

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**  
**KHOA MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN**

## **TIỂU LUẬN TỐT NGHIỆP**

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN VÀ CÔNG NGHỆ GIS ĐỂ  
PHÂN TÍCH RỦI RO NGẬP LỤT VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI  
PHÁP QUẢN LÝ SỬ DỤNG ĐẤT CỦA  
TỈNH ĐỒNG THÁP.**

**SINH VIÊN:** ĐỖ THỊ KHÁNH HÀ  
**NGÀNH:** HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ  
**NIÊN KHÓA:** 2012- 2016

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 03 năm 2016

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN VÀ CÔNG NGHỆ GIS ĐỂ PHÂN TÍCH  
RỦI RO NGẬP LỤT VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ SỬ DỤNG  
ĐẤT CỦA TỈNH ĐỒNG THÁP.**

Tác giả

**ĐỖ THỊ KHÁNH HÀ**

Khóa luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu  
cấp bằng Kỹ sư ngành Hệ thống Thông tin Địa lý

Giáo viên hướng dẫn:

T.S Đặng Thanh Lâm

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 03 năm 2016

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan tất cả các nội dung của Tiểu luận này hoàn toàn được hình thành và phát triển từ những quan điểm của chính cá nhân tôi dưới sự hướng dẫn của TS Đặng Thanh Lâm, các thầy.., các cán bộ kỹ thuật Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam. Các số liệu và kết quả có được trong báo cáo là hoàn toàn trung thực.

**Tác giả tiểu luận**  
**ĐỖ THỊ KHÁNH HÀ**

## LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin chân thành cảm ơn thầy T.S Đặng Thanh Lâm, cán bộ công tác tại Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, người đã hướng dẫn tôi hoàn thành báo cáo tốt nghiệp. Cảm ơn thầy đã tận tình chỉ bảo, hỗ trợ và động viên tôi trong suốt thời gian qua. Tôi cũng trân trọng cảm ơn Ban lãnh đạo Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam đã tạo điều kiện để tôi được thực tập tại quý cơ quan.

Tôi xin gửi lời tri ân sâu sắc đến thầy TS. Nguyễn Kim Lợi cùng tất cả quý thầy cô Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh. Cảm ơn quý thầy cô về những kiến thức và giúp đỡ chân tình đã dành cho tôi trong bốn năm học tập tại trường.

Cuối cùng, con xin nói lời biết ơn sâu sắc đối với cha mẹ đã chăm sóc, nuôi dạy con thành người và luôn động viên tinh thần cho con để con yên tâm học tập.

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 03/2016

Đỗ Thị Khánh Hà

# MỤC LỤC

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| TRANG TỰA.....                                                           | i         |
| LỜI CAM ĐOAN.....                                                        | ii        |
| LỜI CẢM ƠN.....                                                          | iii       |
| MỤC LỤC.....                                                             | iv        |
| DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT.....                                            | vi        |
| DANH MỤC CÁC BẢNG.....                                                   | vii       |
| DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ.....                                        | viii      |
| <b>MỞ ĐẦU.....</b>                                                       | <b>1</b>  |
| <b>Chương 1 TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN.....</b>           | <b>5</b>  |
| 1.1. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ GIS:.....                                      | 5         |
| 1.1.1. Lịch sử phát triển công nghệ GIS:.....                            | 5         |
| 1.1.2 Định nghĩa GIS:.....                                               | 5         |
| 1.1.3. Thành phần của GIS:.....                                          | 6         |
| 1.1.4. Các phương pháp GIS và ứng dụng:.....                             | 7         |
| 1.1.5. Kết quả ứng dụng GIS trong quản lý lũ trong và ngoài nước:.....   | 10        |
| 1.1.6. Yêu cầu kỹ thuật xây dựng bản đồ GIS lũ:.....                     | 11        |
| 1.1.6. Phương pháp mô hình toán thủy lực VRSAP:.....                     | 12        |
| 1.1.7. Hoàn nguyên mô hình lũ 2000 và 2001.....                          | 13        |
| 1.2. GIỚI THIỆU TỈNH ĐỒNG THÁP:.....                                     | 17        |
| 1.2.1. Điều kiện tự nhiên:.....                                          | 17        |
| 1.2.2. Điều kiện kinh tế - xã hội:.....                                  | 25        |
| 1.2.3. Đặc điểm lũ lụt và thiệt hại lũ:.....                             | 28        |
| 1.2.4. Các biện pháp quản lý lũ:.....                                    | 47        |
| 1.2.5. Những hạn chế trong sử dụng công nghệ GIS quản lý lũ ĐBSCL:.....  | 49        |
| <b>Chương 2 PHƯƠNG PHÁP, KỸ THUẬT SỬ DỤNG VÀ TÀI LIỆU TÍNH TOÁN.....</b> | <b>50</b> |
| 2.1. Xây dựng bản đồ rủi ro lũ:.....                                     | 50        |
| 2.1.1. Số liệu cao độ số DEM.....                                        | 51        |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.2. Bản đồ mực nước lũ: .....                            | 51 |
| 2.1.3. Tạo bản đồ GIS lũ: .....                             | 51 |
| 2.1.4. Bản đồ nguy cơ lũ:.....                              | 52 |
| 2.2. Xây dựng bản đồ sử dụng đất:.....                      | 52 |
| 2.2.1. Nguồn số liệu bản đồ sử dụng đất: .....              | 53 |
| 2.2.2. Tạo bản đồ GIS sử dụng đất: .....                    | 53 |
| <b>Chương 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN</b> .....                  | 54 |
| 3.1. XÂY DỰNG BỘ BẢN ĐỒ NGẬP LŨ: .....                      | 54 |
| 3.1.1. Bản đồ lũ lịch sử:.....                              | 54 |
| 3.1.2. Bản đồ lũ tần suất 10%:.....                         | 55 |
| 3.1.3. Phân tích rủi ro lũ: .....                           | 56 |
| 3.2. KIẾN NGHỊ MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU RỦI RO LŨ: ..... | 56 |
| 3.2.1. Giải pháp kiểm soát và thoát lũ: .....               | 56 |
| 3.2.2. Giải pháp thích nghi với lũ: .....                   | 59 |
| 3.2.3. Giải pháp bảo hiểm rủi ro lũ:.....                   | 59 |
| <b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ</b> .....                          | 60 |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....                             | 62 |

## DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

|          |                                                                                                  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1D và 2D | Một và hai chiều (1, 2 Dimension) trong mô hình toán                                             |
| DEM      | Digital Elevation Model (Mô hình độ cao số)                                                      |
| GIS      | Geographic Information System (Hệ thống thông tin địa lý)                                        |
| VSRAP    | Vietnamese River System and Plain (một mô hình toán thủy lực).                                   |
| CLOMR    | Conditional Letters of Map Revisions (một thuật ngữ thường được sử dụng trong quản lý vùng ngập) |
| LOMR     | Letter of Map Revision (một thuật ngữ thường được sử dụng trong quản lý vùng ngập)               |
| DTM      | Đồng Tháp Mười                                                                                   |
| ĐBSCL    | Đồng bằng sông Cửu Long                                                                          |
| VCT      | Vàm Cỏ Tây                                                                                       |
| EPA      | Environmental Protection Agency (Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ)                               |

## **DANH MỤC CÁC BẢNG**

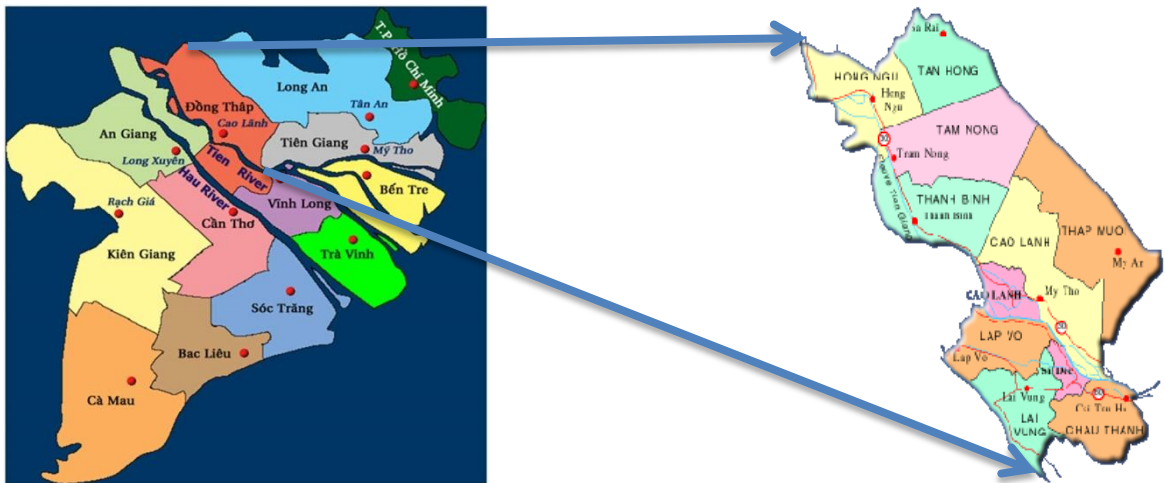
|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bảng 1.1 Phân bố diện tích theo cao độ .....                                                 | 20 |
| Bảng 1.2: So sánh đặc trưng cơ bản khí hậu vùng nghiên cứu với tiêu chuẩn nhiệt<br>đới ..... | 23 |
| Bảng 1.3: Hiện trạng sử dụng đất (ha) .....                                                  | 26 |
| Bảng 1.4: Diễn biến tình hình sản xuất lúa qua các năm .....                                 | 27 |
| Bảng 1.5: Diễn biến tình hình sản xuất cây trồng màu qua các năm .....                       | 28 |
| Bảng 1.6: Các đặc điểm của lưu vực Mêkong.....                                               | 29 |
| Bảng 1.7: Lưu lượng trung bình tại Pakse và Kratie (m <sup>3</sup> /s) .....                 | 29 |
| Bảng 1.8: Mức nước và lưu lượng lớn nhất ở Tân Châu và Châu Đốc.....                         | 31 |
| Bảng 1.9: Thời gian duy trì lũ theo các cấp mực nước (ngày).....                             | 31 |
| Bảng 1.10: Lưu lượng bình quân ngày lớn nhất tràn vào vùng ĐTM (m <sup>3</sup> /s) .....     | 34 |
| Bảng 1.11: Mức nước và thời gian xuất hiện đỉnh lũ một số trạm nội đồng.....                 | 35 |
| Bảng 1.12: Thời gian (ngày) duy trì cấp mực nước lũ (cm) vùng ĐTM.....                       | 36 |
| Bảng 1.13: Mức nước bình quân tháng qua các thời đoạn (Đơn vị: m).....                       | 37 |
| Bảng 1.14: Lưu lượng bình quân tháng (1996-2007).....                                        | 38 |
| Bảng 1.15: Lưu lượng bình quân ngày lớn nhất (m <sup>3</sup> /s) một số năm .....            | 38 |
| Bảng 1.16: Đặc trưng mực nước bình quân nhiều năm tại các trạm (cm) .....                    | 39 |
| Bảng 1.17: Mực nước (cm) bình quân tháng dọc sông chính .....                                | 41 |
| Bảng 1.18: Kết quả tính QBQ tháng mùa kiệt các tần suất (TC + CĐ từ 1996-2007)               | 46 |
| Bảng 2.1: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000 .....                                       | 53 |

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 1.1: Sáu thành phần cơ bản của GIS (phỏng theo Shahab Fazal, 2008) .....                      | 7  |
| Hình 1.2: Phương pháp Interchange .....                                                            | 8  |
| Hình 1.3: Phương pháp Interface .....                                                              | 9  |
| Hình 1.4: Phương pháp Intergration.....                                                            | 10 |
| Hình 1.5: Mô hình toán lũ Đồng Bằng Sông Cửu Long .....                                            | 14 |
| Hình 1.6: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Châu năm 2000 .....                                       | 15 |
| Hình 1.7: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Hồng Ngự năm 2000 .....                                       | 15 |
| Hình 1.8: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Hồng năm 2000 .....                                       | 15 |
| Hình 1.9: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tràm Chim năm 2000 .....                                      | 16 |
| Hình 1.10: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Châu năm 2001 .....                                      | 16 |
| Hình 1.11: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Hồng năm 2001 .....                                      | 16 |
| Hình 1.12: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tràm Chim năm 2001.....                                      | 17 |
| Hình 1.13: Bản đồ vị trí tỉnh Đồng Tháp.....                                                       | 18 |
| Hình 1.14: Bản đồ hành chính tỉnh Đồng Tháp. ....                                                  | 19 |
| Hình 1.15: Bản đồ DEM tỉnh Đồng Tháp .....                                                         | 21 |
| Hình 1.16: Bản đồ lưu lượng cao nhất và tổng lưu lượng lũ năm 2000.....                            | 39 |
| Hình 1.17: Bản đồ mực nước lũ cao nhất năm 2000 .....                                              | 40 |
| Hình 1.18: Bản đồ dòng chảy và môi trường sinh thái vùng lũ Đồng Bằng sông Cửu Long năm 2000 ..... | 41 |
| Hình 3.1: Bản đồ ngập của tỉnh Đồng Tháp năm 2000 .....                                            | 54 |
| Hình 3.2: Bản đồ tính ngập độ sâu lụt tần suất 10% năm 2006 .....                                  | 55 |

## MỞ ĐẦU

Đồng Tháp là một tỉnh thuộc khu vực đồng bằng sông Cửu Long, diện tích tự nhiên: 3.283 km<sup>2</sup>. Cách thành phố Hồ Chí Minh 165 km về phía Tây Nam. Bắc và Tây Bắc giáp Campuchia, đường biên giới 48,7 km. Nam và Đông Nam giáp Vĩnh Long. Đông giáp Tiền Giang và Long An. Tây giáp An Giang và Cần Thơ. Đồng Tháp thuộc nơi có vựa lúa lớn nhất nước, song hàng năm lũ sông Mekong tràn về gây ngập lụt gần 2,0 triệu ha, kéo dài 4-6 tháng, ngập sâu 0,5-4,0 m, không những trở ngại đối với sản xuất mà còn gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Lũ ở Đồng Tháp là hiện tượng tự nhiên và xảy ra hàng năm đem lại không ít nguồn lợi cho người dân khu vực: cung cấp nguồn lợi thủy sản dồi dào, bồi đắp phù sa cho vùng châu thổ làm tăng sản lượng nông nghiệp cho các mùa vụ sản xuất, rửa mặn phèn và độc chất tích tụ ở những vùng trũng. Bên cạnh đó, chính lũ lụt cũng gây ra mất mát không nhỏ về người và nhà cửa cho người dân đồng bằng như cướp đi sinh mạng của nhiều người, làm mất mùa và giảm năng suất khi lũ lên nhanh, phá hoại các công trình, nhà dân, làm ảnh hưởng đến sinh kế và các hoạt động kinh tế - xã hội. Các biện pháp giảm nhẹ lũ lụt đang được sử dụng hiện nay đang mang lại hiệu quả, nhưng còn rất nhiều vấn đề cần được giải quyết. Vì vậy, xuất phát từ lý do trên, đề tài “Ứng dụng mô hình toán và công nghệ GIS để phân tích rủi ro ngập lụt và đề xuất giải pháp quản lý sử dụng đất của tỉnh Đồng Tháp” được đề xuất vừa mang tính cần thiết, khoa học nhằm tìm hiểu rõ những thiệt hại ngập để dễ dàng xử lý và đưa ra biện pháp sáng tạo nhằm cải thiện những nơi bị thiệt hại cũng như giúp ích cho việc quy hoạch đất đai tối ưu nhất.



**Hình ảnh về khu vực nghiên cứu tỉnh Đồng Tháp**

#### **✚ Mục tiêu nghiên cứu:**

Mục tiêu nghiên cứu là ứng dụng mô hình toán và công nghệ GIS để phân tích rủi ro ngập lụt đối với nông nghiệp và làm cơ sở đề xuất giải pháp bố trí mùa vụ sản xuất thích hợp, giảm thiểu thiệt hại trên vùng ngập lũ sâu thuộc tỉnh Đồng Tháp.

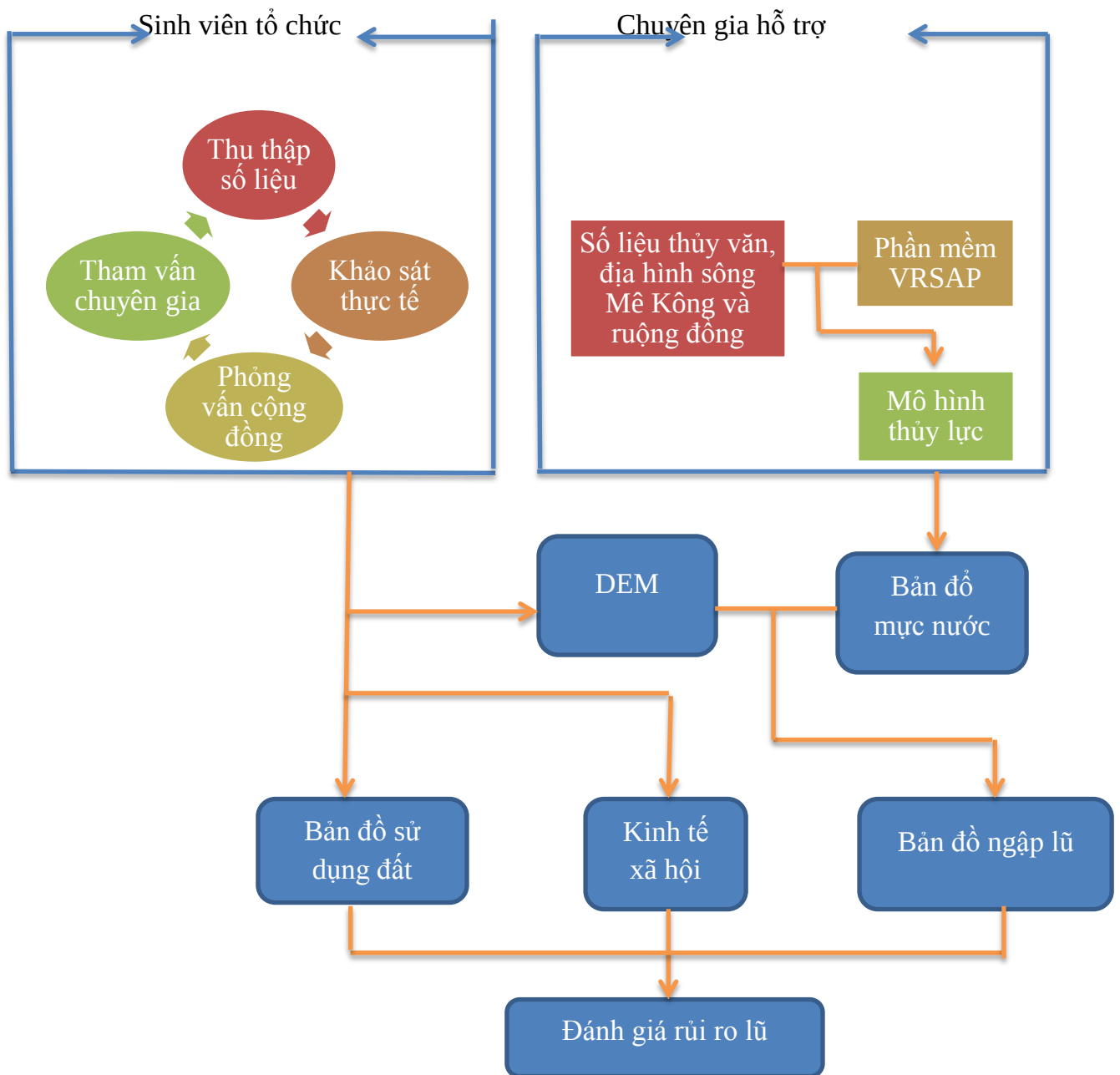
#### **✚ Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:**

Đối tượng nghiên cứu là bản đồ GIS ngập lụt và sử dụng đất cho sản xuất nông nghiệp.

#### **✚ Phương pháp nghiên cứu:**

Phương pháp lập trình và mô hình hóa.

Kỹ thuật GIS.



### Sơ đồ tổng quát thực hiện nghiên cứu

#### ✚ Nội dung thực hiện:

Tổng hợp thông tin về điều kiện tự nhiên (địa hình, thủy văn), kinh tế (thời vụ và diện tích khu vực sản xuất nông nghiệp), xã hội (dân cư), và lũ lụt (thời gian ngập, độ sâu ngập, phạm vi ngập, thiệt hại lũ).

Trình bày các phương pháp thiết lập bản đồ GIS về ngập lũ và sản xuất nông nghiệp. Lựa chọn được phương pháp mô hình toán thủy lực mô phỏng ngập lũ theo không gian và thời gian.

Đánh giá các phương pháp mô hình toán mô phỏng ngập lũ và lựa chọn mô hình tích hợp (VRSAP).

Thu nhập thông tin để xây dựng bản đồ sử dụng đất cho tỉnh.

Thiết lập bản đồ ngập lũ lịch sử và lũ tần suất 10% từ kết quả mô phỏng của mô hình thủy lực VSRAP.

Phân tích rủi ro đối với nông nghiệp bằng phương pháp chồng ghép bản đồ GIS (thể hiện được vị trí vùng rủi ro, bảng hiệu số liệu diện tích rủi ro).

Kiến nghị một số giải pháp giảm thiểu rủi ro lũ.

#### **Kết quả đạt được:**

Bộ bản đồ ngập lũ.

Số liệu và báo cáo phân tích rủi ro lũ.

#### **Ý nghĩa khoa học và thực tiễn:**

Thể hiện được hiệu quả của công nghệ GIS tích hợp và chồng ghép thông tin phục vụ quản lý lũ.

Nâng cao nhận thức tổng hợp của học viên.

# **Chương 1**

## **TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN**

### **1.1. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ GIS:**

#### **1.1.1. Lịch sử phát triển công nghệ GIS:**

GIS sẽ không thể tồn tại nếu thiếu địa lý và bản đồ học. Sự phát triển của hệ thống thông tin kết hợp với công nghệ máy tính đã làm cho GIS trở nên công cụ phân tích mạnh mẽ.

Công nghệ GIS phát triển từ nền tảng địa lý. Các sản phẩm bản đồ được xem là hình thức thủ công sơ khai của GIS. Tuy nhiên, sau đó, nhiều lĩnh vực khác như kiến trúc đô thị, bản đồ số, trắc địa ảnh, viễn thám, hệ thống định vị toàn cầu, hệ quản trị cơ sở dữ liệu, khoa học trái đất,... đã ảnh hưởng đến sự phát triển của GIS và làm cho nó trở thành công nghệ liên ngành.

Canada là quốc gia tiên phong phát triển GIS vào đầu thập niên 60 của thế kỉ XX. Mặc dù GIS nổi bật trong suốt 25 năm qua, nhưng tiềm năng thực sự trở nên rõ ràng chỉ từ cuối thập niên 80 của thế kỉ XX (International Centre for Integrated Mountain Development, 1996).

#### **1.1.2 Định nghĩa GIS:**

Thuật ngữ GIS được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: địa lý, kỹ thuật tin học, quản lý môi trường và tài nguyên, khoa học xử lý về dữ liệu không gian... Sự đa dạng trong các lĩnh vực ứng dụng dẫn đến có rất nhiều định nghĩa về GIS. Một số định nghĩa tiêu biểu về GIS có thể kể đến như:

- Burrough (1986 trích dẫn trong International Centre for Integrated Mountain Development, 1996, p.9) cho rằng GIS là “một tập hợp các công cụ thu thập, lưu trữ, trích xuất, chuyển đổi và hiển thị dữ liệu không gian từ thế giới thực để phục vụ cho một mục đích nào đó”.

- Chi tiết hơn, Aronoff (1989 trích dẫn trong International Centre for Integrated Mountain Development, 1996, p.9) định nghĩa GIS là “một hệ thống dựa trên máy tính cung cấp bốn khả năng về dữ liệu không gian: i) nhập dữ liệu, ii) quản lý dữ liệu, iii) xử lý và phân tích, iv) xuất dữ liệu”.

- Nguyễn Kim Lợi và ctv (2009) định nghĩa GIS như là “Một hệ thống thông tin mà nó sử dụng dữ liệu đầu vào, các thao tác phân tích, cơ sở dữ liệu đầu ra liên quan về mặt địa lý không gian, nhằm trợ giúp việc thu nhận, lưu trữ, quản lý, xử lý, phân tích và hiển thị các thông tin không gian từ thế giới thực để giải quyết các vấn đề tổng hợp từ thông tin cho các mục đích con người đặt ra, chẳng hạn như: hỗ trợ việc ra quyết định cho quy hoạch và quản lý sử dụng đất, tài nguyên thiên nhiên, môi trường, giao thông, dễ dàng trong việc quy hoạch phát triển đô thị và những việc lưu trữ dữ liệu hành chính”.

### **1.1.3. Thành phần của GIS:**

Theo Shahab Fazal (2008), GIS có 6 thành phần cơ bản (Hình) như sau:

- Phần cứng: bao gồm hệ thống máy tính mà các phần mềm GIS chạy trên đó. Việc lựa chọn hệ thống máy tính có thể là máy tính cá nhân hay siêu máy tính. Các máy tính cần thiết phải có bộ vi xử lý đủ mạnh để chạy phần mềm và dung lượng bộ nhớ đủ để lưu trữ thông tin (dữ liệu).

- Phần mềm: phần mềm GIS cung cấp các chức năng và công cụ cần thiết để lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian. Nhìn chung, tất cả các phần mềm GIS có thể đáp ứng được những yêu cầu này, nhưng giao diện của chúng có thể khác nhau.

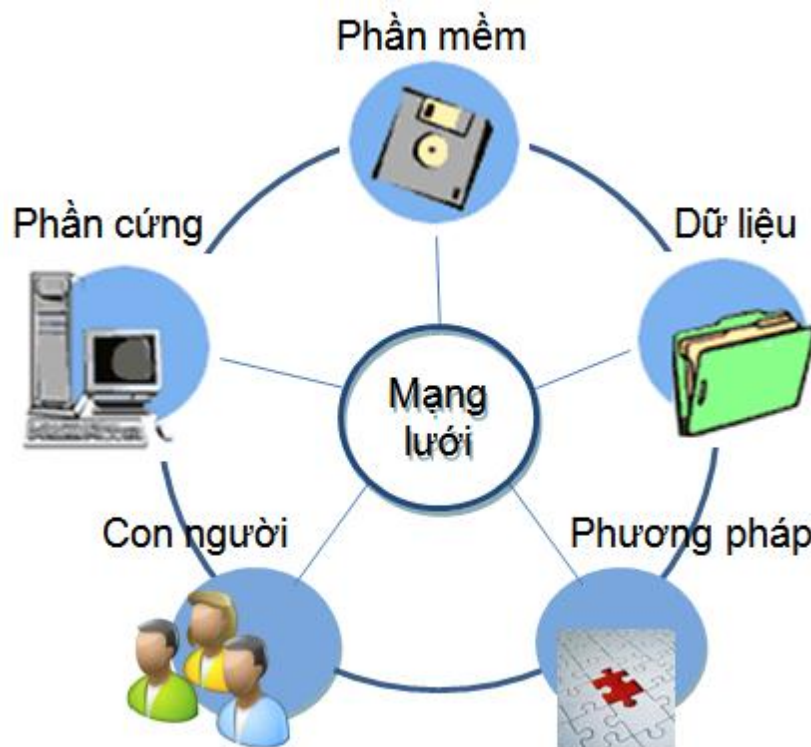
- Dữ liệu: dữ liệu địa lý và dữ liệu thuộc tính liên quan là nền tảng của GIS. Dữ liệu này có thể được thu thập nội bộ hoặc mua từ một nhà cung cấp dữ liệu thương mại. Bản đồ số là hình thức dữ liệu đầu vào cơ bản cho GIS. Dữ liệu thuộc tính đi kèm đối tượng tượng bản đồ cũng có thể được đính kèm với dữ liệu số. Một hệ thống GIS sẽ tích hợp dữ liệu không gian và các dữ liệu khác bằng cách sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu.

- Phương pháp: một hệ thống GIS vận hành theo một kế hoạch, đó là những mô hình và cách thức hoạt động đối với mỗi nhiệm vụ. Về cơ bản, nó bao gồm các phương pháp phân tích không gian cho một ứng dụng cụ thể. Ví dụ, trong thành lập bản đồ, có

nhiều kỹ thuật khác nhau như tự động chuyển đổi từ raster sang vector hoặc vector hóa thủ công trên nền ảnh quét.

- Con người: người sử dụng GIS có thể là các chuyên gia kỹ thuật, đó là người thiết kế và thực hiện hệ thống GIS, hay có thể là người sử dụng GIS để hỗ trợ cho các công việc thường ngày. GIS giải quyết các vấn đề không gian theo thời gian thực. Con người lên kế hoạch, thực hiện và vận hành GIS để đưa ra những kết luận, hỗ trợ cho việc ra quyết định.

- Mạng lưới: với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin, ngày nay thành phần có lẽ cơ bản nhất trong GIS chính là mạng lưới. Nếu thiếu nó, không thể có bất cứ giao tiếp hay chia sẻ thông tin số. GIS ngày nay phụ thuộc chặt chẽ vào mạng internet, thu thập và chia sẻ một khối lượng lớn dữ liệu địa lý.



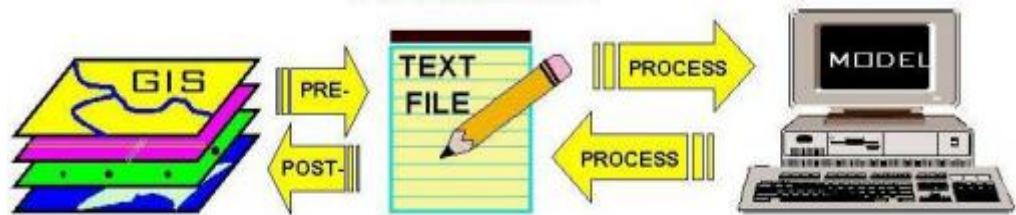
**Hình 1.1: Sáu thành phần cơ bản của GIS (phỏng theo Shahab Fazal, 2008)**

#### **1.1.4. Các phương pháp GIS và ứng dụng:**

\_ Theo một nghiên cứu tài liệu về các ứng dụng mô hình của GIS trong máy tính được thực hiện bởi Heaney et al. (1999) cho Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA), Shamsi (1998, 1999) cung cấp hữu ích về việc phân loại bằng những phương thức khác nhau của GIS để có thể được liên kết với mô hình máy tính. Có ba phương pháp liên kết GIS xác định bởi Shamsi (2001) .

- **Phương pháp Interchange:**

- Phương pháp trao đổi là sử dụng phương pháp xử lý hàng loạt để trao đổi (chuyển nhượng) dữ liệu giữa GIS và mô hình máy tính. Trong phương pháp này, không có liên kết trực tiếp giữa GIS và mô hình. Cả GIS và mô hình sẽ cùng chạy riêng biệt và độc lập. Các cơ sở dữ liệu GIS được tiền xử lý để trích xuất các thông số đầu vào của mô hình, nó sẽ tự sao chép vào tài liệu của một mô hình đầu vào. Tương tự như vậy, mô hình dữ liệu đầu ra được sao chép bằng tay trong GIS để tạo một lớp mới cho mục đích lập bản đồ cần chạy. Phương pháp này đơn giản nhất của việc sử dụng mô hình máy tính bằng GIS, và nó là phương pháp sử dụng nhiều nhất tại thời điểm hiện tại. Sử dụng phần mềm GIS để giải nén vùng nghiên cứu bằng cách cắt từ dữ liệu DEM hoặc số đường đồng mức của dòng chảy từ việc sử dụng đất và các lớp đất là một số ví dụ về các phương pháp trao đổi.



**Hình 1.2: Phương pháp Interchange**

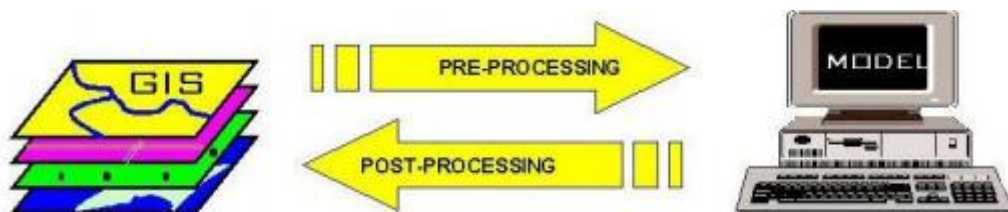
- **Phương pháp Interface:**

- Phương pháp giao diện là phương pháp cung cấp một liên kết trực tiếp để chuyển đổi thông tin giữa GIS và mô hình. Các phương thức giao diện bao gồm ít nhất hai thành phần sau:

- a) Phân tích và xuất ra các dữ liệu GIS để tạo ra các tập tin đầu vào cho mô hình sẽ được xử lý trước.
- b) Trích xuất các dữ liệu đầu ra của mô hình và hiển thị nó như là một lớp trong GIS sẽ được xử lý thứ hai.

Vì vậy phương thức giao diện cơ bản là tự động hóa các phương pháp trao đổi dữ liệu. Việc tự động hóa là thực hiện bằng cách thêm các thanh công cụ để tạo mô hình cụ thể hoặc công cụ đã có sẵn trong giao diện phần mềm GIS. Các mô hình sẽ được thực hiện độc lập với GIS. Tuy nhiên, các dữ liệu đầu vào được đã được tạo ra thì ít nhất sẽ bao gồm một phần từ bên trong GIS. Sự khác biệt chính giữa phương

pháp trao đổi và phương pháp giao diện là tự động tạo ra một dữ liệu riêng đầu vào để chạy mô hình.



**Hình 1.3: Phương pháp Interface**

▪ **Phương pháp Integration:**

- Phương pháp tích hợp là sự kết hợp của mô hình và một dữ liệu GIS như là chương trình kết hợp cả hệ thống GIS và các chức năng mô hình hóa. Phương pháp này thể hiện mối quan hệ gần gũi giữa GIS và các mô hình ngập lụt. Hai phương pháp tiếp cận tích hợp có thể là:

a) GIS dựa trên sự tích hợp: Trong phương pháp này, các module gọi chung là GIS được phát triển thành mô hình. Tất cả bốn nhiệm vụ của việc tạo ra mô hình đầu vào, chỉnh sửa dữ liệu, chạy mô hình, và hiển thị các kết quả đầu ra đều có sẵn trong GIS.

b) Mô hình dựa trên sự tích hợp: Trong phương pháp này module GIS được phát triển từ một mô hình máy tính. Phần mềm GIS là một ví dụ tốt cho phương pháp này trong việc tính toán thủy lực.

Bởi vì sự phát triển và tùy biến công cụ bên trong GIS hầu hết cung cấp khả năng lập trình tương đối đơn giản, các phương pháp tiếp cận đầu tiên cung cấp tính năng cho mô hình hạn chế. Vì thế đó là khó khăn để đưa tất cả các chức năng của chương trình GIS vào mô hình ngập lụt, cách tiếp cận thứ hai cung cấp khả năng trong GIS còn hạn chế. Các ứng dụng đang được phát triển để kết nối mô hình GISHEC-HMS và HEC-RAS bằng duy nhất một môi trường ArcView sẽ cho phép người dùng dễ dàng chuyển từ một DEM thành một bản đồ ngập lụt trong một chương trình duy nhất (Kopp, 1998).



**Hình 1.4: Phương pháp Intergration**

#### **1.1.5. Kết quả ứng dụng GIS trong quản lý lũ trong và ngoài nước:**

- **Trên thế giới:**

- + Ứng dụng viễn thám và GIS để phân tích rủi ro lũ ở Krishna và thung lũng sông TUNGABHADRA. (*MR. SATHISH S\*, DR. NAGENDRA HN\*\* & MR. RAVI G, IRJC quốc tế Tạp chí Khoa học Xã hội & Nghiên cứu liên ngành*).

- + Ứng dụng GIS và kỹ thuật Viễn Thám để đánh giá mối nguy và rủi ro lụt trường hợp của Dugeda Bora woreda của Oromiya khu vực Nhà nước, Ethiopia. (*Kebede Bishaw, giảng viên tại Đại học Dịch vụ Ethiopia Dân sự. Addis Ababa, Ethiopia. Giấy cho Hội nghị Berlin 2012 về khía cạnh nhân của sự thay đổi môi trường toàn cầu*).

- + Dựa theo lịch sử và các ứng dụng GIS trong phân tích rủi ro lũ lụt ở bán đảo Salento (miền nam Italy). (*Thiên tai và Khoa học Hệ thống Trái đất, Liên hiệp Khoa học Địa chất châu Âu*).

- + Ứng dụng GIS dựa vào cộng đồng để đánh giá rủi ro lũ lụt của Thành phố San Sebastián, Guatemala. (*G. Peters Guarín, CJ van Westen, L. Montoya*).

- **Trong nước:**

- + Ứng dụng viễn thám và hệ thống thông tin địa lý để thành lập bản đồ nguy cơ ngập lụt khu vực Quận 7, TP. HCM. (*Phạm Thị Ngọc Nhung, Viện Địa lý Tài nguyên TP. HCM*).

- + Điều tra, nghiên cứu, đánh giá thực trạng và nguy cơ lũ lụt, sạt lở đất lưu vực sông Sê San và đề xuất các giải pháp phòng tránh và giảm thiểu. (*Viện khoa học thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên*).

#### **1.1.6. Yêu cầu kỹ thuật xây dựng bản đồ GIS lũ:**

Cập nhật tất cả các lớp dữ liệu có liên quan đến GIS, bao gồm việc xem lại và giới hạn những vùng lũ bị ảnh hưởng 1% và 0,2% từ thông tin của các cơ quan quản lý, việc này sẽ làm hiệu quả cho các quá trình hoạt động khi đề xuất các thay đổi bất kỳ hoặc theo dõi tất cả vấn đề qua những điều sau đây:

- Ranh giới lưu vực của khu vực thoát nước.
- Ranh giới thoát nước phụ trên lưu vực sông.
- Giới hạn những vùng ngập từ thông tin của các cơ quan quản lý về các kênh, rạch của một con sông hoặc suối và các khu vực của vùng đồng bằng để tăng hiệu quả trong việc xả nước lũ hoặc dòng chảy của một con sông suối bị ảnh hưởng.
- Giới hạn những vùng ngập bị sông ảnh hưởng từ thông tin của các cơ quan quản lý về các khu vực tiếp giáp sông hoặc suối có được hoặc có thể được bao phủ bởi lũ 100 năm.
- Mặt cắt ngang trên vị trí của bản đồ.

Cập nhật tất cả các lớp dữ liệu GIS có liên quan, sửa đổi ra các tập tin không gian địa lý để phân loại các mô hình đã được kiểm tra cho việc nghiên cứu. Ngoài các yêu cầu dữ liệu không gian địa lý được mô tả trong phần trước, các trình tự liên quan đến dữ liệu không gian địa lý sẽ được cập nhật cho các bản đồ lũ phục vụ cho nghiên cứu.

Các lớp dữ liệu bao gồm những điều sau đây:

- 1% cơ hội hàng năm (100 năm) ngập (nếu có).
- Cơ hội 0,2% hàng năm (500 năm) ngập (nếu có).
- Kênh, rạch của một con sông hoặc suối và các khu vực của vùng đồng bằng để tăng hiệu quả trong việc xả nước lũ hoặc dòng chảy của một con sông suối bị ảnh hưởng (nếu có).
- Độ cao lũ cơ sở sửa đổi (nếu có).
- Thêm phần chéo (nếu có).
- Các tính năng nước của khu vực bị sửa đổi hoặc bổ sung (nếu có).
- Sửa đổi hoặc bổ sung các tính năng nước tuyến tính (nếu có).

- CLOMR / tính năng biên LOMR (nếu có). (Theo Richard Rogers, Sr GIS Technician IS-GIS Group)

### ❖ Lũ 100 năm là gì?

Thuật ngữ lũ 100 năm không đề cập đến một lũ lụt sẽ xảy ra một lần trong 100 năm. Một lũ 100 năm có nghĩa là một phần trăm cơ hội của việc lũ bằng hoặc vượt quá mức quy định cho phép trong bất cứ năm nào.

#### 1.1.6. Phương pháp mô hình toán thủy lực VRSAP:

VRSAP là tên viết tắt của cụm từ tiếng anh “Vietnam River Systems and Plains” (Hệ thống sông kênh và đồng ruộng Việt Nam). Đây là chương trình tính dòng không ổn định một chiều trên mạng lưới sông kênh, cầu cống, ngưỡng tràn, có mở rộng để xét đến sự trao đổi nước giữa sông kênh với các ô đồng ruộng ở đồng bằng, các dòng chảy trên vùng ngập lũ hoặc ngập triều, sự hình thành dòng chảy do mưa rào trên đồng thấp, mang tính cách “tựa hai chiều”.

VRSAP giải hệ phương trình Saint Venant bằng sơ đồ sai phân ẩn 4 điểm.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B_c \frac{\partial z}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\alpha_o}{g} \frac{\partial(Q/w)}{\partial t} + \frac{\alpha Q}{gw} \frac{\partial(Q/w)}{\partial x} = -\frac{|Q|Q}{K^2}$$

Trong đó:

t - Thời gian (s)

Z - Mức nước (m)

Q - Lưu lượng (m<sup>3</sup>/s)

w - Diện tích mặt cắt (m<sup>2</sup>)

BC - Bề rộng mặt nước trung bình của sông kể cả phần chứa (m)

q - Lưu lượng phân bố trên một đơn vị chiều dài dòng chảy (m<sup>2</sup>/s)

v - Lưu tốc trung bình mặt cắt (m/s) v=Q/w

K - mô đun lưu lượng K=wc√R

C - số Chezy C= (1/n) R<sup>y</sup> với y = 1/5 - 1/4

x - Chiều dài đoạn sông, kênh (m)

Hệ phương trình Saint-Venant cho mỗi đoạn sông được sai phân ẩn để nhận được các phương trình sai phân cho mỗi bước thời gian. Các phương trình này được

liên kết theo quy luật cân bằng khối lượng ở các giao điểm để tạo hệ phương trình cho cả lưới sông; cùng với các điều kiện biên là mực nước cho trước ở một số mặt cắt, lưu lượng dòng nguồn ở đầu của các nhánh sông, mưa tại chỗ hoặc lượng hao nước lấy ra để dùng ở các nút; tạo thành một hệ phương trình bậc nhất nhiều ẩn, và giải hệ phương trình ấy theo mỗi bước thời gian.

VRSAP là một trong những chương trình thủy lực được sử dụng rộng rãi Việt Nam cho các dự án phát triển tài nguyên nước do các cơ quan trong nước và quốc tế thực hiện.

#### **1.1.7. Hoàn nguyên mô hình lũ 2000 và 2001**

Thực tiễn đã trận lũ lịch sử năm 2000 gây ra nhiều thiệt hại đối với sản xuất và hạ tầng vùng ĐBSCL. Chính phủ Việt Nam và chính quyền các địa phương đã hoạch định các phương án kiểm soát lũ và chống lũ với mức lũ năm 2000. Do đó mô hình thủy lực cũng được kiểm định với số liệu lũ năm 2000 (lũ lịch sử tương đương tần suất 2%) và lũ năm 2001 (lũ tần suất 10%). Hai trận lũ lớn này có đầy đủ số liệu thủy văn (số liệu biên thượng nguồn, số liệu lũ tràn vùng ĐTM, số liệu các trạm đo trên sông chính và nội đồng ĐTM) và địa hình (kênh mương, cống đập, đê bao).

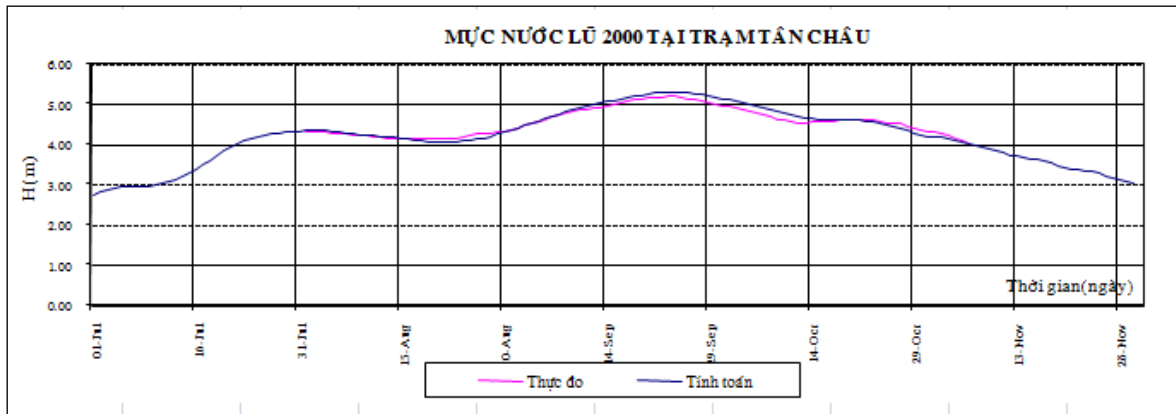
Sơ đồ mô hình thủy lực bao gồm các sông kênh và ô ruộng vùng lũ phía Campuchia và Việt Nam.

Kết quả kiểm định diễn biến mực nước lũ một số trạm vùng tỉnh Đồng Tháp được trình bày trong các hình sau.

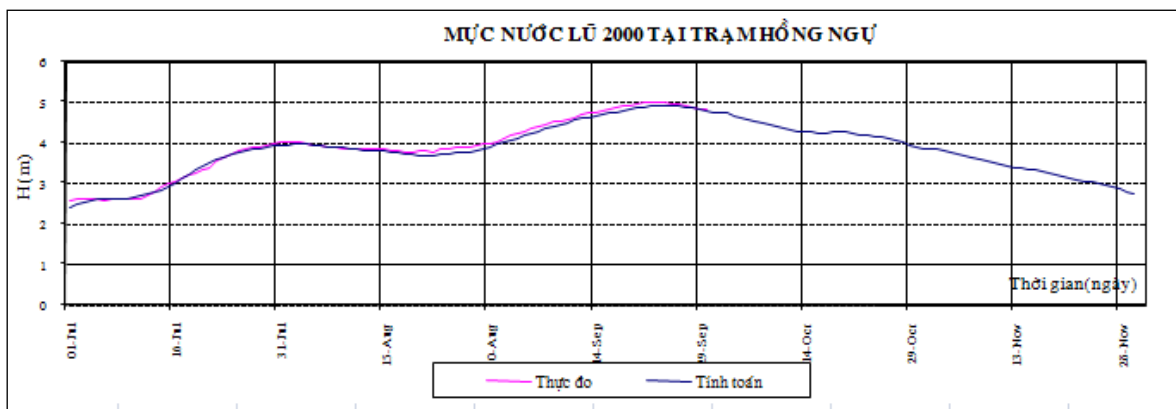
Dạng kết quả mực nước lũ được xuất dạng chuỗi thời gian tại các ‘nút’ hay ‘node’ tính toán. Mỗi nút đại biểu cho một ô ruộng hay đoạn kênh được đặc trưng bởi tên nút, tọa độ nút và chuỗi số liệu mực nước mô phỏng tương ứng với các tổ hợp biên lưu lượng và mực nước lũ ở châu thổ Mê Công. Kết quả này được sử dụng để phân tích thông tin thống kê về lũ và kết nối với phần mềm GIS trình bày bản đồ lũ.

Mô hình VRSAP được Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam ứng dụng để lập quy hoạch kiểm soát lũ vùng ĐBSCL, quy hoạch thủy lợi vùng ĐBSCL, quy hoạch thủy lợi cấp tỉnh, nghiên cứu khoa học về dự báo và kiểm soát lũ cũng như tính toán thủy lực công trình thiết kế hệ thống thủy lợi.

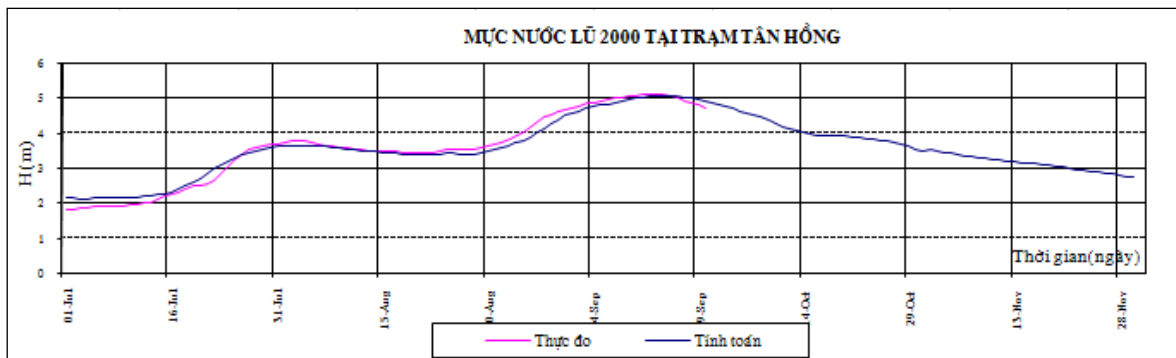




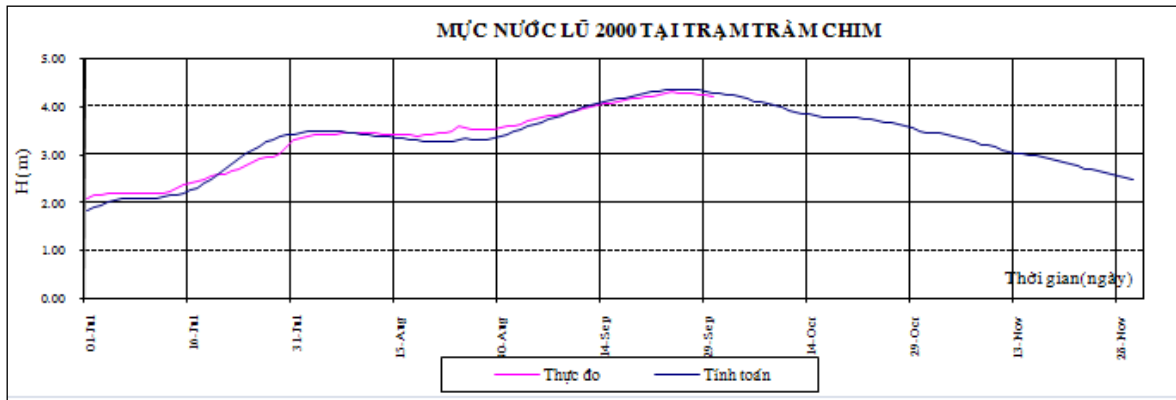
**Hình 1.6: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Châu năm 2000**



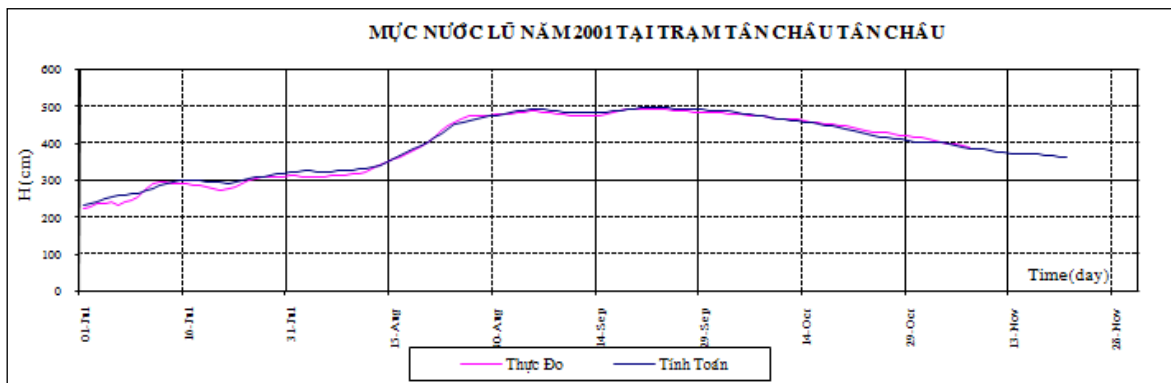
**Hình 1.7: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Hồng Ngự năm 2000**



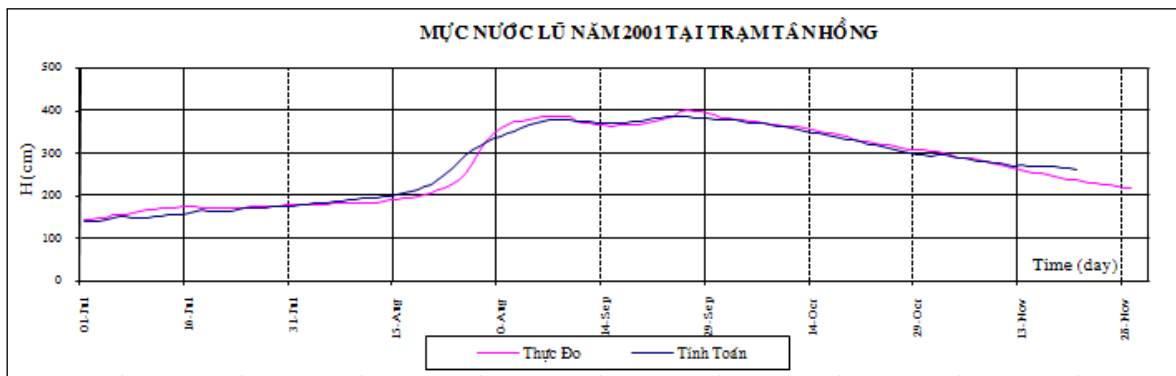
**Hình 1.8: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Hồng năm 2000**



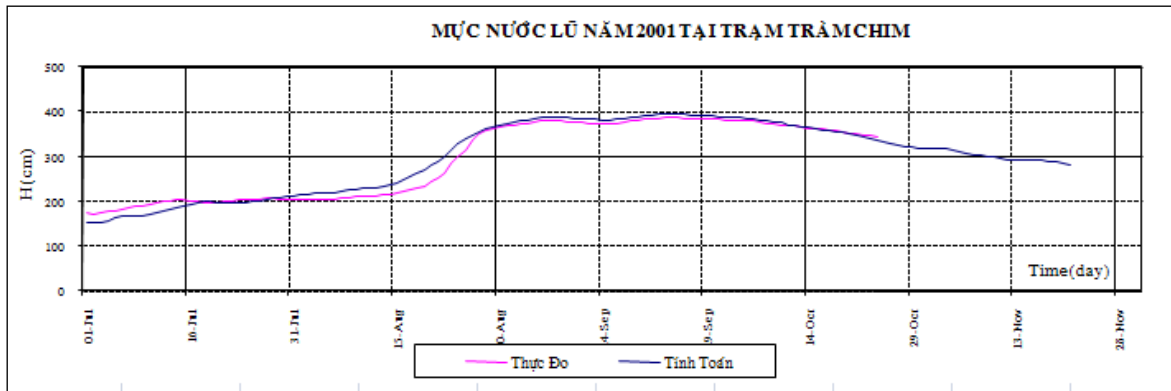
**Hình 1.9: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tràm Chim năm 2000**



**Hình 1.10: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Châu năm 2001**



**Hình 1.11: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tân Hồng năm 2001**



**Hình 1.12: Sơ đồ mực nước lũ tại trạm Tràm Chim năm 2001**

## **1.2. GIỚI THIỆU TỈNH ĐỒNG THÁP:**

### **1.2.1. Điều kiện tự nhiên:**

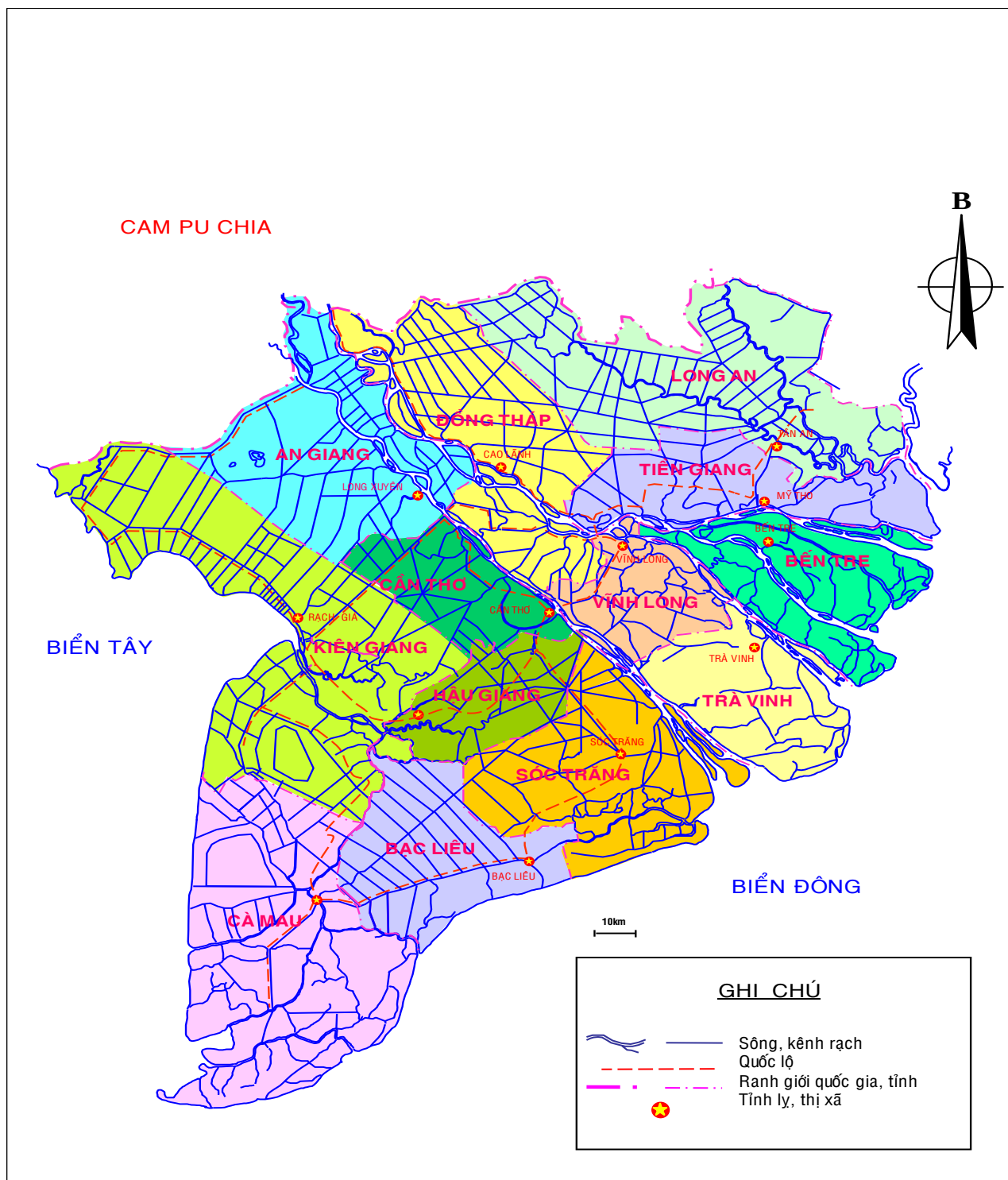
Đồng Tháp là một tỉnh đầu nguồn thuộc Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) có tọa độ địa lý:  $10^{\circ} 07' - 10^{\circ} 58'$  Vĩ độ Bắc,  $105^{\circ} 11' - 105^{\circ} 56'$  Kinh độ Đông.

- Phía Bắc giáp Campuchia, có chung đường biên giới dài khoảng 48 km.
- Phía Đông - Bắc giáp tỉnh Long An.
- Phía Đông - Nam giáp 2 tỉnh Tiền Giang và Vĩnh Long.
- Phía Tây và Tây Nam giáp 2 tỉnh An Giang và Cần Thơ.

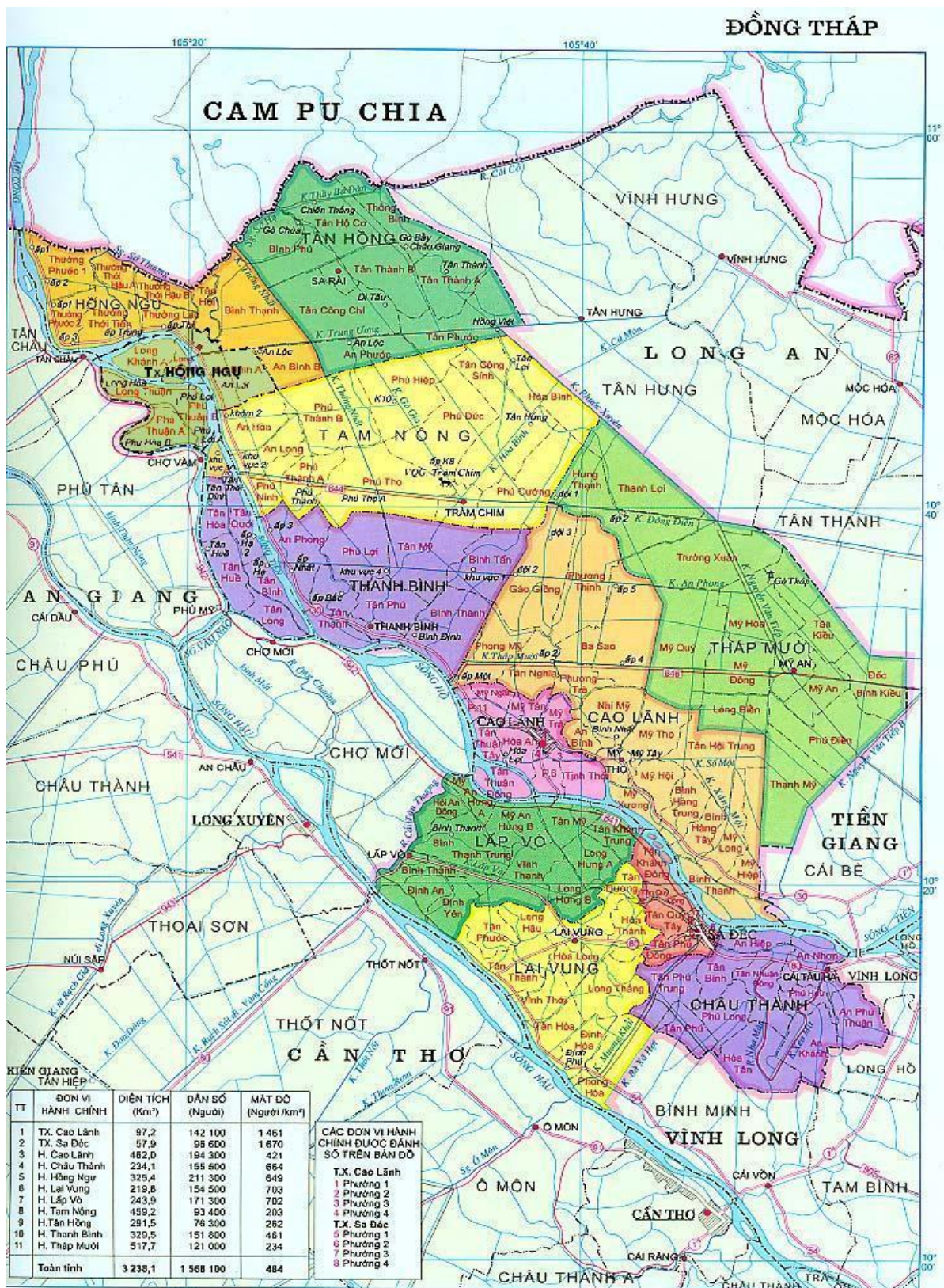
Diện tích tự nhiên toàn tỉnh 328.300 ha, sông Mekong với 2 nhánh sông Tiền và sông Hậu chia cắt tỉnh Đồng Tháp thành hai vùng lớn.

Tỉnh Đồng Tháp có 9 huyện gồm: Cao Lãnh, Châu Thành, Hồng Ngự, Lai Vung, Lấp Vò, Tam Nông, Tân Hồng, Thanh Bình, Tháp Mười. (Xem đặc trưng các đơn vị hành chính ở Bảng 1).

Do nằm ven sông lớn, Đồng Tháp có những cù lao (đất cồn) khá ổn định tồn tại dọc theo hai sông với tổng diện tích khoảng 27.000ha.



**Hình 1.13: Bản đồ vị trí tỉnh Đồng Tháp**



**Hình 1.14: Bản đồ hành chính tỉnh Đồng Tháp.**

Địa hình vùng ĐTM của tỉnh Đồng Tháp có hướng dốc Tây bắc - Đông nam, nghĩa là cao ở vùng biên giới và vùng ven sông Tiền thấp dần về phía trung tâm ĐTM.

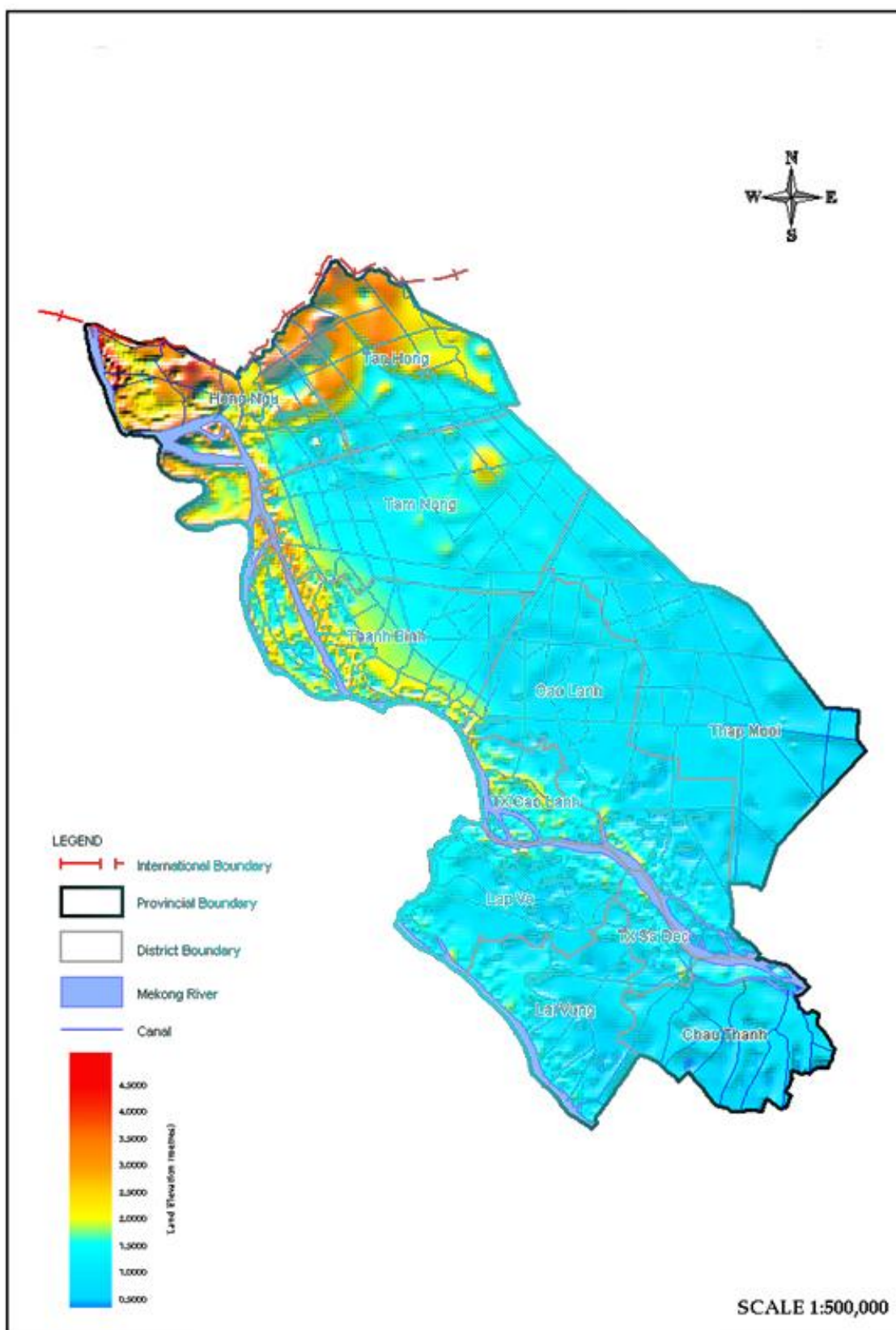
Theo bản đồ cây điểm 1/25.000 của Bộ Thủy Lợi thành lập năm 1984 theo hệ bình chuẩn cao độ Mũi Nai (chuyển sang Hệ Hòn dấu), vùng này có địa hình bằng phẳng, cao độ phổ biến từ 1,00 ÷ 2,00 mét, cao nhất 4,10 mét, thấp nhất 0,77 mét.

Vùng kẹp giữa hai sông có địa hình lòng máng, cao ở ven sông Tiền, sông Hậu thấp vào giữa. Cao độ phổ biến 0,90 ÷ 1,30 mét, cao nhất 1,67 mét, thấp nhất 0,67 mét.

Dạng địa mạo không có gì đặc biệt trừ một số dải gò, đồi vùng Sa Rài giáp biên giới Việt Nam - Campuchia và hệ thống kênh rạch, đường giao thông và các dân cư chia cắt khu vực thành nhiều ô, vùng nhỏ hơn.

**Bảng 1.1 Phân bố diện tích theo cao độ**

| TT | Cao độ (m) | Diện tích (ha) | Diện tích cộng dồn (ha) | Tỷ lệ(%) |
|----|------------|----------------|-------------------------|----------|
| 1  | 1,00-1,50  | 255.906        | 255.906                 | 75,84    |
| 2  | 1,50-2,00  | 27.927         | 283.833                 | 8,28     |
| 3  | 2,00-2,50  | 16.809         | 300.642                 | 4,98     |
| 4  | 2,50-3,00  | 5.080          | 305.722                 | 1,51     |
| 5  | 3,00-3,50  | 4.000          | 309.722                 | 1,19     |
| 6  | 3,50-4,00  | 1.162          | 310.884                 | 0,34     |
| 7  | > 4,00     | 158            | 311.042                 | 0,05     |
| 8  | Sông rạch  | 26.366         | 337.407                 | 7,81     |



**Hình 1.15: Bản đồ DEM tỉnh Đồng Tháp**

Tỉnh Đồng Tháp có hệ thống kênh rạch dày đặc bao gồm các sông rạch tự nhiên và hệ thống kênh đào.

### **Đặc điểm khí tượng**

Tỉnh Đồng Tháp nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, cận xích đạo, quanh năm nóng ẩm, lượng mưa phong phú, các yếu tố khí tượng có sự phân hóa theo mùa rõ rệt: Mùa mưa từ tháng V ÷ XI trùng với mùa gió mùa Tây - Nam. Mùa khô từ tháng XII ÷ IV năm sau trùng với mùa gió mùa Đông - Bắc. Đặc điểm của các yếu tố khí tượng thể hiện như sau:

#### **1) Nhiệt độ, nắng, bức xạ:**

Nhiệt độ trung bình năm khá cao khoảng  $27^{\circ}\text{C}$ , ổn định theo không gian và thời gian. Nhìn chung không có sự khác biệt so với những nơi khác ở ĐBSCL. Tháng IV có nhiệt độ trung bình cao nhất trong năm, tháng I thấp nhất. Nhiệt độ cao nhất ở Cao Lãnh  $37,2^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ thấp nhất  $15,8^{\circ}\text{C}$ . Trung bình mỗi năm ở Cao Lãnh có 2521 giờ nắng, bình quân 7 giờ/ngày. Vào mùa khô (XII ÷ IV) tại Cao Lãnh  $7,6 \div 9,1$  giờ/ngày. Các tháng mùa mưa số giờ nắng giảm, trung bình trong các tháng  $5,1 \div 7,0$  giờ/ngày, tháng IX ít nắng nhất chỉ có 147 giờ, tháng III nhiều giờ nắng nhất 282 giờ. Do nắng nóng quanh năm, năng lượng bức xạ trở nên dồi dào, lượng bức xạ tổng cộng trung bình đạt tới  $155 \text{ Kcal/cm}^2\text{-năm}$ .

#### **2) Độ ẩm:**

Độ ẩm không khí cao và ổn định, ít biến đổi qua các năm, tại Cao Lãnh trung bình là 83%, cao nhất 100%, thấp nhất 41%. Mùa ẩm từ tháng V ÷ XI, độ ẩm trung bình ở Cao Lãnh  $81 \div 87\%$ . Mùa khô từ tháng XII ÷ IV, độ ẩm trung bình ở Cao Lãnh  $78 \div 82\%$ .

#### **3) Bốc hơi:**

Lượng bốc hơi hàng năm khá cao và phân hóa rõ rệt theo mùa. Lượng bốc hơi trung bình năm đo bằng ống piche ở Cao Lãnh 1.165mm, bình quân 3,1mm/ngày. Theo không gian, lượng bốc hơi có khuynh hướng giảm dần từ phía Bắc xuống phía Nam.

Các tháng mùa khô có lượng bốc hơi lớn trung bình  $3,1 \div 4,6\text{mm/ngày}$ , các tháng mùa mưa có lượng bốc hơi nhỏ  $2,3 \div 3,3\text{mm/ngày}$ . Tháng III, IV có lượng bốc

hơi lớn nhất, tháng X có lượng bốc hơi nhỏ nhất. Tại Cao Lãnh lượng bốc hơi cao nhất tuyệt đối 7,6mm/ngày, thấp nhất 0,6 mm/ngày.

**Bảng 1.2: So sánh đặc trưng cơ bản khí hậu vùng nghiên cứu với tiêu chuẩn nhiệt đới**

| Đặc trưng khí hậu                        | Tiêu chuẩn nhiệt đới     | Vùng nghiên cứu           |
|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tổng nhiệt độ năm                        | 7500÷9500 <sup>0</sup> C | 9700÷10000 <sup>0</sup> C |
| Nhiệt độ trung bình năm                  | Trên 21 <sup>0</sup> C   | 26,5÷26,8 <sup>0</sup> C  |
| Số tháng có nhiệt độ < 20 <sup>0</sup> C | < 4 tháng                | Không có tháng nào        |
| Nhiệt độ tháng lạnh nhất                 | > 18 <sup>0</sup> C      | > 25 <sup>0</sup> C       |
| Biên độ nhiệt độ năm                     | 1÷6 <sup>0</sup> C       | 2,9÷3,4 <sup>0</sup> C    |
| Lượng mưa năm                            | 800÷1800 mm              | 1700÷2300 mm              |

#### **4) Gió - bão:**

Gió mùa Tây - Nam thịnh hành từ tháng V đến tháng XI, thổi từ vịnh Thái Lan vào mang nhiều hơi nước gây mưa. Gió mùa Đông - Bắc thịnh hành từ tháng XII ÷ I thổi từ lục địa nên khô và hanh. Tốc độ gió trung bình năm 1,0 ÷ 1,5m/s, trung bình lớn nhất 17m/s.

#### **5) Chế độ mưa:**

Chế độ mưa liên quan mật thiết với chế độ gió mùa. Trong năm hình thành 2 mùa khô ẩm tương phản sâu sắc: Mùa mưa từ tháng V ÷ XI trùng với mùa gió mùa Tây Nam. Mùa khô từ tháng XII ÷ IV trùng với mùa gió mùa Đông Bắc.

##### **a. Đặc điểm mưa năm, phân bố mưa theo mùa:**

Lượng mưa năm tương đối ổn định qua các năm, hầu hết biến đổi từ 1.100÷1.600mm. Lượng mưa trung bình năm tại Hồng Ngự 1.219 mm, Cao Lãnh 1.356mm, Hưng Thạnh 1.522mm, Sa Đéc 1.414mm, Thạnh Hưng 1.243mm, Hội An 1.130mm. Nói chung, lượng mưa giảm dần từ phía Tây - Nam lên phía Đông - Bắc.

Lượng mưa phân bố rất không đều trong năm, lượng mưa trong mùa mưa chiếm khoảng 80 ÷ 90% tổng lượng mưa năm, trong các tháng mùa mưa, lượng mưa bình quân tháng vượt quá 100mm, các tháng VIII, IX và X vượt quá 250mm, tạo ra sự úng ngập.

Lượng mưa mùa khô chủ yếu tập trung vào các tháng chuyển tiếp tháng (XII, IV) chiếm khoảng  $80 \div 90\%$  lượng mưa mùa khô, trung bình tháng  $15 \div 60\text{mm}$ .

**b. Lượng mưa ngày, mưa trận:**

Khu vực tỉnh Đồng Tháp nói chung, lượng mưa ngày không lớn, đa số  $< 50\text{mm}$ . Trung bình mỗi năm có khoảng  $3 \div 4$  ngày mưa lớn hơn  $50\text{mm}$ , số ngày mưa lớn  $100\text{mm}$  rất ít khi xảy ra, khoảng  $3 \div 5$  năm mới xảy ra 1 lần và thường xuất hiện vào tháng IX  $\div$  X, đôi khi xảy ra vào tháng VI.

Những trận mưa lớn kéo dài trong nhiều ngày rất ít khi xảy ra, thường mưa rào vào buổi chiều trong ngày. Nhóm mưa 1 - 3 - 5 ngày Max thường xuất hiện ngày đầu có lượng mưa lớn nhất, nhỏ dần vào các ngày tiếp theo.

**c. Số ngày mưa:**

Trung bình mỗi năm có khoảng  $108 \div 122$  ngày mưa, mùa mưa trung bình  $12 \div 20$  ngày mưa trong tháng, mùa khô trung bình  $3 \div 4$  ngày (tháng XII, IV), tháng I, II, III chỉ trên dưới 1 ngày. Tháng IX, X có số ngày mưa nhiều nhất,  $16 \div 20$  ngày. Tháng II có số ngày mưa ít nhất, dưới 1 ngày.

**d. Chế độ mưa và tình hình úng, hạn:**

Các tháng trong mùa mưa, mưa đều có khả năng gây úng, nhưng với mức độ khác nhau. Các năm đều có khả năng xảy ra mưa ngày lớn hơn  $50\text{mm}$ , mưa 3 ngày max lớn hơn  $75\text{mm}$ , mưa 5 ngày max lớn hơn  $100\text{mm}$ . Trong đó, khả năng xảy ra các đợt mưa úng vào tháng X là thường xuyên, tháng V  $\div$  VII ít khả năng xảy ra nhất. Đợt mưa úng thường kéo dài  $1 \div 5$  ngày, những đợt mưa kéo dài trên 5 ngày ít khi xảy ra.

Tuy lượng mưa lớn, nhưng phân bố không đều giữa các tháng trong mùa mưa, đó là yếu tố chính gây nên hạn trong mùa mưa. Vào các tháng đầu mùa mưa (tháng V  $\div$  VIII) thường có những đợt không mưa hoặc mưa nhỏ liên tục kéo dài hạn gây trong vụ Hè - Thu (*hạn Bà Chằng*). Tuy hạn không nghiêm trọng, nhưng ảnh hưởng đến năng suất cây trồng, nhất là các vùng xa nguồn nước ngọt.

### 1.2.2. Điều kiện kinh tế - xã hội:

- **Điều kiện dân sinh vùng lũ**

Theo đặc điểm chung của ĐBSCL, dân cư trong vùng phân bố theo 3 hình thái:

- Dạng tuyến: ở gần liền với canh tác trải dài theo các tuyến kênh rạch.
- Dạng cụm: là các điểm gặp nhau của các tuyến dân cư.
- Dạng A-B (*Nhà chính A, Nhà tạm B gần ruộng nhà mình, chỉ ở khi thu hoạch*): dạng bố trí theo mô hình truyền thống trước đây hiện nay gần như không còn

nữa do dân cư phân bố đồng đều hơn, điều kiện cơ sở hạ tầng đã được cải thiện đáng kể. Mô hình này mất đi chính là điểm nhấn cho sự phát triển ở tỉnh Đồng Tháp nói riêng và ĐBSCL nói chung.

- Ngoài ra, trong vùng nông thôn cũng hình thành dạng phân bố dân cư theo hình thái “làng nghề thủ công nghiệp”, nhiều nhất là các làng nghề gạch ngói-gốm, xay xát, chế biến nông sản thực phẩm...

Đối với các vùng ven sông còn hình thành một mô hình có sắc thái riêng, đó là mô hình ở kết hợp với vườn cây ăn trái, được gọi là làng vườn.

- **Điều kiện kinh tế**

Tỉnh Đồng Tháp là nơi sản xuất thuần nông từ lâu đời, nơi đây có tài nguyên thiên nhiên và điều kiện tự nhiên thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp có thể xếp vào loại thuận nhất cho sản xuất nông nghiệp ở ĐBSCL.

Nông nghiệp là ngành kinh tế chính, giữ vai trò quan trọng trong nền kinh tế của vùng. Theo thống kê của ngành nông nghiệp thì phần lớn đất đai trong vùng đã khai thác cho mục đích phát triển nông nghiệp. Năm 2008 diện tích đất nông nghiệp là 248.722 ha, chiếm 73,71% ĐTTN. Theo đó cho thấy trong vùng còn 33.364 ha chưa được sử dụng (9,88%). Trong đất nông nghiệp, đất cây hàng năm chiếm tỷ lệ 66,94%, đất cây lâu năm chiếm tỷ lệ 6,76%. Đất cây hàng năm chủ yếu là đất lúa và đất trồng màu và cây công nghiệp hàng năm. Kết quả trên cho thấy mức độ đa dạng hoá cây trồng chưa cao. So với năm 2005 thì diện tích đất nông nghiệp có tăng, chủ yếu tăng diện tích trồng lúa – màu, diện tích 1 vụ lúa giảm đáng kể, diện tích cây lâu năm (chủ yếu cây ăn quả) tăng nhiều.

**Bảng 1.3: Hiện trạng sử dụng đất (ha)**

| <b>Tổng diện tích</b>                       | <b>Năm 2008</b> | <b>Năm 2009</b> |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                             | <b>337.407</b>  |                 |
| I. Đất nông nghiệp                          | 248.722         |                 |
| Trong đó :                                  |                 |                 |
| 1. Cây hàng năm                             | 225.882         |                 |
| + Đất lúa                                   | 221.694         |                 |
| + Đất trồng màu và cây công nghiệp hàng năm | 4.188           |                 |
| 2. Đất trồng cây lâu năm                    | 22.840          |                 |
| + Cây công nghiệp lâu năm                   | 339             |                 |
| + Cây ăn quả                                | 22.501          |                 |
| II. Diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản  | 5.830           |                 |
| III. Đất dùng vào lâm nghiệp                | 8.975           |                 |
| + Rừng trồng                                | 8.975           |                 |
| IV. Đất chuyên dùng                         | 24.615          |                 |
| V. Đất khu dân cư                           | 15.901          |                 |
| VI. Đất chưa sử dụng                        | 33.364          |                 |

*Nguồn từ niên giám thống kê năm 2008.*

### **Thực trạng sản xuất của ngành trồng trọt**

Trồng trọt là ngành sản xuất chính, có vai trò quan trọng trong nông nghiệp, thực tế giá trị sản xuất trồng trọt luôn chiếm 78÷80% tổng giá trị sản xuất nông nghiệp và đóng góp 70÷75% thu nhập nông hộ. Một số loại cây trồng chiếm tỷ trọng lớn là: lúa, cây ăn quả, rau, khoai lang, đậu nành...

*Lúa-gạo:* Những năm qua cây lúa của Tỉnh phát triển ổn định, việc tăng vụ, thâm canh đã đạt gần tới mức giới hạn có thể. Năm 2008 là năm sản xuất lúa lớn nhất, tổng diện tích gieo trồng lúa cả năm đạt: 468.084 ha, sản lượng lúa đạt 2.720.248 tấn.

**Bảng 1.4: Diễn biến tình hình sản xuất lúa qua các năm**

| Năm  | Đông xuân      |                  | Hè thu         |                  | Thu đông       |                  | Lúa cả năm     |                  |
|------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|      | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) |
| 2006 | 205.573        | 1.343.470        | 197.914        | 902.195          | 50.490         | 158.759          | 453.977        | 2.404.824        |
| 2007 | 208.406        | 1.422.548        | 194.042        | 932.210          | 44.666         | 189.598          | 447.114        | 2.544.392        |
| 2008 | 207.957        | 1.453.935        | 196.308        | 1.032.394        | 63.819         | 233.919          | 468.084        | 2.720.248        |
| 2009 |                |                  |                |                  |                |                  |                |                  |

*\* Nguồn từ niên giám thống kê tỉnh Đồng Tháp, năm 2008.*

### **Thời vụ cây trồng:**

Lịch xuống giống trong tỉnh, vùng cao xuống giống trước, vùng trũng thấp xuống giống sau, đồng thời phụ thuộc vào chế độ nước rút sớm hay muộn. Do từng bước ngày càng chủ động bờ bao chống lũ nên nhiều khu vực có bờ bao khép kín đã chủ động bơm rút nước ra xuống giống sớm, tránh lũ hè thu có hiệu quả. Cơ bản lịch xuống giống như sau:

+ Cơ cấu 02 vụ:

| Vụ        | Thời gian gieo xạ | Thời gian thu hoạch |
|-----------|-------------------|---------------------|
| Đông xuân | 20/11 - 15/12     | 25/12 - 30/3        |
| Hè thu    | 05/3 - 31 /5      | 15/6 - 20 / 8       |

+ Cơ cấu 03 vụ:

| Vụ        | Thời gian gieo xạ | Thời gian thu hoạch |
|-----------|-------------------|---------------------|
| Đông xuân | 05/11 - 20/11     | 15/12 - 01/3        |
| Hè thu    | 25/2 - 05 /3      | 31/5 - 10 / 6       |
| Thu đông  | 05/6 - 15 / 6     | 10/9 - 25 /9        |

### **Một số loại cây trồng khác:**

- *Bắp*: Diện tích gieo trồng: 5.154 ha, sản lượng: 38.418 tấn; được trồng nhiều tại các huyện Thanh Bình, Hồng Ngự và Lấp Vò.

- *Khoai lang*: Diện tích gieo trồng: 490 ha, sản lượng: 11.591 tấn.

- *Rau*: Diện tích gieo trồng năm 2007 đạt: 9.458 ha, sản lượng: 159.140 tấn/năm.

- *Đậu nành*: Diện tích gieo trồng: 6.155 ha, sản lượng: 13.452ha; tập trung chủ yếu ở tp. Cao Lãnh, huyện Cao Lãnh và và huyện Lấp Vò.

- *Các cây trồng ngắn ngày khác*: Gồm có đậu đỗ, khoai mỳ, đậu phộng, mè côi,... nhưng diện tích không đáng kể.

- *Cây ăn quả*: Cây ăn quả ở vùng dự án khá nổi tiếng, nhất là cây có múi như: cam sành Tam Bình, quýt hồng Lai Vung,...

Trong các năm 2005-2008, vườn tạp đã được chú trọng cải tạo thành vườn chuyên canh, đầu tư chăm sóc khá tốt nên lợi nhuận gấp 5÷10 lần lúa.

Tóm lại, ngoài cây lúa, cây ăn quả là thế mạnh của tỉnh, các loại cây đặc sản: cam, quýt, bưởi, xoài, có giá trị từ: 50-150 triệu đồng/ha, lợi nhuận cao gấp 5÷10 lần lúa.

**Bảng 1.5: Diễn biến tình hình sản xuất cây trồng màu qua các năm**

| Năm  | Ngô            |                  | Khoai lang     |                  | Rau, đậu các loại |                  | Cây CN hàng năm |                  |
|------|----------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|
|      | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha) | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha)    | S.lượng<br>(tấn) | D.tích<br>(ha)  | S.lượng<br>(tấn) |
| 2006 | 4.989          | 36.141           | 656            | 12.398           | 9.976             | 151.682          | 9.853           | 31.201           |
| 2007 | 4.527          | 32.436           | 739            | 15.795           | 11.735            | 190.200          | 10.770          | 34.073           |
| 2008 | 5.154          | 38.415           | 490            | 11.591           | 9.458             | 159.140          | 9.231           | 33.177           |

\* Nguồn từ niên giám thống kê tỉnh Đồng Tháp, năm 2008.

*Cây công nghiệp lâu năm*: Trong tỉnh có 339 ha dừa, trong đó, các huyện Tam Nông: 37,5 ha, Cao Lãnh: 65ha, Lấp Vò 49 ha,... Tổng sản lượng dừa: 1.815 tấn. Diện tích cây dừa đã và đang bị bọ dừa gây hại, nông dân ít chăm sóc nên năng suất thấp và hiệu quả kinh tế rất kém.

### 1.2.3. Đặc điểm lũ lụt và thiệt hại lũ:

Đặc điểm thủy văn mùa lũ

a. Chế độ thủy văn mùa lũ trên sông chính

Sông Mekong có tổng lượng nước hàng năm khoảng 475÷500 tỷ m<sup>3</sup>, trong đó tổng lượng nước các tháng mùa lũ (VI÷XI) chiếm gần 90%. Tam giác châu thổ sông Mekong có đỉnh tại Kratie khi sông bắt đầu phân nhánh, nhưng đến Kongpongcham nước lũ sông Mekong mới chảy vào vùng đồng bằng thấp gây ra ngập lụt hàng năm.

**Bảng 1.6: Các đặc điểm của lưu vực Mêkong**

| Đặc trưng                             | Bruma | Campuchia | Lao   | Thailan | Việt Nam | Vân Nam | Tổng   |
|---------------------------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|---------|--------|
| F lưu vực (103km <sup>3</sup> )       | 24    | 155       | 202   | 184     | 65       | 165     | 795    |
| Tỷ lệ (%)                             | 2     | 20        | 25    | 23      | 8        | 21      | 100    |
| Dòng chảy năm %                       | 2     | 18        | 35    | 18      | 11       | 16      | 100    |
| Thảm thực vật %                       | 47    | 49        | 47    | 26      | 27       |         |        |
| Đất nông nghiệp (103km <sup>3</sup> ) | 95,7  | 29,1      | 8,9   | 190     | 56,9     | 933     |        |
| Đất NN có tưới (%)                    |       | 15        | 20    | 20      | 45       |         |        |
| Tiềm năng T.Điện (MW)                 | 300   | 2200      | 13200 | 1000    | 2000     | 13000   | 31.500 |

**Bảng 1.7: Lưu lượng trung bình tại Pakse và Kratie (m<sup>3</sup>/s)**

| Trạm     | Pakse (1923-1989)     |         | Pakse (1990-2000)     |         | Kratie (1924-1989)    |         | Kratie (1990-2000)    |         |
|----------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
|          | Q (m <sup>3</sup> /s) | Tỷ lệ % | Q (m <sup>3</sup> /s) | Tỷ lệ % | Q (m <sup>3</sup> /s) | Tỷ lệ % | Q (m <sup>3</sup> /s) | Tỷ lệ % |
| I        | 2.837                 | 2,55    | 2.638                 | 2,27    | 3.619                 | 2,20    | 3.627                 | 2,47    |
| II       | 2.158                 | 1,94    | 2.078                 | 1,79    | 2.685                 | 1,36    | 3.858                 | 1,95    |
| III      | 1.790                 | 1,61    | 1.852                 | 1,60    | 2.206                 | 1,34    | 2.546                 | 1,73    |
| IV       | 1.734                 | 1,56    | 1.950                 | 1,68    | 2.135                 | 1,30    | 2.664                 | 1,81    |
| V        | 2.803                 | 2,52    | 3.253                 | 2,80    | 3.568                 | 2,17    | 4.190                 | 2,85    |
| VI       | 6.905                 | 6,20    | 8.347                 | 7,19    | 11.360                | 6,91    | 10.483                | 7,14    |
| VII      | 8.983                 | 8,06    | 18.323                | 15,79   | 22.998                | 13,98   | 23.014                | 15,67   |
| VIII     | 27.173                | 24,39   | 25.725                | 22,17   | 36.318                | 22,08   | 32.311                | 22,01   |
| IX       | 27.509                | 24,69   | 25.833                | 22,27   | 38.212                | 23,23   | 32.446                | 22,10   |
| X        | 16.793                | 15,07   | 14.565                | 12,55   | 23.766                | 14,45   | 18.293                | 12,46   |
| XI       | 8.328                 | 7,48    | 7.444                 | 6,42    | 11.676                | 7,10    | 9.350                 | 6,37    |
| XII      | 4.393                 | 3,94    | 4.017                 | 3,46    | 5.957                 | 3,62    | 5.045                 | 3,44    |
| Tr. Bình | 9.284                 | 100     | 9.669                 | 100     | 13.708                | 100     | 12236                 | 100     |

Diễn biến lũ trong các vùng ngập ở ĐBSCL nói chung, tỉnh Đồng Tháp nói riêng phụ thuộc vào đỉnh lũ, lượng lũ, dạng lũ (tức độ cao, thời gian xảy ra đỉnh lũ và thời gian duy trì lũ theo các cấp mực nước), phụ thuộc vào khả năng đưa lũ vào nội đồng và khả năng thoát lũ, phụ thuộc vào thủy triều và mưa nội đồng.

Từ tháng VII ÷ XI hàng năm, lũ trên sông Tiền, sông Hậu được hình thành do mưa ở thượng nguồn sông Mekong và mưa khu vực gây ra. So với thượng nguồn, lũ ở đây thường chậm hơn 1 tháng, và kết thúc trễ hơn 1 tháng. Lưu lượng lớn nhất trên sông Tiền tại Mỹ Thuận khoảng  $16.000 \div 18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , trên sông Hậu tại Cần Thơ  $21.000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Lũ hiền hòa, mực nước lũ tại Tân Châu khoảng  $3,50 \div 4,50 \text{ m}$ . Cường suất lũ nhỏ, thường  $5 \div 10 \text{ cm/ngày}$  (tại các vị trí thuộc phía Bắc kênh Hồng Ngự).

Lũ được hình thành từ thượng nguồn, mưa lớn ở thượng nguồn tạo thành dòng chảy và đổ xuống sông Mekong, chảy tràn vào ĐBSCL. Mặt khác, kết hợp với mưa tại chỗ lớn sẽ gây nên lũ lớn và thường xuyên ở Đồng Tháp nói riêng và ĐBSCL nói chung, mùa lũ thường bắt đầu từ tháng VII và kết thúc vào tháng XI.

Đến tháng VIII, khi mực nước Tân Châu đạt  $3,0 \div 3,5 \text{ m}$ , lưu lượng vào các kênh tăng nhanh và bắt đầu tràn bờ. Lúc này ngoài lũ trên sông chính còn lũ tràn dọc theo tuyến biên giới Việt Nam - Campuchia vào vùng ĐTM.

Vượt khỏi biên giới Việt Nam - Campuchia, sông Tiền phân lũ qua sông Hậu bởi kênh Tân Châu - Châu Đốc, tuy kênh này đang ngày càng mở rộng, nhưng lưu lượng lũ sông Tiền ở Tân Châu vẫn chiếm khoảng  $80 \div 84\%$  tổng lưu lượng của hai sông. Ở đỉnh lũ tỷ lệ này còn  $73 \div 75\%$ .

Khả năng tải nước của sông Tiền trong những năm gần đây dường như bị giảm sút. So với 30 ÷ 40 năm trước đây, lưu lượng sông Tiền chảy qua Tân Châu hiện nay ở mực nước khoảng 5m, giảm đi từ  $4.000 \div 5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Điều gì đã gây nên tác động đó, phải chăng là hệ thống kênh đào từ biên giới vào nội đồng làm cho việc thoát lũ qua các vùng ngập TGLX và ĐTM tăng thêm. Phải chăng là do việc khai thác các bãi bồi và việc đổi dòng sông Tiền, nhất là ở Cù lao Long Phú Thuận. Đây là một vấn đề rất lớn cần được làm rõ trước khi có những biện pháp tác động mạnh vào vùng ngập lụt.

**Bảng 1.8: Mức nước và lưu lượng lớn nhất ở Tân Châu và Châu Đốc**

| NĂM  | TÂN CHÂU |                         | CHÂU ĐỐC |                         |
|------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|
|      | Hmax(m)  | Qmax(m <sup>3</sup> /s) | Hmax(m)  | Qmax(m <sup>3</sup> /s) |
| 1996 | 487      | 23.600                  | 454      | 8.150                   |
| 2000 | 506      | 25.500                  | 490      | 7.660                   |
| 2001 | 478      | 23.800                  | 448      | 7.160                   |
| 2002 | 482      | 24.500                  | 442      | 6.950                   |
| 2003 | 406      | 18.600                  | 350      | 5.270                   |
| 2004 | 441      | 21.300                  | 401      | 6.500                   |
| 2005 | 435      | 21.500                  | 390      | 6.570                   |
| 2006 | 417      | 20.670                  | 371      | 6.350                   |
| 2007 | 408      | 21.900                  | 356      | 6.560                   |

Lưu lượng đỉnh lũ, dạng lũ, tổng lượng lũ và thủy triều là hai yếu tố chính ảnh hưởng đến diễn biến nước lũ dọc sông Tiền và sông Hậu.

**Bảng 1.9: Thời gian duy trì lũ theo các cấp mực nước (ngày)**

| CẤP MỨC NƯỚC | TÂN CHÂU<br>(Cao trình mặt đất 170cm) |      |      |      |      |      | HƯNG THẠNH<br>(Cao trình mặt đất 110cm) |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|
|              | NĂM                                   |      |      |      |      |      | NĂM                                     |      |      |      |      |      |
|              | 1961                                  | 1966 | 1968 | 1969 | 2000 | 2004 | 1961                                    | 1966 | 1968 | 1969 | 2000 | 2004 |
| > 350cm      | 90                                    | 84   | 95   | 90   | 137  | 55   | 75                                      | 60   | 75   | 59   | 6    | 0    |
| > 400cm      | 80                                    | 63   | 75   | 71   | 126  | 25   | 63                                      | 46   | 56   | 21   | 0    | 0    |
| > 450cm      | 52                                    | 40   | 60   | 34   | 100  | 0    | 36                                      | 22   | 1    | 0    | 0    | 0    |

b. Diễn biến lũ đoạn sông Hậu từ Long Xuyên đến Cần Thơ

Vượt quá Tân Châu khoảng  $20 \div 30\text{km}$  một lần nữa sông Tiền lại nối với sông Hậu qua sông Vàm Nao. Lưu lượng qua sông này khá lớn, gần tương đương với lưu lượng sông Hậu ở Châu Đốc.

Khả năng tải nước của sông Hậu qua tài liệu đo đạc từ 1961 - 1965 và từ 1996 - 2007 không thấy thay đổi nhiều. Hình như sau khi đường Tân Châu - Châu Đốc được đắp cao và cống Phú Vĩnh hoàn thành thì lưu lượng qua Châu Đốc lớn hơn một ít.

c. Diễn biến lũ đoạn sông Tiền từ Hồng Ngự tới Mỹ Tho

Ở bờ trái sông Tiền là vùng ĐTM, đã được đầu tư phát triển trên hai thập kỷ vừa qua. Các hệ thống thủy lợi và giao thông phát triển trong nhiều năm làm cho đặc điểm thủy văn mùa lũ ở vùng này cũng biến đổi rất mạnh.

Từ biên giới Việt Nam - Campuchia đến Sa Đéc và Cái Tàu Thượng, xu thế chung là mực nước sông Tiền luôn cao hơn mực nước sông Hậu, nên nước lũ sông Tiền theo các kênh rạch và các bờ thấp chảy sang sông Hậu. Lưu lượng này và lưu lượng phân qua Vàm Nao đã đưa tỷ lệ giữa sông Tiền và sông Hậu trong mùa lũ ở biên giới là 80% và 20% xuống Mỹ Thuận và Cần Thơ xấp xỉ nhau.

d. Lũ tràn biên giới vào Đồng Tháp Mười

Nước lũ chảy vào ĐTM theo 2 hướng: (a) từ vùng ngập lụt Campuchia qua kênh Sở Ha - Cái Cỏ chiếm  $75 \div 80\%$  (gọi là lũ tràn) và (b) từ sông Tiền theo các kênh Tân Thành - Lò Gạch, Hồng Ngự, Mương lớn, An Bình chiếm  $24 \div 25\%$  tổng lượng nước lũ vào ĐTM.

Nước lũ từ ĐTM chủ yếu thoát ra sông Tiền qua Quốc lộ 30 từ Thành Bình đến An Hữu và qua Quốc lộ 1 từ Cổ Cò đi Long Định, một phần được thoát ra 2 sông Vàm Cỏ.

1. Diễn biến lũ

a). Mực nước lũ: Cuối tháng VIII và đầu tháng IX, mực nước Tân Châu ngày càng dâng cao (trên mức 3m), dòng tràn qua biên giới xuất hiện, dòng chảy trên sông Trabeek đã mạnh và đẩy vào ĐTM. Càng xa sông Tiền thời gian lũ lên càng chậm lại. Mực nước trên sông VCT tại Mộc Hóa vào cuối tháng VIII vẫn còn ở mức thấp hơn sông Tiền tại Tân Châu từ  $2,5 \div 3,2\text{m}$  (lũ 1984 ngày 31/VIII ở Tân Châu là 4,59m) và Mộc Hóa (1,34m), lũ 1996 ngày 31/VII tại Tân Châu (3,56m), Mộc Hóa (0,89m).

Cuối tháng IX hoặc đầu tháng X, với những năm lũ trung bình và lớn thì lượng lũ tràn qua biên giới vào ĐTM chiếm ưu thế. Kết quả thực đo lũ năm 1996, cho thấy, khu vực phía Bắc kênh Tân Thành - Lò Gạch từ rạch Cái Cái trở về sông Tiền mực nước đều cao hơn Tân Châu (mực nước ngày 30/IX trong đồng là 5,03 đến 5,10m, Tân Châu 4,85m). Nước lũ từ sông Tiền theo rạch Sở Thượng, có xu hướng đổ vào ĐTM, nhưng phía ĐTM đã "no nước" nên một lượng nước khá lớn chảy ra sông Tiền qua rạch Hồng Ngự. Mực nước lũ dâng nhanh tràn mạnh từ biên giới vào gập lộ Hồng Ngự - Tân Hồng, nước thoát qua các cầu dưới lộ này.

Cuối tháng X và đầu tháng XI, nước lũ tiêu mạnh về phía sông Tiền, nhất là đoạn Cao Lãnh - Cỏ Cò, một phần đáng kể được tiêu về phía hai sông Vàm Cỏ qua kênh Hai Tám, Sông Trăng và các cửa từ Vĩnh Hưng đến Tuyên Nhơn.

Thời gian truyền đỉnh lũ trong nội đồng từ phía Bắc xuống phía Nam khoảng 12 đến 15 ngày (Tân Hồng 3/X đến Mỹ An 11/X, Mỹ Trung 15/X, Mỹ Phước 16/X và Mỹ Phước Tây 17 ÷ 18/X). Vùng Nam Quốc lộ 1 do ảnh hưởng mạnh của thủy triều nên thời gian đạt đỉnh lũ cao nhất lại vào những ngày cuối tháng X (ngày 30/X đến 1,2/XI). Thời gian mà nước lũ năm 1996 tràn Quốc lộ 1 chính là lúc nước lũ gặp thời kỳ triều cường và kéo dài thời gian ảnh hưởng lũ gần 1 tháng.

Xu thế chung, mực nước trong nội đồng cao hay thấp tương ứng với mực nước của sông chính, có nghĩa là năm nào lũ sông lớn thì mực nước trong đồng cũng lớn. Điều này khẳng định lũ trong nội đồng là do lũ sông Mekong quyết định, song trong thời gian gần đây mực nước trong nội đồng gia tăng đáng kể nhưng ngoài sông sự gia tăng không nhiều.

Sơ bộ đánh giá rằng: lượng nước tràn qua biên giới ngày càng nhiều hơn, hệ thống kênh mương nội đồng thông thoáng dẫn lũ vào nhiều hơn, các đường giao thông, cơ sở hạ tầng phát triển gây nên hiện tượng dâng cao mực nước nội đồng.

b). Lưu lượng lũ: Trong các năm lũ lớn 1978, 1991, 1994, 1996 và năm 2000 có nhiều cơ quan đơn vị tổ chức đo lưu lượng tràn vào vùng Đồng Tháp Mười và Tứ Giác Long Xuyên. Nhưng do các tuyến chảy tràn khá phức tạp, do tốc độ qua các cầu gần biên giới khá lớn, do có nhiều đơn vị chịu trách nhiệm đo đạc, do sử dụng các phương pháp đo đạc khác nhau, nên cho đến nay rất khó đánh giá độ chính xác của các số liệu.

**Bảng 1.10: Lưu lượng bình quân ngày lớn nhất tràn vào vùng ĐTM (m3/s)**

| HẠNG MỤC              | NĂM    |        |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       | 1961   | 1991   | 1994   | 1996   | 2000   |
| ΣQ SVAYRIENG-PNOMPENH | 42.600 | 40.120 | 39.220 | 42.100 |        |
| Q TÂN CHÂU            | 28.800 | 23.400 | 22.500 | 22.600 | 25.500 |
| ΣQTRÀN                | 5.000  |        | 5.600  | 8.500  | 9.690  |

e. Diễn biến lũ trong nội đồng vùng Đồng Tháp Mười.

Nguyên nhân ngập lũ ở vùng ĐTM là do nước lũ sông Mekong, thủy triều ở Biển Đông, mưa ở nội đồng, địa hình, địa mạo, mạng lưới sông ngòi kênh rạch, các đường giao thông và các tác động khác của con người.

Mức độ ngập lũ ở ĐTM tùy theo không gian và thời gian trong mùa lũ. Độ ngập sâu giảm dần theo hướng Tây bắc - Đông nam. Đối với từng năm lũ lớn độ duy trì cấp mực nước khác nhau, thời gian duy trì cấp mực nước cũng khác nhau.

Ngay từ cuối tháng VII, đầu tháng VIII hàng năm, trong khi mực nước tại Tân Châu còn ở mức 3,00m và nếu gặp thời kỳ triều cường, nước lũ bị dồn ứ và gây ngập ở những nơi gần sông và các lòng lạch đã đầy ắp nước (chân triều đã bị dâng cao) các đầm địa, khu trũng đã bị ngập nước. Diễn hình như trận lũ 1978, 1984. Nhìn chung, dòng chảy theo hướng Tây - Đông qua các kênh Sở Hạ - Long Khốt, Tân Thành - Lò Gạch, Hồng Ngự, Đồng Tiến chuyển nước vào trong nội đồng ĐTM và tiêu ra phía sông VCT. Thời kỳ đầu lũ này là thời gian tiêu nước chưa thuận lợi nhất.

Trước đây, hàng năm khi mực nước sông Tiền bắt đầu dâng cao thì nước lũ theo các kênh rạch chủ yếu là hướng Tây - Đông vào ĐTM. Đầu tháng VII, VIII lúc mực nước ở Tân Châu lên đến 3,00m, nước lũ bắt đầu tràn bờ trái rạch Sở Hạ và đến mức lũ cao dòng tràn này kìm hãm dòng chảy theo hướng Tây - Đông. Nước lũ vào ĐTM được thoát theo hai hướng:

(1) Hướng Nam trở lại sông Tiền đoạn từ Thành Bình (đầu Rạch Đốc Vàng Thượng) đến Mỹ Tho.

(2) Hướng Đông chảy về sông Vàm Cỏ Tây, Vàm Cỏ Đông đổ ra Biển Đông qua cửa Soài Rạp.

Những năm gần đây, khi mực nước lũ sông Tiền bắt đầu dâng cao thì nước lũ qua các hệ thống kênh rạch tràn vào ĐTM theo hai hướng Tây và Bắc. Ở hướng Tây nước lũ theo các kênh có hướng Tây - Đông chảy vào đồng. Ở hướng Bắc trên bờ kênh Sở Hạ, nước lũ không phải bắt đầu tràn khi mực nước Tân Châu lên 2,50m như trước đây, mà nước lũ theo các kênh từ biên giới đổ vào đồng ngay khi mực nước bắt đầu lên. Điều đó làm cho mực nước ở nội đồng vùng ĐTM các tháng VII, VIII dâng cao hơn, như mực nước bình quân tháng VII, VIII các năm 1991÷1994, ở Mộc Hóa cao hơn các năm 1984 ÷ 1985 là  $0,25 \div 0,35\text{m}$ . Mặc dầu mực nước bình quân các tháng VII, VIII ở Tân Châu các năm 1991÷1994 đều thấp hơn các năm 1984 ÷ 1985 khoảng  $0,35 \div 0,40\text{m}$ .

Khả năng tiêu thoát nước lũ của từng kênh trục có khác nhau, song hướng chuyển lũ ra phía Tây và phía Nam mạnh hơn sang phía Đông. Tổng lưu lượng thoát về phía Tây (qua Quốc lộ 30): 2.158m<sup>3</sup>/s, khoảng 9,3 tỉ m<sup>3</sup> nước, qua Quốc lộ 1 ở phía Nam 2.157m<sup>3</sup>/s khoảng 10,8 tỉ m<sup>3</sup>. Lưu lượng thoát về phía Tây (qua Tân An) 1.700m<sup>3</sup>/s, khoảng 10,2 tỉ m<sup>3</sup> nước. Các cửa Cần Lố, Thông Lưu, Cổ Cò là những cửa thoát lũ lớn nhất ở phía Nam, nhưng càng dịch về phía Đông khả năng thoát càng kém đi (theo tài liệu đo lũ năm 1996).

Các kênh nối sông Tiền với sông VCT theo hướng Tây - Đông như Đồng Tiền - Lagrange, Nguyễn Văn Tiếp A, An Phong - Mỹ Hòa tiêu thoát kém hơn, vì nó phụ thuộc vào khả năng tiêu thoát lũ của sông VCT.

**Bảng 1.11: Mực nước và thời gian xuất hiện đỉnh lũ một số trạm nội đồng**

| Năm  | Hồng Ngự | Tràm Chim | Mỹ An | H.Thạnh     | Mộc Hoá     |
|------|----------|-----------|-------|-------------|-------------|
| 2000 | -        | -         | -     | 354 (24/IX) | 327 (25/IX) |
| 2001 | -        | -         | -     | 322 (28/IX) | 287 (28/IX) |
| 2002 | -        | -         | -     | 328 (07/X)  | 289 (08/X)  |
| 2003 | -        | -         | -     | 211 (17/X)  | 176 (21/X)  |
| 2004 | -        | -         | -     | 270 (05/X)  | 232 (06/X)  |
| 2005 | -        | -         | -     | 258 (04/X)  | 239 (04/X)  |
| 2006 | -        | -         | -     | 254 (28/X)  | 217 (28/X)  |
| 2007 | -        | -         | -     | 235 (31/X)  | 199 (31/X)  |

**Bảng 1. 12: Thời gian (ngày) duy trì cấp mực nước lũ (cm) vùng ĐTM**

| Trạm  | Tân Châu |      |      | Hưng Thạnh |      |      | Mộc Hóa |      |      | Kiên Bình |      |      |
|-------|----------|------|------|------------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| M.đất | 170 cm   |      |      | 110 cm     |      |      | 95 cm   |      |      | 70 cm     |      |      |
| Năm   | 1998     | 2000 | 2004 | 1998       | 2000 | 2004 | 1998    | 2000 | 2004 | 1998      | 2000 | 2004 |
| H>70  |          |      |      |            |      |      |         |      |      | 96        | 159  | 105  |
| H>95  |          |      |      |            |      |      | 64      | 152  | 94   | 21        | 134  | 67   |
| H>100 |          |      |      |            |      |      | 52      | 149  | 91   | 12        | 128  | 63   |
| H>110 |          |      |      | 80         | 180  | 109  | 25      | 142  | 73   | 5         | 120  | 49   |
| H>150 |          |      |      | 0          | 135  | 71   | 0       | 115  | 49   | 0         | 78   | 27   |
| H>170 | 100      | 212  | 143  |            | 119  | 54   |         | 98   | 41   |           | 61   | 9    |
| H>200 | 94       | 184  | 119  |            | 108  | 43   |         | 70   | 27   |           | 53   | 0    |
| H>250 | 35       | 158  | 97   |            | 63   | 21   |         | 48   | 0    |           | 15   |      |
| H>300 | 0        | 148  | 74   |            | 33   | 0    |         | 15   |      |           | 0    |      |
| H>350 |          | 137  | 55   |            | 6    |      |         | 0    |      |           |      |      |
| H>400 |          | 126  | 25   |            | 0    |      |         |      |      |           |      |      |
| H>450 |          | 100  | 0    |            |      |      |         |      |      |           |      |      |

**Bảng 1.13: Mức nước bình quân tháng qua các thời đoạn (Đơn vị: m)**

| Trạm       | T.đoạn | Tháng |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            |        | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Tân Châu   | 90-97  | 1,12  | 0,74 | 0,50 | 0,37 | 0,35 | 0,75 | 1,69 | 2,92 | 3,71 | 3,80 | 2,78 | 1,73 |
|            | 00-07  | 1,27  | 0,89 | 0,67 | 0,50 | 0,56 | 1,09 | 2,03 | 3,19 | 4,03 | 3,97 | 2,85 | 1,81 |
|            | C.Lệch | 0,15  | 0,15 | 0,17 | 0,13 | 0,21 | 0,34 | 0,34 | 0,27 | 0,32 | 0,18 | 0,06 | 0,08 |
| Hưng Thạnh | 90-97  | 0,67  | 0,42 | 0,32 | 0,19 | 0,18 | 0,31 | 0,69 | 1,11 | 1,85 | 2,24 | 1,74 | 1,09 |
|            | 00-07  | 0,85  | 0,62 | 0,50 | 0,36 | 0,38 | 0,52 | 0,82 | 1,26 | 2,19 | 2,50 | 1,89 | 1,21 |
|            | C.Lệch | 0,18  | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,21 | 0,20 | 0,13 | 0,15 | 0,34 | 0,26 | 0,15 | 0,12 |
| Hồng Ngự   |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Tràm Chim  |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mỹ An      |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sa Đéc     |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

**Bảng 1.14: Lưu lượng bình quân tháng (1996-2007)**

| Tháng | Tân Châu |           | Châu Đốc |           | Vàm Nao  |           | TC+CD    |
|-------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|       | Q (m3/s) | Tỷ lệ (%) | Q (m3/s) | Tỷ lệ (%) | Q (m3/s) | Tỷ lệ (%) | Q (m3/s) |
| I     | 6.335    | 82,2      | 1.373    | 17,8      | 2.503    | 39,5      | 7.708    |
| II    | 4.110    | 84,1      | 778      | 15,9      | 1.615    | 39,3      | 4.889    |
| III   | 2.563    | 84,1      | 485      | 15,9      | 1.072    | 41,8      | 3.048    |
| IV    | 2.174    | 83,9      | 417      | 16,1      | 893      | 41,1      | 2.590    |
| V     | 3.249    | 83,7      | 633      | 16,3      | 1.287    | 39,6      | 3.882    |
| VI    | 6.954    | 83,3      | 1.397    | 16,7      | 2.637    | 37,9      | 8.351    |
| VII   | 12.389   | 81,3      | 2.846    | 18,7      | 4.824    | 38,9      | 15.235   |
| VIII  | 18.449   | 79,3      | 4.820    | 20,7      | 7.102    | 38,5      | 23.269   |
| IX    | 20.142   | 77,5      | 5.850    | 22,5      | 8.355    | 41,5      | 25.991   |
| X     | 19.214   | 76,8      | 5.796    | 23,2      | 7.773    | 40,5      | 25.010   |
| XI    | 15.093   | 78,5      | 4.139    | 21,5      | 5.852    | 38,8      | 19.232   |
| XII   | 10.225   | 80,3      | 2.511    | 19,7      | 3.956    | 38,7      | 12.736   |

**Bảng 1.15: Lưu lượng bình quân ngày lớn nhất (m3/s) một số năm**

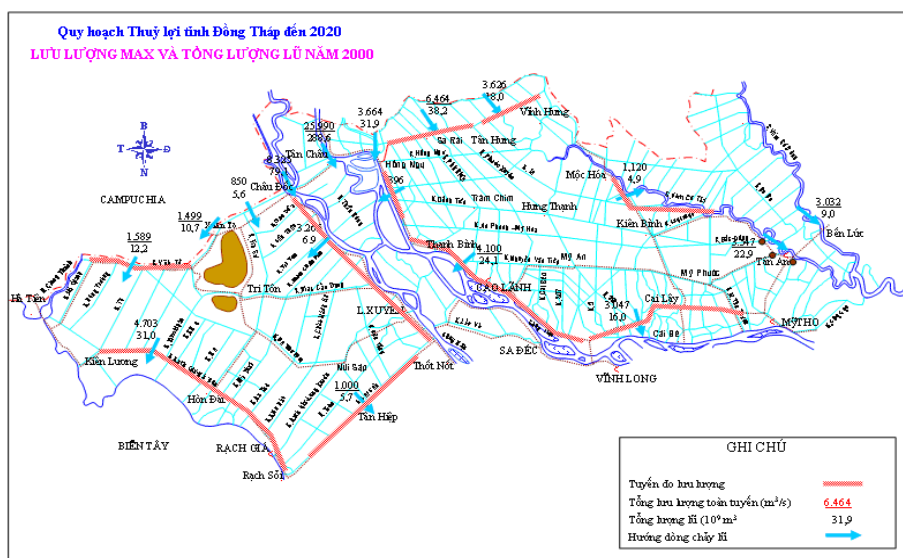
| Năm  | Sông Hậu (Châu Đốc) |          | Sông Tiền (Tân Châu) |          | Tràn vào ĐTM   |
|------|---------------------|----------|----------------------|----------|----------------|
|      | H (cm)              | Q (m3/s) | H (cm)               | Q (m3/s) | Q (m3/s)       |
| 1991 | 430                 | 7.590    | 480                  | 24.300   | 6.200 – 6.500  |
| 1994 | 426                 | 7.097    | 467                  | 23.243   | 5.300 – 5.600  |
| 1996 | 454                 | 8.150    | 486                  | 23.600   | 8.400 – 8.800  |
| 2000 | 490                 | 7.660    | 506                  | 25.500   | 9.500 – 10.000 |
| 2001 | 448                 | 7.160    | 478                  | 23.800   | 7.500 – 8.000  |
| 2002 | 442                 | 6.950    | 482                  | 24.500   | 7.800 – 8.300  |
| 2003 | 351                 | 5.270    | 406                  | 18.600   | 2.400 – 2.500  |
| 2004 | 401                 | 6.500    | 441                  | 21.300   | 4.200 – 4.400  |
| 2005 | 390                 | 6.570    | 435                  | 21.500   | 4.000 – 4.300  |

f. Diễn biến lũ trong nội đồng vùng Lấp Vò, Châu Thành

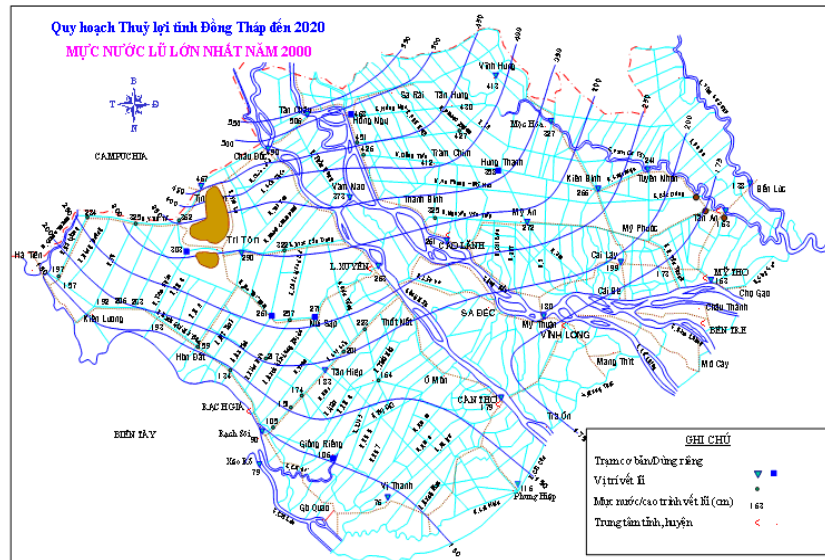
Do hạn chế về số liệu quan trắc nên tại khu vực này chỉ có các trạm ngoài sông. Nhìn chung, xu thế dòng chảy ảnh hưởng chủ yếu vào thủy triều trong mùa cạn, khi triều lên, dòng chảy từ sông Tiền, sông Hậu vào nội đồng và ngược lại. Vào mùa lũ xu thế dòng chảy có xu hướng từ sông Tiền sang sông Hậu.

**Bảng 1.16: Đặc trưng mực nước bình quân nhiều năm tại các trạm (cm)**

| Đặc trưng | Trạm Sa Đéc | Trạm Mỹ Thuận | Trạm Cần Thơ | Trạm Cao Lãnh |
|-----------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| HbqMax    | 141         | 135           | 147          | 164           |
| Hbqmin    | 26          | 01            | -12          | 34            |
| Hbqtb     | 124         | 83            | 80           | 109           |



**Hình 1.16: Bản đồ lưu lượng cao nhất và tổng lưu lượng lũ năm 2000**



**Hình 1.17: Bản đồ mực nước lũ cao nhất năm 2000**

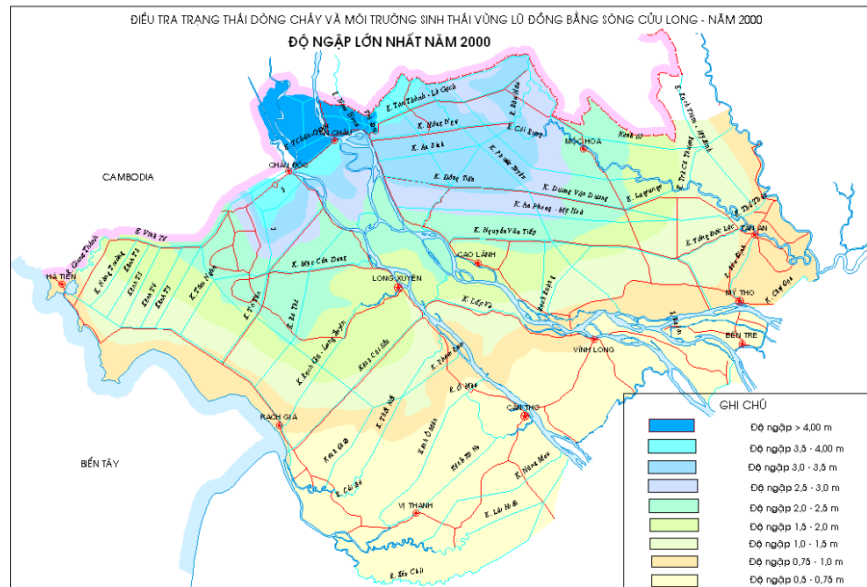
✓ Độ ngập và thời gian ngập

Độ ngập và thời gian ngập ở từng nơi có khác nhau, phía Bắc tỉnh (trên lộ đi Tân Hồng) gồm khu Sở Hạ và Sở Thượng đến Tân Châu khi lũ về do bị chắn ngang bởi tuyến lộ N1 nên thời gian ngập sớm hơn thường từ tháng VIII, độ ngập trong đồng nói chung trên 2.5m. Khoảng đầu hoặc cuối tháng XII nước mới rút, thời gian ngập kéo dài trên 4 tháng.

Từ kênh Hồng Ngự trở xuống đến kênh Nguyễn Văn Tiếp do có đê kênh Hồng Ngự, An Long, Nguyễn văn Tiếp dòng chảy bị cản lại và thời gian ngập chậm dần. Phía cuối phải đến cuối tháng IX mới bị ngập, cuối tháng XII đầu tháng I nước mới rút, thời gian ngập khoảng 3 - 4 tháng, độ ngập phía trên lớn hơn 2,5m và phía dưới trên 2,0m.

Phía Nam kênh Nguyễn văn Tiếp, khu kẹp giữa sông Tiền và sông Hậu do ảnh hưởng mạnh của triều nên tiêu thoát tốt hơn, độ ngập 1,00 ÷ 2,0m, thời gian ngập dưới 3 tháng.

Khu vực huyện Châu Thành có độ ngập nhỏ hơn dưới 1,50m.



**Hình 1.18: Bản đồ dòng chảy và môi trường sinh thái vùng lũ Đồng Bằng sông Cửu Long năm 2000**

**Bảng 1.17: Mức nước (cm) bình quân tháng dọc sông chính**

| Vị trí     | Đặc Trưng | Tháng |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
|------------|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|            |           | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |
| Tân Châu   | Hbq.max   | 163   | 132 | 114 | 98  | 112 | 176 | 259 | 362  | 407 | 411 | 353 | 251 |
|            | Htb       | 113   | 76  | 53  | 40  | 46  | 95  | 185 | 298  | 369 | 374 | 281 | 177 |
|            | Hbq.min   | 50    | 5   | -26 | -37 | -29 | 1   | 100 | 210  | 340 | 327 | 221 | 114 |
| Châu Đốc   | Hbq.max   | 144   | 123 | 106 | 92  | 100 | 134 | 193 | 281  | 348 | 358 | 309 | 207 |
|            | Htb       | 102   | 70  | 51  | 37  | 39  | 73  | 142 | 232  | 318 | 337 | 256 | 159 |
|            | Hbq.min   | 23    | -20 | -48 | -58 | -56 | -34 | 43  | 157  | 271 | 295 | 189 | 79  |
| Cao Lãnh   | Hbq.max   | 144   | 136 | 124 | 101 | 127 | 129 | 158 | 164  | 205 | 217 | 194 | 171 |
|            | Htb       | 81    | 61  | 46  | 34  | 29  | 40  | 73  | 109  | 151 | 175 | 147 | 106 |
|            | Hbq.min   | -22   | -55 | -80 | -87 | -90 | -74 | -33 | 8    | 76  | 115 | 66  | 17  |
| Long Xuyên | Hbq.max   | 145   | 128 | 115 | 104 | 112 | 134 | 152 | 182  | 210 | 222 | 198 | 163 |
|            | Htb       | 74    | 53  | 38  | 26  | 23  | 39  | 79  | 121  | 165 | 187 | 154 | 104 |
|            | Hbq.min   | -20   | -55 | -76 | -83 | -83 | -66 | -27 | 44   | 107 | 146 | 86  | 20  |

Ghi chú: Hbq.max : Mức nước bình quân đỉnh triều cao nhất

tháng

Htb :Mực nước trung bình tháng

Hbq.min : Mực nước bình quân chân triều thấp nhất tháng

✓ Các yếu tố ảnh hưởng tới ngập lũ, ngập úng và vận chuyển lũ:

a. Ảnh hưởng của mùa mưa đến ngập lũ, ngập úng

Các tháng trong mùa mưa, trong các năm đều có khả năng cho mưa gây úng. Khả năng xảy ra mưa ngày  $> 50\text{mm}$ , mưa 3 ngày max  $> 75\text{mm}$ , mưa 5 ngày max  $> 100\text{mm}$  vẫn có thể xảy ra, làm tăng mực nước lũ, tháng X là thường xuyên, tháng V ÷ VII ít khả năng xảy ra nhất. Đợt mưa úng thường kéo dài 1 ÷ 5 ngày.

b. Ảnh hưởng của thủy triều đến ngập lũ và tiêu nước

Trường hợp lũ lớn, đỉnh lũ lớn nhất xuất hiện sớm vào khoảng cuối tháng VIII hay đầu tháng IX, nhưng đến cuối tháng IX hay đầu tháng X chỉ có lũ nhỏ. Mặc dầu lũ ở thượng lưu lớn, nhưng gặp thời kỳ thủy triều thấp thì mực nước sông Tiền và sông Hậu sẽ không lớn lắm, như các trận lũ năm 1984, 1991.

Trường hợp lũ có hai đỉnh đều lớn, đỉnh lũ đầu xuất hiện vào khoảng cuối tháng VIII, và sau đó có trận lũ thứ hai lớn xuất hiện vào cuối tháng IX hay đầu tháng X, gặp lúc thủy triều dâng cao thì lũ ở hạ du sẽ rất lớn như lũ năm 1961, 1978 và năm 1996.

Trường hợp trong tháng VII, VIII chỉ có lũ nhỏ, đến cuối tháng IX đầu tháng X mới có lũ lớn. Đỉnh lũ xảy ra gặp lúc thủy triều lớn thì mực nước ở hạ du sẽ lớn như trận lũ năm 1996.

Hai trận lũ năm 1978 và 1984 có mực nước Tân Châu và Hồng Ngự tương đương nhau, nhưng do trận lũ năm 1978 có thời gian giữ lũ gần gấp đôi trận lũ năm 1984 và đỉnh lũ lớn nhất lại xuất hiện vào lúc thủy triều cao, nên mực nước cao nhất ở các trạm hạ du năm 1978 đều lớn hơn năm 1984 từ 0,10 ÷ 0,40m.

c. Ảnh hưởng cơ sở hạ tầng đến ngập lũ và vận chuyển lũ

Các đường giao thông, các tuyến dân cư ngày càng được phát triển và cao độ các công trình này cũng được nâng cao hơn, đặc biệt là các tuyến theo hướng Đông - Tây đã hình thành các tuyến ngăn lũ. Các bờ bao chống lũ tháng VIII được củng cố làm giảm khả năng tích lũ, trong khi đó các kênh thoát lũ ra sông Tiền ở phía Nam vùng ĐTM không được nạo vét và mở rộng, đã làm cho mực nước trong đồng ngày càng dâng cao.

✓ Đặc điểm, chế độ thủy văn mùa kiệt:

a. Chế độ thủy văn mùa kiệt trên sông Tiền, sông Hậu

Hạ lưu sông Mekong, thuộc địa phận Việt Nam chia thành hai nhánh chính là sông Tiền và sông Hậu. Chế độ thủy văn sông Tiền và sông Hậu chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ thủy văn thượng nguồn, chế độ thủy triều Biển Đông và hệ thống kênh rạch nội sông chính với nội đồng.

Vào mùa kiệt, bắt đầu từ tháng I, nguồn nước đưa về sông Tiền giảm dần, thời kỳ kiệt nhất hàng năm từ trung tuần tháng IV, V, đây cũng là thời kỳ mà sự xâm nhập của triều biển Đông trên sông Tiền và sông Hậu mạnh nhất. Lưu lượng nhỏ nhất trên sông Tiền tại Mỹ Thuận từ 800-900m<sup>3</sup>/s, trên sông Hậu tại Cần Thơ 700÷800m<sup>3</sup>/s. Đầu tháng VI, tuy ở thượng nguồn đã có mưa, nhưng lưu lượng ở sông Tiền, sông Hậu vào cuối tháng VI mới bắt đầu có sự gia tăng rõ nét và tháng VII mới bước sang mùa lũ.

b. Đặc điểm chế độ thủy văn mùa kiệt ở nội đồng

Do bị chia cắt bởi sông Tiền nên hệ thống kênh rạch nội đồng tỉnh Đồng Tháp được chia thành 2 vùng với những đặc điểm thủy văn khác nhau.

+ Vùng Đồng Tháp Mười

Dòng chảy mùa kiệt chịu ảnh hưởng trực tiếp dòng chảy sông Tiền, VCT và một số yếu tố thủy văn khác. Dưới tác động của thủy triều, khi triều lên dòng chảy theo các kênh Tân Thành, Hồng Ngự, Đồng Tiến - Dương văn Dương, Cần Lố vào trong nội đồng, tạo nên thế nước từ Cao Lãnh trở lên luôn cao hơn trong đồng và sông VCT. Ngay cả tháng kiệt nhất (tháng IV) thế nước sông Tiền vẫn cao hơn sông Vàm Cỏ Tây (VCT).

Trong suốt mùa kiệt, mực nước đỉnh triều giảm dần từ sông Tiền vào trong kênh và đến sông VCT. Vào tháng II Tại An Long 138cm, Hồng Ngự 125cm, Tràm Chim 84cm, Hưng Thạnh 69cm, Kiến Bình 61cm. Tháng V tại An Long 112cm, Hồng Ngự 99cm, Tràm Chim 56cm, Hưng Thạnh 48cm, Kiến Bình 44cm. Đợt đo lưu lượng 15 ngày cuối tháng IV và đầu tháng V cho thấy: Hồng Ngự chảy vào 17,27m<sup>3</sup>/s, An Long chảy vào 9,01m<sup>3</sup>/s, Đốc Vàng Hạ chảy vào 2,01m<sup>3</sup>/s, Phong Mỹ chảy vào 9,53m<sup>3</sup>/s.

Nguồn nước chính cung cấp cho vùng này là từ sông Tiền, thông qua các kênh trực chính nối sông Tiền và sông Vàm Cỏ Tây. Kênh TTLG và Hồng Ngự là hai trực chính tạo nguồn cung cấp nước cho khu vực trung tâm và khu vực phía Đông vùng ĐTM.

Thời kỳ trung tâm mùa kiệt, ở giai đoạn đầu (năm 1997), lưu lượng bình quân 1 kỳ triều từ sông Tiền vào 2 kênh đạt 19 m<sup>3</sup>/s; Ở giai đoạn sau (năm 2001), lưu lượng bình quân 1 kỳ triều chuyển vào 2 kênh 42,5 m<sup>3</sup>/s (tăng khoảng 2 lần). Càng dịch xuống phía Nam, dòng chảy từ sông vào chịu sự chi phối mạnh của thủy triều biển Đông, lưu bình quân kỳ triều trong thời kỳ giữa mùa kiệt chỉ đạt 4 - 8 m<sup>3</sup>/s.

Đối với sông VCT, sông nhận nước từ các kênh rạch vùng ĐTM chuyển ra là chính, tại vị trí Tuyên Nhơn, lưu lượng bình quân qua các thời đo trước đây, biến đổi 12,5-15,4m<sup>3</sup>/s, sau năm 2002, hệ thống công trình thủy lợi nội đồng phát triển, lưu lượng bình quân biến đổi từ 25- 28 m<sup>3</sup>/s.

#### + Vùng kẹp giữa sông Tiền - sông Hậu

Nước từ sông Tiền luôn chảy sang sông Hậu thông qua các sông rạch nối hai sông. Kết quả đo lưu lượng kiệt (1990-2007) tại trạm Vàm Nao cho thấy trong tháng kiệt nhất (tháng IV), nước sông Tiền sang sông Hậu với lưu lượng bình quân là 893 m<sup>3</sup>/s (41,1% lưu lượng bình quân sông Tiền).

Kết quả đo lưu lượng từ 12/IV đến 27/IV/2003 cho thấy, lưu lượng bình quân từ sông Tiền chảy vào rạch Nha Môn là 4,64 m<sup>3</sup>/s, rạch Lấp Vò là 4,64 m<sup>3</sup>/s; từ rạch Cái Vồn thoát ra sông Hậu là 6,29 m<sup>3</sup>/s.

Trong suốt mùa kiệt, khu vực từ Vàm Cống và Sa Đéc trở lên, mực nước sông Tiền luôn cao hơn sông Hậu nên xu thế chuyển nước theo các kênh, rạch từ sông Tiền sang sông Hậu. Nhưng từ phía dưới kênh Lấp Vò trở xuống, xu thế này không rõ ràng, dòng chảy từ sông Tiền và sông Hậu theo các kênh rạch vào nội đồng khi triều lên, rút ra khi triều xuống.

#### c. Ảnh hưởng chế độ thủy triều đến sự truyền triều trong nội đồng

##### + Vùng Đồng Tháp Mười

Triều biển Đông thuộc dạng bán nhật triều không đều, với biên độ dao động khá lớn (300÷350cm), mực nước chân triều biến động cao (160÷300cm), nhưng mực

nước đỉnh triều biến động ít ( $80\div 100\text{cm}$ ). Mức nước bình quân 15 ngày đạt giá trị thấp nhất vào tháng VI÷VII.

Trong mùa kiệt, triều biển Đông truyền rất sâu trên sông Tiền và ảnh hưởng vượt qua Tân Châu, lan truyền vào đại bộ phận các kênh rạch vùng dự án. Mức nước đỉnh triều trong các tháng mùa kiệt (tháng II÷IV) tại Hồng Ngự dao động từ  $1,0\div 1,5\text{m}$ , chân triều từ 0,1 đến 0,6m và tại Vĩnh Hưng chân triều là  $-0,7$  đến  $0,2\text{m}$ . Cường độ truyền triều và đỉnh triều yếu dần khi vào sâu trong nội đồng. Biên độ triều giảm dần từ sông Tiền vào hệ thống sông rạch trong nội đồng.

Trong mùa lũ, do lượng nước thượng nguồn đổ về lớn nên tới giữa mùa lũ biên độ thủy triều tắt rất nhanh khi vào các kênh rạch nội đồng. Biên độ thủy triều tháng X tại Trường Xuân, Hưng Thạnh chỉ còn  $5\div 10\text{cm}$ .

Mặt khác, vùng ĐTM tỉnh Đồng Tháp chịu sự ảnh hưởng của thủy triều từ 3 hướng, nên đã tạo ra những vùng giáp nước, giáp triều gây khó khăn cho việc tiêu thoát. Đặc biệt, tại những vùng chưa có công trình thủy lợi, thì nước rút rất chậm và sự tiêu thoát rất khó khăn, điển hình như Tràm Chim ...

+ Vùng kẹp giữa sông Tiền - sông Hậu

Có sự đồng pha, đồng biên độ của thủy triều biển Đông giữa sông Tiền, sông Hậu nên sự truyền triều ở vùng trung tâm rất nhỏ, ở nhiều vị trí trên các kênh rạch xuất hiện các giáp nước, gây hiện tượng nước ứ đọng và bồi lắng lòng dẫn.

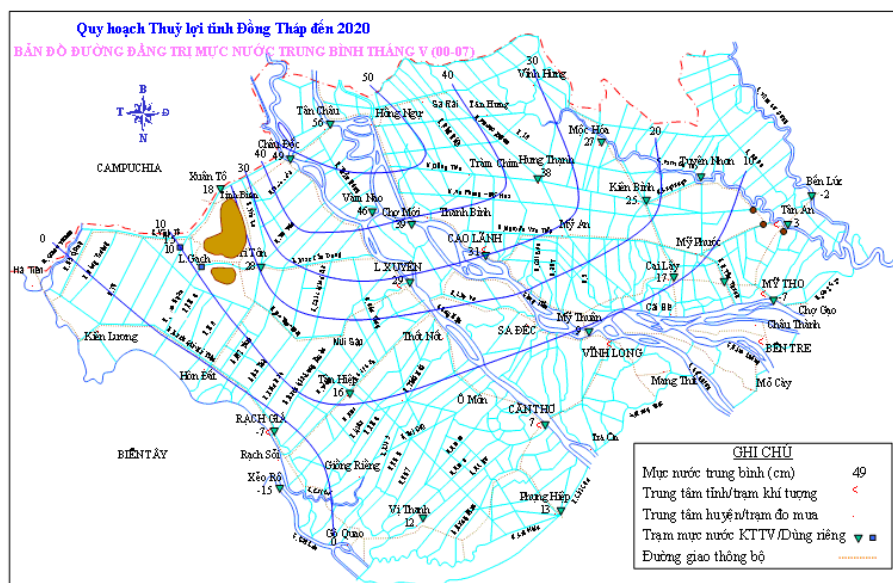
d. Ảnh hưởng của nước mưa trong mùa cạn

Lượng mưa trong mùa cạn ở ĐBSCL nói chung và ở Đồng Tháp nói riêng chỉ chiếm 6 đến 8% tổng lượng mưa năm, nhưng rất có ý nghĩa trong các tháng từ tháng I÷IV. Tuy nhiên, sang đầu mùa lại phát sinh hiện tượng phèn đầu vụ, hiện tượng này sẽ hết khi đất phèn được cải tạo.

#### 6.6 Xác định nguồn nước cung cấp trong mùa cạn

Ngay cả tháng kiệt nhất (tháng IV), thể nước sông Tiền vẫn cao hơn sông VCT, lưu lượng bình quân chảy vào kênh Hồng Ngự  $26,70\text{ m}^3/\text{s}$ , An Long  $6,30\text{ m}^3/\text{s}$ , Phong Mỹ  $7,30\text{ m}^3/\text{s}$  (đợt đo tháng VI-1987). Mặt khác, do sự lệch pha triều giữa sông Tiền và sông VCT nên khi chân triều dòng chảy thoát xuống sông VCT khá mạnh, đợt đo lưu lượng tháng VI-1987 chảy ra Kiến Bình  $9,70\text{ m}^3/\text{s}$ , chảy xuống Cai Lậy  $4,40\text{ m}^3/\text{s}$ .

Như vậy, nguồn cung cấp nước trong mùa cạn cho toàn bộ khu vực tỉnh Đồng Tháp chính là sông Mekong.



**Bảng 1.18: Kết quả tính QBQ tháng mùa kiệt các tần suất (TC + CD từ 1996-2007)**

**Đơn vị: m<sup>3</sup>/s**

| Đặc trưng | Tháng |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    |
| N         | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| Cv        | 0,221 | 0,276 | 0,258 | 0,202 | 0,333 | 0,444 |
| Cs        | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,236 | 1,270 | 1,031 |
| Cs/Cv     | 0,000 | 0,038 | 0,000 | 1,169 | 3,820 | 2,324 |
| QP=50%    | 7.708 | 4.889 | 3.048 | 2.590 | 3.882 | 8.351 |
| QP=75%    | 6.558 | 3.977 | 2.518 | 2.227 | 2.940 | 5.650 |
| QP=80%    | 6.273 | 3.752 | 2.386 | 2.145 | 2.803 | 5.212 |
| QP=85%    | 5.941 | 3.490 | 2.233 | 2.051 | 2.659 | 4.739 |
| QP=90%    | 5.522 | 3.161 | 2.040 | 1.934 | 2.500 | 4.198 |
| QP=95%    | 4.902 | 2.673 | 1.754 | 1.766 | 2.304 | 3.502 |

- **Thiệt hại lũ lụt:**

Ngoài trận lũ lịch sử năm 1961, lũ lịch sử năm 1978 lên nhanh gây ngập lụt nghiêm trọng và kéo dài gây thiệt hại nặng nề làm cuốn trôi trên 8.000 căn nhà, hàng chục ngàn hộ dân phải di dời tránh lũ, mất trắng 24.572 ha lúa Hè thu và 99.058 ha lúa mùa.

Trận lũ lịch sử năm 2000 làm chết 150 người (116 trẻ em), ngập 222.234 căn nhà, 17.302 hộ phải di dời, 1.467 điểm trường bị ngập, 344.959 học sinh phải nghỉ học, mất trắng 7.913 ha lúa Hè thu và 2.111 ha lúa Thu đông, 11.290 ha vườn cây ăn trái bị thiệt hại, 106.694 gia súc và gia cầm chết; Kết cấu hạ tầng kinh tế-xã hội bị hư hỏng nghiêm trọng.

Sau lũ lịch sử năm 2000, trong 2 năm 2001 và 2002 tiếp tục xảy ra lũ lớn. Trước đây, thường cứ 3-5 năm xảy ra lũ lớn, nhưng quy luật này đang bị thay đổi, vì vậy việc chủ động phòng chống ứng phó với lũ, đảm bảo thực hiện kế hoạch phát triển kinh tế-xã hội của tỉnh đặt ra yêu cầu ngày càng cấp thiết.

*Tổng hợp thiệt hại do thiên tai gây ra từ năm 2000 – 2008:* Từ năm 2000 - 2008, trong đó tập trung liên tục 3 năm lũ lớn 2000, 2001, 2002 đã làm chết 432 người, thiệt hại vật chất ước tính trên 1.506 tỷ đồng (riêng năm 2000 chết 150 người, thiệt hại vật chất 832,539 tỷ đồng).

#### **1.2.4. Các biện pháp quản lý lũ:**

Do ngập lũ sâu và dài ngày đã hạn chế việc phát triển kinh tế, xây dựng công trình hạ tầng cơ sở và xã hội văn minh. Lũ lụt là một trong các nguyên nhân chính hạn chế sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Các biện pháp phòng chống và giảm nhẹ lũ của tỉnh được thực hiện thường xuyên như:

##### **a) Công trình kiểm soát lũ**

+ Thực trạng công trình phòng chống, kiểm soát lũ (Gồm các kênh, cống thoát lũ, tràn xả lũ; công trình đê bao chống lũ bảo vệ sản xuất, bảo vệ dân cư tập trung): Hiện tại các công trình phòng chống lũ chưa được đầu tư xây dựng đồng bộ nguyên nhân chính là thiếu vốn đầu tư.

- Về công trình kênh, cống, tràn thoát lũ kiểm soát lũ: Ở khu vực Trung tâm Đồng Tháp Mười: Hầu hết các công trình thoát lũ như các kênh trục thoát lũ liên tỉnh thuộc vùng Trung tâm Đồng Tháp Mười đã có trong quy hoạch lũ toàn vùng chưa

được nâng cấp mở rộng theo dự án. Hệ thống kiểm soát lũ, tràn xả lũ khu vực Tứ Thường chưa được xây dựng. Dự án hệ thống công trình kiểm soát lũ Tân Thành-Lò Gạch chưa được đầu tư đồng bộ, mới đang thực hiện nạo vét kênh Tân Thành-Lò Gạch, còn lại các công trình cống kiểm soát lũ chưa xây dựng. Ở khu vực phía nam của Tỉnh: Các trục thoát lũ, cấp nước nổi Sông Tiền, sông Hậu chưa được nâng cấp mở rộng.

Ngòai ra hệ thống kênh cấp 2,3 hiện nay hầu hết bị bồi lắng, khi gặp hạn không đảm bảo cung cấp nước tưới cho sản xuất cần được đầu tư nạo vét nhưng gặp khó khăn về nguồn vốn đầu tư.

- Về các đề bao bảo vệ thị xã, thị trấn: Toàn Tỉnh có 02 thị xã và 9 thị trấn, nhưng đến nay mới đầu tư xong đề bao chống lũ bảo vệ thị trấn Sa rài và đang thi công dở dang đề bao chống lũ bảo vệ Thị xã Cao Lãnh.

- Về hệ thống bờ bao bảo vệ sản xuất: Đối với bờ bao bảo vệ lúa Hè Thu đã được đầu tư tương đối, nhưng hàng năm phải tu sửa nâng cấp để chủ động chống lũ vụ Hè Thu. Các bờ bao bảo vệ sản xuất vụ Thu Đông và cây ăn trái mới cơ bản đáp ứng yêu cầu các năm lũ bình thường, khi có lũ lớn xảy ra như năm 2000 thì không đảm bảo.

Các trục thoát lũ, kiểm soát lũ nhất là các công trình liên tỉnh chưa được đầu tư nâng cấp đồng bộ nên hiệu quả thoát lũ, kiểm soát lũ đối với toàn vùng Đồng Tháp Mười của các tỉnh Đồng Tháp, Long An và Tiền Giang còn thấp;

#### **b) Dự báo và cảnh báo lũ**

Trong Tỉnh bố trí 6 trạm thủy văn quan trắc mực nước theo dõi diễn biến dự báo mực nước theo giờ hàng ngày, có máy tự ghi mực nước: Hồng Ngự, Tràm Chim, Mỹ An, Hưng Thạnh, Cao Lãnh, Sa Đéc. Ngòai ra còn có được thông tin mực nước trong vùng: các trạm đầu nguồn Tân Châu, và trạm cuối là Mỹ Thuận. Ngòai ra còn có các thông tin qua mạng phục vụ công tác dự báo cảnh báo. Đối với vùng sạt lở nguy hiểm: Hàng năm xác định vành đai sạt lở nguy hiểm để cảnh báo cho người dân sống trong vùng có ý thức. Riêng khu Long thuận, Phú thuận Hồng Ngự đã cho tiến hành khảo sát, cắm mốc cảnh báo dự báo sạt lở cụ thể.

Lực lượng chuyên trách: là bộ phận văn phòng thường trực phòng chống lụt bão thuộc Chi cục Thủy lợi hoạt động 12/12 tháng trong năm. Các trạm quan trắc mực

nước phân bố đều trong Tỉnh đo đặc mực nước theo giờ trong năm, kịp thời dự báo mực nước nhất là lũ, hạn. Ngoài ra còn phối hợp với Đài khí tượng thủy văn Tỉnh, Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn TP. Hồ Chí Minh ... để có dự báo mực nước, lượng mưa ... các khu vực trong Tỉnh

#### **c) Chuyển dịch thời vụ**

Về sản xuất nông nghiệp: Đã từng bước chủ động thời vụ sản xuất, né tránh lũ có hiệu quả; tăng cường năng lực sản xuất giống cây, giống con đáp ứng yêu cầu sản xuất chủ động được giống khi có lũ lớn xảy ra.

#### **c) Bảo vệ dân cư**

Về di dời dân cư: Địa điểm di dân đến khi lũ lên cao là các vùng gò cao, các tuyến đường giao thông không ngập lũ. Trong mấy năm qua, Tỉnh đã xây dựng 205 cụm tuyến dân cư nên đã từng bước chủ động di dân vào các cụm tuyến dân cư.

#### **1.2.5. Những hạn chế trong sử dụng công nghệ GIS quản lý lũ ĐBSCL:**

Trong các nghiên cứu về thủy lợi và giảm nhẹ thiên tai tỉnh Đồng Tháp nói riêng và ĐBSCL nói chung, việc ứng dụng công nghệ GIS hạn chế ở khuôn khổ trình diễn bản đồ ngập lũ (phạm vi ngập, độ sâu và thời gian ngập). Việc chồng ghép các lớp bản đồ GIS để phân tích thông tin không được sử dụng.

## **Chương 2**

# **PHƯƠNG PHÁP, KỸ THUẬT SỬ DỤNG VÀ TÀI LIỆU TÍNH TOÁN**

### **2.1. Xây dựng bản đồ rủi ro lũ:**

Bản đồ nguy cơ lũ lụt cung cấp một hình ảnh tiêu biểu cho các mối quan hệ không gian của nguy cơ lũ lụt ở một khu vực nhất định. Trong khuôn khổ tiểu luận này các bản đồ được sử dụng để xác định các khu vực trong tỉnh Đồng Tháp mà có nguy cơ lũ lụt sớm. Do tính chất phức tạp của lũ lụt ở tỉnh Đồng Tháp và hạn chế về số lượng trạm đo thủy văn lũ nên mô hình thủy lực VRSAP là thích hợp để phân chia tỉnh thành các tiểu vùng nhỏ hơn và coi là nguy cơ lũ lụt trong mỗi tiểu khu này là đồng nhất.

Việc phân chia các tiểu khu để xác định nguy cơ lũ lụt ở tỉnh Đồng Tháp được dựa trên mạng lưới kênh rạch có bờ bao cắt các ô trữ và chuyển tải lũ. Các tiểu khu được mô tả là các ô ruộng trong mô hình thủy lực VRSAP. Tên các tiểu khu được ký hiệu theo các tên huyện. Toàn tỉnh Đồng Tháp được chia thành 200 tiểu khu vực và trong bản đồ Hình ...

Các bước lập bản đồ nguy cơ lũ lụt cần dựa trên một số bản đồ thông tin khác như:

- Bản đồ cao độ số (DEM) biểu thị cao trình mặt đất.
- Bản đồ số cao trình mực nước được tạo ra từ kết quả tính toán của mô hình thủy lực theo các bước thời gian.
- Bản đồ ngập lũ là chồng ghép bản đồ mực nước lũ trên bản đồ DEM tại mỗi thời điểm xác định, mô tả độ sâu mực nước trên mỗi ô ruộng ngập lũ.

Trên cơ sở lịch thời vụ thu hoạch lúa trong mùa lũ tỉnh Đồng Tháp (từ 25/6 đến 05/7 hàng năm) để lập bản đồ nguy cơ lũ trùng với thời điểm có khả năng gây thiệt hại.

### **2.1.1. Số liệu cao độ số DEM**

Bản đồ cao độ số được sử dụng từ nguồn dữ liệu của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCs) với độ phân giải ô là 100x100m cho toàn vùng châu thổ sông Mê Công thuộc Campuchia và ĐBSCL. DEM được lập từ số liệu không ảnh và điều tra thực địa. Bản đồ DEM cho tỉnh Đồng Tháp như Hình ...

Theo bản đồ cao độ cho thấy tỉnh Đồng Tháp có xu thế cao ở phía Bắc giáp biên giới Campuchia và thấp dần xuống phía Nam. Đa phần diện tích của tỉnh nằm trong khoảng cao độ 0,5m đến 1,0m.

### **2.1.2. Bản đồ mực nước lũ:**

Bản đồ mực nước được tạo ra cho tỉnh Đồng Tháp từ đầu ra của mô hình thủy lực VRSAP. Mực nước tối đa hàng ngày tính tại các điểm trong tỉnh Đồng Tháp được đưa vào GIS để đưa ra kết quả từ việc phân tích không gian

Kết quả đầu ra mực nước từ VRSAP được xử lý bằng cách thực hiện một phương pháp phân tích natural neighbour để cho ra một dự án lưới 100 m của mực nước trong tỉnh Đồng Tháp. Phương pháp phân tích các điểm lân cận tạo ra các khu vực xung quanh mỗi điểm dữ liệu cá nhân (các nút VRSAP) bằng cách sử dụng trọng số diện tích (phương pháp đa giác Thiessen). Sau đó một giải pháp dựa trên độ dốc được áp dụng cho các khu vực để tạo ra một giá trị lưới được xác định bằng cách ngoại suy trung bình dốc của từng khu vực đã natural neighbour. Quá trình này thực hiện nội suy trên bề mặt nước bằng phẳng của toàn bộ diện tích tỉnh Đồng Tháp.

Đầu ra dữ liệu mô hình VRSAP bao gồm việc tính toán mực nước từ các khu vực lưu trữ VRSAP và kênh mô hình hóa.

### **2.1.3. Tạo bản đồ GIS lũ:**

Bản đồ lụt được tạo phải liên quan đến mực nước tính của bất kỳ ngày nào trong suốt thời gian nghiên cứu và DEM là bản đồ cơ bản. Bản đồ lũ được tạo ra bằng cách trừ DEM từ việc tính toán mực nước để tạo ra một mạng lưới với các giá trị đại diện cho độ sâu ngập lụt trên toàn tỉnh Đồng Tháp.

Lưới ngập lụt được tính sau khi đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp phân tích các vùng lân cận, phương pháp này cũng dùng để tính toán mực nước. Những giá trị bằng hoặc nhỏ hơn 0 chỉ ra những khu vực có chỗ đất cao hơn mực nước đã được tính toán, và sẽ không có lũ xảy ra. Nếu giá trị đó lớn hơn 0 cho thấy khu vực bị ảnh

hưởng bởi lũ và sẽ cho ra kịch bản mô hình cụ thể. Trong phần kết quả sẽ bao gồm các bản đồ mô phỏng kịch bản ngập.

#### **2.1.4. Bản đồ nguy cơ lũ:**

Do tính chất của các bản đồ ngập lụt, sẽ có một loạt các độ sâu lũ cho từng khu vực được xác định. Để thực hiện việc đánh giá sớm các tiềm năng gây ra lũ ở mỗi khu vực thì điều quan trọng nhất là phải gán chúng bằng một giá trị đơn của khu vực ngập lụt. Để đạt được một giá trị duy nhất của tình trạng ngập úng, mức trung bình ngập của lưới đi qua mỗi khu vực được tính toán trên mỗi khu vực bằng cách sử dụng chương trình GIS.

Trong nghiên cứu này có 2 cách phân loại rủi ro được xác định. Đó là:

- Ngập lụt ít hơn 0,5 m
- Ngập lụt lớn hơn hoặc bằng 0,5 m

Giá trị đã được chọn là 0,5 vì nó được cho là mức độ ngập gây thiệt hại cho vụ lúa và thu hoạch làm ảnh hưởng quan trọng đến năng suất. Đối với giá trị nhỏ hơn 0,5 gần bằng giá trị của 0 đã được thừa nhận rằng khu vực này có nguy cơ lũ sớm thấp hơn, trong khi đối với các giá trị lớn hơn 0,5 gần bằng giá trị 1 được thừa nhận có nguy cơ lũ sớm hơn các giá trị khác.

#### **2.2. Xây dựng bản đồ sử dụng đất:**

- Mục tiêu cụ thể:
  - Nắm bắt được thực trạng dữ liệu đồ họa quy hoạch sử dụng đất ở các đơn vị hành chính ở cấp trung ương, cấp tỉnh, cấp huyện, thậm chí tới cả cấp xã.
  - Thiết lập một cơ sở dữ liệu đồ họa quy hoạch sử dụng đất thống nhất làm cơ sở cho việc tích hợp, xử lý và khai thác một cách tốt nhất CSDL.

Cơ sở dữ liệu bản đồ hiện trạng và quy hoạch ở các tỷ lệ phải được lưu trữ theo mô hình dữ liệu không gian (Spatial data model), trong đó các đối tượng không gian tùy thuộc vào độ lớn của chúng trong không gian cũng như yêu cầu về tỉ lệ thể hiện mà được biểu thị bằng điểm, đường thẳng, đường nhiều cạnh hoặc là vùng khép kín. Các tệp tin bản đồ phải ở dạng mở, nghĩa là phải cho phép chỉnh sửa, cập nhật thông tin khi cần thiết và có khả năng chuyển đổi khuôn dạng để sử dụng trong các phần mềm bản đồ thông dụng khác nhau để phục vụ những mục đích khác nhau như in bản đồ ra giấy, làm nền cơ sở cho hệ thống thông tin địa lý (GIS).

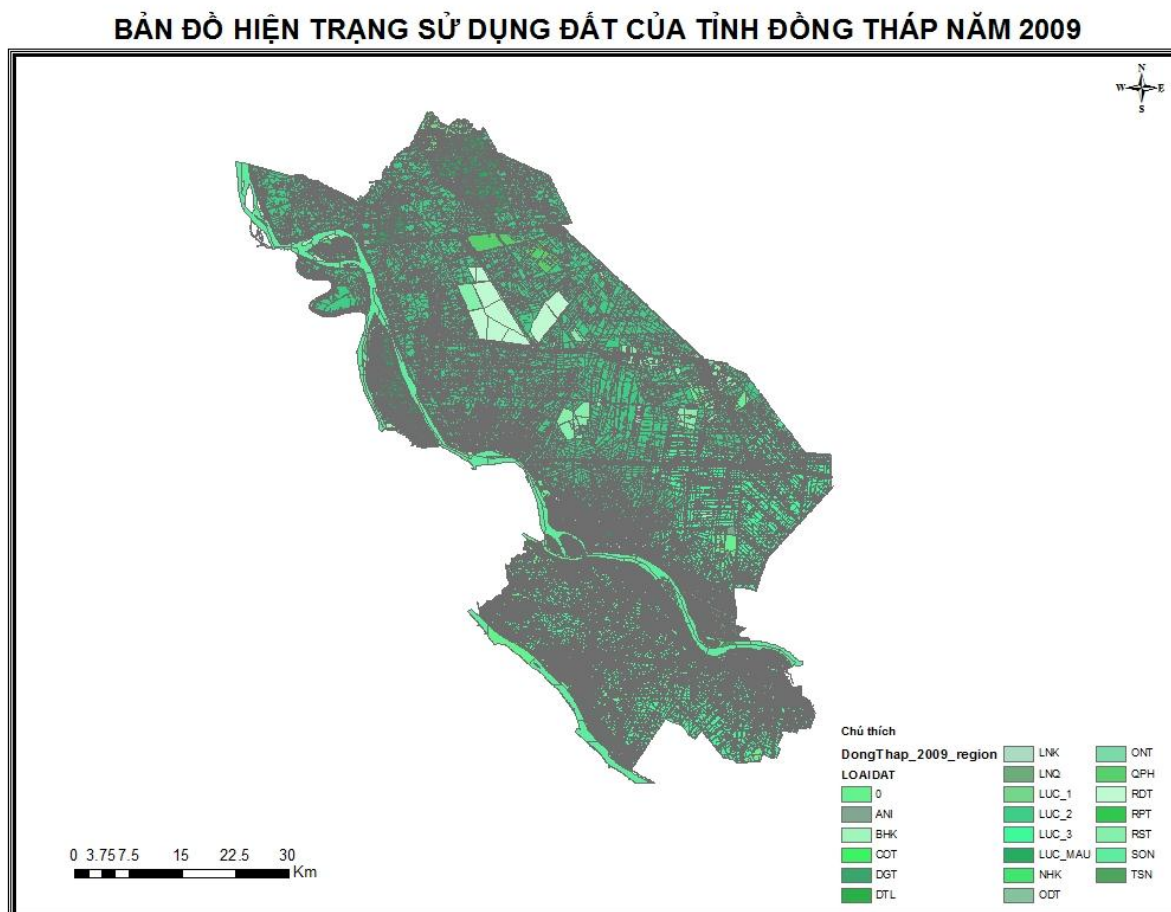
Nội dung bản đồ số hóa phải đảm bảo tính đầy đủ, chính xác, chi tiết như nội dung bản đồ gốc để số hóa. Dữ liệu phải được làm sạch, lọc bỏ những điểm nút thừa, làm trơn những chỗ gãy và không có đầu thừa, đầu thiếu ( tuy nhiên làm trơn nét không được làm thay đổi hình dạng của đối tượng biểu thị so với bản đồ gốc). Độ chính xác về cơ sở toán học, về vị trí các yếu tố địa vật và độ chính xác tiếp biên không được vượt quá hạn sai cho phép.

### 2.2.1. Nguồn số liệu bản đồ sử dụng đất:

Nguồn số liệu là các chuyên đề của các dự án quy hoạch của VQHTLMN.

### 2.2.2. Tạo bản đồ GIS sử dụng đất:

**Bảng 2.1: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000**



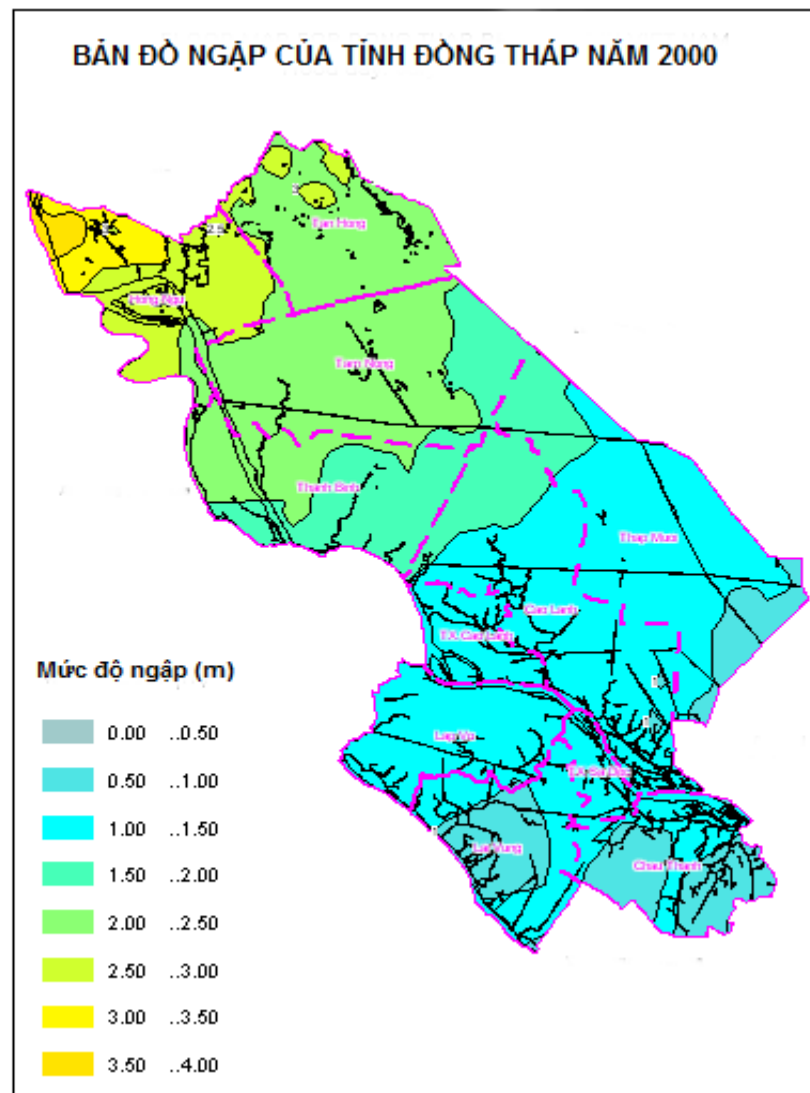
## Chương 3

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. XÂY DỰNG BỘ BẢN ĐỒ NGẬP LŨ:

Bản đồ ngập lụt khu vực nghiên cứu được xây dựng cho trận lũ lịch sử 2000 và các trận lũ thiết kế 10%.

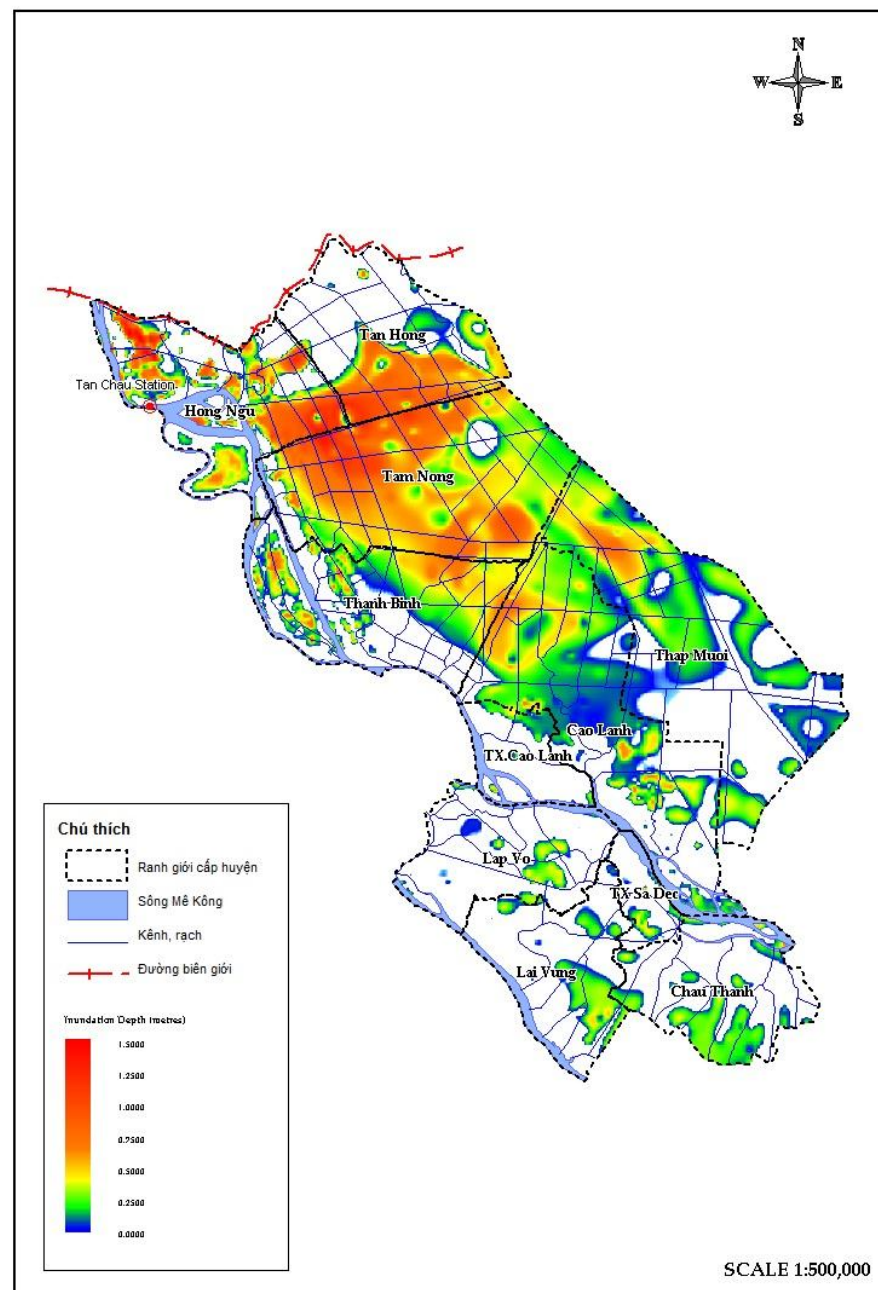
### 3.1.1. Bản đồ lịch sử:



### Hình 3.1: Bản đồ ngập của tỉnh Đồng Tháp năm 2000

Kết luận: Nhìn bản đồ ta thấy năm 2000, Hồng Ngự và 1 phần của Tân Hồng có diện tích ngập lớn nhất, từ 3,5 đến 4 m. Các địa phương Bắc sông Tiền và phần phía Nam của Đồng Tháp có mức độ ngập thấp dao động từ 1.5 đến 2.0 m. Có nơi thấp hơn từ 0.5 – 1 m. Nguyên nhân là do chưa áp dụng mô hình VSRAP cũng như hệ thống thủy lợi của khu vực đầu nguồn chưa được hoàn thiện.

### 3.1.2. Bản đồ lũ tần suất 10%:



**Hình 3.2: Bản đồ tính ngập độ sâu lụt tần suất 10% năm 2006**

Kết luận: Theo bản đồ ta thấy, do có hệ thống đê điều nên mức độ ngập của vùng đầu nguồn được giảm đáng kể, mô hình VSRAP cùng với hệ thủy lợi đã chuyển nước về vùng nội đồng như: Tam Nông, Thanh Bình, Tháp Mười (các huyện bị nhiễm phèn nhiều nhất của tỉnh Đồng Tháp). Nhờ vậy, phù sa được bồi đắp, chất lượng đất nông nghiệp nâng lên, kinh tế ngày càng phát triển.

### **3.1.3. Phân tích rủi ro lũ:**

Trên cơ sở phân tích thông tin bản đồ GIS về rủi ro lũ để đề xuất các giải pháp giảm thiểu rủi ro lũ cho từng vùng sinh thái lũ khác nhau.

Bản đồ địa hình và ngập lũ cho thấy tỉnh Đồng Tháp có 3 vùng:

- Vùng phía bắc, từ biên giới Việt Nam-Campuchia đến TX Hồng Ngự-Hồng Ngự có địa hình cao, lũ tràn qua khi lũ cao, ít khả năng ngập úng hoặc thiệt hại trong thời kỳ lũ sớm.
- Vùng trung tâm, từ TX Hồng Ngự-Tân Hồng đến TP Cao Lãnh, có địa hình trũng, ngập sâu sớm, rủi ro lũ cao.
- Vùng phía nam, từ TP Cao Lãnh đến TP Sa Đéc và huyện Châu Thành, có địa hình thấp nhưng mực nước lũ ngập nông, không rủi ro ngập lũ sớm.

## **3.2. KIẾN NGHỊ MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU RỦI RO LŨ:**

### **3.2.1. Giải pháp kiểm soát và thoát lũ:**

Theo quan điểm của dự án Quy hoạch kiểm soát lũ (1999) xác định vùng Đồng Tháp Mười nói chung và tỉnh Đồng Tháp nói riêng cần có giải pháp kiểm soát lũ sớm ở vùng lũ ngập sâu (được xác định là từ biên giới VN-CPC đến kênh Nguyễn Văn Tiếp hay vị trí ngang với TP Cao Lãnh) và kiểm soát lũ triệt để ở vùng lũ ngập nông (phía nam Cao Lãnh).

*Mục tiêu kiểm soát lũ cho khu vực tỉnh Đồng Tháp:*

- + Bảo đảm an toàn các khu dân cư, thị trấn, đô thị và các tuyến giao thông huyết mạch như Quốc lộ, tỉnh lộ.
- + Chủ động kiểm soát lũ đầu vụ và cuối vụ để đảm bảo sản xuất ổn định 2 vụ ĐX và HT cho vùng Bắc kênh Nguyễn Văn Tiếp (bắc Cao Lãnh);
- + Kiểm soát lũ suốt năm cho vùng Nam kênh Nguyễn Văn Tiếp (nam Cao Lãnh), vùng cây ăn trái và vùng cây công nghiệp;

+ Kết hợp với các công trình thủy lợi khác để xây dựng thành một hệ thống thủy lợi hoàn chỉnh phục vụ phát triển sản xuất nông nghiệp, đồng thời kết hợp xây dựng thủy lợi với xây dựng các đường giao thông, các khu dân cư, tiến tới xây dựng nông thôn theo hướng văn minh hiện đại.

*Nội dung và công trình phương án kiểm soát lũ:* Bao gồm 4 cụm công trình

a). Cụm công trình số 1: Kiểm soát lũ từ tràn biên giới bằng cống và thoát lũ theo kênh trục dọc

+ Xây dựng tuyến ngăn lũ và kiểm soát lũ dọc theo bờ Nam kênh Tân Thành Lò Gạch (Hồng Ngự-Tân Hồng), cao trình đỉnh lũ là + 6,5 m tại Hồng Ngự và + 5,5 m tại Vĩnh Hưng.

+ Trên tuyến ngăn lũ xây dựng 5 cống trong đó có 5 cống để kiểm soát lũ là công trình 2/9, Kháng Chiến, có chiều rộng đáy  $B=30\text{m}$ , công trình Bình Thành  $B=20\text{m}$ , công trình Thống nhất  $B=20\text{m}$ , công trình Cái cái  $B=25\text{m}$ . Tuyến ngăn lũ này kết hợp xây dựng tuyến quốc lộ  $N_1$  và phân bố dân cư làm thành tuyến phòng thủ biên giới.

+ Mở rộng 2 cửa thoát lũ trên tuyến đường Nam Sở Thượng đủ thoát lũ ra sông Tiền từ Hồng Ngự đi Tân Châu là cột điện số 10, Trà Đur - Cây Đa và trung tâm. Hệ thống này có khả năng thoát được khoảng  $3.700 \text{ m}^3/\text{s}$ .

+ Nạo vét 4 kênh thoát lũ ven sông Tiền là kênh 2/9, Kháng Chiến, Bình Thành, Thống Nhất nối với các đường thoát lũ Đốc Vàng Hạ, Đốc Vàng Thượng và cửa Ba Răng để thoát được  $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ , mở rộng kênh Sông Trăng nối với rạch Cà Rung và kênh Cả Gừa với chiều rộng 20m, đáy -3m; mở rộng kênh 28 với chiều rộng  $B=20\text{m}$ , đáy -3m.

b) Cụm công trình số 2: Thoát lũ theo kênh trục ngang, cống trên kênh

+ Nạo vét mở rộng và nâng cấp kênh Đồng Tiến - Lagrange để bảo đảm đủ yêu cầu dẫn nước ngọt, tiêu nước, đồng thời đáp ứng yêu cầu giao thông thủy cho tuyến giao thông liên vùng ĐTM với chiều rộng đáy kênh  $B=30\text{m}$  cao trình đáy kênh bằng - 3,50m.

+ Nạo vét mở rộng nâng cấp kênh An Phong-Mỹ Hòa-Năm Ngàn - Bắc Đông với chiều rộng đáy kênh  $B=14\text{m}$ , cao trình đáy kênh -3,00m, tổng chiều dài toàn tuyến  $L= 90\text{km}$ .

+ Xây dựng cống ngăn mặn, gạn triều, tháo lũ Lagrange và các cống ngăn mặn khác ở ven sông Vàm Cỏ.

c). Cụm công trình số 3: Kiểm soát lũ triệt để và thoát lũ vùng nam kênh Nguyễn Văn Tiếp:

+ Nạo vét mở rộng 18 kênh nối kênh Nguyễn Văn Tiếp với sông Tiền như kênh 307, Cái Bèo, Đường Thét, kênh 6,7,8... Hai bờ các kênh trục này tạo thành các bờ kiểm soát lũ.

+ Xây dựng các cống ngăn triều, tiêu úng: Các công trình này để ngăn đỉnh triều và tháo khi chân triều ở ven sông Tiền từ Cao Lãnh đến Mỹ Tho để chủ động chống ngập úng, rút nước nhanh trong nội đồng ra sông Tiền.

e). Cụm công trình số 4:

+ Bảo vệ cho 5 thị trấn nằm trong vùng ngập sâu là Tháp Mười, Tân Thạnh, Thạnh Hóa, Tân Phước và Đông Thạnh.

+ Bảo vệ cho các trung tâm xã không bị ngập và các tuyến dân cư quan trọng.

+ Xây dựng 3 hồ sinh thái Láng sen (Mộc Hóa) và Tràm Chim (Tam Nông) để bảo tồn thiên nhiên và sinh thái ĐTM, cải tạo tiêu khí hậu, giữ ẩm, và cung cấp một phần nguồn nước trong mùa khô.

***Ngoài những giải pháp kiểm soát lũ được đề xuất, từ thông tin phân tích từ bản đồ GIS để khẳng định rõ hơn cũng như đề xuất giải pháp như sau:***

- Khu vực phía bắc không nhất thiết đầu tư kiểm soát lũ sớm nhờ cao độ mặt ruộng khá cao, không ngập lũ sớm.

- Khu vực trung tâm cần ưu tiên đầu tư đê bao, bờ bao theo các kênh trục để bảo vệ lúa khỏi ngập lũ sớm, mức độ rủi ro lũ cao trên diện rộng. Khu vực trung tâm này ngoài đê bao cần có hệ thống bơm tiêu úng hỗ trợ do dạng địa hình lòng chảo khó tiêu thoát nước mưa gây úng ra khu vực xung quanh.

- Khu vực phía nam có thể chủ động kiểm soát lũ hoàn toàn nhờ độ ngập lũ nông.

- Toàn vùng cần có hệ thống đê bao chống lũ bảo vệ các thành phố, thị trấn, khu dân cư và thương mại tập trung.

- Hệ thống đường giao thông, cụm dân cư và công trình công cộng cần nâng cấp nền vượt cao trình lũ với mức nâng cấp theo độ sâu ngập từng vị trí.

### **3.2.2. Giải pháp thích nghi với lũ:**

Với mức độ rủi ro lũ khác nhau có thể chủ động bố trí sản xuất hợp lý nhằm tránh thiệt hại lũ khi chưa có đầu tư công trình kiểm soát lũ. Giải pháp thích nghi với lũ có thể áp dụng ở vùng lũ ngập sâu. Cụ thể như sau:

- Khu vực phía bắc có thể bố trí sản xuất lúa đến hết tháng 6 hàng năm. Thời gian sản xuất lúa an toàn hàng năm vào khoảng 7 tháng (từ tháng 12 năm trước đến tháng 7 năm sau), việc cấy trồng 2 vụ lúa hàng năm là ít rủi ro với mức kiểm soát lũ thấp như đề bao nhỏ.
- Khu vực trung tâm bị ngập sớm trước 25/6 gây rủi ro lũ cao, thời gian ngập lũ dài hơn khu vực phía bắc. Giải pháp sản xuất thích nghi ở vùng trung tâm là sản xuất an toàn lúa 1 vụ dài ngày có chất lượng cao trong khoảng thời gian 5 tháng (từ tháng 1 đến tháng 5). Thời gian mùa lũ có thể làm kinh tế mùa nước nổi như nuôi cá, sản phẩm thủ công.

### **3.2.3. Giải pháp bảo hiểm rủi ro lũ:**

Ý tưởng bảo hiểm rủi ro lũ cũng như các loại hình thiên tai khác đã được nhiều nước trên thế giới thực hiện, là một biện pháp quản lý phi công trình hiệu quả có thể huy động nhiều nguồn lực trong xã hội trong khắc phục hậu quả thiên tai, giảm nhẹ áp lực tài chính đối với nhà nước và tạo sự an tâm sản xuất với nhân dân. Tuy nhiên, việc bảo hiểm rủi ro lũ chưa được áp dụng ở Việt Nam cũng do một phần nguyên nhân là sự đánh giá mức độ thiệt hại do thiên tai kém chính xác, mất nhiều công sức dẫn đến thỏa thuận bảo hiểm khó thực hiện.

Thông tin từ bản đồ GIS rủi ro lũ cho biết mức độ rủi ro khác nhau từng khu vực cụ thể. Cùng với sự phát triển của xã hội là nguồn số liệu sản xuất đầy đủ, tin cậy hơn là sự phát triển của công nghệ GIS tích hợp, xử lý nhiều lớp số liệu sẽ là công nghệ hỗ trợ nhanh, đầy đủ hơn và chính xác hơn mức độ rủi ro lũ, làm cơ sở cho bảo hiểm thiệt hại lũ.

Cụ thể, các cơ quan bảo hiểm rủi ro lũ có thể sử dụng thông tin bản đồ rủi ro lũ để định giá mức độ thiệt hại từng ô ruộng. Đối với nông dân khu vực trung tâm tỉnh Đồng Tháp có thể mua bảo hiểm rủi ro đối với lúa trong thời kỳ cuối tháng 6 trên cơ sở mức thỏa thuận chấp nhận được với nhà cung cấp bảo hiểm.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN:

Đề tài tiểu luận được thực hiện với số liệu tin cậy, tiếp cận với thực tế rủi ro lũ của tỉnh Đồng Tháp và được sự hỗ trợ của các chuyên gia và cơ quan chuyên ngành thủy lợi với phương pháp GIS thích hợp để đạt được kết quả như sau:

- Phân tích đầy đủ thông tin về lũ lụt, sản xuất nông nghiệp và thiệt hại lũ trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp và đánh giá được những tồn tại về ứng dụng GIS trong quản lý lũ để đề xuất nội dung nghiên cứu.
- Từ nguồn số liệu thực tế về cao độ số (DEM), sử dụng đất, kết quả mô hình toán thủy lực mô phỏng lũ để chọn phương pháp ‘trao đổi’ – chuyên gia GIS sử dụng kết quả mô hình thủy lực làm số liệu đầu vào cho công cụ GIS.
- Kết quả mong muốn của tiểu luận là bộ bản đồ rủi ro lũ tỉnh Đồng Tháp trên cơ sở bản đồ DEM, bản đồ ngập lũ và bản đồ sử dụng đất đã được xây dựng và chồng xếp như mục tiêu đề ra. Kết quả bản đồ rủi ro lũ được lập cho thời điểm ngày 25/6 là thích hợp vì thời điểm có mức độ ngập lũ cao (trên 50cm) và diện tích lúa chưa thu hoạch còn tỷ lệ lớn (60-80%) ở các huyện trong điều kiện lũ tần suất thiết kế 10% theo tiêu chuẩn phòng chống lũ cho nông nghiệp.
- Kỹ năng chuyên ngành xử lý bản đồ GIS của học viên được vận dụng nhằm tạo các lớp bản đồ đồng bộ từ các nguồn khác nhau cho việc phân tích chồng lớp tạo chuỗi số liệu phân tích định lượng rủi ro chuẩn xác.
- Dựa vào bản đồ GIS trực quan để đánh giá giải pháp kiểm soát lũ của cơ quan chuyên ngành phù hợp đối với vùng lũ ngập nông phía nam tỉnh Đồng Tháp và kiến nghị bổ sung ý tưởng cho giải pháp kiểm soát lũ vùng ngập sâu cần phải chia thành 2 tiểu khu ngập sớm ở trung tâm rủi ro cao và ngập muộn ở phía bắc rủi ro ít.
- Bản đồ GIS có ý nghĩa lớn đối với giải pháp quản lý lũ phi công trình ‘bảo hiểm rủi ro lũ’ rất triển vọng có hiệu quả ở ĐBSCL.
- Qua thời gian thực hiện tiểu luận học viên đã vận dụng một cách sáng tạo những hiểu biết chuyên ngành để giải quyết vấn đề thực tiễn kỹ thuật phức tạp và đang là sự quan tâm của xã hội.

### **KIẾN NGHỊ:**

Qua thời gian thực hiện đề tài tiểu luận, học viên rút ra những bài học kinh nghiệm và kiến nghị như sau:

- Thực trạng rủi ro lũ ở tỉnh Đồng Tháp vẫn là một thách thức lớn với sản xuất nông nghiệp và cần sự quan tâm của các cấp chính quyền từ Trung ương, địa phương và các tổ chức xã hội trong nước và quốc tế.
- Việc ứng dụng công nghệ GIS trong quản lý lũ vẫn ở mức hạn chế về trình bày bản đồ từ nguồn số liệu mô hình toán và giải đoán không ảnh ở các cơ quan khoa học. Cần thiết phải tích hợp công nghệ GIS đánh giá nhanh rủi ro lũ trong các bộ dữ liệu hỗ trợ ra quyết định quản lý lũ với tập hợp thông tin cơ bản như độ ngập lũ và thực trạng sản xuất trong mùa lũ.
- Trong khuôn khổ tiểu luận chỉ thực hiện đánh giá rủi ro lũ dựa trên bản đồ lập ở thời điểm nhất định ở cuối tháng 6. Mức độ rủi ro lũ còn thay đổi đáng kể theo thời gian hàng tuần do biến động mực nước lũ tăng dần (ngập tăng nhanh) và tiến độ thu hoạch cũng tăng (thiệt hại giảm dần), vì vậy cần lập bản đồ rủi ro lũ diễn biến theo hàng tuần trong mùa lũ.
- Độ tin cậy của bản đồ ngập lũ cần được kiểm định bằng không ảnh hay điều tra ngập ứng thực tế để tăng độ tin cậy.
- Bản đồ rủi ro lũ dựa trên bản đồ sử dụng đất cũng chưa phản ánh được thực tế mùa vụ cây trồng từng thửa ruộng.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

## Tiếng Việt

- [1] Viện QHTLMN (1999), Quy hoạch kiểm soát lũ ngắn hạn ĐBSCL.
- [2] Nguyễn Kim Lợi, 2007. Hệ thống thông tin địa lý, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [3] Nguyễn Kim Lợi và ctv, 2009. Hệ thống thông tin địa lý nâng cao. NXB Nông Nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh.
- [4] Nguyễn Kim Lợi và Trần Thống Nhất, 2007. Hệ thống Thông tin Địa lý – Phần mềm ArcView 3.3. NXB Nông Nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh.
- [5] Đặng Đình Đức & nnc (2011), *Ứng dụng mô hình MIKE FLOOD tính toán ngập lụt hệ thống sông Nhuệ - Đáy trên địa bàn TP Hà Nội*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27, Số 1S (2011) 37-43.
- [6] TS. Nguyễn Kim Lợi, 2007. Hệ thống thông tin địa lý, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [7] ThS. Lê Anh Tuấn, Phòng chống thiên tai.
- [8] Website giới thiệu về lũ lụt của trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia. Truy cập ngày 20 tháng 02 năm 2012.
- [9] Nguyễn Trọng Yên, 2008. Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến môi trường tự nhiên lãnh thổ Việt Nam, chương trình KC-08, Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam..
- [10] Nguyễn Văn Cư, 2003. Nghiên cứu luận cứ khoa học cho các giải pháp phòng tránh, hạn chế hậu quả lũ lụt lưu vực sông Ba.
- [11] Nguyễn Kim Lợi và Nguyễn Hà Trang, 2009. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại tiểu lưu vực sông La Ngà, Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Thủy sản Toàn quốc 2009.
- [12] A.M. Berliant, 2004. Phương pháp nghiên cứu bằng bản đồ (Hoàng Phương Nga, Nhữ Thị Xuân dịch, hiệu đính: Nguyễn Thơ Cát – Lương Lãng). Nhà xuất bản đại học Quốc gia Hà Nội.

## Tiếng Anh

- [13] DHI (2007), *MIKE11-A Modelling System for Rivers and Channels*, online HD reference manual for the Mike software package.
- [14] Arnold, J. G and J.R. Williams, 1987. Validation of SWRRB: Simulator for water resources in rural basins. J. Water Resour. Plan. Manage. ASCE 113 (2): 243-256.
- [15] Arnold, J. G et al., 1995. Continuous-time water and sediment-routing model for large basins. J. Hydrol. Eng. ASCE 121.
- [16] Bailly, J.S. et al., 2007. Boosting: a Classification Method for Remote Sensing.
- [17] International Journal of Remote Sensing.
- [18] Bao Yansong et al., 2006. Estimation of Soil Water Content and Wheat Coverage with ASAR Image. Journ. of Remote Sensing 10.
- [19] Basanta Shrestha et al., 2001. GIS for Beginners, Introductory GIS Concepts and Hands-on Exercises. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal.
- [20] Bastiaansen, W. G., 1998. Remote Sensing in Water Resources Management: The State of the Art. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- [21] Beven, J. K, 2001. Rainfall-runoff modelling – The Primer. John Wiley & Sons Ltd., Chichester. Brouwer, C. and Heibloem, M., 1986. Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. FAO, Rome, Italy.
- [22] C. Santhi et al., 2001. Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. Journal of the American Water resources Association.
- [23] Colwell, R. N. 1997. History and place of photographic interpretation. In: W. R. Philipson, ed. 1997. Manual of Photographic Interpretation. American Association of Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD.
- [24] Droubi, A et al., 2008. Development and Application of a Decision Support System (DSS for Water Resources Management in Zabadani Basin, SYRIA and

Berrechid Basin, MOROCCO. Project “Management, Protection and Sustainable Use of Groundwater and Soil Resources in the Arab Region”.

- [25] FAO, 1995. The digital soil map of the world and derived soil properties. CD-ROM Version 3.5, Rome. Franklin, J. et al., 2003.
- [26] Rationale and conceptual framework for classification approaches to assess forest resources and properties. In: Wulder, M., Franklin,
- [27] S.E. (Eds.), Methods and Applications for Remote Sensing of Forests: Concepts and Case Studies. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.
- [28] Gert A. Schultz and Edwin T. Engman, 2000. Present use and future perspectives of remote sensing in hydrology and water management. Remote Sensing and Hydrology 2000 (Proceedings of a symposium held at Santa Fe, New Mexico, USA, April 2000) . IAHS Publ . no. 267, 2001.
- [29] Green, W.H. and G.A. Ampt. 1911. Studies on soil physics, 1. The flow of air and water through soils. Journal of Agricultural Sciences 4.
- [30] Hoff, H et al., 2007. Water use and demand in the Tana Basin: analysis using the Water Evaluation and Planning tool (WEAP). Green Water Credits Report 4, ISRIC – World Soil Information, Wageningen.
- [31] International Centre for Integrated Mountain Development, 1996. Application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing, Training Manual for Managers (Vol 1). International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal.
- [32] Izaurrealde, R.C et al., 2006. Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data. Ecol. Model. 192 (3-4).
- [33] Jay Gao, 2009. Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [34] Jensen, J. R, 2005. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 3rd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [35] John A. Richards and Xiuping Jia, 2006. Remote Sensing digital image analysis - An introduction (4th Edition). Springer, Germany.
- [36] John G. Lyon, 2003. GIS for Water Resources and Watershed Management. Taylor & Francis, New York, USA.