

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Trần Văn Tình

**XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT VÙNG HẠ LUU
LUU VỰC SÔNG VŨ GIA – THU BỒN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Hà Nội - 2013

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Trần Văn Tình

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT VÙNG HẠ LUÚ
LUÚ VỰC SÔNG VŨ GIA – THU BỒN

Chuyên ngành: Thủy văn học
Mã số: 60440224

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
1. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
2. TS. Nguyễn Việt Thi

Hà Nội - 2013

LỜI CẢM ƠN

Luận văn thạc sĩ “**Xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn**” được hoàn thành tại Khoa Khí tượng – Thủy văn – Hải dương học thuộc trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Hoàng Ngọc Quang và TS. Nguyễn Viết Thi.

Tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành tới thầy giáo PGS.TS Hoàng Ngọc Quang và TS. Nguyễn Viết Thi đó tận tình hướng dẫn trong suốt quá trình nghiên cứu luận văn. Tác giả cũng xin được bày tỏ lũng biết ơn sâu sắc tới các Thầy, Cụ giáo trong Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học đó hỗ trợ, giùp đỡ, truyền đạt kiến thức chuyên môn, tạo điều kiện tốt cho em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu luận văn.

Qua đây, tác giả cũng xin cảm ơn lãnh đạo Khoa Khí tượng – Thủy văn và lãnh đạo Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội nơi tác giả công tác đã tạo mọi điều kiện thuận lợi trong thời gian nghiên cứu và học tập.

Cuối cùng, tác giả xin cảm ơn gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã giúp đỡ, cổ vũ, khích lệ và tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình học tập và hoàn thành luận văn này. Tuy nhiên, Do thời gian và kinh nghiệm còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi những thiếu sót, vì vậy rất mong nhận được sự góp ý của các Thầy, Cụ giáo, các chuyên gia và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

MỤC LỤC

| | |
|---|----|
| DANH MỤC HÌNH | iv |
| DANH MỤC BẢNG | vi |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| 1. Đặt vấn đề..... | 1 |
| 2. Mục tiêu và phương pháp | 2 |
| 3. Bố cục của luận văn..... | 3 |
| Chương 1 - ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN VẤN ĐỀ NGẬP LỤT | 4 |
| 1.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn | 4 |
| 1.1.1. Vị trí địa lý..... | 4 |
| 1.1.2. Địa hình | 5 |
| 1.1.3. Địa chất..... | 6 |
| 1.1.4. Thổ nhưỡng..... | 7 |
| 1.1.5. Thực vật | 8 |
| 1.1.6. Mạng lưới sông suối..... | 8 |
| 1.2. Đặc điểm Khí tượng Thủy văn | 11 |
| 1.2.1. Điều kiện khí hậu | 11 |
| 1.2.2 Đặc điểm mưa và hình thể thời tiết gây mưa..... | 15 |
| 1.2.3 Đặc điểm thủy văn | 18 |
| 1.2.4 Đặc điểm ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn..... | 22 |
| 1.2.5 Mạng lưới trạm Khí tượng Thủy văn và điện báo trên lưu vực hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn [10]..... | 28 |
| 1.3. Điều kiện kinh tế xã hội khu vực nghiên cứu..... | 31 |
| Chương 2 - CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT | 35 |
| 2.1. Tổng quan chung | 35 |
| 2.1.1. Khái niệm về bản đồ ngập lụt..... | 35 |
| 2.1.2 Các phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt..... | 36 |
| 2.1.3 Nguyên tắc xây dựng bản đồ ngập lụt..... | 37 |

| | |
|--|------------|
| 2.2. Tổng quan về các mô hình thủy văn, thủy lực tính toán ngập lụt | 37 |
| 2.2.1. Các mô hình mưa – dòng chảy | 37 |
| 2.2.2. Các mô hình thủy lực[4] | 39 |
| 2.3 Cơ sở lý thuyết bộ mô hình HEC | 43 |
| 2.3.1 Mô hình HEC-HMS [17]..... | 43 |
| 2.3.2 Mô hình HEC-RAS [18]/[19]/[20] | 53 |
| 2.4 Giới thiệu quy trình xây dựng bản đồ ngập lụt | 58 |
| 2.4.1 Giới thiệu quy trình bài toán xây dựng bản đồ ngập lụt..... | 58 |
| 2.4.2 Giới thiệu hệ thống thông tin địa lý..... | 61 |
| 2.4.2 Các phương pháp GIS xây dựng bản đồ ngập lụt [4] | 62 |
| Chương 3 - XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU | 64 |
| 3.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu | 64 |
| 3.1.1 Tài liệu địa hình..... | 64 |
| 3.1.2 Tài liệu Khí tượng Thủy văn | 66 |
| 3.1.3 Tài liệu điều tra vết lũ | 67 |
| 3.2 Ứng dụng mô hình thủy lực tính toán ngập lụt khu vực nghiên cứu | 68 |
| 3.2.1 Ứng dụng mô hình HEC-HMS mô phỏng dòng chảy từ mưa đến khu giữa trên 2 lưu vực sông Vu Gia và Thu Bồn | 68 |
| 3.2.2 Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy lực HEC-RAS diễn toán quá trình lũ tại hạ lưu hệ thống sông | 82 |
| 3.2.3 Nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC-GEORAS mô phỏng ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn | 89 |
| 3.3 Tính toán ngập lụt theo kịch bản ứng với tần suất 1%, 5% và 10% | 95 |
| 3.4 Xây dựng bản đồ ngập lụt | 96 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ | 105 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 107 |

DANH MỤC HÌNH

| | |
|--|----|
| Hình 1.1: Bản đồ lưu vực Vu Gia – Thu Bồn | 4 |
| Hình 1.2: Bản đồ đát lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn..... | 7 |
| Hình 1.3: Bản đồ mạng lưới sông và các công trình thủy điện trên hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia | 11 |
| Hình 1.4: Lượng mưa mùa cạn, mùa lũ và mưa năm của các trạm trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn | 16 |
| Hình 1.5: Bản đồ ngập lụt ở vùng đồng bằng hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn tháng XI/1990 | 25 |
| Hình 1.6: Bản đồ ngập lụt khu vực hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn năm 1999 | 27 |
| Hình 1.7: Bản đồ ngập lụt tháng XI/2007 lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn | 28 |
| Hình 1.8: Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn..... | 29 |
| Hình 2.1: Cấu trúc mô hình HEC – HMS | 44 |
| Hình 2.2: Các biến số trong phương pháp thẩm Green- Ampt | 47 |
| Hình 2.3: Sơ đồ sai phân | 55 |
| Hình 2.4: Sơ đồ thực hiện xây dựng bản đồ ngập lụt trong luận văn | 60 |
| Hình 2.5: Sơ đồ xây dựng bản đồ ngập lụt bằng phương pháp GIS | 63 |
| Hình 3.1: Bản đồ số độ cao (DEM) khu vực nghiên cứu..... | 66 |
| Hình 3.2: Bản đồ vị trí điều tra ngập lụt – Trường hợp trận lũ cuối tháng IX đầu tháng X - 2009 | 68 |
| Hình 3.3: Sơ đồ tính toán xác định các lưu vực bộ phận | 68 |
| Hình 3.4: Kết quả xác định lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn..... | 69 |
| Hình 3.5: Kết quả phân chia lưu vực bộ phận trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn | 69 |
| Hình 3.6: Sơ đồ các lưu vực bộ phận và mạng lưới sông suối trên toàn bộ lưu vực Vu Gia – Thu Bồn | 69 |
| Hình 3.7: Bản đồ phân vùng ảnh hưởng của các trạm mưa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn | 71 |
| Hình 3.8: Sơ đồ thiết lập mô hình HEC-HMS toàn lưu vực Vu Gia – Thu Bòn | 74 |
| Hình 3.9: Sơ đồ quá trình hiệu chỉnh mô hình | 75 |
| Hình 3.10: Biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo lưu lượng dòng chảy tại Thành Mỹ trên sông Vu Gia | 77 |

| | |
|--|-----|
| Hình 3.11: Biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo lưu lượng dòng chảy tại Nông Sơn trên sông Thu Bồn | 80 |
| Hình 3.12: Sơ đồ mạng lưới thuỷ lực tính toán lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn | 83 |
| Hình 3.13: Vị trí các biên và nhập lưu trong mô hình | 85 |
| Hình 3.14: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Thu Bồn trận lũ 11/1998 | 87 |
| Hình 3.15: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Vu Gia trận lũ 11/1998 | 87 |
| Hình 3.16: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Thu Bồn trận lũ 2009 | 88 |
| Hình 3.17: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Vu Gia trận lũ trận lũ năm 2009..... | 88 |
| Hình 3.18: Trích xuất giá trị mực nước lớn nhất ứng với trận lũ tháng năm 2009 ... | 90 |
| Hình 3.19: Thiết lập kết quả mô phỏng thủy lực và địa hình hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn | 90 |
| Hình 3.20: Biểu đồ so sánh kết quả độ sâu ngập thực đo và tính toán trận lũ năm 2009 | 91 |
| Hình 3.21: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn năm 2009 và vị trí các điểm kiểm tra vết lũ | 92 |
| Hình 3.22: Q_{\max} tại 2 trạm Thủy văn Thành Mỹ và Nông Sơn (1977-2009)..... | 95 |
| Hình 3.23: Đường tần suất lưu lượng lũ Q_{\max} tại trạm Nông Sơn | 95 |
| Hình 3.24: Đường tần suất lưu lượng lũ Q_{\max} tại trạm Thành Mỹ | 96 |
| Hình 3.25: Biểu đồ so sánh F ngập theo cấp độ sâu ngập ứng với các tần suất 1%, 5% và 10%..... | 98 |
| Hình 3.26: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 1% | 99 |
| Hình 3.27: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 5% | 100 |
| Hình 3.28: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 10% | 101 |

DANH MỤC BẢNG

| | |
|--|----|
| Bảng 1.1: Đặc trưng hình thái lưu vực hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia [5] | 10 |
| Bảng 1.2: Tổng số giờ nắng tháng trung bình nhiều năm tại trạm Đà Nẵng và Trạm Trà My (Giờ) | 12 |
| Bảng 1.3: Bảng nhiệt độ không khí bình quân tháng trung bình nhiều năm ($^{\circ}\text{C}$)..... | 12 |
| Bảng 1.4: Độ ẩm trung bình tháng bình quân nhiều năm (%) | 13 |
| Bảng 1.5: lượng bốc hơi bình quân tháng trung bình nhiều năm (mm)..... | 13 |
| Bảng 1.6: Lượng mưa tháng trung bình nhiều năm tại các trạm mưa | 14 |
| Bảng 1.7: Lưu lượng bình quân tháng trung bình nhiều năm tại Trạm Thành Mỹ và Nông Sơn | 19 |
| Bảng 1.8: Trạm Khí tượng Thủy văn trên lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia..... | 30 |
| Bảng 1.9:Tốc độ tăng trưởng GDP và cơ cấu kinh tế năm 2010 | 32 |
| Bảng 1.10: Bảng thống kê dân số các đơn vị hành chính thuộc lưu vực năm 2006 . | 33 |
| Bảng 3.1: Danh sách các lưu vực bộ phận trên sông Vu Gia. | 70 |
| Bảng 3.2: Trọng số mưa của các trạm mưa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn... <td>72</td> | 72 |
| Bảng 3.3: Các trận lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định trên lưu vực | 75 |
| Bảng 3.4: Bộ thông số mô hình HEC – HMS hiệu chỉnh và kiểm định cho các lưu vực bộ phận tính đến trạm thủy văn Thành Mỹ | 77 |
| Bảng 3.5: Thống kê các thông số diễn toán của các đoạn sông tính đến Thành Mỹ | 78 |
| Bảng 3.6: Các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm Nông Sơn | 78 |
| Bảng 3.7: Bộ thông số mô hình HEC – HMS hiệu chỉnh và kiểm định cho các lưu vực bộ phận tính đến trạm thủy văn Nông Sơn | 80 |
| Bảng 3.8: Thống kê các thông số diễn toán của các đoạn sông tính đến Thành Mỹ | 80 |
| Bảng 3.9: Các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tại Nông Sơn..... | 80 |
| Bảng 3.10: Mạng lưới hệ thống sông hạ lưu lưu vực Vu Gia – Thu Bồn..... | 84 |
| Bảng 3.11: Hệ số nhám trung bình của các đoạn sông | 86 |
| Bảng 3.12: Bảng đánh giá kết quả mô phỏng của trận lũ 11/1998 | 87 |
| Bảng 3.13: Bảng đánh giá kết quả mô phỏng của trận lũ năm 2009 | 88 |

| | |
|---|-----|
| Bảng 3.14 : Kết quả kiểm tra độ sâu ngập lụt trong mô hình HEC -GEO RAS tại một số vị trí - Trận lũ 2009 | 93 |
| Bảng 3.15: Bảng liệt kê các đặc trưng thống kê Qmax trạm Nông Sơn và Thành Mỹ95 | |
| Bảng 3.16: Các trận lũ điển hình ứng với tần suất 1%, 5% và 10% | 96 |
| Bảng 3.17: Bảng thống kê tổng diện tích ngập (km2) ứng với các cấp độ sâu ngập | 98 |
| Bảng 3.18: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 1% | 102 |
| Bảng 3.19: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 5% | 103 |
| Bảng 3.20: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 10% | 104 |

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn là một hệ thống sông lớn ở vùng Duyên Hải Miền Trung. Sông bắt nguồn từ địa bàn tỉnh Kon Tum chảy qua tỉnh Quảng Nam, Thành phố Đà Nẵng đổ ra biển Đông ở Cửa Đại và Cửa Hàn. Thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam là hai tỉnh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm Miền Trung, được Đảng và Nhà Nước quan tâm, tập trung đầu tư cao nhằm tạo điều kiện đẩy nhanh quá trình phát triển kinh tế- xã hội. Lưu vực nằm ở trung độ của đất nước, là đầu mối quan trọng của vùng có mạng lưới giao thông hàng không, đường sắt, đường bộ Bắc – Nam, lên Tây Nguyên, sang Lào, có cảng biển thuận tiện giao lưu quốc tế. Trong vùng có nhiều danh lam thắng cảnh, các khu công nghiệp đã và đang đi vào sử dụng và khai thác thu hút đầu tư trong, ngoài nước là những thuận lợi và cơ hội rất lớn cho phát triển nền kinh tế lưu vực.

Tuy nhiên, do những đặc thù chung của Miền Trung, địa hình khá phức tạp, phần lớn là núi cao, bị chia cắt mạnh, độ dốc lớn, thời tiết khắc nghiệt, mưa lũ lớn tập trung trong thời gian ngắn, chất lượng thảm thực vật bị suy giảm, thiên tai bão lũ luôn xảy ra và có xu hướng ngày càng ác liệt với đặc trưng lũ cơ bản: Tần suất lớn, trung bình hàng năm có khoảng 3 – 4 trận lũ xuất hiện trên các sông, thời gian truyền lũ rất nhanh, ngập lụt xảy ra khi có mưa lớn chỉ sau từ 2 đến 8 giờ, cường suất lũ rất lớn và rất bất ổn định, thay đổi theo từng đoạn sông và từng trận lũ, biên độ lũ cao, trung bình từ 2 – 3 m, trong một số trận lũ đặc biệt lớn biên độ lũ có thể lên tới 4 – 5m, thời gian lũ lên rất ngắn từ 1 đến 3 ngày gây ra ngập lụt nghiêm trọng vùng hạ lưu.

Lũ lụt miền Trung nói chung và lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn nói riêng là một trong những tai biến tự nhiên, thường xuyên đe dọa cuộc sống của người dân và sự phát triển kinh tế xã hội trong vùng. Trong những năm qua, thiên tai lũ lụt đã liên tiếp xảy ra ở lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn đã làm chết nhiều người và thiệt hại nhiều tỷ đồng . . . Hàng ngàn hộ dân phải di dời khỏi các vùng sạt lở, ngập lụt, hệ sinh thái môi trường các vùng cửa sông ven biển bị hủy hoại nghiêm trọng.

Nhằm mục tiêu giảm thiểu các thiệt hại do lũ lụt gây ra, đề xuất các phương án phòng tránh thông qua các cảnh báo về khả năng và diện tích ngập lụt ứng với các trận lũ khác nhau, nghiên cứu này tiến hành “**Xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn**”. Kết quả của nghiên cứu sẽ là cơ sở quy hoạch phòng chống lũ cho lưu vực cũng như là tài liệu tham khảo tốt cho các nhà hoạch định chính sách và ra quyết định ở địa phương.

2. Mục tiêu và phương pháp

Mục tiêu: Xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với các tần suất lũ thiết kế 1%, 5%, 10%.

Phương pháp nghiên cứu:

Thu thập bổ sung, xử lý số liệu thực đo Khí tượng Thủy văn, số liệu điều tra ngập lụt thực địa. Thống kê, phân tích hiện trạng lũ trong những năm lũ lớn để thiết lập bài toán xây dựng bản đồ ngập lụt.

Phương pháp kế thừa nghiên cứu: Trong quá trình thực hiện, luận văn có tham khảo và kế thừa một số tài liệu, kết quả có liên quan đã được nghiên cứu trước đây của các tác giả, cơ quan và tổ chức khác. Những tài liệu và kết quả này là đặc biệt quan trọng trong việc định hướng, hiệu chỉnh và đánh giá trong quá trình nghiên cứu.

Phương pháp ứng dụng mô hình toán: Dựa trên khả năng ứng dụng và sự phổ cập của các mô hình, trong đề tài này tác giả đề xuất sử dụng Bộ mô hình HEC do Trung tâm Thủy văn kỹ thuật quân đội Hoa Kỳ xây dựng.

Bảng 1: Bộ mô hình được lựa chọn cho hệ thống

| Loại mô hình | Bộ mô hình HEC |
|--------------|----------------|
| Thủy văn | HEC-HMS |
| Thủy lực | HEC-RAS |
| Ngập lụt | HEC-GEORAS |

3. Bô cục của luận văn

Ngoài phần mở đầu, kết luận, kiến nghị và phụ lục, bô cục luận văn bao gồm 3 chương:

Chương 1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN VẤN ĐỀ NGẬP LỤT

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT

Chương 3. XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Chương 1 - ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN VĂN ĐỀ NGẬP LỤT

1.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

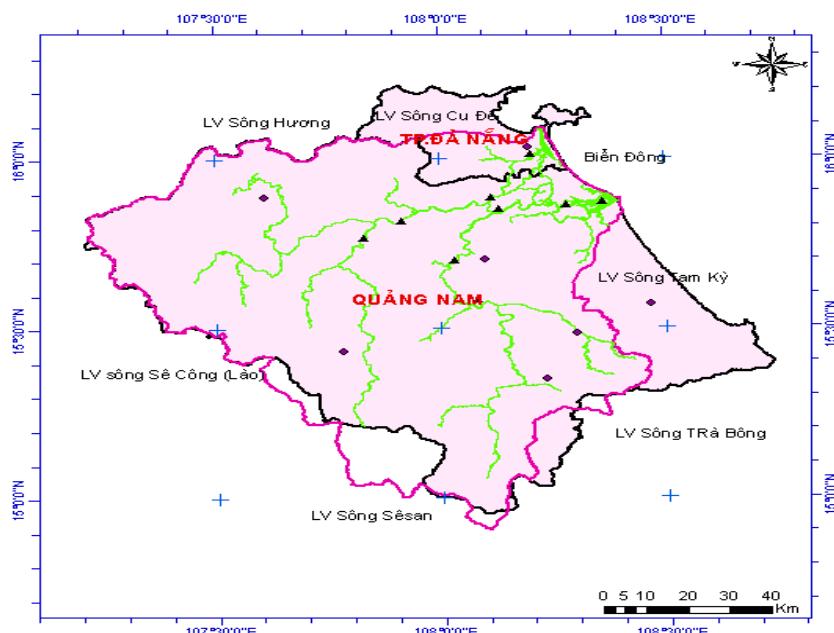
1.1.1. Vị trí địa lý

Hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia là một trong 9 hệ thống sông lớn ở nước ta và là hệ thống sông lớn nhất ở khu vực Trung Trung Bộ.

Lưu vực có tọa độ: $107^{\circ}15'$ - $108^{\circ}20'$ kinh độ Đông;

$14^{\circ}55'$ - $16^{\circ}04'$ vĩ độ Bắc.

Có gianh giới lưu vực: Phía Bắc giáp lưu vực sông Hương và lưu vực Cu Đê, giới hạn bởi dãy núi Bạch Mã - một nhánh núi đâm ra biển ở phần cuối dãy Trường Sơn Bắc. Phía Nam giáp lưu vực sông Trà Bồng và Sê San. Phía Tây giáp Lào, giới hạn bởi khối núi Nam - Ngãi - Định thuộc phần đầu của dãy Trường Sơn Nam với những đỉnh núi cao trên 2000m. Phía Đông giáp biển Đông và lưu vực sông Tam Kỳ. [5]



Hình 1.1: Bản đồ lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

Với diện tích 10.350 km^2 , hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia bao trùm hầu hết lãnh thổ thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam, trong đó có khoảng 500 km^2 ở thượng nguồn sông Cái nằm ở tỉnh Kon Tum. Toàn bộ lưu vực thuộc địa giới hành

chính của 17 huyện, thành phố đó là Bắc Trà My, Nam Trà My, Tiên Phước, Phước Sơn, Hiệp Đức, Đông Giang, Tây Giang, Nam Giang, Quế Sơn, Duy Xuyên, Đại Lộc, Điện Bàn, Thành phố Hội An, thành phố Đà Nẵng, Hòa Vang và một phần của huyện Thăng Bình, Đăk Glei (Kon Tum).

1.1.2. Địa hình

Địa hình của lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn biến đổi khá phức tạp và bị chia cắt mạnh. Địa hình có xu hướng nghiêng dần từ Tây sang Đông tạo cho lưu vực các dạng địa hình núi, trung du và đồng bằng.

Vùng núi là thượng nguồn các dòng sông nằm ở sườn phía Đông dãy Trường Sơn Nam. Địa hình không những cao mà còn dốc và bị chia cắt mạnh. Độ cao địa hình từ 1000m trở lên với những đỉnh núi cao trên 1000m như: Núi Mang (1768m), Bà Nà (1467m), A Tuát (2500m), Lum Heo (2045m), núi Tiên (2032m) ở thượng nguồn sông Vu Gia, Ngọc Linh (2598m), Hòn Ba (1358m) ở thượng nguồn sông Tranh...

Vùng trung du là vùng chuyển tiếp từ vùng núi đến đồng bằng có độ cao từ 100m đến dưới 800m. Ở trung lưu sông Thu Bồn có các dãy núi chạy theo hướng Bắc-Nam ở các huyện: Tiên Phước, Hiệp Đức, Quế Sơn với những đỉnh núi cao từ 500-800m. Các dải núi ở trung lưu chạy theo hướng Bắc - Nam cho nên độ dốc địa hình thấp dần theo hướng Bắc-Nam bắt đầu từ địa phận bắc huyện Trà My đến giáp phía Tây huyện Duy Xuyên. Đây là nơi hợp lưu của các sông nhánh tương đối lớn của dòng chính sông Thu Bồn như các sông: Tranh, Trường, Tiên, Lân, Ngọn Thu Bồn, Khe Diên, Khe Le.

Địa hình vùng đồng bằng hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn thấp dưới 30m, tương đối bằng phẳng, ít biến đổi, tập trung chủ yếu là phía Đông lưu vực, hình thành từ sản phẩm tích tụ của phù sa cổ, trầm tích và phù sa bồi đắp của biển, sông, suối... Do đặc điểm địa hình lưu vực là đồi núi ăn sát biển nên đồng bằng thường nhỏ hẹp chạy dọc theo hướng Bắc – Nam, gồm địa phận các huyện: Đại Lộc, Duy Xuyên, Điện Bàn, Thăng Bình, thành phố Hội An, thành phố Tam Kỳ và huyện Hòa Vang (thành phố Đà Nẵng). Ở đây có một số sông nhỏ như: Khe Công, Khe Cầu,

Quảng Hué. Trong đồng bằng có các dải cát chạy dọc theo bờ biển với độ cao trên dưới 5m.

1.1.3. Địa chất

Lưu vực Vu Gia - Thu Bồn nằm trong các giới địa tầng của 3 đới kiến tạo Khâm Đức, A Vương - Sê Kông và Nông Sơn.

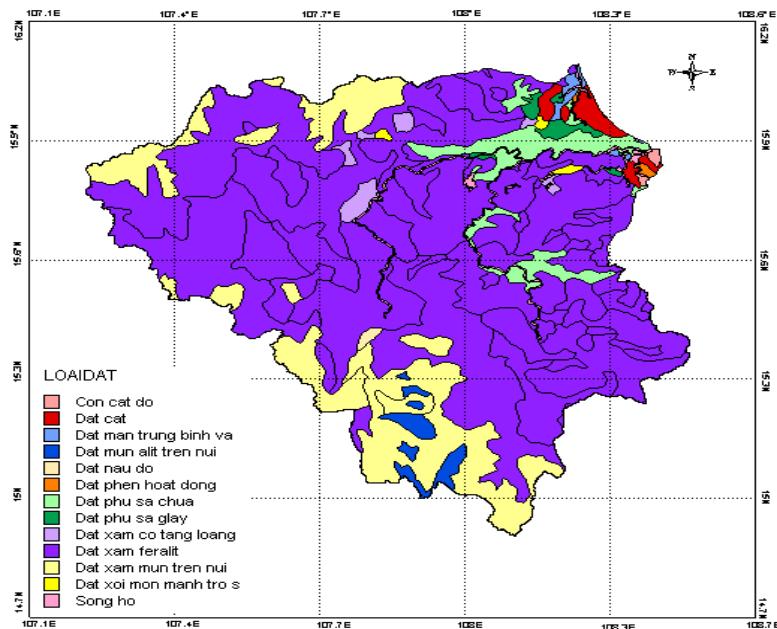
Đới kiến tạo A Vương - Sê Kông chiếm phần lớn diện tích phía Bắc của lưu vực, hình thành một nếp lớn có trục á vĩ tuyế. Phía Bắc đới giới hạn bởi đứt gãy Sơn Trà - A Trép, và phía Nam bởi đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn. Phức hệ này được đặc trưng bằng tổ hợp đá phun trào mafic xen trầm tích silic,... Phức hệ Paleozoi hạ gồm đá phiến sericit, sericit clorit, đá phiến thạch anh sericit xen thấu kính phun trào magic đến felsic, đá vôi bị hoạt hóa và quarit hóa. Phức hệ Paleozoi trung được phân bố rìa cấu trúc, đặc trưng bởi các thành tạo granitoid phức hệ Đại Lộc, còn các trầm tích lục địa màu đỏ hệ tầng Tân Lâm chỉ lộ ra ở đới Long Đại. Phức hệ Paleozoi thượng - Mesozoi hạ bao gồm các thành tạo lục nguyên phun trào hệ tầng sông Bung, magma xâm nhập phức hệ Bến Giồng - Quế Sơn, grabroid phức hệ Cha Val, granttoid phức hệ Hải Vân đá ít biến chất, ít bị biến vị và các phức hệ hoạt hóa lục địa chủ yếu là những thành tạo magma xâm nhập phức hệ Đèo Cả, Bà Nà.

Đới Nông Sơn nằm ở trung tâm vùng nghiên cứu, phía Bắc được giới hạn bằng đứt gãy sông Vu Gia, phía Nam là đứt gãy Thăng Bình - Hiệp Đức, phía Tây là đứt gãy Sông Tranh. Đới này gồm 4 phức hệ: Phức hệ tiền Cambri gồm các thành tạo hệ tầng Khâm Đức lộ ra ở Thành Mỹ. Phức hệ sericot clorit hạ rất ít, gồm đá phiến sericot clorit, đá phiến thạch anh sericot clorit của hệ tầng A Vương, Phức hệ hoạt hóa Paleozoi thượng - Mesozoi hạ đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành đới Nông Sơn, đặc trưng bởi tổ hợp trầm tích lục nguyên, phun trào của hệ tầng sông Bung, các thành tạo magma phức hệ Bến Giồng - Quế Sơn. Phức hệ Mesozoi thượng bao gồm trầm tích chứa than hệ tầng Nông Sơn và các trầm tích của các hệ tầng Bàn Cờ, Khe Rèn, Hữu Chánh.

Đới Khâm Đức có cấu trúc phức tạp, bị biến cải nhiều lần, giới hạn với các đới khác bởi đứt gãy Tam Kỳ. Phước Sơn ở phía Bắc, đứt gãy Hương Nhượng - Tà Vi ở

phía Nam, dứt gãy Pô Cô ở phía Tây, đới này bao gồm các phức hệ thạch hệ kiến trúc sau: Phức hệ tiền Cambri gồm các thành tạo lục nguyên - phun trào magma, lục nguyên - carbonat, lục nguyên - phun trào magma đến felsic hệ tầng Khâm Đức. Các đá bị vò nhau, biến vị mạnh mẽ, phức hệ Paleozoi hạ: đặc trưng bằng hệ tầng A Vương có chứa lớp phun trào xen kẽ. Phức hệ Kainozoi hạ là các thành tạo bazalt và trầm tích đệ tứ.

1.1.4. Thổ nhưỡng



Hình 1.2: Bản đồ đất lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Trong lưu vực hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia có các nhóm đất chính sau [5]:

- Nhóm đất cồn cát và đất cát biển: Nhóm đất này có diện tích khoảng 9.779 ha được hình thành ở ven biển của sông Thu Bồn từ Đà Nẵng đến Duy Nghĩa với những dải cát rộng hẹp khác nhau tuỳ theo tương tác giữa sông biển và dòng chảy sông.
- Nhóm đất mặn: Diện tích khoảng 3.058 ha, phân bố ở vùng phía đông huyện Duy Xuyên, Hội An.
- Nhóm đất phèn: Phân bố ở vùng đông huyện Điện Bàn, chiếm diện tích khoảng 629ha;
- Nhóm đất phù sa phân bố ở hạ lưu sông Thu Bồn và một số vùng ở trung lưu;
- Nhóm đất xám bạc màu phân bố ở hầu hết các huyện vùng trung du sông Thu Bồn, diện tích 12.910ha;

- Nhóm đất vàng phân bố chủ yếu ở các huyện trung du và miền núi như Trà My, Tiên Phước, Quế Sơn, Hiệp Đức..., chiếm diện tích 275.041ha.
- Nhóm đất mùn đỏ trên núi phân bố chủ yếu ở vùng núi cao Trà My.
- Nhóm đất thung lũng dốc tụ phân bố ở vùng trung du và núi cao Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức, Quế Sơn..., chiếm diện tích 3.997ha.

1.1.5. Thực vật

Do là nơi giao lưu của nhiều luồng thực vật, cho nên thành phần thực vật trong lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn khá phong phú với các kiểu rừng dưới đây [5]:

- Kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới, phân bố từ độ cao trên 1.000m;
 - Kiểu rừng kín nửa rụng lá hơi ẩm nhiệt đới;
 - Kiểu rừng thưa cây lá rộng hơi khô nhiệt đới;
 - Kiểu rừng thưa cây lá kim hơi khô nhiệt đới;
 - Kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới núi thấp, phân bố ở độ cao dưới 1.000m.

Tính đến tháng 12/1998, diện tích rừng tỉnh Quảng Nam là 439.748ha, chiếm 38,5% diện tích toàn tỉnh, trong đó diện tích rừng tự nhiên 405.050ha, rừng trồng 34.698 ha.

1.1.6. Mạng lưới sông suối

Hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia do dòng chính sông Thu Bồn và sông Vu Gia tạo thành. Thượng lưu sông Thu Bồn được gọi là sông Tranh hay sông Tĩnh Gia, bắt nguồn từ vùng núi cao trên 2.000m ở sườn đông nam dãy Ngọc Linh chảy theo hướng gần bắc nam qua các huyện Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức và Quế Sơn, rồi chảy qua Giao Thuỷ vào vùng đồng bằng qua các huyện Duy Xuyên, Đại Lộc, Điện Bàn, Quế Sơn, đổ ra biển tại cửa Đại. Ở trung thượng lưu sông Thu Bồn có một số sông nhánh tương đối lớn như: sông Ghềnh, sông Ngọn Thu Bồn, sông Vang, sông Chang (sông Khang)..., sông Lâu (sông Trầu), sông Diên, Khe Le, Khe Công.

Sau khi chảy qua Giao Thuỷ, sông Thu Bồn chảy vào vùng đồng bằng và tiếp nhận nước sông Vu Gia từ phân lưu Quảng Hué đổ vào, sông Thu Bồn có phân lưu

Bà Rén - Chiêm Sơn. Phụ lưu này chảy qua huyện Duy Xuyên - tiếp nhận nước sông Ly Ly ở bờ phải, rồi lại chảy vào sông Thu Bồn ở gần cửa sông. Với tên mới là sông Kỳ Lam. Dòng chính sông Thu Bồn chảy qua huyện Điện Bàn và từ hạ lưu cầu Cầu Lâu lại có tên là sông Cầu Lâu. Sau đó, sông này tách thành sông Hội An ở phía bờ tả và một phân lưu nhỏ ở dưới bờ hữu, phân lưu này nhập với sông Bà Rén và lại có tên gọi là sông Thu Bồn. Sông Hội An chảy qua thành phố Hội An; sau đó nhập với sông Thu Bồn để đổ vào sông Cửa Đại, rồi chảy ra cửa Đại.

Sông Kỳ Lam - sông Điện Bình, có các phân lưu: Cổ Cò, Vĩnh Điện. Suối Cổ Cò lại tách thành phân lưu Tam Giáp và sông Thanh Quít. Các sông này đều chảy vào sông Vĩnh Điện. Sông Vĩnh Điện dài 24 km chảy theo hướng Bắc - Nam, Tây Nam - Đông Bắc, đổ vào sông Hàn rồi chảy ra vịnh Đà Nẵng.

Sông Vu Gia bắt nguồn từ vùng núi cao phía tây-nam tỉnh Quảng Nam, bao gồm nhiều nhánh sông lớn hợp thành (Sông Cái, sông Bung, sông Côn), diện tích lưu vực không chênh lệch đến nỗi ba sông Vu Gia-Quảng Hué (Ái Nghĩa) là 51.800km^2 . Sông Vu Gia có một số nhánh lớn gồm:

- *Sông Cái*: Bắt nguồn từ vùng núi cao trên 2.000m ở vùng biên giới Tây Nam tỉnh Quảng Nam, đầu nguồn thuộc tỉnh Kon Tum (chiều dài sông nằm trên địa phận tỉnh Kon Tum khoảng 38km). Sông chảy theo hướng từ nam đến bắc rồi chuyển sang hướng từ tây nam đến đông bắc. Diện tích lưu vực sông Cái tính đến trạm thủy văn Thành Mỹ là 1.850km^2 , với chiều dài lòng sông chính là 130km.

- *Sông Bung*: Bắt nguồn từ vùng núi cao phía Tây Bắc tỉnh Quảng Nam, chảy theo hướng Tây sang Đông. Diện tích lưu vực là 2.297km^2 , chiều dài sông chính 130km. Sông Bung có nhiều nhánh, trong đó nhánh sông A Vương là lớn nhất có chiều dài 84km.

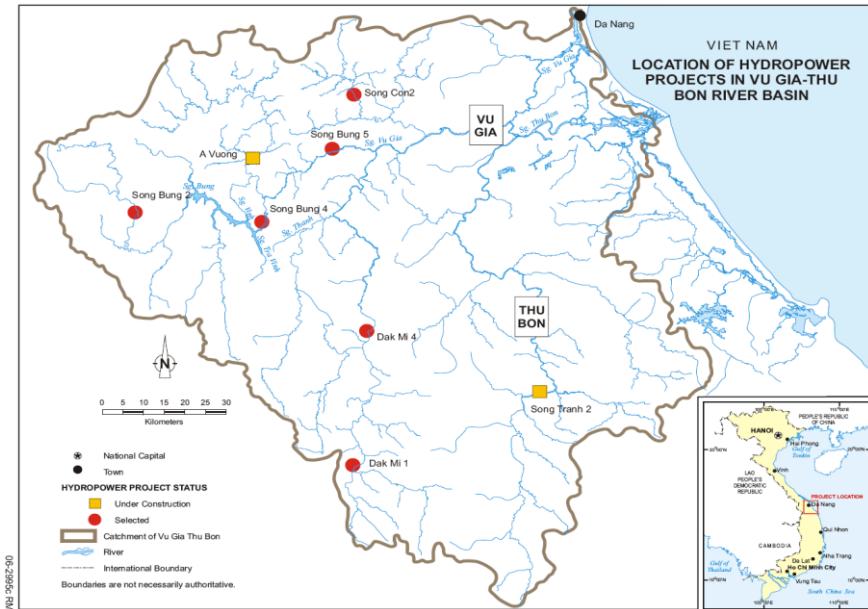
- *Sông Côn*: Bắt nguồn từ vùng núi Tây Bắc huyện Hiên - tỉnh Quảng Nam. Diện tích lưu vực là 765km^2 , chiều dài sông tính đến cửa ra (cách cửa sông Bung khoảng 15km về phía hạ lưu): 54km.

Các đặc trưng hình thái lưu vực hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.1: Đặc trưng hình thái lưu vực hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia [5]

| TT | Sông | Đoạn vào | Độ cao nguồn sông(m) | Chiều dài sông (km) | Chiều dài lưu vực (km) | Diện tích lưu vực (km ²) | Đặc trưng trung bình lưu vực | | | | |
|----|--------------|----------|----------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------|--------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | Độ cao (m) | Độ dốc (%) | Độ rộng (km) | Mật độ lưu vực (km/km ²) | Hệ số hình dạng |
| 1 | Thu Bồn | cửa Đại | 1600 | 205 | 148 | 10350 | 552 | 25,5 | 70 | 0,47 | 0,47 |
| 2 | Đắc Se | Vu Gia | 350 | 34 | 33 | 297 | 790 | 19,3 | 9 | 0,2 | 0,27 |
| 3 | Giang | Vu Gia | 1000 | 62 | 55 | 496 | 670 | 23,7 | 9 | 0,27 | 0,16 |
| 4 | Bung | Vu Gia | 1300 | 131 | 74 | 2530 | 816 | 37 | 34 | 0,31 | 0,46 |
| 5 | Côn | Vu Gia | 800 | 47 | 34 | 627 | 527 | 31 | 18,4 | 0,66 | 0,54 |
| 6 | Tĩnh Yên | Thu Bồn | 2000 | 163 | 85 | 3690 | 453 | 21,3 | 43,4 | 0,41 | 0,51 |
| 7 | Ly Ly | Thu Bồn | 525 | 36 | 31 | 279 | 204 | 5,7 | 9 | 0,26 | 0,37 |
| 8 | Tuý Loan | Vu Gia | 900 | 30 | 25 | 309 | 271 | 15 | 10,3 | 0,57 | 0,5 |
| 11 | Tam Puel | Bung | 900 | 45 | 38 | 384 | 826 | 32,2 | 10,1 | 0,23 | 0,26 |
| 12 | Đắc Pơ Rinh | Bung | 1000 | 80 | 39 | 898 | 817 | 40 | 23 | 0,37 | 0,59 |
| 13 | A Vương | Bung | 1000 | 31 | 28 | 200 | 587 | 28 | 7,1 | 0,64 | 0,26 |
| 14 | Ghènh Ghènh | Tịnh Yên | 300 | 24 | 28 | 249 | 400 | 23,3 | 8,9 | 0,29 | 0,32 |
| 15 | Tun | Tịnh Yên | 800 | 57 | 50 | 609 | 210 | 20,4 | 12,1 | 1,1 | 0,24 |
| 16 | Khang | Vu Gia | 900 | 35 | 30 | 488 | 324 | 22,7 | 16,2 | 0,68 | 0,54 |
| 17 | Ngọn Thu Bồn | Tịnh Yên | 600 | 13 | 13 | 126 | 317 | 22 | 9,7 | 0,23 | 0,75 |

Do đặc điểm địa lý, thủy văn của hệ thống sông ở miền Trung - Tây Nguyên với lượng mưa hàng năm rất lớn so với trung bình của cả nước ($\geq 2.000 \text{ mm/năm}$) nên hệ thống sông suối ở khu vực này có tiềm năng thủy điện vô cùng to lớn, đặc biệt là hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam. Theo tính toán của Công ty Tư vấn xây dựng điện 1, trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn có tới 10 công trình thủy điện với tổng công suất lắp máy 1.279 Mw, gấp 1,76 lần so với Nhà máy Thủy điện Yaly (Gia Lai - Kon Tum), sản lượng điện bình quân hằng năm là 4.751,3 tỷ kWh.



Hình 1.3: Bản đồ mạng lưới sông và các công trình thủy điện trên hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia [10]

Vùng biển Quảng Nam - Đà Nẵng có bờ biển dài 140km và có chế độ thủy triều khá phức tạp, bờ biển dài nhưng triều ở phía bắc không hoàn toàn giống ở phía nam, nhìn chung thuộc phạm vi khu vực có chế độ bán nhật triều không đều chiếm ưu thế (mỗi ngày có 2 lần nước lên, 2 lần nước xuống không đều nhau), nhưng mỗi tháng đều có xuất hiện một số ngày nhật triều (mỗi ngày có 1 lần nước lên, 1 lần nước xuống). Triều ở Quảng Nam thuộc loại triều yếu, chênh lệch giữa đỉnh và chân triều những ngày triều lớn có thể từ 1,04 - 1,46m, trung bình 0,8 - 1,2m. Phạm vi ảnh hưởng triều sông Thu Bồn thường cách cửa biển không quá 30 - 40km. Tại cửa Đại biên độ triều trung bình 1,2m, lớn nhất 1,5m, khả năng truyền vào trong xa hơn các sông khác; tại Cầu Lâu cách cửa Đại 16km biên độ triều trung bình 0,95m, cao nhất 1,96m. Tại cầu Kỳ Lam biên độ triều còn 0,2 - 0,4m, nhưng đến Giao Thủy thì không còn ảnh hưởng của triều nữa.

1.2. Đặc điểm Khí tượng Thủy văn

1.2.1. Điều kiện khí hậu

Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn nằm ở trung Trung Bộ, cho nên cũng như các nơi khác nước ta, khí hậu ở lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn cũng mang đặc điểm chung là khí hậu nhiệt đới gió mùa. Nhưng lưu vực nằm ở ngay phía nam dãy Bạch

Mã và sườn phía đông dãy Trường Sơn, các đồi núi cao bao bọc ở phía bắc, tây và nam còn phía đông là biển, cho nên khí hậu trong lưu vực Vu Gia – Thu Bồn có những nét riêng dưới đây:

- *Số giờ nắng trung bình*: Số giờ nắng trung bình năm từ 1800 giờ ở vùng núi cao đến 2260 giờ tại Đà Nẵng. số giờ nắng trung bình của từng tháng bằng 200 – 255 giờ trong mùa hè và dưới 150 giờ trong mùa đông. Tháng VII có giờ nắng trung bình cao nhất, tháng XII có giờ nắng trung bình thấp nhất.

Bảng 1.2: Tổng số giờ nắng tháng trung bình nhiều năm tại trạm Đà Nẵng và Trạm Trà My (Giờ)

| Trạm | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Năm |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Đà Nẵng | 151,1 | 154,0 | 198,9 | 217,9 | 262,2 | 241,4 | 258,1 | 228,6 | 189,7 | 155,1 | 117,9 | 104,4 | 2393,1 |
| Trà My | 112,0 | 145,0 | 187,7 | 169,0 | 213,8 | 188,2 | 209,4 | 197,1 | 160,2 | 118,2 | 73,6 | 61,4 | 1862,2 |

- *Nhiệt độ không khí*: Nhiệt độ không khí trung bình năm khoảng $24 - 26^{\circ}\text{C}$, có su thế cao ở đồng bằng ven biển và thấp ở miền núi, giảm theo sự tăng của độ cao địa hình. Nhiệt độ không khí cũng biến đổi theo mùa. Tháng VI hay tháng VII là tháng có nhiệt độ không khí trung bình cao nhất (trên 29°C). Tháng I là tháng có nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất. Nhiệt độ không khí tối cao tuyệt đối đạt tới 35°C . Nhiệt độ không khí trung bình tối thấp tuyệt đối dưới 15°C .

Bảng 1.3: Bảng nhiệt độ không khí bình quân tháng trung bình nhiều năm ($^{\circ}\text{C}$)

| Trạm | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Năm |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Đà Nẵng | 21,4 | 22,2 | 24,1 | 26,1 | 28,2 | 29,0 | 28,9 | 28,8 | 27,3 | 25,9 | 23,9 | 21,8 | 25,6 |
| Trà My | 21,0 | 21,8 | 24,0 | 26,0 | 26,7 | 27,0 | 26,8 | 26,8 | 25,7 | 24,1 | 22,3 | 20,4 | 24,4 |

- *Độ ẩm tương đối không khí*: Độ ẩm không khí có quan hệ chặt chẽ với nhiệt độ không khí và lượng mưa. Vào các tháng mưa độ ẩm không khí vùng đồng bằng ven biển có thể đạt $85 \div 88\%$, vùng núi có thể đạt $90 \div 95\%$. Các tháng mưa khô vùng đồng bằng ven biển chỉ còn dưới mức 80% , vùng núi còn $80 \div 85\%$. Độ ẩm không khí vào những ngày thấp nhất có thể xuống tới mức $20 \div 30\%$.. Độ ẩm tương đối trung bình tháng tương đối cao trong các tháng mùa đông xuân (từ tháng

IX đến tháng IV) và thấp trong các tháng cuối hè đầu thu (tháng V – VIII), thấp nhất vào tháng V có thể đạt trên 40%.

Bảng 1.4: Độ ẩm trung bình bình quân nhiều năm (%)

| Trạm | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Năm |
|---------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----------|
| Đà Nẵng | 84 | 84 | 84 | 83 | 79 | 77 | 76 | 77 | 82 | 84 | 84 | 85 | 82 |
| Trà My | 89 | 87 | 85 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 88 | 91 | 93 | 92 | 87 |

▪ *Lượng mây tổng quan*: Lượng mây tổng quan trung bình năm biến đổi trong phạm vi 6,5/10 – 8,2/10. Lượng mây tổng quan trung bình tháng ít thay đổi trong năm. Tuy vậy, trong các tháng từ cuối mùa xuân đến đầu mùa thu (III – VII) lượng mây tương đối thấp, riêng tháng VI tương đối lớn do gió mùa Tây Nam gây nên.

▪ *Tốc độ gió*: Tốc độ gió trung bình năm từ 0,8 m/s tại Trà My đến 1,8 m/s tại Tam Kỳ. nhìn chung, tốc độ gió phụ thuộc lớn vào điều kiện địa hình. Trong năm có 2 mùa gió chính: Gió mùa tây nam thường vào các tháng V, VI, VII với tần suất 20-30% mang theo không khí nóng khô, gió mùa đông bắc thịnh hành trong các tháng XI, XII, I, II mang theo không khí lạnh. Tốc độ gió lớn nhất trong mùa đông có thể tới 15-25 m/s với hướng bắc hoặc đông bắc, trong mùa hè có thể tới 20-35 m/s, thậm chí 40 m/s và thường do bão gây nên.

▪ *Bóc hơi*: Khả năng bốc hơi phụ thuộc vào yếu tố khí hậu: nhiệt độ không khí, nắng, gió, độ ẩm.. Lượng bốc thoát hơi tiềm năng trung bình năm từ khoảng trên dưới 1000 mm ở vùng núi cao đến gần 1500 mm ở vùng đồng bằng ven biển. Trong các tháng mùa hè thu (III-X), lượng bốc hơi tiềm năng trung bình tháng đều lớn hơn 100 mm, lớn nhất vào tháng V (120-130 mm ở miền núi, 150-160 mm ở đồng bằng). Trong mùa đông xuân, lượng bốc hơi tiềm năng trung bình tháng 50-100 mm, thấp nhất vào tháng XII (50-70 mm).

Bảng 1.5: lượng bốc hơi bình quân tháng trung bình nhiều năm (mm)

| Trạm | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Năm |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|---------------|
| Đà Nẵng | 69,1 | 65,3 | 79,0 | 85,1 | 104,3 | 114,0 | 124,3 | 112,5 | 84,3 | 71,6 | 65,4 | 62,0 | 1036,7 |
| Trà My | 41,4 | 49,1 | 69,5 | 80,5 | 75,9 | 71,0 | 71,3 | 70,2 | 50,6 | 38,6 | 28,2 | 27,3 | 674,3 |

▪ **Lượng mưa:** Lượng mưa năm trung bình năm từ 1960 mm đến hơn 4000 mm. Thượng lưu các sông ở khu vực miền núi phía tây và tây nam tỉnh Quảng Nam có lượng mưa lớn nhất (trên 3000 mm), lớn nhất ở khu vực Trà My. Vùng đồng bằng ven biển có lượng mưa trung bình năm khoảng 2000-2400 mm. Mưa cũng biến đổi theo mùa: Mùa mưa và mùa khô (mùa ít mưa). Mùa mưa hàng năm thường xuất hiện vào các tháng IX-XII, và mùa mưa chiếm tới 60-80% tổng lượng mưa năm, còn trong mùa khô chỉ chiếm 20-40%. Trong mùa khô, tháng V, VI hàng năm thường có mưa tiêu mǎn.

Bảng 1.6: Lượng mưa tháng trung bình nhiều năm tại các trạm mưa

| Trạm | X | Tháng | | | | | | | | | | | | Năm |
|-----------|----|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Đà Nẵng | X | 81,1 | 25,2 | 23,6 | 31,7 | 86,3 | 91,3 | 84,4 | 126,2 | 324,1 | 636,7 | 418,1 | 212,6 | 2141 |
| | K% | 3,79 | 1,18 | 1,10 | 1,48 | 4,03 | 4,26 | 3,94 | 5,90 | 15,13 | 29,73 | 19,53 | 9,93 | 100 |
| Sơn Phước | X | 76,3 | 42,0 | 24,3 | 45,6 | 138,9 | 179,8 | 106,1 | 153,1 | 311,6 | 713,8 | 458,9 | 181,3 | 2432 |
| | K% | 3,14 | 1,73 | 1,00 | 1,87 | 5,71 | 7,40 | 4,36 | 6,30 | 12,81 | 29,36 | 18,87 | 7,46 | 100 |
| Ái Nghĩa | X | 61,6 | 29,5 | 10,9 | 43,9 | 148,5 | 129,8 | 92,6 | 158,6 | 289,6 | 649,4 | 458,6 | 190,1 | 2241 |
| | K% | 2,75 | 1,32 | 0,48 | 1,96 | 6,62 | 5,79 | 4,13 | 7,07 | 12,92 | 28,97 | 20,46 | 8,48 | 100 |
| Cầu Lâu | X | 65,6 | 24,9 | 19,4 | 32,0 | 82,8 | 92,7 | 72,3 | 134,3 | 273,2 | 589,9 | 437,9 | 196,3 | 2021 |
| | K% | 3,24 | 1,23 | 0,96 | 1,58 | 4,10 | 4,59 | 3,58 | 6,65 | 13,52 | 29,18 | 21,66 | 9,71 | 100 |
| Giao Thủy | X | 70,5 | 33,4 | 22,1 | 48,4 | 133,6 | 136,1 | 98,8 | 155,6 | 289,3 | 665,8 | 488,9 | 213,8 | 2356 |
| | K% | 2,99 | 1,42 | 0,94 | 2,06 | 5,67 | 5,77 | 4,19 | 6,60 | 12,28 | 28,26 | 20,75 | 9,07 | 100 |
| Hội An | X | 72,6 | 33,4 | 20,4 | 33,1 | 84,4 | 86,4 | 59,8 | 121,9 | 314,7 | 596,6 | 478,6 | 245,7 | 2148 |
| | K% | 3,38 | 1,56 | 0,95 | 1,54 | 3,93 | 4,02 | 2,78 | 5,68 | 14,65 | 27,78 | 22,28 | 11,44 | 100 |
| Hội Khách | X | 46,9 | 24,8 | 27,6 | 85,3 | 213,9 | 178,2 | 144,4 | 171,9 | 293,3 | 482,9 | 389,9 | 126,4 | 2185 |
| | K% | 2,14 | 1,13 | 1,26 | 3,90 | 9,79 | 8,15 | 6,61 | 7,86 | 13,42 | 22,10 | 17,84 | 5,79 | 100 |
| Khâm Đức | X | 63,6 | 40,7 | 45,4 | 75,8 | 148,3 | 120,5 | 74,3 | 144,2 | 376,8 | 789,9 | 726,7 | 334,2 | 2940 |
| | K% | 2,16 | 1,39 | 1,54 | 2,58 | 5,04 | 4,10 | 2,53 | 4,90 | 12,82 | 26,86 | 24,71 | 11,37 | 100 |
| Nông Sơn | X | 62,3 | 36,4 | 34,3 | 88,5 | 222,0 | 202,0 | 156,4 | 190,7 | 332,4 | 705,2 | 593,6 | 274,2 | 2898 |
| | K% | 2,15 | 1,26 | 1,18 | 3,05 | 7,66 | 6,97 | 5,40 | 6,58 | 11,47 | 24,33 | 20,48 | 9,46 | 100 |
| Quê Sơn | X | 74,2 | 34,5 | 27,3 | 47,6 | 150,8 | 154,0 | 94,9 | 182,0 | 304,0 | 696,2 | 512,3 | 247,7 | 2525 |
| | K% | 2,94 | 1,36 | 1,08 | 1,88 | 5,97 | 6,10 | 3,76 | 7,21 | 12,04 | 27,57 | 20,29 | 9,81 | 100 |
| Sơn Tân | X | 67,2 | 4,8 | 33,8 | 72,8 | 214,5 | 144,3 | 114,0 | 164,0 | 348,0 | 667,0 | 555,0 | 223,0 | 2608 |

| Trạm | Tháng | | | | | | | | | | | | Năm | |
|-------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| | K% | 2,58 | 0,19 | 1,30 | 2,79 | 8,22 | 5,53 | 4,37 | 6,29 | 13,34 | 25,57 | 21,28 | 8,55 | 100 |
| Thành MỸ | X | 33,3 | 19,2 | 34,0 | 86,9 | 245,5 | 210,5 | 144,3 | 195,7 | 286,1 | 512,5 | 341,9 | 104,9 | 2215 |
| | K% | 1,50 | 0,87 | 1,53 | 3,92 | 11,09 | 9,50 | 6,52 | 8,83 | 12,92 | 23,14 | 15,44 | 4,74 | 100 |
| Tiên Phước | X | 82,4 | 43,8 | 40,4 | 64,3 | 181,9 | 129,7 | 93,0 | 142,4 | 338,3 | 812,4 | 678,8 | 416,2 | 3024 |
| | K% | 2,72 | 1,45 | 1,34 | 2,13 | 6,02 | 4,29 | 3,08 | 4,71 | 11,19 | 26,87 | 22,45 | 13,76 | 100 |
| Trà My | X | 128,7 | 72,4 | 62,7 | 100,6 | 274,1 | 221,1 | 168,8 | 211,8 | 382,9 | 952,2 | 950,0 | 490,4 | 4016 |
| | K% | 3,21 | 1,80 | 1,56 | 2,50 | 6,83 | 5,51 | 4,20 | 5,27 | 9,54 | 23,71 | 23,66 | 12,21 | 100 |
| Trao (Hiên) | X | 19,6 | 17,0 | 35,7 | 91,5 | 204,9 | 174,3 | 127,4 | 161,9 | 293,4 | 479,7 | 315,2 | 98,1 | 2019 |
| | K% | 0,97 | 0,84 | 1,77 | 4,53 | 10,15 | 8,63 | 6,31 | 8,02 | 14,53 | 23,77 | 15,61 | 4,86 | 100 |
| Cẩm Lệ | X | 59,8 | 18,7 | 22,9 | 32,9 | 93,8 | 100,1 | 62,1 | 129,1 | 299,3 | 576,1 | 397,5 | 199,8 | 1992 |
| | K% | 3,00 | 0,94 | 1,15 | 1,65 | 4,71 | 5,02 | 3,12 | 6,48 | 15,02 | 28,92 | 19,95 | 10,03 | 100 |
| Thăng Bình | X | 57,7 | 21,8 | 26,3 | 28,9 | 84,0 | 108,2 | 66,0 | 105,8 | 252,7 | 531,8 | 419,8 | 170,7 | 1874 |
| | K% | 3,08 | 1,16 | 1,40 | 1,54 | 4,49 | 5,77 | 3,52 | 5,65 | 13,49 | 28,38 | 22,40 | 9,11 | 100 |
| Bà Nà | X | 65,7 | 20,1 | 21,6 | 59,6 | 138,4 | 178,1 | 65,6 | 129,7 | 318,2 | 625,4 | 443,8 | 176,3 | 2243 |
| | K% | 2,93 | 0,90 | 0,96 | 2,66 | 6,17 | 7,94 | 2,92 | 5,78 | 14,19 | 27,89 | 19,79 | 7,86 | 100 |

1.2.2 Đặc điểm mưa và hình thể thời tiết gây mưa

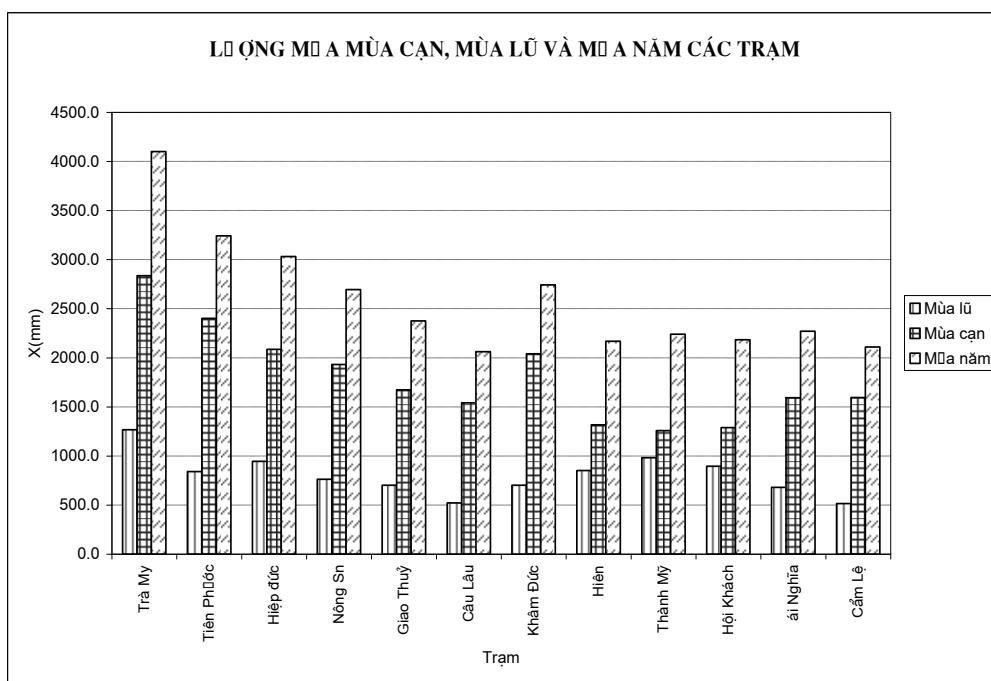
a/ Mùa mưa

Dãy Trường Sơn là vai trò chính đóng góp cho việc làm lệch pha mùa mưa của các tỉnh Trung Trung Bộ trong đó có tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng so với mùa mưa cả nước.

Về mùa hạ, trong khi mùa mưa đang diễn ra trong phạm vi cả nước thì các tỉnh Trung Bộ do hiệu ứng phơn phòn sườn khuất gió (phía Đông Trường Sơn) đang là mùa khô kéo dài với những ngày thời tiết khô nóng, đặc biệt ở vùng đồng bằng ven biển và các thung lũng dưới thấp. Bên cạnh đó vùng núi phía Tây có dịu mát hơn do ảnh hưởng một phần mùa mưa của Tây Nguyên.

Thời kỳ cuối mùa hạ đầu mùa đông gió mùa Đông Bắc đối lập với hướng núi, kèm theo là những nhiễu động như: front cực đới, xoáy thấp, bão và hội tụ nhiệt đới cuối mùa đã thiết lập mùa mưa ở Quảng Nam, Đà Nẵng và các tỉnh, thành phố ven biển Trung Trung Bộ.

Giống như trên cả nước thì mưa ở lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn biến đổi theo mùa: Mùa mưa và mùa khô (mùa ít mưa). Mùa mưa hàng năm thường xuất hiện vào các tháng IX-XII, chiếm tới 60-80% tổng lượng mưa năm, còn trong mùa khô chỉ chiếm 20-40%. Tuy nhiên, thời kỳ mưa lớn nhất vùng nghiên cứu thường tập trung vào 2 tháng là tháng X và tháng XI, thành phần lượng mưa trong 2 tháng này chiếm 40 ÷ 50% lượng mưa cả năm Trong mùa khô, tháng V, VI hàng năm thường có mưa tiêu mǎn. Nhìn chung, mưa giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu.



Hình 1.4: Lượng mưa mùa cạn, mùa lũ và mưa năm của các trạm trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn [10]

Lượng mưa hàng năm lưu vực nghiên cứu từ 2.000 ÷ 4.000mm và phân bố như sau: Từ 3.000 ÷ 4.000mm ở vùng núi cao như Trà My, Tiên Phước. Từ 2.500 ÷ 3.000mm ở vùng núi trung bình Khâm Đức, Nông Sơn, Quế Sơn. Từ 2.000 ÷ 2.500mm ở vùng núi thấp và đồng bằng ven biển: Tây Giang, Đông Giang, Ba Na, Hội Khách, Ái Nghĩa, Giao Thuỷ, Hội An, Đà Nẵng... Trên toàn bộ lưu vực thì thời điểm bắt đầu mưa không đồng nhất: Vùng núi mưa đến sớm hơn (do ảnh hưởng mùa mưa Tây Trường Sơn) và chậm dần về phía đồng bằng ven biển. Tuy nhiên thời kỳ mưa lớn nhất trên toàn vùng thường tập trung vào 2 tháng X và XI.

b/ Tình hình mưa lũ lớn trên lưu vực

Mưa lũ lớn ở vùng ven biển Miền Trung nói chung và hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn nói riêng thường do các hình thế thời tiết như: bão, áp thấp nhiệt đới, không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới và các nhiễu động nhiệt đới khác như gió đông (chủ yếu là sóng đông) gây nên. Các hình thế thời tiết này đơn độc hoặc kết hợp với nhau cùng tác động. Đặc biệt, một số trường hợp, bão, áp thấp nhiệt đới đổ bộ liên tiếp gây mưa lũ đặc biệt lớn trên diện rộng.

Trong hơn 40 năm qua, trận lũ XI-1964 do bão gây ra là lớn nhất. Trong vòng 13 ngày từ 4 đến 16/XI/1964 đã có 3 cơn bão liên tiếp đổ bộ vào Quy Nhơn, Tuy Hoà, Nha Trang kết hợp với không khí lạnh gây ra trận mưa lũ rất lớn trên các sông suối miền Trung. Trên hệ thống sông Thu Bồn xuất hiện lũ lịch sử.

Khi bão và áp thấp nhiệt đới đơn thuần ảnh hưởng trực tiếp đến khu vực thường gây ra mưa với lượng mưa trung bình 120-200mm trong thời gian khoảng 2 ngày; tổng lượng mưa lớn nhất trong một đợt có thể tới 300-400mm ở đồng bằng và 500-600 mm ở miền núi hoặc lớn hơn.

Không khí lạnh tràn từ phía bắc xuống cũng gây ra mưa trên diện rộng với lượng mưa 100-200mm, có khi trên 300mm. Đặc biệt, sự kết hợp tác động giữa không khí lạnh với bão, áp thấp nhiệt đới hay dải hội tụ nhiệt đới, đới gió đông sẽ gây ra mưa đặc biệt lớn trên diện rộng. Trận lũ lớn nhất trong năm 1998 ở sông Thu Bồn là do cơn bão số 5 kết hợp với không khí lạnh và dải hội tụ nhiệt đới gây nên với lượng mưa đặc biệt lớn như Trà My 1.001mm, Tam Kỳ 674mm.

Đầu tháng XI năm 1999, do ảnh hưởng của không khí lạnh có cường độ mạnh, kết hợp với hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới có trực đi qua Nam Bộ, trong các ngày 1 đến 6/XI đã có mưa lớn ở lưu vực sông Thu Bồn – Vu Gia, với tâm mưa ở Quảng Nam - Đà Nẵng (750-1450 mm). Mưa ở trung hạ lưu sông Thu Bồn, Vu Gia lớn hơn ở thượng lưu.

Tiếp sau đó, do ảnh hưởng của không khí lạnh kết hợp với hoạt động của đới gió đông tương đối mạnh và trong 2, 3 ngày đầu có áp thấp nhiệt đới di chuyển qua vùng biển nam Cà Mau, nên trong các ngày 1-7/XII/1999 đã xảy ra một trận mưa rất

lớn với trung tâm mưa ở nam Quảng Nam. Lưu vực sông Tam Kỳ, lưu vực sông Vu Gia, nhất là thượng nguồn các sông Cái, Bung... lượng mưa phổ biến từ 370-550mm, thượng nguồn sông Thu Bồn từ 400-800mm; vùng trung và hạ lưu có lượng mưa tương đối lớn từ 650-2.000mm. Hai trận mưa này không những đạt kỷ lục về tổng lượng mưa trận mà còn đạt kỷ lục về cường độ mưa (lượng mưa lớn nhất trong các thời đoạn: 6, 12 và 24 giờ) không những ở nước ta mà cũng thuộc loại lớn hiếm gặp trên thế giới.

1.2.3 Đặc điểm thủy văn

a/ Dòng chảy năm

- Phân phối dòng chảy năm:

Do lưu vực có lượng mưa lớn nên dòng chảy mặt trong sông khá lớn. Mô đun dòng chảy trung bình năm từ $60,0 \div 80,0 \text{ l/s.km}^2$. Tổng lượng dòng chảy mặt hệ thống sông Thu Bồn vào khoảng 24 km^3 (24 tỷ m^3), tương ứng với $Q_0 = 760 \text{ m}^3/\text{s}$ và $M_0 = 73,4 \text{ l/s.km}^2$. Mùa lũ từ tháng X - XII (3 tháng), có lượng dòng chảy chiếm khoảng 64,8% $W_{\text{năm}}$. Lượng dòng chảy trung bình tháng lớn nhất là tháng XI chiếm khoảng 27,3% $W_{\text{năm}}$. Mô đun dòng chảy đỉnh lũ trên dòng chính M_{max} từ $3.300 \div 3.800 \text{ l/s.km}^2$, trên các lưu vực nhỏ có M_{max} từ $500 \div 1.000 \text{ l/s.km}^2$. Do lưu vực sông Thu Bồn dốc, sông suối ngắn, có dạng hình nan quạt thuận lợi cho lũ tập trung về hạ lưu cùng lúc.

Mặt khác lưu vực có lượng mưa và cường độ mưa lớn, sông hầu như không có phần trung lưu nên lũ đổ dồn về hạ lưu khá đột ngột, biên độ lũ, cường độ lũ và mực nước lũ khá cao, thường gây ra ngập lụt nghiêm trọng cho vùng hạ lưu. Mùa cạn kéo dài từ tháng I - IX (9 tháng), có tổng lượng dòng chảy trung bình mùa cạn chiếm khoảng 35,2% $W_{\text{năm}}$. Tổng lượng dòng chảy trung bình của ba tháng nhỏ nhất tháng III đến tháng V chiếm khoảng 8,45% $W_{\text{năm}}$. Mô đun dòng chảy nhỏ nhất M_{min} biến đổi từ 4 - 6 l/s.km^2 .

- Trên sông Vu Gia

Theo số liệu quan trắc từ 1976-2006 tại trạm thuỷ văn Thành Mỹ có diện tích lưu vực $F = 1.850 \text{ km}^2$, lưu lượng trung bình năm là $Q_0 = 122 \text{ m}^3/\text{s}$, tương ứng với mô đun dòng chảy trung bình năm là $M_0 = 66,0 \text{ l/s/km}^2$, tổng lượng dòng chảy mặt trung

bình năm $W_0 = 3,91 \text{ km}^3$; mùa lũ từ tháng X - XII, có tổng lượng dòng chảy mặt trung bình mùa lũ là $W_{\text{TB}} \text{mùa lũ} = 2,39 \text{ km}^3$, chiếm khoảng 61,1% $W_{\text{năm}}$, lượng dòng chảy trung bình tháng lớn nhất là tháng IX chiếm khoảng 25,1% $W_{\text{năm}}$, lưu lượng lớn nhất đã quan trắc được là $Q_{\max} = 7.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (20/XI/1998) tương ứng với mô đun dòng chảy lớn nhất là $M_{\max} = 3.784 \text{ l/s/km}^2$; và mùa cạn kéo dài từ tháng I - IX (9 tháng), có tổng lượng dòng chảy trung bình mùa cạn khoảng 38,9% $W_{\text{năm}}$, tổng lượng dòng chảy trung bình của ba tháng nhỏ nhất chiếm khoảng 9,65% $W_{\text{năm}}$, lượng dòng chảy trung bình tháng nhỏ nhất chiếm khoảng 2,80% $W_{\text{năm}}$, lưu lượng nhỏ nhất $Q_{\min} = 11,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (27/VII/1988), tương ứng với mô đun dòng chảy nhỏ nhất là $M_{\min} = 6,11 \text{ l/s/km}^2$.

- Trên sông Thu Bồn

Theo số liệu quan trắc từ 1976 - 2006 tại trạm thuỷ văn Nông Sơn: Lưu lượng nước trung bình năm là $Q_0 = 271 \text{ m}^3/\text{s}$, tương ứng với mô đun dòng chảy trung bình năm là $M_0 = 86,0 \text{ l/s/km}^2$, tổng lượng dòng chảy mặt trung bình năm $W_0 = 8,61 \text{ km}^3$; mùa lũ từ tháng X - XII, có tổng lượng dòng chảy mặt trung bình mùa lũ là $W_{\text{TB}} \text{mùa lũ} = 5,84 \text{ km}^3$, chiếm khoảng 67,8% $W_{\text{năm}}$, lượng dòng chảy trung bình tháng lớn nhất (tháng XI) chiếm khoảng 29,0% $W_{\text{năm}}$, lưu lượng lớn nhất đã quan trắc được là $Q_{\max} = 10.815 \text{ m}^3/\text{s}$ (12/XI/2007), tương ứng với mô đun dòng chảy lớn nhất là $M_{\max} = 3.433 \text{ l/s/km}^2$, mùa cạn kéo dài từ tháng I - X (9 tháng), có tổng lượng dòng chảy trung bình mùa cạn ($W_{\text{TB}} \text{mùa cạn}$) chiếm khoảng 32,2% $W_{\text{năm}}$, tổng lượng dòng chảy trung bình của ba tháng nhỏ nhất (VI-VIII) chiếm khoảng 7,57% $W_{\text{năm}}$, lượng dòng chảy trung bình tháng nhỏ nhất (VII) chiếm khoảng 2,15% $W_{\text{năm}}$, lưu lượng nhỏ nhất là $Q_{\min} = 14,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (21/VIII/1977), tương ứng với mô đun dòng chảy nhỏ nhất là $M_{\min} = 4,63 \text{ l/s/km}^2$.

Bảng 1.7: Lưu lượng bình quân tháng trung bình nhiều năm tại Trạm Thành Mỹ và Nông Sơn

| Trạm | | Tháng | | | | | | | | | | | | Năm |
|-------------|----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Thành Mỹ | Q | 107 | 67.4 | 48.6 | 41.4 | 53.3 | 57.6 | 45.9 | 54.7 | 98.4 | 279 | 368 | 244 | 122 |
| | K% | 7.30 | 4.60 | 3.32 | 2.82 | 3.64 | 3.93 | 3.13 | 3.74 | 6.72 | 19.02 | 25.1 | 16.6 | 100.0 |
| Nông Sơn | Q | 230 | 134 | 91.4 | 71.3 | 101 | 96.4 | 69.2 | 77.1 | 166 | 649 | 9540 | 612 | 271 |
| | K% | 7.09 | 4.12 | 2.81 | 2.19 | 3.09 | 2.96 | 2.13 | 2.37 | 5.10 | 20.0 | 29.3 | 18.8 | 100.0 |

b/ Dòng chảy kiệt

Ở lưu vực Vu Gia - Thu Bồn có mùa cạn từ tháng I đến tháng VIII hàng năm. Dòng chảy nhỏ nhất trên lưu vực phần lớn rơi vào tháng IV, những năm ít hoặc không có mưa tiêu mǎn vào tháng V, tháng VI thì dòng chảy nhỏ nhất vào tháng VII và tháng VIII.

Các sông có diện tích lưu vực $F > 300 \text{ km}^2$ thì tháng có dòng chảy nhỏ nhất thường là tháng IV, với lưu vực có $F < 300 \text{ km}^2$ thì tháng có dòng chảy nhỏ nhất vào tháng VIII.

Dòng chảy mùa cạn phụ thuộc vào trữ lượng nước trong lưu vực và lượng mưa trong mùa cạn. Có thể chia mùa cạn thành 2 thời kỳ:

+ Thời kỳ dòng chảy ổn định: dòng chảy thời gian này chủ yếu là do lượng nước trữ trong lưu vực sông cung cấp nên xu hướng giảm dần theo thời gian và sau đó ổn định (thường từ tháng I đến tháng IV hàng năm).

+ Thời kỳ dòng chảy không ổn định: từ tháng V đến tháng VII hàng năm dòng chảy thường không ổn định do nguồn cung cấp nước cho dòng chảy thời kỳ này ngoài nước ngầm còn có lượng mưa trong mùa cạn (chủ yếu là mưa tiêu mǎn tháng V và tháng VI) do đó các sông suối trong năm xảy ra 2 lần có dòng chảy cạn nhất, lần thứ nhất vào tháng III tháng IV và lần thứ hai vào tháng VII tháng VIII.

Dòng chảy tháng nhỏ nhất chiếm $1 \div 3\%$ lượng nước cả năm. Dòng chảy mùa cạn chiếm $20 \div 25\%$ lượng nước cả năm. Vùng có dòng chảy mùa cạn lớn nhất là thượng nguồn các sông, modul dòng chảy mùa cạn khoảng $25 \div 30 \text{ l/s.km}^2$, modul dòng chảy nhỏ nhất tháng khoảng $10 \div 15 \text{ l/s.km}^2$.

Vùng có dòng chảy mùa cạn nhỏ nhất là vùng thuộc phía Bắc và Tây Bắc tỉnh Quảng Nam thành phố Đà Nẵng thuộc lưu vực các sông Bung, Con, mô đun dòng chảy mùa kiệt chỉ còn 10 l/s.km^2 .

c/Dòng chảy lũ

▪ Nguyên nhân gây lũ

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa nguyên nhân gây lũ chủ yếu là do mưa lớn. Trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn hàng năm lũ lớn thường xuyên xảy ra nguyên nhân gây lũ lớn là do mưa có cường độ lớn kết hợp với điều

kiện địa hình phức tạp, chia cắt mạnh và tình trạng xả lũ của các hồ thủy điện. Hiện nay tình trạng xả lũ của các hồ thủy điện đang là vấn đề nổi bật cần được khắc phục không những ở trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn mà nhiều các lưu vực sông khác ở nước ta cần được giải quyết.

Lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn là một trong những khu vực tâm mưa lớn ở nước ta lượng mưa năm tại những khu vực thượng nguồn lên tới 3000mm – 4000mm trong khi đó lượng mưa bình quân năm của cả nước chỉ vào khoảng 1900 mm. Với lượng mưa cả năm rất lớn như vậy nhưng mưa mưa trên sông Vu Gia – Thu Bồn chỉ kéo dài có 4 tháng từ tháng IX – XII và mưa chủ yếu vào tháng XI và tháng XII, các trận mưa liên tiếp nhau tạo lên những trận lũ kép hai đỉnh.

▪ Đặc điểm dòng chảy lũ

Mùa lũ hàng năm trong hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn từ tháng X đến tháng XII. Trong mỗi mùa lũ thường có từ 3-5 trận lũ lớn. Các đợt lũ thường liên tiếp xảy ra trong thời gian ngắn tạo nên đường quá trình lũ có dạng nhấp nhô nhiều đỉnh. Lũ trong hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn xảy ra dồn dập trong thời gian không dài và các trận lũ thường là lũ kép từ 2 đỉnh trở lên.

Một trong những đặc điểm lũ trong hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn là lũ lên nhanh, xuống nhanh với biên độ và cường suất lũ lớn ở thượng và trung lưu, lũ lên tương đối nhanh nhưng rút chậm ở hạ lưu.

Ở thượng lưu và trung lưu các sông, do cường suất mưa lớn, địa hình dốc, lòng sông hẹp nên lũ lên nhanh xuống nhanh với cường suất lũ lên trung bình khoảng 30-70cm/giờ, lớn nhất tới 100-400cm/giờ. Biên độ lũ 5,0-14,0m như: trận lũ XI/1999, biên độ lũ tại Thành Mỹ: 10,95m, tại Hiệp Đức 12,58m, tại Sơn Tân: 13,85m, tại Nông Sơn: 11,7m.

Ở hạ lưu, do độ dốc lòng sông nhỏ (2‰ trong đoạn sông từ Thành Mỹ đến Ái Nghĩa, 0,08‰ từ Ái Nghĩa đến Câu Lâu, 0,04‰ từ Câu Lâu ra biển) và hơn nữa do có nhiều phân lưu đổ ra biển cũng như tác động của thuỷ triều, địa hình, địa vật... nên lũ lên chậm hơn, và rút rất chậm khi gặp triều cường. Như trong trận lũ XI/1999, biên độ lũ lên tại các trạm ở hạ lưu khoảng 3-5m (5,46m tại Ái Nghĩa,

4,22m tại Cẩm Lệ, 4,52m tại Câu Lâu, 3,32m tại Hội An). Cường suất lũ lên trung bình khoảng 5-10 cm/giờ, lớn nhất cũng chỉ đạt khoảng 20-50 cm/giờ.

Thời gian lũ lên khoảng 20-60 giờ ở trung thượng lưu, ở hạ lưu: 70-80 giờ, trung bình là 48 giờ nhưng thời gian lũ rút rất dài, thậm chí 2-5 ngày điển hình như trận lũ XII/1999. Đặc biệt, mực nước duy trì ở mức cao (trên báo động cấp III) kéo dài từ 15-42 giờ, có khi tới 3-5 ngày. Trong 2 trận lũ cuối năm 1999, mực nước duy trì trên mức báo động III tới hơn 5 ngày. Ở hạ lưu, khi mực nước dưới báo động I, thuỷ triều ảnh hưởng rất mạnh và triều cường có thể làm gia tăng mực nước đỉnh lũ tới 15-25 cm tại Câu Lâu.

1.2.4 Đặc điểm ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

- Nguyên nhân gây ngập lụt

Các sông ở miền Trung (trừ sông Mã, Cả) nước ta thường có xu thế chảy thẳng từ thượng nguồn xuống đồng bằng, hầu như không qua vùng chuyển tiếp trung du vì thế nước tập trung nhanh. Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn cũng có đặc điểm như vậy ngoài ra trên lưu vực còn có một số nguyên nhân tự nhiên và nhân tạo khác gây tình trạng ngập lụt trên lưu vực như:

- Lưu vực nằm trong khu vực có tần mưa lớn so với cả nước.
- Đồng bằng sông Vu Gia – Thu Bồn thường bằng phẳng, thấp, cấu trúc địa hình không đồng nhất, nằm xen kẽ giữa các dãy núi chạy ra tận biển. Hệ thống đường bộ, đường sắt và hệ thống kênh mương chia cắt đồng bằng và gây trở ngại cho sự thoát lũ.
- Lũ lớn trên các sông nhưng do ảnh hưởng của các cồn, dải cát ven và nhất là gấp kỲ triều cường, lũ rút chậm, gây ngập lụt sâu, kéo dài.
- Vùng ngập lụt do tác động của lũ từ 2 con sông Vu Gia và Thu Bồn tạo ra nên các trận lụt thường kéo dài.
- Do đặc điểm địa hình và thủy văn trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được đánh giá là có tiềm năng thủy điện lớn nhất khu vực miền Trung. Theo báo cáo của Sở Công thương Quảng Nam, hiện trên lưu vực hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn có tổng cộng 62 dự án thủy điện đã được phê duyệt, với tổng công suất lên tới 1.601 MW. Trong đó, Tập đoàn điện lực Việt Nam (EVN) triển khai xây dựng,

quản lý 4 dự án thủy điện lớn là: A Vương, Sông Tranh, Sông Bung, Sông Bung, còn các dự án thủy điện vừa và nhỏ còn lại nằm rải rác khắp 10 huyện miền núi của tỉnh Quảng Nam do chủ đầu tư khác hoặc địa phương xây dựng, quản lý. Tính đến thời điểm hiện tại, có 8 công trình thủy điện đã xây dựng xong, đang phát điện gồm: thủy điện A Vương, Sông Bung 2, Sông Bung 4, Sông Giồng, Đăk Mi 1, Đăk Mi 4, Sông Côn 2 và Sông Tranh 2. Bên cạnh đó, hàng loạt dự án thủy điện đã được phê duyệt đang trên đà xây dựng dang dở hoặc đang lập báo cáo đầu tư.

Việc xây dựng và vận hành độc lập các hồ chứa thủy điện không có quy trình vận hành hệ thống liên hồ đã khiến cho chế độ dòng chảy trong lưu vực bị thay đổi so với tự nhiên và gây ra tình trạng ngập lụt phía hạ du vào mùa lũ, ảnh hưởng trực tiếp nhu cầu sử dụng nước cũng như duy trì hệ sinh thái thủy sinh trên lưu vực.

▪ Hình thái ngập lụt

Có 3 hình thái ngập lụt ở đồng bằng sông Vu Gia – Thu Bồn:

- Ngập lụt do mưa úng trong đồng: Khu vực đồng bằng bị ngập úng chủ yếu do mưa nội đồng, nước trong đồng chỉ liên hệ với nước ngoài sông khi vỡ đê, bờ vùng hoặc khi nước lũ rút xuống thấp, có thể mở cống để lấy nước tưới hoặc để tiêu nước. những trận mưa lớn ở đồng bằng.

- Ngập lụt chủ yếu do tràn bờ: Đồng bằng sông nhỏ hẹp, khi các vùng đồng bằng sông Thu Bồn có lượng mưa nhỏ hơn so với thượng du thì ảnh hưởng của mưa tại chỗ so với lũ thượng nguồn không lớn, lũ cao sẽ tràn vào đồng bằng gây ngập lụt.

- Ngập lụt do lũ tràn bờ và do nước của nhiều sông suối đổ trực tiếp vào đồng bằng: Sông Vu Gia, Thu Bồn, Ly Ly,...

▪ Đặc điểm các trận ngập lụt lớn

Một trong những đặc điểm lũ trong hệ thống sông Thu Bồn- Vu Gia là lũ lên nhanh, đổ về khu vực đồng bằng không có khu vực dẫn lũ nên thường gây lụt hạ du rất nhanh với diện rộng và độ sâu cục bộ lớn. Qua thống kê, đặc trưng lũ lụt tại một số trạm trong một số trận lũ lớn như sau:

1. Trận lụt lịch sử 4-10/ XI/1964:

Nguyên nhân: Do 2 cơn bão đổ bộ vào liên tiếp trong ngày 4/XI (Iris vào Qui Nhơn) và ngày 8/XI (Joan vào Tuy Hòa), kết hợp với KKL đã gây ra mưa lớn trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

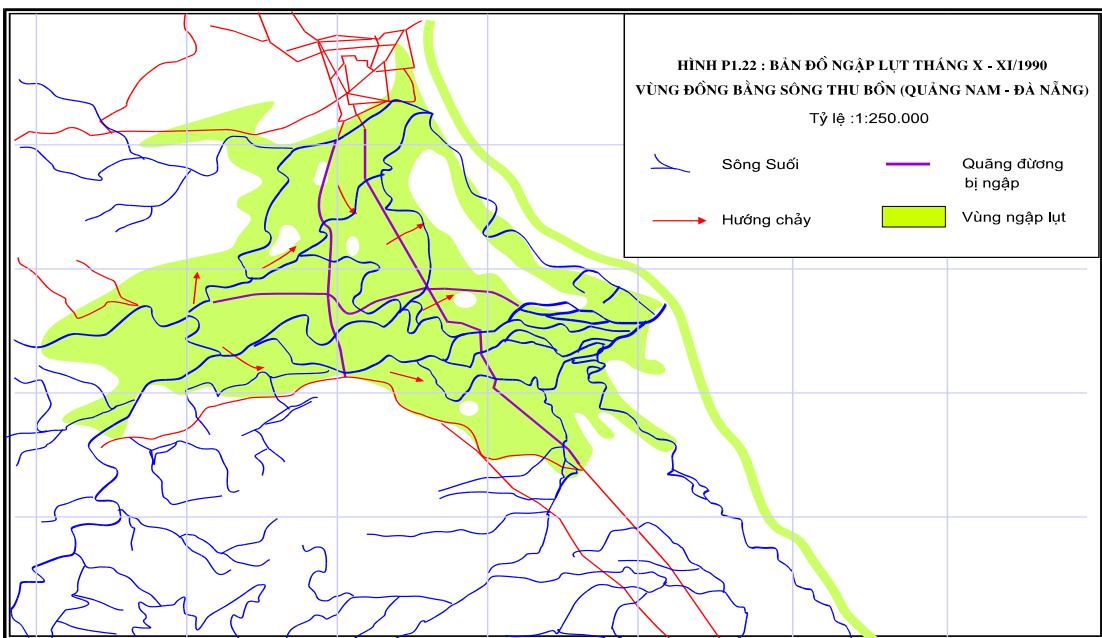
Tình hình lũ: Theo số liệu quan trắc, trận lũ XI/1964 là trận lũ lớn nhất ở hạ lưu sông Thu Bồn - Vu Gia và nhiều sông ở Trung Trung Bộ. Mực nước đỉnh lũ sông Vu Gia tại Ái Nghĩa đạt tới 10,56m, trên báo động III (BĐIII) là 1,76m; tại Cẩm Lệ: 4,40m, trên BĐIII: 2,70m; trên sông Thu Bồn tại Câu Lâu đạt tới 5,48m, trên BĐIII là 1,78m; tại Hội An: 3,40m, trên BĐIII: 1,70m.

Đây là trận mưa lũ rất lớn về cường độ lũ, thời gian lũ lớn kéo dài và lại xảy ra trên diện rộng nhiều tỉnh, từ Thừa Thiên Huế đến Ninh Thuận. Trên các hệ thống sông Vu Gia, Thu Bồn, Tam Kỳ tỉnh Quảng Nam, xuất hiện lũ lịch sử lớn nhất ở hạ lưu từ khi có quan trắc đến nay. Trận lũ này đã gây ngập lụt nghiêm trọng, ngập sâu toàn bộ đồng bằng ven biển Vu Gia – Thu Bồn. Diện ngập trên 35.000 ha. Độ sâu ngập lụt trung bình 1,5m, nhiều nơi ngập sâu trên 3m. Ngay trên các đường quốc lộ 1A và đường sắt thông nhát Bắc Nam cũng có nơi ngập sâu gần 1m. Thành phố Đà Nẵng, hầu như bị ngập trong nước. Thiệt hại do trận lũ này gây ra là vô cùng to lớn. Chỉ riêng về con người, nó đã cướp đi sinh mạng của khoảng 7000 người và hàng vạn người bị thương, hàng chục vạn ngôi nhà bị cuốn trôi, đổ sập chìm sâu trong nước lũ. Tài sản hoa, màu, gia súc, cơ sở hạ tầng... bị phá huỷ, tổn thất vô cùng lớn.

2. Trận lũ từ 10 – 13/XI/1990

Nguyên nhân: Do mưa bão số 9 vào Nha Trang - Tuy Hòa kết hợp với không khí lạnh, gây mưa lớn ở trung thượng lưu Thu Bồn. Lượng mưa từ 10-13/XI/1990 khoảng 500-600mm ở miền núi và 250-300mm ở đồng bằng. Đỉnh lũ tại Câu Lâu là 4,37 m, thời gian duy trì trên BĐIII tại Câu Lâu trong 32 giờ, tại Giao Thủy: 21 giờ, tại Ái Nghĩa: 31 giờ.

Tình hình ngập lụt ở đồng bằng sông Thu Bồn trong trận lũ lớn 1990: Trận lũ năm 1990, dù tần suất 10%, nhưng ngập lụt nhiều ngày do 2 đợt lũ lớn, từ 13-16/X và từ 11-13/XI, lũ lén trùng với kỳ triều cường. Dưới đây là bản đồ ngập lụt ở đồng bằng sông Thu Bồn tháng XI/1990 (hình 1.5).



Hình 1.5: Bản đồ ngập lụt ở vùng đồng bằng hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn tháng XI/1990

Diện ngập lụt tháng X, XI/1990 rộng trên 20 nghìn ha, bao trùm toàn bộ đồng bằng sông Vu Gia - Thu Bồn với mức ngập trung bình 2 - 2,5m và sâu nhất 3 - 4m, nhưng diện ngập ở mức tương đương... Thời gian ngập ở các vùng dân cư thường từ 6h đến 48h, ở đồng ruộng có thể kéo dài 2 - 3 ngày, còn ở vùng ven biển 0,5-1 ngày. Mặc dù lũ 1990 thấp hơn so với trận lũ lịch sử 1964, song do ngập lụt kéo dài nên thiệt hại rất lớn: 49 người chết, 21 người bị thương; sập và cuốn trôi 8680 nhà, 120 phòng học; về thủy lợi: sụt lở 496.000m³ đất kênh mương, 190.807m³ đất đê ngăn mặn, 1725m³ đê xây bị cuốn trôi; về nông nghiệp: ngập 17.433ha lúa đang trổ, 800ha lúa gieo, 4252 ha rau màu bị hỏng, trôi 1145 tấn thóc giống, 90 tấn kén tằm, ngập 90 ao nuôi tôm; ngập hỏng 1.035.000 cây; hỏng 25 cầu cống, sạt lở 621.287 m³ đất đường.

3. Trận lụt đặc biệt lớn tháng XI năm 1998

Từ 18 đến 22/XI, một đợt mưa lớn trên diện rộng từ Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận và cao nguyên Nam Trung Bộ đã làm cho hầu hết các sông trong khu vực xuất hiện lũ từ báo động 2 đến trên báo động 3. Trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia đã xuất hiện đợt lũ đặc biệt lớn theo kết quả điều tra, khảo sát cho thấy tình hình ngập lụt của năm 1998 trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn là hết sức nặng

nè, với độ sâu ngập trung bình từ 1 – 4 m tùy từng khu vực nhưng nơi sâu nhất ngập tới 4.7m (Đàn Thượng - Tiên Lập). Khu vực ngập chủ yếu là vùng kẹp giữa hai sông Thu Bồn và Vu Gia phần dưới Giao Thuỷ (sông Thu Bồn) và ngã ba sông Cà Răng - Vu Gia. Độ rộng vùng ngập trên 2km kéo dài và mở rộng về phía hạ lưu đến các cồn cát ven biển thuộc huyện Điện Bàn, Duy Xuyên, Hoà Vang.

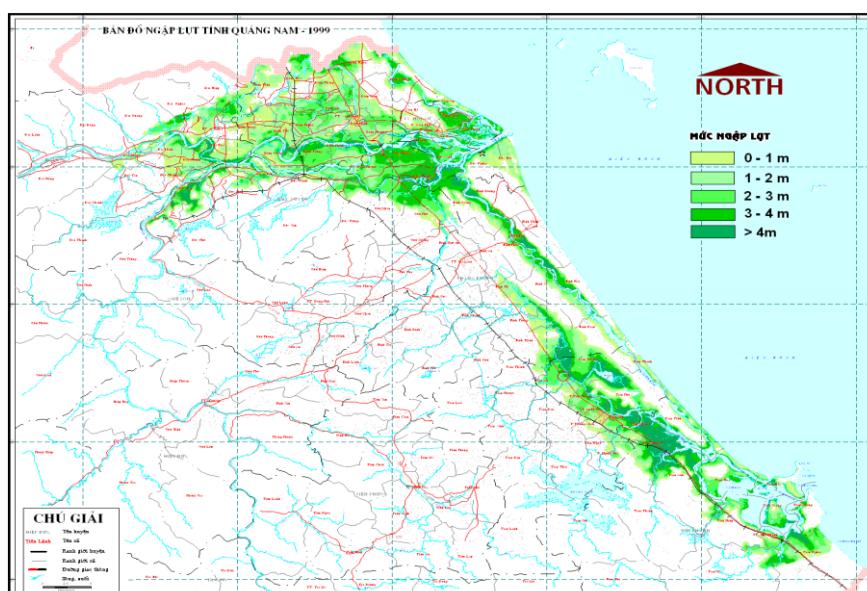
Theo số liệu thống kê tính trên địa bàn thành phố Đà Nẵng đã có 32 người chết, 27 người bị thương, 19.029 ngôi nhà bị ngập trong nước, 158 nhà bị sập. Diện tích hoa màu, cây công nghiệp bị hư hại lên đến 3400ha. Nhiều hệ thống kênh mương, đê kè, đường giao thông bị hư hỏng nặng... tổng thiệt hại cho thành phố Đà Nẵng ước tính 182 tỉ đồng. Trên địa bàn tỉnh Quảng Nam, trận lũ 17 - 22/XI đã làm cho hầu hết các tuyến đường giao thông chính trong tỉnh bị ách tắc. Vùng đồng bằng ven sông hầu hết bị ngập lụt nặng, nhiều nơi có độ sâu ngập từ 2 - 4m thậm chí một số thị trấn ở vùng núi cũng bị ngập sâu từ 1.5 - 2m, có đến gần 200.000 hộ dân bị ảnh hưởng của ngập lụt. Toàn tỉnh Quảng Nam có 47 người chết, 36 người bị thương, tổng thiệt hại lên tới 353.2 tỷ đồng.

4. Trận lụt lớn đầu tháng XI/1999 [6]

Nguyên nhân: Do ảnh hưởng của không khí lạnh có cường độ mạnh và đới gió đông đang phát triển từ tầng thấp đến trên 5000m kết hợp với hoạt động có cường độ rất cao của dải hội tụ nhiệt đới có trực đi qua Nam bộ trong các ngày 1-4/XI và của áp thấp nhiệt đới ATNĐ đổ bộ vào nam Trung Bộ chiều tối 5/XI. Từ ngày 1 - 6/XI ở hầu hết các nơi thuộc các tỉnh Trung bộ và Tây nguyên đã có mưa to, mưa rất to nhiều nơi có lượng mưa đặc biệt lớn (chưa từng có trong lịch sử quan trắc mưa ở nước ta) với cường suất mưa rất lớn gây nên lũ lịch sử hoặc lũ đặc biệt lớn, tương đương với lũ lịch sử ở nhiều sông trong đó có hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn. Đây là đợt mưa lớn hiếm thấy trong vòng 50 năm trở lại đây, lượng mưa 24h hầu hết các nơi trên lưu vực đạt 450 - 500mm, cường độ mưa nhiều nơi đạt từ 50 - 80mm/h. Chỉ tính riêng lượng mưa trong 6 ngày đã chiếm tới 70 - 80% lượng mưa trung bình cả mùa mưa.

Tình hình ngập lụt: Thành phố Đà Nẵng: Huyện Hòa Vang bị ngập sâu từ 1 - 3m, sân bay quốc tế Đà Nẵng một số nơi bị ngập tới 1.5m làm sân bay phải đóng cửa từ 7h/3/11 đến 6h/4/11. Ở 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, Quế Sơn độ sâu ngập từ 2 - 4m. Hầu hết các tuyến giao thông trong tỉnh bị ách tắc, quốc lộ 1A nhiều đoạn ngập sâu từ 1 - 2m. Đợt lũ lớn nhất năm 1999 có những đặc điểm phức tạp và ác liệt hơn trận lũ 1998, mực nước lũ nhiều nơi cao hơn mực nước cao nhất năm 1998 nên độ sâu ngập lớn hơn và diện ngập rộng hơn.

Tình hình thiệt hại: Theo báo cáo của UBND tỉnh Quảng Nam thì tổng thiệt hại do đợt lũ lớn nhất năm 1999 là trên 400 tỷ đồng. Toàn tỉnh có 41 người chết, gần 200.000 nhà dân, trường học, bệnh xá, cơ quan bị ngập nước tập trung chủ yếu ở vùng hạ lưu sông Thu Bồn, Vu Gia và vùng phía đông các huyện đồng bằng phía Nam, trong đó hơn 5000 nhà dân và trên 100 trạm xá, phòng học bị sập đổ hoặc cuốn trôi. Gần 10.000 ha hoa màu và trên 4000 ha lúa bị hư hỏng nặng, hàng trăm ha lúa rẫy đến kỳ thu hoạch bị thiệt hại, hơn 1 triệu cây con bị hư hại, hàng ngàn km kênh mương để ngăn mặn và đường giao thông bị ngập, 162.000 người cần được hỗ trợ gấp về lương thực, 15.000 người dân phải di dời tránh lũ.



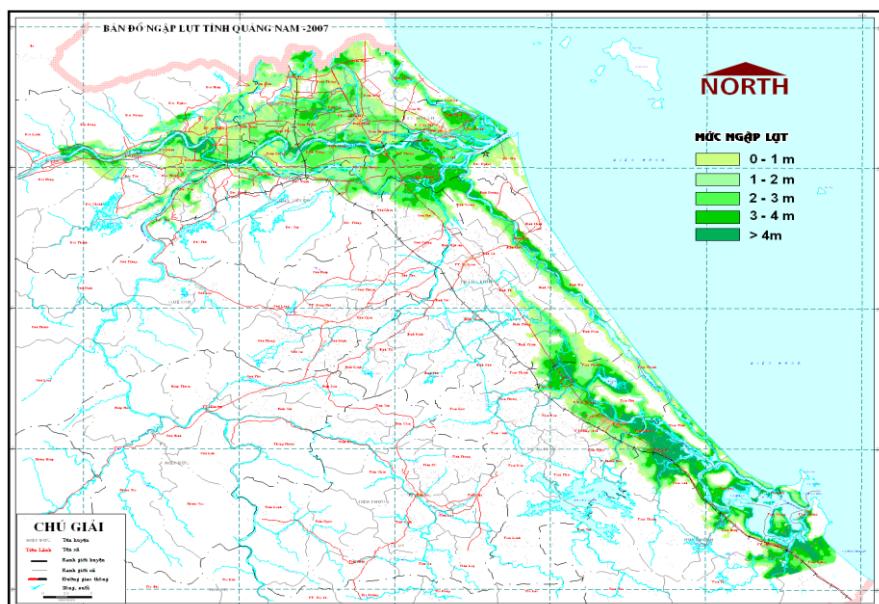
Hình 1.6: Bản đồ ngập lụt khu vực hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn năm 1999

5. Trận lũ tháng XI năm 2007

Trong năm 2007, trên lưu vực đã xảy ra nhiều trận lũ lớn có đỉnh cao hơn mức BĐII. Đặc biệt, chỉ trong vòng hơn 1 tháng (từ đầu tháng X đến giữa tháng XI), trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn đã liên tiếp xảy ra 5 đợt lũ lớn, đặc biệt lớn; lũ chồng lên lũ, gây ngập lụt nghiêm trọng và kéo dài ảnh hưởng lớn tới đời sống, sinh hoạt của nhân dân.

Từ ngày 10-13/XI, trên lưu vực đã có mưa to đến rất to. Tổng lượng mưa trong 4 ngày ở khu vực Quảng Nam – Đà Nẵng phổ biến từ 500 - 700mm; một số nơi mưa lớn hơn 750mm, như tại Ái Nghĩa: 763mm, Hiệp Đức: 778mm, Tiên Sa: 772mm. Mưa lớn tập trung trong 2 ngày: 11 – 12/XI.

Tại tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng đã có 228.269 ngôi nhà bị ngập, hư hại; số hộ được sơ tán khoảng 70.000 hộ (trên 1 triệu người); nhà bị hỏng và trôi: 1458 cái. Tổng diện tích, hoa màu bị úng, ngập là 7610ha. Tuyến quốc lộ 1A và nhiều tuyến giao thông trong tỉnh bị ngập sâu, giao thông bị chia cắt, nhiều khu vực dân cư bị cô lập hoàn toàn. Ước tính thiệt hại trên 3,000 tỷ đồng.

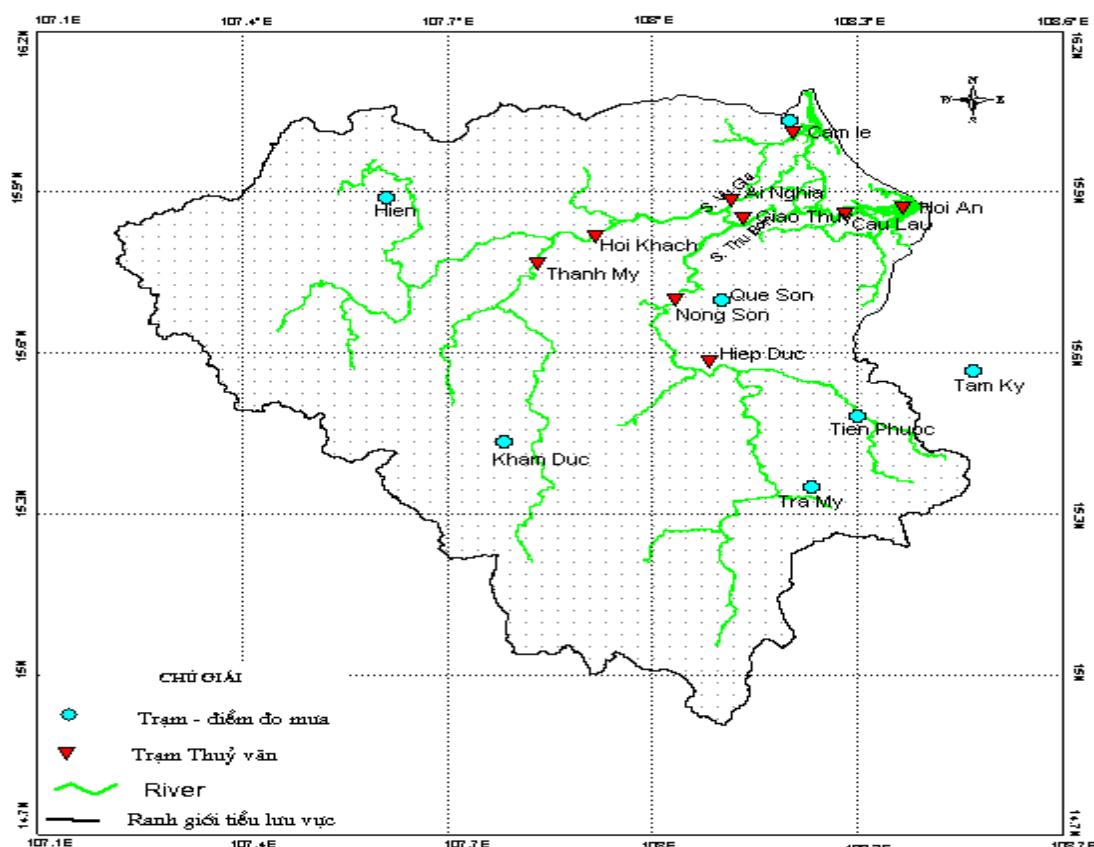


Hình 1.7: Bản đồ ngập lụt tháng XI/2007 lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

1.2.5 Mạng lưới trạm Khí tượng Thủy văn và điện báo trên lưu vực hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn [10]

a/ Thông tin về mạng lưới trạm

Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn có mạng lưới trạm khí tượng thủy văn khá dày, tổng số 24 trạm bao gồm 3 trạm khí tượng (Đà Nẵng, Tam Kỳ, Trà My), 11 trạm đo mưa (Trao, Khâm Đức, Bà Nà, Sơn Phước, Tiên Sa, Cẩm Lệ, Quế Sơn, Thăng Bình, Tiên Phước, Phú Ninh, Đức Phú) và 9 trạm thuỷ văn, trong đó có 2 trạm đo lưu lượng (Thành Mỹ, Nông Sơn), 7 trạm đo mực nước (Hiệp Đức, Hội Khách, Cầu Lâu, Giao Thuỷ, Ái Nghĩa, Vĩnh Điện, Hội An), tại 9 trạm thuỷ văn đều có đo mưa. Sơ đồ trạm khí tượng thủy văn được trình bày trong hình 1.8.



Hình 1.8: Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Hầu hết các trạm có số liệu từ năm 1977 đến nay, riêng trạm khí tượng Đà Nẵng có số liệu từ năm 1931 đến nay nhưng số liệu từ năm 1931- 1976 không liên tục. Tuy số lượng trạm tương đối nhiều, song phân bố không đều trên lưu vực, chủ yếu tập trung ở hạ lưu còn phần thượng lưu, vùng núi cao, nơi mưa nhiều, nước tập trung nhanh thì hầu như chưa có các trạm đo Khí tượng Thủy văn. Danh sách các trạm Khí tượng Thủy văn trên hệ thống sông Thu Bồn được trình bày trong bảng 1.8.

Bảng 1.8: Trạm Khí tượng Thủy văn trên lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia

| TT | Trạm | Sông | Thời kỳ đo | Yếu tố đo | Điện báo |
|----|------------|---------|---------------------------------|-----------|----------|
| 1 | Trao | Vu Gia | 1977- nay | X | X |
| 2 | Khâm Đức | Vu Gia | 1977- nay | X | X |
| 3 | Thành Mỹ | Vu Gia | 1977- nay | X, H, Q | X, H, Q |
| 4 | Hội Khách | Vu Gia | 1977- nay | X, H | X, H |
| 5 | Ái Nghĩa | Vu Gia | 1977- nay | X, H | X, H |
| 6 | Cẩm Lệ | Vu Gia | 1977- nay | X, H | X, H |
| 7 | Bà Nà | Vu Gia | 1977- nay | X | Không |
| 8 | Sơn Phước | Vu Gia | 1977- nay | X | Không |
| 9 | Đà Nẵng | Vu Gia | 1931-1944, 1958-1974, 1976- nay | X (KT) | X |
| 10 | Tiên Sa | Vu Gia | 1977- nay | H, X | H, X |
| 11 | Trà My | Thu Bồn | 1977- nay | X (KT) | X |
| 12 | Tiên Phước | Thu Bồn | 1977- nay | X | X |
| 13 | Hiệp Đức | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | X, H |
| 14 | Sơn Tân | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | Không |
| 15 | Nông Sơn | Thu Bồn | 1977- nay | X, H, Q | X, H |
| 16 | Giao Thuỷ | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | X, H |
| 17 | Quế Sơn | Thu Bồn | 1977- nay | X | Không |
| 18 | Câu Lâu | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | X, H |
| 19 | Vĩnh Điện | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | Không |
| 20 | Hội An | Thu Bồn | 1977- nay | X, H | X, H |
| 21 | Thăng Bình | Thu Bồn | 1977- nay | X | Không |
| 22 | Tam Kỳ | Thu Bồn | 1977- nay | X(KT) | X |
| 23 | Phú Ninh | Thu Bồn | 1977- nay | X | Không |
| 24 | Đức Phú | Thu Bồn | 1977- nay | X | Không |

b/ Thông tin về điện báo mưa và mực nước:

Mạng lưới trạm điện báo phục vụ dự báo gồm 6 trạm điện báo mưa là: Đà Nẵng, Trà My, Tam Kỳ, Khâm Đức, Tiên Phước, Trao; 9 trạm thuỷ văn: Thành Mỹ, Hội Khách, Ái Nghĩa, Cẩm Lệ, Hội An, Hiệp Đức, Nông Sơn, Giao Thuỷ, Câu Lâu.

Ngoài mạng lưới thông tin truyền về Trung tâm Quốc Gia Dự báo Khí tượng Thuỷ văn còn có mạng thông tin chuyên dùng. Tuy nhiên mạng thông tin này cũng chỉ mới hình thành sơ bộ trong vài năm qua, chủ yếu phải nhờ vào mạng lưới trạm,

trang bị thông tin của các cơ quan phòng chống lụt bão của tỉnh (địa phương) nên thường gặp rất nhiều khó khăn.

Các trạm khí tượng và thủy văn đều điện báo theo chế độ được quy định trong “Mã luật điện báo” về Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương.

- Các trạm mưa đều điện báo mưa theo thời gian 6h từ 01/IX-31/XII.
- Các trạm đo mực nước đều điện báo từ 1/IX-31/XII theo quy định về chế độ điện báo mùa lũ.

1.3. Điều kiện kinh tế xã hội khu vực nghiên cứu

Lưu vực Vu Gia - Thu Bồn nằm ở vị trí địa lý trung độ trên tuyến Bắc - Nam của cả nước. Có thành phố Đà Nẵng trực thuộc Trung ương ở miền Trung là đầu mối giao thông quan trọng về đường sắt, đường bộ, đường hàng không, cửa ngõ ra biển của Tây Nguyên, Nam Lào và Đông Bắc Thái Lan.

Chế độ khí hậu điềm hoà, nhiệt độ ám áp là điều kiện tốt cho cây trồng sinh trưởng, thuận lợi cho việc luân canh, tăng vụ trong sản xuất nông nghiệp. Tiềm năng đất đai, tài nguyên nước, rừng, thảm thực vật... hải sản là thế mạnh của vùng.

Tiềm năng thuỷ điện lớn: có một số công trình xây dựng mới như Sông Tranh 2, sông Dak Mi 4, Sông Con 2 và các công trình sắp xây dựng như Sông Bung 1, 4 và 5. Có nhiều danh lam thắng cảnh để phát triển du lịch: bán đảo Sơn Trà, đèo Hải Vân, Ngũ Hành Sơn và 2 di sản văn hóa thế giới: Hội An và Mỹ Sơn. Các khu công nghiệp Liên Chiểu- Hòa Khánh - Đà Nẵng - Điện Ngọc - Điện Nam đã được Thủ tướng phê duyệt là cơ sở thu hút đầu tư của nước ngoài.

Nguồn nhân lực trong độ tuổi lao động chiếm gần 50% tổng số dân trong vùng cộng với con người đất Quảng có bờ dày truyền thống đấu tranh cách mạng kiên cường, truyền thống hiếu học và có nhiều nghề thủ công mỹ nghệ, truyền thống trong các lĩnh vực xây dựng, dệt, trồng dâu nuôi tằm ... Đó là một nguồn lực quan trọng cho quá trình phát triển của vùng. Tất cả những thuận lợi trên đã tạo điều kiện nhằm thúc đẩy kinh tế xã hội trên lưu vực ngày càng phát triển.

▪ Tình hình kinh tế

Lưu vực Vu Gia-Thu Bồn chủ yếu thuộc địa phận của tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng, nằm trong vùng ven biển miền Trung chịu tác động của nhiều yếu tố tự nhiên, xã hội có xuất phát điểm từ một nền kinh tế thấp, cơ sở hạ tầng lạc

hậu nền kinh tế phát triển chủ yếu dựa vào nông nghiệp, công nghiệp chưa phát triển, mức sản xuất và lưu thông hàng hoá thấp, ngành thương mại, dịch vụ có chiều hướng phát triển song còn chậm.

Tuy nhiên, lưu vực có nhiều tiềm năng để phát triển kinh tế. Trong những năm qua những nỗ lực phát triển kinh tế đã bước đầu có kết quả, nền kinh tế của tỉnh Quảng Nam, Thành phố Đà Nẵng có những chuyển biến tích cực, nhịp độ tăng trưởng bình quân đạt khoảng trên 10%, cơ cấu kinh tế chuyển dịch theo hướng công nghiệp hoá, hiện đại hoá. Các ngành dịch vụ chất lượng cao phát triển đa dạng hơn, đáp ứng cao nhu cầu của sản xuất và đời sống. Ngành du lịch đang từng bước trở thành ngành kinh tế mũi nhọn trong khu vực. Trên lưu vực hình thành nền kinh tế đa dạng nông lâm nghiệp, công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp và thương mại dịch vụ.

Tình phát triển kinh tế xã hội Thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam thời kỳ 2006 – 2010 cho thấy việc tăng trưởng rõ nét qua việc tăng trưởng của cả ba nhóm ngành: Tốc độ tăng giá trị công nghiệp và xây dựng đạt 2 chữ số; Tăng trưởng của ngành dịch vụ khá cao, đạt 10,3%/năm (Đà Nẵng) và 13,6%/năm (Quảng Nam). Giá trị sản xuất nông, lâm, thuỷ sản tăng bình quân 3,48%/năm (Đà Nẵng) và 3%/năm (Quảng Nam).

Bảng 1.9:Tốc độ tăng trưởng GDP và cơ cấu kinh tế năm 2010

| Hạng mục | Đơn vị | TP Đà Nẵng | Quảng Nam |
|--------------------------------|---------------|-------------------|------------------|
| GDP | Tỉ đồng | 9 230 | 20 073 |
| Tốc độ tăng trưởng GDP | % | 11,25 | 10,38 |
| - Công nghiệp và xây dựng | % | 15,72 | 21,1 |
| - Nông lâm nghiệp | % | 3,48 | 3 |
| - Dịch vụ | % | 10,3 | 13,6 |
| Cơ cấu kinh tế năm 2010 | % | 100 | 100 |
| - Công nghiệp và xây dựng | % | 46,2 | 52,4 |
| - Nông lâm nghiệp | % | 1,5 | 13,3 |
| - Dịch vụ | % | 50,3 | 34,3 |
| GDP/người | USD | 2 015 | |

▪ Dân số

Tính đến năm 2006 dân số trên lưu vực Vu Gia - Thu Bồn là: 1.873.515 người chiếm 73.7% dân số toàn tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng, mật độ dân số 186.26 người/km².

Dân cư trên địa bàn lưu vực phân bố không đều chủ yếu tập trung ở các thị trấn, Thành phố và vùng đồng bằng (như thành phố Đà Nẵng 5 quận nội thành: 37.000 người/km², Hội An 1.365 người/km², Điện Bàn 934 người/km²...) còn các huyện miền núi thì dân cư rất thưa thớt chỉ có 10-19 người/km² như huyện Đông Giang, Tây Giang, Nam Giang... Dân số khu vực thành thị chiếm: 36,25%. Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên trên lưu vực: 1,6% (trong đó: Quảng Nam: 1,69%, Thành phố Đà Nẵng: 1,52%).

▪ Dân cư

Dân cư trong khu vực bao gồm nhiều cộng đồng dân tộc khác nhau: Dân tộc kinh chiếm nhiều nhất còn lại là dân tộc thiểu số: Kà Tu, Xơ Đăng, Cor, Giê Triêng...

Bảng 1.10: Bảng thống kê dân số các đơn vị hành chính thuộc lưu vực năm 2006

| TT | Huyện, xã | Dân số (người) | TT | Huyện, xã |
|----|------------------|------------------|------------------------------|-------------------|
| I | Kon Tum | 7.087 | 11 | Bắc Trà My |
| 1 | Đăk Glei | 7.087 | 12 | Duy Xuyên |
| II | Quảng Nam | 1.178.683 | 13 | Hội An |
| 1 | Đại Lộc | 162.171 | 14 | Điện Bàn |
| 2 | Phước Sơn | 19.939 | II | TP.Đà Nẵng |
| 3 | Đông Giang | 22.175 | 1 | Hòa Vang |
| 4 | Nam Giang | 20.817 | 2 | Hải Châu |
| 5 | Tây Giang | 14.837 | 3 | Thanh Khê |
| 6 | Tiên Phước | 75.024 | 4 | Sơn Trà |
| 7 | Hiệp Đức | 40.142 | 5 | Ngũ Hành Sơn |
| 8 | Quế Sơn | 132.663 | 6 | Cẩm Lệ |
| 9 | Thăng Bình | 53.735 | Tổng toàn lưu vực | 1.873.515 |
| 10 | Nam Trà My | 22.486 | | |

▪ Lao động

Năm 2006 số dân trong độ tuổi lao động toàn lưu vực: 908.650 người, chiếm 48,5% dân số. Trong đó ngành nông lâm ngư nghiệp chiếm: 54,6% (Quảng Nam 75,6%, Thành phố Đà Nẵng 20,34%). Nhìn chung lực lượng lao động trong lưu vực đông nhưng trình độ còn thấp, đa số là lao động nông nghiệp.

▪ Nghèo đói

Tỷ lệ hộ nghèo toàn lưu vực là: 38,2%, trong đó số hộ nghèo tập trung cao nhất ở Kon Tum: 71,22%, tiếp đến Quảng Nam: 30,29% và thấp nhất là Đà Nẵng: 13,12%.

Chương 2 - CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT

Ngập lụt là một trong những hiện tượng tai biến thiên nhiên nguy hiểm do nước gây ra cho con người. Nó là kết quả của quá trình tập trung nước với khối lượng lớn tràn vào các vùng địa hình thấp, gây ngập lụt trên diện rộng. Mức độ ảnh hưởng của ngập lụt không chỉ gây tổn hại nặng nề về người và của ở thời điểm đó mà còn tác động tiêu cực trong thời gian dài đến môi trường sinh thái. Hiện nay, Con người chưa thể khắc phục hoàn toàn những ảnh hưởng do lũ lụt gây ra. Tuy nhiên, chúng ta cần phải giảm thiểu tối đa các tác hại do ngập lụt gây ra bằng rất nhiều biện pháp: Công trình, phi công trình, quy hoạch và quản lý tổng hợp... Do đặc điểm mỗi khu vực nghiên cứu là khác nhau nên không thể áp dụng một cách máy móc duy nhất một biện pháp nào được. Chính vì vậy, trước khi lựa chọn biện pháp sử dụng giảm thiểu việc đầu tiên là cần phải có những đánh giá tổng quan nhất về tình trạng ngập lụt: Diện tích ngập, vùng ngập lụt, mức độ ngập lụt, độ sâu ngập lụt... Bản đồ nguy cơ ngập lụt là tài liệu cơ bản nhất, là một công cụ trực quan xác định rõ diện tích, ranh giới vùng bị ngập và độ sâu ngập do một trận mưa lũ nào đó gây ra.

2.1. Tổng quan chung

2.1.1. Khái niệm về bản đồ ngập lụt

Bản đồ nguy cơ ngập lụt là tài liệu cơ bản, làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch phòng chống lũ lụt, lựa chọn các biện pháp, thiết kế các công trình khống chế lũ và kiểm soát ngập lụt (đê, công trình điều tiết...), là thông tin cần thiết để thông báo cho nhân dân về nguy cơ thiệt hại do lũ lụt ở nơi cư trú và sản xuất nhằm trợ giúp thực hiện phân vùng quản lý sử dụng đất trong khu vực thường xuyên bị ngập lụt. Bởi các thông tin trên bản đồ sẽ cho biết trước diện ngập, mực nước ngập tại bất kì điểm nào trong vùng ngập khi biết được cấp mực nước tại một thời điểm.

Bản đồ ngập lụt thường thể hiện các nội dung sau:

- Vùng úng ngập thường xuyên.
- Vùng ngập lụt ứng với tần suất mưa – lũ khác nhau.
- Khu vực có nguy cơ bị trượt lở, sạt lở đất.
- Khu vực nguy hiểm khi có lũ lớn.

- Vết xói lở bờ sông, sạt lở bờ biển, trượt lở sườn.

Ngoài ra còn thể hiện hệ thống thủy lợi: hồ chứa, trạm bơm, đập dâng, công đê ... và các yếu tố nền địa lý.

Bản đồ ngập lụt phải xác định rõ ranh giới những vùng bị ngập do một trận mưa lũ nào đó gây ra trên bản đồ. Ranh giới vùng ngập lụt phụ thuộc vào các yếu tố mực nước lũ và địa hình, địa mạo của khu vực đó, trong khi nhân tố địa hình ít thay đổi nên ranh giới ngập lụt chỉ còn phụ thuộc vào sự thay đổi của mực nước lũ.

2.1.2 Các phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt

Hiện nay trên thế giới có ba phương pháp thường được ứng dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt, đó là:

- Phương pháp truyền thống: xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào điều tra thủy văn và địa hình.
- Xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào điều tra các trận lũ lớn thực tế đã xảy ra.
- Xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào việc mô phỏng các mô hình thủy văn, thủy lực.

Mỗi một phương pháp trên đây đều có các ưu nhược điểm riêng trong việc xây dựng và ước lượng diện tích ngập lụt. Bản đồ ngập lụt xây dựng theo phương pháp truyền thống chỉ tái hiện lại hiện trạng ngập lụt, chưa mang tính dự báo nhưng nó vẫn mang ý nghĩa to lớn về nhiều mặt trong công tác chỉ huy phòng chống lũ lụt cũng như làm cơ sở để đánh giá, so sánh các nghiên cứu tiếp theo. Tuy vậy phương pháp này tốn công, mất nhiều thời gian, không đáp ứng được nhu cầu thực tế và có những điểm người nghiên cứu không thể đo đạc được hoặc không thu thập được số liệu đo đạc.

Việc xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào số liệu điều tra, thu thập từ nhiều trận lũ đã xảy ra là đáng tin cậy nhất, tuy nhiên dữ liệu và thông tin điều tra cho các trận lũ lớn là rất ít lại không có tính dự báo trong tương lai, do vậy nên hạn chế vào tính ứng dụng trong thực tế.

Sử dụng công cụ mô phỏng, mô hình hóa bằng các mô hình thủy văn, thủy lực là rất cần thiết và có hiệu quả hơn rất nhiều và cũng là cách tiếp cận hiện đại và

đang được sử dụng rộng rãi trong thời gian gần đây cả trên thế giới và ở Việt Nam trong sự kết hợp với cả các lợi thế của phương pháp truyền thống. Mặt khác, với sự phát triển của máy tính và các hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu, ngày càng có nhiều ứng dụng phát triển dựa trên nền hệ thống thông tin địa lý (GIS), mà xây dựng bản đồ ngập lụt là một trong những ứng dụng quan trọng, mang lại nhiều lợi ích thiết thực trong thực tiễn công tác phòng chống lụt bão và giảm nhẹ thiên tai.

Do vậy trong nội dung của luận văn sẽ tập trung giới thiệu và phân tích các nhóm mô hình thủy văn, thủy lực có khả năng ứng dụng trong xây dựng bản đồ ngập lụt, nhằm làm cơ sở lựa chọn phương pháp sử dụng cho khu vực nghiên cứu cùng với việc giới thiệu các quy trình và công cụ xây dựng bản đồ ngập lụt tích hợp kết quả mô phỏng bằng mô hình thủy động lực với hệ thống cơ sở dữ liệu GIS.

2.1.3 Nguyên tắc xây dựng bản đồ ngập lụt

Gọi $\Delta h(x, y)$ là độ sâu mực nước tại một điểm có tọa độ (x, y) , thì $\Delta h(x, y)$ chính là hiệu số giữa cao độ mực nước tính $H_{tính}(x, y)$ và cao độ địa hình $H_{cao\ độ}(x, y)$:

$$\Delta h(x, y) = H_{tính}(x, y) - H_{cao\ độ}(x, y)$$

Trong đó:

$H_{tính}(x, y)$ – cao độ mực nước lũ tính toán tại tọa độ (x, y) .

$H_{cao\ độ}(x, y)$ – cao độ địa hình.

Nếu như $\Delta h(x, y) \leq 0$ thì có nghĩa tại điểm đó không có lũ (hay không ngập). Tại vùng $\Delta h(x, y) = 0$, được xác định là giới hạn biên của vùng ngập lụt.

Như vậy với mô đun phân tích không gian (Spatial Analyst trong ArcGIS) xác định vùng ngập lụt và độ sâu vùng ngập lụt của từng pixel trong vùng đó và dữ liệu của vùng ngập lụt này là dưới dạng Raster sẽ được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt.

2.2. Tổng quan về các mô hình thủy văn, thủy lực tính toán ngập lụt

2.2.1. Các mô hình mưa – dòng chảy

* *Mô hình NAM*

Mô hình NAM được xây dựng năm 1982 tại Khoa Thủy văn Viện kỹ thuật thủy động lực và thủy lực thuộc Đại học kỹ thuật Đan mạch. Mô hình dựa trên

nguyên tắc các bể chứa theo chiều thẳng đứng và hồ chứa tuyến tính. Mô hình tính quá trình mưa – dòng chảy theo cách tính liên tục hàm lượng ẩm trong năm bể chứa tương tác lẫn nhau.

* Mô hình TANK

Mô hình TANK ra đời năm 1956 tại Trung tâm Quốc gia Phòng chống Lũ lụt Nhật Bản, tác giả là M. Sugawara. Lưu vực được diễn tả như là một chuỗi các bể chứa sắp xếp theo hai phương thẳng đứng và nằm ngang. Giả thiết cơ bản của mô hình là dòng chảy cũng như dòng thấm là các hàm số của lượng nước trữ trong các tầng đất. Từ khi ra đời cho đến nay, mô hình được hoàn thiện dần và ứng dụng rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới.

* Mô hình HEC-HMS

Mô hình HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center -Hydrologic Modeling System) được phát triển từ mô hình HEC-1, do tập thể các kỹ sư thuỷ văn thuộc quân đội Hoa Kỳ nghiên cứu. Về lý thuyết, mô hình HEC- HMS cũng dựa trên cơ sở lý luận của mô hình HEC-1 nhằm mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy. Mô hình bao gồm hầu hết các phương pháp tính dòng chảy lưu vực và diễn toán, phân tích đường tần suất lưu lượng, công trình xả của hồ chứa và vỡ đập của mô hình HEC-1. Những phương pháp tính toán mới được đề cập trong mô hình HEC-HMS: tính toán đường quá trình liên tục trong thời đoạn dài và tính toán dòng chảy phân bố trên cơ sở các ô lưới của lưu vực. Việc tính toán liên tục có thể dùng một bể chứa đơn giản biểu thị độ ẩm của đất hay phức tạp hơn là mô hình 5 bể chứa, bao gồm sự trữ nước tầng trên cùng, sự trữ nước trên bờ mặt, trong lớp đất và trong hai tầng ngầm. Dòng chảy phân bố theo không gian có thể được tính toán theo sự chuyển đổi phân bố phi tuyến (Mod Clak) của mưa và thấm cơ bản.

Mô hình HMS là mô hình có ít tham số và dễ sử dụng, không yêu cầu cao về tài liệu địa hình lưu vực, độ chính xác của mô hình cũng đã được kiểm nghiệm đối với các lưu vực từ 15 đến 1.500 km^2 , nên hiện có nhiều đề tài nghiên cứu đã lựa chọn mô hình này để áp dụng tính toán dòng chảy trên các lưu vực nhỏ hoặc tại các biên của mô hình thuỷ lực trên các lưu vực lớn. Kết quả của mô hình HEC-HMS

được biểu diễn dưới dạng sơ đồ, biểu bảng tường minh rất thuận tiện cho người sử dụng. Ngoài ra, chương trình có thể liên kết với cơ sở dữ liệu dạng DSS của mô hình thủy lực HEC-RAS, mô hình HEC - RESSIM.

* Mô hình LTANK

Mô hình LTANK (Linear tank) do PGS.TS Nguyễn Văn Lai đề xuất năm 1986 và Thạc sĩ Nghiêm Tiến Lam chuyển về giao diện máy tính trên ngôn ngữ VisualBasic, là một phiên bản cải tiến từ mô hình Tank gốc của tác giả Sugawara (1956). Mô hình cho phép mô phỏng các quá trình mưa-dòng chảy khá tốt đối với các lưu vực vừa và nhỏ cho vùng nhiệt đới ẩm với địa hình có sườn ngắn và dốc, chế độ dòng chảy chịu sự quy định khá chặt chẽ của chế độ mưa. Mô hình toán mưa rào dòng chảy dựa trên quá trình trao đổi lượng ẩm giữa các tầng mặt, ngầm lưu vực, và bốc hơi.

2.2.2. Các mô hình thủy lực[4]

* Mô hình VRSAP

Tiền thân là mô hình VRSAP do cố PGS.TS Nguyễn Như Khuê xây dựng và được sử dụng rộng rãi ở nước ta trong vòng 25 năm trở lại đây. Đây là mô hình toán thủy văn – thủy lực của dòng chảy một chiều trên hệ thống sông ngòi có nối với đồng ruộng và các khu chứa khác. Dòng chảy trong các đoạn sông được mô tả bằng hệ phương trình Saint-Venant đầy đủ. Các khu chứa nước và các ô ruộng trao đổi nước với sông qua cống điều tiết. Do đó, mô hình đã chia các khu chứa và các ô đồng ruộng thành hai loại chính. Loại kín trao đổi nước với sông qua cống điều tiết, loại hở trao đổi nước với sông qua tràn mặt hay trực tiếp gắn sông như các khu chứa thông thường.

Tuy nhiên mô hình VRSAP không phải là mô hình thương mại, mà là mô hình có mã nguồn mở chỉ thích hợp với những người có sự am hiểu sâu rộng về kiến thức mô hình, còn đối với công tác dự báo, cảnh báo nhanh cho một khu vực cụ thể, nhất là khu vực miền trung thì mô hình tỏ ra chưa phù hợp.

* Bộ mô hình MIKE: do Viện thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng được tích hợp rất nhiều các công cụ mạnh, có thể giải quyết các bài toán cơ bản trong lĩnh vực

tài nguyên nước. Tuy nhiên đây là mô hình thương mại, phí bản quyền cao nên không phải cơ quan nào cũng có điều kiện sử dụng.

- MIKE 11: là mô hình một chiều trên kênh hở, bãi ven sông, vùng ngập lũ, trên sông kênh có kết hợp mô phỏng các ô ruộng mà kết quả thủy lực trong các ô ruộng là “giả hai chiều”. MIKE 11 có một số ưu điểm nổi trội so với các mô hình khác như:

- + Liên kết với GIS;
- + Kết nối với các mô hình thành phần khác của bộ MIKE;
- + Tính toán chuyển tải chất khuếch tán;
- + Vận hành công trình;
- + Tính toán quá trình phú dưỡng . . .

Hệ phương trình được sử dụng trong mô hình là hệ phương trình Saint-Venant một chiều không gian, với mục đích tìm quy luật di chuyển của mực nước và lưu lượng dọc theo chiều dài sông hoặc kênh dẫn theo thời gian.

Mô hình MIKE 11 đã được ứng dụng tính toán rộng rãi tại Việt Nam và trên phạm vi toàn thế giới. Tuy nhiên MIKE 11 không có khả năng mô phỏng bão tràn nên các bài toán ngập lụt MIKE 11 chưa mô phỏng một cách đầy đủ quá trình nước dâng từ sông tràn bão vào ruộng và ngược lại. Để cải thiện vấn đề này bộ mô hình MIKE có thêm mô hình thủy lực hai chiều MIKE 21 và bộ kết nối MIKE FLOOD.

- MIKE 21 và MIKE FLOOD: là mô hình thủy động lực học dòng chảy hai chiều trên vùng ngập lũ đã được ứng dụng tính toán rộng rãi tại Việt Nam và trên phạm vi toàn thế giới. Mô hình MIKE 21 HD là mô hình thủy động lực học mô phỏng mực nước và dòng chảy trên sông, vùng cửa sông, vịnh và ven biển. Mô hình mô phỏng dòng chảy không ổn định hai chiều ngang đối với một lớp dòng chảy.

MIKE21 HD có thể mô hình hóa dòng chảy tràn với nhiều điều kiện được tính đến, bao gồm:

- + Ngập và tiêu nước cho vùng tràn;
- + Tràn bờ;
- + Dòng qua công trình thủy lợi;

- + Thủy triều;
- + Nước dâng do mưa bão.

Phương trình mô phỏng bao gồm phương trình liên tục kết hợp với phương trình động lượng mô tả sự biến đổi của mực nước và lưu lượng. Lưới tính toán sử dụng trong mô hình là lưới chữ nhật.

Tuy nhiên MIKE 21 nếu độc lập thì cũng khó có thể mô phỏng tốt quá trình ngập lụt tại một lưu vực sông với các điều kiện ngập thấp. Để có thể tận dụng tốt các ưu điểm và hạn chế những khuyết điểm của cả hai mô hình một và hai chiều, DHI đã cho ra đời một công cụ nhằm tích hợp (coupling) cả hai mô hình trên, đó là công cụ MIKE FLOOD.

MIKE FLOOD là một công cụ tổng hợp cho việc nghiên cứu các ứng dụng về vùng bờ tràn và các nghiên cứu nước dâng do mưa bão. Ngoài ra, MIKE FLOOD còn có thể nghiên cứu về tiêu thoát nước đô thị, các hiện tượng vỡ đập, thiết kế công trình thủy lợi và ứng dụng tính toán cho các vùng cửa sông lớn.

MIKE FLOOD được sử dụng khi cần có sự mô tả hai chiều ở một số khu vực (MIKE 21) và tại những nơi cần kết hợp mô hình một chiều (MIKE 11). Trường hợp cần kết nối một chiều và hai chiều là khi cần có một mô hình vận tốc chi tiết cục bộ (MIKE 21) trong khi sự thay đổi dòng chảy của sông được điều tiết bởi các công trình phức tạp (cửa van, cống điều tiết, các công trình thủy lợi đặc biệt . . .) mô phỏng theo mô hình MIKE 11. Khi đó mô hình một chiều MIKE 11 có thể cung cấp điều kiện biên cho mô hình MIKE 21 (và ngược lại).

- Bộ mô hình MIKE 11 và MIKE 11- GIS của viện thủy lực Đan Mạch (DHI) sử dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng hạ lưu sông. MIKE - GIS là bộ công cụ mạnh trong trình bày và biểu diễn về mặt không gian và thích hợp công mô hình bờ ngập và sông của MIKE 11 cùng với khả năng phân tích không gian của hệ thống thông tin địa lý trên môi trường ArcGIS 10.3

MIKE 11- GIS có thể mô phỏng diện ngập lớn nhất, nhỏ nhất hay diễn biến từ lúc nước lên cho tới lúc nước xuống trong một trận lũ. Độ chính xác của kết quả tính toán từ mô hình và thời gian tính toán phụ thuộc rất nhiều vào độ chính xác của

DEM. Nó cho biết diện ngập và độ sâu tụng ứng từng vùng nhưng không xác định được hướng dòng chảy trên đó.

* *Mô hình HEC-RAS:*

Mô hình HEC – RAS do Trung tâm Thủy văn kỹ thuật quân đội Hoa Kỳ xây dựng được áp dụng để tính toán thủy lực cho hệ thống sông. Phiên bản mới nhất hiện nay đã được bổ sung thêm modul tính vận chuyển bùn cát và tải khuếch tán. Mô hình HEC-RAS được xây dựng dựa để tính toán dòng chảy trong hệ thống sông có sự tương tác hai chiều giữa dòng chảy trong sông và dòng chảy vùng đồng bằng lũ. Khi mực nước trong sông dâng cao, nước sẽ tràn qua bờ gây ngập vùng đồng bằng, khi mực nước trong sông hạ thấp nước sẽ chảy lại vào trong sông.

* *Mô hình HEC - GEORAS*

Phần mềm HEC - GEORAS là mô đun được tích hợp giữa dữ liệu GIS và kết quả mô phỏng thủy lực bằng mô hình HEC - RAS được phát triển bởi Mô hình phân tích dòng sông do Trung tâm Công trình Thuỷ văn (River Analysis System-Hydrologic Engineering Center – HEC - RAS) của Cục Kỹ thuật công trình Quân đội Mỹ thiết kế dùng để phân tích thuỷ lực dòng chảy sông. Phần mềm GEORAS được chạy trên môi trường ARCGIS với một giao diện mang tính hệ thống hơn khi mô phỏng mạng thủy lực trong HEC - RAS. ARCGIS được thực hiện bởi Viện nghiên cứu hệ thống môi trường (ESRI), các nhà sản xuất của ARC/ INFO dẫn đầu phần mềm hệ thống thông tin địa lý (GIS). ARCGIS là một công cụ tiên tiến cho các vấn đề trình bày về không gian và phân tích các mô hình lũ lụt một chiều (1D). Các kết quả của mô hình được sử dụng cho quản lý lũ lụt và quá trình lập kế hoạch khẩn cấp đưa ra cảnh báo để giảm nhẹ thiên tai khu vực liên quan.

HEC-GEORAS dựa trên trao đổi "dữ liệu hai chiều" giữa HEC-RAS và ARCGIS. HEC-GEORAS được khai thác từ mạng lưới sông, khu vực - đường cong độ cao và mặt cắt ngang cấu hình từ mô hình số độ cao (DEM). HEC-GEORAS xây dựng một mặt lưới nước và so sánh dựa trên dữ liệu này với DEM để tạo độ sâu ngập lụt và thời gian dựa trên thông tin riêng từ HEC - RAS.

Đầu vào của HEC – GEORAS bao gồm thông tin từ một mô hình HEC-RAS và DEM, còn có các loại bản đồ hữu ích khác như cơ sở hạ tầng, loại tài sản, bản đồ sử dụng đất, vv... để đưa ra kết quả mô phỏng ngập lụt về độ sâu ngập, diện ngập và thời gian ngập nhằm xây dựng bản đồ ngập lụt để từ đó tính toán thiệt hại do ngập lụt gây nên, cung cấp thông tin cảnh báo lũ và có các biện pháp giảm nhẹ thiệt hại tới môi trường, kinh tế và con người.

Dựa trên khả năng ứng dụng, sự phổ cập và khả năng liên kết giữa các mô hình nghiên cứu, trong luận văn này tác giả quyết định sử dụng bộ mô hình HEC (HEC-HMS, HEC-RAS và HEC-GEORAS) để xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

2.3 Cơ sở lý thuyết bộ mô hình HEC

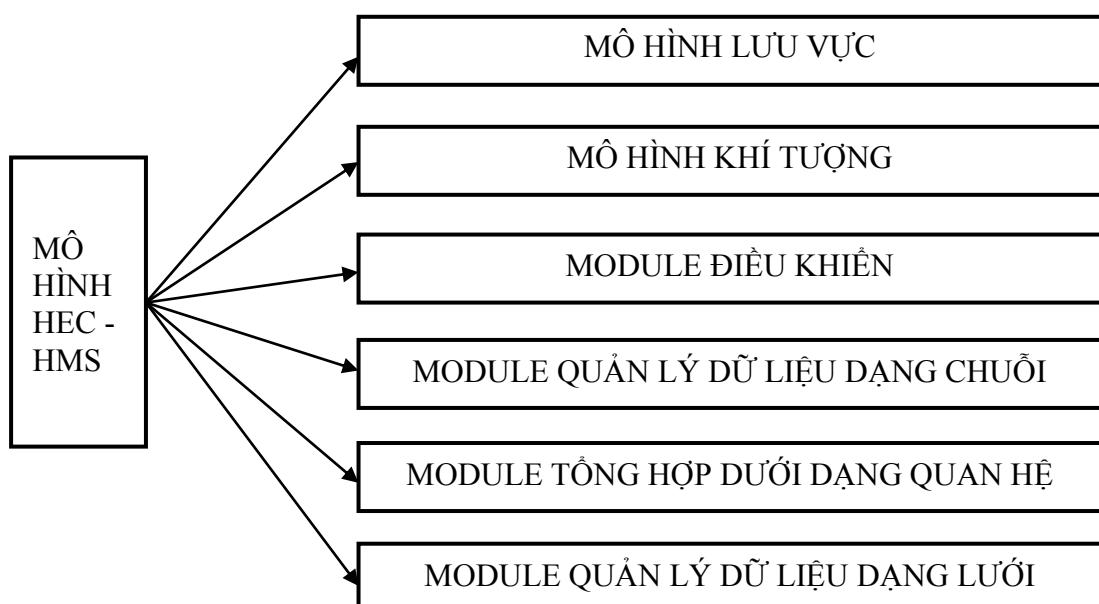
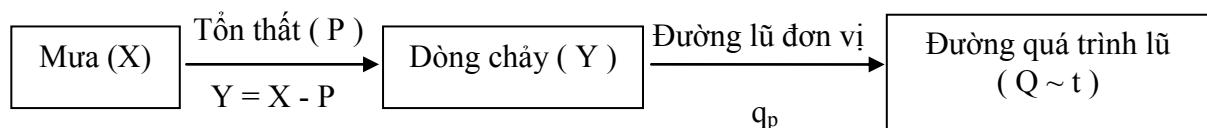
2.3.1 Mô hình HEC-HMS [17]

Mô hình HEC là sản phẩm của tập thể các kỹ sư thuỷ văn thuộc quân đội Hoa Kỳ. HEC-1 đã góp phần quan trọng trong việc tính toán dòng chảy lũ tại những con sông nhỏ không có trạm đo lưu lượng. Tính cho đến thời điểm này, đã có không ít đề tài nghiên cứu khả năng ứng dụng thực tế. Tuy nhiên, HEC-1 được viết từ những năm 1968 chạy trong môi trường DOS, số liệu nhập không thuận tiện, kết quả in ra khó theo dõi. Hơn nữa, đối với những người không hiểu sâu về chương trình kiểu Format thường rất lúng túng trong việc truy xuất kết quả mô hình nếu không muốn làm thủ công. Do vậy, HEC-HMS là một giải pháp, nó được viết để “chạy” trong môi trường Windows- hệ điều hành rất quen thuộc với mọi người. Phiên bản đầu tiên của HEC- HMS là version 2.0, hiện nay phiên bản mới nhất của HEC- HMS là version 3.5.

Mô hình HEC - HMS được sử dụng để mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy khi có mưa xảy ra trên một lưu vực. Có thể hình dung bản chất của sự hình thành dòng chảy từ mưa trên lưu vực của một trận lũ như sau: Khi mưa bắt đầu rơi cho đến một thời điểm t_i nào đó, dòng chảy mặt chưa được hình thành, lượng mưa ban đầu tập trung cho việc làm ướt bề mặt và thấm. Khi cường độ mưa vượt quá cường độ tồn thắt thì trên bề mặt bắt đầu hình thành dòng chảy, chảy tràn trên bề mặt lưu

vực, sau đó tập trung vào thành mạng lưới sông suối. Sau khi đổ vào sông, dòng chảy chuyển động về hạ lưu, trong quá trình chuyển động này quá trình dòng chảy bị biến dạng do ảnh hưởng của đặc điểm hình thái và độ nhám lòng sông.

Quá trình từ mưa sinh dòng chảy được mô phỏng theo sơ đồ sau:



Hình 2.1: Cấu trúc mô hình HEC – HMS

Trong mô hình HEC – HMS chủ yếu sử dụng 4 module đầu là: Mô hình lưu vực, mô hình khí tượng, module điều khiển và modul quản lý dữ liệu dạng chuỗi.

Mô hình lưu vực (Basin model) chứa các yếu tố của lưu vực, liên kết và các thông số của dòng chảy. Các đặc trưng vật lý của khu vực và của các sông được miêu tả trong mô hình lưu vực. Các yếu tố thủy văn như: lưu vực bộ phận, đoạn sông, hợp lưu, phân lưu, hồ chứa, đầm lầy được gắn kết trong một hệ thống mạng lưới để tính toán quá trình dòng chảy. Các quá trình tính toán được bắt đầu từ thượng lưu đến hạ lưu. Toàn bộ lưu vực được mô phỏng vào mô hình dưới các thành phần.

Mô hình khí tượng (Meteorologic Model): mô hình xác định các trạm mưa trên lưu vực, xác định các trạm mưa ứng với các lưu vực bộ phận và tỉ trọng tương

ứng của từng trạm mưa, quản lý dữ liệu mưa và dòng chảy của các trạm trong cùng một mô hình.

Các chỉ tiêu điều khiển (Control Specifications) bao gồm các thời khoảng tính toán mô phỏng, thời gian bắt đầu và kết thúc tính toán.

Mô hình quản lý dữ liệu dạng chuỗi: lưu trữ tài liệu mưa, dòng chảy theo thời gian.

Trong mô hình HEC – HMS cung cấp nhiều phương pháp tính mưa, tốn thát, chuyển đổi dòng chảy và diễn toán dòng chảy.

1- Tốn thát

Nước mưa điền trũng và thấm được gọi là lượng tốn thát trong HEC-HMS. Lượng điền trũng và thấm được biểu thị bằng lượng trữ nước trên bề mặt của lá cây hay cỏ, lượng tích đọng cục bộ trên bề mặt đất, trong các vết nứt, kẽ hở hoặc trên mặt đất ở đó nước không tự do di chuyển như dòng chảy trên mặt đất. Thấm biểu thị sự di chuyển của nước xuống những vùng nằm dưới mặt đất.

Một tập hợp các phương pháp khác nhau có sẵn trong mô hình để tính toán tốn thát. Có thể lựa chọn một phương pháp tính toán tốn thát trong số các phương pháp:

- Phương pháp tính thấm theo hai giai đoạn: Thấm ban đầu và thấm hằng số (Initial and Constant);
- Phương pháp tính thấm theo số đường cong thấm của cơ quan bảo vệ đất Hoa Kỳ (SCS Curve Number 1972);
- Phương pháp tính thấm theo chỉ số đường cong của Cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ (Gridded SCS Number);
- Phương pháp tính thấm theo hàm Green and Ampt;
- Phương pháp tính thấm theo độ ẩm đất (Soil Moisture Accounting – SMA)

Phương pháp Deficit and Constand có thể áp dụng cho các mô hình liên tục đơn giản. Phương pháp tính độ ẩm đất bao gồm 5 lớp được áp dụng cho các mô hình mô phỏng quá trình thấm phức tạp và bao gồm bốc hơi.

* *Tốc độ thấm ban đầu và thấm ổn định (Intial and Constant Rate)*

Khái niệm cơ bản của phương pháp này là: Tỷ lệ tiềm năng lớn nhất của tổn thất mưa f_c , nó không đổi trong suốt cả trận mưa. Do vậy, nếu p_t là lượng mưa trong khoảng thời gian từ t đến $t + \Delta t$, lượng mưa hiệu quả pe_t trong thời đoạn đó được cho bởi:

$$\begin{aligned} pe_t &= p_t - f_c && \text{nếu } p_t > f_c \\ pe_t &= 0 && \text{nếu } p_t \leq f_c \end{aligned} \quad (2.1)$$

Quá trình thấm bắt đầu từ một cường độ thấm I_a nào đó, sau đó giảm dần cho đến khi đạt tới một giá trị không đổi f_c . Tổn thất ban đầu được thêm vào mô hình để biểu thị hệ số trữ nước của lưu vực. Hệ số trữ nước là kết quả của sự giữ nước của thàm phủ thực vật trên lưu vực, nước được trữ trong những chỗ lõm bị thấm hay bốc hơi gọi là tổn thất điện trũng. Tổn thất này xảy ra trước khi hình thành dòng chảy trên lưu vực. Khi lượng mưa rơi trên lưu vực chưa vượt quá lượng tổn thất ban đầu thì chưa sinh dòng chảy.

Lượng mưa hiệu quả được tính theo công thức:

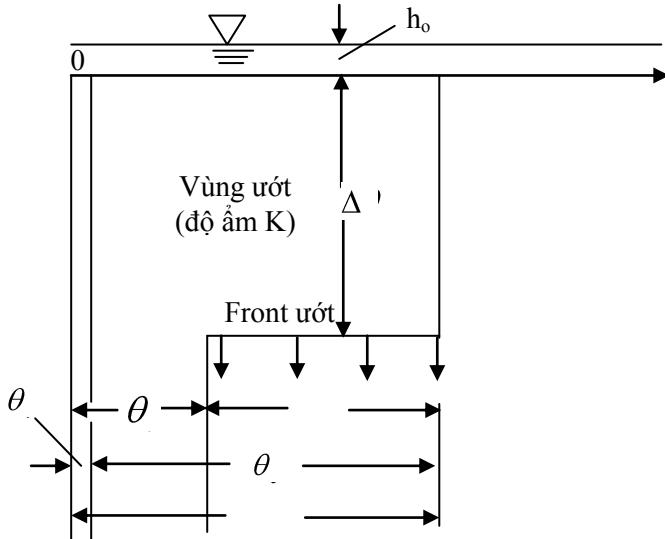
$$\begin{aligned} pe_t &= 0 && \text{nếu } \sum p_i < I_a \\ pe_t &= p_t - f_c && \text{nếu } \sum p_i > I_a \text{ và } p_t > f_c \\ pe_t &= 0 && \text{nếu } \sum p_i > I_a \text{ và } p_t < f_c \end{aligned} \quad (2.2)$$

Những thông số của phương pháp này biểu thị các đặc trưng vật lý các lớp đất của lưu vực, điều kiện âm kỳ trước.

Nếu lưu vực ở điều kiện bão hòa ẩm, tổn thất ban đầu sẽ tiến dần tới 0. Nếu lưu vực khô hạn, tổn thất ban đầu sẽ lớn biểu thị lớp nước mưa lớn nhất rơi trên lưu vực nhưng không sinh dòng chảy, điều này sẽ phụ thuộc vào địa hình lưu vực, việc sử dụng đất, loại đất và việc xử lý đất.

* *Phương pháp tính thấm Green và Ampt*

Green và Ampt đã đề nghị bức tranh giản hóa về thấm như minh họa trong hình 1. Front ướt là một biên giới rõ rệt phân chia đất có hàm lượng ẩm θ ở bên dưới với đất bão hòa có hàm lượng ẩm η ở bên trên. Front ướt thâm nhập vào đất tới độ sâu L ở thời điểm t tính từ khi thấm bắt đầu. Trên mặt đất có một lớp nước đọng mỏng với chiều sâu h_0 .



Hình 2.2: Các biến số trong phương pháp thấm Green-Ampt

Xét một cột đất thẳng đứng có diện tích mặt cắt ngang bằng đơn vị và xác định thể tích kiểm tra là thể tích bao quanh đất ướt giữa mặt đất và độ sâu L . Nếu lúc đầu, đất có hàm lượng ẩm θ trên toàn bộ chiều sâu thì hàm lượng ẩm của đất sẽ tăng lên từ θ tới η (độ rỗng) khi front ướt đi qua. Hàm lượng ẩm θ là tỷ số của thể tích nước trong đất so với tổng thể tích bên trong thể tích kiểm tra, do đó lượng gia tăng của nước trữ bên trong thể tích kiểm tra do thấm sẽ là $L(\eta - \theta)$ đối với một đơn vị diện tích mặt cắt ngang. Độ sâu luỹ tích của nước mưa thấm vào đất được tính:

$$F(t) = L(\eta - \theta) = L\Delta' \quad (2.3)$$

$$\text{với } \Delta' = \gamma - ?$$

Khi đã tìm được F , ta có thể xác định được tốc độ thấm f bằng phương trình sau:

$$f(t) = K \left[\frac{\psi}{F(t)} + 1 \right] \quad (2.4)$$

Trong đó: K là độ dẫn thuỷ lực của đất

ψ là cột nước mao dẫn của front ướt

Δ' là khả năng thấm của tầng đất

F là độ sâu luỹ tích của nước thấm vào đất

$$F(t) = Kt + \psi \theta \ln \left(1 + \frac{F(t)}{\psi \theta} \right) \quad (2.5)$$

Phương trình (2.5) là phương trình phi tuyến đối với F, giải phương trình này bằng phương pháp thay thế liên tiếp. Cho trước các giá trị của K, t, ψ và Δ' .

Trước hết, giả thiết một giá trị thăm dò của F và gán vào vé phải của (2.5) (nên chọn giá trị thăm dò đầu tiên $F = Kt$), từ đó tính được giá trị mới của F ở vé trái. Giá trị mới này lại được coi là giá trị thăm dò thứ hai của F để gán vào vé phải, lặp lại cho đến khi các giá trị tính toán của F hội tụ về một hằng số. Giá trị tính toán cuối cùng của F được thay thế vào (2.4) để xác định tốc độ thấm tiềm năng f tương ứng.

Khi áp dụng mô hình Green-Ampt cần phải ước lượng được các thông số K, η và ψ . Quan hệ biến đổi của cột nước mao dẫn và độ dẫn thuỷ lực theo hàm lượng ẩm θ đã được Brooks và Corey (1964) nghiên cứu. Qua nhiều thí nghiệm đối với nhiều loại đất khác nhau, hai ông đã kết luận rằng cột nước mao dẫn ψ có thể được biểu thị bằng một hàm logarit của độ bão hòa hiệu dụng s_e .

2- Chuyển đổi dòng chảy:

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 tổng hợp Clack, Snyder và đường đơn vị không thứ nguyên của cơ quan bảo vệ đất Hoa Kỳ. Ngoài ra 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 được dùng với lưới mưa. Mô hình còn bao gồm cả phương pháp sóng động học.

Dường đơn vị tổng hợp Clark

Nước được trữ một thời đoạn ngắn trong khu 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

$$\frac{dS}{dt} = 't(t) - \gamma(t) \quad (2.6)$$

Trong đó: $\frac{dS}{dt}$ là lượng trữ nước trong hệ thống trong thời gian t

$I(t)$ là lưu lượng chảy vào hồ chứa tại thời điểm t .

$Q(t)$ là lưu lượng chảy ra khỏi 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:

$$S_t = \tau * Q_t \quad (2.7)$$

trong đó: k là hệ số trữ của bể chứa tuyến tính (là hằng số). Kết hợp và giải hai phương trình dùng lược đồ sai phân đơn giản:

$$Q_t = C_A I_A + C_B Q_{t-} \quad (2.8)$$

trong đó C_A, C_B : hệ số diẽn toán, được tính theo:

$$C_A = \frac{\Delta}{k + 0.5\Delta} \quad (2.9)$$

$$C_B = 1 - C_A$$

Dòng chảy ra trung bình trong thời đoạn t :

$$\bar{Q} = \frac{Q_{t-} + Q_t}{2} \quad (2.10)$$

(2.10) là dòng chảy ra tại một vi phân diện tích, giả sử rằng lưu lượng này truyền đến tuyến cửa ra không bị biến dạng. Vấn đề còn lại là thời gian đi từ vi phân diện tích tới tuyến cửa ra lưu vực. Dòng chảy cửa ra là tập hợp của các lưu lượng đến cùng một lúc, do đó mỗi lưu vực cần xác định đường cong phân bố diện tích-thời gian chảy truyền để tính ra lưu lượng cửa ra.

Trong trường hợp không có số liệu dùng đường cong kinh nghiệm sau:

$$\frac{A_t}{A} = \begin{cases} 1.414 \left(\frac{t}{t_c} \right)^{1.5} & \text{for } t \leq \frac{t_c}{2} \\ 1 - 1.414 \left(1 - \frac{t}{t_c} \right)^{1.5} & \text{for } t \geq \frac{t_c}{2} \end{cases} \quad (2.11)$$

trong đó: A là tổng diện tích của lưu vực, A_t là luỹ tích diện tích thành phần lưu vực trong thời gian t , t_c là thời gian tập trung nước của lưu vực.

Tung độ của đường cong thời gian- diện tích được nội suy theo thời đoạn tính toán. Đường quá trình chuyển đổi thu được, được diẽn toán qua một hồ chứa

tuyến tính để tính toán mứa hiệu quả được chuyển thành lưu lượng của dòng chảy theo thời gian.

Điễn toán qua hồ chứa tuyến tính được thiết lập dùng phương trình sau:

$$Q(2) = \mathcal{C}_A * I + \mathcal{C}_B * Q(1) \quad (2.12)$$

Hệ số diễn toán được tính từ:

$$Q_c = \frac{\mathcal{C}(1) + \mathcal{C}(2)}{2} \quad (2.13)$$

trong đó: $Q(2)$ là lưu lượng tức thời tại cuối thời đoạn tính toán, $Q(1)$ là lưu lượng tức thời tại đầu thời đoạn tính toán, I là tung độ của đường quá trình chuyển đổi Δt (là thời khoảng tính toán tính bằng giờ) và Q_c là độ đường quá trình đơn vị tại cuối của thời đoạn tính toán.

3- Diễn toán kênh hở:

Điễn 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 bao gồm những phương pháp Muskingum, Muskingum – Cunge, Puls cải tiến, sóng động học và lag.

- Phương pháp Muskingum :

Là một phương pháp diễn toán lũ đã được dùng phổ biến để điều khiển quan hệ động giữa lượng trữ và lưu lượng. Phương pháp này đã mô hình hóa lượng trữ của lũ trong một lòng sông bằng tổ hợp của hai loại dung tích, một dung tích hình nêm và một dung tích lăng trụ. Trong khi lũ lên, dòng vào vượt quá dòng ra nên đã tạo ra một dung tích hình nêm. Khi lũ rút, lưu lượng dòng ra lớn hơn lưu lượng dòng vào, dẫn đến dung tích hình nêm mang dấu âm. Ngoài ra, ta còn có dung tích lăng trụ được tạo thành bởi thể tích của lòng dẫn lăng trụ với diện tích mặt cắt ngang không đổi dọc theo lòng dẫn.

Giả thiết rằng, diện tích mặt cắt ngang của dòng lũ tỷ lệ thuận với lưu lượng đi qua mặt cắt đó, thể tích của lượng trữ lăng trụ là KQ , trong đó K là hệ số tỷ lệ. Thể tích của lượng trữ hình nêm là $KX(I - Q)$, trong đó X là một trọng số có giá trị

nằm trong khoảng $0 \leq X \leq 0.5$. Do đó, tổng lượng trữ sẽ bằng tổng của hai lượng trữ thành phần:

$$S = KQ + KX(I - Q) \quad (2.14)$$

Phương trình lượng trữ của phương pháp Muskingum được viết dưới dạng:

$$S = K[XI + (1-X)Q] \quad (2.15)$$

Phương trình này tiêu biểu cho một mô hình tuyến tính để diễn toán dòng chảy trong các dòng sông.

Giá trị của X phụ thuộc vào hình dạng của dung tích hình nêm đã mô hình hoá. Giá trị của X thay đổi từ 0 đối với loại dung tích kiêu hồ chứa, đến 0.5 đối với dung tích hình nêm đầy. Khi $X = 0$, dung tích hình nêm không tồn tại và do đó cũng không có nước vật. Đó là trường hợp của một hồ chứa có mặt nước nằm ngang. Trong trường hợp này, phương trình 2.15 sẽ dẫn đến một mô hình hồ chứa tuyến tính, $S = KQ$. Trong các sông thiên nhiên, X lấy giá trị giữa 0 và 0.3 với giá trị trung bình gần với 0.2. Việc xác định X với độ chính xác cao là không cần thiết, bởi vì các kết quả tính toán của phương pháp này tương đối ít nhạy cảm với giá trị của X. Tham số K là thời gian chảy truyền của sóng lũ qua đoạn lòng dẫn. Để xác định các giá trị của K và X trên cơ sở các đặc tính của lòng dẫn và lưu lượng, ta có thể sử dụng một phương pháp gọi là Muskingum- Cunge. Trong diễn toán lũ, giá trị của K và X được giả thiết đã biết và không đổi trên toàn phạm vi thay đổi của dòng chảy.

Các giá trị của lượng trữ tại thời điểm j và $j+1$ theo 2.15 được viết là :

$$S_j = K[XI_j + (1-X)Q_j] \quad (2.16)$$

$$S_{j+1} = K[XI_{j+1} + (1-X)Q_{j+1}] \quad (2.17)$$

Sử dụng các phương trình (2.16) và (2.17), ta tính được số gia của lượng trữ trên khoảng thời gian Δt là :

$$S_{j+1} - S_j = K \{ [XI_{j+1} + (1-X)Q_{j+1}] - [XI_j + (1-X)Q_j] \} \quad (2.18)$$

Số gia của lượng trữ còn có thể biểu thị bằng phương trình:

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta \quad (2.19)$$

Kết hợp (2.18), (2.19) và sau khi rút gọn ta thu được:

$$Q_{j+1} = C_1 I_{j+1} + C_2 I_j + C_3 Q_j \quad (2.20)$$

đó là phương trình diễn toán của phương pháp Muskingum, trong đó

$$C_1 = \frac{\Delta - 2KX}{2K - X + 1} \quad (2.21)$$

$$C_2 = \frac{\Delta + 2KX}{2K - X + 1} \quad (2.22)$$

$$C_3 = \frac{2K - X - 1}{2K - X + 1} \quad (2.23)$$

Lưu ý rằng : $C_1 + C_2 + C_3 = 1$

Ta có thể xác định được K và X nếu trong đoạn sông đang xét đã có sẵn các đường quá trình lưu lượng thực đo của dòng vào và dòng ra. Giả thiết nhiều giá trị khác nhau của X và sử dụng các giá trị đã biết của các đường quá trình lưu lượng, ta tính được các giá trị liên tiếp của tử số và mẫu số trong biểu thức của K được suy ra từ (2.19), (2.20)

$$K = \frac{0.5\Delta (I_{j+1} - I_j) - (Q_{j+1} - Q_j)}{X(I_{j+1} - I_j) + 1 - X(Q_{j+1} - Q_j)} \quad (2.24)$$

Các giá trị tính toán của tử số và mẫu số cho từng khoảng thời gian được chấm trên đồ thị với tử số được đặt trên trục tung và mẫu số đặt trên trục hoành. Nói chung, ta sẽ thu được một đồ thị có dạng đường vòng dây. Giá trị đúng của X là giá trị làm cho đường vòng dây thu hẹp gần sát nhất thành một đường đơn nhất và độ dốc của đường này theo (2.24) chính là K. Bởi vì K là thời gian cần thiết để sóng lũ vận động qua đoạn lòng dẫn nên giá trị của nó có thể được ước lượng bằng thời gian chảy truyền thực đo của đỉnh lũ trong đoạn lòng dẫn đang xét.

4- Tính toán mưa - dòng chảy:

Chương trình tính toán được tạo bằng cách kết hợp mô hình lưu vực, mô hình khí tượng - thủy văn và mô hình điều khiển chương trình.

Các kết quả tính toán được xem từ lược đồ mô hình lưu vực. Bảng tổng kết chung và bảng tổng kết từng phần chứa các thông tin về. Lưu lượng đỉnh lũ và tổng lượng. Mỗi một yếu tố đều có các bảng tổng kết và đồ thị.

5- Hiệu chỉnh thông số:

Hầu hết thông số của các phương pháp có trong mô hình lưu vực và trong yếu tố đoạn sông đều có thể ước tính bằng phương pháp dò tìm tối ưu. Mô hình gồm có 4 hàm mục tiêu để dò tìm thông số. Việc dò tìm thông số tối ưu nhằm mục đích tìm ra bộ thông số thích hợp nhất để cho kết quả tính toán phù hợp với kết quả thực do.

Số liệu đầu vào và kết quả tính ra có thể biểu thị dưới hệ đơn vị mét hay đơn vị của Anh và được tự động chuyển khi cần thiết.

2.3.2 Mô hình HEC-RAS [18]/[19]/[20]

a/ Hệ phương trình cơ bản:

Dòng chảy trong sông thiên nhiên được chia thành hai loại: dòng chảy ổn định và dòng chảy không ổn định. Trong mô hình HEC - RAS thì dòng chảy trong sông thiên nhiên được coi là dòng không ổn định biến đổi chậm chảy một chiều, thay đổi theo không gian và thời gian, được mô tả bằng hệ phương trình Saint-Venant gồm phương trình liên tục và phương trình động lực. Trong mô hình Hec-Ras hệ phương trình này có dạng sau:

- Phương trình liên tục

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_t = 0 \quad (2.25)$$

- Phương trình động lực

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (QV)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (2.26)$$

Trong đó: x - chiều dài đoạn sông tính toán (m);

t - thời gian tính toán (h);

Q - lưu lượng dòng chảy trong sông (m^3/s);

A - diện tích mặt cắt ngang lòng sông, nơi có dòng chảy (m^2);

S - diện tích mặt cắt ngang vùng chứa (m^2);

q' - lưu lượng bổ sung trên mỗi đơn vị chiều dài sông (m^2/s);

V - lưu tốc trung bình mặt cắt (m/s);

g - gia tốc trọng trường;

z – mực nước tại mặt cắt tính toán (m);

S_f - độ dốc thuỷ lực.

$$\text{Theo công thức Chezy } Q = 4C \sqrt{RS_f} \quad (2.27)$$

$$\text{và công thức Manning } c = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (2.28)$$

$$S_f = \frac{2|Q|n^2}{R^{\frac{4}{3}}A^2} \quad (2.29)$$

có thể tính được độ dốc thuỷ lực

Trong đó: C – hệ số Chezy (\sqrt{m}/s);

n – hệ số nhám;

R – bán kính thuỷ lực (m), $R = A/\chi$;

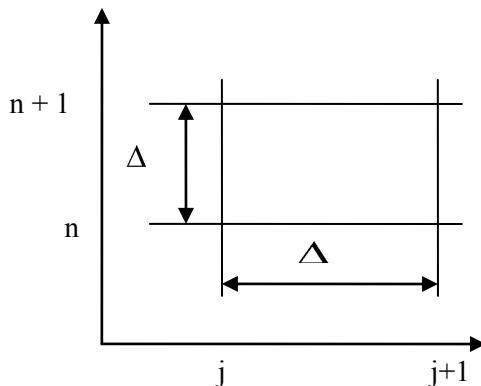
χ - chu vi uốt (m).

Trong công thức (2.27) lưu lượng Q có giá trị dương nếu dòng chảy xuôi từ mặt cắt trên xuống mặt cắt dưới (theo chiều dương của x), có giá trị âm nếu dòng chảy theo chiều ngược lại. Tương tự, trong q_t có giá trị dương nếu dòng chảy từ ngoài đỗ vào sông.

Để giải hệ phương trình (2.28), (2.29) dùng phương pháp sai phân hữu hạn, thay các đạo hàm riêng bằng tỷ số các sai phân. Trong Hec - Ras đã sử dụng sơ đồ ẩn (lưới sai phân chữ nhật) để giải hệ phương trình trên.

Dòng chảy được chia thành những đoạn ngắn Δx và chia thời gian thành những thời đoạn nhỏ Δt . Mỗi đoạn sông được coi là lòng dẫn lăng trụ có các yếu tố thuỷ lực ít biến đổi. Do không bị khống chế bởi điều kiện Cu-răng (R.Courant) nên thời đoạn Δt có thể lớn hơn so với khi sử dụng sơ đồ hiện, chính vì vậy đã giảm được khối lượng tính toán của máy. Nếu chia hệ thống sông tính toán thành n đoạn nhỏ bởi $(n+1)$ mặt cắt, áp dụng sơ đồ sai phân ẩn sẽ có $2n$ phương trình đại số cộng với 2 điều kiện biên ta được hệ $2n+2$ phương trình để giải ra đồng thời $2(n+1)$ ẩn số. Hệ phương trình này phải giải nhiều lần theo phương pháp tính đúng dần (tính lặp) để hiệu chỉnh các hệ số. Vì vậy sơ đồ ẩn thường cho kết quả tính chính xác và phù hợp, tuy nhiên thuật toán rất phức tạp khi áp dụng cho mạng lưới sông.

Xét một đoạn sông từ mặt cắt thứ j đến mặt cắt thứ (j+1) trong thời đoạn từ n đến (n+1), như hình 1 và coi một yếu tố thuỷ lực nào đó là hàm f.



Hình 2.3: Sơ đồ sai phân

Ta ký hiệu: $f_j = f_{jn}$; $\Delta f_j = f_{jn+1} - f_{jn}$; do vậy $f_{jn+1} = f_j + \Delta f_j$;

Trong đó: f_{jn} – giá trị của hàm f tại mặt cắt j ở thời điểm n;

f_{jn+1} – tương tự ở thời điểm n+1.

Các đạo hàm riêng của f sẽ được viết ra dạng sai phân như sau:

$$\frac{\partial}{\partial} \approx \frac{\Delta}{\Delta} = \frac{0,5(\Delta_{j+1} + \Delta_j)}{\Delta} \quad (2.30)$$

$$\frac{\partial}{\partial} \approx \frac{\Delta}{\Delta} = \frac{(f_{j+1} - f_j) + \theta \Delta_{j+1} - \Delta_j}{\Delta} \quad (2.31)$$

$$\text{Giá trị trung bình: } \bar{f} = ,5(f_j + f_{j+1}) + ,5\theta \Delta f_j + \frac{1}{2}\Delta f_j \quad (2.32)$$

Trong đó: θ - trọng số;

Sơ đồ ẩn sẽ luôn luôn ổn định khi $0,5 < \theta \leq 1$. Đối với phương trình động lực chọn $2/3 < \theta \leq 1$ (các đạo hàm riêng theo chiều dài được thay bằng tỷ số sai phân thiên về lớp thời gian sau).

Đối với những điểm nối các nhánh sông (hợp lưu hoặc phân lưu) thì tùy theo từng loại có thể sử dụng một trong hai phương trình sau đây:

- Tổng lượng nước chảy đến bằng tổng lượng nước chảy đi (không xét đến vùng chứa tại điểm nối)

$$\sum_{i=1}^l S_{gi} Q_i =) \quad (2.33)$$

- Mực nước tại điểm nối là chung cho các đoạn chảy đến hoặc chảy đi

$$Z_k = Z_c \quad (2.34)$$

Trong đó: l – số nhánh sông nối vào nút; Q_i – lưu lượng của nhánh sông i; $S_{gi} = -1$ nếu i là nhánh chảy đến; $S_{gi}=1$ nếu i là nhánh chảy đi; Z_k – mực nước tại biên của nhánh k; Z_c – mực nước tại điểm nối.

Sau khi giải hệ phương trình sẽ thu được kết quả là quá trình mực nước, lưu lượng và các yếu tố thuỷ lực tại tất cả các mặt cắt. Mô hình cũng vẽ ra đường mặt nước của tất cả các đoạn sông ở những thời điểm khác nhau.

b/ Phương pháp tính khu chứa nước

Trong mạng sông có các khu chứa nước và ô ruộng tiêu tự chảy ra sông hoặc ngược lại phụ nước vào mực nước trong khu chứa và sông. Lưu lượng mang dấu dương khi dòng chảy từ sông vào ruộng. Phương pháp tính toán các khu chứa như sau:

-Mặt nước trong các khu chứa hay ô ruộng được coi là nằm ngang

-Mối quan hệ tuyến tính giữa mực nước và tổng lượng nước theo phương trình : $S = (Z_a - Z_{a0}) A_a$ (2.35)

Trong đó: S – tổng lượng nước trong khu chứa ($1000m^3$);

Z_a - cao trình mực nước khu chứa (m);

Z_{a0} – cao trình trung bình của mặt đất trong khu chứa (m);

A_a – diện tích mặt thoáng ($1000m^2$).

Phương trình liên tục của khu chứa có dạng

$$\frac{dS}{dt} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (2.36)$$

$$\frac{dZ_a}{dt} = \frac{1}{A_a} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (2.37)$$

Kết hợp (2.35) và (2.36) sẽ được

Trong đó: n – số các dòng chảy nối vào nút;

Q_i – các giá trị lưu lượng (m^3/s).

c/ Thuật toán đối với các công trình trên sông

Nước chảy từ sông vào các khu chứa qua các ngưỡng tràn bên, lưu lượng trao đổi được tính theo phương trình (2.35). Khi mực nước khu chứa lớn hơn mực nước sông dòng chảy có chiều ngược lại từ ruộng ra sông. Lưu lượng được quy ước là dương khi dòng chảy từ sông vào ruộng.

$$dQ = C(Y_{ws} - Y_w)3/2dx \quad (2.38)$$

Trong đó: Q – lưu lượng (m^3/s);

C – hệ số lưu lượng phụ thuộc vào dạng tràn;

Y_{ws} – cao trình mực nước (m);

Y_w – cao trình đỉnh tràn (m);

x – chiều dài đoạn tràn.

Trên hệ thống sông thường gặp đập tràn giữa các khu chứa, dòng chảy qua tràn phụ thuộc vào mực nước các ô ruộng. Lưu lượng là dương khi dòng chảy theo chiều quy ước từ mặt cắt trước đến mặt cắt sau. công thức tính như sau:

$$Q = C L H^3/2 \quad (2.39)$$

Trong đó:

L – chiều dài đường tràn (m)

H – cột nước trên đỉnh tràn có tính cả cột nước lưu tốc trước tràn (m) Q và C như trong (2.38).

Đối với công lộ thiêm có cửa van phẳng điều tiết, lưu lượng được tính theo các công thức sau đây:

- Trạng thái chảy tự do $Q = C W B \sqrt{2gH}$ (2.40)

Trong đó: $C=0.5 \div 0.7$ – hệ số lưu lượng;

W – chiều rộng công (m);

B - độ cao mở công (m);

g – gia tốc trọng trường;

H – cột nước trước công, tức trênh lệch giữa cao trình mực nước và đáy công (m).

- Khi mực nước hạ lưu tăng lên, tỷ số giữa độ sâu hạ lưu và độ sâu thượng lưu từ 0.67 đến 0.8 mô hình sẽ tính lưu lượng qua công thức theo công thức của trạng thái quá độ giữa chảy tự do và chảy ngập

$$Q = C W B \sqrt{2g3H} \quad (2.41)$$

Trong đó: H – trênh lệch mực nước thượng hạ lưu (m); các đại lượng khác như trên.

- Khi tỷ số giữa độ sâu hạ lưu và độ sâu thượng lưu đạt 0.8 mô hình sẽ tính lưu lượng theo công thức chảy ngập

$$Q = C A \sqrt{2gH} \quad (2.42)$$

Trong đó: H – trênh lệch mực nước thượng hạ lưu (m);

C – hệ số lưu lượng, C=0.8;

A – diện tích lỗ cống (m^2).

Bằng cách tính như vậy Hec-Ras đã mô tả được quá trình chuyển đổi dần dần từ trạng thái chảy tự do qua công sang trạng thái chảy ngập hoàn toàn và ngược lại.

Ngoài ra, mô hình còn cho phép tính toán đổi với các công cần đóng mở cửa van theo quy trình định trước, như công ngăn mặn hay công lấy nước. Do đó chúng ta hoàn toàn có thể chủ động điều khiển quá trình lấy nước vào hoặc tháo nước ra từ các khu chứa trong mùa lũ.

2.4 Giới thiệu quy trình xây dựng bản đồ ngập lụt

2.4.1 Giới thiệu quy trình bài toán xây dựng bản đồ ngập lụt

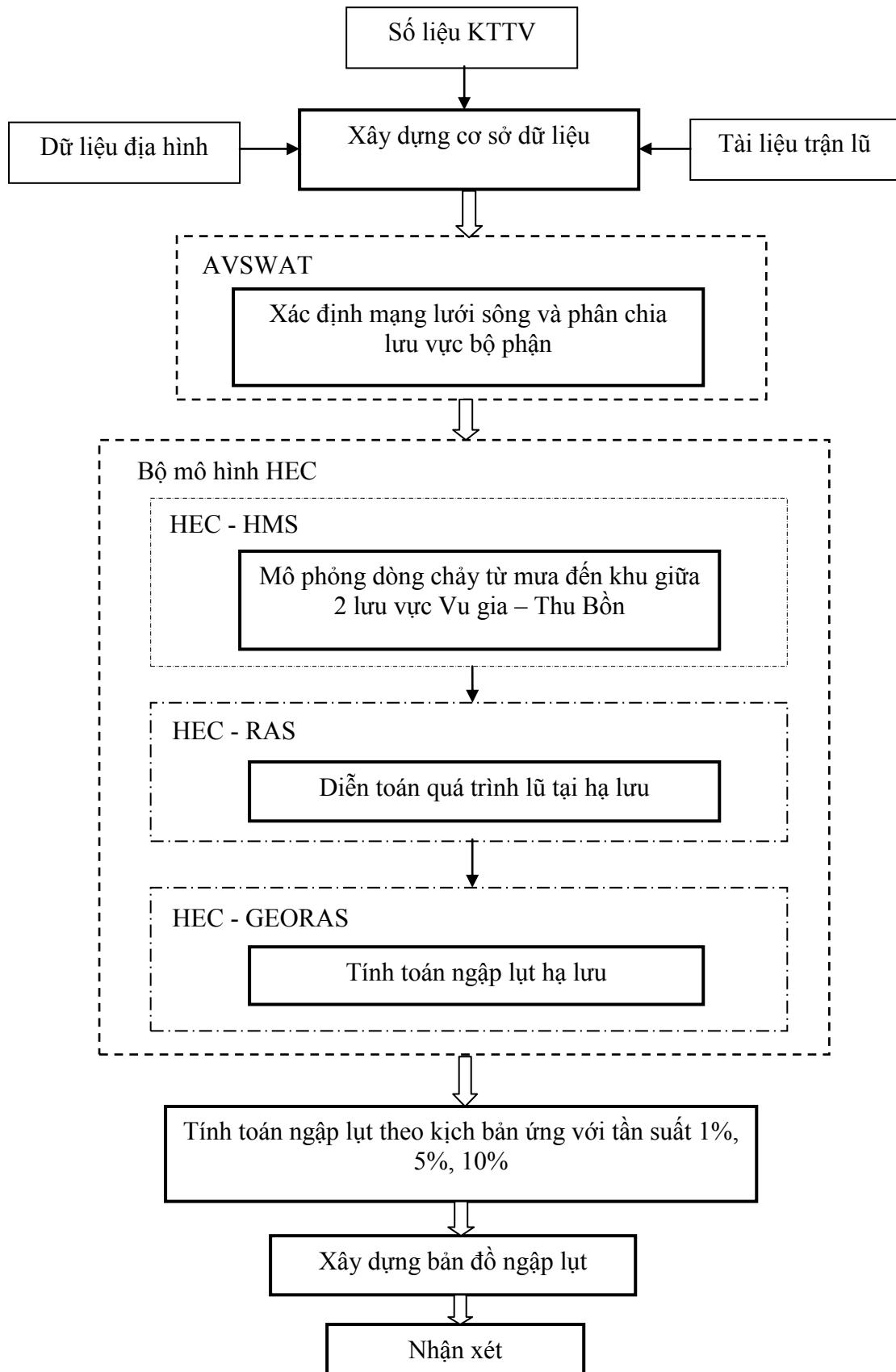
Ngập lụt là một trong những thảm họa thiên nhiên xảy ra khá thường xuyên và gây nhiều hậu quả xấu cho kinh tế, xã hội ở nhiều quốc gia trên thế giới trong hàng ngàn năm qua. Ngập lụt là một trong những thảm họa thiên nhiên tác động bao trùm khu vực rộng lớn chủ yếu là khu vực đồng bằng nơi có đông dân cư sinh sống là vùng có nền kinh tế phát triển. Do mật độ dân cư sống dọc theo những dòng sông rất cao và là khu vực có hoạt động sản xuất kinh tế tập trung nên nạn lụt gây ra những mất mát không lồ cả về tài sản cũng như cướp mất cuộc sống của hàng nghìn người mỗi năm. Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người làm thay đổi chế độ dòng chảy làm cho những trận lụt xảy ra có chiều hướng ngày càng tăng với cường

độ mạnh mẽ. Chính vì vậy, các quốc gia thường xuyên phải đổi mới với thiên tai lũ đã đầu tư rất lớn cho cuộc chiến chống lại lũ, lụt qua nhiều giai đoạn với các mức độ khác nhau từ phòng, chống lũ thụ động tới kiểm soát và quản lý lũ chủ động hơn. Có rất nhiều các biện pháp đã được áp dụng: bao gồm các biện pháp công trình và phi công trình, các kế hoạch chiến lược ngắn và dài hạn, các chính sách, phổ biến thông tin, nhằm giảm nhẹ tác hại của thiên tai ngăn ngừa chúng xảy ra trong tương lai.

Theo xếp loại thiên tai của trung tâm phòng tránh thiên tai châu Á thì Việt Nam được xếp loại thiên tai ở mức độ cao. Ở nước ta, lụt thường xảy ra do lũ lớn dồn về đồng bằng, đôi khi do vỡ đê hoặc lụt do nước biển dâng cao. Lụt thường gây ra thiệt hại lớn cho các châu thổ, đặc biệt là những lưu vực sông thuộc miền Trung trong đó có lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn bởi đặc điểm địa hình chia cắt mạnh, lòng sông ngắn và dốc nên lũ lên nhanh đỏ về khu vực đồng bằng không qua khu vực dẫn lũ nên thường gây lụt hạ du rất nhanh với diện rộng và độ sâu cục bộ lớn với cường suất lũ lên trung bình khoảng 30-70cm/giờ, lớn nhất tới 100-400cm/giờ. Biên độ lũ 5,0-14,0 m như: trận lũ XI/1999, biên độ lũ tại Thành Mỹ: 10,95m, tại Hiệp Đức 12,58m, tại Sơn Tân: 13,85m, tại Nông Sơn: 11,7m.

Bản đồ ngập lụt là công cụ hữu hiệu trong công tác ứng phó chủ động với lũ lụt ở cả trong giai đoạn chuẩn bị và quy hoạch phòng chống thiên tai cũng như trong giai đoạn ứng phó khẩn cấp. Vai trò này lại càng trở nên quan trọng đặc biệt ở các đồng bằng ven biển các tỉnh miền Trung, do đặc điểm hệ thống sông ngòi ở đây thường ngắn và dốc, thời gian tập trung nước nhanh nên cần cung cấp thông tin đầy đủ nhanh chóng phục vụ cho công tác di dời dân khi lũ về nhằm giảm thiểu thiệt hại về người và của cải. Trong trường hợp đó, việc sử dụng các bản đồ ngập lụt xây dựng sẵn với các kịch bản sẽ giúp cho các địa phương chủ động lựa chọn phương án ứng phó khi có các thông tin dự báo, cảnh báo nhanh về tình hình lũ lụt ở hạ lưu.

Trong khuôn khổ luận văn nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt bằng phương pháp sử dụng mô hình thủy văn, thủy lực kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS) đang được sử dụng rất rộng rãi trên thế giới và tại một số lưu vực sông ở nước ta. Quy trình xây dựng bản đồ ngập lụt gồm những nội dung chính được thể hiện trên sơ đồ (Hình 2.4) :



Hình 2.4: Sơ đồ thực hiện xây dựng bản đồ ngập lụt trong luận văn

2.4.2 Giới thiệu hệ thống thông tin địa lý

Quá trình mô phỏng bằng mô hình thủy văn và thủy lực mới chỉ mô tả được diện ngập, trường vận tốc, độ sâu ngập dưới dạng hình ảnh, số liệu. Ngày nay với sự phát triển không ngừng của công nghệ thông tin và hệ thông tin địa lý thì các dữ liệu kết quả mô phỏng thủy văn – thủy lực là cơ sở để tiến hành tính toán bằng công cụ GIS.

Viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (Geographic information System) đã bắt đầu sử dụng rộng rãi ở các nước phát triển từ những năm 60 – 70 của thế kỷ trước. GIS là một công nghệ ứng dụng các tiến bộ của khoa học máy tính, do đó việc sử dụng GIS trong các mục tiêu nghiên cứu so với các phương tiện cổ điển có thể mang lại những hiệu quả cao do:

1. Là cách tiết kiệm chi phí và thời gian nhất trong việc lưu trữ số liệu,
2. Có thể thu thập số liệu với số lượng lớn, Số liệu lưu trữ có thể được cập nhật hoá một cách dễ dàng,
3. Chất lượng số liệu được quản lý, xử lý và hiệu chỉnh tốt,
4. Dễ dàng truy cập, phân tích số liệu từ nhiều nguồn và nhiều loại khác nhau,
5. Tổng hợp một lần được nhiều loại số liệu khác nhau để phân tích và tạo ra nhanh chóng một lớp số liệu tổng hợp mới.

Với những tính năng ưu việt, kỹ thuật viễn thám và hệ thống thông tin địa lý ngày nay đang được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu và quản lý, đặc biệt trong quản lý và quy hoạch sử dụng khai thác nguồn tài nguyên một cách bền vững và hợp lý, lĩnh vực thủy lợi, ứng phó giảm nhẹ thiên tai ...

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) có rất nhiều định nghĩa nhưng nói chung là đã thống nhất định nghĩa: GIS là một hệ thống kết hợp giữa con người và hệ thống máy tính cùng các thiết bị ngoại vi để lưu trữ, xử lý, phân tích, hiển thị các thông tin địa lý để phục vụ một mục đích nghiên cứu, quản lý nhất định.

Xét dưới góc độ là công cụ, GIS dùng để thu thập, lưu trữ, biến đổi, hiển thị các thông tin không gian nhằm thực hiện các mục đích cụ thể.

Xét dưới góc độ là phần mềm, GIS làm việc với các thông tin không gian, phi không gian, thiết lập quan hệ không gian giữa các đối tượng. Có thể nói các chức năng phân tích không gian đã tạo ra diện mạo riêng cho GIS.

Xét dưới góc độ ứng dụng trong quản lý nhà nước, GIS có thể được hiểu như là một công nghệ xử lý các dữ liệu có tọa độ để biến chúng thành các thông tin trợ giúp quyết định phục vụ các nhà quản lý.

Xét dưới góc độ hệ thống, GIS là hệ thống gồm các hợp phần: Phần cứng, Phần mềm, Cơ sở dữ liệu và Cơ sở tri thức chuyên gia.

2.4.2 Các phương pháp GIS xây dựng bản đồ ngập lụt [4]

GIS được sử dụng rất nhiều trong ngành khí tượng thủy văn như trong các lĩnh vực tính toán, quy hoạch và quản lý lưu vực, xây dựng bản đồ ngập lụt. Dưới đây là quy trình chung khi tiến hành thành lập bản đồ ngập lụt bằng phương pháp GIS.

Xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu:

Các dữ liệu về lưu vực sông nghiên cứu và thu thập, số hóa từ các phần mềm khác nhau như MicroStation, Mapinfo, Arcinfo, ArcGIS, ArcView, sau đó được quản lý quản lý thống nhất và lưu lại dưới một định dạng.

Chuẩn bị, phân tích và đánh giá các thông số cho mô hình, vấn đề chuẩn bị dữ liệu, thông số đầu vào cho các mô hình là một trong vấn đề lớn nhất, đòi hỏi tồn tại nhiều thời gian và khá phức tạp.

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 GIS thể hiện ở :

- Tổng hợp và chọn lọc tài liệu như là đầu vào 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.

- Phân tích, hình dung và đánh giá diện tích và mức độ ngập lụt sử dụng các kết quả tính toán từ mô hình thủy văn - thủy lực.

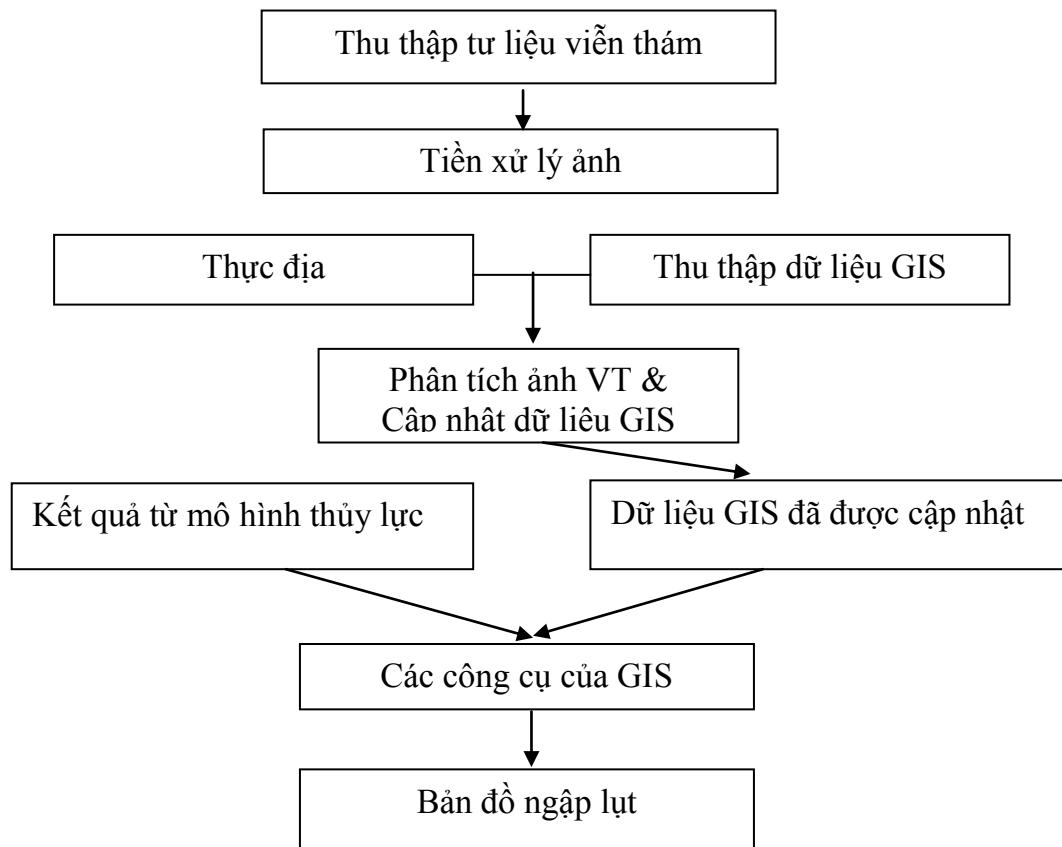
- Bằng cách mô hình hóa tài liệu về các trận mưa dưới các tình huống (lượng mưa, phân bố mưa) khác nhau trong GIS, chúng ta có thể trả lời hàng loạt câu hỏi dạng “nếu – thì” về quan hệ mưa – lũ – ngập lụt trong một thời gian nhanh nhất.

Cũng cần nhận thấy rằng, do liên kết với mô hình thủy văn – thủy lực nên đòi hỏi về tài liệu đầu vào cho GIS cũng sẽ khác với yêu cầu tài liệu đầu vào cho GIS trong các trường hợp thông thường khác. Quá trình xây dựng dữ liệu đầu vào cho mô hình rất quan trọng vì nó sẽ quyết định mức độ chính xác. Các thông tin đầu vào cần thiết cho việc phân tích tổng hợp trong quy trình xây dựng và chuẩn bị trong GIS bao gồm:

- Dữ liệu độ cao địa hình

- Dữ liệu hướng dòng chảy
- Dữ liệu phân chia lưu vực
- Dữ liệu về dòng chảy
- Dữ liệu thủy văn 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 đất
- Dữ liệu về vùng không bị ảnh hưởng của ngập lụt

Các thông tin đầu vào như trên đều 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 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 các thông số đầu vào cũng dễ dàng hơn.



Hình 2.5: Sơ đồ xây dựng bản đồ ngập lụt bằng phương pháp GIS

Chương 3 - XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu

Thu thập và xử lý số liệu là công đoạn đầu tiên trước khi tiến hành tính toán xây dựng một mô hình toán. Dựa trên các mô hình sử dụng tiến hành thu thập và xử lý các loại tài liệu, số liệu có liên quan phục vụ tính toán. Trong luận văn sử dụng mô hình thủy văn HEC- HMS , HEC – RAS và HEC – GEORAS do vậy các loại tài liệu yêu cầu bao gồm số liệu khí tượng – thủy văn trong lưu vực; địa hình, bình đồ khu vực nghiên cứu; bản đồ số độ cao (DEM), và Tài liệu điều tra vết lũ...

3.1.1 Tài liệu địa hình

a/ Tài liệu địa hình lòng sông

Số liệu địa hình lòng sông cơ bản gồm các số liệu: số liệu mặt cắt ngang, chiều dài đoạn sông, thông tin về các nút sông và các số liệu của các công trình thủy lực trên sông (cầu, công, đập tràn,...).

+ Số liệu mặt cắt ngang sông:

Hình dạng mặt cắt ngang để phân tích dòng chảy trong sông thiên nhiên được đặc trưng bằng các thông số profile mặt nước (các mặt cắt ngang) và khoảng cách giữa hai mặt cắt ngang liên tiếp. Các mặt cắt ngang được đặt dọc theo đoạn kênh để mô tả dòng chảy trong kênh và các bãi tràn bên cạnh nó. Vì vậy, các mặt cắt ngang cần đặt tại các vị trí đặc trưng của đoạn sông và tại vị trí xảy ra sự thay đổi về lưu lượng, độ dốc, hình dạng hoặc độ nhám..., vị trí bắt đầu hoặc kết thúc tuyến đê, tại cầu hoặc công trình điều khiển như là đập chắn.

Mỗi một mặt cắt ngang trong HEC-RAS được xác định bởi một kí hiệu sông (River), đoạn sông (Reach) và trạm sông (River station). Diễn tả mặt cắt ngang bằng cách nhập vào vị trí và cao trình (số liệu X - Y) từ trái sang phải nhìn theo dòng chảy xuông hướng hạ lưu. Xác định vị trí đoạn sông tương ứng với vị trí dọc theo kênh, các điểm mốc hoặc hệ số giả định. Hệ thống số phải không đổi, theo đó chương trình giả thiết rằng số lớn hơn là thượng lưu, số nhỏ hơn là hạ lưu.

+ Số liệu chiều dài đoạn sông:

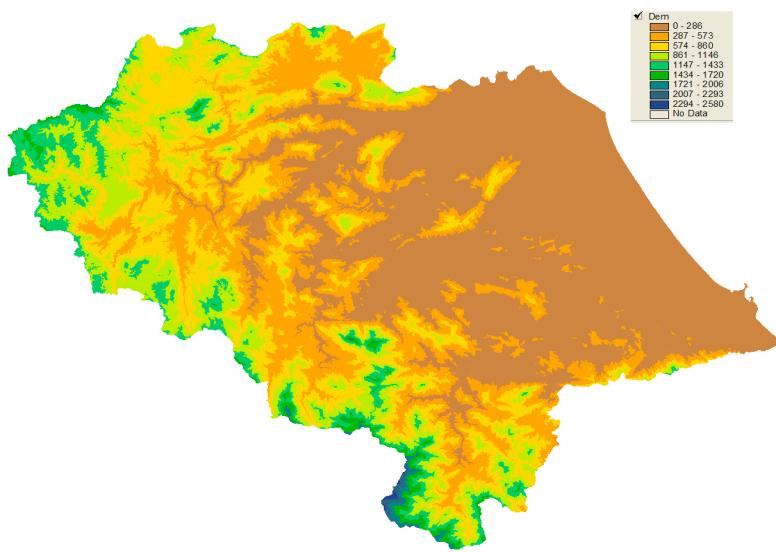
Khoảng cách đo đạc giữa các mặt cắt ngang được gọi là chiều dài đoạn sông (Downstream reach lengths). Một mặt cắt ngang có độ dài đoạn sông cho bãi trái (LOB), bãi phải (ROB), và kênh chính (Channel). Chiều dài kênh chính được đo đạc dọc theo đường đáy sông. Chiều dài bãi tràn đoạn sông được đo đạc dọc theo một đường biết trước đi qua trung tâm khói nước dòng chảy bãi. Thông thường ba chiều dài này là giống nhau. Tuy nhiên có một số điều kiện làm cho chúng khác nhau khá lớn như là tại chỗ uốn của đoạn sông hoặc nơi sông cong mà các bờ thì thẳng. Nơi mà các mặt cắt ngang của kênh và các bãi khác nhau thì một trọng số độ dài đoạn sông được xác định dựa trên lưu lượng kênh chính và các bãi của đoạn sông.

Một trong những đặc điểm của hệ thống sông miền Trung nói chung và hệ thống Vu Gia – Thu Bồn nói riêng là hầu hết không có đê chạy dọc hai bên bờ và có nhiều sông cạn hoặc các đoạn sông cạn khi mực nước trong sông chính còn thấp. Đặc biệt hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn có địa hình rất phức tạp. Hệ thống sông có nhiều nhánh nối với nhau nên khi lũ nhỏ, dòng chảy chỉ giới hạn bên trong lòng sông và khi lũ lớn về thì dòng chảy không còn bị giới hạn bởi những lòng sông chật hẹp nữa mà bắt đầu chảy tràn trên mặt đất từ vùng có địa hình cao sang các vùng có địa hình thấp hơn, đồng thời xuất hiện các hiện tượng cắt dòng cả trong sông và trên mặt đất, làm biến đổi cơ cấu phân chia dòng chảy thường.

Qua nghiên cứu cụ thể về nguồn tài liệu cơ bản về địa hình lòng dẫn sông hiện có trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn và các yêu cầu về tài liệu địa hình của mô hình HEC - RAS tác giả sử dụng tài liệu mặt cắt ngang, mặt cắt dọc thu thập được từ các nguồn Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Trung Trung Bộ (Tổng cục Khí tượng Thủy văn, 1997-2000); Trung tâm Thủy văn Ứng dụng và Kỹ thuật Môi trường (Đại học Thủy lợi, 2000), và một số tài liệu trích trong các đợt đo đạc khảo sát của một số dự án về thủy lợi và môi trường khác trong khu vực.

b/ Tài liệu bản đồ số độ cao

Trong luận văn tác giả sử dụng bản đồ số độ cao (DEM) với độ phân giải 20m x 20m kết hợp với tài liệu bình đồ đo dọc sông Vu Gia, Thu Bồn, Quảng Huế và một vài nhánh vùng hạ du sông Vu Gia Thu Bồn tỷ lệ chi tiết 1: 10 000.



Hình 3.1: Bản đồ số độ cao (DEM) khu vực nghiên cứu

3.1.2 Tài liệu Khí tượng Thủy văn

Trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn mạng lưới trạm Khí Tượng Thủy văn mật độ tương đối dày so với các khu vực khác trên lãnh thổ nước ta và hầu hết các trạm đều có thời gian đo tương đối dài từ 1976 cho tới nay. Tổng số 24 trạm trên lưu vực bao gồm: 3 trạm khí tượng, 11 trạm đo mưa và 9 trạm thủy văn. Mặc dù được đánh giá là lưu vực có mật độ lưới trạm dày nhưng các trạm đo mưa và trạm thủy văn chưa phản ánh được toàn bộ đặc điểm mưa, đặc điểm thủy văn của toàn bộ lưu vực. Đặc biệt, trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn chỉ có hai trạm thủy văn cấp I đo lưu lượng là trạm Nông Sơn nằm trên sông Thu Bồn, diện tích không chê là 3150 km^2 và trạm Thành Mỹ nằm trên sông Vu Gia, diện tích không chê là 1850 km^2 . Diện tích không chê hai trạm thủy văn cấp I này mới chiếm 48% diện tích toàn bộ lưu vực chủ yếu là khu vực thượng nguồn còn khu vực trung lưu và hạ lưu thì chỉ có các trạm đo mực nước nên không thể không chê được toàn bộ lượng nước sinh ra trên lưu vực mà ở khu vực trung lưu và hạ lưu lại là những khu vực thường xuyên bị ảnh hưởng bởi tình trạng ngập lụt.

a/ Tài liệu mưa

Số liệu mưa tại các trạm được sử dụng để tính toán thủy văn nhằm xác định lượng dòng chảy ra nhập lưu khu giữa được tính từ Nông Sơn (Thu Bồn) và Thành Mỹ về đến hạ lưu. Mục tiêu của luận văn nhằm xây dựng bản đồ ngập lụt nên yêu cầu phải tính toán với dòng chảy lũ tuy nhiên do điều kiện về số liệu chỉ thu thập

được với tài liệu mưa thực đo có thời khoảng 6h nên các bước tính toán thủy văn mô phỏng lượng nhập lưu khu giữa được tính với bước thời gian là 6h.

b/ Tài liệu Thủy văn

Vu Gia Thu Bồn có 9 trạm Thủy văn trong đó có 2 trạm đo lưu lượng (Thành Mỹ, Nông Sơn), 7 trạm đo mực nước (Hiệp Đức, Hội Khách, Câu Lâu, Giao Thuỷ, Ái Nghĩa, Vĩnh Điện, Hội An). Số liệu Thủy văn được sử dụng trong luận văn bao gồm:

- Quá trình lưu lượng, mực nước thực đo năm 1998, 1999, 2007 và 2009 tại 2 trạm Thành Mỹ và Nông Sơn làm biên trên cho tính toán thủy lực với mô hình HEC – RAS và đánh giá kết quả mô phỏng thủy văn bằng mô hình HEC – HMS trên lưu vực;

- Quá trình mực nước thực đo năm 1998, 1999, 2007 và 2009 tại các trạm Giao Thuỷ, Câu Lâu, Hội Khách, Ái Nghĩa làm cơ sở hiệu chỉnh và đánh giá kết quả mô phỏng thủy lực trên sông.

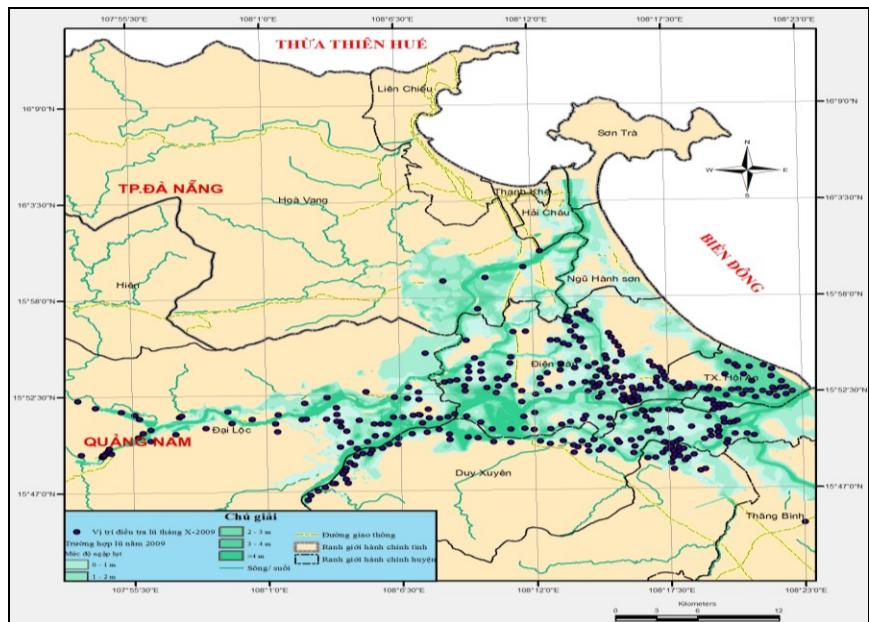
- Số liệu lưu lượng lớn nhất Q_{max} tại trạm Thành Mỹ và Trạm Nông Sơn từ năm 1977 đến 2010 để tính toán tần suất thiết kế ứng với xác suất 1%, 5% và 10%.

- Số liệu triều: hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn có các biên tại hai cửa là Cửa Đại, Cửa Hàn. Hầu hết tại các cửa này không có các trạm đo mực nước giờ liên tục, và nếu có cũng không dùng được vì bị ảnh hưởng bởi dòng chảy lũ lớn trong sông. Sau khi xem xét các chuỗi số liệu của một số vị trí đo đặc thủy triều lân cận khu vực tính toán, chuỗi số liệu thực đo, dự báo của trạm hải văn Tiên Sa đặt phía ngoài bán đảo Sơn Trà được chọn là số liệu biên mực nước chung cho các cửa sông.

3.1.3 Tài liệu điều tra vết lũ

Do đặc điểm khí hậu khắc nghiệt tình hình mưa lũ lớn và địa hình chia cắt phức tạp nên tình trạng ngập lụt ở hạ lưu lưu vực Vu Gia – Thu Bồn thường xuyên bị ngập lụt. Hầu hết các trận lụt nghiêm trọng đều được các đơn vị trong và ngoài nước điều tra như năm 1999, 2007 và năm 2009.

Tuy nhiên, luận văn chỉ thu thập được số liệu về trận lũ lịch sử cuối tháng IX đầu tháng X năm 2009 do Trung tâm Khí tượng thủy văn tỉnh Quảng Nam điều tra 407 vết lũ và được đo đặc địa hình đưa về cao độ quốc gia. Các vết lũ chủ yếu nằm ở trong phạm vi ngập lụt ở trung và hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng với vị trí các vết lũ điều tra được thể hiện trong hình 3.2.



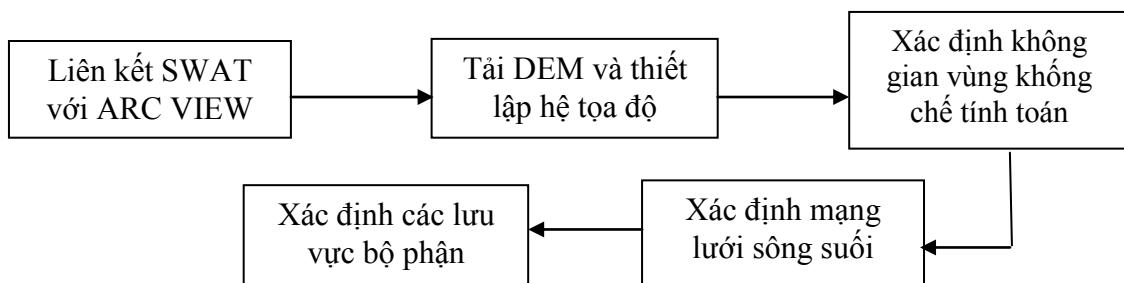
Hình 3.2: Bản đồ vị trí điều tra ngập lụt – Trường hợp trận lũ cuối tháng IX đầu tháng X - 2009

3.2 Ứng dụng mô hình thủy lực tính toán ngập lụt khu vực nghiên cứu

3.2.1 Ứng dụng mô hình HEC-HMS mô phỏng dòng chảy từ mưa đến khu vực trên 2 lưu vực sông Vu Gia và Thu Bồn

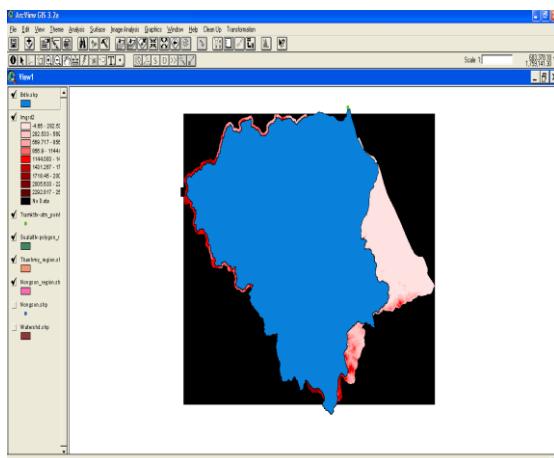
a/ Xác định mạng lưới sông suối và lưu vực bộ phận

Trên cơ sở nghiên cứu về đặc điểm địa hình, địa chất, cơ chế hình thành dòng chảy trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn kết hợp sử dụng công cụ hỗ trợ để phân chia lưu vực. Luận văn sử dụng phần mềm SWAT (Soil and Water Assement Tools) là một mô hình toán thủy văn do tiến sỹ Dr.Jeff Arnold thuộc trung tâm Nghiên cứu đất nông nghiệp USDA - Agricultural Research Service (ARS) xây dựng từ những năm 90. SWAT sử dụng bản đồ số hóa độ cao DEM xác định lưu vực sông và phân chia lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn thành các lưu vực bộ phận thông qua các bước:

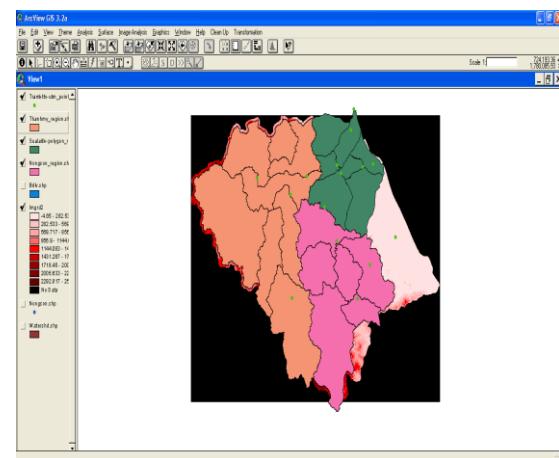


Hình 3.3: Sơ đồ tính toán xác định các lưu vực bộ phận

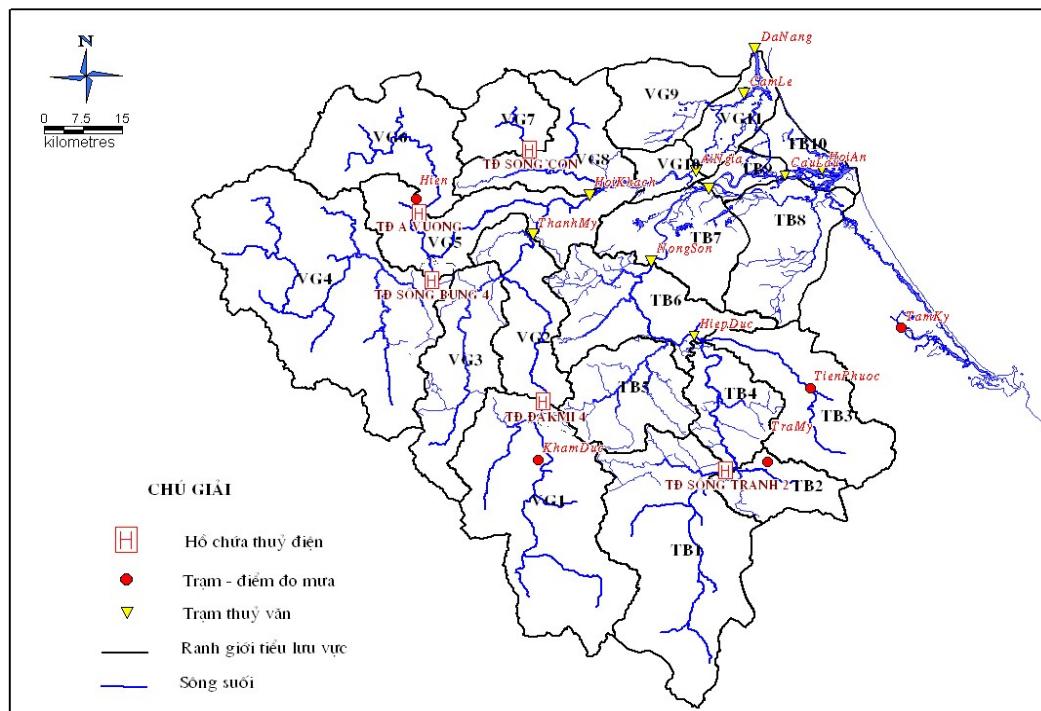
Dựa vào điều kiện địa lý tự nhiên, điều kiện số liệu, phân bố mạng lưới sông và mạng lưới trạm KTTV sẵn có, kết quả phân chia lưu vực bộ phận hệ thống sông Thu Bon – Vu Gia được phân tách ra thành 21 lưu vực bộ phận trong đó có 11 lưu vực bộ phận bên phía lưu vực Vu Gia và 10 lưu vực bộ phận bên phía lưu vực Thu Bon:



Hình 3.4: Kết quả xác định lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn



Hình 3.5: Kết quả phân chia lưu vực bô phận
trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn



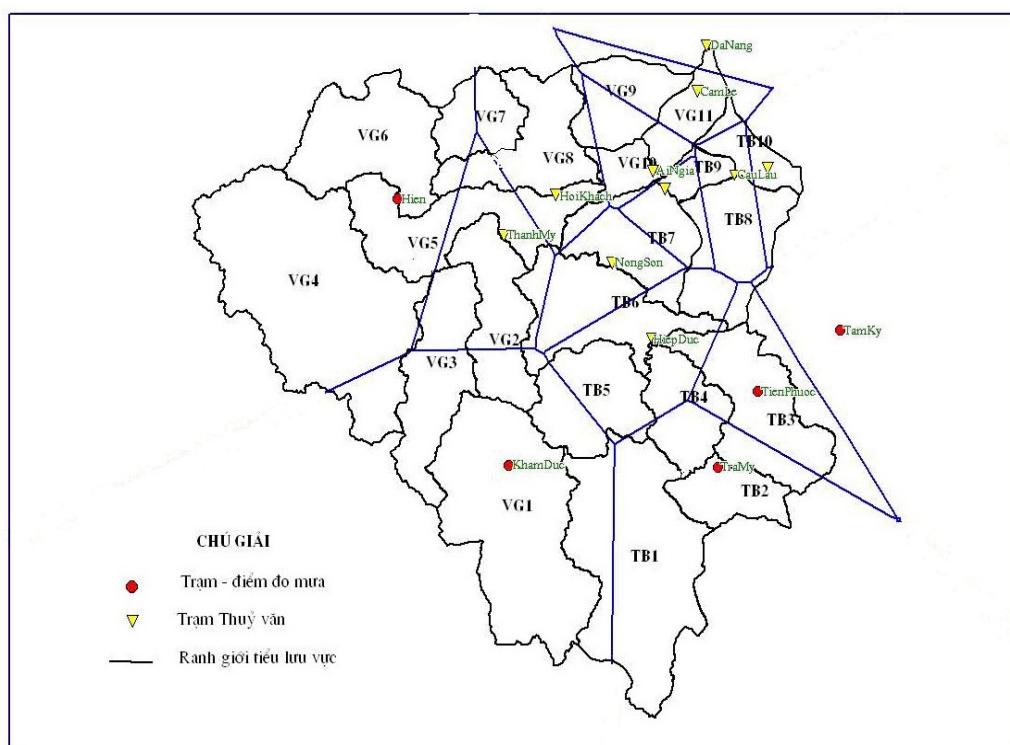
Hình 3.6: Sơ đồ các lưu vực bộ phận và mạng lưới sông suối trên toàn bộ lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

Bảng 3.1: Danh sách các lưu vực bộ phận trên sông Vu Gia.

| TT | LUU VỰC BỘ PHẬN | | |
|----|---------------------|---|---------------------------|
| | Tên lưu vực bộ phận | Khu vực không chê | Diện tích km ² |
| 1 | VG1 | Không chê diện tích lưu vực đến hồ thủy điện DakMi 4 | 1.130 |
| 2 | VG2 | Thuộc lưu vực không chê trạm Thành Mỹ | 375 |
| 3 | VG3 | Thuộc lưu vực không chê trạm Thành Mỹ | 420 |
| 4 | VG4 | Không chê diện tích lưu vực đến hồ chứa Sông Bung 4 | 1.477 |
| 5 | VG5 | Thuộc lưu vực sông Bung | 545 |
| 6 | VG6 | Không chê diện tích lưu vực đến hồ A Vương | 682 |
| 7 | VG7 | Không chê diện tích lưu vực đến hồ Sông Con 2 | 251 |
| 8 | VG8 | Thuộc lưu vực sông Con | 422 |
| 9 | VG9 | Thuộc lưu vực sông Vu Gia (Vùng hạ lưu) | 412 |
| 10 | VG10 | Thuộc lưu vực sông Vu Gia (Vùng hạ lưu) | 112 |
| 11 | VG11 | Thuộc lưu vực sông Vu Gia (Vùng hạ lưu) | 208 |
| 12 | TB1 | Không chê diện tích lưu vực đến hồ thủy điện Sông Tranh 2 | 1100 |
| 13 | TB2 | Thuộc lưu vực không chê trạm Nông Sơn | 234 |
| 14 | TB3 | Thuộc lưu vực không chê trạm Nông Sơn | 552 |
| 15 | TB4 | Thuộc lưu vực không chê trạm Nông Sơn | 304 |
| 16 | TB5 | Thuộc lưu vực không chê trạm Nông Sơn | 430 |
| 17 | TB6 | Thuộc lưu vực không chê trạm Nông Sơn | 534 |
| 18 | TB7 | Thuộc lưu vực sông Thu Bồn (Vùng hạ lưu) | 420 |
| 19 | TB8 | Thuộc lưu vực sông Thu Bồn (Vùng hạ lưu) | 468 |
| 20 | TB9 | Thuộc lưu vực sông Thu Bồn (Vùng hạ lưu) | 97 |
| 21 | TB10 | Thuộc lưu vực sông Thu Bồn (Vùng hạ lưu) | 167 |

b/ Xác định trọng số của các trạm mưa ứng với từng lưu vực bộ phận

Mưa là số liệu đầu vào đặc biệt quan trọng trong quá trình mô phỏng mưa dòng chảy. Để xác định được bộ thông số của mô hình HEC-HMS phù hợp với lưu vực bộ phận, vấn đề đầu tiên là phải phân vùng ảnh hưởng và xác định được trọng số đóng góp của từng trạm mưa trong việc tính lượng mưa bình quân cho các lưu vực bộ phận. Căn cứ vào số liệu thực tế, vị trí của trạm Khí tượng Thủy văn và điểm đo mưa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn và dựa trên chức năng phân tích không gian của hệ thống thông tin địa lý để tính mưa cho các lưu vực bộ phận bằng phương pháp đa giác thiessen (Create Thiessen Polygons) thiết lập bản đồ phân vùng ảnh hưởng của các trạm mưa đồng thời xác định trọng số của các trạm mưa ứng với từng lưu vực bộ phận được kết quả như hình 3.7 và bảng 3.2:



Hình 3.7: Bản đồ phân vùng ảnh hưởng của các trạm mưa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Bảng 3.2: Trọng số mưa của các trạm mưa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

| Tên | Hiên | Khâm Đức | Thành Mỹ | Hội Khách | Ái Nghĩa | Đà Nẵng | Cẩm Lệ | Tiên Phước | Trà My | Hiệp Đức | Nông Sơn | Giao Thủy | Câu Lâu | Hội An | Tam Kỳ |
|-------------|-------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|-----------|---------------|-----------|-------------|-------------|--------------|------------|-----------|-----------|
| VG1 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG2 | 0.00 | 0.386 | 0.684 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG3 | 0.012 | 0.637 | 0.351 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG4 | 0.889 | 0.107 | 0.004 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG5 | 0.49 | 0.00 | 0.313 | 0.197 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG6 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG7 | 0.416 | 0.00 | 0.168 | 0.547 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG8 | 0.49 | 0.00 | 0.313 | 0.197 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.123 | 0.385 | 0.00 | 0.492 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.121 | 0.879 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VG11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.309 | 0.061 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB1 | 0.00 | 0.275 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.712 | 0.013 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.685 | 0.226 | 0.089 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.151 | 0.476 | 0.373 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB5 | 0.00 | 0.394 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.024 | 0.582 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB6 | 0.00 | 0.038 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.371 | 0.454 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.127 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.453 | 0.331 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TB8 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.075 | 0.00 | 0.202 | 0.00 | 0.105 | 0.454 | 0.149 | 0.015 |
| TB9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.069 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.474 | 0.457 | 0.00 | 0.00 |
| TB10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.154 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.376 | 0.47 | 0.00 |

c/ *Ứng dụng mô hình mưa rào dòng chảy HEC – HMS tính lượng nhập lưu khu giữa của các lưu vực bộ phận*

Luận văn sử dụng phương pháp mô hình toán thủy văn cụ thể là mô hình HEC - HMS để tính toán dòng chảy lũ ra nhập lưu khu giữa. HEC – HMS là mô hình phù hợp với các lưu vực có số liệu đo đặc thời gian ngắn và mô phỏng phù hợp với từng trận lũ. Nó là mô hình thông số tập trung, mỗi lưu vực bộ phận đã được phân chia với các điều kiện về số liệu, vị trí, đặc điểm khác nhau sẽ được mô phỏng với các giá trị thông số mô phỏng là khác nhau.

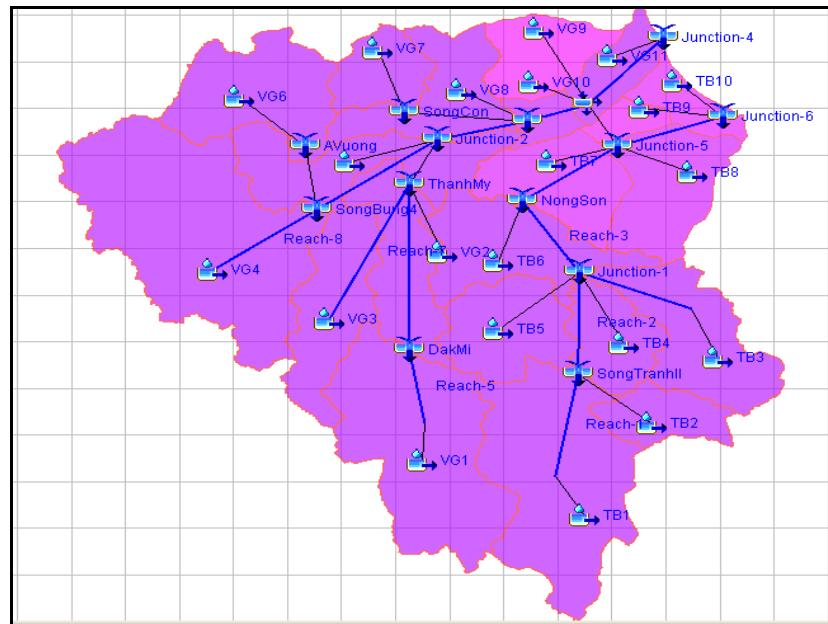
Trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, hệ thống mạng lưới trạm đo mưa được đánh giá có mật độ dày hơn những khu vực khác, tuy nhiên sự phân bố của các trạm là không đều và thường tập trung ở trung lưu và hạ lưu, còn những nơi có địa hình thay đổi đầu nguồn sông suối ở thượng lưu thì chưa có trạm đo mưa hoặc trạm đo mưa rất thưa thớt nên hệ thống lưới trạm chưa đặc trưng hết cho đặc điểm mưa toàn lưu vực. Và mạng lưới trạm thủy văn còn thiếu, chưa đặc trưng được dòng chảy trên sông. Trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn chỉ có 2 trạm thủy văn cấp I đo lưu lượng nước là trạm Thành Mỹ nằm trên sông Vu Gia và trạm nông Sơn nằm trên sông Thu Bồn.

- Thiết lập mô hình HEC – HMS:

Từ kết quả phân chia các lưu vực bộ phận và xác định mạng lưới sông trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn gồm: 2 sông chính sông Vu Gia và sông Thu Bồn; và 21 lưu vực bộ phận tiến hành mô phỏng toàn bộ lưu vực thông qua: Mô hình lưu vực (Basin Model- gồm các lưu vực bộ phận (Subbasin), đoạn sông (Reach), các nút (Junction)...); Mô hình khí tượng (Meteorology Model); Các biến điều khiển (Control Specification).

Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được thiết lập với 21 Subbasin, 13 đoạn sông và 11 Junction trong đó bên phía Vu Gia là 11 Subbasin, 7 đoạn sông diễn toàn và 6 Junction; Bên phía Thu Bồn được thiết lập với 10 Subbasin, 6 đoạn sông diễn toàn và 5 Junction. Mặc dù lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được mô phỏng trên mô hình HEC – HMS như vậy nhưng do điều kiện về số liệu đo đặc thực tế thu

thập được trên lưu vực chỉ có 2 trạm thủy văn đo lưu lượng là Thành Mỹ và Nông Sơn. Vì vậy kết quả tính toán hiệu chỉnh kiểm định xác định bộ thông số phù hợp chỉ tính tương ứng đến mặt cắt của trạm Thành Mỹ (Vu Gia) và mặt cắt của trạm Nông Sơn (Thu Bồn). Sau đó sử dụng 2 bộ thông số tìm được để tính toán lượng dòng chảy sinh ra từ mưa trên các lưu vực bộ phận khác lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn (phía sau trạm Thành Mỹ và trạm Nông Sơn).



Hình 3.8: Sơ đồ thiết lập mô hình HEC-HMS toàn lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

- Lựa chọn trận lũ hiệu chỉnh và kiểm định

Tiêu chí để lựa chọn các trận lũ để kiểm định và hiệu chỉnh như sau:

- Quá trình mưa phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo, lượng mưa và đỉnh lũ phù hợp.
 - Dạng đường quá trình lũ phản ánh được đặc điểm lũ lớn xảy ra trên lưu vực.
 - Chọn những trận lũ có số liệu mưa thực đo.
 - Ưu tiên chọn những trận lũ lớn có thời gian lũ kéo dài.

Căn cứ vào tiêu chí lựa chọn trận lũ và đặc điểm lũ trên lưu vực tiến hành lựa chọn trận lũ để hiệu chỉnh và kiểm định trên lưu vực bảng 3.3:

Vu Gia - Thu Bồn là lưu vực có lượng mưa tương đối lớn ở nước ta, mưa tập trung chủ yếu vào 4 tháng IX – XII và nó là nguyên nhân chủ yếu sinh lũ trên các

sông. Hệ thống sông mặc dù được tạo thành bởi 2 sông Vu Gia và sông Thu Bồn gần như song song với nhau nhưng do đặc điểm mưa trên lưu vực nên thời gian xuất hiện lũ các trận lũ lớn trên 2 sông là gần như đồng thời và dạng đường quá trình lũ là lũ kép 2 đỉnh. Thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính đến trạm Thành Mỹ thường nhanh hơn thời gian xuất hiện đỉnh đến Nông Sơn khoảng 6h.

Bảng 3.3: Các trận lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định trên lưu vực

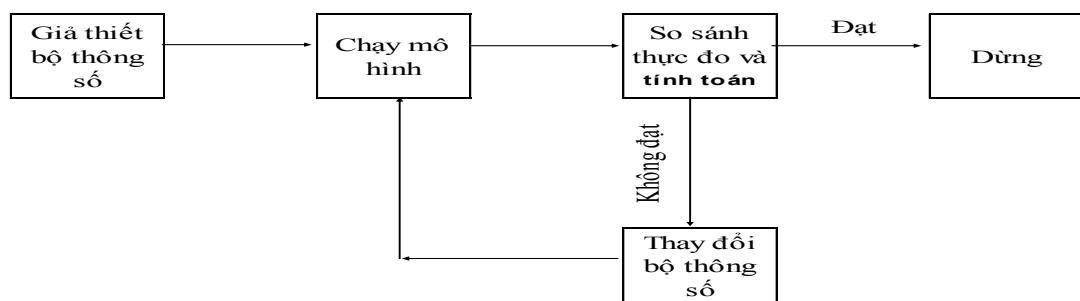
| Tên | Thời gian bắt đầu | Thời gian kết thúc | Thời gian xuất hiện đỉnh | $Q_{\max \text{ obs}} (\text{m}^3/\text{s})$ | Ghi chú |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--|------------|
| Thành Mỹ | | | | | |
| Trận lũ số 1 | 19/11/1998 | 24/11/1998 | 13:00 20/11/98 | 5680 | Hiệu chỉnh |
| Trận lũ số 2 | 01/11/1999 | 08/11/1999 | 01:00 03/10/99 | 4560 | |
| Trận lũ số 3 | 10/11/2007 | 14/11/2007 | 07:00 12/11/07 | 4760 | Kiểm định |
| Trận lũ số 4 | 28/9/2009 | 02/10/2009 | 19:00 29/10/09 | 7410 | |
| Nông Sơn | | | | | |
| Trận lũ số 1 | 19/11/1998 | 24/11/1998 | 19:00 20/11/98 | 10250 | Hiệu chỉnh |
| Trận lũ số 2 | 01/11/1999 | 08/11/1999 | 07:00 03/11/99 | 9220 | |
| Trận lũ số 3 | 10/11/2007 | 14/11/2007 | 07:00 12/11/07 | 10440 | Kiểm định |
| Trận lũ số 4 | 28/9/2009 | 02/10/2009 | 01:00 30/10/09 | 9000 | |

- Hiệu chỉnh và kiểm định xác định bộ thông số phù hợp

Hiệu chỉnh thông số là một trong những bước đầu tiên và quan trọng khi xây dựng mô hình. Việc hiệu chỉnh thông số nhằm tìm ra bộ thông số hợp lý nhất cho lưu vực.

- + Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện theo các tiêu chí sau:

+ Đường quá trình dòng chảy được hiệu chỉnh sao cho sát nhất với quá trình thực đo, hình dáng hai đường quá trình mô phỏng và thực đo tiến đến gần nhau.
+ Hiệu chỉnh đỉnh lũ, thời gian xuất hiện đỉnh lũ.



Hình 3.9: Sơ đồ quá trình hiệu chỉnh mô hình

Các tiêu chí đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định

Để có thể đánh giá kết quả mô phỏng trước hết phải dựa vào sự phù hợp của đường quá trình lũ thực đo với đường quá trình lũ tính toán, sự phù hợp này thể hiện ở hệ số Nash. Đặc biệt đối với tính toán ngập lụt thì giá trị rất quan trọng cần xác định là đỉnh lũ, tổng lượng và thời gian xuất hiện đỉnh lũ, vì vậy luận văn sử dụng một số chỉ tiêu đánh giá kết quả như sau:

- Hệ số Nash:

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n X_i^{tt} - X_i^{td}}{\sum_{i=1}^n X_i^{td} - \bar{X}_{td}} \quad (3.1)$$

X_i^{tt} Giá trị tính toán tại thời điểm i

X_i^{td} Giá trị thực đo tại thời điểm i

\bar{X}_{td} Giá trị thực đo trung bình.

Hệ số Nash càng tiến đến 1 thì mô phỏng càng chính xác. Thông thường hệ số Nash đạt từ 0.8 mô phỏng đạt kết quả tốt.

- Chênh lệch Q_{max} thực đo và Q_{max} tính toán tính theo %

$$\Delta Q = \frac{|Q_{tt} - Q_{td}|}{Q_{td}} 100\% \quad (3.2)$$

ΔQ càng tiến đến 0 thì sai số lưu lượng đỉnh lũ càng nhỏ.

- Chênh lệch tổng lượng lũ thực đo và tổng lượng lũ tính toán tính theo %

$$\Delta W = \frac{|W_{tt} - W_{td}|}{W_{td}} 100\% \quad (3.3)$$

ΔW càng tiến đến 0 thì sai số tổng lượng lũ càng nhỏ.

- Chênh lệch thời gian xuất hiện đỉnh lũ thực đo và tính toán tính theo giờ

$$\Delta t = |t_{thời gian xuất hiện đỉnh lũ thực đo} - t_{thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán}| \quad (3.4)$$

Δt càng tiến đến 0 thì sai số thời gian xuất hiện đỉnh càng nhỏ.

Quá trình tính toán được dừng lại khi kết quả tính toán phù hợp với quá trình thực đo, khi đó sẽ nhận được bộ thông số phù hợp nhất cần tìm.

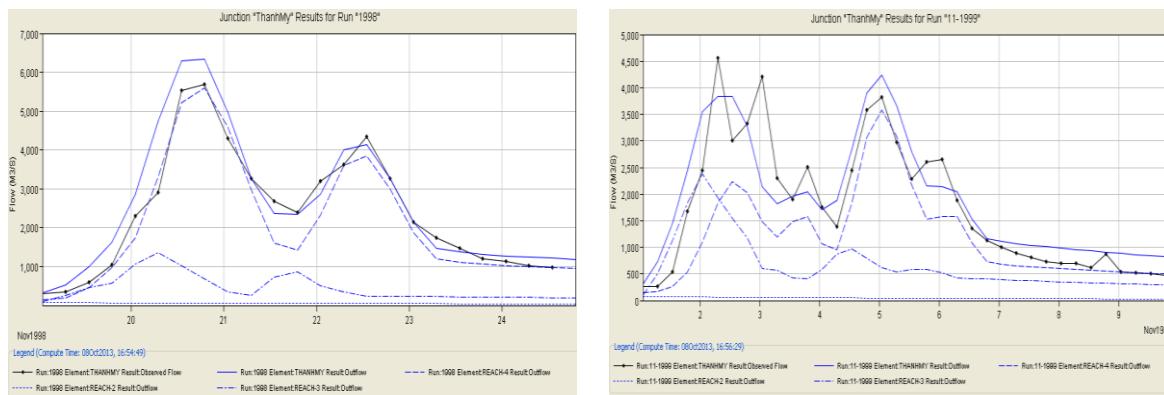
- Xác định bộ thông số cho các lưu vực bộ phận tính đến Thành Mĩ (Vu Gia)

Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn tính đến trạm thủy văn Thành Mĩ được chia thành 3 lưu vực bộ phận, 3 đoạn sông diễn toán và 1 junction. Do điều kiện

về số liệu mưa thực đo thu thập được tại lưu vực có thời khoảng là 6h chính vì thế bước thời gian lựa chọn mô phỏng trong mô hình HEC – HMS là 6h.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho các năm được trình bày bằng các hình vẽ và bảng biểu dưới đây:

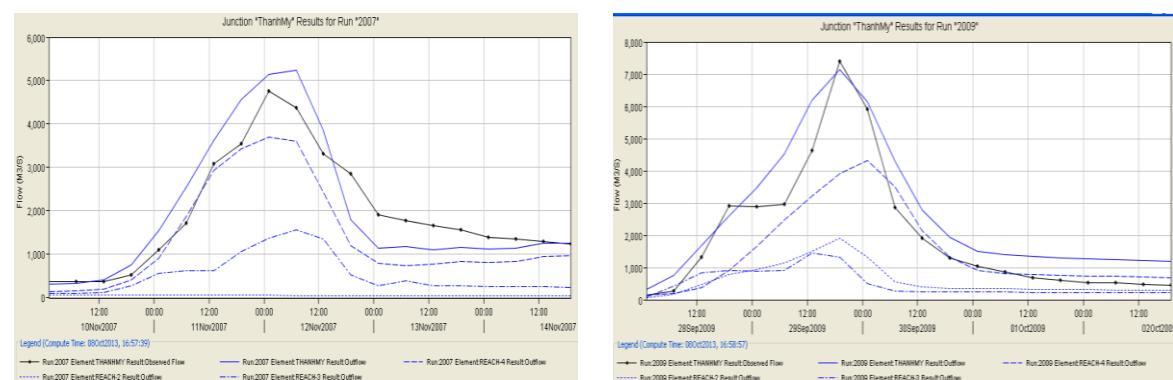
Hiệu chỉnh:



a/ Trận lũ số 1 (11/1998)

b/ Trận lũ số 2 (11/1999)

Kiểm định:



c/ Trận lũ số 3 (11/2007)

d/ Trận lũ số 4 (28/9 -02/10/2009)

Hình 3.10: Biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo lưu lượng dòng chảy tại Thành Mỹ trên sông Vu Gia

Bộ thông số hiệu chỉnh, kiểm định tính đến trạm Thành Mỹ và các chỉ tiêu đánh giá được thể hiện dưới các bảng 3.4 đến 3.6:

Bảng 3.4: Bộ thông số mô hình HEC – HMS hiệu chỉnh và kiểm định cho các lưu vực bộ phận tính đến trạm thủy văn Thành Mỹ

| Tên | Các thông số | | | | | | | |
|------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|------|
| | Tổn thất | | | Chuyển đổi dòng chảy | | Dòng chảy ngầm | | |
| | f ₀ (mm) | f _c (mm/h) | S _{kt} (%) | t _{lag} (h) | C _P | Q ₀ (m ³ /s) | R _c | R |
| VG1 | 8 | 3 | 5.0 | 6 | 0.7 | 150 | 0.9 | 0.18 |
| VG2 | 8 | 3 | 5.0 | 5 | 0.7 | 100 | 0.9 | 0.18 |
| VG3 | 8 | 3 | 5.0 | 4 | 0.7 | 70 | 0.9 | 0.18 |

Trong đó:

- f_0 (mm): Tốn thất ban đầu (initial loss)
- f_c (mm/h): Cường độ tổn thất ổn định (Constant Rate)
- S_{kt} (%): Phần trăm diện tích không thấm (Impervious)
- t_{lag} (h): Thời gian trễ (Standart lag)
- C_p : Hệ số đỉnh (Peaking coefficient)
- Q_0 (m^3/s): Dòng chảy ngầm ban đầu (Initial discharge)
- R_c : Hằng số nước rút (Recession constant)
- R : Hệ số lệch đỉnh (Ratio)

Bảng 3.5: Thống kê các thông số diễn toán của các đoạn sông tính đến Thành Mỹ

| STT | Tên đoạn sông | Diễn toán Muskingum | |
|-----|---------------|---------------------|------|
| | | K | X |
| 1 | Reach 5 | 3 | 0.25 |
| 2 | Reach 6 | 5 | 0.25 |
| 3 | Reach 7 | 4 | 0.25 |

Trong đó:

K – hệ số đặc trưng cho thời gian chảy truyền

X – hệ số đặc trưng cho chiều dài đoạn sông

Bảng 3.6: Các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm Nông Sơn

| Chỉ tiêu | Hiệu chỉnh | | Kiểm định | |
|----------------|------------|--------|-----------|--------|
| | Trận 1 | Trận 2 | Trận 3 | Trận 4 |
| Nash | 0.885 | 0.772 | 0.81 | 0.835 |
| ΔQ (%) | 10.8 | 15.8 | 10.1 | 3.8 |
| | 4.8 | 10.8 | | |
| ΔW (%) | 9.9 | 9.0 | 5.3 | 31.9 |
| Δt (h) | 6 | 6 | 6 | 0 |
| | 0 | 0 | | |

Sau nhiều lần hiệu chỉnh và kiểm định với các bộ thông số khác nhau và tính toán đánh giá kết quả mô phỏng. Học viên nhận thấy, bộ thông số mô phỏng trên đây là cho kết quả phù hợp nhất. Bộ thông số mô phỏng dòng chảy đến trạm Thành Mỹ cho kết quả tương đối tốt với các chỉ tiêu sử dụng để đánh giá kết quả. Quá trình lũ dùng để kiểm định và hiệu chỉnh đều đạt kết quả Nash trên 0.8 riêng có trận lũ số 2 Nash chỉ đạt mức xấp xỉ 0.8 do dạng đường quá trình lũ thực tế hết sức phức tạp với nhiều đỉnh lũ kép liên tiếp nên quá trình mô phỏng dạng đường chưa hoàn toàn sát với thực tế.

Sai số đỉnh của các trận lũ năm trong giới hạn sai lệch khoảng 10% điển hình là trận lũ số 4 đỉnh lũ mô phỏng ứng với bộ thông số tìm được gần như sát hoàn toàn so với đo đạc thực tế chỉ sai lệch 3.8% mặc dù trận lũ số 4 xảy ra vào cuối tháng 9 đầu tháng 10 năm 2009 là trận lũ có đỉnh lớn nhất trong 4 trận lũ lựa chọn để tính toán. Tuy nhiên, bên cạnh đó đối với trận lũ có dạng đường phức tạp như trận lũ số 2 thì sai số đỉnh cũng tương đối lớn là 15.8% và 10.8%.

Sai số tổng lượng của 3 trận lũ 1998, 1999, 2007 nhỏ hơn 10% riêng trận lũ năm 2009 sai số tổng lượng tương đối lớn lên tới 30% và quá trình lũ mô phỏng thiên lớn hơn so với thực tế do trận lũ 2009 là trận lũ lớn xảy ra trên lưu vực nhưng các chỉ tiêu đánh giá khác với trận lũ này thì đều cho kết quả đánh giá rất tốt.

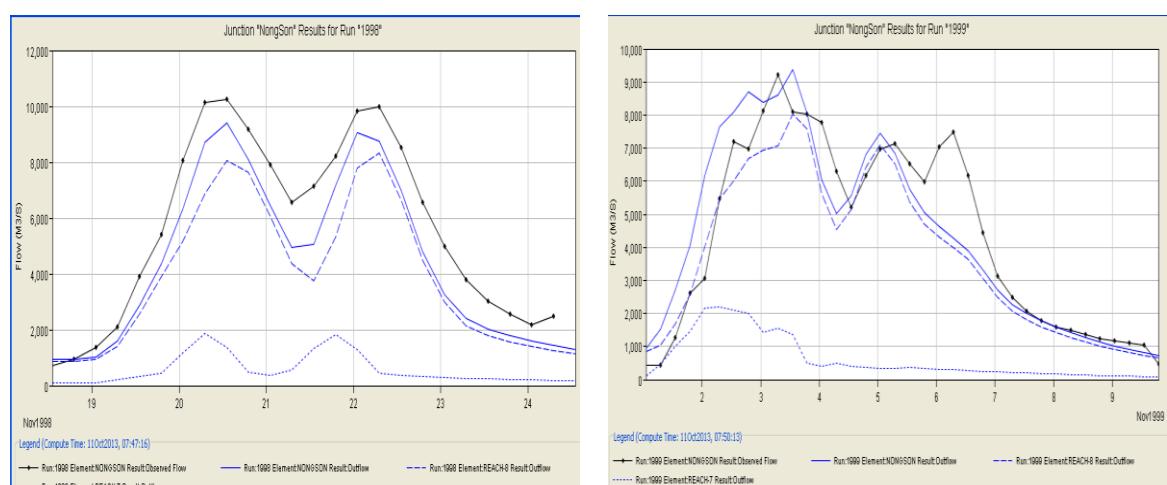
Do bước thời gian tính toán mô phỏng là 6h nên sai số đỉnh của các trận lũ cho kết quả sai lệch đỉnh lớn nhất là 6h hoặc đỉnh lũ mô phỏng trùng với đỉnh lũ thực đo.

- Xác định bộ thông số cho các lưu vực bộ phận tính đến Nông Sơn (Thu Bồn)

Do trên sông Thu Bồn chỉ Nông Sơn là trạm đo lưu lượng nên việc xác định bộ thông số của mô hình bắt đầu trên lưu vực sông Thu Bồn đến trạm thủy văn Nông Sơn. Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn tính đến trạm thủy văn Nông Sơn được chia thành 6 lưu vực bộ phận, 4 đoạn sông diễn toán và 2 junction. Tương tự như tính toán xác định bộ thông số đến Thành Mỹ lựa chọn bước thời gian là 6h mặc dù mô phỏng lũ với thời đoạn này chưa thật sự hợp lý nhưng do điều kiện về số liệu mưa thực đo chỉ có thời khoảng là 6h.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho các năm lựa chọn để xác định bộ thông được trình bày bằng các hình 3.11 và bảng 3.9:

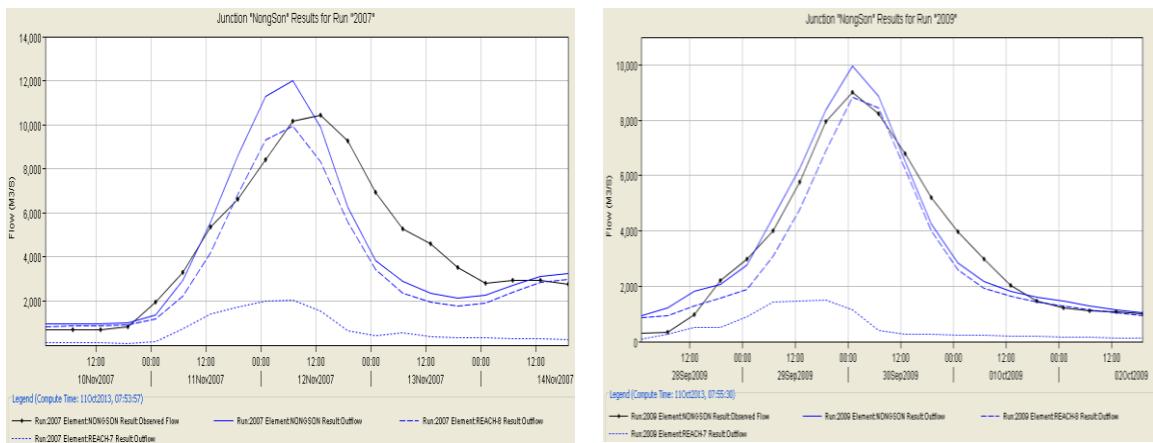
Hiệu chỉnh:



a/ Trận lũ số 1 (11/1998)

b/ Trận lũ số 2 (11/1999)

Kiểm định:



c/ Trận lũ số 3 (11/2007)

d/ Trận lũ số 4 (28/9 -02/10/2009)

Hình 3.11: Biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo lưu lượng dòng chảy tại Nông Sơn trên sông Thu Bồn

Bộ thông số hiệu chỉnh, kiểm định tính đến trạm Nông Sơn bảng 3.7 và 3.8:

Bảng 3.7: Bộ thông số mô hình HEC – HMS hiệu chỉnh và kiểm định cho các lưu vực bộ phận tính đến trạm thủy văn Nông Sơn

| Tên | Các thông số | | | | | | | |
|------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------|----------------------|-------|-----|
| | Tổn thất | | | Chuyển đổi dòng chảy | | Dòng chảy ngầm | | |
| | f_0 (mm) | f_c (mm/h) | S_{kt} (%) | t_{lag} (h) | C_p | Q_0 (m^3/s) | R_c | R |
| TB1 | 6 | 3 | 5.0 | 7 | 0.7 | 200 | 0.7 | 0.2 |
| TB2 | 6 | 3 | 5.0 | 5 | 0.7 | 200 | 0.7 | 0.2 |
| TB3 | 6 | 3 | 5.0 | 7 | 0.7 | 250 | 0.7 | 0.2 |
| TB4 | 6 | 3 | 5.0 | 6 | 0.7 | 100 | 0.7 | 0.2 |
| TB5 | 6 | 3 | 5.0 | 4 | 0.7 | 100 | 0.7 | 0.2 |
| TB6 | 6 | 3 | 5.0 | 7 | 0.7 | 100 | 0.7 | 0.2 |

Bảng 3.8: Thống kê các thông số diễn toán của các đoạn sông tính đến Thành Mỹ

| STT | Tên đoạn sông | Diễn toán Muskingum | |
|-----|---------------|---------------------|------|
| | | K | X |
| 1 | Reach 1 | 4 | 0.25 |
| 2 | Reach 2 | 6 | 0.25 |
| 3 | Reach 3 | 6 | 0.25 |
| 4 | Reach 4 | 5 | 0.25 |

Bảng 3.9: Các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tại Nông Sơn

| Chỉ tiêu | Hiệu chỉnh | Kiểm định |
|----------|------------|-----------|
|----------|------------|-----------|

| | Trận 1 | Trận 2 | Trận 3 | Trận 4 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Nash | 0.965 | 0.805 | 0.75 | 0.952 |
| $\Delta Q (\%)$ | 8.22 | 0.77 | 14.81 | 10.78 |
| | 9.43 | | | |
| $\Delta W (\%)$ | 18.92 | 0.27 | 6.5 | 3.78 |
| $\Delta t (h)$ | 0 | 6 | 6 | 0 |
| | 6 | | | |

Nhận xét kết quả bộ thông số mô phỏng cho lưu vực tính đến trạm Nông Sơn thông qua các chỉ tiêu đánh:

Chỉ tiêu Nash ở trận lũ số 1 và trận lũ số 4 cho kết quả rất tốt chỉ tiêu Nash trên 0.9, trận lũ số 2 chỉ tiêu Nash đạt 0.8 nhưng còn trận lũ số 1 chỉ tiêu Nash chỉ đạt 0.75 do đường quá trình lũ thực đo và quá trình lũ mô phỏng có sự khác nhau đáng kể vì trên thực tế đường quá trình lũ thực đo nhỏ hơn và chậm hơn so với quá trình lũ mô phỏng do trận lũ 2007 là trận lũ rất lớn xảy ra trên sông Vu Gia – Thu Bồn.

Chỉ tiêu sai số định $\Delta Q\%$ ở 4 trận lũ sai số định đạt kết quả tương đối tốt với sai số định dưới 15% mặc dù các trận lũ lựa chọn để mô phỏng đều là các trận lũ lớn xảy ra trên lưu vực đặc biệt có trận lũ số 2 sai số định chỉ có 0.77% mặc dù trận lũ năm 1999 có đường quá trình lũ thực đo tương đối phức tạp.

Sai số tổng lượng $\Delta W\%$ mô phỏng với 4 trận lũ lựa chọn có 3 trận lũ sau sai số tổng lượng cho kết quả tốt sai số không quá 4%. Tuy nhiên bên cạnh đó trận lũ số 1 xảy ra vào tháng 11 năm 1998 và đường quá trình lũ mô phỏng thiên nhỏ hơn so với đường quá trình lũ thực đo với sai số lên đến xấp xỉ 19%.

Sai số về thời gian xuất hiện đỉnh Δt trong kết quả mô phỏng sai số này rất lớn Δt lên đến 6h vì số liệu thực đo sử dụng để tính toán trong luận văn là mưa và lưu lượng 6h vậy nên bước thời gian mô phỏng trong mô hình là 6h chính vì vậy làm sai số về thời gian xuất hiện đỉnh là lớn như vậy.

Trên biểu đồ so sánh đường quá trình lũ thực đo và mô phỏng ở trận lũ số 1 và trận lũ số 4 cho kết quả rất tốt về dạng đường quá trình cả nhánh lũ lên và nhánh lũ xuống. Ở trận lũ số 2 đường quá trình lũ thực đo là lũ xuất hiện với nhiều đỉnh lũ không rõ ràng, đường quá trình lũ phức tạp chính vì vậy mà dạng đường quá trình tính toán không mô tả được hết toàn bộ dạng đường cũng như các đỉnh lũ, đường quá trình tính toán chỉ mô tả tương đối tốt ở đầu và giữa trận lũ. Trận lũ số 3 kết quả mô phỏng tính toán về dạng đường quá trình tính toán

giống với dạng đường quá trình thực đo nhưng có xu hướng thiên lớn hơn so với đường lũ đo đặc thực tế.

Qua hiệu chỉnh và kiểm định nhiều lần kết quả tính toán mô phỏng chưa thực sự tốt với kết quả thực đo trong một số trường hợp điều này có thể lý giải do nhiều nguyên nhân khác nhau:

- Trạm mưa phân bố trên khu vực tính toán chưa đủ để phản ánh đặc điểm mưa của toàn bộ lưu vực.

- Đặc điểm mưa lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn lớn và biến động mạnh so với các vùng khác.

- Hạn chế về số liệu mưa và dòng chảy thu thập được với số liệu thực đo có bước thời gian dài 6h.

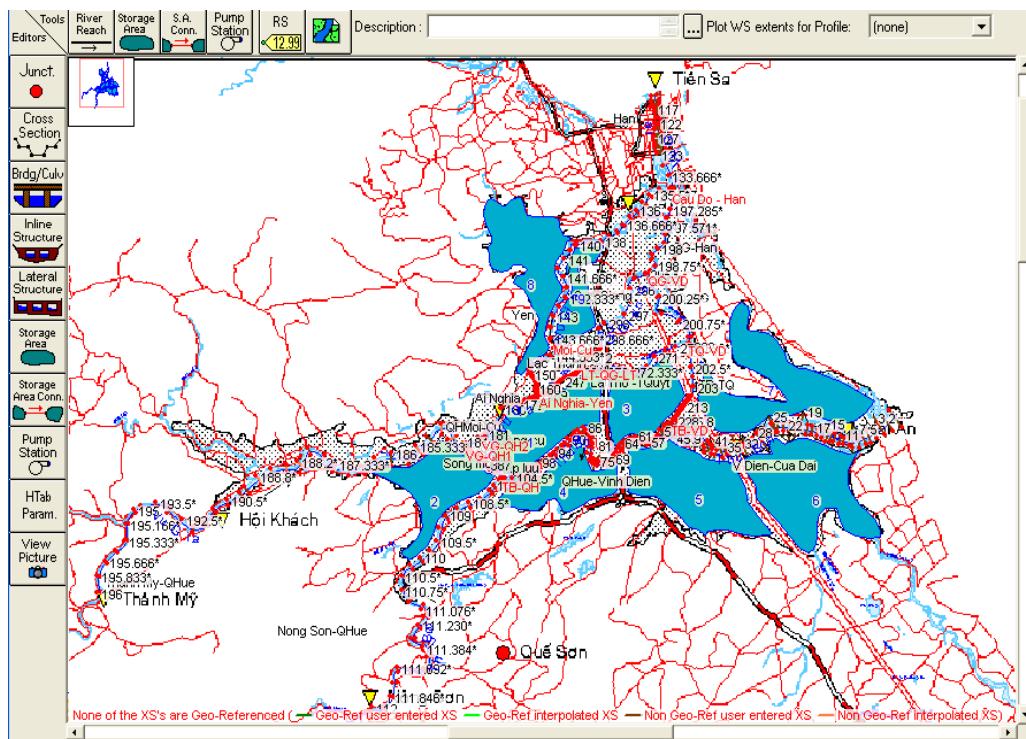
- Mô phỏng hạn chế cũng xuất phát một phần là do kinh nghiệm của người thực hiện.

3.2.2 Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy lực HEC-RAS diễn toán quá trình lũ tại hạ lưu hệ thống sông

a/ Xây dựng sơ đồ mạng lưới thủy lực tính toán

Như đã giới thiệu sơ đồ tính thủy lực cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn rất phức tạp. Hệ thống sông có nhiều nhánh nối với nhau, khi có lũ lớn tràn về mực nước các nhánh sông chảy qua vùng đồng bằng hạ du đều tràn bờ gây ảnh hưởng lụt nghiêm trọng.

Trên cơ sở phân tích thực trạng dòng chảy, mô hình lũ khu vực hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được sơ đồ hoá nhằm mô phỏng cả dòng chảy trong sông (thông qua các nhánh sông) và dòng tràn trên mặt đất (thông qua các ô chúa). Các nhánh sông liên kết với nhau qua các nút sông còn các ô chúa liên kết với nhau và với sông lân cận bằng các dòng tràn qua biên của chúng. Mạng sông đưa vào tính toán thuỷ lực vùng hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn bao gồm toàn bộ dòng chính từ trạm Thủy văn Thành Mỹ và trạm Thủy văn Nông Sơn ra đến biển. Căn cứ vào mục tiêu, nhiệm vụ, phương pháp tính toán và cơ sở tài liệu cơ bản đã có để lập ra sơ đồ tính toán thuỷ lực HEC - RAS trên hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia. Toàn bộ địa hình lòng sông sử dụng trong tính toán thuỷ lực đều theo hệ cao độ Quốc gia.



Hình 3.12: Sơ đồ mạng lưới thuỷ lực tính toán lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn được sơ đồ hóa thành 7 sông, 17 đoạn, 10 nút sông, 4 biên và 409 mặt cắt ngang. Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn có cấu tạo mạng lưới tương đối phức tạp và có rất nhiều nhánh sông, hình dạng mặt cắt biến đổi qua từng đoạn, từng nhánh sông nên khó xác định hình dạng mặt cắt sông đặc trưng, khoảng cách giữa các mặt cắt là không đều nhau và có xu hướng thưa ở đoạn thượng lưu và dày ở đoạn hạ lưu.

10 nút sông gồm: Vu Gia – Quảng Huế mới; Vu Gia – Quảng Huế cũ; Nhập lưu Quảng Huế mới cũ; Quảng Huế - Thu Bồn; Thu Bồn – Vĩnh Điện; Ái Nghĩa – Yên - Lạc Thành; Lạc Thành – La Thọ - Quá Giáng; Vĩnh Điện – Thanh Quýt; Vĩnh Điện – Quá Giáng; Vĩnh Điện – Hàn.

4 biên gồm 2 biên trên và 2 biên dưới và các nút nhập lưu khu giữa:

- Biên trên (Biên lưu lượng):

- + Trạm Thủy văn Thành Mỹ trên sông Vu Gia
- + Trạm Thủy văn Nông Sơn trên sông Thu Bồn

- Biên dưới (Biên mực nước):

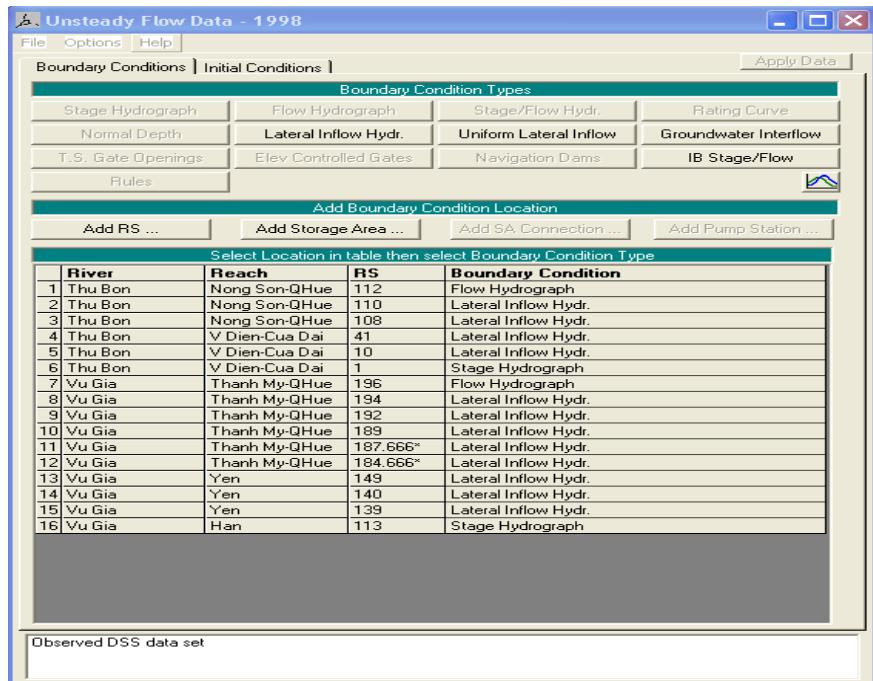
- + Tại Cửa Hàn trên sông Vu Gia
- + Tại Cửa Đại trên sông Thu Bồn

Mạng lưới hệ thống sông hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được mô phỏng như sau:

Bảng 3.10: Mạng lưới hệ thống sông hạ lưu lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

| STT | Tên sông | Giới hạn | Đoạn sông |
|-----|----------------|---|------------------------------|
| 1 | Sông Thu Bồn | Từ Nông Sơn đến Cửa Đại | Nông Sơn – Quảng Huế |
| | | | Quảng Huế - Vĩnh Điện |
| | | | Vĩnh Điện – Cửa Đại |
| 2 | Sông Vu Gia | Từ Thành Mỹ đến Cửa Hàn | Thành Mỹ - Quảng Huế mới |
| | | | Quảng Huế mới – Quảng Huế cũ |
| | | | Quảng Huế cũ - Ai Nghĩa |
| | | | Ai Nghĩa – Yên |
| | | | Yên – Cửa Hàn |
| 3 | Sông Quảng Huế | Nối giữa 2 sông Vu Gia và Thu Bồn | Quảng Huế cũ |
| | | | Quảng Huế mới |
| | | | Nhập lưu – Thu Bồn |
| 4 | Quá Giáng | Từ nhập lưu 3 sông (Lạc Thành, La Thọ, Quá Giáng) đến sông Vĩnh Điện | Quá Giáng |
| 5 | Sông La Thọ | Từ nhập lưu 3 sông Đến Thanh Quýt (Vĩnh Điện) | La Thọ - Thanh Quýt |
| 6 | Sông Vĩnh Điện | Nối từ Sông Thu Bồn sang sông Vu Gia | Thu Bồn – Thanh Quýt |
| | | | Thanh Quýt – Quá Giáng; |
| | | | Quá Giáng - Vu Gia |
| 7 | Sông Lạc Thành | Nối từ sông Vu Gia đến nhập lưu 3 sông (Lạc Thành, La Thọ, Quá Giáng) | Lạc Thành |

- Nhập lưu khu giữa: Dòng chảy từ các lưu vực nhập lưu khu giữa được xác định thông qua mô hình thuỷ văn HEC - HMS.



Hình 3.13: Vị trí các biên và nhập lưu trong mô hình

b/ Xác định bộ thông số mô hình thủy lực HEC – RAS

+ Phương pháp xác định

Dò tìm bộ thông số thuỷ lực trong mô hình thủy lực HEC – RAS trong đó yếu tố quan trọng là hệ số nhám Manning. Thông số mô hình HEC - RAS là phù hợp nếu dạng quá trình lũ và đỉnh lũ mô phỏng sát với thực tế. Mô hình thủy lực hoạt động theo nguyên tắc bảo toàn khối lượng, do vậy khi tổng lượng lũ tính toán hay lưu lượng đỉnh lũ bị thấp hơn (hoặc cao hơn) thực đo quá nhiều thì bộ thông số của mô hình là không phù hợp và các chỉ tiêu đánh giá không cho kết quả tốt.

Thông số thuỷ lực được xác định thông qua các bước hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với phương pháp sử dụng là thử sai. Đối với mô hình HEC-RAS, thông số được hiệu chỉnh chủ yếu là hệ số nhám ứng với các cấp mực nước tại các đoạn sông. Vì các hệ số nhám tại các đoạn của sông là khó xác định chính xác trước, các chương trình tính toán thuỷ lực phải tìm cách hiệu chỉnh sao cho kết quả tính toán phù hợp với thực đo.

Mạng lưới sông được phân chia thành 17 đoạn, mỗi đoạn được gắn liền với một giá trị nhám tương ứng cho các mặt cắt. Khi hiệu chỉnh có thể hiệu chỉnh giá trị nhám cho từng mặt cắt. Nguyên tắc chung là tăng nhám làm đường quá trình tăng cao, giảm nhám thì đường quá trình xuống thấp. Cùng một cấp mực nước quá trình lũ lên thường có giá trị nhám cao hơn quá trình nước xuống.

+ Kết quả xác định bộ thông số của mô hình HEC – RAS

Sử dụng 2 trận lũ XI/1998, trận lũ 2009 lựa chọn xác định bộ thông số nhám của vùng hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia. Sau nhiều lần tính toán thử sai với các bộ thông số khác nhau thì xác định bộ thông số thủy lực của hệ thống sông với kết quả mô phỏng như sau:

Bảng 3.11: Hệ số nhám trung bình của các đoạn sông

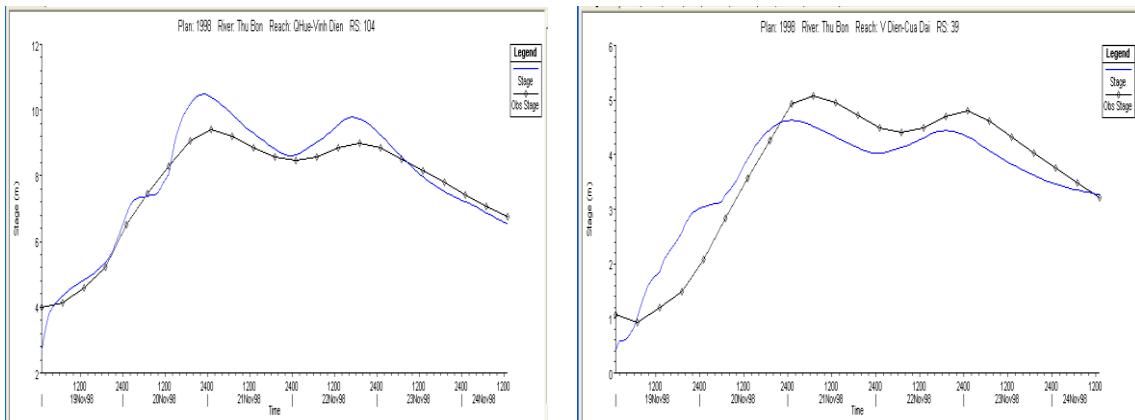
| STT | Sông | Đoạn | Hệ số nhám |
|-----|-------------------|------------------------------|---------------|
| 1 | Thu Bồn | Nông Sơn - Quảng Huế | 0.010 - 0.031 |
| 2 | | Quảng Huế - Vĩnh Điện | 0.015 - 0.041 |
| 3 | | Vĩnh Điện - Cửa Đại | 0.025 - 0.055 |
| 4 | Vu Gia | Thành Mỹ - Quảng Huế mới | 0.025 - 0.035 |
| 5 | | Quảng Huế mới - Quảng Huế cũ | 0.020 - 0.040 |
| 6 | | Quảng Huế cũ - Ái Nghĩa | 0.010 - 0.040 |
| 7 | | Ái Nghĩa - Yên | 0.010 - 0.045 |
| 8 | | Yên - Hàn | 0.025 - 0.040 |
| 9 | Vĩnh Điện | Thu Bồn - Thanh Quýt | 0.025 - 0.030 |
| 10 | | Thanh Quýt - Quá Giáng | 0.025 - 0.030 |
| 11 | | Quá Giáng – Vu Gia | 0.025 - 0.030 |
| 12 | Quảng Huế | Quảng Huế mới | 0.035 - 0.050 |
| 13 | | Quảng Huế cũ | 0.025 - 0.035 |
| 14 | | Nhập lưu - Thu Bồn | 0.025 - 0.035 |
| 15 | Lạc Thành | Lạc Thành | 0.025 - 0.030 |
| 16 | Quá Giáng | Quá Giáng | 0.025 - 0.030 |
| 17 | La Thọ-Thanh Quýt | La Thọ-Thanh Quýt | 0.025 - 0.030 |

Kết quả hiệu chỉnh trận lũ XI/1998

Kết quả diễn toán quá trình lũ trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn với trận lũ từ ngày 10/XI – 14/XI/ 1998 bằng mô hình thủy lực một chiều HEC-RAS thể hiện ở hình 3.14 và hình 3.15, cho thấy rằng có sự phù hợp giữa kết quả tính toán và thực đo về hình dạng đường quá trình dòng chảy. Kết quả tính đánh giá sai số (bảng 3.12) cho hệ số NASH cho các trạm với kết quả tốt dao động trên 0.9 và hệ số tương quan R nằm trong khoảng từ 0.89 đến 0.99. Các đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại các trạm cho thấy phần chân lũ lên và xuống thì kết quả mô phỏng là khá đạt, tuy nhiên phần đỉnh lũ có sự chênh lệch tương đối nhưng vẫn nằm trong phạm vi có thể chấp nhận được. Sự sai lệch này có thể là do rất nhiều nguyên nhân tác động sai lệch về số liệu dòng chảy đầu

vào, điều kiện ban đầu của lưu vực, đặc điểm địa hình lòng sông và số liệu biên triều tại các cửa sông.

Sông Thu Bồn

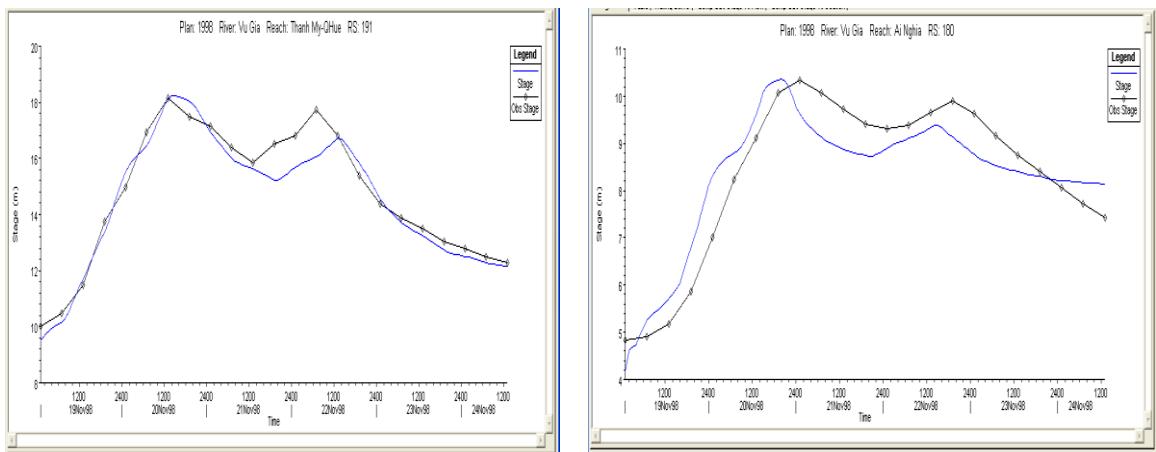


a. Giao Thủy

b. Hội An

Hình 3.14: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Thu Bồn trận lũ 11/1998

Sông Vu Gia



a. Ái Nghĩa

b. Cẩm lê

Hình 3.15: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Vu Gia trận lũ 11/1998

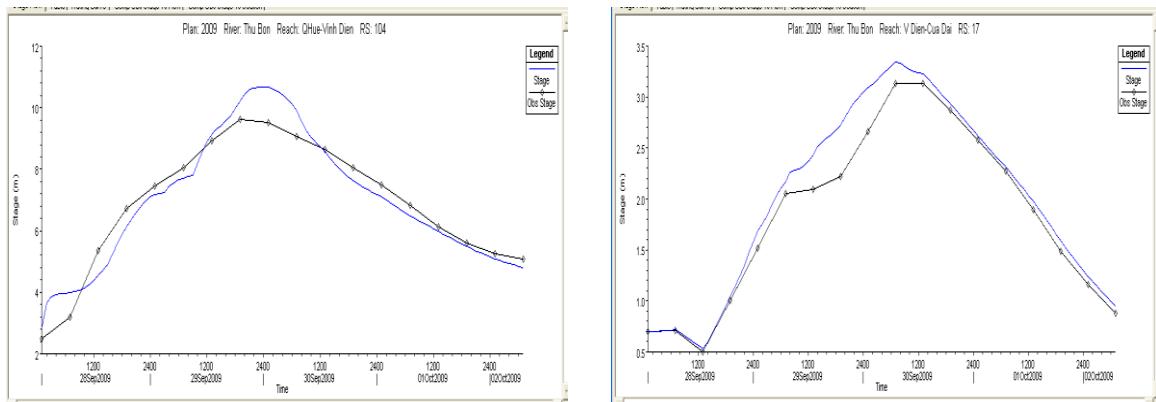
Bảng 3.12: Bảng đánh giá kết quả mô phỏng của trận lũ 11/1998

| Chỉ tiêu | Giao Thủy | Cầu Lâu | Hội Khách | Ái Nghĩa |
|---------------|-----------|---------|-----------|----------|
| Nash | 0.994 | 0.979 | 0.998 | 0.993 |
| R | 0.998 | 0.991 | 0.898 | 0.996 |
| $\Delta H(m)$ | 0.3 | 0.16 | 0.02 | 0.01 |

Với kết quả hiệu chỉnh xác định hệ số nhám cho các mặt cắt trên hệ thống sông trên luận văn đi đánh giá mức độ tin cậy của mô hình cũng như các kết quả tính toán và tiến hành kiểm định mô hình thuỷ lực với trận lũ năm 2009.

Kết quả kiểm định với trận lũ năm 2009

Sông Thu Bồn

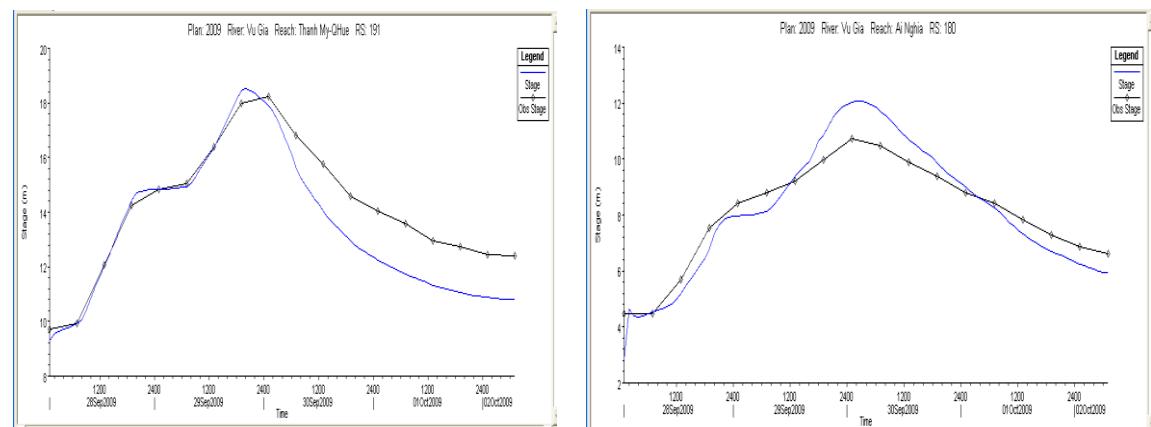


a. Giao thủy

b. Cầu lâu

Hình 3.16: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Thu Bồn trận lũ 2009

Sông Vu Gia



a. Hội Khách

b. Ái Nghĩa

Hình 3.17: Biểu đồ so sánh đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại các trạm trên sông Vu Gia trận lũ trận lũ năm 2009

Bảng 3.13: Bảng đánh giá kết quả mô phỏng của trận lũ năm 2009

| Chỉ tiêu | Giao Thủy | Cầu Lâu | Hội Khách | Ái Nghĩa |
|---------------|-----------|---------|-----------|----------|
| Nash | 0.933 | 0.982 | 0.993 | 0.989 |
| R | 0.972 | 0.991 | 0.998 | 0.995 |
| $\Delta H(m)$ | 0.44 | 0.19 | 0.26 | 0.3 |

Kết quả kiểm định với trận lũ năm 2009 nhằm đánh giá độ chính xác khi mô phỏng thủy lực kết quả tính toán và số thực đo tại các trạm kiểm tra cho thấy kết quả tương đối phù hợp. Các kết quả tính toán có sự đồng dạng, cùng pha với các số liệu thực tế, chênh lệch đỉnh tại 3 trạm Cầu Lâu, Hội Khách và Ái Nghĩa là không nhiều tuy nhiên trạm Giao thủy chênh lệch đỉnh tương đối lớn lên đến 0.44m. Đánh giá kết quả với hệ số NASH cho kết quả rất tốt nằm trong khoảng trên 0.9. Với kết quả kiểm định như vậy thì bộ thông số của mô hình hoàn toàn có thể ứng dụng vào các bước tính toán tiếp theo.

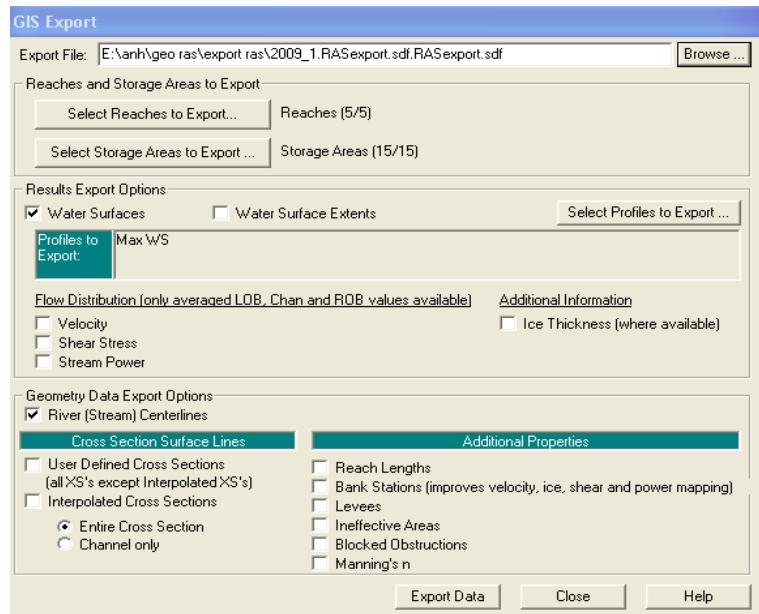
3.2.3 Nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC - GEORAS mô phỏng ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn

HEC - GEORAS là modul sử dụng để tích hợp giữa dữ liệu GIS và kết quả mô phỏng thủy lực bằng mô hình HEC - RAS. Nó được chạy trên môi trường ArcGIS dựa trên trao đổi "dữ liệu hai chiều" giữa HEC - RAS và ArcGIS. HEC-GEORAS xây dựng một mặt lưới nước và so sánh dựa trên dữ liệu này với DEM để tạo độ sâu ngập lụt và thời gian dựa trên thông tin riêng từ HEC - RAS

Về nguyên tắc cần phải tính toán xây dựng bản đồ ngập lụt với 2 trận lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định quá trình diễn toán thủy lực, tuy nhiên do hạn chế về số liệu đo đặc điểm tra vết lũ cũng như số liệu thông kê tình hình ngập lụt về các trận lũ, nên trong khuôn khổ luận văn chỉ tiến hành xây dựng bản đồ để đánh giá và kiểm định bộ thông số mô hình với trận lũ xảy ra năm 2009 với các số liệu ngập lụt thu thập được.

Trích xuất kết quả của mô hình thủy lực HEC - RAS

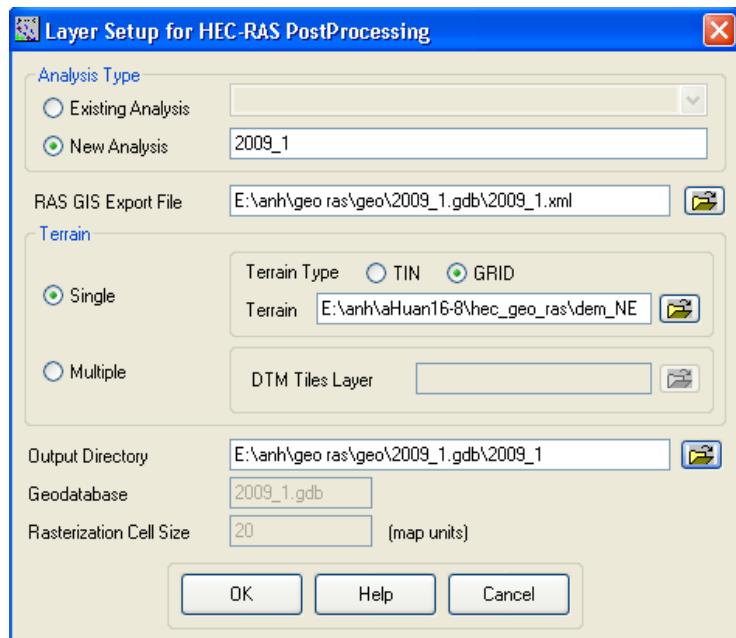
Sau khi tính toán chạy thủy lực tiến hành trích xuất kết quả mô hình thủy lực để đưa vào phần mềm HEC-GEORAS, lựa chọn giá trị lưu lượng (Q), mực nước(H) tại thời điểm muốn hiển thị kết quả bản đồ ngập lụt. Có thể lựa chọn giá trị tại thời điểm lớn nhất hoặc tại thời điểm xuất hiện đỉnh lũ. Kết quả trích xuất có dạng đuôi *. sdf (hình 3.18) và sau đó được chuyển về dạng *.xml để xử lý trên phần mềm ARCGIS 10.1 nhằm xây dựng các vùng ngập lụt với độ sâu ngập khác nhau.



Hình 3.18: Trích xuất giá trị mực nước lớn nhất ứng với trận lũ tháng năm 2009

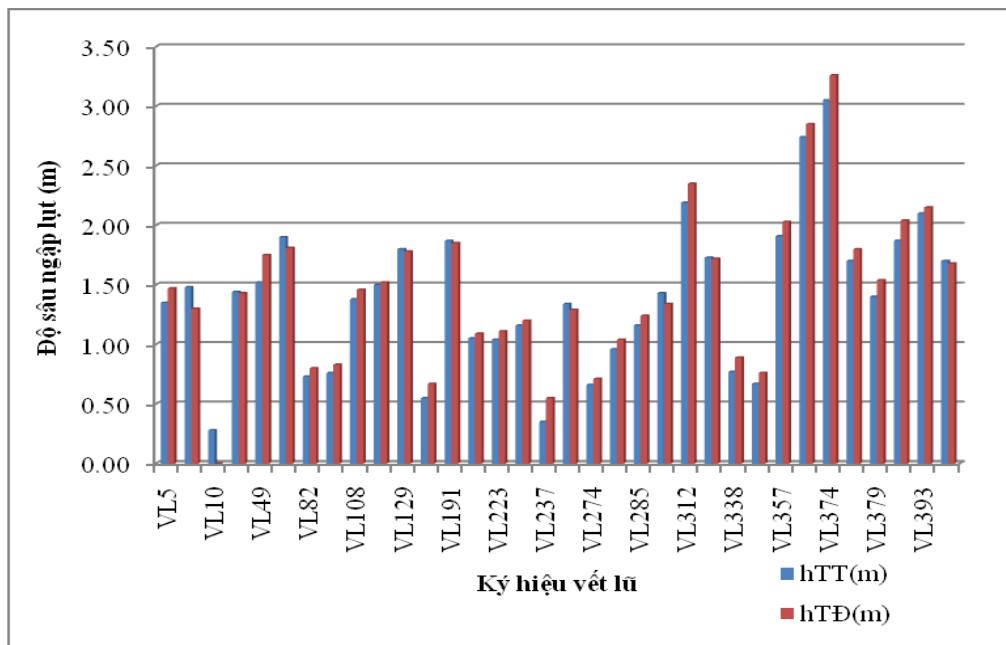
Tính toán xây dựng bản đồ ngập lụt

Sau khi trích xuất, chuyển đổi dữ liệu kết quả thủy lực tiến hành liên kết các dữ liệu với nhau để tiến hành quá trình xử lý HEC - GEORAS để xây dựng bản đồ ngập lụt.



Hình 3.19: Thiết lập kết quả mô phỏng thủy lực và địa hình hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn

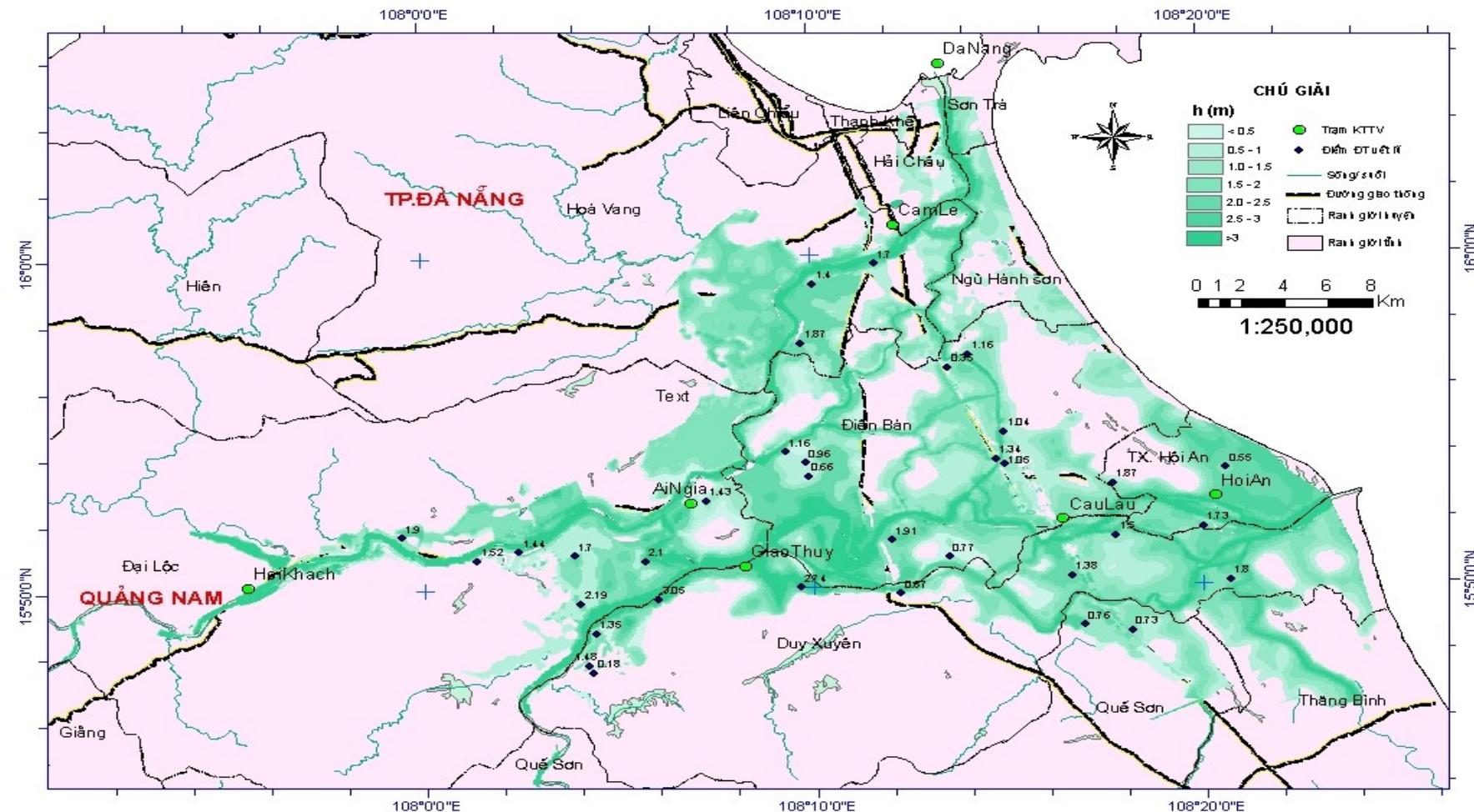
Kết quả việc xây dựng bản đồ ngập lụt kết hợp với các số liệu thiệt hại lũ thực tế của vùng nghiên cứu để kiểm định lại độ chính xác của việc mô phỏng thủy lực từ mô hình HEC - RAS nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ ngập úng vùng hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn. Các số liệu tính toán được so sánh độ sâu ngập lụt hạ du lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn ứng với trận lũ cuối tháng IX đầu tháng X năm 2009.



Hình 3.20: Biểu đồ so sánh kết quả độ sâu ngập thực đo và tính toán trận lũ năm 2009

Nhận xét: Do kết quả điều tra ngập lụt thực tế còn hạn chế chỉ thu thập được số liệu về độ sâu ngập (407 điểm điều tra vết lũ do Trung tâm Khí tượng thủy văn tỉnh Quảng Nam điều tra) mà chưa có sự thống kê về diện tích ngập ảnh hưởng tới các xã, huyện trong khu vực nghiên cứu. Kết quả kiểm tra về độ sâu ngập tại 34 điểm điều tra vết lũ điển hình phân bố đều trên khu vực ngập lụt (hình 3.21) thì giá trị giữa thực đo và tính toán là tương đối phù hợp với nhau. Sai số độ sâu ngập lụt giữa tính toán và thực đo dao động trong phạm vi từ $0.01 \div 0.28$ m. Như vậy việc hiệu chỉnh mô hình thủy lực và sử dụng tài liệu địa hình trong mô hình HEC – GEO RAS là hợp lý có thể chấp nhận cho việc xây dựng bản đồ ngập lụt ứng với các tần suất 1%, 5% và 10%.

BẢN ĐỒ NGẬP LỤT HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG VŨ GIA - THU BỒN NĂM 2009



Hình 3.21: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn năm 2009 và vị trí các điểm kiểm tra vết lũ

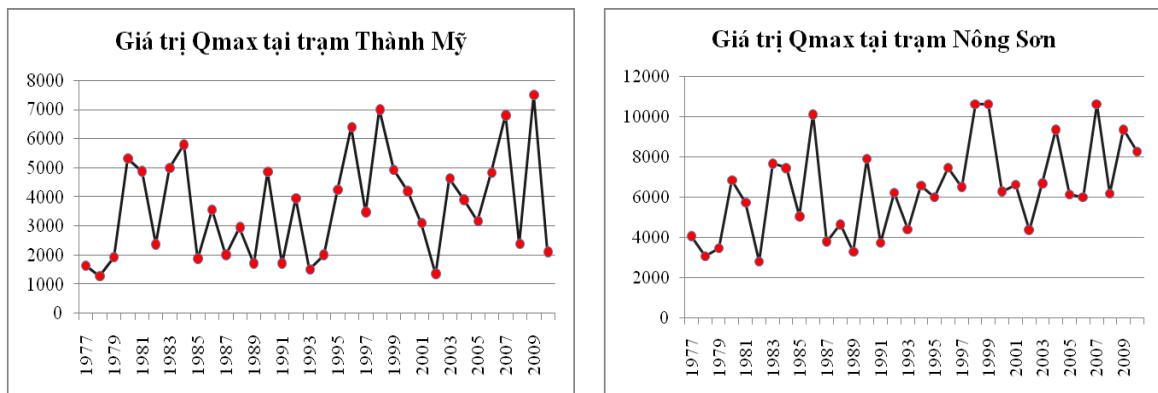
Bảng 3.14 : Kết quả kiểm tra độ sâu ngập lụt trong mô hình HEC -GEO RAS tại một số vị trí - Trận lũ 2009

| STT | Ký hiệu | Vĩ độ | Kinh độ | Địa Danh | Huyện | Tỉnh | $h_{TT}(m)$ | $h_{TB}(m)$ | $\Delta h(m)$ |
|-----|---------|---------|----------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|---------------|
| 1 | VL5 | 15.8108 | 108.0728 | X.Duy Tân | Duy Xuyên | Quảng Nam | 1.35 | 1.47 | -0.12 |
| 2 | VL9 | 15.7947 | 108.0699 | X. Duy Thu | Duy Xuyên | Quảng Nam | 1.48 | 1.3 | 0.18 |
| 3 | VL10 | 15.7911 | 108.0716 | X.Duy Thu | Duy Xuyên | Quảng Nam | 0.28 | 0 | 0.28 |
| 4 | VL48 | 15.8521 | 108.0406 | X.Đại Phong | Đại Lộc | Quảng Nam | 1.44 | 1.43 | 0.01 |
| 5 | VL49 | 15.8481 | 108.0224 | X.Đại Phong | Đại Lộc | Quảng Nam | 1.52 | 1.75 | -0.23 |
| 6 | VL65 | 15.8601 | 107.9901 | X.Đại Hồng | Đại Lộc | Quảng Nam | 1.90 | 1.81 | 0.09 |
| 7 | VL82 | 15.8100 | 108.3024 | X.Quέ Xuân 1 | Quέ Sơn | Quảng Nam | 0.73 | 0.8 | -0.07 |
| 8 | VL97 | 15.8128 | 108.2820 | X.Quέ Xuân 1 | Quέ Sơn | Quảng Nam | 0.76 | 0.83 | -0.07 |
| 9 | VL108 | 15.8377 | 108.2771 | TT Nam Phước | Duy Xuyên | Quảng Nam | 1.38 | 1.46 | -0.08 |
| 10 | VL117 | 15.8579 | 108.2962 | X.Duy Phước | Duy Xuyên | Quảng Nam | 1.50 | 1.52 | -0.02 |
| 11 | VL129 | 15.8350 | 108.3449 | X. Duy Thành | Duy Xuyên | Quảng Nam | 1.80 | 1.78 | 0.02 |
| 12 | VL167 | 15.8913 | 108.3436 | P. Cẩm Châu | Hội An | Quảng Nam | 0.55 | 0.67 | -0.12 |
| 13 | VL191 | 15.8841 | 108.2951 | P. Thanh Hà | Hội An | Quảng Nam | 1.87 | 1.85 | 0.02 |
| 14 | VL218 | 15.8939 | 108.2489 | TT.Vĩnh Điện | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.05 | 1.09 | -0.04 |
| 15 | VL223 | 15.9105 | 108.2489 | X. Điện Nam Trung | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.04 | 1.11 | -0.07 |
| 16 | VL232 | 15.9493 | 108.2341 | X. Điện Ngọc | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.16 | 1.2 | -0.04 |
| 17 | VL237 | 15.9431 | 108.2252 | X. Điện Thắng Bắc | Điện Bàn | Quảng Nam | 0.35 | 0.55 | -0.20 |

| STT | Ký hiệu | Vĩ độ | Kinh độ | Địa Danh | Huyện | Tỉnh | $h_{TR}(m)$ | $h_{TB}(m)$ | $\Delta h(m)$ |
|-----|---------|---------|----------|---------------|-----------|------------|-------------|-------------|---------------|
| 18 | VL245 | 15.8965 | 108.2452 | TT. Vĩnh Điện | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.34 | 1.29 | 0.05 |
| 19 | VL274 | 15.8891 | 108.1647 | X. Điện Hồng | Điện Bàn | Quảng Nam | 0.66 | 0.71 | -0.05 |
| 20 | VL281 | 15.8963 | 108.1636 | X. Điện Hồng | Điện Bàn | Quảng Nam | 0.96 | 1.04 | -0.08 |
| 21 | VL285 | 15.9014 | 108.1551 | X. Điện Hồng | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.16 | 1.24 | -0.08 |
| 22 | VL290 | 15.8771 | 108.1209 | TT ái Nghĩa | Đại Lộc | Quảng Nam | 1.43 | 1.34 | 0.09 |
| 23 | VL312 | 15.8257 | 108.0665 | X. Đại Thắng | Đại Lộc | Quảng Nam | 2.19 | 2.35 | -0.16 |
| 24 | VL321 | 15.8619 | 108.3334 | Cẩm Kim | Hội An | Quảng Nam | 1.73 | 1.72 | 0.01 |
| 25 | VL338 | 15.8476 | 108.2245 | X. Điện Trung | Điện Bàn | Quảng Nam | 0.77 | 0.89 | -0.12 |
| 26 | VL352 | 15.8295 | 108.2037 | X. Duy Trinh | Duy Xuyên | Quảng Nam | 0.67 | 0.76 | -0.09 |
| 27 | VL357 | 15.8565 | 108.2001 | X. Điện Trung | Điện Bàn | Quảng Nam | 1.91 | 2.03 | -0.12 |
| 28 | VL365 | 15.8331 | 108.1609 | X. Duy Châu | Duy Xuyên | Quảng Nam | 2.74 | 2.85 | -0.11 |
| 29 | VL374 | 15.8278 | 108.1001 | X. Duy Tân | Duy Xuyên | Quảng Nam | 3.05 | 3.26 | -0.21 |
| 30 | VL378 | 15.9957 | 108.1942 | P. Hoà Châu | Hoà Vang | TP Đà Nẵng | 1.70 | 1.8 | -0.10 |
| 31 | VL379 | 15.9857 | 108.1680 | P.Hoà Tiến | Hoà Vang | TP Đà Nẵng | 1.40 | 1.54 | -0.14 |
| 32 | VL389 | 15.9561 | 108.1626 | P. Hoà Tiến | Hoà vang | TP Đà Nẵng | 1.87 | 2.04 | -0.17 |
| 33 | VL393 | 15.8471 | 108.0946 | X. Đại Cường | Đại Lộc | Quảng Nam | 2.10 | 2.15 | -0.05 |
| 34 | VL394 | 15.8500 | 108.0644 | X. Đại Ninh | Đại Lộc | Quảng Nam | 1.70 | 1.68 | 0.02 |

3.3 Tính toán ngập lụt theo kịch bản ứng với tần suất 1%, 5% và 10%

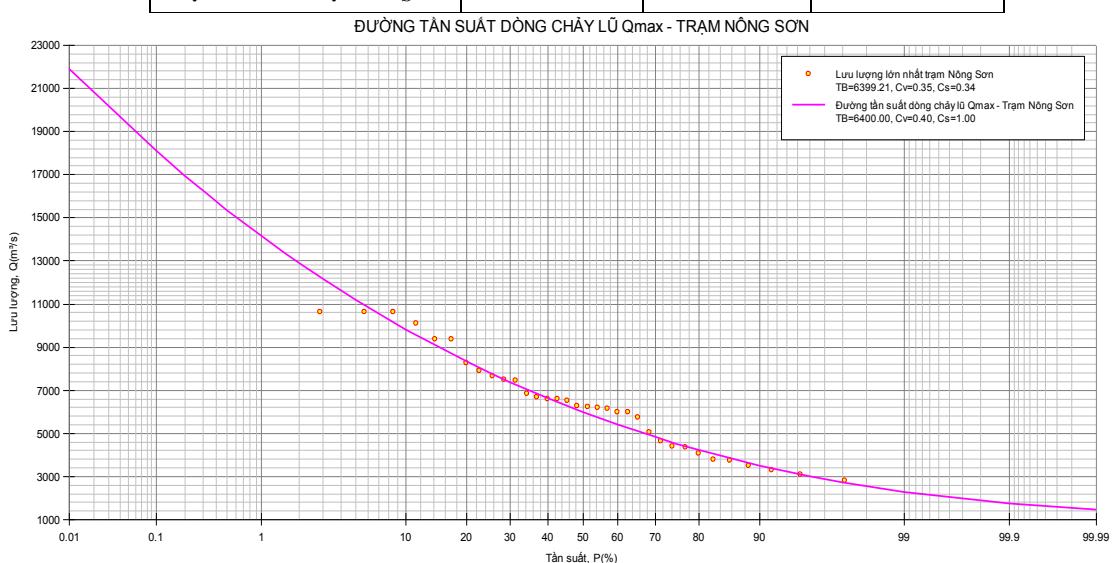
Để tiến hành xây dựng bản đồ ngập lụt tại khu vực nghiên cứu theo các tần suất thiết kế 1%, 5% và 10% sử dụng chuỗi số liệu lưu lượng lớn nhất từ năm 1977 đến năm 2010 (Hình 3.22) để xây dựng đường tần suất lưu lượng dòng chảy lớn nhất tại 2 trạm Thủy văn Thành Mỹ (Vu Gia) và trạm Thủy văn Nông Sơn (Thu Bồn) theo phân phối PIII. Kết quả tính toán xây dựng đường tần suất được thể hiện ở bảng 3.15, hình 3.23 và 3.24:



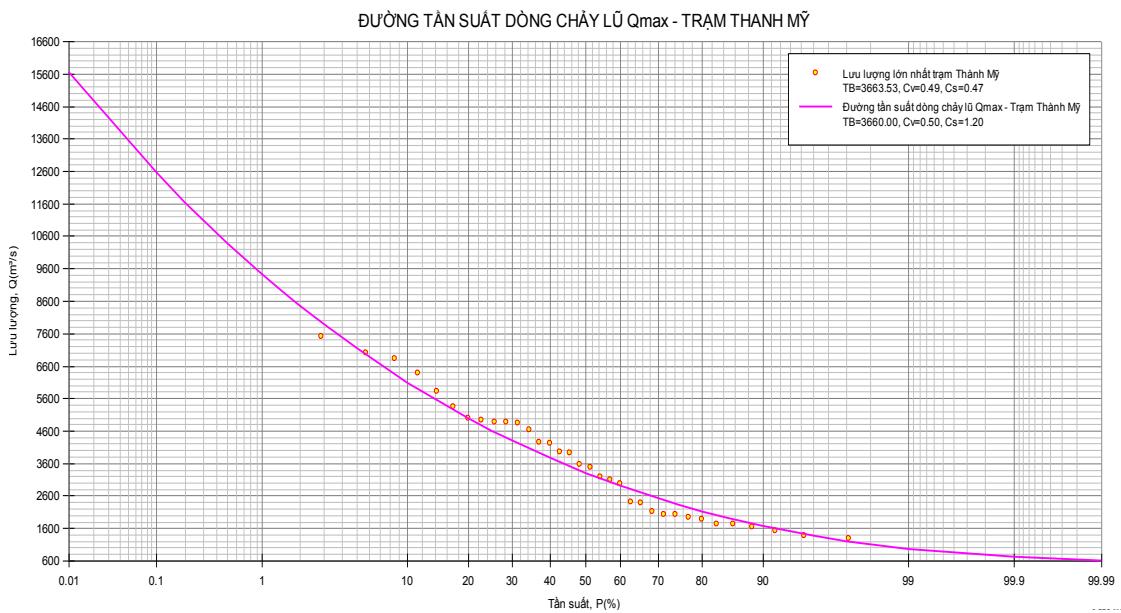
Hình 3.22: Q_{max} tại 2 trạm Thủy văn Thành Mỹ và Nông Sơn (1977-2009)

Bảng 3.15: Bảng liệt kê các đặc trưng thống kê Q_{max} trạm Nông Sơn và Thành Mỹ

| Đặc trưng thống kê | Đơn vị | Nông Sơn | Thành Mỹ |
|------------------------|---------|----------|----------|
| Độ dài chuỗi | | 34 | 34 |
| Giá trị nhỏ nhất | m^3/s | 2800 | 1290 |
| Giá trị lớn nhất | m^3/s | 10600 | 7500 |
| Giá trị trung bình | m^3/s | 6400 | 3660 |
| Hệ số phân tán C_V | | 0.4 | 0.5 |
| Hệ số thiên lệch C_S | | 1.0 | 1.2 |



Hình 3.23: Đường tần suất lưu lượng lũ Q_{max} tại trạm Nông Sơn



Hình 3.24: Đường tần suất lưu lượng lũ Qmax tại trạm Thành Mỹ

Do điều kiện về số liệu thu thập trên khu vực nghiên cứu và kết hợp với đường tần suất xây dựng tại 2 trạm Thành Mỹ và Nông Sơn nên các trận lũ điển hình lựa chọn với các kịch bản tần suất 1%, 5% và 10% như sau:

Bảng 3.16: Các trận lũ điển hình ứng với tần suất 1%, 5% và 10%

| Tần suất | Thành Mỹ | | Nông sơn | |
|----------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Trận lũ điển hình | Hệ số thu phóng | Trận lũ điển hình | Hệ số thu phóng |
| 1% | 28/9 – 2/10/2009 | 1.271 | 10/11-14/11/2007 | 1.354 |
| 5% | 28/9 – 2/10/2009 | 1.0 | 10/11-14/11/2007 | 1.071 |
| 10% | 19/11-24/11/1998 | 1.072 | 19/11-24/11/1998 | 0.957 |

3.4 Xây dựng bản đồ ngập lụt

Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn được xây dựng có nền bao gồm:

- Đơn vị hành chính: tỉnh, huyện. Dữ liệu dạng vùng, ký hiệu: Ranhgioitinh.shp; Ranhgioixa.shp;
- Đường giao thông: đường quốc lộ, tỉnh lộ. Dữ liệu dạng đường, ký hiệu: giaothong.shp;
- Sông suối: sông chính và các sông nhánh. Dữ liệu dạng đường, ký hiệu: song_suoi.shp;
- Trạm khí tượng Thủy văn: Các trạm Khí tượng Thủy văn nằm trong khu vực nghiên cứu. Dữ liệu dạng điểm, ký hiệu: tramkttv.shp;

- Địa danh: Bao gồm tên tỉnh, huyện, tên trạm Khí tượng Thủy văn... Dữ liệu dạng text.

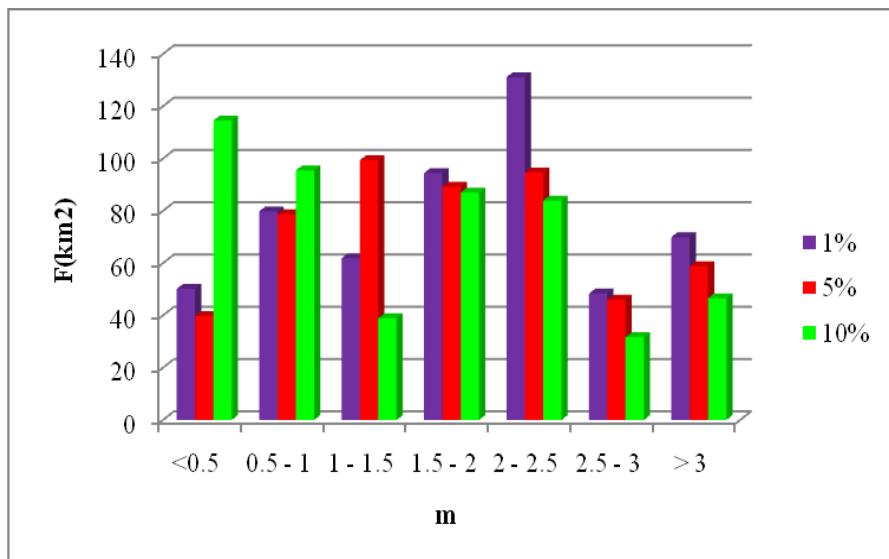
- Khung và lưới bản đồ

Từ kết quả tính toán cho các trận lũ ứng với tần suất 1%, 5% và 10% kết hợp với lớp ranh giới hành chính có sẵn tính toán diện tích ngập cho các huyện, toàn vùng ứng với các cấp độ sâu ngập lụt khác nhau và bản đồ cuối cùng xuất ra với tỉ lệ 1:250000 được chuyển về hệ quy chiếu latitude/longitude (WGS84, zone 48 North) được thể hiện từ hình 3.25 đến hình 3.27 và bảng 3.18 đến bảng 3.20.

3.4 Nhận xét

Qua bản đồ ngập lụt mô phỏng các trận lũ và bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 1%, 5% và 10% có thể nhận thấy ngập lụt xảy ra ở hầu hết các huyện thuộc hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn trên tỉnh Quảng Nam và Thành Phố Đà Nẵng và diện tích ngập lụt chủ yếu tập trung ở các huyện Đại Lộc, Điện Bàn, Duy Xuyên (Quảng Nam) và Hòa Vang (Đà Nẵng). Điện Bàn và Hội An là 2 huyện bị ngập lụt nhiều nhất với phần trăm diện tích ngập khoảng 70% (Điện Bàn) và 90% (Hội An). Nhìn chung giữa các bản đồ ngập lụt ứng với các tần suất không có sự thay đổi nhiều về diện ngập trên toàn bộ khu vực nghiên cứu với tần suất nhỏ thì diện ngập lớn. Tuy nhiên, ứng với các cấp độ sâu ngập có sự biến đổi tương đối rõ rệt giữa các tần suất với nhau (bảng 3.17 và hình 3.18):

- Tần suất 10% diện tích ngập chủ yếu tập trung ở 4 cấp là: <0.5m, 0.5 -1m, 1.5 – 2m, 2 – 2.5m. Diện tích ngập lớn nhất ở cấp độ sâu <0.5m.
- Tần suất 5% diện tích ngập được phủ trên toàn bộ cấp độ sâu ngập sự biến động giữa cấp có diện tích ngập lớn nhất và nhỏ nhất là xấp xỉ 60 km^2 và diện tích ngập tập trung ở 4 cấp: 0.5 -1m, 1 – 1.5m; 1.5 -2m, 2 – 2.5m. Diện tích ngập lớn nhất ở cấp độ sâu 1 – 1.5m.
- Tần suất 1% diện tích ngập ứng với các cấp độ sâu có sự thay đổi rõ rệt, chênh lệch giữa cấp có diện tích ngập lớn nhất và nhỏ nhất là 83 km^2 . Diện tích ngập tập trung ở 3 cấp: .5 -1m, 1.5 -2m, 2 – 2.5m. Diện tích ngập lớn nhất là cấp độ sâu ngập 2 – 2.5m.



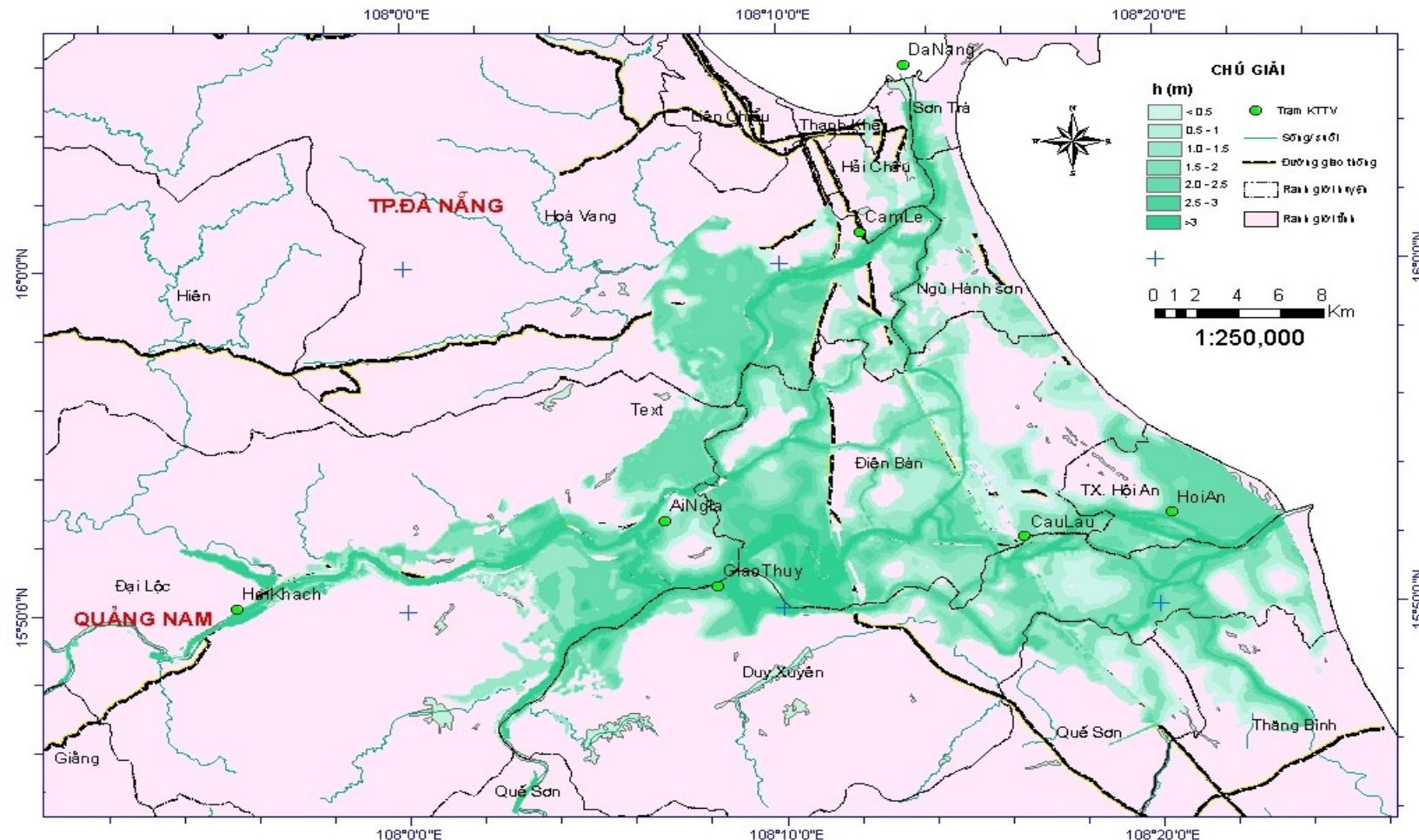
Hình 3.25: Biểu đồ so sánh diện tích ngập theo cấp độ sâu ngập ứng với các tần suất 1%, 5% và 10%

Bảng 3.17: Bảng thống kê tổng diện tích ngập (km²) ứng với các cấp độ sâu ngập

| Tần suất | <0.5 m | 0.5 - 1 m | 1 - 1.5 m | 1.5 - 2 m | 2 - 2.5 m | 2.5 - 3 m | > 3 m | Tổng |
|----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------|
| 1% | 50.13 | 79.80 | 61.92 | 94.46 | 131.13 | 48.35 | 69.98 | 535.77 |
| 5% | 39.79 | 78.63 | 99.37 | 89.24 | 94.62 | 46.04 | 58.85 | 506.55 |
| 10% | 114.51 | 95.48 | 38.92 | 86.99 | 83.94 | 31.70 | 46.56 | 498.10 |

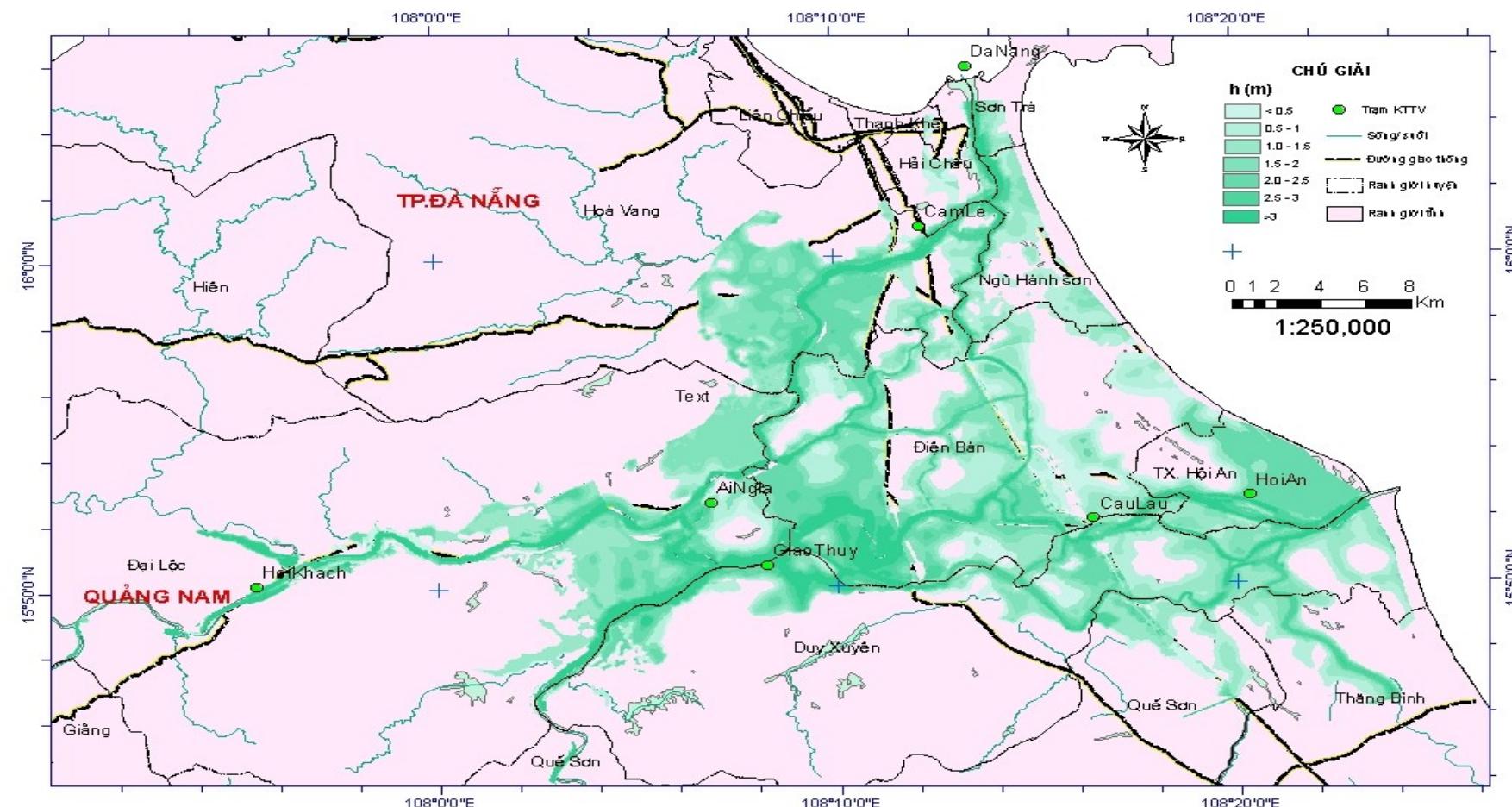
Vậy các kết quả mô phỏng quá trình lũ trong sông và quá trình ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn cho kết quả tương đối phù hợp mặc dù các kết quả kiểm định đôi chõ còn hạn chế nhưng với kết quả đạt được như vậy có thể chấp nhận các bộ thông số của mô hình trong việc mô phỏng ngập lụt (diện ngập, độ sâu ngập) tiến tới xây dựng bản đồ ngập lụt trên khu vực nghiên cứu nhằm áp dụng vào thực tế trong cảnh báo lũ cho hạ lưu lưu vực Vu Gia – Thu Bồn cũng như trong quy hoạch phòng chống lũ nhằm giảm nhẹ các thiệt hại do lũ gây ra và phát triển kinh tế xã hội trên khu vực nghiên cứu.

BẢN ĐỒ NGẬP LỤT HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG VŨ GIA - THU BỒN ỨNG VỚI TẦN SUẤT 1%



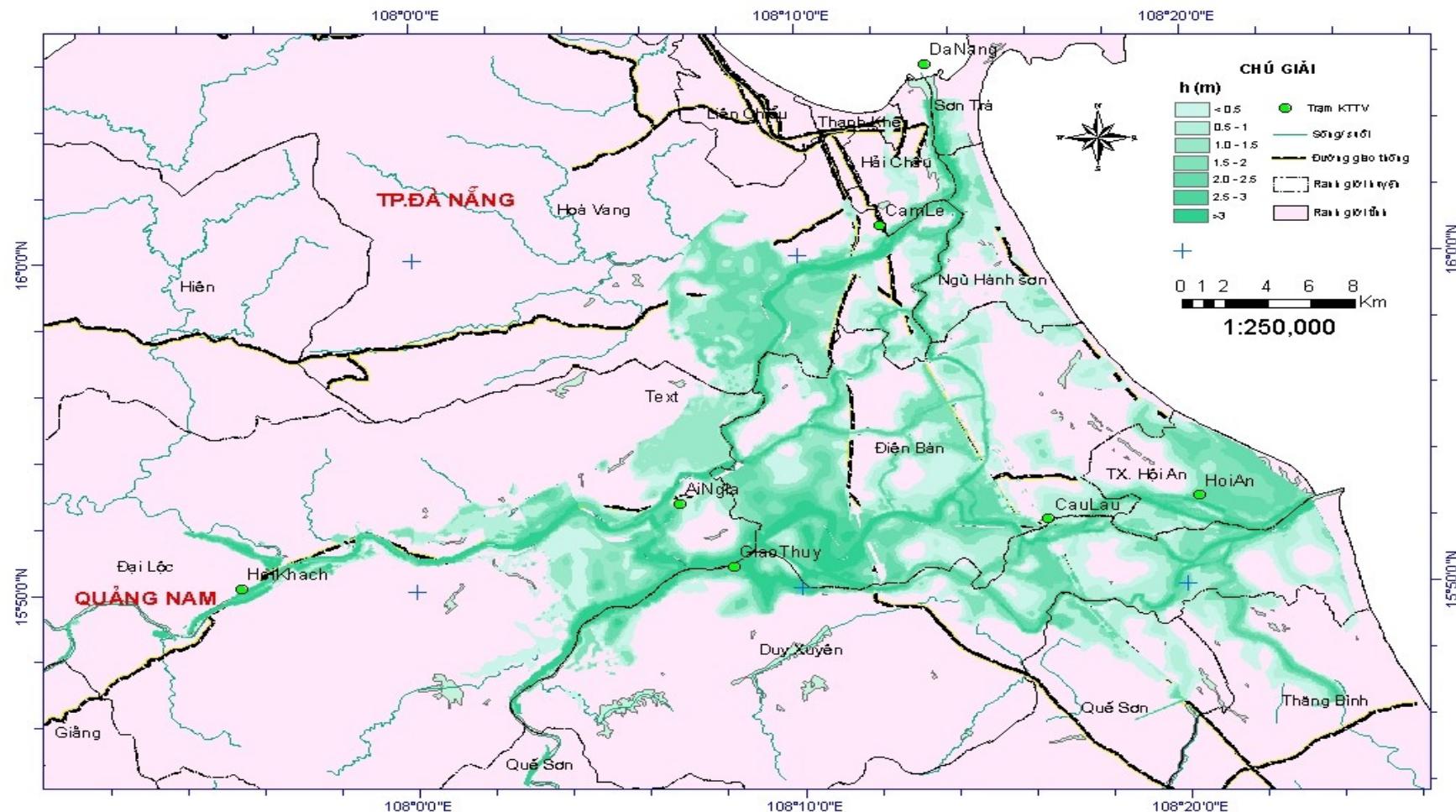
Hình 3.26: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vũ Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 1%

BẢN ĐỒ NGẬP LỤT HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG VŨ GIA - THU BỒN ỨNG VỚI TẦN SUẤT 5%



Hình 3.27: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 5%

ẢNH ĐỒ NGẬP LỤT HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG VŨ GIA - THU BỒN ỨNG VỚI TẦN SUẤT 10%



Hình 3.28: Bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vũ Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 10%

Bảng 3.18: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 1%

| STT | Huyện | Tỉnh | DT huyện (Km ²) | Mức độ ngập lụt | | | | | | | | | | | | Tổng | | | |
|------|------------|-----------|-----------------------------------|---|------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|------|-------|-------|--------|-------|
| | | | | <0.5 m | | 0.5 - 1 m | | 1 - 1.5 m | | 1.5 - 2 m | | 2 - 2.5 m | | 2.5 - 3 m | | | | | |
| | | | | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | | | | |
| 1 | Đại Lộc | Quảng Nam | 571.1 | 7.75 | 1.36 | 6.31 | 1.10 | 19.25 | 3.37 | 14.44 | 2.53 | 30 | 5.25 | 8.96 | 1.57 | 22.61 | 3.96 | 109.32 | 19.14 |
| 2 | Điện Bàn | Quảng Nam | 204 | 16.35 | 8.01 | 28.85 | 14.14 | 22.06 | 10.81 | 30.63 | 15.01 | 23.08 | 11.31 | 17.86 | 8.75 | 19.69 | 9.65 | 158.52 | 77.71 |
| 3 | Duy Xuyên | Quảng Nam | 292 | 10.63 | 3.64 | 17.24 | 5.90 | 9.42 | 3.23 | 21.43 | 7.34 | 21.08 | 7.22 | 7.96 | 2.73 | 13.32 | 4.56 | 101.08 | 34.62 |
| 4 | Giồng | Quảng Nam | 1833 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.15 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.27 | 0.01 | 0.63 | 0.03 |
| 5 | Hải Châu | Đà Nẵng | 16.5 | 0.97 | 5.88 | 2.6 | 15.76 | 1.54 | 9.33 | 0.5 | 3.03 | 0.7 | 4.24 | 0.78 | 4.73 | 1.13 | 6.85 | 8.22 | 49.82 |
| 6 | Hòa Vang | Đà Nẵng | 751.61 | 3.84 | 0.51 | 9.78 | 1.30 | 4.47 | 0.59 | 12.38 | 1.65 | 31.26 | 4.16 | 8.47 | 1.13 | 5.89 | 0.78 | 76.09 | 10.12 |
| 7 | Quế Sơn | Quảng Nam | 730 | 3.46 | 0.47 | 6.03 | 0.83 | 3.68 | 0.50 | 4.71 | 0.65 | 1.24 | 0.17 | 1.01 | 0.14 | 1.12 | 0.15 | 21.25 | 2.91 |
| 8 | Sơn Trà | Đà Nẵng | 53.1 | 0 | 0.00 | 0.93 | 1.75 | 1.34 | 2.52 | 0.59 | 1.11 | 0.19 | 0.36 | 0.28 | 0.53 | 0.96 | 1.81 | 4.29 | 8.08 |
| 9 | Thăng Bình | Quảng Nam | 431.7 | 5.49 | 1.27 | 5.75 | 1.33 | 0 | 0.00 | 4.18 | 0.97 | 3.25 | 0.75 | 1.39 | 0.32 | 1.07 | 0.25 | 21.13 | 4.89 |
| 10 | Hội An | Quảng Nam | 38 | 1.59 | 4.18 | 2.25 | 5.92 | 0.01 | 0.03 | 5.55 | 14.61 | 20.3 | 53.42 | 1.62 | 4.26 | 3.92 | 10.32 | 35.24 | 92.74 |
| Tổng | | | 4921.01 | 50.13 | | 79.80 | | 61.92 | | 94.46 | | 131.13 | | 48.35 | | 69.98 | | 535.77 | |

Bảng 3.19: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 5%

| STT | Huyện | Tỉnh | DT huyện (Km ²) | Mức độ ngập lụt | | | | | | | | | | | | Tổng | | | |
|------|------------|-----------|-----------------------------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---------------|-------|
| | | | | <0.5 m | | 0.5 - 1 m | | 1 - 1.5 m | | 1.5 - 2 m | | 2 - 2.5 m | | 2.5 - 3 m | | > 3 m | | | |
| | | | | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | | |
| 1 | Đại Lộc | Quảng Nam | 571.1 | 7.66 | 1.34 | 6.96 | 1.22 | 23.14 | 4.05 | 26.38 | 4.62 | 10.84 | 1.90 | 9.24 | 1.62 | 18.44 | 3.23 | 102.66 | 17.98 |
| 2 | Điện Bàn | Quảng Nam | 204 | 19.4 | 9.51 | 32.6 | 15.98 | 25.05 | 12.28 | 21.81 | 10.69 | 28.21 | 13.83 | 13.69 | 6.71 | 17.78 | 8.72 | 158.54 | 77.72 |
| 3 | Duy Xuyên | Quảng Nam | 292 | 5.7 | 1.95 | 15.57 | 5.33 | 20.64 | 7.07 | 16.77 | 5.74 | 12.08 | 4.14 | 10.34 | 3.54 | 10.55 | 3.61 | 91.65 | 31.39 |
| 4 | Giồng | Quảng Nam | 1833 | 0.1 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.014 | 0.00 | 0.013 | 0.00 | 0.25 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.24 | 0.01 | 0.687 | 0.04 |
| 5 | Hải Châu | Đà Nẵng | 16.5 | 2.39 | 14.48 | 0.35 | 2.12 | 1.57 | 9.52 | 0.46 | 2.79 | 0.71 | 4.30 | 0.82 | 4.97 | 1.09 | 6.61 | 7.39 | 44.79 |
| 6 | Hòa Vang | Đà Nẵng | 751.61 | 0.57 | 0.08 | 10.38 | 1.38 | 10.83 | 1.44 | 18.2 | 2.42 | 21.2 | 2.82 | 5.99 | 0.80 | 5.31 | 0.71 | 72.48 | 9.64 |
| 7 | Quế Sơn | Quảng Nam | 730 | 2.38 | 0.33 | 3.79 | 0.52 | 7.09 | 0.97 | 1.38 | 0.19 | 1.17 | 0.16 | 1.03 | 0.14 | 1.1 | 0.15 | 17.94 | 2.46 |
| 8 | Sơn Trà | Đà Nẵng | 53.1 | 0 | 0.00 | 0.93 | 1.75 | 1.34 | 2.52 | 0.59 | 1.11 | 0.19 | 0.36 | 0.28 | 0.53 | 0.96 | 1.81 | 4.29 | 8.08 |
| 9 | Thăng Bình | Quảng Nam | 431.7 | 0 | 0.00 | 5.75 | 1.33 | 4.19 | 0.97 | 2.12 | 0.49 | 1.13 | 0.26 | 2.36 | 0.55 | 0.11 | 0.03 | 15.66 | 3.63 |
| 10 | Hội An | Quảng Nam | 38 | 1.59 | 4.18 | 2.26 | 5.95 | 5.51 | 14.50 | 1.52 | 4.00 | 18.84 | 49.58 | 2.26 | 5.95 | 3.27 | 8.61 | 35.25 | 92.76 |
| Tổng | | | 4921.01 | 39.79 | | 78.63 | | 99.37 | | 89.24 | | 94.62 | | 46.04 | | 58.85 | | 506.55 | |

Bảng 3.20: Bảng thống kê kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với tần suất 10%

| STT | Huyện | Tỉnh | DT huyện (Km ²) | Mức độ ngập lụt | | | | | | | | | | | | Tổng | | | |
|------|--------------|-----------|-----------------------------------|---|-------|---|-------|---|------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|--------|-------|
| | | | | <0.5 m | | 0.5 - 1 m | | 1 - 1.5 m | | 1.5 - 2 m | | 2 - 2.5 m | | 2.5 - 3 m | | > 3 m | | | |
| | | | | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | F _{Ngập} (Km ²) | % | | |
| 1 | Đại Lộc | Quảng Nam | 571.1 | 19.83 | 3.47 | 11.31 | 1.98 | 23.81 | 4.17 | 9.1 | 1.59 | 8.66 | 1.52 | 7.97 | 1.40 | 10.43 | 1.83 | 91.11 | 15.95 |
| 2 | Điện Bàn | Quảng Nam | 204 | 35.51 | 17.41 | 24.97 | 12.24 | 8.73 | 4.28 | 24.64 | 12.08 | 23.07 | 11.31 | 10.91 | 5.35 | 14.3 | 7.01 | 142.13 | 69.67 |
| 3 | Duy Xuyên | Quảng Nam | 292 | 19.93 | 6.83 | 22.33 | 7.65 | 2.54 | 0.87 | 15.21 | 5.21 | 15.06 | 5.16 | 5.36 | 1.84 | 9.71 | 3.33 | 90.14 | 30.87 |
| 4 | Giăng | Quảng Nam | 1833 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.21 | 0.01 | 0.34 | 0.02 |
| 5 | Hải Châu | Đà Nẵng | 16.5 | 2.54 | 15.39 | 1.58 | 9.58 | 0.18 | 1.09 | 0.61 | 3.70 | 0.73 | 4.42 | 0.69 | 4.18 | 0.99 | 6.00 | 7.32 | 44.36 |
| 6 | Hòa Vang | Đà Nẵng | 751.61 | 10.58 | 1.41 | 10.87 | 1.45 | 3.43 | 0.46 | 20.27 | 2.70 | 19.37 | 2.58 | 2.95 | 0.39 | 4.8 | 0.64 | 72.27 | 9.62 |
| 7 | Ngũ Hành Sơn | Đà Nẵng | 37.6 | 10.77 | 28.64 | 6.18 | 16.44 | 0 | 0 | 2.45 | 6.52 | 1.28 | 3.40 | 0.37 | 0.98 | 1.95 | 5.19 | 23 | 61.17 |
| 8 | Quế Sơn | Quảng Nam | 730 | 5.93 | 0.81 | 6.95 | 0.95 | 0.01 | 0 | 1.33 | 0.18 | 1.87 | 0.26 | 0.33 | 0.05 | 1.02 | 0.14 | 17.44 | 2.39 |
| 9 | Sơn Trà | Đà Nẵng | 53.1 | 0.93 | 1.75 | 1.34 | 2.52 | 0 | 0 | 0.59 | 1.11 | 0.31 | 0.58 | 0.16 | 0.30 | 0.96 | 1.81 | 4.29 | 8.08 |
| 10 | Thăng Bình | Quảng Nam | 431.7 | 5.74 | 1.33 | 4.18 | 0.97 | 0 | 0 | 2.12 | 0.49 | 2.53 | 0.59 | 0.96 | 0.22 | 0.11 | 0.03 | 15.64 | 3.62 |
| 11 | Thanh Khuê | Đà Nẵng | 8 | 0.47 | 5.88 | 0.25 | 3.13 | 0 | 0 | 0.04 | 0.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.76 | 9.50 |
| 12 | Hội An | Quảng Nam | 38 | 2.25 | 5.92 | 5.51 | 14.50 | 0.21 | 0.55 | 10.62 | 27.95 | 11.03 | 29.03 | 1.96 | 5.16 | 2.08 | 5.47 | 33.66 | 88.58 |
| Tổng | | | 4966.61 | 114.51 | | 95.48 | | 38.92 | | 86.99 | | 83.94 | | 31.70 | | 46.56 | | 498.10 | |

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Vu Gia – Thu Bồn là một trong những lưu vực lớn ở Việt Nam và có vị trí chiến lược vô cùng quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế của miền Trung nói riêng và cả nước nói chung. Tuy nhiên vùng hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn là vùng thường xuyên chịu ảnh hưởng của các trận bão lũ lớn kết hợp với điều kiện địa hình phức tạp gây hiện tượng úng ngập với độ sâu ngập phổ biến từ 2 ÷ 4 m làm thiệt hại đến đời sống dân sinh và sự phát triển kinh tế trong vùng. Chính vì vậy, luận văn tiến hành nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn mục đích cảnh báo ngập lụt để góp phần giảm thiểu nguy cơ ảnh hưởng của lũ lụt gây ra cho khu vực. Bên cạnh đó bản đồ ngập lụt xây dựng được cũng là tài liệu tham khảo để các nhà quy hoạch phát triển định hướng tương lai.

Sau thời gian nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình HEC vào để xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, luận văn đã hoàn thành với các nội dung chính sau:

- Luận văn đã nghiên cứu tổng quan về đặc điểm tự nhiên và kinh tế xã hội trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn liên quan đến vấn đề ngập lụt.
- Tổng quan được các phương pháp thành lập bản đồ nói chung và phương pháp GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt nói riêng. Xây dựng quy trình thành lập bản đồ ngập lụt kết hợp giữa tài liệu GIS và kết quả mô phỏng thủy lực bằng bộ mô hình HEC.
- Luận văn đã áp dụng thành công mô hình HEC - GEORAS để tính toán, mô phỏng diện ngập, độ sâu ngập tại khu vực hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn ứng với trận lũ lịch sử năm 2009 và các trận lũ ứng với tần suất thiết kế 1%, 5% và 10% đạt kết quả tương đối tốt.

Do điều kiện về thời gian, số liệu và hạn chế của bản thân bên cạnh những kết quả đạt được thì luận văn vẫn còn một số hạn chế như sau:

- Số liệu về điều tra lũ thực tế còn hạn chế chỉ thu thập được tài liệu điều tra vết lũ năm 2009 chính vì vậy luận văn chỉ đánh giá được kết quả mô phỏng với trận lũ năm 2009.

- Tài liệu địa hình thu thập được còn hạn chế nên bản đồ DEM còn chưa có nhiều căn cứ để hiệu chỉnh chính xác hơn.

- Do điều kiện về số liệu Khí tượng Thủy văn chỉ đo đặc với thời khoảng đo 6h nên kết quả tính toán thủy văn thủy lực bộ thông số hiệu chỉnh và kiểm định chỉ so sánh được với thời đoạn 6h, mặc dù thời đoạn đó là rất lớn so với tính toán lũ.

Kiến nghị và hướng nghiên cứu tiếp theo

Để có đầy đủ số liệu và kết quả tính toán chính xác hơn cần phải bổ sung thêm một số trạm Khí tượng Thủy văn ở những vị trí đại biểu đặc biệt là khu vực miền núi nơi đầu nguồn sinh lũ.

Tăng cường công tác khảo sát, đo đặc địa hình, các mặt cắt sông, xây dựng bản đồ địa hình cho lưu vực, nhất là vùng hạ lưu hệ thống sông.

Về bản thân sau khi nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt cho hạ lưu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn có định hướng nghiên cứu tiếp theo là nghiên cứu tồn thương gây ra do ngập lụt trên khu vực nhằm lựa chọn xây dựng phương pháp tính toán tồn thương kết hợp với điều kiện thực tế trên lưu vực để xuất các giải pháp nhằm giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt gây ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Ngọc Anh, (2011), *Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu các sông Bến Hải và Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 27, số 1S, tr. 1-8.
2. Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Thị Thu Hương, Trịnh Xuân Quảng, Phạm Mạnh Côn, Đặng Đình Khá, Đặng Đình Đức (2012), *Đánh giá nguy cơ ngập lụt các khu vực trũng tỉnh Hưng Yên*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 28, số 3S, tr. 1-8.
3. Đinh Phùng Bảo (2001), *Đặc điểm khí hậu, thủy văn tỉnh Quảng Nam*, Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn tỉnh Quảng Nam.
4. Hoàng Thái Bình (2009), luận văn thạc sĩ, *Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu hệ thống sông Nhật Lệ (Mỹ Trung – Tân Lu – Đồng Hới)*.
5. Trương Đình Hùng (1995), *Đặc điểm Thuỷ văn tỉnh Quảng Nam - Đà Nẵng*, Nhà Xuất bản Tổng hợp Đà Nẵng.
6. TS. 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.
7. Lê Bắc Huỳnh, Nguyễn Viết Thi (2000), *Nghiên cứu thiên tai lũ - Dự án UNDP VIE/97/002*.
8. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn (2003), *Mô hình toán thủy văn*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
9. Ks. Hoàng Tân Liên (2003), *Áp dụng mô hình toán trong dự báo mực nước lũ sông Thu Bồn – Vu Gia*, Đài KTTV Khu vực Trung Trung bộ.
10. Ts. Tạ Thanh Mai (2010), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình WETSPA và HECRAS mô phỏng, dự báo quá trình lũ trên hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia*, Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia.
11. Ks. Hoàng Thị Nguyệt Minh (2005), *Ứng dụng mô hình HEC-RAS nghiên cứu tính toán lũ lụt cho hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia*, Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường.

12. Lê Văn Nghinh (1998), *Giáo trình kỹ thuật viễn thám và hệ thống thông tin địa lý*, Nhà xuất bản xây dựng.
13. Ts. Nguyễn Hoàng Sơn(2006), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình dự báo lũ cho sông Vu Gia – Thu Bồn*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và môi trường.
14. Ts. Trần Thục và nnk (2001), *Báo cáo tổng kết đề tài “Xây dựng bản đồ guy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam”*, Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường tỉnh Quảng Nam
15. Bộ môn tính toán Thủy văn – Trường Đại học Thủy lợi (2004), *Bài tập thực hành viễn thám và GIS*.
16. Trần Thanh Xuân (2000), *Lũ lụt và cách phòng chống*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.

Tiếng Anh

17. HEC (Hydrologic Engineering Center) (2009), *HEC – HMS Hydrologic Modeling System, User's Manual*, US Army Corps of Engineers, American.
18. HEC (Hydrologic Engineering Center) (2010), *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual*, Hydrologic Engineering Center
19. HEC (Hydrologic Engineering Center), (2010), *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center
20. HEC (Hydrologic Engineering Center), (2010), *HEC-RAS River Analysis System, Applications guide*. Hydrologic Engineering Center
21. HEC (Hydrologic Engineering Center), (2001), *UNET, One-Dimensional Unsteady Flow Through a Full Network of Open Channels, Hydraulic Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center
22. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>