế vận động và lắng đọng bùn cát lại phụ thuộc rất lớn vào sự tương tác động lực giữa các dòng nước của các nhánh sông đổ ra vùng cửa. Động lực của nhánh sông nào mạnh sẽ chiếm được ưu thế trong vùng cửa. Chính vì thế các cửa sông vùng nghiên cứu cũng có độ ổn định không cao, lạch chính thường xuyên bị thay đổi Cửa Đại (sông Thu Bồn), trong vòng 30 năm qua đã có rất nhiều thay đổi. So sánh các bức ảnh chụp vào những thời kỳ khác nhau cho thấy số các đảo bị xói lở ngày càng tăng và diện tích phần tích tụ ngày càng giảm. Hiện tượng xói lở một bên bờ sông và các đảo ngày càng mạnh hơn. Trong các cửa sông khu vực nghiên cứu thì cửa sông Vệ là cửa sông có sự biến động lớn nhất. Về lịch sử hình thành hệ thống sông Vệ - Cái Búa tồn tại độc lập với sông Trà Khúc. Khoảng 2000 năm trở lại đây cửa sông Vệ đã có vị trí rất không ổn định, nó đã dịch chuyển 3 - 4 lần từ Gia Hóa - Long Phụng lên Cổ Lũy rồi trở lại. Hiện nay

sông Vệ tồn tại cả 2 cửa: cửa Lở (cửa chính của sông Vệ) cách cửa Cổ Lũy 5 km về phía Nam và một cửa đổ vào cửa Cổ Lũy. Theo kết quả đã công bố [9] thì cửa sông Vệ có xu hướng dịch chuyển lên phía Bắc với tốc độ chậm 5 - 10m/năm, nhưng sau đó tốc độ di chuyển ngày càng tăng lên và vị trí cuối cùng là cửa sông Cổ Lũy. Tới vị trí này, khu vực hạ lưu năng lượng dòng chảy và khả năng thoát lũ giảm tới mức tối thiểu, mức độ ngập lụt sẽ tăng lên ở mức tối đa. Lòng sông trong giai đoạn này phải cắt dòng, cửa sông mới được đâm thẳng ra biển để điều chỉnh lại độ dốc cơ bản của nó.

Theo các nhà địa mạo [3], có thể lúc đầu các cửa sông ở khu vực nghiên cứu đều có dạng estuary và chịu ảnh hưởng rất lớn của biển. Nhưng vì khu vực này có biên độ triều bé (nhỏ hơn 2,5 m), lại luôn chịu tác động mạnh của sóng, hơn nữa các sông đều bé, vì thế các estuary tồn tại không lâu. Các quá trình địa mạo, di chuyển và tích tụ trầm tích đã dần tạo ra các dạng tích tụ chắn ngoài các etuary này. Dần dần các estuary trở thành dạng liman như hiện nay.

Sau đây là hiện trạng và xu thế biến động của một số cửa sông ven biển thuộc khu vực nghiên cứu:

- **Cửa Bạng Thanh Hoá** sau khi xây dựng đập sông Bạng đã gây xói lở các xã ven biển của huyện Tĩnh Gia như Hải Thanh, Hải Bình. Trước khi chưa có đập cống cửa Bạng, cửa sông mở rộng và sâu trung bình 5 m, thuyền bè ra vào thuận lợi, sau khi xây dựng cống Cửa Bạng năm 1978 xong, cửa sông bị lấp và thu hẹp lại, độ sâu của lòng sông giảm xuống và chỉ còn 2 m. Hiện tượng xói lở bờ của các xã ven biển đã xảy ra nghiêm trọng làm thiệt hại nhiều tài sản và nhà cửa của dân. Xói lở đã cướp đi một làng ven biển với số dân trên 200 hộ. Nhân dân trong huyện đã có kiến nghị dỡ bỏ cống Bạng và tình trạng cửa sông đã về như cũ.

- **Cửa Việt - Quảng Trị** diễn biến lòng dẫn cửa sông, hoạt động bồi tụ và xói lở diễn ra song song trong một phạm vi hẹp. Bờ biển cửa sông thường xảy ra hoạt động bồi - xói xen kẽ cùng với sự phát triển của lòng dẫn cửa sông (Đổi hướng hoặc ổn định tạm thời), nhưng cơ chế biến đổi của lòng dẫn cửa sông theo từng thời kỳ có khác nhau. Sự hình thành các doi cát ngầm ở trước cửa sông rất có ý nghĩa đối với sự ổn định của lòng dẫn và đường bờ vùng cửa sông. Chúng đóng vai trò của đê phá sóng bảo vệ vùng nước phía trong cửa sông khỏi bị tác động trực tiếp của sóng. Do được bảo vệ, bờ cửa sông thường rất ổn định. Tuy nhiên, đây chính là

nguyên nhân làm cho lòng dẫn cửa sông liên tục di chuyển dọc ven bờ về một phía và hạn chế khả năng thoát lũ. Hiện tượng thay đổi hướng của lòng dẫn cửa sông Cửa Việt xảy ra vào đầu tháng VII năm 2004 ngay sau khi đập Trầm hoạt động, chính sự giảm thấp lưu tốc dòng chảy lũ trên sông Thạch Hãn cũng đã đẩy nhanh tốc độ phát triển của doi cát ngầm ở trước Cửa Việt trong giai đoạn 2000 - 2003 làm lòng dẫn cửa sông chảy lệch về phía Nam.

- **Cửa Lở** (Nơi đổ ra của sông Tam Kỳ và sông Trường Giang) hiện nay dòng chảy có xu hướng ép sát vào phía bờ phải gây xói lở rất mạnh, tốc độ trung bình tới 20 m/năm. Khu vực xã Xuân Mỹ, nhiều cây cối hoa màu và công trình công cộng bị phá hủy nghiêm trọng, còn bờ trái (Tân An) đang được bồi kéo dài về phía Nam và cửa Lở cũng đang có xu hướng dịch chuyển dần về phía Nam. Qua khảo sát đo đạc cho thấy khu vực cửa sông đang có xu thế nắn thẳng trục động lực dòng chảy để trùng với hướng chảy của sông Trường Giang. Một điều đặc biệt là dòng chảy ở đây rất mạnh, ngay cả trong mùa khô tốc độ dòng chảy vào có thể đạt tới 0,6m/s và tốc độ dòng chảy ra đạt 0,8m/s (V/1998). Bùn cát xói lở được đưa ra tích tụ ngoài sườn bờ ngầm trước cửa sông thành một dải cát chạy dài chắn cửa sông với chiều dài khoảng 3km, rộng khoảng 150m. Hầu như tất cả các thuyền đánh cá loại lớn đều không vượt qua được dải cát này.

- **Cửa sông Lạch Giang**, trong mùa lũ năm 1996, dòng chủ lưu chảy lệch về phía bờ phải, lòng sông khu vực cửa sông đã được mở rộng ra phía bờ phải (phía biển) tới 200m, cửa sông cũ bị bồi lấp và mở cửa mới lên phía Bắc cách cửa cũ khoảng 150m. Cửa mới này đã không tồn tại được lâu do bị bồi lấp quá mạnh, thuyền bè không thể ra vào được, nhân dân địa phương đã phải khôi phục lại cửa cũ để sử dụng (II/1998).

- **Cửa Cổ Lũy** là nơi hội tụ của các sông Trà Khúc, sông Phước Giang và sông Vệ. Hiện tượng xói lở đang xảy ra trên đoạn sông cong Nghĩa Kỳ (Tư Nghĩa) - Tịnh Hà (Sơn Tịnh) thuộc nhánh sông Trà Khúc, sự sạt lở mạnh đang đe doạ nghiêm trọng khu dân cư và đường giao thông. Nguyên nhân gây ra có thể do chu trình chuyển động tự nhiên của lòng sông (trở về vị trí cũ) hay cũng có thể do tác động của đập Thạch Nham làm thay đổi $Q_{tạo\ lòng}$ hoặc là kết hợp cả hai. Mấy năm gần đây, đoạn bờ Nam bị xói lở thuộc thôn Xuân Phổ xã Nghĩa Kỳ, đoạn tiếp giáp cũng đang có khả năng bị xói lở thuộc xã Nghĩa Thuận. Chiều dài đoạn bờ bị xói lở khoảng 1,5 km [61].

- **Cửa sông Vệ** (đổ ra cửa Cổ Lũy), do thu hẹp mặt cắt qua cầu sông Vệ, nên độ dài đoạn sông thu hẹp tới 70 m, chủ lưu bị đẩy sang bờ kia của sông [61]. Điều này không những đã ảnh hưởng đến đoạn sông cong ở sát hạ lưu cầu mà còn ảnh hưởng nhiều đến qui luật diễn biến trên suốt độ dài sông đổ ra biển. Đoạn sông trước khi đổ ra cửa Cổ Lũy chủ lưu của dòng chảy có xu hướng ép sát vào bờ phải (Phổ An) gây xói lở bờ, còn phía bờ bên kia (Hưng Nhơn) lại đang có xu hướng bồi dần.

- **Cửa Mỹ Á** là nơi đổ ra của con sông Thoa. Sông Thoa có độ dài lòng sông chính 38 km, lòng sông uốn khúc quanh co, hẹp nên bị bồi lấp nhiều. Hiện nay do bùn cát ở thượng nguồn vận chuyển xuống hạ du gia tăng cùng với việc đắp đầm nuôi hải sản ở khu vực cửa sông đã làm tắc nghẽn cửa sông, nước không thể tiêu ra biển được, gây ngập úng một vùng rộng lớn của 2 huyện Mộ Đức và Đức Phổ (Quảng Ngãi).

- **Cửa Đà Rằng** - sông Ba (Phú Yên). Qua phân tích đánh giá [68], tại cửa sông Đà Rằng, sự tương tác giữa các yếu tố động lực thủy văn sông - biển diễn ra rất phức tạp nhưng ở trạng thái cân bằng. Hàng năm tổng lượng bùn cát sông Ba đổ ra cửa Đà Rằng khoảng 869.000m^3/năm. Lượng bùn cát này một phần được tích tụ tại khu vực thềm nông trước cửa sông tạo thành bar chắn cửa sông, một phần được dòng sóng phân bố lại 2 bên cửa sông. Bar chắn cửa sông Đà Rằng ít bị chọc thủng hay di chuyển vị trí mà chỉ nổi cao lên khỏi mặt nước hoặc hạ thấp xuống khỏi mặt nước. Do đó về mặt cân bằng của các yếu tố động lực sông biển thì cửa Đà Rằng có mức độ khá ổn định.

Phần lớn vùng cửa sông ven biển miền Trung hiện nay đang xảy ra 2 quá trình trái ngược nhau: xói lở và bồi tụ. Hiện tượng xói lở xảy ra chủ yếu là xói lở bờ khu vực cửa sông do trục dòng chảy chính bị đổi hướng, làm cho lòng dẫn bị biến dạng, đáy lòng dẫn được bồi cao lên do hiện tượng xói bờ bồi đáy. Sự bồi lấp vùng cửa sông chủ yếu là do bùn cát ở thượng nguồn đưa về trong mùa lũ. Hiện tượng bồi lấng cửa sông ngày càng gia tăng đã gây khó khăn rất lớn cho việc giao thông đường thủy và gây ngập úng trong mùa mưa bão. Vào cuối năm 1994 đầu năm 1995 những doi cát đột nhiên xuất hiện đã làm lấp cửa sông Dinh (Hàm Tân - Bình Thuận) gây ách tắc giao thông. Khu vực ven biển bị xói lở do xây dựng các công trình ven biển như cầu tàu, bến cảng hay các kè hướng dòng trước cửa sông làm hạn chế sự di chuyển trầm tích dọc bờ, gây xói lở bờ ở các vùng lân cận.

II. CÁC HÌNH THẾ THỜI TIẾT GÂY MƯA LŨ DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

Cũng như toàn lãnh thổ Việt Nam, dải duyên hải miền Trung chịu sự chi phối của hoàn lưu gió mùa. Tuy nhiên, do vị trí địa lý và đặc điểm địa hình nên gió mùa ở đây có những sắc thái riêng. Đặc biệt, sự tương tác giữa địa hình và gió mùa đã tạo nên chế độ thời tiết khác hẳn với các khu vực khác trên lãnh thổ Việt Nam. Sau đây là một số đặc điểm của hoàn lưu ở khu vực nghiên cứu:

* ***Thời kỳ hoàn lưu mùa Đông :*** Gió mùa mùa Đông ở Việt Nam bao gồm 2 luồng gió có nguồn gốc và tính chất khác nhau: gió mùa Đông Bắc và tín phong Thái Bình Dương.

Gió mùa Đông Bắc hoạt động từ cuối tháng XI đến cuối tháng III, chiếm ưu thế trong các tháng XII, I và II. Bắt nguồn từ lục địa châu Á, gió mùa Đông Bắc đến Việt Nam là luồng gió lạnh và khô. Trên đường di chuyển về phía Nam, luồng gió biến tính và trở nên ẩm hơn và nóng hơn. Tại dải duyên hải miền Trung, gió mùa Đông Bắc không còn lạnh và khô như ở Bắc bộ. Gió mùa thổi thành từng đợt cách nhau khoảng 6 - 7 ngày, tạo nên nhiễu động khí quyển, gọi là front cực đới. Đây là nhân tố gây mưa quan trọng trong thời kỳ Đông Xuân ở miền Bắc Việt Nam. Tuy nhiên, ở miền Trung, gió mùa Đông Bắc đã ấm lên, không thể hiện sự tương phản lớn về nhiệt độ với luồng tín phong miền Tây Thái Bình Dương, vì vậy front cực đới trở nên mờ nhạt. Tại đây sự gặp gỡ giữa gió mùa Đông Bắc với tín phong Thái Bình Dương thường tạo nên nhiễu động khí quyển gọi là đường đứt hoặc front, có thể gây mưa rất lớn dưới tác động của địa hình Trường Sơn.

Tại miền Trung, tín phong thịnh hành vào giai đoạn đầu của thời kỳ hoàn lưu mùa Đông. Vào khoảng thời gian tháng X, XI tín phong thường có hướng Đông Bắc; khoảng thời gian tháng III, IV thường có hướng Đông Nam. Vào giai đoạn giữa hoàn lưu mùa Đông (tháng XII, I, II) gió mùa Đông Bắc phát triển mạnh, đẩy lùi tín phong xuống hàng thứ yếu.

* ***Thời kỳ hoàn lưu mùa hè :*** Gió mùa mùa hè cũng bao gồm 2 luồng gió có nguồn gốc và tính chất khác nhau: gió vịnh Ben Gan và gió mùa xích đạo.

Do sự đun nóng của bức xạ mặt trời, ở miền Nam châu Á xuất hiện một vùng áp thấp rộng lớn. Ở nửa vùng phía Nam của áp thấp gió thổi theo quy luật từ Tây sang Đông. Luồng gió này đến Việt Nam được gọi là gió vịnh Bengan hoặc gió mùa mùa hè sớm và chiếm ưu thế tuyệt đối vào cuối xuân đầu hè (tháng IV, V)

và luân phiên tác động với gió mùa xích đạo suốt thời kỳ gió mùa Tây Nam. Thời tiết đặc trưng là nắng nóng với dông nhiệt xuất hiện vào chiều tối. Khi vượt qua dãy Trường Sơn, do hiệu ứng "fơn" nên luồng gió này trở nên rất nóng và khô.

Gió mùa Tây Nam có nguồn gốc xích đạo thịnh hành ở miền Trung từ tháng VI đến tháng IX. Với hàm lượng ẩm rất cao trong bề dày 4 - 5 km, gió mùa xích đạo đem lại thời kỳ mưa lớn ở Nam Á và Đông Nam Á. Khi vượt qua dãy Trường Sơn, do hiệu ứng "*fơn*" nên lượng gió mưa ở miền Đông Trường Sơn giảm sút rõ rệt, nhất là ở dải đồng bằng ven biển.

Nơi gặp gỡ giữa gió mùa xích đạo và tín phong Thái Bình Dương gọi là dải HTNĐ (còn gọi là dải hội tụ nội chí tuyến). Đây là khu vực có điều kiện thuận lợi cho đối lưu phát triển mạnh mẽ, tạo nên thời tiết mây mưa trên diện rộng. Hàng năm có 2 lần dải HTNĐ đi qua dải duyên hải miền Trung. Lần thứ nhất vào tháng V, VI, khi gió mùa xích đạo phát triển lên vĩ độ cao và lần thứ 2 vào tháng IX, X khi gió mùa xích đạo rút lui. Sự qua lại của dải HTNĐ liên quan với 2 cực đại trong biến trình mưa năm.

II.1. PHÂN BỐ LƯỢNG MƯA THEO KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN

1. Biến động lượng mưa theo không gian: Lượng mưa năm trên dải duyên hải miền Trung dao động từ 1.500 - 2.800mm, cá biệt có những nơi đạt trên 3.000mm. Quan hệ tương hỗ phức tạp giữa hoàn lưu gió mùa và địa hình là nguyên nhân chủ yếu chi phối sự phân hóa mưa trong vùng. Điều kiện địa hình và vị trí địa lý đã tạo nên sự phân bố lượng mưa khác nhau trong dải duyên hải miền Trung.

- Khu vực từ Thanh Hóa đến Nghệ An thuộc miền khí hậu nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh. Lượng mưa trung bình năm phân bố không đều trên toàn khu vực, dao động từ 1.000 - 2.000 mm. Khu vực Thanh Hóa và vùng núi Nghệ An, lượng mưa từ 1.600 - 2.000 mm, đồng bằng vùng trũng thung lũng sông Cả lượng mưa đạt 1.400 - 1.600 mm, thượng nguồn sông Cả (tại các thung lũng phía Tây) lượng mưa năm giảm, tại trung tâm khô Mường Xén, lượng mưa năm trung bình đã quan trắc được 550 mm.

- Khu vực Hà Tĩnh kéo dài đến Bình Định (chiếm phần lớn diện tích dải duyên hải miền Trung), lượng mưa trung bình năm lớn, từ 2.000 - 2.500 mm. Đường bờ biển ở khu vực này chạy theo hướng TB - ĐN, rất thuận lợi đón gió, đặc biệt đón gió mùa ĐB, thậm chí có những dãy núi nhô ra biển và địa hình khá cao rất thuận lợi việc hình thành mưa lớn.

- Khu vực Nam Trung bộ lượng mưa năm giảm dần, dao động từ 700 - 2.000 mm. Khu vực Phú Yên và Khánh Hòa, lượng mưa năm đạt từ 1.600 - 2.000 mm, khu vực Khánh Hoà đến Bình Thuận lượng mưa năm giảm mạnh, thậm trí đạt dưới 1.000mm. Sự giảm mưa liên quan với sự hạ thấp địa hình Trường Sơn ở phía Tây Bình Định - Phú Yên và đặc biệt là hướng núi Trường Sơn thay đổi, trở thành Bắc - Nam, vì vậy tác động của địa hình lên luồng gió ĐB giảm dần. Từ Khánh Hòa trở vào, hướng núi lại tiếp tục thay đổi, trở thành ĐB - TN, càng kém thuận lợi trong việc đón gió ẩm từ biển vào. Vì vậy, ở dải đồng bằng, lượng mưa giảm sút xuống dưới 1.500mm/năm, ít mưa nhất là vùng đồng bằng Ninh Thuận và Bắc Bình Thuận, dưới 1.000 mm/năm, tâm khô hạn là Phan Rí Cửa, chỉ có 600mm/năm. Khu vực Nam Bình Thuận đón gió trong thời kỳ gió mùa Tây Nam nên lượng mưa tăng lên và đạt đến 2.000 - 2.500mm/năm.

Khu vực mưa nhiều nhất kéo dài từ Hà Tĩnh vào đến Quảng Ngãi. Một số nơi có điều kiện địa hình thuận lợi, chủ yếu là ở sườn núi phía Đông và Đông Bắc, có lượng mưa rất lớn - hình thành các tâm mưa. Trong tổng số các tâm mưa trên lãnh thổ Việt Nam, dải ven biển miền Trung xuất hiện 7 tâm mưa lớn bao gồm:

Đèo Ngang	:	X_0 = 3500 - 4000 mm
Tà Lương	:	X_0 = 4000 - 4500 mm
Hải Vân - Bạch Mã	:	X_0 = 8000 mm
Trà My	:	X_0 = 3500 mm
Ba Tơ - Giá Vực	:	X_0 = 3000 - 3500 mm
Sông Hinh	:	X_0 = 2500 - 3000 mm
Hòn Bà	:	X_0 = 2500 - 3000 mm

Trong đó có những tâm mưa lớn nhất Việt Nam như tâm mưa Bạch Mã.

2. Biến động lượng mưa theo thời gian

a. Qua các năm:

Để đánh giá mức độ biến đổi của lượng mưa năm, chúng tôi sử dụng hệ số Cv đã được tính toán theo tổng lượng mưa năm tại các trạm đặc trưng cho khu vực nghiên cứu. Tổng lượng mưa năm trong khu vực biến đổi khá lớn từ năm này qua năm khác với hệ số Cv thay đổi từ 0,17 - 0,39 do chịu tác động mạnh mẽ của các nhiễu động thời tiết. Lượng mưa năm hoàn toàn phụ thuộc vào các hình thế thời tiết

gây mưa lớn, có những trận mưa đạt tới trên 80% tổng lượng mưa trung bình nhiều năm (trận mưa từ ngày 1 - 6/XI/1999).

Biến động lượng mưa qua các năm có xu hướng tăng dần từ Bắc vào Nam dải duyên hải miền Trung.

- Khu vực phía Bắc Trung bộ - vùng chuyển tiếp giữa khí hậu miền Bắc và khí hậu miền Trung, nhân tố gây mưa chính là các hoàn lưu gió mùa ổn định nên hệ số biến động lượng mưa năm đạt từ 0,17 - 0,25.

- Khu vực Trung và Nam Trung bộ chịu tác động gây mưa của các nhiễu động thời tiết, lượng mưa năm biến động mạnh đạt tới 0,39.

b. Theo mùa:

Trên quan điểm sinh khí hậu, mùa mưa được định nghĩa là thời kỳ liên tục có lượng mưa tháng trung bình trên 100 mm. Theo quan điểm này, mùa mưa các khu vực dải duyên hải miền Trung diễn biến rất phức tạp, không những khác nhau về, thời gian bắt đầu mùa mưa, độ dài mùa mưa và cả mức độ tập trung mưa cũng rất khác nhau, thể hiện tác động của các nhân tố địa hình tới lượng mưa. Yếu tố địa hình tác động làm thay đổi chế độ phân mùa của mưa và cơ chế gây mưa cho các lưu vực sông miền Trung.

b.1. Khu vực Bắc Trung bộ (Thanh Hóa - Nghệ An): Khí hậu ở đây mang tính chất chuyển tiếp giữa kiểu khí hậu miền Bắc (nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh) và kiểu khí hậu dị thường của khí hậu miền Đông Trường Sơn. Sự xuất hiện của gió Tây khô nóng vào đầu mùa hạ liên quan đến hiệu ứng "*fơn*" của dãy Trường Sơn với gió mùa Tây Nam đã làm sai lệch sự diễn biến mùa mưa ẩm ở Bắc Trung bộ. Chế độ mưa ẩm dịch chuyển về cuối mùa hạ. Tháng V, lượng mưa vượt trên 100mm được tính vào mùa mưa nhưng giảm xuống vào tháng VI, VII đạt cực tiểu nhỏ trong quá trình mưa năm. Lượng mưa lớn nhất rơi vào tháng IX, X (lượng mưa 2 tháng này chiếm 40 - 50% tổng lượng mưa năm). Lượng mưa mùa mưa dao động từ 1.400 - 1.600 mm chiếm 85% tổng lượng mưa năm. Lượng mưa mùa mưa có xu thế tăng dần vào phía Nam khu vực nghiên cứu cả về lượng và cường độ gây mưa.

Ba tháng có lượng mưa lớn nhất có xu thế chậm dần vào phía Nam khu vực. Nếu như đối với Thanh Hóa, lượng mưa ba tháng lớn nhất xuất hiện từ (VII - IX) chiếm 60 - 62% lượng mưa năm thì ở Nghệ An, ba tháng (VIII - X) có giá trị lượng

mưa lớn nhất chiếm 60 - 65% lượng mưa năm. Đây là khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão và tháng IX có số cơn bão đổ bộ lớn nhất, vì vậy tháng có lượng mưa cực đại dịch chuyển dần vào phía Nam, ở Thanh Hóa là tháng VIII (từ 250 - 400 mm) và Nghệ An là tháng IX (300 - 450 mm, có nơi vượt trên 500 mm).

Mưa cực lớn trong khu vực Bắc Trung bộ đều liên quan đến bão hoặc bão kết hợp KKL. Lượng mưa cực đại trong 24h vượt quá 400 - 500 mm, cá biệt có nơi lên tới trên 700 mm (Thanh Hóa: 731 mm)

***b.2. Khu vực sườn Đông Trường Sơn*:** Nằm trong miền khí hậu Đông Trường Sơn có những nét dị thường trong sự phân hóa mùa mưa ẩm phản ánh tác động quan trọng của địa hình Trường Sơn đối với hoàn lưu. Mùa mưa ẩm ở khu vực này bắt đầu từ giữa mùa hạ kéo dài đến giữa mùa đông. Trong đầu mùa hạ, chịu tác dụng "*fơn*" của luồng gió Tây qua dãy Trường Sơn đem lại khí hậu khô nóng cho vùng, lượng mưa các tháng này dưới 100mm/tháng. Mùa mưa trong vùng chỉ thật sự bắt đầu vào tháng VIII, khi có luồng gió mùa hạ thổi từ phía Nam theo dọc đường bờ biển, cùng với tác động của bão nên mùa mưa kéo dài đến tháng XII, I. Lượng mưa ba tháng lớn nhất thường xuất hiện từ (IX - XI) chiếm trên 65% lượng mưa năm, liên quan với dải HTNĐ, bão và ATNĐ.

Phân bố mưa trong năm cùng có sự khác biệt giữa vùng núi và đồng bằng, phân hóa theo phương Bắc Nam.

Vùng núi (sườn Đông Trường Sơn), mùa hè có mưa khá lớn nên mùa mưa kéo dài, từ tháng V đến tháng XII hoặc tháng I. Ngoài thời kỳ mưa lớn vào các tháng IX, X, XI còn có một cực đại vào đầu hè, thường gọi là mưa tiểu mãn.

Khu vực đồng bằng duyên hải, mùa mưa rút ngắn so với vùng núi, ở phía Bắc mùa mưa kéo dài 5 - 7 tháng, ở phía Nam giảm xuống còn 4 - 5 tháng và chỉ còn 3 tháng (IX - XI) ở vùng Ninh Thuận.

Do trải dài qua nhiều vĩ độ địa lý và điều kiện khí hậu phân hóa mạnh, trong khu vực này có thể phân chia thành các khu vực khí hậu khác nhau:

*1: Khu vực từ Nam đèo Ngang tới Bắc đèo Hải Vân

Đây là vùng lãnh thổ hẹp ngang nhất Việt Nam. Về mặt khí hậu, đây là khu

vực có mùa đông lạnh và rất ẩm ướt còn mùa hè nóng và khô. Lượng mưa trung bình ở khu vực này dao động từ 2.500 - 3.000 mm, trên vùng núi cao, lượng mưa năm vượt trên 3.000 mm. Mùa mưa từ tháng VIII - I, hai tháng (X, XI) có lượng mưa lớn nhất chiếm 45% lượng mưa năm, liên quan đến hoạt động của bão đổ bộ vào bờ biển của khu vực này. Lượng mưa tháng lớn nhất chậm dần từ tháng X ở Quảng Bình, Quảng Trị tới tháng XI ở Huế, chiếm 25 - 30% lượng mưa năm. Lượng mưa ngày cực đại đạt tới trên 500 mm và do mưa bão gây nên.

*2: Khu vực Trung Trung Bộ (Nam đèo Hải Vân đến Bắc đèo Cả)

Lượng mưa có xu thế giảm dần từ Bắc vào Nam và mùa mưa cũng ngắn dần. Khu vực Quảng Nam - Quảng Ngãi mùa mưa kéo dài 5 tháng từ tháng IX - I, còn khu vực Bình Định - Phú Yên mùa mưa kéo dài 4 tháng, từ tháng IX đến tháng XII. Mưa lớn tập trung trong 2 tháng X, XI chiếm tới 60% lượng mưa năm và liên quan đến hoạt động của bão và ATNĐ. Tháng XI có lượng mưa lớn nhất chiếm 25% tổng lượng mưa năm. Lượng mưa ngày lớn nhất ở khu vực này đạt trên 500 mm, thậm chí đạt tới xấp xỉ 700 mm.

*3: Khu vực Nam Trung bộ

Lượng mưa ở đây giảm hẳn và mùa mưa cũng ngắn dần. Khu vực Bắc Khánh Hoà mùa mưa kéo dài từ tháng IX đến tháng XII và khu vực trung tâm đồng bằng Phan Rang - Phan Thiết, mùa mưa trong 3 tháng (IX - XI) chiếm 60 - 75% lượng mưa năm. Tháng có lượng mưa lớn nhất là tháng XI ở phía Bắc khu vực (Khánh Hòa) và tháng X ở phía Nam khu vực (Phan Rang) chiếm trên 30% tổng lượng mưa năm.

Lượng mưa hai tháng lớn nhất có mối quan hệ chặt chẽ với lượng mưa năm (hệ số tương quan tại các khu vực mưa lớn trên 3.000mm đạt tới 0,92, còn đối với các khu vực mưa nhỏ hệ số tương quan đạt 0,85). Lượng mưa hai tháng lớn nhất quyết định đến lượng mưa cả năm.

II.2. CƠ CHẾ HÌNH THÀNH MƯA Ở MIỀN TRUNG.

Mưa lớn ở dải duyên hải miền Trung là hệ quả tổng hợp của 3 nhân tố: luồng gió Đông dày với hàm lượng ẩm cao; các nhiễu động khí quyển quy mô lớn và tác động động lực mạnh mẽ của địa hình Trường Sơn. Cả ba nhân tố nêu trên

đều rất quan trọng nhưng mưa lớn chỉ xảy ra khi có nhiễu động khí quyển, chủ yếu là các vùng gió xoáy (bão, ATNĐ), dải HTNĐ và front lạnh.

1. Rãnh xích đạo và dải HTNĐ

1.1. Rãnh xích đạo (còn gọi là áp thấp xích đạo, rãnh nội chí tuyến): Trên bản đồ khí áp toàn cầu, ở miền xích đạo có một dải áp thấp phân bố theo hướng vĩ tuyến (Đông - Tây) gọi là áp thấp xích đạo hay rãnh xích đạo. Hàng năm, rãnh xích đạo dịch chuyển theo chuyển động biểu kiến của mặt trời, tiến về bán cầu mùa hạ. Sự dịch chuyển này chính là nguyên nhân phát sinh gió mùa nhiệt đới. Ở miền Nam và Đông Nam Châu Á, sự kết hợp của nguyên nhân hình thành với sự tương phản lớn về nhiệt độ giữa lục địa Châu Á ở phía Bắc và Ấn Độ Dương ở phía Nam làm cho rãnh xích đạo dịch chuyển trong phạm vi rất rộng. Vào mùa hè, rãnh xích đạo tiến xa lên phía Bắc đạt đến vĩ tuyến 25 - 30°B trong tháng VII. Từ hè sang đông, rãnh xích đạo chuyển dần về phía Nam, lui về miền nhiệt đới Nam Bán Cầu vào tháng I. Do sự dịch chuyển mạnh mẽ của rãnh xích đạo nên ở Nam Á và Đông Nam Á gió mùa phát triển rất mạnh, những miền này được xem là khu vực gió mùa điển hình của thế giới.

1.2. Rãnh gió mùa: Là nơi hút gió, tạo nên gió mùa Tây Nam, vì vậy nhiều người gọi nó là rãnh gió mùa [83]. Rãnh gió mùa là hình thế gây mưa chủ yếu trên miền lục địa Nam Á và Đông Nam Á. Rãnh gió mùa (Monsoon Trough) là hình thế nắng nóng và mưa dông rải rác.

Trong thời kỳ xuân - hè trên lục địa Nam Á và bán đảo Trung Ấn thường xuất hiện một vùng áp thấp rộng lớn do bị mặt trời đun nóng. Theo nguyên nhân phát sinh người ta gọi đó là áp thấp nhiệt (đôi khi gọi là áp thấp nóng). Áp thấp nhiệt hình thành trong điều kiện ở bên trên có vùng áp cao thống trị, nên áp thấp nhiệt có bề dày không lớn, ít khi đạt tới độ cao 3km. Đây là hình thế thời tiết nắng nóng với dông nhiệt xuất hiện rải rác. Rãnh gió mùa là nguyên nhân chủ yếu của những trận mưa lớn ở các miền nội địa nước ta và cũng là nguyên nhân của mưa mùa hè ở miền núi phía Đông dãy Trường Sơn, trong đó có thời kỳ mưa tiểu mãn. Mưa lớn ở Bình Thuận (cực Nam Trung bộ) và ở Thanh Hóa trong mùa hè cũng có liên quan với rãnh gió mùa.

1.3. Dải HTNĐ (còn gọi là dải hội tụ nội chí tuyến và tên cũ là front nhiệt đới): Trên biển Đông và miền Tây Thái Bình Dương, rãnh xích đạo là nơi hút gió từ 2 phía: phía Nam rãnh xích đạo là gió mùa Tây Nam và phía Bắc là tín phong Đông

Bắc. Nơi gặp gỡ giữa gió mùa Tây Nam và tín phong Đông Bắc gọi là dải HTNĐ. Trong thực tế, sự hội tụ xảy ra ở trục rãnh khí áp, về cơ bản dải HTNĐ có vị trí trùng với rãnh xích đạo. Sự hội tụ của 2 luồng gió tạo điều kiện động lực thuận lợi để dòng thăng phát triển và dải HTNĐ là hình thế gây mưa lớn.

Dải HTNĐ là hiện tượng đặc trưng của miền nhiệt đới trong thời kỳ hè - thu. Về mùa hè, dải HTNĐ tiến lên phía Bắc, đến nước ta vào khoảng tháng V. Dải hội tụ trên biển phối hợp với rãnh gió mùa trên đất liền tạo nên thời kỳ mưa lớn vào đầu hè, ở dải duyên hải miền Trung gọi là mưa tiểu mãn. Sau đó vị trí trung bình của dải HTNĐ tiếp tục di chuyển lên phía Bắc, tháng VII tiến lên đến tận vĩ tuyến 30^0B ở Đông Á và sau đó lui dần về phía Nam. Tháng VIII, dải hội tụ nằm ở Bắc biển Đông, theo hướng Đông - Tây và tháng IX dải hội tụ nằm ngang Bắc Trung bộ, tháng X ở Nam Trung bộ và Nam Bộ. Như vậy, dải HTNĐ ảnh hưởng đến khí hậu miền Trung chủ yếu trong hai tháng: tháng IX và tháng X. Mưa ở dải hội tụ thường là mưa kéo dài có cường độ không lớn.

Dải hội tụ còn là nơi phát sinh bão và ATNĐ. Tuy nhiên, sau khi hình thành thì bão và ATNĐ tách khỏi vùng hội tụ, đột nhập vào đới gió Đông (tín phong) và trở thành những nhiễu động tương đối tách biệt, sẽ được xem xét ở mục sau.

2. *Bão và ATNĐ*

Theo định nghĩa, bão là vùng gió xoáy rất mạnh trên phạm vi rộng, sức gió đạt từ cấp 7 trở lên theo thang gió Bôpho. Gió xoáy theo hướng ngược với chiều quay kim đồng hồ nếu là ở Bắc bán cầu và thuận chiều kim đồng hồ nếu ở Nam bán cầu. Đường kính vùng bão biến thiên trong khoảng 600 - 1.000km.

Những vùng gió xoáy có đặc điểm tương tự như bão nhưng sức gió yếu hơn, từ cấp 6 trở xuống gọi chung là ATNĐ. Ở Việt Nam, sự phân chia cấp gió xoáy như sau:

- Bão là vùng gió xoáy rất mạnh, sức gió mạnh nhất đạt từ cấp 8 trở lên (17m/s)

- ATNĐ là những vùng gió xoáy tương đối mạnh, biến thiên trong khoảng cấp 6, 7.

- Áp thấp là những vùng gió xoáy yếu, từ cấp 5 trở xuống.

Và thường xuyên thuật ngữ "xoáy thuận nhiệt đới" với hàm ý bao gồm cả bão và ATNĐ [83].

Dải duyên hải miền Trung nước ta là nơi hứng chịu tác động rất lớn của các

nhiễu động thời tiết gây mưa lớn. Theo số liệu thống kê nhiều năm (1891 - 2002) cho thấy có tới 533 cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam (tính trung bình là 4,3 cơn/năm), trong đó đổ bộ vào bờ biển miền Trung 412 cơn bão chiếm tới 77,3% (trung bình 3,71 cơn/năm). Trong những năm gần đây số cơn bão đổ bộ vào bờ biển lãnh thổ Việt Nam ngày càng gia tăng đặc biệt đối với bờ biển miền Trung. Trong thời gian (1956 - 2002) số cơn bão đổ bộ vào bờ biển miền Trung trung bình đạt 4,11 cơn/năm (bảng 3.13).

Thời kỳ xuất hiện bão trên dải miền Trung nước ta từ tháng VI đến tháng XII, nhưng tập trung chủ yếu vào các tháng (VIII đến tháng XI) chiếm 79,4% tổng số cơn bão. Trong đó tháng X có số cơn bão và ATNĐ đổ bộ lớn nhất (53 cơn trên tổng số 189 cơn bão). Tháng xuất hiện cơn bão cũng dịch chuyển dần từ Bắc vào Nam dải ven biển miền Trung. Tháng IX có số cơn bão xuất hiện lớn nhất ở dải ven biển Bắc Trung bộ (từ Thanh Hóa vào đến Thừa Thiên - Huế) chiếm tới 32,3% số cơn bão cả năm. Đối với dải ven biển Nam Trung bộ (từ Đà Nẵng tới Khánh Hòa) tháng X bão xuất hiện cao nhất, chiếm 37,3% số cơn bão cả năm. Dải ven biển cực Nam Trung bộ (Ninh Thuận - Bình Thuận) bão đổ bộ nhiều nhất vào tháng XI(chiếm 40% số cơn bão cả năm). Cùng với sự gia tăng về số lượng cơn bão trong thời gian gần đây, thời gian xuất hiện bão và ATNĐ cũng thay đổi. Tháng có số bão nhiều nhất dịch chuyển dần về cuối mùa bão. Thập kỷ (1956 - 1965) tháng VIII xuất hiện nhiều cơn bão và ATNĐ nhất, 2 thập kỷ (1966 - 1975) và (1976 - 1985) tháng nhiều bão và ATNĐ nhất là tháng IX, dịch chuyển đến tháng X vào thập kỷ (1986 - 1995) và trong những năm (1996 - 2001) tháng XI là tháng chịu ảnh hưởng của bão và ATNĐ lớn nhất.

Theo số liệu thống kê nhiều năm, miền Trung là khu vực chịu ảnh hưởng nhiều nhất của bão và ATNĐ, chiếm tới 77,3% số bão ảnh hưởng đến Việt Nam. Trung bình hàng năm có 4 cơn bão và 4 ATNĐ ảnh hưởng đến dải duyên hải miền Trung. Phân bố số cơn bão đổ bộ hàng năm vào các khu vực ở miền Trung như sau:

Từ Thanh Hóa đến Hà Tĩnh	31,1%
Từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế	26,2%
Từ Đà Nẵng đến Bình Định	20,4%
Từ Phú Yên đến Bình Thuận	22,3%.

Bảng 3.13: Số cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào các tỉnh dải duyên hải miền Trung

Thời kỳ 1956 - 2002

Tỉnh \ Tháng	Số cơn bão và ATNĐ ảnh hưởng trực tiếp										
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Thanh Hóa				4	6	9	9	2			30
Nghệ An					3	1	5	5	1		15
Hà Tĩnh				1	1	5	4	5			16
Quảng Bình					3	6	8	7			24
Quảng Trị				1		1	3		1		6
Thừa Thiên Huế				2			3	3			8
Quảng Nam			1	4		1	4	4	1		15
Quảng Ngãi		1	1			1	5	2	2		12
Bình Định				1			1	5	5	1	13
Phú Yên							1	10	6	1	18
Khánh Hòa	2						1	7	7		17
Ninh Thuận				1				2	5	5	13
Bình Thuận								1	1		2
Tổng số	2	1	2	14	13	24	44	53	29	7	

Dọc bờ biển nước ta, hoạt động của bão có xu thế mạnh dần từ Nam ra Bắc. Theo số liệu thời kỳ 1956 - 2002, số cơn bão vào Bắc Trung bộ (từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên - Huế) chiếm 57,3%, còn ở Nam Trung bộ (từ Đà Nẵng đến Bình Thuận) chiếm 42,7% tổng số cơn bão vào miền Trung. Thời kỳ hoạt động của bão ở miền Trung kéo dài từ tháng VI đến tháng XII, chủ yếu là từ tháng VIII đến tháng XI (chiếm 70%). "Mùa bão"có xu thế muộn dần từ Bắc vào Nam.

Bắc Trung bộ (vĩ tuyến 16 - 20^0B), mùa bão là các tháng VIII, IX, X

Nam Trung bộ (vĩ tuyến 13 - 16^0B), mùa bão là các tháng IX, X, XI

Cực Nam Trung bộ (dưới vĩ tuyến 13^0B), mùa bão là các tháng X, XI

Hoạt động của bão và ATNĐ rất thất thường, có những năm chỉ có một vài cơn, nhưng cũng có năm đến 9 - 10 cơn bão và ATNĐ liên tiếp đổ vào miền Trung. Sự bắt đầu và kết thúc mùa bão cũng có thể sớm muộn khác nhau. Bão ảnh hưởng đến miền Trung ***sớm nhất*** vào cuối tháng III (bão Mamie, ngày 25/III/1982 vào bờ biển Nam Trung bộ, suy yếu thành ATNĐ gây mưa tới 200 mm ở Ninh Thuận - Bình Thuận làm xuất hiện trận lũ ngay trong mùa khô). Bão số 8 (Faith) là cơn ***bão muộn nhất***, đổ bộ vào Phú Yên - Khánh Hòa ngày 14/XII/1998, gây mưa lớn trên diện rộng từ Thừa Thiên - Huế đến Ninh Thuận.

Đáng lưu ý là trường hợp ***bão đổ bộ liên tiếp*** trong thời gian ngắn. Tháng IX/1964, IX/1978, chỉ trong khoảng 15 ngày, 3 cơn bão mạnh đổ bộ liên tiếp vào miền Trung gây ra lũ lụt lịch sử hoặc lũ lụt đặc biệt lớn trên toàn miền, thiệt hại thuộc loại lớn nhất trong nhiều năm qua. Trường hợp 2 cơn bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp vào cùng một khu vực cũng gây ra thiên tai nghiêm trọng.

Đặc biệt, do điều kiện địa hình, quy luật chung của khí hậu và cơ chế hoàn lưu khí quyển, các tháng nhiều bão ở miền Trung trùng với thời kỳ đầu hoạt động của các đợt không khí lạnh (KKL) từ phía bắc tràn xuống. Bão, ATNĐ hoặc dải HTNĐ có tác động của KKL thường gây mưa to, diện rộng, cường độ mưa rất lớn, thời gian mưa kéo dài hơn, gây lũ lụt nghiêm trọng trên phạm vi rộng.

Các hình thế gây mưa lớn và kéo theo lũ lớn ở dải duyên hải miền Trung là:

- ***Có những cơn bão mạnh cấp 12, trên cấp 12:*** Bão đổ bộ gây ra gió mạnh cấp 12, trên cấp 12, gió giật có khi đạt đến cấp 13-15 hoặc mạnh hơn, trước khi bão vào thường có lốc mạnh; vùng gió mạnh cấp 9, 10 thường rộng, với bán kính 50 - 100 km bão mạnh thường đổ bộ vào vùng Quảng Bình, Quảng Trị;

- ***Bão, ATNĐ đổ bộ liên tiếp.***

Bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp vào miền Trung rất thường gặp, đó là loại hình thế thời tiết rất nguy hiểm gây lũ lụt lớn. Từ năm 1964 đến nay, có 12 đợt bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp vào miền Trung. Đặc điểm chính của hình thế thời tiết này như sau:

+, Trong thời kỳ ngắn (8 - 15 ngày) có 2 đến 3, thậm chí 4 cơn bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp (có khi vào cùng một khu vực), không ít trường hợp còn có tác động của KKL;

+, Mưa thường rất to, cường độ rất lớn, diện rộng, kéo dài nhiều ngày (7 - 15 ngày), tâm mưa có thể đạt từ 800 - 1.000 mm, hoặc trên dưới 1.500 mm khi có tác động của KKL.

+, Lũ lụt nghiêm trọng trên nhiều triền sông, bao trùm nhiều tỉnh;

+, Thiệt hại về người và tài sản thường rất lớn.

Điển hình cho những trường hợp bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp gây lũ lụt nghiêm trọng có thể là các trường hợp sau:

Năm 1983, trong vòng 3 tuần, từ 9 - 29/X, có 3 cơn bão và 1 ATNĐ đổ bộ vào miền Trung từ Quảng Bình đến Tuy Hòa, gây ra mưa lớn ở hầu hết các khu vực miền Trung, lũ trên báo động III xuất hiện đồng thời trên các sông từ Thừa Thiên - Huế đến Quy Nhơn.

Năm 1964, từ 4 - 16/XI, liên tiếp 3 cơn bão đổ bộ vào miền Trung gây ra thiên tai lũ lụt lớn rộng khắp, thiệt hại nghiêm trọng chưa từng thấy trong nhiều năm qua.

Năm 1978, từ 15 - 26/IX, có 1 ATNĐ và 2 cơn bão mạnh số 8, 9, gió trên cấp 9, liên tiếp đổ bộ vào Quảng Nam - Đà Nẵng (15/IX), vào Thừa Thiên - Huế - Quảng Nam - Đà Nẵng (20/IX) và vào Hà Tĩnh - Quảng Bình (26/IX) lại kết hợp với KKL (bão số 9), gây đợt mưa kéo dài 17 ngày, diện rất rộng, mưa rất to (mưa từ Bắc bộ đến Quảng Ngãi trên 400 mm, từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên - Huế - trên 1.000 mm, vùng tâm mưa - trên 1.800 mm), cường độ mưa lớn kỷ lục (tại Đô Lương, mưa 12h là 527,9 mm, mưa 24h là 788,4 mm; mưa tại Kỳ Anh đạt 1.497 mm ngày 26 - 28/IX; tại Bàu Nước là 1.787,3 mm ngày 26 - 28/IX và 1.507 mm ngày 26 - 27/IX); lũ lụt nghiêm trọng trên nhiều triền sông: tại Nam Đàn trên sông Cả xuất hiện lũ lụt lịch sử có mực nước đạt (10,38 m) gây thiệt hại rất lớn.

Trong 6 ngày, từ 19 - 25/XI/1987, liên tiếp có bão số 6 vào Bình Định - Phú Yên (19/XI) rồi ATNĐ vào Phú Yên - Khánh Hòa; từ 18 - 26/IX, có mưa to đến rất

to từ Quảng Ngãi đến Phú Yên, tâm mưa tới trên 800 mm; các sông thuộc khu vực này đều có lũ lớn, riêng đỉnh lũ sông Vệ xấp xỉ mức lũ lịch sử năm 1964; lũ lớn lại gặp kỳ triều cường đã gây lụt nghiêm trọng nhiều huyện, thiệt hại lớn về người và tài sản.

Từ 26/X đến 1/XI/1995, có 2 cơn bão mạnh số 10, 11 đổ bộ vào Bình Định (26/X) và Quảng Ngãi - Bình Định (1/XI) có tác động của KKL gây mưa kéo dài từ 26/X - 2/XI từ Hà Tĩnh đến Phú Yên, mưa lớn, phổ biến từ 350 - 800 mm; lũ lụt lớn trên các sông từ Quảng Bình đến Bình Định, gây thiệt hại nghiêm trọng.

Từ giữa tháng X đến đầu tháng XII/1996, ở các tỉnh từ Thừa Thiên - Huế đến Bình Định liên tiếp 4 cơn bão gây ra 4 - 6 đợt mưa lũ lớn làm ngập lụt dài ngày; một số nơi đã xuất hiện lũ đặc biệt lớn như ở sông Bưởi tại Thạch Thành, sông Côn tại Tân An và sông Lũy tại trạm sông Lũy. Ngập lụt nghiêm trọng ở các tỉnh từ Quảng Bình đến Khánh Hòa. Thiệt hại rất lớn ở hầu hết các tỉnh.

- ***Bão, ATNĐ kết hợp với front lạnh***

Hoạt động của bão và ATNĐ ở miền Trung diễn ra vào mùa thu và đầu đông. Đây cũng là thời kỳ tiến triển của gió mùa Đông Bắc, đưa KKL về miền Trung với tần xuất và cường độ ngày càng tăng. Sự trùng hợp về thời gian như vậy làm xuất hiện hình thế kết hợp giữa bão hoặc ATNĐ với front lạnh. Front lạnh tiến về phía Nam, còn bão di chuyển về phía Tây, gây mưa to và lũ lụt trên phạm vi rộng. Trường hợp điển hình của sự kết hợp này là trận mưa lũ lịch sử đầu tháng XI/1999, xảy ra ở khu vực từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi, kéo dài từ 1 - 6/XI, gây lũ lụt nghiêm trọng; ở rất nhiều nơi có lượng mưa lên đến 1.500 - 2.000mm trong cả đợt. Phần lớn số cơn bão trong tháng XII đều có sự kết hợp với front lạnh, nhưng tháng này lại ít bão. Sự liên kết giữa bão và ATNĐ với KKL diễn ra trong thời kỳ từ tháng IX - XII; khoảng 1/3 số cơn bão và ATNĐ vào miền Trung có sự kết hợp của front lạnh, chủ yếu trong tháng X, XI.

- ***Front lạnh***

Trong thời kỳ thu - đông, dải duyên hải miền Trung xuất hiện những trận mưa lớn không liên quan đến bão hay ATNĐ, mà liên quan với các đợt gió lạnh. KKL đến dải duyên hải miền Trung có bề dày rất hạn chế, 1 - 2km và hàm lượng ẩm không cao cho nên khó có thể gây mưa lớn. Mưa lớn ở đây chính là mưa front lạnh với tác động tăng cường của dãy Trường Sơn. Gió mùa Đông Bắc thổi mạnh dọc theo sườn Đông Trường Sơn, trở thành gió Tây Bắc ở Bắc Trung bộ và gió Bắc ở Nam Trung bộ.

Trong thời kỳ thu - đông - xuân, tín phong thống trị miền tây Thái Bình

Dương và biển Đông, gặp KKL chặn đường, luồng tín phong phải trườn lên cao, vượt qua không khí lạnh và dãy Trường Sơn để tiếp tục tiến về phía Tây. Gió mùa Đông Bắc đến miền Trung bị biến tính nhiều cho nên tương phản nhiệt độ không còn lớn như ở front lạnh điển hình. Front lạnh hoạt động mạnh mẽ nhất ở miền Trung vào tháng XI, XII. Các đợt mưa thường kéo dài 1 - 4 ngày, có thể mưa vừa, mưa to đến rất to. Trận mưa lũ lịch sử ở Thừa Thiên - Huế đầu tháng XI năm 1999 với lượng mưa nhiều nơi đạt đến 1.000 - 1.500mm/đợt, cũng xảy ra trong khu vực front lạnh. Front lạnh gây mưa dọc miền Đông Trường Sơn, từ Nghệ An vào Ninh Thuận, mưa lũ lớn nhất là khu vực Trung Trung bộ.

Bình Thuận hầu như không mưa trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Gió mùa Đông Bắc đến đây đã biến tính mạnh mẽ và đổi hướng, hoà nhập với tín phong Thái Bình Dương.

Nhận định các hình thế thời tiết gây mưa lũ dải duyên hải miền Trung

Các hình thế thời tiết chính gây ra mưa lũ trên các sông miền Trung là: Bão, ATNĐ, KKL, dải HTNĐ. Tùy theo vị trí của lưu vực sông và vị trí đổ bộ của bão hoặc ATNĐ, cũng như tổ hợp của chúng với KKL mà mưa trên lưu vực cũng khác nhau. Mưa thường lớn, cường độ cao, thậm chí lớn hơn ở một số vùng mưa lớn miền Bắc. Mưa phân bố không đều theo không gian ở toàn vùng. Đặc điểm riêng biệt là các trận ***lũ lụt lớn, lũ lụt lịch sử chỉ xảy ra khi có tác động tổ hợp của bão, ATNĐ với KKL***. Lũ lụt lớn do mưa bão, ATNĐ hoặc bão, ATNĐ kết hợp với KKL chiếm 73%; do KKL kết hợp với các dạng hoàn lưu khác - 21% tổng số trận.

Quy luật xuất hiện các nhiễu động thời tiết trên dải ven biển Việt Nam nói chung và dải ven biển miền Trung nói riêng khá phức tạp. Theo các thống kê nhiều năm cho thấy trong những năm gần đây đặc biệt trong hai thập kỷ 80 và 90 số lượng các nhiễu động thời tiết tăng rất đáng kể trên dải ven biển Việt Nam đồng thời tỷ trọng phân bố trên từng đoạn dải ven biển cũng thay đổi. Nếu như trong các thập kỷ trước bão và ATNĐ đổ bộ chủ yếu vào dải ven biển Bắc Bộ thì trong những năm gần đây số lượng bão và ATNĐ đổ bộ vào dải ven biển miền Trung đặc biệt khu vực Nam Trung bộ gia tăng một cách đáng kể (thường chiếm tới 64.3% số cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam). Thêm vào đó cấp độ của các cơn bão cũng lớn hơn nhiều so với trước đây, các cơn bão làm nước biển dâng cao trên 2 m chiếm 11% số lượng cơn bão đổ bộ vào dải ven biển Nam Trung bộ. Hàng năm bão thường xuất hiện vào các tháng từ (IV - XII) nhưng chủ yếu tập trung vào tháng X và tháng XI.

Với các hoạt động của các hình thế thời tiết khác nhau, việc hình thành mưa

(cả về lượng lẫn phân bố mưa theo không gian, vị trí trung tâm mưa) cũng là nguyên nhân gây lũ lớn và ngập lụt các lưu vực sông vùng nghiên cứu. Các lưu vực trải dài từ vùng núi xuống vùng đồng bằng nên mưa xuất hiện không đều trên toàn lưu vực. Nếu tâm mưa nằm ở khu vực thượng nguồn và trung lưu thường xảy ra lũ quét nhưng khả năng ngập lụt vùng hạ du không cao so với nếu tâm mưa nằm ở phần trung lưu xuống hạ lưu.

Các lưu vực sông thuộc vùng Nha Trang - Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận lũ lớn do chịu tác động của KKL chiếm tỷ trọng lớn nhất.

Dựa trên cơ sở phân tích trên cho thấy, lũ lụt đặc biệt lớn, lũ lụt lịch sử ở miền Trung trong thời gian qua do mưa rất to, đặc biệt to dưới *tác động của bão, ATNĐ; của bão hoặc bão và ATNĐ đổ bộ liên tiếp; của bão và ATNĐ có tác động của KKL và tác động của KKL lên rìa phía bắc của dải HTNĐ* . Tác động đơn lẻ của các hình thế thời tiết khác hoặc tổ hợp của chúng đều chưa thấy gây ra lũ lụt đặc biệt lớn ở các sông miền Trung.

II.3. XÂY DỰNG BẢN ĐỒ ĐẲNG TRỊ LƯỢNG MƯA MỘT NGÀY LỚN NHẤT VỚI TẦN SUẤT XUẤT HIỆN 1% ($X_{MAX}1\%$) TỪ THANH HÓA TỚI BÌNH THUẬN TỶ LỆ 1/500.000

Trong vùng nhiệt đới ẩm gió mùa nước ta, mưa là nguồn cung cấp nước chủ yếu của sông ngòi. Do vậy, lượng nước sông và chế độ nước sông phụ thuộc chủ yếu vào lượng mưa và chế độ mưa. Đối với lũ lụt, lượng mưa một ngày lớn nhất là đặc trưng cơ bản rất cần cho tính toán lưu lượng lũ lớn nhất trong trường hợp thiếu số liệu.

Việc xây dựng các bản đồ mưa nói chung và bản đồ mưa một ngày lớn nhất nói riêng, từ lâu đã được các nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu và xây dựng. Trước đây Cục Thủy Văn (cũ) và Trường Đại học Thủy Lợi cũng đã xây dựng bản đồ đẳng trị mưa một ngày lớn nhất, song tài liệu khi đó còn ngắn. Những năm sau này nhiều tác giả có xây dựng bản đồ mưa ngày lớn nhất trong các đề tài nghiên cứu như đề tài "***Lũ, úng đồng bằng Bắc Bộ***", "***Thiên tai lụt úng vùng đồng bằng ven biển miền Trung***" của tác giả Đỗ Đình Khôi ở Viện Khí Tượng Thủy Văn; Đề tài cấp Nhà nước 42A của tác giả Trần Thanh Xuân. Nhưng những bản đồ đó được xây dựng theo số liệu đến năm 1985 cho cả nước và đến năm 1990 cho Bắc Trung bộ. Gần đây nhất đề tài "***Xây dựng bản đồ mưa một ngày lớn nhất khu vực ven biển miền Trung và Tây Nguyên***" của Viện Khí tượng Thủy văn, bản đồ đó đã xây dựng từ Hà Tĩnh trở vào Đông Nam Bộ, số liệu sử dụng đến năm 1999.

Trong vòng 10 năm gần đây, do sự biến đổi khí hậu toàn cầu, lũ lụt hạn hán đã xẩy ra rất nghiêm trọng ở các nước trên thế giới và ở nước ta. Đặc biệt là đã xuất hiện những trận mưa rất lớn với giá trị lượng mưa ngày lớn nhất vào loại kỷ lục trong chuỗi quan trắc. Vì vậy "***Xây dựng bản đồ mưa một ngày lớn nhất khu vực miền Trung***" (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận) là việc làm cần thiết đáp ứng cho yêu cầu phòng chống và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt ở miền Trung (hình 3.8).

Lượng mưa ngày lớn nhất là lượng mưa lớn nhất trong thời điểm 1 ngày tính từ 19 giờ đến 19 giờ hôm sau. Chuỗi số liệu lượng mưa ngày lớn nhất ($X_{maxngày}$) tại các trạm đã được phân tích và kiểm tra tính chất hợp lý.

Dùng số liệu mưa một ngày lớn nhất trong một năm, sau đó sắp xếp theo chuỗi số liệu đã quan trắc để tính tần suất 1% bằng phương pháp PearsonIII đã được lập trình sẵn trong máy vi tính. Sau khi đã có số liệu mưa một ngày lớn nhất ứng với tần suất1% đưa lên vị trí các trạm và thể hiện trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500.000 dưới dạng các đường đẳng có giá trị mưa tương tự (đường đẳng trị mưa). Căn cứ vào biên độ dao động của $X_{maxngày}$ đã lựa chọn cấp đường đẳng trị là 100 mm.

Vị trí của các đường đẳng trị được xác định bằng phương pháp nội suy hay ngoại suy tuyến tính từ các số X có giá trị $X_{maxngày}$ tại các trạm kế cận. Ngoài ra, còn xét thêm ảnh hưởng của địa hình đến sự phân bố các mùa nói chung và của $X_{maxngày}$ nói riêng.

Các bản đồ $X_{maxngày}$ còn được kiểm tra tính chất hợp lý bằng cách so sánh tỷ số lượng mưa ngày lớn nhất giữa các tần suất $X_{maxngày}(5\%)$/ $X_{maxngày}(1\%)$; Tỷ số này dao động luôn luôn nhỏ hơn 1.

Giá trị lượng mưa ngày lớn nhất tương ứng với tần suất 1% ($X_{maxngày}$ 1%) trong khu vực nghiên cứu biến đổi trong phạm vi từ 120mm đến hơn 950mm. Các trung tâm có $X_{maxngày}(1\%)$ lớn hơn 900mm xuất hiện ở Thừa Thiên-Huế tới Bình Định. Khu vực ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận $X_{maxngày}1\%$ khá nhỏ (dưới 200mm).

Nhìn chung, giá trị $X_{maxngày}1\%$ khá lớn ở các tỉnh thuộc ven biển Miền Trung từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa. Các khu vực cực Nam Trung bộ có $X_{maxngày}1\%$ không lớn dưới 200mm. Sự phân bố trong không gian nói trên của $X_{maxngày}$ 1% có liên quan đến địa hình và vị trí địa lý. Dải duyên hải miền Trung nằm ở phía Đông Trường Sơn, chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão, ATNĐ và không khí lạnh, nước lũ, mưa cũng như cường độ mưa rất lớn. Còn ở Cực Nam Trung bộ thì mức độ ảnh hưởng của các hình thế thời tiết gây mưa lũ nêu trên không mạnh như ở khu vực trên.

III. CÁC HOẠT ĐỘNG NHÂN TÁC PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI TRÊN BỀ MẶT VÙNG DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

III.1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH KINH TẾ - XÃ HỘI

Tăng trưởng kinh tế là tiêu chuẩn đầu tiên để xác định mức độ phát triển kinh tế của một lãnh thổ. Nhìn chung trong những năm gần đây tốc độ tăng trưởng kinh tế lãnh thổ nghiên cứu luôn đạt ở mức khá. Các tỉnh đều có tốc độ tăng trưởng đạt trên 7% trong giai đoạn 1996 - 2000.

Tuy nhiên so với các vùng khác trong cả nước, đóng góp của miền Trung trong cơ cấu GDP cả nước là chưa cao và có chiều hướng giảm xuống. Nếu như năm 1995 đóng góp GDP của Bắc Trung bộ là 8,02%, duyên hải Nam Trung bộ là 6,27% thì đến năm 2000 đóng góp GDP của 2 vùng này tương ứng là 7,04% và 6,25%.

Bảng 3.14: Tốc độ tăng GDP so với năm trước theo giá hiện hành (%)

Vùng	1996	1997	1998	1999	2000
ĐB sông Hồng	108,49	108,62	105,81	104,15	107,86
Đông Bắc	107,44	108,35	105,82	104,91	109,09
Tây Bắc	107,25	108,78	112,59	103,78	106,14
Bắc Trung bộ	105,13	108,77	103,67	102,72	106,08
DH miền Trung	108,79	108,39	104,51	104,71	107,39
Tây Nguyên	109,62	109,83	110,51	107,23	108,52
Đông Nam Bộ	111,92	108,30	106,50	105,01	106,10
ĐB sông Cửu Long	107,86	106,66	104,41	105,50	105,83
Toàn quốc	**109,34**	**108,15**	**105,76**	**104,77**	**106,76**

Nguồn: Kinh tế Việt Nam đổi mới - 2002

Về GDP bình quân đầu người (tính theo sức mua tương đương), hiện nay Bắc Trung bộ đạt 1007 USD/người.năm (đứng thứ 7/8 vùng) và duyên hải Nam Trung bộ đạt 1344 USD/người.năm (đứng 4/8 vùng).

Bảng 3.15: GDP bình quân đầu người các tỉnh (10^3 đồng)

Tỉnh	1995	2001
Thanh Hóa	1962	3105
Nghệ An	1917	3019
Hà Tĩnh	1787	2892
Quảng Bình	1693	2854
Quảng Trị	1802	3186
TT - Huế	2154	3604
Đà Nẵng	4250	7617
Quảng Nam	1677	3140
Quảng Ngãi	1591	3008
Bình Định	1976	3425
Phú Yên	1742	3234
Khánh Hoà	3711	6454
Ninh Thuận	2224	3067
Bình Thuận	1762	2782

Nguồn: Kinh tế Việt Nam đổi mới - 2002

Có thể nói thu nhập bình quân đầu người một tháng hiện nay của người dân các tỉnh miền Trung đã tăng lên đáng kể so với những năm trước đây nhưng khoảng cách thu nhập giữa nhóm người có thu nhập thấp và nhóm người có thu nhập cao ngày càng tăng. Vào năm 1994, thu nhập bình quân đầu người một tháng của 20% số hộ có thu nhập thấp nhất ở các tỉnh Bắc Trung bộ là 57,2 ngàn đồng thì đến năm 2000 đã tăng lên 74,5 ngàn đồng, ở các tỉnh Nam Trung bộ tăng từ 63,1 ngàn đồng lên 91,5 ngàn đồng. Trong khi đó thu nhập của 20% số hộ có thu nhập cao nhất của các tỉnh Bắc Trung bộ tăng từ 299,7 ngàn đồng/người.tháng (năm 1994) lên 517,7 ngàn đồng (năm 2000) và các tỉnh Nam Trung bộ tăng từ 309,0 ngàn đồng lên 577,3 ngàn đồng. Sự chênh lệch về thu nhập này chắc chắn ảnh hưởng tới khả năng đầu tư phát triển sản xuất của các nhóm dân cư khác nhau, từ đó ảnh hưởng tới năng suất, hiệu quả sản xuất cũng như các cơ hội khác của người dân, dẫn đến khoảng cách giàu nghèo ngày càng tăng. Đây là vấn đề xảy ra không chỉ đối với các tỉnh miền Trung mà hiện nay tình trạng này đã và đang diễn ra trên phạm vi toàn quốc.

Nhìn chung cơ cấu kinh tế các tỉnh miền Trung tiếp tục chuyển dịch theo hướng tăng tỷ trọng của ngành công nghiệp xây dựng và dịch vụ.

Bảng 3.16: Cơ cấu kinh tế các tỉnh miền Trung 2002(%)

Tỉnh	Khu vực I	Khu vực II	Khu vực III
Thanh Hóa	37,00	29,80	33,20
Nghệ An	40,40	26,70	33,90
Hà Tĩnh	49,36	14,51	36,13
Quảng Bình	34,60	27,40	38,00
Quảng Trị	42,90	18,50	38,60
TT - Huế	22,60	33,60	43,80
Đà Nẵng	7,50	38,40	54,10
Quảng Nam	38,17	28,38	33,45
Quảng Ngãi	33,47	37,85	27,68
Bình Định	41,80	23,20	35,00
Phú Yên	41,20	24,70	34,10
Khánh Hòa	24,46	36,97	38,57
Ninh Thuận	50,00	14,60	35,40
Bình Thuận	35,05	25,41	39,54

Nguồn: Tổng hợp Niên giám thống kê các tỉnh miền Trung 2003

Một số tỉnh có tỷ trọng công nghiệp - xây dựng lớn là Đà Nẵng (38,4%), Quảng Ngãi (37,85%), Khánh Hòa (36,97%)... Cơ cấu sản xuất nông nghiệp có bước chuyển dịch tích cực. Tỷ trọng các ngành có giá trị kinh tế cao như chăn nuôi, cây công nghiệp... đều tăng lên. Cơ cấu sản xuất đã có bước khởi đầu trong việc chuyển sang sản xuất mang tính chất hàng hóa, gắn với thị trường.

Tuy nhiên, tại các tỉnh Hà Tĩnh, Quảng Trị, Quảng Nam, Bình Định, Phú Yên, Ninh Thuận, Bình Thuận... ngành nông nghiệp còn chiếm tỷ trọng cao. Công nghiệp, dịch vụ phát triển kém, tốc độ chuyển dịch cơ cấu kinh tế nhìn chung còn chậm.

Các tỉnh Quảng Nam, Đà Nẵng, Khánh Hoà, Thừa Thiên - Huế công nghiệp, dịch vụ có tỷ trọng cao và tốc độ chuyển dịch nhanh. Đây cũng chính là các tỉnh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm nên nhận được sự đầu tư của Nhà nước và đầu

tư nước ngoài.

So với năm 1997, đến năm 2001 các chỉ tiêu về kết cấu hạ tầng nông thôn miền Trung đều tăng lên. Tuy nhiên, nếu so với cả nước, các chỉ tiêu này ở các tỉnh miền Trung nhìn chung còn thấp hơn, trong đó các tỉnh Nam Trung bộ có phần hạn chế hơn các tỉnh Bắc Trung bộ.

Bảng 3.17: Kết cấu hạ tầng nông thôn miền Trung

Chỉ tiêu	1997	2001
Tỷ lệ xã có điện (%)		
Toàn quốc	79,9	89,4
Bắc Trung bộ	82,0	91,2
Nam Trung bộ	72,0	85,9
Tỷ lệ xã có đường ô tô đến xã (%)		
Toàn quốc	90,3	94,6
Bắc Trung bộ	93,5	96,4
Nam Trung bộ	93,9	93,9
Tỷ lệ xã có đường ô tô đến thôn (%)		
Toàn quốc	72,2	81,6
Bắc Trung bộ	85,2	89,4
Nam Trung bộ	85,0	86,6
Tỷ lệ xã có trường tiểu học (%)		
Toàn quốc	97,9	98,9
Bắc Trung bộ	99,1	99,4
Nam Trung bộ	98,4	97,4
Tỷ lệ xã có trạm y tế (%)		
Toàn quốc	96,4	99,0
Bắc Trung bộ	95,1	97,9
Nam Trung bộ	90,7	97,1

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Bên cạnh đó, ở qui mô cấp xã các cơ sở trên thường là không kiên cố. Do đó, trong trường hợp bị mưa bão, không ít trường hợp các công trình bị hư hỏng hoàn toàn, thậm chí bị cuốn trôi. Mặt khác, đó cũng có thể là vật cản nước lũ rất

đáng kể, làm cho nước bị dồn, ứ rất nhanh và khi có lối thoát tiêu thì sức tàn phá cũng lớn lên gấp bội. Dưới đây là một số chỉ tiêu về kết cấu hạ tầng nông thôn các tỉnh miền Trung.

Mặc dù trong những năm qua tình trạng nghèo cũng đã giảm xuống ở khu vực Bắc Trung bộ, song đây là một trong những vùng có tiến bộ chậm hơn nhiều so với mức trung bình của cả nước. Gần đây tỷ lệ nghèo mỗi năm giảm tương đương 1% dân số, trong khi đó trên toàn quốc là 2%. Việc học hành của người dân ở đây hoàn toàn tương phản với tình trạng nghèo đói. Tỷ lệ người đã học xong trung học cơ sở cao hơn so với mức bình quân trên toàn quốc là 6%. Tỷ lệ người không có bằng cấp thấp hơn mức bình quân cả nước 6%. Ngay cả các dân tộc thiểu số, việc học hành cũng tốt hơn. Khoảng 55% người dân tộc thiểu số ở Bắc Trung bộ được học hành ở một mức độ nào đó so với tỷ lệ 39% trên toàn quốc.

Vậy nguyên nhân tại sao người dân ở vùng Bắc Trung bộ lại không có cuộc sống khá giả hơn với trình độ học vấn cao hơn này? Câu trả lời liên quan đến một tài sản quan trọng khác, đó là đất đai. Trong khi diện tích đất mùa vụ hàng năm của các hộ gia đình ở vùng này cũng gần như các vùng khác của Việt Nam, người dân ở nông thôn Bắc Trung bộ lại có diện tích đất trồng cây lâu năm ít hơn nhiều so với bất kỳ vùng nào khác. Chỉ có 0,03ha so với 0,3ha đất lâm nghiệp bình quân đầu người. Do vậy tình trạng nghèo đói có liên quan đến việc không thể sử dụng đất lâm nghiệp vào những mục đích có hiệu quả hơn.

Ở các tỉnh Nam Trung bộ, 42% dân số chủ yếu phụ thuộc vào sản xuất nông nghiệp hộ gia đình (thấp hơn mức bình quân 47% của cả nước). Những hộ gia đình vẫn tiếp tục sản xuất nông nghiệp cũng đã đạt được tiến bộ đáng kể trong việc hoà nhập vào thị trường. Trong năm 2002, 73% tổng giá trị sản xuất nông nghiệp ở duyên hải Nam Trung bộ đã được bán so với 39% vào năm 1993 mặc dù trong vùng thường xuyên chịu ảnh hưởng của thiên tai như lũ lụt và hạn hán. Đạt được kết quả này một phần do cơ sở hạ tầng ở đây khá tốt: điều kiện về đường sá và nguồn điện được cải thiện và xây dựng thêm được nhiều trường học, trạm y tế...Tuy nhiên ở đây cũng còn tồn tại những vấn đề liên quan đến điều kiện vật chất khó khăn và việc quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên không hợp lý. Khả năng tiếp cận nguồn nước sạch của người dân ở vùng này là tương đối hạn chế: 32% (trong khi toàn quốc là 48,5%). Mặt khác cần có những hệ thống thủy lợi ở qui mô nhỏ hơn để nâng cao năng suất nông nghiệp, nhất là vào mùa khô.

III.2. TÁC ĐỘNG DO CÁC HOẠT ĐỘNG CỦA CÁC NGÀNH KINH TẾ TỚI DIỄN BIẾN LŨ LỤT

III.2.1. Sản xuất nông - lâm - ngư nghiệp

Cũng như trên phạm vi cả nước, sản xuất nông lâm - ngư nghiệp các tỉnh miền Trung luôn là ngành chiếm vị trí quan trọng trong cơ cấu GDP. Ngoại trừ Đà Nẵng, Thừa Thiên - Huế, Khánh Hòa, 11 tỉnh còn lại tỷ trọng của ngành đều chiếm trên 30%.

Hiện trạng sử dụng đất dải duyên hải miền Trung

Dựa vào các số liệu thống kê và bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000 của các tỉnh cho thấy dải duyên hải miền Trung có 33 đơn vị, khá đa dạng. Diện tích các nhóm hiện trạng sử dụng đất của các khu vực được thống kê trong bảng 3.19. Qua bảng 3.19 tổng hợp thấy rằng tỷ lệ đất nông nghiệp ở các tỉnh đều thấp và diện tích đất hoang hóa (đất trống đồi núi trọc) cao, đặc biệt đất hoang hóa đồi núi chiếm diện tích rất lớn (1.505.034 ha ở các tỉnh Bắc Trung bộ và 1.272.910 ha ở Nam Trung bộ).

Bảng 3.18: Hiện trạng sử dụng đất năm 2000 dải duyên hải Trung bộ

Loại đất	Toàn quốc		Bắc Trung Bộ		Nam Trung Bộ	
	ha	%	ha	%	ha	%
Tổng diện tích	**32924061**	**100%**	**5150069**	**100%**	**4425574**	**100%**
I- Đất nông nghiệp	**9345346**	**28.38%**	**725428**	**14.09%**	**807033**	**13.44%**
1- Đất trồng cây hàng năm	6129518		543009		617529	
a/ Đất ruộng lúa, lúa màu	4267849		395840		279644	
b/ Đất nương rẫy	644443		20166		81380	
c/ Đất trồng cây hàng năm khác	1217226		127003		256505	
2- Đất vườn tạp	628464		103002		80600	
3- Đất trồng cây lâu năm	2181943		53421		92532	
4- Đất cỏ dùng vào chăn nuôi	37575		9609		2642	
5- Đất có mặt nước nuôi trồng thủy sản	367846		16387		13730	
II- Đất lâm nghiệp có rừng	**11549621**	**35.08%**	**2222057**	**43.15%**	**1703076**	**38.48%**
1/ Rừng tự nhiên	9748675		1877994		1477966	
a/ Đất có rừng sản xuất	3517350		603489		372711	

Loại đất	Toàn quốc		Bắc Trung Bộ		Nam Trung Bộ	
	ha	%	ha	%	ha	%
b/ Đất có rừng phòng hộ	4852692		937747		950180	
c/ Đất có rừng đặc dụng	1378633		336758		155075	
2- Rừng trồng	1800544		343943		225043	
a/ Đất có rừng sản xuất	1190526		198122		152481	
b/ Đất có rừng phòng hộ	545489		133485		65308	
c/ Đất có rừng đặc dụng	64529		12336		7254	
3- Đất ươm cây giống	402		120		67	
III- Đất chuyên dùng	**1532843**	**4.66%**	**231309**	**4.49%**	**244790**	**5.53%**
1/ Đất xây dựng	126491		20585		14192	
2/ Đất giao thông	437965		74144		41335	
3/ Đất thủy lợi và mặt nước chuyên dùng	557010		78121		46022	
4/ Đất di tích lịch sử văn hóa	6493		950		748	
5/ Đất an ninh quốc phòng	191680		10199		80369	
6/ Đất khai thác khóang sản	15942		2458		2195	
7/ Đất nguyên vật liệu xây dựng	15381		2240		1760	
8/ Đất làm muối	18904		1989		4062	
9/ Đất nghĩa trang, nghĩa địa	93741		29285		21501	
10/ Đất chuyên dùng khác	69236		11338		32606	
IV- Đất ở	**443178**	**1.35%**	**52677**	**1.02%**	**41391**	**0.94%**
1- Đất ở đô thị	72158		5539		9020	
2- Đất ở nông thôn	371020		47138		32371	
V- Đất chưa sử dụng và sông suối núi đá	**10053073**	**30.53%**	**1918598**	**37.25%**	**1629284**	**36.82%**
1/ Đất bằng chưa sử dụng	589374		115095		180654	
2/ Đất đồi núi chưa sử dụng	7725191		1505034		1272910	
3/ Đất có mặt nước chưa sử dụng	148634		46742		22146	
4/ Sông suối	744547		109623		77711	
5/ Núi đá không có rừng cây	619397		116079		46323	
6/ Đất chưa sử dụng khác	225930		26025		29540	

Trong nhóm hiện trạng đất nông nghiệp bao gồm các đơn vị:

1- Đất lúa 2 - 3 vụ

2- Đất một vụ lúa + màu

3- Đất nương rẫy trồng lúa

4- Đất nương rẫy trồng cây lương thực khác (sắn, ngô...)

5- Đất trồng cây hàng năm (mía...)

6- Đất trồng cây công nghiệp lâu năm

7- Đất trồng cây ăn quả lâu năm khác

8- Đất ươm cây giống

9- Đất đồng cỏ chăn nuôi

10- Đất có mặt nước nuôi trồng thủy sản

Các đơn vị hiện trạng này phân bố chủ yếu ở vùng đồng bằng ven biển và vùng đồi thấp. Đất chuyên dùng có 4 đơn vị hiện trạng khá lớn

11- Đất chuyên dụng xây dựng, giao thông, nghĩa trang, an ninh...

12- Đất khai thác khoáng sản vật liệu xây dựng

13- Đất quần cư đô thị

14- Đất quần cư nông thôn

Nhóm hiện trạng đất rừng có diện tích lớn trong cả 14 tỉnh gồm 2 đơn vị lớn là:

15- Đất có rừng tự nhiên

16- Đất có rừng trồng

Rừng tự nhiên của khu vực chủ yếu là rừng thứ sinh và rừng trồng còn rất trẻ. Đất rừng chủ yếu là đất núi và đồi cao dốc, tầng mỏng. Với điều kiện môi trường cảnh quan sinh thái của 14 tỉnh thì diện tích rừng hiện tại còn thấp và chất lượng rừng còn kém. Thực tế diện tích rừng đã bị thu hẹp rất nhiều so với đầu thế kỷ trước.

Để đánh giá tổng quát hiện trạng sử dụng đất theo các tiêu chí bền vững chúng tôi phân tích tổ hợp bản đồ đất và bản đồ hiện trạng khu vực. Từ đó đưa ra bảng 3.20 đặc trưng đất đai của các đơn vị hiện trạng sử dụng đất 14 tỉnh miền Trung. Kết hợp tiêu chí bền vững chúng tôi phân loại hiện trạng sử dụng đất của 14 tỉnh thành 3 loại: Bền vững, kém bền vững và không bền vững.

**** Các loại hình sử dụng đất bền vững gồm:***

a/ Đất trồng lúa 2 + 3 vụ: thường trên đất phù sa, phù sa chua và đất phù sa glây. Đây chủ yếu là các đất đồng bằng ven sông ven biển.

- Ít các yếu tố hạn chế môi trường đất

- Hiệu quả kinh tế ngày càng cao, đáp ứng an ninh lương thực và lúa gạo xuất khẩu.

Bảng 3.19: Phân loại hiện trạng sử dụng đất theo tiêu chí bền vững

Vùng duyên hải miền Trung

Loại hình sử dụng	Loại đơn vị hiện trạng sử dụng đất
Bền vững	Đất trồng lúa nước 2 - 3 vụ Đất trồng cây công nghiệp lâu năm và cây ăn quả lâu năm Đất rừng tự nhiên Đất trồng rừng
Kém bền vững	Đất 1 vụ lúa + 1 vụ màu Đất nương rẫy trồng lúa và trồng cây lương thực khác Đất trồng cây hàng năm Đất đồng cỏ chăn nuôi Đất chuyên dùng xây dựng, nghĩa trang, an sinh... Đất chuyên dùng khai thác khóang sản, làm muối Đất có mặt nước nuôi trồng thủy sản Đất quần cư nông thôn và đô thị
Không bền vững	1. Đất hoang hóa vùng bằng 2. Đất hoang hóa vùng đồi núi

- Mặt khác đây là một nghề truyền thống lâu đời của địa phương.

Có thể coi đây là một loại hình sử dụng đất bền vững song cần có giải pháp phòng tránh thiên tai lũ lụt, hoang mạc hóa, nhiễm mặn phèn và bị cát di chuyển vùi lấp đất canh tác.

b/ Đất trồng cây công nghiệp lâu năm, cây ăn quả lâu năm:

- Đất trồng là đất xám feralit trên phiến sét, đá măcma axit và trên phù sa cổ. Tầng dầy đất trung bình 50 - 100cm. Độ dốc phổ biến 8 - 200, Xuất hiện kết von đá lẫn khá. Yếu tố hạn chế của đất là xói mòn, rửa trôi.

- Các cây công nghiệp và ăn quả lâu năm như điều, dừa, xoài...đã có truyền thống trồng và cho hiệu quả kinh tế khá.

- Cây trồng có khả năng bảo vệ độ phì đất nếu được chăm sóc thâm canh hạn chế được xói mòn rửa trôi. Cần xây dựng mô hình trang trại, vườn rừng.

c/ Đất có rừng tự nhiên và đất có rừng trồng:

Đây là loại hình bản địa của vùng đất nhiệt đới ẩm, có hiệu quả kinh tế lớn (nếu tính giá trị tổng sinh khối) và có tác dụng bảo vệ môi trường bền vững. Tất cả các đơn vị rừng tự nhiên như rừng đặc dụng, rừng đầu nguồn cũng như rừng trồng cần được duy trì bảo vệ các nguồn gen quí hiếm của các loại cây và động vật, vi sinh vật, nấm....

Đất dưới rừng phần lớn là đất đồi núi dốc, gồm các đơn vị đất xám feralit mùn trên núi, đất xám feralit trên phiến thạch, trên măcma axit và trên phù sa cổ. Vùng ven biển rừng ngập mặn phát triển trên đất mặn, còn rừng phi lao, keo được trồng trên đất cát để ngăn chặn cát bay cát chảy.

Yếu tố hạn chế của đất rừng là dốc, tầng không dày và có nhiều đá lộ đá lẫn quá trình phổ biến là xói mòn sạt lở. Bởi vậy không được khai thác trắng và đốt rừng làm nương rẫy. Cần thâm canh rừng một cách khoa học phù hợp với điều kiện sinh thái cảnh quan.

**** Các đơn vị hiện trạng sử dụng đất kém bền vững:***

a/ Loại hình đất trồng 1 vụ lúa + 1 vụ màu:

- Hiệu quả kinh tế bấp bênh phụ thuộc nhiều vào thời tiết.

- Đất trồng thường là đất phù sa cổ hay không thuận lợi về nước hoặc đất mặn, đất phèn (các đơn vị đất có vấn đề). Thực tế lúa một vụ chỉ được trồng trong mùa mưa, còn trong mùa khô đất phèn và mặn khó sử dụng, còn đất phù sa trồng màu hạn chế.

- Đứng về góc độ đầu tư đây là loại hình sử dụng đất không bền vững về kinh

tế. Loại hình sử dụng đất này thường phân bố ở vành đai phù sa mới ven biển phía Đông và vành đai đất phù sa cổ phía Tây của các đồng bằng.

b/ Loại hình đất nương rẫy trồng lúa và cây lương thực khác, đất trồng cây hàng năm

Lúa nương và ngô, khoai, sắn... phần lớn trồng trên các sườn đồi núi dốc chủ yếu nhờ nước trời. Đất trồng cây hàng năm cũng là các loại cây trồng cạn ngắn ngày. Đất trồng phổ biến là đất xám feralit trên phiến sét, trên đá măcma axit và trên phù sa cổ. Điều kiện địa mạo - thổ nhưỡng cao, dốc dễ bị rửa trôi, xói mòn, bạc màu và khô hạn. Trong các loại cây lương thực và cây trồng hàng năm trên nương rẫy có 2 loại làm đất thoái hóa mạnh hơn cả là sắn và mía. Cần phải hạn chế và chuyển đổi phương thức canh tác 2 loại cây này.

Như vậy loại hình sử dụng đất nương rẫy trồng cây lương thực và trồng cây hàng năm khác thực chất kém bền vững cả về kinh tế và môi trường đất. Môi trường đất dốc 15 - 20^0, trong đất có xuất hiện đá lẫn, đá lộ và kết von trung bình. Các quá trình rửa trôi, xói mòn và bạc màu thoái hóa xuất hiện phổ biến.

c/ Loại hình đồng cỏ chăn nuôi:

Chăn nuôi là một nghề truyền thống của địa phương. Song phương thức chăn thả hiện vẫn lạc hậu theo lối quảng canh. Trâu, bò, dê, ngựa kiếm ăn cây cỏ tự nhiên ở đồi rừng. Đặc biệt ở vùng bán sơn địa Đông Trường Sơn. Diện tích đất thoái hóa đang tái sinh chồi cây bụi cỏ được sử dụng làm đồng cỏ chăn nuôi. Thường là đất xám feralit đã bị bạc màu, nhiều nơi xuất hiện đá lộ, đá lẫn...

Phương thức chăn nuôi đại gia súc trước đây và hiện nay vốn cho hiệu quả kinh tế cao. Song do quá trình dẫm đạp thường xuyên của đại gia súc nên cấu trúc đất bị phá vỡ, bị lèn chặt chai lì hoặc bị vụn bở dạng bụi. Mặt khác các chồi rừng tái sinh cùng cỏ hàng năm bị chăn nuôi đại gia súc thu hái triệt để, không có thâm canh chăm sóc nên môi trường sinh học đất bị suy thoái nặng. Do vậy loại hình sử dụng đất dạng "đồng cỏ chăn nuôi" không đảm bảo bền vững về môi trường. Cần thiết phải chuyển đổi phương thức chăn nuôi trên những đồng cỏ được qui hoạch, được chăm bón chuyên canh.

Quá trình thoái hóa đất ở loại hình này là rửa trôi, bạc màu và yếu tố giới hạn đất thường là tầng mỏng, có đá lẫn, đá lộ.

d/ Loại hình sử dụng đất kém bền vững có thể tính đến các loại hình:

- Đất có mặt nước nuôi trồng thủy sản

- Đất chuyên dùng trong xây dựng, khai thác khoáng sản...

- Đất quần cư nông thôn, thành thị.

Có thể nói đây là các loại hình sử dụng đất đặc biệt mà trong đó con người đang biến dần đất tự nhiên thành đất nhân tác (Anthrosols). Ở các tỉnh miền Trung loại hình này phần lớn nằm trên đất phù sa, đất cát, đất mặn. Quá trình chuyển hóa đất tự nhiên và thành đất nhân tác có những qui luật riêng đặc thù cho mỗi mục đích sử dụng như xây dựng, nghĩa trang, khai thác khoáng sản, an ninh... Song môi trường tự nhiên bị suy thoái và trở nên kém bền vững. Các quá trình thoái hóa đất diễn ra ở các loại hình này là: mặn hóa, ô nhiễm do nước thải rác thải và vùi lấp, xáo trộn do khai thác khoáng sản, do xây dựng, do cát bay, cát chảy...

Vấn đề đắp hồ nuôi trồng thủy sản ven biển và đất làm muối trước mắt cho hiệu quả kinh tế cao song tác động biến đổi suy thoái môi trường khá lớn. Các đất sử dụng cho mục đích này diễn ra các quá trình glây hóa, mặn hóa và ô nhiễm.

**** Loại hình sử dụng đất không bền vững cả về kinh tế và môi trường:***

Đất hoang hóa ở đồng bằng và đồi núi của 14 tỉnh khá lớn. Thực chất đây là loại "đất trống đồi núi trọc" thoái hóa, thậm chí nhiều nơi đã xuất hiện hoang mạc hóa.

Đất hoang hóa đồng bằng thường là đất cát, đất mặn, đất phèn và đất phù sa cổ. Tầng đất tuy khá dày, bằng, song yếu tố hạn chế là mặn, phèn, cát di động vùi lấp hoặc xuất hiện kết von đá ong. Đất hoang hóa đồng bằng phổ biến ở đồng bằng và các thung lũng miền đồi núi.

Đất hoang hóa đồi núi điển hình là đất xói mòn trơ sỏi đá (E), tiếp đến là các đất xám feralit trên granit trên phiến sét và đất xám bạc màu trên phù sa cổ, tầng đất thường mỏng, dốc, sườn dày nên tiềm năng xói mòn đất rất lớn. Trong tầng đất xuất hiện nhiều đá lẫn, kết von và nhiều nơi có đá lộ.

Lịch sử khai thác đất của dải duyên hải đã trải qua phương thức du canh đốt nương làm rẫy và chăn thả đại gia súc lâu đời. Do thuận tiện về giao thông thủy bộ nên rừng và đất rừng ở đây đã được khai thác sớm. Rừng nguyên sinh hầu như đã bị thay thế bằng rừng thứ sinh, cây bụi cỏ và thảm thực vật nhân tác. Rừng khô hạn rụng lá phát triển ở Ninh Thuận có gần 83.000ha rừng khộp và ở Bình Thuận có

đến 76.000ha. Đất trống đồi núi trọc hoang hóa dải duyên hải miền Trung lên tới 3.291.660ha trong đó ở Bắc Trung bộ trên 1.762.233ha và Nam Trung bộ là 1.529.427ha. Đáng chú ý trong vùng nghiên cứu có trên 162.400ha núi đá trọc và hơn 74.000ha cồn cát bãi cát bỏ hoang trống. Các trảng truông gai, xương rồng chỉ thị cho hoang mạc hóa ngày càng lan rộng. Đây là một trong những nguyên nhân làm cho đất bị thoái hóa, khả năng dự trữ điều tiết nước kém tạo điều kiện tập trung lũ và gây ngập lụt.

Nông nghiệp theo nghĩa hẹp bao gồm trồng trọt và chăn nuôi. Đây là hai lĩnh vực sản xuất quan trọng có quan hệ chặt chẽ với nhau. Trong năm 2000, giá trị sản xuất nông nghiệp các tỉnh Bắc Trung bộ đạt 9.767,3 tỷ đồng, các tỉnh duyên hải Nam Trung bộ đạt 6.153,6 tỷ đồng (tính theo giá so sánh 1994). Một số tỉnh có giá trị sản xuất nông nghiệp cao là Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Nam, Bình Định... đạt từ 1.400 tỷ đến hơn 3.000 tỷ đồng.

Nếu như trước đây người dân miền Trung thường thiếu lương thực triền miên thì hiện nay đại bộ phận nhân dân đã tự túc được lương thực, tỷ lệ hộ đói giảm đáng kể. Theo số liệu của Ban chỉ đạo thực hiện chiến lược toàn diện về tăng trưởng và xoá đói giảm nghèo, đầu năm 2001 tỷ lệ đói nghèo của Bắc Trung bộ là 25,6%, duyên hải Nam Trung bộ 22,3%, đến cuối năm 2003 tỷ lệ này giảm xuống còn 15,7% ở Bắc Trung bộ và 12,2% ở Nam Trung bộ. Nhờ ổn định lương thực nên ở các địa phương nông dân đã chuyển đổi cơ cấu cây trồng theo hướng tăng hiệu quả.

Diện tích cây công nghiệp của lãnh thổ nghiên cứu đã tăng đáng kể. Chẳng hạn năm 1995 Bắc Trung bộ có 90,4 ngàn ha diện tích cây công nghiệp hàng năm và 28,6 ngàn ha cây công nghiệp lâu năm thì năm 2000 đã tăng lên 121,9 ngàn ha cây hàng năm và 41,3 ngàn ha cây lâu năm.

Nhìn chung diện tích cây lương thực ở các tỉnh miền Trung đã giảm rõ rệt do người dân chuyển sang trồng cây công nghiệp có hiệu quả hơn. Đặc biệt ở các tỉnh miền Trung đã hình thành một số vùng chuyên canh cây công nghiệp như lạc ở Nghệ An (26.800ha); chè tập trung ở Thanh Hóa (544ha), Nghệ An (2.934ha), Hà Tĩnh (580ha); mía ở Thanh Hóa (trên 32.000ha); cao su (Nghệ An, Quảng Bình, Quảng Trị...), cói (Thanh Hóa)...

Song song với chuyển dịch cơ cấu cây trồng, cơ cấu mùa vụ ở một số tỉnh miền Trung cũng có sự chuyển dịch đáng kể. Chẳng hạn tại Nghệ An, diện tích lúa hè thu 32.852ha, đến năm 2000 tăng lên 51.300ha. Diện tích lúa hè thu ở Bắc

Trung bộ đã tăng từ 127.200ha (năm 1995) lên 146.900ha (năm 2000).

Có thể nói, phần lớn đất canh tác nông nghiệp thường nằm ở các khu vực trũng nhất để có nước, trữ ẩm hoặc hạn chế hạn hán là hiện tượng phổ biến ở vùng nghiên cứu này. Chính vì thế những vùng trồng lúa và cùng với nó là các điểm dân cư nông nghiệp lúa nước là những nơi dễ bị ngập úng nhất. Thực tế đó cũng là những nơi chịu nhiều thiệt hại nhất do lũ lụt gây ra.

Những vùng trồng màu nói riêng và các cây trồng ngoài lúa nói chung thường được gieo trồng ở những vùng cao hơn. Tuy nhiên, ở các khu trồng màu có độ dốc, khả năng bào, bóc, xói mòn và rửa trôi đất màu khá lớn và nhanh chóng được đưa xuống vùng thấp hơn khi lũ lụt xảy ra.

Bảng 3.20: Diện tích, sản lượng cây lương thực có hạt năm 2002

Tỉnh	*Diện tích (ngàn ha)*	*Sản lượng (ngàn tấn)*	*Lương thực có hạt bình quân đầu người (kg)*
Thanh Hóa	306,8	1388,1	392,8
Nghệ An	2223,8	936,2	317,2
Hà Tĩnh	110,5	450,0	346,3
Quảng Bình	51,0	215,4	260,9
Quảng Trị	49,2	207,1	347,0
TT - Huế	53,2	214,8	196,8
Đà Nẵng	11,0	52,2	72,1
Quảng Nam	97,7	375,4	264,2
Quảng Ngãi	89,6	358,3	292,8
Bình Định	124,4	539,1	356,3
Phú Yên	63,8	293,4	356,3
Khánh Hòa	48,1	177,7	164,4
Ninh Thuận	57,4	157,0	289,3
Bình Thuận	101,7	377,8	344,5
Tổng số	2182,7	5742,5	
Cả nước	**8295,8**	**36378,2**	**456,3**

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Mặc dù đã có sự chuyển biến đáng kể về cơ cấu cây trồng, cơ cấu mùa vụ nhưng cơ cấu trồng trọt và chăn nuôi chuyển dịch không đáng kể, thậm chí ở một số địa phương tỷ trọng chăn nuôi còn giảm so với trồng trọt. Vào năm 1995, cơ cấu

trồng trọt - chăn nuôi của Bắc Trung bộ là 65,8% và 34,2% thì đến năm 2000, chăn nuôi chỉ còn 20,5%. Nhìn chung chăn nuôi ở các tỉnh miền Trung tuy tăng chậm nhưng có xu hướng tăng sản phẩm hàng hóa. Trước đây người dân nơi đây nuôi trâu bò chủ yếu để tự túc sức kéo, phân bón... nhưng gần đây đàn trâu bò thịt có giá trị kinh tế cao đã được các địa phương phát triển mạnh. Theo số liệu thống kê, Bắc Trung bộ là vùng có đàn trâu lớn thứ 2 nước ta (chiếm 22,7%) sau vùng Đông Bắc (44,9% đàn trâu cả nước). Năm 2002, hai tỉnh có đàn trâu lớn nhất nước là Nghệ An (283.385 con), Thanh Hóa (211.844 con). Về đàn lợn, năm 2001 Bắc Trung bộ có 3.346.900 con, Nam Trung bộ trên 2.000.000 con.

Có thể nhận thấy ngành chăn nuôi ở các tỉnh miền Trung còn phát triển chậm, chưa trở thành ngành chính. Chăn nuôi còn mang tính tự cung, tự cấp, qui mô nhỏ. Giống gia súc, gia cầm chất lượng kém, năng suất thấp, giá thành cao, sức cạnh tranh yếu. Thức ăn chăn nuôi chủ yếu tận dụng nông sản phế phẩm, không hợp vệ sinh, thức ăn chế biến thiếu và kém chất lượng. Bên cạnh đó, gia súc và gia cầm thường bị thiệt hại mỗi khi có lũ lụt. Hơn nữa, lũ lụt đã nhanh chóng phân tán phân gia súc, chất thải liên quan đến gia súc, gia cầm, nhanh chóng gây ô nhiễm môi trường, nhất là nguồn nước sinh hoạt hàng ngày. Như vậy chăn nuôi không chỉ bị thiệt hại do lũ lụt mà cùng với lũ lụt nó là tác nhân gây hại đáng kể cho chính con người.

Bên cạnh đó, việc chăn nuôi gia súc ở những vùng gò đồi, đất lâm nghiệp, nhất là vào mùa khô rõ ràng không có lợi cho thực vật và đất đai, gián tiếp gia tăng quá trình hình thành, phát triển lũ lụt cũng như sức tàn phá của nó.

Sản xuất lâm nghiệp:

Khu vực Bắc Trung bộ, xét về cơ cấu ngành lâm nghiệp, rừng trồng chiếm 15%, rừng tự nhiên chiếm 85%; rừng sản xuất chiếm 66,6%, rừng phòng hộ 23,8%, rừng đặc dụng chiếm 9,6%. Diện tích rừng trồng chủ yếu là thông, bạch đàn, keo mỡ...

Dải duyên hải miền Trung đất lâm nghiệp có rừng chiếm diện tích tương đối lớn. Trong cơ cấu sử dụng đất phần lớn các tỉnh đều có trên 35% diện tích đất lâm nghiệp có rừng.

Quá trình tăng lên của diện tích rừng chủ yếu là do trồng rừng, khoanh nuôi, bảo vệ và tái sinh rừng. Hiện nay đã hình thành được các khu nguyên liệu tập

trung như tre nứa cho công nghiệp giấy Thanh Hóa, Nghệ An; thông Nghệ An, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế; rừng phòng hộ ở Đèo Ngang, đèo Hải Vân, rừng phi lao chắn cát ở ven biển Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị...

Từ năm 1993, thực hiện chủ trương giao đất, giao rừng cho hộ nông dân, một phần diện tích đất trống đồi núi trọc đã được phủ xanh. Nhiều vườn rừng, trại rừng đã được lập nên giữa miền đất hoang hóa. Đến nay, mặc dù Nhà nước đã bỏ ra khá nhiều vốn, kết quả vẫn thấp, nơi định canh thì không định canh, tình trạng du canh du cư vẫn tiếp diễn. Diện tích rừng bị chặt phá lớn nhất ở các tỉnh miền Trung thuộc về Bình Thuận và Phú Yên. Riêng năm 2000 diện tích rừng bị chặt phá ở Bình Thuận là 379 ha và Phú Yên là 145,5 ha. Diện tích rừng bị cháy trong năm 2002 diễn ra ở một số tỉnh như Quảng Bình (90,2 ha), Quảng Trị (206 ha), Quảng Nam (107 ha) Bình Định (202ha), Khánh Hòa (103 ha)... Hậu quả nặng nề do đốt rừng, phá rừng là một trong những nguyên nhân quan trọng làm gia tăng quá trình lũ lụt ở các tỉnh miền Trung nước ta trong những năm gần đây.

Bảng 3.21: Hiện trạng sử dụng đất năm 2001

Đơn vị : nghìn ha

Tỉnh	*Tổng diện tích*	*Đất nông nghiệp*	*Đất LN có rừng*	*Đất chuyên dùng*	*Đất ở*
Thanh Hóa	1110,6	240,2	437,1	67,8	19,3
Nghệ An	1649,0	196,3	697,1	59,8	15,0
Hà Tĩnh	605,6	97,6	244,5	46,3	6,8
Quảng Bình	805,2	65,7	502,0	20,8	4,2
Quảng Trị	474,6	69,4	152,7	18,5	3,6
TT - Huế	505,4	59,1	228,1	21,6	4,1
Đà Nẵng	125,5	12,3	51,5	37,8	2,8
Quảng Nam	1040,7	111,0	432,7	26,8	7,2
Quảng Ngãi	513,5	99,2	145,9	21,4	6,7
Bình Định	602,6	117,4	196,6	29,5	6,5
Phú Yên	504,5	123,9	166,9	17,8	4,2
Khánh Hòa	519,8	81,7	183,2	82,0	5,6
Ninh Thuận	336,0	60,7	157,7	12,0	2,8
Bình Thuận	782,8	206,7	379,1	22,1	6,5

Nguồn: Niên giám thống kê - 2003

Một đặc điểm trong sản xuất nông - lâm nghiệp ở các tỉnh miền Trung là qui mô các trang trại sản xuất ngày càng nhỏ và bị thu hẹp. So sánh với tất cả các vùng trong cả nước thì các tỉnh miền Trung có diện tích đất trên một hộ gia đình gần ít nhất (chỉ kém vùng đồng bằng sông Hồng). Diện tích đất trồng cây lâu năm cũng vào loại thấp nhất trong cả nước, trong khi diện tích đất lâm nghiệp trên một hộ gia đình đã tụt giảm nhanh chóng. Trên thực tế người dân cho rằng diện tích rừng che phủ đang tăng lên, song khả năng tiếp cận đất rừng của họ lại giảm.

Bảng 3.22: Diện tích rừng và giá trị sản xuất lâm nghiệp năm 2001

Tỉnh	*Tổng diện tích* (ngàn ha)	*Rừng TN* (ngàn ha)	*Rừng trồng* (ngàn ha)	*GTSX* (tỷ đồng)
Thanh Hóa	433,7	335,7	98,0	334,5
Nghệ An	688,4	620,4	68,0	401,8
Hà Tĩnh	244,4	194,8	49,6	163,1
Quảng Bình	501,9	451,7	50,2	93,6
Quảng Trị	150,9	101,5	49,4	60,1
TT - Huế	230,6	176,5	54,1	105,7
Đà Nẵng	52,1	31,7	15,0	22,1
Quảng Nam	432,7	389,2	43,5	127,0
Quảng Ngãi	126,6	91,9	34,7	94,5
Bình Định	199,7	151,5	48,2	108,6
Phú Yên	165,9	142,7	23,2	31,0
Khánh Hòa	191,0	163,9	27,1	58,7
Ninh Thuận	158,9	152,3	6,6	16,6
Bình Thuận	168,6	333,2	39,2	48,2
Tổng số	3.949,2	3.342,4	606,8	1.665,5
Cả nước	**11.359,3**	**9.587,9**	**1.771,4**	**6.014**

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Thủy sản:

Vùng biển miền Trung có thềm lục địa hẹp nên hầu như việc khai thác hải sản tập trung ở ven bờ. So với các vùng biển khác, tiềm năng ở đây hạn chế hơn. Khả năng hàng năm có thể khai thác khoảng 240.000tấn (83,3% cá nổi và 16,7% cá đáy), chiếm 18,4% trữ lượng của cả nước. Sản lượng đánh bắt thực tế đạt khoảng 85% khả năng cho phép.

Về phương tiện khai thác, có khoảng 32.500 tàu thuyền đánh bắt ở vùng

biển miền Trung với công suất trên 550.000CV, chiếm 50% số lượng tàu thuyền và 39% tổng công suất của cả nước.

Trong những năm gần đây nghề nuôi trồng phát triển với tốc độ nhanh chóng. Nuôi trồng thủy sản liên quan chặt chẽ tới diện tích mặt nước. Diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản các tỉnh miền Trung liên tục tăng nhanh từ 41.100ha vào năm 1995 lên 92.400ha vào năm 2002. Thủy sản nuôi trồng bao gồm cá, tôm, nhuyễn thể, rong biển ở vùng nước ngọt, nước lợ và nước mặn. Gần đây, việc nuôi tôm phát triển rầm rộ, nhất là phong trào nuôi tôm trên cát. Diện tích mặt nước, sản lượng và giá trị sản xuất thủy sản được xác định trong bảng 3.24. Tuy nhiên bên cạnh lợi ích kinh tế, việc mở rộng quá mức diện tích nuôi tôm ở một số tỉnh trong những năm qua đã ảnh hưởng tới môi trường sinh thái. Một số tỉnh miền Trung, các vuông tôm thậm chí đã vượt qua cả Quốc lộ 1A và đường sắt Thống Nhất dẫn tới những tác hại nghiêm trọng về cảnh quan môi trường.

Bảng 3.23 : Diện tích mặt nước, sản lượng và giá trị sản xuất thủy sản 2001

Tỉnh	*Diện tích nuôi trồng (ha)*	*Sản lượng (tấn)*	*Giá trị sản xuất (tỷ đồng)*
Thanh Hóa	10.287,6	52.340	399
Nghệ An	13.183,5	42.237	314,6
Hà Tĩnh	2.967,0	24.949	176,2
Quảng Bình	1.648,7	22.250	192,1
Quảng Trị	1.063,6	13.266	104,8
TT - Huế	3.566,0	20.514	208,5
Đà Nẵng	723,8	31.593	328,2
Quảng Nam	5.192,0	43.350	465,8
Quảng Ngãi	775,5	64.061	438,8
Bình Định	4.184,1	84.564	733,6
Phú Yên	3.092,2	30.907	306,5
Khánh Hoà	5.094,0	65.054	776,1
Ninh Thuận	1.078,4	33.153	388,1
Bình Thuận	1.757,0	131.470	965,1
Tổng số	54.613,4	659.708	4.143,6
Cả nước	**755.177,6**	**2.434.649**	**25.568,9**

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Hiện nay ở nhiều làng ven biển, chương trình đánh bắt xa bờ của Chính phủ đã góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế địa phương. Tuy nhiên, số lượng tàu đánh bắt cá đang tăng lên nhanh chóng và việc sử dụng các phương pháp đánh bắt cá

làm cá chết hàng loạt đang gây ra những lo ngại nhất định. Mặt khác, những công trình, dụng cụ đánh bắt của người dân đồng thời cũng là vật cản dòng chảy rất đáng kể. Đập, đăng, đó, vó, lưới, bè... có thể thấy ở bất cứ con sông ngòi, mương máng thậm chí bờ vùng, bờ thửa nào. Đặc biệt, trong các trận mưa, những dụng cụ đánh bắt cá trên còn được sử dụng nhiều hơn bình thường, góp phần hình thành lũ lụt nhanh hơn.

III.2.2. Công nghiệp

Hiện nay các tỉnh miền Trung đã xây dựng được một hệ thống cơ sở công nghiệp nhiều ngành, trong đó có những ngành trọng điểm. Bên cạnh những cơ sở công nghiệp có từ trước đã được nâng cấp và cải tạo, đã xây dựng nhiều cơ sở công nghiệp mới, mở rộng liên doanh hợp tác đầu tư với nước ngoài, xây dựng các khu công nghiệp tập trung và một số khu chế xuất, đặc biệt là khu kinh tế mở Chu Lai.

Riêng khu vực kinh tế trong nước, tính đến 31/12/2001, các tỉnh miền Trung có 185.444 cơ sở sản xuất công nghiệp, khu vực có vốn đầu tư nước ngoài có 70 doanh nghiệp. Cơ sở sản xuất công nghiệp miền Trung được thể hiện trong bảng 3.25.

Bảng 3.24: Số cơ sở công nghiệp có đến 31/XII hàng năm

Tỉnh	*1995*	*1999*	*2001*
Thanh Hóa	35493	41956	53466
Nghệ An	25959	24696	22795
Hà Tĩnh	11020	12134	12593
Quảng Bình	14965	16560	17889
Quảng Trị	3134	5150	5872
TT - Huế	8997	8908	10667
Đà Nẵng	4259	3574	4260
Quảng Nam	8563	10828	11106
Quảng Ngãi	10558	12017	12266
Bình Định	13609	13093	14658
Phú Yên	5042	5057	5183
Khánh Hòa	5893	6043	6416
Ninh Thuận	2534	3273	3385
Bình Thuận	3981	4573	4958
Tổng số	154007	167862	185514
Cả nước	**615375**	**618198**	**685320**

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Tuy nhiên, phần lớn các cơ sở công nghiệp ở các tỉnh miền Trung có qui mô nhỏ bé, công nghệ lạc hậu, làm giảm hiệu quả kinh doanh, khả năng cạnh tranh trên thị trường và gây ô nhiễm môi trường.

Giá trị sản xuất công nghiệp năm 2001 của 14 tỉnh miền Trung năm 2001 đạt 28.757,6 tỷ đồng (giá thực tế). Một số tỉnh có giá trị sản xuất công nghiệp khá cao là Thanh Hóa (4.801,9 tỷ đồng), Đà Nẵng (4.579,8 tỷ đồng), Bình Định (2.531,8 tỷ đồng), Thừa Thiên - Huế (2.039,5 tỷ đồng)...

Sản xuất công nghiệp thường đi kèm với các công trình cơ sở vật chất, hạ tầng có tính vĩnh cửu, vì vậy nó có tác dụng phòng chống lũ lụt rất tốt. Mặt khác, các cơ sở công nghiệp có thể được xây dựng ở những vùng đất cao nên có khả năng phòng tránh được những thiệt hại do lũ lụt gây ra.

III.2.3. Giao thông vận tải

Miền Trung có một số tuyến đường quốc lộ quan trọng như 1A, quốc lộ 7, 8, 9 đường sắt Bắc - Nam... tạo nên trục kinh tế chính của vùng. Đây là những tuyến đường quan trọng tạo nên mối quan hệ giữa vùng ven biển - đồng bằng với vùng đồi núi phía Tây và với Lào, Tây Nguyên. Đặc biệt việc đầu tư xây dựng đường Hồ Chí Minh và các tuyến đường ngang sẽ giúp khai thác tiềm năng và thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của các huyện phía Tây, tạo ra phân công lao động theo lãnh thổ hoàn chỉnh hơn. Phát triển các cảng nước sâu tạo thế mở cửa của nền kinh tế và tạo địa bàn thu hút đầu tư, hình thành các khu công nghiệp tập trung, các khu kinh tế mở...

Trong những năm gần đây, quá trình xói mòn, rửa trôi ở các sườn đồi núi phía Tây đều có xu hướng gia tăng. Các vật liệu theo dòng nước lấp nhanh đáng kể các hệ thống thoát nước trên các tuyến đường 1A và đường sắt Bắc - Nam sau các trận mưa, lũ lụt. Công việc khơi dòng, nạo vét, dọn bỏ các vật liệu trên không thể nhanh chóng trên toàn bộ các tuyến đường hàng nghìn km. Đây cũng chính là nguyên nhân làm giảm khả năng thoát lũ, gây tắc nghẽn giao thông và làm tăng thêm những thiệt hại cho sản xuất...

Giao thông đường sông ở các tỉnh miền Trung gặp nhiều hạn chế do sông ngắn và dốc. Một số sông có thể khai thác ở hạ lưu phục vụ cho giao thông là sông Mã, sông Chu, sông Cả, sông Gianh, sông Nhật Lệ, Thu Bồn, Trà Khúc... Tuy nhiên các bè tre, gỗ, nứa, lá thường rất phổ biến ở đây với khối lượng lớn là vật cản lớn nhất gây ách tắc lũ lụt ở nhiều đoạn làm lớn hơn và hình thành nhanh hơn.

Điểm chú ý của ngành giao thông thủy miền Trung là một hệ thống cảng và hầu như tỉnh nào cũng có cảng. Trong số những cảng lớn này phải kể đến cảng Đà Nẵng, cảng Cam Ranh, cảng Cửa Lò, Qui Nhơn... Ngoài ra biển miền Trung có nhiều địa điểm thuận lợi để xây dựng các cảng nước sâu như Nghi Sơn (Thanh Hóa), Chân Mây (Huế), Sơn Trà (Đà Nẵng), Dung Quất (Quảng Ngãi)...

Bản thân việc xây dựng các cảng biển đã là một công trình kiên cố chống sạt lở hữu hiệu. Mặt khác vì là một điểm nút giao thông vận tải thủy nên luồng, lạch, đường thủy ở đây thường xuyên được nạo vét khơi thông, tăng khả năng thoát lũ, giảm ngập lụt cho các khu vực có cầu cảng.

Tuy nhiên cùng với cảng ở khu vực hải cảng thường tập trung một số lượng lớn các công trình bổ trợ như kho tàng, khu sản xuất, khu dân cư... Trong trường hợp thiết kế, thi công không đồng bộ các công trình trên vẫn có khả năng cản trở dòng chảy. Từ đó làm gia tăng quá trình sạt lở hai bên bờ biển, bờ sông, kéo theo đó là những thiệt hại về nhà cửa, người, gia súc, gia cầm, mùa màng...

Về giao thông đường hàng không, ở miền Trung chỉ có sân bay quốc tế Đà Nẵng và đi các thành phố lớn trong cả nước. Đây là công trình được xây dựng ở trung tâm thành phố, với các trang thiết bị hiện đại, phương tiện bảo vệ an toàn.

III.3. DÂN CƯ

Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, tính đến 31/XII/2002, dân số các tỉnh miền Trung nước ta là 18.725.000 người, chiếm 23,5% dân số cả nước. Trong số này dân cư thành thị chiếm khoảng 20,4% dân số toàn miền. Một số địa phương có số dân đông là Thanh Hóa, Nghệ An, Bình Định, Quảng Nam... Dân số địa phương theo các tỉnh miền Trung đến năm 2002 được xác định ở bảng 3.26.

Các tỉnh miền Trung có mật độ dân số khá cao, từ 300 - 500 người/km^2. Điểm nổi bật là ở đây có chuỗi đô thị ven biển, trong đó có các thành phố, các trung tâm công nghiệp như Thanh Hóa, Vinh, Thừa Thiên - Huế, Đà Nẵng, Qui Nhơn, Nha Trang... Tại các thành phố này thường tập trung nhiều lao động có chuyên môn kỹ thuật.

Đối với các tỉnh Bắc Trung bộ, nông nghiệp và du lịch là các nguồn tạo thu nhập chính. Các thành phố chính như Vinh, Thanh Hóa, Thừa Thiên - Huế... là những nơi có hoạt động kinh tế vừa phải. Cuộc sống người dân ở đây nhìn chung

còn nghèo và là vùng phải hứng chịu nhiều trận bão lụt và nạn hạn hán. Đặc trưng địa hình là đất đỏ bazan ở vùng cao, đất phù sa ở vùng đất thấp và đất cát ở vùng ven biển. Đất đai không phì nhiêu và hơn 1/3 diện tích đất đai ở vùng này dễ bị xói mòn...

Bảng 3.25: Dân số theo địa phương năm 2002 (ngàn người)

Tỉnh	*Tổng số*	*Thành thị*	*Nông thôn*
Thanh Hóa	3.534	347	3.187
Nghệ An	2.952	320	2.632
Hà Tĩnh	1.300	128	1.172
Quảng Bình	826	107	718
Quảng Trị	597	141	456
TT - Huế	1.092	339	753
Đà Nẵng	724	594	130
Quảng Nam	1.421	220	1.201
Quảng Ngãi	1.224	161	1.063
Bình Định	1.513	366	1.147
Phú Yên	824	158	665
Khánh Hoà	1.081	431	650
Ninh Thuận	543	155	388
Bình Thuận	1.097	351	745
Tổng số	18.725	3.817	14.908
Cả nước	***79.727***	***20.022***	***59.705***

Nguồn: Niên giám thống kê 2003

Các hoạt động kinh tế chính của khu vực Nam Trung bộ bao gồm sản xuất công nghiệp ở Đà Nẵng, Qui Nhơn, các hoạt động ngư nghiệp, nuôi trồng thủy sản và du lịch ở tất cả các tỉnh. Nuôi trồng thủy sản trên cát đang được phát triển nhanh trong vùng, đặc biệt là ở tỉnh Ninh Thuận.

Về phân bố lực lượng sản xuất miền Trung tuy rải rác khắp chiều dài của vùng nghiên cứu nhưng thường tập trung nhất vào các điểm dân cư kiểu thành thị (thành phố, thị xã, tỉnh lỵ, thị xã, thị trấn) và các vùng nông nghiệp truyền thống. Những điểm dân cư kiểu thành thị nói trên đều có xuất phát điểm là trung tâm các

vùng nông nghiệp đông dân phát triển của miền Trung như Thanh Hóa, Vinh, Huế, Đà Nẵng, Tuy Hòa, Nha Trang... Do đó, có thể nói lực lượng sản xuất của miền Trung hiện đang phân bố tại các vùng thấp, khá bằng phẳng, gần cửa sông ven biển xung quanh là các làng mạc cổ truyền và thường không xa, thậm chí ngay dưới chân núi. Đặc điểm phân bố này là nguyên nhân chủ yếu của các thiệt hại do lũ lụt gây ra trong điều kiện phòng chống thiên tai còn quá sơ sài, thiếu thốn đối với điều kiện khắc nghiệt của thiên nhiên ở miền Trung.

Mặt khác, sự hội cư quá đông ở các đồng bằng ven biển cửa sông cũng như nhu cầu kiếm kế sinh nhai làm cho các hoạt động sản xuất ở đây thường là bột phát và tổ chức không có quy hoạch. Làm quy hoạch và thực hiện theo quy hoạch quả là khó khăn ở vùng nông thôn ven biển miền Trung. Thời gian gần đây, nhiều ngành nghề mở rộng như lâm nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản, và các dịch vụ khác nhau tuy có giải quyết phần nào công ăn việc làm song cũng gây không ít tác động đến môi trường. Tập quán dùng chất đốt củi, than từ cây rừng đã tồn tại ở miền Trung từ lâu và còn đến ngày nay. Cùng với tập quán trên là tệ nạn phá rừng quy mô lớn vẫn đang diễn ra ở miền Trung này.

Việc đào đắp, xây dựng các cơ sở, công trình phục vụ nuôi trồng thủy sản đang góp phần thay đổi môi trường sinh thái, cản trở dòng chảy và các vật liệu khác từ đất liền ra biển. Có thể nói các sườn núi đồi ở miền Trung hiện nay là một trong những nơi bị xói mòn mạnh nhất nước ta. Đặc điểm địa hình và đặc biệt là việc suy giảm nhanh chóng lớp phủ thực vật cùng với các hoạt động khác của con người đang làm gia tăng các quá trình xói mòn, rửa trôi, sụt lở rất nghiêm trọng. Nước và vật liệu theo dòng nước trong khoảng thời gian nhất định không được tiêu thoát gây ra hậu quả ngập lụt nặng nề.

III.4. TÁC ĐỘNG CỦA CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI TỚI PHÒNG CHỐNG LŨ LỤT MIỀN TRUNG

Tài nguyên nước trên các sông suối dải duyên hải miền Trung lớn, trung bình hàng năm toàn dải nhận 199 tỷ m^3 nước mưa và sinh ra 122 tỷ m^3 theo các triền sông đổ ra biển. Nhưng do sự phân mùa khí hậu cùng với tác động của các yếu tố mặt đệm làm cho nguồn nước có sự phân hóa rất sâu sắc, thiếu nước nghiêm trọng vào mùa khô và ngược lại, thừa nước gây nên ngập lụt nặng nề trong mùa mưa.

Các trận lũ gây ngập lụt cho miền Trung diễn ra trong tháng XI, tháng XII năm 1999 là đặc biệt nghiêm trọng. Khoảng hơn 700 người bị chết và nhiều người khác bị thương. Chi phí thiệt hại của các tỉnh miền Trung ước tính lên tới hơn 340 triệu đô la Mỹ. Chi phí thiệt hại do lũ lụt ở Việt Nam trong những năm gần đây được xác định ở bảng 3.26.

Bảng 3.26: Chi phí thiệt hại do lũ lụt ở Việt Nam

Năm	**Số người chết** (người)	**Nhà bị sập, chìm** (cái)	**Đất nông nghiệp bị hư hại** (ha)	**Tổng thiệt hại** (tỷ đồng)
1995	255	360538	106018	755913
1996	610	1228031	583740	3621719
1997	79	17923	296622	237693
1998	107	30147	40983	245084
1999	776	1064846	304481	522634
2000	638	935554	660031	4310901
2001	545	457613	146071	2481705
2002	332	383423	101234	1915166

Nguồn: Cục Quản lý đê điều và phòng chống lụt bão.

Nhằm khai thác nguồn nước mặt phục vụ cho các mục đích phát triển kinh tế - xã hội, nhà nước ta đã chú trọng xây dựng các công trình thủy lợi. Bên cạnh nhiệm vụ khai thác tốt nguồn nước trên sông, các công trình thủy lợi còn có tác dụng phòng chống lũ lụt.

Trên quan điểm đánh giá tác động của các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội trong vùng nghiên cứu, chúng tôi xem xét các công trình thủy lợi đã được xây dựng trong dải duyên hải miền Trung.

Hệ thống đê:

+, Khu vực từ Thanh Hóa tới Bắc Đèo Ngang có hệ thống đê sông, đê biển hoàn chỉnh hơn cả. Tuy nhiên hệ thống đê trên sông Mã, sông Cả có thể chống được lũ với tần suất xuất hiện 10%.

+, Khu vực từ Nam đèo Ngang tới Bắc đèo Hải Vân hệ thống đê chưa đủ độ cao, chỉ chống được lũ có tần suất từ 15 - 20% đối với đê trên các sông thuộc Quảng Bình. Hệ thống đê ở Quảng Trị và Thừa Thiên - Huế chỉ có thể chống được lũ tiểu mãn ở một số vùng với tần suất 10%.

+, Vùng từ Nam đèo Hải Vân tới Bắc đèo Cả chủ yếu là đê biển, đê vùng cửa sông và đê bao một số thị xã có tần suất chống lũ 10%.

+, Khu vực Cực nam Trung Bộ chỉ có đê biển và đê ngăn mặn nội đồng.

Nhìn chung hệ thống đê sông, đê biển ở các lưu vực sông miền Trung tập trung ở vùng đồng bằng ven biển. Hệ thống đê có cao độ thấp, thiết kế chống lũ trên 10%, thậm chí có một số vùng chỉ để chống lũ tiểu mãn, chất lượng còn kém nhiều nơi hầu như chưa có gì.

Hồ chứa: Hiện miền Trung có 37 hồ chứa xây dựng trên các sông nhỏ có tổng diện tích khống chế là 3.429km^2 với tổng dung tích hiệu dụng là 2,28 tỷ m^3. Hầu hết các hồ chứa được xây dựng để cấp nước mùa khô, cắt lũ chỉ là kết hợp. Diện tích các lưu vực được hồ chứa khống chế chỉ chiếm 2 - 2,5% tổng diện tích lưu vực các sông và dung tích hữu ích của hồ chỉ bằng 3 - 3,5% lượng lũ lớn nhất đã xảy ra. Trong các hồ chứa thì hồ Phú Ninh có dung tích lớn nhất 400 triệu m^3. Khống chế 47% diện tích lưu vực của sông Tam Kỳ. Tuy nhiên do lũ thiết kế tính thiên nhỏ, công trình không có khả năng xả hết lưu lượng thiết kế dẫn đến trong đợt lũ tháng XI/1999 không cắt lũ phải hạ mực nước hồ xuống dưới mực nước dâng bình thường, dành cho dung tích cắt lũ thiết kế. Các hồ chứa có dung tích hồ trên 5 triệu m^3 được thống kê trong bảng 3.27.

Bảng 3.27: Các hồ chứa có dung tích lớn hơn 5 triệu m^3

Dải duyên hải miền Trung

TT	Tên hồ	Sông, tỉnh,	$F_{khống chế}$ (km^2)	W_{hd} (10^6m^3)	Ghi chú
1	Sông Mực	Sông Mực, Thanh Hóa	236	185	Cấp nước
2	Yên Mỹ	S. Tri Long, Thanh Hóa	137	60	-
3	Đồng Nghệ	Sông Bưởi	11	6,6	-
4	Thượng Tuy	Rào Cai, Hà Tĩnh	10	18,0	-
5	Vực Mầu	Hoàng Mai, Hà Tĩnh	214	68,0	-

TT	Tên hồ	Sông, tỉnh,	$F_{không chế}$ (km^2)	W_{hd} ($10^6 m^3$)	Ghi chú
6	Vệ Vừng	Sông Bùng, Nghệ An	37	16,0	-
7	Khe Đá	Sông Hiếu, Nghệ An	50	13,0	-
8	Sông Rác	Sông Rác, Hà Tĩnh	105	115	-
9	Kè Gỗ	Kè Gỗ, Hà Tĩnh	223	320	Cn – TĐ
10	Trại Tiến	Sông Giá, Hà Tĩnh	20,9	13,5	-
11	Vực Trống	Cầu Nhe, Hà Tĩnh	20,0	11,0	-
12	Cu Lãng	Khe áp, Hà Tĩnh	14,8	11,0	-
13	Bộc Nguyên	Rào Cái, Hà Tĩnh	32,0	21,0	-
14	Vực Tròn	Ròn, Quảng Bình	110,0	48,0	-
15	Cẩm Ly	Kiến Giang, Quảng Bình	29,0	38,0	-
16	Vực Nối	Gianh, Quảng Bình	12,0	9,0	-
17	La Ngải	Sa Lung – Quảng Trị	20,0	32,0	-
18	Hà Thượng	Cồn Hến, Quảng Trị	19,0	6,5	-
19	Kinh Môn	Quảng Trị	21,0	15,6	-
20	Trực Kinh	Quảng Trị	50,0	23,5	-
21	Hòa Mỹ	Ô Lâu, Thừa Thiên – Huế	37,0	7,5	-
22	Truồi	Truồi , Thừa Thiên – Huế	79,0	68,0	-
23	Tiên Lang	Gianh, Quảng Bình	36,7	16,0	-
24	Phú Ninh	Tam Kỳ, QN - ĐN	235,0	400,0	-
25	Đồng Nghệ	Vực Gầu, QN - ĐN	28,5	15,0	-
26	Khe Tân	Cu Đê, QN - ĐN	88,0	46,0	-
27	Thạch Bàn	Vu Gia, QN - ĐN	22,7	8,6	-
28	Hoà Trung	Thu Bồn, QN - ĐN	16,5	8,3	-
29	Vĩnh Trinh	Thu Bồn, QN - ĐN	29,2	18,3	-
30	Liệt Sơn	Lò Bó, Quảng Ngãi	36,8	26,0	TĐ - CN
31	Di Lăng	Lò Bó, Quảng Ngãi	110,0	9,0	Cấp nước
32	Núi Một	Sông Côn, Bình Định	126,0	167,0	-
33	Vĩnh Sơn	Sông Côn, Bình Định	772,0	22,0	TĐ - CN
34	Đá Bàn	Đá Bạc – Khánh Hòa	48,5	93,0	-
35	Suối Trầu	Sông Châu, Khánh Hoà	96,0	75,0	-
36	Sông Hinh	Sông Ba, Phú Yên	296,0	260	-

TT	Tên hồ	Sông, tỉnh,	$F_{không chế}$ (km^2)	W_{hd} (10^6m^3)	Ghi chú
37	Tân Giang	Ninh Thuận			
38	Sông Quao	Bình Thuận		77,3	Cấp nước
39	Cà Giây	Bình Thuận		36,6	

Theo các số liệu về hiện trạng các công trình thủy lợi trên sông của 14 tỉnh ven biển miền Trung [58] và các nghiên cứu về phát triển và quản lý tài nguyên nước toàn quốc tại nước CHXHCN Việt Nam của JICA [128] cho thấy hiện trạng các công trình thủy lợi và khả năng phòng chống lũ lụt của một số lưu vực sông chính trong dải duyên hải miền Trung như sau :

1. Lưu vực sông Mã (tỉnh Thanh Hóa) :

Địa hình lưu vực dài và hẹp nên trên lưu vực sông Mã, hình thức hồ chứa để điều tiết dòng chảy là rất hợp lý, tăng lượng nước sử dụng trong mùa kiệt và giảm ngập lụt hạ du trong mùa lũ.

Cho đến nay đã xây dựng được 560 hồ chứa, đập dâng vùng thượng nguồn sông suối và 250 trạm bơm (800 máy bơm) ở các khu vực hạ du. Các công trình có quy mô nhỏ, chủ yếu là các công trình tiểu thủy nông (chiếm trên 90%). Một số công trình có dung tích lớn như: hồ Sông Mực (185 triệu m^3), hồ Yên Mỹ (60 triệu m^3), hồ Đồng Ngư (6.6 triệu m^3), đập Cấm Thủy... Các công trình thủy lợi trên sông thường đã được xây dựng từ rất lâu (từ 30 đến 80 năm trước) không được tu bổ hàng năm nên đã xuống cấp nghiêm trọng, hiệu ích công trình rất thấp.

Toàn tỉnh Thanh Hóa có 674 km đê với cao độ từ (4 - 4,5)m được thiết kế với tần suất chống lũ từ 5 - 10% và tần suất chống tràn 10%. Tuy nhiên hệ thống đê biển vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu, nước biển vẫn thường tràn qua đê.

Hệ thống đê hiện tại của sông Mã ở đoạn sông phía hạ lưu hợp dòng với sông Chu có khả năng thông qua lưu lượng khoảng 7.000m^3/s (ở điều kiện đầy sông).

So với các lưu vực sông khác ở miền Trung, lưu vực sông Mã có chế độ lũ không ác liệt nhưng các công trình thủy lợi hiện tại của sông Mã *hầu như không đáp ứng để phòng chống lũ lụt*. Tình trạng vỡ đê gây ngập lụt nghiêm trọng đã xảy ra trên lưu vực sông Mã nhiều lần.

- Năm 1962, hệ thống đê của sông Mã bị vỡ và lưu vực này chịu một trận lụt

nghiêm trọng.

- Hệ thống đê sông Bưởi - một nhánh ở hữu ngạn sông Mã đã bị vỡ đê vào các năm 1984, 1985 và 1996. Lần vỡ đê gần đây nhất (25/VII/1996) bị vỡ ở 8 vị trí, làm ngập 1.143 ha đất nông nghiệp và trôi mất 3.900 nhà ảnh hưởng 23.200 người. Đê sông Bưởi được xây dựng và nâng lên 2,23m để chống lũ 10%.

- Hệ thống đê sông Chu (một nhánh lớn ở tả ngạn sông Mã) có khả năng chống chịu chu kỳ lũ 50 năm xảy ra 1 lần. Hệ thống đê này được nâng cấp để chống lũ được mức lũ lịch sử 2,5% tại Xuân Khánh (h = 13,92m) xảy ra năm 1962.

2. Lưu vực sông Cả (tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh)

Lưu vực hẹp, dốc của sông Cả thường mang lại lũ bất ngờ cho khu vực hạ du, gây nhiều thiệt hại nặng nề cho khu vực nông nghiệp nhưng trong mùa kiệt tình trạng nhiễm mặn vào sâu trong sông, tháng III xâm nhập mặn vào tới 20 km trong lòng sông. Đến nay trên toàn lưu vực sông Cả đã xây dựng được 10 hồ chứa lớn có tổng dung tích hữu ích lên tới 607 triệu m^3. Trong đó thuộc tỉnh Nghệ An (vùng gò đồi) chỉ có hai hồ chứa lớn là hồ Vệ Vừng có dung tích hiệu dụng 16 triệu m^3 và hồ chứa Khe Đá (13 triệu m^3). Còn lại trong 8 hồ thuộc phía bắc dãy Trường Sơn có hồ Kẻ Gỗ có dung tích hiệu dụng lớn nhất đạt 320 triệu m^3, hồ sông Rác (115 triệu m^3), hồ Vực Mầu (68 triệu m^3). Các hồ còn lại đều có dung tích nhỏ dao động từ (10 - 20) triệu m^3. Các hồ chứa này cắt lũ cho các sông nhỏ như sông Hoàng Mai, sông Bùng, sông Rác...

Vùng hạ du sông Cả được xây dựng hệ thống đê (bao gồm cả đê bao ngăn nước lũ tràn bờ và đê ngăn mặn ven biển) có tổng chiều dài đê 553km với những tiêu chuẩn chống lũ khác nhau. Đê sông Cả (163km) có cao trình đạt chống lũ năm 1978, đê sông nhỏ (373km) có cao độ từ 2,5 - 4m chống lũ 10% và đê biển (17km) chống triều trung bình cộng với bão cấp 10 hoặc cấp 9 cùng với đỉnh triều cường.

Những trận lụt gần đây nhất xảy ra vào các năm 1954, 1978 và 1988 do vỡ hệ thống đê. Hiện tượng sủi mạch đê xảy ra rất phổ biến vào các năm 1954, 1973, 1974, 1978, 1988 và 1996. Năm 1954, hiện tượng sủi mạch đê xảy ra liên tục trong 16 ngày và đã dẫn đến vỡ đê tại nơi đường sắt giao cắt với sông Cả. Trận lũ tháng IX/1978 làm sủi mạch đê 9 ngày liên tiếp đã gây ngập lụt sâu cho cả vùng hạ du sông Cả và thành phố Vinh. Sau đó, đê được xây dựng lại phía bờ trong với lưu lượng thiết kế 10.500m^3/s và với tần suất thiết kế 1,25%.

Hệ thống các công trình của lưu vực sông Cả chưa có tác dụng chống lũ cho hạ du. Và những năm gần đây biến động dòng chảy lớn, trên lưu vực sông Cả luôn xảy ra lũ quét (tại Hương Khê năm 2002), ngập lụt thành phố Vinh (2002)...

3. Lưu vực sông Gianh và sông Kiến Giang (tỉnh Quảng Bình)

Các hồ chứa thuộc khu vực này đều được thiết kế với hai nhiệm vụ là cấp nước và thủy điện. Trong số hơn 60 công trình hồ chứa, đập dâng đã được xây dựng trong vùng mới có 4 hồ chứa với tổng dung tích đạt 111 triệu m^3 được phân bố đều trên các sông như Tiên Lang, Vực Nối (Gianh) và Cẩm Lý (sông Kiến Giang). So với tổng lượng của một trận lũ trên các sông này, dung tích hồ chứa chiếm 3%. Như vậy nếu để cắt lũ chính vụ thì các hồ chứa này chưa đáp ứng được. Các hồ chứa chủ yếu tham gia chống lũ hè thu cho bản thân công trình.

Bên cạnh các hồ chứa, để bảo vệ sóng biển đánh sâu vào đất liền, toàn khu vực đã xây dựng 84,5km đê chống lũ hè thu với tần suất 10%, cao độ đê từ 2,5 - 3m. Ngoài ra còn 160km bờ vùng, bờ thửa thuộc vùng đồng bằng sông Kiến Giang để chống lũ hè thu nhưng đỉnh đê vẫn thấp hơn mực nước lũ, nên hàng năm vẫn xảy ra lũ tràn gây ngập lụt. Với đặc điểm dải cồn cát cao, chạy dài theo dọc bờ biển được coi như đê biển vững chắc vì vậy tác động sóng biển chỉ vào các khu vực cửa sông.

Nhiệm vụ chống lũ cho các sông Gianh và Kiến Giang để bảo vệ sản xuất vụ hè thu (chống lũ sớm và lũ tiểu mãn), còn lũ chính vụ mặc dù gây tác hại rất lớn cho nền kinh tế, nhưng *chưa có các biện pháp phòng chống.*

4. Lưu vực sông Quảng Trị và Bến Hải (tỉnh Quảng Trị)

Trên toàn tỉnh có 4 hồ chứa được thiết kế với nhiệm vụ cấp nước là số 1 và thủy điện là số 2 như hồ La Ngà, Bảo Đài, Kinh Môn (sông Bến Hải), hồ Hà Thượng, Trúc Kinh, Trung Chỉ, Khe Mây, Nghĩa Hy, Đá Mài (sông Thạch Hãn). Mặc dù trên lưu vực lũ lớn xuất hiện với tần suất cao và trong vòng 20 năm trở lại đây trên sông Quảng Trị đã xuất hiện lũ lịch sử (tần xuất 1,25%) nhưng trên thực tế chưa có công trình thủy lợi nào được xây dựng với mục đích chống lũ.

Với mục đích chống lũ hè thu có tần suất 10%, trên toàn tỉnh Quảng Trị đã xây dựng được 124 km đê, có cao độ từ (1,5 - 2,5)m. Hệ thống đê của sông được bố trí ở cả hai bên bờ sông ở hạ du để phòng chống lũ sớm. Các đê này hầu như mới được xây dựng, nhưng do lưu lượng dòng chảy lớn về mùa lũ chính vụ (đoạn sông

hạ lưu hiện nay đáp ứng với lưu lượng khoảng 2000m^3/s), hàng năm nước lũ đều tràn qua đỉnh đê (cao trình đỉnh thấp hơn cao độ lũ lớn nhất tới 2m).

Hiện nay công tác phòng chống lũ chính vụ chưa được đặt ra. Hệ thống đê điều có kết cấu kè 3 mặt tỏ ra khá hữu ích trong công tác phòng chống lũ sớm và lũ tiểu mãn. Đoạn sông phía hạ lưu hiện nay có thể đáp ứng lưu lượng khoảng 2.000 m^3/s ở điều kiện đầy sông. Tuy nhiên vấn đề sạt lở bờ sông (do dòng sông chảy vòng) là một trong những vấn đề chủ yếu của lưu vực này chưa được giải quyết triệt để. Vì lý do chưa đủ kinh phí nên các công trình kè sông chỉ được xây dựng từng phần.

5. Lưu vực sông Hương

Lưu vực sông Hương ngắn, dốc, có địa hình thung lũng dạng hẻm vực nên khả năng tạo lòng hồ ở khu vực này hầu như không có. Trên toàn tỉnh mới có hai hồ: Truồi (trên sông Truồi) - dung tích hiệu dụng 68.10^6m^3 và hồ Hòa Mỹ (trên sông Ô Lâu) - dung tích hiệu dụng là 7,5.10^6m^3. Các hồ này nằm trên sông nhỏ, không có tác dụng chống lũ cho sông Hương.

Hệ thống đê biển (260km) được xây dựng dọc theo đầm phá có cao độ đỉnh khoảng (1,2 - 1,5)m so với mực nước biển để bảo vệ đất canh tác nông nghiệp không bị sóng biển lấn vào, nhưng tuyến đê này thấp hơn cao trình mực nước biển dâng khoảng 1,5m. Dọc theo sông Hương, hiện nay xây dựng hai tuyến đê ven bờ từ Đông Ba đến đập Thảo Long với chiều dài tổng cộng 27,7km và cao trình đỉnh đê từ (1,5 - 2,5m) - không bảo vệ được thành phố Huế khỏi bị ngập lụt. Lưu lượng nước trên sông Hương đảm bảo không tràn bờ gây ngập lụt chỉ đạt 2000m^3/s. Hàng năm thường xuất hiện (3 - 7) trận lũ trên sông gây ngập lụt nghiêm trọng cho vùng hạ du. Trận lũ tháng XI/1999 (lớn nhất kể từ trận lũ năm 1953) đã tàn phá nghiêm trọng lưu vực sông này. Mức nước lũ trong trận lũ năm 1999 ở thành phố Huế lên tới 5,90 mét. Nhà cửa thậm chí cả cồn cát của đầm phá ven biển cũng bị cuốn trôi. Và sông đã mở thêm các cửa mới (thêm ba cửa thành 5 cửa từ đầm phá ra biển). Hai trong số 3 cửa mới bị dòng bồi tích lấp còn lại cửa Hoà Duân được chính quyền địa phương lấp bằng cách khôi phục con đường giao thông địa phương.

Với phương châm chống lũ sớm và lũ hè thu, đảm bảo sản xuất chắc 2 vụ, còn lũ chính vụ chỉ phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại đến mức tối thiểu, nên các công trình trên lưu vực sông Hương chưa có tác dụng phòng chống lũ.

6. Lưu vực sông Thu Bồn (tỉnh Quảng Nam và TP. Đà Nẵng)

Tính đến thời điểm năm 2000, trên lưu vực đã xây dựng 206 công trình (hồ chứa, đập dâng, trạm bơm). Mục đích sử dụng của các công trình này là khai thác dòng chảy phục vụ cấp nước (cả nước tưới cho nông nghiệp và nước cấp cho công nghiệp, dân sinh). Trong tổng số các công trình có 1 công trình đại thủy nông (hồ Phú Ninh), 12 công trình trung thủy nông. Phần hạ du đã xây dựng 142 trạm bơm để tưới trong mùa kiệt và tiêu nước trong mùa lũ.

Các công trình tiêu nước ở khu vực này lớn nhất là công trình Bàu Bàng (1.200ha) và hàng loạt các trạm bơm và hệ thống cống dưới đê, tuy nhiên hiệu ích công trình đạt thấp (dưới 70%) và nhiều khu vực còn chưa có biện pháp tiêu hiệu quả (8.000 - 10.000ha ven sông Trường Giang).

Bên cạnh đó còn hàng loạt các công trình đê biển và đê sông phòng lũ. Hầu hết các công trình đê ven biển đều đã xuống cấp. Hiện nay dự án PAM đang đầu tư nâng cấp 90 trên tổng số 200km đê ngăn mặn.

Mặc dù lưu vực này đã và đang gánh chịu rất nhiều tác hại do lũ lụt gây ra nhưng cho đến nay vẫn chưa có kế hoạch phòng chống lũ cụ thể cho hạ du.

7. Lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ (tỉnh Quảng Ngãi)

Cho đến nay, trên hai lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ đã xây dựng 89 công trình thủy lợi, chủ yếu là hồ chứa nhỏ. Phần hạ du công trình đã xây dựng 25 trạm bơm. Các hồ chứa hiện có trong lưu vực nghiên cứu có nhiệm vụ chủ yếu là cấp nước, không có khả năng phòng chống lũ. Thêm vào đó các hồ chứa nhỏ được hình thành trên các phụ lưu với diện tích khống chế lưu vực rất nhỏ nên không có hiệu quả cắt lũ. Nếu so tổng lượng lũ của trận lũ lớn năm 1996, 1998 và 1999 cho thấy dung tích các hồ này chỉ chiếm (0,5 - 1)% và ở những trận lũ này mực nước các hồ đều vượt qua ngưỡng tràn, đỉnh đập. Hàng loạt các công trình đập bối do dân tự làm trên sông theo thời vụ thường bị vỡ, cuốn theo dòng nước khi gặp các con lũ lớn, làm tăng cường độ dòng chảy, tăng các vật liệu cuốn theo dòng nước.

Các hệ thống đê sông và trạm bơm được xây dựng trên lưu vực đã có tác dụng tốt hơn trong việc giảm ngập lụt trên lưu vực sông. Tổng chiều dài đê trong tỉnh đạt 39,6km, trong đó chiều dài đê ở lưu vực sông Trà Khúc là 25,6km và ở trên lưu vực sông Vệ là 14km. Hệ thống đê bao ở đây có sự phân hóa theo các vùng rất khác nhau phụ thuộc vào điều kiện địa hình của từng khu vực. Trên lưu vực sông

vùng nghiên cứu đã xây dựng được các tuyến đê sông chính:

- Đê Bình Trung thuộc phần hạ du sông có chiều dài 2,8km do dân tự làm. Cao độ đê có khả năng chống được lũ tràn qua, nhưng mặt cắt đê chưa đủ ổn định, với lũ lớn như năm 1996, 1998, 1999 đã có nhiều đoạn bị vỡ.

- Đê Bàu Công ven sông Trà Khúc phía Tây thị xã Quảng Ngãi với chiều dài đê 6 km nhưng đây là con đê có tác dụng rất tốt cho việc chống lũ. Mặt cắt đê chưa đủ sức để vượt lũ

- Đê bao thị xã Quảng Ngãi dài 6.625m, đủ sức vượt lũ với tần suất 10%

- Đê Phổ Minh, Phổ Quang ven sông Vệ với chiều dài 14km

Nhìn chung hệ thống đê chưa hoàn chỉnh và đặc biệt khu vực đất bãi sông chưa có hệ thống đê bao, nên hàng năm thường bị ngập lụt nghiêm trọng.

Hệ thống bơm tiêu với công suất thiết kế đạt 331ha bao gồm 7 trạm bơm, tuy nhiên mới giải quyết được 0,5% diện tích cần được tiêu.

Ngoài công trình đê điều, hiện nay chưa có biện pháp công trình nào khác để phòng chống lũ cho hạ du nên với những con lũ lớn, hiện tượng ngập lụt thường xuyên xảy ra trong vùng.

Ngoài tình trạng ngập lụt, xói lở bờ sông cũng là một vấn đề nghiêm trọng trong lưu vực sông này. Do sạt lở đất và xói lở bờ, cho đến nay đã có khoảng 500ha đất nông nghiệp bị mất. Và việc bảo vệ đất nông nghiệp đang là vấn đề được quan tâm ở lưu vực này.

8. Lưu vực sông An Lão và Côn (tỉnh Bình Định)

Cho đến nay, toàn tỉnh Bình Định đã xây dựng được 198 công trình thủy lợi, trong đó số công trình hồ chứa chiếm tỷ trọng khá lớn 72% (143 công trình) và 35 đập dâng. Các công trình này được xây dựng với mục đích tưới cho nông nghiệp và khả năng phòng lũ cho hạ du là hoàn toàn chưa được đặt ra. Trong tổng số 143 hồ chứa đã được xây dựng trên sông chủ yếu là các hồ nhỏ có dung tích dưới 1 triệu m^3 (chiếm 74,1%) và 23,8% số các hồ chứa có dung tích từ (1 - 5) triệu m^3. Hồ chứa lớn nhất thuộc tỉnh Bình Định là hồ Núi Một được xây dựng trên phụ lưu cấp I của sông Côn (sông Phong Phú) với dung tích 108,55 triệu m^3, nhưng hiện nay khai thác chủ yếu là tưới cho nông nghiệp và cấp nước. Ngoài ra trên lưu vực sông Côn cũng đã xây dựng hồ Hội Sơn với dung tích hồ 28,5 triệu m^3 và hồ Thuận

Ninh 32,26 triệu m^3 với nhiệm vụ cấp nước. So với tổng lượng lũ thực tế trên sông Côn dung tích các hồ chứa chỉ chiếm từ (3 - 3,5)% nên các hồ chứa không có tác dụng chống lũ. Các hồ chứa này đều được xây dựng trên những phụ lưu nhỏ, lượng nước của các phụ lưu này chiếm tỷ trọng rất nhỏ so với toàn lưu vực nên không có tác dụng chống lũ cho vùng hạ du.

Mặt khác, các công trình đập dâng, hồ chứa, đặc biệt đối với loại công trình nhỏ, không kiên cố đã gây cản trở cho đường tiêu nước của sông, ví dụ trên sông Tân An xây dựng liên tiếp 17 đập dâng. Với các suối nhỏ ở vùng núi, các công trình thủy lợi cũng thường rất nhỏ, vì vậy trong mỗi mùa lũ khi xảy ra lũ quét hàng loạt công trình bị phá hủy gây nguy hiểm cho khu dân cư ở vùng này.

Nhằm phòng lũ trên sông và tác động của biển vùng đồng bằng ven biển tỉnh Bình Định đã xây dựng được 115km đê (cả đê sông và đê biển) có cao trình đỉnh đê 0,6 - 2m với tần suất chống lũ tiểu mãn và lũ sớm thiết kế 15%.

Hàng năm hầu hết các khu vực hạ du trong vùng (Bồng Sơn, Tam Quan, Tuy Phước, An Nhơn, Sơn Tây...) thường xuyên bị ngập lụt với mức ngập 0,5 - 1,5m trên diện rộng.

9. Lưu vực sông Ba

Tính đến nay trên toàn lưu vực sông Ba đã xây dựng được 136 công trình thủy lợi kiên cố và bán kiên cố trong đó có 41 hồ chứa, 53 đập dâng và 42 trạm bơm. Trong đó có 3 công trình lớn là Đồng Cam, Iayun Hạ và Sông Hinh.

Trên lưu vực sông Ba cho đến hiện nay *thực sự chưa có công trình nào có tác dụng kiểm soát lũ và úng lụt*, mà chủ yếu phục vụ tưới kết hợp với điều tiết lũ. Trong các công trình đã xây dựng trên lưu vực chỉ có 2 công trình có dung tích chống lũ cho lưu vực là công trình Iayun Hạ (trên dòng Iayun Ba) và công trình Sông Hinh (sông Hinh). Tuy nhiên các công trình này đều nằm trên các nhánh phụ lưu và có dung tích phòng lũ nhỏ: 153 triệu m^3 (Iayun Hạ) và 250,5 triệu m^3 (Sông Hinh). Tổng dung tích phòng lũ của hai công trình này mới chỉ đạt 14,5% lượng dòng chảy lũ trên sông ứng với lũ lớn năm 1981 và 1993 (đây là những năm có lũ lớn xuất hiện với tần xuất 1,5%). Theo tính toán với lũ 5% tại Củng Sơn, hai hồ chứa này chỉ điều tiết được 16,5% và với lũ lớn 10% dung tích phòng lũ của hồ chứa chiếm 20%. Có thể thấy rằng, nhiệm vụ phòng chống lũ lụt của các hồ chứa hiện có trong lưu vực sông Ba vẫn chưa được coi trọng đúng mức, mặc dù những thiệt hại do lũ lụt đem lại là không thể tổng kết được. Trung bình cứ 2 năm lại có lũ

lớn 1 lần, nhấn chìm tới 60% tổng diện tích đất canh tác phần thấp (ngập sâu từ 1 - 3 m). Đặc biệt năm nào thị xã Tuy Hoà cũng bị ngập trong nước lũ.

Khác với các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung, trên lưu vực sông Ba chưa quy hoạch một hệ thống đê bao chống lũ hoặc ngăn mặn. Do tính chất lũ trên lưu vực sông Ba phụ thuộc rất lớn vào các nhiễu động thời tiết, lũ lên nhanh và xuống nhanh theo từng đợt, ít khi vượt quá 7 ngày, tập trung chủ yếu vào tháng XI nên việc phòng lũ bằng hệ thống đê sông không cần thiết. Tuy nhiên chịu tác động trực tiếp của biển (sóng triều và xâm nhập mặn) nên người dân ở các khu vực này thường xây dựng những đoạn đê cục bộ, các đê này dài khoảng 2km, cao từ 1 - 2m và rộng 1m và chỉ có tác dụng ngăn mặn.

10. Lưu vực sông Cái (Nha Trang)

Trên lưu vực không có khả năng xây dựng các hồ chứa vì vậy hiện nay có 6 hồ chứa có tổng dung tích 140,9 triệu m^3 trong đó hồ Đá Bàn (sông Đá Bàn) có dung tích lớn nhất: 79,2 triệu m^3. Các hồ chứa này đều nằm ở các sông nhỏ, diện tích khống chế nhỏ (dưới 100 km^2). Nhiệm vụ của các hồ chứa này là cấp nước cho nông nghiệp, không có tác dụng chống lũ.

Trên toàn tỉnh Khánh Hòa đã xây dựng được 45km đê biển, 27km đê sông, 82km đê ngăn mặn nội đồng với cao trình đỉnh đê từ 1,2 - 1,8m có nhiệm vụ ngăn mặn trồng lúa, nuôi tôm và bảo vệ các khu vực dân cư tập trung.

11. Lưu vực sông Cái Phan Rang

Đến nay, trên lưu vực đã được xây dựng nhiều các hệ thống công trình thủy lợi như hệ thống Nha Trinh - Lâm Cấm cùng hàng loạt các công trình nhỏ khác, nhưng mục đích phục vụ tưới cho nông nghiệp. Chưa có công trình mang tính chất phòng lũ cho hạ du.

Công trình phòng chống lũ thực sự cho khu vực này là hệ thống đê bao. Đã xây dựng được đoạn đê sông (bờ phải sông Cái Phan Rang) dài 3km và 3 kè bờ bảo vệ cho thị xã Phan Rang.

12. L ưu vực sông Lũy và sông Cái (Phan Thiết)

Hiện nay trong toàn vùng đã xây dựng được trên 80 công trình hồ đập trong đó có tới trên 50% đã được kiên cố hóa và một số các trạm bơm điện. Đây là các công trình thủy lợi với mục đích phục vụ tưới cho nông nghiệp, không có tác dụng chống lũ. Riêng hồ Sông Quao có dung tích phòng lũ 12,36 triệu m^3 có tác dụng

chống lũ khá tốt cho thị xã Phan Thiết.

Đến nay trên toàn vùng chưa có hệ thống đê bao mà chỉ có một số kè bờ chống sạt lở trên sông Lũy (tổng chiều dài 550m) và trên sông Cái (Phan Thiết) khoảng 500m (cả hai bờ sông qua thị xã).

III.5. TÁC ĐỘNG LŨ LỤT TỚI MÔI TRƯỜNG SỐNG CỘNG ĐỒNG

Các tỉnh miền Trung là vùng phải chịu nhiều thiên tai, bão lũ nhất nước ta. Tháng V/1989, cơn bão số 2 đổ bộ vào các tỉnh Quảng Nam - Đà Nẵng làm chết 705 người. Tháng X/1993, mưa bão lớn đã làm ngập lụt các tỉnh Bình Thuận, Ninh Thuận và Bình Định tàn phá nhiều của cải và làm chết 1.000 người. Nghiêm trọng nhất là trận lũ xảy ra vào tháng XI/1999 trên địa bàn 8 tỉnh miền Trung. Chỉ trong vòng 1 tuần lễ (từ 1 đến 6), lũ lụt đã gây tàn phá nghiêm trọng về người và của. Trận lũ lịch sử này đã cướp đi sinh mạng của nhiều người, làm bị thương gần 1.000 người, nhiều công trình dân sinh, kinh tế, quốc phòng bị đổ sập, hư hỏng nặng, lũ lụt đã để lại hậu quả hết sức nặng nề về kinh tế- xã hội. Hàng trăm gia đình bị mất nhà cửa, phải sống trong cảnh màn trời chiếu đất, 42.743 hộ phải di dời chỗ ở.

Hàng loạt các tai biến thiên nhiên và hậu quả kinh tế - xã hội do lũ lụt để lại thật nghiêm trọng. Mưa lớn, lũ cao, tốc độ dòng chảy lớn đã phá vỡ phá Tam Giang (Thừa Thiên - Huế) thành 5 cửa biển mới, cô lập các khu dân cư trên các cồn cát ven biển và cướp đi hàng trăm hộ với toàn bộ nhà cửa, tài sản, 30.000 dân sống trên các dải vùng này bị đe doạ đồng thời môi trường sinh thái của khu vực cũng bị biến động rất lớn. Sự mở rộng các cửa biển mới đã cắt đứt tỉnh lộ 8 gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến giao thông, cắt đứt và làm hư hỏng đường dây điện 35KV từ Thuận An đi Vĩnh Hiền. Tình trạng sụt lở ở vùng đồi gò (A Lưới, Phú Lộc - Thừa Thiên - Huế, Sơn Tây-Quảng Ngãi, Đại Lộc-Tiên Phước, Phước Sơn-Quảng Nam) và bờ sông, bờ biển làm chết và bị thương hàng trăm người, nhiều nơi các điểm dân cư bị đe doạ (Thu Bồn - Quảng Nam, sông Hương - Thừa Thiên Huế, sông Trà Khúc - Quảng Ngãi), tình trạng sạt lở nhiều ở bờ biển Sa Huỳnh - Quảng Ngãi đã đe doạ nghiêm trọng đến hai tuyến giao thông chính của nước ta là tuyến đường quốc lộ 1A và tuyến đường sắt Bắc Nam. Chỉ trong 7 tỉnh miền Trung (từ Quảng Bình đến Bình Định) đã có 147 đoạn đường bị sạt lở nghiêm trọng với tổng chiều dài trên 200 km; số hộ bị ảnh hưởng phải di dời và có nguy cơ phải di dời là trên 8.000 hộ (riêng Quảng Nam số hộ di dời là 2.474 hộ và Quảng Ngãi là 1.269 hộ).

Thực trạng lũ lụt ở các tỉnh miền Trung trong những năm qua là nặng nề, gây tổn thất nghiêm trọng về kinh tế - xã hội, làm ô nhiễm môi trường sống và dịch bệnh phát triển, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khoẻ cộng đồng dân cư ở vùng miền Trung.

Lũ lụt gây biến động mạnh theo chiều hướng xấu, hệ môi trường sinh thái ở khu vực, nhất là hệ sinh thái vùng cửa sông, ven biển bị huỷ hoại nghiêm trọng. Tình trạng ô nhiễm môi trường trong và sau lũ lụt xảy ra ở hầu hết các khu vực bị ngập lụt. Đáng kể là tình trạng nhiễm bẩn các nguồn nước (nước mặt lẫn nước ngầm tầng nông) đều không thể sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt được. Đây là một thực tế khó khăn vì các nguồn nước đều không đủ tiêu chuẩn vệ sinh cho phép, do vậy đảm bảo cấp nước sinh hoạt cho nhân dân trong và sau lũ lụt là vấn đề cần được nghiên cứu giải quyết.

Sự hủy hoại môi trường sống của con người trong và nhất là sau lũ lụt đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khoẻ của cộng đồng làm phát sinh và phát triển các dịch bệnh. Sau lũ lụt, hệ sinh thái môi trường bị biến động mạnh, đáng kể là các vi sinh vật, ký sinh trùng, côn trùng, động vật truyền bệnh.

Trên thực tế, nhiều bệnh tật phát triển mạnh, thậm chí có nguy cơ gây thành dịch trong cộng đồng vùng lũ lụt như các nhóm bệnh về đường tiêu hóa (ỉa chảy, tả, lỵ, thương hàn, nhiễm trùng, nhiễm độc thức ăn...), bệnh đường hô hấp (cảm cúm, viêm họng, viêm phổi), bệnh lây theo đường da niêm mạc (uốn ván, viêm da, ghẻ, đau mắt hột, hắc lào...), bệnh lây theo đường máu (sốt xuất huyết, sốt rét, dịch hạch) và các tình trạng giảm sút sức khỏe khác như suy nhược cơ thể, suy nhược thần kinh, cảm lạnh, hạ đường huyết đã xảy ra ở trong cộng đồng.

Tình trạng ô nhiễm nặng nguồn nước và điều kiện sinh hoạt chung chạ, tạm bợ đã buộc người dân nhiều khi phải sử dụng nước không đủ tiêu chuẩn vệ sinh để sinh hoạt, do vậy các bệnh dịch có nguồn truyền nhiễm đều biến thành những vụ dịch lớn, đáng kể như các dịch tả, lỵ, thương hàn, viêm gan A... Theo báo cáo của 3 tỉnh Bình Định, Bình Thuận và Ninh Thuận, sau trận lũ năm 1993, đã có tới 8.000 người có hội chứng lỏng lỵ và hàng ngàn người bị các bệnh ngoài da, sức khoẻ của nhân dân bị giảm sút, ảnh hưởng nghiêm trọng đến lao động sản xuất. Theo tổ chức y tế thế giới (WHO), sau trận lũ năm 1999 xảy ra ở Trung Quốc, Ấn Độ, Thái Lan, Băng La Đét, đã có tới hàng triệu người bị bệnh dịch, trong đó chủ yếu là các bệnh đường tiêu hóa, nguyên nhân chính là do ô nhiễm môi trường nước và điều kiện sống vô cùng khó khăn sau lũ lụt.

Trên thế giới, người ta đã ghi nhận được nhiều vụ dịch như dịch tả, sốt rét xảy ra do lũ lụt. Ở Ấn Độ năm 1908, trong những vùng sốt rét lưu hành nặng như bang Punjab, khi mưa nhiều, ngập lụt và đói kém cùng với sự phát triển thuận lợi của muỗi An.culicifacies đã gây thành dịch sốt rét nặng tại vùng này. Chỉ tính trong 2 tháng X và XI năm 1908 ở vùng Aamzitrar đã có 307.316 người chết do sốt rét.

Ở Trung Quốc năm 1909 đã có một vụ dịch sốt rét lớn khi có lụt ở sông Dương Tử. Ở Srilanka, các năm 1934 - 1935, tương tự như ở Ấn Độ, mưa gây lũ và mất mùa đói kém đã gây dịch sốt rét lớn. Một năm sau(1936), dịch sốt rét lại tàn phá ở xứ sở này gây ảnh hưởng lớn đến sức khỏe cộng đồng. Nichol (1993) cho thấy những vụ sốt rét lớn xảy ra năm 1983 ở Peru và Bolivia sau những trận lụt lớn ở trong vùng và tương tự ở nhiều nơi trên thế giới.

Sự thay đổi thời tiết nóng và mưa lớn làm cho muỗi truyền sốt rét phát triển mạnh. Theo bác sỹ E.A.Afari, các năm 1977 - 1978 do có mưa lớn ảnh hưởng của Lanina, dịch sốt rét đã xảy ra ở Tanzania, Kenya, Uganda, Rwanda và Burundi làm cho dân chúng ở tất cả các lứa tuổi đều mắc sốt rét và có nhiều người tử vong do sốt rét.

Ở Việt Nam từ 1971 đến 1985 đã có 28 vụ dịch (chiếm 5,66%) trong tổng số 512 vụ dịch ở miền Bắc xảy ra khi có thiên tai, lũ lụt, đói kém. Thiên tai đã làm cho mật độ muỗi truyền bệnh sốt rét tăng cao, miễn dịch sốt rét trong nhân dân suy giảm, đồng thời do cường độ lao động trong lũ lụt tăng làm cho sức khoẻ bị giảm sút và bệnh sốt rét đã bùng phát thành dịch bệnh ở nhiều nơi như Nghệ An, Hà Tĩnh, Trà My (Quảng Nam)... Loại dịch này thường lan rộng và kéo dài, do vậy, tính chất của dịch là nghiêm trọng. Bão, lũ lụt trong vùng sốt rét lưu hành là yếu tố thúc đẩy (precipitating factor) phát dịch sốt rét, lũ lụt làm tăng mật độ Anopheles trung gian truyền bệnh do sự tăng lên một cách nhanh chóng các ổ đẻ, ổ chứa bọ gậy của muỗi. Mặt khác, lũ lụt đã làm giảm chất lượng sống của con người như: sự giảm đáng kể số lượng và chất lượng nhà cửa, giảm số đàn gia súc, do đó đã làm tăng sự tiếp xúc người- muỗi, bên cạnh đó là tình trạng đói kém, lao động với cường độ cao đã làm giảm sức đề kháng của người dân với bệnh tật... tất cả đã tạo điều kiện thuận lợi cho dịch sốt rét phát triển. Do vậy khi có lũ lụt xảy ra, ngành y tế cần có kế hoạch, biện pháp phòng chống dịch sốt rét.

Để đánh giá tình hình môi trường sống và sức khoẻ cộng đồng của các tỉnh miền Trung sau lũ lụt, chúng tôi sử dụng các phương pháp nghiên cứu:

**Phương pháp dịch tễ học mô tả*: Đây là phương pháp nghiên cứu hình thái xuất hiện bệnh hoặc một hiện tượng sức khoẻ trong mối liên quan tới các yếu tố con người của không gian và thời gian đối với cộng đồng.

**Phương pháp phân tích dịch tễ học*: Đây là phương pháp kiểm định giữa thực tế và lý thuyết trong mối quan hệ nhân quả.

**Phương pháp so sánh tương quan*: là phương pháp so sánh hai giá trị được xác định của hai quần thể trong cùng một khoảng thời gian, không gian.

**Phương pháp đối sánh trên bản đồ địa lý y học*

III.5.1. Ô nhiễm môi trường sống sau lũ lụt.

Lũ lụt đã gây biến động mạnh về môi trường tự nhiên - xã hội và làm biến động các hệ sinh thái ở trong khu vực. Các yếu tố của môi trường có rất nhiều và đều có ảnh hưởng đến sự phát sinh và phát triển dịch bệnh thông qua các yếu tố bên trong của cơ thể (các yếu tố túc chủ). Mặt khác, môi trường sinh học gồm có: các tác nhân gây bệnh nhiễm khuẩn, ổ chứa nhiễm khuẩn (có thể người và súc vật; các loại động vật khác), đất, các véc tơ truyền bệnh, cây cỏ và động vật khác (là nguồn thức ăn có chất kháng nguyên). Ở khu vực các tỉnh miền Trung qua điều tra cho thấy: từ tháng XI/1999 đến tháng XII/2002, tình trạng ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm nông ở 8 tỉnh thành phố là rất nặng. Qua xét nghiệm 240 mẫu nước sinh hoạt của 8 tỉnh thành phố (mỗi tỉnh 30 mẫu) cho thấy tỷ lệ % số mẫu đạt tiêu chuẩn vệ sinh cho phép chỉ có 30% với vi sinh vật; 40% với lý hóa học. Như vậy, số mẫu không đạt tiêu chuẩn vệ sinh cho phép là 60% với lý hóa học, 70% với vi sinh vật. Về ô nhiễm đất cho thấy: tổng số mẫu xét nghiệm của 8 tỉnh miền Trung (mỗi tỉnh 30 mẫu) tổng số 240 mẫu có 13% đạt tiêu chuẩn vệ sinh cho phép về ký sinh trùng, 10% về vi sinh vật. Như vậy, số mẫu không đạt tiêu chuẩn vệ sinh cho phép về ký sinh trùng là 87% số mẫu xét nghiệm, số mẫu không đạt tiêu chuẩn về vi sinh vật là 90% số mẫu xét nghiệm (Số liệu của Đội vệ sinh phòng dịch quân khu 5). Mức độ và số lượng nguồn nước ô nhiễm tăng lên nhanh chóng trong mùa mưa lũ, đồng thời tình trạng ô nhiễm môi trường sau lũ lụt xảy ra ở hầu hết các khu vực bị ngập lụt. Nhiễm bẩn nguồn nước cả nước mặt lẫn nước ngầm tầng nông đều không thể sử dụng cho ăn uống và sinh hoạt được.

III.5.2. Ô nhiễm môi trường nước sau lũ lụt.

Qua xét nghiệm về chất lượng nguồn nước của 8 tỉnh (bảng 3.29) cho thấy: đạt tiêu chuẩn vệ sinh cho phép (TCVSCP) với các chỉ tiêu lý hóa học chỉ có

16,25% số mẫu, không đạt TCVSCP là 83,75%. Về vi sinh vật: đạt TCVSCP là 15,41% trong khi không đạt TCVSCP là 84,58%. Qua đó cho thấy tình trạng ô nhiễm nguồn nước sau lũ lụt là rất nghiêm trọng, có ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn nước ăn, uống, sinh hoạt của cả một cộng đồng dân cư trong thời gian dài nếu như không được can thiệp kịp thời.

III.5.3. Ô nhiễm môi trường đất sau lũ lụt.

Qua kết quả phân tích chất lượng nước các tỉnh miền Trung sau lũ lụt (bảng 3.30) cho thấy trong số 240 mẫu đã xét nghiệm của 8 tỉnh đất bị ô nhiễm nặng chiếm tới 80,41%, đất bị ô nhiễm vừa chiếm tới 17,91%, đất sạch chỉ có 1,66%.

Bảng 3.28: Chất lượng nguồn nước các tỉnh miền Trung
(trung bình của 3 năm từ tháng XI/1999 đến tháng XII/2002)

Tỉnh	Mẫu xét nghiệm	Các chỉ tiêu đánh giá			
		Lý hóa học		Vi sinh vật	
		Đạt(%)	Không đạt(%)	Đạt(%)	Không đạt(%)
TT - Huế	30	5 (16,66)	25 (82,33)	4 (13,33)	26(86,66)
Đà Nẵng	30	5 (16,66)	25 (82,33)	5 (16,66)	25 (82,33)
Quảng Nam	30	4 (13,33)	26 (86,66)	3 (10,0)	27 (90,0)
Quảng Ngãi	30	6 (20,0)	24 (80,0)	5 (16,66)	25(83,33)
Bình Định	30	5 (16,66)	25 (83,33)	4 (13,33)	26 (86,66)
Phú Yên	30	4 (13,33)	26 (86,66)	6 (20,0)	24 (80,0)
Ninh Thuận	30	4 (13,33)	26 (86,66)	5 (16,66)	25 (83,33)
Bình Thuận	30	6 (20,0)	24 (80,0)	5 (16,66)	25 (83,33)
Cộng	240	39 (16,25)	201 (83,75)	37 (15,41)	203 (84,58)

(Nguồn : Số liệu của Đội vệ sinh phòng dịch Quân khu 5)

Có thể nói, sau lũ lụt, nguồn nước, đất bị ô nhiễm đã làm cho môi trường sống bị ô nhiễm trầm trọng, đồng thời kéo theo một số loại côn trùng truyền bệnh (muỗi, ruồi nhặng), động vật như chuột phát triển mạnh, dịch bệnh tăng vọt đã ảnh hưởng không nhỏ tới sức khoẻ cộng đồng dân cư.

Lũ lụt xảy ra còn phát sinh những dịch bệnh không những cho người mà

một số động vật cũng mắc bệnh như: bệnh lở mồm long móng ở trâu, bò, lợn, bệnh tiêu chảy ở lợn, gà...

Bảng 3.29: Chất lượng đất các tỉnh miền Trung sau lũ lụt (trung bình của 3 năm từ tháng XI/1999 đến tháng XII/2002)

Tỉnh	Mẫu xét nghiệm	Mức độ đánh giá (KST trứng giun)		
		0 trứng/100 g đất (Đất sạch)	0-5 trứng/100g đất (Nhiễm vừa)	>5 trứng/100 g đất (Nhiễm nặng)
TT - Huế	30	0(0%)	10(4,16%)	20(8,33%)
Đà Nẵng	30	1(0,41%)	4(1,66%)	25(10,41%)
Quảng Nam	30	0(0%)	5(2,08%)	25(10,41%)
Quảng Ngãi	30	0(0%)	4(1,66%)	26(10,83%)
Bình Định	30	1(0,41%)	5(2,08%)	24(10%)
Phú Yên	30	1(0,41%)	5(2,08%)	24(10,0%)
Ninh Thuận	30	0(0%)	5(2,08%)	25(10,41%)
Bình Thuận	30	1(0,41%)	5(2,08%)	24(10,0%)
Cộng	240	4(1,66%)	43(17,91%)	193(80,41%)

(Nguồn : Số liệu của Đội vệ sinh phòng dịch Quân khu 5)

III.5.4. Lũ lụt gây biến đổi môi trường xã hội trong cộng đồng.

Tính khốc liệt của lũ lụt đã làm biến động mạnh về sinh thái của cộng đồng sống trong khu vực, nhất là những người dân đang lâm vào hoàn cảnh khó khăn do thiếu nơi ở, sinh hoạt tạm bợ và thiếu thốn cùng bao nỗi lo toan trong cuộc sống. Sản xuất bị đình trệ do mất ruộng vườn, nhà máy xí nghiệp bị hư hỏng nặng ,... đã gây mất mùa, đói kém.

III.5.5. Những bệnh dịch thường xảy ra sau lũ lụt đối với cộng đồng dân cư ở các tỉnh miền Trung.

Cơ cấu bệnh tật trong cộng đồng các tỉnh miền Trung rất phức tạp, với sự có mặt của nhiều bệnh truyền nhiễm gây thành dịch như: sốt rét, dịch hạch, viêm màng não, Dengue xuất huyết, lỵ trực khuẩn...

1. Bệnh sốt rét

Khí hậu nóng ẩm, địa hình rừng núi và đặc biệt là sau khi lũ lụt xảy ra là những yếu tố thuận lợi, cơ bản để sốt rét phát triển mạnh. Mùa mưa lũ, dịch bùng phát ở các vùng có sốt rét lưu hành và ngay cả các vùng không có sốt rét lưu hành, dịch cũng bùng phát rộng khắp trong cộng đồng. Trong 4 năm (1999 đến 2002), tổng số vụ dịch sốt rét ở các tỉnh miền Trung có tới 36 vụ. Qua nghiên cứu cho thấy, véctơ truyền bệnh chủ yếu có hai loại chính: đó là An.minimus và An.ditus. Mùa sốt rét đỉnh cao vào các tháng 7,8,9 và 10 hàng năm. Tần suất mắc trung bình trong 4 năm của miền Trung là 92,18%/1000 dân, tỷ lệ chết/mắc là 0,93%.

2. Bệnh Dengue xuất huyết

Các tỉnh miền Trung là trung tâm lưu hành dịch bệnh ở mức độ vừa và nhỏ. Dịch bùng phát mạnh vào các mùa mưa lũ (nhất là từ tháng V đến tháng XI hàng năm). Véctơ truyền bệnh chủ yếu là muỗi Aedes bệnh mang tính cấp tính do các tuýp vi sinh Dengue và Chikungunya gây nên. Bệnh lây truyền từ người này sang người khác qua đường máu. Lịch sử của bệnh sốt Dengue cổ điển đã được phát hiện lần đầu tiên tại đảo Java cách đây hơn 200 năm(1779). Ở Việt Nam, dịch Dengue xuất huyết đã xuất hiện từ lâu. Đáng chú ý là các vụ dịch xảy ra vào những năm 1930, 1963, 1969, và 1975 với tỷ lệ mắc bệnh và tử vong khá cao, nhất là ở trẻ em.

Bệnh Dengue xuất huyết thường xảy ra ở các khu vực có những yếu tố thuận lợi và sự tồn tại phát triển của các loài muỗi Aedes như dân đông, phụ thuộc vào nguồn dự trữ nước trong các gia đình và ở những nơi mật độ thích hợp cho chúng, chúng có thể phát triển tăng vọt về số lượng. Dengue xuất huyết thường xảy ra vào mùa mưa lũ.

3. Bệnh tả

Bệnh tả lưu hành chủ yếu là ở các tỉnh miền Trung. Mầm bệnh là Vibrio Cholerae, Eltor, Inaba hoặc Ogawa. Tả có 70% thể ẩn trong hội chứng tiêu chảy, cùng với tả là ỉa chảy, hội chứng lỵ, thương hàn, viêm gan vi rút thường tăng vào tháng V - X hàng năm.

4. Cơ cấu dịch bệnh trong cộng đồng dân cư ở các tỉnh vùng miền Trung sau lũ lụt.

Qua nghiên cứu cơ cấu các dịch bệnh trong cộng đồng dân cư sau lũ lụt dải duyên hải miền Trung Việt Nam từ 1999-2002 (bảng 3.31) cho thấy:

- Sau lũ lụt ở tất cả các tỉnh vùng miền Trung, các dịch xảy ra đều cao, trong đó dịch bệnh lây theo đường tiêu hóa (ỉa chảy, rối loạn tiêu hóa, hội chứng lỵ v.v...) cao hơn, sau đó đến một số dịch bệnh lây theo đường hô hấp (cảm cúm, viêm phế quản, viêm phổi, viêm màng não...) và cuối cùng là đến dịch lây theo đường máu như bệnh sốt rét, Dengue xuất huyết đóng vai trò chủ đạo, trong đó tỉnh Quảng Nam cao hơn cả: 56,37/100.000 dân.

Bảng 3.30: Cơ cấu các dịch bệnh trong cộng đồng dân cư sau lũ lụt Dải duyên hải miền Trung Việt Nam từ 1999-2002
(trung bình của 4 năm/100.000 dân).

Tỉnh	Dịch lây theo đường tiêu hóa	Dịch lây theo đường hô hấp	Dịch lây theo đường máu	Dịch lây theo đường da niêm mạc
TT - Huế	202,13	193,24	40,32	0,672
Đà Nẵng	201,18	200,34	38,45	0,981
Quảng Nam	198,92	201,40	56,37	0,827
Quảng Ngãi	199,03	191,47	50,49	0,898
Bình Định	201,13	199,24	47,23	0,799
Phú Yên	200,12	182,91	48,22	0,926
Ninh Thuận	200,17	200,12	51,13	0,866
Bình Thuận	189,93	202,23	45,25	0,827

(Nguồn : Số liệu của Trung tâm y tế dự phòng Quân khu 5)

Tất cả các dịch bệnh này đều xuất hiện và phát triển mạnh nhất sau những lần lũ lụt xảy ra, tần suất mắc rất cao và bệnh phát triển ở tất cả các lứa tuổi, không phân biệt giới tính.

5. Sau lũ lụt, ở các tỉnh miền Trung Việt Nam, dịch bệnh đã xảy ra ở một số động vật chăn nuôi, gia súc.

Lũ lụt xảy ra không những làm tăng sự phát sinh và phát triển một số dịch bệnh ở người, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng, mà còn phát sinh, phát triển thành một số dịch bệnh ở động vật chăn nuôi và gia súc. Thí dụ: sau đợt lũ lụt tháng 11/1999, ở miền Trung có tới 5000 con trâu, bò bị bệnh lở mồm, long móng,

8000 con lợn bị bệnh tiêu chảy, gà vịt bị chết nhiều. Nguyên nhân chủ yếu là môi trường bị ô nhiễm nặng trong và sau các trận lũ và ngập lụt.

Nhận định chung về các tác động của yếu tố mặt đệm và hoạt động kinh tế xã hội tới hình thành dòng chảy lũ và ngập lụt:

Các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung Việt Nam trải dài trên các cấu trúc địa chất khác nhau và chịu sự chi phối của các cấu trúc địa chất này. Tác động địa động lực gây ảnh hưởng toàn diện đến cấu trúc mặt đệm và các yếu tố tổ phần của nó. Nhiều hệ thống sông và lưu vực sông nằm trùng với các đứt gãy kiến tạo phá huỷ lớn. Nhìn một cách tổng thể thấy rằng, thành phần thạch học đá nền - yếu tố mặt đệm của các lưu vực sông trong khu vực nghiên cứu khá đa dạng có tuổi kéo dài từ Protezozoi đến Đệ tứ. Thành phần thạch học của các lưu vực sông ở đây là các đá macma (chủ yếu là granit, granodiorit...) và các đá biến chất chiếm tỷ lệ lớn trong các lưu vực sông. Hai loại đá nền này có độ cứng cao, ít chịu ảnh hưởng bởi các quá trình ngoại sinh, vỏ phong hóa thường mỏng, độ chặt sít cao, do đó khả năng thấm và trữ nước kém:

- Hình thế núi (cao - trung bình) và sự sắp xếp dạng cung, hình phễu của các bồn thu nước vào sông, đặc biệt tại những nơi nhánh núi đâm ngang ra biển làm cho các bồn thu nước rộng đồng thời trở thành các bẫy mưa gây nên tính chất lũ tại các khu vực này ác liệt hơn. Ví dụ như ở vùng Quảng Trị - Thừa Thiên - Huế với các cánh cung Bạch Mã - Động Ngài - Động Voi Mẹp.

- Núi cao và trung bình chiếm tỷ lệ diện tích lớn ở phía Tây vùng nghiên cứu, gradien địa hình có giá trị cao và bị biến đổi nhanh, nhất là trên sườn, mức độ phân cắt xâm thực lớn. Tổ hợp những đặc tính này tạo những nguy cơ lớn đối với các bồn thu nước có diện tích rộng, dòng chảy ngắn và hẹp trong vùng thượng lưu thường tạo ra lũ quét

- Địa hình khu vực nghiên cứu có tới 70% diện tích là núi và đồi - là vùng sinh lũ; trong khi đó diện tích đồng bằng nhỏ hẹp - là nơi tập trung lũ. Tính chất bất đối xứng về mặt tỷ lệ diện tích làm cho vùng đồng bằng ngập lụt nặng nề mỗi khi có lũ.

- Cấu trúc lớp phủ thổ nhưỡng dải duyên hải miền Trung được hình thành trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa. Sự phân hóa mùa mưa và khô sâu sắc cộng với yếu tố kiến tạo địa mạo đặc biệt và sự tương tác của quá trình sông - biển - lục địa đã phát sinh nhiều đơn vị đất đặc thù. Dọc theo dải duyên hải miền Trung

xuất hiện 12 nhóm đất với 44 đơn vị đất khác nhau. Diện tích lớn nhất là đất vàng đỏ và đất xám thể hiện ưu thế đất địa thành trên sườn Đông của Trường Sơn hơn 75%. Lớp phủ đồi núi này nhiều đoạn lan ra sát biển và chiếm một tỷ lệ không nhỏ chiều dài đường bờ. Đặc điểm chung của lớp phủ này là đất dốc (độ dốc trên 25^0 chiếm tới 51,6%) và tầng mỏng (độ dày dưới 50cm chiếm 30,6%). Nhóm đất phù sa có diện tích lớn thứ 2 trong khu vực gần 9%. Nhóm đất có diện tích đứng thứ 3 ở dải duyên hải miền Trung là nhóm đất cát biển bao gồm cả các cồn cát, bãi cát gần 5%. Đây là nhóm đất đặc thù nhất ở dải duyên hải miền Trung với 3 loại cát trắng - vàng - đỏ. Cả nước có hơn 530.000ha thì tập trung chủ yếu ở dải duyên hải miền Trung hơn 452.940ha. Mặt khác đây cũng là nhóm đất có chiều dài tiếp giáp biển lớn nhất, được sóng và gió biển vun đắp các cồn cát hình thành dạng gò đồi chạy song song với bờ biển như những con đê tự nhiên ngăn đường thoát lũ của đồng bằng. Đó chính là một trong những nguyên nhân làm tăng cường hậu quả của thiên tai lũ lụt. Là một đơn vị đất trẻ, cấu trúc rời rạc, kém ổn định nên các bờ biển cấu tạo trên đất cát rất dễ bị sạt lở khi xảy ra lũ lụt. Độ trữ ẩm của đất và vỏ phong hóa không lớn do khai thác không hợp lý lớp phủ rừng, dẫn đến diện tích đất trống đồi núi trọc ngày càng tăng. Khả năng điều tiết nước thông qua lớp phủ thổ nhưỡng tự nhiên là rất kém. Mặt khác việc khai thác đất đai không hợp lý đã ở mức báo động gây thoái hóa đất và tăng cường lũ lụt.

Thảm thực vật của các lưu vực sông thuộc dải duyên hải miền Trung khá phong phú về kiểu loại. Nhưng do tác động khai phá của con người đã hình thành hàng loạt các kiểu thảm thứ sinh như rừng tre nứa, trảng cây bụi thứ sinh, trảng cỏ thứ sinh và thảm thực vật trồng như Lúa, các loại rừng trồng, hoa màu, nương rẫy, cây công nghiệp, các cây trồng trong các khu dân cư. Trên đất cát phi địa đới có trảng cây bụi, cỏ thứ sinh thay thế các kiểu rừng thấp với bộ lá cứng thích ứng với khô hạn. Trên đất nội địa đới có rừng ngập nước ngọt và rừng ngập mặn. Các khu vực hầu như không có thảm thực vật chỉ có diện tích nhỏ trong khu vực nghiên cứu. Thảm thực vật liên quan mật thiết với các nhân tố của môi trường, có vai trò quan trọng trong việc ngăn ngừa, giảm bớt các thiên tai như lũ, lụt, xói mòn đất, điều hoà nhiệt ẩm của đất, không khí, hạn chế tốc độ gió mạnh...Trong nhiều thập kỷ qua do nhu cầu phát triển kinh tế – xã hội các chính sách, quản lý vấn đề kinh doanh rừng, kỹ thuật nông nghiệp canh tác trên đất dốc còn có nhiều yếu kém đã làm giảm đi số lượng, chất lượng của rừng trong các lưu vực.

Từ chất lượng mặt đệm cho thấy hệ số điều tiết tự nhiên của các lưu vực sông miền Trung biến động mạnh theo không gian, hệ số φ dao động từ 0,35 - 0,65, khả năng sinh lũ của từng lưu vực khác nhau. Qua hệ số điều tiết tự nhiên trên lưu vực cho thấy quá trình sinh lũ của khu vực từ đèo Ngang tới đèo Hải Vân thuận lợi nhất và sau đó tới khu vực từ đèo Hải Vân tới Bình Định. Nguy cơ xảy ra lũ lớn ở khu vực này rất cao và kèm theo là tình trạng ngập lụt lớn.

Dải duyên hải miền Trung thường có mưa lũ lớn vào thời kỳ thu - đông, từ tháng IX đến tháng XII. Mưa to và lũ lụt nặng nề nhất là khu vực từ Hà Tĩnh vào đến Quảng Ngãi. Nguyên nhân trực tiếp gây mưa to là các nhiễu động quy mô lớn như dải HTNĐ, bão, ATNĐ và front lạnh; trong đó bão và ATNĐ là những nhiễu động quan trọng nhất. Địa hình Trường Sơn có tác động mạnh mẽ đến các nhiễu động khí quyển, làm tăng mưa ở sườn đón gió hướng về phía Đông và Đông Bắc.

Do sự nghèo khó của dân cư nên mức độ đầu tư xây dựng các công trình phục vụ dân sinh, sản xuất thường không có độ bền vững cần thiết vì vậy thường bị hỏng khi có bão lũ, chính các vật liệu này đã làm cản trở thậm chí làm tắc nghẽn dòng chảy của lũ. Điều đó làm cho lũ lụt dâng cao, quy mô ngập lụt rộng hơn, thiệt hại do lũ lụt lớn hơn.

Lũ lụt miền Trung hiện nay một phần là hệ quả của quá trình cân bằng tự nhiên bị phá vỡ. Các vật liệu theo dòng nước lấp nhanh đáng kể các hệ thống thoát nước trên và bên các tuyến đường 1A và đường sắt Bắc - Nam sau các trận mưa, lũ lụt làm giảm khả năng thoát lũ, gây tắc nghẽn giao thông và làm tăng thêm những thiệt hại cho sản xuất... Các sông miền Trung thường ngắn, dốc chuyển từ vùng thượng nguồn xuống hạ du, vì vậy mặc dù không có tuyến giao thông đường sông nhưng dựa vào sức nước vận chuyển các bè tre, gỗ, nứa, lá với khối lượng lớn là vật cản lớn nhất gây ách tắc lũ lụt ở nhiều đoạn làm lũ lụt lớn hơn và hình thành nhanh hơn.

Sự tập trung dân cư lớn ở các đồng bằng ven biển cửa sông cũng như nhu cầu kiếm kế sinh nhai làm cho các hoạt động sản xuất ở đây thường không có quy hoạch. Việc đào đắp, xây dựng các cơ sở, công trình phục vụ nuôi trồng thủy sản đang góp phần cản trở dòng chảy và các vật liệu khác từ đất liền ra biển. Có thể nói các sườn núi đồi ở miền Trung hiện nay là một trong những nơi bị xói mòn mạnh nhất nước ta. Đặc điểm địa hình và đặc biệt là việc suy giảm nhanh chóng lớp phủ thực vật cùng với các hoạt động khác của con người đang làm gia tăng các quá

trình xói mòn, rửa trôi, sụt lở rất nghiêm trọng. Nước và vật liệu theo nước nhiều trong khoảng thời gian nhất định không được tiêu thoát gây ra ngập lụt là vấn đề tất yếu.

Trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung cho đến hiện nay có rất ít công trình được xây dựng có tác dụng kiểm soát lũ và úng lụt, mà chủ yếu phục vụ tưới kết hợp với điều tiết lũ. Mạng lưới hồ chứa của dải duyên hải miền Trung đều có quy mô nhỏ và được hình thành trên các sông nhánh nên hiệu quả cắt lũ không lớn. Trong các công trình đã xây dựng trên toàn dải miền Trung, cho đến hiện nay mới có một vài công trình có dung tích chống lũ cho vùng hạ du như: hồ Kẻ Gỗ, Phú Ninh, Sông Hinh, Ayun Ba... Bên cạnh các hồ chứa cắt lũ thượng và trung lưu các sông, hệ thống đê bao ở hạ du có tác dụng bảo vệ được khu dân cư bị ngập nước lũ.

Có thể thấy rằng, nhiệm vụ phòng chống lũ lụt của các hồ chứa hiện có trong dải duyên hải miền Trung vẫn chưa được coi trọng đúng mức. Cần phải có những đầu tư thích đáng xây dựng các công trình chống lũ trên sông chính và tính toán các khẩu độ cống dưới đê thích hợp với dòng chảy lũ ngày càng lớn về mặt lượng cũng như cường suất.

Tóm lại việc phân bố dân cư, các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội trong dải duyên hải miền Trung hiện nay là một trong những nguyên nhân thiên về hướng thuận lợi cho việc hình thành lũ ở vùng thượng du và ngập lụt ở vùng hạ du. Thêm vào đó do sự phát triển kinh tế xã hội trong vùng không theo quy luật đã làm giảm khả năng phòng chống lũ lụt. Ngược lại tác động của lũ lụt đã gây hậu quả xấu tới môi trường sống cộng đồng trong và sau khi xảy ra lũ, làm ô nhiễm nặng các nguồn tài nguyên (như đất, nước...). Ô nhiễm môi trường sống sau lũ lụt đã tạo nên nhiều bệnh tật phát triển mạnh, thậm chí có nguy cơ gây thành bệnh dịch trong cộng đồng dân cư vùng lũ lụt.

Cùng với các yếu tố mặt đệm, các hoạt động phát triển kinh tế xã hội trong dải duyên hải miền Trung đã làm tăng việc hình thành dòng chảy lũ và gây ra những bất lợi cho việc phòng chống thiên tai lũ lụt.

CHƯƠNG IV

DỰ BÁO LŨ LỤT CÁC LƯU VỰC SÔNG DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I. TỔNG QUAN VỀ CÁC MÔ HÌNH

Trung bình hàng năm dải duyên hải miền Trung xuất hiện 3 - 4 trận lũ trên sông. Đặc trưng nổi bật của lũ ở đây là thời gian truyền lũ rất nhanh, cường suất lũ lớn và bất ổn định, biên độ lũ cao, trong một số trận lũ đặc biệt lớn biên độ lũ có thể lên đến 4 - 5 m; thời gian lũ lên rất ngắn từ 1 - 3 ngày, cùng với mưa lớn gây ra ngập lụt nghiêm trọng ở vùng hạ lưu, nhưng thời gian duy trì ngập lụt ngắn, kéo dài tối đa đến một tuần; Chính vì vậy, để các địa phương có phương án phòng tránh lũ lụt kịp thời, một trong những biện pháp phi công trình là phải xây dựng một công nghệ dự báo lũ, lụt thích hợp.

Hiện nay, việc dự báo lũ lụt của nước ta chỉ mới dừng lại ở việc dự báo mức lũ. Mức lũ được dự báo theo mức báo động hoặc so sánh với mức lũ của một năm nào đó. Thông báo lũ được quy định theo 2 cấp, đó là thông báo lũ và thông báo lũ khẩn cấp, trong khi đó ở các lưu vực sông vừa và nhỏ, công tác phòng chống lũ lụt lại yêu cầu khẩn thiết về bản tin cảnh báo, nhận định về tình hình lũ lụt. Do chưa cảnh báo, dự báo được mức độ ngập lụt vùng hạ lưu các sông, nơi tập trung dân cư và các trung tâm kinh tế, văn hóa - xã hội nên thiệt hại do bão lũ gây ra khá nặng nề.

Việc nghiên cứu và dự báo mưa, lũ lụt là vấn đề đã được rất nhiều tác giả và cơ quan trong cũng như ngoài nước nghiên cứu. Tuy nhiên do những nhu cầu thực tế, đối tượng tiến hành nghiên cứu dự báo mang những đặc thù khác nhau:

- Nghiên cứu dự báo lũ cho hồ chứa, cho vùng hạ du.
- Nghiên cứu dự báo lũ cho hệ thống sông chính.
- Nghiên cứu dự báo lũ cho việc quản lý và qui hoạch lưu vực.

Trên thế giới việc nghiên cứu, dự báo lũ cho các mục đích trên đã được tiến hành khá phổ biến, nhiều mô hình đã được đề xướng và áp dụng cho dự báo hồ chứa, dự báo lũ cho hệ thống sông, cho công tác qui hoạch phòng lũ. Nội dung của dự báo là tìm các quy luật của dòng chảy sông ngòi trên cơ sở các điều kiện hình thành ở thời điểm phát báo để dự báo các hiện tượng, yếu tố cần quan tâm sẽ xảy ra trong tương lai. Từ đó mới có thể chủ động phòng, tránh lũ, tổ chức thi công xây

dựng các công trình trên sông, tổ chức sản xuất trên lưu vực, quản lý vận hành thi công được tốt, khai thác có hiệu quả công trình đã xây dựng. Vì vậy tính toán lũ phục vụ chủ yếu ở một điểm nhất định, dự báo lũ có tác động tới cả vùng bị ảnh hưởng và là công việc có tính thường xuyên.

Một trong những nguyên nhân dẫn đến sự thiếu tin cậy trong cảnh báo và dự báo lũ lụt là do công nghệ dự báo chưa đồng bộ, các phương pháp, mô hình tiên tiến đang trong giai đoạn thử nghiệm, chưa ổn định, chưa có mức độ đảm bảo cao. Đối với các hệ thống sông miền Trung, thời gian cần thiết cho cảnh báo hiện tại lớn hơn thời gian truyền lũ (lũ xuất hiện sau khi có mưa lớn vài giờ) nên cần có những phương pháp dự báo mới, nhanh chóng và có độ tin cậy cao thì mới có thể giúp các địa phương có các phương án phòng tránh và khắc phục hậu quả lũ lụt một cách kịp thời.

Cho đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu tính toán mưa - dòng chảy để dự báo lũ cho các sông dải duyên hải miền Trung như:

- Trung tâm Quốc gia Dự báo Khí tượng Thủy văn: cơ quan có nhiệm vụ dự báo tác nghiệp mưa lũ cho các hệ thống sông toàn quốc.

- PGS.TS Nguyễn Văn Lai (Trường ĐHTL) đã xây dựng *mô hình toán thủy văn LTANK tính toán dòng chảy từ mưa cho các lưu vực vừa và nhỏ vùng nhiệt đới ẩm Việt Nam.*

- Đỗ Đình Khôi - *Thiên tai lụt úng ở vùng đồng bằng ven biển miền trung (Đề tài 90-4) Viện KTTV - 1992.*

- Hoàng Niêm - *Lập bản đồ nguy cơ lụt. Đề tài 42A.03.04, Hà Nội 1989.*

- GS.TS Ngô Đình Tuấn: *Nghiên cứu cân bằng nước phục vụ phát triển dân sinh, kinh tế vùng ven biển miền Trung, Chương trình KC- 12.03, Hà Nội - 1993.*

- Trung tâm Quốc gia dự báo KTTV: *Tập báo cáo lớp tập huấn dự báo KTTV Trung Bộ 1996.*

- Hoàng Tấn Liên và Vũ Đình Hải: *Xây dựng công cụ cảnh báo, dự báo lũ đặc biệt lớn trên sông Thu Bồn, Hà Nội 03-1995.*

- Lê Bắc Huỳnh trong đề án: *Tăng cường khả năng dự báo và thông tin dự báo mưa, bão, lũ ở miền Trung đã tiến hành xây dựng công cụ cảnh báo, dự bão lũ lớn và đặc biệt lớn trên các sông chính miền Trung khi ứng dụng các mô hình, Hà Nội 01-1996.*

- Trung tâm Tư vấn Công nghệ Môi trường Hà Nội và Trung tâm Nghiên

cứu Môi trường Không khí và Nước-Viện Khí tượng Thủy văn: *Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam, Hà Nội-2001.*

- Hoàng Ngọc Quang: *Sử dụng mô hình TANK dự báo kiểm tra lũ sông Ngàn Phố.*

- Nguyễn Hữu Khải: *Nghiên cứu khả năng ứng dụng kết hợp mô hình ANN và HEC - RAS vào dự báo lũ sông Cả.*

- Cao Đăng Dư: *Điều tra nghiên cứu và cảnh báo lũ lụt phục vụ phòng tránh thiên tai ở các lưu vực sông miền Trung.*

Việc tìm kiếm những dạng mô hình toán thủy văn có khả năng mô phỏng tốt các quá trình hình thành dòng chảy sông ngòi ở nước ta để tính toán, dự báo dòng chảy từ mưa, kéo dài các chuỗi số liệu dòng chảy theo các chuỗi số liệu mưa quan trắc được, là một trong những vấn đề được nhiều nhà thủy văn Việt Nam quan tâm.

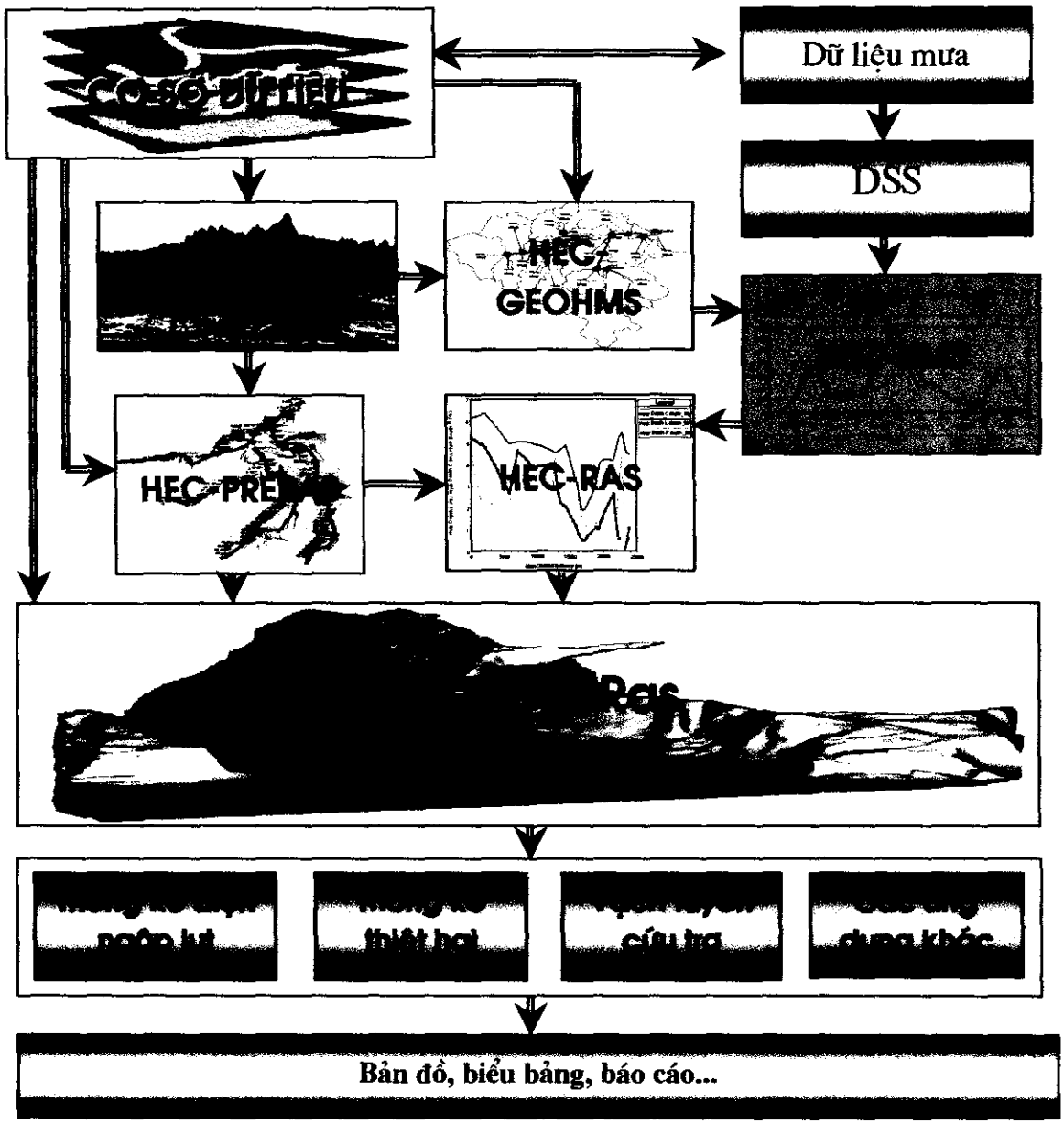
Các mô hình toán có thể được ứng dụng đơn lẻ vào tính toán dòng chảy ở các sông miền Trung. Các mô hình nhận thức (SSARR,TANK,LTANK,...) thường được dùng nhiều hơn các mô hình ngẫu nhiên (AR,ARIMA,...) và tất định - ngẫu nhiên (Nhiễu - Mưa - Dòng chảy NMDC). Mô hình SSARR được dùng vào tính toán và kéo dài chuỗi dòng chảy các lưu vực Củng Sơn, Sơn Giang, Thượng Nhật, Thành Mỹ với số liệu từ 3-6 mùa lũ. Mô hình GAPI, STF được thử ứng dụng vào lưu vực Yên Thượng, Kiến Giang. Mô hình LTANK đã dùng để tính toán kéo dài chuỗi dòng chảy với thời khoảng giờ, ngày cho lưu vực sông Hương, Rào Quán, Kiên Giang... Mô hình tất định - ngẫu nhiên được ứng dụng vào lưu vực Hòa Duyệt, Sông Ba. Kết hợp mô hình quan niệm SSARR với AR đã được ứng dụng cho các lưu vực sông Cả, Thu Bồn, Đà Rằng.

Đề tài KHCN trọng điểm cấp Nhà nước KC - 08 - 12 " ***Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt miền Trung***", đã kế thừa và từng bước hoàn thiện các nghiên cứu về công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt bằng các bộ phần mềm HEC, LTANK, KRSAL, ANN cho các lưu vực sông vừa và nhỏ trong dải duyên hải miền Trung.

I.1. CÔNG NGHỆ DỰ BÁO DIỆN VÀ MỨC ĐỘ NGẬP LỤT BẰNG BỘ PHẦN MỀM HEC

I.1.1. Quy trình công nghệ

Công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt là sự kết hợp hài hòa của mô hình thủy văn, thủy lực và GIS (hình 4.1) mang tính thống nhất về mặt dữ liệu và liên hoàn trong toàn bộ quá trình tính toán.



Hình 4.1: Công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt các lưu vực sông miền Trung

Trung tâm Thủy văn ứng dụng thuộc US Army Corp of Engineers đã thiết kế và xây dựng bộ phần mềm HEC trong đó có phần mềm HEC-HMS - tính tương quan mưa dòng chảy, HEC-RAS - phân tích mạng lưới sông, tính toán sự truyền lũ trong hệ thống sông và HEC - GeoRAS là phần mềm dùng để diễn toán diện và độ sâu ngập lụt, kết hợp thành bộ phần mềm dự báo ngập lụt tương đối hoàn hảo. Tuy nhiên cả 3 phần mềm kể trên lại thiếu công cụ khai thác, sử dụng cơ sở dữ liệu sẵn có để tổng hợp các tham số cần thiết cho mô hình. Để tích hợp được cơ sở dữ liệu trong các tham số đầu vào và mô phỏng trong GIS, nhóm tác giả đã phát triển một modul cần thiết đầu vào và chuyển giao dữ liệu, giúp quy trình vận hành một cách thống nhất và liên hoàn. Quy trình dự báo ngập lụt như hình 4.1 đảm bảo những

nguyên tắc sau:

- ❖ Tích hợp được với cơ sở dữ liệu không gian GIS của địa phương.
- ❖ Thời gian tính toán cho cả quá trình dự báo không quá dài
- ❖ Đơn giản, dễ vận hành, phù hợp với năng lực tin học của địa phương

I.1.2. Hệ thông tin địa lý (GIS)

Hệ thông tin địa lý là tổ hợp của ba hợp phần có quan hệ thống nhất, liên quan chặt chẽ với nhau là phần cứng gồm máy tính, các thiết bị liên quan, phần mềm và tổ chức con người được hoạt động đồng bộ nhằm thu thập, lưu trữ, quản lý, thao tác, phân tích, mô hình hóa và hiển thị các dữ liệu không gian có định vị theo tọa độ dùng cho Trái Đất và các dữ liệu thuộc tính nhằm thỏa mãn các yêu cầu thực tế. Việc sử dụng GIS trong nghiên cứu lũ, ngập lụt cho đến thời điểm hiện tại được sử dụng ở 2 mức độ:

- ❖ Hiển thị các thông tin về lũ, ngập lụt dưới dạng các đồ thị, biểu đồ, bản đồ.
- ❖ Liên kết với các mô hình thủy văn, thủy lực.

Các kết quả nghiên cứu của Cơ quan Cứu trợ khẩn cấp Liên bang Mỹ là ví dụ điển hình về sử dụng ở mức độ thứ nhất, trong đó các tác giả sử dụng GIS để tổng hợp tư liệu bản đồ từ nhiều nguồn bản đồ để xây dựng các bản đồ thiên tai do lũ. Công cụ GIS trong trường hợp này hoặc có liên quan chút ít với mô hình hoặc chỉ để lập các bản đồ - những bản đồ có thể được xây dựng bằng các phương pháp truyền thống không sử dụng GIS. Vai trò chủ yếu của GIS đối với trường hợp này chỉ là xây dựng những bản đồ dưới dạng số hóa.

Trong trường hợp liên kết với mô hình thủy văn - thủy lực, GIS là một hợp phần quan trọng không thể thiếu được. Vai trò của công cụ GIS ở đây là:

1. Tổng hợp và chọn lọc tài liệu như là đầu vào cần thiết cho mô hình thủy văn, thủy lực đặc biệt trong đó là việc phân tích các đặc trưng thủy văn bề mặt của lưu vực.
2. Phân tích, minh họa và đánh giá diện tích, mức độ ngập lụt bằng cách sử dụng các kết quả tính toán từ mô hình nêu trên.
3. Chuẩn bị các tư liệu bản đồ, bảng biểu dữ liệu thống kê cho báo cáo tổng kết. Bằng cách mô hình hóa tài liệu về mặt đệm (thảm phủ, đất...), các trận mưa (lượng mưa, phân bố mưa) trong GIS, chúng ta có thể trả lời hàng loạt câu hỏi

về quan hệ mặt đệm - mưa - lũ - ngập lụt trong một thời gian nhanh nhất.

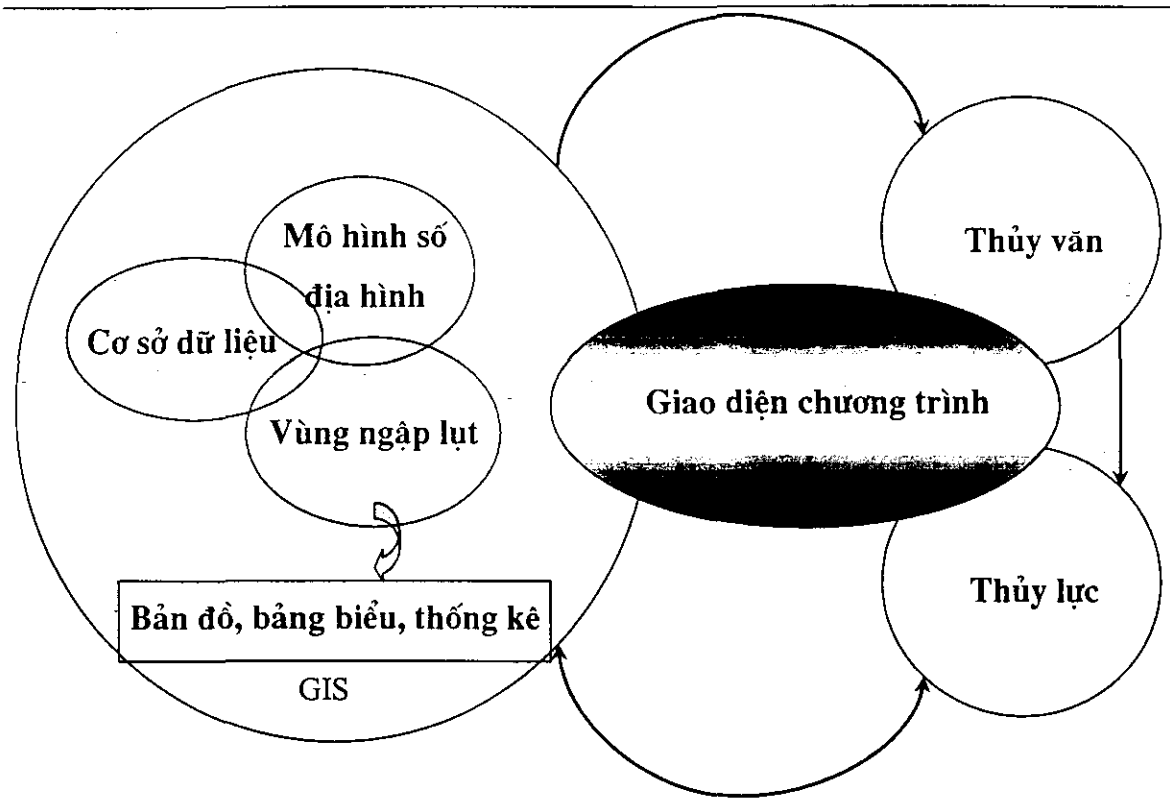
Do liên kết với mô hình thủy văn - thủy lực, việc phân tích tổng hợp trong quy trình được xây dựng và chuẩn bị trong GIS bao gồm:

- ❖ Dữ liệu độ cao địa hình
- ❖ Dữ liệu về độ dốc
- ❖ Dữ liệu hướng dòng chảy
- ❖ Dữ liệu về dòng chảy tích lũy
- ❖ Dữ liệu về phân chia lưu vực
- ❖ Dữ liệu về dòng chảy
- ❖ Dữ liệu về sử dụng đất
- ❖ Dữ liệu phân bố không gian của trạm đo mưa
- ❖ Dữ liệu cao trình đường giao thông, đê điều
- ❖ Dữ liệu về hồ chứa, mặt nước
- ❖ Dữ liệu về vùng không bị ảnh hưởng của ngập lụt

Các thông tin đầu vào sẽ quyết định mức độ chính xác của việc dự báo và được sử dụng cho toàn bộ quá trình tính toán và mô phỏng ngập lụt. Nếu dùng các phương pháp truyền thống để tích hợp các thông tin trên sẽ gặp rất nhiều khó khăn và tốn thời gian, nhưng với GIS và tiện ích mở rộng, các thông tin này được tích hợp hoàn toàn tự động, nhanh chóng. Trong trường hợp một thông số đầu vào nào thay đổi thì việc tính toán lại cũng dễ dàng hơn. Hình 4.2 trình bày vai trò sử dụng GIS trong công nghệ dự báo ngập lụt.

Để mô phỏng trong GIS thì định dạng dữ liệu được thể hiện ở 2 dạng là Vector và Raster.

- Vector mô phỏng dữ liệu không gian theo 3 dạng là:
  - o Điểm (point)
  - o Đường (polyline)
  - o Vùng (polygon)
- Raster mô phỏng không gian liên tục dạng ma trận (lưới vuông)



Hình 4.2. Vai trò của GIS trong công nghệ dự báo diện và mức độ ngập lụt

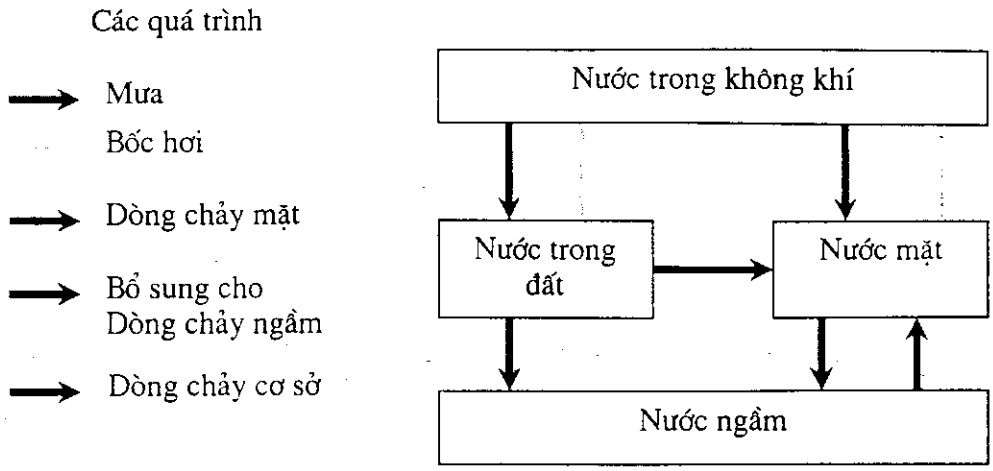
Trong công nghệ dự báo ngập lụt, dữ liệu GIS có yêu cầu tương đối cao về mặt quan hệ không gian. Dữ liệu Raster và Vector đều được sử dụng và các bảng thuộc tính, bảng liên kết cũng rất quan trọng vì công nghệ cần sử dụng các tham số từ nhiều nguồn khác nhau dựa trên các bảng liên kết dữ liệu.

Sau khi phân tích, tính toán trong GIS, dữ liệu kết quả để dùng cho các mô hình như sau:

- Dữ liệu sử dụng cho HMS tính quan hệ mưa dòng chảy
- Dữ liệu cho HEC- RAS phân tích hệ thống sông
- Dữ liệu cho HEC-GeoRAS diễn toán ngập lụt

I.1.3. Mô hình thủy văn

Mô hình thủy văn được thiết lập để tính toán cân bằng nước. Mô hình thủy văn là một công cụ dự báo tương quan mưa - dòng chảy, một phần của chu trình thủy văn (hình 4.3)



Hình 4.3. Chu trình thủy văn

I.1.3.1. Cân bằng lượng mưa khi rơi xuống đất

Tổn thất ban đầu phụ thuộc vào đặc trưng của đất và lớp phủ bề mặt của lưu vực. Để có thể tính toán được tổn thất ban đầu này, chúng tôi chọn phương pháp SCS (Soil Consevation Server) của hiệp hội bảo vệ đất Hoa Kỳ (hay còn gọi là hiệp hội bảo vệ tài nguyên thiên nhiên) là phương pháp kết hợp các điều kiện của nhóm đất thủy văn và sử dụng đất để xác định nhân tố dòng chảy như là trị số đường cong dòng chảy (Runoff cuver number). Trị số đường cong này có giá trị trong khoảng từ 0 - 100, giá trị là 0 cũng đồng nghĩa là không có dòng chảy và giá trị là 100 thì không có sự mất mát. Phương pháp SCS ước tính lượng nước mưa còn lại của một trận mưa như sau:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \qquad (4.1)$$

Trong đó:

Q: tổng lượng dòng chảy

P: tổng lượng nước mưa

I_a: lượng tổn thất ban đầu, còn được định nghĩa như là tỉ lệ % của S và được tính bằng công thức sau: $I_a = 0.2S$

S: khả năng giữ nước lớn nhất của đất khi bắt đầu mưa được tính bằng công thức:

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN} \qquad (4.2)$$

CN: hệ số đường cong hay còn gọi là sự biến đổi của S.

Trong quy trình công nghệ dự báo này, các yếu tố tác động chủ yếu tới dòng chảy bề mặt được tổ chức ở dạng bản đồ trung gian GIS dạng lưới vuông (raster) và chuyển vào phần mềm HEC-HMS để phân tích.

I.1.3.2. HEC-HMS

HEC-HMS là phần mềm mô phỏng tương quan mưa - dòng chảy - quá trình chảy truyền trên lưu vực, bao gồm các phần sau:

- Xác định lượng mưa cho các trận mưa quan sát; lượng mưa giả thiết theo tần suất, hoặc lượng mưa lớn nhất có thể xảy ra tại một khu vực đã biết.

- Các mô hình tổn thất (loss model) có thể tính tổng lượng dòng chảy cho một trận mưa và các đặc tính của lưu vực.

- Mô hình dòng chảy trực tiếp (direct runoff model) có thể tính toán lượng dòng chảy tràn, lượng dòng chảy lưu lại trên lưu vực và tổn thất năng lượng khi nước chảy ra khỏi một lưu vực cũng như khi nước chảy vào các lòng dẫn.

- Mô hình thủy văn quá trình vận chuyển (Hydrologic routing model) có thể tính lượng dòng chảy lưu lại trên lưu vực và các dòng năng lượng khi nước chảy trong lòng dẫn.

- Các mô hình hợp lưu và phân nhánh tự nhiên.

- Các mô hình về biện pháp quản lý nước, kể cả các biện pháp xây hồ chứa.

Ngoài ra, HEC-HMS còn có:

- Phần hiệu chỉnh (calibration) tự động có thể tính các thông số và các điều kiện biên cho các điều kiện khí hậu thủy văn nhất định.

- Liên kết với cơ sở dữ liệu cho phép lưu trữ, tìm kiếm kết nối với các công cụ phân tích khác dữ liệu có trong HEC và các nguồn khác.

Trong công nghệ dự báo ngập lụt này, hai phần mềm chính được sử dụng là:

1) Mô hình dòng chảy trực tiếp dùng để tính tương quan mưa - dòng chảy

2) Bộ phần mềm hiệu chỉnh tự động để xác định các thông số thủy văn, thủy lực còn thiếu cũng như tính toán các điều kiện biên để đưa vào chương trình.

Có nhiều phương pháp để chuyển lượng mưa hiệu quả thành dòng chảy trên bề mặt của lưu vực. Các phương pháp đường đơn vị bao gồm: đường đơn vị Clark, Snyder và kỹ thuật SCS. Phương pháp tung độ đường đơn vị xác định bởi người sử

dụng cũng có thể được dùng. Phương pháp Clark sửa đổi Mod Clark là một phương pháp đường đơn vị không phân bố tuyến tính có thể được dùng với số liệu mưa. Mô hình còn bao gồm cả phương pháp sóng động học.

Phương pháp cơ bản

Đường đơn vị là đường quá trình lũ Q~t xảy ra do lượng mưa hiệu quả 1 đơn vị phân bố đều trên lưu vực kéo dài trong một đơn vị thời gian gây ra. Đường đơn vị 1 giờ được định nghĩa là dòng chảy mặt của lưu vực do một đơn vị (inch hay mm) mưa hiệu quả cung cấp đồng đều trong lưu vực trong thời đoạn là một giờ. HEC -HMS tự động đặt thời khoảng vượt quá tương đương với thời khoảng tính toán đã lựa chọn cho tính toán lưu vực.

Biểu đồ mưa hiệu quả được chuyển thành dòng chảy lưu vực bằng cách sử dụng phương trình sau:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) * X(i-j+1) \qquad (4.3)$$

Trong đó:

Q(i) : dòng chảy ra của lưu vực tại cuối thời đoạn tính toán i,

U(j) : tung độ thứ j của đường đơn vị,

X(i) : lượng mưa hiệu quả trung bình trong thời đoạn tính toán i.

Phương trình dựa trên hai giả thiết quan trọng. Thứ nhất đường đơn vị là đặc tính của lưu vực và không phụ thuộc mưa. Thứ hai dòng chảy do lượng mưa từ các thời đoạn khác nhau của lượng mưa vượt quá có thể được xem là tuyến tính.

Các đường đơn vị tổng hợp

Các thông số cho tổng hợp đường đơn vị có thể được xác định từ các số liệu mưa bằng cách lựa chọn thông số tối ưu. Mặt khác những thông số này có thể xác định từ sự nghiên cứu theo miền hay từ các hướng dẫn đưa ra theo mỗi một kỹ thuật tổng hợp. Sau đây là một số phương pháp tổng hợp đường đơn vị trong mô hình:

➢ **Đường đơn vị Clark**

* Các phương trình và khái niệm cơ bản

Nước được trữ một thời đoạn ngắn trong lưu vực - trong đất, trên bề mặt và trong kênh đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển lượng mưa hiệu quả thành

dòng chảy. Mô hình bể chứa tuyến tính là sự biểu thị chung của các tác động tới sự trữ. Mô hình bắt đầu với phương trình liên tục:

$$dS/dt = It - Ot \quad (4.4)$$

Trong đó dS/dt là tỉ lệ theo thời gian cả sự thay đổi của nước trong bể chứa tại thời gian t, I_t là lưu lượng trung bình chảy vào hồ chứa tại thời điểm t.

Với mô hình bể chứa tuyến tính, lượng trữ tại thời điểm t có quan hệ với dòng chảy ra như sau:

$$S_t = R*O_t \quad (4.5)$$

Trong đó R là thông số bể chứa tuyến tính là hằng số. Kết hợp và giải hai phương trình dùng lược đồ sai phân đơn giản:

$$O_t = C_A I_t + C_B O_{t-1} \quad (4.6)$$

Trong đó C_A,C_B: hệ số diễn toán. Các hệ số được tính theo:

$$C_A = \frac{\Delta t}{R + 0.5\Delta t} \quad (4.7)$$

$$C_B = 1 - C_A \quad (4.8)$$

Dòng chảy ra trung bình trong thời đoạn t

$$\overline{Q_t} = \frac{Q_{t-1} + Q_t}{2} \quad (4.9)$$

Với phương pháp Clark, bể chứa tuyến tính biểu thị các tác động liên tiếp của hệ số trữ lưu vực. Hồ chứa có thể được xem là được đặt tại cửa ra của lưu vực.

Phương pháp Clark (1945) yêu cầu ba thông số để tính toán một đường quá trình: thời gian tập trung nước của lưu vực, hệ số lượng trữ và một quan hệ đường cong thời gian - diện tích xác định diện tích tính toán của dòng chảy phân bố trên lưu vực đến cửa ra của lưu vực và là một hàm của thời gian.

Trong trường hợp quan hệ đường cong thời gian - diện tích không có, chương trình dùng đường quan hệ không thứ nguyên

$$AI = 1.414T^{15} \qquad 0 < T < 0.5 \quad (4.10)$$

$$1-AI = 1.414(1-T)^{15} \qquad 0.5 < t < 1 \quad (4.11)$$

Trong đó AI là diện tích tính toán là một phần của diện tích lưu vực và T là một phần của thời gian tập trung nước.

Diễn toán qua hồ chứa tuyến tính được thiết lập theo phương trình sau:

$$Q(2)= CA*I+CB*Q(1) \quad (4.12)$$

Hệ số diễn toán được tính từ:

$$CA = \frac{\Delta t}{(R + 0.5\Delta t)} \quad (4.13)$$

$$CB = 1\text{-}CA \quad (4.14)$$

$$QUNGR = 0.5\left[Q(1) + Q(2)\right] \quad (4.15)$$

Trong đó Q(2) là lưu lượng tức thời tại cuối thời đoạn, Q(1) là lưu lượng tức thời tại đầu thời đoạn, I là tung độ của đường quá trình chuyển đổi Δt là thời khoảng tính toán tính bằng giờ, R là hệ số trữ của lưu vực tính bằng giờ và QUNGR là tung độ đường quá trình đơn vị tại cuối của thời đoạn tính toán. Thời đoạn tính toán của tung độ đường quá trình được xác định khi dung tích của nó vượt quá 0,995 inch (mm) hay 150 tung độ.

➢ **Đường đơn vị Snyder**

Phương pháp Snyder (1938) xác định lưu lượng đỉnh lũ của đường đơn vị, thời gian lũ lên và chiều rộng của đồ thị tại 50% và 75% của lưu lượng đỉnh lũ. Phương pháp này không xây dựng một đường đơn vị hoàn chỉnh đã yêu cầu theo HEC-1. Vì vậy HEC-HMS dùng phương pháp Clark để tác động một biểu đồ Snyder. Các thông số Clark ban đầu được ước tính từ các thông số của Snyder đưa ra Tp và Cp. Đường đơn vị được tính toán dùng phương pháp Clark và các thông số Snyder được tính từ đường đơn vị thu được theo phương trình sau:

$$CPTMP = QMAX * \frac{Tpeak - 0.5 * \Delta t}{C * A} \quad (4.16)$$

$$ALAG = 1.048*(Tpeak-0.75*\Delta t) \quad (4.17)$$

Trong đó CPTMP là Cp của Snyder cho đường đơn vị tính toán, Q_{MAX} là tung độ lớn nhất của đường quá trình, Tpeak là thời gian khi đó Q_{MAX} xảy ra tính bằng giờ, Δt là thời khoảng vượt quá tính bằng giờ, A là diện tích lưu vực tính bằng dặm vuông, C là hệ số chuyển đổi và ALAG là Lag chuẩn của Snyder, Tp cho đường quá trình tính toán. Hệ số 1,048 trong phương trình thu được do chuyển thời khoảng vượt quá sang thời đoạn tính toán.

➢ **SCS- Đường đơn vị không thứ nguyên**

Phương pháp đường đơn vị không thứ nguyên (1972) bao gồm thông số đơn, TLAG, mà tương đương với thời gian trễ (giờ) giữa đỉnh mưa và đỉnh lũ. Lưu lượng đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ được tính toán như sau:

$$TPEAK = 0,5*\Delta t + TLAG \quad (4.18)$$

$$QPK = 484*\frac{AREA}{TPEAK} \quad (4.19)$$

Trong đó TPEAK là thời gian xuất hiện đỉnh của đường đơn vị tính bằng giờ, Δt là thời khoảng của lượng vượt quá tính bằng giờ hay thời đoạn tính toán, Qpk là lưu lượng đỉnh lũ của đường đơn vị tính bằng cfs/inch và AREA là diện tích lưu vực theo dặm vuông. Đường đơn vị được nội suy theo thời đoạn tính toán đã xác định và lưu lượng đỉnh lũ tính toán từ đường đơn vị không thứ nguyên.

Việc lựa chọn thời đoạn tính toán, mà cũng là thời khoảng của đường đơn vị không vượt quá $\Delta t \leq 0,29*TLAG$.

➢ **Đường đơn vị xác định bởi người sử dụng (User-Specified Unit Hydrograph)**

Đường đơn vị xác định bởi người sử dụng cho phép 1 sự điều khiển chính xác của mối quan hệ kinh nghiệm giữa 1 đơn vị mưa và dòng chảy trực tiếp nhận được. Tung độ của đường quá trình phải được nhập vào cùng thời đoạn như bước thời gian mô hình. Các thông số yêu cầu là tung độ đường quá trình và thời đoạn tung độ.

➢ **Mod Clark**

Phương pháp Mod Clark là phương pháp chuyển đổi tuyến tính áp dụng trên lưu vực có dạng ô lưới. Lượng mưa vượt quá cho mỗi ô sẽ trễ một thời gian và được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính. Một file ô lưới chứa các thông tin về toạ độ, diện tích và chỉ số thời gian chảy truyền cho mỗi ô trong lưu vực. Thời gian trễ cho mỗi ô theo chỉ số thời gian chảy lớn nhất trong lưu vực nhân với thời gian tập trung. Các ô trong lưu vực có cùng hệ số trữ hồ chứa. Các thông số yêu cầu là thời gian tập trung của toàn bộ lưu vực hệ số trữ và file ô lưới.

Diễn toán dòng chảy

Diễn toán lũ được dùng để tính toán sự di chuyển sóng lũ qua đoạn sông và hồ chứa. Hầu hết các phương pháp diễn toán lũ có trong HEC-HMS dựa trên phương trình liên tục và các quan hệ giữa lưu lượng và lượng trữ. Những phương

pháp này là Muskingum, Muskingum-Cunge, Modified Puls, Sóng động học (Kinematic Wave), Lag, Muskingum 8-point.

Trong tất cả những phương pháp này quá trình diễn toán trên một nhánh sông độc lập tiến hành từ thượng lưu xuống hạ lưu, các ảnh hưởng của nước vật và sự không liên tục của đường mặt nước như nước nhảy hay sóng đều không được xem xét.

I.1.4. Mô hình thủy lực

HEC-RAS là một tổ hợp các phần mềm được thiết kế dưới dạng thức có thể tương trợ lẫn nhau dùng để phân tích, tính toán các đặc trưng thủy lực. Sau khi file dữ liệu hình học được nhập vào RAS, các dữ liệu hình học được hoàn chỉnh và kết hợp với số liệu dòng chảy để tính toán mặt nghiêng của bề mặt nước dựa trên các yếu tố thủy lực. Sau đó tài liệu mặt nghiêng của bề mặt nước sẽ được nhập vào HEC-GeoRAS để phân tích không gian và diễn toán diện tích và độ sâu ngập lụt.

Cơ sở lý thuyết xây dựng chương trình HEC - RAS dùng trong phương trình một chiều để tính mặt nghiêng bề mặt nước được trình bày thông qua một loạt các vấn đề sau:

I.1.4.1. Các phương trình tính mặt nghiêng cơ sở

Độ nghiêng mặt nước từ một mặt cắt cho đến mặt cắt tiếp theo được tính bằng cách giải phương trình năng lượng:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{h_e 2g} \qquad (4.20)$$

Trong đó:

Y_1, Y_2 : Độ sâu cột nước tại mỗi mặt cắt

Z_1, Z_2 : Độ cao của các điểm uốn dòng chính

V_1, V_2 : Vận tốc trung bình

α_1, α_2 : Hệ số vận tốc

g : Gia tốc trọng trường

h_e : Tổn thất năng lượng cột nước

Tổn thất năng lượng cột nước giữa 2 mặt cắt được tạo thành bởi 2 thành phần là tổn thất ma sát và tổn thất do mở rộng hay thu hẹp dòng chảy. Phương trình

tính tổn thất năng lượng cột nước như sau:

$$h_e = L\bar{S}_f + C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right| \quad (4.21)$$

Trong đó: L: Chiều dài đoạn sông có tính trọng số lưu lượng

S_f : Độ dốc ma sát đặc trưng giữa 2 mặt cắt

C : Hệ số tổn thất do mở rộng hay thu hẹp lòng dẫn

Chiều dài đoạn sông có tính trọng số khoảng cách được tính bằng:

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + \bar{L}_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad (4.22)$$

Trong đó: L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}: Chiều dài đoạn sông giữa các mặt cắt xác định dòng chảy theo bờ trái, dòng chính và bờ phải

Q_{lob}, $\bar{Q}_{ch}$, $\bar{Q}_{rob}$: Lưu lượng trung bình của dòng chảy giữa các mặt cắt theo bờ trái, dòng chính và bờ phải tương ứng.

I.1.4.2. Tính lượng nước chảy qua các đơn vị mặt cắt

Để xác định tổng lượng nước chảy qua mặt cắt và hệ số vận tốc cho một mặt cắt đòi hỏi dòng chảy phải được chia thành các đơn vị mà tại đó tốc độ dòng chảy được coi là đồng nhất. Lượng nước truyền qua mỗi đơn vị được tính theo phương trình của Manning như sau: (theo đơn vị hệ Anh)

$$Q = KS_f^{1/2} \quad (4.23)$$

$$K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3} \quad (4.24)$$

Trong đó:

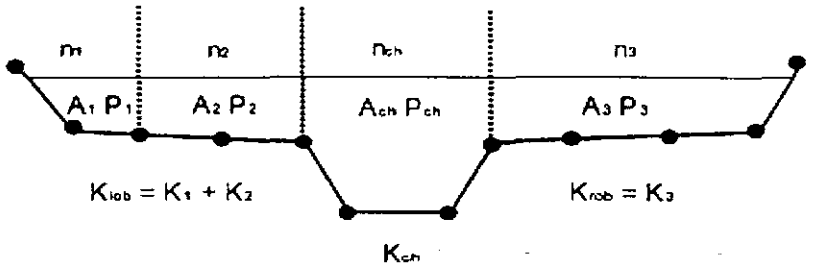
K : Lượng nước chảy qua đơn vị mặt cắt

n : Hệ số Manning của đơn vị mặt cắt

A : Diện tích dòng chảy của đơn vị mặt cắt

R : Bán kính thủy lực của đơn vị mặt cắt (diện tích/ chu vi ướt)

Chương trình tính tổng tất cả lượng nước tích lũy trên bờ để thu được lượng nước truyền qua bờ trái và bờ phải. Lượng nước truyền trong dòng chính tính bình thường như là yếu tố lượng nước truyền đơn. Tổng lượng nước đi qua một mặt cắt tính bằng cách lấy tổng của 3 thành phần trên (trái, dòng chính, phải).



Hình 4.4. Phương pháp ngầm định HEC - RAS biểu thị lượng nước qua mặt cắt

I.1.4.3. Hệ số Manning (n) tổng hợp của dòng chính

Dòng chảy trong dòng chính sẽ không chia nhỏ trừ khi hệ số nhám thay đổi trong dòng chính. Chương trình HEC - RAS thử tính khả năng phân chia độ nhám trong dòng chính, nhưng trong trường hợp nếu không chia được thì chương trình sẽ tính giá trị n tổng hợp đơn cho toàn bộ dòng chính. Trong trường hợp nếu phần mặt cắt của dòng chính có thể chia nhỏ và nếu giá trị n tổng hợp của dòng chính sử dụng tiêu chuẩn: độ dốc bờ sông chính dốc hơn tỷ lệ 5 đơn vị chiều ngang trên 1 đơn vị chiều đứng (5H:1V) và dòng chính gồm hơn một giá trị n, thì hệ số nhám tổng hợp Nc sẽ được tính theo công thức của Ven Te Chow (1959) (xem S_L và S_R trong hình 4.5).

Để tính Nc, dòng chính sẽ được chia ra thành N phần, mỗi phần có chu vi ướt và hệ số nhám đã biết n_i, khi đó:

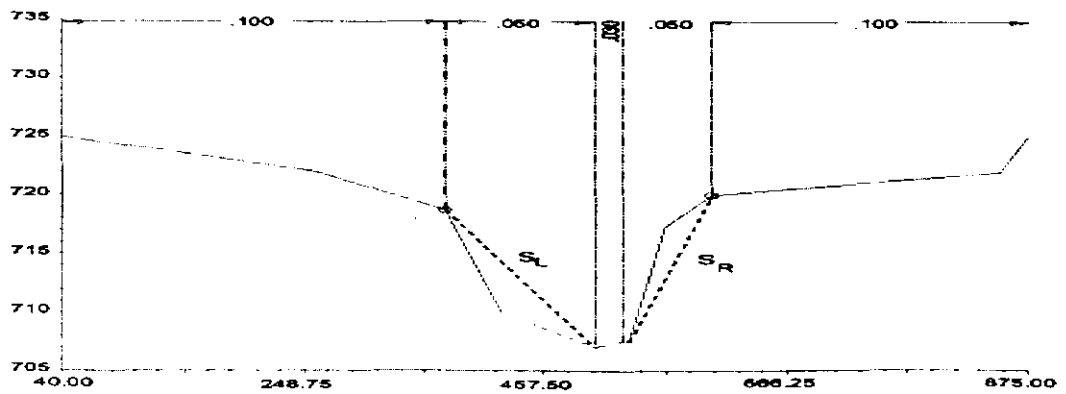
$$N_C = \left| \frac{\sum_{I=1}^{N} (P_i n_i^{1.5})}{P} \right|^{2/3} \qquad (4.25)$$

Trong đó: N_c - Hệ số nhám tổng hợp hoặc tương đương

P - Chu vi ướt của toàn bộ dòng chính

P_i - Chu vi ướt của đơn vị thứ i

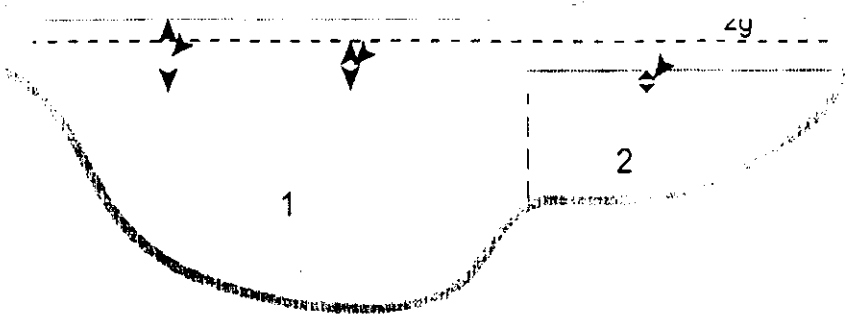
n_i - Hệ số nhám của đơn vị thứ i



Hình 4.5. Xác định độ dốc bờ để tính hệ số Nc tổng hợp

I.1.4.4. Xác định động năng trung bình của cột nước

Vì phần mềm HEC - RAS là chương trình giải bài toán một chiều nên tại mỗi mặt cắt chỉ tính một giá trị năng lượng trung bình. Đối với bề mặt nước có độ cao đã cho, năng lượng trung bình thu được bằng cách tính trọng số năng lượng dòng chảy từ 3 thành phần của mặt cắt (đường bờ trái, kênh chính, đường bờ phải xem hình 4.6).



V_1 = Vận tốc trung bình của phụ vùng 1

V_2 = Vận tốc trung bình của phụ vùng 2

Hình 4.6. Ví dụ chỉ ra năng lượng trung bình thu được như thế nào

Để tính động năng trung bình, cần phải biết hệ số vận tốc cột nước α

Động năng trung bình cột nước = Lưu lượng - Vận tốc cột nước có tính trọng số

$$\alpha \frac{\overline{v^2}}{2g} = \frac{Q_1 \frac{\overline{v_1}^2}{2g} + Q_2 \frac{\overline{v_2}^2}{2g}}{Q_1 + Q_2} \tag{4.26}$$

$$\alpha = \frac{2g\left|Q_1 \frac{\overline{v_1}^2}{2g} + Q_2 \frac{\overline{v_2}^2}{2g}\right|}{(Q_1 + Q_2)\overline{v}^2} \tag{4.27}$$

$$\alpha = \frac{Q_1 v_1^2 + Q_2 v_2^2}{(Q_1 + Q_2)\overline{v}^2} \tag{4.28}$$

Tổng quát: $$\alpha = \frac{Q_1 v_1^2 + Q_2 v_2^2 + \ldots + Q_N v_N^2}{Q\overline{v}^2} \tag{4.29}$$

Hệ số vận tốc α, được tính dựa vào lượng nước của 3 thành phần dòng chảy:

bờ trái, bờ phải và dòng chính theo công thức:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left| \frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right|}{K_t^3} \quad (4.30)$$

Trong đó:

A_t : Tổng diện tích dòng chảy qua mặt cắt

A_{lob}, A_{ch}, A_{rob} : Diện tích dòng chảy phía bờ trái, kênh chính và bờ phải

K_t : Tổng lượng nước đi qua mặt cắt

K_{lob}, K_{ch}, K_{rob} : Lượng nước đi qua bờ trái, kênh chính, bờ phải

+, Tính tổn thất do ma sát

Tổn thất do ma sát tính trong mô hình HEC - RAS là sản phẩm của S và L (phương trình 4.21) mà S thể hiện độ dốc ma sát của đoạn sông và L xác định bởi phương trình 4.22. Độ dốc ma sát (độ dốc đường năng lượng) tại mỗi mặt cắt tính theo phương trình Manning:

$$S_f = \left[\frac{Q}{K} \right]^2 \quad (4.31)$$

Các phương trình lựa chọn để tính độ dốc ma sát của đoạn sông trong HEC - RAS gồm:

Phương trình lượng nước trung bình đi qua mặt cắt:

$$\bar{S}_f = \left[\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right]^2 \quad (4.32)$$

Phương trình độ dốc ma sát trung bình

$$\bar{S}_f = \left[\frac{S_{f1} + Q_{f2}}{2} \right] \quad (4.33)$$

Phương trình độ dốc ma sát trung bình hình học

$$\bar{S}_f = S_{f1} + S_{f2} \quad (4.34)$$

Phương trình độ dốc ma sát trung bình điều hòa

$$S_f = \frac{2(S_{f1} + S_{f2})}{S_{f1} + S_{f2}} \quad (4.35)$$

+, Tính tổn thất do sự mở rộng hay thu hẹp của dòng sông

Tổn thất do sự mở rộng hay thu hẹp của dòng sông trong HEC - RAS tính theo phương trình sau:

$$h_{ce} = C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right| \quad (4.36)$$

C: hệ số mở rộng hay thu hẹp

Chương trình HEC - RAS giả thiết rằng sự thu hẹp dòng sông xảy ra ở nơi tốc độ cột nước ở phía dưới theo chiều dòng chảy lớn hơn tốc độ cột nước ở phía trên. Ngược lại thì là trường hợp dòng sông mở rộng.

I.1.4.5. Nguyên lý hoạt động của mô hình thủy lực

Độ cao mặt nước tại một mặt cắt xác định bằng cách giải lặp phương trình 4-20 và 4-21, với quy trình như sau:

4. Cho giá trị độ cao giả định của mặt nước tại lát cắt đầu nguồn.
5. Dựa vào giá trị này, xác định tổng lượng nước truyền qua và vận tốc cột nước.
6. Với giá trị tính từ bước 2, tính giá trị của S_f và giải phương trình (4.21) để tính hc.
7. Từ kết quả của bước 2 và 3 giải phương trình (4.20) để tính WS2.
8. So sánh giá trị WS2 đã tính với giá trị giả định ở bước 1. Lặp lại các bước tính từ 1 đến 5 cho đến khi các giá trị thu được nằm trong khoảng sai số cho phép là 0,003m.

Các tiêu chuẩn dùng để giả định độ cao mặt nước trong quy trình lặp thay đổi từ phép thử này đến phép thử khác. Mặt nước ở phép thử 1 dựa vào sự dôi ra của độ sâu nước tại mặt cắt trước chồng lên mặt cắt hiện tại. Độ cao mặt nước ở phép thử 2 tính bằng độ cao mặt nước giả định cộng với 70% sai số của phép thử 1(bề mặt nước tính toán - mặt nước giả định computed W.S. - assumed W.S). Nói cách khác, mặt nước mới = mặt nước giả định + 0,70 * (mặt nước tính toán - mặt nước giả định). Các phép thử thứ 3 và tiếp theo dựa vào phương pháp "cắt" tỷ lệ thay đổi dôi ra của độ chênh giữa độ cao tính và độ cao giả định của 2 phép thử trước. Phương trình của phương pháp cắt như sau:

$$WS_1 = WS_{1\text{-}2} - Err_{1\text{-}2} * Err_Assum / Err_Diff \quad (4.37)$$

Trong đó:

WS_1 : Mặt nước giả định mới

WS_{1-1} : Mặt nước giả định lặp lại trước đó

WS_{1-2} : Mặt nước giả định từ 2 lần thử trước đó

Err_{1-2} : Sai số từ 2 lần thử trước đó (mặt nước tính toán trừ đi mặt nước giả định của lần lặp lại 1- 2)

Err_Assum : Độ chênh của các mặt nước trong 2 phép thử trước Err _Assum = WS_{1-2} - WS_{1-1}.

Err_Diff : Mặt nước giả định trừ đi mặt nước tính từ lần lặp trước (I - 1), cộng với sai số của 2 lần thử trước (Err_{1-2}).

$$Err_Diff = WS_{1-1} - WS\text{-}Calc_{1-1} + Err_{1-2}$$

I.1.4.6. Xác định độ sâu tới hạn (critical depth)

Độ sâu tới hạn của một mặt cắt sẽ được xác định nếu bất kỳ điều kiện nào dưới đây được thỏa mãn:

- Chế độ dòng chảy siêu tới hạn được chỉ định
- Người sử dụng yêu cầu tính độ sâu tới hạn
- Phải xác định điều kiện biên ngoài mặt cắt

Năng lượng tổng cộng của cột nước tại mặt cắt là:

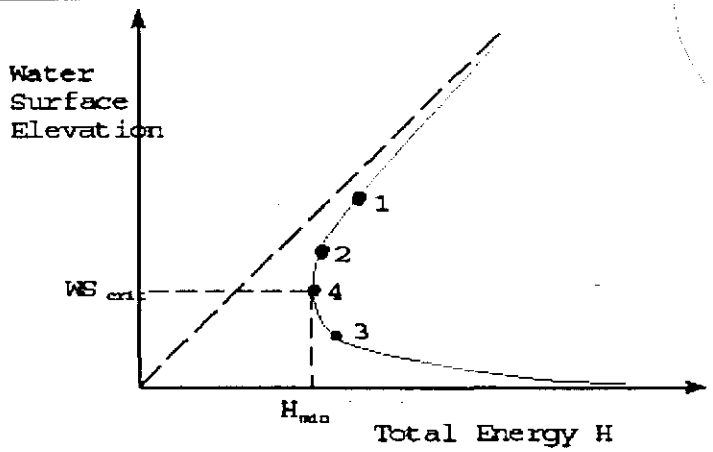
$$H = WS + \frac{\alpha V^2}{2g} \tag{4.38}$$

Trong đó: H : Năng lượng tổng cộng của cột nước

WS : Độ cao mặt nước

$\frac{\alpha V^2}{2g}$: Vận tốc cột nước

Độ cao mặt nước tới hạn là độ cao mà tại đó năng lượng tổng cộng của cột nước là nhỏ nhất (có nghĩa là năng lượng xác định tối thiểu của mặt cắt đó so với dòng chảy đã cho). Độ cao tới hạn xác định bằng quy trình lặp, nhờ đó mà các giá trị của mặt nước được giả định và tương ứng với giá trị H tính theo phương trình 4.21 cho đến khi giá trị của H là tối thiểu (xem hình 4.7).



Hình 4 .7. Sơ đồ độ cao mực nước và năng lượng

I.1.5. Mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt bằng HEC - GeoRAS

Xây dựng mô hình số địa hình (DEM)

DEM: Dữ liệu số chung nhất về hình dạng bề mặt của trái đất (mô hình số địa hình). Trong hệ thống dự báo mức độ ngập lụt DEM được xây dựng từ dữ liệu địa hình bằng phương pháp lưới tam giác không theo quy luật (TIN). Cấu trúc dữ liệu của TIN dựa trên hai yếu tố chính: điểm với 3 giá trị tọa độ x,y và độ cao z. Đoạn thẳng nối các điểm này tạo nên tam giác. Những tam giác đơn ghép lại tạo thành một lưới tam giác không đều. Luật tạo tam giác không đều tuân theo tiêu chuẩn Delannay. Hợp phần của TIN bao gồm: mắt (node), cạnh tam giác, đa giác ngoài và topology.

DEM dưới dạng raster thể hiện một bề mặt liên tục của Trái đất. Sự chính xác của DEM được quyết định chủ yếu bởi độ phân giải (khoảng cách giữa những điểm mẫu). Những nhân tố khác ảnh hưởng tới độ chính xác là kiểu dữ liệu của máy (integer hoặc floating point) và số liệu gốc để tạo DEM.

Khi nội suy xây dựng DEM sẽ không tránh được có những lỗi trong DEM. Những lỗi trong DEM thông thường được phân loại là sinks hoặc peaks. Một sinks là một vùng được bao bởi những giá trị độ cao lớn hơn. Giống như vậy, một peaks là một vùng được bao bọc bởi những giá trị độ cao thấp hơn. Những điều đó là những đặc tính tự nhiên thông thường, và ít có hại hơn tới sự tính toán phương hướng dòng chảy.

Những lỗi như vậy, đặc biệt là các sinks, cần phải được loại bỏ trước khi lấy bất kỳ thông tin bề mặt nào. Những sinks, như là những hệ thống thoát bên trong, sẽ đưa ra những kết quả không được chính xác trong việc tính toán phương hướng

dòng chảy. Số lượng sinks trong một DEM thông thường là tùy thuộc độ phân giải của DEM.

Đường phân thủy có thể được mô tả từ DEM, sử dụng kết quả từ hàm FLOWDIRECTION làm đầu vào của hàm WATERSHED hoặc hàm BASIN. Cả hai hàm này đều dùng lưới hướng dòng chảy để quyết định vùng được bao bởi đường phân thủy. Một lưu vực có thể có nhiều phụ lưu. Những ranh giới đường phân thủy là then chốt cho gần như tất cả các mô hình thủy văn nước mặt. Sử dụng thuật toán trong GRID, những đường ranh giới này có thể được kết hợp với thông tin về sử dụng đất để tạo những thông tin thống kê tóm lược cho đầu vào của một mô hình lưu vực lớn cho việc dự đoán chiều cao ngập lụt

Dữ liệu đầu vào và việc tính toán các yếu tố thủy văn từ mô hình số địa hình đã đạt yêu cầu như trên thì được chuyển sang phần thiết kế dữ liệu của hệ thống sông cho 3 phần mềm HEC-HMS, HEC-RAS, HEC-GeoRAS sử dụng. Cả 3 phần mềm này sử dụng dữ liệu chung nhất là mô hình số địa hình, lưu vực, phụ lưu, dòng chảy như đã trình bày ở trên, ngoài ra còn có các yếu tố riêng khác cho mỗi loại mô hình.

Dữ liệu dùng cho HEC - GeoRAS cũng giống như dữ liệu chuẩn bị cho HEC-RAS ngoài ra còn có thêm dữ liệu địa hình dạng TIN.

Thiết lập hệ thống phân tích sông (RAS)

Mạng lưới RAS có thể được thiết lập từ mô hình số địa hình, hoặc số hóa từ bản đồ bao gồm 4 yếu tố chính là:

1) Dòng chảy chính;

2) Bờ sông;

3) Hướng dòng chảy;

4) Mặt cắt sông.

Ngoài 4 yếu tố chính, mô hình còn sử dụng các dữ liệu về hồ chứa, giao thông, đê điều, hiện trạng sử dụng đất.

Hệ thống sông với các yếu tố trên được thiết kế trong GIS gồm: độ cao địa hình, độ dốc, hệ số manning, hệ số mở rộng hay thu hẹp của dòng sông và các yếu tố về hồ chứa, giao thông, đê, sử dụng đất, kết hợp với dữ liệu lưu lượng dòng chảy đã tính trong HEC-HMS để để tính toán mặt nghiêng của bề mặt nước dựa trên các yếu tố thủy lực. Việc sử dụng GIS để thiết kế lớp thông tin đầu vào cho RAS sẽ sử dụng được cơ sở dữ liệu và lớp thông tin hiện trạng sử dụng đất để tính toán hệ số

Manning cũng như ảnh hưởng của sử dụng đất tới mưa - lũ. Giá trị Manning của mỗi một đoạn sông được tính cho bờ trái, bờ phải, dòng chảy chính và có thể lưu được tối đa 20 giá trị manning khác nhau dựa trên loại hình sử dụng đất có trong phụ lưu đó (khác với cách tính tay truyền thống thì giá trị manning này chỉ là một giá trị cho một đoạn sông). Yếu tố mặt cắt rất quan trọng cho việc tính toán thủy lực. Trong HEC-RAS có phần nội suy tạo mặt cắt tự động cho từng đoạn sông.

HEC - RAS sẽ tính toán theo phương pháp lặp để đưa ra các thông số dùng cho diễn toán ngập lụt trong HEC - GeoRAS:

- Độ nghiêng mặt nước của các đoạn sông
- Chiều rộng của sông tại các mặt cắt
- Diện tích mặt nước của các đoạn sông
- Thể tích nước của các đoạn sông
- Vận tốc cột nước qua mặt cắt....

HEC - GeoRAS là bộ phần mềm phân tích dữ liệu không gian (truyền và ngập lụt) của hệ thống sông. Phần mềm HEC-GeoRAS có 2 phiên bản, 1 dành cho ARC/INFO là bản 1.0 và 1 phiên bản dành cho ARCVIEW có phiên bản mới nhất là 3.1 vào tháng X năm 2002. Chúng tôi đã sử dụng phiên bản 3.1 chạy trên nền ARCVIEW 3.2 để diễn toán ngập lụt.

Dữ liệu đã được HEC-RAS tính toán, nhập tự động vào HEC-GeoRAS bằng giao diện do các tác giả thiết kế, kết hợp với nền địa hình TIN để mô phỏng lại sự ngập lụt trong không gian. Phần mềm có khả năng diễn toán một cách liên tục theo khoảng thời gian bất kỳ của một trận mưa, giới hạn lớn nhất là 500 lần diễn toán cho một trận lũ. Tuy nhiên còn phụ thuộc vào diện tích lưu vực và bộ nhớ của máy tính, vì quá trình diễn toán cần bộ nhớ khá lớn.

HEC-GeoRAS sẽ sử dụng các thông tin được HEC-RAS tính toán như độ sâu thủy lực, vận tốc cột nước, lưu lượng dòng chảy... để mô phỏng lại quá trình lan truyền nước diễn ra trên bề mặt địa hình như thế nào và diện ngập lụt ở mức độ nào. Dữ liệu trong HEC-GeoRAS dùng để diễn toán sẽ gồm có các lớp thông tin:

- Dòng chảy chính
- Các mặt cắt
- Bờ sông
- Hướng dòng chảy
- Giao thông, đê chắn
- Hồ chứa

- ❖ Mô hình số địa hình dạng TIN

Các thông tin được HEC - GeoRAS tính toán là:

- ❖ Diễn toán tốc độ lan truyền nước trên bề mặt địa hình TIN và bề mặt lan truyền đó.
- ❖ Diễn toán bề mặt ngập lụt từ bề mặt lan truyền nước ở trên

Kết quả tính toán của HEC - GeoRAS sẽ tạo ra bản đồ ngập lụt dạng liên tục, từ đó có thể tính toán thống kê về mức độ ngập lụt theo ranh giới hành chính cũng như diện tích ngập lụt. Giao diện bằng tiếng Việt để mô phỏng ngập lụt do một trận mưa bất kỳ gây ra đã được Viện Địa Lý thiết kế. Khả năng dự báo của công cụ này cho phép tính toán thủy văn thủy lực trong khoảng thời gian 6h trở lên, diễn toán ngập lụt cũng trong khoảng thời gian như vậy và có thể diễn toán 500 bản đồ ngập lụt cho một trận lũ.

I.2. CÔNG NGHỆ DỰ BÁO DIỆN VÀ MỨC ĐỘ NGẬP LỤT BẰNG BỘ MÔ HÌNH THUỶ VĂN - THUỶ LỰC (LTANK - KRSAL)

Mô hình LTANK đã được nghiên cứu ứng dụng cho tổng hợp dòng chảy từ mưa kết hợp với mô hình thủy lực KRSAL tạo nên một bộ mô hình thủy văn - thủy lực có tính thích hợp tốt để dự báo dòng chảy, diện và mức độ ngập lụt với thời gian dự kiến của dự báo là 6h cho các lưu vực vừa và nhỏ.

Mô hình thủy lực KRSAL của cố PGS.TS Nguyễn Như Khuê đã được kiểm chứng và khá phù hợp với điều kiện của nước ta. Điều kiện đầu vào của mô hình thuỷ lực là quá trình nhập lưu trên toàn hệ thống được lấy từ số liệu thực đo và kết quả mô hình toán thủy văn tổng hợp dòng chảy từ mưa LTANK.

I.2.1. Mô hình tổng hợp mưa-dòng chảy LTANK.

Với giả thiết lưu vực sông là một chuỗi các bể chứa, quá trình thủy văn xảy ra trên lưu vực là quá trình vận động của nước qua các bể chứa điều tiết. Mô hình đề nghị được cấu tạo gồm ba bể chứa xếp theo phương thẳng đứng, mỗi bể có một số cửa ra ở đáy và ở thành bên. Quá trình thấm trên lưu vực được mô phỏng bằng quá trình nước chảy qua cửa ra ở đáy các bể chứa.

Quá trình dòng chảy được hình thành từ quá trình nước chảy qua các cửa ra ở thành bên của các bể chứa. Dòng chảy của lưu vực là sự tổ hợp của ba loại dòng chảy thành phần. Dòng chảy mặt được sinh ra bởi bể chứa trên cùng (bể A), dòng chảy sát mặt được sản sinh ra do bể chứa tầng giữa (bể B), còn dòng chảy ngầm là

do bể chứa dưới cùng (bể C) tạo ra. Lượng dòng chảy qua các cửa ra của các bể phụ thuộc vào lượng nước chứa trong các bể đó theo quan hệ sau:

$$R_i = f(S_i) \tag{4.41}$$

trong đó R_i = lượng dòng chảy qua các cửa ra của bể chứa thứ i;

S_i = lượng nước chứa trong bể chứa thứ i.

Mối quan hệ (4.41) có thể là tuyến tính, hoặc không tuyến tính. Tính chất này tùy thuộc vào đặc tính cơ lý của các loại đất đai trên lưu vực. Nhiều nghiên cứu cho thấy chỉ có dòng chảy mặt thì mối quan hệ (4.41) là không tuyến tính, còn đối với các bể chứa tầng dưới mối quan hệ (4.41) được coi là tuyến tính. Giải quyết mối quan hệ không tuyến tính này mô hình tăng số lượng cửa ra ở thành bên (ít nhất là hai cửa). Mô hình LTANK đã coi ba loại dòng chảy thành phần được chảy riêng qua các dãy bể chứa tuyến tính và hợp nhất thành dòng chảy của lưu vực ở mặt cắt cửa ra. Sự tác động của các hệ thống bể chứa tuyến tính đối với các dòng chảy thành phần có thể mô phỏng bằng hàm truyền Nash với hai hàm số như sau:

$$U(t) = \frac{1}{K.\Gamma(n)}\left(\frac{t}{K}\right)^{n-1}.e^{-\frac{t}{K}} \tag{4.42}$$

ở đây:

U(t) = tung độ hàm truyền tại thời điểm t

n và K =tham số (n là số lượng bể chứa tuyến tính và K là hệ số trữ nước của mỗi bể)

$\Gamma(n)$ = hàm phân phối Gamma của n.

Những ưu điểm cơ bản của lý thuyết hàm truyền Nash là nó được rút ra từ những nghiên cứu lý thuyết rõ ràng, số lượng tham số không nhiều và có thể ước tính sơ bộ từ tài liệu dòng chảy thực đo, mặt khác các tham số đều mang ý nghĩa vật lý. Hàm truyền Nash hiện nay được dùng khá phổ biến trong tính toán, dự báo thủy văn. Nói cách khác là ba tầng bể chứa làm nhiệm vụ phân cắt ba thành phần dòng chảy, còn ba hệ thống bậc thang bể chứa (hàm Nash) làm nhiệm vụ diễn toán ba loại dòng chảy thành phần đến mặt cắt cửa ra của lưu vực.

** Tính toán lượng mưa trên lưu vực*

Từ tài liệu lượng mưa đo được ở các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực nghiên cứu, ta có thể xác định trị số lượng mưa bình quân trên toàn lưu vực để cung cấp cho mô hình. Nhìn chung các công thức tính lượng mưa bình quân lưu vực trong các mô hình toán thủy văn thường có dạng như sau:

$$\overline{X}_{lv} = \sum_{i=1}^{n} W_{id} X_{id} \qquad (4.43)$$

Trong đó:

$\overline{X}_{lv}$ = lượng mưa bình quân lưu vực cần tính;

X_{id} = lượng mưa đo được tại trạm đo mưa thứ i,

W_{id} = hệ số tỷ trọng trạm đo mưa thứ i,

n = tổng số trạm đo mưa dùng trong tính toán lượng mưa bình quân lưu vực.

* *Tính toán lượng bốc hơi thực tế của lưu vực*

$$E_a = \alpha E_p \qquad (4.44)$$

Trong đó:

E_a = lượng bốc hơi thực tế

E_p = bốc hơi khả năng

α = hệ số chuyển đổi phụ thuộc vào lượng trữ ẩm trong đất và nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị

E_p - có thể tính theo công thức Penman.

* *Xác định lượng trữ nước trong các bể chứa.*

Lượng trữ nước bổ sung trực tiếp vào bể chứa ẩm trên cùng của mô hình, đồng thời lượng bốc hơi lại làm giảm lượng nước trữ trong bể chứa này. Do vậy, lượng nước chứa trong bể chứa nước mặt (bể A) tại thời điểm tính toán t sẽ là:

$$SA_t = SA_{t-1} + X_t - E_{at} \qquad (4.45)$$

Trong đó

SA_t và SA_{t-1} : lượng trữ nước trong bể chứa nước mặt tại các thời điểm t và (t - 1)

X_t và E_{at} : lượng mưa và lượng bốc hơi thực tế trong thời khoảng từ (t -1) đến t.

Lượng nước trữ của hai bể chứa dưới (bể nước sát mặt và bể nước ngầm) được xác định như sau:

- Đối với bể nước sát mặt (bể B)

$$SB_t = SB_{t-1} + IA_t \qquad (4.46)$$

ở đây IA_t = lượng nước thấm từ bể chứa tầng trên (bể A)

- Đối với bể nước ngầm (bể C)

$$SCt = SCt\text{-}1 + IBt \quad (4.47)$$

trong đó IB_t = lượng nước thấm từ bể chứa nước sát mặt.

* *Tính thấm.*

Trong mô hình, quá trình thấm được coi là quá trình nước chảy theo phương thẳng đứng từ các bể chứa tầng trên xuống các bể chứa tầng dưới. Tốc độ thấm phụ thuộc vào lượng nước chứa trong các bể và đặc tính thủy lý của các tầng đất đá trên lưu vực. Mối quan hệ giữa lượng nước thấm và lượng nước trữ trong các bể được giả thiết là tuyến tính và biểu diễn dưới dạng:

$$IA_t = (SA_t - A_1)AK_1 \quad (4.48)$$

$$IB_t = (SB_t - B_1)BK_1 \quad (4.49)$$

$$IC_t = (SC_t - C_1)CK_1 \quad (4.50)$$

Trong đó A_1,B_1,C_1: độ cao các ngưỡng cửa tháo nước ở đáy bể chứa A, B, và C; AK_1, BK_1, CK_1 là các hệ số thấm của các bể chứa. Những tham số này phản ánh các tính chất cơ lý và thủy lý của đất đá trên lưu vực, và phải thỏa mãn những điều kiện sau đây:

$$\begin{aligned} IA_t &= 0 \quad \text{khi} \quad SA_t \le A_1 \\ IB_t &= 0 \quad \text{khi} \quad SB_t \le B_1 \\ IC_t &= 0 \quad \text{khi} \quad SC_t \le C_1 \end{aligned} \quad (4.51)$$

và

$$\begin{aligned} 0 \le AK_1 \le 1 \quad & A_1 \ge 0 \\ 0 \le BK_1 \le 1 \quad & B_1 \ge 0 \\ 0 \le CK_1 \le 1 \quad & C_1 \ge 0 \end{aligned} \quad (4.52)$$

* *Tính toán dòng chảy.*

Lượng dòng chảy mặt được sản sinh từ bể chứa trên cùng. Quá trình hình thành dòng chảy mặt phụ thuộc vào trạng thái ẩm kỳ trước của đất và cường độ mưa. Nếu lượng ẩm kỳ trước SA_{t-1} lớn hơn hoặc bằng lượng ẩm tới hạn SM thì bể chứa hoạt động theo chế độ bão hòa. Lượng nước mưa bổ sung làm tăng lượng trữ ẩm trong bể. Nếu lượng nước trong bể tại thời điểm tính toán (SA_t) lớn hơn độ cao các ngưỡng cửa ra A_2, A_3... thì dòng chảy mặt được tạo ra. Lượng dòng chảy này được tính như sau:

$$RA_t = \sum_{j=2}^{n} (SA_t - A_j)AK_j \quad (4.53)$$

Trong đó AK_j = hệ số tháo nước của các cửa ra ở thành bên của bể chứa nước mặt, n=số cửa tháo nước ở thành bên. Biểu thức (4.53) cần thỏa mãn những điều kiện sau đây:

$$RA_t = 0 \quad \text{khi} \quad SA_t \le A_j$$

$$0 \le AK_j \le 1 \quad \text{và} \quad A_j \ge 0$$

Trong trường hợp lượng ẩm kỳ trước nhỏ hơn lượng ẩm tới hạn ($SA_{t-1} \le SM$) sẽ xảy ra hai khả năng:

a - Đối với những trận mưa có cường độ nhỏ (X nhỏ hơn A_2 - SM) thì toàn bộ lượng mưa chỉ làm tăng thêm lượng ẩm của bể chứa chứ không xuất hiện dòng chảy.

b - Ở vùng nhiệt đới ẩm ướt như nước ta thường có những trận mưa đầu mùa xảy ra với cường độ lớn (X lớn hơn A_2 -SM) lúc này các tầng đất chưa bão hòa và sẽ xảy ra hai quá trình vừa chảy tràn trên sườn dốc và vừa cung cấp ẩm cho tầng đất phía dưới của bể chứa trên cùng. Lượng dòng chảy trong trường hợp này được xác định như sau:

$$RA_t = \sum_{j=1}^{n} (X_t + SM - E_{at} - A_j) AK_j \qquad (4.54)$$

Dòng chảy sát mặt và dòng chảy ngầm trong mô hình được coi là có mối quan hệ tuyến tính với lượng nước trữ trong các bể chứa và được tính theo các biểu thức sau:

$$RB_t = (SB_t - B_2)BK_2 \qquad (4.55)$$

$$RC_t = (SC_t - C_2)CK_2 \qquad (4.56)$$

Các tham số trong (4.55) và (4.56) phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

$$B_2 \ge 0 \quad \text{và} \quad 0 \le BK_2 \le 1 \qquad (4.57)$$

$$C_2 \ge 0 \quad \text{và} \quad 0 \le CK_2 \le 1 \qquad (4.58)$$

và

$$RB_t = 0 \quad \text{khi} \quad SB_t \le B_2 \qquad (4.59)$$

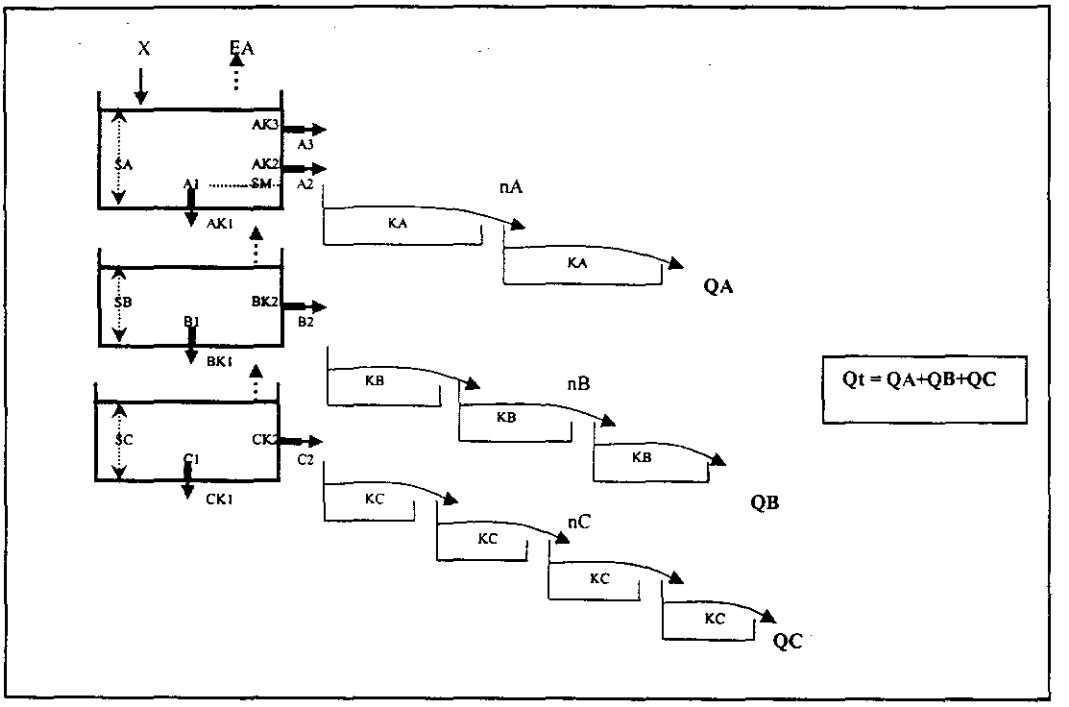
$$RC_t = 0 \quad \text{khi} \quad SC_t \le C_2 \qquad (4.60)$$

Cả ba thành phần dòng chảy RA_t, RB_t, và RC_t được diễn toán độc lập với nhau bằng hàm truyền Nash (2) rồi hợp nhất lại thành dòng chảy của lưu vực ở mặt cắt cửa ra:

$$Q_t = K(YA_t + YB_t + YC_t) \qquad (4.61)$$

Trong đó: K - hệ số hiệu chuyển đổi đơn vị.

* *Hiệu chỉnh tham số*: Hiệu chỉnh tham số mô hình là tìm một bộ tham số cho mô hình để quá trình dòng chảy tính toán bằng mô hình phù hợp nhất với biểu đồ dòng chảy thực đo. Đây là bài toán kiểm tra các giả thiết của mô hình đối với lưu vực cụ thể.



Hình 4.74. Sơ đồ cấu trúc mô hình LTANK

- Chỉ tiêu đồ thị được dùng là chỉ tiêu Nash-Sutcliffe so sánh hai quá trình dòng chảy thực đo và tính toán:

$$R^2 = \frac{F_0^2 - F^2}{F_0^2} 100\% \qquad (4.62)$$

Trong đó:

$$F^2 = \sum_{j=1}^{n} (Q_{tj} - Q_{dj})^2 \qquad (4.63)$$

$$F_0^2 = \sum_{j=1}^{n} (Q_{dj} - \overline{Q}_d)^2 \qquad (4.64)$$

Ở đây Q_{tj} và Q_{dj} = lưu lượng tính toán và thực đo tại thời điểm j; $\overline{Q}_d$ = lưu lượng bình quân của chuỗi dòng chảy thực đo; n = độ dài chuỗi dòng chảy dùng để đánh giá mô hình trong hiệu chỉnh tham số.

- Chỉ tiêu đánh giá độ sai đỉnh lũ lớn nhất của hai quá trình tính toán và thực đo.

$$C_1 = \min\left|Q\max_t - Q\max_d\right| \quad (4.65)$$

- Chỉ tiêu cân bằng tổng lượng:

$$C_2 = \min\left|W_t - W_d\right| \quad (4.66)$$

Trong đó

a = tham số cần hiệu chỉnh,

W_t và W_d = tổng lượng dòng chảy tính toán và thực đo.

Phương pháp hiệu chỉnh tham số mô hình được dùng là thử sai và tự động tối ưu. Ngày nay, tốc độ xử lý thông tin cực nhanh của máy tính cho nên việc hiệu chỉnh tham số mô hình rất nhanh và đạt được bộ tham số tối ưu của mô hình đối với những lưu vực nghiên cứu.

Mô hình LTANK sử dụng chỉ tiêu tổng hợp có dạng như sau:

$$C_0 = k_1*C_1 + k_2*C_2 + k_3*R_2 \quad (4.67)$$

Trong đó, tổng các trọng số: $k_1+k_2+k_3=1,0$

I.2.2. Mô hình thủy lực KRSAL

Mô hình KRSAL coi chế độ chảy trên mạng lưới kênh mương, sông ngòi theo quy luật không ổn định biến đổi chậm theo không gian và thời gian được mô tả bằng hệ phương trình Saint - Venant có dạng như sau:

Phương trình liên tục:

$$B\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (4.68)$$

Phương trình động học:

$$\frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{\alpha_o}{g}.\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\alpha}{g}V\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{K^2} = 0 \quad (4.69)$$

Trong đó:

V : Lưu tốc trung bình của dòng chảy (m/s)

Z : Cao độ mực nước (m)

Q : Lưu lượng trung bình qua mặt cắt (m^3/s)

q : Lưu lượng nhập/xuất trên đoạn sông

B : Độ rộng trung bình mặt nước của đoạn sông (m)

t : Thời gian

K : Hệ số cản

α, α_0 : Hệ số sửa chữa động năng và động lượng

Hệ phương trình này viết cho đoạn kênh dài Δx, trong thời đoạn Δt

Đoạn sông được coi là có lòng dẫn hình lăng trụ, lấy mặt cắt giữa đoạn làm đại biểu. Nếu ta thay lưu tốc dòng nước V = Q/A (A là diện tích mặt cắt ướt) vào phương trình chuyển động ta nhận được dạng thức sau:

$$\frac{\partial Z}{\partial x}+\frac{\alpha_o}{gA}.\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\alpha_o}{gA^2}Q.B\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{\alpha}{gA^2}Q\frac{\partial Q}{\partial x}-\frac{\alpha}{gA^2}Q.B\frac{\partial Z}{\partial t}\frac{Q|Q|}{K^2}=0 \qquad (4.70)$$

Với kênh lăng trụ có thể viết như sau:

$$\frac{\partial A}{\partial x}=B\frac{\partial h}{\partial x}=B(i+\frac{\partial Z}{\partial x}) \qquad (4.71)$$

Trong đó:

h: Độ sâu trung bình của mặt cắt ướt

i: Độ dốc đáy

Sau khi thay thế và rút gọn ta được phương trình động lực:

$$\left(1-\frac{\alpha.Q^2.B}{g.A^3}\right).\frac{\partial Z}{\partial x}+\frac{\alpha_o.\partial Q}{g.A.\partial t}-\frac{(\alpha B+\alpha B_o).Q\partial Z}{gA^2}+\frac{Q|Q|}{K^2}-\frac{\alpha}{g.A^2}.Q+\frac{\alpha}{g.A^3}.Q^3.B.i=0 \quad (4.72)$$

Sử dụng phép biến đổi sai phân hữu hạn theo sơ đồ chữ nhật 4 điểm của Pressman với chỉ số "d" là đầu đoạn sông và "c" là cuối đoạn sông, các hệ số của Q và Z ứng với cuối thời khoảng ta sẽ nhận được phương trình chuyển động có dạng sau:

$$Q_d = -Dy.Z_d - R_d.Z_c + H_r$$

$$Q_c = V_t.Z_{d+}D_c.Z_c - H_v \qquad (4.73)$$

Trong đó:

$$Dy=\frac{1}{2}.\left(\frac{1-f_f+e}{\delta+k}+b\right)$$

$$R_d=\frac{1}{2}.\left(\frac{1-f_f-e}{\delta+k}-b\right)$$

$$V_t = \frac{1}{2}.\left(\frac{1-f_f+e}{\delta+k}-b\right)$$

$$D_e = \frac{1}{2}.\left(\frac{1-f_f}{\delta+k}+b\right)$$

$$H_t = \frac{N-M}{2}$$

$$H_v = -\frac{N-M}{2}$$

$$\delta = \frac{\alpha_o}{2.g.A}.\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$e = \frac{(\alpha_o.B+\alpha B_c}{2.g.A^2}.Q.\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$k = \frac{[Q_d+Q_c]}{4.K^2}$$

$$g_1 = \frac{\alpha.q.Q^2.\Delta x}{g.A^3}$$

$$f_f = \frac{\alpha.B.Q^2}{g.A^3}$$

$$b = \frac{B_c}{2}.\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$M = q+b.Z'_d+b.Z'_c$$

$$N = \frac{\delta}{\delta+k}(Q'_d+Q'_c)-\frac{e}{\delta+k}.(Z'_d+Z'_c)+\frac{f_f\, i.\Delta x-g_1}{\delta+k} \qquad (4.74)$$

Như vậy, chúng ta có hệ phương trình bậc nhất hệ số hằng số với các ẩn số là Q'_d, Q'_c, Z'_d, Z'_c. Thực tế chúng không những phụ thuộc vào lưu lượng và mực nước ở đầu thời đoạn mà còn vào chính các ẩn số phải tìm ở cuối thời đoạn, nên ta phải sử dụng phép tính thử dần qua một số lần tính lặp.

Đối với những đoạn sông là công trình kiểu đập tràn hoặc lỗ cống ta có thể tuyến tính hoá theo các công thức thủy lực tính toán lưu lượng qua các công trình để đưa về dạng tổng quát trên:

+, Đối với trường hợp đập hoặc cống chảy ngập:

$$Q = \varphi.\sqrt{2.g}.A.\sqrt{Z_d - Z_c}$$

Ta có thể viết thành:

$$Q|Q| = \varphi^2.2.g.A^2(Z_d - Z_c)$$

Vậy ta có:

$$Q = \frac{1}{|Q|}\varphi^2.2.g.A^2(Z_d - Z_c) \qquad (4.75)$$

Các hệ số:

$$V_t=R_d=D_c=-D_y=\frac{1}{|Q|}\varphi^2.2.g.A^2$$

$$H_t=H_v=0$$

+, Đối với các trường hợp chảy tự do:

$$Q=\mu.\sqrt{2.g}.A.\sqrt{Z_d-Z_o}$$

hay:

$$Q=\frac{\mu^2.2.g.A^2(Z_d-Z_o)}{|Q|}$$

$$V_t=-D_y=\frac{\mu^2.2.g.A^2}{|Q|}$$

$$R_d=D_c=0$$

$$H_t=H_v=\frac{\mu^2.2.g.A^2Z_o}{|Q|}$$

Chương trình máy tính của mô hình này được viết bằng ngôn ngữ FORTRAN-77.

Trong các bài toán tưới, tiêu :

Khi chảy ngập:

Z_d - Là mực nước sông (khi tưới)

Z_d - Là mực nước đồng (khi tiêu)

Z_c - Là mực nước đồng (khi tưới)

Z_c - Là mực nước sông (khi tiêu)

Khi chảy tự do:

Z_d - Là mực nước sông (khi tưới)

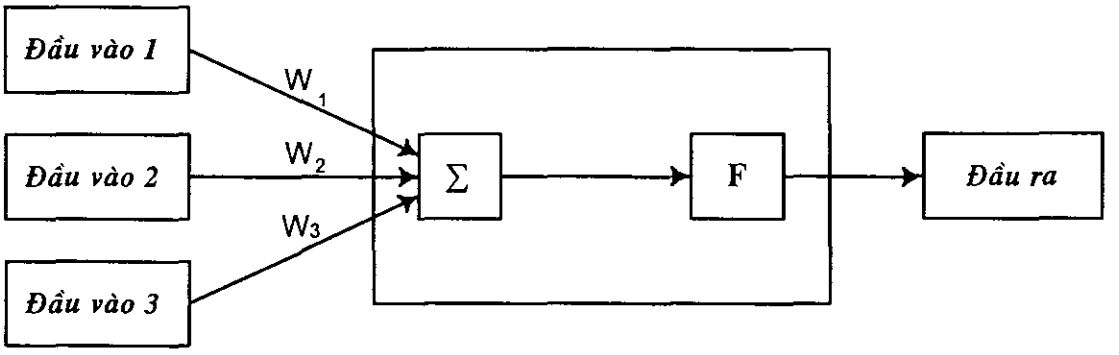
Z_d - Là mực nước đồng (khi tiêu)

Z_o - Là cao trình ngưỡng cống

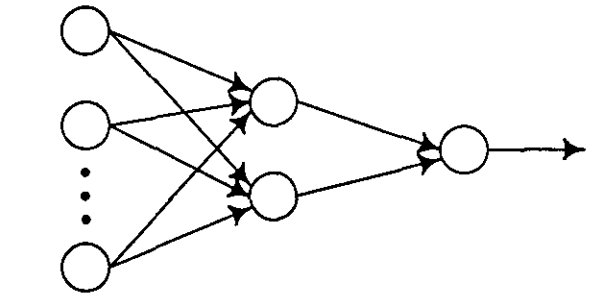
Bằng mô hình toán dòng không ổn định này chúng ta có thể tính toán định lượng được khá tốt sự vận chuyển nước trên các hệ thống kênh, sông tự nhiên, hồ, khu chứa nước ven sông, đồng ruộng... ngay cả khi chịu ảnh hưởng của thủy triều. Với bộ chương trình tính cấu trúc chuyên dụng cho các bài toán tưới tiêu nông nghiệp cho nên mô hình KRSAL được sử dụng rộng rãi trong thực tế hiện nay ở nước ta.

I.3. MÔ HÌNH MẠNG THẦN KINH NHÂN TẠO (ANN)

Mạng thần kinh nhân tạo (ANN) được thiết kế theo hệ thống thần kinh tự nhiên. Tuy có rất nhiều loại mạng thần kinh nhân tạo nhưng cho đến nay, loại mạng được sử dụng nhiều nhất là mạng thần kinh nhân tạo truy hồi, hay còn gọi là mạng đa lớp tri giác. Loại mạng này được tổ chức giống như các lớp của các phần tử tính toán (được gọi là các tế bào thần kinh - neuron). Các tế bào này được nối với nhau bởi các trọng số liên hệ giữa các lớp.



Hình 4.22: Mạng nhân tạo với hàm kích hoạt



Hình 4.23: Mạng thần kinh nhân tạo

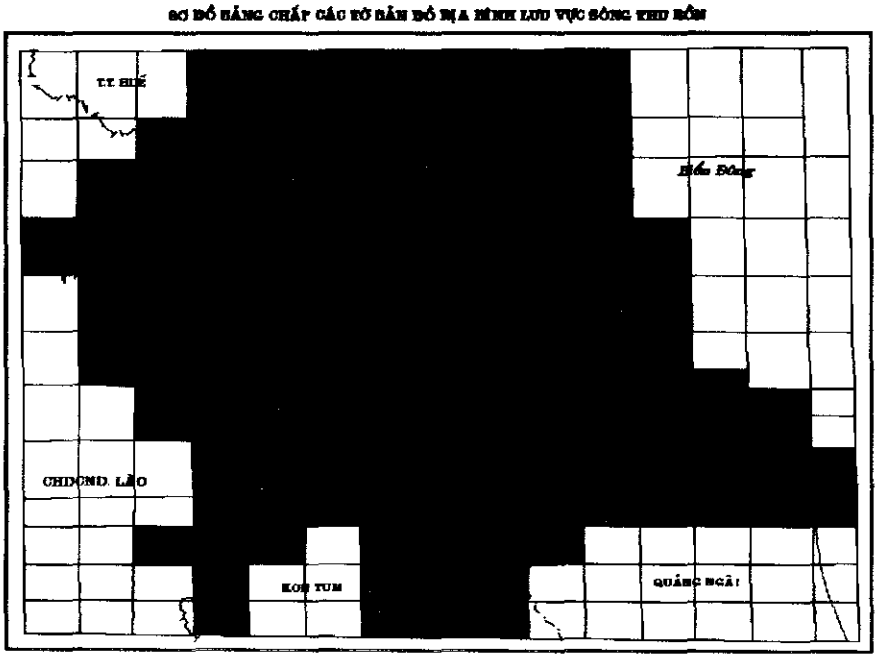
Các bước thực hiện việc ứng dụng mô hình bao gồm 2 giai đoạn: (i)- giai đoạn hiệu chỉnh mô hình và (ii)- giai đoạn kiểm nghiệm và ứng dụng mô hình. Việc đánh giá chất lượng của mô hình căn cứ vào chỉ số hiệu quả EI. Mô hình có thể được áp dụng trong thực tế cho tính toán hoặc dự báo nếu chỉ số hiệu quả EI trong cả giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm nghiệm đều ≥ 0,7.

II. CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG LŨ, DIỆN VÀ MỨC ĐỘ NGẬP LỤT MỘT SỐ LƯU VỰC SÔNG CHÍNH DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

II.1. LƯU VỰC SÔNG THU BỒN

III.1.1. Xây dựng mô hình số địa hình (DEM) lưu vực

Để xây dựng mô hình số địa hình lưu vực sông Thu Bồn, đã tiến hành số hóa và ghép nối 127 tờ bản đồ, bao gồm 1 tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000 (vùng thượng lưu) và 126 tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25. 000 do Tổng cục Địa chính xuất bản năm 1992 và 2000 (hình 4.8)



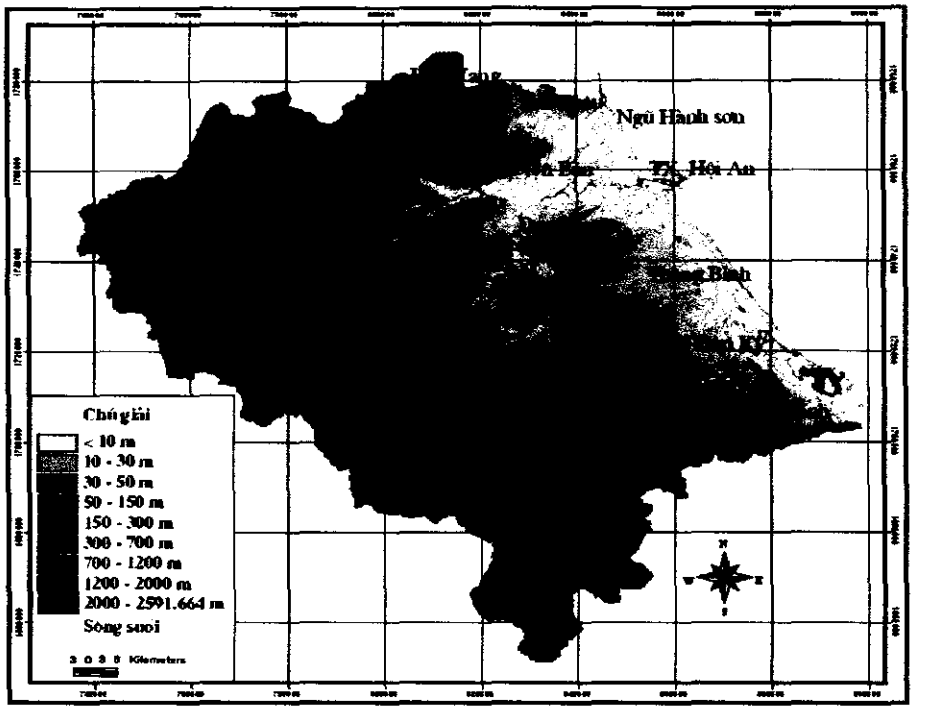
Hình 4.8. Bảng chắp 127 tờ bản đồ lưu vực sông Thu Bồn

Sau khi số hóa và tiếp biên, thực hiện kiểm tra lỗi số hóa, tiến hành xây dựng DEM trong phần mềm arc/Info 8.01 dưới dạng grid (hình 4.9).

III.1.2. Tính tương quan mưa - dòng chảy bằng HEC-HMS

1. Phân tích hệ thống sông suối trên cơ sở DEM để xây dựng mô hình tính tương quan mưa dòng chảy.

Phân tích hệ thống sông: Sau khi đã xây dựng mô hình số địa hình, sử dụng phần mềm HEC-geoHMS phân tích hệ thống sông theo 8 yếu tố thủy văn chính, bao gồm các dữ liệu dưới dạng grid và dưới dạng vector.

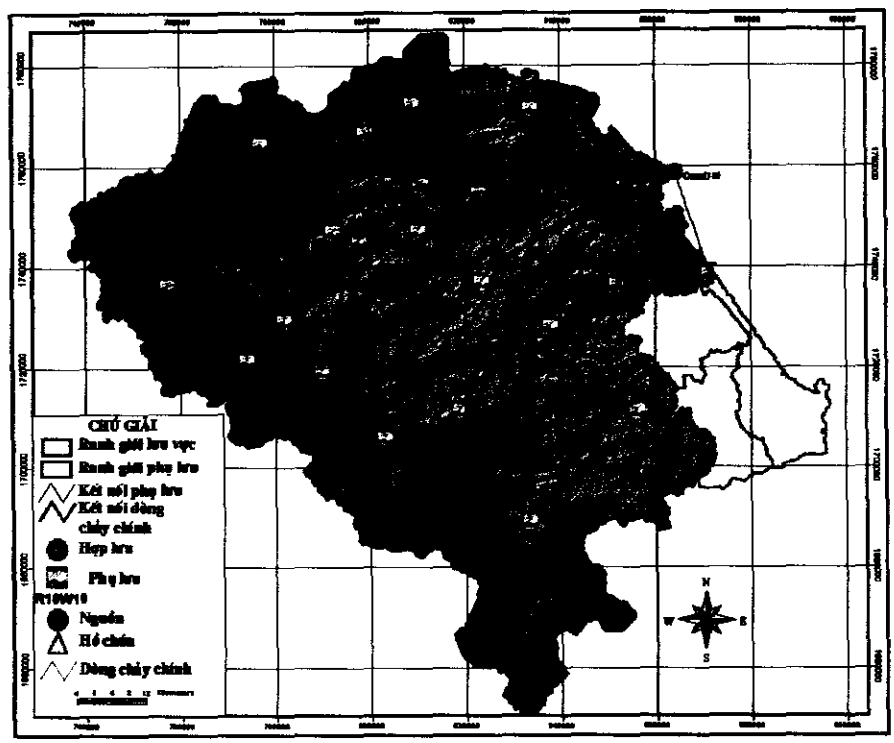


Hình 4.9. Phân tầng độ cao từ mô hình số địa hình lưu vực sông Thu Bồn

Các kết quả trên được trình bày tổng hợp tại hình 4.10 và với các đặc trưng thủy văn trình bày ở các bảng 4.1.

Bảng 4.1. Các đặc trưng thủy văn chính của hệ thống sông Thu Bồn

Name	ELEVATIO	DSELV	SLP_ENDI	SLP_1085	LONGESTFL	USELV	CENTROIDAL
R10W10	373.9897	10.0142	0.018	0.007	46034.747	818.0000	23017.373
R20W20	4.8591	2.9963	0.028	0.009	52922.686	1474.0000	26461.343
R50W50	5.0000	2.0050	0.006	0.000	61248.253	388.0000	30624.127
R70W70	4.1200	2.9963	0.000	0.000	17107.708	5.0000	8553.854
R110W110	20.0000	2.9963	0.014	0.003	47136.067	669.0000	23568.034
R90W90	10.0000	5.0291	0.022	0.011	13374.032	300.0000	6687.016
R40W40	290.0000	10.0000	0.029	0.018	47355.844	1375.0000	23677.922
R80W80	2.9963	2.9963	0.000	0.000	15681.017	3.0000	7840.509
R60W60	5.0000	4.9085	0.033	0.029	37235.335	1220.0000	18617.668
R120W120	20.0000	5.0000	0.047	0.023	21104.835	1005.0000	10552.418
R140W140	20.0000	6.7698	0.037	0.031	28215.050	1044.0000	14107.525
R30W30	517.5032	112.5868	0.018	0.007	92771.617	1820.0000	46385.808
R130W130	23.3333	5.0000	0.026	0.002	33852.918	890.0000	16926.459
R200W200	30.0000	10.0000	0.012	0.002	28922.623	352.0000	14461.312
R190W190	199.0437	110.0000	0.037	0.023	26360.714	1080.0000	13180.357
R100W100	5.0000	4.9093	0.011	0.001	66581.706	709.0000	33290.853
R150W150	500.0024	175.4528	0.014	0.012	91763.312	1503.0000	45881.656
R160W160	339.5914	175.4528	0.021	0.014	49994.595	1240.0000	24997.298
R170W17	178.4461	26.3271	0.023	0.022	58020.983	1337.0000	29010.491
R240W240	50.0000	10.0000	0.046	0.013	38567.762	1770.0000	19283.881
R230W230	49.1729	20.0000	0.007	0.002	63083.703	460.0000	31541.852
R180W180	190.0000	26.3541	0.023	0.014	90022.063	2056.0000	45011.031
R250W250	150.0000	20.0000	0.016	0.011	111363.517	1790.0000	55681.759



Hình 4.10. Hệ thống phụ lưu sông Thu Bồn trong Hec-GeoHMS

Lựa chọn các đặc trưng của hệ thống sông suối xây dựng mô hình thủy văn.

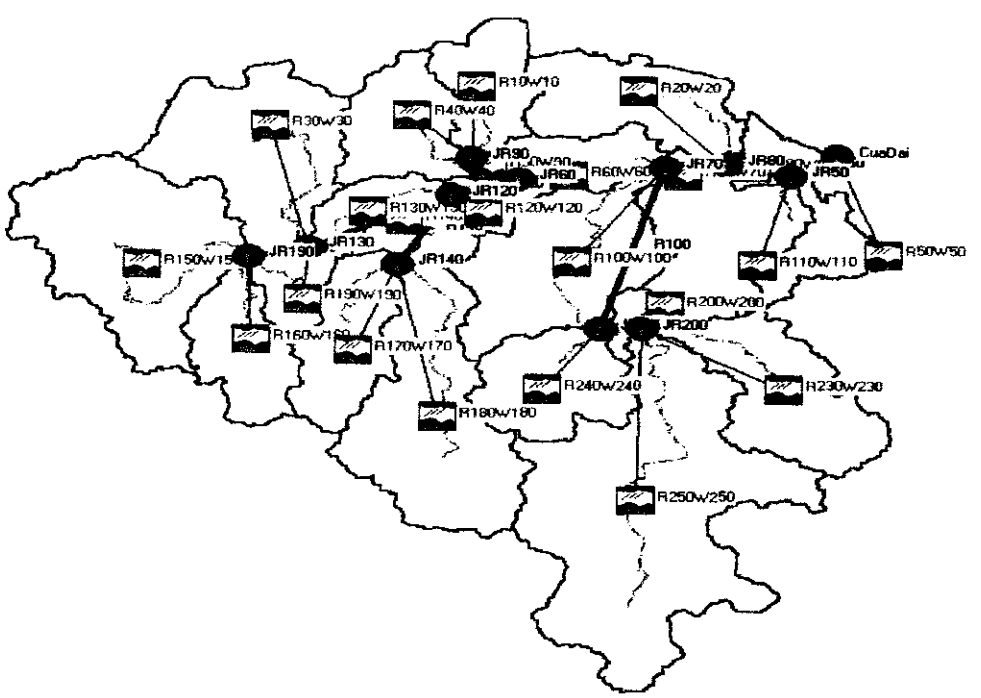
Xây dựng các dữ liệu đầu vào cho mô hình HMS: Các thông số số này được tổng hợp trong HEC-GeoHMS và kết quả quá trình tổng hợp trình bày ở bảng 4.2

Bảng 4.2: Các thông số cần thiết cho HMS được tổ hợp trong HEC-GeoHMS

name	area km^2	lngflwpth	slope	transform	lossrate	initloss	clossrate	lagtime	lagmethod
R10W10	310.161	46036.4297	0.0168	SCS	Initial+Constant	11.0000	5.0000	460.3643	LFP/V
R20W20	510.324	52922.7539	0.0228	SCS	Initial+Constant	11.0000	5.0000	529.2275	LFP/V
R50W50	316.029	61248.0703	0.0040	SCS	Initial+Constant	11.0000	3.5000	612.4807	LFP/V
R70W70	32.956	17107.7266	0.0001	SCS	Initial+Constant	11.0000	4.0000	210.0000	LFP/V
R110W110	499.054	47135.9492	0.0126	SCS	Initial+Constant	10.0000	3.5000	471.3595	LFP/V
R90W90	43.719	13374.5742	0.0159	SCS	Initial+Constant	11.0000	4.0000	210.0000	LFP/V
R40W40	386.753	47357.8125	0.0247	SCS	Initial+Constant	11.0000	4.0000	473.5781	LFP/V
R80W80	40.324	15681.0459	0.0000	SCS	Initial+Constant	10.0000	3.5000	210.0000	LFP/V
R60W60	243.619	37235.4297	0.0309	SCS	Initial+Constant	11.0000	5.0000	372.3543	LFP/V
R120W120	96.062	21105.6289	0.0452	SCS	Initial+Constant	10.0000	4.0000	211.0563	LFP/V

R140W140	178.336	28216.2734	0.0310	SCS	Initial+Constant	10.0000	4.0000	282.1627	LFP/V
R30W30	772.037	92772.2969	0.0143	SCS	Initial+Constant	11.0000	4.0000	927.7230	LFP/V
R130W130	173.773	33854.1250	0.0223	SCS	Initial+Constant	10.0000	4.0000	338.5412	LFP/V
R200W200	111.219	28923.8438	0.0099	SCS	Initial+Constant	11.0000	4.0000	289.2384	LFP/V
R190W190	158.837	26361.6250	0.0317	SCS	Initial+Constant	10.0000	5.0000	263.6162	LFP/V
R100W100	745.376	66583.1016	0.0065	SCS	Initial+Constant	10.0000	4.0000	665.8310	LFP/V
R150W150	949.095	91764.0078	0.0139	SCS	Initial+Constant	10.0000	5.0000	917.6401	LFP/V
R160W160	363.326	49994.4883	0.0202	SCS	Initial+Constant	9.0000	4.0000	499.9449	LFP/V
R170W170	407.701	58022.2578	0.0215	SCS	Initial+Constant	11.0000	5.0000	580.2226	LFP/V
R240W240	431.274	38569.4219	0.0426	SCS	Initial+Constant	10.0000	5.0000	385.6942	LFP/V
R230W230	587.785	63084.8320	0.0046	SCS	Initial+Constant	10.0000	5.0000	630.8483	LFP/V
R180W180	907.301	90023.0625	0.0184	SCS	Initial+Constant	9.0000	4.0000	900.2306	LFP/V
R250W250	1734.358	111364.9453	0.0150	SCS	Initial+Constant	8.0000	3.5000	1113.649	LFP/V

Thiết lập mô hình thủy văn HEC-HMS với các dữ liệu đầu vào từ mô hình HEC-geoHMS. Kết quả tạo sơ đồ lưu vực trong HMS dùng để tính tương quan mưa dòng chảy trình bày ở hình 4.11.



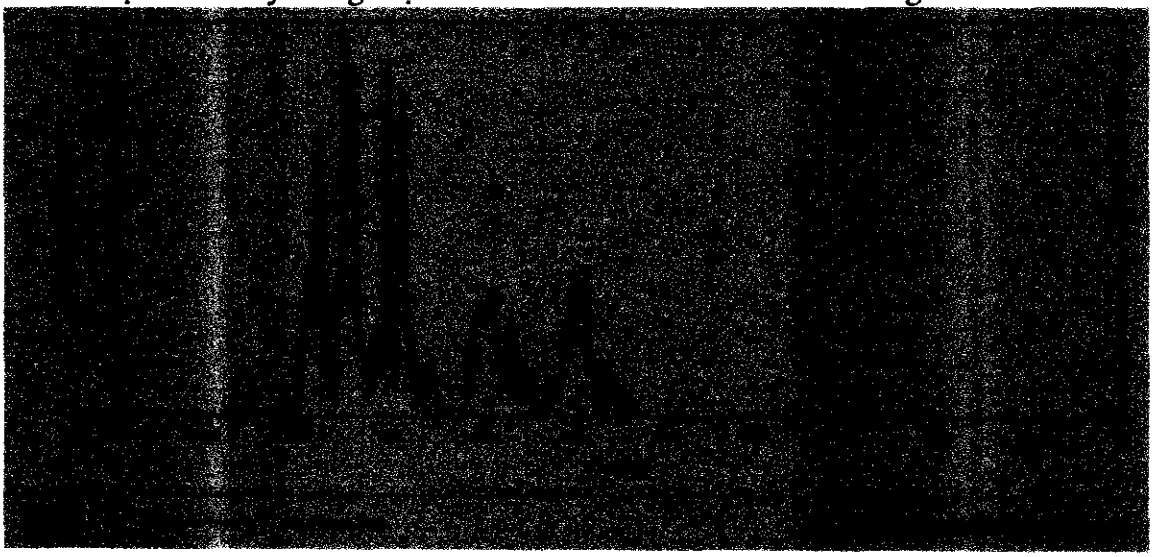
Hình 4.11: Sơ đồ Lưu vực Thu Bồn dùng để tính toán tương quan mưa dòng chảy trong HMS

2. Số liệu mưa.

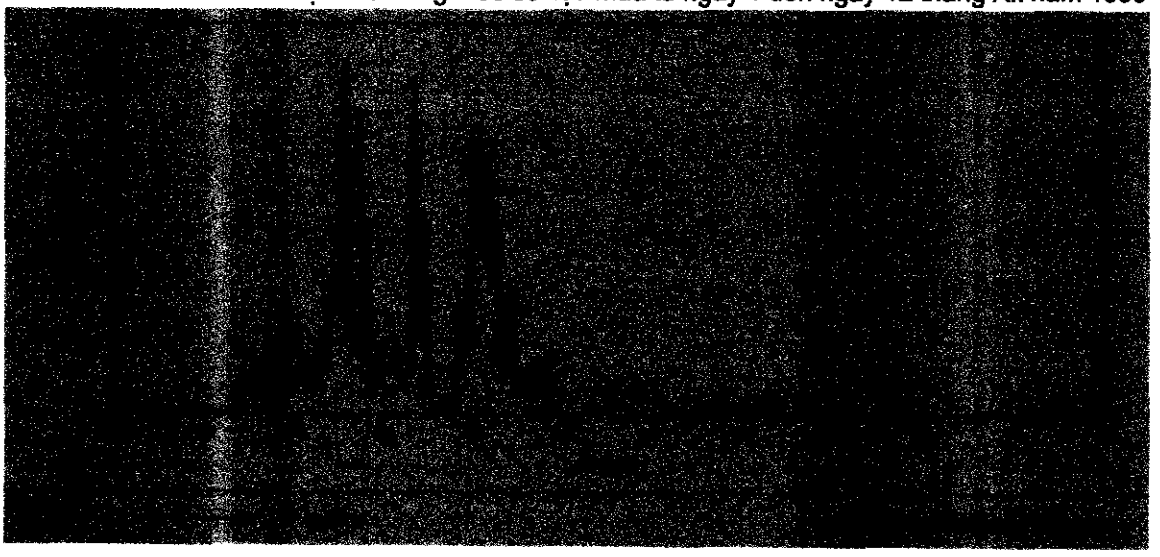
Phần mềm HEC-geoRAS yêu cầu dữ liệu mưa đầu được quan trắc theo thời đoạn (phút, giờ). Chúng tôi sử dụng số liệu mưa tự ghi của trận mưa lũ điển hình là trận 1 - 11/XII/1999 của 3 trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng để tính toán. Số liệu mưa này sẽ được chuyển thành file External DSS (file có thể lưu giữ lượng mưa thay đổi theo từng khoảng thời gian đều hoặc không đều nhau). Với việc sử dụng file External DSS, cho phép tự động nhập dữ liệu mưa vào trong phần mềm HEC-HMS để tính quan hệ mưa-dòng chảy.

3. Tính quan hệ mưa - dòng chảy

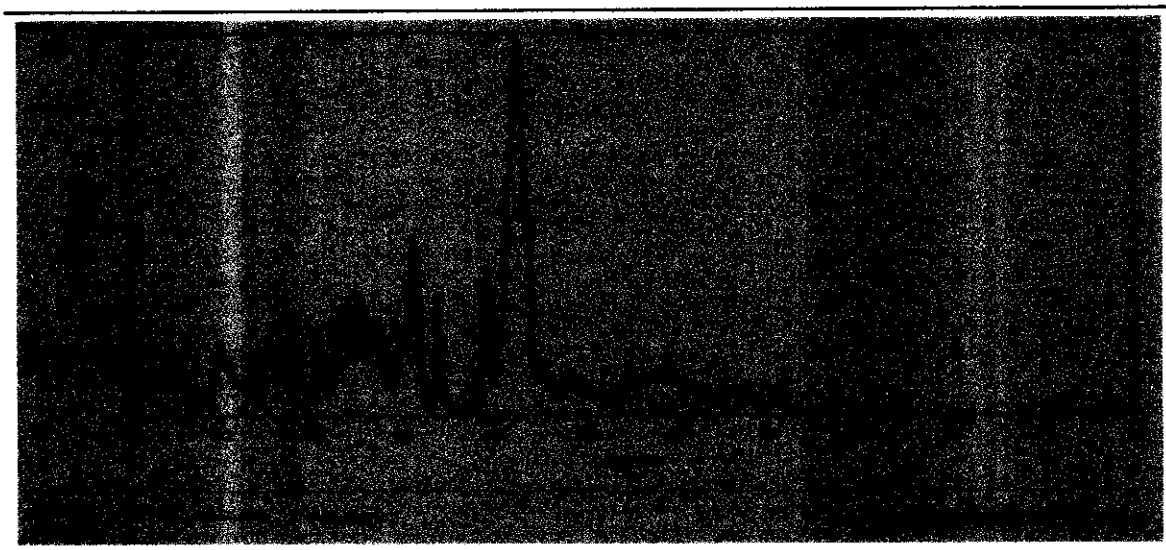
Kết quả tính quan mưa dòng chảy cho các phụ lưu, các điểm hợp lưu trong HMS được trình bày trong loạt hình từ số 4.12 đến số 4.21 và bảng 4.3.



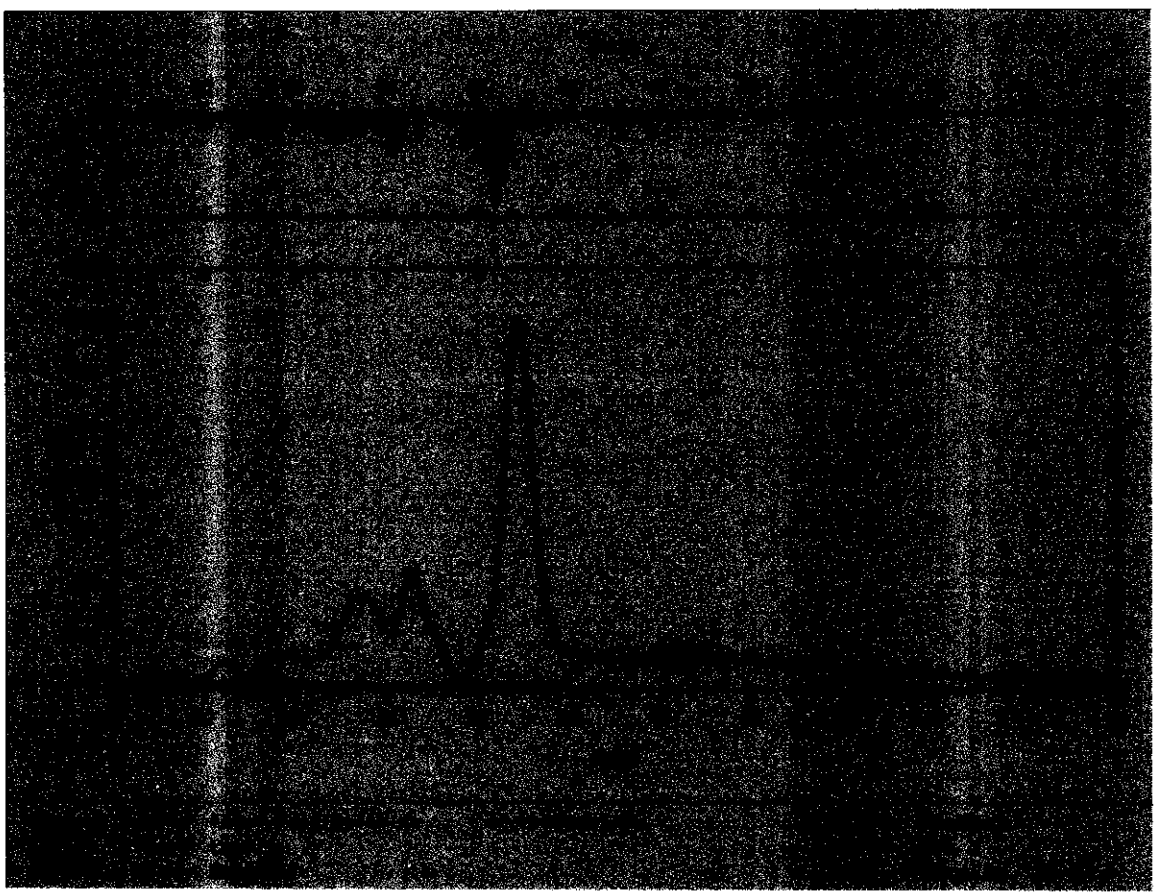
Hình 4.12: Biểu đồ mưa trạm Đà nẵng theo số liệu mưa từ ngày 1 đến ngày 12 tháng XII năm 1999



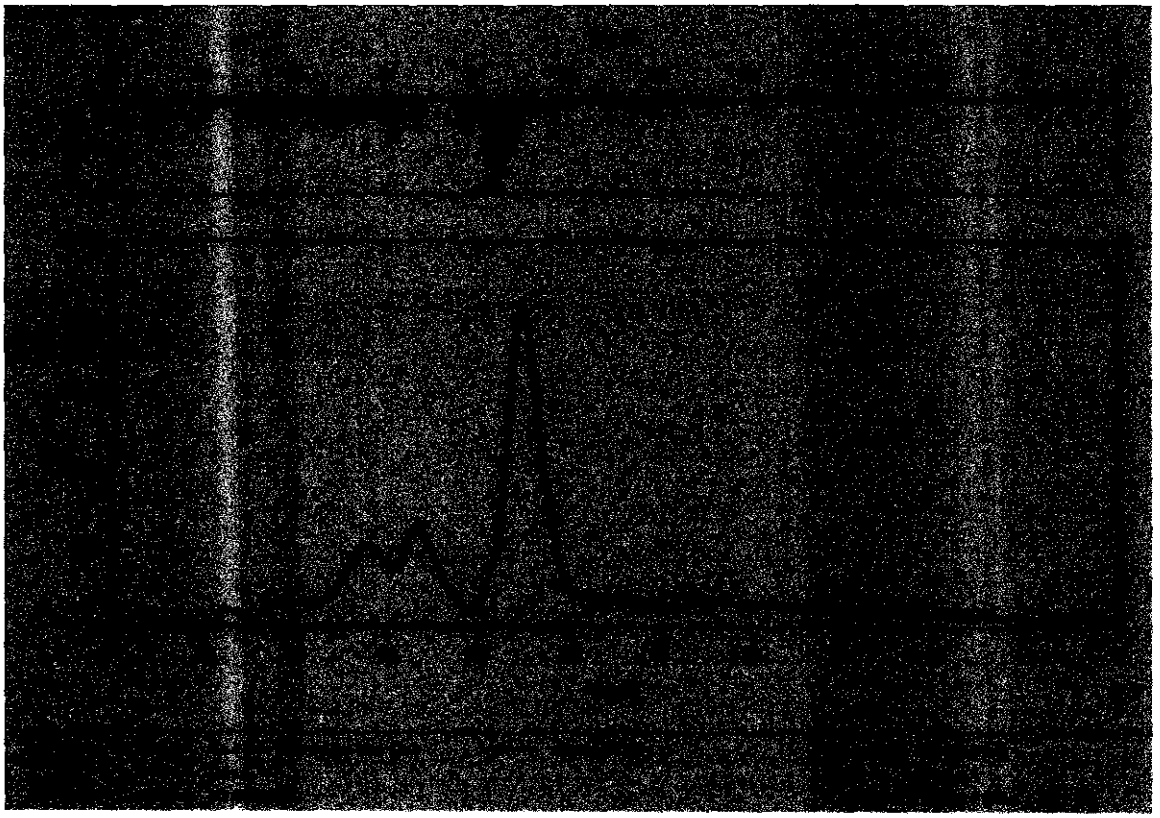
Hình 4.13: Biểu đồ mưa trạm Tam Kỳ theo số liệu mưa từ ngày 1 đến ngày 12 tháng XII năm 1999



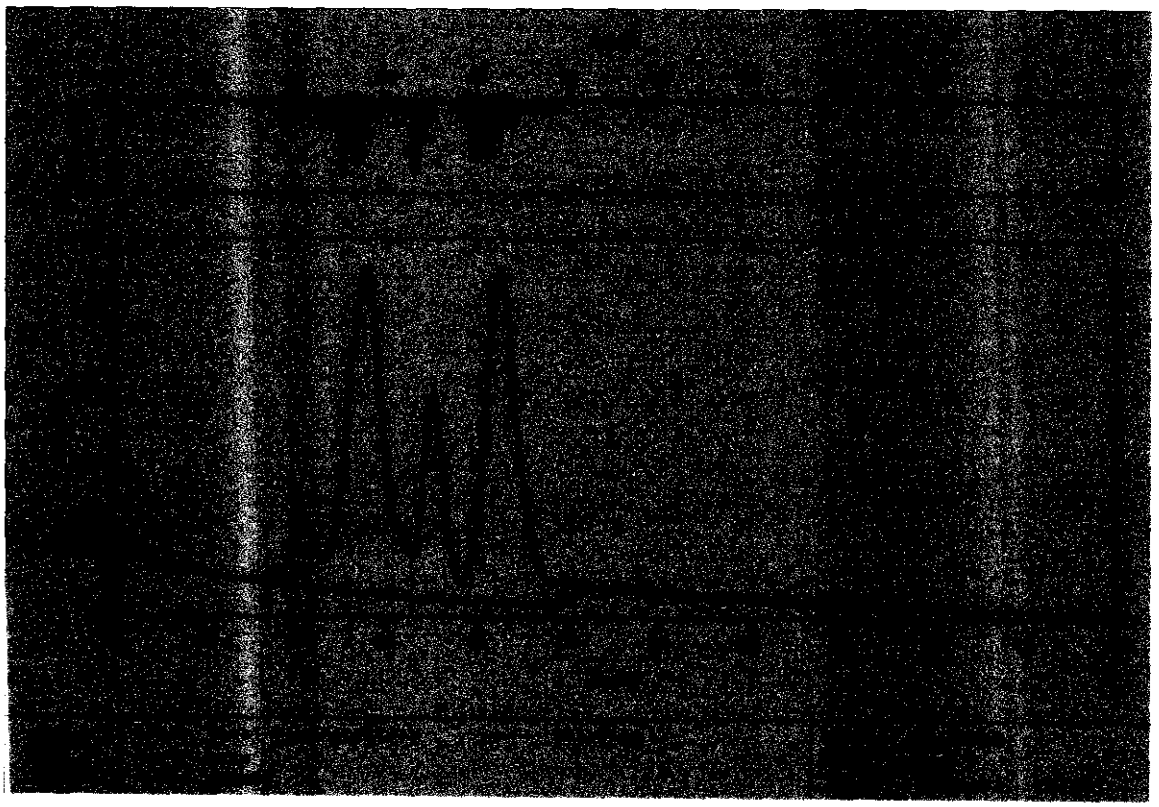
Hình 4.14: Biểu đồ mưa trạm Trà My theo số liệu mưa từ ngày 1 - 12/XII/1999



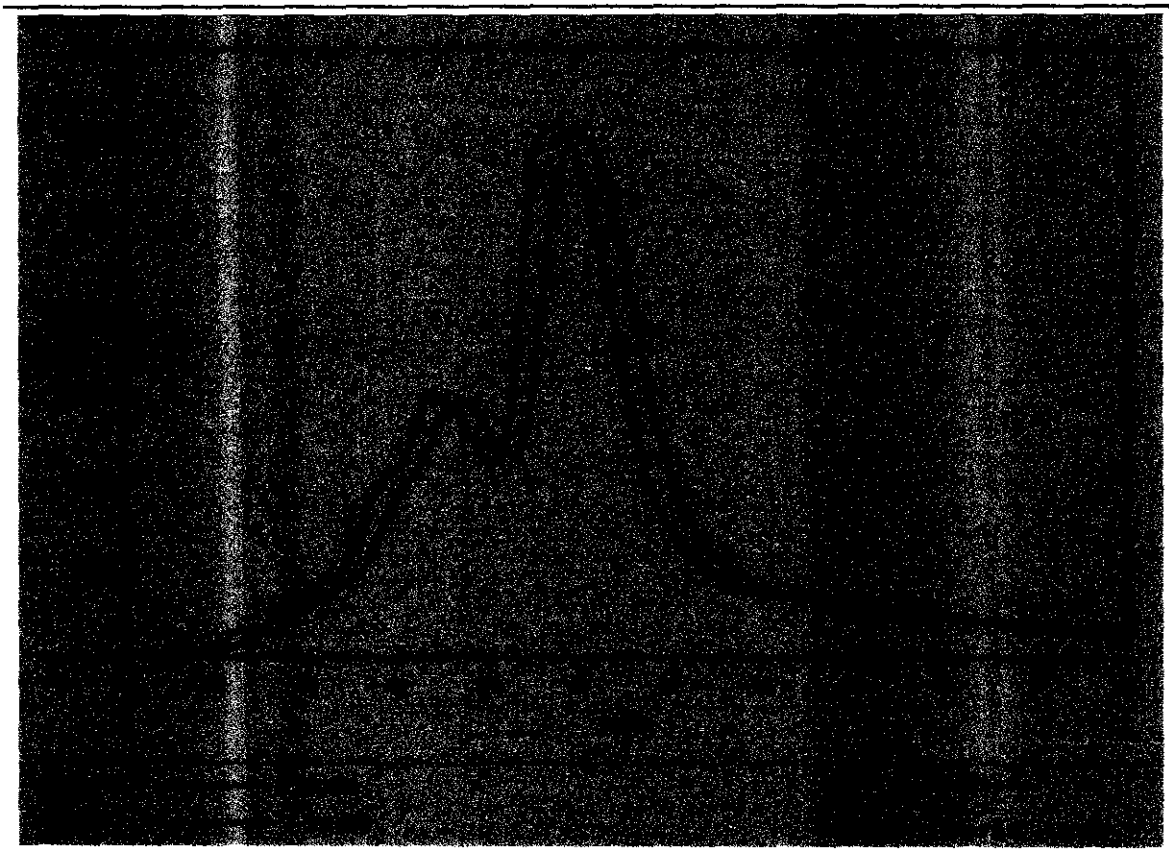
Hình 4.15: Quan hệ mưa - dòng chảy của phụ lưu R200W200 theo số liệu mưa từ ngày 1-11/XII/1999



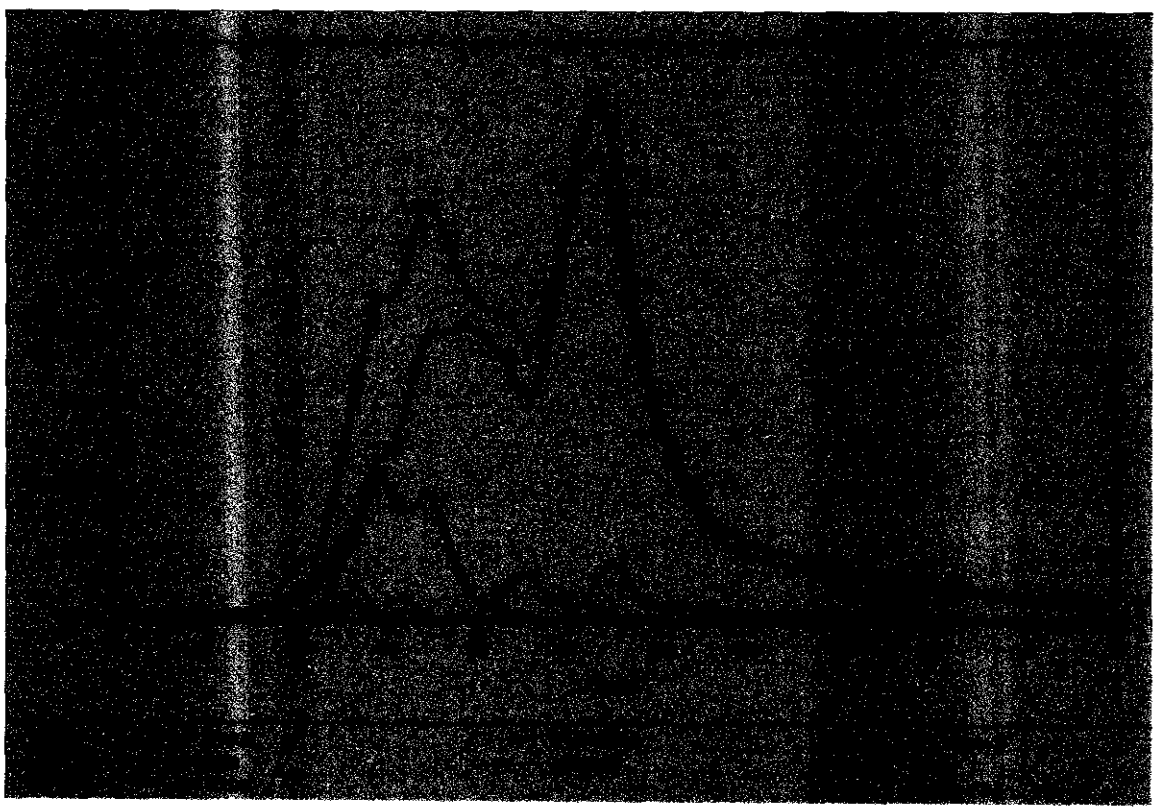
Hình 4.16: Quan hệ mưa - dòng chảy của phụ lưu R240W240 theo số liệu mưa từ ngày 1-11/XII/1999



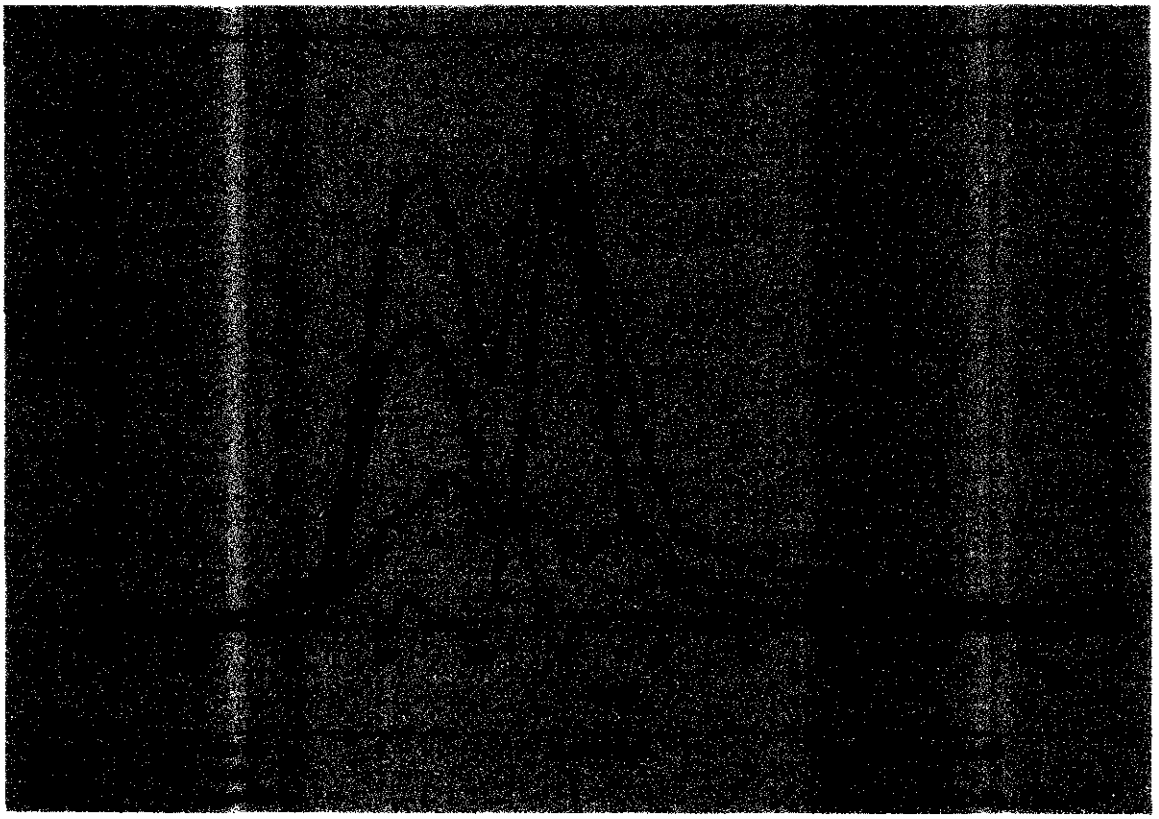
Hình 4.17. Quan hệ mưa - dòng chảy của phụ lưu R80W80 theo số liệu mưa từ ngày 1-11/XII/1999



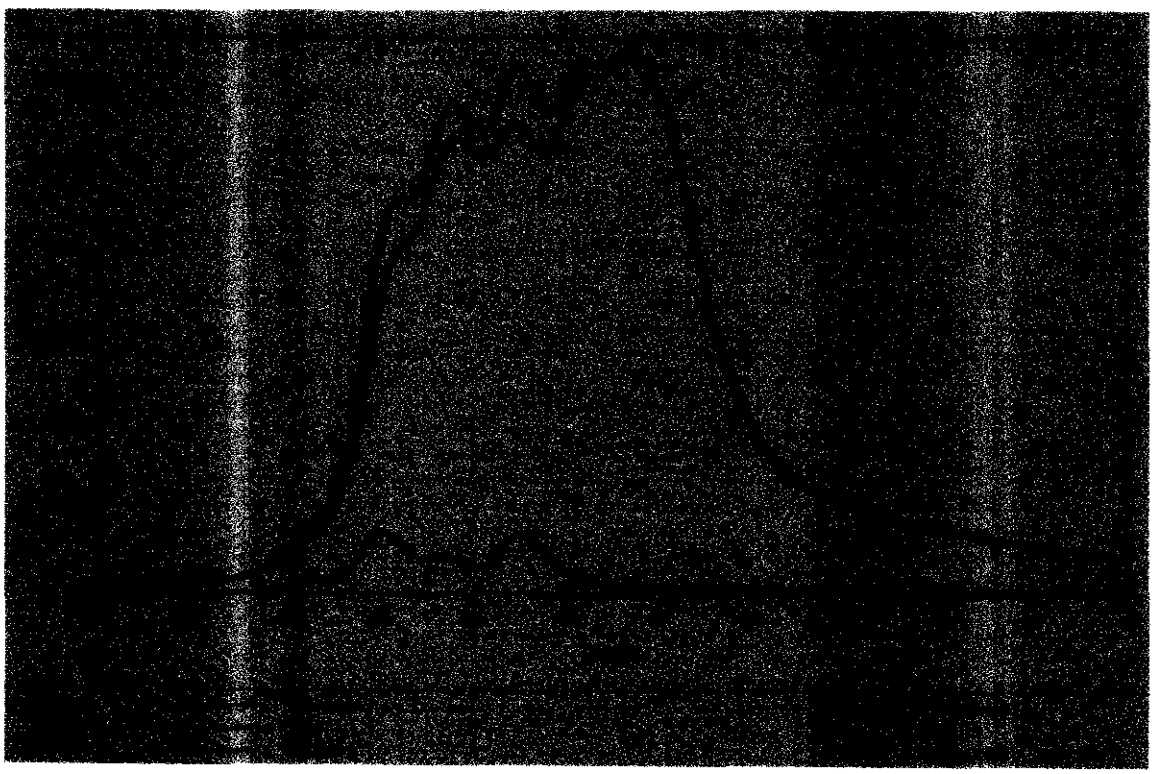
Hình 4.18: Lưu lượng của đoạn sông R100 và điểm hợp lưu JR100



Hình 4.19: Lưu lượng tại điểm hợp lưu JR60



Hình 4.20: Lưu lượng tại điểm hợp lưu JR130



Hình 4.21: Lưu lượng tại điểm thoát Cửa Đại

Bảng 4.3. Một số đặc trưng dòng chảy lũ ngày 1 - 12/XII/1999
Lưu vực sông Thu Bồn

Start of Run : 01Dec99 0100 Basin Model : ThuBon3
End of Run : 11Dec99 2400 Met. Model : MUA12
Execution Time : 13Apr03 1612 Control Specs : muaXII99

Hydrologic Element	Discharge Peak (cms)	Time of Peak	Volume (1000 cu m)	Drainage Area (sq km)
R150W150	1734.3	05 Dec 99 2000	231786	949.095
R160W160	1461.4	05 Dec 99 1400	169714	363.326
JR190	2846.5	05 Dec 99 1600	401500	1312.421
R190	2689.5	05 Dec 99 2200	400766	1312.421
R30W30	1795.9	04 Dec 99 1100	315564	772.037
R190W190	783.43	05 Dec 99 1000	59742	158.837
JR130	3314.0	05 Dec 99 2100	776072	2243.295
R130	3126.0	06 Dec 99 0600	774443	2243.295
R170W170	1367.2	05 Dec 99 1500	156832	407.701
R180W180	2410.9	05 Dec 99 2000	386402	907.301
JR140	3555.9	05 Dec 99 1700	543234	1315.002
R140	3347.5	05 Dec 99 2300	540706	1315.002
R130W130	650.66	03 Dec 99 1800	86984	173.773
R140W140	736.78	03 Dec 99 1700	92988	178.336
JR120	6587.2	06 Dec 99 0400	1495121	3910.406
R120	6487.1	06 Dec 99 0700	1492613	3910.406
R40W40	1187.6	03 Dec 99 2000	174837	386.753
R10W10	900.35	03 Dec 99 2000	126871	310.161
JR90	2088.0	03 Dec 99 2000	301709	696.914
R90	1995.0	03 Dec 99 2300	301370	696.914
R120W120	467.25	03 Dec 99 1600	56301	96.062
R90W90	210.80	03 Dec 99 1600	17652	43.719
JR60	7229.2	06 Dec 99 0800	1867937	4747.101
R60	6969.0	06 Dec 99 1500	1861576	4747.101
R250W250	4117.7	05 Dec 99 2300	787165	1734.358
R230W230	2044.1	05 Dec 99 1600	249525	587.785
JR200	5587.7	05 Dec 99 1900	1036690	2322.143
R200	5479.9	05 Dec 99 2200	1034962	2322.143
R240W240	2079.4	05 Dec 99 1200	214018	431.274
R200W200	703.61	05 Dec 99 1000	70732	111.219
JR100	6090.9	05 Dec 99 1800	1319712	2864.636
R100	6008.2	05 Dec 99 2400	1314290	2864.636
R60W60	813.91	03 Dec 99 1800	111478	243.619
R100W100	2230.1	05 Dec 99 1600	290924	745.376
JR70	11905	06 Dec 99 0800	3578268	8600.732
R70	11877	06 Dec 99 1300	3570336	8600.732
R20W20	1390.7	03 Dec 99 2000	212946	510.324
R70W70	173.70	03 Dec 99 1600	25580	32.956
JR80	12345	06 Dec 99 1100	3818862	9144.012
R80	12320	06 Dec 99 1500	3812553	9144.012
R80W80	229.03	03 Dec 99 1900	34601	40.324
R110W110	2532.1	03 Dec 99 2300	406678	499.054
JR50	12558	06 Dec 99 1500	4253831	9683.390
R50	12511	06 Dec 99 1700	4249282	9683.390
R50W50	1386.6	04 Dec 99 0100	252869	316.028
CuaDai	12639	06 Dec 99 1700	4502151	9999.418

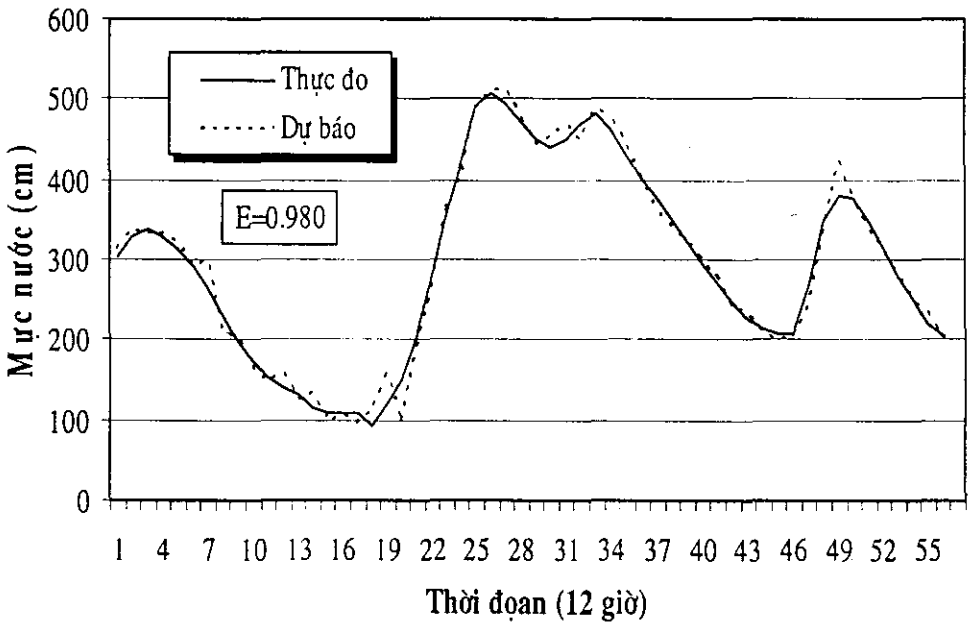
III.1.3. Tính tương quan mưa - dòng chảy bằng mô hình Mạng Thần kinh Nhân tạo (ANN)

Mô hình ANN được dùng để tính toán dự báo mực nước cho hai trạm Ái Nghĩa và Câu Lâu. Số liệu lưu lượng, mực nước và mưa của năm 1998 được dùng để hiệu chỉnh mô hình. Số liệu lưu lượng, mực nước và mưa của năm 1999 được dùng để dự báo (kiểm nghiệm mô hình).

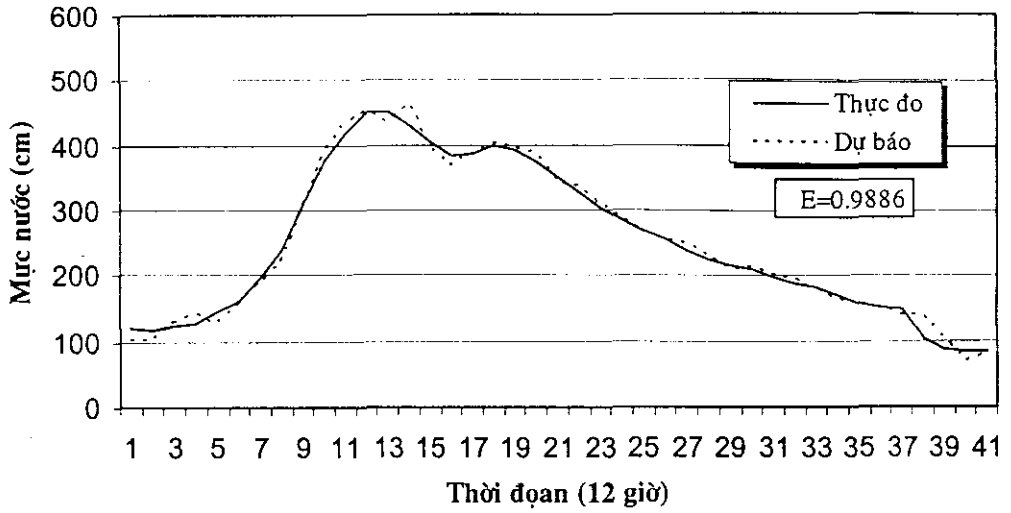
Số liệu được dùng để tính toán mực nước tại Ái Nghĩa và Câu Lâu bao gồm:

- Thời gian dự báo là 12 giờ (có nghĩa là số liệu của 12 giờ trước được dùng để dự báo cho 12 giờ sau);
- Số liệu lưu lượng tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ;
- Số liệu mực nước tại các trạm Ái Nghĩa và Câu Lâu;
- Số liệu mưa tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Ái Nghĩa và Câu Lâu.

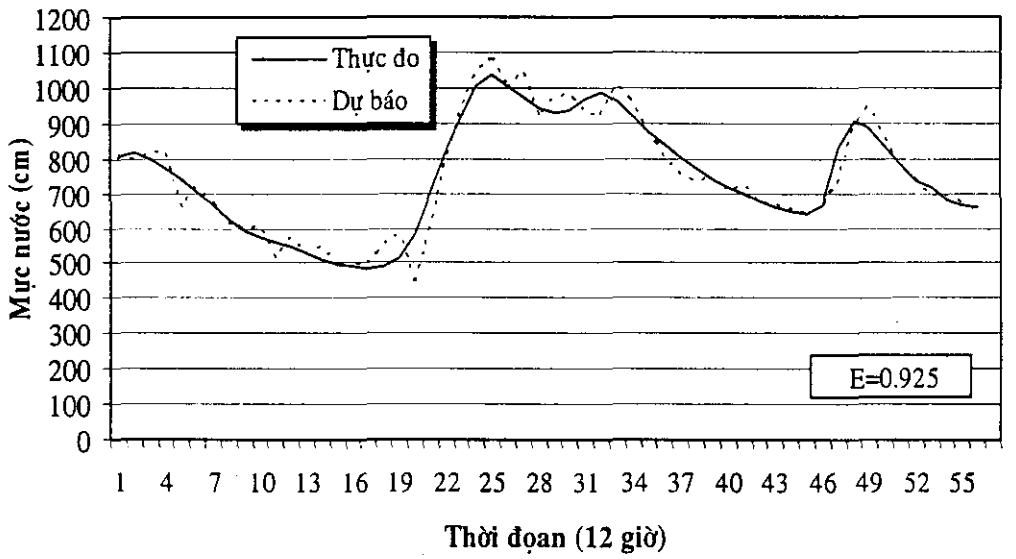
Kết quả dự báo mực nước tại trạm Câu Lâu bằng mô hình ANN tính cho năm 1998 và 1999 được trình bày tương ứng trong các hình 4.24 và 4.25. Kết quả dự báo mực nước tại trạm Ái Nghĩa bằng mô hình ANN tính cho năm 1998 và 1999 được trình bày tương ứng trong các hình 4.26 và 4.27.



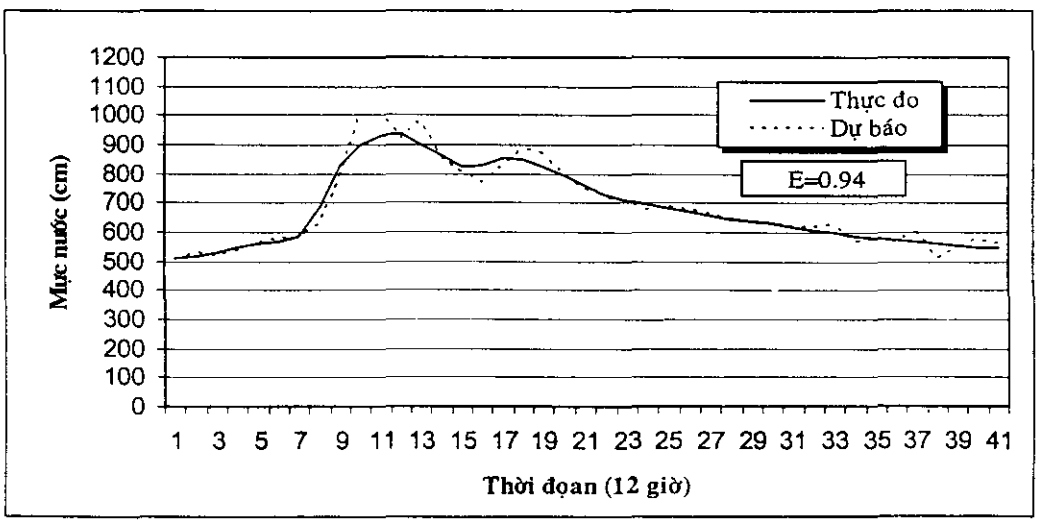
Hình 4.24: So sánh giữa kết quả tính và số liệu mực nước thực đo trạm Câu Lâu năm 1998



Hình 4.25: So sánh giữa kết quả tính và số liệu mực nước thực đo trạm Câu Lâu năm 1999



Hình 4.26: So sánh giữa kết quả và số liệu mực nước thực đo trạm Ái Nghĩa năm 1998

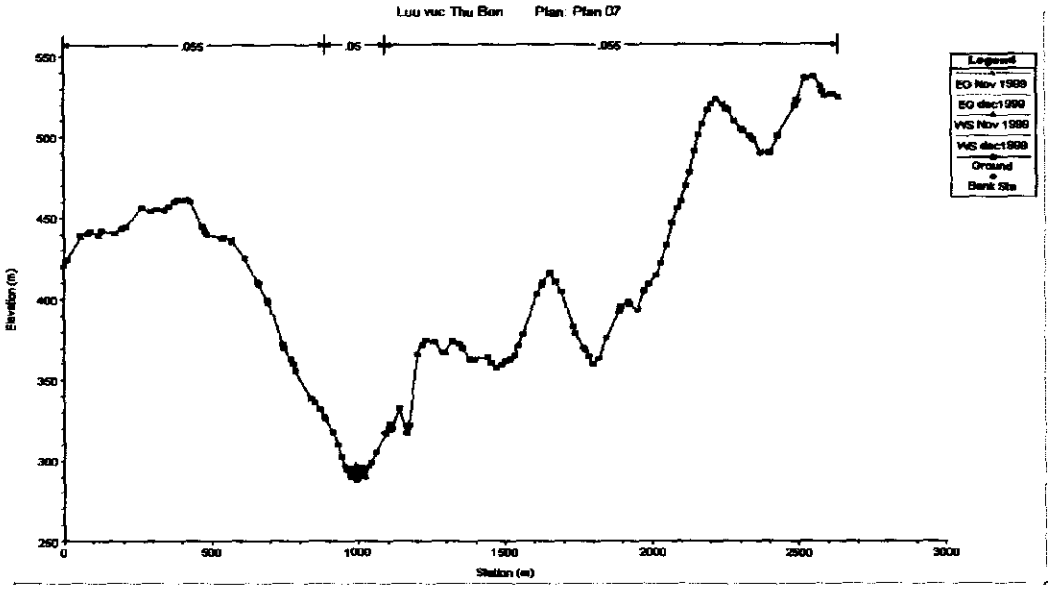


Hình 4.27: So sánh giữa kết quả tính và số liệu mực nước thực đo trạm Ái Nghĩa năm 1999

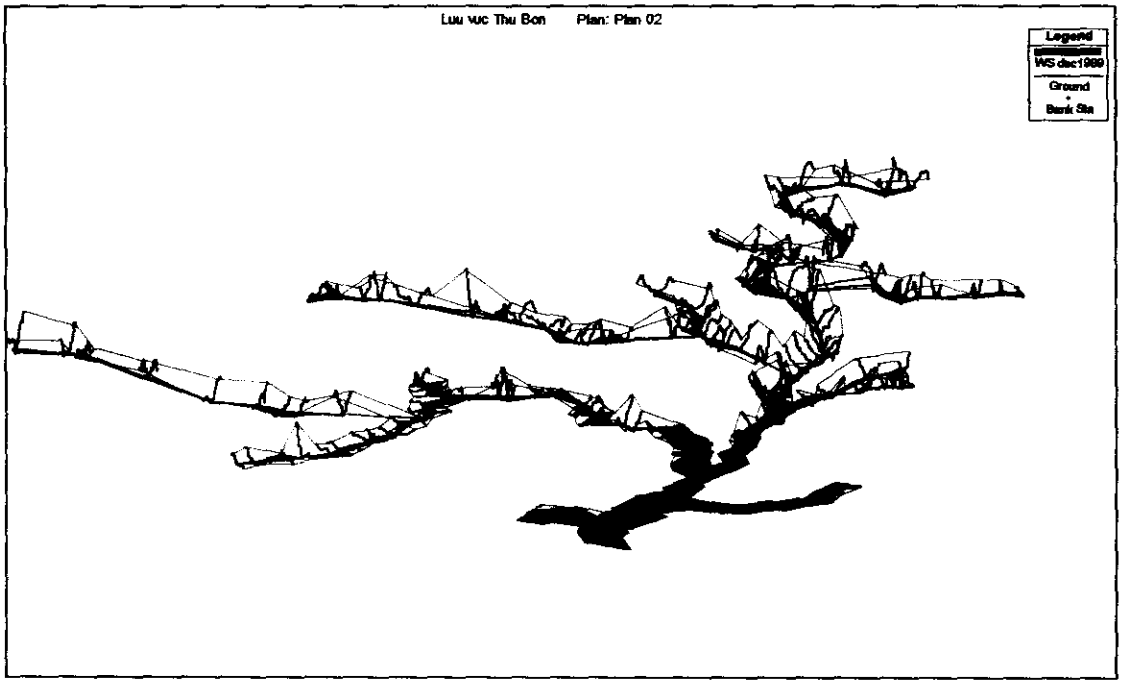
III.1.4. Sử dụng HEC-RAS diễn toán quá trình truyền lũ trên sông

1. Xây dựng mạng lưới lát cắt ngang

Với sự trợ giúp của HEC- GeoRAS, 324 mặt cắt đã được xây dựng cho hệ thống sông Thu Bồn (xem hình 4.29). Hình 4.28 trình bày một trong số các mặt cắt ngang đã được xây dựng.



Hình 4.28. Một mặt cắt ngang trong đoạn sông R160W160

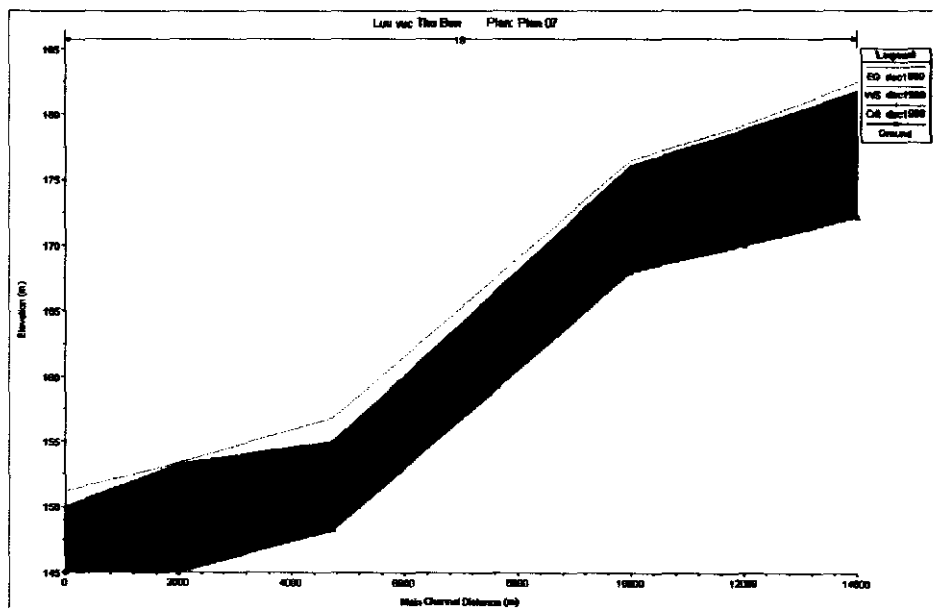


Hình 4.29. Hệ thống các mặt cắt xây dựng cho sông Thu Bồn phục vụ mô phỏng ngập lụt

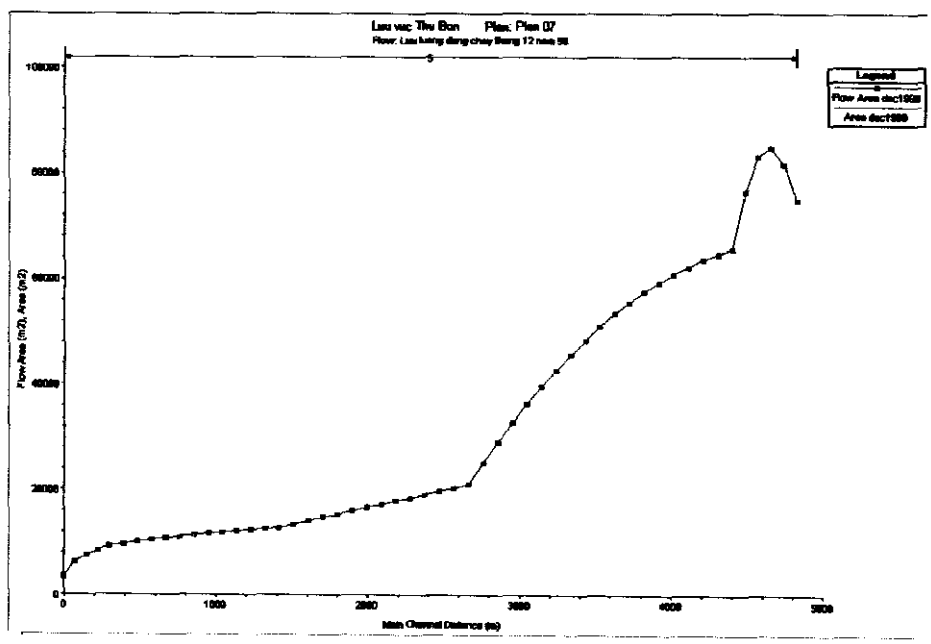
2. Mô phỏng sự truyền lũ trong hệ thống sông

Mô phỏng sự truyền lũ trong hệ thống sông Thu Bồn bằng bộ phần mềm HEC-RAS cho phép tính toán các dòng thủy lực một chiều ổn định và không ổn định (one-dimentional steady and unsteady flow hydraulics).

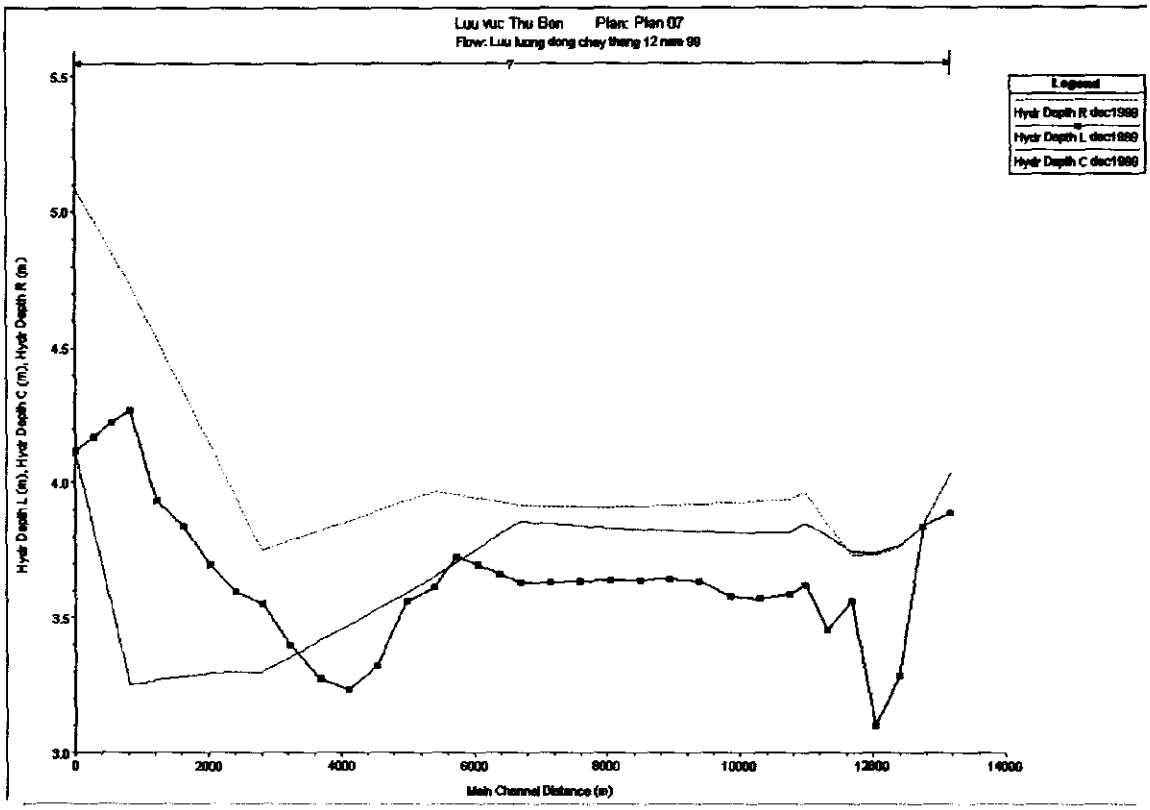
Một số kết quả tính toán của HEC-RAS trình bày trong các hình từ 4.30 đến hình 4.34.



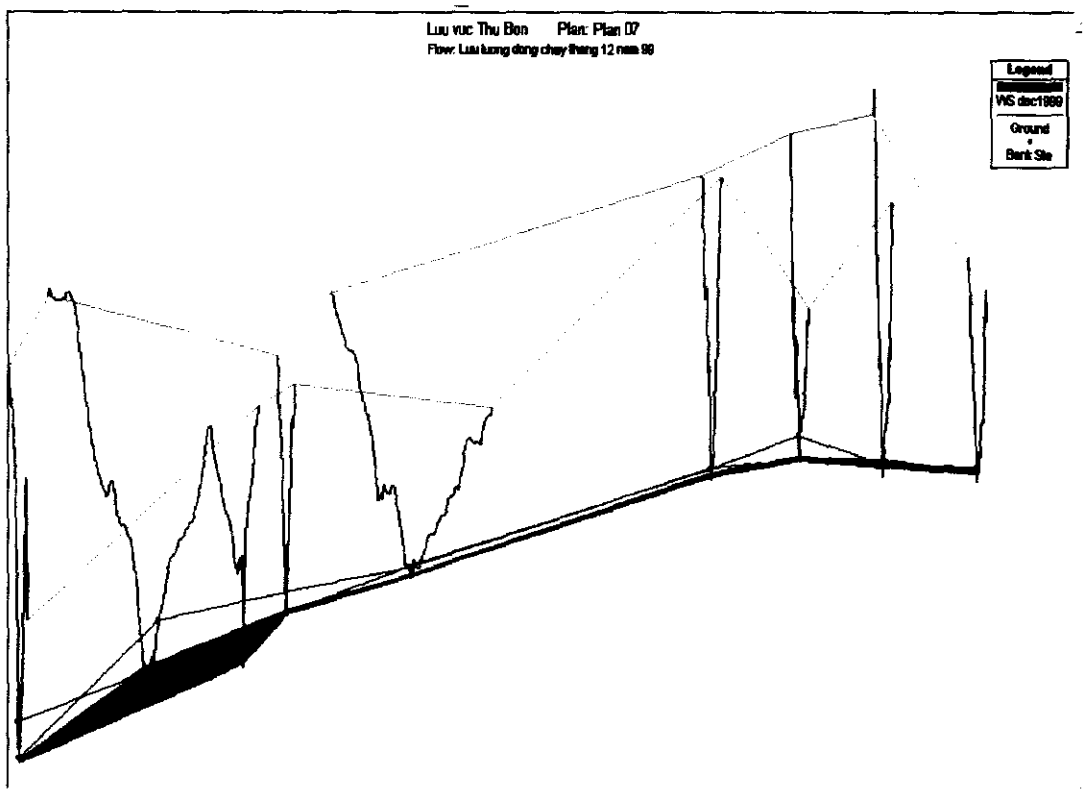
Hình 4.30. Độ nghiêng bề mặt nước của đoạn sông R190



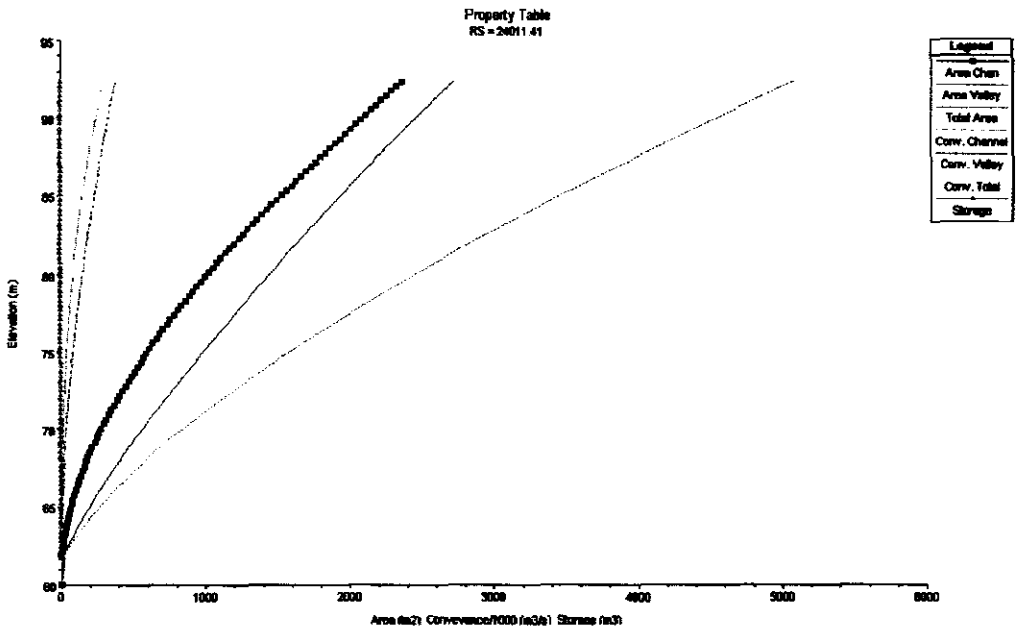
Hình 4.31. Diện tích mặt nước đoạn sông R50 đổ ra Cửa Đại



Hình 4.32. Độ sâu thủy lực đoạn sông R70



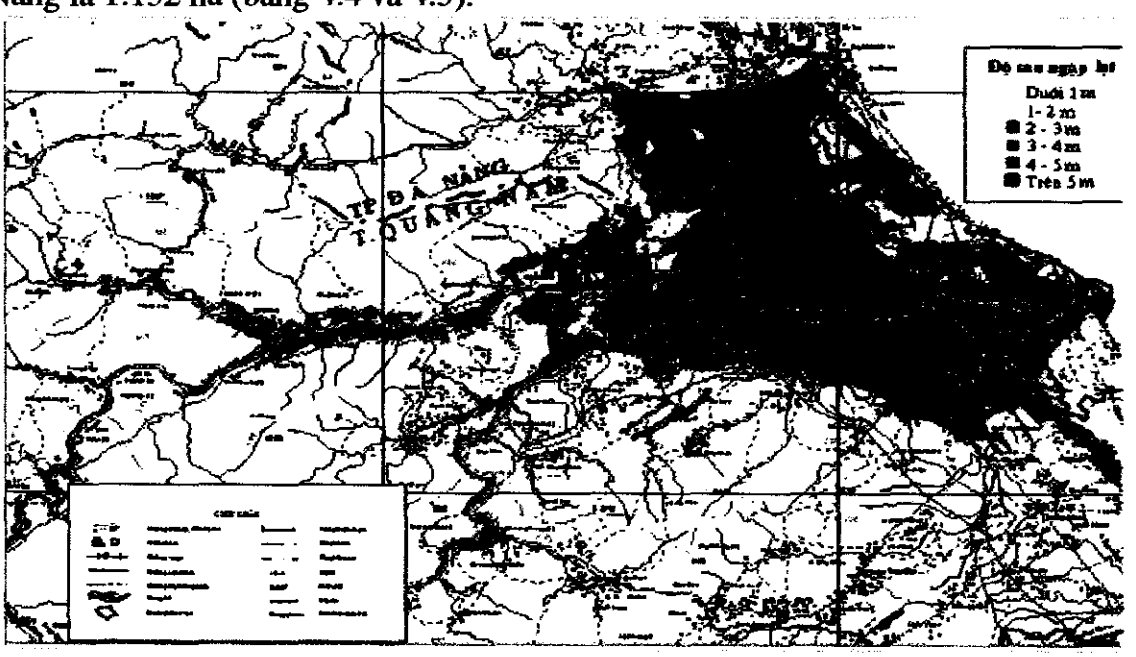
Hình 4.33. Phối cảnh các mặt cắt dạng 3 chiều đoạn sông R130



Hình 4.34. Các đặc trưng thủy lực của đoạn sông R130

III.1.5. Mô phỏng diện và mức độ ngập lụt

Các kết quả đầu ra của mô hình HEC-RAS là đầu vào của HEC-GeoRAS từ đó diễn toán được diện và độ sâu ngập lụt. Kết quả tính của mô hình áp dụng cho trận lụt tháng XII/1999 thể hiện tại hình 4.35. Tổng diện tích ngập theo tính toán cho trận lũ từ ngày 1 - 11/XII/1999 của tỉnh Quảng Nam là 11.707 ha và thành phố Đà Nẵng là 1.152 ha (bảng 4.4 và 4.5).



Hình 4.35. Diện và mức độ ngập lụt vùng hạ lưu lưu vực sông Thu Bồn trận lũ tháng XII năm 1999

Phần thượng lưu sông Thu Bồn - Vu Gia có độ dốc lớn, thời gian lũ lên và lũ xuống nhanh, sự phân bố mưa trên lưu vực rất không đồng đều nên việc tính toán thủy văn gặp nhiều khó khăn, thời gian dự kiến của dự báo chỉ có thể đạt giá trị 6 giờ. Mô hình HMS có thể áp dụng dự báo lưu lượng cho 2 trạm Nông Sơn và Thành Mỹ với thời gian dự kiến của dự báo là 6 giờ. Mô hình ANN áp dụng dự báo mực nước cho các trạm hạ lưu là Ái Nghĩa và Câu Lâu với thời gian dự báo là 12 giờ. Kết quả kiểm định của mô hình theo chỉ tiêu Nash đều lớn hơn 0,90. Đặc biệt, mô hình ANN cho kết quả rất tốt đối với trạm Câu Lâu - là trạm quan trọng ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn. Mô hình ANN có thể được nghiên cứu tiếp để dùng vào dự báo tác nghiệp cho mực nước tại trạm Câu Lâu.

Bảng 4.4. Thống kê diện tích và mức độ ngập lụt theo từng xã cho tỉnh Quảng Nam trận lũ từ 1 - 11/XII/1999

Xã	Mức độ ngập thống kê theo hecta						
	Dưới 1m	1 - 2m	2 - 3m	3 - 4m	4 - 5m	5 - 6m	Tổng số
Đại Nghĩa	142	152	147	131	9		581
Đại Đồng	60	62	58	69	68	1	318
Đại Cường	2	2	9	11	2		26
Đại Chánh	75	78	71	61	37	7	329
Đại Hồng	136	156	179	164	148	7	790
Đại Hiệp	47	42	40	19	1		149
Đại Hòa	16	11	23	33	1		84
Đại Lãnh	339	362	338	325	228	49	1641
Đại Minh	13	23	15	15	1		67
Đại Phong	48	63	32	44	43	2	232
Đại Quang	108	101	94	79	13	1	396
Đại Sơn	198	204	203	203	185	8	1001
Đại Tân	43	38	28	20	15	2	146
Đại Thắng	38	44	55	61	17	1	216
Đại Thạnh	70	77	90	81	64	17	399
Điện An				1	1	1	3
Điện Dương	22	19	28	3	1	1	74
Điện Hồng				2	1		3
Điện Hòa			1	3	2	1	7
Điện Minh				1	1	1	3
Điện Nam	20	31	56	30	14	1	152
Điện Ngọc	17	28	29	4	3	1	82
Điện Phương			2	5	5	8	20
Điện Phước				1	1	1	3
Điện Phong				1	3	1	5
Điện Quang				3	2	1	6
Điện Thắng			1	1	2	1	5

Xã	Mức độ ngập thống kê theo hecta						
	Dưới 1m	1 - 2m	2 - 3m	3 - 4m	4 - 5m	5 - 6m	Tổng số
Điện Thọ	8	11	19	1	1	1	41
Điện Tiến	91	78	67	17	3		256
Điện Trung				1	1	1	3
Bình Đào	45	46	23	7			121
Bình An	23	12	5	19			59
Bình Dương	80	81	83	7			251
Bình Giang	57	42	30	10	1		140
Bình Minh	4	5	4	2			15
Bình Phục	9	8	4	4			25
Ba	36	37	34	53	30	9	199
Cẩm An		1	1	4	10	12	28
Cẩm Châu	1	2	1	6	6	2	18
Cẩm Hà	7	4	12	10	14	7	54
Cẩm Kim		1	2	9	13	5	30
Cẩm Nam				2	7	3	12
Cẩm Thanh				1	5	3	9
Duy Châu	25	22	23	4	1		75
Duy Hải	2	1	3	11	5	1	23
Duy Hòa	39	42	30	22	4		137
Duy Nghĩa	1	1	1	6	3	2	14
Duy Phước					4	1	5
Duy Phú	23	1	2	1		1	28
Duy Sơn	29	25	24	26	12	14	130
Duy Tân	47	35	32	23	4	1	142
Duy Thành				2	2	2	6
Duy Thu	179	178	119	114	98	42	730
Duy Trinh	31	31	20	21	18	5	126
Duy Trung	23	26	23	22	11	7	112
Duy Vinh				3	2	1	6
P. Cẩm Phô	1	1	1	1	2	1	7
P. Minh An		1	1	1	1	1	5
Quế Ninh	68	61	61	37	29	2	258
Quế Phước	1	1			1		3
Quế Phú	31	33	35	18	23	3	143
Quế Trung	227	218	275	181	190	6	1097
Quế Xuân	100	96	97	91	39	13	436
TT. Ái Nghĩa	34	50	57	54	5		200
TT. Nam Phước			3	5	12	4	24
TT. Vĩnh Điện						1	1
Tổng số	**2616**	**2644**	**2591**	**2167**	**1425**	**264**	**11707**

Bảng 4.5. Thống kê diện tích và mức độ ngập lụt theo từng xã cho thành phố Đà Nẵng trận lũ từ ngày 1 - 11/XII/1999

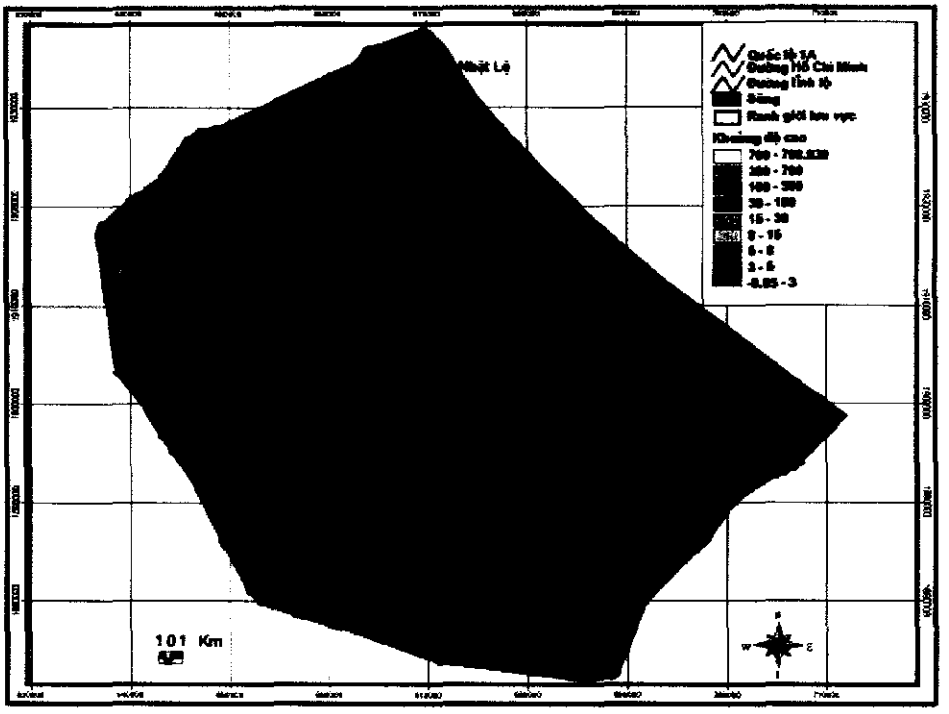
Xã	Mức độ ngập thống kê theo hecta						
	Dưới 1m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m	4 - 5 m	Trên 5m	Tổng số
Hòa Châu	1	1	2	3	5	1	13
Hòa Khương	59	61	57	32	35	2	246
Hòa Nhơn	29	25	34	29	25	3	145
Hòa Phước			1	3	8	1	13
Hòa Phong	27	27	43	21	27	2	147
Hòa Thọ	25	30	30	29	20	1	135
Hòa Tiến		1	2	5	8	1	17
Hòa Xuân	1	1	1	1	1	1	6
P. Bắc Mỹ An	1	2	2	2	1		8
P. Hòa Hải	114	106	74	71			365
P. Hòa Quý	9	9	10	13	13	1	55
P. Khuê Trung	1	1					2
Tổng số	**267**	**264**	**256**	**209**	**143**	13	**1152**

III.2. LƯU VỰC SÔNG NHẬT LỆ

III.2.1. Xây dựng mô hình số địa hình (DEM)

Đường bình độ lưu vực Nhật Lệ được số hóa từ 28 tờ bản đồ địa hình tỉ lệ 1:25000. Từ các đường bình độ xây dựng thành DEM với độ phân giải 30m cho các yêu cầu của mô hình.

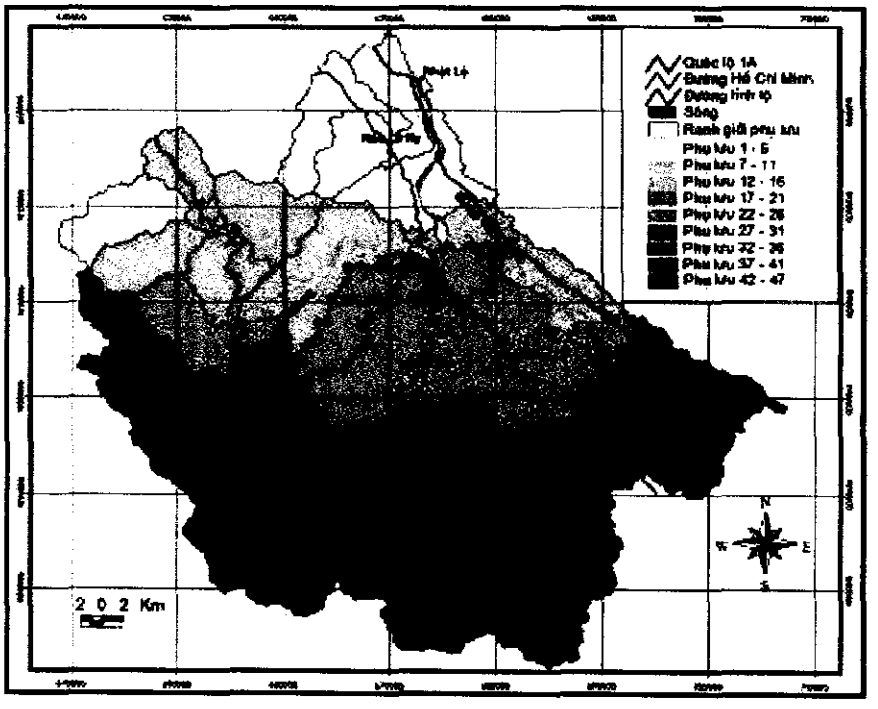
Hình 4.36 thể hiện mô hình số địa hình của lưu vực sông Nhật Lệ đã được xây dựng và chỉnh sửa.



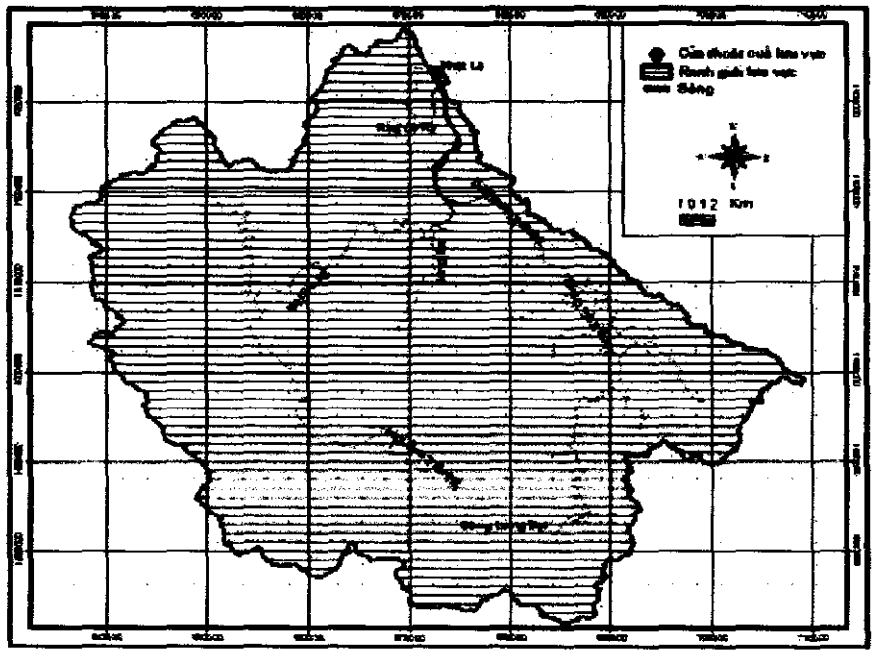
Hình 4.36: Độ cao địa hình lưu vực sông Nhật Lệ

III.2.2. Xác định lưu vực và các phụ lưu

Lưu vực Nhật Lệ được phân chia các phụ lưu theo hàm Watershed.

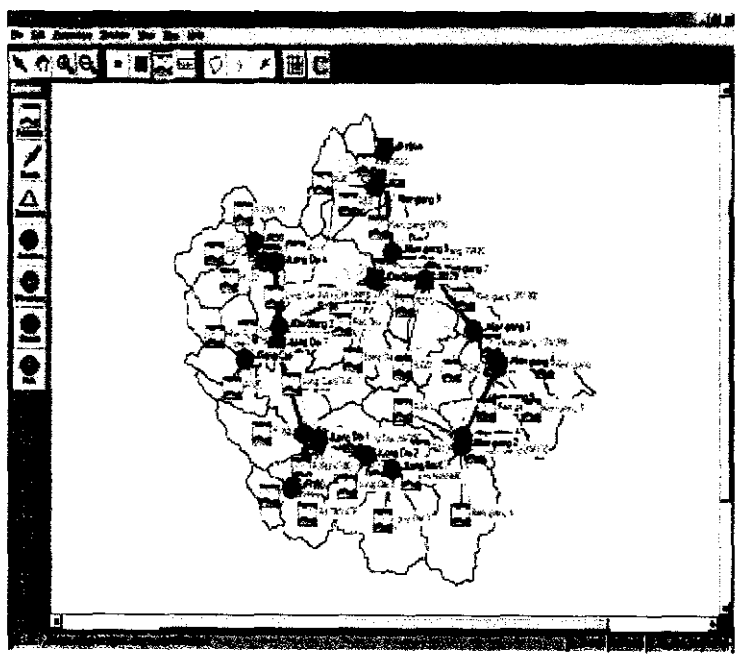


Hình 4.37. Cấu trúc phụ lưu trong lưu vực Nhật Lệ



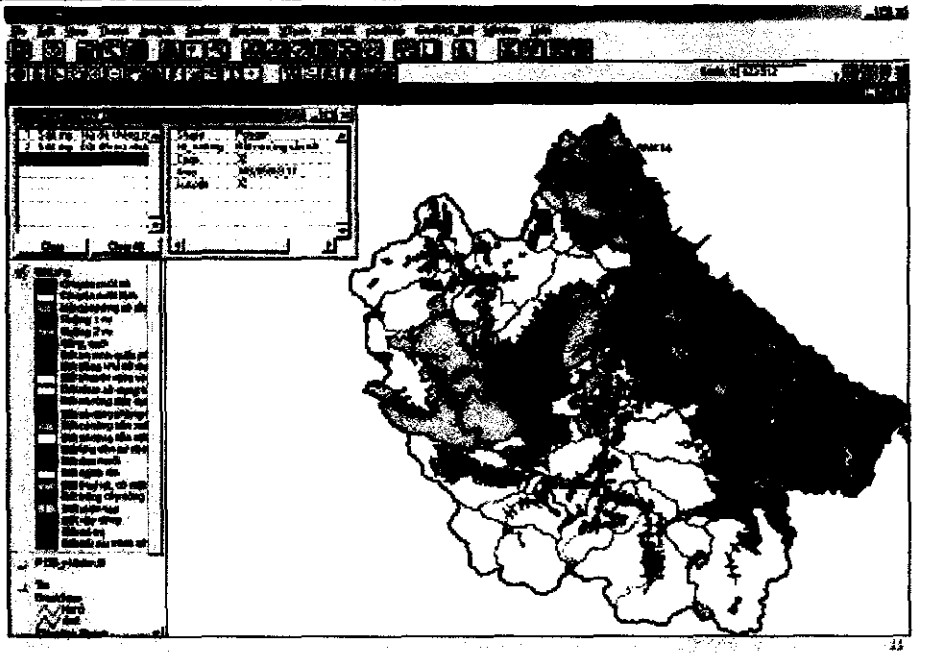
Hình 4.38. Ranh giới lưu vực và cửa thoát Nhật Lệ

IV.3.2.3. Quan hệ mưa - dòng chảy theo HMS

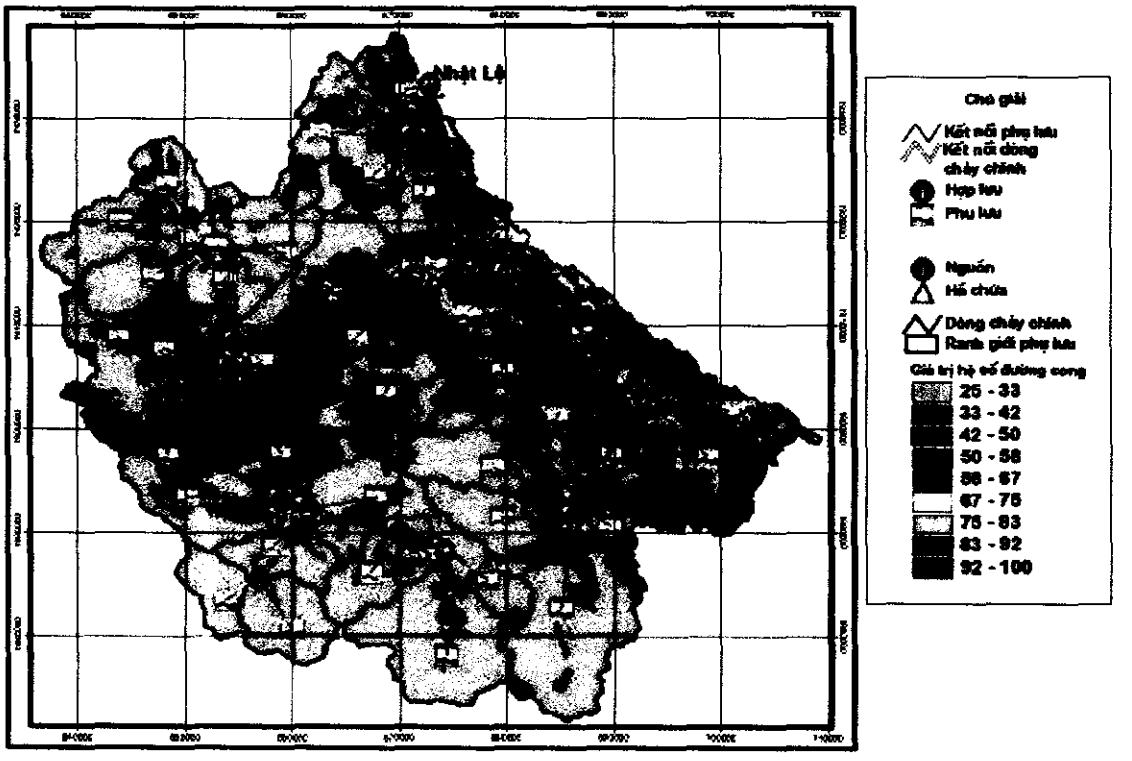


Hình 4.39. Phân tích mạng lưu vực sông Nhật Lệ trong HMS

Số liệu mưa của 3 trạm đo mưa: Đồng Hới, Lệ Thủy và Kiến Giang, phân bố không gian mưa theo phương pháp Thiessen và trọng số của từng trạm cho từng phụ lưu. Thời gian đo mưa của cả 3 trạm là 6 tiếng 1 lần đo, khi nhập giá trị mưa của 3 trạm này sẽ tính được quan hệ mưa - dòng chảy.

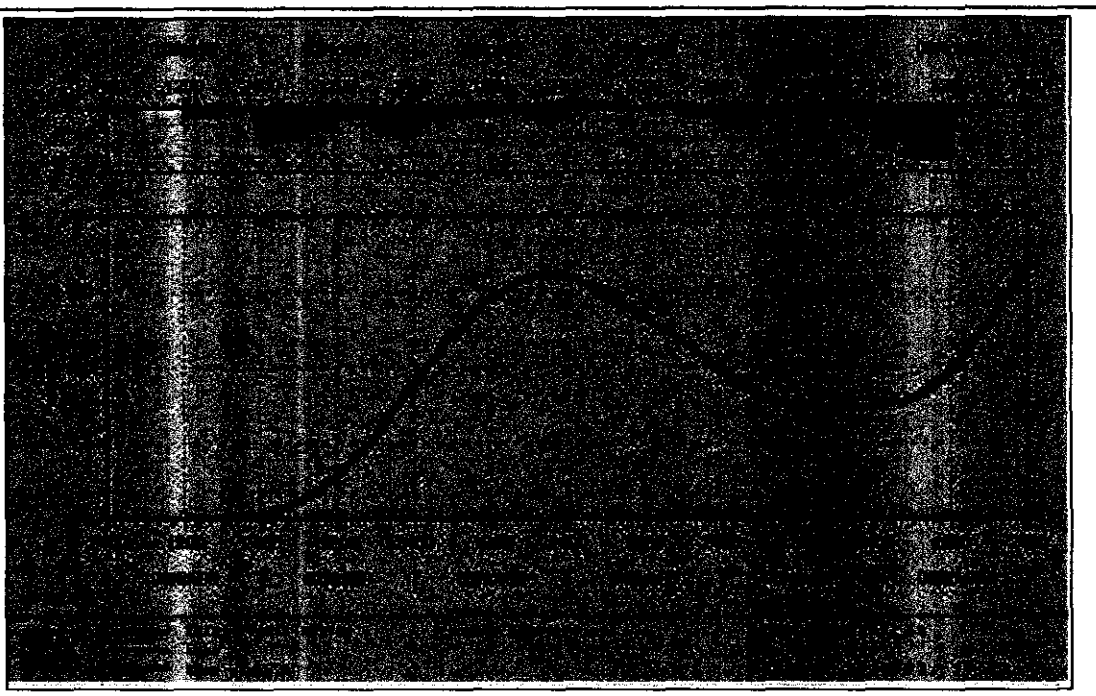


Hình 4.40. Hiện trạng sử dụng đất và các thông số để tính trị số đường cong CN

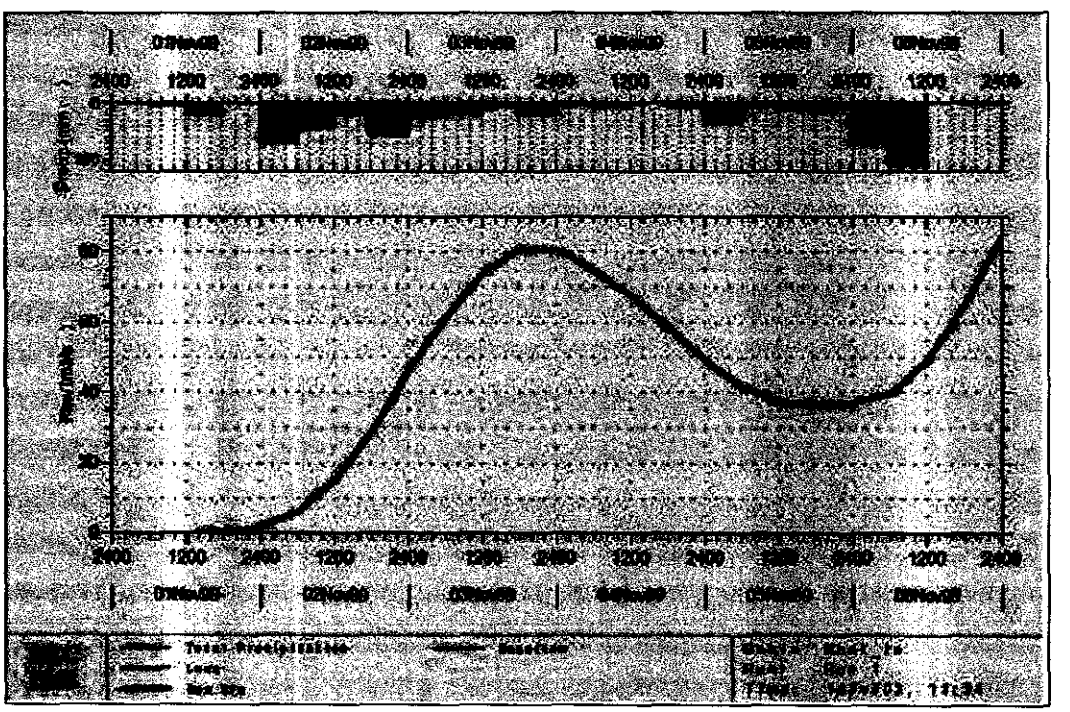


Hình 4.41. Trị số đường cong CN lưu vực Nhật Lệ

HEC-HMS sẽ tính toán diễn biến của quá trình mưa rơi xuống lưu vực, các tổn thất do thấm của đất, lưu giữ của thực vật, bốc hơi, quá trình và thời gian chảy truyền... (Hình 4.42, 4.43)



Hình 4.42. Tương quan mưa dòng chảy phụ lưu Kiến Giang 8



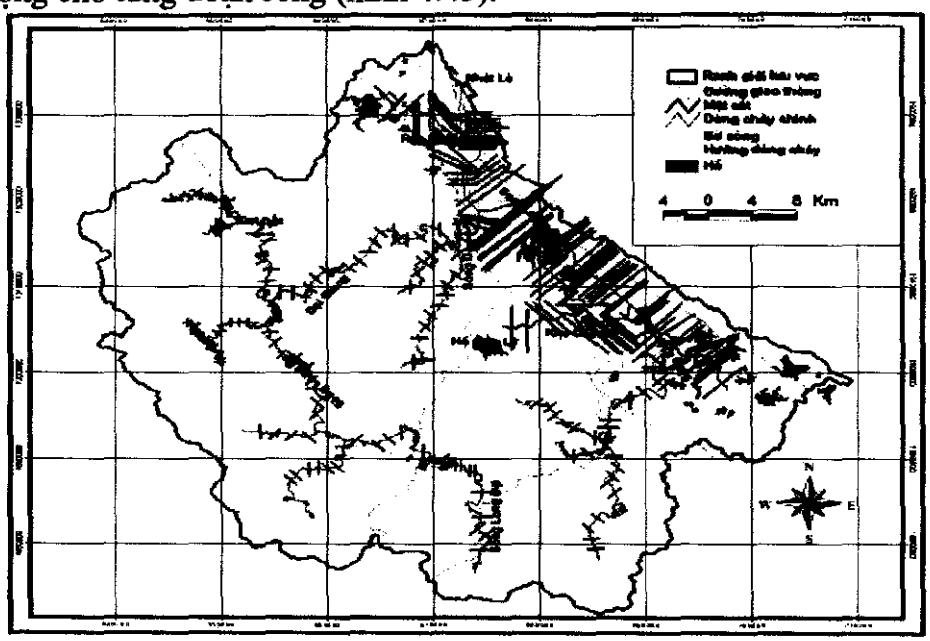
Hình 4.43. Tương quan mưa dòng chảy phụ lưu Rào Trú, trận mưa ngày 1 - 6/XI/1999

Kết quả tính diễn biến tương quan mưa dòng chảy sẽ được lưu trong file DSS dạng chuỗi số liệu liên tục theo thời gian từ khi mưa đến khi đỉnh lũ xuất hiện cũng như kết thúc ngập lụt để phần mềm phân tích hệ thống sông (HEC-RAS) sử dụng để tính các thông số thủy lực.

III.2.4. Thiết lập hệ thống phân tích sông (RAS)

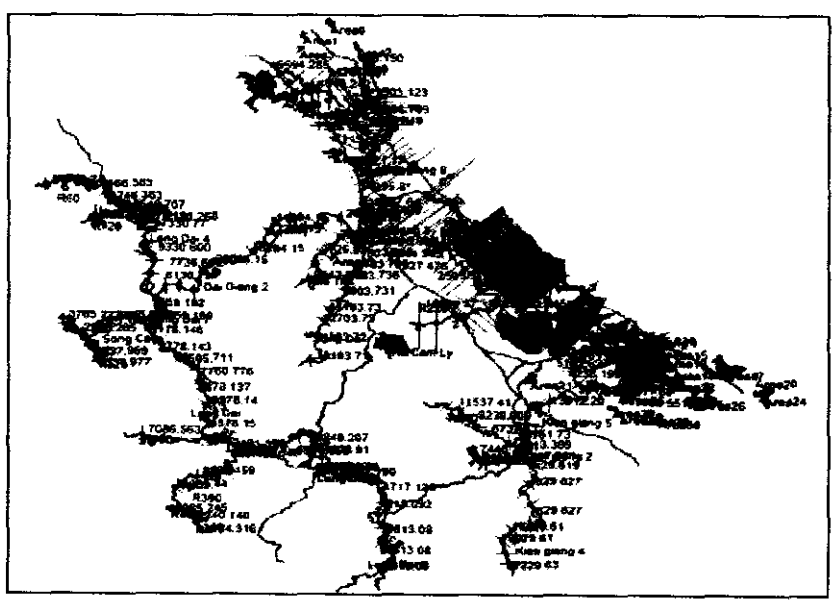
III.2.4.1. Đầu vào

Hình 4.44 sẽ thể hiện cấu trúc của file thông tin đầu vào. Yếu tố mặt cắt rất quan trọng cho việc tính toán thủy lực. Trong HEC-RAS có phần nội suy tạo mặt cắt tự động cho từng đoạn sông (hình 4.45).



Hình 4.44. Xây dựng các yếu tố chính, đầu vào cho phân tích hệ thống sông lưu vực sông Nhật Lệ

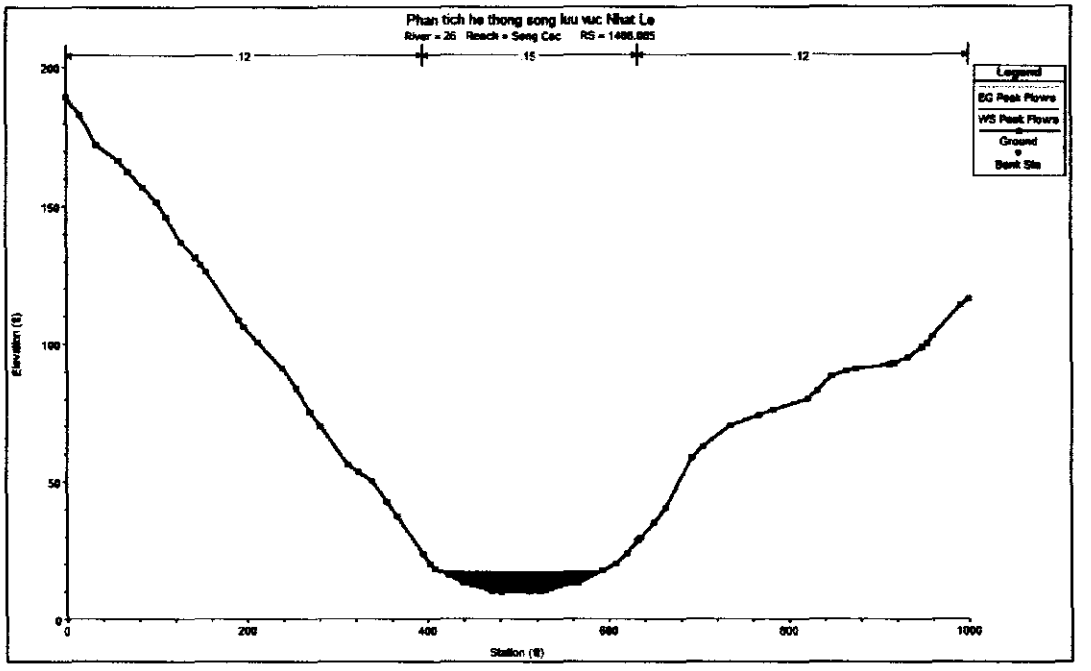
File dữ liệu này được chuyển vào RAS, liên kết với dữ liệu dòng chảy để tính toán các thông số thủy văn, thủy lực....



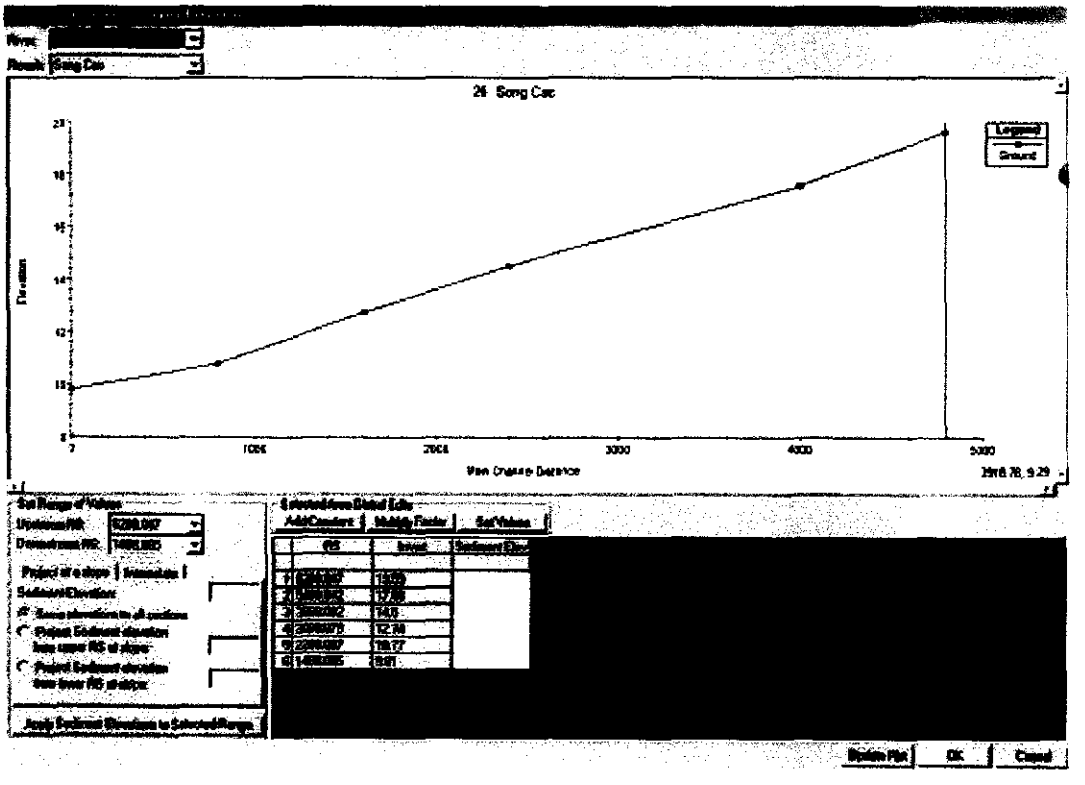
Hình 4.45. Các yếu tố của mạng lưới sông trong HEC-RAS

III.2.4.2. Kết quả phân tích mạng lưới sông

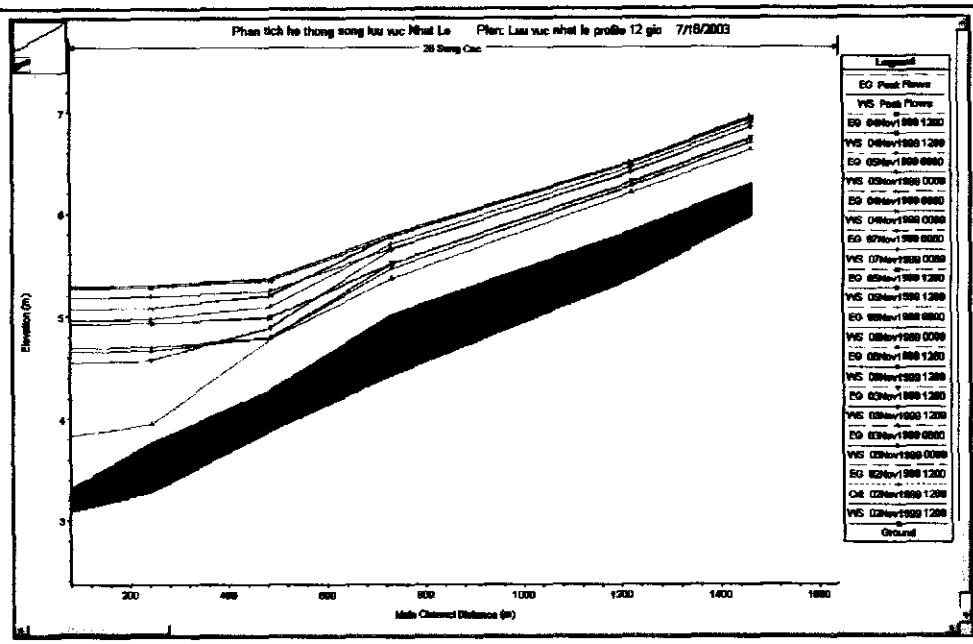
Kết quả phân tích hệ thống sông lưu vực sông Nhật Lệ.



Hình 4.46. Thông số một mặt cắt của đoạn sông Các



Hình 4.47. Mặt cắt dọc đoạn sông Các theo dữ liệu địa hình trong HEC-RAS



Hình 4.48. Độ nghiêng bề mặt nước đoạn sông Các trận lũ từ ngày 1 - 6/XI/1999

III.2.5. Mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt bằng HEC-GeoRAS

Nếu chỉ diễn toán ngập lụt cho trận lũ tại thời điểm đỉnh lũ thì chỉ mất khoảng 10 phút, còn nếu tính theo khoảng thời gian liên tục 1 ngày cho một trận lũ như trận lũ từ ngày 1 - 6/XI/1999 cũng chỉ mất 60 phút để xây dựng bản đồ ngập lụt cho ngày 1, 2, 3, 4, 5, 6 và ngập lụt tại thời điểm đỉnh lũ.

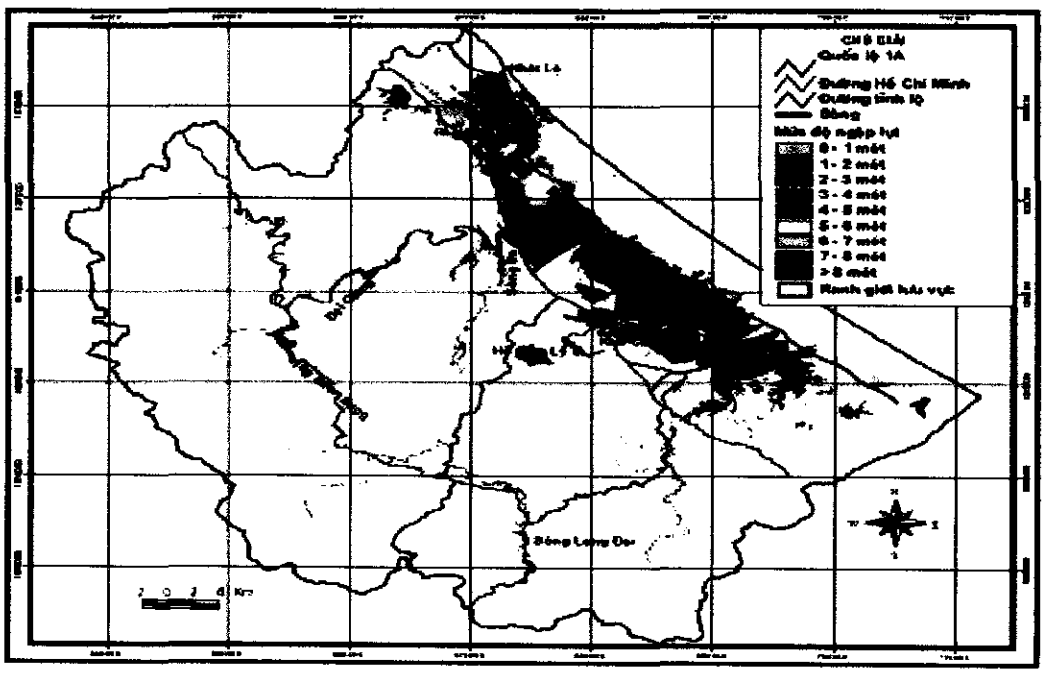
Tổng diện tích ngập tính cho lưu vực sông Nhật Lệ trận lũ từ 1 - 6/XI/1999 là 10.892 ha được thể hiện trên bản đồ ngập lụt (hình 4.49) và tính toán thống kê về mức độ ngập lụt theo ranh giới hành chính cũng như diện tích ngập lụt (bảng 4.6).

Bảng 4.6. Thống kê diện và mức độ ngập lụt theo ranh giới hành chính xã lưu vực sông Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình trận lũ ngày 1- 6/XI/1999

Tên xã	Mức độ ngập lụt (ha)									
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	>8	Tổng
Đồng Mỹ	1	2	1							4
Đồng Phú	1	1	2							4
Đồng Sơn	10	11	1					1	1	24
Đức Ninh	6	7	1	2						16
An Ninh	10	6	4	3	1					24
An Thủy	1	1	2	8	2					14
Bảo Ninh	144	184	97	31	5	3				464
Bắc Lý	6	4	1							11

Tên xã	Mức độ ngập lụt (ha)									
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	>8	Tổng
Cam Thủy	16	18	15	9	1					59
Dương Thủy	63	73	68	32	2					238
Duy Ninh		2	1	1	1	2				7
Gia Ninh	136	99	125	88	22	2				472
Hàm Ninh	10	17	9	14	2	1				53
Hải Đình	27	25	9	3	5	4	7	22	36	138
Hải Ninh	1	4	1							6
Hải Thành	8	1	1							10
Hồng Thủy	113	96	98	71	1					379
Hiền Ninh	48	34	49	22	8	1				162
Hưng Thủy	18	10	9	13	4					54
Hoa Thủy	150	170	138	62	27		1		12	560
Kim Thủy	504	436	382	242	123	47	19	2		1755
Lương Ninh	6	10	12	6	4	1				39
Lộc Ninh	5	2								7
Lộc Thủy				1	1					2
Liên Thủy				1	2					3
Mai Thủy	41	46	50	32	4					173
Mỹ Thủy	27	38	33	12	3					113
Nam Lý	6	5	1							12
Nghĩa Ninh	118	99	35							252
Phú Hải			1	2	3	3				9
Phú Thủy	6	6	7	9	13					41
Phong Thủy				3	1					4
Sơn Thủy	92	118	144	94	22					470
Sen Thủy	10	4	2	4		2	2	11	13	48
Tân Ninh	2	1	2	2	1					8
Tân Thủy	60	99	96	43	4					302
Thái Thủy	60	65	54	12	1			1	3	196
Thanh Thủy	112	87	66	28	4					297
Trường Sơn	147	135	133	128	138	176	170	132	9	1168
Trường Thủy	142	123	106	26	5	1				403
Trường Xuân	477	502	441	250	152	114	73	20	4	2033
TTKiếnGiang				1	1					2
TT Quán Hầu	20	29	8	1	1	2				61

Tên xã	Mức độ ngập lụt (ha)									
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	>8	Tổng
TTNT Lệ Ninh	7	9	7	5	1					29
Văn Thủy	2	1								3
Vạn Ninh	24	29	31	26	1					111
Võ Ninh	64	80	63	29	13	3				252
Vĩnh Ninh	68	65	50	24	12	3				222
Xuân Ninh	47	46	46	25	3	1				168
Xuân Thủy	1	1	3	2	3					10
Tổng	**2817**	**2801**	**2405**	**1367**	**597**	**366**	**272**	**189**	**78**	**10892**



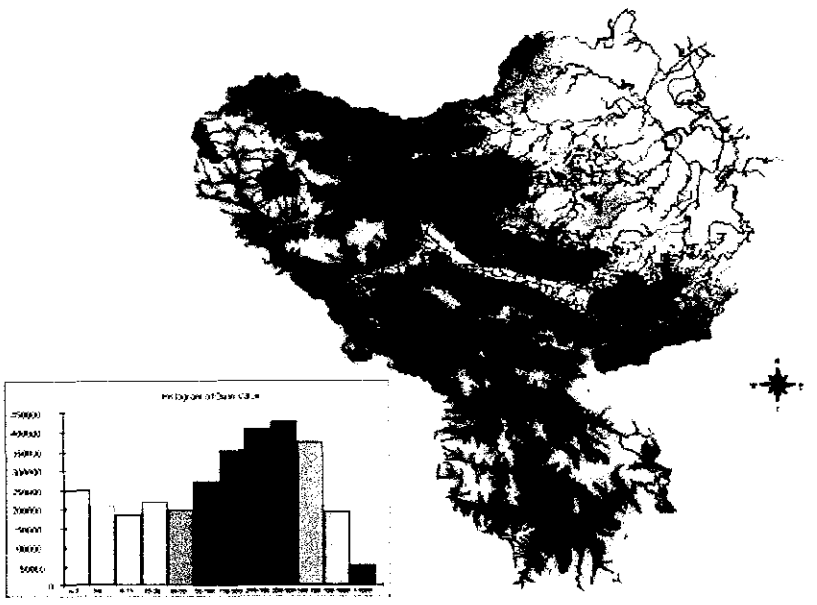
Hình 4.49: Mô phỏng ngập lụt lưu vực Nhật Lệ trận mưa ngày 1 - 6/XI/1999

III.3. LƯU VỰC SÔNG THẠCH HÃN

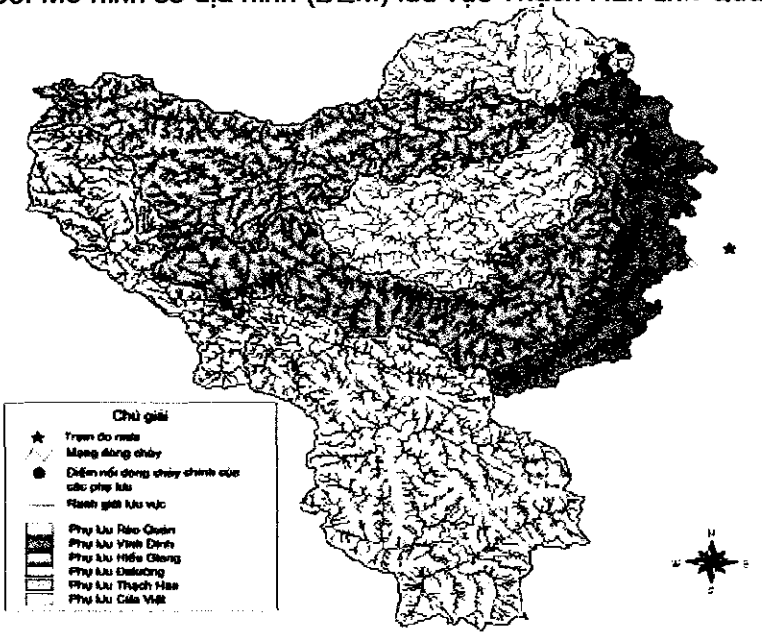
III.3.1. Mô hình số địa hình và các thông số thủy văn

Đường bình độ lưu vực Thạch Hãn được số hóa từ bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50000 ở thượng lưu và 1:10000 ở vùng đồng bằng. Từ các đường bình độ xây dựng thành DEM với độ phân giải 30m cho các yêu cầu của mô hình (hình 4.50).

Các thông số lưu vực, các phụ lưu, mạng dòng chảy, điểm nối của dòng chảy chính, trạm đo mưa được thể hiện trên hình 4.51.



Hình 4.50. Mô hình số địa hình (DEM) lưu vực Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị



Hình 4.51. Mạng lưới sông suối và các trạm đo mưa lưu vực sông Thạch Hãn

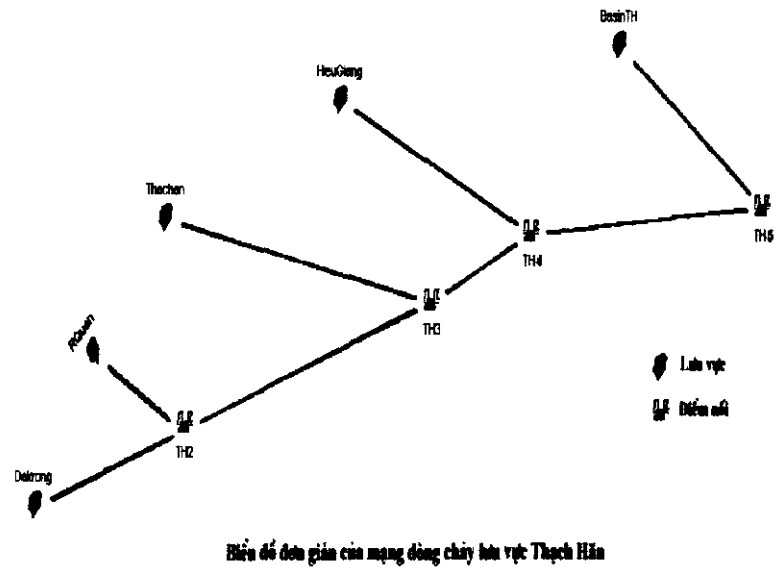
III.3.2. Quan hệ mưa - dòng chảy theo mô hình HEC - 1

Các thông số đưa vào HEC1:

Toàn bộ lưu vực Thạch Hãn được chia thành 4 phụ lưu theo mô hình số địa hình và trạm quan trắc mưa hiện có của lưu vực.

Thời gian bắt đầu tính quan hệ mưa và dòng chảy, thời đoạn mưa, thời gian kết thúc.

Trạm quan trắc mưa của lưu vực (tên, tọa độ, trạm không tự ghi hay tự ghi),



Hình 4.52. Biểu đồ đơn giản của mạng dòng chảy lưu vực Thạch Hãn

Lượng mưa của các trạm thủy văn đo mưa được đưa vào tính toán là tổng lượng mưa trong 6 ngày từ 1 - 6/XI/1999 và lượng mưa của từng giờ đo mưa. Thời gian bắt đầu tính quan hệ mưa dòng chảy từ 1h00 ngày 1/XI, đơn vị thời gian là 1 giờ, thời gian kết thúc là ngày 6/XI/1999.

Kết quả tính dòng chảy của mô hình HEC-1 (bảng 4.7) được chuyển sang mô hình HEC-RAS để lấy thông tin về dòng chảy của các phụ lưu, các điểm nối của các nhánh.

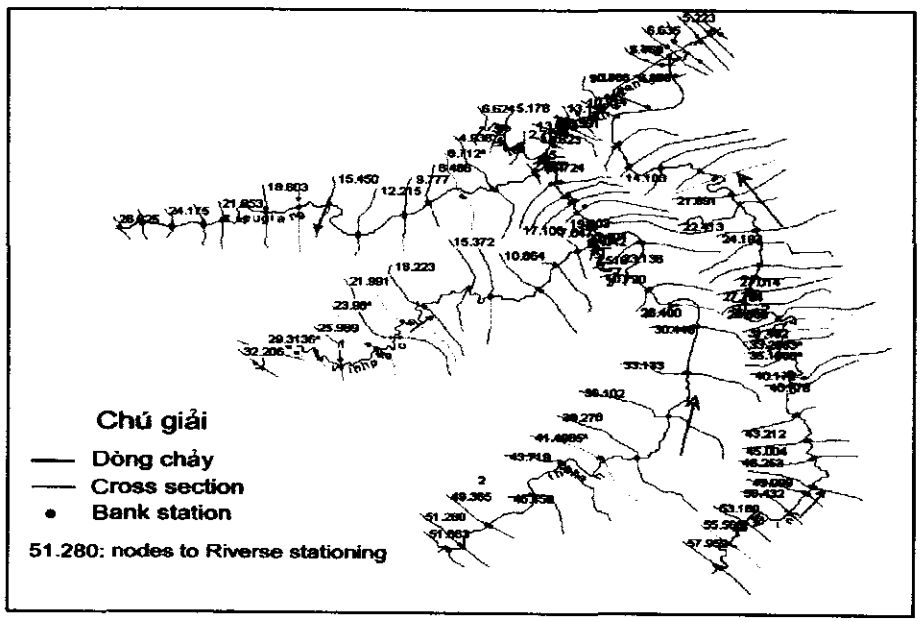
Bảng 4.7. Dòng chảy của lưu vực Thạch Hãn theo quan hệ mưa - dòng chảy của HEC1

Tính toán	Vị trí	Đỉnh lũ (m^3/s)	Thời gian đỉnh lũ (giờ)	Dòng chảy trung bình (m^3/s)			Diện tích lưu vực (km^2)
				6 giờ	24 giờ	72 giờ	
Thủy đồ	R.Quán(1)	1127.12	48	1081.88	824.91	48.76	245.70
Thủy đồ	Dakrông(2)	3190.56	32.50	3075.05	2533.24	1456.43	756.60
Kết hợp	1 và 2	3628.24	32.50	3504.84	3169.11	1935.26	1002.30

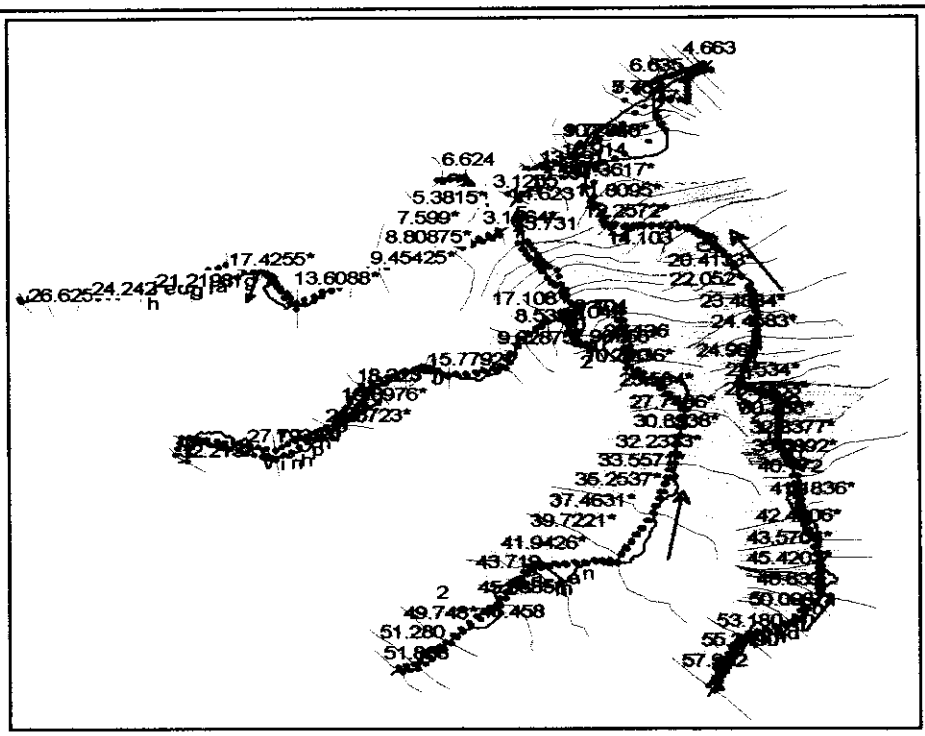
Thủy đồ	Th.Hãn(3)	1766.50	56.00	1710.59	1487.38	815.44	476.40
Kết hợp	1,2 và 3	4297.00	48.00	4152.87	3955.29	2746.75	1478.70
Thủy đồ	S. Hiếu (4)	1883.67	40.50	1640.27	1355.11	713.98	505.70
Kết hợp	1,2,3 và 4	5833.08	40.50	5523.47	5288.39	3459.81	1984.40
Thủy đồ	V.Định (5)	825.37	56.00	790.27	629.14	377.11	267.10
Kết hợp	1,2,3,4 và 5	6560.13	40.50	6162.33	5917.53	3835.74	2251.50
Thủy đồ	T.Hãn2(6)	1909.37	56.50	1651.63	1069.03	526.15	506.10
Kết hợp	1,2,3,4,5 và	7964.58	56.00	7544.84	6570.48	4359.58	2757.60

III.3.3. Thiết lập mạng RAS

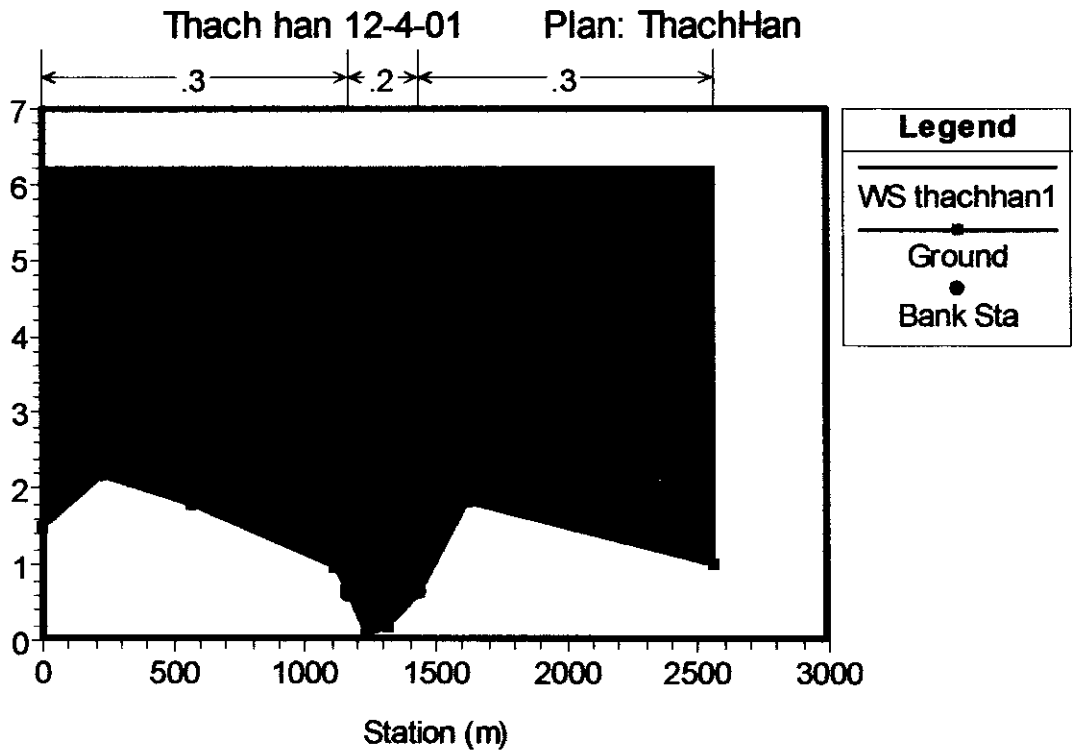
Sau khi thiết lập được mạng lưới RAS, tiến hành tạo file đầu vào cho HEC-RAS. Hình 4.53 thể hiện các yếu tố của mạng lưới RAS lưu vực Thạch Hãn. File kết quả sẽ chứa các thông tin trên và được nhập lại HEC-GeoRas để tính diện và độ sâu ngập lụt.



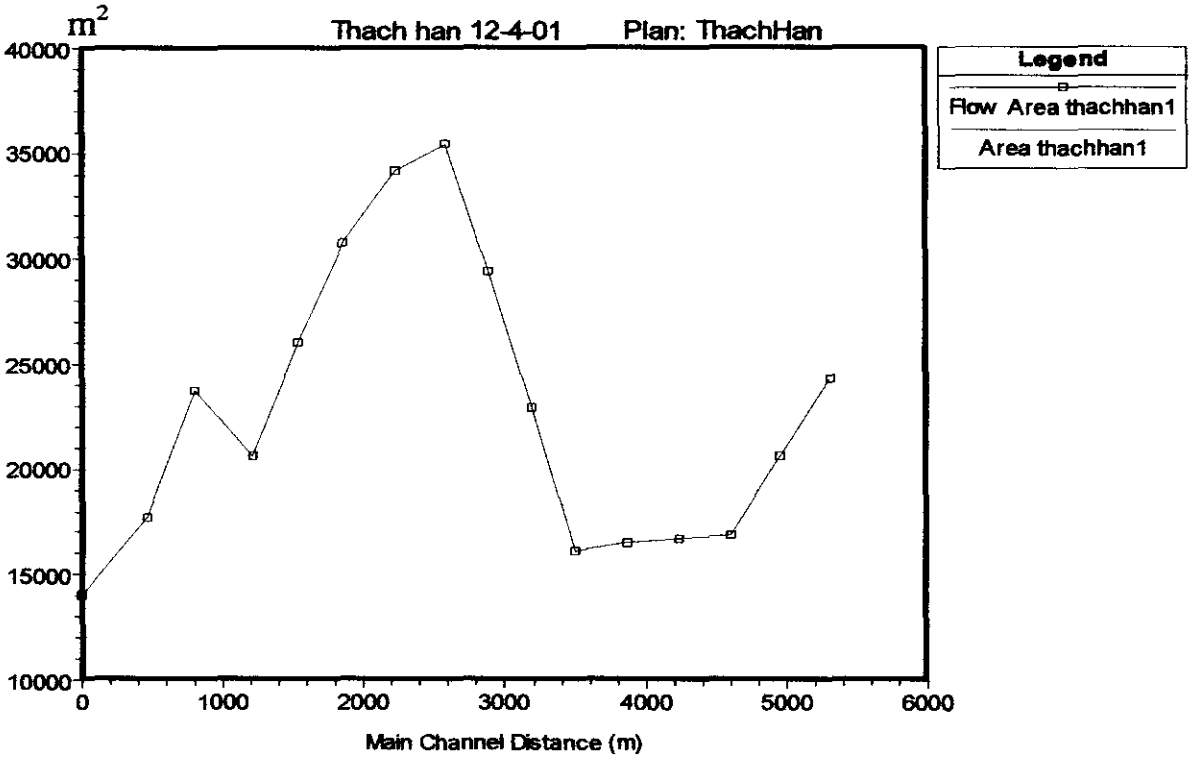
Hình 4.53. Các yếu tố của mạng lưới RAS



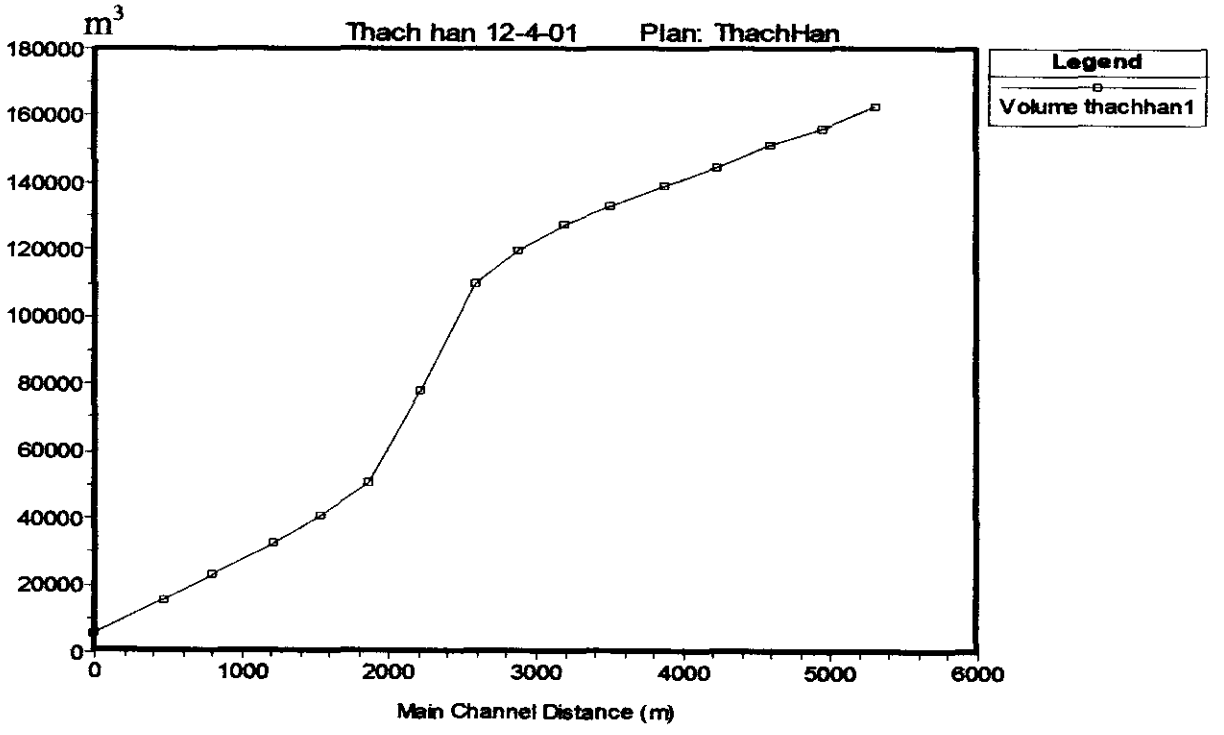
Hình 4.54. Các mặt cắt của vùng ngập lũ lưu vực Thạch Hãn



Hình 4.55. Một mặt cắt của sông Thạch Hãn



Hình 4.56. Diện tích mặt cắt dòng chảy đoạn sông Thạch Hãn 6



Hình 4.57. Thể tích khối nước của đoạn sông Thạch Hãn 6

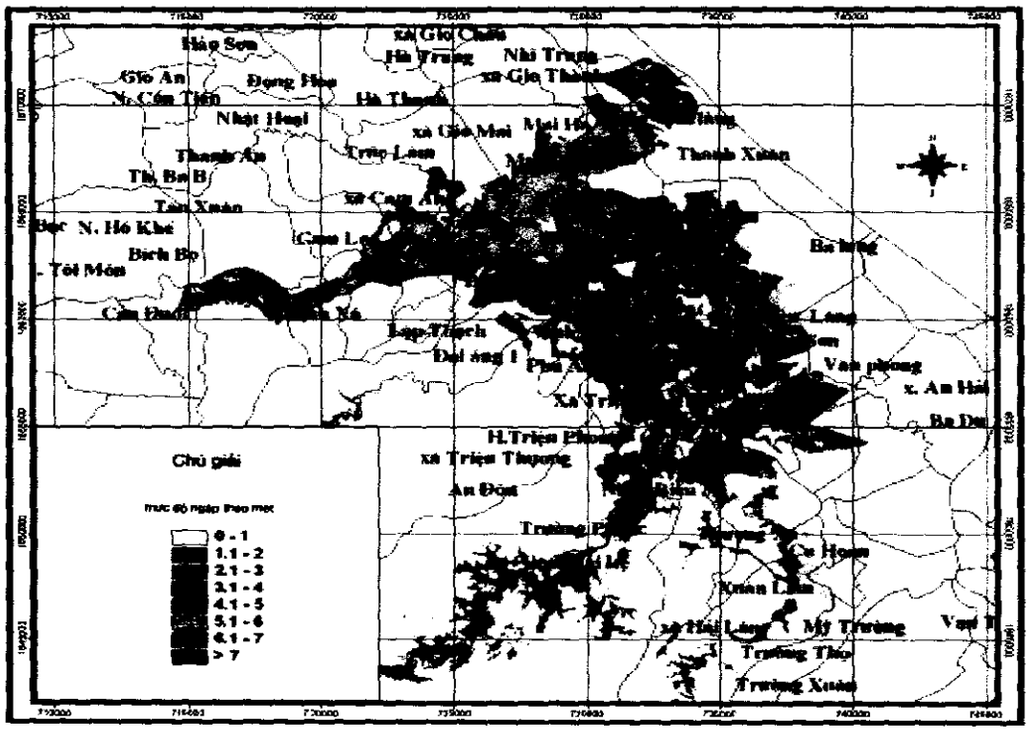
III.3.4. Mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt trận lụt 1999

Kết quả tính toán của mô hình áp dụng cho trận lụt năm 1999 được thể hiện tại hình 4.58. Độ sâu ngập lụt do mô hình tính toán so với độ sâu ngập lụt quan trắc được tại các cột mốc cảnh báo lũ của lưu vực sông Thạch Hãn được trình bày ở bảng 4.8. Tổng diện tích ngập theo kết quả tính toán bằng mô hình cho lưu vực sông Thạch Hãn là 9.917 ha. Kết quả tính toán của mô hình cũng đã xác định được diện tích và mức độ ngập lụt cho từng xã trên lưu vực và qua đó thấy được:

- Độ chính xác của kết quả tính toán tại các điểm ngập lụt hầu hết đạt trên 0,8 ngoài có 3 điểm cột mốc có giá trị vết lũ sai lệch với mực lũ tính lên đến trên 1m (cột mốc gần UB xã Triệu Long, Ngã tư Bích Khê xã Triệu Long và xã Hải Thượng).

- Tổng diện tích ngập là 9.917,137ha, trong đó diện tích ngập lụt lớn nhất là xã Triệu Phước với gần 13km^2, xã Triệu Độ với hơn 9km^2, xã Triệu Hòa, Triệu Đại với hơn 6km^2, xã Triệu Long, Triệu Thuận, Triệu Trạch với hơn 5km^2.

Ngoài ra, bản đồ thể hiện vùng ngập lụt được so sánh với ảnh RADAR chụp ngày 6/XI/1999 tại Cửa Việt. Kết quả so sánh cho thấy, diện ngập theo tính toán phù hợp với ảnh chụp RADAR.



Hình 4.58. Kết quả mô phỏng trận lụt từ ngày 1 - 6/XI/1999

Bảng 4.8. Vết lũ thực đo trên các cột cảnh báo lũ và vết lũ xác định theo mô hình (Sông Thạch Hãn)

Vị trí cột cảnh báo lũ	Độ cao vết lũ (m)	Độ cao ngập theo mô hình (m)
Cầu Đuổi Cam Lộ	3.45	3.97
Xã Cam Hiếu	4.47	4.94
Xã Cam An	3.449	4.85
Cầu Tây Trì Đông Hà	3.805	3.85
Phường Đông Giang	3.531	4.28
Xã Gio Quang	2.897	1.57
Chợ Triệu Lễ phường Đông Lễ	3.485	3.89
Thôn Vĩnh Phước	4.101	4.05
Thôn Vĩnh Phước xã Triệu Lương	3.904	3.814
UB xã Triệu Long	5.079	3.61
Ngã tư Bích Khê xã Triệu Long	5.158	3.195
Xã Triệu Thành	7.182	6.61
Thị xã Quảng Trị	7.215	6.41
Cầu Quy Thiện xã Hải Quy	4.127	4.171
UB xã Triệu Đông	4.079	4.19
Xã Triệu Tài	3.791	3.14
UB xã Hải Quy	3.826	4.33
UB xã Hải Xuân	3.83	3.204
Trạm Y tế xã Triệu Trung	3.58	3.548
Xã Hải Thượng	5.265	3.59
Xã Lệ Xuyên	3.115	3.28
Trường tiểu học Triệu Phước	3.021	3.402
Xã Triệu An	1.91	1.97
HTX An Đôn Triệu Thượng	7.624	6.804
Thôn An Đôn xã Triệu Thượng	7.586	6.8
Thị xã Quảng Trị	7.29	6.607

Bảng 4.9. Thống kê diện và mức độ ngập theo mô hình cho từng xã

TT	TÊN XÃ	Diện tích ngập (km^2)	Mức độ ngập (m)	Tổng diện tích ngập (km^2)
1.	Xã Gio Hải	0.24941	1	0.903536
		0.490856	2	
		0.16327	3	
2.	Xã Gio Việt	0.920344	1	1.54405
		0.403416	2	
		0.21065	3	
		0.00964	4	
3.	Xã Gio Mai	0.923493	1	3.168907
		1.125424	2	
		0.703412	3	
		0.416578	4	
4.	Xã Triệu An	1.127547	1	3.223458
		1.182985	2	
		0.874866	3	
		0.03806	4	
5.	Xã Gio Quang	0.736128	2	1.167094
		0.21735	3	
		0.213616	4	
6.	Xã Triệu Phước	4.431972	1	12.916014
		3.005303	2	
		3.834743	3	
		1.643323	4	
		0.000673	5	
7.	Xã Cam Thanh	0.000859	1	0.000859
8.	Xã Cam An	0.350351	1	0.364273
		0.013922	2	
9.	Xã Triệu Độ	1.235532	1	9.105213
		3.55573	2	
		3.10342	3	
		1.16133	4	
		0.049201	5	
10.	Xã Triệu Trạch	3.249649	1	5.3708
		1.223437	2	
		0.607388	3	
		0.290326	4	

TT	TÊN XÃ	Diện tích ngập (km^2)	Mức độ ngập (m)	Tổng diện tích ngập (km^2)
11.	Phường Đông Giang	1.43095	1	3.383933
		0.799287	2	
		0.433845	3	
		0.623412	4	
		0.096439	5	
12.	Xã Triệu Đại	2.089675	1	6.66531
		1.905994	2	
		1.322964	3	
		1.23935	4	
		0.107327	5	
13.	Phường Đông Thanh	0.791861	1	1.503484
		0.496176	2	
		0.110559	3	
		0.104888	4	
14.	Xã Triệu Thuận	2.224774	1	5.457083
		1.292309	2	
		0.733986	3	
		0.345005	4	
		0.206046	5	
		0.654963	>6	
15.	Xã Triệu Lễ	1.04179	1	3.216121
		0.822593	2	
		0.424897	3	
		0.532465	4	
		0.394376	5	
16.	Phường 2	0.073018	1	0.741474
		0.091199	2	
		0.274415	3	
		0.302842	4	
17.	Xã Triệu Hòa	2.035184	1	6.650885
		2.172535	2	
		1.072236	3	
		1.178086	4	
		0.159347	5	
		0.033497	>6	

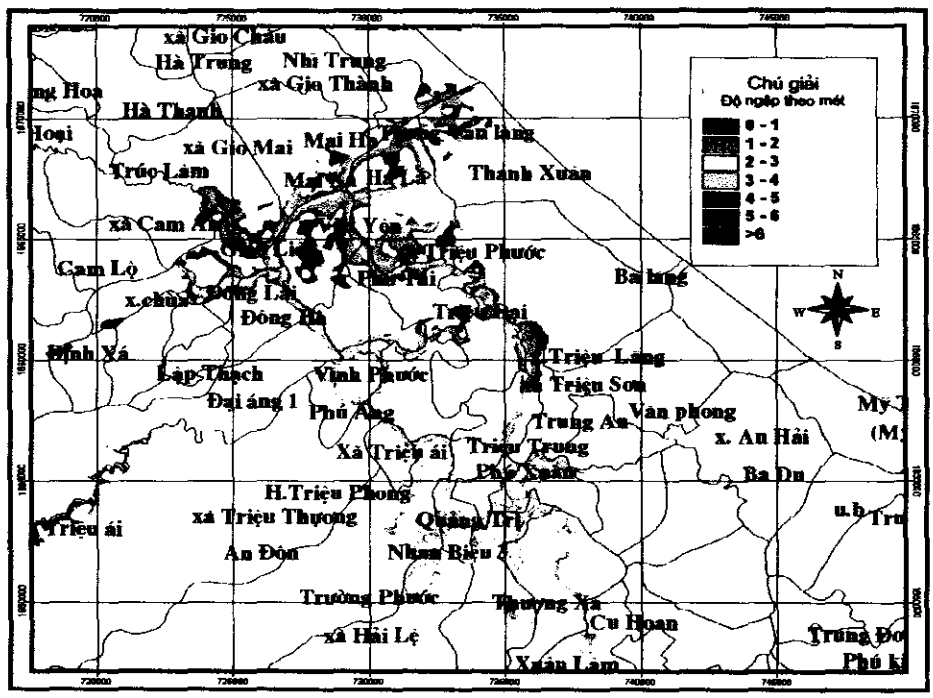
TT	TÊN XÃ	Diện tích ngập (km^2)	Mức độ ngập (m)	Tổng diện tích ngập (km^2)
18.	Phường 3	0.190909	1	0.361478
		0.170569	2	
19.	Phường 1	0.03511	1	0.061393
		0.022941	2	
		0.003342	3	
20.	Xã Cam Hiếu	0.419953	1	0.829403
		0.103562	2	
		0.017724	3	
		0.023907	4	
		0.028495	5	
		0.235762	>6	
21.	Xã Triệu Lương	0.914686	1	3.760517
		0.820891	2	
		0.777439	3	
		0.653103	5	
		0.594398	>6	
22.	Phường 4	0.085938	1	0.444423
		0.358485	2	
23.	Xã Triệu Tài	0.25142	1	1.568256
		0.403024	2	
		0.452176	3	
		0.461636	4	
24.	Xã Triệu Long	0.928353	1	5.649974
		1.177115	2	
		1.591854	3	
		1.140256	4	
		0.812396	5	
25.	Xã Triệu Giang	0.290016	1	2.650094
		0.51642	2	
		0.747022	3	
		0.605299	4	
		0.491337	5	
26.	Xã Triệu Đông	0.321945	1	1.294728
		0.268318	2	
		0.291333	3	
		0.413132	4	

TT	TÊN XÃ	Diện tích ngập (km^2)	Mức độ ngập (m)	Tổng diện tích ngập (km^2)
27.	Xã Triệu Ái	0.548615	1	2.364901
		0.34209	2	
		0.495108	3	
		0.492663	4	
		0.486425	5	
28.	Xã Triệu Trung	1.37176	1	1.437174
		0.052226	2	
		0.010477	3	
		0.002711	4	
29.	Ái Tử	0.064016	1	0.357477
		0.0579	2	
		0.049847	3	
		0.045266	4	
		0.049966	5	
		0.090482	>6	
30.	Xã Triệu Thượng	0.528592	1	2.330376
		0.644303	2	
		0.453744	3	
		0.359525	4	
		0.344212	5	
31.	Xã Triệu Thành	0.102682	1	0.546164
		0.105817	2	
		0.116419	3	
		0.092124	4	
		0.043203	5	
		0.085919	>6	
32.	Xã Hải Vĩnh	0.065696	1	0.065696
33.	Cam Chính	0.011777	1	0.108136
		0.009772	2	
		0.027	3	
		0.021839	4	
		0.033617	5	
		0.004131	>6	
34.	Xã Hải Quy	0.079666	1	2.491544
		0.327801	2	
		0.401266	3	
		0.827321	4	
		0.21335	5	
		0.64214	>6	

TT	TÊN XÃ	Diện tích ngập (km^2)	Mức độ ngập (m)	Tổng diện tích ngập (km^2)
35.	Xã Hải Xuân	0.386083	1	0.512283
		0.115104	2	
		0.011096	3	
36.	Phường 1 TX.Quảng Trị	0.05405	1	0.495578
		0.059921	2	
		0.060204	3	
		0.117209	4	
		0.019949	5	
		0.184245	>6	
37.	Phường 2 TX.Quảng Trị	0.116223	1	0.731637
		0.171239	2	
		0.203077	3	
		0.124023	4	
		0.117075	5	
38.	Xã Hải Phú	0.20926	1	1.677023
		0.212524	2	
		0.402324	3	
		0.410605	4	
		0.44231	5	
39.	Xã Hải Thượng	0.540142	1	2.382946
		0.576452	2	
		0.369088	3	
		0.334321	4	
		0.068607	5	
		0.494336	>6	
40.	Xã Hải Lễ	0.252099	1	1.241569
		0.084393	2	
		0.109326	3	
		0.611075	4	
		0.184676	5	
41.	Xã Hải Lâm	0.122082	1	0.426106
		0.123651	2	
		0.180373	3	
Tổng				**99.17137**

III.3.5. Mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt với các số liệu mưa khác

Đề tài đã tiến hành mô phỏng diện và mức độ ngập lụt theo số liệu mưa từ ngày 1 - 6/XI/1997.



Hình 4.59. Kết quả mô phỏng diện và mức độ ngập lụt theo số liệu mưa từ ngày 1 - 6/XI/1997 lưu vực sông Thạch Hãn

III.4. LƯU VỰC SÔNG BA

III.4.1. Mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy bằng mô hình HMS

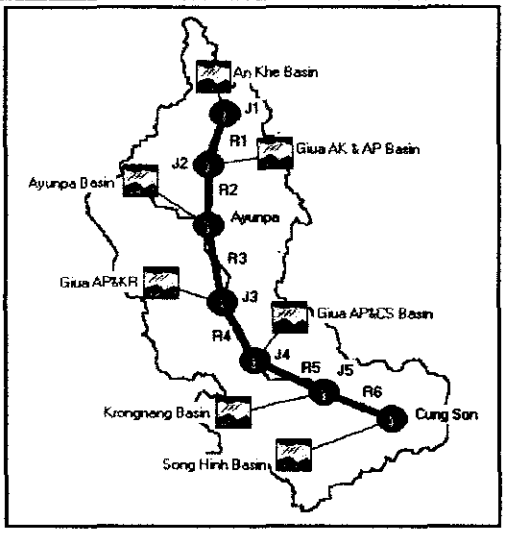
- **Sơ đồ mạng lưới sông**

Sơ đồ tính toán mưa - dòng chảy lưu vực sông Ba bao gồm 7 lưu vực bộ phận, 7 nút tính toán lưu lượng và trạm Củng Sơn là nút tính tổng lưu lượng của toàn lưu vực (hình 4.60).

- **Số liệu tính toán**

Qua số liệu thống kê các trạm mưa trên lưu vực cho thấy, số liệu mưa trên lưu vực sông Ba khá ít và không đồng bộ, nhất là giữa số liệu mưa và số liệu đo dòng chảy. Trên lưu vực sông Ba chỉ có 2 trạm đo dòng chảy lũ là trạm An Khê (ở phía Tây Trường Sơn) và trạm Củng Sơn (ở phía Đông Trường Sơn); Có 4 trạm mưa giờ là trạm An Khê, trạm Iayunpa, trạm Củng Sơn và trạm Tuy Hòa.

Chúng tôi đã áp dụng mô hình diễn toán mưa - dòng chảy lũ trên lưu vực sông Ba năm 1998 và 1999 - năm xảy ra lũ lớn của hầu hết các tỉnh miền Trung.

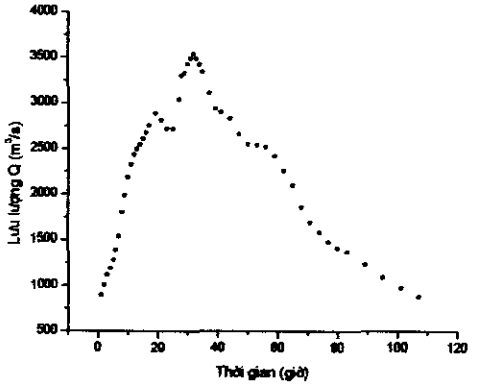


Hình 4.60: Sơ đồ mạng lưới tính toán mưa - dòng chảy lưu vực sông Ba

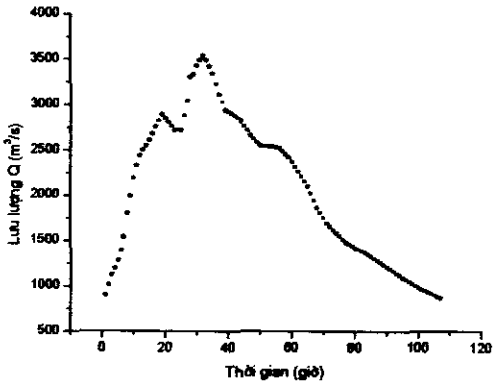
- Số liệu mưa: Sử dụng số liệu mưa giờ của các trận lũ 1998 và 1999 tại các trạm An Khê, Iayunpa, Củng Sơn để thử nghiệm mô hình. Ngoài ra bổ sung thêm mưa ngày tại các trạm Plây Ku, Chư Sê, M'Drac, Sông Hinh, Ea Knop, Sơn Thành, Krong Năng, Miền Tây để tính trọng số các trạm mưa.

- Số liệu thời đoạn giờ các trận lũ các năm 1998 và 1999 tại trạm Củng Sơn được nội suy bằng phần mềm Origin 6.0 (hình 4.61a ÷ 4.63b) và được dùng để kiểm định mô hình. Dòng chảy trực tiếp được tính toán từ mưa hiệu quả theo phương pháp đường đơn vị Clark.

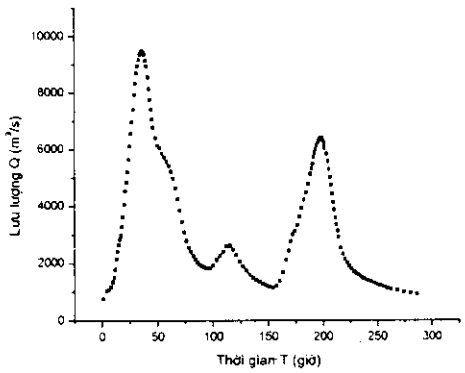
Để kiểm định sai số của mô hình chúng tôi đã sử dụng chỉ tiêu Nash



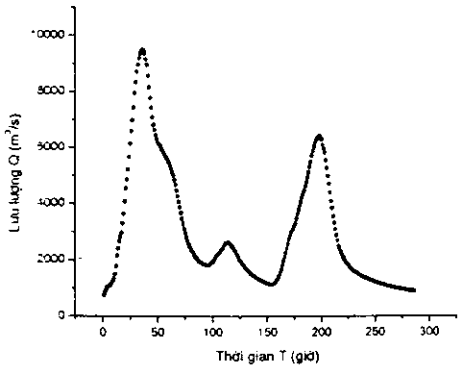
Hình 4.61a: Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 9h ngày 13/XI/1998 đến 18h ngày 17/XI/1998



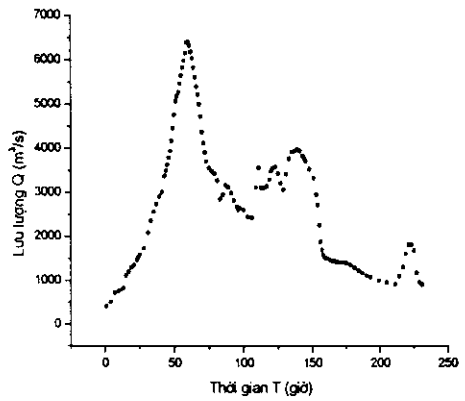
Hình 4.61b: Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 9h ngày 13/XI/1998 đến 18h ngày 17/XI/1998



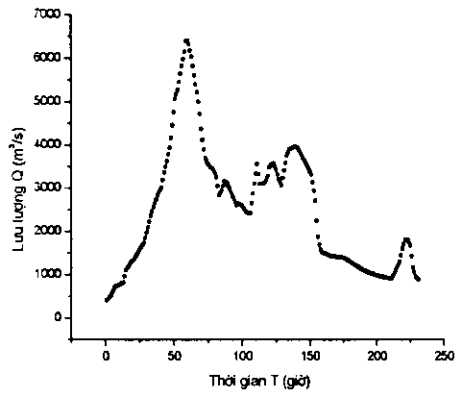
Hình 4.62a: Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 4h ngày 19/XI/1998 đến 24h ngày 30/XI/1998



Hình 4.62b: Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 4h ngày 19/XI/1998 đến 24h ngày 30/XI/1998

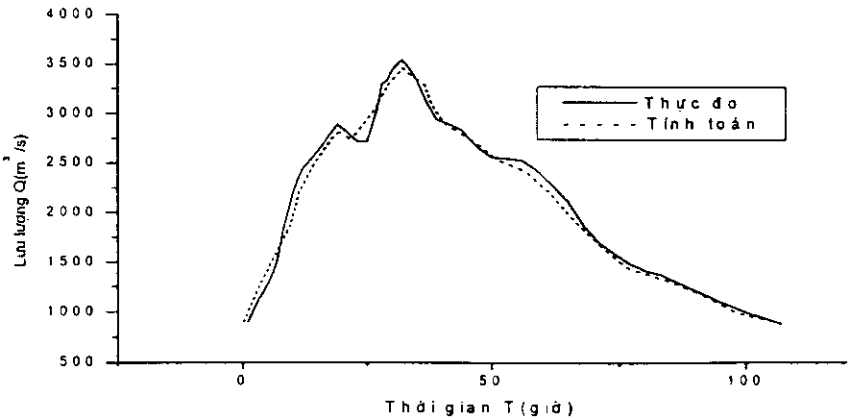


Hình 4.63a: Đường quá trình lưu lượng lũ thực đo trạm Củng Sơn từ 1h ngày 1/XII/1999 đến 15h ngày 10/XII/1999



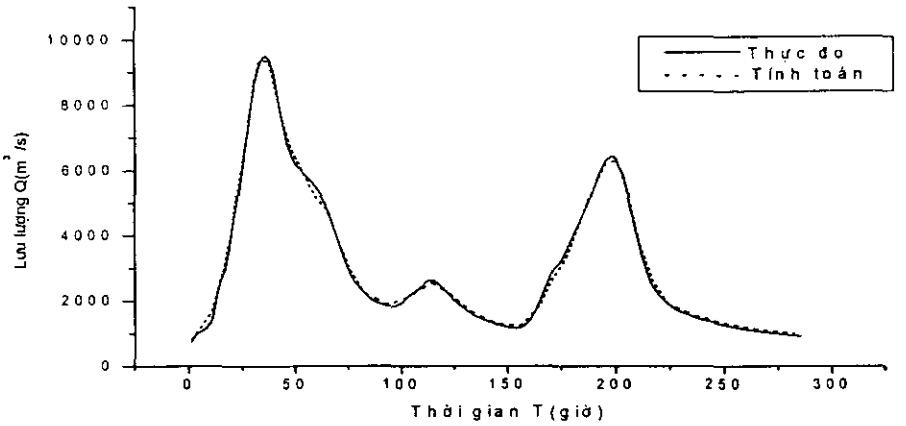
Hình 4.63b: Đường quá trình lưu lượng lũ đã nội suy theo giờ trạm Củng Sơn từ 1h ngày 1/XII/1999 đến 15h ngày 10/XII/1999

Kết quả mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy lũ tại trạm Củng Sơn được trình bày trên hình 4.64, 4.65, 4.66.

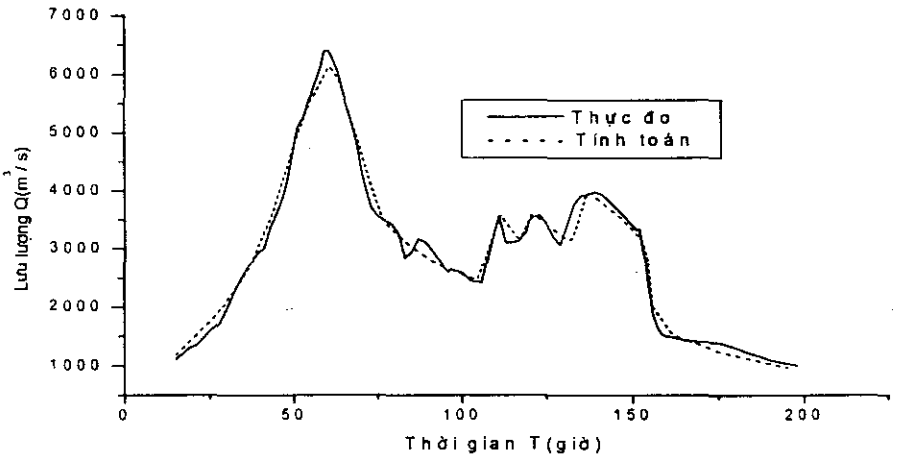


Hình 4.64: Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 9h ngày 13/XI/1998 đến 18h ngày 17/XI/1998

Tại trạm thủy văn Củng Sơn, kết quả tính toán cho 3 trận lũ điển hình gần đây nhất xảy ra vào tháng XI/1998 và tháng XII/1999 khá phù hợp với số liệu thực đo, đều có chỉ số R^2 (Nash) vượt quá 0,75. Trận lũ từ ngày 13/XI ÷ 17/XI/1998 có R^2 = 0,81; Trận lũ từ ngày 19/XI ÷ 30/XI/1998 có R^2 = 0,8; Trận lũ từ ngày 1/XII ÷ 8/XII/1990 có R^2 = 0,78.



Hình 4.65: Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 7h ngày 19/XI/1998 đến 22h ngày 30/XI/1998



Hình 4.66: Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 15h ngày 1/XII/1999 đến 4h ngày 8/XII/1999

Đoạn hạ lưu sông Ba từ Củng Sơn đến cửa sông Đà Rằng có nhiều điểm nhập lưu nhưng không có tài liệu đo đạc thủy văn, nên chúng tôi đã sử dụng bộ thông số mô hình này để tính toán lưu lượng cho các điểm nhập lưu từ số liệu mưa. Các giá trị lưu lượng tính toán này là các điều kiện biên cho mô hình thủy lực HEC - RAS tính toán diễn biến lũ và mức độ ngập lụt của hạ lưu sông Ba sẽ được trình bày sau đây.

III.4.2. Mô phỏng quá trình truyền lũ bằng mô hình thủy lực HEC - RAS

◆ ***Phạm vi áp dụng:*** Vùng hạ lưu sông Ba từ trạm thủy văn Củng Sơn đến cửa sông Đà Rằng, dài khoảng 50km với 4 điểm nhập lưu là sông Con, suối Cái Đơn, sông Đồng Bò và suối Cái Kép.

◆ ***Số liệu tính toán***

- Tài liệu địa hình: bao gồm 140 mặt cắt ngang lòng sông và 139 đoạn. Tài liệu địa hình này dựa trên bản đồ địa hình lưu vực sông Ba tỷ lệ 1: 10.000, tài liệu đo vẽ định kỳ (một năm 2 lần) vùng cửa sông ven biển của đề tài từ năm 2000 đến 2002.

- Tài liệu thủy văn: Tiến hành mô phỏng diễn biến mực nước và lưu lượng dọc sông Ba cho 2 trận lũ:

•Trận lũ lịch sử từ ngày 3 - 8/X/1993

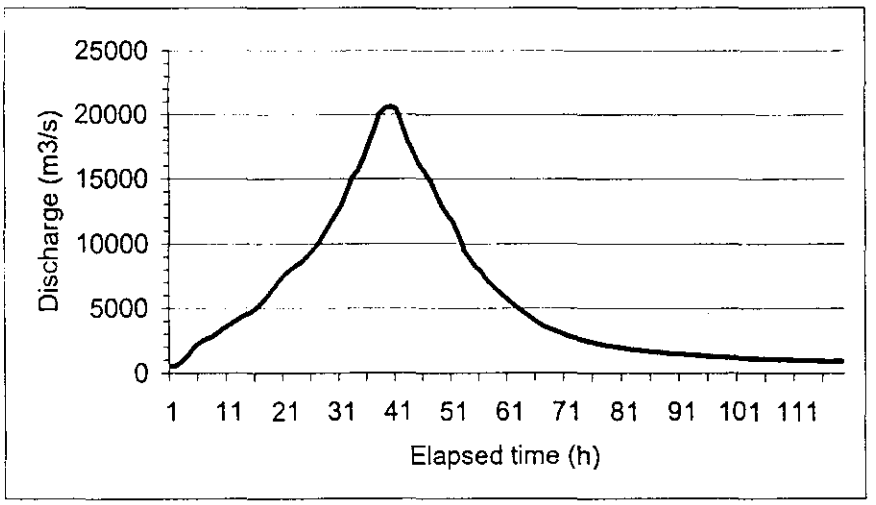
•Trận lũ từ 1 - 9/ XII/1999.

+, Biên trên là quá trình lưu lượng lũ thực đo tại trạm thủy văn Củng Sơn

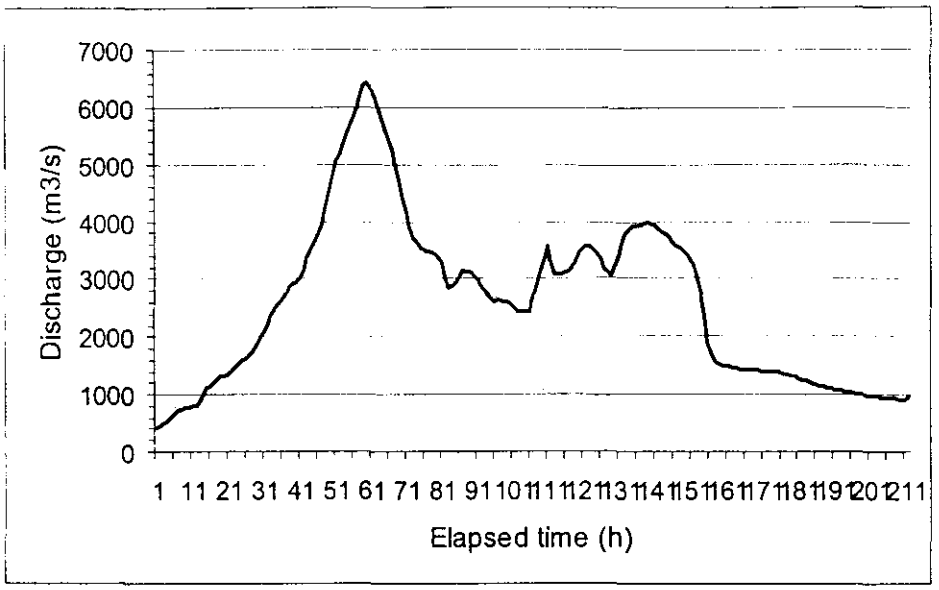
+, Lưu lượng gia nhập dọc đường tại 4 điểm nhập lưu được tính từ mưa bằng mô hình HEC - HMS.

+, Biên dưới là dao động mực nước triều tại thời điểm tính toán tại cửa sông Đà Rằng được lấy theo tài liệu mực nước trạm hải văn Qui Nhơn. Đây là trạm có cùng chế độ triều với khu vực nghiên cứu.

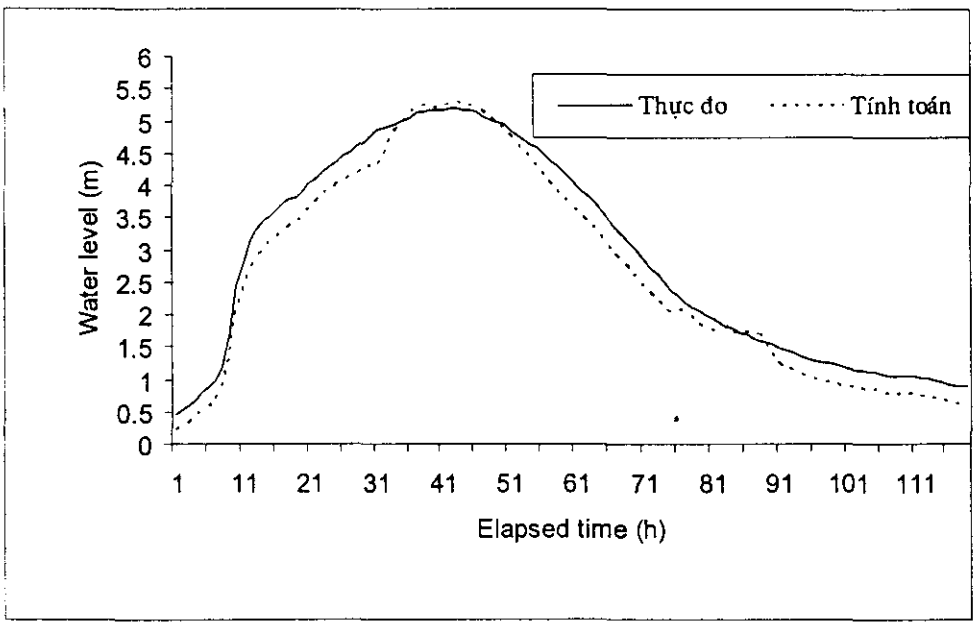
- Thời đoạn tính toán: Tính ngập lụt theo từng giờ cho 2 trận lũ nói trên. Do tài liệu lũ thực đo tại trạm Củng Sơn không liên tục nên chúng tôi đã dùng phần mềm Origil 6.0 để nội suy quá trình lũ theo giờ.



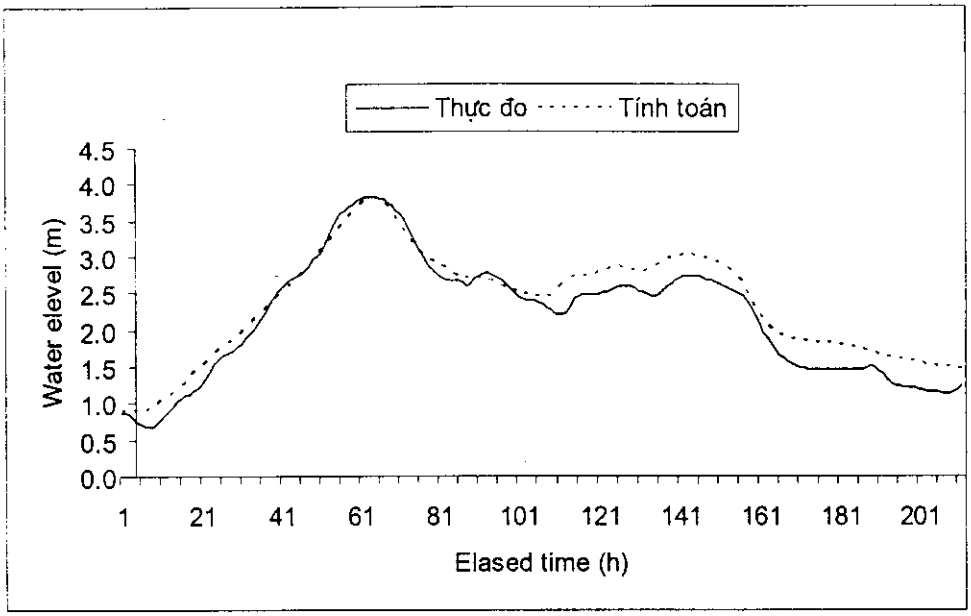
Hình 4.67. Đường quá trình lưu lượng lũ trạm Củng Sơn
từ 9h 3/X/1999 - 7h 8/X/1999



Hình 4.68. Đường quá trình lưu lượng lũ trạm Củng Sơn
từ 1h 1/XII/1999 đến 20h 11/XII/1999



Hình 4.69. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Phú Lâm
Từ 9h 3/X/1993 đến 7h 8/X/1993



Hình 4.70: Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Phú Lâm từ 1h 1/XII/1999 đến 20h 9/XII/1999

◆ ***Kết quả tính toán***

Để kiểm định kết quả tính toán của mô hình chúng tôi đã sử dụng tài liệu thực đo quá trình mực nước lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm trong thời đoạn tính toán để so sánh. Để đánh giá sai số của mô hình chúng tôi cũng đã sử dụng chỉ tiêu Nash như đã trình bày ở trên.

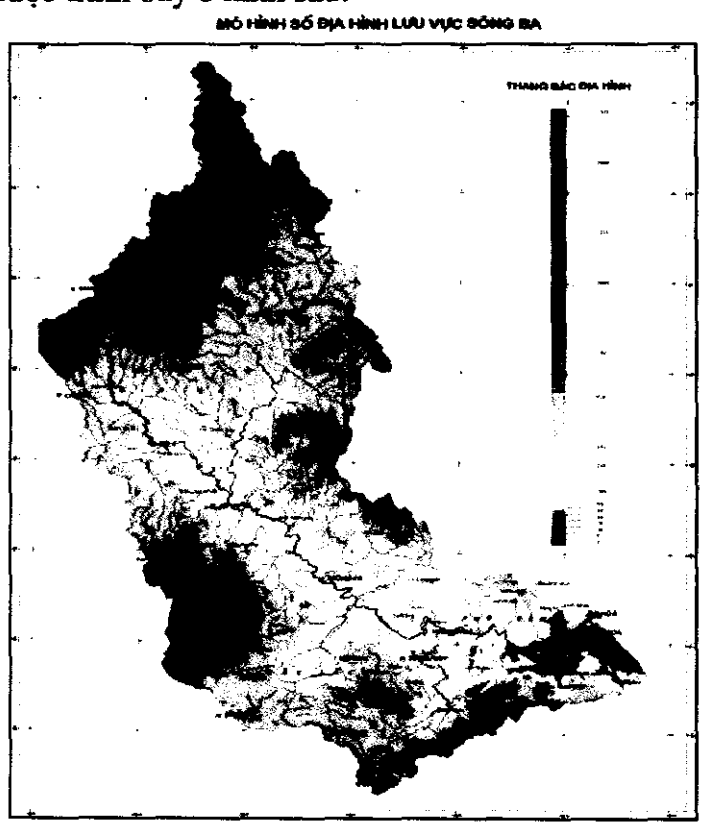
Kết quả tính toán cho thấy, đường quá trình mực nước giữa thực đo và tính toán tại trạm thủy văn Phú Lâm khá phù hợp (hình 4.69, 4.70). Trong trận lũ tháng X/1993, thời điểm xảy ra mực nước lớn nhất lúc 2h ngày 5/X với $H_{tínhtoán}$ = 8,61m và $H_{thực\ đo}$ = 8,55m. Trong trận lũ tháng XII/1999, thời điểm xảy ra mực nước lớn nhất lúc 16h ngày 3/XII/1999: $H_{tính\ toán}$ = 3,81m và $H_{thực\ đo}$ = 3,83m. Dựa theo chỉ số Nash (R^2) thì độ chính xác của kết quả tính toán khá cao, R^2 = 0,96 đối với trận lũ lịch sử năm 1993 và R^2 = 0,91 đối với trận lũ lịch sử năm 1999. Như vậy các thông số mô hình chọn để tính toán là có thể chấp nhận được và có thể sử dụng trong dự báo.

Kết quả tính toán mô phỏng quá trình lũ từ 3 - 8/X/1993 và từ 1- 9/XII/1999 vùng hạ lưu sông Ba từ Củng Sơn đến cửa sông Đà Rằng bằng mô hình HEC - HMS khá phù hợp với diễn biến lũ thực tế. Với trận lũ từ 3 - 8/X/1993 nước của sông Đà Rằng đã bị tràn qua quốc lộ 25 (phía tả ngạn sông) và tỉnh lộ 645 (phía hữu ngạn sông) gây ngập lụt nặng nề nhiều xã ở hai bên quốc lộ này. Còn trong

trận lũ đầu tháng XII/1999 thì nước sông Đà Rằng chỉ làm ngập các đường liên xã, còn quốc lộ 25 thì không bị nước tràn qua. Với bộ thông số mô hình đã được lựa chọn, có thể dùng để mô phỏng quá trình lũ cho các trận lũ lớn khác trên sông Ba và các lưu vực khác ở khu vực miền Trung. Đặc biệt có thể dùng để dự báo trước về mức độ của của các trận lũ, thời gian truyền lũ và vùng có khả năng gây ngập úng để có những biện pháp ứng cứu kịp thời nhằm giảm bớt các thiệt hại về người và của do lũ lụt gây ra.

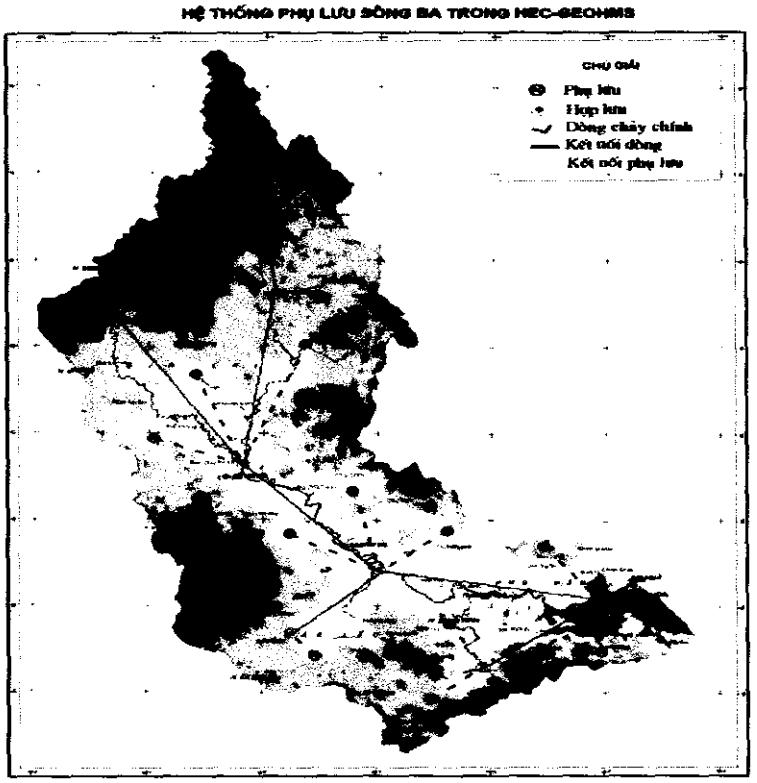
III.4.3. Xây dựng mô hình số địa hình (DEM) lưu vực

Để xây dựng mô hình số địa hình lưu vực sông Ba, đã phải tiến hành số hoá và tiếp biên một hệ thống các bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 25.000 cho toàn lưu vực, sau đó tiếp tục xây dựng DEM bằng phần mềm Arc/Info 8.01. Kết quả xây dựng DEM dưới dạng grid được trình bày ở hình sau:



Hình 4.71: Mô hình số địa hình lưu vực sông Ba

Sau khi xây dựng mô hình DEM cho lưu vực sông Ba, các bước tiến hành tiếp theo là xây dựng dữ liệu dưới dạng grid gồm: Hướng dòng chảy, hướng dòng chảy tích tụ, xác định các dòng sông, xác định các đoạn sông, xác định ranh giới các lưu vực và các dữ liệu dưới dạng vector là các phụ lưu và các đoạn sông. Kết quả được trình bày trong hình 4.72.



Hình 4.72: Lưu vực sông Ba

III.4.4. Mô phỏng diện và mức độ ngập lụt

Các kết quả tính toán trong HEC - RAS được xuất ra để kiểm tra, sau đó được kết hợp với HEC - GeoRAS để tính diện và độ sâu ngập lụt. Kết quả tính toán của mô hình cho trận mưa tháng X năm 1993 được thể hiện ở hình 4.73.

Căn cứ vào bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Ba tỷ lệ 1:10.000 và kết quả tính toán trên chúng tôi đã xây dựng bản đồ ngập lụt đồng bằng Phú Yên ở tỷ lệ 1:10.000 (hình 4.73). Nội dung cơ bản của bản đồ ngập lụt là mô tả lại diện ngập lũ trận lũ lịch sử X/1993 ở khu vực nghiên cứu và diện ngập lũ ứng với các cấp báo động I, II, III. Mức ngập lụt được xác định đường đồng mức ngập cơ bản trên bản đồ theo các mức báo động ứng với mực nước thực đo tại trạm Phú Lâm (Tuy Hòa):

+, Đường 2,0 m: báo động số I (mực nước trạm Phú Lâm: 1,7 - 2,4 m)

+, Đường 3,0 m: báo động số II (mực nước trạm Phú Lâm: 2,5 - 3,1 m)

+, Đường 3,5 m: báo động số III (mực nước trạm Phú Lâm: 3,2 - 3,8 m)

+, Đường lũ lịch sử 1993 (~ 5m) (mực nước trạm Phú Lâm: 4,9 - 5,21 m)

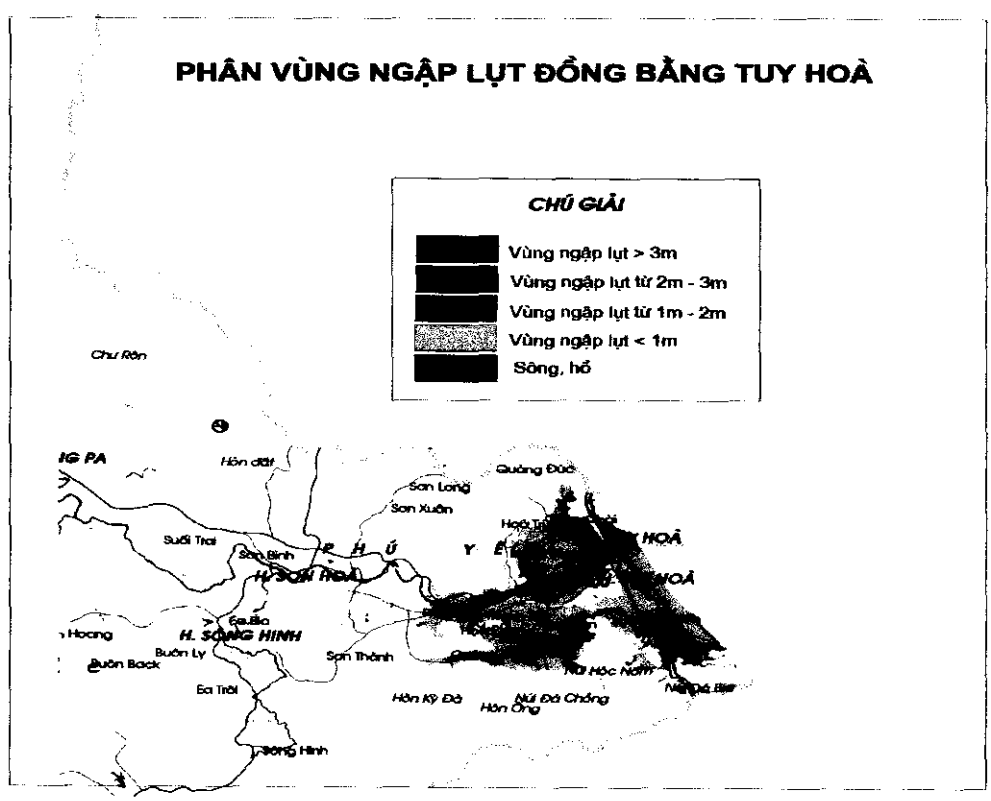
Trên bản đồ có thể xác định được diện tích ngập với từng cấp mực nước (bảng 4.9) và thời gian ngập trung bình của các cấp mực nước như sau (bảng 4.10). Tổng diện tích ngập tính toán là 8993ha.

Bảng 4.9: Diện tích ngập của từng cấp mực nước

Mực nước	H. Tuy Hòa	TX. Tuy Hòa	Tổng	Ghi chú
2,0 m	191	554	745	Báo động số I
2,5 m	557	1028	1585	
3,0 m	874	1524	2398	Báo động số II
3,5 m	1163	2581	3744	Báo động số III
4,0 m	1481	4146	5627	
4,5 m	1626	5184	6810	
5,21 m	2321	6672	8993	Lũ lịch sử

Bảng 4.10: Thời gian ngập trung bình của các cấp mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm

Mực nước ngập (m)	Tổng thời gian ngập trung bình (giờ)
5,21	111
4,5	92
4,0	62
3,5	40
3,0	26
2,5	12



Hình 4.73. Bản đồ ngập lụt đồng bằng Phú Yên X/1993 xây dựng từ mô hình DEM

III.5. LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG

Mô hình tổng hợp mưa-dòng chảy LTANK.

Chúng tôi đã sử dụng mô hình LTANK để tính toán dự báo lũ cho lưu vực sông Hương với bước thời gian Δt=1h. Kết quả kiểm định mô hình được kiểm tra bằng kết quả thực đo của lũ lớn nhất trong các năm 1994, 1995, 1997, 1998, 1999. Kết quả tính toán dự báo với sai số phương án tính toán dự báo lũ sông Tả Trạch cho trạm Thượng Nhật (F=208 km^2) với chỉ tiêu đánh giá chất lượng như sau:

Năm	Nash (R_2)%	Tổng lượng (C_2) %	Đỉnh cao nhất (C_1)	Tổng hợp (C_o)
1994	89.60	0.00	1.96	90.54
1995	94.49	0.00	7.26	93.78
1997	91.60	0.00	5.88	92.15
1998	75.51	4.20	7.51	77.37
1999	48.32	0.00	34.14	51.79

Mô hình thủy lực KRSAL

Điều kiện biên.

Để mô phỏng quá trình tính toán dòng chảy sông Hương và vùng đồng bằng Thừa Thiên Huế các biên của mô hình dự báo lũ:

- Biên mưa - mô hình mưa giờ theo tài liệu quan trắc sau khi chỉnh lý của các trạm: Huế, Phú Ốc và A Lưới.

- Biên lưu lượng là quá trình dòng chảy thực đo trích lũ và được tính toán theo mô hình mưa - dòng chảy LTANK.

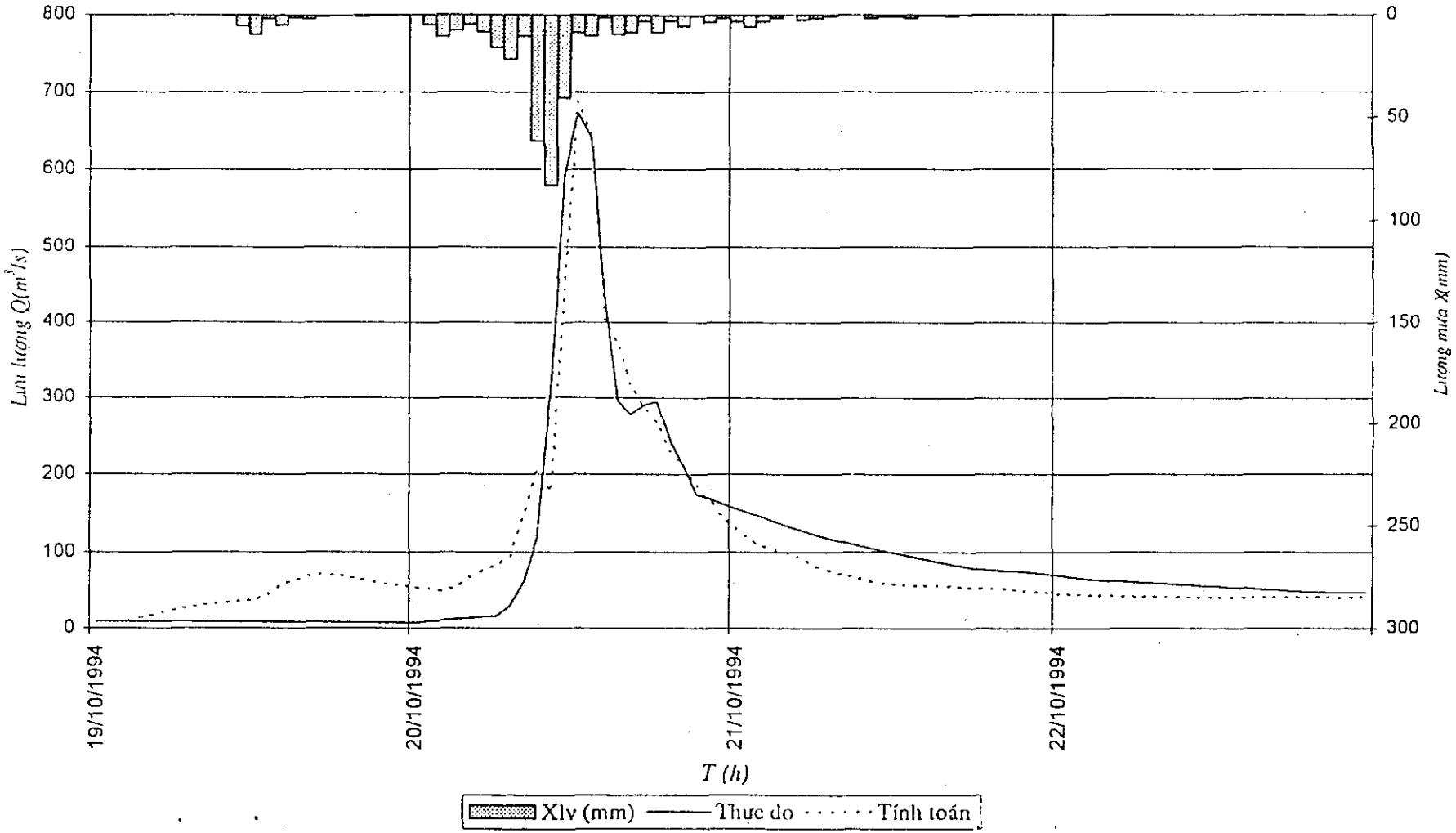
Sơ đồ tính toán thủy văn thủy lực dự báo lũ sông Hương.

- Căn cứ vào điều kiện tự nhiên, địa hình, nghiên cứu mô phỏng và tình hình tài liệu đo đạc được, hệ thống sông ngòi... để xây dựng sơ đồ tính.

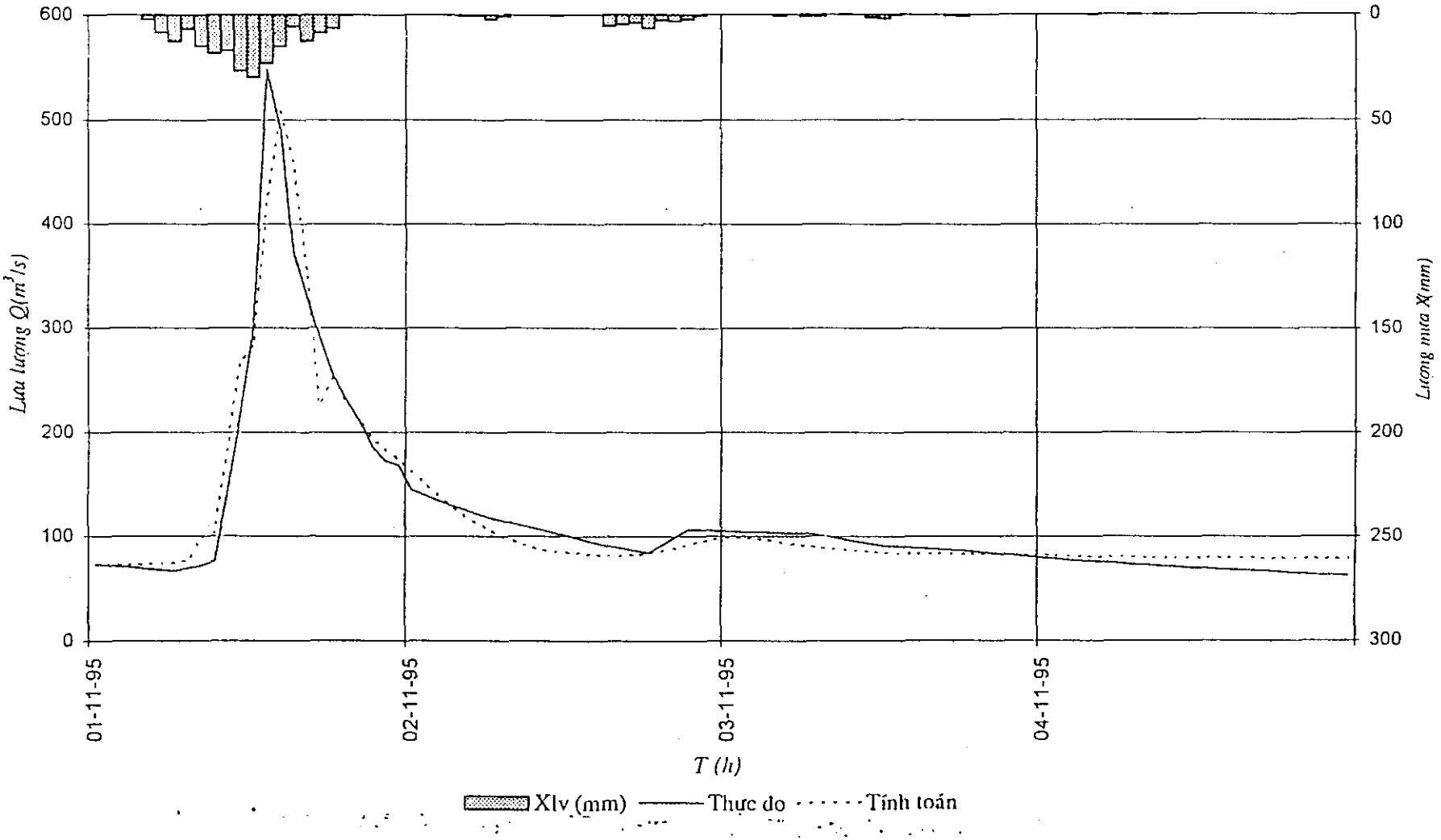
- Bản đồ tỷ lệ 1:10.000 tỉnh Thừa Thiên - Huế và Quảng Trị.

- Tài liệu đo đạc các mặt cắt sông và đầm phá của Viện Địa lý, Trường Đại học Thủy lợi, Viện Nghiên cứu Khoa học Thủy lợi và các cơ quan khác...

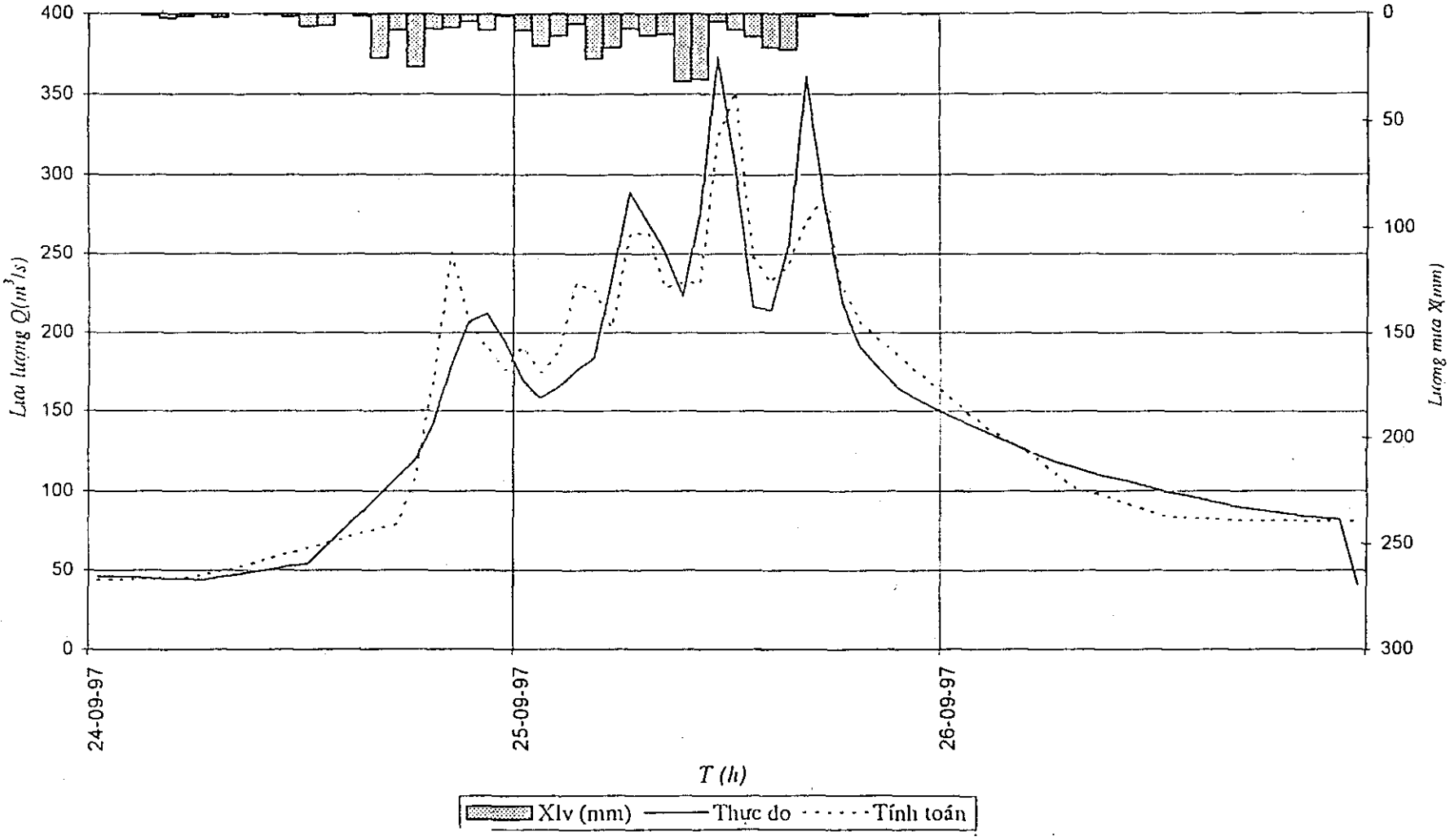
- Sơ đồ tính toán thủy văn thủy lực cho toàn hệ thống sông được phân chia ra



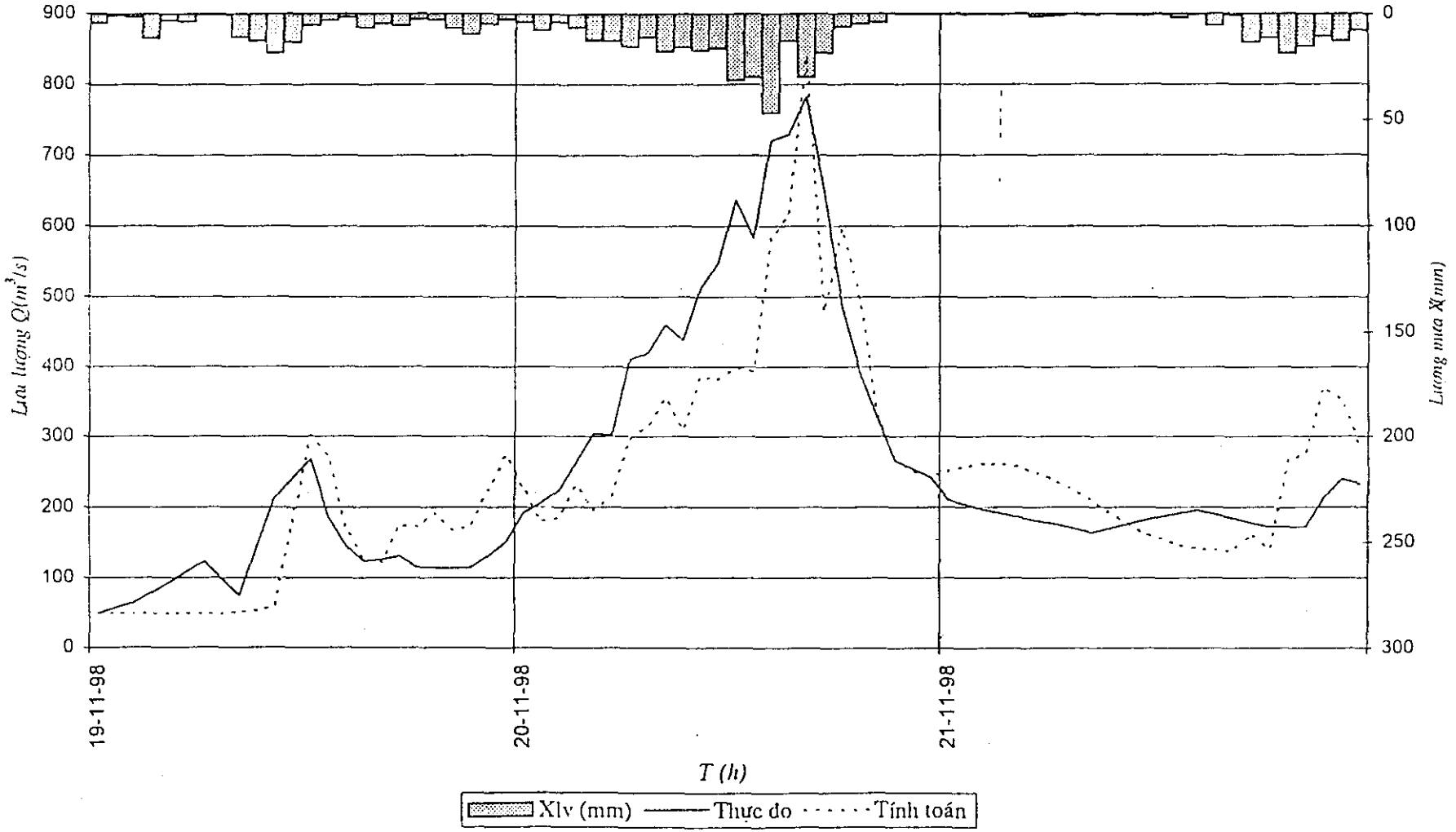
Hình 4.75: Dòng chảy thực đo và tính toán sông Tả Trạch – Trạm Thượng Nhật – Trận lũ 19/X/ 1994



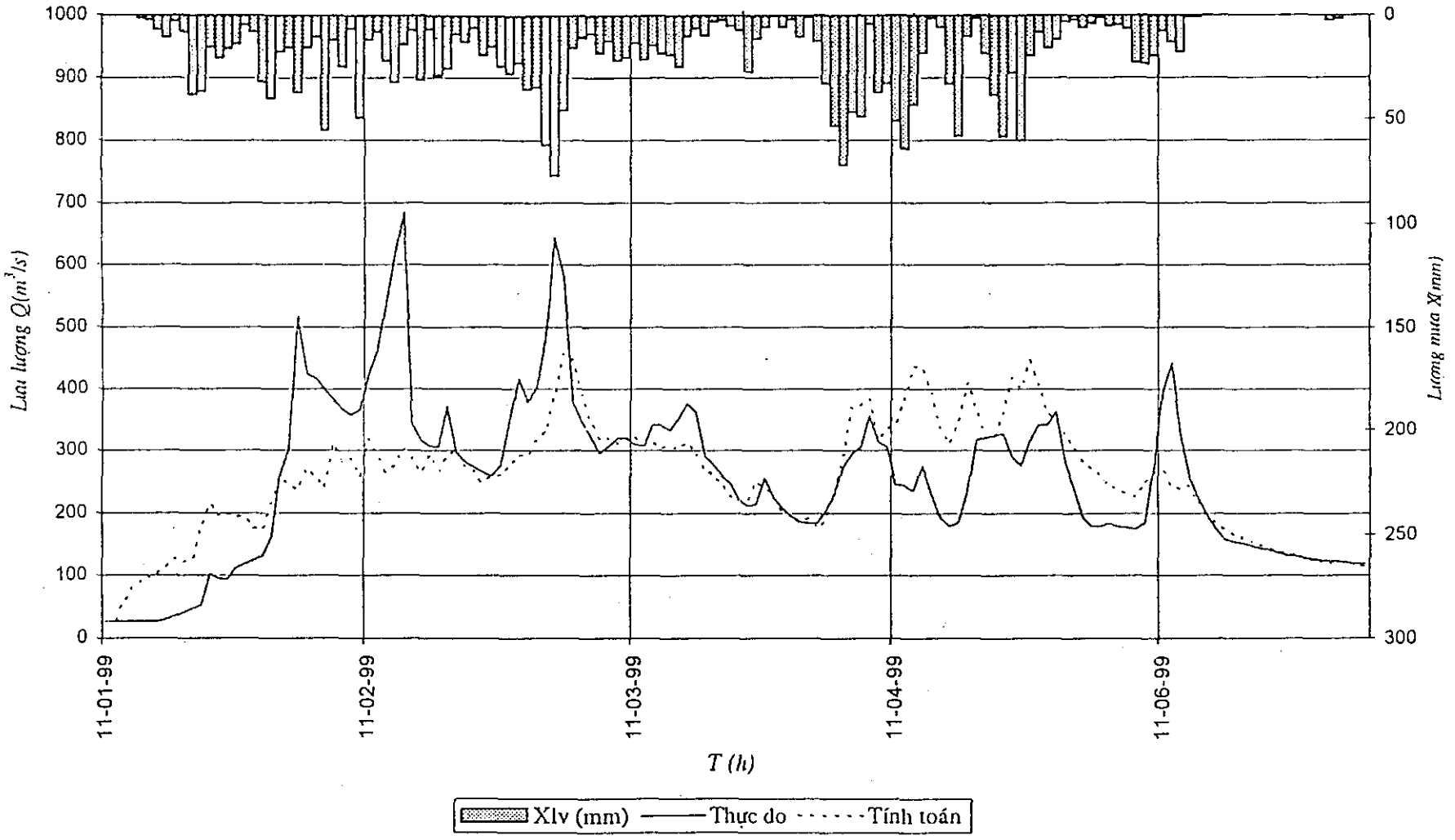
Hình 4.76: Dòng chảy thực đo và tính toán sông Tả Trạch – Trạm Thượng Nhật – Trận lũ 01/XI/1995



Hình 4.77: Dòng chảy thực đo và tính toán sông Tả Trạch – Trạm Thượng Nhật – Trận lũ 24/IX/1997



Hình 4.78: Dòng chảy thực đo và tính toán sông Tả Trạch – Trạm Thượng Nhật – Trận lũ 19/XI/1998



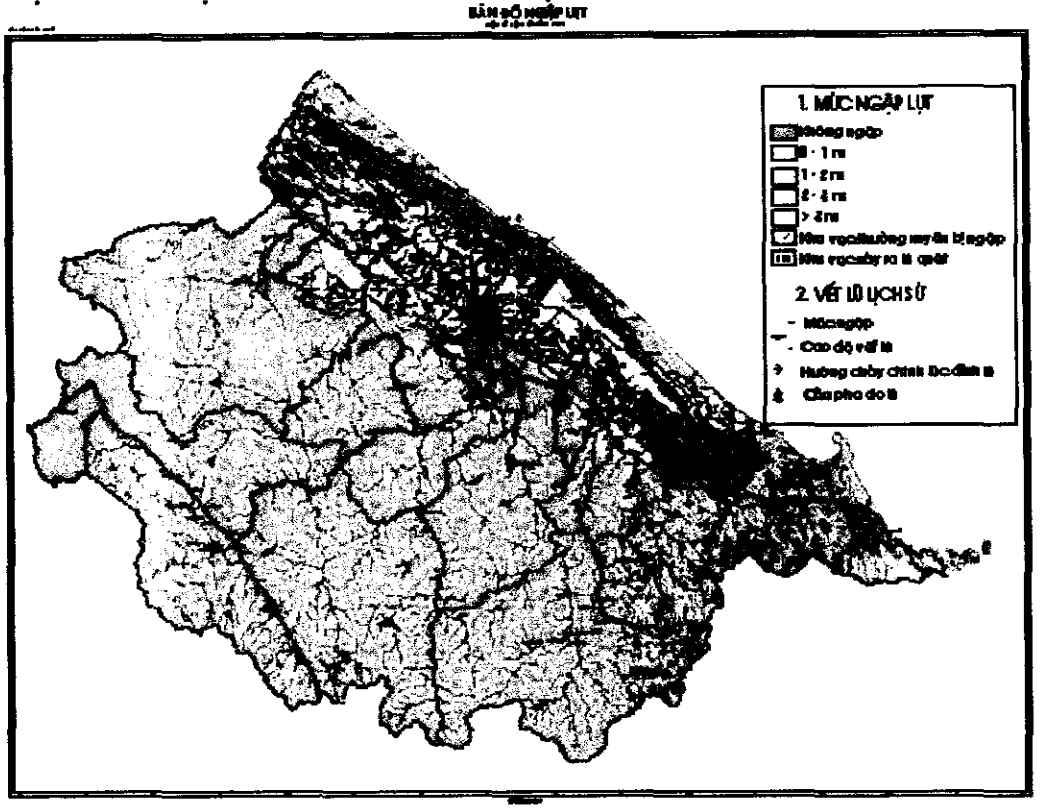
Hình 4.79: Dòng chảy thực đo và tính toán sông Tả Trạch – Trạm Thượng Nhật – Trận lũ từ 01 đến 06/XI/1999

- làm 150 nút, 163 đoạn sông cùng với 66 ô ruộng (hình 4.80).

Mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt trận lụt 1999

Bằng kết quả tính toán từ mô hình LTANK và KRSAL chúng tôi đã tiến hành mô phỏng diện tích và độ sâu ngập lụt trong trận lũ lịch sử năm 1999. Tổng diện tích ngập trong trận lũ lịch sử từ 1 - 6/XI/1999 của toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế là 108.179,2 ha chiếm 21,4% tổng diện tích đất tự nhiên (bảng 4.12)

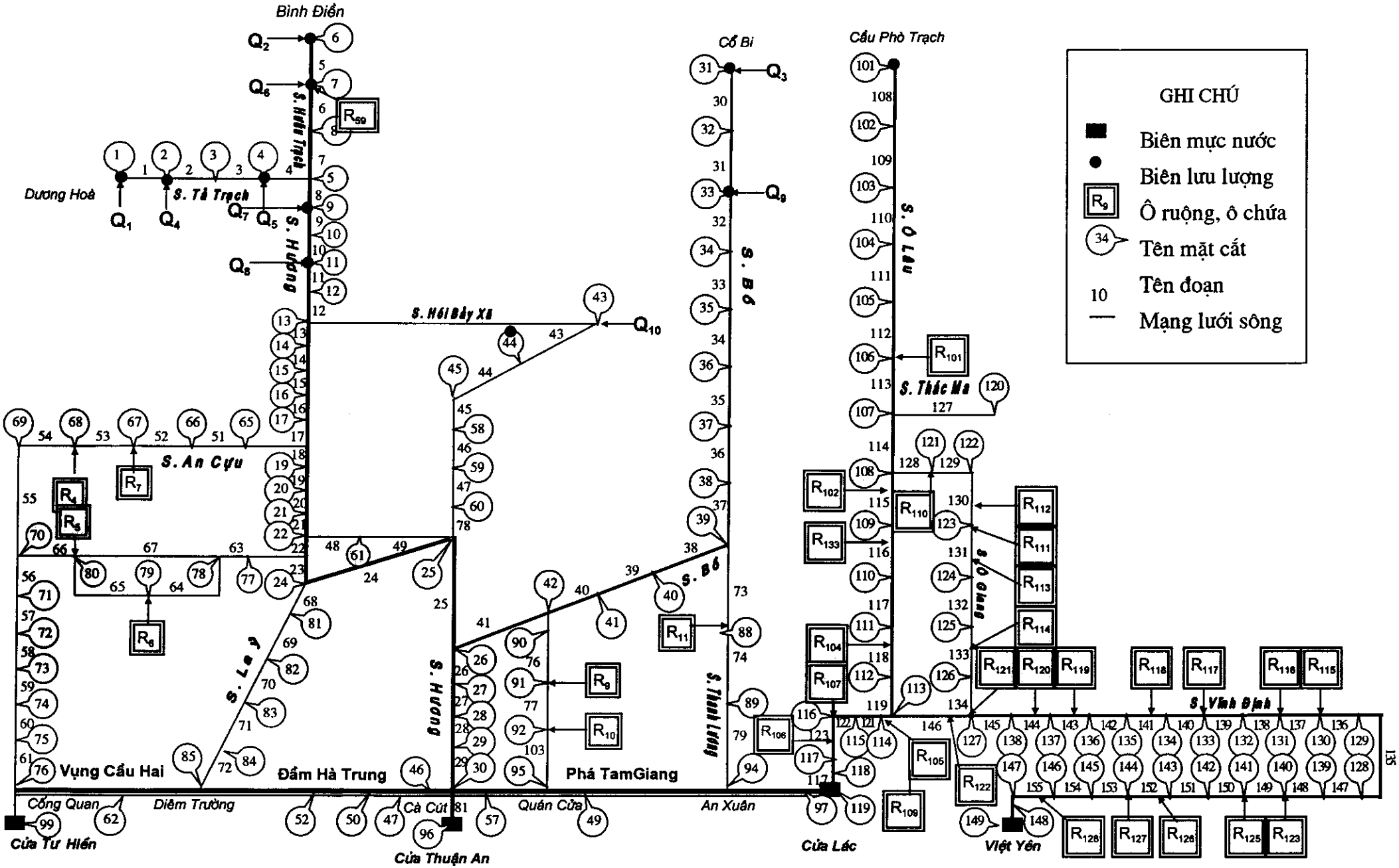
Mô hình LTANK đã được nghiên cứu ứng dụng cho tổng hợp dòng chảy từ mưa kết hợp với mô hình thủy lực KRSAL tạo nên một bộ mô hình thủy văn - thủy lực có tính thích hợp tốt để dự báo dòng chảy, diện và mức độ ngập lụt với thời gian dự kiến của dự báo là 6h cho các lưu vực vừa và nhỏ.



Hình 4.81: Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Hương XI/1999

Bảng 4.11: Diện tích ngập lụt trong trận lũ lịch sử đến 6/XI/1999 theo các mức ngập và địa bàn huyện của tỉnh Thừa Thiên - Huế

Huyện	Mức ngập						Dt ngập/ Dt ko ngập (%)
	Không ngập	0-1m	1-2m	2-3m	>3m	Sông, hồ, đầm	
A Lưới	122160.1	0	0	0	0	400.6	0.3
Hương Thủy	38539.7	1026	479	314.6	4721.2	617	15.7



Hình 4.80: Sơ đồ tính thủy lực hệ thống sông tỉnh Thừa Thiên - Huế

Hương Trà	38993.2	2461	482	632.6	7727.1	1846.4	25.2
Nam Đông	64660.9	0	0	0	0	326.5	0.5
Phong Điền	74940.3	2844	1759	1413.6	11227.4	2956.1	21.2
Phú Lộc	50125.6	2110	1440	371.9	5960.3	11793.2	30.2
Phú Vang	3471.8	470.9	650	974.6	14376.7	8500.2	87.8
Quảng Điền	1331	731.8	538	542.4	9104	4355.8	92
TP. Huế	2073.2	242.7	238	444.1	3538	561.4	70.8
Toàn tỉnh	**396295.8**	**9888**	**5586**	**4693.7**	**56654.7**	**31357.2**	**21.4**

Có thể thấy rằng các mô hình được sử dụng trong đề tài đáp ứng được mục tiêu nghiên cứu:

1. Công nghệ dự báo được xây dựng trên cơ sở liên kết hệ thông tin Địa Lý, mô hình số địa hình, các bộ phần mềm thủy văn thủy lực của Trung tâm Thủy văn ứng dụng thuộc US Army Corps of Engineers. Các hợp phần của công nghệ liên kết với nhau chặt chẽ như một khối thống nhất, được tích hợp rất tốt với cơ sở dữ liệu GIS.

2. Các tham số của mô hình có thể cập nhật dễ dàng, nhanh chóng bằng công cụ GIS. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình dễ dàng thể hiện được ở dạng các bản đồ truyền thống giúp cho người vận hành mô hình dễ hình dung hiện trạng ngập lụt trong thời gian ngắn nhất. Thời gian tính toán ngập lụt cho một trận mưa là không quá dài (15 - 30 phút).

3. Công nghệ tính toán diện và mức độ ngập lụt được xây dựng trên cơ sở liên kết hệ thông tin địa lý (GIS), mô hình số độ cao (DEM) và các bộ chương trình thủy văn-thủy lực của trung tâm Thủy văn ứng dụng thuộc US Army Corps of Enginners (HEC-HMS và HEC-RAS) đã hiệu chỉnh để phù hợp với vùng nghiên cứu (miền Trung Việt Nam) với tất cả các thông số đầu vào được lưu trong cơ sở dữ liệu, đặc biệt số liệu mưa đã được nhập tự động vào mô hình thay vì nhập vào tay như trong HEC-1. Với diện tích lưu vực sông nhỏ hơn 10.000 km^2, thời gian tính toán khi nhập số liệu mưa cho đến khi ra được bản đồ 2 - 3 giờ, nên bản tin cảnh báo không quá trễ, kịp thời có phương án ứng xử với thiên tai lũ lụt, đồng thời, việc cảnh báo được tiến hành trên máy tính cá nhân, với một cơ sở dữ liệu được xây dựng từ trước, thao tác đơn giản, phù hợp với khả năng xử lý của các địa phương (cụ thể đã triển khai dự báo lũ lụt trên các lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia, sông Nhật Lệ, sông Thạch Hãn và sông Ba).

4. Phần thượng lưu sông Thu Bồn - Vu Gia có độ dốc lớn, thời gian lũ lên và lũ xuống nhanh, sự phân bố mưa trên lưu vực rất không đồng đều nên việc tính toán thủy văn gặp nhiều khó khăn, thời gian dự kiến của dự báo chỉ có thể đạt giá trị 6 giờ. Mô hình HMS có thể áp dụng để dự báo lưu lượng cho 2 trạm Nông Sơn và Thành Mỹ với thời gian dự kiến của dự báo là 6 giờ. Mô hình ANN đã được áp dụng dự báo mực nước cho các trạm hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn là Ái Nghĩa, và Câu Lâu với thời gian dự báo là 12 giờ. Kiểm định sai số của mô hình theo chỉ tiêu Nash đều lớn hơn 0,90 cả trong giai đoạn huấn luyện mô hình và giai đoạn dự báo. Đặc biệt, mô hình ANN cho kết quả rất tốt đối với trạm Câu Lâu - là trạm quan trọng ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn và cần được nghiên cứu tiếp để dự báo tác nghiệp cho mực nước tại trạm Câu Lâu.

5. Mô hình phân tích hệ thống sông theo HEC-RAS có thể cung cấp dữ liệu và các thông số để diễn toán ngập lụt theo một khoảng thời gian bất kỳ trong một trận mưa giúp việc nghiên cứu phân tích diễn biến ngập lụt được dễ dàng hơn.

6. Mô hình mưa dòng chảy LTANK kết hợp với mô hình thủy lực KRSAL tạo nên một bộ mô hình thủy văn – thủy lực có tính thích hợp tốt để dự báo dòng chảy, diện và mức độ ngập lụt với thời gian dự kiến của dự báo là 6h cho các lưu vực vừa và nhỏ.

7. Sản phẩm cuối cùng của sử dụng các mô hình trên là bản đồ ngập lụt, giúp dễ dàng tính toán thống kê diện và mức độ ngập lụt cũng như các thiệt hại do lũ lụt gây ra

8. Để có được sản phẩm trên nhóm tác giả đã tiến hành song song triển khai một khối lượng công việc lớn ở cả ba phương diện: Lập trình kết nối các phần mềm thủy văn, thủy lực và cơ sở dữ liệu thành một hệ thống thống nhất có giao diện gần gũi với người sử dụng; Tiến hành triển khai thực địa, thu thập thông tin, xây dựng cơ sở dữ liệu cho mô hình; Xây dựng bộ thông số của mô hình...

CHƯƠNG V

ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP TỔNG THỂ PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIÊN TAI LŨ LỤT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I. MỤC TIÊU VÀ CƠ SỞ LÝ LUẬN CỦA GIẢI PHÁP TỔNG THỂ

Hàng ngàn năm qua, Việt Nam quản lý nguồn nước theo hướng đảm bảo thủy lợi cho lúa và ngăn ngừa thiệt hại do lũ lụt. Điểm mấu chốt trong quản lý nguồn nước là sử dụng cho công tác thủy lợi cũng như bảo vệ các vùng hạ lưu khỏi bị ngập lụt. Thực tiễn của công việc phòng chống thiên tai lũ lụt đã giúp cho chúng ta thấy rằng: việc xác định mục tiêu phòng chống lũ lụt và giảm nhẹ thiệt hại không thể chỉ dựa vào các yếu tố tự nhiên (tần suất xuất hiện lũ lụt) để xác định mà phải được thay thế dần bằng cách kết hợp giữa các yếu tố tự nhiên với nhân tố xã hội nhằm đạt được phương án tối ưu. Việt Nam cũng như các nước đang phát triển khác đang đứng trước sự bùng nổ về dân số, sự khai thác quy mô lớn các nguồn tài nguyên thiên nhiên nhờ những kỹ thuật công nghệ hiện đại, sự gia tăng của quá trình đô thị hóa, công nghiệp hóa và sự phát triển mạnh mẽ của cuộc cách mạng xanh trong nông nghiệp. Vì vậy đòi hỏi cần phải việc nghiên cứu, hoạch định chiến lược khai thác tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường cũng như vấn đề phòng chống thiên tai lũ lụt nằm trong mối quan hệ tổng hòa.

Quản lý sử dụng đất trên toàn lưu vực sẽ đảm bảo quy luật tuần hoàn của nước không bị phá vỡ, tránh gây ra các cực trị dòng chảy (lũ lớn, hạn kiệt...), xâm thực xói mòn bề mặt lưu vực... Nếu chỉ quan tâm đến sử dụng đất ở khu vực hạ du mà không kiểm soát sự phát triển của toàn lưu vực luôn bị động trong phòng tránh lũ lụt.

Phòng tránh thiên tai lũ lụt vừa là đòi hỏi cấp bách về lợi ích kinh tế vừa là đòi hỏi cấp bách của vấn đề xã hội. Vì vậy, việc xây dựng chiến lược phòng tránh thiên tai lũ lụt phải giải quyết hợp lý giữa các biện pháp nhằm đạt được mục tiêu phòng chống lụt bão và giảm nhẹ những thiệt hại do lũ lụt gây ra.

Theo các tài liệu nghiên cứu của tổ chức Liên Hiệp Quốc về phòng chống thiên tai cho thấy làm tốt quy hoạch tổng thể phòng chống lũ lụt từng địa phương, từng lãnh thổ cụ thể là góp phần làm giảm thiệt hại do lũ lụt gây ra. Qua thực tiễn đã thấy rằng lũ lụt không thể khống chế hoàn toàn, nhưng thiệt hại do chúng gây ra có thể hạn chế bằng những biện pháp khác nhau, trong đó cơ bản nhất là quy hoạch

tổng thể phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt.

"Giải pháp tổng thể phòng tránh lũ lụt nhằm làm cho lũ, lụt khi xảy ra không đưa đến thiệt hại hoặc ít nhất cũng hạn chế được các thiệt hại đó. Giải pháp tổng thể phòng tránh lũ lụt đề cập đến những biện pháp dài hạn, có hiệu lực trong nhiều năm với mục đích tránh ảnh hưởng tác hại của lũ lụt hoặc giới hạn tác hại trong chừng mực có thể chịu đựng được"

Phòng tránh lũ lụt là các biện pháp được lựa chọn nhằm hạn chế lũ lụt hoặc những thiệt hại do lũ lụt gây ra. Các biện pháp phòng tránh lũ lụt được dựa trên các điều kiện tự nhiên và trình độ kinh tế - xã hội của vùng. Mọi thành phần của điều kiện tự nhiên như khí hậu, cấu trúc địa chất, địa mạo, lớp phủ thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật, các yếu tố cảnh quan và hoạt động kinh tế của con người đều có quan hệ gắn bó và ảnh hưởng lẫn nhau. Vì vậy các biện pháp phòng tránh lũ lụt là những biện pháp liên kết với nhau nhằm **quản lý tổng hợp toàn bộ lưu vực** sông bao gồm :

- Đánh giá định lượng điều kiện khí hậu, các yếu tố mặt đệm (địa hình, địa chất, lớp phủ thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật) và các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội trên bề mặt lưu vực gắn với lũ lụt.
- Trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn các lưu vực sông
- Xây dựng các công trình điều tiết nước trên sông như hồ chứa, hệ thống đê ngăn lũ, phân lũ, giải phóng lòng sông, mở rộng các cửa thoát lũ...
- Quy hoạch sử dụng đất cho các mục đích: dân sinh, nông nghiệp...
- Xây dựng chương trình dự báo, cảnh báo lũ lụt và các tai biến do lũ lụt ở các lưu vực sông.
- Đề xuất các giải pháp về chính sách, tuyên truyền...

Lũ lụt là hiện tượng phức tạp, những trận lũ khác nhau rất nhiều về bản chất, về đặc điểm ảnh hưởng của chúng đối với những vùng ngập lũ. Tính dễ tổn thương bởi lũ lụt được xác định bằng những đặc tính về dân số và hệ số sử dụng đất, năng lực của hệ thống trong việc đối phó và phục hồi - đó là những vấn đề chủ yếu trong chiến lược quản lý lũ. Kiểm soát lũ một cách tuyệt đối không thể thực hiện được và cũng không mong muốn như vậy. Mục tiêu phù hợp hơn là dự báo, cảnh báo, quản lý và đối phó với lũ lụt để ngăn chặn tổn thất lan rộng và đạt được kết quả tốt nhất trong mỗi trường hợp.

Dựa vào tính chất lũ của các lưu vực sông, vấn đề cần quan tâm là phòng lũ

kèm theo giảm tình trạng ngập lụt ở các khu vực đồng bằng. Do tính chất mưa lớn tập trung và điều kiện địa hình dốc, ngắn không có khả năng xây dựng các công trình điều tiết lớn trên sông nên đối với các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung phải đặt mục tiêu lâu dài là: ***Kiểm soát lũ tiểu mãn và giảm nhẹ thiên tai do mưa lũ chính vụ gây ra.***

II. NỘI DUNG CỦA CÁC GIẢI PHÁP TỔNG THỂ PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ LŨ LỤT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

Trước hết cần hiểu rõ mục tiêu của phòng tránh lũ lụt là:

+, Từng bước giảm tổn thất về người và phương tiện sản xuất của nhân dân đặc biệt là vùng đồng bằng ven biển.

+, Từng bước nâng cao mức bảo đảm giao thông Bắc - Nam, giao thông liên tục, liên vùng (vùng biển - đồng bằng - trung du - miền núi).

+, Hạn chế đến mức thấp nhất sự gián đoạn các hoạt động kinh tế - xã hội cả về vật chất và tinh thần.

+, Đảm bảo lũ lụt không làm giảm mức tăng trưởng GDP toàn vùng quá 1% trung bình trong 5 năm (hiện nay trên 2%).

+, Đảm bảo mỗi người dân trong vùng dự án nhận thức rõ mức rủi ro và tổn thất do lũ lụt gây ra đồng thời thấy rõ trách nhiệm của mình, tự tổ chức phòng tránh, cứu hộ, cứu nạn cho mình và cho cộng đồng.

Dựa trên các điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội của toàn dải duyên hải miền Trung, không thể chống lũ một cách triệt để mà chỉ có thể phòng tránh và thích nghi từng bước, trong đó giải pháp phi công trình có vai trò quan trọng. Các giải pháp phi công trình cần ưu tiên là:

- Tăng cường khả năng dự báo, cảnh báo lũ ở từng vùng.

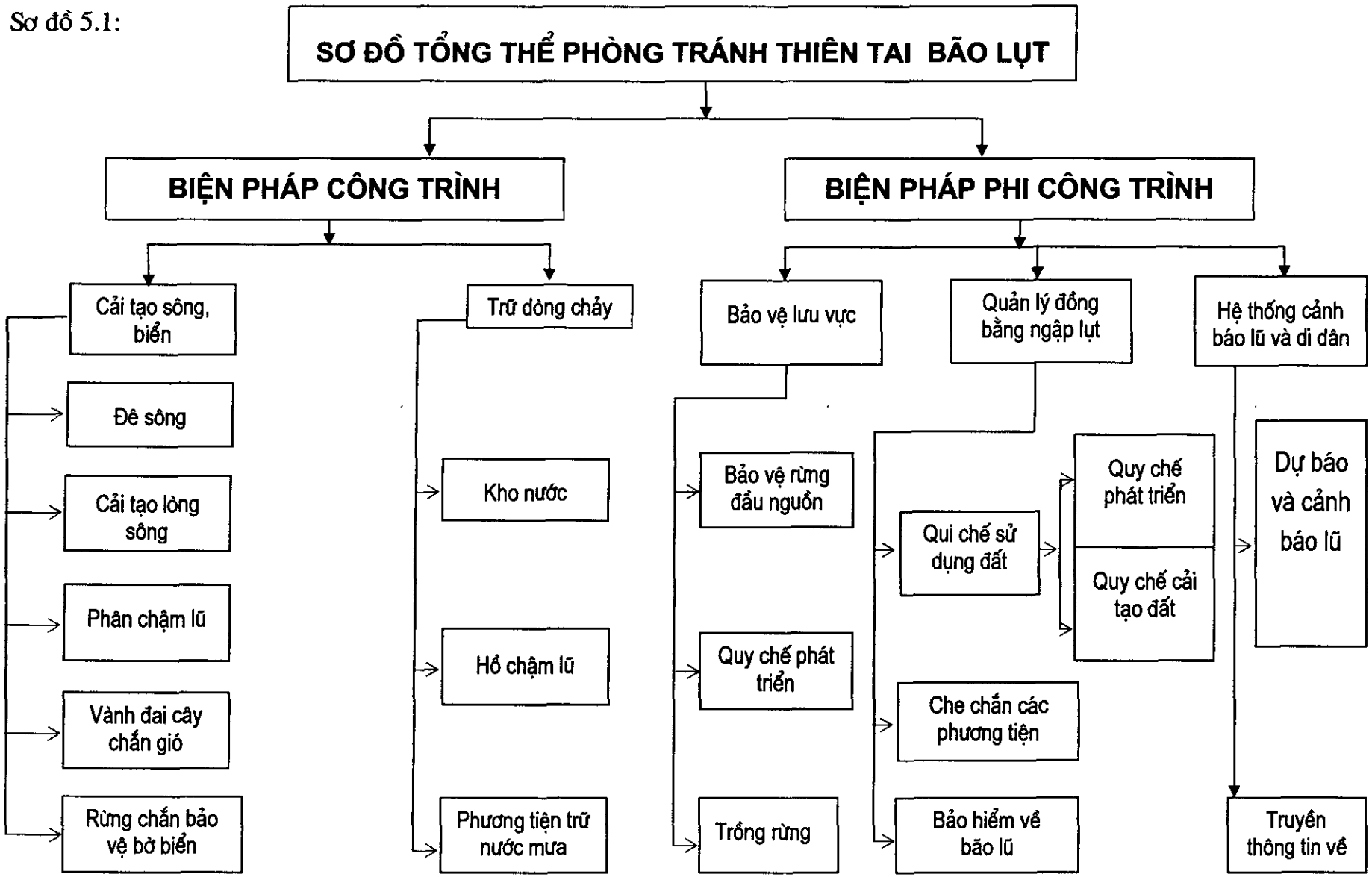
- Từng bước tổ chức lại khu dân cư trong vùng ngập, tăng cường khả năng phòng tránh thích nghi, triệt để sử dụng phương châm 4 tại chỗ: lực lượng tại chỗ, vật tư tại chỗ, hậu cần tại chỗ và chỉ huy tại chỗ.

- Lập quy hoạch tổng thể các lưu vực sông bao gồm quy hoạch của cả các ngành.

- Xác định tiêu chuẩn phòng tránh lũ cho từng vùng.

Một cách tổng quát, các biện pháp tổng thể phòng tránh lũ lụt cần được thực hiện theo sơ đồ 5.1.

Sơ đồ 5.1:


SƠ ĐỒ TỔNG THỂ PHÒNG TRÁNH THIÊN TAI BÃO LỤT
BIỆN PHÁP CÔNG TRÌNH
BIỆN PHÁP PHI CÔNG TRÌNH
Cải tạo sông, biển
Đê sông
Cải tạo lòng sông
Phân chậm lũ
Vành đai cây chắn gió
Rừng chắn bảo vệ bờ biển
Trữ dòng chảy
Kho nước
Hồ chậm lũ
Phương tiện trữ nước mưa
Bảo vệ lưu vực
Bảo vệ rừng đầu nguồn
Quy chế phát triển
Trồng rừng
Quản lý đồng bằng ngập lụt
Qui chế sử dụng đất
Quy chế phát triển
Quy chế cải tạo đất
Che chắn các phương tiện
Bảo hiểm về bão lũ
Hệ thống cảnh báo lũ và di dân
Dự báo và cảnh báo lũ
Truyền thông tin về

II.1. CÁC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH

Để xác định các biện pháp tránh lũ lụt cho các lưu vực sông chúng ta cần xác định các khu vực mục tiêu chống lũ và mức độ cần chống lũ từ đó đưa ra các tiêu chí phòng tránh lũ. Chiến lược cơ bản về phòng tránh lũ cho dải duyên hải miền Trung cần được xác định rõ ràng:

1. *Khu vực trọng điểm*: Trong quá trình lập kế hoạch kiểm soát lũ, cần xác định khu vực trọng điểm của mỗi lưu vực. Khu vực trọng điểm được xác định có tính đến vùng hay bị lũ trước đây và vùng dễ bị lũ lụt trong mỗi lưu vực sông. Hơn nữa những yếu tố sau đây cũng được tính đến:

- Các hoạt động nông nghiệp.
- Các hoạt động công nghiệp.
- Các yếu tố chính trị.
- Dân số và các yếu tố xã hội.

2. *Mức độ bảo vệ*: Mức độ bảo vệ khỏi lũ cũng cần phải được xác định trên cơ sở yêu cầu của mỗi lưu vực sông có tính đến các yếu tố đề cập ở trên. Tuỳ thuộc vào mỗi lưu vực sông, mức độ bảo vệ cũng rất khác nhau.

Theo quan điểm kiểm soát lũ, mức độ bảo vệ là 10% đối với các khu vực nông nghiệp và 1% đối với khu vực đô thị. Từ các yêu cầu bảo vệ của các loại đô thị, dựa vào đặc điểm địa hình và mưa lũ trên từng lưu vực sông gắn với các khu vực, để xác định được tiêu chí chống lũ cho từng lưu vực dải duyên hải miền Trung (bảng 5.1).

Các biện pháp công trình chống lũ cần được áp dụng trong kế hoạch phòng chống lũ có tính đến "*khả năng kỹ thuật, khả thi kinh tế, xã hội đồng tình và môi trường bền vững*". Bao gồm:

* Hệ thống đê: Do địa hình dải duyên hải miền Trung (ngắn dốc mưa lớn tập trung...) nên tác dụng của giải pháp đê chống lũ ở đây thường bị hạn chế. Trong toàn vùng chia thành các khu vực khác nhau:

- Do diện tích đồng bằng hạ du sông Cả sông Mã lớn và mưa lũ ở đây chịu tác động chính của các hoàn lưu ổn định vì vậy định hướng chung là hoàn chỉnh hệ thống đê để phối hợp với các giải pháp khác chống lũ chính vụ lớn tương đương với lũ lịch sử trên từng sông chính. Còn đối với các sông nhỏ ven biển chống lũ vụ hè thu.

Bảng 5.1: Tiêu chí chống lũ cho các lưu vực sông

TT	Sông	Địa điểm	Q (m^3/s)	H (m)	P(%)	Loại lũ
1	Mã	Cầu Tao	7000	5,6	1	Lũ chính vụ
2	Cả	Cầu Bến Thủy	11900	6,28	1	Lũ chính vụ
3	Quảng Trị	Thành Quảng Trị	13670	6,5		Lũ chính vụ
		Thành Quảng Trị	4200	3,85	1	Lũ hè thu
4	Hương	Kim Long	13670	3,71	5,9	Lũ chính vụ
		Phú Ốc	3050	4,5		
		Kim Long	4243	2,5	1	Lũ hè thu
		Phú Ốc	1410	3,5		
5	Thu Bồn - Vu Gia	Nông Sơn	9610		10	Lũ chính vụ
		Ái Nghĩa		9,5	10	Lũ chính vụ
		Giao Thuỷ		8,4	10	Lũ chính vụ
6	Trà Khúc	Sơn Giang	10200		10	Lũ chính vụ
					5	Lũ sớm
		Trà Khúc		6,2	10	Lũ chính vụ
7	Côn	Bình Thạch	2997		10	Lũ chính vụ
			1521		1	Lũ sớm
8	Ba	Củng Sơn	13560		10	Lũ chính vụ
			4500		1	Lũ sớm
9	Cái (Nha Trang)	Đồng Trăng	2992		10	Lũ chính vụ
10	Cái (Phan Rang)	Đập Nha Trinh	5103		2	Lũ chính vụ
11	Lũy	Cầu đường sắt	2163		5	Lũ chính vụ
12	Cái Phan Thiết	Cầu đường sắt	1122		2	Lũ chính vụ

- Đối với các khu vực còn lại là hoàn chỉnh hệ thống đê kết hợp với các giải pháp khác chống lũ tiểu mãn, lũ sớm, lũ muộn bảo vệ sản xuất ăn chắc hai vụ Đông xuân và Hè thu.

* Chỉnh trị sông: cải tạo luồng lạch thoát lũ ở hạ du, cửa biển. Làm kè và mỏ hàn bảo vệ bờ. Xây dựng hành lang thoát lũ.

* Xây dựng các kênh phân lũ.

* Xây dựng các hồ chứa thượng nguồn, các bể chậm lũ ở trung lưu và các hồ chứa ngầm cắt lũ cho hạ du.

Địa hình chia cắt và trải dài qua nhiều vĩ độ địa lý nên các biện pháp công trình phòng chống lũ của từng lưu vực rất khác nhau. Chúng tôi đi vào từng lưu vực để đưa ra các biện pháp công trình thích hợp.

1. ***Lưu vực sông Mã***: Khu vực trọng điểm phòng chống lũ trên lưu vực sông Mã là thành phố Thanh Hóa. Lũ có tần suất xuất hiện 1% trên sông Mã (tương đương lũ năm 1973) sẽ gây ngập lụt cho thành phố và vùng hạ du, ảnh hưởng rất lớn đến phát triển kinh tế - xã hội, môi trường.

Bảng 5.2 : Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Mã

Địa điểm	Sông	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn		P (%)
		H (m)	*Q (m^3/s)*	*Năm*	*H (m)*	
Xuân Khánh	Chu	13,9	8500	1962	13,9	2,5
Cầu Tào	Mã	5,6	1250	1973	5,6	1
Cầu Lèn	Mã	6,8	2050	1973	6,8	1
Giàng	Mã	7,5		1927	7,5	1
Kim Tân	Bưởi	13,75		1996	13,75	5

Hệ thống đê sông: Hệ thống đê phải đảm bảo được chống lũ lịch sử đã xảy ra và theo tiêu chuẩn cấp đê:

- Đê hữu sông Chu tiêu chuẩn đê cấp I, mực nước lũ tại Xuân Khánh không được vượt quá 13,92 m .
- Đê tả sông Chu tiêu chuẩn cấp II tần suất chống lũ 1%.
- Đê tả sông Mã chống với mực nước tại Giàng là 7,9m.

- Đê sông Lèn chống lũ với tần suất 2,5%.
- Đê sông Hoạt với lũ 5%.

Cùng với việc củng cố hệ thống đê, cần nạo vét khu vực lòng dẫn hạ du nhằm đảm bảo sức chứa cho 5.000 m^3/s và tiêu thoát lũ khi mực nước triều thấp.

Việc nâng cao đê và nạo vét lòng dẫn cũng không chống được lũ 1% (tương ứng với Q = 7.000 m^3/s tại Cầu Tào). Như vậy lưu lượng 2.000 m^3/s cần được giữ lại ở thượng lưu bằng các hồ chứa. Dựa trên địa hình trung lưu sông Mã (thuộc tỉnh Thanh Hóa) một số khu vực có khả năng xây dựng hồ chứa như:

- Trên sông Chu (phụ lưu cấp I lớn nhất của sông Mã): hồ chứa Cửa Đạt, Cánh Pết và Sông Âm.
- Trên dòng chính sông Mã: hồ chứa Thác Quýt.
- Trên sông Bưởi: hồ chứa Chòm Mo.

Theo thiết kế, khi xây dựng đầy đủ các hồ chứa có dung tích phòng lũ rất đáng kể, riêng hồ chứa Cửa Đạt có dung tích phòng lũ ước tính 105,6 triệu m^3 giảm mực nước hạ lưu và giúp cho nước tiêu thoát tốt:

- Nếu làm đầy đủ các hồ (Cửa Đạt, Thác Quýt, Chòm Mo) sẽ làm giảm mực nước cho Kiểu là 1,2m, Kim Tân 1,5m, Xuân Khánh 0,74 m (so với lũ lịch sử 1962).
- Nếu làm hồ Cửa Đạt sẽ hạ mực nước hạ lưu Xuân Khánh được 0,74 m, tại Ngã Ba Bông là 0,3m, Giàng 0,4m và tại cửa Báo Văn là 0,25m.

2. ***Lưu vực sông Cả***: Tiêu chuẩn chống lũ của lưu vực này là đảm bảo an toàn cho thành phố Vinh, giảm ngập lụt cho vùng hạ du. Theo tính toán số liệu quan trắc thủy văn trên sông Cả, mực nước trên 6,28 m tại cầu Bến Thủy tương ứng lưu lượng 11.900 m^3/s gây ngập lụt nghiêm trọng cho hạ du, bao gồm cả thành phố Vinh.

Với tiêu chí chống lũ được trình bày ở trên, các công trình chống lũ hiện nay của lưu vực sông Cả đã đáp ứng:

- Hệ thống đê trên sông Cả được bố trí hợp lý, đáp ứng cả về chiều dài và độ cao, vì vậy cần củng cố hệ thống đê (cả đê sông lẫn đê biển) để đảm bảo chống lũ hè thu với tần suất 10%.
- Hiện nay khả năng tiêu thoát ở hạ du sông Cả chỉ ở mức 10.000 m^3/s và lưu lượng 1.900m^3/s cần được giữ lại ở các hồ chứa phía thượng du. Các biện pháp công trình hồ chứa bao gồm:

Bảng 5.3: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Cả

Địa điểm	Sông	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn		P (%)
		H (m)	Q (m^3/s)	Năm	H (m)	
Đô Lương	Cả	20,33	8350	1978	20,49	2
Yên Thượng	Cả	12,95	13060	1978	12,95	1,5
Nam Đàn	Cả	10,16	13160	1978	10,16	1
Chợ Tràng	Cả	7,28	16000	1978	7,28	1
Bến Thủy	Cả	6,28	17660	1978	6,28	1
Linh Cảm	Chu	7,88	5970	1978	7,88	1

- Củng cố các hồ đập hiện có như hồ Vực Mấu giảm lũ cho sông Hoàng Mai để giảm ngập lụt cho vùng đồng bằng.

- Xây dựng một số hồ chứa ở thượng du nhằm điều tiết dòng chảy, nâng cao mức đảm bảo chống lũ của đê: Hồ Thác Muối trên sông Giăng, Hồ Bản Lả trên sông Cả và hồ Bản Mồng trên sông Hiếu. Sau khi có hồ chứa, mực nước lũ tại Nam Đàn đảm bảo đạt +6,5 m, tại Trung Lương là +5,8 m, tại Linh Cảm +6,02 m (ứng với lũ tần suất 1%), tăng khả năng chống lũ của hệ thống đê hạ du. Để phòng tránh lũ quét và đảm bảo nước sử dụng cho phát triển kinh tế - xã hội trên lưu vực sông Ngàn Sâu, cần phải xây dựng hồ chứa ở đây.

3. ***Lưu vực sông Gianh và Kiến Giang***: Mục tiêu chống lũ trên các lưu vực sông này là thị xã Đồng Hới và vùng hạ du, đảm bảo huyết mạch giao thông Bắc Nam. Và chủ yếu là chống lũ hè thu có tần suất 10%.

Bảng 5.4: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông

Địa điểm	Đặc trưng lũ H (m)	Lũ tiêu chuẩn		P (%)	Ghi chú
		Năm	H (m)		
Cầu sông Gianh	1,4	1983	1,8	5	Lũ sớm
Tràn Xá (Kiến Giang)	1,5	1979	2,12	2	Lũ sớm
Quán Hầu (Kiến Giang)	1,4			2	Lũ sớm

Do địa hình không thuận lợi hình thành lòng hồ và lũ trên lưu vực sông mang tính chất lũ núi, lớn về lượng và thời gian tập trung nhanh vì vậy việc xây dựng các hồ chứa lớn nhằm cắt lũ là rất khó, vốn đầu tư cao (do phải xây đập cao), hiệu quả cắt lũ không lớn và hiệu quả kinh tế thấp. Hệ thống hồ chứa hiện có cần được củng cố xây dựng đập và các đường tràn (tính toán lại mức độ an toàn theo lũ cực hạn).

- Kiên cố hóa kênh mương nội đồng nhằm giảm thiệt hại do lũ chính vụ gây ra.

- Ổn định lòng dẫn, tạo điều kiện thoát nước tốt cho hạ du.

- Hoàn chỉnh tuyến đê đảm bảo chống lũ sớm.

4. ***Lưu vực sông Bến Hải và Quảng Trị***: Mục tiêu phòng chống lũ cho lưu vực này là thị xã Quảng Trị và Đông Hà làm giảm ngập lụt vùng hạ du (hạn chế ngập lụt trên trục đường quốc lộ I). Lũ thiết kế ở khu vực này là 13.670m^3/s (ứng với lũ 1999 có P = 1,5%) và mực nước 6,5m tại thành Quảng Trị.

Để đảm bảo phòng lũ cần:

- Củng cố hệ thống đê chống lũ hè thu với cao trình đảm bảo từ 1.5 - 1.8m. Xây dựng thêm đê ven sông Quảng Trị (khu vực thành cổ Quảng Trị).

- Kiên cố hóa kênh mương: đặc thù lũ chính vụ trên các lưu vực sông Thạch Hãn, Quảng Trị rất lớn, tập trung cao nên thường gây ngập lụt vùng hạ du, và gây hư hỏng, sạt lở các kênh mương dẫn nước. Việc kiên cố hóa các kênh mương dẫn nước sẽ làm giảm tổn thất về mặt kinh tế cũng như giảm nhẹ thiệt hại do lũ gây ra.

Bảng 5.5: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Quảng Trị

Địa điểm	Đặc trưng lũ H (m)	Lũ tiêu chuẩn		P (%)	Ghi chú
		Năm	H (m)		
Thành Quảng Trị	7,64	1999	6,5		Lũ chính vụ
	4,25	1983	3,85	1,5	Lũ tiểu mãn

- Cùng với việc xây dựng hồ chứa thượng du, cần mở rộng lòng sông phía hạ du, nạo vét lòng sông Quảng Trị (khu vực thành cổ Quảng Trị) đảm bảo thông lưu lượng 9.210m^3/s ứng với mực nước dưới 6,5m. Chỉ riêng hồ chứa Rào Quán có dung tích phòng lũ ước khoảng 104,7 triệu m^3 tác dụng giảm lũ thiết kế từ 13.670 m^3/s xuống mức 12.050 m^3/s.

5. ***Lưu vực sông Hương***: Mục tiêu chống lũ cho lưu vực là thành phố Huế. Theo các quan trắc, tính toán lưu lượng lũ thiết kế tại Kim Long là 13.670m^3/s. Tiêu chí phòng lũ của lưu vực (chủ yếu cho thành phố Huế) chỉ được phép mực nước cao tại Kim Long là 3,71m. Và ở mực nước này, lòng sông tại khu vực có sức tải ước tính là 2.000m^3/s, còn lại 11.670m^3/s phải được giữ lại trên các hồ chứa thượng lưu.

Bảng 5.6: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Hương

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn		P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q (m^3/s)	Năm	H (m)		
Kim Long	5,84	13670	1999	3,71	5,9	Lũ chính vụ
	4,23	4243	1989	2,5	1	Lũ tiểu mãn
Phú Ốc	4,89	3050	1999	4,5	5,9	Lũ chính vụ
	4,50	1410	1989	3,5	1	Lũ tiểu mãn

Do Huế là một trong những địa điểm du lịch và di tích lịch sử nên không thể xây dựng đê dọc theo sông Hương. Các biện pháp phòng chống lũ cho lưu vực này bao gồm:

- Cao độ tuyến đê sông hiện tại đã đủ chống lũ hè thu và lũ tiểu mãn, tuy nhiên cần có các biện pháp chống xói do lũ chính vụ để đảm bảo lòng sông không bị nâng cao, thu hẹp, cửa sông không bị bồi lấp trong mùa kiệt...

- Kiên cố hóa kênh mương chống sạt lở trong lũ chính vụ (do bị ngập từ 1.5 - 2 m trong mùa này).

- Xây dựng hồ chứa Tả Trạch (Tả Trạch) có dung tích 610 triệu m^3, Bình Điền (Hữu Trạch) là 230 triệu m^3 và Cổ Bi (sông Bồ) có dung tích 242 triệu m^3. Nếu chỉ có hồ Tả Trạch với phương án cực đoan để dung tích phòng lũ tới 500 triệu m^3 với trận lũ năm 1983 (P = 10%) giảm mực nước tại Kim Long đạt mức +4 m - không đảm bảo chống ngập lụt cho thành phố Huế. Nếu thêm hồ Bình Điền và hồ Cổ Bi, mực nước tại Kim Long sẽ đạt ở mức +3,7 m - đảm bảo chống ngập lụt cho thành phố.

6. ***Lưu vực sông Thu Bồn***: Mục tiêu chống lũ là thị xã Hội An và thị xã Tam Kỳ. Còn thành phố Đà Nẵng do địa hình tương đối cao nên tác động của lũ trên sông

đến thành phố không đáng kể (ngập lụt của thành phố Đà Nẵng là do mưa lớn, hệ thống thoát nước kém không đủ năng lực tiêu thoát).

Bảng 5.7: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn			P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q (m^3/s)	Năm	H (m)	Q (m^3/s)		
Nông Sơn		10600	1998		9100	10	Lũ chính vụ
		4500	1986		4766	5	Lũ sớm
Ái Nghĩa	10,56		1946	9,5		10	Lũ chính vụ
Giao Thủy	9,41		1998	8,4		10	Lũ chính vụ

Lũ trên sông Thu Bồn mang tính chất quyết định ngập lụt ở hạ du lưu vực Vu Gia - Thu Bồn. Xác định lưu lượng thiết kế cơ bản của sông Thu Bồn là 9.100m^3/s tại Nông Sơn và tại Ái Nghĩa - điểm nhập lưu với sông Vu Gia sẽ là 10.870m^3/s. Và mực nước đảm bảo giải quyết ngập lụt ở khu vực hạ du sẽ là: Tại Ái Nghĩa mực nước thiết kế của sông là 9,5m và tại Giao Thủy mực nước thiết kế của sông là 8,4m. Lượng nước đảm bảo các phân lưu sẽ tiêu thoát là 6.510m^3/s trên lưu vực sông Vu Gia và 4.600m^3/s trên sông Thu Bồn, còn lại phải được giữ lại trên thượng lưu. Dung tích phòng chống lũ của sông Vu Gia ước khoảng 550 triệu m^3 và sông Thu Bồn là 800 triệu m^3. Trên các lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có thể xây dựng một số hồ chứa như:

- Hồ A Vương (sông A Vương) - thuộc sông Vu Gia có dung tích 343,5 triệu m^3.
- Hồ Sông Tranh 2 (sông Thu Bồn) có dung tích 1,07 tỷ m^3
- Hồ Sông Cái (Vu Gia) có dung tích 870 triệu m^3.

Bên cạnh đó cần củng cố các tuyến đê kè chống sóng biển khi có bão cấp 12. Cần xây thêm 24km kè bảo vệ bờ sông (khu vực sông đổi dòng) đảm bảo sự tiêu thoát của dòng chảy.

Theo các tính toán của Viện Quy hoạch Thủy lợi, phương án xây dựng hồ A Vương cùng với hồ Hòn Kẽm, Đá Dựng và hệ thống lòng dẫn ổn định, diện tích ngập lâu hơn 5 ngày không còn, diện tích ngập dưới 5 ngày còn 1.500ha (đối với lũ sớm), 900ha (đối với lũ muộn) và 6.870ha (đối với lũ chính vụ).

7. ***Lưu vực sông Trà Khúc***: Khu vực trọng điểm cần bảo vệ là thị xã Quảng Ngãi. Thị xã đã được bao quanh bởi đê bối phòng chống lũ 10%, do vậy việc ngập lụt trong thị xã do mưa thường xảy ra và vấn đề giải quyết tiêu thoát nước trong thành phố rất cần quan tâm. Chuỗi số liệu quan trắc thủy văn trên sông cho thấy với mực nước tại cầu Trà Khúc 6,2m (ứng với lưu lượng 10.690m^3/s lũ chính vụ và 6.040m^3/s lũ tiểu mãn) gây nguy hiểm cho hệ thống đê bao và ngập lụt nghiêm trọng vùng đồng bằng.

Các biện pháp phòng chống lũ ở khu vực này cần:

- Củng cố hệ thống đê bao quanh khu dân cư nhằm chống lũ tiểu mãn, lũ sớm và lũ muộn. Hoàn chỉnh hệ thống đê, kè cống hiện có để chống xâm nhập mặn, sóng biển khi có gió cấp 10 - 12.

Bảng 5.8: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Trà Khúc

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn			P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q(m^3/s)	Năm	H (m)	Q(m^3/s)		
Sơn Giang		18.400	1986		10.200	10	Lũ chính vụ
		6.560	1997			5	Lũ sớm
Trà Khúc	7,72		1998	6,20		10	Lũ chính vụ

- Xây dựng hồ chứa phòng lũ tiểu mãn, lũ sớm và lũ muộn bảo vệ an toàn cho dân cư và vùng hạ du. Bao gồm:

* Hồ Nước Trong (trên sông Trà Khúc) có dung tích 222,6 triệu m^3.

* Hồ Sơn Hà (trên sông Trà Khúc) với dung tích khoảng 212 triệu m^3.

Theo tính toán sau khi có 2 hồ chứa trên và hệ thống đê chống lũ 10%, đảm bảo phòng lũ sớm (năm 1986) và lũ muộn (năm 1996) không ngập hạ du. Tuy nhiên đối với lũ chính vụ (lũ 1996) vẫn bị ngập khoảng 3.500ha vùng hạ du.

8. ***Lưu vực sông Côn***: Mục tiêu chống lũ của khu vực này là ổn định sản xuất, đặc biệt là sản xuất công nghiệp và giao thông đối với lũ tiểu mãn, lũ sớm và lũ chính vụ. Lưu lượng lũ thiết kế tại Cây Muồng được xác định là 4.920m^3/s và lưu lượng tại điểm gốc là 5.580m^3/s. Mực nước thiết kế chống lũ tại Tân An là 7,6m và lưu lượng tải được ứng với mực nước này sẽ là 3.000m^3/s.

Lũ trên lưu vực sông Côn lớn, tràn bờ nên gây ngập lụt rất nghiêm trọng cho vùng hạ du, biện pháp phòng lũ đối với lưu vực này cần chú trọng:

- Hoàn chỉnh hệ thống đê, kè. Tổng chiều dài các tuyến đê cần củng cổ hoàn chỉnh khoảng 80km, trong đó có 25km đê biển, 20km đê cửa sông và 35km đê sông.

Bảng 5.9: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Côn

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn			P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q (m^3/s)	Năm	H (m)	Q (m^3/s)		
Cây Muồng		6.340	1987		10.200	10	Lũ chính vụ
		978	1977			1	Lũ sớm
Tân An	8,92		1978	7,6		10	Lũ chính vụ

- Cải tạo lòng sông phía hạ du.

- Xây dựng hồ chứa ở thượng lưu: Hồ chứa Định Bình nằm ở thượng lưu sông Côn, có dung tích hồ chứa 226 triệu m^3, trong đó dung tích phòng lũ ước tính là 97,2 triệu m^3. Hồ chứa này có tác dụng làm giảm mực nước tại Tân An từ 0,4 - 1,6m (tùy thuộc vào lũ tiểu mãn hoặc lũ chính vụ).

9. ***Lưu vực sông Ba:*** Khu vực trọng điểm bảo vệ của lưu vực là thị xã Tuy Hòa và vùng đồng bằng hạ du - vựa lúa lớn của Trung Bộ. Yêu cầu chống lũ ở lưu vực là hạn chế đến mức thấp nhất thiệt hại kinh tế-xã hội cho vùng hạ du, đảm bảo chống lũ tiểu mãn vào tháng V, VI, lũ sớm vào tháng IX và lũ chính vụ với P ≥10%.

Bảng 5.10: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Ba

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Lũ tiêu chuẩn			P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q(m^3/s)	Năm	H (m)	Q(m^3/s)		
Củng Sơn		20.700	1993		13.675	10	Lũ chính vụ
		4.500	1977		4.500	1	Lũ sớm
Phú Lâm	5,2		1993	4,39		10	Lũ chính vụ

Qua các số liệu quan trắc đo đạc và tính toán cho thấy để đảm bảo an toàn tránh ngập lụt cho khu vực trọng điểm, mực nước sông Ba tại Phú Lâm được xác

định là 4,39m và lưu lượng tiêu thoát nước sẽ là 11.000m^3/s. Lũ trên sông Ba ở tần xuất 10% đã đạt tới 13.675m^3/s tại Củng Sơn. Và lưu lượng gần 3.000m^3/s sẽ được giữ lại trên các hồ chứa ở thượng nguồn sông Ba.

Biện pháp phòng lũ sẽ là:

- Nâng cấp đê bao do dân tự làm để bảo vệ khu dân cư và sản xuất chống xâm nhập mặn, cát tràn ở vùng cửa sông, vừa đảm bảo chống lũ tiểu mãn, lũ sớm và lũ chính vụ có tần suất P ≥10%.

- Củng cố các hồ chứa hiện có trên thượng du và kiên cố hóa các hệ thống kênh mương dẫn nước nhằm nâng cao hiệu quả cấp nước và đảm bảo chống lũ an toàn cho bản thân công trình, không gây nguy hiểm cho hạ du, giảm hư hỏng khi có lũ lụt.

- Tạo hành lang thoát lũ cho sông. Khác với các sông lớn dải duyên hải Trung Bộ, sông Ba không có nhiều phân lưu ra biển. Mùa kiệt, lượng nước sông nhỏ, bị khai thác để phục vụ phát triển kinh tế - xã hội trên lưu vực, lượng nước đổ ra biển trong mùa này rất nhỏ. Vì vậy bản thân cửa sông trong mùa kiệt đã bị bồi lấp bởi cát biển. Thêm vào đó, do phát triển xây dựng đô thị ven sông, ven lộ và các cơ sở nuôi trồng thủy sản... đã làm thu hẹp lòng sông Ba, giảm khả năng thoát lũ của lưu vực. Cần tiến hành nạo vét, quy hoạch các khu dân cư, sản xuất ở khu vực lòng sông và xung quanh bờ nhằm đảm bảo lưu vực thông 11.000m^3/s ứng với mực nước tại Phú Lâm là 4,39m.

- Xây dựng hồ chứa ở thượng du: Tính chất bậc thềm trên lưu vực sông Ba đã tạo thuận lợi cho vấn đề khai thác bề mặt, nhưng đồng thời cũng là đặc điểm khác biệt đối với vấn đề phòng chống lũ cho lưu vực. Diện ngập lụt không chỉ xuất hiện ở hạ du lưu vực mà còn xuất hiện ở khu vực trung du. Việc xây dựng hồ chứa trên sông Ba bên cạnh nhiệm vụ làm giảm lũ còn tăng hiệu quả canh tác cây trồng trong khu vực này. Dựa vào địa hình trên lưu vực kiến nghị xây dựng một số công trình hồ chứa lớn:

• Hồ chứa Sông Ba Thượng: Cùng với hồ chứa IaYun Hạ (trên sông IaYun Ba) đã xây dựng, hồ chứa Sông Ba Thượng (trên dòng chính sông Ba) có tổng dung tích phòng lũ là 400 triệu m^3 (trong đó hồ IaYun Hạ là 127,5 triệu m^3 và hồ sông Ba Thượng là 272,5 triệu m^3). Với lũ có tần suất 10%, tại Cheo Reo lưu lượng đỉnh lũ giảm từ 7.175m^3/s xuống còn 1.366 m^3/s, mực nước sông Ba giảm được 2m và diện

ngập lụt của vùng đồng bằng Cheo Reo - Phú Túc sẽ giảm từ 3.700ha xuống còn 650ha. Đối với lũ sớm và lũ tiểu mãn, khu vực đồng bằng này được bảo vệ an toàn.

- Hồ Sông Ba Hạ: Được dự kiến xây dựng trên sông Ba với diện tích lưu vực khống chế 11.240 km^2. Vùng hạ du đồng bằng Phú Yên thường xuyên bị bão lụt, tần xuất xuất hiện lũ có lưu lượng đỉnh trên 4.000m^3/s (tại Củng Sơn) đạt 80% - cứ 10 năm xuất hiện 8 lần. Lưu lượng đỉnh lũ trên 4.000m^3/s đã gây ngập toàn bộ vùng bãi khoảng 1.400 ha đất canh tác (từ Phú Sen ra đến cửa sông). Với lũ có tần suất xuất hiện 10% (lưu lượng đỉnh 10.500 m^3/s) ngập tới 2.500ha đất canh tác cùng với khoảng 300.000 người dân. Lũ lịch sử 1993 (lưu lượng đỉnh 20.700m^3/s ứng với P = 2%) đã gây ngập toàn bộ vùng hạ du sông Ba (trong đó có 24.000ha đất canh tác). Hồ sông Ba Hạ có dung tích 1,26 tỷ m^3 và dung tích hoạt động 0,94 tỷ m^3. Khi có hồ chứa Sông Ba Hạ tham gia cắt lũ cùng với hồ chứa Sông Hinh, với lũ 10% mực nước hạ du sẽ giảm từ 2 - 3m (thấp nhất ở Phú Lâm hạ được 0,81m và lớn nhất ở Phước Thạch hạ được 4,9m) và diện ngập lụt ở đây còn lại khoảng 700ha (vùng bãi ven sông). Đối với lũ lớn trên 10%, về cơ bản dòng chảy lũ được khống chế hoàn toàn không gây tác động đến bề mặt lưu vực.

10. ***Lưu vực sông Cái (Nha Trang)***: Khu vực trọng điểm bảo vệ của lưu vực là thành phố Nha Trang và đồng bằng Diên Khánh. Yêu cầu chống lũ ở lưu vực tránh lũ chính vụ, giảm nhẹ ngập lụt ở hạ du và giảm thiệt hại do lũ lụt gây ra. Đảm bảo chống lũ tiểu mãn (tháng V, VI), lũ sớm (tháng IX) và lũ chính vụ với P ≥10%.

Bảng 5.11: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Cái (Nha Trang)

Địa điểm	Đặc trưng lũ (m^3/s)	Lũ tiêu chuẩn		P (%)	Ghi chú
		Năm	Q (m^3/s)		
Đồng Trăng	2.992	1979	2.934	10	Lũ chính vụ
	1.120	1991	844	1	Lũ tiểu mãn

Biện pháp chống lũ cho lưu vực:

- Củng cố công trình kè bờ biển và bờ sông Cái (Nha Trang) nhằm ổn định lòng sông thoát lũ.

- Xây dựng hành lang thoát lũ cho sông (mở rộng khẩu diện cống và cắm mốc chỉ giới hành lang thoát lũ.

- Xây dựng công trình cắt lũ trên thượng lưu: với mạng lưới sông suối tia toả nên việc xây dựng hồ chứa cắt lũ cho hạ du cần phải xây trên các phụ lưu chính. Xây dựng hồ Sông Cái (trên dòng chính) có dung tích hồ 239 triệu m^3, hồ sông Chò (trên nhánh sông Chò) có dung tích 216 triệu m^3 và hồ Suối Dầu (Suối Dâu) có dung tích 32,8 triệu m^3. Các hồ chứa này có nhiệm vụ cấp nước cho hạ du trong mùa kiệt và có tác dụng chống lũ lụt cho thành phố Nha Trang và đồng bằng hạ du. Với dung tích chống lũ của các hồ chứa, lũ 10% sẽ hạ mực nước tại Phú Lộc được 1m, Xuân Lạc 0,97m. Còn đối với lũ tiểu mãn, lũ sớm và lũ muộn, việc ngập lụt được phòng chống tích cực.

11. ***Lưu vực sông Cái (Phan Rang):*** Đặc điểm địa hình của lưu vực có vùng núi dốc thẳng xuống vùng thung lũng Pediment nên mặc dù luôn khô hạn (9 tháng mùa khô trong đó có tới 6 tháng có chỉ số khô hạn) nhưng ngập lụt luôn xảy ra trên lưu vực. Khu vực trọng điểm bảo vệ phòng chống lũ ở đây là thị xã Phan Rang, vùng đồng bằng Ninh Phước và khu vực dân cư ven biển. Tiêu chí chống lũ ở đây là tránh ngập lụt cho thị xã Phan Rang và các công trình Tháp Chàm trên lưu vực với tần suất xuất hiện 2%. So với các sông suối dải duyên hải miền Trung, lũ trên lưu vực này thường không lớn nhưng tính chất bất ngờ của lũ gây tổn thất rất lớn cho lưu vực.

Bảng 5.12: Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Cái (Phan Rang)

Địa điểm	Đặc trưng lũ		Năm lũ tiêu chuẩn	P (%)	Ghi chú
	H (m)	Q (m^3/s)			
Tân Mỹ		4136	1993	2	Lũ chính vụ
Đ. Nha Trinh		5103	1993	2	Lũ chính vụ
Cầu Đạo Long	5,6		1993	2	Lũ chính vụ

Các biện pháp chống lũ cho lưu vực cần:

- Xây dựng hệ thống đê bao ngăn nước lũ tràn:

  - Đắp đê bờ trái hạ lưu sông Cái (Phan Rang) nhằm ngăn nước lũ tràn vào thị xã Phan Rang - Tháp Chàm. Đê bảo vệ phải chống được lũ thiết kế có tần suất 2% (mực nước tại cầu Đạo Long 5,6 m).

  - Nạo vét sông Quao từ cầu xe lửa ra tới cửa sông nhằm tạo hành lang thoát lũ cho dòng chảy, giảm ngập lụt cho vùng đồng bằng Ninh Phước.

- Đắp đê bao ven biển khu vực Đầm Nại, ven cửa sông Dinh để bảo vệ khu dân cư.

- Lũ thường xuất hiện đồng bộ ở khu vực thượng lưu sông Cái (Phan Rang) tập trung xuống hạ du gây ngập lụt nghiêm trọng. Để phòng lũ, dung tích chống lũ cần được phân bổ trên các phụ lưu:

- Hiện nay đã có công trình hồ chứa Tân Giang trên sông Lu, cần kết hợp cắt đỉnh lũ cho hạ du cùng với nhiệm vụ tưới.
- Xây dựng hồ Quảng Sơn trên dòng chính có dung tích hồ 194,2 triệu m^3. Hồ chứa này có tác dụng cắt lũ tốt cho thị xã Phan Rang - Tháp Chàm. Gặp lũ có tần suất 2%, hồ chứa đảm nhiệm giảm đỉnh lũ tới 41% (tại đập Nha Trinh) và 25% (tại cầu Đạo Long).
- Xây dựng hồ chứa Bà Râu (trên sông Bà Râu) giảm lũ cho hạ du đồng bằng Ninh Phước.

12. ***Lưu vực sông Lũy và sông Cái (Phan Thiết) :***

- *Lưu vực sông Lũy*: Mục tiêu chống lũ ở đây là tránh ngập lụt khu vực Phan Rí - Bắc Bình, đảm bảo thông suốt tuyến đường 1A với tần suất lũ xuất hiện 5%

- *Lưu vực sông Cái (Phan Thiết)*: Khu vực trọng điểm bảo vệ phòng chống lũ ở đây là thị xã Phan Thiết và tiêu chí chống lũ ở đây là tránh ngập lụt cho thị xã với tần suất xuất hiện 2%.

Bảng 5.13 : Các chỉ tiêu chống lũ cho lưu vực sông Lũy và sông Cái (Phan Thiết)

Địa điểm	Sông	Đặc trưng lũ	P (%)
Cầu đường sắt	Lũy	2.163	5
Quốc lộ 1A	Lũy	2.704	5
Cầu đường sắt	Cái (PThiết)	1.122	2
Quốc lộ 1A	Cái (PThiết)	979	2

Các giải pháp chống lũ cho các lưu vực:

- *Lưu vực sông Lũy:* Xây dựng một số hồ chứa thượng nguồn sông Lũy để đảm bảo nước tưới và cắt lũ cho hạ du như:

- Nâng cao dung tích hồ Cà Giây trên sông Cà Giây.

- Hồ sông Lũy (tiếp nước từ công trình thủy điện Đại Ninh xuống) trên dòng chính.

- Hồ Cà Tót (sông Cà Tót).

Bên cạnh đó cần nạo vét lòng sông hạ du nhằm đảm bảo khẩu độ thoát lũ cho dòng chính sông Lũy (từ đập Đồng Mới ra cửa sông).

- *Lưu vực sông Cái (Phan Thiết):*

- Để đảm bảo tránh nước tràn vào thị xã Phan Thiết và đảm bảo nước tưới cho hạ du cần xây dựng thêm hồ chứa Ka Bét và sông Móng (trên sông Cái Phan Thiết).

- Nạo vét lòng sông tăng khả năng tiêu thoát lũ ra biển.

- Xây dựng hệ thống đê bao và các cống tiêu cùng trạm bơm quanh thị xã Phan Thiết nhằm chống lũ tràn trên sông vào thị xã cũng như mưa lớn gây úng ngập.

Cần xây dựng một số khu vực neo đậu tầu an toàn tránh lũ, bão. Tùy thuộc vào địa hình bờ biển, khoảng cách 50 - 100 km xây dựng 1 khu neo đậu tầu thuyền tránh bão, lũ.

II.2. CÁC GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH

Biện pháp phi công trình là những giải pháp nhằm thay đổi tác động của các thiên tai như trồng rừng và quản lý rừng trên lưu vực giảm thấp cường độ lũ lụt, chuyển đổi cơ cấu cây trồng nhằm thích nghi với tình trạng ngập lụt xảy ra mang tính chất thường xuyên *(sống chung với lũ)*, xây nhà có khả năng chống chịu được ngập lụt...

1. Biện pháp trồng rừng, cải tạo rừng

Để tăng cường lớp phủ thực vật trên lưu vực nhằm giảm thiểu cường độ lũ cần áp dụng các biện pháp:

- Khoanh nuôi phục hồi rừng có thể tái sinh: Trong điều kiện khí hậu nhiệt ẩm của vùng nghiên cứu cây tái sinh mạnh là biện pháp khả thi có mức đầu tư thấp nhất, phù hợp với những nơi địa hình phức tạp, xa dân và không đủ kinh phí trồng rừng. Đó là các chỏm đồi, đỉnh núi, nơi đầu nguồn các sông suối... Khoanh vùng nuôi phục hồi rừng dựa vào khả năng tái sinh rừng và cần tổ chức bảo vệ, nghiêm cấm chặt phá, đốt rừng một cách nghiêm ngặt. Khi rừng khép tán cần có biện pháp nuôi dưỡng để rừng phát triển nhiều tầng.

- Trồng rừng nơi đất trống đồi núi trọc với mục đích phòng lũ (rừng phòng hộ).

Để thực hiện tốt được các biện pháp trồng rừng, cải tạo rừng cần phân chia cấp xung yếu cho toàn bộ lưu vực trồng rừng phòng chống lũ trên cơ sở bản đồ phân loại thực vật theo các cấp xung yếu. Các cấp xung yếu dựa trên cấu trúc thảm thực vật được phân chia từ mức độ an toàn đến rất xung yếu:

***1. Rất xung yếu:**

- Trảng cây bụi, trảng cỏ thứ sinh che phủ thưa trên đất sỏi sạn, tàn che dưới 0,3.
- Trảng cây bụi, trảng cỏ thứ sinh che phủ thưa trên các đụn cát, bãi cát.
- Khu dân cư đô thị với nhà ở kiên cố, diện tích vườn nhỏ.
- Các đất chưa sử dụng có độ che phủ thấp, đất sỏi sạn, không canh tác được.
- Đất trống.

***2. Xung yếu:**

- Trảng cây bụi, trảng cỏ thứ sinh, che phủ kín trên đất dày, có tàn che trên 0,3.
- Hoa màu, nương rẫy, có thể xếp vào nhóm này, chúng có độ che phủ tốt vào thời kỳ mưa.
- Khu dân cư nông thôn với nhà ở, vườn cây ăn quả, vườn rau.
- Rừng trồng thuần loại chưa khép tán (mới trồng).
- Vườn trái cây chưa khép tán (mới trồng).
- Cây công nghiệp chưa khép tán (mới trồng).

***3. Ít xung yếu:**

- Rừng 2 tầng có độ tàn che 0,3 - 0,6, bao gồm:

+ Rừng nghèo của rừng kín cây lá rộng thường xanh, rừng kín cây lá rộng rụng lá.

+ Rừng non đang phục hồi của các kiểu rừng trên.

- Rừng tre nứa thứ sinh của các các kiểu rừng trên.
- Rừng trồng đã khép tán, thường đơn tầng cây gỗ.
- Cây công nghiệp đã khép tán.
- Cây ăn quả đã khép tán.

***4. Không xung yếu:**

- Rừng 3 tầng, có độ tàn che 0,3 - 0,6, rừng 2 tầng có độ tàn che trên 0,7, bao gồm:

- Rừng trung bình của rừng kín cây lá rộng thường xanh, rừng kín cây lá rộng rụng lá nhiệt đới hơi ẩm.

- Trảng cỏ thứ sinh chịu ngập.

- Lúa nước.

- Rừng ngập mặn.

***5. An toàn:** rừng 3 tầng tán có độ tàn che trên 0,7, đó là các khu rừng có trữ lượng vào loại giàu.

***6. Rất an toàn:** hồ chứa, sông suối, các mặt nước khác.

Theo hiện trạng sử dụng đất cho thấy trên lãnh thổ dải duyên hải miền Trung được phân chia:

- Cấp rất xung yếu chiếm 39% diện tích toàn dải.
- Cấp xung yếu chiếm 8,64% diện tích toàn dải.
- Cấp ít xung yếu chiếm 3,87% diện tích toàn dải.
- Cấp không xung yếu chiếm 2,09% diện tích toàn dải.
- Cấp an toàn chiếm 27,9% diện tích toàn dải.
- Cấp rất an toàn chiếm 18,5% diện tích toàn dải.

* Hiện nay khu vực nghiên cứu rừng giàu còn 1.422.670ha, chiếm 16,9% diện tích toàn vùng. Đây là các diện tích giữ vai trò điều tiết dòng chảy quan trọng nhất của lưu vực với cấp từ **an toàn đến không xung yếu**. Chúng phân bố chủ yếu ở khu vực đầu nguồn các sông (vùng sườn núi Trường Sơn). Để bảo vệ tốt được diện tích rừng giầu này cần quản lý tốt không cho dân khai thác trắng làm nương rẫy và khai thác chọn lọc các cây gỗ lớn và gây dặm các cây gỗ bản địa có giá trị cao.

* Bảo vệ nhằm phục hồi tốt các khu rừng nghèo, rừng non nâng cao khả năng điều tiết dòng chảy của chúng. Rừng nghèo có 1.079.179ha, chiếm 13% diện tích vùng. Các kiểu thảm này có cấp là **ít xung yếu**. Chúng phân bố xung quanh các khu rừng giàu và trung bình. Nếu bảo vệ tốt, chúng dần tái sinh, sinh trưởng thành rừng có cấu trúc tốt, trở thành rừng có trữ lượng trung bình, rừng giàu với cấp không xung yếu.

* Chăm sóc tốt rừng trồng nâng cấp điều tiết của rừng. Rừng trồng ở vùng nghiên cứu bao gồm bạch đàn, keo lá tràm, thông hai lá, phân bố tập trung ở vùng gò đồi.

Ngoài ra còn có một diện tích nhỏ phi lao trên cát biển. Tổng diện tích rừng trồng có 469.991ha, chiếm 5,57 % vùng, các kiểu thảm này có cấp là ít xung yếu.

Như vậy chỉ với công tác quản lý, bảo vệ, chăm sóc, tổ chức khai thác tốt, trong vùng đã có 35,5% diện tích ở mức độ từ **không xung yếu đến an toàn**.

* Chú trọng trồng rừng, xây dựng mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi phối hợp trên diện tích trảng cây bụi cỏ, nương rẫy trong vùng. Trảng cây bụi cỏ phổ biến ở trung du và đặc biệt mở rộng ở khu vực thấp. Trảng cây bụi, cỏ có 2.833.509 ha, nương rẫy có 101.546 ha; tổng diện tích của chúng có 2.935.055 ha chiếm 30,7% diện tích vùng. Mức độ điều tiết nước của chúng kém, thuộc cấp xung yếu về mặt phòng hộ trong vùng. Để nâng cao hiệu suất điều tiết nước của trảng cây bụi, cỏ cần có các biện pháp sau:

- Trên các đất mỏng, sỏi sạn hay đất dốc tiến hành trồng rừng. Đặc biệt, khu vực đầu nguồn các sông đều phải ưu tiên cho trồng rừng dù đất còn dày hay độ dốc nhỏ, theo tính toán một số tác giả, tốc độ trồng khoảng 5.000 - 7.000 ha/năm thì mới đảm bảo khả năng phòng hộ của lưu vực [86],

- Xây dựng các mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi theo kiểu vườn rừng hay vườn - ao - chuồng với diện tích một vài ha trở lên cho một hộ gia đình. Cần có các đầu tư về khoa học - kỹ thuật, các giống dài ngày tạo thu nhập cũng như độ che phủ ổn định như cây ăn quả, công nghiệp lâu năm, cây gỗ...

Kết quả: sẽ chuyển được 30,7% diện tích vùng từ cấp rất xung yếu sang ít xung yếu.

Việc tăng cường khả năng điều tiết nước lưu vực bằng việc quản lý, quy hoạch thảm thực vật là cần thiết và là biện pháp khả thi. Nếu tổ chức khai thác tốt các khu rừng theo phương án khai thác tuyển chọn và gây dặm cây mới sẽ giữ được 16,9% diện tích vùng không xung yếu; phục hồi tốt các khu rừng nghèo, rừng non sẽ có 13% diện tích vùng được nâng lên cấp không xung yếu; chăm sóc tốt rừng trồng sẽ có 5,57% diện tích vùng không xung yếu. Tổng số sẽ có 35,5% diện tích ở mức độ từ không xung yếu đến an toàn; trồng rừng, xây dựng mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi phối hợp trên diện tích trảng cây bụi cỏ, nương rẫy trong vùng sẽ chuyển được 30,7% diện tích vùng từ rất xung yếu sang ít xung yếu. Với các diện tích không xung yếu và ít xung yếu trên, thảm thực vật sẽ góp phần giảm cường độ lũ lụt trong các lưu vực sông miền Trung, hạn chế rất nhiều những thiệt hại trong sản xuất nông - ngư nghiệp ở hạ du.

Theo tỷ lệ che phủ hiện nay của các tỉnh miền Trung, chúng tôi kiến nghị cần tăng cường trồng thêm một số diện tích rừng mang tính chất phòng hộ.

Bảng 5.14 : Diện tích rừng phòng hộ cần đảm bảo tính chất phòng hộ lũ

Đơn vị: km²

STT	Tỉnh	Diện tích tự nhiên	Diện tích rừng hiện nay	Diện tích rừng cần trồng
1	Thanh Hóa	11.106	4.304	1.244
2	Nghệ An	16.490	6.855	1.369
3	Hà Tĩnh	6.056	2.405	630
4	Quảng Bình	8.052	4.913	
5	Quảng Trị	4.746	1.498	873
6	Thừa Thiên Huế	5.054	2.245	283
7	Quảng Nam	1.255	518	110
8	Đà Nẵng	10.407	4.300	905
9	Quảng Ngãi	5.135	1442	1.125
10	Bình Định	6.026	1.937	1.079
11	Phú Yên	5.045	1.659	863
12	Khánh Hòa	5.198	1.807	790
13	Ninh Thuận	3.360	1.573	108
14	Bình Thuận	7.828	3.794	117

2. Quản lý và sử dụng hợp lý tài nguyên đất

2.1. Chuyển đổi cơ cấu cây trồng

Để ngăn ngừa và giảm thiểu hậu quả của lũ lụt trên lưu vực, phải đứng trên quan điểm sử dụng đất bền vững và chung sống với lũ lụt. Nghĩa là khai thác sử dụng đất phải có hiệu quả kinh tế, song không làm gia tăng lũ lụt, khai thác đất đai chuyển dịch cơ cấu cây con theo mùa vụ tương ứng với các chu kỳ mưa lũ. Cần thiết nghiên cứu xây dựng tiêu chí sử dụng đất bền vững cho mỗi lưu vực sông theo các nguyên tắc địa lý tổng hợp. Giải pháp trước mắt cần chuyển đổi cơ cấu sử dụng

đất hợp lý phòng tránh lũ đối với vùng ngập úng. Về lâu dài cần chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất trên toàn lưu vực theo tính chất, chức năng của từng vùng và tiểu vùng. Trên mỗi vùng và tiểu vùng tỷ lệ khôi phục lớp phủ rừng, khai thác đất nông nghiệp, đất trồng cây công nghiệp, đất xây dựng quần cư đô thị... Hoàn toàn khác nhau, được phân chia cụ thể như sau:

- *Các vùng thượng lưu* với ưu thế đất mùn trên núi và đất dốc thuộc phần đỉnh Trường Sơn cần trồng rừng và phát triển kinh tế lâm nghiệp. Đất rừng phải được khôi phục với tỷ lệ diện tích trên 80%. Độ che phủ đất phải đạt trên 90%, nghĩa là diện tích đất nông nghiệp cũng phải chọn các cây công nghiệp dài ngày, cây lâu năm là chính. Mặt khác phải khôi phục rừng nhiều tầng, đa dạng sinh học thích ứng ở vùng nhiệt đới. Giải pháp quy hoạch sử dụng đất cho vùng thượng lưu các sông dải duyên hải miền Trung phải ưu tiên bảo vệ rừng phòng hộ, xây dựng các vườn quốc gia, khu bảo tồn.

- *Vùng trung lưu* của các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung bao gồm tổ hợp đất địa thành trên đồi núi thuộc sườn Trường Sơn. Các nguy cơ thoái hóa đất đa dạng hơn, phức tạp hơn ngoài xói mòn, sạt lở, còn có rửa trôi bạc màu, laterit hóa... Số lượng dân cư khai thác đất nhiều và cũng đa dạng trong phương thức canh tác hơn. Bởi vậy quy hoạch sử dụng đất vùng trung lưu của các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung cần phải chi tiết đến các tiểu vùng (tả ngạn, hữu ngạn). Mô hình nông lâm kết hợp phải được quán triệt theo không gian quy hoạch. Các phần đỉnh chia nước cả 2 bên tả ngạn, hữu ngạn phải được phủ rừng nhiều tầng. Diện tích đất nông nghiệp còn lại phải ưu tiên trồng cây công nghiệp dài ngày, cây ăn quả. Thực hiện tốt chính sách giao đất giao rừng và áp dụng mô hình vườn - ao - chuồng (VAC). Khai thác đất vùng trung lưu của các lưu vực sông theo quan điểm bền vững phải dựa trên cơ sở hình thành các liên hợp sản xuất nông - lâm - công nghiệp. Canh tác nông nghiệp trên đất dốc vùng đồi núi chỉ giới hạn vùng độ dốc < 15^0, hạn chế canh tác cây ngắn ngày. Độ dốc 15 - 25^0 có thể bố trí trồng cây công nghiệp dài ngày hoặc trồng rừng đặc dụng. Canh tác trên đất dốc theo quy trình sau: ruộng bậc thang hay trồng cây theo đường đồng mức xen canh nhiều tầng để hạn chế xói mòn rửa trôi đất.

- *Vùng hạ lưu* của các sông lớp phủ đất phần lớn là đất phù sa được bồi, không được bồi và phù sa cổ. Tình trạng trồng lúa nước nhiều vụ và dùng nhiều phân bón hóa học đã làm đất thoái hóa độ phì, chai cứng nền đất. Độ thẩm thấu

nước của đất giảm. Mặt khác tạo ra tình trạng thiếu nước căng thẳng trong mùa khô. Chính vì vậy giải pháp trước mắt trên vùng đất trồng lúa là giảm bớt vụ lúa, để xen canh vụ mùa cải thiện đất trồng. Vùng đất phù sa cổ ven đồi núi do phần lớn bị laterit hóa, bạc màu nên ưu tiên trồng cây công nghiệp dài ngày như cây điều hay cây ăn quả lâu năm. Một bộ phận của vùng đồng bằng hạ lưu là các núi sót cần tiến hành khoanh nuôi phục hồi rừng và trồng rừng.

- *Vùng đồng bằng ven biển* với các cồn cát, bãi cát xen đất mặn, đất phèn phải coi là vùng sinh thái đặc biệt bảo vệ vùng đồng bằng. Bởi vậy mức độ khai thác cần phải hợp lý. Trong đó một bộ phận lớn đất cồn cát, đất cát, đất mặn phải trồng rừng phòng hộ như phi lao, keo, xoan chịu hạn hay các rừng cây ngập mặn (sú vẹt, đước...). Việc nuôi trồng thủy sản, làm muối phải được quy hoạch chi tiết trên quan điểm bền vững cả lưu vực chứ không chỉ từ lợi ích của địa phương vùng ven biển. Khai thác sử dụng đất ven biển phải gắn liền với khai thác đất đồng bằng phù sa, đầm phá.

Chuyển đổi cơ cấu cây trồng là vấn đề cấp thiết đặt ra trong vùng lũ lụt. Một hệ thống cây trồng tránh lũ hoặc chịu ngập để đảm bảo cho thu hoạch. Trong đó có vấn đề thay đổi thời vụ. Xây dựng các mô hình nông trại thích hợp RVAC. Đất đai cần được trồng luân canh, xen canh, phá bỏ tầng đế cày tăng độ thấm. Trồng tre hoặc các băng rừng ven đồi để hạn chế dòng sạn sỏi vùi lấp đất canh tác đồng bằng. Đồng thời tăng cường trồng rừng phi lao, keo...chắn cát bay cát chảy vùi lấp đất phù sa. Cần tìm các giải pháp khôi phục đất bị vùi lấp sau lũ.

2.2. Biện pháp giảm thiểu xói mòn bề mặt lưu vực

Đối với các sông suối dải duyên hải miền Trung, lưu vực sông nhỏ, lũ trên sông hình thành cùng với các trận mưa nên mối quan hệ giữa dòng chảy cát bùn đặc biệt là dòng chảy cát bùn lớn nhất phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố mặt đệm (xói mòn bề mặt). Để giảm thiểu lượng cát bùn trong lòng sông, vấn đề bảo vệ lớp thổ nhưỡng chống xói mòn là yếu tố quyết định quan trọng nhất. Biện pháp phòng chống giảm thiểu xói mòn bề mặt được chia làm ba loại:

- Biện pháp cơ giới: việc cày đất theo đường đồng mức là vấn đề quan trọng nhất và tương đối đơn giản, nhưng có hiệu quả. Công việc này làm cải thiện trạng thái vật lý của đất, tạo điều kiện để rễ cây phát triển, tăng tính thấm và làm tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất.

• Biện pháp kỹ thuật nông - lâm nghiệp: đây là các biện pháp bổ sung chất hữu cơ cho đất (phân bón), trồng cây phủ đất hoặc các biện pháp luân canh, xen canh. Có thể kể đến một số biện pháp như sau: phương pháp làm đất, luân canh bảo vệ đất, trồng các loại cây đệm, bố trí các loại cây trồng, sử dụng phân bón hợp lý...

• Biện pháp công trình: bao gồm các biện pháp như sử dụng thiết bị trên diện tích thu nước, bờ bậc thang, hệ thống phân tán dòng chảy...

Dải duyên hải miền Trung có địa hình chia cắt mạnh, độ dốc lớn nên các biện pháp chống xói mòn bề mặt để giảm thiểu dòng chảy cát bùn trên sông cần chú trọng các hình thức canh tác trên đất dốc. Chúng tôi đưa ra một số biện pháp giảm thiểu xói mòn bề mặt lưu vực:

- Canh tác cày bừa theo đường đồng mức, trồng xen cây, gối vụ, tăng lớp phủ vào mùa mưa. Cần bố trí thời vụ hợp lý để đảm bảo cho cây phát triển trong thời gian đầu, không bị mưa táp, đất lấp vùi.

- Đối với cây công nghiệp không ưa ẩm thì làm ruộng bậc thang không bờ, ngoài mép có bờ cỏ để tránh trượt lở, còn đối với cây ưa ẩm thì làm ruộng bậc thang có bờ.

- Trên sườn dốc (độ dốc nhỏ hơn 8^0) phải canh tác thành từng băng rộng 30 - 40m cách nhau bởi băng rừng trồng theo đường đồng mức rộng 10m.

- Độ dốc (8^0 - 5^0) thì bờ trên mương hoặc bờ dưới mương cách nhau 10 - 20m.

- Nếu sườn đổ về nhiều hướng trên một khu nhỏ thì tạo mạng lưới ô vuông bằng hệ thống bờ hoặc mương.

- Trên đất dốc 15^0- 25^0 trồng rừng là tốt nhất. Nếu nhất thiết trồng cây công nghiệp dài ngày, lúc mới trồng, để hạn chế xói mòn và để cây non khỏi bị cuốn trôi phải xây dựng các công trình bờ, mương hoặc đào hốc hình vành khăn...

- Sử dụng mô hình nông lâm kết hợp, nhằm bảo vệ mặt đất bị các giọt mưa công phá đều theo hướng độ che phủ.

3. Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt nhằm có phương án di chuyển dân cư ra khỏi vùng nguy hiểm, giảm thiệt hại do lũ lụt gây ra.

Việc nghiên cứu và hình thành một bản đồ vùng ngập lụt do lũ là một phần không thể thiếu được trong kế hoạch kiểm soát phòng chống lũ. Bản đồ ngập lụt sẽ thể hiện các vùng có nguy cơ ngập nước thường xuyên trong mùa lũ và một số các

năm ngập lụt diện lớn mang tính chất cực đoan. Xây dựng bản đồ tiềm năng ngập lụt dựa trên cơ sở xử lý và phân tích các nguồn số liệu đã có (khảo sát đo đạc, điều tra vết lũ ở một số khu vực trọng điểm trong các năm lũ lớn, kết hợp với phương pháp ảnh viễn thám kết hợp hệ thông tin địa lý (GIS), đưa các đặc trưng ngập lụt lên bản đồ để xác định ranh giới diện ngập. Việc công bố các vùng có nguy cơ ngập lũ và độ sâu ngập lũ là một phương pháp rất hiệu quả để ủy ban nhân dân các phường, xã địa phương có thể nhận thức được các nguy cơ lũ lụt trong mùa mưa bão.

Trong dải duyên hải miền Trung, các cụm dân cư phổ biến tập trung ở các thị trấn, thị xã nằm dọc các sông, cửa sông ven biển trong hành lang thoát lũ hoặc vùng bị ngập lụt. Để thích nghi cần có kế hoạch di chuyển các điểm này ra khỏi hành lang thoát lũ. Đồng thời di chuyển dân ra khỏi vùng bờ biển có nguy cơ cao về tai biến sạt lở. Cần có kế hoạch sơ tán dân và tài sản ở những vùng thường xuyên bị ngập lụt lên vùng cao trước khi thiên tai xảy ra. Để làm tốt công tác này đòi hỏi công tác dự báo, cảnh báo phải làm tốt. Đồng thời cần sớm có kế hoạch cứu trợ bão lũ và sử dụng quỹ hỗ trợ một cách có hiệu quả. Ngoài ra cần quán triệt phương trâm "*Bốn tại chỗ*" đó là: chỉ huy tại chỗ, lực lượng tại chỗ, vật tư phương tiện tại chỗ và hậu cần tại chỗ.

* Cần xây dựng các trạm vệ tinh mặt đất, hệ thống phao biển, ra đa thời tiết, hoàn chỉnh mạng lưới khí tượng, thủy văn đặc biệt đối với khu vực thượng lưu các sông dải duyên hải miền Trung phục vụ cho công tác cảnh báo, dự báo lũ lụt. Bên cạnh đó phải hoàn chỉnh và hiện đại hóa từng bước hệ thống thông tin liên lạc ở các cấp quốc gia, tỉnh, huyện, xã.

* Xây dựng hệ thống cọc tiêu báo lũ ở các khu vực có nguy cơ bị ngập lụt với mục đích:

- Để nhân dân và các cấp chính quyền biết được mức độ ngập lụt tại từng địa phương ứng với các mức độ lũ quy định. Khi có các thông tin cảnh báo, dự báo lũ sẽ chủ động hơn trong công tác phòng tránh.

- Phục vụ cho thiết kế và thi công công trình ở vùng ngập trong toàn dải duyên hải miền Trung.

4. Các giải pháp về chính sách:

Đối với lãnh thổ nghiên cứu, để chủ động phòng tránh, hạn chế và khắc

phục những hậu quả do lũ lụt gây ra, trên quan điểm kinh tế - xã hội, chúng tôi khuyến nghị một số giải pháp sau:

- Tiếp tục đẩy mạnh chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng tăng mạnh tỉ trọng công nghiệp - du lịch - dịch vụ - kinh tế biển. Tạo ra thế liên hoàn về cơ cấu lãnh thổ giữa đồng bằng với vùng đồi núi ở phía Tây và vùng biển, thềm lục địa ở phía Đông. Đối với sản xuất nông nghiệp cần mở rộng diện tích và phát triển mạnh mẽ các loại cây công nghiệp. Đối với sản xuất lâm nghiệp, biện pháp mang tính chiến lược là thường xuyên tiến hành trồng rừng và bảo vệ rừng. Đặc biệt phải có sự cân đối giữa diện tích rừng với diện tích sản xuất nông nghiệp và dân sinh theo đúng quy hoạch của nhà nước. Việc trồng và bảo vệ rừng phòng hộ, rừng đầu nguồn các lưu vực sông trong khu vực miền Trung là rất quan trọng, trong việc góp phần điều tiết nước. Kinh tế biển là lợi thế vô cùng to lớn của các tỉnh miền Trung, cần được đầu tư phát triển mạnh mẽ hơn nữa. Đối với nghề nuôi trồng thủy sản cần có quy hoạch cụ thể những khu vực có thể được đầu tư phát triển để tránh những sự cố về môi trường và thiệt hại do thiên tai gây ra. Sản xuất công nghiệp và dịch vụ là những ngành ít chịu sự tác động của tự nhiên, nếu được quy hoạch hợp lý có khả năng phát triển mạnh ở các tỉnh miền Trung, đồng thời hạn chế được những thiệt hại do lũ lụt gây ra.

- Tăng cường đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng cơ sở, nhất là ở vùng nông thôn. Hiện nay mặc dù đã được đầu tư nâng cấp tuyến giao thông đường có chất lượng tốt ở vùng nghiên cứu mới có khoảng 8 - 10%, phần lớn còn ở điều kiện xấu hoặc rất xấu. Các công trình thường không bền vững, mùa mưa lũ thường ách tắc giao thông, sau mưa lũ thường bị hư hỏng nặng, tốn kém hàng trăm tỷ đồng để sửa chữa, phục hồi. Vì vậy, giải pháp chung là phải kết hợp giao thông và thủy lợi, giao thông đường bộ với giao thông đường sắt, đường thủy; phát triển giao thông nông thôn phải gắn với các tuyến lộ tạo thành hệ thống liên hoàn.

- Trong chiến lược phát triển nông - lâm - thủy sản, các tỉnh miền Trung đặc biệt chú ý việc tăng cường năng lực tưới tiêu. Cần đầu tư nâng cấp và hiện đại hóa các công trình thủy lợi đã có; tiếp tục khảo sát, xây dựng hệ thống hồ chứa nước trên các lưu vực sông và ở các vị trí thích hợp để làm tăng khả năng điều tiết nước. Đồng thời thường xuyên kiểm tra, đánh giá khả năng chứa nước và mức độ an toàn của hệ thống hồ đã có. Mặt khác, cần cải tiến chế độ quản lý các công trình thủy lợi. Củng cố hoạt động, nâng cao trách nhiệm của các công ty thủy nông đối với

khách hàng (hộ nông dân, HTX), Nhà nước cần hỗ trợ thêm ngân sách cho các chi phí này. Đây là giải pháp phù hợp mà nhiều nước đã sử dụng.

- Thực hiện tốt các giải pháp phòng ngừa trước lũ, ứng cứu và xử lý sau lũ. Nâng cao nhận thức cho người dân bằng cách tuyên truyền vận động để họ luôn có ý thức và trách nhiệm trong việc thực hiện các biện pháp phòng tránh và khắc phục hậu quả lũ lụt nói riêng và thiên tai nói chung. Cần thực hiện chương trình tuyên truyền, đào tạo và giáo dục sâu rộng trong quần chúng nhân dân bao gồm đưa những kiến thức cơ bản về lũ lụt vào chương trình giáo dục phổ thông, in sách và tài liệu hướng dẫn phòng tránh lũ, bão để phổ biến rộng khắp trong nhân dân, tuyên truyền trên các phương tiện thông tin đại chúng. Để thực hiện nhiệm vụ này đòi hỏi phải có sự thống nhất, đoàn kết nhất trí, đầu tư tiềm lực lớn từ nhiều nguồn vốn khác nhau và phải được thực hiện một cách thường xuyên.

Tóm lại, để phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai do lũ lụt trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung không chỉ dựa trên một biện pháp cá biệt mà cần phải có giải pháp tổng thể có tính khả thi hợp lý về mặt kinh tế và kỹ thuật. Nói cách khác là cần phải có một quy hoạch quản lý tổng hợp lưu vực sông. Quy hoạch tổng hợp sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước cho từng lưu vực trên cơ sở chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của cả nước và của từng địa phương. Đặc biệt đối với dải duyên hải miền Trung cần chú trọng quy hoạch đánh bắt nuôi trồng thủy hải sản, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch trồng và bảo vệ rừng. Trên cơ sở quy hoạch tổng hợp đưa ra những kịch bản phát triển lâu bền tài nguyên nước từng lưu vực trong đó quy hoạch cấp nước, phòng chống lụt bão, quy hoạch bậc thang hồ chứa thủy điện, quy hoạch phát triển giao thông và quy hoạch bảo vệ môi trường sinh thái phải được phối hợp xem xét trên cùng mặt bằng và đưa ra các tiêu chuẩn cấp nước chống lũ và bảo vệ môi trường phù hợp với khả năng của từng giai đoạn phát triển cho mỗi lưu vực. Tăng cường tổ chức quản lý và chỉ đạo ở các chi cục gồm:

- Tăng cường công tác cảnh báo và thông báo tình hình bão lũ, xây dựng các phương án phòng chống lũ cụ thể cho từng địa phương.
- Tăng cường các thiết bị kỹ thuật, phương tiện: phao cứu sinh, tàu thuyền cứu hộ cứu nạn.
- Có kế hoạch và xây dựng các quy định cho các vùng ngập lụt, tổ chức di dời, cứu hộ, cứu nạn và khắc phục hậu quả mỗi khi xảy ra lũ.

- Để phòng ngừa sự phát sinh và phát triển dịch bệnh góp phần chăm sóc tốt sức khỏe cho cộng đồng dân cư sống trong vùng lũ lụt cần phải thực hiện tốt các biện pháp can thiệp y tế thích ứng trên cơ sở tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên tác và quy trình phòng chống dịch bệnh. Đặc biệt chú ý đến các nhóm cộng đồng có nguy cơ cao và các bệnh truyền nhiễm phổ biến có thể gây dịch trong khu vực, như bệnh tả, lị, thương hàn, sốt rét, sốt Dergue xuất huyết và dịch hạch...

III. CÁC GIẢI PHÁP TỔNG THỂ PHÒNG TRÁNH GIẢM THIỂU LŨ LỤT CHO 2 LƯU VỰC TRỌNG ĐIỂM (LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG, LƯU VỰC SÔNG THU BỒN)

III.1. LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG

III.1.1. Đánh giá tổng hợp các điều kiện, thành phần tự nhiên đối với mưa, lũ và ngập lụt lưu vực sông Hương

Nội dung của phương pháp đánh giá tổng hợp bao gồm việc xây dựng thang điểm đánh giá. Mỗi thang điểm có thể chia làm nhiều bậc, mỗi bậc có thể ứng với các mức độ khác nhau giữa đối tượng và mục tiêu đánh giá. Việc lựa chọn về số lượng và chất lượng các chỉ tiêu được xem là nguyên tắc và cơ sở để đánh giá tổng hợp. Ở vùng nghiên cứu, số lượng các chỉ tiêu (dấu hiệu) đánh giá căn cứ vào mức độ quan hệ tương quan chặt chẽ giữa các điều kiện tự nhiên, thành phần tự nhiên hoặc cảnh quan với đặc tính nhạy cảm trong hình thành dòng chảy lũ của một lưu vực. Mỗi chỉ tiêu thông thường được gán bằng một hệ số (trọng số) phản ánh mức độ quan hệ giữa đối tượng (ở đây là các thành phần mặt đệm) và quá trình hình thành dòng chảy lũ của lưu vực.

Thông qua kết quả phân tích các thành phần tự nhiên cho thấy các thành phần chính của mặt đệm có quan hệ mật thiết với mưa lũ, lũ lụt là những chỉ tiêu đánh giá hay dấu hiệu nhận biết bao gồm:

- Lớp phủ thực vật;
- Đất; lớp phủ thổ nhưỡng
- Địa hình và hình thái lưu vực
- Hiện trạng khai thác, sử dụng tài nguyên trên lưu vực;

Đánh giá tổng hợp các điều kiện, thành phần tự nhiên đối với mưa lũ, lũ lụt lưu vực sông Hương với thang, bậc đánh giá như sau:

* Lớp phủ thực vật: Thang điểm 15 - 0.3 tương ứng với 5 mức là điểm từ 5 với mức rất tốt đến điểm 1 là mức rất kém. Vùng nghiên cứu, lớp phủ thực vật, được phân chia thành những nhóm tương đối đồng nhất về khả năng điều tiết mưa lũ trình bày trong bảng 5.15 .

Bảng 5.15: Mức độ điều tiết mưa lũ của lớp phủ thực vật

TT	Loại hình	Điểm/ hệ số	Mức độ điều tiết
1	Rừng tự nhiên ít bị tác động phân bố trên địa hình dưới 1700m	5x3	Rất tốt
2	Rừng tự nhiên bị tác động phân bố trên địa hình ≤ 1700m hoặc rừng tự nhiên ít bị tác động phân bố trên địa hình dưới 1700m	4x2	Tốt
3	Rừng tự nhiên bị tác động phân bố trên địa hình dưới 1700m hoặc rừng hỗn giao	3x1	Trung bình
4	Trảng cây bụi rậm hoặc rừng trồng, cây trồng lâu năm	2/2	Kém
5	Các loại hình phủ thưa, đất trống, trọc	1/3	Rất kém

Như đã phân tích, độ tán che đất của thảm thực vật đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong điều tiết mưa lũ, làm trễ lũ, giảm xói mòn, sụt lở đất, làm giàu chất hữu cơ tầng đất mặt. Nên trong quá trình đánh giá chất lượng điểm được đánh giá hệ số 3.

* Đất: Tương tự như lớp phủ thực vật. Đất và lớp thảm thực vật quan hệ mật thiết với nhau và đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong điều tiết mưa lũ và được phản ánh thông qua các cảnh quan. Thang điểm cũng được tính từ 15 - 0,3. Những tính chất và đặc điểm cơ bản của đất là độ dày tầng đất, thành phần cơ giới đất, hàm lượng mùn trong đất (đặc biệt là lượng mùn, mùn thô và tầng thảm mục ở mặt đất), xói mòn đất, được vận dụng như những dấu hiệu chỉ thị (hay chỉ tiêu bổ sung) trong quá trình đánh giá bảng 5.16.

Bảng 5.16: Mức độ điều tiết mưa lũ của đất

STT	Các loại đất	Điểm/ hệ số	Mức độ điều tiết
1	C_c , A, H_a, H_q	5 x 3	Rất tốt
2	F_a , F_q , H_s , H_k , H_v	4 x 2	Tốt
3	C, F_s , F_e , F_k , F_t , F_p	3 x1	Trung bình
4	X_p , B_p , R_k , P_f , P	2/2	Kém
5	B_a , X_a , E, M_n , M, S, P_b , P_y , P_c , P_g , P_5	1/3	Rất kém

* Địa hình thái lưu vực

Những đặc trưng của địa hình, hình thái lưu vực có quan hệ khá chặt chẽ với quá trình hình thành dòng chảy mặt, và đặc điểm dòng chảy như:

- Độ dốc địa hình lưu vực và độ dốc của lòng dẫn: Những yếu tố này phản ánh gradien biến đổi địa hình, phản ánh tốc độ dòng chảy, tốc độ truyền lũ từ thượng nguồn về hạ lưu. Về độ dốc được đánh giá thông qua phân cấp xói mòn hiện tại và nhận điểm từ 1 đến 5 không sử dụng trọng số.

- Hình dạng, diện tích, độ cao, chiều dài, rộng của lưu vực phản ánh mức tập trung nước của lưu lượng theo thời gian.

- Mật độ dòng chảy càng lớn thì khả năng phát sinh lũ càng cao.

- Độ dốc và hệ số uốn khúc phản ánh tốc độ truyền lũ, độ cao đỉnh lũ và khả năng thoát lũ.

- Chiều dài dòng chính và tổng chiều dài các dòng phản ánh mức độ dồn nước, dẫn nước và thoát lũ.

- Độ cao nguồn sông phản ánh năng lượng truyền lũ từ thượng lưu về hạ lưu.

- Tương quan giữa diện tích sinh lũ ở vùng đồi núi thượng và trung lưu với diện tích tích lũ ở đồng bằng, vùng thấp trũng.

Trong đánh giá vai trò của địa hình thái lưu vực với lũ lụt, các yếu tố nêu trên được tiến hành đánh giá trong từng "lưu vực đơn vị" ở hệ thống lưu vực sông và là những dấu hiệu chỉ thị, có thể được xem là quan hệ bình đẳng nên không kèm theo trọng số mà chỉ nhóm thành 5 nhóm tương ứng với điểm số từ 1 đến 5.

* Hiện trạng khai thác, sử dụng lưu vực

Bên cạnh lớp phủ thực vật, chúng tôi còn đề cập tới sự phân bố (tính tập trung hay phân tán), diện tích chiếm, địa thế của các đối tượng khác như khu dân cư, khu xây dựng, khu khai thác tài nguyên... là một tập hợp dấu hiệu đánh giá. Tùy theo mức độ tác động của các loại hình trong các cảnh quan của lưu vực đơn vị mà có thể được xác định là gây cản trở rất mạnh, mạnh, trung bình, yếu, không đáng kể.

Như vậy, quá trình đánh giá tổng hợp các cảnh quan trong lưu vực đơn vị, những dấu hiệu hay chỉ tiêu như hiện trạng sử dụng đất, diện tích, tầng đất, hình thái lưu vực... được xem là những dấu hiệu bổ sung được phân chia 5 mức tương ứng với 5 điểm bình đẳng nhau mà không sử dụng trọng số hay hệ số.

Trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá xây dựng bản đồ ở tỷ lệ 1:100.000, trong lưu vực sông Hương các lưu vực đơn vị được xác định như trong bản đồ và đặc điểm các cảnh quan phân bố trong lưu vực như trong bảng 5.17.

Bảng 5.17: Đặc điểm các cảnh quan phân bố trong lưu vực sông Hương

Kí hiệu	Đặc điểm cảnh quan
1	Cảnh quan rừng kín lá rộng ít bị tác động có địa hình núi bóc mòn trọng lực, dốc >35°, cao 700 - 800m đến 1700 - 1800m, hơi nóng - ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit có nơi lộ đá
2	Cảnh quan cây bụi thứ sinh, có địa hình núi bóc mòn - xâm thực, dốc >25°, cao 700 - 800m đến 1700 -1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit
3	Cảnh quan rừng kín cây lá rộng ít bị tác động, có địa hình núi bóc mòn-xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá biến chất
4	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh, có địa hình núi xâm thực bóc mòn - xâm thực, dốc >25°, cao 700 -800m đến 1700 - 1800m, hơi nóng - ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
5	Cảnh quan rừng kín cây lá rộng ít bị tác động, có địa hình bóc mòn trọng lực, dốc >25°, cao 700 - 800m đến 1700 - 1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá phiến sét
6	Cảnh quan rừng kín lá rộng, có địa hình núi bóc mòn trọng lực, dốc >35°, cao ≤ 700 - 800m, nóng - ẩm, với đất đỏ vàng trên đá macma axit, có nơi lộ đá
7	Cảnh quan cây trồng lâu năm hoặc rừng trồng, có địa hình núi bóc mòn -xâm thực, dốc >25°, cao ≤ 700 - 800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá biến chất
8	Cảnh quan cây bụi thứ sinh, có địa hình núi bóc mòn - xâm thực, dốc >25°, cao ≤ 700 - 800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng nhạt trên đá cát
9	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình núi xâm thực- bóc mòn, dốc 15 - 25o, cao □ 700 - 800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét hoặc đá cát

Ký hiệu	Đặc điểm cảnh quan
10	Cảnh quan cây trồng lâu năm hoặc rừng có độ che phủ kém, có địa hình núi xâm thực - bóc mòn, dốc > 25°, cao ≤ 700 - 800m, nóng- ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét
11	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh, có địa hình máng trũng - xâm thực, dốc < 15-25°, cao ≤ 700-800m, nóng- ẩm, với đất vàng đỏ trên đá granit hoặc riolit
12	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình máng trũng, sườn xâm thực - rửa trôi, dốc 15 - 25°, cao ≤ 700 - 800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét
13	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình sườn rửa trôi - tích tụ, dốc < 15°, cao ≤ 700 - 800m, nóng-ẩm, với đất nâu vàng trên phù sa cũ
14	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình thềm tích tụ nóng - ẩm, với đất phù sa, dốc tụ hoặc đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa
15	Cảnh quan cây trồng lâu năm, có địa hình đồng bằng thềm rửa trôi - xói mòn, dốc < 20°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
16	Cảnh quan trảng cây bụi, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi - xói mòn, dốc < 20°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
17	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi, dốc < 15°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
18	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ ngập mặn, có địa hình đồng bằng thấp trũng, nóng - ẩm với đất mặn phèn
19	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình đồng bằng, thềm tích tụ, nóng - ẩm, với đất phù sa bồi tụ
20	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi - tích tụ, nóng ẩm, với đất phù sa loang lổ, đất phù sa bãi
21	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình đồng bằng, bãi tích tụ, nóng-ẩm, với đất phù sa bồi tụ
22	Cảnh quan cây trồng ngắn ngày, có địa hình đồng bằng, bãi tích tụ, nóng-ẩm, đất cát tích tụ ven biển
23	Cảnh quan cây trồng dài ngày, có địa hình đồng bằng, cồn cát bãi cát, nóng ẩm với đất cát, cát
24	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ thưa, có địa hình đồng bằng, cồn cát ven biển, nóng-ẩm với đất cát, cát
25	Cảnh quan địa hình đồng bằng, cồn cát, bãi cát trống ven biển nóng-ẩm với đất cát, cát ưu thế
26	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng cồn cát, bãi cát ven biển, nóng-ẩm, đất cát, cát
27	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ ngập mặn có địa hình đồng bằng trũng thấp, nóng - ẩm, với đất cát, cát ngập mặn
28	Cảnh quan cây trồng lúa nước có địa hình đồng bằng trũng thấp nóng - ẩm, đất cát ngập nước
29	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình sườn xâm thực, rửa trôi, dốc 15 - 25°, cao ≤ 700 - 800m, nóng ẩm, với đất vàng đỏ trên đá macma

Quá trình tổng hợp đánh giá các cảnh quan phân bố trong lưu vực sông Hương về chức năng, vai trò điều tiết nước mưa lũ hiện tại được trình bày trong bảng 5.18 đến 5.21.

Bảng 5.18: Năng lực các cảnh quan đối với mưa lũ và ngập lụt Lưu vực sông Hương

Các cảnh quan	Kết quả đánh giá	Vai trò điều tiết giảm lũ lụt	Các cảnh quan	Kết quả đánh giá	Vai trò điều tiết giảm lũ lụt	Các cảnh quan	Kết quả đánh giá	Vai trò điều tiết giảm lũ lụt
1	5	Rất tốt	11	2	Kém	21	1	Rất kém
2	4	Tốt	12	1	Rất kém	22	1	Rất kém
3	5	Rất tốt	13	2	Kém	23	3	Trung bình
4	3	Trung bình	14	1	Rất kém	24	2	Kém
5	5	Rất tốt	15	2	Kém	25	2	Kém
6	4	Tốt	16	2	Kém	26	2	Kém
7	3	Trung bình	17	2	Kém	27	1	Rất kém
8	2	Kém	18	1	Rất kém	28	1	Rất kém
9	1	Rất kém	19	1	Rất kém	29	1	Rất kém
10	2	Kém	20	2	Kém			

Bảng 5.19: Phân bố năng lực giảm lũ của các cảnh quan và lưu vực đơn vị trong lưu vực sông Hương

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan
1	6, 11, 16, 29	10	5, 8, 16, 29	19	8, 29
2	11, 15, 16, 29	11	4, 6, 11	20	3, 25
3	16	12	3, 5, 8	21	5, 6, 7, 8, 9, 12
4	6, 11, 16, 29	13	6	22	1, 9

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan
5	6, 15, 29	14	6, 8	23	1, 5
6	15, 16	15	6, 17, 29	24	1, 9
7	6, 11	16	6, 17, 29	25	9, 12, 13, 14, 18, 22, 28
8	4, 16, 19	17	11	26	9, 13, 14, 23
9	5, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28	18	6, 9, 29		

Bảng 5.20: Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu diện tích (%) so với lưu vực trong hệ thống sông Hương

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu % diện tích so với lưu vực đơn vị				
		1	2	3	4	5
1	6, 11, 16	20	60		10	10
2	11, 15, 16	30	70			
3	16, 29	30	70			
4	6, 11, 16, 29	20	20		50	10
5	6, 15, 29	20	60		10	10
6	15, 16	30	40		30	
7	6, 11		70	10	20	
8	4, 16, 19	20	40	40		
9	5, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28	30	30	35		5
10	5, 8, 16, 29	20	60		10	10
11	4, 6, 11		60	20	10	10
12	3, 5, 8		10	50		40
13	6	40			60	
14	6, 8		60		40	

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kí hiệu các cảnh quan	Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu % diện tích so với lưu vực đơn vị				
		1	2	3	4	5
15	6, 17	20	60	10	10	
16	6	30		30	40	
17	11		100			
18	6, 9, 29	80		20		
19	8, 29	80	20			
20	3, 25		20	40	40	
21	5, 6, 7, 8, 9, 12	20	20	20		40
22	1, 9		10	10	70	10
23	1, 5		5	5	80	10
24	1, 9	30	60		10	
25	9, 12, 13, 14, 18, 22, 28	70	25	5		
26	9, 13, 14, 23	80	20			

Bảng 5.21: Kết quả đánh giá lưu vực đơn vị sông Hương

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu % diện tích so với đơn vị lưu vực					Kết quả đánh giá lưu vực đơn vị				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	20	60		10	10			+		
2	30	70					+			
3	30	70					+			
4	20	20		50	10			+		
5	20	60		10	10		+			
6	30	40		30			+			
7		70	10	20			+			

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu % diện tích so với đơn vị lưu vực					Kết quả đánh giá lưu vực đơn vị				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	20	40	40				+			
9	30	30	35		5		+			
10	20	60		10	10		+			
11		60	20	10	10			+		
12		10	50		40			+		
13	40			60				+		
14		60		40				+		
15	20	60	10	10			+			
16	30		30	40				+		
17		100					+			
18	80		20			+				
19	80	20				+				
20		20	40	40				+		
21	20	20	20		40		+			
22		10	10	70	10				+	
23		5	5	80	10				+	
24	30	60		10			+			
25	70	25	5			+				
26	80	20				+				

Trên cơ sở kết quả đánh giá tổng hợp vai trò của các thành phần cảnh quan trong lưu vực sông Hương cho thấy khoảng 75 - 80% diện tích lưu vực đã bị tác động làm suy giảm chức năng điều tiết lũ. Các lưu vực đơn vị trong đó các cảnh quan bị tác động mạnh mẽ làm suy giảm chất lượng điều tiết mưa, lũ tập trung chủ yếu ở vùng đồng bằng và vùng đồi núi trung lưu. Ngay cả ở những vùng núi cao

các lưu vực đơn vị cũng đã bị con người tác động dẫn đến sự phân hóa da báo về chức năng điều tiết lũ của các thành phần cảnh quan.

Kết quả đánh giá cũng cho thấy vùng thung lũng Nam Đông, Đông Ngãi và huyện Phú Lộc có phần mặt đệm là kém, rất kém. Lưu vực sông Bồ (từ thượng nguồn xuống hạ lưu) chất lượng các thành phần mặt đệm đều được đánh giá là kém, rất kém. Đây là các khu vực luôn xảy ra lũ lớn, lũ quét.

Kết quả đánh giá tổng hợp vai trò của các thể tổng hợp tự nhiên, cảnh quan trong điều tiết lũ được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1: 100.000 (hình 5.7) với 5 mức từ rất tốt, tốt, trung bình, kém đến rất kém. Các kết quả này sẽ là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp tổng thể phòng tránh lũ lụt lưu vực sông Hương.

III.1.2. Đề xuất các giải pháp tổng thể phòng tránh giảm thiểu lũ lụt cho lưu vực sông Hương - Bồ

CÁC GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH

1. Biện pháp quản lý và tăng cường lớp thảm phủ thực vật

Quản lý và tăng cường lớp phủ thực vật trong lưu vực nhằm hạn chế tác hại của lũ là một biện pháp phi công trình có hiệu quả nhằm hạn chế dòng chảy mặt tăng dòng thấm. Dựa trên khả năng phòng hộ của các loại thảm phủ, chúng tôi đưa ra những đề xuất về quản lý, quy hoạch thảm thực vật trong lưu vực sông Hương.

a. Quản lý thảm thực vật

Đến năm 2002 Thừa Thiên - Huế có 235.320 ha đất lâm nghiệp (46,56% diện tích tỉnh) trong đó rừng phòng hộ có 130.212 ha, chiếm 55,33% (rừng tự nhiên 111.670ha, rừng trồng 18.542ha), rừng đặc dụng 34.002ha, chiếm 14,45% (rừng tự nhiên 27.965ha, rừng trồng 6.037ha), rừng sản xuất có 71.106ha, chiếm 30,22% (rừng hoàn toàn phù hợp và thuận lợi cho việc điều tiết nước cho lưu vực).

Rừng đặc dụng bao gồm khu bảo tồn loài, sinh cảnh Phong Điền, Vườn Quốc gia Bạch Mã, khu bảo vệ cảnh quan bắc Hải Vân, khu bảo tồn biển Hải Vân-Sơn Trà. Rừng phòng hộ phân bố trên vùng núi cao, dốc, đầu nguồn. Tổng diện tích rừng phòng hộ và đặc dụng là 164.214ha (chiếm 69,78% rừng và 32,50% diện tích tỉnh). Đây là các khu bảo vệ có kinh phí Nhà nước cũng như các Tổ chức quốc tế cung cấp và trợ giúp. Nếu các khu rừng sản xuất được tổ chức khai thác tốt theo kiểu khai thác chọn, trồng bổ sung các loài bản địa có giá trị cao thì tổng diện tích rừng toàn tỉnh đạt được 46,56%. Đây chính là diện tích các cấp phòng hộ từ không

xung yếu đến an toàn. Cùng với hệ thống hồ, sông, suối, các vùng đất sản xuất nông nghiệp ở vùng núi chuyển sang canh tác theo các mô hình nông - lâm - chăn nuôi có độ che phủ ổn định... thì vấn đề điều tiết nước của khu vực được đảm bảo khá tốt. Tuy nhiên, trong thực tế, việc quản lý tài nguyên rừng, nâng cao chất lượng rừng, chuyển đổi cơ cấu sản xuất có nhiều khó khăn. Theo điều tra Ban kiểm kê rừng Trung Ương, ở Thừa Thiên - Huế diện tích rừng có 214.182 ha, chủ yếu là rừng nghèo, rừng non và rừng trồng có cấu trúc kém.

b. Nâng cao chất lượng lớp phủ thực vật

Nâng cao chất lượng lớp phủ thực vật có nghĩa tạo một lớp phủ có cấu trúc tốt hơn: nhiều tầng và độ che phủ ổn định. Tùy từng điều kiện tự nhiên của mỗi khu vực như độ cao, độ dốc địa hình, độ dày tầng đất..., cũng như phải căn cứ vào đặc điểm kinh tế - xã hội của khu vực để mà đưa ra các phương án khả thi.

* Tổ chức khai thác tốt các khu rừng theo phương án khai thác tuyển chọn và gây dặm cây mới: rừng giàu chỉ còn 17.904ha ở dưới độ cao 800m, 22.521ha ở trên độ cao 800m. rừng nghèo có 38.731ha dưới độ cao 800m, 8.794 ha trên độ cao 800m; tổng số 87.950ha, chiếm 15,09% lưu vực. Đây là các diện tích giữ vai trò điều tiết dòng chảy quan trọng nhất của lưu vực với cấp xung yếu từ an toàn đến không xung yếu. Chúng phân bố chủ yếu ở phía đông của huyện A Lưới, phía tây của huyện Hương Thủy và Nam Đông - khu vực đầu nguồn của sông Hữu Trạch; xung quanh huyện Nam Đông, khu vực bắc núi Bạch Mã - thượng nguồn của sông Tả Trạch. Hình thể chung: rừng bị phá thành các mảng rời rạc, khai phá theo kiểu gặm nhấm, hướng từ các thung lũng lên trên thượng nguồn. Nếu quản lý và khai thác tốt sẽ giữ được 15,09% diện tích lưu vực không xung yếu. Các giải pháp gồm:

- Quản lý tốt không cho dân khai thác trắng làm nương rẫy,
- Khai thác chọn lọc các cây gỗ lớn và gây dặm các cây gỗ bản địa có giá trị cao. Lâm trường Phú Lộc, trong những năm qua, đã thành công gây dặm các cây gỗ tốt như Sao, Huỳnh, các cây gỗ thuộc họ Dầu. Đây là các cây ưu thế trong rừng nguyên sinh ở địa phương, có kích thước lớn, gỗ có giá trị. Việc khai thác chọn không phá vỡ nhiều cấu trúc của rừng. Các cây lớn bị chặt hạ, nhưng tầng cây nhỡ, tầng cỏ, lớp đất và thảm mục vẫn nguyên vẹn, bảo vệ đất và điều tiết tốt dòng chảy.
- Bảo vệ nhằm phục hồi tốt các khu rừng nghèo, rừng non nâng cao khả năng điều tiết dòng chảy của chúng. Rừng nghèo 38.781ha ở dưới độ cao 800m và 4.122ha ở độ cao trên 800m; rừng non có 111.444ha dưới độ cao 800m và 2.148ha

ở trên độ cao 800m; tổng số 175.576ha, chiếm 30,12% lưu vực. Các kiểu thảm này có cấp ít xung yếu. Chúng phân bố xung quanh các khu rừng giàu và trung bình. Nếu bảo vệ tốt, chúng dần tái sinh, sinh trưởng thành rừng có cấu trúc tốt sẽ trở thành rừng có trữ lượng trung bình, rừng giàu với cấp xung yếu là không xung yếu. Sẽ có 30,12% diện tích lưu vực được nâng lên cấp không xung yếu làm tăng mức điều tiết dòng chảy của lưu vực.

- Chăm sóc tốt rừng trồng nâng cấp điều tiết của rừng. Rừng trồng ở lưu vực bao gồm bạch đàn, keo lá tràm, thông hai lá, phân bố tập trung ở vùng gò đồi của Phú Lộc, Hương Thủy, Hương Trà và Phong Điền. Ngoài ra còn có một diện tích nhỏ phi lao trên cát biển. Tổng diện tích rừng trồng có 45.537ha, chiếm 7,81% lưu vực, với cấp ít xung yếu. Bảo vệ tốt các khu này, khai thác không ồ ạt, sau khai thác nơi đất dày trồng rừng với các cây gỗ giống bản địa sẽ dần tạo được khu rừng nhiều tầng tán có cấp không xung yếu với diện tích chiếm tỷ lệ 7,81% lưu vực.

Như vậy chỉ với công tác quản lý, bảo vệ, chăm sóc, tổ chức khai thác tốt, trong lưu vực đã có 53,02% diện tích ở mức độ từ không xung yếu đến an toàn. Đây có thể xem như một tỷ lệ lý tưởng cho một lưu vực. Công chăm sóc, tu bổ rừng sẽ được lấy lại một phần trong số lượng gỗ khai thác tuyển chọn hàng năm.

* Trồng rừng, xây dựng mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi phối hợp trên diện tích trảng cây bụi cỏ, nương rẫy trong lưu vực. Trảng cây bụi cỏ phổ biến ở trung du và đặc biệt mở rộng ở khu vực thấp thượng nguồn sông Hữu Trạch (khu vực ranh giới giữa huyện A Lưới với Hương Thủy và Nam Đông), khu vực thấp ở thượng nguồn sông Tả Trạch (hầu như toàn bộ khu vực trung tam của huyện Nam Đông). Trảng cây bụi, cỏ có 207.282ha, nương rẫy có 5.585ha; tổng diện tích của chúng có 212.876ha chiếm 36,48 % diện tích lưu vực.

Để khắc phục tình trạng du canh cũng như nâng cao hiệu suất điều tiết nước của trảng cây bụi, cỏ cần có các biện pháp sau:

- Tổ chức định canh, định cư cho số dân tộc ít người.

- Trên các đất mỏng, sỏi sạn hay đất dốc tiến hành trồng rừng. Đặc biệt, khu vực đầu nguồn Tả Trạch, Hữu Trạch đều phải ưu tiên cho trồng rừng, theo một số tác giả, tốc độ trồng khoảng 5.000-7.000 ha/năm thì mới đảm bảo khả năng phòng hộ của lưu vực.

- Xây dựng các mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi theo kiểu

vườn rừng hay Vườn - Ao - Chuồng với diện tích một vài ha trở lên cho một hộ gia đình. Cần có các đầu tư về khoa học - kỹ thuật, các giống dài ngày tạo thu nhập cũng như độ che phủ ổn định như cây ăn quả, công nghiệp lâu năm, cây gỗ...

Kết quả: sẽ chuyển được 36,48% diện tích lưu vực từ cấp xung yếu sang ít xung yếu. Như vậy, việc quản lý, bảo vệ rừng tốt, khai thác rừng hợp lý; tổ chức trồng rừng nơi đất dốc, khu vực đầu nguồn; xây dựng các mô hình sản xuất nông - lâm - chăn nuôi kết hợp sẽ có được 53,02% diện tích ở mức độ từ không xung yếu đến an toàn, 36,48% diện tích ít xung yếu trong lưu vực sẽ góp một phần rất quan trọng trong việc điều tiết nước của lưu vực.

2. Chuyển đổi cơ cấu kinh tế

❖ Cần chuyển dịch cơ cấu kinh tế mạnh mẽ, cải tiến cách phân bố lực lượng sản xuất và tăng cường cơ sở hạ tầng sản xuất, dân sinh có định hướng phòng chống, giảm nhẹ thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng. Trong tình hình môi trường và hoàn cảnh địa lý hiện nay thì cơ cấu kinh tế miền Trung nói chung và Thừa Thiên - Huế nói riêng không còn phù hợp nữa nếu chỉ chú trọng sản xuất lúa. Do đó chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng tăng mạnh tỉ trọng công nghiệp - du lịch - dịch vụ - kinh tế biển - nông nghiệp là có triển vọng, kể cả dưới góc độ phòng tránh lũ lụt, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai nói chung và thiên tai lũ lụt nói riêng.

❖ Chăn nuôi ở dải ven biển Thừa Thiên - Huế hiện thời còn quá phụ thuộc và ràng buộc lẫn nhau với trồng trọt. Tình trạng này có thể được khắc phục bằng cách gia tăng chăn nuôi công nghiệp các loại gia súc, gia cầm chịu hạn. Tuy vậy tập đoàn vật nuôi cần phải có quy hoạch cụ thể về bãi chăn thả, số lượng đàn, chủng loại, cách chăn nuôi... để đảm bảo thực vật được phát triển bền vững ngày càng gia tăng về diện tích và sinh khối.

❖ Phát triển diện tích nuôi trồng thủy sản, đổi mới cơ cấu kinh tế nông thôn theo phương án quy hoạch thủy sản có tính đến việc phòng tránh lũ lụt. Tiếp tục Hoàn thiện và đổi mới cơ cấu mùa vụ, nuôi trồng trên cơ sở thích ứng lách, phòng tránh thiên tai. Cương quyết cho di dời các ao tôm lấn chiếm lòng sông cản trở thoát lũ, hướng tới công nghệ nuôi tôm trên cát để phát huy tiềm năng đất đai, hạn chế những rủi ro môi trường và dịch bệnh.

3. Các giải pháp về khoa học - công nghệ

Toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế có 11 trạm đo mực nước và lưu lượng, hầu hết

là trạm dùng riêng. Chỉ có 3 trạm nằm trong mạng lưới trạm Quốc gia: Trạm thuỷ văn cấp II Thượng Nhật và 2 trạm thuỷ văn cấp III là Phú Ốc và Kim Long. Như vậy số liệu để phục vụ nghiên cứu thuỷ văn chưa đáp ứng nên độ chính xác dự báo lũ lụt chưa cao, thời gian dự kiến ngắn, hiệu quả phục vụ còn hạn chế. Do đó, bên cạnh việc xây mới các đài trạm quan trắc khí tượng - thủy văn vùng thượng du cần phải nâng cấp, đầu tư trang thiết bị hiện đại, đi liền với đội ngũ cán bộ chuyên sâu đảm bảo phát huy hiệu quả cao nhất trong việc theo dõi, dự báo, cảnh báo thiên tai. Xây dựng mới, bổ sung trang thiết bị hiện đại, đồng bộ cho trạm quan trắc tổng hợp.

Cảnh báo và dự báo về các loại hình thiên tai hiện nay được xem là một trong số những biện pháp phi công trình quan trọng để quản lí, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra. Cho đến nay những thông tin cho công tác dự báo, cảnh báo các hiện tượng thiên tai xảy ra chủ yếu là những thông tin "*cần*", tức là chủ yếu dựa vào tần suất thống kê để tính toán khả năng thiên tai có thể xảy ra, còn những thông tin "*đủ*" tức là chất lượng "*mặt đệm*" chưa được hỗ trợ nhiều cho công tác dự báo, cảnh báo. Bởi vậy việc thành lập bản đồ tiềm năng và cảnh báo loại hình thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng được xem là một trong những biện pháp đặc biệt quan trọng cho công tác dự báo, cảnh báo để góp phần hoạch định, qui hoạch biện pháp phòng tránh thiên tai góp phần quan trọng cho xây dựng và thực thi các chiến lược quản lí và phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra.

Bản đồ tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai do lũ lụt trên lưu vực sông Hương là một loại bản đồ chứa đựng nhiều thông tin mang tính tổng hợp, hệ thống khá phức tạp. Chỉ có thể bằng phương pháp địa lí tổng hợp trên cơ sở thừa kế tối đa những thông tin trên các bản đồ cơ bản và những số liệu thực tế mới có thể cho một bức tranh phân hóa không gian trong lưu vực về tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai do lũ lụt một cách khá toàn diện và tổng hợp. Đề tài đã tiến hành xây dựng "Bản đồ tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai lũ lụt ở lưu vực sông Hương tỷ lệ 1: 100.000" và thể hiện trên hình 5.8.

Theo nghiên cứu địa lý có thể xem loại hình thiên tai lũ lụt tiềm năng có thể xảy ra ở mức độ khác nhau trong tính toán định tính kết hợp với định lượng trong mô hình tổng quát mưa - mặt đệm - dòng chảy.

Những thông tin cơ bản phản ánh chất lượng mặt đệm được tổng hợp hệ thống theo các tổng thể tự nhiên phân bố trong các lưu vực đơn vị liên kết thành hệ thống lưu vực. Trên cơ sở kết quả đánh giá các tổng thể tự nhiên, mỗi thông tin cơ

bản đặc trưng cho một loại hình thiên tai được xem là những dấu hiệu phản ánh tiềm năng ở mức độ khác nhau về loại hình thiên tai tương thích. Kết quả đánh giá được khái quát tổng hợp theo các lưu vực đơn vị phản ánh theo không gian lãnh thổ sự phân bố và mức độ khác nhau về tiềm năng và cảnh báo các loại hình thiên tai do lũ lụt trong lưu vực sông Hương bao gồm: thiên tai sạt lở, trượt lở đất, lũ quét, lũ lụt.

Bảng 5.23: Thống kê các đoạn xói lở bờ sông Hương tỉnh Thừa Thiên - Huế

(Trận lũ tháng XI/1999)

Stt	Các đoạn xói lở	Chiều dài đoạn xói lở (m)	Độ cao đoạn xói lở (m)	Chiều sâu vùngxói lở (m)
I	**Bờ phía bắc sông**			
1	Phía dưới chùa Linh Mụ	500	0,5	
2	Khu vực chùa Linh Mụ	150	0,3-2,8	0,4-2,2
3	Trước trường Văn Thánh	300	0,2-0,8	0,2-0,4
4	Phía dưới kè Xước Dũ	800	3,0-4,5	
5	Khu vực Long Hồ	1400	1,5-5,5	3,0-5,2
6	Ngọc Hồ	300	0,4-1,8	
7	Khu vực xã Hương Thọ	2000	0,5-4,5	
8	Lương Mô	600	1,2-5,6	
9	Hải Cát, Hương Thọ	900	1,2-4,0	0,5-3,2
10	Vùng đối diện phà Tuần	600	0,4-0,6	
11	Làng Kim Ngọc	400	0,5-1,0	
12	Hương Vinh	150	0,5-2,0	0,4-1,8
Tổng cộng bờ Bắc		8100	0,2-4,5	
II	**Bờ Nam sông**			
1	Khu vực Thủy Bằng (Dương Phấn - Bằng Lãng)	1600	0,6-5,5	0,5-10
2	Khu vực bến phà công ty khai thác đá	200	0,7-3,5	
3	Dơng Xuân Thượng - Thủy Bằng	800	0,2-0,7	1,0-21,5
4	Lương Quán	480	0,2-2,5	
5	Nguyệt Biều, Thủy Biền	700	0,2-5,0	
6	Vạn Niên	150	1,0-2,0	
7	Phía dưới đập La ý về phía thượng nguồn	500	1,5-2,5	0,4-1,6
8	Phú Thượng	200	0,5-0,7	
Tổng cộng bờ Nam		4630	0,2-5,5	

Bảng 5.22: Thống kê các đoạn xói lở bờ sông Bồ tỉnh Thừa Thiên - Huế

(Trận lũ tháng XII/1999)

Stt	Các đoạn xói lở	Chiều dài đoạn xói lở (m)	Độ cao đoạn xói lở (m)	Chiều sâu vùng xói lở (m)
I	**Bờ phía bắc sông Bồ**			
1	Khu vực trường Phong An đến chùa Cổ Bi (P.Điền)	600	1,0-3,0	0,5-2,0
2	Khu vực Cầu sắt	200	1,0-2,5	0,5-3,0
3	Khu vực chợ Phò Ninh, trường Phong An (P.Điền)	600	0,3-3,5	1,0-6,8
4	Làng Trượng An (P.Điền)	500	0,5-1,4	0,5-1,8
5	Đoạn thuộc xã Phong An (Khu cột điện vượt sông)	200	0,4-3,8	0,4-1,8
6	Khu vực xã Quảng Phú	1600	1,2-0,4	3,0-5,0
7	Khu vực xã Quảng Thọ huyện Quảng Điền	1400	0,2-1,6	0,5-2,2
Tổng cộng bờ Bắc		5100	0,2-4,0	0,5-6,8
II	**Bờ Nam sông Bồ**			
1	Phía trên thôn Lại Bằng (khu vực trôi 24 ngôi nhà)	350	1,5-5,0	1,0-2,0
2	Lại Bằng, Hương Văn , H.Trà	750	0,5-3,8	1,0-3,5
3	Phía dưới cầu An Lỗ 800m	100	0,5-2,0	0,5-1,0
4	Văn Xá, Hương Văn , Hương Trà	800	0,8-2,1	0,5-2,8
5	Khu kè đá Thanh Lương, Hương Xuân, Hương Trà	300	0,4-0,6	
6	Khu vực đất bồi Thanh Lương, Hương Xuân, Hương Trà	150	0,5-1,2	0,4-20
7	Khu vực Hương Toàn	200	0,5-1,6	0,5-1,5
8	Khu vực HTX Nông nghiệp Tây Toàn (Hương Toàn, Hương Trà)	200	0,2-0,6	0,5-1,4
9	Khu vực cồn thuộc xã Quảng Thọ, Quảng Điền	500	0,5-1,6	0,5-2,0
10	Tân Xuân Lai, xã Quảng Thọ	200	0,5-1,0	0,5-1,0
Tổng cộng bờ Nam		3550	0,5-5,0	0,4-20

CÁC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH

Hệ thống đê điều

Tổng chiều dài đê thuộc tỉnh Thừa Thiên - Huế là 168 km có cao độ đỉnh từ +1,1 tới +3,0m, được thiết kế với tần suất 10% và đã có phương án để tránh lũ chính vụ toàn bộ diện tích canh tác khu trũng phải được thu hoạch trước 5/IX.

Bảng 5.24: Hệ thống đê Thừa Thiên - Huế

Sông	Tuyến đê	L(km)	Cao độ đê (m)	$H_{lũ\ hè\ thu}$ (m)
Hương	Tả	14.5	+2.5 ÷ +1.5	+2.2 ÷+1.2
	Hữu	13.2	+2.5 ÷ +1.5	+2.2 ÷+1.2
Bồ	Tả	21.3	+3.0 ÷ +2.1	+2.8 ÷+1.8
	Hữu	20.6	+3.0 ÷ +2.1	+2.8 ÷+1.8
Nông	Tả	7.6	+1.5 ÷ +1.2	+1.4 ÷+1.1
	Hữu	7.0	+1.5 ÷ +1.3	+1.4 ÷+1.1
Truồi	Tả	7.0	+1.7 ÷ +1.1	+1.5 ÷ +0.9
	Hữu	6.0	+1.7 ÷ +1.1	+1.5 ÷+0.9
Bù Lu	Tả	6.5	+1.7 ÷ +1.1	+1.5 ÷+0.9
	Hữu	6.0	+1.7 ÷ +1.1	+1.5 ÷ +0.9
Tam Giang	Ven phá	17.5	+1.2	+0.9
Thủy Tú	Ven phá	26.0	+1.2	+0.9
Cầu Hai	Ven phá	14.5	+1.2	+0.9
Tổng		**167.7**		

Hồ chứa, đập dâng

Hầu như không có các hồ chứa với dung tích lớn có thể cắt được lũ chính vụ. Công trình thủy lợi lớn nhất tỉnh là Hòa Mỹ với dung tích $9,7.10^6 m^3$ thuộc huyện Phong Điền, sau đó đến Phú Bài 2 (Hương Thủy) $7,8.10^6 m^3$, Thọ Sơn (Hương Trà) $6.10^6 m^3$, Châu Sơn (Hương Thủy) $2,3.10^6 m^3$, Mỹ Xuyên (Phong Điền) $1,6.10^6 m^3$... Còn lại các hồ chứa khác đều nhỏ hơn $1.10^6 m^3$, không có tác dụng cắt lũ.

Bảng 5.25: Các hồ chứa tại Thừa Thiên - Huế

Hồ chứa	*Địa điểm (huyện)*	*W ($10^6 m^3$)*	*Hồ chứa*	*Địa điểm (huyện)*	*W ($10^6 m^3$)*
Châu Sơn	Hương Thủy	2.3	Khe Ngang	Hương Hồ II	0.4
Phú Bài 2	Hương Thủy	7.8	Khe Rưng	Hương Thọ	0.4
Hòa Mỹ	Phong Điền	9.7	Khe Bội	Bình Thành	0.3
Thọ Sơn	Hương Trà	6.0	Khe Râm	Bình Thành	0.3
Mỹ Xuyên	Phong Điền	1.6	Cừa	Hương Vân	0.2
Niêm	Phong Điền	1.0	Ruộng Hom	Hương Vân	0.15
Trầm Thiêm	Phong Điền	1.0	Ba Cửa	Hương Thủy	0.5
Nam Giản	Quảng Điền	0.6	K4	Hương Phú	0.6
Khe nước	Hương Hồ I	0.8			

Như vậy để có thể chống lũ chính vụ giảm bớt những thiệt hại do lũ lụt gây ra bên cạnh việc củng cố các tuyến đê hiện có, kiên cố hóa kênh mương cần xây dựng thêm các hồ chứa đa mục tiêu trên lưu vực sông Hương. Hiện nay đang xây dựng các hồ trên thượng nguồn sông Hương là:

- Tả Trạch (Tả Trạch): dung tích 610 triệu m^3 và dung tích hữu ích là 538 triệu m^3,

- Bình Điền (Hữu Trạch): dung tích 230 triệu m^3; dung tích hữu ích là 182 triệu m^3,

- Cổ Bi (sông Bồ) dung tích 242 triệu m^3 và dung tích hữu ích là 167 triệu m^3.

Khi hoàn thành ba hồ chứa trên, mực nước tại Kim Long sẽ đạt ở mức +3,7m , đảm bảo chống ngập lụt cho vùng hạ du trong đó có thành phố Huế ở mức lũ có tần suất xuất hiện 5%.

Ngoài ra cần nâng cao đập dâng hồ Truồi thêm 2m, dung tích phòng lũ sẽ đạt khoảng 25 - 30 triệu m^3; xây dựng hồ Thủy Yên và Thủy Cam trên lưu vực sông Bù Lu vừa đế cấp nước cho khu công nghiệp Chân Mây và tưới cho 1.300 ha vừa giảm ngập cho khu Thừa Lưu khoảng 50 cm.

Hành lang thoát lũ:

Do tồn tại 2 tuyến đường sắt Bắc Nam và quốc lộ 1A chạy song song với bờ biển, chắn ngang dòng nước lũ ngay tại vị trí chuyển tiếp giữa đồi núi và đồng bằng. Tạo ra độ chênh lệch mực nước rất lớn giữa thượng lưu và hạ lưu công trình

do không đủ cống, cống không đủ kích thước là điều kiện thuận lợi cho lũ quét cả mặt đường để thoát ra biển. Cần mở rộng hệ thống cống nhằm đảm bảo khả năng thoát nước của lũ.

+, Cống 3 cửa ở đầu kênh 5 và 7 xã: cống được xây dựng ở Nham Biều trên vị trí phân lưu từ sông Bạch Yến sang kênh 5 xã, 7 xã. Cống có nhiệm vụ chống lũ tiểu mãn, lũ sớm và cấp nước cho vùng Tả sông Hương và Hữu sông Bồ.

+, Cống Phú Cam: Cống được xây dựng tại cửa vào của sông Đại Giang với quy mô 6 cửa x 4,5 m, âu thuyền ở - 2,5m. Cống có nhiệm vụ khống chế lũ tiểu mãn, lũ sớm, cấp nước và ngăn mặn cho vùng đồng bằng nam sông Hương.

+, Đập Đá: Nằm ở cửa vào của sông Cùng, trên tuyến đường giao thông từ thành phố Huế ra Thuận An, với cao trình tràn là 1,48m dài 204m. Đập có tác dụng ngăn nước mặn vào mùa kiệt, lũ tiểu mãn và những trận lũ nhỏ vào vùng nam sông Hương. Đây là công trình cố định, nước tràn tự do khi cao hơn mặt tràn.

+, Đập Cống La Ỷ: ở cửa vào sông La Ỷ đã xây dựng đập ngăn sông, đỉnh đập tràn ở cao trình +1,30m có 23 cửa mỗi cửa rộng 3m và 1 cống lấy nước có chiều rộng 5m, cao trình đáy -1,5m. Cao trình có nhiệm vụ chống lũ nhỏ, ngăn mặn, tận dụng thời gian độ mặn thấp để lấy nước ngọt và tiêu úng cho vùng đồng bằng nam sông Hương. Lũ lớn nước vẫn chảy từ sông Hương vào đồng bằng nam sông Hương.

+, Đập Thanh Hà: Được xây dựng ở cửa vào sông Quảng Thành có nhiệm vụ chống lũ tiểu mãn, lũ sớm cho vùng đồng bằng bắc sông Hương.

+, Đập Thảo Long: Nằm trên dòng chính sông Hương, cách Tân Mỹ khoảng 3000m, với hệ thống cọc bê tông treo cửa rèm có tác dụng giảm bớt sự xâm nhập mặn từ cửa sông lên thượng lưu. Vào mùa lũ tất cả các cánh cửa rèm đều được tháo dỡ nên hầu như không ảnh hưởng đến dòng chảy lũ trên sông.

+, Đê ngăn mặn dọc theo bờ của dãy đầm phá ven biển. Tuyến đê kéo dài suốt từ Cửa Lác đến Cống Quan với cao trình đỉnh từ +1,20 ÷ +1,50m (trong đó có một số đoạn được hạ thấp xuống + 0,8m để thoát lũ chính vụ). Tuyến đê có nhiệm vụ ngăn mặn, chống sóng và ngăn lũ nhỏ từ dãy đầm phá tác động vào, bảo vệ cho vùng vùng đồng bằng nam, bắc sông Hương.

- Các công trình tiêu úng, thoát lũ. Trên tuyến đê ngăn mặn ven dãy đầm phá đã xây dựng một số cống để thoát lũ, tiêu úng cho vùng đồng bằng nam, bắc

sông Hương (bảng 5.26).

Bảng 5.26: Các công trình tiêu úng thoát lũ

Tên cống tiêu	Cửa sông	Số cửa x chiều rộng 1 cửa	Cao trình đáy
** Vùng Bắc sông Hương*			
Hà Đồ	Hà Đồ	3x 2,5m	- 1,5m
An Xuân	Quảng Thành	3x 2,5m	-1,5m
Quán Cửa	Quảng Thọ	3x 2,5m	-1,5m
** Vùng Nam sông Hương*			
Phú Thượng	Phú Thượng	3x 2,5m	-1,5m
Cầu Long	Cầu Long	6x2,4m	-1,5m

III.2. LƯU VỰC SÔNG THU BỒN

III.2.1. Đánh giá tổng hợp các thành phần tự nhiên đối với mưa, lũ và ngập lụt lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia

Tương tự như lưu vực sông Hương, chúng tôi xây dựng "Bản đồ tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai lũ lụt lưu vực sông Thu Bồn" tỷ lệ 1:100.000 (hình 5.14).

Quá trình tổng hợp đánh giá các cảnh quan phân bố trong các lưu vực sông Thu Bồn về chức năng, vai trò điều tiết mưa lũ hiện tại được xác định trong bảng 5.27 đến 5.29. Với 5 mức từ rất tốt, tốt, trung bình, kém đến rất kém thể hiện sự suy thoái của các thành phần tự nhiên hay vai trò của mặt đệm trong điều tiết lũ.

Bảng 5.27: Đặc điểm các cảnh quan phân bố trong lưu vực sông Thu Bồn

Kí hiệu	Đặc điểm cảnh quan
1	Cảnh quan rừng kín cây lá rộng ít bị tác động có địa hình núi bóc mòn trọng lực, dốc >35°, cao ≥1700-1800m, lạnh ẩm, với đất mùn vàng nhạt có nơi potzon hóa và lộ đá
2	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh có địa hình núi bóc mòn trọng lực dốc >35°, cao ≥1700-1800m, lạnh ẩm, với đất mùn vàng nhạt có nơi potzon hóa và lộ đá
3	Cảnh quan rừng kín lá rộng ít bị tác động có địa hình núi bóc mòn trọng lực, dốc >35°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit có nơi lộ đá
4	Cảnh quan cây trồng lâu năm có địa hình núi xâm thực-bóc mòn, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit

Kí hiệu	Đặc điểm cảnh quan
5	Cảnh quan cây bụi thứ sinh, có địa hình núi bóc mòn-xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit
6	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình xâm thực rửa trôi, dốc 15-25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit
7	Cảnh quan rừng kín cây lá rộng ít bị tác động, có địa hình núi bóc mòn-xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn vàng đỏ trên đá biến chất
8	Cảnh quan cây trồng lâu năm, có địa hình núi xâm thực bóc mòn-xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
9	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh, có địa hình núi xâm thực bóc mòn-xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
10	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình xâm thực-rửa trôi dốc 15-25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
11	Cảnh quan rừng kín cây lá rộng ít bị tác động, có địa hình bóc mòn trọng lực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
12	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh, có địa hình bóc mòn- xâm thực, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá biến chất
13	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình núi xâm thực-bóc mòn, dốc >25°, cao 700-800m đến 1700-1800m, hơi nóng- ẩm, với đất mùn đỏ vàng trên đá phiến sét
14	Cảnh quan rừng kín lá rộng, có địa hình núi bóc mòn trọng lực, dốc >35°, cao ≤ 700 - 800m, nóng - ẩm, với đất đỏ vàng trên đá macma axit, có nơi lộ đá
15	Cảnh quan cây trồng lâu năm, có địa hình núi bóc mòn -xâm thực, dốc >25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá biến chất
16	Cảnh quan cây bụi thứ sinh, có địa hình núi bóc mòn -xâm thực, dốc >25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng nhạt trên đá cát
17	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình núi xâm thực- bóc mòn, dốc 15-25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét hoặc đá cát
18	Cảnh quan cây trồng lâu năm, có địa hình núi xâm thực- bóc mòn, dốc > 25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét
19	Cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh, có địa hình máng trũng-xâm thực, dốc < 15-25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất vàng đỏ trên đá granit hoặc riolit
20	Cảnh quan trảng cỏ, nương rẫy, có địa hình máng trũng, sườn xâm thực-rửa trôi, dốc 15-25°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất đỏ vàng trên đá phiến sét
21	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình máng trũng, sườn rửa trôi-tích tụ, dốc < 15°, cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất nâu vàng trên phù sa cũ
22	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình máng trũng, thềm tích tụ-cao ≤ 700-800m, nóng-ẩm, với đất phù sa, dốc tụ hoặc đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa
23	Cảnh quan cây trồng lâu năm, có địa hình đồng bằng thềm rửa trôi-xói mòn, dốc < 20°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
24	Cảnh quan trảng cây bụi, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi-xói mòn, dốc < 20°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
25	Cảnh quan cây trồng ngắn ngày, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi, dốc < 15°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
26	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi, dốc < 15°, nóng ẩm với đất nâu vàng trên phù sa cũ
27	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ ngập mặn, có địa hình đồng bằng thấp trũng, nóng-ẩm với đất mặn phèn
28	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình đồng bằng, thềm tích tụ, nóng-ẩm, với đất phù sa bồi tụ

Kí hiệu	Đặc điểm cảnh quan
29	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng, thềm rửa trôi-tích tụ, nóng ẩm, với đất phù sa loang lổ, đất phù sa bãi
30	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình đồng bằng, bãi tích tụ, nóng-ẩm, với đất phù sa bồi tụ
31	Cảnh quan cây trồng ngắn ngày, có địa hình đồng bằng, bãi tích tụ, nóng-ẩm, đất cát tích tụ ven biển
32, 33	Cảnh quan cây trồng lúa nước, có địa hình đồng bằng, bãi tích tụ, nóng-ẩm, đất phù sa tích tụ ven biển
34	Cảnh quan cây trồng dài ngày, có địa hình đồng bằng, cồn cát bãi cát, nóng ẩm với đất cát, cát
35	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ thưa, có địa hình đồng bằng, cồn cát ven biển, nóng-ẩm với đất cát, cát
36	Cảnh quan địa hình đồng bằng, cồn cát, bãi cát trống ven biển nóng-ẩm với đất cát, cát ưu thế
37	Cảnh quan cây trồng phân tán, có địa hình đồng bằng cồn cát, bãi cát ven biển, nóng-ẩm, đất cát, cát
38, 40	Cảnh quan trảng cây bụi cỏ ngập mặn có địa hình đồng bằng trũng thấp, nóng-ẩm, với đất cát, cát ngập mặn
39, 41	Cảnh quan cây trồng lúa nước có địa hình đồng bằng trũng thấp nóng - ẩm, đất cát ngập nước

Bảng 5.28: Vai trò của các cảnh quan đối với mưa lũ và ngập lũ

Lưu vực sông Thu Bồn

Cảnh quan	Kết quả đánh giá	Vai trò điều tiết giảm lũ lụt	Cảnh quan	Kết quả đánh giá	Vai trò điều tiết giảm lũ lụt
1	4	Tốt	22	1	Rất kém
2	3	Trung bình	23	2	Kém
3	5	Rất tốt	24	2	Kém
4	2	Kém	25	2	Kém
5	2	Kém	26	2	Kém
6	2	Kém	27	1	Rất kém
7	5	Rất tốt	28	1	Rất kém
8	2	Kém	29	1	Rất kém
9	3	Trung bình	30	1	Rất kém
10	2	Kém	31	1	Rất kém
11	4	Tốt	32	1	Rất kém
12	2	Kém	33	1	Rất kém
13	2	Kém	34	2	Kém
14	4	Tốt	35	2	Kém
15	2	Kém	36	2	Kém
16	2	Kém	37	2	Kém
17	1	Rất kém	38	1	Rất kém
18	2	Kém	39	1	Rất kém
19	2	Kém	40	2	Kém
20	2	Kém	41	1	Rất kém
21	2	Kém			

Bảng 5.29: Kết quả đánh giá lưu vực đơn vị sông Thu Bồn

Kí hiệu lưu vực đơn vị	Kết quả đánh giá cảnh quan và cơ cấu diện tích so với đơn vị lưu vực					Kết quả đánh giá lưu vực đơn vị				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1		100					+			
2		60		40				+		
3				100					+	
4			70	30				+		
5		100					+			
6	30	70				+				
7	100					+				
8			30	70					+	
9		20	40	20			+			
10	70	30				+				
11			30	70					+	
12		80		20			+			
13			80	20				+		
14			75	25				+		
15			60		40				+	
16			25		75				+	
17			75	25				+		
18		100					+			
19			60	40				+		
20		80		20			+			
21			90	10				+		
22		15	35	50				+		
23		80		20			+			
24		15		85					+	
25					100					+
26			65	35				+		
27			35	65					+	
28		70		30			+			
29		65		35			+			
30			25	15	60				+	
31			60	40				+		
32		50		50				+		
33		50		50				+		
34		60	20	20			+			
35			50	35	15				+	
36		70		30			+			
37		65		35			+			
38			70	30				+		
39		55		45				+		
40		90		10			+			
41		90		10			+			

42			50	10	40				+	
43		60		40			+			
44		90		10			+			
45		90		10			+			
46		100					+			
47		60		40			+			
48		60		40			+			
49		60		40			+			
50		30		70				+		
51		45		55			+			
52		65		35			+			
53		75		25			+			
54				100					+	
55		80		20			+			
56				100					+	
57		45	10	45			+			
58		15	15	30	40			+		
59		40		60				+		
60		15		85					+	
61			20	80					+	
62		25		75					+	
63		15	15	80				+		
64		70		30			+			
65		70		30			+			
66			30	70					+	
67			50	50				+		
68			55	45				+		
69			5	95					+	
70			75		25			+		
71			15	30	55				+	
72		100					+			
73		5	90		5			+		
74			45	25	25				+	
75			40		60				+	
76			70		30			+		
77		30	70				+			
78		100					+			
79		70		20	10		+			
80		40	20	40			+			
81			70	30				+		
82			75	25				+		
83			50	50				+		
84		75		25			+			
85		80	20				+			
86		90	10				+			
87		50	50				+			

88		70	30					+		
89		100						+		
90		80	20					+		
91		40	60					+		
92	30	40	15	15				+		
93	55	15	15	15			+			
94			20	50	30				+	
95			50	40	10				+	
96			10	90					+	
97			40	40	20				+	
98			65		35				+	
99		35	35	30				+		
100		10	10	80					+	
101			30	70					+	
102			40	60				+		
103			60	40				+		
104				100					+	
105			40	25	35				+	
106			40		60				+	
107			60	40				+		
108			10		90					+
109			10	70	20				+	
110		25	50	25				+		
111		100					+			
112		40	35	25			+			
113		20	30	50				+		
114		20	40	40				+		
115		65	25	10			+			
116		15	55	36				+		
117		80		20			+			
118			90	10				+		
119	10	45	45				+			
120			90	10				+		
121		75	25				+			
122		65	35				+			
123		70		30			+			
124		90		10			+			
125		85	15				+			
126	15	85					+			
127		100					+			
128	100					+				
129	90	10				+				
130	35	45	15	5		+				
131		95		5			+			
132		100					+			
133		15	65	20				+		

134			25	55	20				+	
135		100					+			
136		70	10	20			+			
137			50	50					+	
138			80	20				+		
139		100					+			
140		100					+			
141	65	35				+				
142			50	50				+		
143			100					+		
144		10	70	20				+		
145		90	10				+			
146		100					+			
147				100					+	
148			45	55					+	
149			30	70					+	
150			35	65				+		
151	30	35	35				+			
152	100					+				
153	55	45				+				
154		85	15				+			
155		90	10				+			
156	100					+				
157	20	60	20				+			
158	25	75					+			
159	20	80					+			
160	70	30				+				
161	100					+				
162	95	5				+				
163	40	60				+				
164		100					+			
165		100					+			
166	100					+				
167	100					+				
168	100					+				
169	100					+				
170	55	45				+				
171	90	10				+				
172	70	30				+				
173	55	45				+				
174		100					+			
175	55	45				+				
176	55	45				+				
177	60	40				+				
178	80	20				+				
179	100					+				

Đối với vùng sinh thủy trên những bậc địa hình từ 800 - 1.200m (vùng thượng nguồn của sông, suối trong lưu vực đơn vị), nhưng rất nhiều cảnh quan đã bị tác động mạnh làm suy giảm năng lực điều tiết nước. Lấy ví dụ các lưu vực đơn vị số 90, 91, 92, 93 của sông Thu Bồn theo kết quả đánh giá cảnh quan ở mức 1 và 2 chiếm chủ yếu diện tích, nên các lưu vực đơn vị này rất nhạy cảm với quá trình phát sinh và tập trung dòng chảy lũ đồng thời xuống lòng dẫn chính gây khả năng sinh lũ lớn ở trung lưu. Trên bản đồ, các cảnh quan bị tác động mạnh phân bố khá tập trung thành từng vùng và dải lớn dọc lòng dẫn chính, trên vùng sinh thủy như ở vùng núi huyện Giằng, Khâm Đức, Hiệp Đức, ...

Đặc biệt là liên kết các lưu vực đơn vị từ thượng lưu sông Bung - Vu Gia và sông Tinh Yên đều được đánh giá là rất kém, kém đối với khả năng điều tiết mưa lũ, nên ngày càng gia tăng nhanh cường suất lũ không chỉ về không gian mà cả thời gian. Điều đó chứng minh cho thấy những trận lũ khốc liệt đã từng xảy ra.

III.2.2. Đề xuất các giải pháp tổng hợp phòng tránh giảm thiểu lũ lụt cho lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia

CÁC GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH

1. Quản lý lớp thảm phủ thực vật

❖ Chất lượng mặt đệm của vùng bị suy giảm nghiêm trọng nhất là lớp phủ rừng. Vùng thượng du chủ yếu là địa hình đất dốc, diện tích hứng nước lớn hơn nhiều vùng đồng bằng nên mặc dù nhiều lưu vực độ che phủ rừng đạt tới 40 - 50% nhưng chất lượng kém nên tác dụng điều tiết dòng chảy mặt không lớn. Trên quan điểm sinh thái và bảo vệ môi trường, đối với các lưu vực sông ở miền Trung thì độ che phủ cần đảm bảo 60 - 65%. Những năm gần đây lớp thảm phủ rừng trong nhiều lưu vực tuy đã được tái tạo nhưng chất lượng rừng còn kém. Mức độ che phủ của rừng trong lưu vực sông Thu Bồn năm 2000 đạt xấp xỉ 41%. Mặc dù chất lượng lớp thảm phủ không phải là nhân tố duy nhất quyết định khả năng xảy ra lũ lụt song rừng góp phần đáng kể trong việc nâng cao chất lượng mặt đệm, cải tạo đất đã bị suy thoái, đặc biệt hạn chế các tai biến sạt lở, trượt lở đất và quan hệ tổng hợp với các thành phần khác góp phần làm trễ đỉnh lũ. Như vậy cùng với các giải pháp khác thì việc đẩy nhanh tiến độ bảo vệ, tái sinh và phục hồi rừng đầu nguồn, tăng cường chất lượng của lớp phủ rừng và tăng diện tích che phủ ở vùng đồi núi là giải pháp không thể xem nhẹ mà ngược lại rất quan trọng trong công tác giảm nhẹ thiệt hại tai biến môi trường do thiên tai lũ lụt gây ra.

2. Chuyển đổi cơ cấu kinh tế

❖ Để giảm nhẹ những hậu quả do thiên tai lũ lụt gây ra cần phải có những nghiên cứu thật chi tiết về thời vụ, lịch gieo trồng và thu hoạch cho cây trồng. Tiếp tục hoàn thiện và đổi mới cơ cấu mùa vụ, nuôi trồng trên cơ sở thích ứng lách, phòng tránh thiên tai. Việc chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi tiếp tục được thực hiện theo hướng sản xuất hàng hóa, vừa tạo hiệu quả kinh tế, vừa tạo ra vùng nguyên liệu ổn định phục vụ công nghiệp chế biến.

❖ Phát triển diện tích nuôi trồng thủy sản đổi mới cơ cấu kinh tế nông thôn theo phương án qui hoạch thủy sản có tính đến việc phòng tránh lũ lụt. Cương quyết cho di dời các ao tôm lấn chiếm lòng sông cản trở thoát lũ.

❖ Thúc đẩy công tác đổi mới cải thiện cơ cấu kinh tế lãnh thổ, ưu tiên phát triển các ngành công nghiệp và dịch vụ có thế mạnh của lãnh thổ.

3. Các giải pháp về khoa học công nghệ

❖ Hiện nay trên toàn lưu vực sông Thu Bồn có 24 trạm khí tượng, thủy văn, bao gồm 3 trạm khí tượng (Đà Nẵng, Tam Kỳ, Trà My); 11 trạm đo mưa (Trao, Khâm Đức, Bà Ná, Sơn Phước, Tiên Sa, Cẩm Lệ, Quế Sơn, Thăng Bình, Tiên Phước, Phú Ninh, Đức Phúc) và 9 trạm thủy văn, trong đó có 2 trạm đo lưu lượng (Thành Mỹ, Nông Sơn); 8 trạm đo mực nước (Hiệp Đức, Hội Khách, Câu Lâu, Sơn Tân, Giao Thủy, Ái Nghĩa, Vĩnh Điện, Hội An), tại 10 trạm thủy văn đều đo mưa. Hầu hết các trạm đều có số liệu từ năm 1977 đến nay, riêng trạm thủy văn Hội Khách có gián đoạn một số năm, nhưng từ năm 1996 đến nay quan trắc liên tục. Tuy số lượng trạm tương đối nhiều nhưng phân bố không đều trên lưu vực, tập trung chủ yếu ở phần trung và hạ lưu, vùng núi cao hầu như chưa có trạm đo khí tượng, thủy văn. Số liệu để phục vụ nghiên cứu dự báo còn chưa đáp ứng được nên độ chính xác dự báo chưa cao, thời gian dự kiến ngắn, hiệu quả phục vụ còn hạn chế. Do đó bên cạnh việc xây mới các đài trạm vùng thượng du cần phải nâng cấp, đầu tư trang thiết bị hiện đại đi liền với đội ngũ cán bộ chuyên sâu đảm bảo phát huy hiệu quả cao nhất trong việc theo dõi, dự báo, cảnh báo thiên tai. Xây dựng mới, bổ sung trang thiết bị hiện đại, đồng bộ cho trạm quan trắc tổng hợp.

❖ Trong thời đại khoa học công nghệ phát triển mạnh mẽ như hiện nay thì việc ứng dụng các công nghệ khoa học kỹ thuật tiên tiến trong dự báo và cảnh báo lũ là việc làm tất yếu. Hiện nay cũng đã có một số các nghiên cứu nhằm dự báo, cảnh

báo lũ lụt cho các lưu vực sông. Một đặc điểm chung của lũ miền Trung nói chung cũng như lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia nói riêng là lũ tập trung nhanh, cường suất lớn và biên độ mực nước lũ cao nên việc dự báo lũ gặp nhiều khó khăn. Theo chúng tôi những kết quả đạt được là hoàn toàn khả quan nhưng vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu. Cần có những đầu tư thích đáng trong lĩnh vực này.

❖ Để đánh giá tổng hợp theo các lưu vực đơn vị phản ánh theo không gian lãnh thổ sự phân bố và mức độ khác nhau về tiềm năng và cảnh báo các loại hình thiên tai do lũ lụt trong lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia bao gồm: thiên tai đổ vỡ sạt lở, trượt lở đất, lũ quét, lũ lụt. Về phương diện cảnh báo các loại hình thiên tai do lũ lụt ở lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia dựa trên cơ sở những tài liệu, số liệu thực tế đã ghi nhận được trong những năm gần đây xảy ra thiên tai. Chúng tôi đã tiến hành xây dựng bản đồ tiềm năng và cảnh báo các loại hình thiên tai do lũ lụt trong lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia tỷ lệ 1:100.000 (hình 5.15) .

Bản đồ tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai do lũ lụt ở lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia cho chúng ta thấy một bức tranh tổng hợp về chất lượng mặt đệm đối với sự nhạy cảm của các loại hình thiên tai.

Bảng 5.30: Tình hình sạt lở, xói lở lưu vực sông Thu Bồn -Vu Gia

STT	Tuyến sông	Vị trí, địa danh	Tình hình sạt lở
1	Sông Thu Bồn	17 xã, thị trấn	Sạt dài 34,2km
2	Cửa sông Thu Bồn	6 xã	Sạt dài 8,34km
3	Sông Vu Gia	10 xã + thị trấn	Sạt dài 44,3km
4	Sông Bà Rèn	Xã Duy Thành	Sạt dài 300m
5	Sông Trường Giang	Xã Duy Nghĩa	Sạt dài 200m
6	Sông Dương	Xã Trà Dương	Sạt dài 200m
7	Sông Trường	4 xã + thị trấn	Sạt dài 20,2km
8	Sông Trạm	Xã Trà Kot	Sạt dài 1,4km

Nguồn: tính đến năm 1997 của đề tài "Nghiên cứu, dự báo phòng chống sạt lở bờ biển miền Trung - Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ Quốc gia - Hà Nội, 2000.

CÁC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH

Hệ thống đê điều

Hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia có trên 3.000m kè chống xói lở bờ. Bờ biển Thuận Phước có 1000m kè biển để bảo vệ cho 2.000 hộ nhà dân và 300ha đất canh tác ven bờ. Ngoài ra Quảng Nam - Đà Nẵng còn có khoảng 200km đê ngăn mặn để bảo vệ cho gần 1.500ha đất canh tác vùng cửa sông. Với mục tiêu chống lũ sớm và lũ muộn, né tránh - khống chế lũ chính vụ cần phải củng cố lại các tuyến đê hiện có. Dự kiến các tuyến đê kè sẽ được củng cố để chống lũ hè thu và sóng ứng với bão cấp 12.

Nhìn chung các công trình đê điều trong lưu vực sông Thu Bồn cũng như trong toàn dải miền Trung nước ta được xây dựng, tôn tạo chủ yếu dựa vào kinh nghiệm và tính toán theo đỉnh lũ lịch sử. Chính hệ thống đê điều tôn tạo đã ảnh hưởng mạnh mẽ và gây tổn hại đến cân bằng tự nhiên, ảnh hưởng đến mạng lưới sông ngòi ở hạ du. Nhiều km đê bị phá vỡ vào mùa lũ do nhiều nơi đê chưa đáp ứng đúng với thiết kế và chất lượng kĩ thuật.

Độ dốc địa hình lưu vực sông Thu Bồn lớn nên thời gian chảy truyền của những con lũ là quá ngắn, việc hình thành những trận lũ quét là hoàn toàn có thể xảy ra tuy nhiên xây dựng những tuyến đê vĩnh cửu với cao độ mặt đê lớn rất tốn kém. Nên chăng có những biện pháp công trình hợp lý hình thành những tuyến đê với cao độ đủ chống lũ nhỏ và an toàn khi lũ lớn tràn qua.

Hệ thống hồ chứa

Nhìn chung các hồ chứa trong khu vực đều thuộc loại nhỏ, chỉ có 1 số hồ chứa ngoài nhiệm vụ chính là cấp nước và chống lũ để bảo vệ thân công trình.

- Hồ Khe Tân : F= 88,0km^2
- Hồ Đá Vách : F= 5,2km^2
- Hồ Thạch Bàn : F=32,7km^2
- Hồ Trung Lộc: F=5,0km^2
- Hồ Vĩnh Trinh: F=29,2km^2
- Hồ An Tây : F=1,2km^2
- Hồ Đồng Nghi: F=28,5km^2

Toàn lưu vực sông Thu Bồn được phân chia thành 4 vùng tưới:

1. Vùng thượng nguồn sông Vu Gia tính từ Ái Nghĩa trở lên có diện tích 5.800km^2 với 290 công trình (có 3 hồ chứa nhỏ) tưới thiết kế 3.020ha.

2. Vùng hạ Vu Gia - Bắc Thu Bồn có diện tích đất canh tác là 12.970ha. Vùng có 22 công trình thủy lợi trong đó có 3 hồ chứa, 4 đập dâng còn lại là trạm bơm.

3. Vùng thượng lưu sông Thu Bồn có 11 công trình thủy lợi trong đó có 4 đập dâng và 7 hồ chứa, ngoài ra còn có một số công trình tiểu thủy nông. Tổng diện tích tưới thiết kế của các công trình là 9.337ha.

4. Vùng hạ lưu sông Thu Bồn và sông Lý Lý có 23 công trình thủy lợi.

Các hồ chứa hiện có trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có dung tích rất nhỏ và hầu hết đều làm nhiệm vụ tưới không có khả năng cắt lũ. Các đập tạm và đập kiên cố cũng đã bị xuống cấp sau thời gian sử dụng. Chỉ tính riêng đợt mưa lũ tháng XI/2003 có tới 65 đập tạm, 1 đập kiến cố, 1.350m^3 kênh bê tông, 2.130m^3 bê tông và đá xây của các công trình này bị hư hỏng, 142.000m^3 kênh mương đê điều bị sạt lở và bồi lấp 250m kè bảo vệ bị sạt lở. Tổng thiệt hại về thủy lợi ước tính khoảng 11 tỷ đồng. Như vậy chất lượng các công trình hiện có cũng là một vấn đề cần được quan tâm.

Với tiêu chí đặt ra cho các công trình thủy lợi hiện nay là né tránh và khắc phục những hậu quả do lũ chính vụ gây ra, cắt lũ tiểu mãn và lũ muộn. Do đặc điểm địa hình khu vực rất dốc, hẹp, bụng chứa nước nhỏ nên không thuận lợi để hình thành những hồ chứa lớn. Tần suất thiết kế cho hầu hết các công trình thủy lợi miền Trung có nhiệm vụ phòng chống lũ đều từ 5 đến 10%. Như vậy nếu xảy ra lũ với tần suất nhỏ hơn 5% việc chống đỡ sẽ rất khó khăn. Qua quá trình sử dụng, chất lượng của nhiều công trình đã bị xuống cấp và hư hỏng. Vì vậy để phòng lũ cho hạ du sông Thu Bồn - Vu Gia cần xây dựng một số hồ chứa lớn ở thượng lưu:

- Hồ A Vương (trên sông A Vương), diện tích lưu vực 528 km^2 có dung tích 343,5 triệu m^3.
- Hồ Sông Tranh 2 (sông Thu Bồn) có dung tích 1,07 tỷ m^3
- Hồ Sông Cái (Vu Gia) có dung tích 870 triệu m^3.

Tuy nhiên khả năng cắt lũ của từng hồ riêng lẻ rất hạn chế. Theo Viện Quy hoạch thủy lợi:

Trường hợp 1: chỉ có hồ A Vương cắt lũ kết quả tính toán thủy lực cho thấy gần như không có tác dụng với toàn mạng vì hồ quá nhỏ, tại Hội Khách giảm nhiều nhất được 0,19m, còn các vị trí khác như Giao Thủy giảm 0,04m, Hội An giảm

0,03m.

Trường hợp 2: hồ A Vương và hồ Sông Tranh II cùng tham gia cắt lũ: kết quả tính toán thủy lực cho thấy mực nước đỉnh lũ giảm rõ rệt, tại Ái Nghĩa giảm được 0,30m, Giao Thủy giảm 0,77m, Hội An giảm 0,35m.

Trường hợp 3: cả ba hồ cùng tham gia cắt lũ: kết quả tính toán thủy lực cho thấy mực nước đỉnh lũ giảm nhiều hơn trường hợp 2, tại Ái Nghĩa giảm được 0,51m, Giao Thủy giảm 1,74m, Hội An giảm 0,64m. Phạm vi ngập lũ thu hẹp rất nhiều chỉ còn vùng Hội An, cửa Đại - Đà Nẵng với mức ngập 0,6m.

Ước tính nếu 3 hồ chứa này đi vào vận hành sẽ giảm trên 70 tỷ đồng thiệt hại do lũ lụt gây ra hàng năm.

Do đặc điểm lũ miền Trung lên xuống nhanh thời gian ngập lụt ở hạ du thường không dài nên việc xây dựng các công trình có khả năng phòng chống lũ 1% khá tốn kém không mang lại hiệu ích kinh tế cao. Nếu lũ xảy ra, do đặc điểm địa hình dòng chảy quá mạnh vẫn gây những thiệt hại về tài sản và tính mạng của nhân dân. Theo chúng tôi nên sử dụng cả dung tích hữu ích tham gia cắt lũ để nâng cao hiệu quả cắt lũ và giảm tới mức tối thiểu thiệt hại. Mặt khác cần phải nâng cấp cơ sở hạ tầng vùng hạ du và có những giải pháp thích hợp để cảnh báo lũ và có phương án tránh lũ kịp thời.

Hành lang thoát lũ

* Đường quốc lộ I và đường sắt Bắc Nam cùng với một loạt các đê ngăn mặn ven biển đã cản trở đường thoát lũ gây nên ngập úng vùng hạ du. Tuyến đường sắt Bắc Nam cắt qua lưu vực sông Thu Bồn có nền đường thấp nhất là đoạn cắt qua sông Thu Bồn từ Cầu Đỏ (Đà Nẵng) đến Trà Kiệu (Quảng Nam) dài 22,6km. Đoạn này đường sắt đã tách khỏi quốc lộ số 1 và đi cao về phía núi nhưng vẫn có tới 23 cây cầu vì phải vượt qua nhiều sông suối. Số cầu dày đặc nhất là đoạn đường sắt vượt qua lòng sông Vu Gia và sông Thu Bồn từ Km15 đến Km20. Đoạn đường này chỉ dài 4km nhưng có tới 8 cây cầu với tổng chiều dài 1.135m, trong đó có 2 cầu dài nhất là cầu qua sông Thu Bồn dài 520 m và 407 m. Tuyến quốc lộ số I cắt qua lưu vực sông Thu Bồn có nền đường thấp nhất là đoạn cắt qua lòng sông Thu Bồn từ Cầu Đỏ (Đà Nẵng) đến cầu Hương An (Quảng Nam) dài 30,5 km. Đoạn này đang có 13 cây cầu với tổng chiều dài là 1.284 m.

Trong đợt lũ năm 1999 có 2.185 m đường sắt bị lũ tràn qua và 28 km đường

l bị ngập lũ. Thông thường nền đường sắt cũng như nền đường quốc lộ đều cao hơn mặt đất tự nhiên từ 0,5 - 1 m nhưng tại các đoạn tràn sâu mặt đất tự nhiên thường rất thấp. Ở đây xem xét đến các trường hợp tôn cao đường sắt và đường bộ đi kèm với mở rộng cầu hoặc không mở rộng cầu.

1. Kết quả tính toán trong trường hợp 1: Tôn cao đường sắt và tôn cao đường sắt đồng thời với mở rộng cầu. Kết quả tính toán với các cầu đã mở rộng như trên và không cho tràn qua mặt đường sắt thì mặt nước tại ô thượng lưu đường sắt đã giảm 0,1m một vài vết lũ cao đột xuất gần đường sắt do dồn ứ nước cục bộ đã giảm từ 0,2 đến 0,5m, làm cho tốc độ dưới cầu giảm theo. Với kết quả này chỉ cần tôn cao nền đường sắt 0,3m tại các đoạn tràn là đủ chống lũ 10%.

Bảng 5.31: Kết quả tính toán thủy lực theo trường hợp 1

Phương án	H_{max} (m)			Lưu lượng (m^3/s)	
	Trên Cầu Lâu 28	Hội An 32	dưới Cẩm Lệ 82	Cửa Hàn 85	Cửa Đại 35
Hiện trạng	5.75	3.29	3.54	6262	9664
Tôn cao đường sắt	5.54	3.27	3.24	6252	9563
Tôn cao đường sắt và mở rộng cầu	5.73	3.28	3.54	6256	9630

2. Kết quả tính toán trong trường hợp 2: Tôn cao đường quốc lộ số I và giữ nguyên khẩu độ cầu; Không tôn cao đường QL1 mà chỉ mở rộng khẩu độ cầu.

Bảng 5.32: Kết quả tính toán thủy lực theo trường hợp 2

Phương án	Hmax (m)			Lưu lượng (m3/s)	
	Trên Cầu Lâu 28	Hội An 32	dưới Cẩm Lệ 82	Cửa Hàn 85	Cửa Đại 35
Hiện trạng	5.75	3.29	3.54	6262	9664
Tôn cao quốc lộ 1	6.80	3.15	3.57	6343	9023
Mở rộng cầu quốc lộ 1	5.57	3.29	3.54	6268	9663

- Tôn cao đường và giữ nguyên khẩu độ cầu: theo kết quả điều tra vết lũ năm 1999 đoạn đường ngập sâu nhất là 2,8m (tại km gần Cầu Đỏ). Nếu tôn cao đường đủ để nước lũ không thể tràn qua đường, với mức lũ năm 1999, mực nước đỉnh lũ phía thượng lưu đường bộ gần chỗ tràn đường trước đây sẽ tăng thêm từ 0,5m đến

1m tốc độ dòng chảy dưới cầu có chỗ đạt 3,1m/s tăng 0,8m/s so với hiện trạng. Khi tôn cao quốc lộ số I đủ cho lũ không thể tràn qua đường, mực nước thượng lưu đường bộ sẽ tăng thêm, lưu lượng thoát qua cửa Đại giảm xuống, lưu lượng thoát qua cửa Hàn tăng lên. Như vậy để chống lũ năm 1999 (lũ 10%) cần tôn cao một số đoạn đường từ 2m đến 3,2m, những nơi này nền đường sẽ cao 5m so với mặt đất tự nhiên, nếu lũ lớn hơn 10% tràn qua mặt đường sẽ phá hỏng nền đường nếu mái hạ lưu không được bảo vệ và tiêu năng tốt.

- Không tôn cao đường chỉ mở rộng khẩu độ cầu: Hiện nay tổng chiều dài cầu đường bộ còn ngắn hơn đường sắt 228m, nên đường bộ chấp nhận ngập sâu nên chỉ kéo dài cầu thêm 100m phía sông Thu Bồn để hạn chế thoát lũ ra cửa Hàn. Kết quả tính toán với các cầu đã mở rộng như trên và không tôn cao nền đường, mực nước thay đổi rất ít, Mặt khác hệ số nhám của đoạn sông này rất lớn, kéo dài các cầu đã có hoặc đặt cầu mới không có tác dụng bằng việc giảm hệ số nhám của đoạn sông do đó cần chú ý kết hợp cải tạo lòng dẫn dưới cầu.

Chúng tôi đề nghị chọn giải pháp tôn cao đường sắt và mở rộng khẩu độ cầu đường sắt, giữ nguyên cao độ mặt đường, chỉ mở rộng khẩu độ cầu đường bộ và cải tạo lòng dẫn theo hướng tăng cường thoát lũ qua cửa Đại.

* Hệ thống sang Thu Bồn có 2 dòng thoát chính ra cửa Đại và cửa Hàn nhưng khả năng tiêu thoát lũ đều không cao do giữa dòng chính Thu Bồn có khá nhiều đảo nổi. Tuy nhiên nếu tăng cường khả năng thoát lũ ra cửa Hàn sẽ kéo theo việc tăng cường chi phí cho nạo vét luồng tàu cảng Đà Nẵng. Như vậy theo chúng tôi giải pháp hữu hiệu là cải tạo lòng dẫn, nạo vét thường xuyên đảm bảo hành lang thoát lũ; quản lý tuyến thoát lũ chính ra cửa Đại.

* Mở kênh thoát lũ Bàu Bàng cho sông Trường Giang cũng cần được nghiên cứu chi tiết để tránh tình trạng bồi lấp cửa sông trong mùa cạn. Mở kênh thoát lũ sông Trường Giang không làm thay đổi đáng kể việc thoát lũ ra cửa Đại hay cửa Hàn, nhưng cải thiện đáng kể vùng cửa mới mở, đỉnh lũ vùng này giảm từ 0,5 đến 0,8m nhưng phạm vi ảnh hưởng hẹp.

Bên cạnh đó cần củng cố các tuyến đê kè chống sóng biển khi có bão cấp 12. Cần xây thêm 24km kè bảo vệ bờ sông (khu vực sông đổi dòng) đảm bảo sự tiêu thoát của dòng chảy.

CHƯƠNG VI
NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

I. YÊU CẦU CHỨC NĂNG CỦA NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

I. 1. YÊU CẦU

Để có thông tin cần thiết giúp cho các nhà lãnh đạo, chỉ đạo kịp thời công tác phòng chống lũ lụt, cần phải có một ngân hàng dữ liệu thường xuyên cập nhật thông tin, xử lý thông tin phục vụ cảnh báo lũ lụt.

Ngân hàng dữ liệu cần phải tiện dụng, có giao diện trực quan, giúp người sử dụng có cái nhìn tổng quát về các kết quả nghiên cứu mà đề tài KC - 08 -12 đã hoàn thành. Ngân hàng dữ liệu có thể chạy độc lập trên các máy tính cá nhân, không đòi hỏi cao về phần cứng, dễ cài đặt tại các cơ quan liên quan hay các địa phương.

Chương trình khai thác dữ liệu được viết bằng ngôn ngữ HTML chạy trong môi trường Windows, giao diện đồ họa được Việt hóa, dễ khai thác sử dụng.

I. 2. CHỨC NĂNG CƠ BẢN CỦA NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

- Kiểm tra, xử lý ban đầu và lưu trữ số liệu.
- Quản lý thông tin
- Tìm kiếm, truy xuất thông tin
- Trình diễn thông tin hỗ trợ người ra quyết định (các báo cáo, bản đồ...).

I.3. CÁC THÔNG TIN LƯU TRỮ TRONG NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

a/ Các đối tượng không gian: Bộ bản đồ chuyên đề số hóa trong GIS

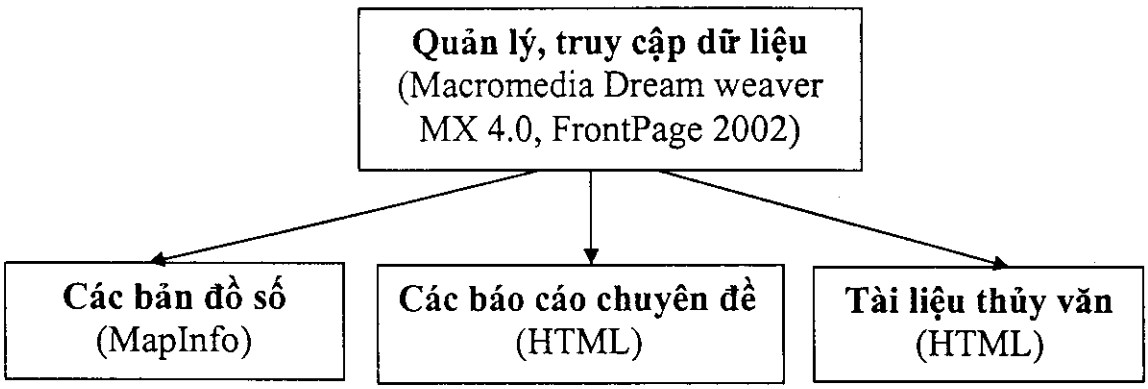
b/ Các báo cáo theo từng phần như Thổ nhưỡng, thực vật... được lưu trữ ở dạng Microsoft Word

c/ Số liệu khí tượng thủy văn:

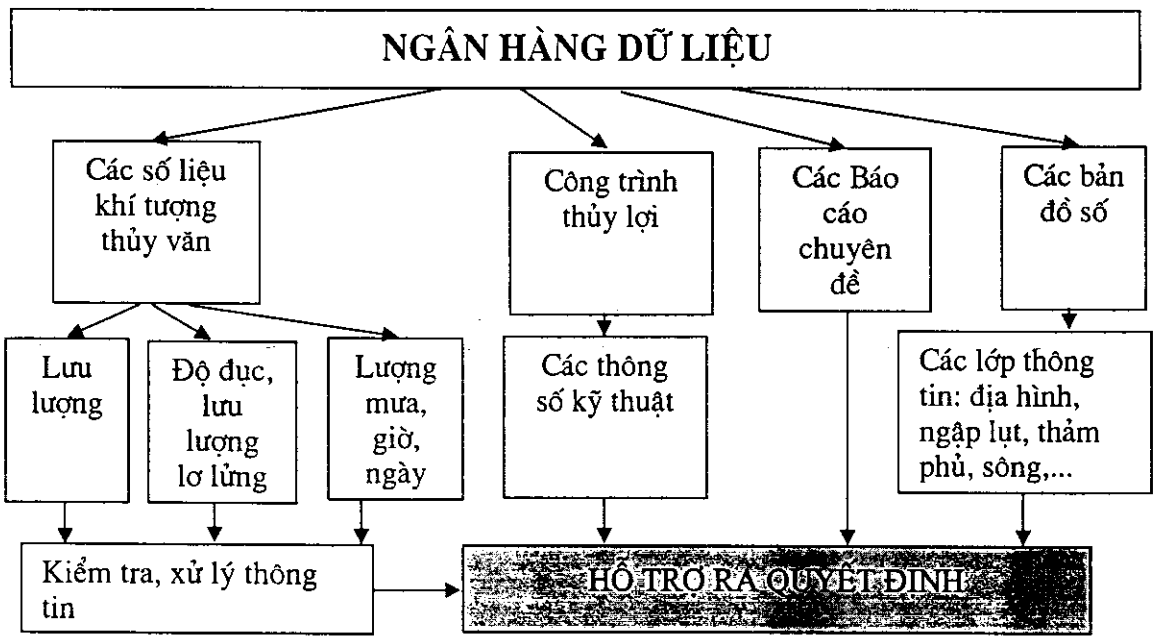
- Số liệu mưa giờ trong mùa lũ, mưa ngày, mưa năm
- Số liệu Q giờ trong mùa lũ, Qtb tháng, năm
- Số liệu mực nước giờ mùa lũ
- Số liệu dòng chảy bùn cát, độ đục trung bình tháng

II. CẤU TRÚC NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

Ngân hàng dữ liệu (NHDL) về lũ lụt miền Trung được xây dựng giúp cho việc tìm kiếm dữ liệu dễ dàng, nhanh chóng, chính xác, để người sử dụng đạt hiệu quả cao nhất trong việc khai thác các kết quả của đề tài.

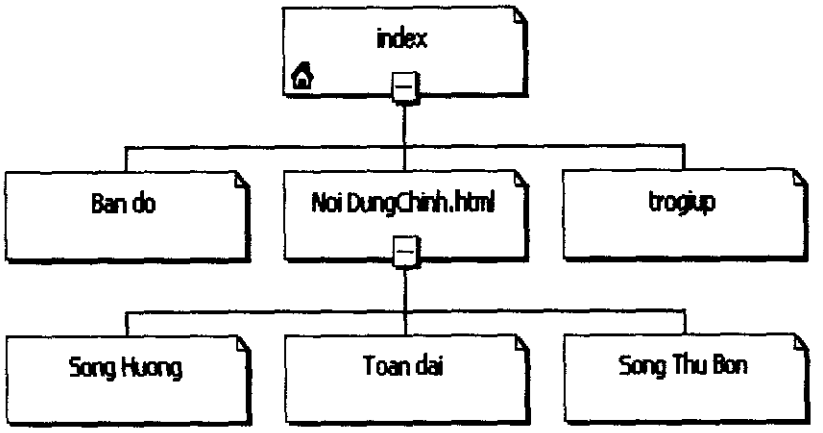


Hình 6.1: Sơ đồ xây dựng chương trình quản lý thông tin trong CSDL



Hình 6.2: Sơ đồ khối tổ chức ngân hàng dữ liệu.

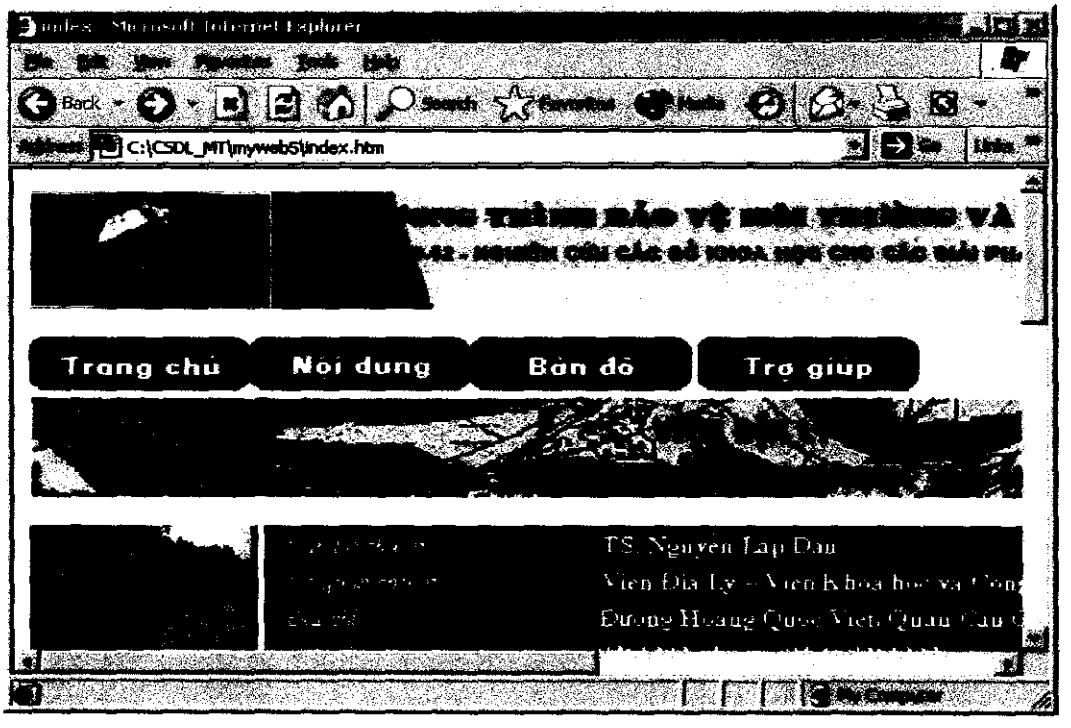
Ngân hàng dữ liệu được sắp xếp thành các trang (page): trang chủ, trang nội dung, trang bản đồ; trong đó dữ liệu chia thành từng nhóm: bản đồ, báo cáo chuyên đề, số liệu khí tượng - thủy văn. Sự liên kết chặt chẽ, giữa các trang giúp người sử dụng tìm kiếm thông tin theo chủ đề một cách linh hoạt (xem hình 6.3).



Hình 6.3: Sơ đồ điều hướng liên kết các trang trong CSDL

III. HOẠT ĐỘNG CỦA NGÂN HÀNG DỮ LIỆU

Chương trình quản lý, truy cập dữ liệu được xây dựng thành trang web, chạy trên môi trường Internet Explorer, một trình duyệt đã được tích hợp trong các phiên bản của Windows.

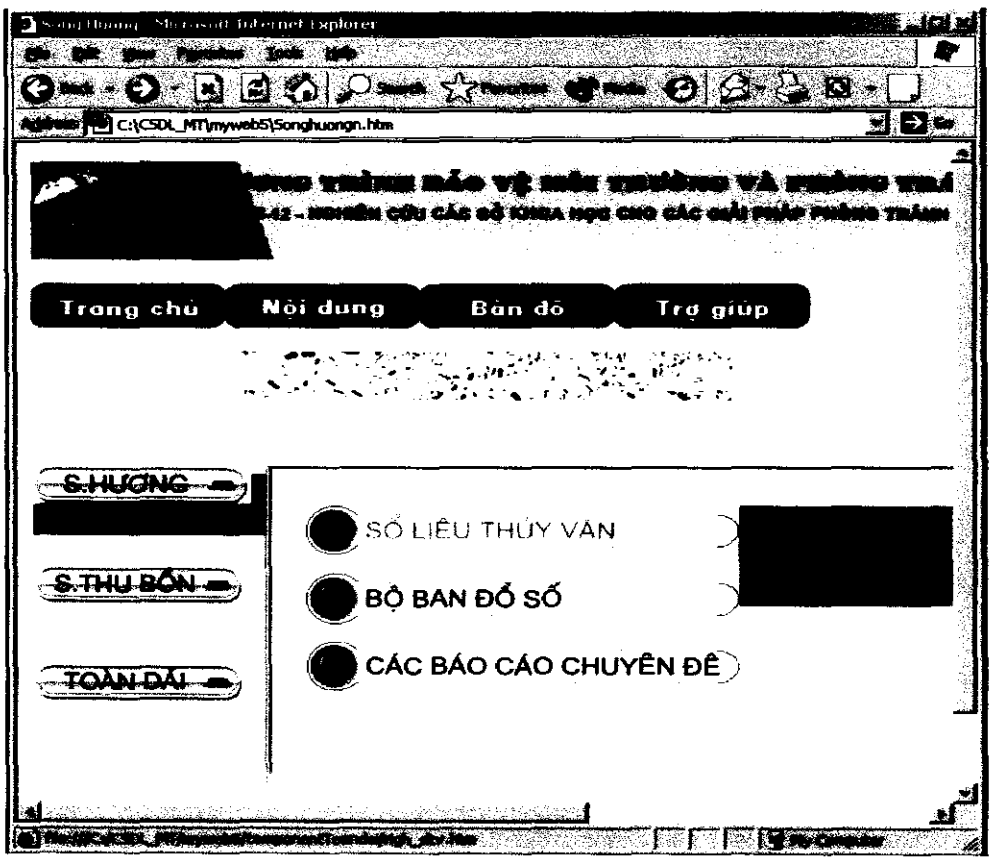


Hình 6.4: Giao diện chính của chương trình

Trang chủ đưa ra các thông tin cơ bản về đề tài KC- 08-12, mục tiêu và các nội dung hoạt động chính của đề tài.

Phần nội dung chính: Đưa ra các kết quả của đề tài, với kết cấu logic được hệ thống thành 5 phần. Ngoài ra người dùng còn có thể truy cập số liệu theo từng lưu vực: sông Hương, sông Thu Bồn và toàn dải miền Trung. Trong đó các dữ liệu gồm có:

- Số liệu thủy văn
- Các bản đồ số
- Báo cáo chuyên đề



Hình 6.5: Dữ liệu phân chia theo lưu vực

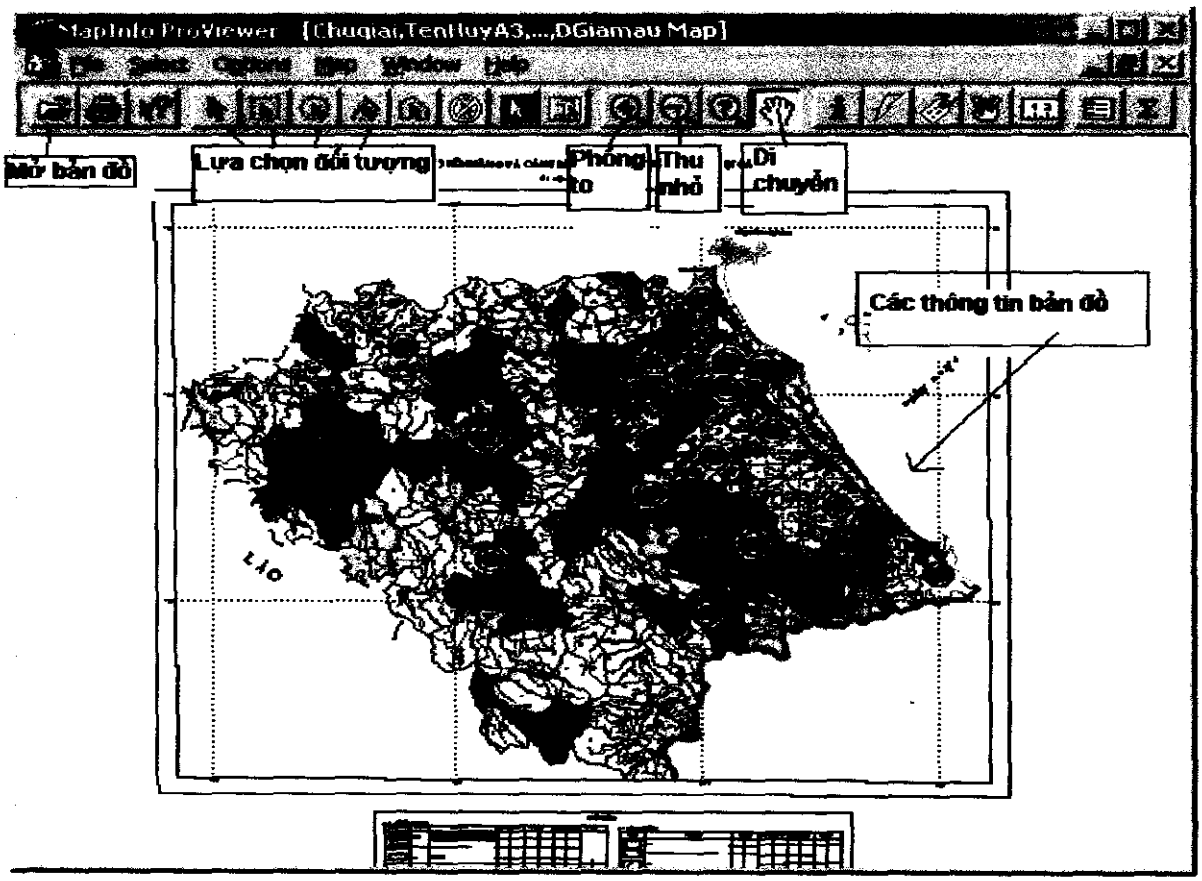
Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày các thao tác cơ bản đối với ngân hàng dữ liệu ***"Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể phòng tránh lũ lụt ở miền Trung"***. Do kết cấu dữ liệu của các lưu vực là tương tự như nhau, nên quá trình sử dụng của lưu vực này cũng giống như đối với lưu vực khác. Vì vậy, ở đây chúng tôi chỉ lấy ví dụ là sông Thu Bồn.

III.1. THAO TÁC VỚI HỆ THỐNG CÁC BẢN ĐỒ CHUYÊN ĐỀ

Sử dụng chương xem bản đồ chuyên dụng MapProView 7.0 của hãng MapInfo. Đây là chương trình miễn phí, có dung lượng nhỏ, cài đặt trong thư mục làm việc của bộ CSDL nên thuận tiện cho người sử dụng.

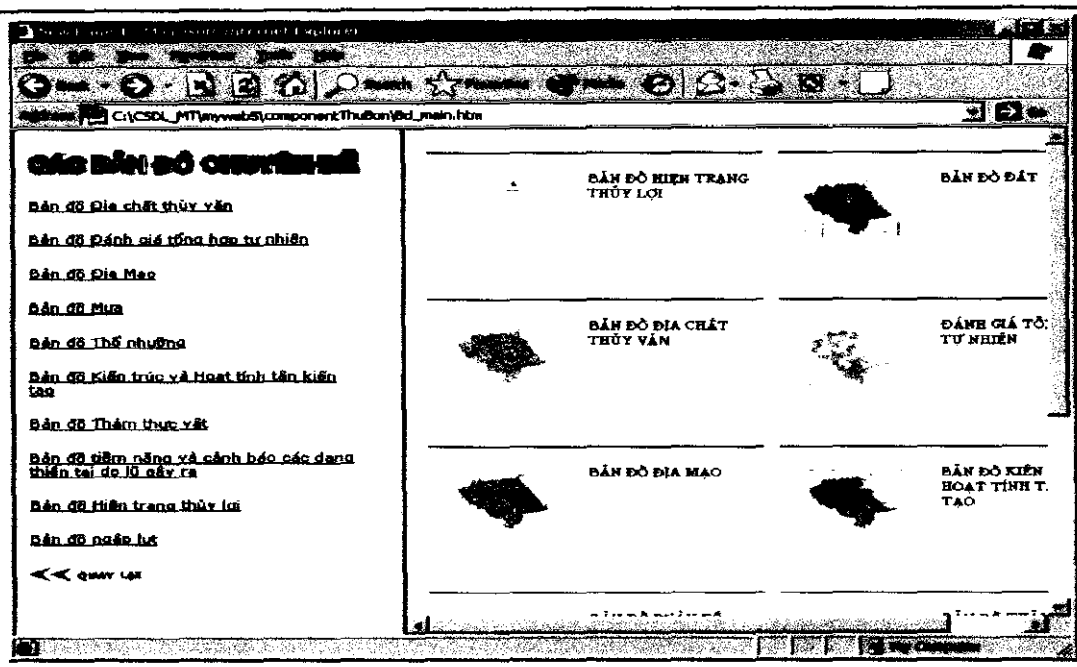
Trường hợp trong máy của người sử dụng đã cài đặt bộ phần mềm GIS của MapInfo thì người dùng có thể sử dụng chương trình này để thao tác với hệ thống bản đồ.

Muốn truy cập dữ liệu của lưu vực nào, người sử dụng click vào tên lưu vực, thanh sáng sẽ hiện lên màu xanh, dữ liệu sẽ được hiển thị lên màn hình (xem hình 6.6).



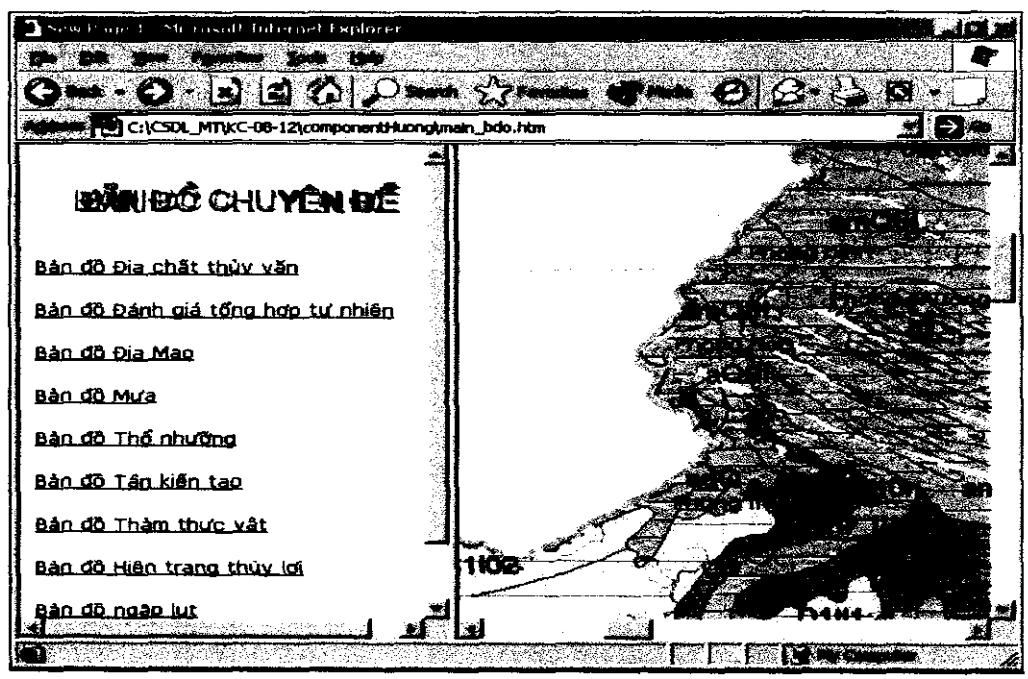
Hình 6.6: Cửa sổ chương trình MapProView

Chương trình có giao diện trực quan, trên thanh công cụ bố trí các nút với chức năng: Nút , phóng to, thu nhỏ vùng bản đồ; Di chuyển bản đồ. in bản đồ ra giấy, xem các thông tin thuộc tính của đối tượng.



Hình 6.7. Cửa sổ duyệt dữ liệu bản đồ

Phần các bản đồ chuyên đề lưu vực sông Thu Bồn được chia thành 2 phần. Để duyệt qua nội dung của bản đồ, trang bên phải cung cấp các file bản đồ dạng raster, người dùng có thể bấm trực tiếp vào ảnh cần xem, phần ảnh sẽ được phóng to, để xem toàn bộ file ảnh sử dụng các thanh cuộn.

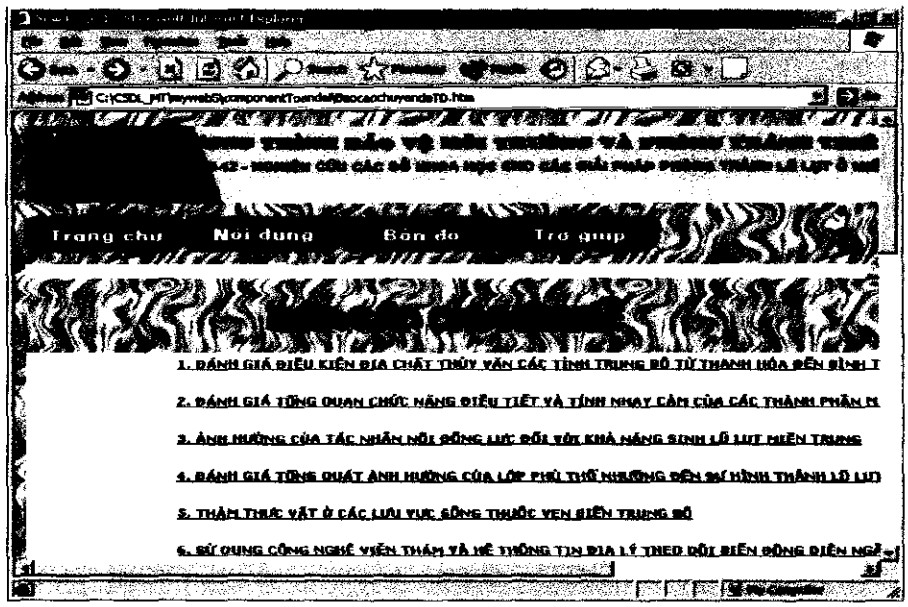


Hình 6.8. Xem bản đồ dạng Raster

Phần bên trái là danh sách các bản đồ số (dạng vector). Người dùng xem bản đồ bằng MapInfo, hoặc MapProView.

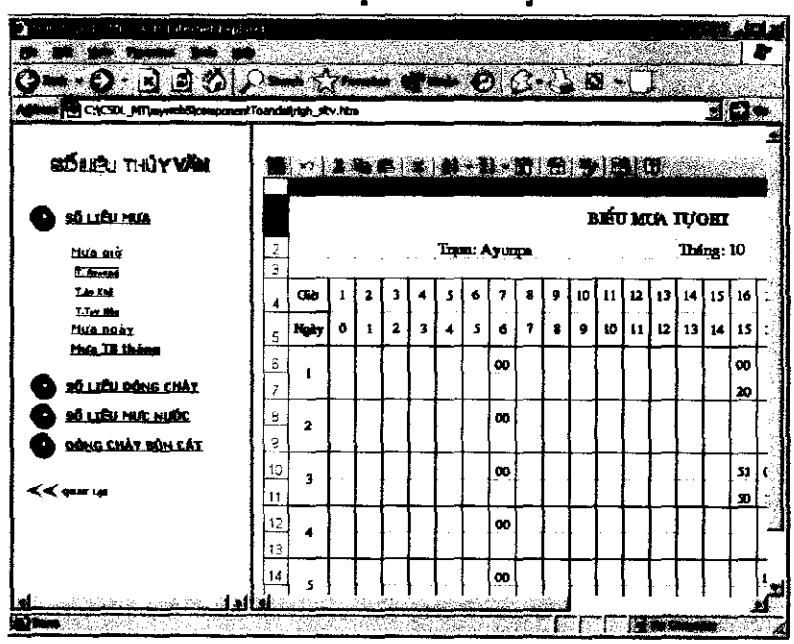
III. 2. THAO TÁC VỚI CÁC VĂN BẢN

Các thông tin về văn bản được lưu trữ ở dạng HTML: gồm các báo cáo hợp phần: đánh giá thành phần mặt đệm, điều kiện địa chất thủy văn, các yếu tố nội động lực... Người sử dụng có thể mở trực tiếp cửa sổ chương trình.



Hình 6.9: Cửa sổ duyệt nội dung các báo cáo

III.3. THAO TÁC VỚI CÁC SỐ LIỆU KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN



Hình 6.10: Cửa sổ số liệu KTTV

Số liệu KTTV được phân cấp theo từng loại cụ thể: mưa, dòng chảy, bùn cát, mực nước. Khi cần tra cứu dữ liệu dạng nào người dùng bấm trực tiếp vào tên trạm cần xem số liệu. Để xuất số liệu sang dạng file Excel, bấm vào nút .

Bảng 6.1: Số liệu lượng mưa giờ

Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu	Vị trí file
An Khê	1h 1/10-24h 31/10/81; 1h 1/10-24h 27/10/85; 1h 1/10-24h 28/12/86; 1h1/10-24h 26/12/87; 1h1/10-24h 27/12/88; 1h1/10-24h 28/12/89; 1h1/10-24h 28/12/90; 1h1/10-24h 23/12/91; 1h1/10-24h31/12/92; 1h1/10-24h 28/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 31/12/95; 1h1/10-24h 31/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/38; 1h1/10-24h 29/12/99; 1h1/10-24h 29/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\An Khe.htm
Ayunpa	1h1/10-24h 19/12/81; 1h1/10-24h31/12/82; 1h1/10-24h18/12/83; 1h1/10-24h 29/12/84; 1h1/10-24h22/12/85; 1h1/10-24h30/12/86; 1h1/10-24h 27/12/88; 1h1/10-24h28/10/89; 1h1/10-24h 27/10/90; 1h1/10-24h 28/12/91; 1h1/10-24h 31/10/92; 1h1/10-24h31/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 31/12/95; 1h1/10-24h 31/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 31/12/99; 1h1/10-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\Ayunpa.htm
Đà Nẵng	1h 1/11- 24h 30/12/77; 1h 1/11-24h 30/12/78; 1h 1/12-24h 29/12/79; 1h1/10-24h 31/12/80; 1h1/10-24h 27/12/81; 1h 1/10-24h; 1h1/10-24h 21/12/82; 1h 2/10-24h 31/12/83; 1h1/10-24h 30/12/84; 1h1/10-24h26/12/85; 1h1/10-24h 30/12/86; 1h1/10-24h 30/12/87; 1h1/10-24h 31/12/88; 1h1/10-24h 26/12/89; 1h1/10-24h 27/12/90; 1h1/10-24h 28/12/91; 1h1/10-24h 31/12/92; 1h1/10-24h 31/12/93; 1h1/10-24h30/12/94; 1h1/10-24h30/12/95; 1h1/10-24h 29/12/96; 1h1/10-24h28/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 31/12/99; 1h1/10-24h 31/10/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\Da Nang.htm
Sơn Hòa	1h 6/10-24h 31/12/79; 1h1/10-24h 31/12/80; 1h 4/10-24h 31/12/81; 1h 2/10-24h 26/12/82; 1h 1/10-24h 31/12/83; 1h1/10-24h 31/12/84; 1h1/10-24h 26/12/85; 1h1/10-24h 31/12/86; 1h1/10-24h30/12/87; 1h1/10-24h 31/12/88; 1h1/10-24h 29/12/89; 1h1/10-24h 28/12/90; 1h1/10-24h 31/12/91; 1h1/10-24h 31/12/92; 1h1/10-24h 31/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 28/12/95; 1h1/10-24h 29/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 22/12/99; 1h1/10-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\Son Hoa.htm
Tam Kỳ	1h1/10-24h 31/12/83; 1h1/10-24h 31/12/84; 1h1/10-24h 28/12/90; 1h1/10-24h 31/12/91; 1h1/10-24h 31/12/92; 1h1/10-24h 31/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 30/12/95; 1h1/10-24h 31/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 31/12/99; 1h1/10-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\Tam Ky.htm
Tuy Hòa	1h1/10-24h 28/12/90; 1h1/10-24h 31/12/91; 1h1/10-24h 31/12/92; 1h1/10-24h 31/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 30/12/95; 1h1/10-24h 31/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 31/12/99; 1h1/10-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\Tuy Hoa.htm
Trà My	1h1/10-24h 28/12/90; 1h1/10-24h 31/12/91; 1h1/10-24h 31/12/92; 1h1/10-24h 31/12/93; 1h1/10-24h 31/12/94; 1h1/10-24h 30/12/95; 1h1/10-24h 31/12/96; 1h1/10-24h 31/12/97; 1h1/10-24h 31/12/98; 1h1/10-24h 31/12/99; 1h1/10-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua gio\ Tra Myt.htm

Bảng 6.2 : Số liệu lượng mưa ngày

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu	Vị trí file
1	A Lưới	1994 - 1997	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ ALuoi.htm
2	Câu Lâu	1993 - 1998	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Cau Lau.htm
3	Đà Nẵng	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ DaNang.htm
4	Khâm Đức	1993 - 1998	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ KhamDuc.htm
5	Huế	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Hue.htm
6	Nam Đông	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ NamDong.htm
7	Nông Sơn	1994 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Nong Son.htm
8	Phú Ốc	1993 - 1999	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Phu Oc.htm
9	Quế Sơn	1993 - 1998	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Que Son.htm
10	Tam Kỳ	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Tam Ky.htm
11	Thành Mỹ	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Thanh My.htm
12	Thượng Nhật	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Thuong Nhat.htm
13	Tiến Phước	1993 - 1998	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Tien Phuoc.htm
14	Trường Sơn	1993 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Mua\Mua ngay\ Truong Son.htm

Bảng 6.3: Số liệu lưu lượng giờ các trạm

Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu	Vị trí
An Khê	1h 29/10-19h 11/11/78;; 1h 10/11-19h9/12/79; 1h 10/11- 19h 26/12/80; 1h 2/11-19h 29/11/81; 1h 26/10-19h 30/11/83; 1h 2/11-19h 3/12/84; 1h 24/11- 19h 19/12/88; 1h 1/12 -19h 25/12/86; 1h 13/11-19h 20/12/87; 1h 9/10-19h 31/10/89; 1h 6/10-19h 6/11/88; 1h 11/10-19h 31/10/90; 1h 8/10- 19h 21/11/91; 1h 20/10-19h 25/11/92; 1h 28/9- 23h 17/20/93; 1h 11/10-19h 31/10/94; 1h 31/10- 19h 9/11/95; 1h 8/11-19h 18/12/96; 1h 28/10-19h 30/11/97; 1h 17/11-24h 30/11/98; 1h 24/10-22h 2/12/99; 1h 6/10-19h31/10/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Qgio\An Khe.htm
Củng Sơn	1h 1/11-19h 30/11/77; 1h 28/10-19h 30/11/78; 1h 14/10-24h 22/10/79; 1h 17/11-19h 15/12/87; 1h 1/11-19h 19/11/88; 1h 13/10-19h 4/11/90; 1h 18/10-19h 7/11/91; 1h 22/10-19h 27/11/92; 1h 2/10-19h 15/10/93; 1h 23/10- 19h 16/11/95; 1h 2/10-19h 4/12/97; 1h 12/11-19h 3/12/98; 1h 12/11-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Qgio\Cung Son.htm
Nông Sơn	1h 1/11-23h 15/11/77; 1h 21/10-23h 27/11/78; 1h 13/10-22h 21/10/79; 1h 12/11-22h 9/12/80; 1h 9/10-19h 23/10/81; 1h 1/9-19h 20/9/82; 1h 26/10-24h 13/11/83; 1h 12/10-22h 30/10/84; 1h 24/11-22h 19/12/84; 1h 25/11-24h 25/12/86; 1h 1/11-22h 4/12/87; 1h 8/10-22h 25/10/88; 1h 24/5/89-24h 28/5/89; 1h 9/11-19h 30/11/90; 1h 9/11-23h 29/11/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Qgio\Nong Son.htm
Thành Mỹ	1h 1/11-19h 28/11/77; 1h 12/9-22h 24/9/78; 1h 14/10-22h 31/10/79; 1h 12/11- 22h 27/11/80; 1h 7/10- 22h 7/10-22h 23/10/81; 1h 3/9-24h 13/9/82; 1h 27/10-19h 11/11/83; 1h 25/11-24h 10/12/85; 1h 15/10-19h 27/10/86; 1h 16/11-19h 2/12/87; 1h 8/10-22h 2/11/88; 1h 23/5-22h 29/5/89; 1h 7/11-22h 19/11/90; 1h 21/10 22h 29/10/91; 1h 22/10/92-22h 7/11/92; 1h 25/11-22h 5/12/93; 1h 19/10-19h 26/10/94; 1h 24/10-24h 9/11/95; 1h 15/11-24h 5/12/96; 1h 20/9-22h 30/9/97; 1h 13/11-22h 3/12/98; 1h 25/10-22h 12/11/99; 1h 11/11-22h 25/11/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Qgio\Thanh My.htm

Bảng 6.4: Số liệu lưu lượng ngày

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu (năm)	Vị trí file
1	An Chỉ	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ An Chi.htm
2	An Hòa	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ An Hoa.htm
3	An Khê	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ An Khe.htm
4	Bình Tường	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Binh Tuong.htm
5	Cẩm Thủy	7 (95-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Cam Thuy.htm
6	Cửa Đạt	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Cua Dat.htm
7	Củng Sơn	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Cung Son.htm
8	Đồng Trăng	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Dong Trang.htm
9	Gia Vòng	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Gia Vong.htm
10	Nghĩa Khánh	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Nghia Khanh.htm
11	Nông Sơn	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Nong Son.htm
12	Thành Mỹ	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Thanh My.htm
13	Quỳ Châu	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Quy Chau.htm
14	Sơn Giang	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Son Giang.htm
15	Sông Lũy	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Song Luy.htm
16	Thượng Nhật	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Thuong Nhat.htm
17	Yên Thượng	8 (1994-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Q ngay\ Yen Thuong.htm

Bảng 6.5: Số liệu lưu lượng trung bình tháng

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu (năm)	Vị trí file
1	An Chỉ	25 (1978-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ ANCHI.htm
2	An Hòa	21 (1982-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ ANHOA.htm
3	An Khê	26 (1977-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ ANKHE.htm
4	Bình Tường	24 (1979-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ BINHTUOG.htm
5	Cẩm Thủy	46 (1957-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ CAMTHUY.htm
6	Cửa Đạt	25 (1978-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ CUADAT.htm
7	Củng Sơn	25 (1977 - 2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ CungSon.htm
8	Đồng Trăng	19 (1983-2002)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ DONGTRG.htm
9	Gia Vòng	26 (1977-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ GIAVONG.htm
10	Nghĩa Khánh	31 (1972-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ NGKHANH.htm
11	Nông Sơn	26 (1977-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ NONGSON.htm
12	Thành Mỹ	26 (1977-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ THANHMY.htm
13	Quỳ Châu	42 (1961-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ QUICHAU.htm
14	Sơn Giang	24 (1979-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ SONGIANG.htm
15	Sông Lũy	22 (1981-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ SONGLUY.htm
16	Thượng Nhật	22 (1981-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ THGNHAT.htm
17	Yên Thượng	35 (1968-2003)	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Dong chay\Trung binh thang\ YTHUONG.htm

Bảng 6.6: Số liệu độ đục trung bình ngày

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu (năm)	Vị trí file
1	An Khê	90 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Doduc_tb_ngay\An Khe.htm
2	Củng Sơn	78 - 1999	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Doduc_tb_ngay\Cung Son.htm
3	Nông Sơn	78 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Doduc_tb_ngay\Nong Son.htm
4	Thành Mỹ	77 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Doduc_tb_ngay\Thanh My.htm

Bảng 6.7: Số liệu độ đục trung bình tháng

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu (năm)	Vị trí file
1	An Chỉ	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ An Chi.htm
2	An Hòa	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ An Hoa.htm
3	An Khê	88 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ An Khe.htm
4	Bình Tường	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Binh Tuong.htm
5	Củng Sơn	78 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Cung Son.htm
6	Đồng Trăng	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Dong Trang.htm
7	Nghĩa Khánh	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Nghia Khanh.htm
8	Nông Sơn	92 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Nong Son.htm
9	Thành Mỹ	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Thanh My.htm
10	Quỳ Châu	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Quy Chau.htm
11	Sơn Giang	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Son Giang.htm
12	Sông Lũy	97 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ Song Luy.htm
13	Yên Thượng	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\do duc\ YenThuong.htm

Bảng 6.8: Số liệu lưu lượng bùn cát lơ lửng

TT	Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu (năm)	Vị trí file
1	An Chỉ	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ An Chi.htm
2	An Hòa	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ An Hoa.htm
3	An Khê	88 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ An Khe.htm
4	Bình Tường	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Binh Tuong.htm
5	Củng Sơn	78 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Cung Son.htm
6	Đồng Trăng	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Dong Trang.htm
7	Nghĩa Khánh	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Nghia Khanh.htm
8	Nông Sơn	92 - 2000	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Nong Son.htm
9	Thành Mỹ	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Thanh My.htm
10	Quỳ Châu	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Quy Chau.htm
11	Sơn Giang	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Son Giang.htm
12	Sông Lũy	97 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ Song Luy.htm
13	Yên Thượng	92 - 2001	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Do Duc\Trung binh thang\Luu luong lo lung\ YenThuong.htm

Bảng 6.9: Số liệu mực nước giờ

Tên trạm	Độ dài chuỗi số liệu	Vị trí
Ái Nghĩa	1h 1/11-24h 20/11/77; 1h 15/9-24h 30/9/78; 1h 12/10-22h 31/10/79; 1h 12/11-24h 26/11/80; 1h 11/10-24h 25/10/81; 1h 1/11-22h 10/11/82; 1h 28/10-24h 2/11/83; 1h 10/10 24h 20/10/84; 1h 25/11-22h 6/12/85; 1h 1/12 -22h 10/12/86; 1h 23/11 -22h 30/11/87; 1h 1/10 -23h 7/11/88; 1h 6/11-22h 30/11/89; 1h 12/10-24h 25/10/90; 1h 17/10 -22h 10/11/91; 1h 20/10- 24h 31/10/92; 1h 20/10 - 31/10/93; 1h 17/10 - 22h 27/10/94; 1h 1/11 - 22h 28/11/96; 1h 22/10 - 22h 9/11/95; 1h 22/9h 22h 30/9/97; 1h 17/11- 23h 7/12/98; 1h 1/11 - 10/11/99; 1h 5/10-19h 27/10/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Ai Nghia.htm
Ayunpa	1h 1/9-24h 29/9/77; 1h 1/11-19h 30/11/78; 1h 13/10-24h 26/10/79; 1h 1/11-24h 15/11/80; 1h 24/10-24h 7/11/81; 1h 2/11-22h 22/11/82; 1h 24/10-19h 27/11/83; 1h 1/11- 19h 2/12/84; 1h 19/11-19h 12/12/85; 1h 25/11-19h 31/12/86; 1h 10/11-19h 29/11/87; 1h 8/10-24h 31/10/88; 1h 10/10-19h 31/10; 1h 13/10-24h 5/11/90; 1h 20/10-24h 6/11/91; 1h 21/10-19h 15/11/92; 1h 1/10-19h 31/10/93; 1h 11/10-19h 2/11/94; 1h 18/10-19h 12/11/95; 1h 26/11-19h 31/12/96; 1h 14/9-19h 19/10/97; 1h 21/11-19h 23/12/98; 1h 1/11-19h 15/12/99; 1h 6/10-19h 10/11/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Ayunpa.htm
Câu Lâu	1h 1/11-24h 28/11/77; 1h 20/10-24h 4/11/78; 1h 12/10-24h 6/11/79; 1h 10/11-24h 30/11/80; 1h 9/10-24h 10/11/81; 1h 1/11-24h 17/11/82; 1h 26/10-24h 12/11/83; 1h 12/10-24h 31/10/84; 1h 25/11-24h 15/12/85; 1h 1/12-24h 20/12; 1h 15/11-24h 4/12/87; 1h 4/10-24h 31/10/88; 1h 15/11-24h 5/12/89; 1h 12/10-24h 12/11/90; 1h 21/10-24h 14/11/91; 1h 31/10-24h 10/11/92; 1h 16/10-24h 16/11/93; 1h 17/10-24h 15/11/94; 1h 23/10-24h 10/11/95; 1h 21/10-24h 20/11/96; 1h 10/11-24h 6/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Cau Lau.htm

Giao Thủy	1h 1/11-19h 28/11/77; 1h 20/10-19h 30/10/78; 1h 12/10-22h 31/10/79; 1h 10/11-24h 25/11/80; 1h 9/10-24h 6/11/81; 1h 1/11-19h 15/11/82; 1h 26/10-22h 8/11/83; 1h 12/10-22h 25/10/84; 1h 25/11-22h 14/12/85; 1h 1/12-22h 15/12/86; 1h 15/11-24h 3/12/87; 1h 4/10-24h 27/10/88; 1h 5/11-24h 29/11/89; 1h 12/10 22h 11/11/90; 1h 25/10-24h 12/11/91; 1h 31/10-23h 8/11/92; 1h 16/10-22h 19/11/93; 1h 17/10 22h 14/11/94; 1h 23/10-24h 9/11/95; 1h 21/10-22h 16/11/96; 1h 1/11-19h 2/12/97; 1h 11/11-22h 5/12/98; 1h 3010-22h 22/11/99; 1h 10/11-22h 30/11/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Giao Thuy.htm
Hiệp Đức	1h 10/11-19h 19/11/90; 1h 19/10-19h 12/11/91; 1h 20/10-22h 31/10/92; 1h 25/11-22h 9/12/93; 1h 15/10-19h 31/10/94; 1h 23/10-24h 31/10/95; 1h 1/11-24h 15/11/96; 1h 16/9-24h 27/10/97; 1h 16/11-24 28/11/98; 1h 1/12-24h 10/12/99; 1h 10/11-22h 6/12/200.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Hiep Duc.htm
Hội Khách	1h 1/11-22h 8/11/77; 1h 15/9-22h 6/10/78; 1h 14/10-23h 23/10/79; 1h 3/9-24h 29/9/80; 1h 9/10-24h 23/10/81; 1h 1/9-19h 21/9/82; 1h 27/10-23h 13/11/83; 1h 12/10-24h 19/10/84; 1h 25/11-22h 17/12/85; 1h 20/10-19h 28/10/86; 1h 18/11-22h 30/11/87; 1h 3/10-22h 31/10/88; 1h 8/11-19h 15/11/89; 23/10-8/11/95; 1h 1/11-19h 14/11/96; 19/9-19h 4/10/97; 1h 18/11-22h 25/11/98; 1h 29/10-22h 21/11/99; 1h 6/10-23h 10/10/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Hoi Khanh.htm
Phú Lâm	1h 1/11-24h 1/12/77; 1h 27/10-24h 27/11/78; 1h 14/10-24h 24/10/79; 1h 25/10-24h 22/11/80; 1h 21/10-24h 20/11/83; 1h 20/11-24h 24/11/84; 1h 17/11-24h 17/12/87; 1h 12/10-24h 26/11/88; 1h 13/10-24h 5/11/89; 1h 20/10-24h 2/11/94; 1h 12/11-24h 31/12/2000.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Phu Lam.htm
Sơn Tân	1h 1/11-22h 28/11/77; 1h 2/11-24h 11/11/78; 1h 7/10-19h 10/11/79; 1h 8/11-19h 10/12/80; 1h 6/10-22h 24/10/81; 1h 1/9 19h 28/9/82; 1h 8/10-19h 13/11/83; 1h 11/10-23h 19/10/84; 1h 24/11-24h 14/12/85; 1h 29/11-22h 24/12/86; 1h 11/11-22h 10/12/87; 1h 4/10-22h31/10/88; 1h 1/11-22h 13/11/89.	C:\CSDL_MT\Data\SolieuTV\Muc Nuoc\ Son Tan.htm

Bảng 6.10: Các lớp thông tin trên các bản đồ toàn dải duyên hải miền Trung

TT	Tên bản đồ	Các lớp thông tin	Vị trí
1	Bản đồ Môduyn đỉnh lũ 1% dải duyên hải miền Trung	PointLu1.tab, Solu.tab, Donglu1.tab, tenTinh.tab, UBtinh.tab, Tensong.tab, Tbiendong.tab, RGTinh.tab, Solu.tab, CGiai.tab, NenCG.tab, Khung.tab, Luoi.tab, Song.tab, RGQGia.tab, BoBien.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\Moduyndinhlu.WOR
2	Bản đồ đẳng trị lượng mưa 1 ngày lớn nhất 1% dải duyên hải miền Trung	PointMua.tab, SoDTri.tab, UBtinh.tab, tenTinh.tab, Tensong.tab, DangTri1.tab, RGTinh.tab, BoBien.tab, RGQGia.tab, Khung.tab, CGiai.tab, NenCG.tab, SongM.tab, Luoi.tab, Tbiendong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\Mua1ngay_max.WOR
3	Bản đồ Địa chất thủy văn Bắc Trung Bộ	ubhuyenB.tab, bobien.tab, GiengBac.tab, Rgtinh.tab, RGhuyen.tab, TenDCBac.tab, UBtinh.tab, DiadanhB.tab, tenTinh.tab, tensong.tab, luoiBacTAB.tab, RGLV.tab, RgQgia.tab, RGtvline.tab, Dutgay.tab, khung.tab, songB.tab, Maupoly_B.tab, BienDong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\DCTV_bac.WOR
	Bản đồ Địa chất thủy văn Nam Trung Bộ	TenDCN.tab, GiengNam.tab, UBND.tab, BobienN.tab, DiadanhN.tab, textNam.tab, tensongN.tab, RGLine_N.tab, KhungNam1.tab, DutgayN.tab, rgtinhN.tab, RgQgiaN.tab, RGluuvucN.tab, rghuyenN.tab, Gthong2.tab, luoiNam1.tab, songN1.tab, MaupolyN.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\DCTV_nam.WOR
4	Bản đồ Địa mạo Bắc Trung Bộ	RGLV.tab, ubhuyenB.tab, UBtinh.tab, RgQgia.tab, bobien.tab, KihieuB.tab, DiamaoB_line.tab, DiadanhB.tab, Rgtinh.tab, tenTinh.tab, tensong.tab, RGhuyen.tab, luoiBacTAB.tab, khung.tab, songB.tab, DiamaoB.tab, BienDong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\Diamao_bac.WOR
	Bản đồ Địa mạo Nam Trung Bộ	BobienN.tab, UBND.tab, KihieuN.tab, textNam.tab, DiadanhN.tab, rghuyenN.tab, tensongN.tab, songN1.tab, rgtinhN.tab, RgQgiaN.tab, KhungNam1.tab, RGluuvucN.tab, DiamaoN_line.tab, luoiNam1.tab, DiamaoN.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\Diamao_nam.WOR
5	Bản đồ Đất Bắc Trung Bộ	UBtinh.tab, ubhuyenB.tab, ihieudat.tab, DiadanhB.tab, bobien.tab, RGLV.tab, RgQgia.tab, DatlineB.tab, tenTinh.tab, tensong.tab, RGhuyen.tab, Rgtinh.tab, khung.tab, songB.tab, DatB.tab, BienDong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\DatB.WOR
	Bản đồ Đất Nam Trung Bộ	kihieuN.tab, UBND.tab, BobienN.tab, KihieuCG.tab, ChugiaiDat.tab, DiadanhN.tab, textNam.tab, DatN_line.tab, tensongN.tab, KhungNam1.tab, rghuyenN.tab, rgtinhN.tab, RgQgiaN.tab, RGluuvucN.tab, luoiNam1.tab, songN1.tab, DatN.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\DatN.WOR
6	Bản đồ tổng lượng mưa mùa mưa Bắc Trung Bộ	bobien.tab, ubhuyenB.tab, UBtinh.tab, RgQgia.tab, tenTinh.tab, tensong.tab, MuaB_line.tab, DiadanhB.tab, luoiBacTAB.tab, RGhuyen.tab, songB.tab, Rgtinh.tab, RGLV.tab, khung.tab, MuaB.tab, BienDong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\MuaB.WOR
	Bản đồ tổng lượng mưa mùa mưa Nam Trung Bộ	UBND.tab, BobienN.tab, KihieuN.tab, Chugiai.tab, DiadanhN.tab, DgmuaN.tab, textNam.tab, KhungNam1.tab, rgtinhN.tab, tensongN.tab, rghuyenN.tab, RGluuvucN.tab, songN1.tab, luoiNam1.tab, RgQgiaN.tab, MuaN.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\MuaN.WOR

TT	Tên bản đồ	Các lớp thông tin	Vị trí
7	Bản đồ Thảm thực vật Bắc Trung Bộ	ubhuyenB.tab, bobien.tab, Sohieu.tab, UBtinh.tab, DiadanhB.tab, RgQgia.tab, tvatB_line.tab, Rgtinh.tab, RGhuyen.tab, tenTinh.tab, tensong.tab, luoiBacTAB.tab, khung.tab, RGLV.tab, songB.tab, tvatB_poly.tab, BienDong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\TVatB.WOR
	Bản đồ Thảm thực vật Nam Trung Bộ	BobienN.tab, SohieuN.tab, textNam.tab, tensongN.tab, SoCGiai.tab, UBND.tab, DiadanhN.tab, Chugiai.tab, TvatN_line.tab, KhungNam1.tab, RGluuvucN.tab, rghuyenN.tab, songN1.tab, rgtinhN.tab, RgQgiaN.tab, luoiNam1.tab, TvatN_poly.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\TVatNam.WOR
8	Bản đồ lưới trạm khí tượng thủy văn dải duyên hải miền Trung	en_tram_TV.tab, Tensong.tab, Tramtv_bosung.tab, Tram_KT.tab, KhungA3.tab, Song.tab, RGTinh.tab, RGQGia.tab, DBBien.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\Luoi_tram_xong.WOR
9	Bản đồ khả năng ngập lụt Bắc Trung Bộ	Solieutv.tab, _1luoiBacTAB.tab, _1Khungbac1.tab, _1khung.tab, BinhDo_2.tab, CONTOUR_2.tab, Diahinh_UTM48_2.tab, Fill_BTB.tab, DiaDanh.tab, TenSong.tab, Thuyhe_bosung.tab, ThuyHe.tab, Ranhgioi_bosung.tab, RanhGioi.tab, gthong_bosung.tab, GiaoThong.tab, Contour.tab, Ungngap_bosung.tab, Region.tab, LongSong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\worksace_ngap\Ngap_BTB_A3.WOR
	Bản đồ khả năng ngập lụt Nam Trung Bộ	KhungNam1.tab, luoiNam1.tab, Fill_NTB.tab, BinhDo_2.tab, Solieutv.tab, DiaDanh.tab, TenSong.tab, Thuyhe_bosung.tab, ThuyHe.tab, Ranhgioi_bosung.tab, RanhGioi.tab, gthong_bosung.tab, GiaoThong.tab, Contour.tab, Ungngap_bosung.tab, Region.tab, LongSong.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\worksace_ngap\Ngap_NTB_A3.WOR
10	Bản đồ Hiện trạng thủy lợi Bắc Trung Bộ	DoSau.tab, DiemCaoTxt.tab, DiaDanh.tab, TenSong.tab, TramTV.tab, TramBomCBN.tab, KeHoachTLoi.tab, HoChua.tab, DapDang.tab, CongTuoiTieu.tab, DiemCao.tab, Khung.tab, ChuGiai.tab, RanhGioi.tab, GiaoThong.tab, DeDieu.tab, ThuyHe.tab, DangSau.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\HTTL_BTB.WOR
	Bản đồ Hiện trạng thủy lợi Nam Trung Bộ	Khung.tab, Dap_dang_DK.tab, Dap_dang_daco.tab, TB_DK.tab, TB_daco.tab, Ho_chua_daco.tab, DiaDanh.tab, DiemCao.tab, DiemCaoTxt.tab, TenSong1.tab, PointHC_LoLa.tab, luoi_toado.tab, RanhGioihuyen.tab, GiaoThong1.tab, RanhGioisua1.tab, ThuyHe1.tab, Rgdh.tab, Sgdh.tab, Ho_chua_DK.tab, text_VN_XA.tab, Boder.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace\HTTL_NB.WOR

Bảng 6.11: Các lớp thông tin trên các bản đồ lưu vực sông Hương

TT	Tên Bản đồ	Các lớp thông tin	Vị trí
1	Bản đồ Thổ nhưỡng lưu vực sông Hương	KihieuCG.tab, Chugiai.tab, TenSong.tab, KihieuDat.tab, DiaDanh.tab, UBND.tab, RGTinh.tab, Song.tab, RGVung.tab, RGdat_line.tab, Duongbo.tab, Khung.tab, GThong.tab, RgDatmau.tab, Border.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\Dat.WOR
2	Bản đồ Địa chất thủy văn lưu vực sông Hương	CGiai_A3.tab, DiaDanh.tab, Text_DC.tab, Untitled.tab, TenSong.tab, UBND.tab, Ten_LK.tab, Hesongam.tab, Dutgay.tab, Ranhgioi.tab, Song.tab, Duongbo.tab, Khung.tab, GThong.tab, DCTV_line.tab, Border.tab, DCTV_poly.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\DCTV.WOR
3	Bản đồ Đánh giá tổng hợp tự nhiên lưu vực sông Hương	TenSong.tab, KihieuLV.tab, KihieuCG.tab, DiaDanh.tab, chugiai1.tab, UBND.tab, DGLine.tab, Donviluuvucgoc.tab, RGTinh.tab, GThong.tab, Song.tab, Border.tab, Khung.tab, Duongbo.tab, Nensong.tab, RGdanhgia.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\DGThop.WOR
4	Bản đồ Địa mạo lưu vực sông Hương	SoCG.tab, legend.tab, Sohieu.tab, DiaDanh.tab, TenSong.tab, UBND.tab, Song.tab, DMLine.tab, Duongbo.tab, Ranhgioi.tab, Khung.tab, GThong.tab, Border.tab, diamao.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\Dia mao.WOR
5	Bản đồ phân bố tổng lượng mưa mùa mưa lớn nhất	TenSong.tab, MuaLine.tab, Diemmua.tab, DiaDanh.tab, CGiai.tab, UBND.tab, BinhDo.tab, Song.tab, RGTinh.tab, Duongbo.tab, Border.tab, Khung.tab, GThong.tab, RGlmua.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\muaSH.WOR
6	Bản đồ kiến trúc và hoạt tính tân kiến tạo lưu vực sông Hương	Sohieu.tab, DiaDanhA3.tab, CGiaiA3.tab, TenSong.tab, MacmaHV.tab, MacmaDL.tab, MacmaDC.tab, MacmaCV.tab, MacmaBG.tab, UBND.tab, RGtinh.tab, Border.tab, RGmacma.tab, RGkvkt.tab, Duongbo.tab, Doinut.tab, Khung.tab, DgKVKT.tab, DgKT.tab, Dgkhac.tab, DgDH.tab, Song.tab, Poly_mau.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\Tankientao.WOR
7	Bản đồ thảm thực vật lưu vực sông Hương	SoCG.tab, Kihieu.tab, DiaDanh.tab, ChugiaiTV.tab, TenSong.tab, Song.tab, Nensong.tab, rg2_line.tab, Khung.tab, GThong.tab, Duongbo.tab, Nensong.tab, Border.tab, RGtvat_poly.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\thucvat.WOR
8	Bản đồ Hiện trạng thủy lợi lưu vực sông Hương	TramBom.tab, Title.tab, TenSong.tab, DiaDanh.tab, XoiLo.tab, Dap.tab, Song.tab, Ranhgioi.tab, Khung.tab, Kenh.tab, GThong.tab, DeTLoi.tab, BoNuoc.tab, HoChua.tab, Nensong.tab, Borde.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\workspace1\HTTL_SHuong.WOR
9	Bản đồ Ngập lụt lưu vực sông Hương	Diem.tab, UBND.tab, TenSong.tab, DiaDanh.tab, RGTinh.tab, Dong.tab, BoNuoc.tab, NgUngCt.tab, Contour.tab, BoNuoc.tab, NgUngCt.tab, Song.tab, Khung.tab, NgapUng.tab, NgapLut.tab	C:\CSDL_MT\Data\Bando\worksace_ngap\Ngap99_SH.WOR

Bảng 6.12: Các lớp thông tin trên các bản đồ lưu vực sông Thu Bồn

TT	Tên bản đồ	Các lớp thông tin	Vị trí
1	Bản đồ Thổ nhưỡng lưu vực sông Thu Bồn	DHuyen.tab, RGVNam.tab, Cgiai_Dat.tab, GridDat.tab, Tenhuyen.tab, Tensong.tab, RGHuy.tab, ID_dat.tab, Song.tab, Bobien.tab, Poly_dat.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
2	Bản đồ Địa chất thủy văn lưu vực sông Thu Bồn	DHuyen.tab, Kihieu.tab, THuyen.tab, Tensong.tab, Gieng.tab, GridDCTV.tab, dutgay.tab, RGHuy.tab, Linedc.tab, Song.tab, RGVNam.tab, Bobien.tab, Polydctv_.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
3	Bản đồ Đánh giá tổng hợp tự nhiên lưu vực sông Thu Bồn	Ghichu.tab, ThuyenDG.tab, tensongDG.tab, SoLVuc.tab, RGVNam.tab, DHuyenDG.tab, Grid1.tab, songDG.tab, RGsong.tab, RGioimau.tab, RGHuy.tab, rgDG.tab, Phanluu.tab, LvucDG.tab, DHinh.tab, Bobien.tab, MauDG.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
4	Bản đồ Địa mạo lưu vực sông Thu Bồn	BoBienDM.tab, DmQNso.tab, Tenhuyen.tab, DHuyen.tab, khung100.tab, RGVNam.tab, DmQNam.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
5	Bản đồ phân bố tổng lượng mưa mùa mưa lớn nhất	GtTen.tab, THuyen.tab, giaothong.tab, Mualinetb.tab, Tensong.tab, Diemmua.tab, DHuyen.tab, ChugiaiM.tab, Khung.tab, Song.tab, RGVNam.tab, RGHuy.tab, Bobien.tab, Polymua.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
6	Bản đồ kiến trúc và hoạt tính tân kiến tạo lưu vực sông Thu Bồn	THuyen.tab, Tensong.tab, KHnhan.tab, KHcongiua.tab, KHcongan.tab, KHcong.tab, KHchuz.tab, KHchur.tab, DHuyen.tab, Tim_line.tab, Tim_dut.tab, Song.tab, RGVNam.tab, Rgmacma.tab, RGHuy.tab, Nnept.tab, Line_lien.tab, Line_dut.tab, KHkhac.tab, do_nhodut.tab, do_nho.tab, Do_line.tab, Do_dut.tab, Den_line.tab, Den_dut.tab, Bobien.tab, Poly1.tab, Khung.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
7	Bản đồ thảm thực vật lưu vực sông Thu Bồn	DHuyen.tab, Tenhuyen.tab, Tensong.tab, KHieuTV.tab, Bobien.tab, RGVNam.tab, Song.tab, RGHuy.tab, RG_tinhPL2.tab, Huyen_phu_2.tab, CGiaiphu_2.tab, songphu2.tab, Polyphu2.tab, PolyTV_.tab, khungTV.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2

TT	Tên bản đồ	Các lớp thông tin	Vị trí
8	Bản đồ Hiện trạng thủy lợi lưu vực sông Thu Bồn	Khung_GridA3.tab, Ten_huyen.tab, bdo_lvuc1.tab, binhdo_sua1.tab, text.tab, HTTL.tab, Songten.tab, Vinh.tab, Song_lvuc_polyline.tab, Song.tab, luvuc.tab, RgTinhLin.tab, rg_huyenLin.tab, Dnang_rg.tab, Song_lvuc_region.tab, Border.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
9	Bản đồ tiềm năng và cảnh báo thiên tai do lũ lụt gây ra	ThuyenA3.tab, tensongA3.tab, Soluuvuc.tab, Phuluu4.tab, GridA3.tab, DHuyenA3.tab, songDG.tab, songA3.tab, RGHuy.tab, LvucA3.tab, RGDVLVuc.tab, rgDG.tab, Phuluu3.tab, Phuluu2.tab, Phuluu1.tab, Phuluu.tab, Phanluu.tab, LvucDG.tab, Bobien.tab, mucdothientai2_4t.tab, canhbaomucdothientai234.tab, canhbaomucdothientai123.tab, canhbaomucdothientai34.tab, canhbaomucdothientai24.tab, canhbaomucdothientai23.tab, canhbaomucdothientai12.tab, canhbaomucdothientai4.tab, canhbaomucdothientai3.tab, canhbaomucdothientai2.tab, canhbaomucdothientai1_4.tab, mucdothientai_4m.tab, mucdothientai_3m.tab, mucdothientai_2t.tab, mucdothientai_2m.tab, mucdothientai_1k.tab, mucdothientai3_4m.tab, mucdothientai2_4m.tab, mucdothientai2_3k.tab, mucdothientai2_3m.tab, mucdothientai1_2k.tab, mucdothientai1_2t.tab, mucdothientai1_2m.tab, mucdothientai2_3_4m.tab, mucdothientai1_2_3k.tab, mucdothientai1_2_3t.tab, mucdothientai1_2_3m.tab, DGiamau.tab	C:\CSDL_MT\Data \Bando\workspace2
10	Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Thu Bồn	rg_huyenLin.tab, Gt_Ten.tab, RgTinhLin.tab, Songten.tab, Khung.tab, dancu.tab, Dhinh.tab, giaothong.tab, Song.tab, chugiai_dh.tab, Ddanh.tab, TxtDh.tab, ngapthang12.tab, ngap_11_1999.tab	

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Dải duyên hải miền Trung Việt Nam là vùng chịu nhiều thiên tai trên lãnh thổ nước ta (ngập lụt, bão tố, hạn hán, xói mòn, sạt lở, bồi tụ, xâm nhập mặn thường xuyên xảy ra). Trong đó lũ lụt là thiên tai gây nhiều thiệt hại về mặt dân sinh kinh tế đồng thời cũng là nhân tố hạn chế sự phát triển kinh tế - xã hội ở khu vực này.

Đề tài đã sử dụng tổng hợp nhiều phương pháp để nghiên cứu như phương pháp bản đồ viễn thám và hệ thông tin địa lý, phương pháp khảo sát thực địa, phương pháp chuyên gia, phương pháp mô hình hóa, phương pháp tổng hợp cảnh quan sinh thái. Lần đầu tiên đề tài đã thành công trong việc đánh giá tổng hợp trên quan điểm hệ thống tác động của điều kiện khí hậu, các yếu tố mặt đệm (địa chất, địa mạo, lớp phủ thực vật, thổ nhưỡng, đặc trưng hình thái lưu vực... và hoạt động kinh tế - xã hội của con người trên bề mặt lưu vực đến sự hình thành lũ lụt các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung. Kết quả nghiên cứu đề tài đã rút ra một số nhận xét sau:

Nguyên nhân gây lũ lụt miền trung là tổng hợp của các yếu tố tác động điều kiện tự nhiên và tác động của con người, cụ thể đã xác định:

❖ Các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung Việt Nam trải dài trên các cấu trúc địa chất khác nhau, tác động địa động lực gây ảnh hưởng toàn diện đến cấu trúc mặt đệm. Nhiều hệ thống sông và lưu vực sông nằm trùng với các đứt gãy kiến tạo phá hủy lớn. Thành phần thạch học đá nền của các lưu vực sông trong khu vực nghiên cứu khá đa dạng nhưng chiếm tỷ lệ lớn là các đá macma và các đá biến chất. Hai loại đá nền này có độ cứng cao, ít chịu ảnh hưởng bởi các quá trình ngoại sinh, vỏ phong hóa thường mỏng, độ chặt sít cao, do đó khả năng thấm và trữ nước kém. Mặc dù có nhiều tầng chứa nước khe nứt xong khả năng ngấm và trữ nước kém do mật độ khe nứt nhỏ, độ dốc địa hình lớn. Nước ngầm trong các thành tạo bở rời có mối quan hệ chặt chẽ với nước mưa và nước sông. Tuy nhiên lượng nước có thể chứa được trong đới thông khí khi xảy ra lũ lụt là không lớn do mực nước ngầm dâng cao vào mùa mưa.

❖ Địa hình 14 tỉnh miền Trung thấp dần từ tây sang đông và hạ thấp đột ngột giữa vùng núi và đồng bằng. Trong vùng tỷ lệ đồi núi chiếm trên 3/4 diện tích lãnh

thổ với nhiều đỉnh khá cao có đỉnh cao trên 2.000m. Dãy núi Trường Sơn có nhiều nhánh đâm ra sát biển tạo ra nhiều đèo và dốc chia cắt khu vực ra thành nhiều lưu vực sông riêng biệt. Các sông miền Trung đều ngắn, hẹp, dốc, bụng chứa nước nhỏ lại bị che chắn bởi dải cồn cát ven biển nên thời gian tập trung nước nhanh, dòng chảy lũ tràn qua đồng bằng hẹp, thấp, bị ngăn cách với vùng biển nông bằng các bờ cát lớn như những con đê tự nhiên tạo thành những hồ chậm lũ. Do đó lũ lên nhanh, xuống chậm là hiện tượng khá phổ biến của các con sông vùng Trung Bộ.

❖ Hệ thống đê sông, đê biển ở vùng đồng bằng miền Trung có cao độ còn thấp, chất lượng còn kém, nhiều vùng còn không có hệ thống đê. Khi mức lũ cao nước chảy tràn bề mặt đồng ruộng. Ngược lại, ở ven biển các cửa sông cạn, hẹp và bị bồi lấp trong mùa khô, đồng thời các cửa sông này luôn biến động bởi các yếu tố tác động lực ven bờ đã gây cản trở việc thoát lũ. Hầu hết các hồ chứa được xây dựng trên các sông miền Trung chủ yếu để cấp nước cho mùa khô, cắt lũ chỉ là kết hợp. Một số hồ do lũ thiết kế tính thiên nhỏ, công trình tràn không đủ xả, khi xảy ra lũ lớn dẫn đến sự cố hồ chứa làm cho mức độ ngập lụt ở hạ lưu càng nghiêm trọng. Cho đến nay trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung thực sự chưa có công trình nào có tác dụng kiểm soát lũ và úng lụt, mà chủ yếu phục vụ tưới kết hợp với điều tiết lũ. Mạng lưới hồ chứa của dải duyên hải miền Trung đều có quy mô nhỏ và được hình thành trên các sông nhánh nên hiệu quả cắt lũ không lớn. Trong các công trình đã xây dựng trên toàn dải duyên hải miền Trung, hiện nay mới có một vài công trình có dung tích chống lũ cho vùng hạ du như: hồ Kẻ Gỗ, hồ Phú Ninh, hồ Sông Hinh, hồ Iayun Ba... Bên cạnh các hồ chứa cắt lũ thượng và trung lưu các sông, hệ thống đê bao ở hạ du có tác dụng bảo vệ được khu dân cư bị ngập nước lũ. Tuy nhiên hệ thống đê bao được xây dựng chưa đủ cao độ phòng lũ lớn và ngập do mưa lớn của các khu vực trong đê chưa được giải quyết triệt để (do khẩu độ cống, số trạm bơm thiếu và hệ thống tiêu chưa hợp lý...).

❖ Điều kiện khí hậu dải duyên hải miền Trung rất khắc nghiệt và phức tạp. Hàng năm bão đổ bộ vào miền Trung chiếm 77,3% số trận bão đổ bộ vào Việt Nam, số các trận bão lớn đổ bộ vào miền Trung cũng nhiều hơn các vùng khác. Các hình thế thời tiết: bão, ATNĐ, dải HTNĐ, kết hợp với KKL gây ra mưa rất lớn hình thành các trận lũ lớn, đỉnh lũ nhọn, cường suất mực nước cao (có sông cường suất mực nước có thể đạt tới trên 1m/giờ), tốc độ dòng chảy sườn dốc và trong sông rất lớn gây sạt lở sườn, sạt lở bờ sông (nhất là các đoạn sông cong tự do) và

tải lượng bùn cát hạt thô bồi lấp đồng ruộng và các cửa sông. Dòng chảy trong 3 tháng mùa lũ chiếm từ (80 - 90)% tổng lượng dòng chảy năm, các tháng còn lại ở một số sông hầu như không có dòng chảy. Bờ biển miền Trung khá dốc, hướng đường bờ chếch với hướng đông bắc một góc từ (35 - 60)° đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự tăng cường độ của dòng chảy ven bờ gây bồi lấp cửa sông, đầm phá và tạo thành dải cát cao sát biển cản trở việc tiêu thoát lũ.

❖ Ngoài các điều kiện tự nhiên bất lợi, do nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội trong vùng vấn đề quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế gắn với bảo vệ môi trường vùng chưa được chú trọng, thiếu quản lý, lòng dẫn thoát lũ đã bị các công trình dân sinh, kinh tế, cầu cảng, các tuyến đê khoanh nuôi trồng thủy hải sản, các đầm nuôi và đất canh tác nông nghiệp lấn chiếm nghiêm trọng hành lang thoát lũ, làm tăng mức độ ngập lũ và cản trở việc tiêu thoát lũ (điển hình là các đồng bằng cửa sông ven biển Nam Trung Bộ).

❖ Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy diện tích biến động lớp phủ thực vật các năm 1983, 1993, 2000 của các lưu vực sông trong vùng cho thấy từ năm 1983 cho đến nay, diện tích rừng được tăng lên nhờ trồng rừng và tái sinh, nhưng tỷ lệ lớp phủ thực vật còn thấp hơn so với mức độ an toàn phủ lưu vực phải đạt từ (50 - 70)% diện tích lưu vực, trong đó rừng phòng hộ phải đạt 30% đó là việc làm khó khăn. Việc chặt phá rừng đầu nguồn đã làm giảm khả năng điều tiết nước trong lưu vực, tốc độ tập trung nước nhanh hơn, làm lũ tăng lên đột ngột làm tăng lũ quét ở vùng thượng du và ngập lụt ở vùng đồng bằng.

❖ Các tuyến đường giao thông sắt, bộ do các khẩu độ cống thoát nước không đảm bảo, đã trở thành các con đê ngăn nước chảy tràn trên mặt đất, tạo ra các ô úng ngập cục bộ ở vùng đồng bằng.

Từ việc xác định được các nguyên nhân chính gây ra lũ lụt trên các lưu vực sông, đề tài đã đề ra các giải pháp tổng thể phòng tránh và giảm thiểu lũ lụt ở miền Trung. Dựa vào tính chất lũ của các lưu vực sông, vấn đề cần quan tâm là phòng lũ kèm theo giảm tình trạng ngập lụt ở các khu vực đồng bằng và mục tiêu lâu dài là: ***Kiểm soát lũ tiểu mãn và giảm nhẹ thiên tai do lũ chính vụ gây ra.*** Tiêu chí chống lũ của từng khu vực cũng khác nhau :

- Đối với các lưu vực sông vùng Bắc Trung bộ (từ Thanh Hóa tới đèo Ngang) tiêu chí ***phòng lũ chính vụ.***

- Đối với các sông suối từ đèo Ngang và đèo Cả tiêu chí chống lũ tiểu mãn, lũ sớm, lũ muộn và lũ chính vụ với tần suất 10%.
- Các sông vùng cực Nam Trung Bộ chống lũ chính vụ với tần suất 2%.

Để thực hiện mục tiêu trên cần có một số biện pháp:

BIỆN PHÁP CÔNG TRÌNH:

❖ Xây dựng các hồ chứa trên sông với đa mục đích (phòng lũ, ngập lụt cho các khu vực đồng bằng thung lũng và điều tiết dòng chảy mùa kiệt). Tuy nhiên với các trận mưa lớn do các nhiễu động thời tiết mang đến hiện tượng ngập lụt tại các khu vực trũng là không tránh khỏi.

❖ Xây dựng hệ thống đê bao cùng các tràn trên đê và cống dưới đê để chống lũ tiểu mãn, lũ sớm, lũ muộn còn lũ chính vụ cho tràn qua nhưng không gây sạt lở và sa bồi đất canh tác.

❖ Chỉnh trị các đoạn sông hạ du, lạch triều và cửa sông bờ biển ổn định, quy hoạch lại hệ thống đê do dân tự tạo, quy hoạch các khu vực nuôi trồng thủy sản tạo hành lang thoát lũ an toàn nhằm giảm khả năng ngập lụt của khu vực đồng bằng hạ du.

BIỆN PHÁP PHI CÔNG TRÌNH:

❖ Đề tài đã xây dựng các chương trình dự báo lũ và ngập lụt trên cơ sở liên kết hệ thông tin địa lý (GIS), mô hình số địa hình, các bộ phần mềm thủy văn thủy lực của Trung tâm Thủy văn ứng dụng thuộc US Army Corps of Engineers. Với diện tích lưu vực sông lớn (tới 10.000 km^2), công nghệ tính toán diện và mức độ ngập lụt được xây dựng trên cơ sở liên kết hệ thông tin địa lý (GIS), mô hình số độ cao (DEM) và các bộ chương trình thủy văn và thủy lực của trung tâm Thủy văn ứng dụng thuộc US Army Corps of Engineers (HEC - HMS và HEC - RAS) đã hiệu chỉnh để phù hợp với vùng nghiên cứu (miền Trung Việt Nam) với tất cả các thông số đầu vào được lưu trong cơ sở dữ liệu, đặc biệt số liệu mưa đã được nhập tự động vào mô hình. Thời gian tính toán khi nhập số liệu mưa cho đến khi ra được bản đồ 2 - 3 giờ, nên bản tin cảnh báo không quá trễ, kịp thời có phương án ứng xử với thiên tai lũ lụt, đồng thời, việc cảnh báo được tiến hành trên máy tính cá nhân, với một cơ sở dữ liệu được xây dựng từ trước, thao tác đơn giản, phù hợp với khả năng xử lý của các địa phương.

Các lưu vực vừa và nhỏ, mô hình LTANK đã được nghiên cứu ứng dụng cho tổng hợp dòng chảy từ mưa kết hợp với mô hình thủy lực KRSAL tạo nên một bộ mô hình thủy văn - thủy lực có tính thích hợp tốt để dự báo dòng chảy, diện và mức độ ngập lụt với thời gian dự kiến của dự báo là 6h.

Lũ ở các sông miền Trung rất khốc liệt, ở các nhánh sông phía thượng lưu phần lớn là lũ quét lên nhanh, xuống nhanh, thời gian tập trung lũ và truyền xuống hạ du ngắn nên thời gian dự kiến của dự báo thường ngắn.

Đề tài đã tiến hành triển khai một khối lượng công việc lớn ở cả ba phương diện: Lập trình kết nối các phần mềm thủy văn, thủy lực và cơ sở dữ liệu thành một hệ thống thống nhất có giao diện gần gũi với người sử dụng; Tiến hành triển khai thực địa, thu thập thông tin, xây dựng cơ sở dữ liệu cho mô hình; Xây dựng bộ thông số của mô hình ...

Sử dụng các mô hình trên đề tài đã tiến hành dự báo lũ lụt thành công cho các lưu vực sông Kiến Giang, sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Thu Bồn - Vu Gia, sông Ba.

❖ ***Biện pháp trồng rừng, cải tạo rừng***

Qua nghiên cứu, xây dựng bản đồ thảm thực vật trên lãnh thổ dải duyên hải miền Trung, đề tài kiến nghị các biện pháp bảo vệ rừng:

* 1. Tổ chức khai thác tốt các khu rừng theo phương án khai thác tuyển chọn và gây dặm cây mới. Đây là các diện tích giữ vai trò điều tiết dòng chảy quan trọng nhất của lưu vực với cấp xung yếu từ **an toàn đến không xung yếu**. Quản lý và khai thác tốt sẽ giữ được **16,9% diện tích lưu vực không xung yếu**.

*2. Bảo vệ nhằm phục hồi tốt các khu rừng nghèo, rừng non nâng cao khả năng điều tiết dòng chảy của chúng. Các kiểu thảm này có cấp xung yếu là **ít xung yếu**. Nếu bảo vệ tốt sẽ có **13%** diện tích toàn vùng được nâng lên cấp **không xung yếu**.

*3. Cần chăm sóc tốt rừng trồng, nâng cấp điều tiết của rừng. Bảo vệ tốt các khu này, khai thác không ồ ạt, sau khai thác tiến hành trồng rừng nơi đất dày với các cây gỗ giống bản địa sẽ dần tạo được khu rừng nhiều tầng tán có cấp xung yếu là **không xung yếu với diện tích chiếm tỷ lệ 5,57%** lưu vực.

*4. Trồng rừng, xây dựng mô hình sản xuất kết hợp nông - lâm - chăn nuôi phối

hợp trên diện tích trảng cây bụi cỏ, nương rẫy. Để nâng cao hiệu suất điều tiết nước trên các đất mỏng, sỏi sạn hay đất dốc cần tiến hành trồng rừng. Đặc biệt, khu vực đầu nguồn các sông đều phải ưu tiên cho trồng rừng dù đất còn dày hay độ dốc nhỏ với tốc độ trồng khoảng 5.000 - 7.000ha/năm.

Theo tỷ lệ che phủ hiện nay của các tỉnh miền Trung, chúng tôi kiến nghị cần trồng thêm một số rừng mang tính chất phòng hộ.

❖ ***Quản lý và sử dụng hợp lý tài nguyên đất***

Để ngăn ngừa giảm thiểu hậu quả lũ lụt dải duyên hải miền Trung đề tài đã đề xuất các giải pháp cụ thể trên quan điểm sử dụng đất bền vững và phòng tránh lũ lụt trong đó trên mỗi lưu vực (thượng lưu, trung lưu, vùng đồng bằng ven biển) phải có các giải pháp quy hoạch sử dụng đất với các biện pháp khôi phục, trồng lớp phủ rừng, khai thác đất nông nghiệp, đất trồng cây công nghiệp, đất xây dựng quần cư đô thị.

Biện pháp giảm thiểu xói mòn bề mặt lưu vực

Để giảm thiểu lượng cát bùn trong lòng sông, cần thực hiện:

- Cày đất theo đường đồng mức làm cải thiện trạng thái vật lý của đất, tạo điều kiện để rễ cây phát triển, tăng tính thấm và làm tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất.

- Phương pháp làm đất, luân canh bảo vệ đất, trồng các loại cây đệm, bố trí các loại cây trồng, sử dụng phân bón hợp lý, tỷ lệ rừng...

❖ Đối với 2 lưu vực trọng điểm: lưu vực sông Hương và lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia, đã tiến hành xây dựng bản đồ "***Đánh giá tổng hợp tự nhiên lưu vực***" và bản "***Tiềm năng và cảnh báo các loại hình thiên tai do lũ lụt trong lưu vực***". Bản đồ tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai do lũ lụt trên lưu vực là một loại bản đồ chứa đựng nhiều thông tin mang tính tổng hợp, trên cơ sở thừa kế tối đa những thông tin trên các bản đồ chuyên đề và những số liệu thực để có một bức tranh phân hóa không gian trong lưu vực về tiềm năng và cảnh báo một số loại hình thiên tai do lũ lụt một cách khá toàn diện và tổng hợp.

Trên cơ sở kết quả đánh giá tổng hợp vai trò của các điều kiện, thành phần tự nhiên và cảnh quan trong lưu vực sông Hương - Bồ đối với điều tiết mưa lũ cho

thấy khoảng 75 - 80% diện tích lưu vực đã bị tác động làm suy giảm chức năng điều tiết mưa lũ. Kết quả đánh giá cũng cho thấy vùng thung lũng Nam Đông, Đông Ngãi và huyện Phú Lộc là nơi hứng chịu lũ, lũ quét từ sườn dãy núi Bạch Mã, thượng lưu sông Tả Trạch và thượng lưu sông Hữu Trạch, ở các lưu vực đơn vị này, kết quả đánh giá có tính chất khá tập trung, đều nhận thấy phần mặt đệm là kém, rất kém. Về phía Tây Bắc sông Hương, vùng lưu vực sông Bồ, từ thượng nguồn xuống hạ lưu, chất lượng các thành phần mặt đệm đều được đánh giá là kém, rất kém. Điều đó lý giải một phần hàng năm lũ lụt luôn đe dọa vùng hạ lưu sông Hương, thành phố Huế và nhất là vùng cửa sông Thuận An.

Lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia: với 2/3 lưu vực sông được đánh giá và cảnh báo chất lượng mặt đệm có tiềm năng, các thiên tai sạt trượt, lở đất, sạt lở bờ sông, lũ quét, lũ lụt ở mức từ yếu đến mạnh. Đặc biệt hiện tượng đổ vỡ, sập lở, sạt trượt lở đất đã xảy ra và có tiềm năng xảy ra có qui luật nằm phân bố ở chân núi, dọc hai bên bờ thung lũng sông chính như sông Tranh, sông Bung, sông A Vương, sông Tĩnh Yên. Đi kèm với các loại hình thiên tai này thường là lũ quét, lũ đá, lũ bùn đá như ở Tiên Phước, Quế Sơn, Duy Xuyên, phía tây Đại Lộc, Phước Sơn, phía tây Hòa Vang, Giằng... Tiềm năng và cảnh báo trượt lở, sạt lở bờ sông phổ biến phân bố dọc lòng sông chính từ Đại Lộc đến cửa Đại. Theo thống kê của Ban Chỉ huy Phòng chống lụt bão Tỉnh Quảng Nam trung bình đến năm 1997 có 6 xã bị sạt lở dài 8,34km, thực tế lớn hơn nhiều ở vùng cửa sông Thu Bồn. Cho đến nay nhiều vùng bờ sông sạt sâu vào bờ hàng trăm mét như ở Đại Cường, Đại Lộc, đoạn từ Triều Nam, Điện Bàn đầu cầu Câu Lâu. Đồng bằng, hạ lưu sông Thu Bồn - Vu Gia, chất lượng mặt đệm rất nhạy cảm với lũ lụt và trên bản đồ cho thấy đến 70 - 80% diện tích đồng bằng bị uy hiếp bởi lũ lụt.

Vấn đề lũ lụt dải duyên hải miền Trung là một thiên tai nguy hiểm. Nó không chỉ gây thiệt hại về người, tiền của, đất đai mà còn tác động mạnh đến môi trường sinh thái, đến sự phát triển bền vững dải duyên hải miền Trung nước ta. Để tiến hành phòng tránh có hiệu quả, cần tiến hành đồng bộ và toàn diện các giải pháp từ tầm vĩ mô đến vi mô, cả trực tiếp và giản tiếp, cả giải pháp công trình và phi công trình, phù hợp với từng điều kiện cụ thể các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung. Cần coi trọng giải pháp phi công trình, trong đó chú trọng tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức cho người dân về tai biến lũ lụt và các nguyên nhân cơ bản (điều kiện tự nhiên, tác động của con người) gây tai biến lũ lụt, để

người dân có ý thức được việc thực hiện: Luật bảo vệ môi trường, luật bảo vệ và phát triển rừng, luật tài nguyên nước...

Cần xây dựng cụ thể chiến lược phòng tránh lũ lụt dải duyên hải miền Trung trong tổ chức lãnh thổ và quy hoạch phát triển vùng, xác định các giải pháp, phương án ứng xử thích hợp. Nhà nước cần đầu tư nghiên cứu áp dụng các giải pháp phòng tránh lũ lụt hiện đại của thế giới, đồng thời xây dựng các giải pháp phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội ở nước ta và các địa phương thuộc dải duyên hải miền Trung

- Cần xây dựng hoàn thiện hệ thống quan trắc giám sát tai biến lũ lụt, thông qua hệ thông tin địa lý (GIS) để thông báo kịp thời đến người dân, của các cơ quan quản lý, cơ quan nghiên cứu và cộng đồng dân cư.

Tóm lại, để phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt trên các lưu vực sông dải duyên hải miền Trung không chỉ dựa trên một biện pháp cá biệt mà cần phải có giải pháp tổng thể có tính khả thi hợp lý về mặt kinh tế và kỹ thuật. Nói cách khác là cần phải có một quy hoạch quản lý tổng hợp lưu vực sông. Quy hoạch tổng hợp sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước cho từng lưu vực trên cơ sở chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của cả nước và từng địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] LẠI HUY ANH, UÔNG ĐÌNH KHANH, VÕ THỊNH và nnk, 1998: Nghiên cứu địa chất, địa mạo phục vụ nghiên cứu quá trình hoang mạc hoá 2 tỉnh Quảng Ngãi - Bình Định. Lưu trữ Phòng Địa Mạo, Viện Địa Lý.

[2] LÊ DUY BÁCH, NGÔ GIA THẮNG, NGUYỄN BÁ NHUẬN và nnk, 2000: Lũ lụt Bắc Trung Bộ, nguyên nhân và giải pháp giảm nhẹ thiên tai. Hội nghị KH, CN Và MT vùng Bắc Trung Bộ lần thứ V, Thanh Hóa.

[3] ĐẶNG VĂN BÀO, 1996: Đặc điểm địa mạo dải ven biển đồng bằng Huế-Quảng Ngãi. Luận án PTS khoa học Địa Lý - Địa Chất, Hà Nội.

[4] NGUYỄN NGỌC BÌNH, 1996: Đất rừng Việt Nam. NXB Nông nghiệp.

[5] LÊ XUÂN CẦU, 1999: Ứng dụng của mạng thần kinh nhân tạo (ANN) xử lý dữ liệu Khí tượng Thủy văn. Tạp chí KTTV, 4 (460).

[6] LÊ XUÂN CẦU, NGUYỄN VĂN CHƯƠNG, 2000: Dự báo lũ sông Cầu, Trà Khúc và sông Vệ bằng mạng thần kinh nhân tạo (ANN) . Tuyển tập báo cáo hội nghị " Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn" tập 2, Hà Nội.

[7] TÔN THẤT CHIỂU và nnk, 1996: Đất Việt Nam. NXB Nông nghiệp.

[8] CAO XUÂN CHÍNH, 1999: Phong Nha - Kẻ Bàng- khu bảo tồn thiên nhiên có giá trị đa dạng sinh học cao trên vùng núi đá vôi của tỉnh Quảng Bình.Tr. 98-102. Bảo vệ và phát triển bền vững rừng và đa dạng sinh học trên vùng núi đá vôi của Việt Nam. Viện Điều tra Quy hoạch rừng, Hà Nội.

[9] NGUYỄN VĂN CƯ & nnk, 1990: Báo cáo tổng kết đề tài 48B-02-01: Động lực vùng ven biển và cửa sông Việt Nam. Viện KHVN. Hà Nội

[10] NGUYỄN VĂN CƯ & nnk, 1995: Nghiên cứu đánh giá các nguồn tài nguyên thiên nhiên phục vụ qui hoạch phát triển kinh tế xã hội vùng Nam Trung Bộ đến năm 2010. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Chiến lược phát triển. Hà Nội

[11] NGUYỄN VĂN CƯ, 1995: Cấu trúc cán cân nước và sa bồi vùng cửa sông trong các cảnh quan sinh thái gió mùa Việt Nam. Tập san các khoa học về trái đất. Số 3. Hà Nội

[12] NGUYỄN VĂN CƯ, NGUYỄN ĐÌNH KỲ, NGUYỄN LẬP DÂN, 1998: Hoang mạc hóa - Vấn đề môi trường cấp bách vùng Nam Trung Bộ Việt Nam. Báo cáo Hội nghị môi trường toàn quốc, Hà Nội .

[13] NGUYỄN VĂN CƯ, NGUYỄN ĐÌNH KỲ, NGUYỄN LẬP DÂN, 1998: Quan điểm tổng hợp trong nghiên cứu hoang mạc hóa và lũ lụt Nam Trung Bộ Việt Nam. Báo cáo Hội nghị KHCN và MT vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Pleiku.

[14] NGUYỄN VĂN CƯ và nnk, 1999: Nghiên cứu hiện trạng, bước đầu xác định nguyên nhân lũ lụt các tỉnh Nam Trung Bộ (từ Đà Nẵng đến Bình Thuận) và đề xuất cơ sở khoa học cho các giải pháp khắc phục. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Trung tâm KHTN và CNQG, Hà Nội.

[15] NGUYỄN VĂN CƯ, 2000: Một số nhận định về trận lũ lụt từ ngày 1 - 6/11/1999 vùng Trung bộ và kiến nghị một số biện pháp cấp bách khắc phục sau lũ lụt. Tuyển tập báo cáo hội nghị " Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn" tập 2, Hà Nội.

[16] NGUYỄN HỮU CỬ, 1999: Tổng quan tình hình nghiên cứu tài nguyên và môi trường đầm phá ven bờ Miền Trung Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu tài nguyên và môi trường biển tập IV, trang 126-142, NXB KHKT, Hà Nội.

[17] NGUYỄN LẬP DÂN, 1997: Địa lý Thủy văn Việt Nam. Báo cáo lưu trữ Viện Địa Lý, Hà Nội.

[18] NGUYỄN LẬP DÂN, VŨ THU LAN, 1998: Nghiên cứu định lượng xói mòn bề mặt lưu vực bằng phương pháp thuỷ văn kết hợp với phương pháp tính xói mòn tiềm năng vùng duyên hải Nam Trung Bộ. Báo cáo đề tài nghiên cứu cơ bản.

[19] NGUYỄN LẬP DÂN, 2001. Chế độ thủy văn và các công trình thủy lợi gắn với sạt lở cửa sông bờ biển dải duyên hải Trung bộ (từ Thanh Hoá đến Bình Thuận). Báo cáo lưu trữ Viện Địa Lý, Hà Nội.

[20] PHẠM NGỌC DŨNG, 1986: Xói mòn và biện pháp chống xói mòn trên đất bazan Tây Nguyên. tr. 16-25. Nông nghiệp Tây Nguyên. Nxb. KHKT, Hà Nội.

[21] CAO ĐĂNG DƯ, 1995: Nghiên cứu nguyên nhân hình thành và các biện pháp phòng chống lũ quét. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước, Tổng cục KTTV, Hà Nội.

[22] CAO ĐĂNG DƯ, 2000. Thời gian dự kiến khi cảnh báo, dự báo lũ, lụt các sông miền Trung. Tuyển tập báo cáo hội nghị " Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn" tập 2, Hà Nội.

[23] CAO ĐĂNG DƯ, 2002: Điều tra, nghiên cứu và cảnh báo lũ lụt phòng tránh thiên tai ở các lưu vực sông miền Trung. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu độc lập cấp nhà nước.

[24] PHẠM QUANG HẠNH, 2000: Tài nguyên nước Việt Nam khủng hoảng thừa thiếu. Tạp chí kinh tế sinh thái số 11.

[25] VÕ ĐẠI HẢI, 1996. Nghiên cứu các dạng cấu trúc hợp lý cho rừng phòng hộ đầu nguồn ở Việt Nam. Tóm tắt luận án Phó tiến sỹ, Hà Nội.

[26] NGUYỄN TRỌNG HIỆU, TRẦN THANH XUÂN, NGUYỄN NGỌC THỤY & nnk, 1989: Số liệu khí tượng thủy văn. Chương trình tiến bộ KHKTNN, 42A, Hà Nội.

[27] CHU ĐÌNH HOÀNG, 1976: Vấn đề sử dụng và bảo vệ đất đai miền đồi núi nước ta. Tập san Lâm nghiệp. Số 3/1976, Hà Nội.

[28] PHAN NGUYÊN HỒNG, MAI SỸ TUẤN, 1991: Đặc điểm sinh thái vùng rừng ngập mặn ven biển Việt Nam. Hiện trạng và phương pháp quản lý. TTBCKH Hội nghị khoa học toàn quốc về biển lần thứ III. Tập I. Hà Nội. Tr. 119-126.

[29] PHẠM HOÀNG HỘ, 1985: Thực vật đảo Phú Quốc. Nxb.TP.HCM.

[30] PHẠM HOÀNG HỘ, 1991-1993: Cây cỏ Việt Nam. 3 tập, 6 quyển. Montréal.

[31] PHẠM HOÀNG HỘ, 1999-2001. Cây cỏ Việt Nam. Quyển I, II, III. Nxb. Trẻ TP. HCM.

[32] PHẠM HÙNG, 2001: Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật mô hình toán trong tính toán xói mòn lưu vực ở Việt Nam. Luận án tiến sĩ kỹ thuật

[33] ĐÀO TRỌNG HƯNG, 1993: Nghiên cứu cây Tràm (Melaleuca leucadendron L.) trong các hệ sinh thái vùng gò đồi Quảng Bình. TTCCTNCST&TNSV (1990-1992). NXBKH&KT. Hà Nội.Tr. 143-149.

[34] LÊ BẮC HUỲNH, 1996: Xây dựng công cụ cảnh báo, dự báo lũ lớn và đặc biệt lớn trên các sông chính miền Trung khi ứng dụng mô hình (sông Cả, sông Thu Bồn, sông Ba). Tổng cục Khí tượng thủy văn, Hà Nội .

[35] LÊ BẮC HUỲNH & nnk, 1997: Đặc điểm thiên tai , mưa, bão, lũ miền Trung và công tác khí tượng thủy văn phục vụ phòng tránh, giảm thiệt hại. Tập san Khí tượng - Thủy văn số 8(440).

[36] LÊ BẮC HUỲNH, 2000: Lũ lụt lịch sử đầu tháng 11 và đầu tháng 12 1999 ở miền Trung, Báo cáo về thiên tai lũ - Dự án UNDP VIE/97/002.

[37] LÊ BẮC HUỲNH, 2000: Nghiên cứu thiên tai lũ Báo cáo về thiên tai lũ - Dự án UNDP VIE/97/002 .

[38] IUCN-UNEP, 1993: Cứu lấy trái đất chiến lược cho cuộc sống bền vững. Gland 1991. NXB KHKT Hà Nội .

[39] JOSEF SCHMITHUSEN, 1976: Địa lý đại cương thảm thực vật (sách dịch) Nxb KHKT, Hà Nội.

[40] NGUYỄN HỮU KHẢI, 2000: Một số nghiên cứu về dự báo lũ quét sông Dinh. Tuyển tập báo cáo hội nghị " Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn" tập 2, Hà Nội.

[41] NGUYỄN VĂN KHANH & nnk, 1998: Tổng luận: môi trường châu á - Thái Bình Dương. Bộ KHCNMT số 1(119).

[42] DƯƠNG VĂN KHÁNH, 2001: Quản lý lưu vực bằng hệ thống mô hình. Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 2/2001.

[43] PHẠM NGỌC KHUÊ, 1995: Sự suy giảm của rừng và ảnh hưởng của nó đến dòng chảy lũ trên những lưu vực vừa và nhỏ. Tập san Khoa học kỹ thuật tháng 11/1995.

[44] HỒ KIỆT, 2000: Đánh giá xói mòn và bồi lắng đất trên một số hệ thống canh tác phổ biến vùng đất dốc lưu vực sông Hương, Thừa Thiên Huế - Luận án tiến sĩ nông nghiệp.

[45] NGUYỄN ĐÌNH KỲ & nnk, 1997: Nghiên cứu tài nguyên môi trường đất vùng hoang mạc hoá Quảng Ngãi - Bình Định. Tài liệu lưu trữ đề tài KHCN 07-02 Viện Địa lý.

[46] NGUYỄN ĐÌNH KỲ, 1998: Quan hệ địa lý phát sinh và thoái hóa đất Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý - NXB KHKT, Hà Nội.

[47] NGUYỄN ĐÌNH KỲ, VŨ NGỌC QUANG, 1998: Một số đặc điểm thoái hóa đất Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý - NXB KHKT - Hà Nội

[48] NGUYỄN ĐÌNH KỲ, 1999. Đặc trưng phát sinh và thoái hoá đất vùng duyên hải Nam Trung Bộ Việt Nam. Tài liệu lưu trữ Viện Địa lý, Hà Nội.

[49] NGUYỄN ĐÌNH KỲ, 1999: Ảnh hưởng qua lại của lớp phủ thổ nhưỡng và thiên tai lũ lụt ở duyên hải Nam Trung Bộ. Báo cáo hội thảo lũ lụt miền Trung.

[50] VŨ TỰ LẬP, 1978: Địa lý tự nhiên Việt Nam. Tập I, II. NXBGD, Hà Nội.

[51] PHAN KẾ LỘC, 1985: Thử vận dụng bảng phân loại của UNESCO để xây dựng khung phân loại thảm thực vật Việt Nam. Tc. SH,7(4),tr.1-5, 12-1985.

[52] TRẦN GIA LỊCH, LÊ VĂN THÀNH, NGUYỄN VĂN THƯ & nnk, 2002: Lựa chọn mô hình dự báo thích hợp trên cơ sở các số liệu đã có thực hiện tính toán đưa ra các kết quả dự báo xu thế nước lớn, nhỏ cho các sông từ Thanh Hóa đến Bình Thuận. Báo cáo chuyên đề, Viện Toán học - TTKHTN&CNQG, Hà Nội.

[53] NGUYỄN NGỌC LUNG, 1992: Phân loại thảm thực vật theo chức năng phòng hộ. Tạp san Lâm nghiệp, số 2/1992, tr. 9-10, Hà Nội.

[54] TRẦN ĐỨC LƯƠNG, NGUYỄN XUÂN BAO, 1998: Bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1/500.000, Hà Nội.

[55] TRẦN ĐÌNH LÝ, ĐỖ HỮU THƯ, 1983: Nghiên cứu cải tạo, phục hồi và sử dụng hợp lý hệ sinh thái vùng gò đồi Quảng Bình. TTCCTNCST&TNSV(1990-1992). Nxb. KHKT. Hà Nội. Tr. 44-48.

[56] TRẦN ĐÌNH LÝ & nnk, 1993: 1900 loài cây có ích ở Việt Nam. Nxb. Thế giới. Hà Nội.

[57] L.X.ZAJIGAEV, 1986: Các phương pháp qui hoạch và xử lý kết quả thực nghiệm vật lý.(Bản dịch từ tiếng Nga sang tiếng Việt của Nguyễn Quang Hậu và nnk). NXBKH&KT, Hà Nội.

[58] MAURAND P., 1943: Bản đồ hiện trạng rừng Việt Nam 1943, tỉ lệ 1/2.000.000. In lại tại Trung tâm tư vấn thông tin Lâm nghiệp (CFIC) tháng 11 - 1995).

[59] NGUYỄN QUANG MỸ, 1995: Bảo vệ tài nguyên môi trường đất trung du miền núi Bắc Bộ. Tuyển tập báo cáo Hội nghị bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, Chương trình khoa học Công nghệ cấp nhà nước về bảo vệ môi trường, Hà Nội 9/1995.

[60] TRẦN VĂN NÂU, 2001: Cân bằng nước vùng Bắc Trung Bộ. Báo cáo lưu trữ Viện Quy hoạch Thủy Lợi. Bộ NN&PTNT. Hà Nội.

[61] Nguyễn Thanh Ngà & nnk, 1995: Báo cáo tổng hợp: Hiện trạng và nguyên nhân bồi xói dải bờ biển Việt Nam, đề xuất các biện pháp khoa học kỹ thuật bảo vệ và khai thác vùng đất ven biển. Chương trình KT 03 – 14. Hà Nội.

[62] BÙI HỮU NGHĨA, 1996: Ảnh hưởng của trầm tích Kainozoi đến việc hình thành các dạng địa hình và khoáng sản ở đồng bằng các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế. Luận án PTS khoa học Địa lý- Địa Chất, Hà Nội.

[63] TÔ TRUNG NGHĨA, 2001: Định hướng quy hoạch lũ Trung Bộ. Báo cáo lưu trữ Viện Quy hoạch thủy lợi. Bộ NN&PTNT, Hà Nội

[64] NGUYỄN HỮU NHÂN. Khảo sát lũ năm 2000 tại đồng bằng sông Cửu Long trên phần mềm về thủy lực HYDROGIS.

[65] NGUYỄN TY NIÊN, 2000: Thiên tai ở miền Trung và những vấn đề đặt ra. Tạp chí kinh tế sinh thái 11-2000.

[66] PHẠM VĂN NINH & nnk, 1991: Chế độ nước dâng do bão ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị khoa học toàn quốc về biển lần thứ III. Tập II, tr. 81-87.

[67] NGUYỄN VĂN NHƯNG, 1997: Bản đồ xói mòn tiềm năng Việt Nam tỉ lệ 1/1.000.000. Báo cáo lưu trữ Viện Địa lý.

[68] VŨ VĂN PHÁI, 1996. Địa mạo khu bờ biển hiện đại Trung Bộ Việt Nam. Luận án PTS khoa học Địa Lý- Địa chất, Hà Nội.

[69] TRẦN AN PHONG, 1994. Quy hoạch tổng thể kinh tế xã hội vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung bộ. Báo cáo khoa học, Hà Nội.

[70] NGUYỄN VIẾT PHỔ, 2003: Tài nguyên nước Việt Nam. NXBNN.

[71] TRẦN NGŨ PHƯƠNG, 1970: Bước đầu nghiên cứu rừng miền Bắc Việt Nam. Nxb. KHKT, Hà Nội.

[72] NGUYỄN BÁ QUỲ, 1994: Một số vấn đề diễn biến vùng cửa sông dưới ảnh hưởng của triều và lũ. Luận án TS. Hà Nội.

[73] NGUYỄN BÁ QUỲ, 1998: Nghiên cứu diễn biến vùng cửa sông và ven biển Việt Nam phục vụ khai thác kinh tế tổng hợp. Báo cáo đề tài nhánh. Hà Nội.

[74] SÊNHICÔV(A.P.), 1964: Nhập môn Địa thực vật (Sách dịch). NXBĐHTH Leningrat.

[75] LÊ BÁ THẢO, 1990: Thiên nhiên Việt Nam. NXB KHKT Hà Nội

[76] NGUYỄN THẾ THÔN, 1994: Các thể hình thái địa hình chủ yếu của đới biển nông Việt Nam. TTCCTNCĐL. NXBKHKT. Hà Nội. Tr. 39-48.

[77] MAI TRỌNG THÔNG & nnk, 1994: Điều kiện sinh khí hậu dải ven biển Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý (TTCCTNCĐL). NXBKHKT. Hà Nội. Tr. 109-123.

[78] MAI TRỌNG THÔNG & nnk, 1997: Thành lập bản đồ phân loại khí hậu Việt Nam tỷ lệ 1/1000.000. Đề mục thuộc đề tài cấp Trung tâm. Lưu Viện Địa lý.

[79] NGUYỄN VIẾT THI, 2000: Dự báo thủy văn các sông Miền Trung: hiện trạng và hướng phát triển. Tuyển tập báo cáo khoa học đề tài điều tra, nghiên cứu và cảnh báo lũ lụt phục vụ phòng tránh thiên tai ở các lưu vực sông Miền Trung, Hà Nội.

[80] TRẦN THỤC, 1999: Nghiên cứu dự báo và cảnh báo diện ngập lụt lưu vực các sông Thu Bồn-Vu Gia-Tam Kỳ tỉnh Quảng Nam. Báo cáo tại Hội thảo " Tăng cường năng lực ứng phó và xử lý hậu quả môi trường do lũ lụt gây ra tại các tỉnh miền Trung.

[81] TRẦN THỤC, LÊ ĐÌNH THÀNH, ĐẶNG THU HIỀN, 2000: Ứng dụng mô hình mạng thần kinh nhân tạo để tính toán và dự báo dòng chảy cho một số lưu vực điển hình ở Việt nam. Tuyển tập báo cáo hội nghị " Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn" tập 2, Hà Nội.

[82] TRẦN THỤC & nnk, 2001: Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam, Báo cáo tổng kết đề tài - Sở Khoa học Công nghệ Môi trường Quảng Nam.

[83] PHẠM NGỌC TOÀN, PHAN TẤT ĐẮC, 1993: Khí hậu Việt Nam. NXBKH&KT

[84] TRẦN VĂN TRỊ, NGUYỄN ĐÌNH UY & nnk, 1985. Kiến tạo Tây Nguyên và các vùng lân cận. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT địa chất Việt Nam lần thứ 2, tập 2 trang 170-184, Hà Nội

[85] THÁI VĂN TRÙNG, 1978: Thảm thực vật rừng Việt Nam. Nxb KHKT, Hà Nội.

[86] PHẠM XUÂN TRƯỜNG, 2000: Đặc điểm địa lý dân cư và ảnh hưởng của nó đến thiệt hại do lũ lụt gây ra ở các tỉnh từ Thanh Hoá đến Bình Thuận (gọi tắt là Miền Trung), Hội thảo "Đánh giá tổng hợp lũ lụt Miền Trung và các biện pháp hạn chế thiệt hại", Hà Nội.

[87] NGÔ ĐÌNH TUẤN & nnk, 1994: Nghiên cứu cân bằng nước phát triển dân sinh kinh tế vùng ven biển miền Trung. Báo cáo tổng kết đề tài. Hà Nội.

[88] NGÔ ĐÌNH TUẤN, 1998: Tổng quan về tài nguyên nước và vấn đề quản lý khai thác sử dụng hợp lý. Báo cáo đề tài nhánh. Hà Nội.

[89] NGÔ ĐÌNH TUẤN, 1999: Quản lý tổng hợp tài nguyên nước. Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội, Hà Nội.

[90] NGUYỄN HỮU TỨ, 1993: Contributed knowledge on vegetation of sandy coastal regions in Quang Binh province. Region seminar workshop on tropical forest ecosystem research, conservation and repatriation. Hanoi, Vietnam. Instute of Ecology and Biological resources. pp. 109-111.

[91] NGUYỄN HỮU TỨ, 1998: Thảm thực vật huyện Sơn Tịnh. TTCCTNCĐL. Nxb. KHKT. Hà Nội. Tr. 260-267.

[92] NGUYỄN HỮU TỨ, VŨ THU LAN, ĐÀO KIM PHƯỢNG, 2000: Thảm thực vật ở Bình Trị Thiên, sơ lược mối quan hệ của nó và dòng chảy. Đề mục thuộc đề tài độc lập cấp Nhà nước " Nghiên cứu dự báo phòng chống sạt lở bờ biển miền Trung ". Lưu Viện Địa lý.

[93] NGUYỄN VIỆT, PHAN THANH HÙNG, 2001: Ảnh hưởng của thiên tai ở Thừa Thiên – Huế và cách ứng phó. Tạp chí KTTV số 1/2001.

[94] TRẦN THANH XUÂN, 2000: Lũ lụt & cách phòng chống. NXBKH&KT. Hà Nội.

[95] TRẦN THANH XUÂN, TRẦN THỤC & HOÀNG MINH TUYỂN, 2000: Về hai trận lũ cuối năm 1999 ở miền Trung.

[96] ĐẶNG NGỌC VINH, 2000: Cân bằng nước vùng duyên hải Trung Trung Bộ và Tây Nguyên. Báo cáo lưu trữ Viện Quy hoạch Thủy lợi. Bộ NN&PTNT, Hà Nội.

[97] VORONORE A.G,1976: Địa lý sinh vật [sách dịch từ tiếng Nga]. Nxb. KHKT, Hà Nội.

[98] Zakharop.P.X, 1981: Xói mòn đất và các biện pháp chống. Bản dịch tiếng Nga. NXBNN.

*****

[99] ĐÀI KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN KHU VỰC TRUNG BỘ, 3-2001: Đặc điểm lũ lụt ở Miền Trung và kiến nghị một số giải pháp nhằm tăng cường năng lực ứng phó với lũ lụt. Báo cáo tại tại Hội thảo " Tăng cường năng lực ứng phó và xử lý hậu quả môi trường do lũ lụt gây ra tại các tỉnh miền Trung năm 1999, Hội An.

[100] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB, 1997: Bản đồ địa hình thị xã Tam Kỳ (có đánh dấu vết lũ năm 1996-1997), tỷ lệ 1/5.000.

[101] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB, 1997: Bản đồ ngập lụt khu vực nội thị Thị xã Tam Kỳ X/1997, tỷ lệ 1/5.000.

[102] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB: Lượng mưa năm 1997, 1998, 1999 của các trạm sau: Hiên, Bà Nà, Khâm Đức, Thành Mỹ, Hội Khách, Ái Nghĩa, Cẩm Lệ, Tiên Sa, Đà Nẵng, Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức, Sơn Tân, Nông Sơn, Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An, Tam Kỳ.

[103] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB: Mực nước 4ob/ngày các năm: 1997, 1998, 1999 của các trạm: Thành Mỹ, Hội Khách, Ái Nghĩa, Cẩm Lệ, Tiên Sa, Hiệp Đức, Sơn Tân, Nông Sơn, Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An.

[104] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB, 1998: Sơ đồ vết lũ năm 1998 thị xã Hội An, tỷ lệ 1/10.000.

[105] ĐÀI KTTV KHU VỰC TTB, V/2000: Viện Quy hoạch Thủy lợi, Kết quả tính toán dòng chảy - điểm đo Giao Thủy - Sông Thu Bồn.

[106] BỘ TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG, WB, CƠ QUAN PHÁT TRIỂN QUỐC TẾ ĐAN MẠCH (DANIDA): Báo cáo Diễn biến môi trường Việt Nam 2003 - 2003.

[107] Báo cáo phát triển Việt Nam 2004 - Hội nghị Tư vấn các nhà tài trợ Việt Nam - Hà Nội 12/2003.

[108] BCHPCLB QUẢNG NAM, 1998: Bản đồ đánh dấu vết lũ năm 1998 - huyện Quế Sơn, tỷ lệ 1/50.000.

[109] BCHPCLB QUẢNG NAM, 1998: Vị trí đánh dấu vết lũ năm 1998, tỷ lệ 1/100.000.

[110] BCHPCLB QUẢNG NAM, 1999: Bản đồ phạm vi ngập lụt lớn nhất hạ lưu sông Thu Bồn - Tam Kỳ, năm 1999, tỷ lệ 1/100.000 .

[111] BAN CHỈ ĐẠO KIỂM KÊ RỪNG TỰ NHIÊN TRUNG ƯƠNG, 1993: Kết quả kiểm kê rừng tự nhiên, Hà Nội.

[112] BAN CHỈ HUY PHÒNG CHỐNG LỤT BÃO TỈNH QUẢNG NAM, VIII/1998: Báo cáo Tổng kết công tác phòng chống lụt bão năm 1997 - Phương hướng, nhiệm vụ công tác phòng chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai năm 1998 - Tỉnh Quảng Nam.

[113] BAN CHỈ HUY PHÒNG CHỐNG LỤT BÃO, 1999: Vết lũ năm 1999 Địa bàn Thị xã Hội An.

[114] BỘ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ & MÔI TRƯỜNG, 2000: Báo cáo hiện trạng môi trường Việt Nam 2000, Hà Nội.

[115] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1983: Báo cáo tài nguyên rừng các tỉnh Thanh Hoá, Bình Trị Thiên, Quảng Nam - Đà Nẵng, Nghĩa Bình, Phú Khánh, Thuận Hải (bản đồ hiện trạng rừng tỉ lệ 1/500.000).

[116] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1982: Bản đồ hiện trạng rừng Việt Nam, tỉ lệ 1/1.000.000 (phần Nghĩa Bình sử dụng ảnh máy bay 1978).

[117] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1983: Số liệu điều tra và thống kê tài nguyên rừng năm 1983.

[118] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1996: Bản đồ hiện trạng tài nguyên rừng Việt Nam, tỉ lệ 1/1.000.000.

[119] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1997: Báo cáo tổng hợp diện tích kiểm kê theo đơn vị hành chính.

[120] BỘ LÂM NGHIỆP, VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 2000 : Bản đồ hiên trạng rừng tỷ lệ 1/500.000 các tỉnh Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên-Huế, Quảng Nam-Đà Nẵng,Thành phố Đà Nẵng, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Phú Khánh, Ninh Thuận, Bình Thuận.

[121] BỘ NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN, 2000: Bản đồ mốc cảnh báo lũ sông Thu Bồn, tỷ lệ 1/50.000.

[122] BỘ NN & PTNT, II/2000: Thuyết minh tổng hợp - Điều tra lũ lịch sử hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia, Tỉnh Quảng Nam (tài liệu điều tra lũ 1998-1999).

[123] CHƯƠNG TRÌNH BIRDLIVE QUỐC TẾ & VIỆN ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 2001: Thông tin các khu bảo vệ hiện có và đề xuất ở Việt Nam. Tập I, II, Hà Nội.

[124] CHUYÊN KHẢO BIỂN VIỆT NAM TẬP IV, 1994: Nguồn lợi sinh vật và các hệ sinh thái biển. TTKHTN và CNQG, tr. 421-475, Hà Nội.

[125] CỤC ĐIỀU TRA QUY HOẠCH RỪNG, 1971 - 1986: Cây gỗ rừng Việt Nam, 7 tập.

[126] CỤC ĐỊA CHẤT & KHOÁNG SẢN VIỆT NAM, 1994: Công trình hiệu đính bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1/200.000(bao gồm loạt các tờ bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000 Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và thuyết minh kèm theo).

[127] HỘI KHOA HỌC ĐẤT VIỆT NAM, 1996: Đất Việt Nam. Nxb. NN, Hà Nội.

[128] HỘI KHOA HỌC ĐẤT VIỆT NAM, 2000: Đất Việt Nam. Nxb. NN, Hà Nội.

[129] Kinh tế Việt Nam đổi mới - Nxb Thống kê 2002.

[130] MARD, WWP, FIPI, 1997: Đánh giá sinh học và khả năng thiết lập khu bảo tồn thiên nhiên tại vùng rừng phía Tây Quảng Nam. (Báo cáo đánh máy).

[131] NHÀ XUẤT BẢN BẢN ĐỒ, 2000: Bản đồ địa hình lưu vực sông Thu Bồn, Vu Gia, Tam Kỳ dưới dạng số hoá trong máy tính, tỷ lệ 1/25.000.

[132] Niên giám Thống kê 2002. Nxb Thống kê Hà Nội - 2003.

[133] Niên giám thống kê các tỉnh từ Thanh Hóa đến Bình Thuận năm 2002.

[134] PHÒNG QUẢN LÝ KHAI THÁC, CÔNG TY KHAI THÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI QUẢNG NAM, IV/2000: Tính toán phục hồi lũ đến Hồ chứa Phú Ninh (từ 1981-1999).

[135] PHÒNG QUẢN LÝ KHAI THÁC, CÔNG TY KHAI THÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI QUẢNG NAM, IX/1999: Sổ trực máy Kenwood mùa mưa, lũ bão năm 1999.

[136] Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội các tỉnh từ Thanh Hoá đến Bình Thuận.

[137] Sổ theo dõi mực nước Hồ Phú Ninh từ năm I/1995-VI/1999, 1999.

[138] Tài liệu đất, hiện trạng sử dụng đất 14 tỉnh Miền Trung 2000

[139] TỔ CHỨC HỢP TÁC QUỐC TẾ NHẬT BẢN – JICA, 2003: Nghiên cứu về phát triển và quản lý tài nguyên nước toàn quốc tại Nước CHXHCN Việt Nam. Báo cáo lưu trữ Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn, Hà Nội.

[140] TỔNG CỤC ĐỊA CHẤT, VIỆN ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN, 1977: Địa chất Việt Nam, phần miền Bắc. NXB KHKT, Hà Nội.

[141] TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, 1985: Đặc trưng hình thái mạng lưới sông suối lãnh thổ Việt Nam.. Nxb. KH&KT, Hà Nội.

[142] TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, 2000: Sổ tay tra cứu các đặc trưng khí tượng thuỷ văn vùng thềm lục địa Việt Nam. Nxb. NN, Hà Nội.

[143] TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN, 2000: Báo cáo về lũ lịch sử đầu tháng 11 và đầu tháng 12/1999 ở miền Trung và công tác KTTV phục vụ phòng tránh.

[144] TỔNG CỤC THỐNG KÊ, 2001: Niên giám thống kê 2000. Nxb. Thống kê, Hà Nội.

[145] TRẠM THỦY VĂN ÁI NGHĨA, 2000: Hồ sơ vết lũ năm 1999 Khu vực Ái Nghĩa.

[146] TRUNG TÂM KTTVQG, Số liệu lưu lượng tại các trạm: Nông Sơn và Thành Mỹ.

[147] TRUNG TÂM KTTVQG, Số liệu mưa tại các trạm: Trao, Bà Nà, Nông Sơn, Đức Phú, Giao Thuỷ, Quế Sơn, Sơn Phước, Tiên Phước, Câu Lâu, Thành Mỹ, Hội Khách, Sơn Tân, Khâm Đức, Cẩm Lệ, Ái Nghĩa, Hội An, Thăng Bình, Vĩnh Điện, Tam Kỳ.

[148] TRUNG TÂM KTTVQG, Số liệu mực nước tại các trạm: Nông Sơn, Giao Thuỷ, Câu Lâu, Thành Mỹ, Hội Khách, Sơn Tân, Cẩm Lệ, Ái Nghĩa, Hội An.

[149] TTKHTN & CNQG, 1994: Chuyên khảo Biển Việt Nam. Tập IV. Nguồn lợi sinh vật và các hệ sinh thái biển., tr. 421- 475, Hà Nội.

[150] TTKHTN & CNQG, 1996: Tạp chí Sinh học,T.16, số 4, 12/1995;T.17, số 4, 12/1996: Chuyên đề về hệ thực vật Việt Nam. Hà Nội.

[151] ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH QUẢNG NAM, V/2000: Báo cáo Tổng kết công tác phòng chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai năm 1999, Phương hướng nhiệm vụ năm 2000 - Tỉnh Quảng Nam.

[152] ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH QUẢNG NAM, VIII/1999: Báo cáo Tổng kết năm 1998 Phương hướng nhiệm vụ công tác phòng chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai tỉnh Quảng Nam năm 1999.

*****

[153] BARRY (J.P.) ET PHÙNG TRUNG NGÂn, 1960: Introduction à l'étude de la végétation des sables littoraux du Centre Vietnam. Ann. Fac. Sc. Saigon pp 261-273 et 275 - 278.

[154] BARRY (J.P.), LE CONG KIET ET PHAM HOANG HO, 1961: Introduction à l'étude de la végétation des sables littoraux du Sud Vietnam. NOTE N^{0}III- Les association végétales de la presqu' Ile de CamRanh (Région de NhaTrang). Ann. Fac. Sci. Saigon, pp. 101-128.

[155] BATES P.D, DE ROO A.P.J., 2000: A simple raster-based model for flood inudation simulation. Journal of Hydrology 236.

[156] BIRDLIVE INTERNATIONAL VIETNAM PROGRAMME IN COLLABORATION WITH THE FOREST INVENTORY AND PLANNING INSTITUTE, 1999: An Investement Plan for Ngoclinh Nature Reserve, Kontum province, Vietnam. A contribution to the Management Plan, Hanoi.

[157] FRONTIER-VIETNAM FOREST RESEARCH PROGRAMME, 2000: Pu Hoat proposed nature reserve.

[158] HANS.A.PAMOFSKY, 1967: Phương pháp thống kê tính toán trong khí tượng. (Bản tiếng Nga), Nhà xuất bản KTTV Leningrat.

[159] HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, HEC-1, Flood Hydrograph Package.

[160] IHP, 1999: Proceeding of International Symposium on Floods and Droughts, China.

[161] Lecture Note from "Training Course on Urban Hydrology", Hanoi, 1999.

[162] NAM, LE HUNG, 1998: Simulation and forecasting of monthly streamflow using a back-propagation model a case study Da river basin in Vietnam, Master Thesis - AIT.

[163] NASH, J.E., AND SUTCLIFFE, J.V, 1970: River flow Forecasting through conceptual Model, Journal of Hydrology, Vol. 10, pp.282-290.

[164] PETER NEIL HYND SMITH, DAVID R. MAIDMENT, 1995: Hydrologic Data Development System. Center for Research in Water Resources, August 1995. http//civil.ce.utexas.edu/centers/crwr/reports/online.htm

[165] ROY D. DODSON, P.E., DONSON AND ASSOCIATES. Hydrology: Standard Practices and Technological Advances. www.cenews.com

[166] SCHMID M. , 1974: La Végétation du Việt Nam. ORSTOM, Paris.

[167] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 2000: Geospatial Hydrologic Modeling Extension, HEC-GeoHMS, User's Manual, Version 1.0.

[168] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, March 2000: Hydrologic Modeling System HMS, Technical Reference Manual.

[169] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, January 2001: HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, Version 3.0.

[170] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, January 2001: HEC-RAS, River Analysis System, Application Guide, Version 3.0.

[171] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, January 2001: Hydrologic Modeling System HMS, User's Manual, Version 2.1.

[172] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, October 2002: HEC-GeoRAS , an Extension for support of HEC-RAS using ArcView, User's Manual, Version 3.1.

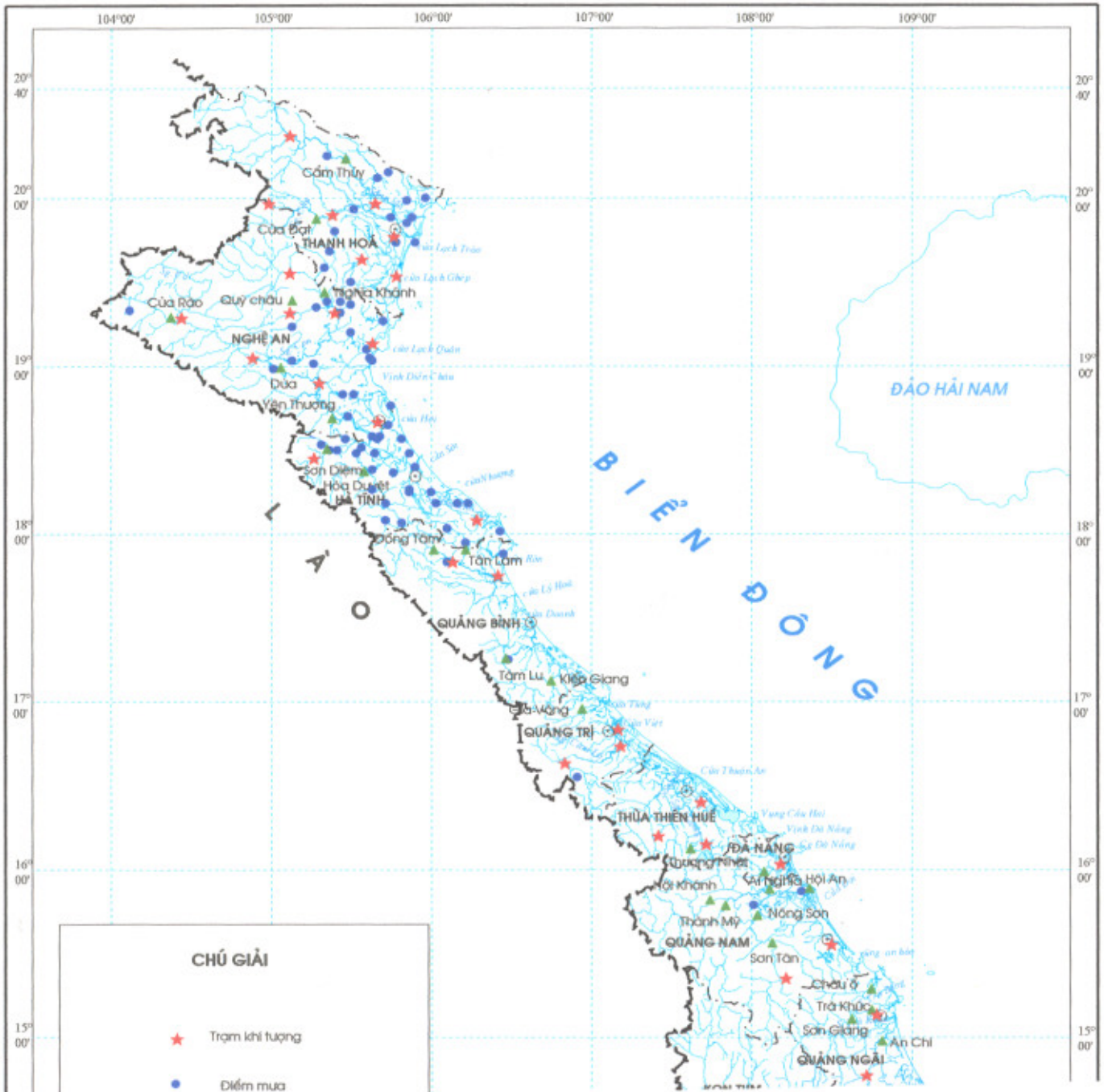
[173] US ARMY CORPS OF ENGINEERS, HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, October 2002: Hydrologic Modeling System HMS, User's Manual, Version 2.2.

[174] VEN TE CHOW, DAVID R. MAIDMENT, LARRY W. MAYS, 1988: Applied Hydrology. McGraw-Hillbooks.

[175] WARREN VIESSMAN, GARY L. LEWIS, 1996: Introduction to Hydrology. HarperCollins College Publishers.

[176] ZAKHARÔP P.X, 1981: Xói mòn đất và các biện pháp chống. Bản dịch tiếng Nga, Nxb. Nông nghiệp.

HÌNH1.1 : BẢN ĐỒ LƯỚI TRẠM KHÍ TƯỢNG - THỦY VĂN DẢI DUYÊN MIỀN TRUNG





- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

HÌNH 2.1: BẢN ĐỒ ĐẲNG TRỊ MODUYN DÒNG CHẢY ĐỈNH LŨ $M_{max1\%}^{100}$ DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

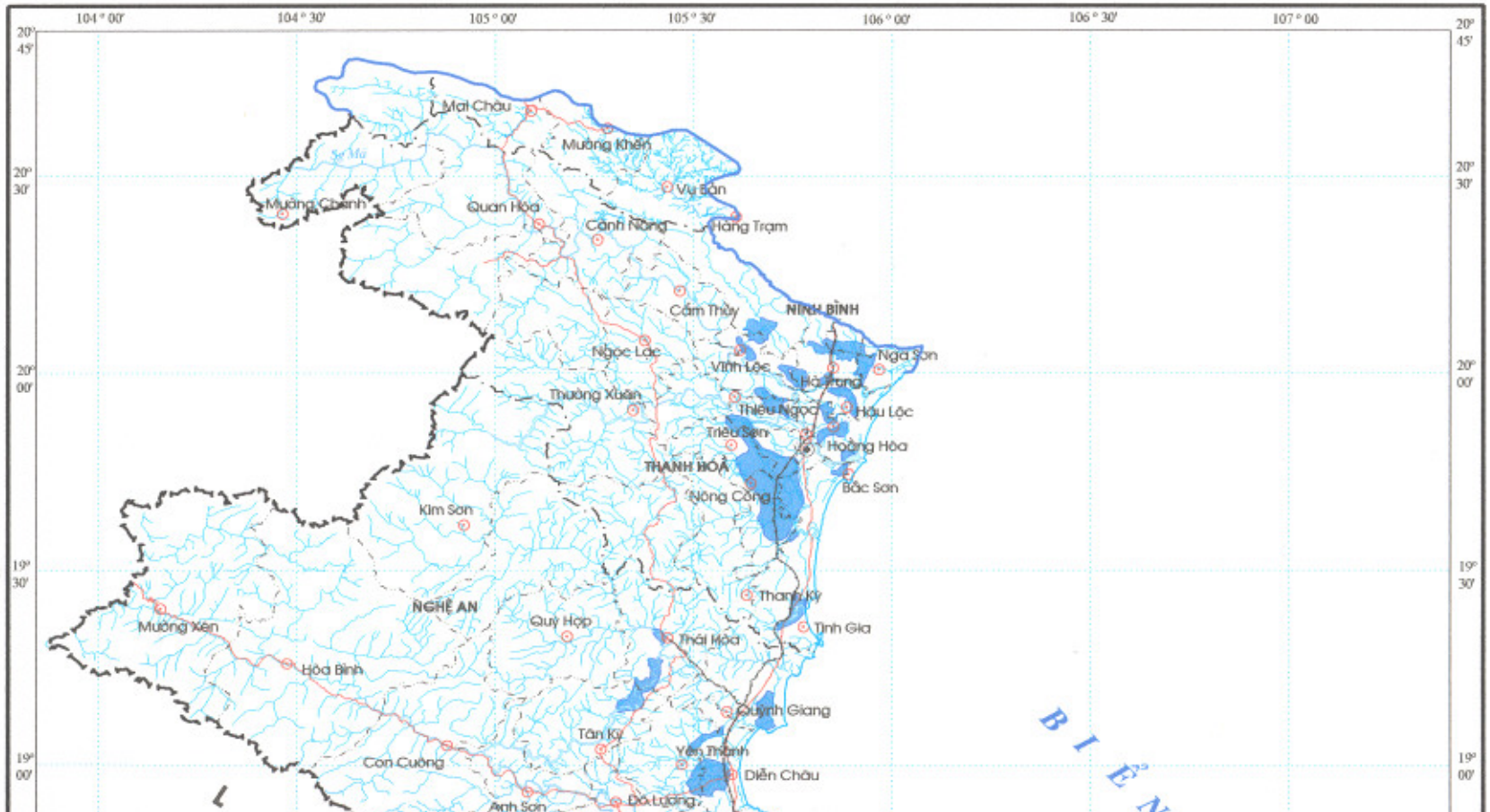


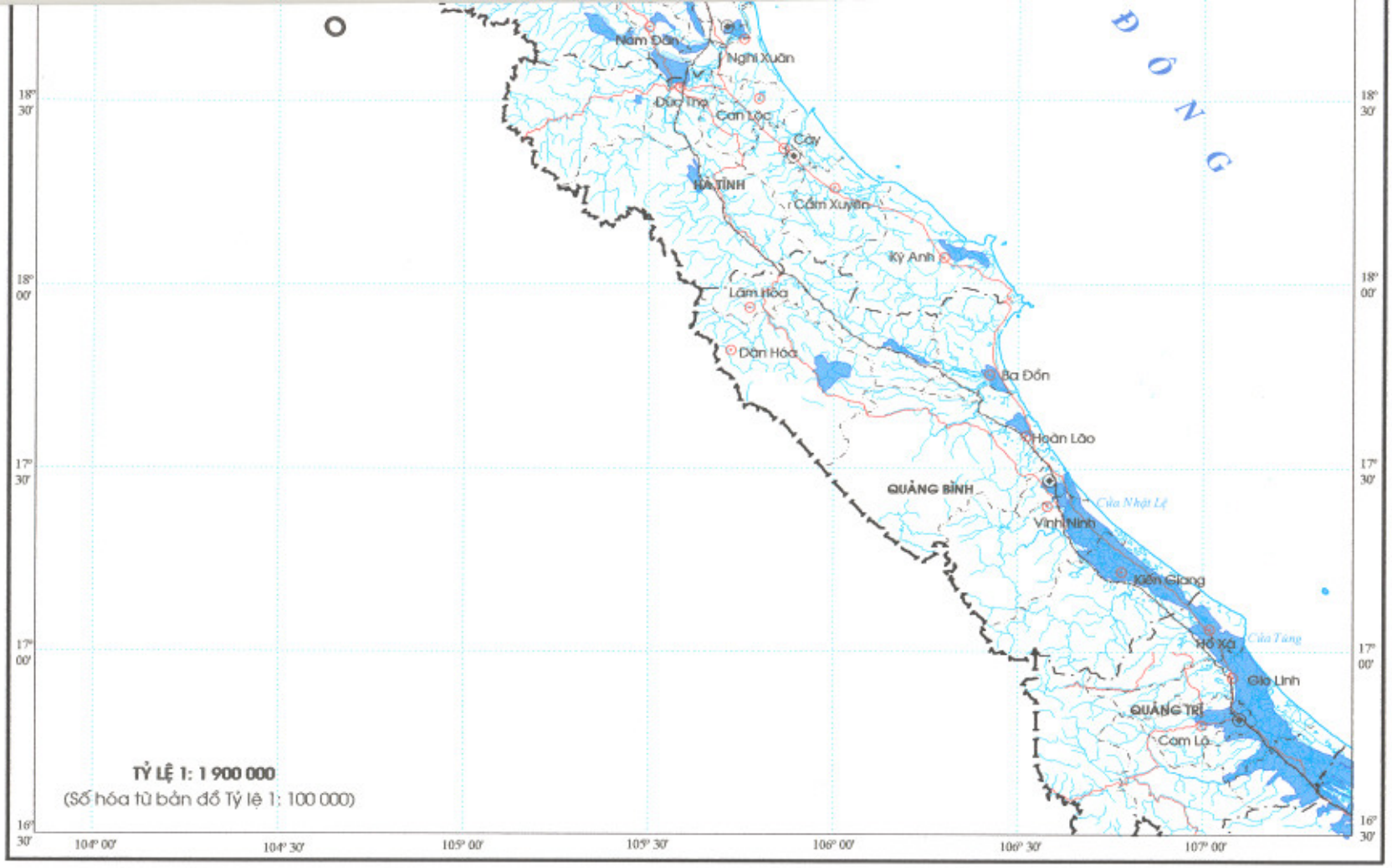


- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

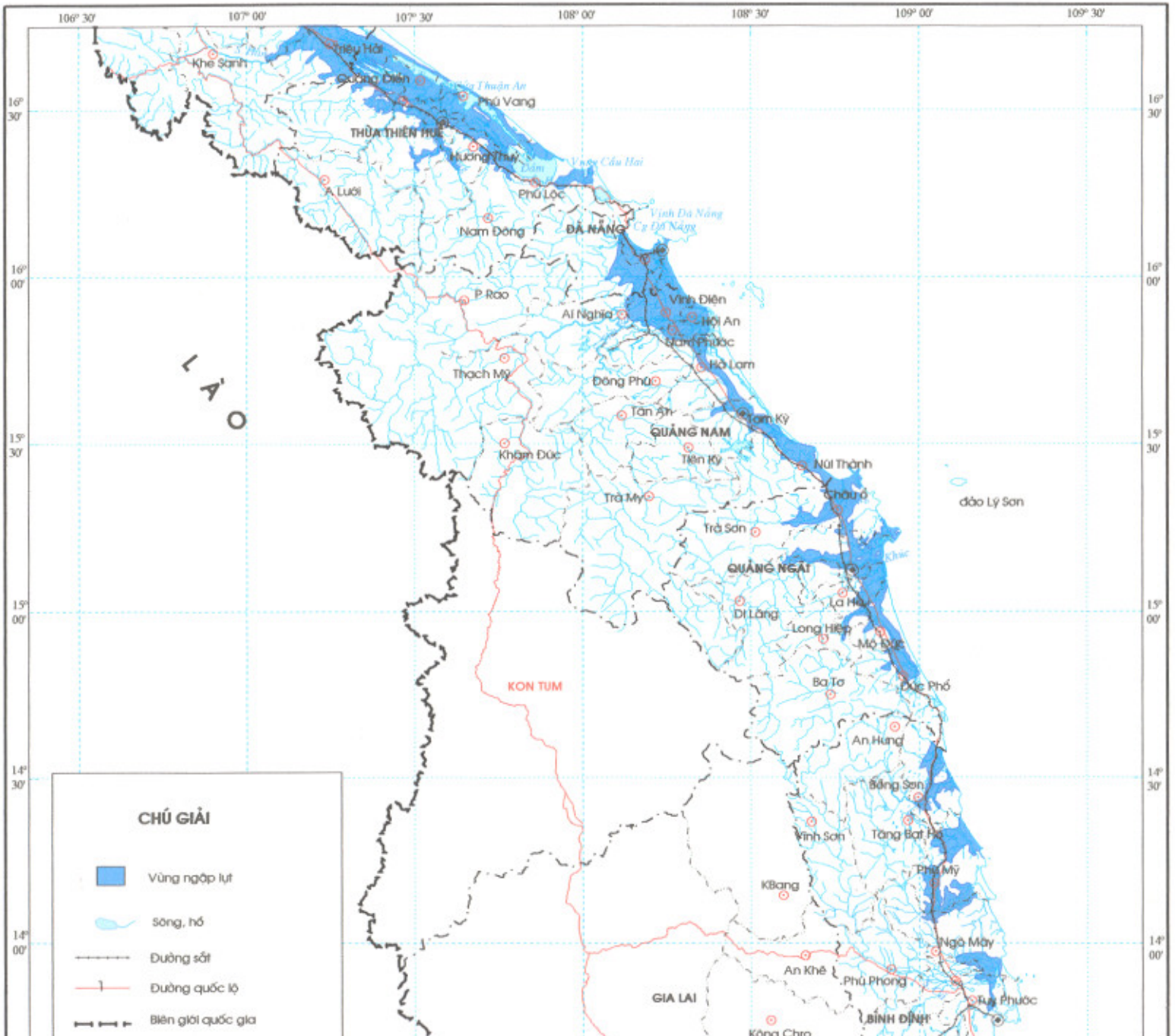
3a

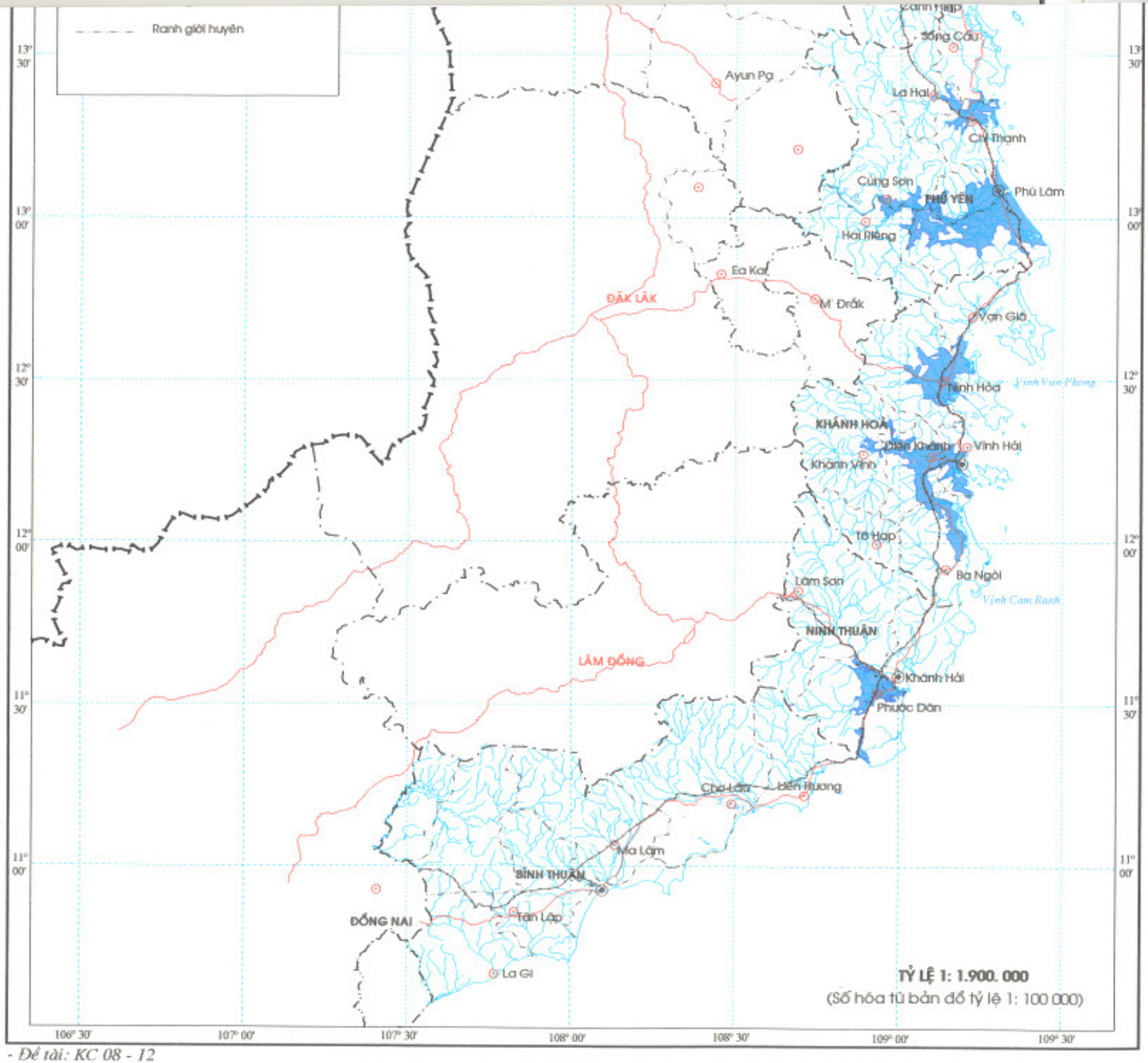
HÌNH2.4: BẢN ĐỒ KHẢ NĂNG NGẬP LỤT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG




Nam Đàn
Nghi Xuân
Đức Thọ
Can Lộc
Cẩm Xuyên
Kỳ Anh
Lâm Hóa
Dân Hóa
Ba Đồn
Hoàn Lão
QUẢNG BÌNH
Cửa Nhật Lệ
Vĩnh Ninh
Kiến Giang
Hồ Xá
Cửa Tùng
Gio Linh
QUẢNG TRỊ
Cam Lộ
TỶ LỆ 1: 1 900 000
(Số hóa từ bản đồ Tỷ lệ 1: 100 000)
18° 30'
18° 00'
17° 30'
17° 00'
16° 30'
104° 00'
104° 30'
105° 00'
105° 30'
106° 00'
106° 30'
107° 00'

4a

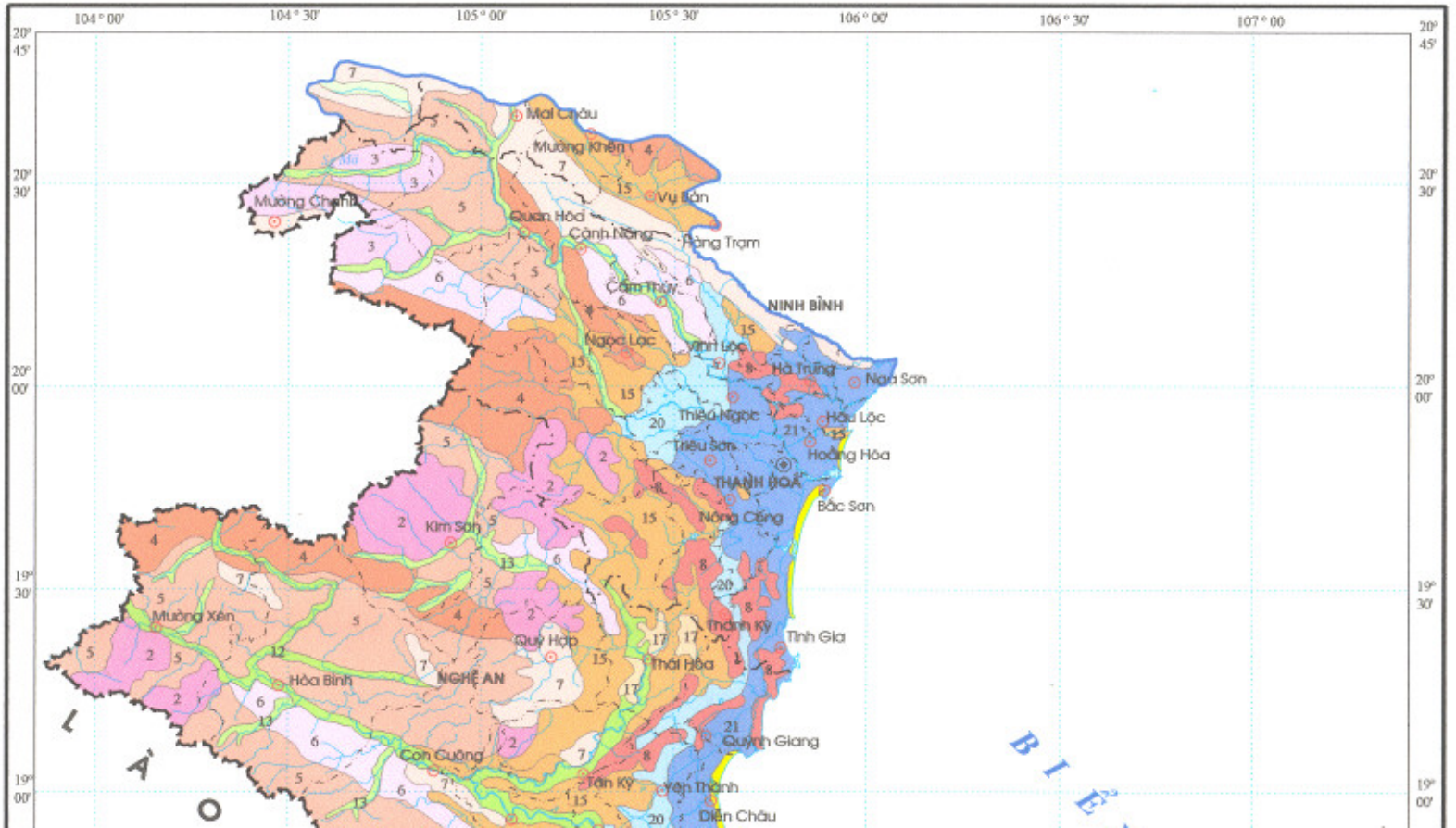

106° 30'
107° 00'
107° 30'
108° 00'
108° 30'
109° 00'
109° 30'
16° 30'
16° 00'
15° 30'
15° 00'
14° 30'
14° 00'
Triệu Hải
Khe Sanh
Cường Điền
Phú Vang
THỪA THIÊN HUẾ
Hương Thủy
A Lưới
Phú Lộc
Nam Đông
ĐÀ NẴNG
P Rao
Vĩnh Điện
Ái Nghĩa
Hội An
Thạch Mỹ
Hà Lam
Đông Phú
Tân Ân
Nam Kỳ
QUẢNG NAM
Khâm Đức
Tiên Kỳ
Núi Thành
Trà My
Châu Ổ
đảo Lý Sơn
Trà Sơn
QUẢNG NGÃI
Đức Phổ
Ba Tơ
An Hưng
Bình Sơn
Vĩnh Sơn
Tăng Bạt Hổ
Phù Mỹ
KBang
Ngô Mây
An Khê
Phù Phong
Tuy Phước
GIA LAI
BÌNH ĐỊNH
Kông Chro
LÀO
KON TUM
CHÚ GIẢI
Vùng ngập lụt
Sông, hồ
Đường sắt
Đường quốc lộ
Biên giới quốc gia

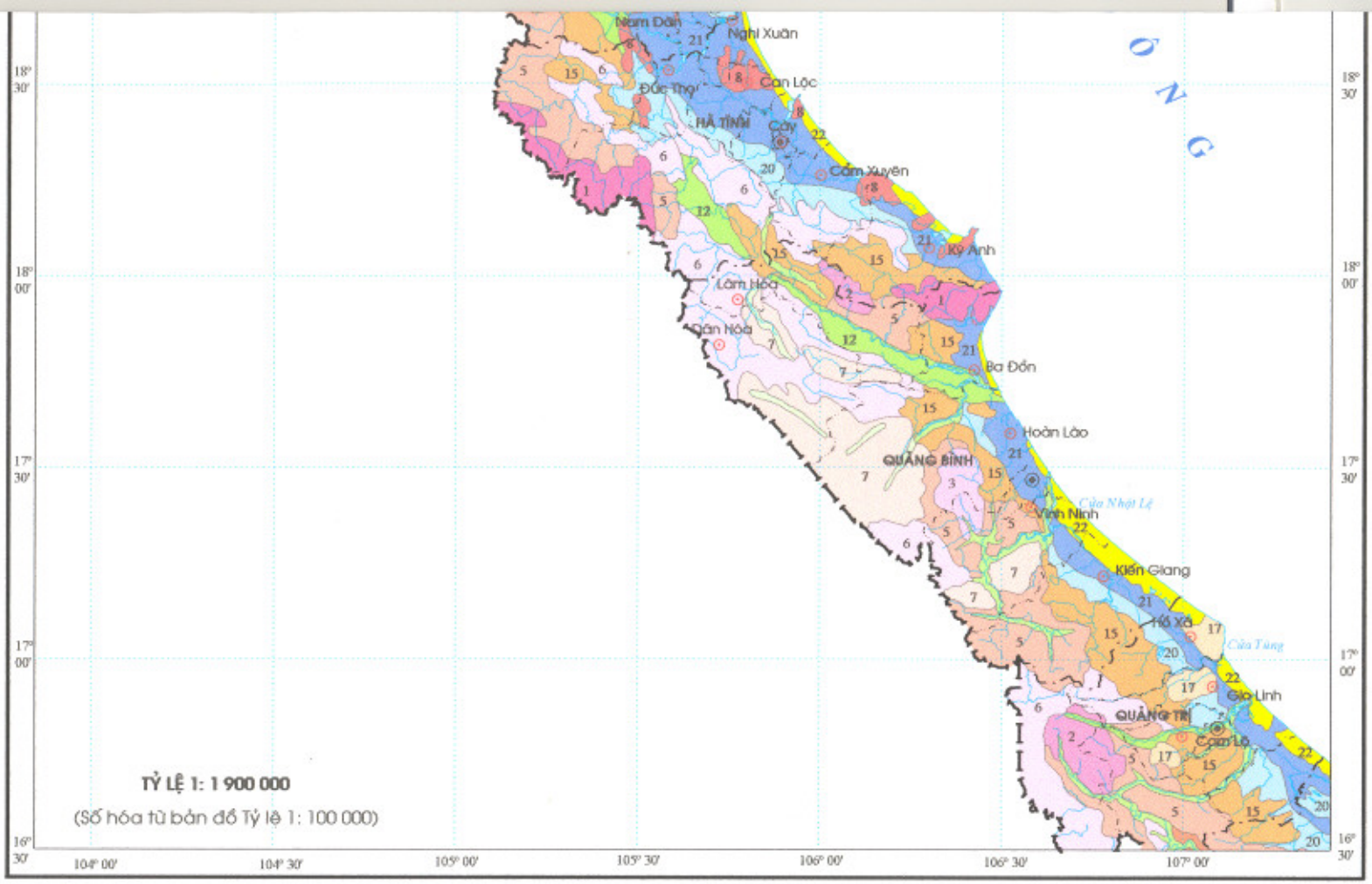


- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN*

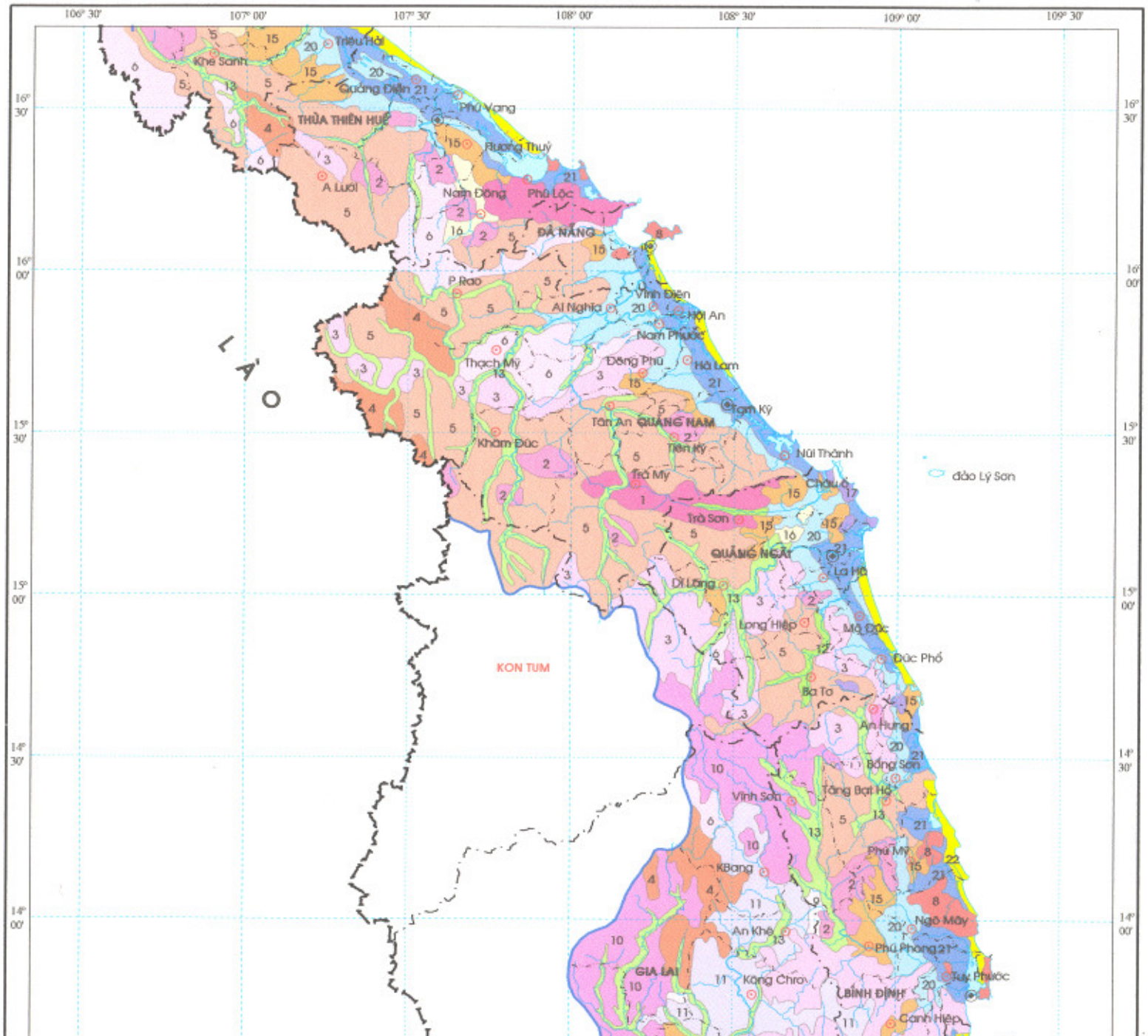
5a

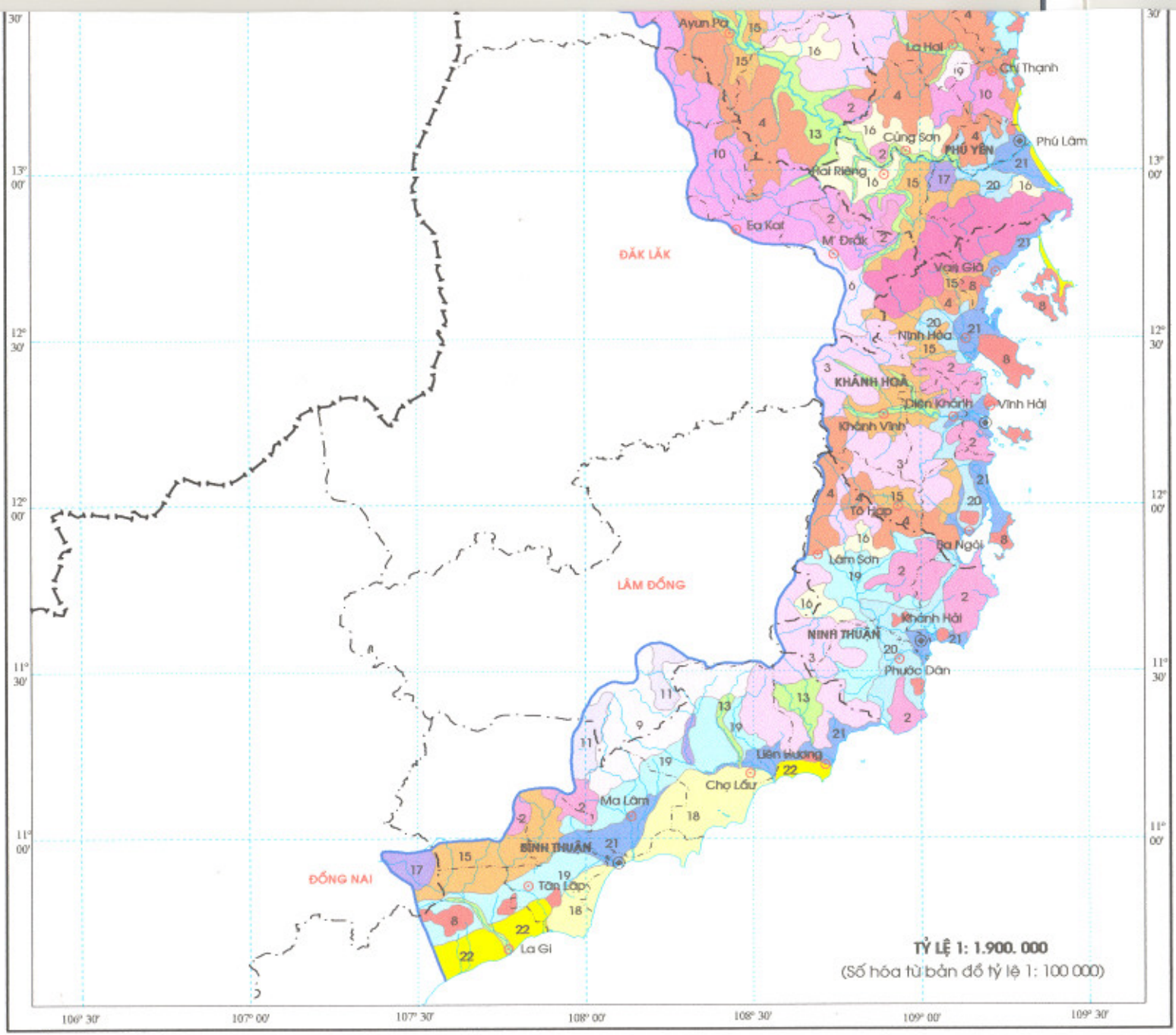
HÌNH 3.1: BẢN ĐỒ ĐỊA MẠO DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG




Nghi Xuân
Đức Thọ
Can Lộc
HÀ TĨNH
Cẩm Xuyên
Kỳ Anh
Lâm Hóa
Quảng Hóa
Ba Đồn
Hoàn Lão
QUẢNG BÌNH
Cửa Nhật Lệ
Vĩnh Ninh
Kiến Giang
Hồ Xá
Cửa Tùng
Gio Linh
QUẢNG TRỊ
Cam Lộ
TỶ LỆ 1: 1 900 000
(Số hóa từ bản đồ Tỷ lệ 1: 100 000)
18° 30'
18° 00'
17° 30'
17° 00'
16° 30'
104° 00'
104° 30'
105° 00'
105° 30'
106° 00'
106° 30'
107° 00'

95


106° 30'
107° 00'
107° 30'
108° 00'
108° 30'
109° 00'
109° 30'
16° 30'
16° 00'
15° 30'
15° 00'
14° 30'
14° 00'
LÀO
KON TUM
GIA LAI
THỪA THIÊN HUẾ
ĐÀ NẴNG
QUẢNG NAM
QUẢNG NGÃI
BÌNH ĐỊNH
đảo Lý Sơn
Triệu Hải
Khe Sanh
Quảng Điền
Phú Vang
Hương Thuỷ
A Lưới
Nam Đông
Phú Lộc
P.Rao
Vinh Điện
Hội An
Al Nghĩa
Nam Phước
Thạch Mỹ
Đông Phú
Hà Lam
Tam Kỳ
Tân An
Khâm Đức
Tiên Kỳ
Núi Thành
Trà My
Châu Ổ
Trà Sơn
La Hà
Di Lăng
Long Hiệp
Mộ Đức
Đức Phổ
Ba Tơ
An Hưng
Bình Sơn
Vĩnh Sơn
Tăng Bạt Hổ
Phù Mỹ
KBang
An Khê
Ngô Mây
Phù Phong
Kông Chro
Tuy Phước
Cảnh Hiệp



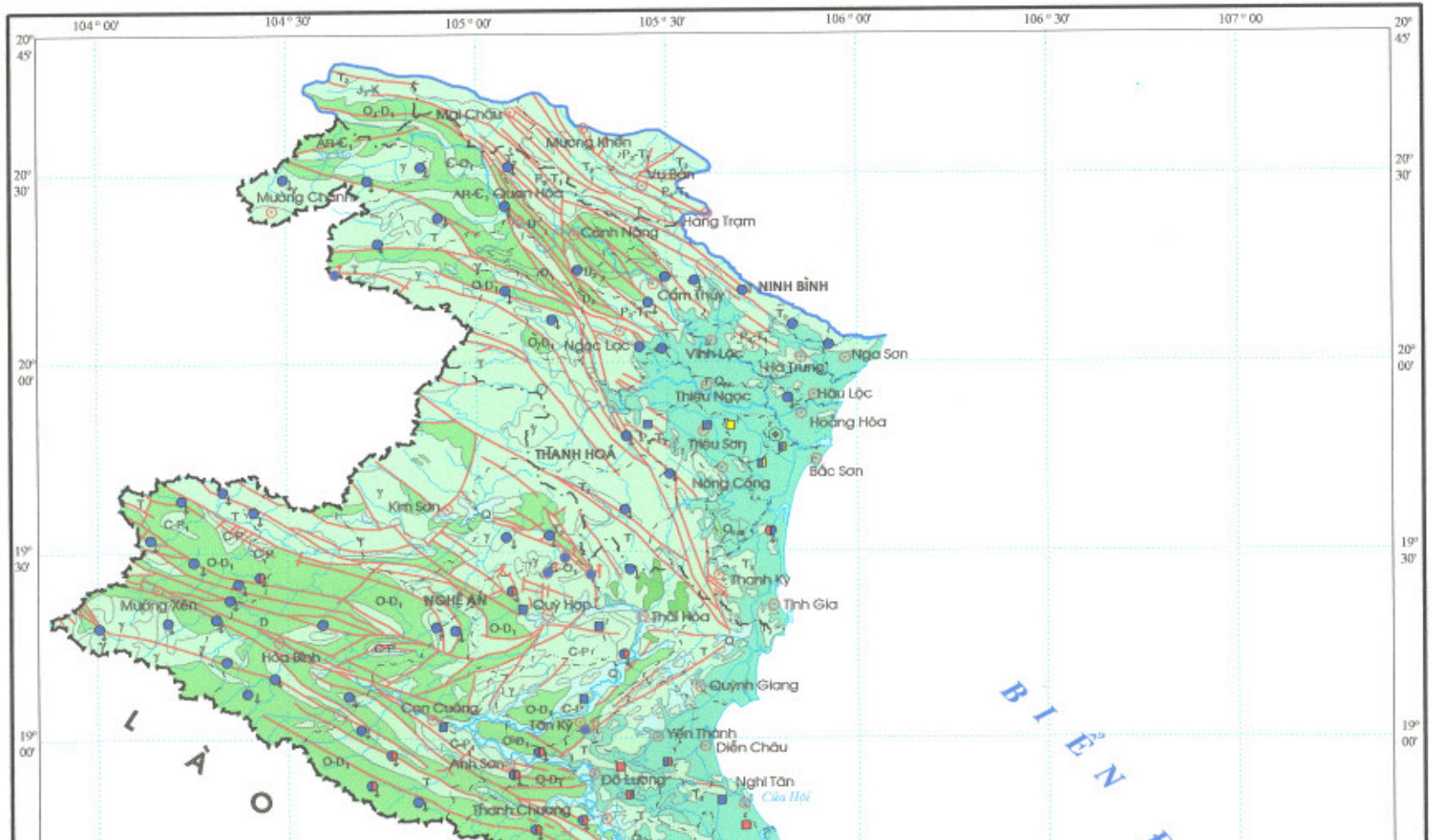
99

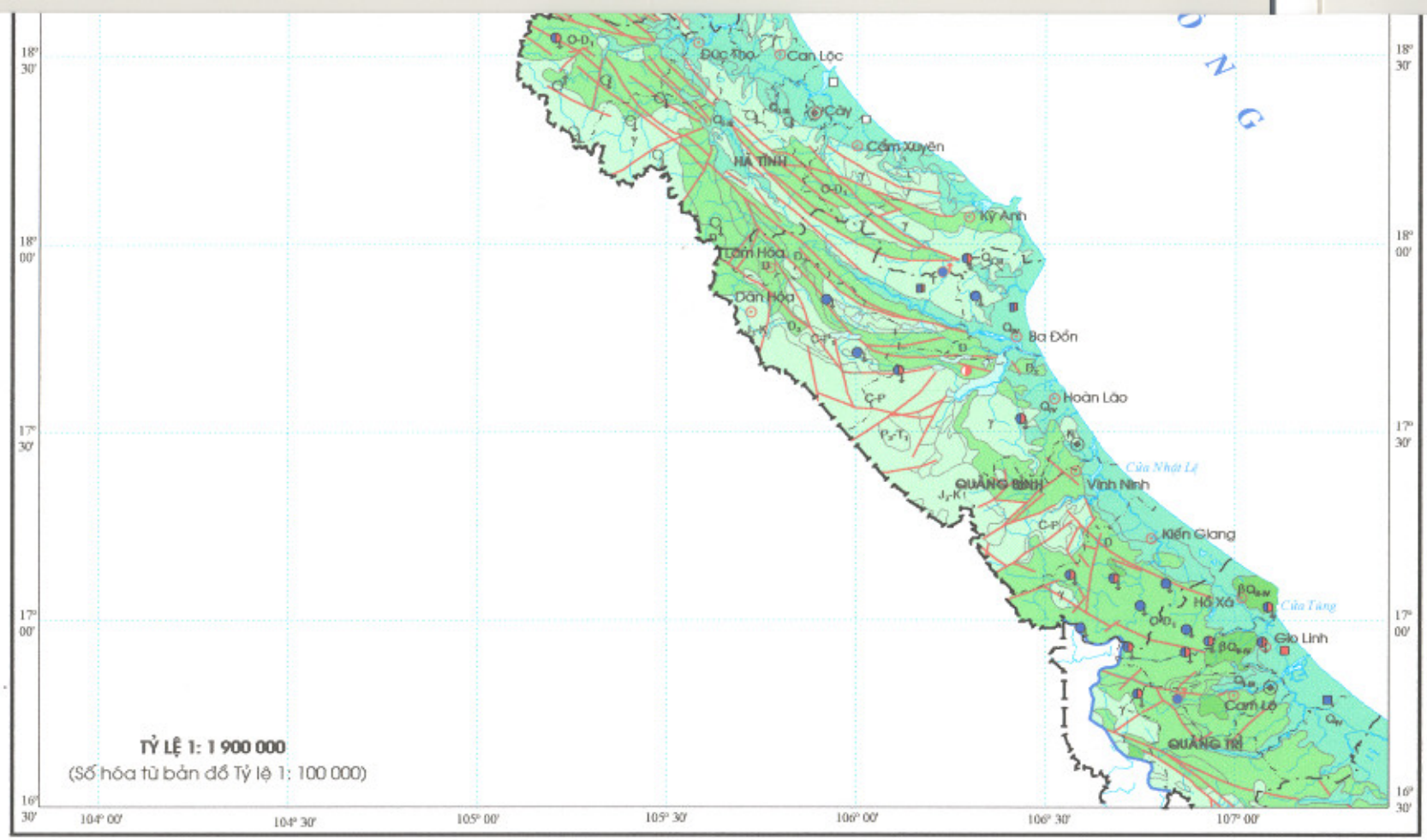
- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

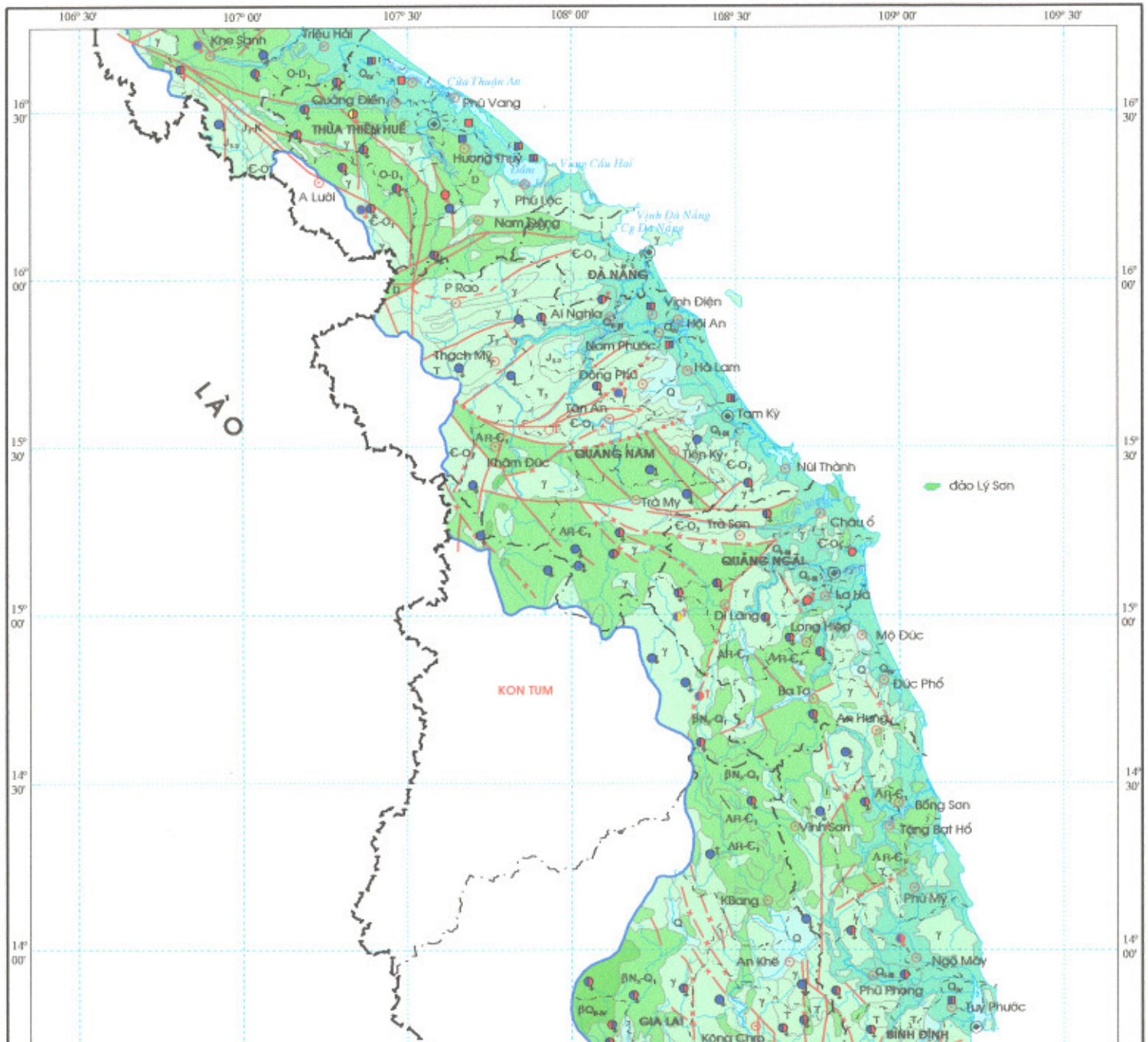
CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ ĐỊA MẠO DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

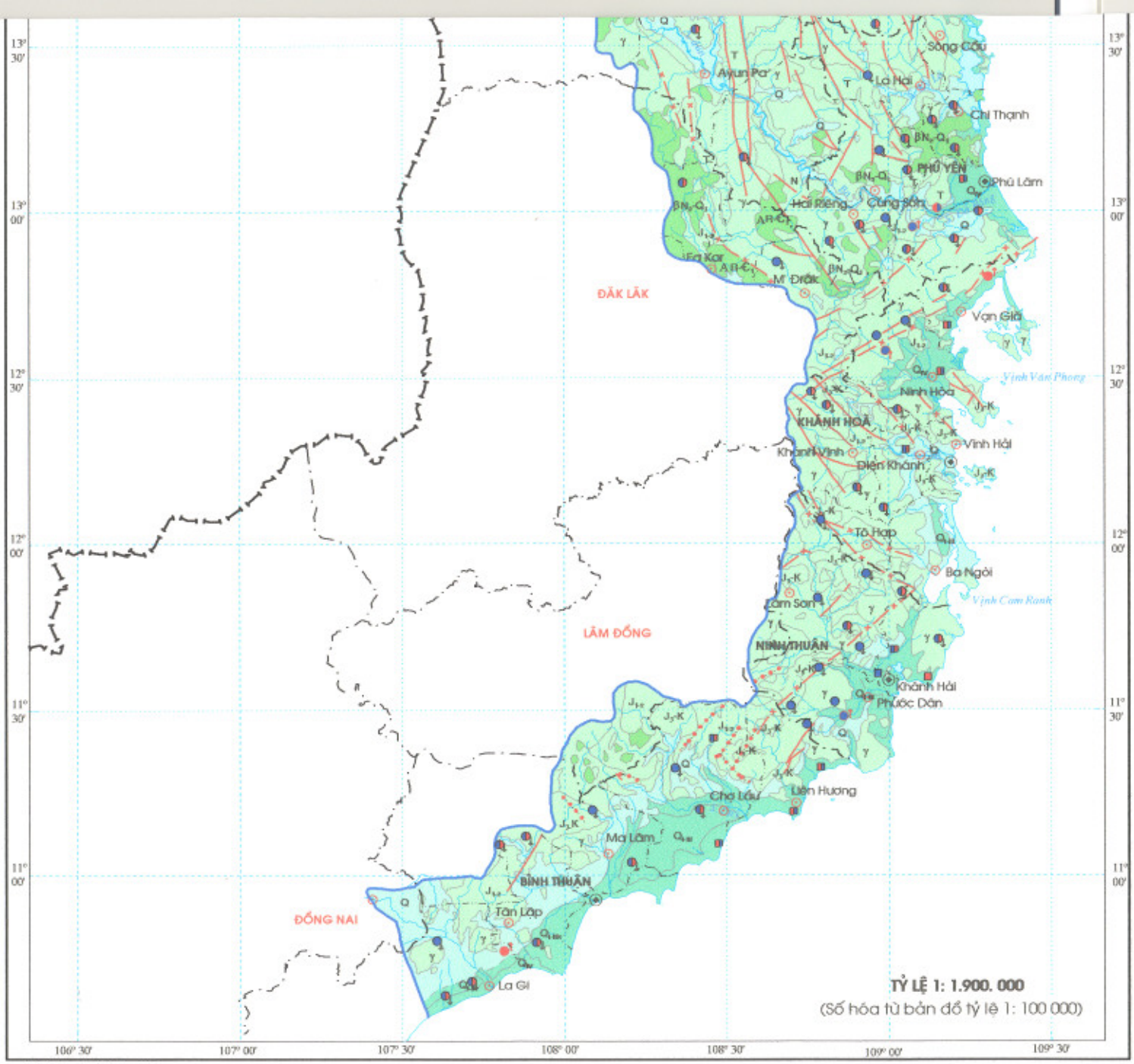
NHÓM KIỂU ĐỊA HÌNH	KIỂU ĐỊA HÌNH	
NHÓM CÁC KIỂU ĐỊA HÌNH NÚI	1	Dãy núi bóc mòn thạch học cấu trúc dạng địa lũy trên các đá xâm nhập
	2	Khối núi vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập
	3	Dãy núi khối tảng vòm bóc mòn, đổ lở trên các đá xâm nhập
	4	Dãy và khối núi bóc mòn cấu trúc trên các đá trầm tích phun trào
	5	Dãy núi bóc mòn kiến tạo cấu trúc dạng địa lũy, uốn nếp khối tảng trên các đá biến chất
	6	Dãy núi xâmthực - bóc mòn cấu trúc uốn nếp khối tảng trên các đá trầm tích lục nguyên
	7	Dãy núi và khối núi bóc mòn, hoà tan, rửa lũa trên các đá carbonat
	8	Khối núi sót bóc mòn trên các cấu trúc khác nhau
	9	Vách và sườn kiến tạo - xâm thực trên các đá trầm tích phun trào
NHÓM CÁC KIỂU ĐỊA HÌNH CAO NGUYÊN	10	Cao nguyên bóc mòn - rửa trôi trên các đá bazan
	11	Cao nguyên xâm thực - bóc mòn trên các đá trầm tích, biến chất
NHÓM CÁC KIỂU ĐỊA HÌNH THUNG LŨNG	12	Thung lũng và trũng kiến tạo xâm thực - tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp
	13	Thung lũng và trũng xâm thực - tích tụ cấu tạo bởi các trầm tích hỗn hợp
	14	Thung lũng và trũng hòa tan rửa lũa - tích tụ trên đá carbonat
NHÓM CÁC KIỂU ĐỊA HÌNH ĐỒI VÀ ĐỒNG BẰNG ĐỒI	15	Đồi và đồng bằng đồi bóc mòn xâm thực trên các đá trầm tích, phun trào và biến chất
	16	Đồi bóc mòn thạch học trên các đá xâm nhập
	17	Đồi bóc mòn rửa lũa trôi trên các đá bazan
	18	Đồng bằng đồi tích tụ - xâm thực trên các cồn cát ven biển
NHÓM CÁC KIỂU ĐỊA HÌNH ĐỒNG BẰNG	19	Đồng bằng bóc mòn - xâm thực trước núi trên các đá gốc khác nhau
	20	Đồng bằng cao tích tụ - xâm thực trên các thành tạo nguồn gốc sông, biển, sông biển hỗn hợp
	21	Đồng bằng thấp tích tụ nguồn gốc sông - biển, đầm lầy, vũng vịnh
	22	Đồng bằng tích tụ biển - gió

HÌNH 3.2: BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG




Đức Thọ
Can Lộc
Cày
Cẩm Xuyên
HÀ TĨNH
Kỳ Anh
Lâm Hóa
Dân Hóa
Ba Đồn
Hoàn Lão
Cửa Nhật Lệ
QUẢNG BÌNH
Vĩnh Ninh
Kiến Giang
Hồ Xá
Cửa Tùng
Gio Linh
Cam Lộ
QUẢNG TRỊ
TỶ LỆ 1: 1 900 000
(Số hóa từ bản đồ Tỷ lệ 1: 100 000)
18° 30'
18° 00'
17° 30'
17° 00'
16° 30'
104° 00'
104° 30'
105° 00'
105° 30'
106° 00'
106° 30'
107° 00'


106° 30'
107° 00'
107° 30'
108° 00'
108° 30'
109° 00'
109° 30'
16° 30'
16° 00'
15° 30'
15° 00'
14° 30'
14° 00'
Khe Sanh
Triệu Hải
Cửa Thuận An
Quảng Điền
Phú Vang
THỪA THIÊN HUẾ
Hương Thuỷ
Vũng Cấu Hai
Phú Lộc
A Lưới
Nam Đông
Vịnh Đà Nẵng
Cụ Đà Nẵng
ĐÀ NẴNG
P Rao
Vĩnh Điện
Ái Nghĩa
Hội An
Thạch Mỹ
Nam Phước
Đông Phú
Hà Lam
LÀO
Tân An
Tam Kỳ
Khâm Đức
QUẢNG NAM
Tiên Kỳ
Núi Thành
đảo Lý Sơn
Trà My
Trà Sơn
Châu ổ
QUẢNG NGÃI
Ba Tơ
Đức Phổ
KON TUM
An Hưng
Bình Sơn
Vĩnh Sơn
Tăng Bạt Hổ
KBang
Phù Mỹ
An Khê
Ngô Mây
Phù Phong
Tuy Phước
GIA LAI
BÌNH ĐỊNH
Kông Chro



96

- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

I- HỆ THỐNG CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC

DẠNG TỒN TẠI NƯỚC DƯỚI ĐẤT	CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC	TUỔI ĐỊA CHẤT CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC	THÀNH PHẦN THẠCH HỌC CHỦ YẾU	KHẢ NĂNG THẤM NƯỚC		
				TỐT	TRUNG BÌNH	KÉM
LỖ HỔNG	Tầng chứa nước các trầm tích Đệ tứ không phân chia.	Q	Cát, cuội, sỏi.			
	Tầng chứa nước các trầm tích Holocen	Q_{IV}	Cát, cát pha, cuội, sỏi			
	Tầng chứa nước các trầm tích Pleistocen	Q_{I-III}	Cát, cuội, sỏi.			
KHE NỨT	Tầng chứa nước trong các đá phun trào Bazan	βQ_{II-IV} $\beta N_2 - Q_I$	Bazan, phong hóa Bazan Bazan, phong hóa Bazan			
	Tầng chứa nước các trầm tích lục nguyên	N T_3	Cát, cuội, sỏi, cát kết, cuội kết nứt nẻ. Cát kết, bột kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá vôi sét.			
	Tầng chứa nước các trầm tích lục nguyên xen phun trào	J_3-K T	Bột kết, cát kết, tuf riolit, bazan, ortophyr. Cát kết, bộ kết, sét kết, đá phiến sét, riolit, tuf, đá vôi			
	Tầng chứa nước các trầm tích lục nguyên xen Cacbonat.	J_{1-2} D	Cát kết, cuội kết, bột kết, đá phiến sét, đá vôi sét Cát kết, cuội kết, bột kết, đá phiến sét, đá vôi.			
	Tầng chứa nước các trầm tích lục nguyên xen phun trào và Cacbonat	C-P_1 O-D_1	Bột kết, đá vôi, cát kết, cuội kết, tuf. Cuội kết, cát kết, bột kết, andezit, riolit, tuf, đá vôi.			
	Tầng chứa nước các trầm tích Cacbonat	T_2 C- P D_2	Đá vôi Đá vôi Đá vôi			
	Tầng chứa nước các thành tạo biến chất	AR - ϵ_1 ϵ-O_1 PZ- ϵ_1	Đá phiến sét các loại, đá hoa, quazit, migmatit, ganai Đá phiến sét, đá phiến mica, sỏi kết, cát kết, đá vôi. Đá phiến mica, đá phiến serixxit, cát kết, sét vôi.			
	Tầng chứa nước các thành tạo xâm nhập Magma	γ	Đá siêu mafic, garbrodiaba, diorit-pocfirit, granit porphyr, granosyenit-porphyr			

II- CÁC KÝ HIỆU KHÁC

a ~ b Ranh giới các tầng chứa nước: a: Xác định ; b: Dự kiến

a ____ b Đứt gãy chưa biết đặc điểm địa chất thủy văn: a: Xác định b: Dự kiến

Đứt gãy không chứa nước

Nguồn lộ nước dưới đất (chảy lên, chảy xuống).

Giếng nước.

Lỗ khoan địa chất thủy văn.

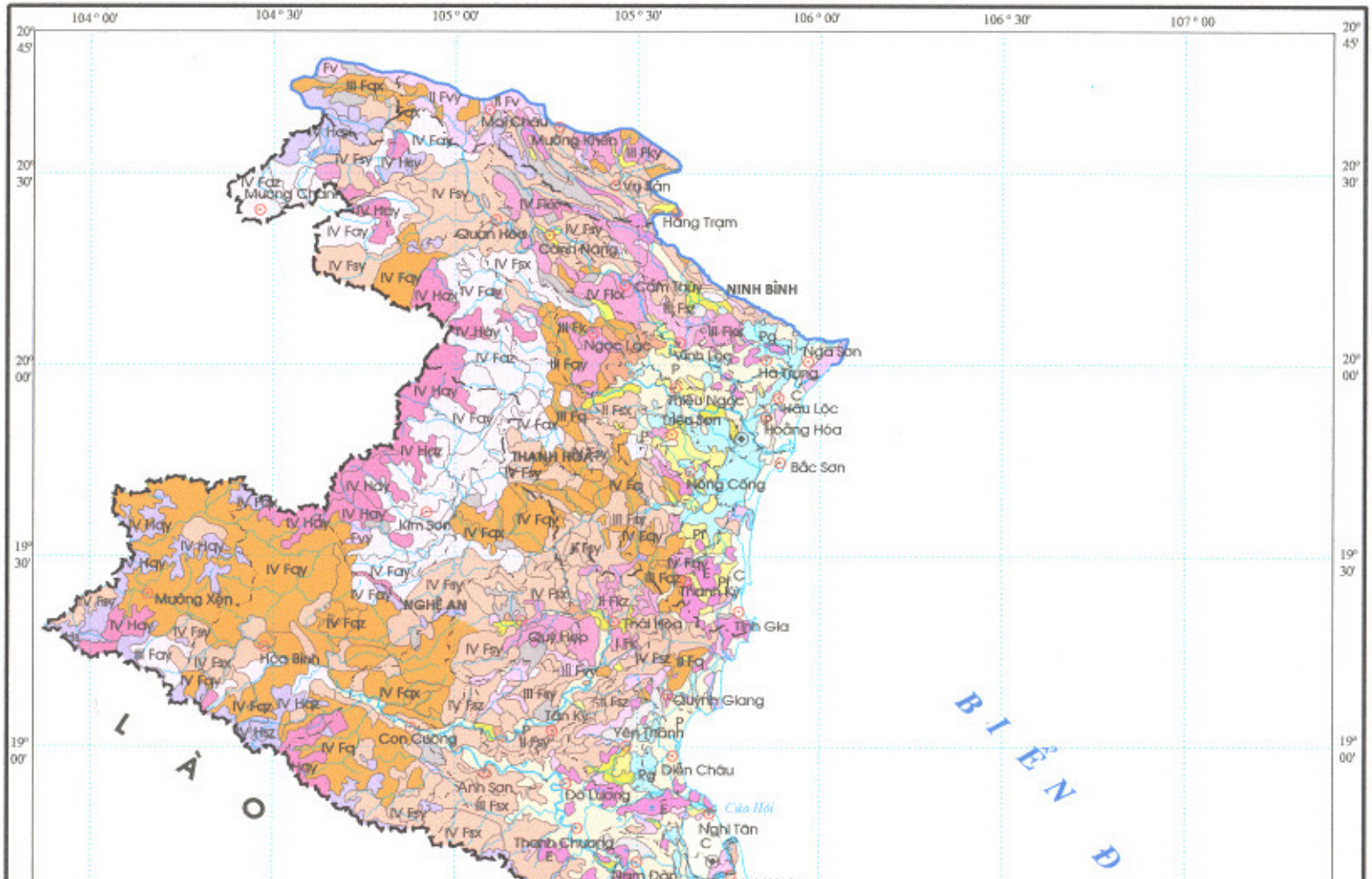
Nguồn lộ nước nóng, nước khoáng.

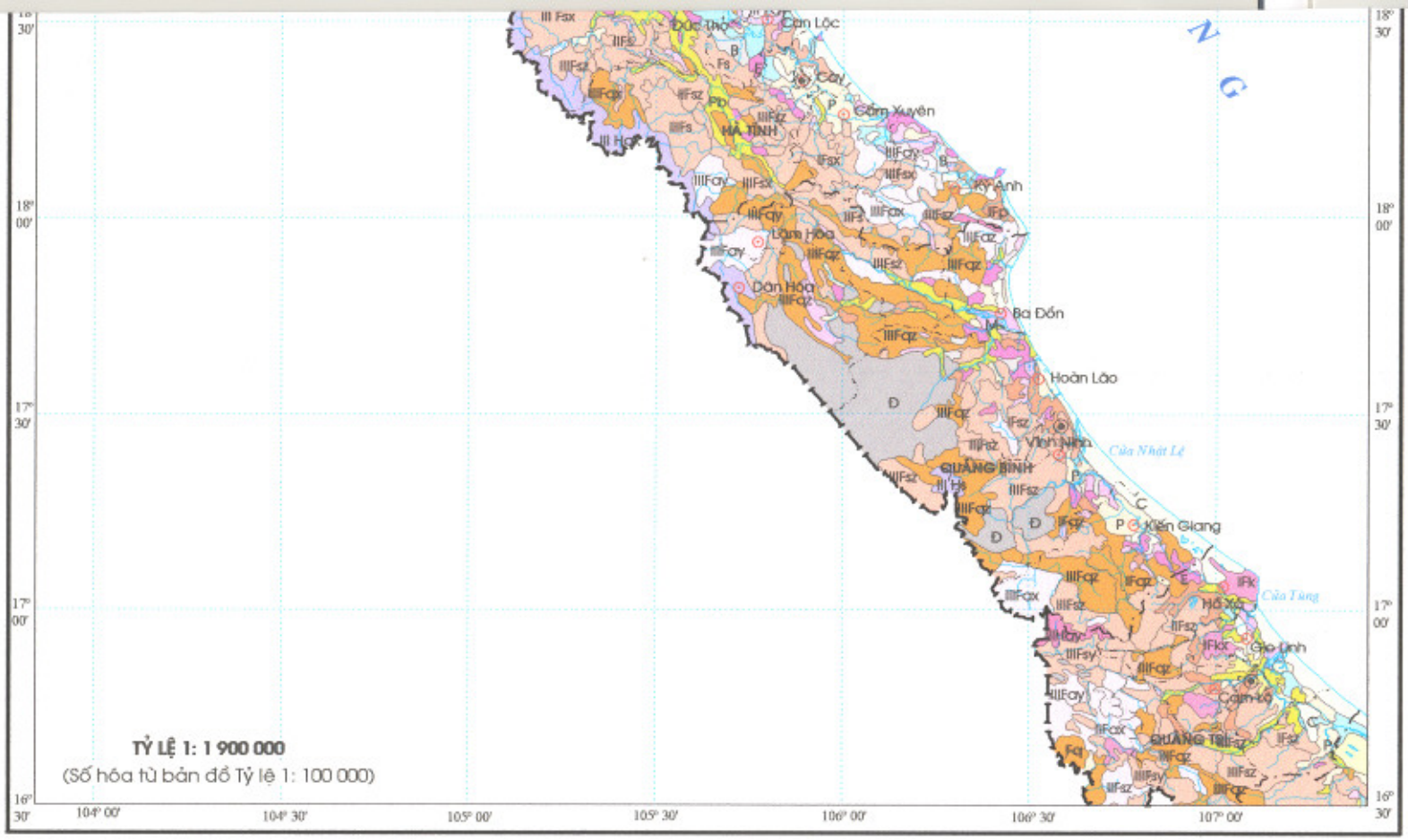
III- LOẠI HÌNH NƯỚC

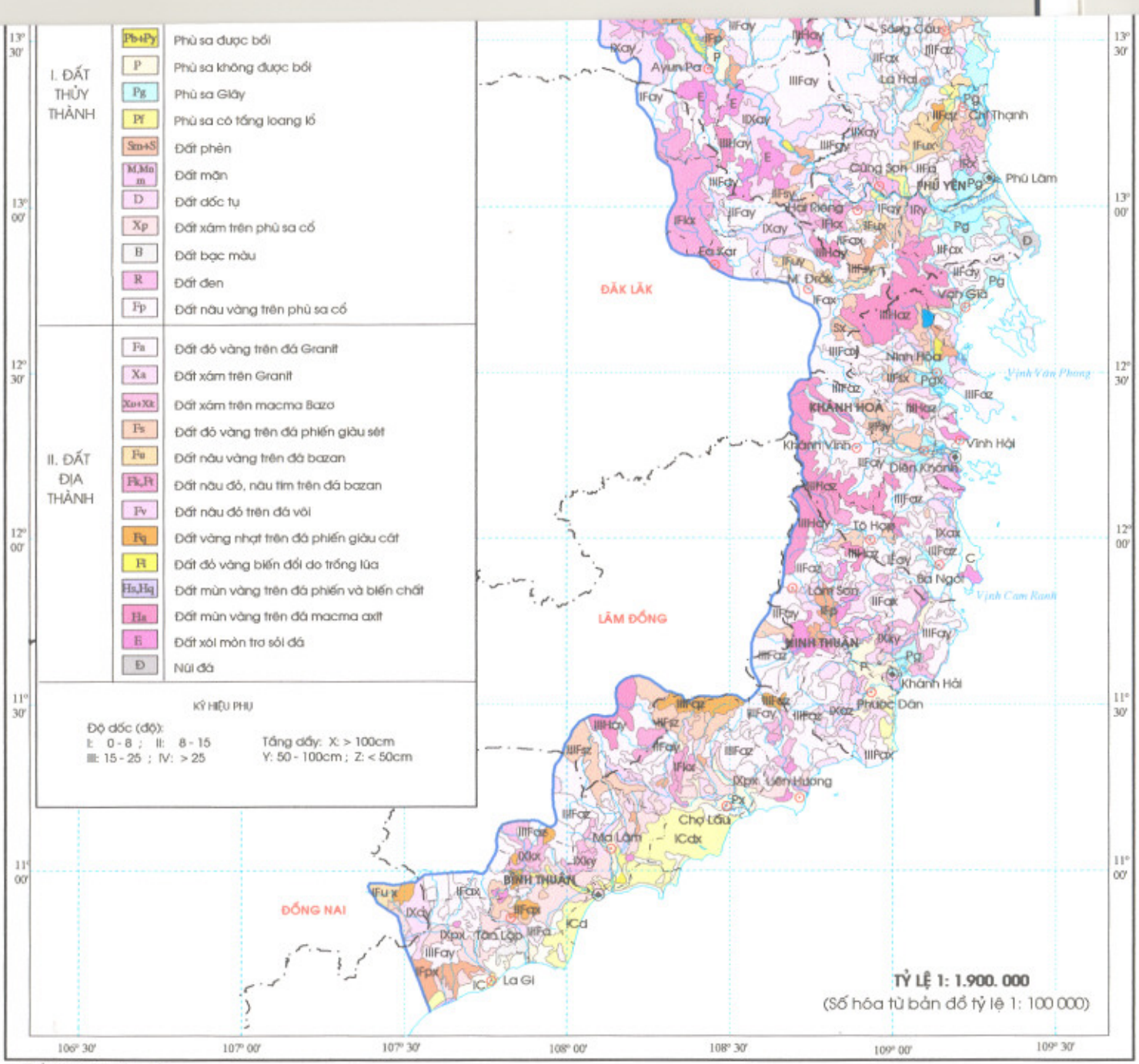
(Tính theo % mgđl - Ion chiếm từ 25% đlg trở lên)

Bicacbonat Sunfat Clorua Hỗn hợp

HÌNH 3.3: BẢN ĐỒ ĐẤT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

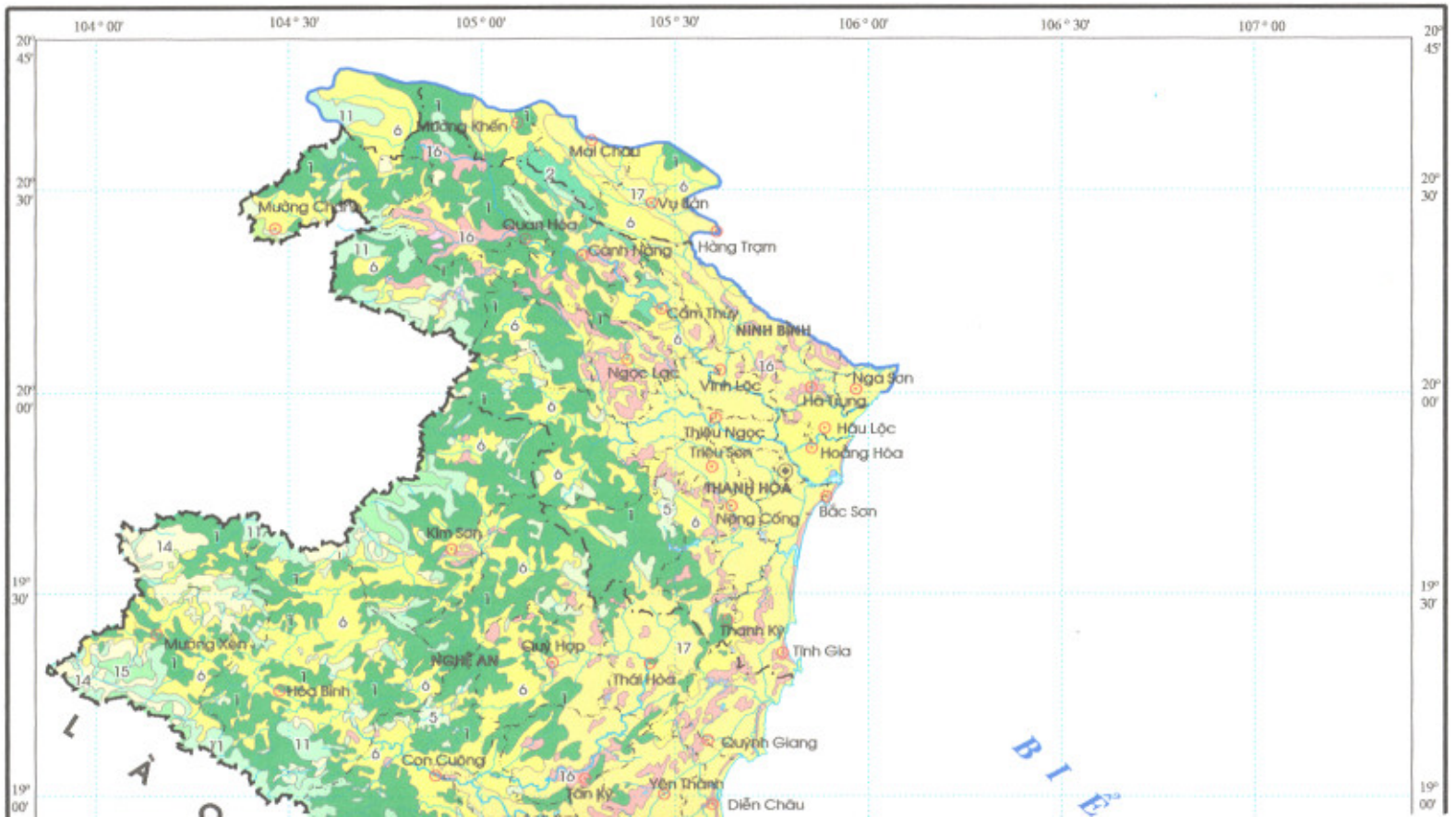


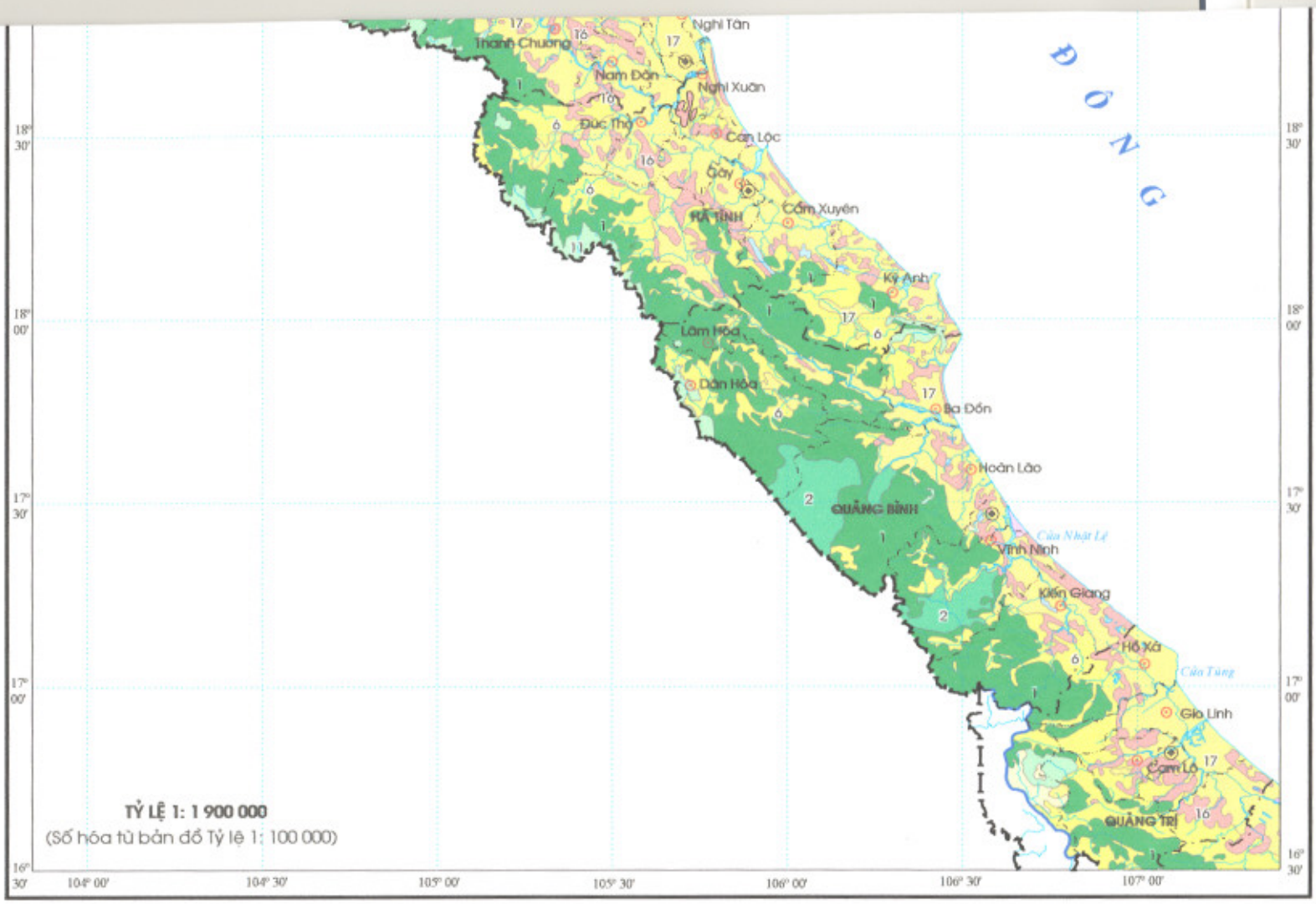

Đức Thọ
Cẩm Lộc
Cẩm Xuyên
HÀ TĨNH
Hồng Lĩnh
Hương Khê
Vũ Quang
Hương Sơn
Lâm Hóa
Đan Hóa
Tuyên Hóa
Minh Hóa
Bố Trạch
Ba Đồn
Hoàn Lão
Vĩnh Linh
Cửa Nhật Lệ
QUẢNG BÌNH
Đ
P
Kiến Giang
Cửa Tùng
Hồ Xá
Gio Linh
Cam Lộ
QUẢNG TRỊ
TỶ LỆ 1: 1 900 000
(Số hóa từ bản đồ Tỷ lệ 1: 100 000)
18° 30'
18° 00'
17° 30'
17° 00'
16° 30'
104° 00'
104° 30'
105° 00'
105° 30'
106° 00'
106° 30'
107° 00'

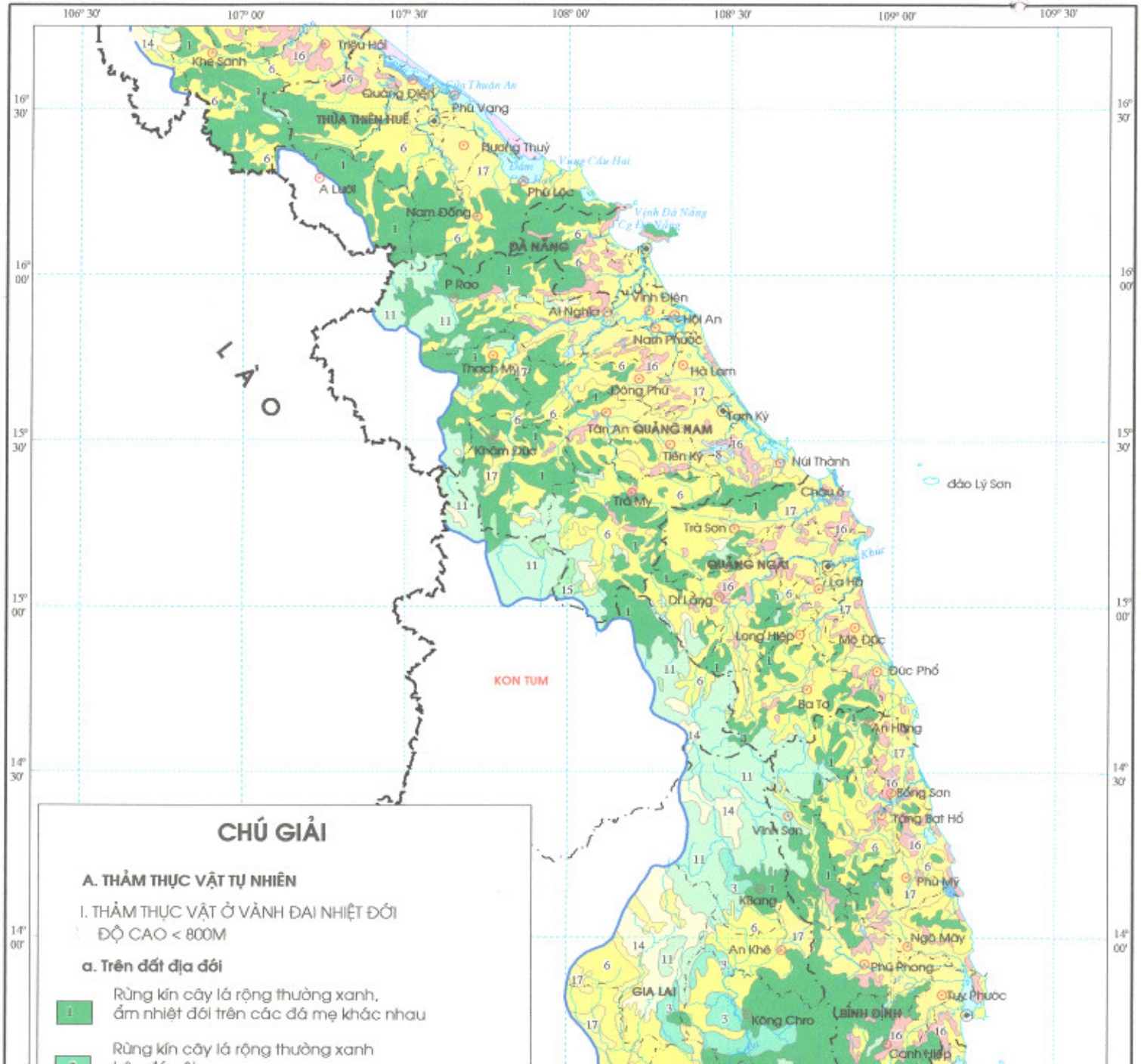


- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

HÌNH 3.4: BẢN ĐỒ THẢM THỰC VẬT DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG




Nghi Tân
Thanh Chương
Nam Đàn
Nghi Xuân
Đức Thọ
Can Lộc
Cày
HÀ TĨNH
Cẩm Xuyên
Kỳ Anh
Lâm Hóa
Dân Hóa
Ba Đồn
Hoàn Lão
QUẢNG BÌNH
Cửa Nhật Lệ
Vĩnh Ninh
Kiến Giang
Hồ Xá
Cửa Tùng
Gio Linh
Cam Lộ
QUẢNG TRỊ
ĐÔNG
18° 30'
18° 00'
17° 30'
17° 00'
16° 30'
104° 00'
104° 30'
105° 00'
105° 30'
106° 00'
106° 30'
107° 00'
TỶ LỆ 1: 1 900 000
(Số hóa từ bản đồ Tỷ lệ 1: 100 000)



CHÚ GIẢI

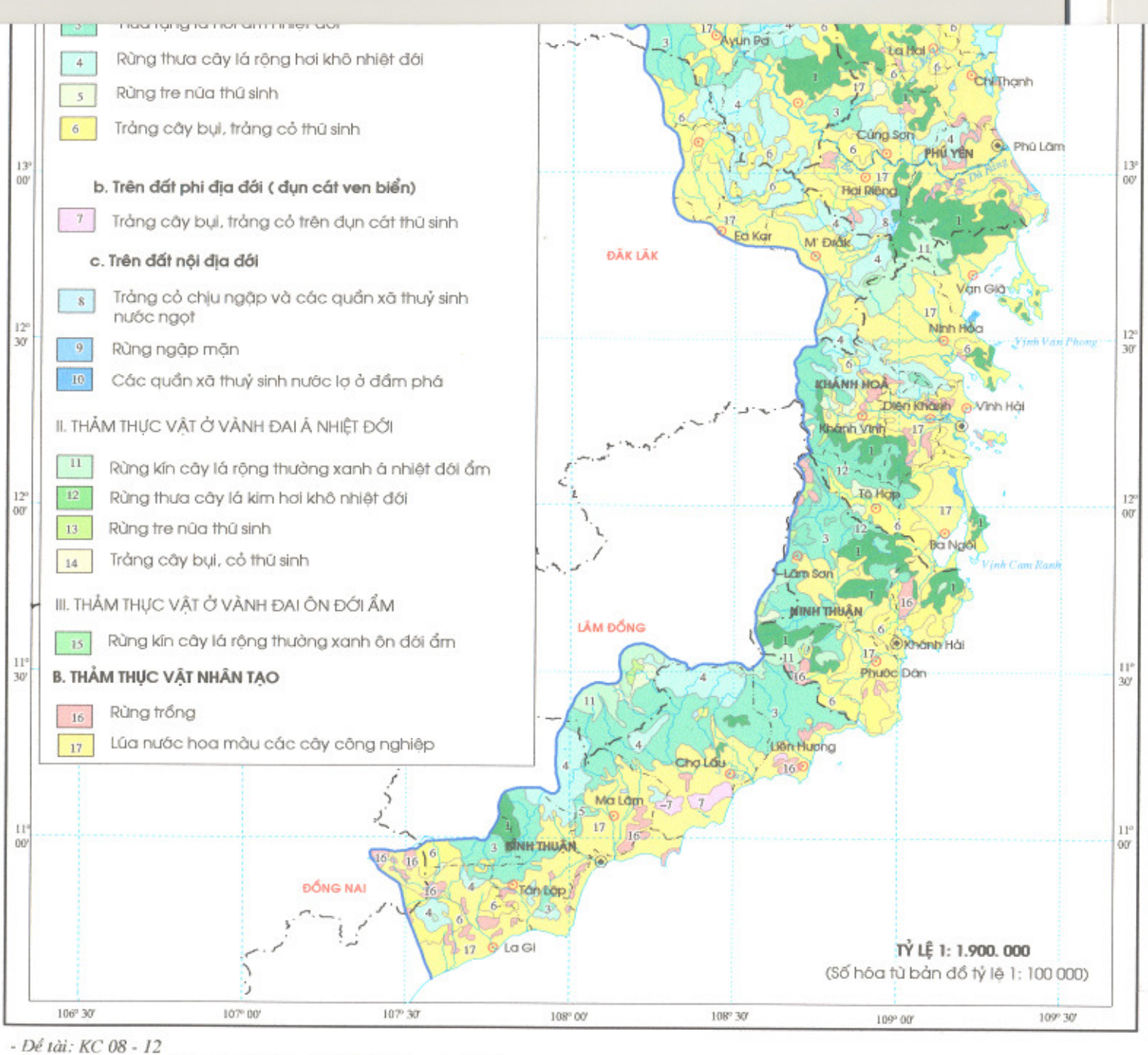
A. THẢM THỰC VẬT TỰ NHIÊN

I. THẢM THỰC VẬT Ở VÀNH ĐAI NHIỆT ĐỚI
ĐỘ CAO < 800M

a. Trên đất địa đới

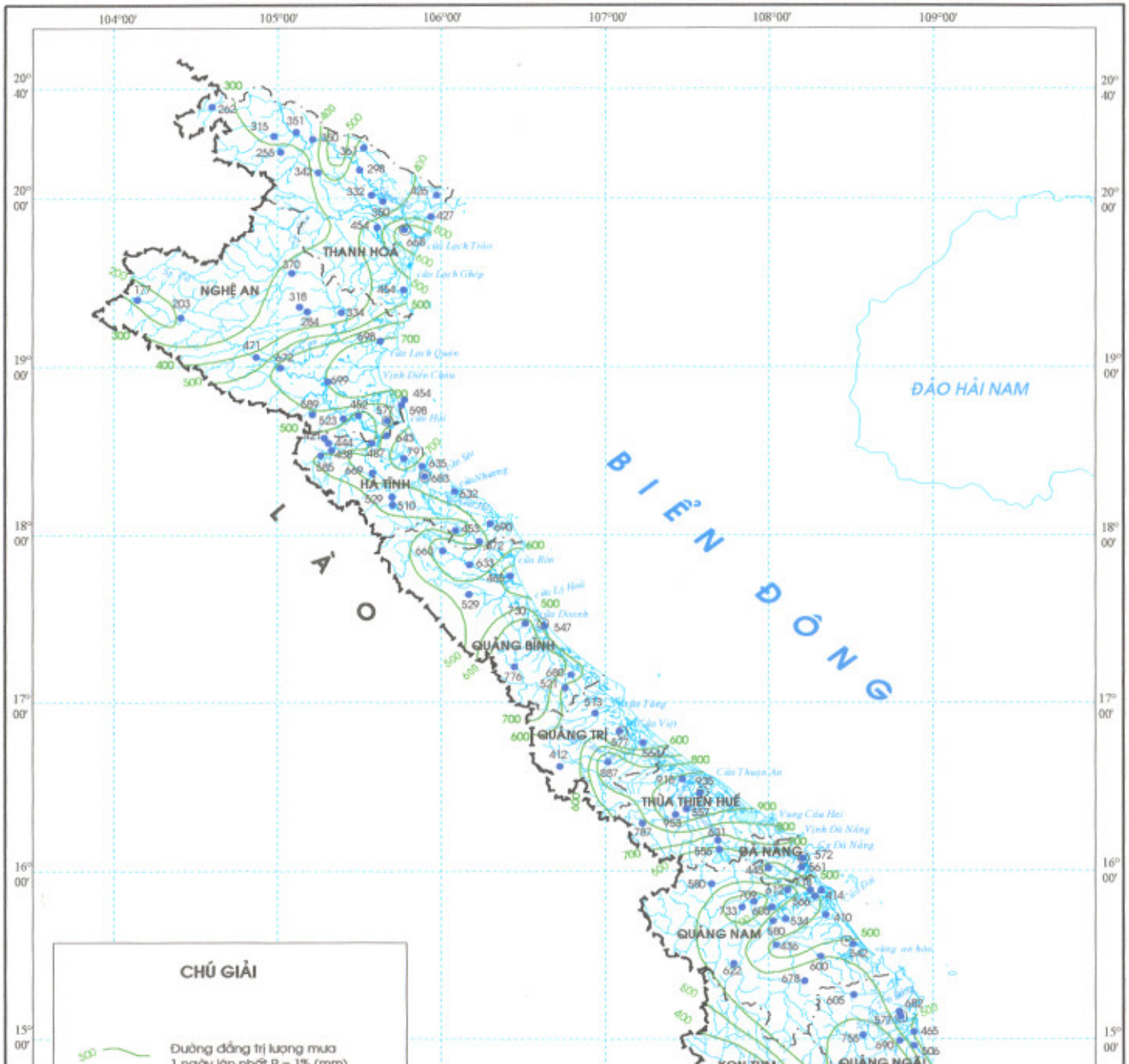
1 Rừng kín cây lá rộng thường xanh, ẩm nhiệt đới trên các đá mẹ khác nhau

Rừng kín cây lá rộng thường xanh



- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

HÌNH3.8: BẢN ĐỒ ĐẲNG TRỊ LƯỢNG MƯA 1 NGÀY LỚN NHẤT (mm) TẦN SUẤT P = 1%
DẢI DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG

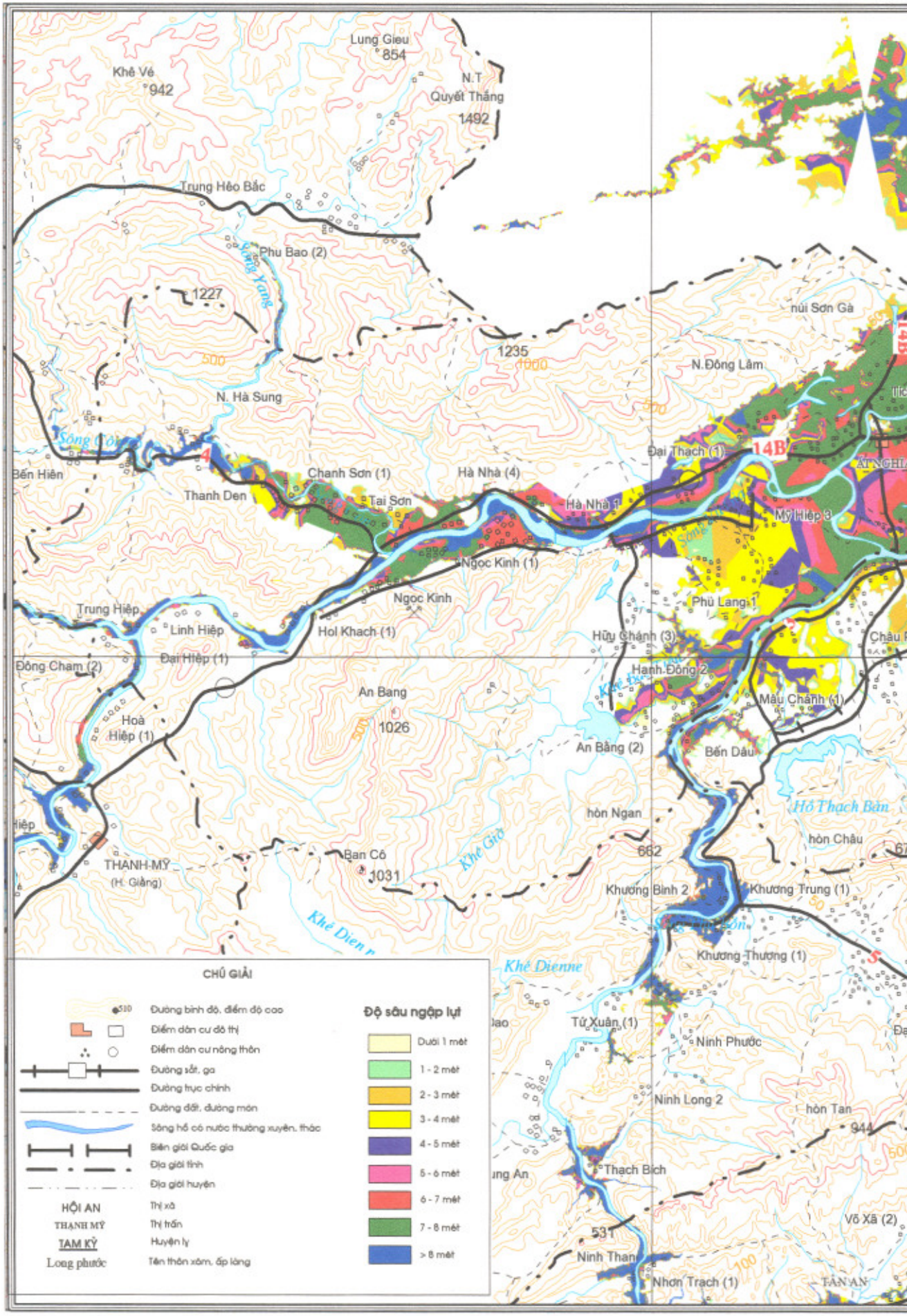




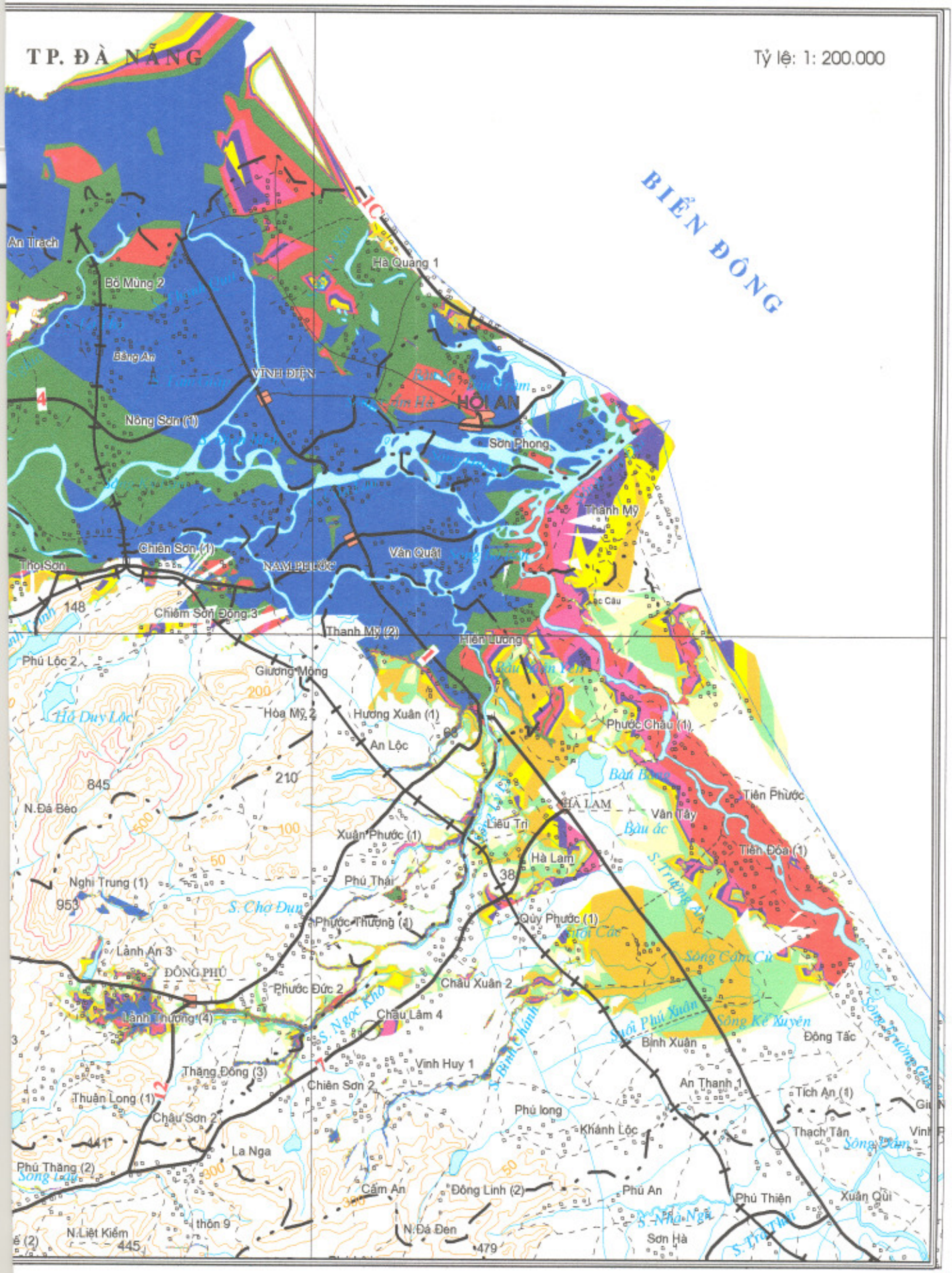
- *Đề tài: KC 08 - 12*
- *Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN - năm 2004*

456

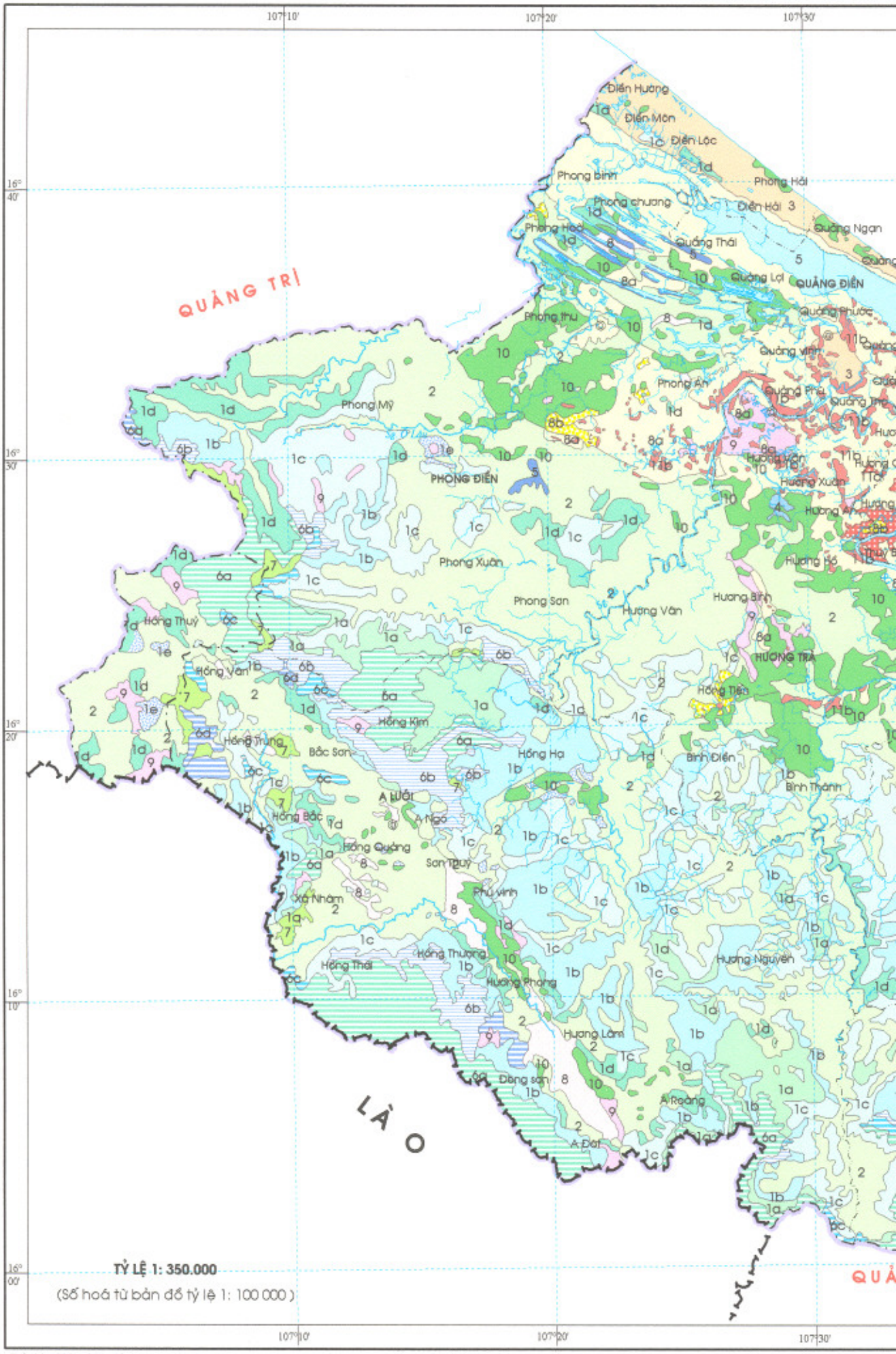
HÌNH 4.35: BẢN ĐỒ NGẬ



LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



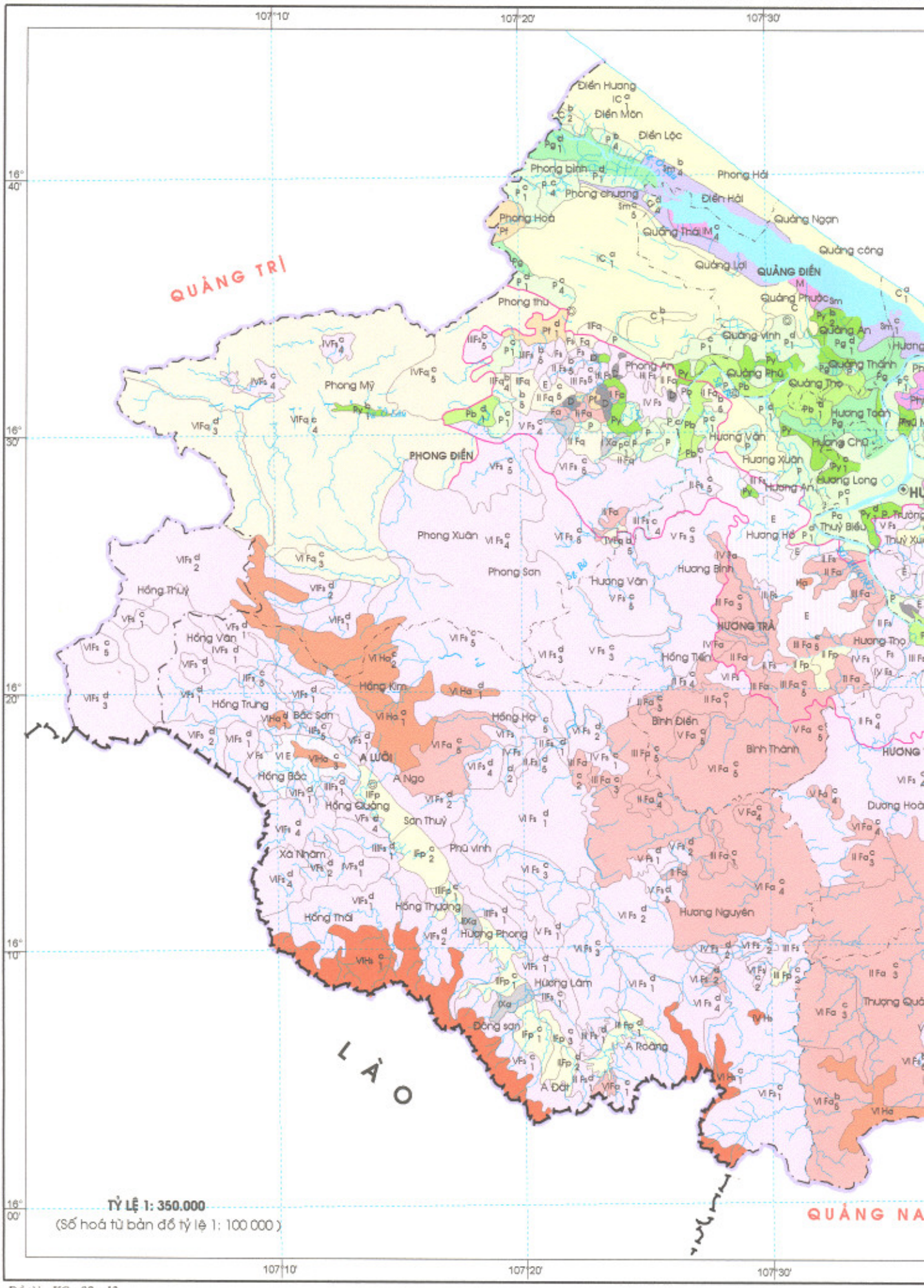
HÌNH 5.2: BẢN Đ


107°10'
107°20'
107°30'
16° 40'
16° 30'
16° 20'
16° 10'
16° 00'
QUẢNG TRỊ
LÀO
PHONG ĐIỀN
QUẢNG ĐIỀN
HƯƠNG TRÀ
Điền Hương
Điền Môn
Điền Lộc
Phong Bình
Phong Hải
Phong Chương
Điền Hải
Quảng Ngạn
Phong Hoà
Quảng Thái
Quảng Lợi
Quảng Phước
Phong Thu
Quảng Vinh
Phong Mỹ
Phong An
Quảng Phú
Quảng Thọ
Hương Vân
Hương Xuân
Hương Á
Hương Hồ
Phong Xuân
Phong Sơn
Hương Vân
Hương Bình
Hồng Thuỷ
Hồng Vân
Hồng Kim
Hồng Tiến
Hồng Trung
Bắc Sơn
Hồng Hạ
Bình Điền
Bình Thành
A Lưới
Hồng Bắc
A Ngo
Hồng Quảng
Sơn Thuỷ
Phú Vinh
Xà Nhàm
Hồng Thượng
Hồng Thái
Hương Phong
Hương Nguyên
Hương Lâm
Đông Sơn
A Roàng
A Đớt
TỶ LỆ 1: 350.000
(Số hoá từ bản đồ tỷ lệ 1: 100 000)

M THỰC VẬT LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



HÌNH 5.3: BẢN ĐỒ ĐẤT L



Đề tài : KC - 08 - 12
Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý - Viện KH & CNVN. Năm 2004

ƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



CHÚ GIẢI

Nhóm đất phù sa (Fluvisols)

- Pb — Đất phù sa được bồi
- P — Đất phù sa không được bồi
- Pg — Đất phù sa bị gley
- Pf — Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng
- Py — Đất phù sa ngòi suối

Nhóm đất xám (Acrisols)

- Xa — Đất xám trên macma axit

Nhóm đất dốc tụ và đất lầy thụt

- D — Đất dốc tụ

Nhóm đất đỏ vàng (Ferrasols and Ferralic Acrisols)

- Fa — Đất đỏ vàng trên đá macma axit
- Fs — Đất đỏ vàng trên đá sét và đá biến chất
- Fp — Đất nâu vàng trên phù sa cổ
- Fq — Đất vàng nhạt trên sa thạch

Nhóm đất mùn vàng đỏ trên núi (Humic Alisols)

- Ha — Đất mùn vàng đỏ trên macma axit
- Hs — Đất mùn vàng đỏ trên đá sét và đá biến chất

Nhóm đất phèn (Thionic Fluvisols)

- Sm — Đất phèn ít và trung bình mặn

Nhóm đất mặn (Salic Fluvisols)

- M — Đất mặn ít và trung bình

Nhóm đất cát (Arenosols)

- C — Đất cát biển

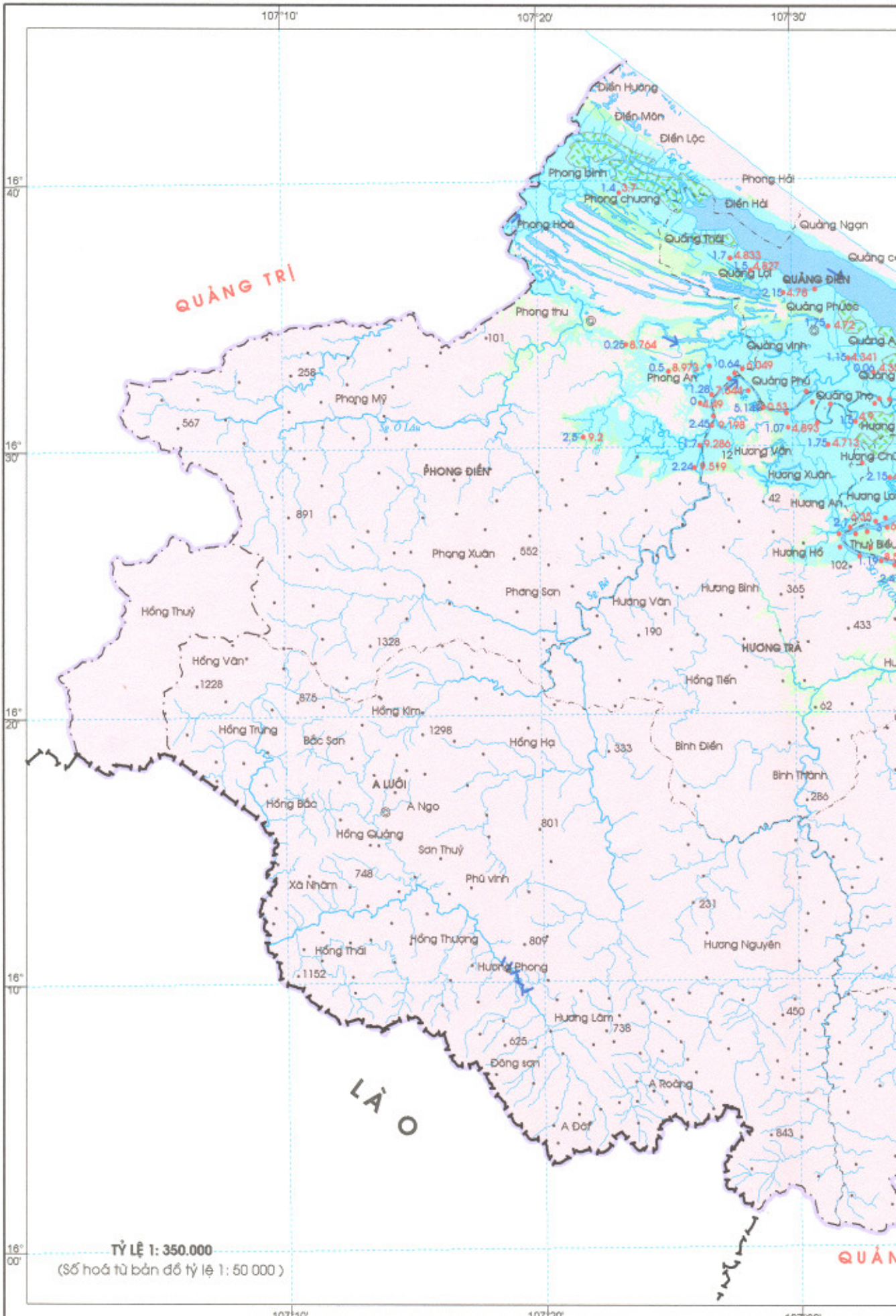
Nhóm đất xói mòn trơ sỏi đá (Leptosols)

- E — Đất xói mòn trơ sỏi đá

Ký hiệu khác

- Fl — Đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa
- Ranh giới vùng

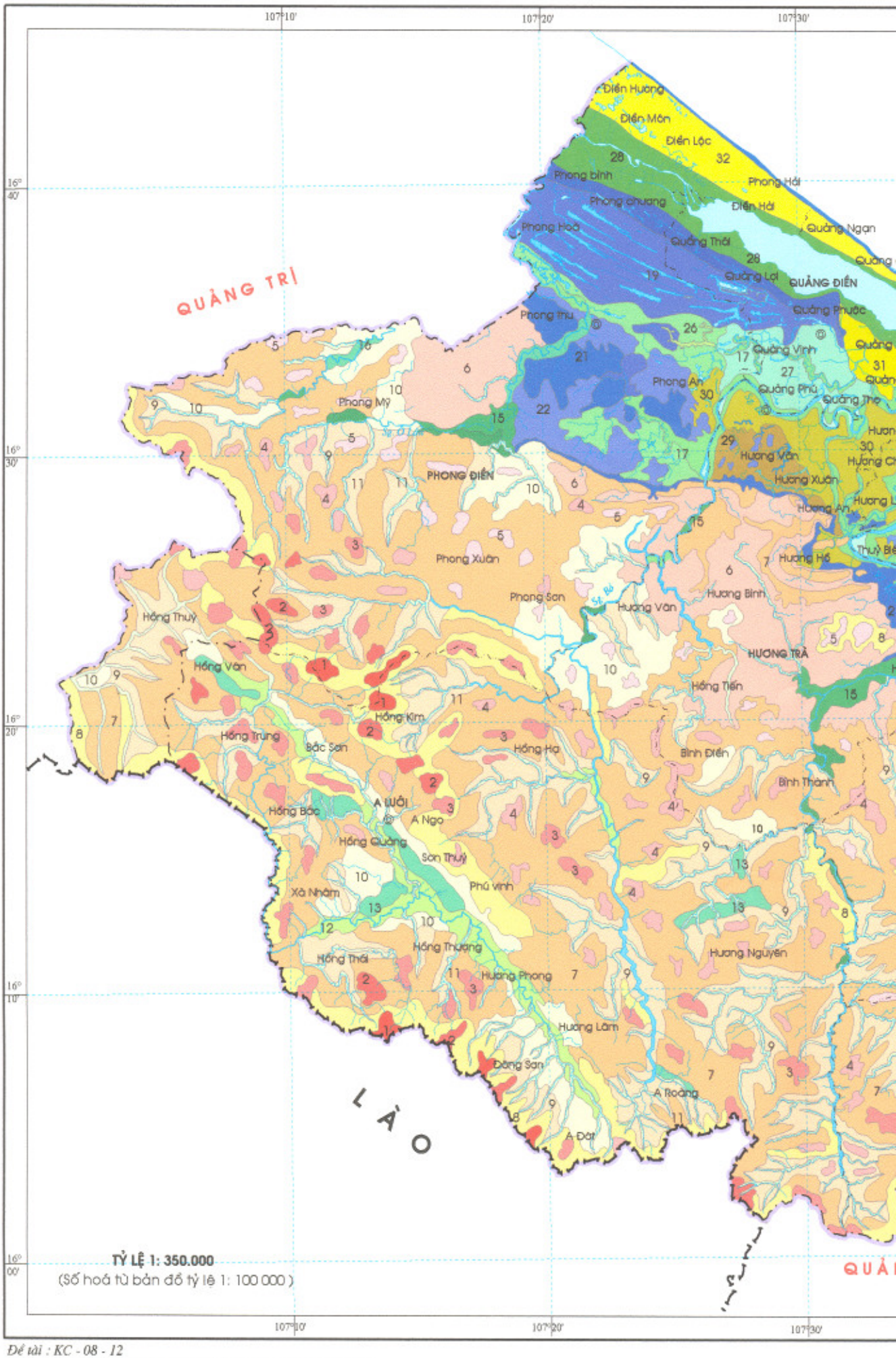
HÌNH 4.81: BẢN ĐỒ



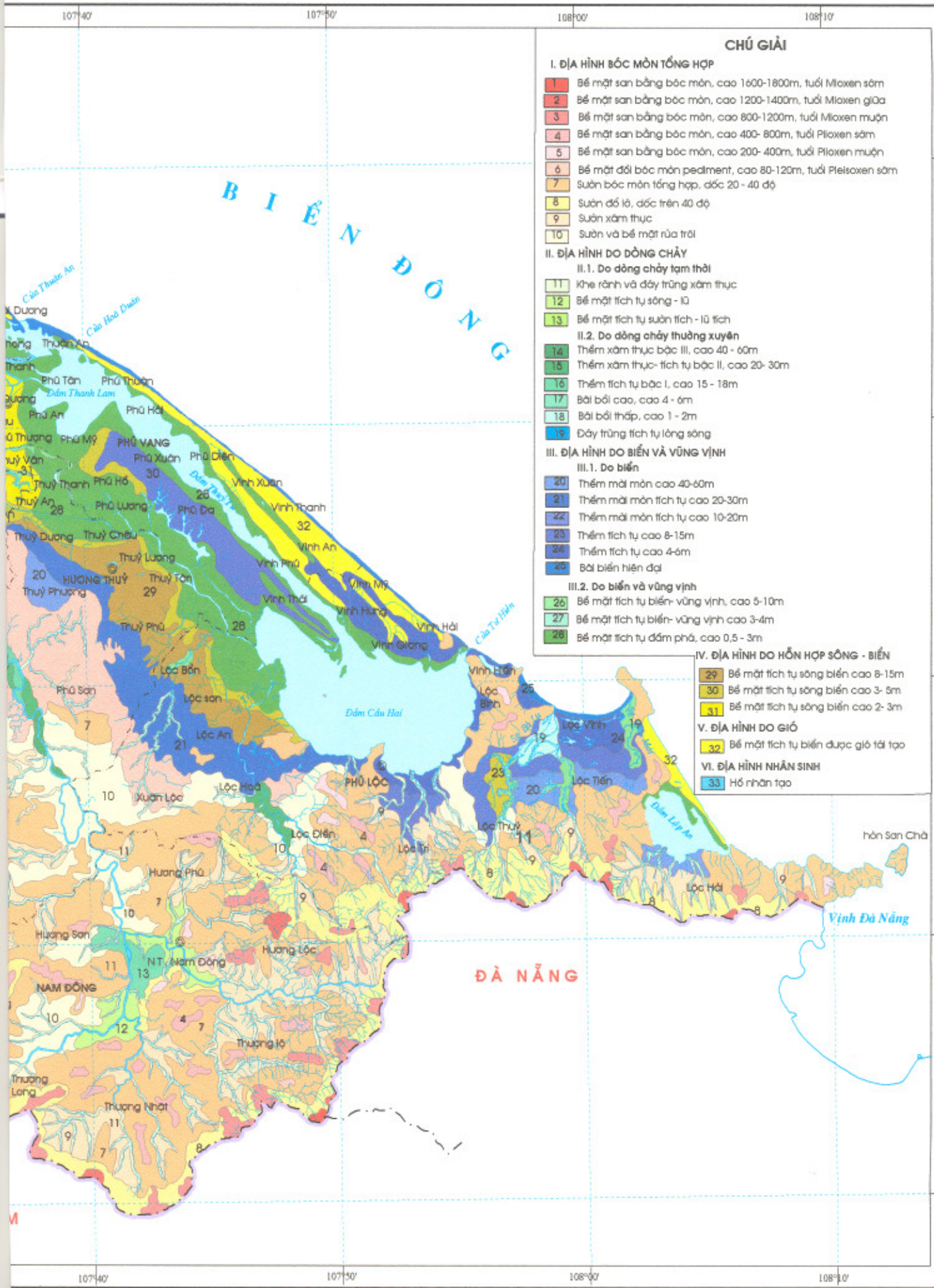
LỤT LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



HÌNH 5.4: BẢN ĐỒ



ẠO LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



CHÚ GIẢI

I. ĐỊA HÌNH BÓC MÒN TỔNG HỢP

1. Bề mặt san bằng bóc mòn, cao 1600-1800m, tuổi Miocen sớm
2. Bề mặt san bằng bóc mòn, cao 1200-1400m, tuổi Miocen giữa
3. Bề mặt san bằng bóc mòn, cao 800-1200m, tuổi Miocen muộn
4. Bề mặt san bằng bóc mòn, cao 400- 800m, tuổi Pliocen sớm
5. Bề mặt san bằng bóc mòn, cao 200- 400m, tuổi Pliocen muộn
6. Bề mặt đồi bóc mòn pediment, cao 80-120m, tuổi Pleisocen sớm
7. Sườn bóc mòn tổng hợp, dốc 20 - 40 độ
8. Sườn đồi lô, dốc trên 40 độ
9. Sườn xâm thực
10. Sườn và bề mặt rửa trôi

II. ĐỊA HÌNH DO DÒNG CHẢY

II.1. Do dòng chảy tạm thời

11. Khe rãnh và đáy trũng xâm thực
12. Bề mặt tích tụ sông - lũ
13. Bề mặt tích tụ sườn tích - lũ tích

II.2. Do dòng chảy thường xuyên

14. Thềm xâm thực bậc III, cao 40 - 60m
15. Thềm xâm thực- tích tụ bậc II, cao 20- 30m
16. Thềm tích tụ bậc I, cao 15 - 18m
17. Bãi bồi cao, cao 4 - 6m
18. Bãi bồi thấp, cao 1 - 2m
19. Đáy trũng tích tụ lòng sông

III. ĐỊA HÌNH DO BIỂN VÀ VŨNG VỊNH

III.1. Do biển

20. Thềm mài mòn cao 40-60m
21. Thềm mài mòn tích tụ cao 20-30m
22. Thềm mài mòn tích tụ cao 10-20m
23. Thềm tích tụ cao 8-15m
24. Thềm tích tụ cao 4-6m
25. Bãi biển hiện đại

III.2. Do biển và vũng vịnh

26. Bề mặt tích tụ biển- vũng vịnh, cao 5-10m
27. Bề mặt tích tụ biển- vũng vịnh cao 3-4m
28. Bề mặt tích tụ đầm phá, cao 0,5 - 3m

IV. ĐỊA HÌNH DO HỖN HỢP SÔNG - BIỂN

29. Bề mặt tích tụ sông biển cao 8-15m
30. Bề mặt tích tụ sông biển cao 3- 5m
31. Bề mặt tích tụ sông biển cao 2- 3m

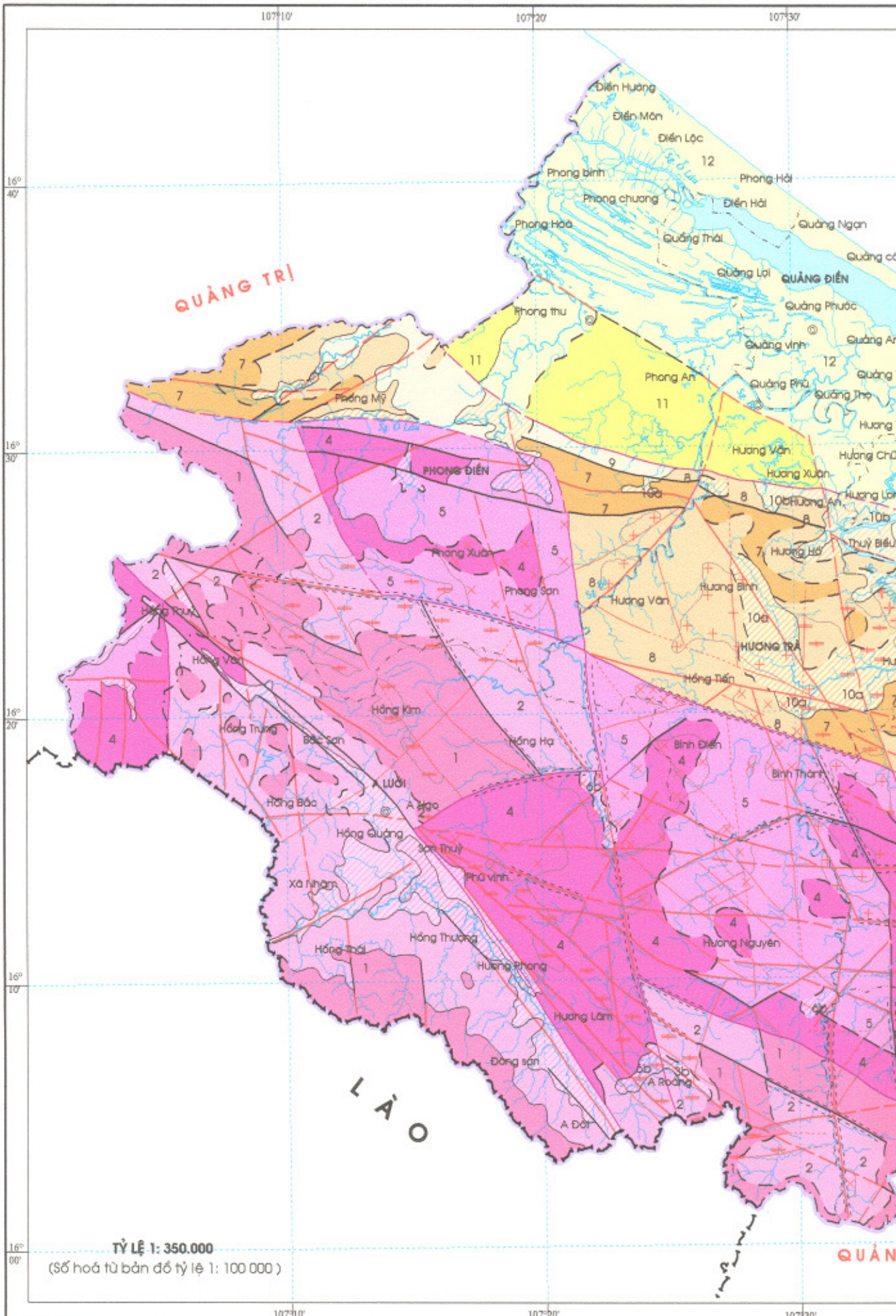
V. ĐỊA HÌNH DO GIÓ

32. Bề mặt tích tụ biển được gió tái tạo

VI. ĐỊA HÌNH NHÂN SINH

33. Hồ nhân tạo

HÌNH 5.5: BẢN ĐỒ KIẾN TRÚC V



21a

ẠT TÍNH TÂN KIẾN TẠO LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



CHÚ GIẢI

CÁC ĐƠN VỊ KIẾN TRÚC VÀ HOẠT TÍNH TÂN KIẾN TẠO:

1. Đới nâng phân dị mạnh

- Khu vực nâng có biên độ tương đối cao (trên 1000m)
- Khu vực nâng có biên độ tương đối trung bình (dưới 1000m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a/ phủ trầm tích; b/ lt - không phủ)

2. Đới nâng phân dị trung bình

- Khu vực có biên độ nâng tương đối trung bình (trên 500m)
- Khu vực có biên độ nâng tương đối thấp (dưới 500m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a/ phủ trầm tích; b/ lt - không phủ)

3. Đới nâng phân dị trung bình - yếu

- Khu vực có biên độ nâng tương đối trung bình (trên 300m)
- Khu vực có biên độ nâng tương đối thấp (dưới 300m)
- Khu vực nâng thụ động, tương đối bình ổn
- Các trũng giữa núi, địa hào (a/ phủ trầm tích; b/ lt - không phủ)

4. Đới sụt lún

- Vùng sụt yếu lộ móng
- Vùng sụt bị phủ trầm tích N - Q

HỆ THỐNG ĐỨT GÃY BIỂU HIỆN HOẠT ĐỘNG TKT

- Đứt gãy phân chia đới kiến trúc (a/ xác định; b/ giả định)
- Đứt gãy phân khu chia vục kiến trúc (a/ xác định; b/ giả định)
- Đứt gãy có tính chi phối, kiểm soát địa hình thể hiện rõ (a/ xác định; b/ giả định)
- Đứt gãy khác (a/ xác định; b/ giả định)
- Đới nứt nẻ phát triển, dăm hoá đất đá

CÁC KÝ HIỆU KHÁC

- Các thành tạo macma xâm nhập kiểu tạo núi: a/ granit PH. Đại Lộc (tuổi D1);
- b/ Granit PH. Bến Giằng - Quế Sơn (p2); c/ Granit PH. Hải Vân (T3);
- d/ Gabro-diabaz PH. Chà Vằn (T3); e/ granit PH. Đèo Cả (K); g/ granit PH. Bà Nà (K-P)

- Ranh giới các khu vực kiến trúc (a/ xác định; b/ giả định)
- Ranh giới các thành tạo macma

HÌNH 5.6: BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT THU



22a

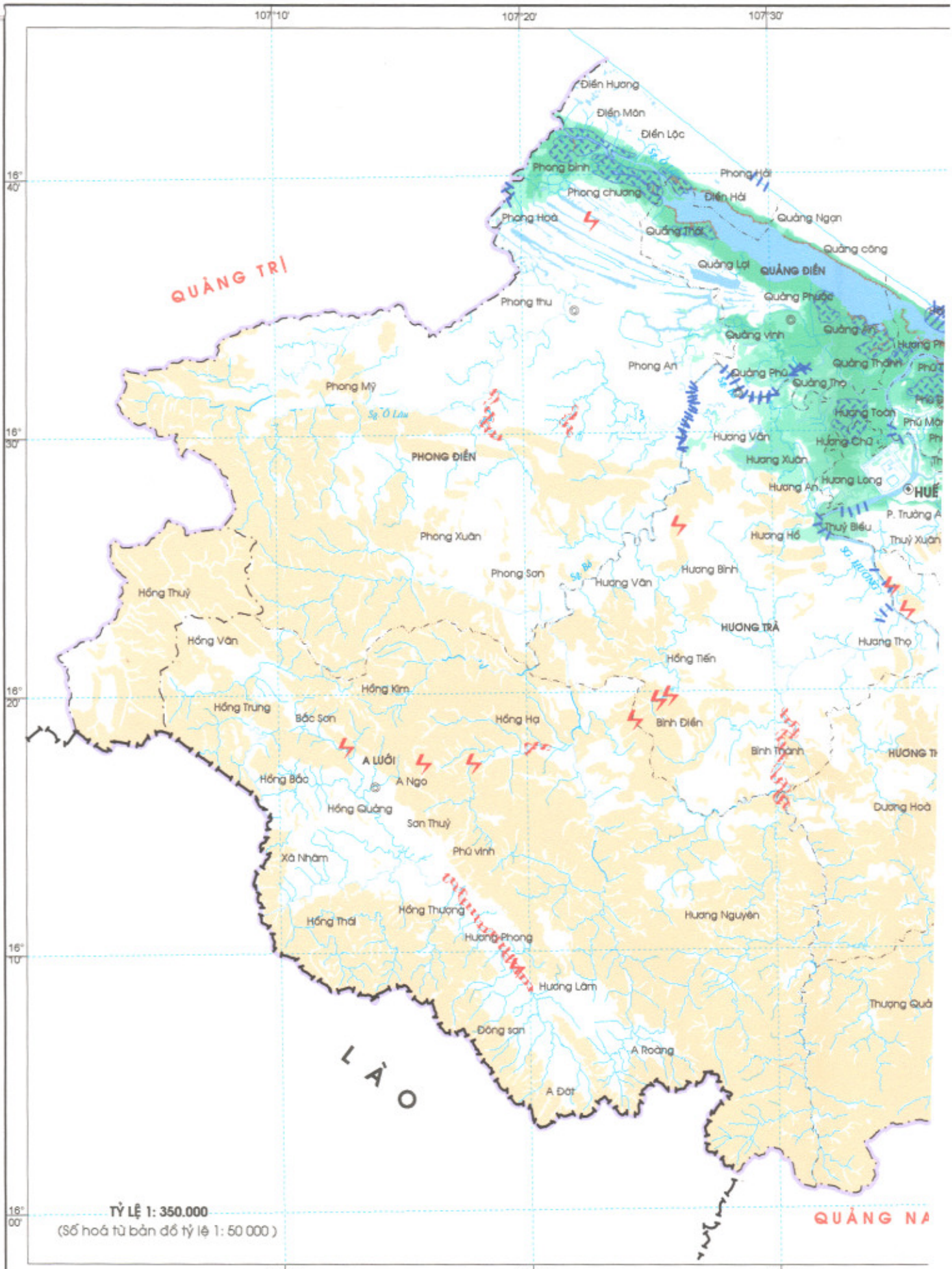
Ỷ VĂN LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



NG HỢP TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG



HÌNH 5.8: BẢN ĐỒ CẢNH

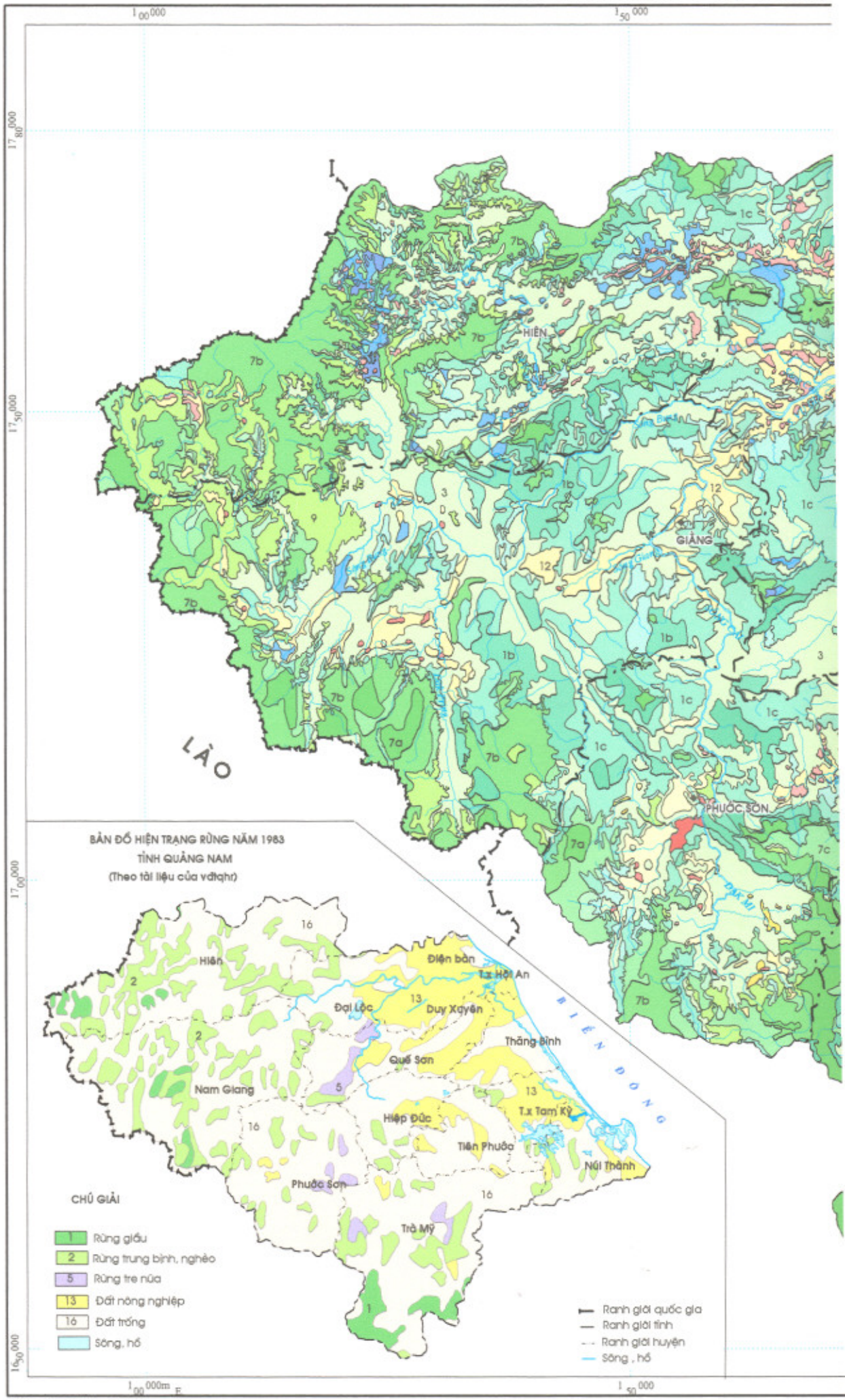


Đề tài : KC - 08 - 12
Cơ quan thực hiện: Viện Địa lý, Viện KH & CNVN. Năm 2004

BÁO NGẬP LỤT LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG

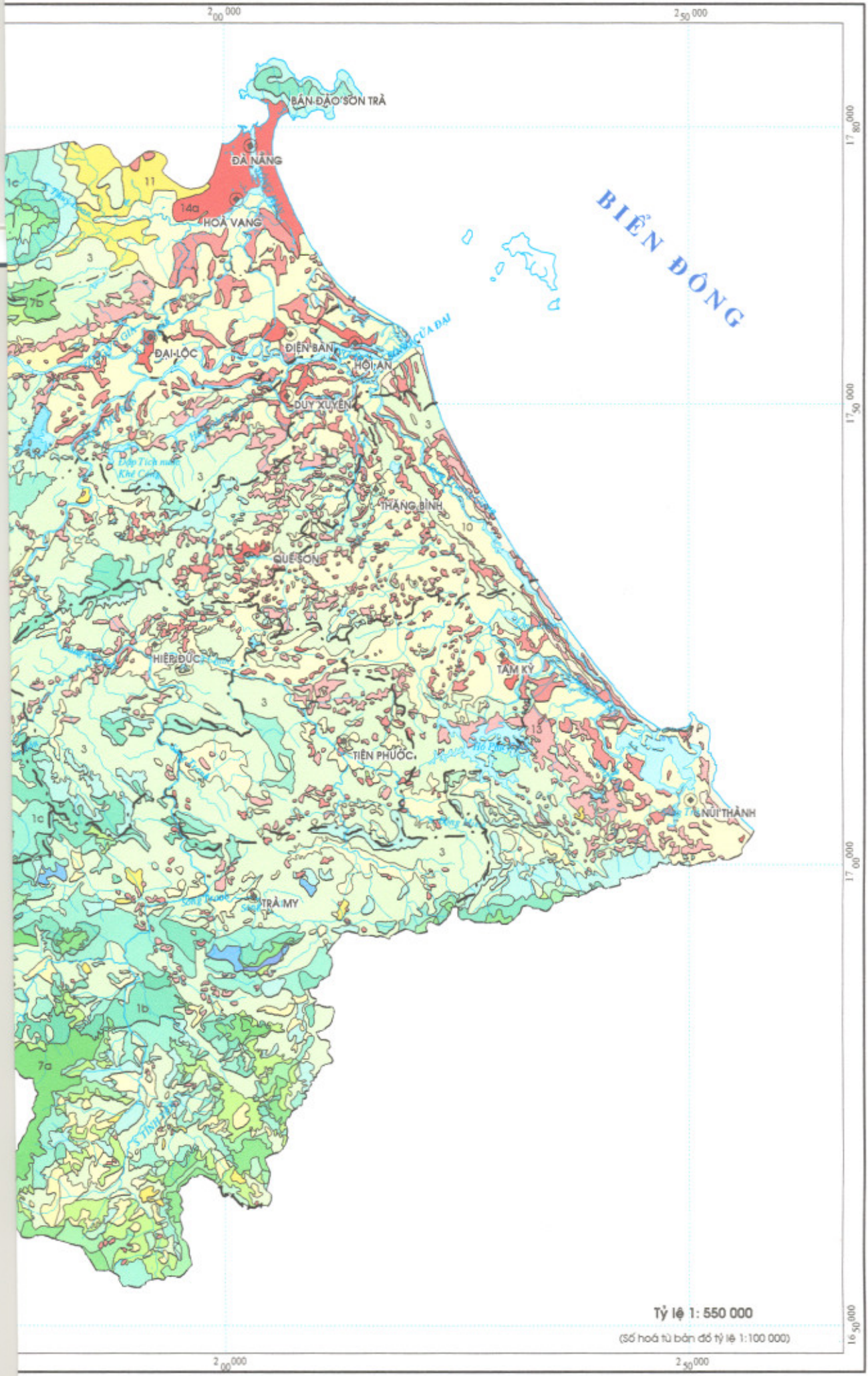


HÌNH 5.9: BẢN ĐỒ THẢM THỰ

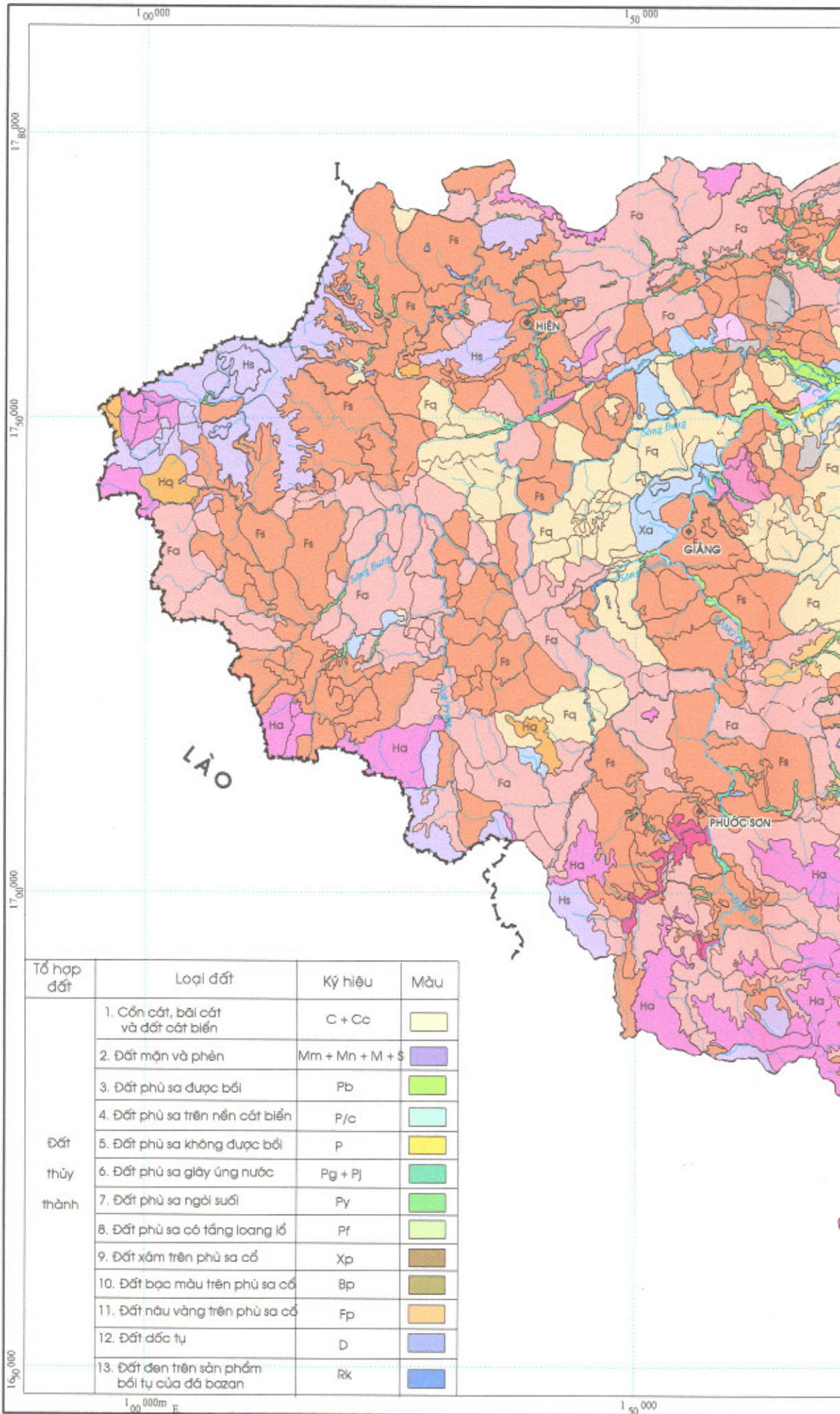


25b

VẬT LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



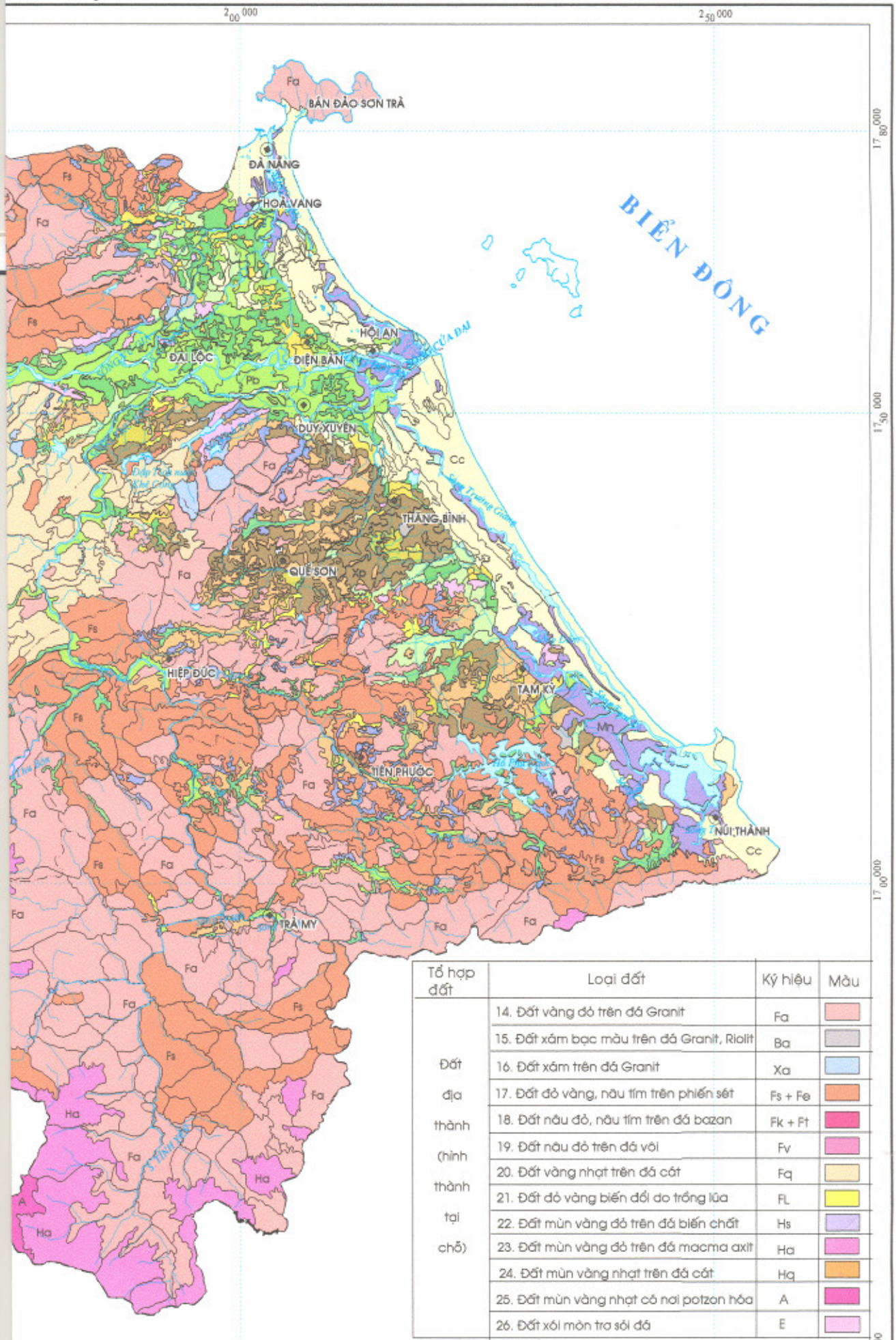
HÌNH 5.10: BẢN ĐỒ ĐẤ



Tổ hợp đất	Loại đất	Ký hiệu	Màu
Đất thủy thành	1. Cồn cát, bãi cát và đất cát biển	C + Cc	
	2. Đất mặn và phèn	Mm + Mn + M + S	
	3. Đất phù sa được bồi	Pb	
	4. Đất phù sa trên nền cát biển	P/c	
	5. Đất phù sa không được bồi	P	
	6. Đất phù sa glây úng nước	Pg + Pj	
	7. Đất phù sa ngòi suối	Py	
	8. Đất phù sa có tầng loang lổ	Pf	
	9. Đất xám trên phù sa cổ	Xp	
	10. Đất bạc màu trên phù sa cổ	Bp	
	11. Đất nâu vàng trên phù sa cổ	Fp	
	12. Đất dốc tụ	D	
	13. Đất đen trên sản phẩm bồi tụ của đá bazan	Rk	

27a

T LƯU VỰC SÔNG THU BỒN

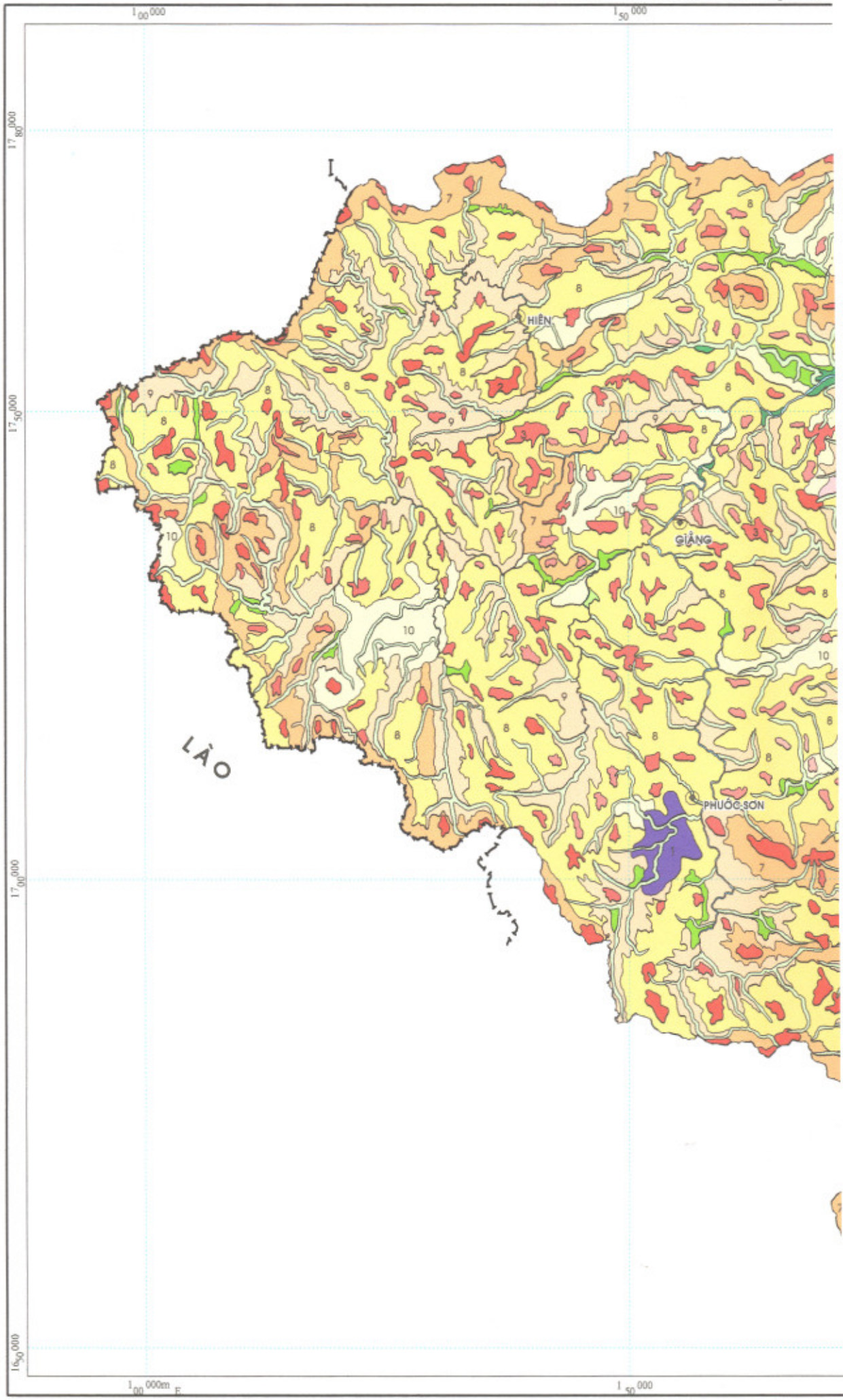


Tổ hợp đất	Loại đất	Ký hiệu	Màu
Đất địa thành (hình thành tại chỗ)	14. Đất vàng đỏ trên đá Granit	Fa	
	15. Đất xám bạc màu trên đá Granit, Riolit	Ba	
	16. Đất xám trên đá Granit	Xa	
	17. Đất đỏ vàng, nâu tím trên phiến sét	Fs + Fe	
	18. Đất nâu đỏ, nâu tím trên đá bazan	Fk + Ft	
	19. Đất nâu đỏ trên đá vôi	Fv	
	20. Đất vàng nhạt trên đá cát	Fq	
	21. Đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa	FL	
	22. Đất mùn vàng đỏ trên đá biến chất	Hs	
	23. Đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit	Ha	
	24. Đất mùn vàng nhạt trên đá cát	Hq	
	25. Đất mùn vàng nhạt có nơi potzon hóa	A	
	26. Đất xói mòn trơ sỏi đá	E	

Tỷ lệ 1: 550 000

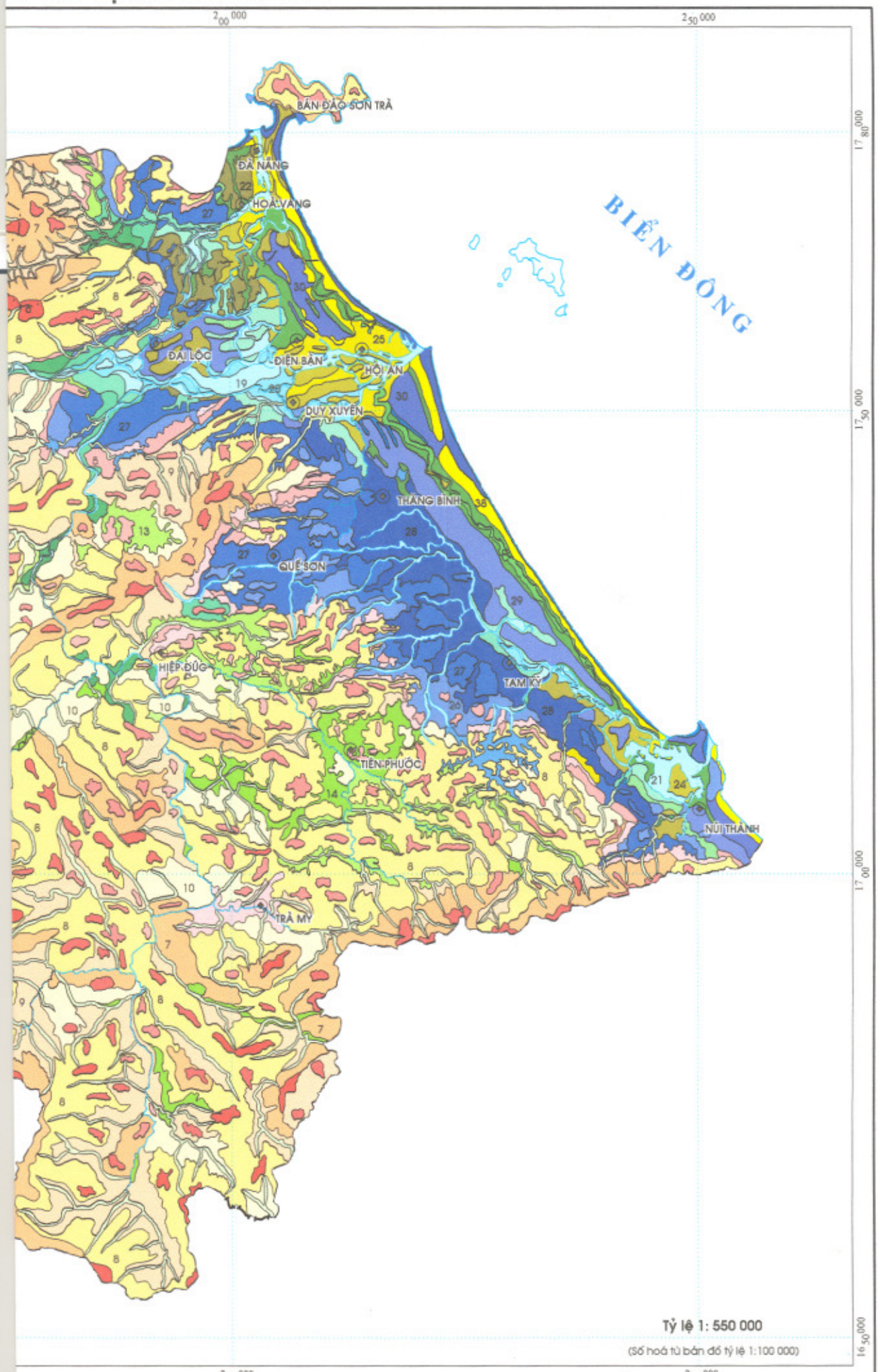
(Số hoá từ bản đồ tỷ lệ 1:100 000)

HÌNH 5.11: BẢN ĐỒ ĐỊA M



28a

ÁO LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ ĐỊA MẠO

CÁC KIỂU NGUỒN GỐC ĐỊA HÌNH

I. Địa hình núi lửa

1 Bề mặt dung nham bazan sót dạng mặt bàn cao 800 - 900m tuổi Pliocen

II. Địa hình do quá trình bóc mòn tổng hợp

II.1. Bề mặt san bằng

2 Bề mặt san bằng bóc mòn (pediment) cao 1200 - 1400m tuổi Miocen muộn

3 Bề mặt san bằng bóc mòn (pediment) cao 800 - 1200m tuổi Pleistocen sớm

4 Bề mặt san bằng bóc mòn (pediment) cao 200 - 600m tuổi Pleistocen muộn

5 Bề mặt san bằng bóc mòn (pediment) cao 80 - 120m tuổi Pleistocen sớm

6 Bề mặt pediment cao 40 - 60m tuổi Pleistocen giữa - muộn

II.2. Bề mặt sườn

7 Sườn đồ lở dốc trên 45 độ

8 Sườn bóc mòn tổng hợp

9 Sườn xâm thực

10 Sườn và bề mặt bóc mòn rửa trôi

III. Địa hình do dòng chảy

III.1. Địa hình dòng chảy tạm thời

11 Khe xói và đáy trũng xâm thực sông suối

12 Thềm sông - lũ tuổi đầu Pleistocen muộn

13 Bề mặt tích tụ sông - sườn tích - lũ tích tuổi Đệ tứ không phân chia

14 Bề mặt tích tụ sườn tích - lũ tích tuổi Đệ tứ

III.2. Địa hình dòng chảy thường xuyên

15 Thềm xâm thực bậc III, cao 40 - 60m tuổi Pleistocen giữa

16 Thềm xâm thực - tích tụ bậc II, cao 20 - 30m tuổi đầu Pleistocen muộn

17 Thềm tích tụ bậc I, cao 8 - 12m tuổi cuối Pleistocen muộn

18 Bãi bồi cao, cao 4 - 8m tuổi Holocen giữa

19 Bãi bồi thấp, cao 3 - 4m tuổi Holocen giữa - muộn

20 Bãi cát ven lòng, cao 2 - 3m tuổi hiện đại

21 Lòng sông và bãi cát thấp ven lòng hiện đại

IV. Địa hình nguồn gốc hỗn hợp sông - biển

22 Thềm tích tụ sông - biển cao 8 - 15m tuổi cuối Pleistocen muộn

23 Bề mặt tích tụ sông - biển cao 4 - 6m tuổi Holocen sớm - giữa

24 Bề mặt tích tụ sông - biển cao 3 - 4m tuổi Holocen giữa - muộn

25 Bề mặt tích tụ sông - biển cao 1 - 3m tuổi hiện đại

V. Địa hình nguồn gốc biển, đầm phá - vũng vịnh

V.1. Nhóm thềm mài mòn - tích tụ

26 Thềm mài mòn cao 40 - 60m tuổi Pleistocen giữa

27 Thềm mài mòn - tích tụ cao 20 - 30m tuổi đầu Pleistocen muộn

28 Thềm mài mòn - tích tụ cao 10 - 15m tuổi cuối Pleistocen muộn

V.2. Nhóm các bề mặt bar cát và bãi biển

29 Bề mặt bar cát tích tụ cát biển cao 10 - 15m tuổi cuối Pleistocen muộn

30 Bề mặt bar cát tích tụ cao 4 - 6m tuổi Holocen giữa

31 Bề mặt bar cát tích tụ cao 2 - 3m tuổi hiện đại

32 Bãi biển hiện đại

V.3. Nhóm địa hình đầm phá - vũng vịnh

33 Bề mặt tích tụ biển - đầm lầy cao 2 - 5m tuổi Holocen giữa - muộn

34 Bề mặt tích tụ đầm phá tuổi Holocen giữa - muộn

35 Bề mặt tích tụ đầm phá tuổi hiện đại

36 Bề mặt tích tụ vũng vịnh cao 8 - 12m tuổi cuối Pleistocen muộn

37 Bề mặt tích tụ vũng vịnh cao 4 - 6m tuổi Holocen giữa

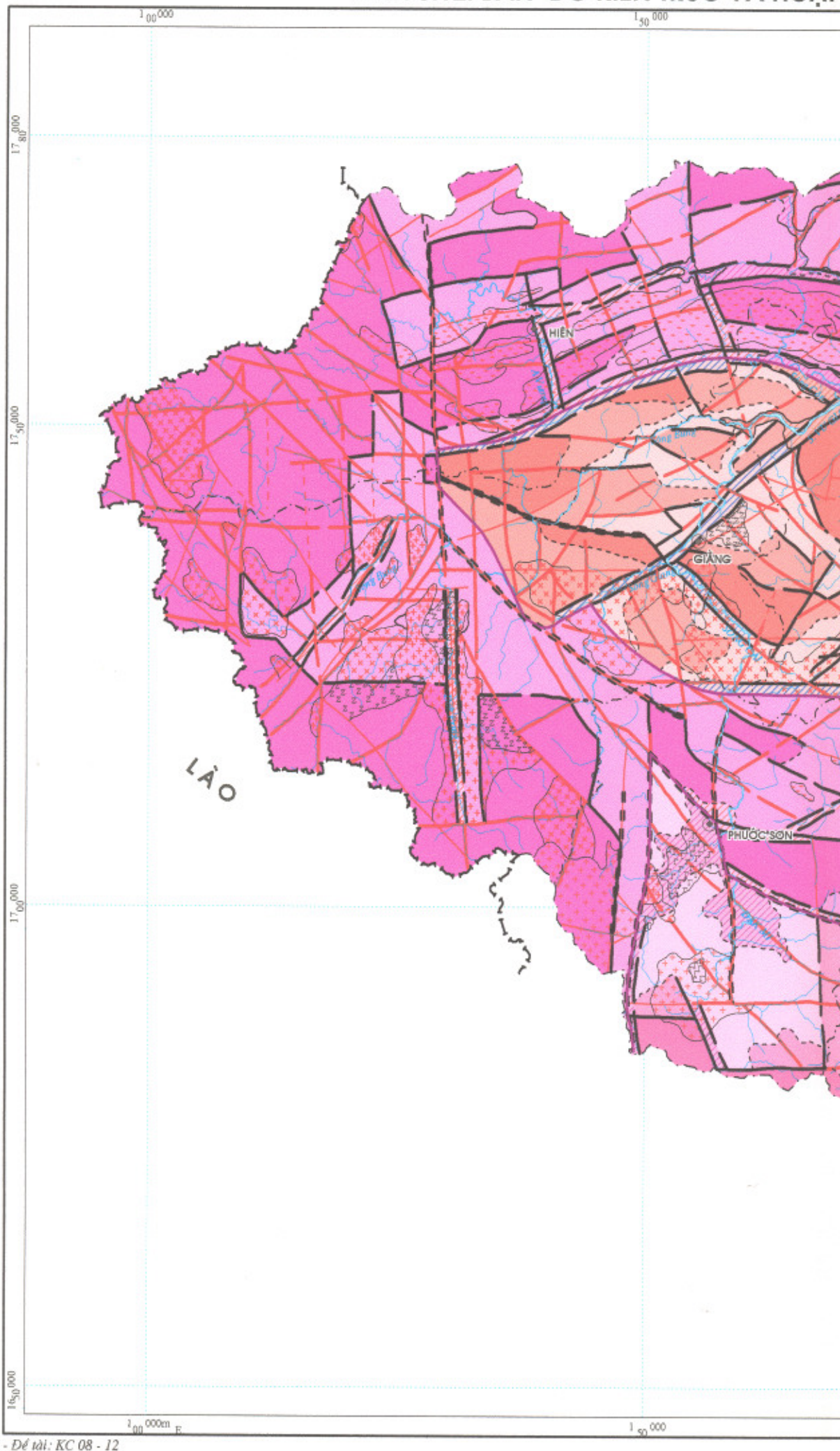
VI. Địa hình do gió

38 Đê cát tích tụ biển được tái do gió tạo tuổi Holocen giữa - hiện đại

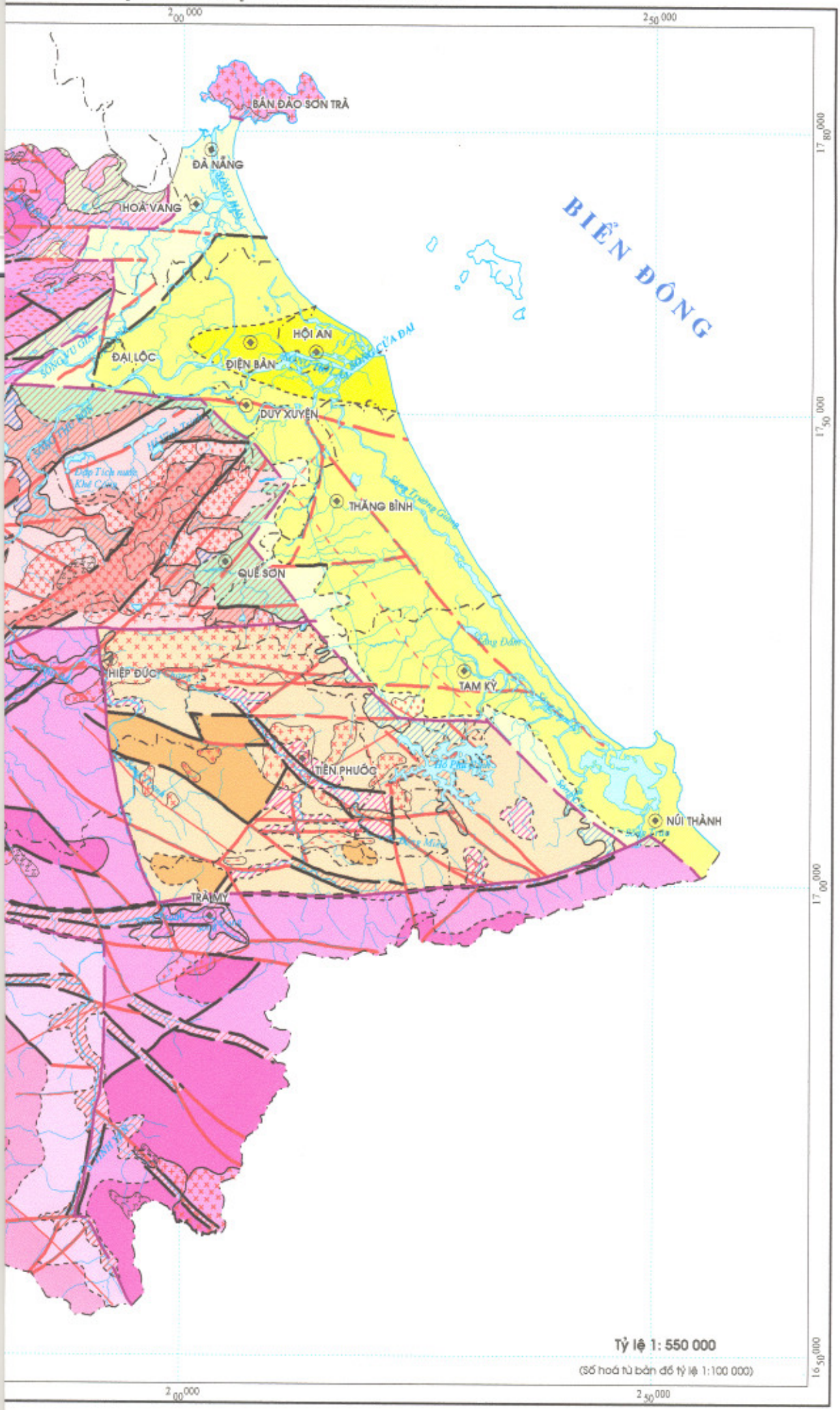
VII. Địa hình nhân sinh

39 Hồ chứa nước nhân tạo

HÌNH 5.12: BẢN ĐỒ KIẾN TRÚC VÀ HOẠT



ÂN KIẾN TẠO LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ KIẾN TRÚC VÀ HOẠT TÍNH TÂN KIẾN TẠO

Các đơn vị kiến trúc và hoạt tính tân kiến tạo:

1. Đới nâng phân dị mạnh - rất mạnh

- Khu vực nâng có biên độ cao (trên 2000m)
- Khu vực nâng có biên độ tương đối cao (trên 1500m)
- Khu vực nâng có biên độ trung bình (dưới 1500m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a: phủ trầm tích; b: ít - không phủ)

2. Đới nâng phân dị mạnh

- Khu vực nâng có biên độ tương đối cao (trên 1000m)
- Khu vực nâng có biên độ tương đối trung bình (dưới 1000m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a: phủ trầm tích; b: ít - không phủ)
- Vùng rìa núi bị lôi kéo vào sụt lún yếu - tương đối bình ổn

3. Đới nâng phân dị trung bình - mạnh

- Khu vực có biên độ nâng tương đối cao (trên 1000m)
- Khu vực có biên độ nâng tương đối trung bình (dưới 1000m)
- Khu vực có biên độ nâng tương đối thấp (dưới 500m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a: phủ trầm tích; b: ít - không phủ)
- Vùng rìa núi bị lôi kéo vào sụt lún yếu - tương đối bình ổn

4. Đới nâng phân dị trung bình - yếu

- Khu vực có biên độ nâng trung bình (trên 500m)
- Khu vực nâng tương đối yếu (dưới 500m)
- Các trũng giữa núi, địa hào (a: phủ trầm tích; b: ít - không phủ)
- Vùng rìa núi bị lôi kéo vào sụt lún yếu - tương đối bình ổn

5. Đới sụt lún

- Khu vực sụt lún biên độ tương đối trung bình (trên 300m)
- Khu vực sụt lún biên độ tương đối thấp (dưới 300m)

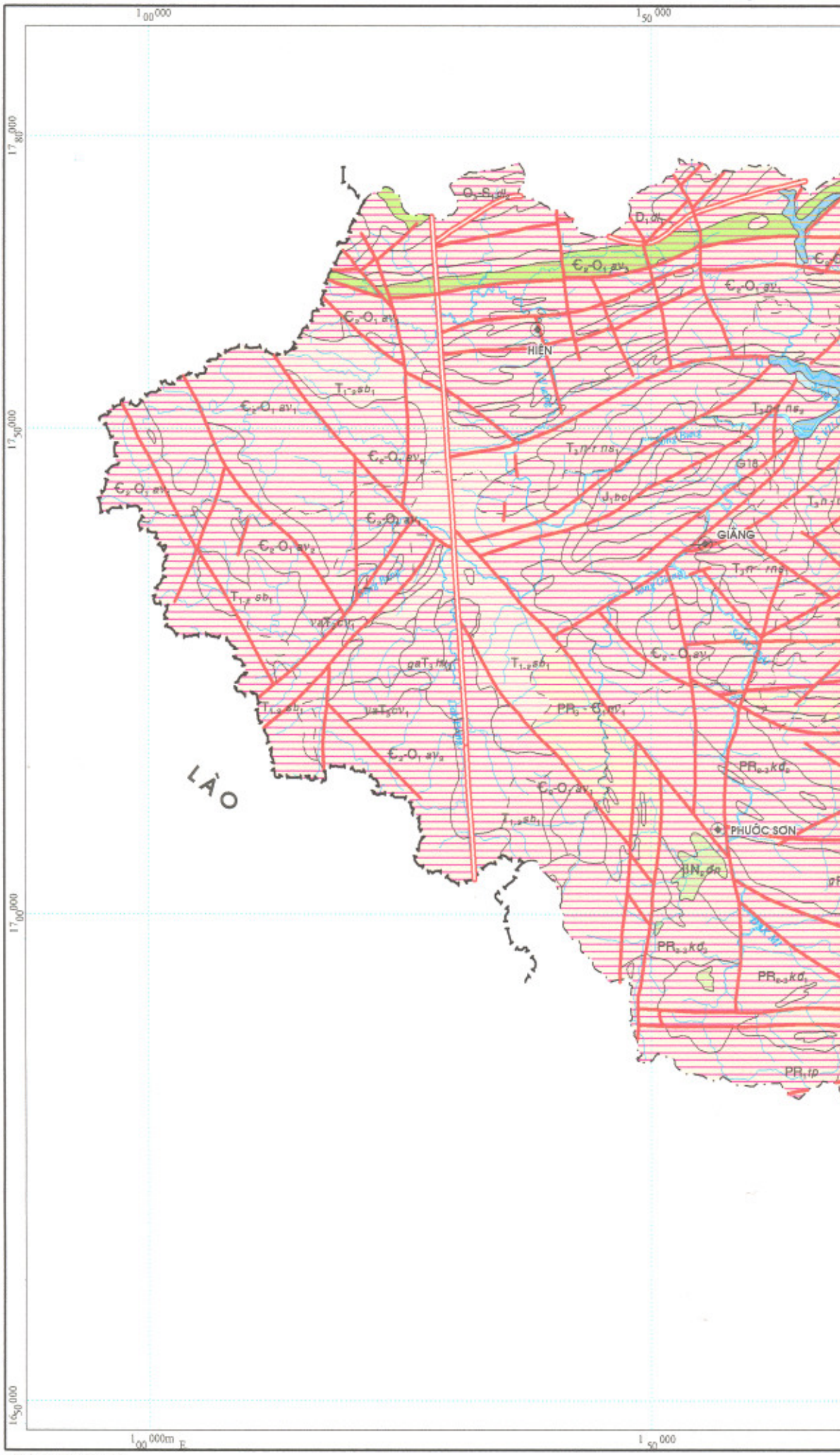
Hệ thống đứt gãy biểu hiện hoạt động tân kiến tạo

- Đứt gãy phân chia đới kiến trúc (a: xác định; b: giả định)
- Đứt gãy phân khu chia vực kiến trúc (a: xác định; b: giả định)
- Đứt gãy có tính chi phối, kiểm soát địa hình thể hiện rõ (a: xác định; b: giả định)
- Đứt gãy khác (a: xác định; b: giả định)
- Đới nứt nẻ phát triển, dăm hoá đất đá

Các ký hiệu khác

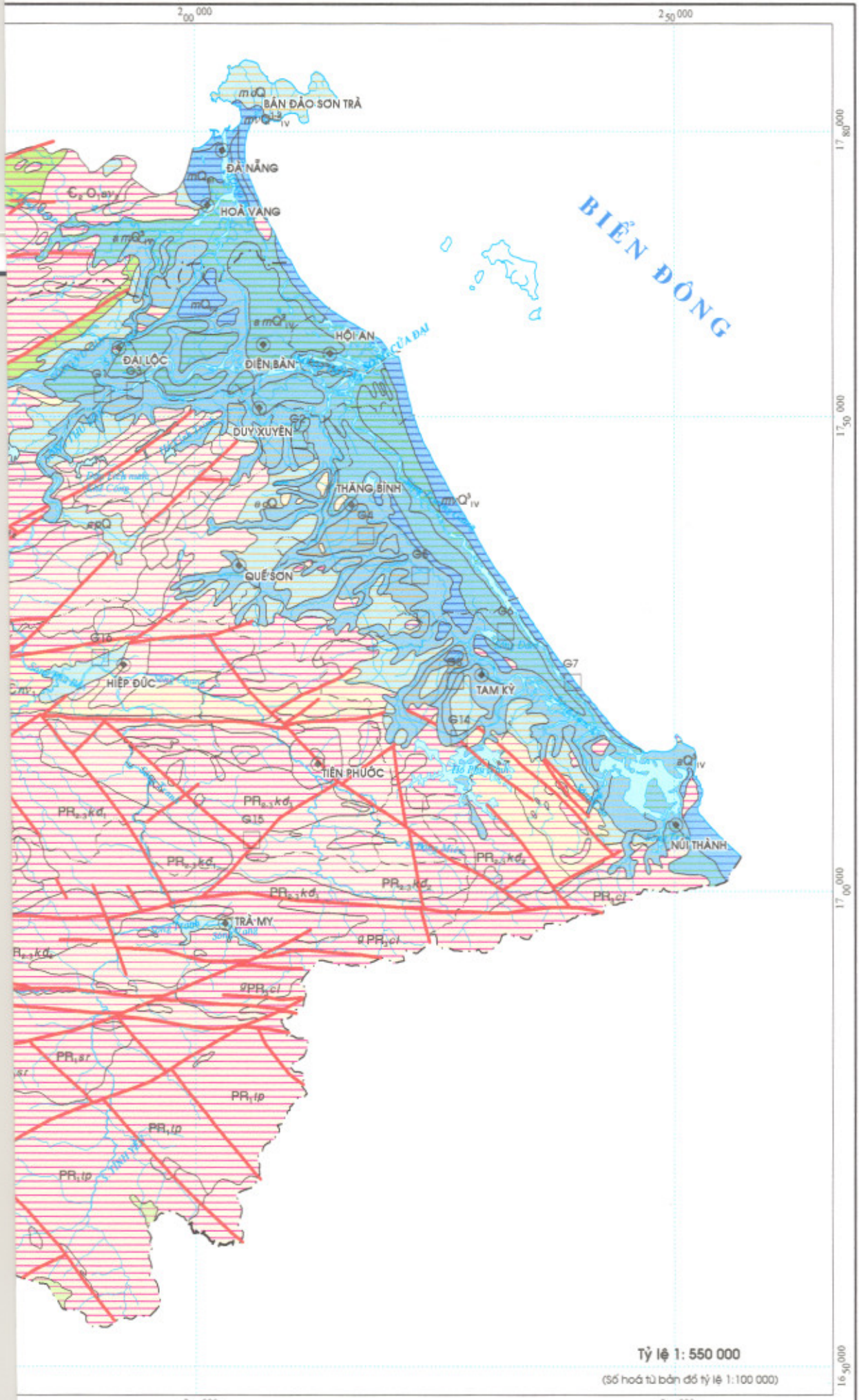
- Các thành tạo macma xâm nhập kiểu tạo núi: a: granit PH. Đại Lộc (tuổi D1); b: granit PH. Bến Giằng - Quế Sơn (P); c: granit PH. Hải Vân (T); d: Gabro-diabaz PH. Chà Vân (T); e: granit PH. Đèo Cả (K); g: granit PH. Bà Nà (K-P)
- Phủ bazan N - Q
- Ranh giới các khu vực kiến trúc (a: xác định; b: giả định)
- Ranh giới các thành tạo macma
- Sông, hồ
- Ranh giới quốc gia
- Ranh giới tỉnh

HÌNH 5.13: BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤ



32 a

VĂN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

I . HỆ THỐNG CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC

Dạng tồn tại nước dưới đất	Các tầng chứa nước	Tuổi địa chất và các tầng chứa nước	Thành phần thạch học chủ yếu	Mức độ giàu nghèo			
				Giàu	Trung bình	Nghèo	Rất nghèo
Lỗ hổng	Các tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích sông hệ Đệ tứ thống Holocen	mvQ^3_{IV} , aQ_{IV}^3, $a\,mQ_{IV}^3$, $a\,mQ_{IV}^2$, mQ_{IV}^2	Cát, cát pha, sét pha, cuội, sỏi.				
	Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen	mQ_{III}, aQ_{II-III}, $a\,d$, $a\,dQ_{I-III}$, $a\,mQ_{II-III}$, aQ_I	Cát, cát pha, sét pha, cuội, sỏi, tảng.				
	Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Đệ tứ không phân chia.	$a\,dQ$, $e\,dQ$, $a\,pQ$	Sét, sét pha, cuội, sỏi, dăm.				
Khe nứt	Tầng chứa nước trong trầm tích Neogen hệ tầng ái Nghĩa	$Na\,n$	Cát kết, bột kết, sét kết.				
	Tầng chứa nước trong thành tạo bazan hệ tầng Đại Ngà.	$bN_2\,đn$	Bazan đặc sít xen bazan lỗ hổng				
	Tầng chứa nước trong các thành tạo biến chất Cambri - Ocdovic hạ, phụ hệ phụ tầng trên	$Є_2$- O_1av_3	Đá phiến sericit, thạch anh kết tinh				
	Tầng chứa nước trong các thành tạo biến chất Proteozoi - Cambri	PR_3-$Є_1$	Gnei, amphybolit, đá phiến thạch anh.				
	Các thành tạo chứa nước rất nghèo hoặc không chứa nước	J_2hc, J_1kr, J_1bc, T_3n-rns, $T_{1-2}sb_1$, D_1tl_2, D_1tl_1, O_3-S_1ld_1, $Є$-S_1dlg_2, $Є$- $Sdlg_1$, $Є_2$-O_1av_2, $Є_2$- O_1av_1, PR_2-$_3kd_3$, PR_2-$_3kd_2$, PR_2-$_3kd_1$, PR_1sr, , δ–γδ O-S$\tilde{l}_b$ PγaD$_1$ dl_1, νμPZ_1nn, γ–δ PZ_1nn, γ–δ PR_3nn, δPZ_1hd, PZ_1nn $PR_1\tilde{s}_v$	Cát kết, cát bột kết, đá phiến sét, đá phiến silic, đá phiến, biotit, đá vôi hoa hoá.				

II . KHẢ NĂNG NGẤM CỦA CÁC THÀNH TẠO ĐỊA CHẤT

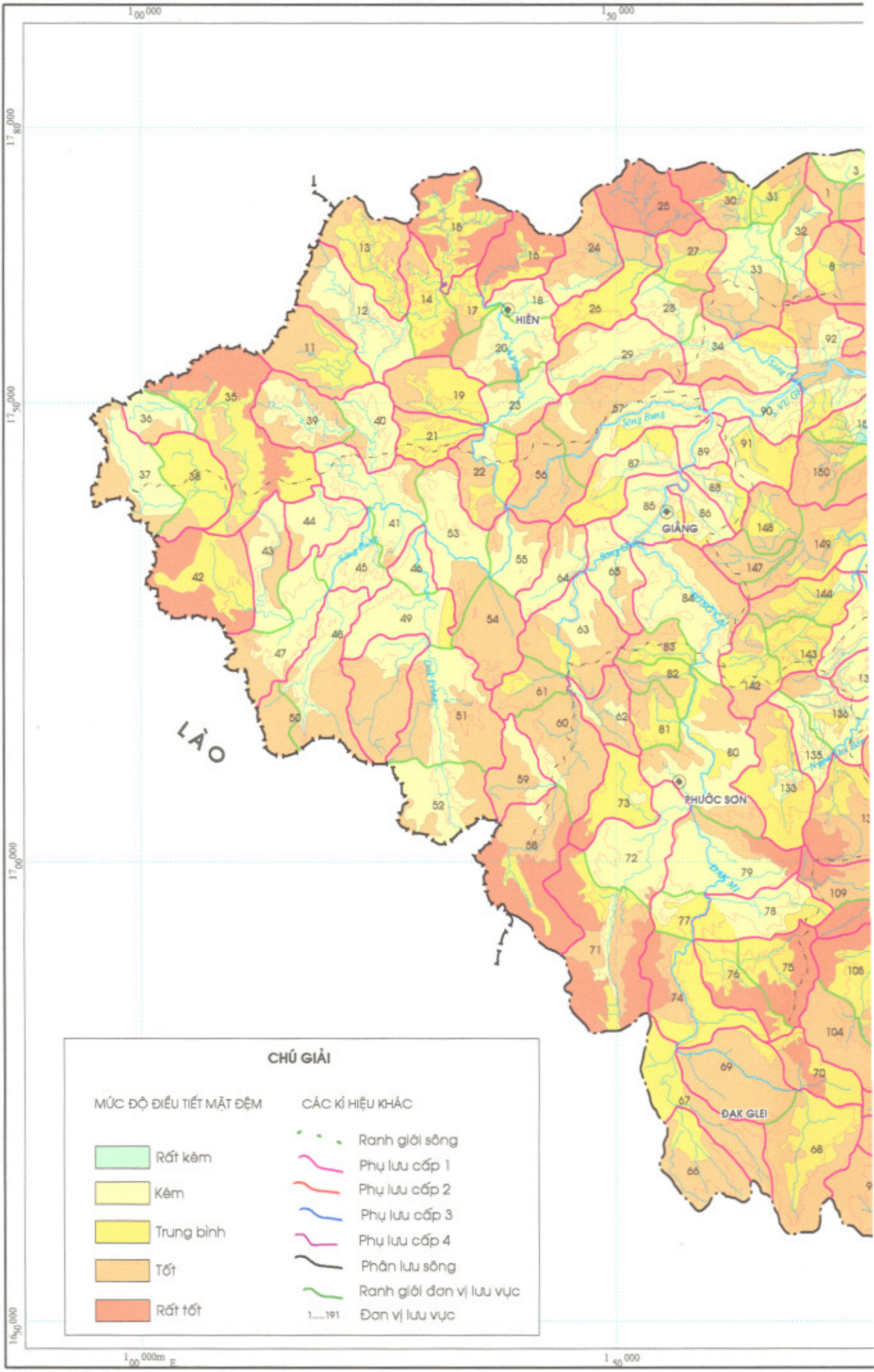
Dạng tồn tại nước dưới đất	Các thành tạo địa chất	Thành phần thạch học	Thành phần thạch học chủ yếu	Hệ số ngấm (α)			
				Tốt (0.4)	Trung bình (0.3)	Kém (0.2)	Rất kém (0.1)
Lỗ hổng	Các thành tạo biển, gió	mvQ_V^3 , mQ_V^2 , mQ_{III}	Cát thạch anh trắng				
	Các thành tạo sông, biển	$a\,dQ_V^3$, $a\,mQ_{IV}^2$, $a\,dQ_{II-III}$, $a\,mQ_{II-III}$	Cát , sỏi, sạn, sét				
	Các thành tạo sông	$a\,dQ$, $e\,dQ$, $a\,pQ$, aQ_V^3, aQ_{II-III}, aQ_I	Cuội, sỏi, cát, bọt, sét				
Khe nứt	Các thành tạo đá cứng trước Đệ Tứ	$Na\,n$, $bN_2\,đn$, J_2hc, J_1kr, J_1bc, T_3n-rns, $T_{1-2}sb_1$, D_1tl_2, D_1tl_1, O_3-S_1ld_1, $Є$ -$Sdlg_2$, $Є$-$Sdlg_1$, $Є_2$-O_1av_3, $Є_2$-O_1av_2, $Є_2$-O_1av_1, PR_3-$Є_1$, PR_2-$_3kd_3$, PR_2-$_3kd_2$, PR_2-$_3kd_1$, PR_1dr, γ, δ–γδ O-S$\tilde{l}_b$, PγaD$_1$ dl_1, νμPZ_1nn, γ–δ PZ_1nn, γ–δ PZ_3nn, δ PZ_1hd, PZ_1nn, ν$PR_3\tilde{s}_v$, $PR_1\tilde{s}_v$	Sét vôi xen bột kết, đá phiến sét. Cát bột kết, cuội sạn kết, cát kết dạng quaczit, đá phiến silic, đá phiến biotit, đávôi hoa hoá, Granit apit, pegmatit, granitbiotit, granit hai mica				

III . CÁC KÍ HIỆU KHÁC

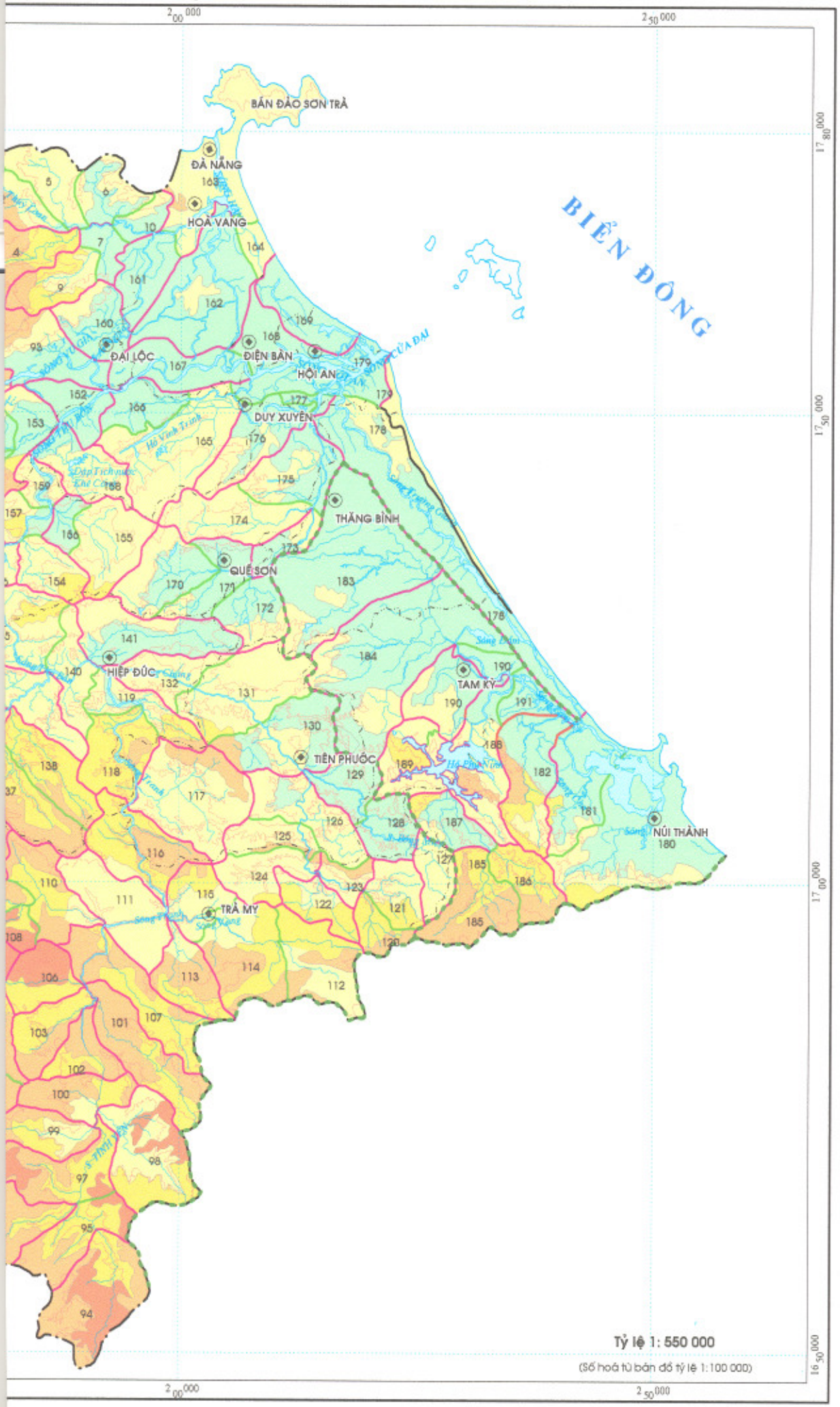
a ~ b Ranh giới các tầng chứa nước
a- xác định b- dự kiến

A
◯ Giếng khoan ; A: số liệu

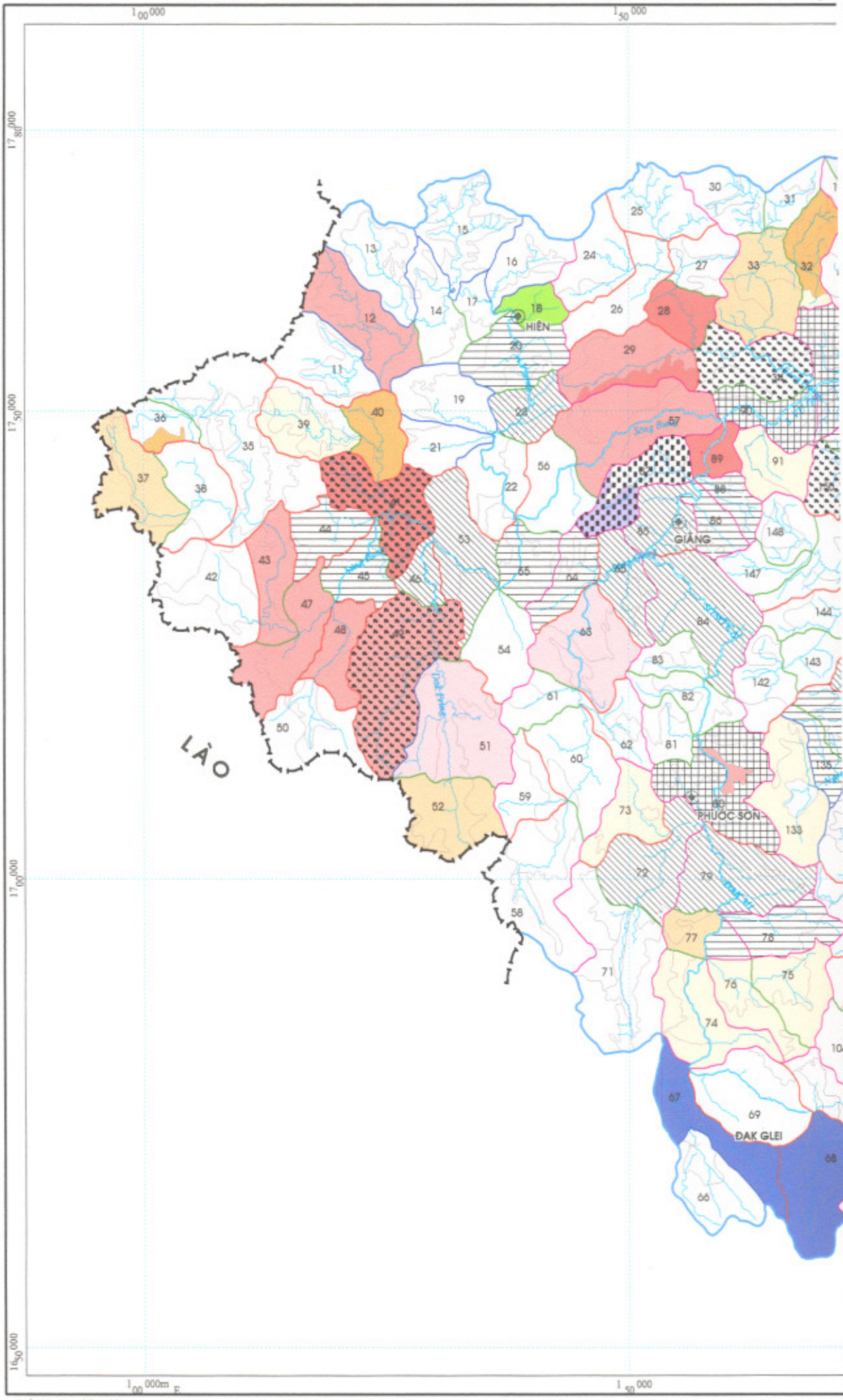
HÌNH 5.14: BẢN ĐỒ ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢI



TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN

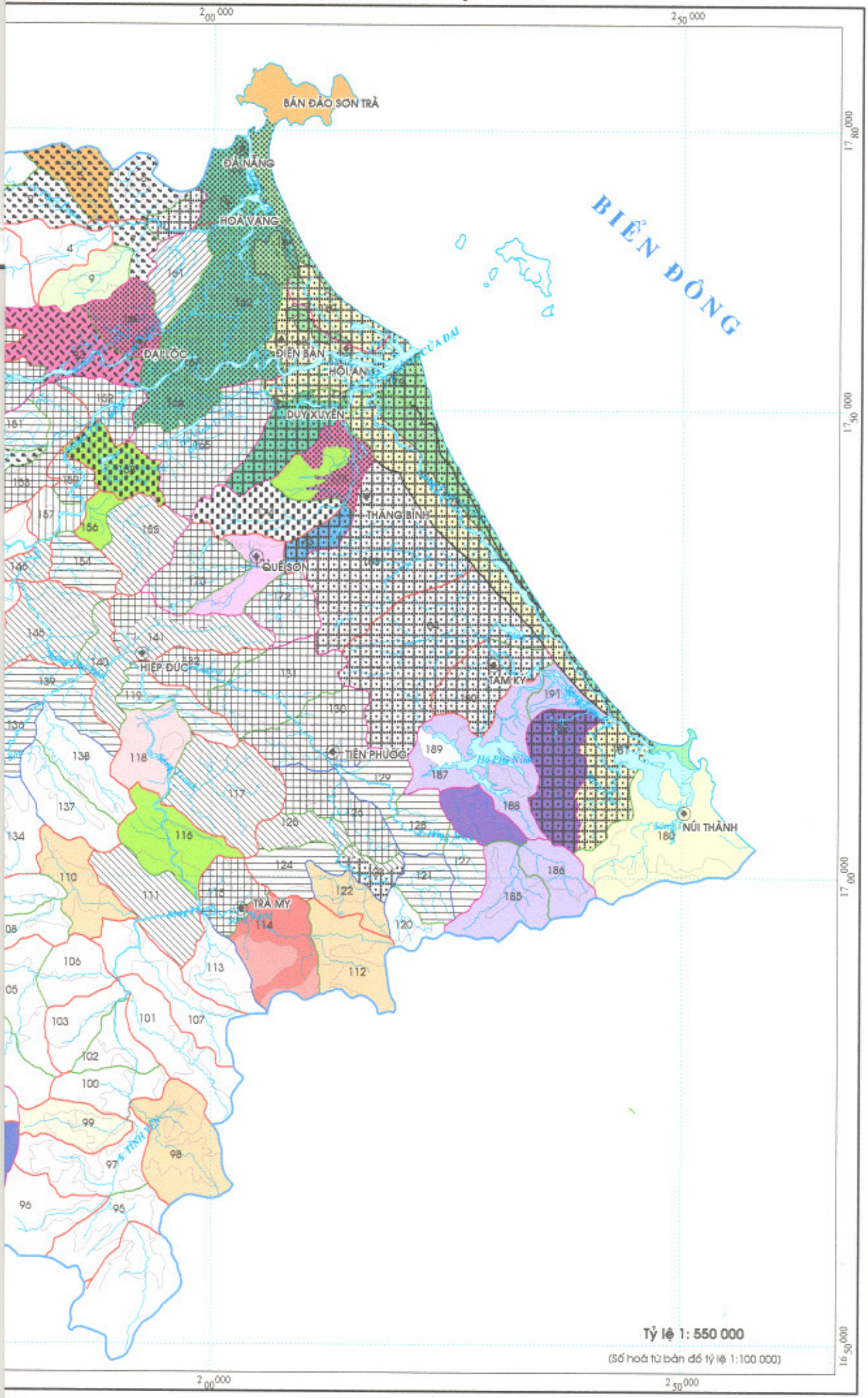


HÌNH 5.15: BẢN ĐỒ TIỀM NĂNG VÀ CẢNH BÁO CÁC DẠ



35a

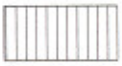
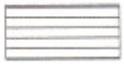
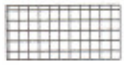
G THIÊN TAI DO LŨ LỤT GÂY RA Ở LƯU VỰC SÔNG THU BỒN



1- TIỀM NĂNG

KÝ HIỆU MẪU	MỨC ĐỘ	SỐ LƯU VỰC	ĐỔ LỞ, TRƯỢT LỞ	SẠT LỞ BỜ	LŨ QUÉT, LŨ ĐÁ, LŨ BÙN ĐÁ	NGẬP LŨ
	MẠNH	28, 41, 45, 46, 53, 55, 65, 72, 79, 84, 85, 89, 93, 111, 117,119,123, 125, 126, 130, 131, 132, 139, 140,145, 146, 151,154, 155, 157	+	+	+	
	TRUNG BÌNH	12, 29, 43, 47, 48, 49, 57, 80, 92, 114,	+	+	+	
	KÉM	51, 63, 118,	+	+	+	
	MẠNH	93, 129, 153, 160, 161, 165, 175		+	+	+
	MẠNH	5, 36, 40, 44, 64, 78, 86, 88, 121, 124, 127, 128, 135, 136	+	+		
	TRUNG BÌNH	33, 37, 52, 77, 98, 110, 112, 122,	+	+		
	KÉM	32, 39,73, 74, 75, 76, 91, 99, 133	+	+		
	MẠNH	18, 90, 115, 126, 141, 156, 158, 159, 170, 172, 174, 176		+	+	
	KÉM	9		+	+	
	MẠNH	152, 162, 163, 166, 167, 176		+		+
	TRUNG BÌNH	Cồn cát, bãi cát		+		+
	MẠNH	173			+	+
	KÉM	67, 68	+			
	MẠNH	182, 187		+		
	TRUNG BÌNH	187, 185, 186, 188, 189		+		
	MẠNH	20, 116, 171			+	
	MẠNH	164, 168, 169, 177, 178, 179, 180, 181				+

2- CẢNH BÁO

KÝ HIỆU	SỐ LƯU VỰC	XÓI MÒN	ĐỔ LỞ, TRƯỢT LỞ, SẠT LỞ	LŨ QUÉT, LŨ ĐÁ, LŨ BÙN ĐÁ	NGẬP LŨ
	157	+	+	+	+
	23, 46, 53, 65, 72, 79, 84, 85, 111, 117, 123, 125, 140, 145, 146, 155	+	+	+	
	161		+	+	+
	20, 44, 45, 55, 64, 78, 86, 88, 119, 121, 124, 127, 128, 135, 136, 139, 151, 154	+	+		
	80, 90, 92, 115, 126, 130, 131, 132, 141, 152, 153, 159, 165, 170, 172		+	+	
	160, 162, 163, 166, 167, 175		+		+
	93			+	+
	87, 158, 174		+		
	2, 5, 6, 7, 34, 41, 49, 150			+	
	10, 168, 169, 173, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 190				+

3- CÁC KÝ HIỆU KHÁC

Ranh giới sông

Phụ lưu cấp 1

Phụ lưu cấp 2

Phụ lưu cấp 3

Phụ lưu cấp 4

Ranh giới đơn vị lưu vực

Phân lưu sông

1.....281 Đơn vị lưu vực