

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

HOÀNG THỊ NGUYỆT MINH

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ ĐỀ XUẤT
GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ SÔNG PHAN – CÀ LỒ**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA LÝ

HÀ NỘI - 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

HOÀNG THỊ NGUYỆT MINH

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ ĐỀ XUẤT
GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ SÔNG PHAN – CÀ LỒ**

Chuyên ngành: Thủy văn học

Mã số: 62440224

LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA LÝ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

- 1. PGS. TS. Lã Thanh Hà**
- 2. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyên**

HÀ NỘI - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận án

Hoàng Thị Nguyệt Minh

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Lã Thanh Hà và PGS.TS. Hoàng Minh Tuyên. Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới hai Thầy đã tận tình giúp đỡ và hướng dẫn từng bước trong nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

Tác giả luận án xin cảm ơn Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu và các đơn vị trực thuộc Viện đặc biệt là Phòng Khoa học Đào tạo và Hợp tác quốc tế, Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Tài nguyên nước đã tận tình giúp đỡ, tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tác giả học tập và nghiên cứu hoàn thành luận án.

Nhân dịp này, tác giả cũng xin được bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc tới các nhà khoa học, các thầy giáo, Ban giám hiệu Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường, bạn bè và đồng nghiệp đã tận tình giúp đỡ, chỉ bảo và động viên tác giả trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu thực hiện luận án.

Cuối cùng, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến bố mẹ và người thân trong gia đình, đặc biệt là chồng và con đã động viên, khích lệ, tạo điều kiện trong suốt quá trình học tập để tác giả hoàn thành luận án này.

Tác giả luận án

Hoàng Thị Nguyệt Minh

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục	iii
Danh mục các từ và ký hiệu viết tắt	vi
Danh mục các bảng	vii
Danh mục các hình	x
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ TRÊN THẾ GIỚI VÀ TRONG NƯỚC	7
1.1 Tình hình nghiên cứu tiêu, thoát lũ trên thế giới	7
1.1.1 Tình hình lũ lụt trên thế giới	7
1.1.2 Phòng chống lũ lụt trên thế giới	11
1.1.3 Một số nghiên cứu ngập lụt trên thế giới	16
1.1.4 Một số kết luận chung về tình hình nghiên cứu lũ lụt trên thế giới	17
1.2 Tình hình nghiên cứu tiêu úng thoát lũ ở Việt Nam	18
1.2.1 Lũ lụt và ngập úng ở Việt Nam	18
1.2.2 Thiệt hại do lũ lụt gây ra ở Việt nam	20
1.2.3 Phòng chống lũ lụt và ngập úng	21
1.2.4 Đánh giá về tình hình tiêu úng thoát lũ ở Việt Nam	22
1.3 Nghiên cứu ngập úng và thoát lũ trên lưu vực sông Phan-Cà Lò	25
1.3.1 Tình hình ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lò	25
1.3.2 Các nghiên cứu liên quan trên lưu vực sông Phan- Cà Lò	28
1.4 Hướng nghiên cứu của luận án	32
1.5 Kết luận chương I	33
CHƯƠNG II: ĐẶC ĐIỂM CỦA SÔNG PHAN – CÀ LỒ TRONG BÀI TOÁN TIÊU ÚNG THOÁT LŨ	34
2.1 Giới thiệu về lưu vực sông Phan - Cà Lò	34
2.1.1 Đơn vị hành chính và dân số	34
2.1.2 Đặc điểm địa hình	35
2.1.3 Đặc điểm khí hậu	35

2.1.4	Đặc điểm sông ngòi	36
2.1.5	Tình hình thu thập số liệu khí tượng thủy văn	39
2.2	Hiện trạng công trình tiêu thoát nước	41
2.2.1	Hệ thống đê điều	41
2.2.2	Các công trình tiêu thoát nước	41
2.2.3	Hiện trạng tiêu thoát nước	44
2.3	Phân tích nguyên nhân úng, ngập trên lưu vực sông	45
2.3.1	Địa hình thấp trũng dạng da báo	45
2.3.2	Hệ thống sông có lòng dẫn hẹp, nhiều cầu cống và độ uốn khúc lớn	45
2.3.3	Lưu vực nằm trong khu vực mưa lớn ở sườn phía Tây của dãy núi Tam Đảo	46
2.3.4	Ảnh hưởng nước vật của sông Cầu	49
2.3.5	Hệ thống tiêu thoát nước chưa đáp ứng được yêu cầu	53
2.3.6	Nhận xét, đánh giá chung	53
2.4	Phương pháp giải quyết bài toán ngập úng	55
2.4.1	Nguyên tắc chung	55
2.4.2	Lựa chọn và giới thiệu tóm tắt mô hình tính toán	56
2.4.3	Lựa chọn sơ đồ tính toán thủy văn, thủy lực cho lưu vực sông Phan – Cà Lò	58
2.4.4	Tính toán thủy văn cho bài toán ngập lụt 2008	59
2.4.5	Tính toán thủy lực cho bài toán ngập lụt 2008	63
2.4.6	Kết quả bài toán ngập úng hiện trạng năm 2008	68
2.5	Kết luận chương 2	70
CHƯƠNG III: XÁC LẬP CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CHO VIỆC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ LƯU VỰC SÔNG PHAN – CÀ LÒ		71
3.1	Cơ sở đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lò	71
3.1.1	Nguyên tắc chung	71
3.1.2	Sơ đồ tiếp cận giải quyết bài toán	72
3.2	Phân vùng tiêu thoát lũ cho lưu vực sông Phan- Cà Lò	74
3.2.1	Nguyên tắc phân vùng tiêu	74
3.2.2	Phân vùng tiêu lưu vực sông Phan – Cà Lò	76
3.3	Các phương án tiêu thoát nước	80

3.4	Tính toán thủy lực tiêu thoát nước	83
3.4.1	Phương án hiện trạng (PAHT)	83
3.4.2	Phương án 1 - Cắt dòng sông Cà Lồ đoạn hạ lưu	90
3.4.3	Phương án 2 – Cải tạo lòng dẫn một số đoạn sông vùng trung lưu	98
3.4.4	Phương án 3 – Bơm tiêu tại Nguyệt Đức	105
3.4.5	Phương án 4 –Bổ sung bơm tiêu tại Ngũ Kiên	112
3.4.6	Nhận xét kết quả các phương án	119
3.5	Kết luận chương 3	120
CHƯƠNG IV: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ LƯU VỰC		
	SÔNG PHAN – CÀ LỒ	122
4.1	Cơ sở và sơ đồ đề xuất giải pháp	122
4.1.1	Cơ sở đề xuất giải pháp	122
4.1.2	Lựa chọn giải pháp tiêu thoát	123
4.1.3	Sơ đồ đề xuất giải pháp	124
4.2	Giải pháp tiêu thoát nước cho toàn bộ hệ thống và từng vùng	125
4.2.1	Giải pháp chung	125
4.2.2	Giải pháp cho toàn bộ hệ thống	126
4.2.3	Các biện pháp công trình cụ thể cho từng vùng tiêu thoát	128
4.2.4	Các giải pháp phi công trình	130
4.3	Đề xuất nguyên tắc vận hành hệ thống	132
4.3.1	Khung kế hoạch tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ	132
4.3.2	Đề xuất các điểm kiểm soát lũ trên lưu vực sông Phan- Cà Lồ	133
4.4	Đề xuất cơ chế phối hợp vận hành hệ thống tiêu thoát	139
4.4.1	Thời điểm cảnh báo	141
4.4.2	Thời điểm bắt đầu tiến hành bơm (vận hành hệ thống công trình)	141
4.4.3	Giới hạn bơm tại các vị trí bảo đảm kinh tế kỹ thuật	146
4.4.4	Cơ chế phối hợp đồng bộ toàn hệ thống tiêu thoát	146
4.5	Kết luận chương 4	146
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		148
Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án		151
Tài liệu tham khảo		152
Phụ lục		160

DANH MỤC CÁC TỪ VÀ KÝ HIỆU VIẾT TẮT

BNNPTNT	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
CP	Chính phủ
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
KHCN	Khoa học công nghệ
KS	Kiểm soát
KTTV	Khí tượng Thủy văn
LVS	Lưu vực sông
NCKH	Nghiên cứu khoa học
NXB	Nhà xuất bản
PA	Phương án
PAHT	Phương án hiện trạng
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
QĐ	Quyết định
QHSDĐ	Quy hoạch sử dụng đất
QHTL	Quy hoạch thủy lợi
QPTL	Quy phạm Thủy lợi
TH	Trường hợp
TP	Thành phố
TX	Thị xã
UBND	Ủy ban nhân dân

DANH MỤC CÁC BẢNG

STT	Tên bảng	<i>Trang</i>
1.1	Đánh giá về thiên tai thế giới	12
1.2	Các biện pháp phi công trình và công trình	12
1.3	Diện tích ngập úng đồng bằng sông Hồng từ 1980 - 2005	18
1.4	Số người chết do thiên tai gây ra ở Việt Nam từ 1998 – 2008	21
1.5	Tổng hợp tình hình ngập úng đất canh tác nông nghiệp trên lưu vực sông Phan - Cà Lò	25
1.6	Mực nước lớn nhất trên sông Phan trong một số năm 1971,1978, 1980, 2008	26
1.7	Mực nước lớn nhất trong sông trong trận lũ lịch sử X/2008	28
2.1	Thống kê các đơn vị hành chính trong lưu vực	35
2.2	Phân phối mưa tháng trung bình nhiều năm tại trạm Vĩnh Yên	36
2.3	Đặc trưng hình thái lưu vực của một số sông	38
2.4	Thống kê các hồ chứa tự nhiên và nhân tạo thuộc vùng nghiên cứu	39
2.5	Thống kê số liệu khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Phan - Cà Lò	40
2.6	Các trạm bơm tiêu nước	41
2.7	Hiện trạng các tuyến đê sông Cà Lò	42
2.8	Lượng mưa trung bình tháng và năm (1960 - 2011) tại một số trạm đo mưa trong lưu vực	47
2.9	Lưu lượng lũ lớn nhất xảy ra trên lưu vực (trận lũ VII/1971)	48
2.10	Dòng chảy năm ứng với một số tần suất quy định	49
2.11	So sánh chênh cao mực nước giữa 3 trạm Lương Phúc – Mạnh Tân – Phúc Lộc Phương	51
2.12	Trích xuất kết quả vị trí xảy ra nước vật năm 2006	52
2.13	Trích xuất kết quả vị trí xảy ra nước vật năm 2008	52
2.14	Thống kê tình hình thu thập số liệu khí tượng thủy văn	60
2.15	Phân chia các tiểu lưu vực thuộc lưu vực sông Phan – Cà Lò	60
2.16	Các bộ thông số hiệu chỉnh mô hình MIKE - NAM	62
2.17	Kết quả đánh giá hiệu chỉnh bộ thông số	62
2.18	Kết quả đánh giá bộ thông số đại biểu từng trận lũ	62
2.19	Kết quả kiểm định thông số mô hình NAM tại trạm Phú Cường	63

2.20	Thống kê tài liệu mặt cắt trên các sông trong lưu vực	63
2.21	Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Lương Phúc năm 2006	65
2.22	Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Mạnh Tân năm 2006	65
2.23	Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Lương Phúc năm 2008	66
2.24	Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Mạnh Tân năm 2008	67
2.25	Tổng diện tích ngập phân theo các cấp độ sâu ngập trận lũ cuối tháng X/2008	70
3.1	Vị trí và quy mô các khu công nghiệp trong vùng dự án đến 2020 phân theo các vùng tiêu	79
3.2	Các phương án tính toán	81
3.3	Kết quả tính toán thủy lực trên hệ thống Sông Phan – Cà Lò, PAHT	83
3.4	Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và yêu cầu dung tích cần tiêu	85
3.5	Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian – Phương án hiện trạng	86
3.6	Kết quả tính toán thủy lực các trường hợp – PA1	92
3.7	Đánh giá tác động các trường hợp cắt dòng đến chiều dài sông và diện tích ảnh hưởng của lũ	93
3.8	Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian, PA1-TH4	95
3.9	Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát, PA1-TH4	96
3.10	Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 2	99
3.11	Diện tích ngập ứng với độ sâu và thời gian ngập – PA2	102
3.12	Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát - PA2	103
3.13	Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 3	107
3.14	Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian – PA3.	109
3.15	Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát – PA3	110
3.16	Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 4	113
3.17	Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian – PA4	116
3.18	Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và yêu cầu lượng nước cần tiêu theo PA4	117
3.19	So sánh kết quả tính các phương án tiêu thoát trên lưu vực	119
4.1	Chỉ tiêu tiêu thoát nước cho từng vùng (theo loại hình tiêu)	123
4.2	Chỉ tiêu tiêu thoát nước cho từng vùng (theo đối tượng tiêu)	123
4.3	Tổng hợp các giải pháp công trình đề xuất	129
4.4	Tổng hợp quy mô công trình thiết kế	130

4.5	Các điểm kiểm soát và theo dõi trên lưu vực sông Phan – Cà Lò	134
4.6	Lưu lượng lớn nhất (Q_{max}) tại các điểm kiểm soát	135
4.7	So sánh mức tăng giảm lưu lượng lớn nhất giữa các phương án tính với phương án hiện trạng $P = 10\%$ tại vị trí các điểm kiểm soát	135
4.8	Thống kê mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát – Phương án 4	138

DANH MỤC CÁC HÌNH

STT	Tên hình	<i>Trang</i>
1.1	Sơ đồ tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của luận án	4
1.1	Thống kê tổng hợp những phương án quản lý lũ trên phạm vi một lưu vực, Ngân hàng thế giới, 2012	17
1.2	Diễn biến về thiệt hại do thiên tai gây ra ở Việt Nam (1998-2008)	21
1.3	Ảnh viễn thám ngập úng XI/2008 tỉnh Vĩnh Phúc	27
1.4	Cầu Khả Do trong trận lũ lịch sử tháng XI năm 2008	27
1.5	Cầu Tranh Cũ trong trận lũ lịch sử tháng XI năm 2008	27
1.6	Toàn cảnh ngập lụt trong trận lũ lịch sử tháng XI - 2008 tại Hương Canh	27
1.7	Toàn cảnh ngập lụt trong trận lũ lịch sử tháng XI- 2008 ven Quốc lộ 2	27
1.8	Sơ đồ giải quyết bài toán	32
2. 1	Bản đồ vị trí địa lý lưu vực sông Phan- Cà Lò	34
2. 2	Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực sông Phan - Cà Lò	37
2. 3	Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng, thủy văn lưu vực sông Phan - Cà Lò	40
2. 4	Biểu đồ so sánh mực nước lớn nhất giữa Lương Phúc – Mạnh Tân – Phúc Lộc Phương	50
2. 5	Hiện tượng nước vật xây xa trong các tháng VII, VIII (2006-2011)	51
2. 6	Sơ đồ khối các bước thực hiện bài toán ngập lụt cho lưu vực sông Phan – Cà Lò	59
2. 7	Sơ đồ phân chia lưu vực bộ phận tính toán trong mô NAM	61
2. 8	Các biên trong mô thủy lực mạng lưới sông Phan – Cà Lò.	64
2. 9	Quá trình mực nước thực đo và tính toán năm 2006 trạm Lương Phúc	65
2. 10	Quá trình mực nước thực đo và tính toán năm 2006 trạm Mạnh Tân	65
2. 11	Quá trình thực đo và tính toán năm 2008 tại trạm Lương Phúc	66
2. 12	Quá trình thực đo và tính toán năm 2008 tại trạm Mạnh Tân	67
2. 13	Diện tích duy trì ngập trận lũ cuối tháng X/2008	68
2. 14	Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Phan – Cà Lò trận lũ cuối X/2008	69
2. 15	Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực sông Phan – Cà Lò X/2008	69
3.1	Sơ đồ tổng thể thiết lập bài toán tiêu thoát nước	73

3.2	Sơ đồ giải pháp kỹ thuật tiêu úng thoát lũ sông Phan – Cà Lò	73
3.3	Bản đồ ranh giới các vùng tiêu lưu vực sông Phan – Cà Lò	77
3.4	Bản đồ các khu công nghiệp trên lưu vực sông Phan- Cà Lò	78
3.5	Đường quá trình mưa 3 ngày max trạm Vĩnh Yên (7-9/X/1978)	80
3.6	Đường quá trình mưa 3 ngày max trạm Tam Đảo (7-9/X/1978)	80
3.7	Sơ đồ các phương án tính toán tiêu thoát	82
3.8	Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực sông Phan-Cà Lò - PAHT	84
3.9	Diện tích duy trì ngập theo thời gian – PAHT	87
3.10	Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PAHT	87
3.11	Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PAHT	88
3.12	Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PAHT	88
3.13	Các trường hợp cắt dòng được tính toán	91
3.14	Sơ đồ tổng quan các trường hợp tính toán cắt dòng	91
3.15	Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng, PA1-TH4	96
3.16	Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng,PA1-TH4	96
3.17	Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA1- TH4	97
3.18	Thời gian duy trì ngập theo độ sâu tại các vùngPA1- TH4	97
3.19	Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực Phan-Cà Lò, PA2	100
3.20	Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng - PA2	103
3.21	Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA2	103
3.22	Bản đồ ngập lụt trong lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA2	104
3.23	Bản đồ thời gian duy trì lũ lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA2	104
3.24	Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực Phan-Cà Lò, PA3	108
3.25	Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng – PA3	110
3.26	Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA 3	110
3.27	Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA3	111
3.28	Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA3	111
3.29	Sơ đồ vị trí hai trạm bơm và các cống điều tiết trong phương án 4	112
3.30	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát – Phương án 4	115
3.31	Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng – PA4	117
3.32	Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA4	117

3.33	Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA4	118
3.34	Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA4	118
3.35	So sánh đường mực nước lớn nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Phan – Cà Lò giữa hiện trạng và các phương án tính toán	119
3.36	So sánh giá trị lưu lượng lớn nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Phan – Cà Lò giữa hiện trạng và các phương án tính toán	120
3.37	Mức độ tiêu thoát được của mỗi phương án tiêu thoát so với phương án nền tại mỗi vùng so với hiện trạng	120
4.1	Sơ đồ đề xuất giải pháp tiêu úng thoát lũ sông Phan – Cà Lò	125
4.2	Sơ đồ tổng thể bố trí giải pháp công trình	126
4.3	Vị trí các điểm kiểm soát trên lưu vực sông Phan – Cà Lò	134
4.4	Hình thức và thông tin thông báo tại mỗi điểm kiểm soát	135
4.5	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát trong trận lũ 1978	136
4.6	Biểu đồ theo dõi diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát trong trận lũ 1978	137
4.7	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát – Phương án 4	137
4.8	Diễn biến lưu lượng tại các điểm kiểm soát – Phương án 4	138
4.9	Biểu đồ mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát – Phương án 4	138
4.10	Biểu đồ chỉ tiêu vận hành tiêu thoát nước trên lưu vực sông Phan – Cà Lò	139
4.11	Sơ đồ khối vận hành tiêu thoát úng ngập	140
4.12	Sơ đồ vận hành tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lò	143
4.13	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 1	144
4.14	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 2	144
4.15	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 3	144
4.16	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 4	145
4.17	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 51	145
4.18	Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 52	145

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Sông Phan – Cà Lồ là một con sông nhánh của sông Cầu, chảy qua địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc và Thành phố Hà Nội được ít người biết đến, nhưng trong tâm trí của các nhà Thủy văn, Thủy lợi thì nó là con sông rất đặc thù trong hệ thống sông ngòi Việt Nam vì: 1) Nó mang những dấu ấn lịch sử của con sông phân chặm lũ đầu tiên của nước ta; 2) Là một con sông có độ uốn khúc lớn nhất; 3) Tuy là con sông không lớn nhưng chảy qua 3 dạng địa hình miền núi, trung du và đồng bằng; 4) Lưu vực sông có tốc độ đô thị hóa mạnh mẽ của nước ta; 5) Là khu vực tưới, tiêu rất phức tạp.

Như lịch sử đã ghi nhận, vào những năm đầu của thế kỷ 20 (năm 1918-1919) để bảo vệ Thành phố Hà Nội khỏi những trận lũ lớn trên hệ thống sông Hồng, sông Phan – Cà Lồ được dùng làm nơi phân chặm lũ. Người Pháp đã xây dựng hệ thống công với 18 cửa ở khu vực Trung Hà, huyện Vĩnh Tường, tỉnh Vĩnh Phúc để phân lũ vào khu vực huyện Vĩnh Tường, Yên Lạc nhằm tiêu thoát lũ sông Hồng sang sông Cầu, như trận lũ VIII/1918. Nhưng hiệu quả phân chặm lũ không cao mà còn gây ngập lụt nên sau này cửa phân lũ đã được bịt kín, vì vậy sông Cà Lồ không còn nối với sông Hồng. Sông Phan - Cà Lồ trở thành lưu vực sông có dạng khép kín với cửa ra duy nhất đổ vào sông Cầu.

Những năm gần đây, thiên tai bão lũ xảy ra với tần số và cường độ ngày càng tăng dẫn đến tình hình ngập úng trên toàn lưu vực sông Phan - Cà Lồ nói chung và trên khu vực này nói riêng ngày càng phức tạp và trầm trọng. Để giải quyết vấn đề đó, chính quyền địa phương và Trung ương đã tìm nhiều giải pháp giải quyết. Do có những định hướng phát triển khác nhau, dẫn đến cách tiếp cận giải quyết vấn đề úng lụt trên từng địa phương là Vĩnh Phúc và Hà Nội có sự khác nhau. Lưu vực sông Phan - Cà Lồ nằm trong vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ, nơi có tốc độ phát triển kinh tế và tốc độ đô thị hoá mạnh mẽ. Vùng thượng nguồn thuộc tỉnh Vĩnh Phúc là cửa ngõ phía Bắc, động lực thúc đẩy kinh tế vùng phía Bắc, vùng hạ nguồn thuộc Thủ đô Hà Nội là trung tâm hành chính, chính trị của cả nước. Do vậy, để đảm bảo sự phát triển kinh tế - xã hội theo định hướng bền vững trên lưu vực, vấn đề giải quyết bài toán tiêu úng, thoát lũ tổng thể trên lưu vực sông càng trở nên cấp bách hơn bao giờ hết.

Trước bối cảnh đó, đề tài luận án **“Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất**

giải pháp tiêu úng, thoát lũ sông Phan - Cà Lò” được lựa chọn nhằm đưa đến cách tiếp cận giải quyết vấn đề tiêu úng, thoát lũ một cách tổng thể có cơ sở khoa học và thực tiễn góp phần giải quyết vấn đề trên một cách toàn diện và lâu dài trên lưu vực sông Phan- Cà Lò.

2. Tính khoa học và thực tiễn của luận án

Tính khoa học: Những kết quả của luận án góp phần làm sáng tỏ nguyên nhân gây ra ngập lụt trong lưu vực sông Phan - Cà Lò bao gồm sự hình thành, diễn biến quá trình mưa - dòng chảy và ngập úng ở lưu vực sông Phan - Cà Lò với tác động mạnh mẽ của các hoạt động kinh tế - xã hội. Trên cơ sở đó, đề xuất các giải pháp tiêu thoát ngập lụt một cách toàn diện theo hướng không phá vỡ hệ cân bằng thủy động lực của dòng sông nhằm phục vụ phát triển bền vững kinh tế - xã hội trong lưu vực sông Phan - Cà Lò.

Để thực hiện được nhiệm vụ trên, luận án sử dụng cách tiếp cận hệ thống và tổng hợp trên cơ sở ứng dụng các thành tựu về khoa học, công nghệ trong việc giải quyết vấn đề tiêu úng, thoát lũ một cách hiệu quả cho lưu vực sông Phan – Cà Lò. Kết quả nghiên cứu của luận án sẽ bổ sung và hoàn thiện thêm các kết quả nghiên cứu, xu hướng tiếp cận của bài toán tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông ở Việt Nam.

Tính thực tiễn: Hiện nay trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình nói chung và sông Phan – Cà Lò nói riêng đã có các văn bản về quy hoạch phòng chống lũ sau đây:

Quyết định số 92/2007/QĐ-TTg, ngày 21 tháng 6 năm 2007 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt “Quy hoạch phòng, chống lũ hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình”;

Quyết định số 172/2007/QĐ-TTg, ngày 16 tháng 11 năm 2007 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt “ Chiến lược quốc gia phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020”;

Văn bản số 3963/BNN-ĐĐ ngày 3/12/2009 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn về việc thỏa thuận quy hoạch phòng chống lũ chi tiết các tuyến sông có đề trên địa bàn Thành phố Hà Nội đến năm 2020.

Trên cơ sở các quy hoạch có tính pháp lý trên, luận án nghiên cứu, phân tích, đánh giá và làm rõ nguyên nhân chủ yếu và những tác động ảnh hưởng đến tình trạng ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lò để đề xuất cơ sở khoa học và thực tiễn giải quyết vấn đề ngập úng phù hợp với quy hoạch phòng chống lũ cho lưu vực sông Phan

- Cà Lồ.

Kết quả của luận án sẽ trợ giúp các địa phương trong quy hoạch phòng chống lũ, bố trí sử dụng đất hợp lý (đặc biệt là thủy lợi, nông nghiệp, đô thị, công nghiệp, giao thông) phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường theo định hướng phát triển bền vững trong lưu vực sông.

3. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

Từ ý nghĩa khoa học và thực tiễn nêu trên, mục tiêu của luận án là:

- Xác lập được cơ sở khoa học và thực tiễn nhằm làm rõ tính đặc thù của lưu vực sông Phan - Cà Lồ để phân tích nguyên nhân hình thành và diễn biến ngập úng;

- Đề xuất được giải pháp tiêu úng thoát lũ sông Phan - Cà Lồ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường theo hướng phát triển bền vững lưu vực sông.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận án

Đối tượng nghiên cứu của luận án là tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ ứng với các điều kiện cụ thể theo các phương án khác nhau. Phạm vi nghiên cứu về không gian là toàn bộ lưu vực sông Phan - Cà Lồ với tổng diện tích lưu vực là 1.229 km², bao gồm 733 km² chiếm 60% diện tích tự nhiên tỉnh Vĩnh Phúc và 496 km² thuộc Thành phố Hà Nội.

5. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

a) Cách tiếp cận

- Cách tiếp cận hệ thống và tổng hợp

Cách tiếp cận này xem lưu vực sông Phan - Cà Lồ là một hệ thống lưu vực thống nhất, trong đó các phần tử cấu thành hệ thống: Điều kiện địa hình, địa chất, khí hậu, nước, đất, con người, phương thức khai thác..., là các thành phần của hệ tương tác có quan hệ ràng buộc, tác động lẫn nhau. Để đạt được mục tiêu của luận án đòi hỏi phải xem xét tổng hợp và hệ thống để đưa ra các phân tích có liên quan đến vấn đề vì sao xảy ra hiện tượng ngập úng và các biện pháp ứng phó hiện nay để hạn chế ngập úng. Trên cơ sở đánh giá, phân tích để đề xuất các giải pháp hợp lý, nhằm giảm thiểu *trong mỗi ràng buộc của các nhân tố tạo ra hiện tượng ngập úng*.

- Cách tiếp cận theo phân tích “Nhân - Quả”

Hướng tiếp cận này xem xét, giải quyết vấn đề có tính hệ thống theo trình tự để giải quyết một cách logic trên nguyên tắc: 1) Làm rõ hiện trạng vấn đề (nêu thực

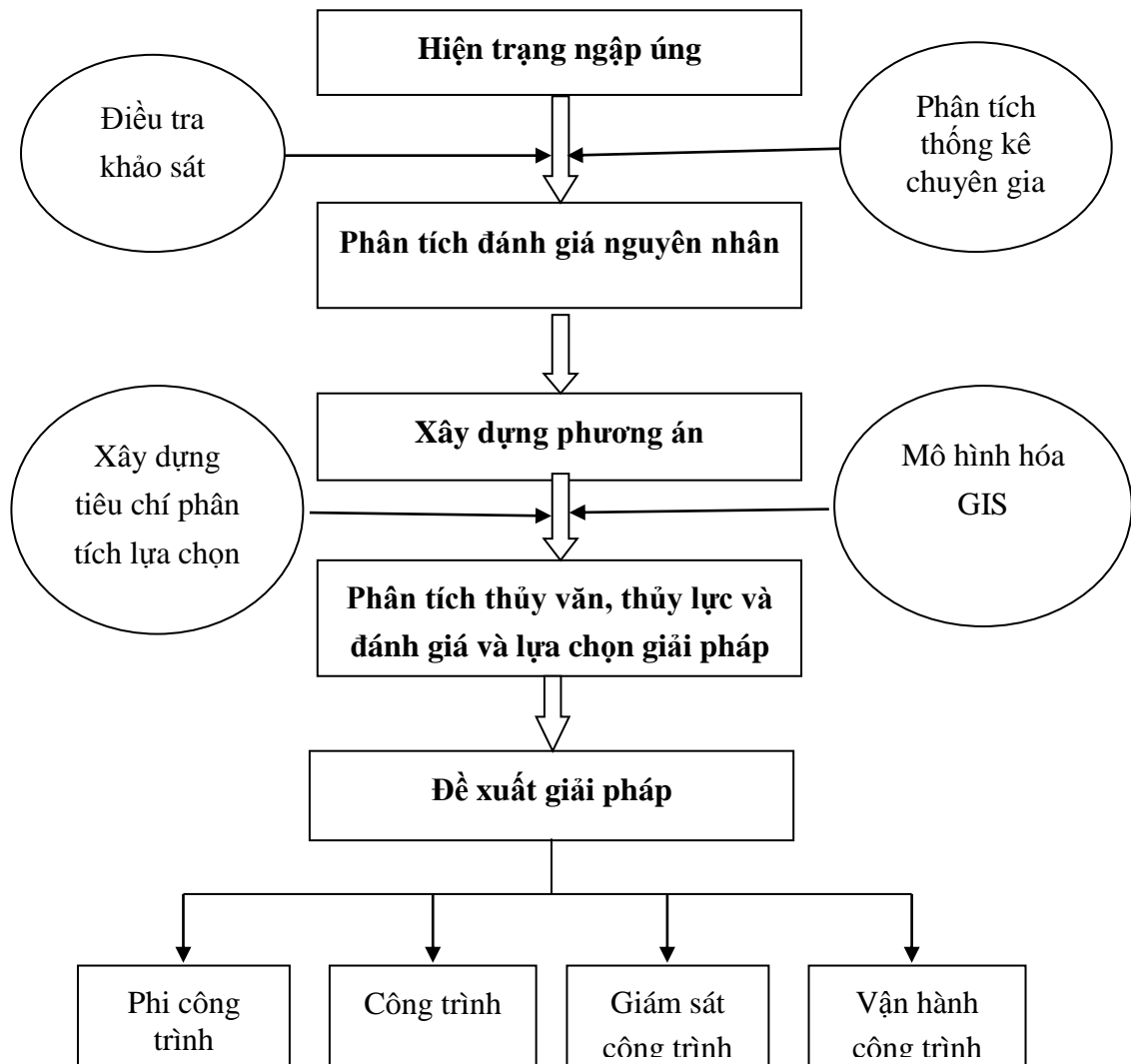
trạng ngập úng); 2) Phân tích nguyên nhân chủ yếu gây ngập úng; 3) Tồn tại trong giải quyết (phân tích cách giải quyết hiện có và phân tích vì sao chưa thoả mãn); 4) Đề xuất giải pháp; 5) Kết quả (phân tích lựa chọn giải pháp).

- Cách tiếp cận kế thừa trên quan điểm lịch sử

Các công trình nghiên cứu (hiện đã và đang thực hiện ở nhiều Ngành, Viện nghiên cứu, cơ quan ở Trung ương và địa phương) bao gồm phương pháp luận, phương pháp tính toán, công nghệ, nguồn số liệu và kết quả. Luận án dành một dung lượng lớn tập trung phân tích chọn lọc và cải tiến, hoàn thiện những vấn đề để tạo nền và chọn điểm xuất phát nhằm thực hiện những phương pháp, công nghệ mới.

b) Phương pháp nghiên cứu

Sơ đồ khối về cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của luận án được trình bày trong dưới đây:



Hình 1.1 Sơ đồ tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của luận án

1) Điều tra khảo sát thực địa: Nhằm thu thập, cập nhật, bổ sung các số liệu khí tượng, thủy văn, địa hình, điều kiện tự nhiên, các hoạt động quản lý, khai thác sử dụng, phát triển nguồn nước, bảo vệ và phòng chống khắc phục tác hại do nước gây ra trên lưu vực sông nghiên cứu.

2) Phương pháp phân tích thống kê: Kiểm tra đánh giá, tổng hợp và phân tích xử lý các số liệu về mưa lũ, mối quan hệ giữa chúng với các nhân tố ảnh hưởng theo xu thế phát triển kinh tế xã hội, xu thế biến đổi khí hậu. Từ đó phân tích diễn biến lũ lụt trên lưu vực nhằm đề xuất được giải pháp tiêu úng, thoát lũ hợp lý.

3) Phương pháp mô hình toán thủy văn thủy lực kết hợp với công cụ GIS: Đây là phương pháp cơ bản để đưa ra các định lượng kết quả bài toán theo không gian, thời gian của các đối tượng được xem xét theo mỗi phương án trong nghiên cứu giải quyết vấn đề úng lụt trên lưu vực sông Phan – Cà Lò.

4) Phương pháp chuyên gia và sự tham gia của cộng đồng: Thừa kế có chọn lọc các kết quả nghiên cứu, điều tra cơ bản trước đây có liên quan đến nội dung của luận án trên nguyên tắc “kế thừa nhưng không trùng lặp”. Học hỏi kinh nghiệm phòng chống lũ, lụt trong các cộng đồng dân cư trên lưu vực, trao đổi và tham vấn các chuyên gia, những nhà quản lý về những nội dung có liên quan đến úng lụt trên lưu vực sông Phan – Cà Lò.

5) Phương pháp phân tích hệ thống: Nhận diện nguyên nhân chính gây ra úng lụt trên lưu vực; tổng hợp, phân tích các biện pháp, giải pháp, cơ chế chính sách, kỹ thuật theo hướng từ đầu nguồn đến cửa ra, từ sông nhánh đến dòng chính. Đồng thời kết hợp giữa các giải pháp phi công trình và công trình, giữa bộ phận và tổng thể.

6. Cấu trúc luận án

Để thể hiện nội dung và kết quả nghiên cứu của luận án, ngoài phần mở đầu và kết luận, các nội dung chính của luận án được cấu trúc thành 4 chương bao gồm:

Chương 1: Tổng quan nghiên cứu về tiêu úng, thoát lũ trên thế giới và trong nước

Chương 2: Đặc điểm của sông Phan - Cà Lò trong bài toán tiêu úng thoát lũ

Chương 3: Xác lập cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc tiêu úng, thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lò

Chương 4: Đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lò

Tóm tắt nội dung chính của các chương:

- Chương 1: Tổng quan về tình hình và xu hướng nghiên cứu tiêu úng, thoát lũ trên thế giới và ở Việt Nam, từ đó định hướng lựa chọn cách tiếp cận giải quyết bài toán tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lò.

- Chương 2: Làm rõ hiện trạng, tính đặc thù của lưu vực sông Phan – Cà Lò, nguyên nhân cũng như các vấn đề tiêu úng thoát lũ trên lưu vực góp phần định hướng bài toán tiêu úng - thoát lũ trên lưu vực nghiên cứu. Từ đó, tạo cơ sở đầu vào cho giải quyết bài toán tổng thể về tình hình ngập úng trên lưu vực.

- Chương 3: Đánh giá định lượng hiệu quả bài toán tiêu úng thoát lũ theo mỗi phương án được đề xuất trên cơ sở ứng dụng bộ công cụ mô hình họ MIKE (NAM, HD11, GIS, HD21, FLOOD) kết hợp công cụ GIS.

- Chương 4: Từ những cơ sở khoa học và thực tiễn được xác lập, luận án đề xuất giải pháp tiêu úng thoát lũ hợp lý có tính khả thi cho lưu vực sông Phan- Cà Lò. Giải pháp tiêu úng thoát lũ được đề xuất bao gồm trình tự, nội dung việc phối hợp vận hành giải quyết tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lò.

7. Những đóng góp mới của Luận án

1) Làm rõ tính đặc thù của lưu vực sông Phan - Cà Lò và tác động của con người ảnh hưởng đến quá trình hình thành – diễn biến của ngập úng trên lưu vực tạo cơ sở khoa học để lựa chọn và đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ phù hợp;

2) Đề xuất được quy trình vận hành tiêu úng thoát lũ khả thi và các điểm kiểm soát nhằm vận hành hệ thống công trình tiêu úng thoát lũ trên lưu vực, từ đó làm cơ sở cho công tác quy hoạch phòng chống lũ tổng thể trên hệ thống sông Phan - Cà Lò.

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ TRÊN THẾ GIỚI VÀ TRONG NƯỚC

1.1. Tình hình nghiên cứu tiêu, thoát lũ trên thế giới

1.1.1. Tình hình lũ lụt trên thế giới

Ngập lụt lớn xảy ra trên sông là thảm họa và thường gây ra thiệt hại nặng nề về người và tài sản, ảnh hưởng nghiêm trọng tới đời sống người dân và kinh tế tại vùng bị ngập. Những năm gần đây, lũ lụt xảy ra trên thế giới có xu hướng ngày càng tăng với cường độ mạnh. Vùng đồng bằng hạ lưu của các sông, mật độ dân cư thường rất cao và là vùng kinh tế tập trung, nhất là ở các nước Châu Á thiệt hại do ngập lụt thường rất lớn. Dưới đây xin nêu tình hình ngập lụt và thiệt hại ở một số nước:

1. Tại Trung Quốc: Trên sông Hoàng Hà: Lũ năm 1887 làm chết 900 ngàn người; thập niên 1990 có 7 trận lũ lớn đã xảy ra vào các năm 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 làm chết khoảng 25 nghìn người; riêng năm 1993 đã ảnh hưởng đến 3,6 triệu người và 18 ngàn người chết. Trên sông Trường Giang, lũ năm 1931 làm ngập 3 triệu ha, ảnh hưởng tới 28,5 triệu người và 145 ngàn người chết; lũ năm 1998 làm chết 3.000 người, 23 nghìn người mất tích, 240 triệu người bị lũ uy hiếp, phá huỷ 5 triệu ngôi nhà, thiệt hại khoảng 21 tỉ USD. Tính chung, trong 55 năm gần đây lũ lụt đã ảnh hưởng đến 9,3 triệu ha đất canh tác, trung bình mỗi năm làm chết khoảng 5.000 người [91], [95].

Giải pháp khắc phục: Chiến lược phòng, chống lũ của Trung Quốc là “Tăng cường chứa lũ ở thượng nguồn; bảo vệ các vùng ảnh hưởng lũ ở trung lưu và hạ lưu các sông lớn; phối hợp chứa lũ, giảm lũ ở trung lưu; chuẩn bị tốt khả năng chống lũ trước mùa mưa lũ”.

Giải pháp phi công trình: Chính phủ Trung Quốc đã thực hiện một loạt các chiến lược nhằm phục hồi những vùng bị lũ lụt và cải thiện việc phòng chống lũ lụt, bao gồm trồng rừng, củng cố các đê chính, tái định cư cho những khu vực dễ bị lũ lụt.

Các giải pháp công trình chủ yếu tiêu thoát lũ của Trung Quốc hiện nay là: Củng cố hệ thống đê khoảng 278.000 km các loại; xây dựng hồ chứa thượng lưu với 86.000 hồ chứa các loại với tổng dung tích 566 tỷ m³ để bảo vệ cho khoảng 12 triệu ha đất canh tác khỏi ngập lụt; 98 khu vực chứa lũ với khả năng chứa khoảng 120 tỷ m³ nước; khoảng 2.000 trạm bơm lớn và trung bình để tiêu úng.

2. Tại Bangladesh: Là quốc gia thường xuyên đối mặt với lũ lụt do nằm ở vùng thấp đồng bằng sông Hằng, trong đó phần lớn diện tích thấp hơn 10m so với mực nước biển. Diện tích ngập khoảng 25-30 % diện tích cả nước, có khi lên tới 50-70 % với các trận lũ lớn, như trận lũ 1998 đã làm ngập 2/3 diện tích đất nước, 783 người chết, thiệt hại đến 1 tỉ USD. Năm 1970 nước dâng kết hợp với lũ lớn làm chết và mất tích 300 ngàn người, năm 1991 là 130 ngàn người [37], [92]

Chiến lược phòng chống lũ quốc gia chia làm ba giai đoạn: Giai đoạn 1: 1960-1978 quy hoạch tổng thể; Giai đoạn 2: 1978-1996 tập trung xây dựng một số công trình chống lũ và tiêu thoát lớn, xây dựng quy hoạch nước quốc gia; Giai đoạn 3: Từ năm 1996 đến nay, tập trung vào việc lồng ghép kiểm soát lũ trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước, các biện pháp phòng chống lũ cũng bắt đầu tiếp cận theo quan điểm tổng hợp.

Các giải pháp công trình trong tiêu thoát lũ của Bangladesh là nhằm ngăn chặn lũ lụt trên sông gồm khoảng 10.000 km đê kè; 3.500 km kênh tiêu với khoảng 5.000 công trình tiêu úng; khoảng 100 trạm bơm lớn; 1.250 công trình ngăn cửa sông điều chỉnh nước [37]. Bangladesh cũng đã xây dựng 135 đê bao với tổng diện tích 109 ha. Các biện pháp phi công trình còn bao gồm dự báo lũ, đôn lũ và chắn lũ.

3. Tại Hà Lan: Là quốc gia nằm ở khu vực Tây Âu có những trận thiên tai nặng nề nhất: Năm 1134, 1287, 1375, 1404, 1421, 1530, 1570, 1717, 1916, 1953. Lũ lịch sử năm 1421 đã làm chết 100 người, lũ năm 1930 làm chết 400 người, lũ năm 1570 vỡ đê làm ngập 2/3 diện tích của Hà Lan và hơn 2.000 người chết. Trong Lễ Giáng sinh năm 1717, trận bão Biển Bắc tồi tệ nhất trong vòng 400 năm tấn công Hà Lan, Đức và Scandinavia làm 14.000 người chết, trong đó Hà Lan có 2.276 người. Năm 1916, nhiều tuyến đê ở Zuiderzee bị vỡ dẫn đến việc xây dựng đập ngăn và con đê Afsluitdijk dài 32 km. Ngày 1/II/1953, bão lũ đã nhấn chìm phần lớn khu vực phía Tây Nam của Hà Lan, phá huỷ hơn 45 km đê biển gây ngập lụt 3 tỉnh phía Nam, giết chết 1.835 người, làm ngập hơn 150 ngàn ha đất. Hai trận lũ lớn năm 1993, 1995 đã gây thiệt hại cho đất nước Hà Lan hàng trăm triệu USD [37], [101], [110].

Lịch sử thủy lợi Hà Lan là lịch sử đấu tranh với biển và với nước trên 2000 năm, khoảng 27 % diện tích cả nước thấp hơn mực nước biển 3 m và 60% dân số sống ở vùng đất này. Ngoài ra, vào mùa lụt nếu không có hệ thống đê dọc theo sông và phụ lưu thì sẽ có khoảng 70 % diện tích bị ngập lụt.

Sau trận lụt lịch sử năm 1953, Ủy ban Châu thổ được thành lập và cho ra đời “Quy hoạch châu thổ” với kế hoạch xây dựng các con đê, xây các đập chắn nước biên dâng, bịt hầu hết các cửa sông ở phía Tây Nam.

Năm 1959, Luật Châu thổ được ban hành dự án châu thổ kết thúc vào năm 1997 sau gần 50 năm thực hiện, được coi là công trình chống lụt lớn nhất thế giới với 15 hạng mục công trình chính, bao gồm hệ thống đê sông, đê biển với chiều dài 16.492 km; hệ thống cống chắn nước dâng do bão, cống tiêu nước và âu thuyền dài 3.200 m; tạo được 3 hồ chứa nước ngọt rất lớn có thể đảm bảo nguồn nước ngọt ổn định cho cả đất nước trong tương lai.

Về chống lụt cho sông: Sông Rine khi chảy vào lãnh thổ Hà Lan chia thành nhiều phân lưu. Từ ngàn xưa, để ngăn chặn lũ lụt các sông này dâng cao trong mùa lũ (mùa đông) mỗi bên bờ sông xây dựng hai đê kiên cố. Đê liền kề dòng sông được gọi là đê mùa hè (mùa có ít mưa, lụt), có nhiệm vụ ngăn lụt nhỏ trong mùa hè và đê bên ngoài là đê mùa đông (mùa lũ lụt chính) đây là đê chính cách xa sông, có nhiệm vụ không cho nước tràn vào đồng.

Những biện pháp kiểm soát lũ được thực hiện: Giảm bớt cường suất lũ bằng việc nâng cao khả năng thấm nước của đất, trữ nước, mở rộng đường thoát lũ, trồng rừng và khôi phục vùng bị lũ, phát triển các công trình tiêu. Đồng thời xây dựng đê điều và tường chống lũ, nâng cấp hệ thống dự báo để báo lũ sớm, đưa sông ngòi vào phát triển đô thị, bao gồm trữ nước và thoát nước tại đô thị. Quy hoạch không gian trong phòng chống lũ: Bản đồ phân vùng ngập lũ, quy hoạch dân cư, hướng dẫn phòng chống cho người dân.

4. Tại Hoa Kỳ: Là nước chịu nhiều thiên tai, lũ lụt. Lũ năm 1993 là lũ lịch sử với chu kỳ lặp lại 500 năm trên sông Mississippi, đã làm 47 người chết, 45 nghìn ngôi nhà bị tàn phá, khoảng 74 nghìn người phải sơ tán, thiệt hại 16 tỉ USD [37], [107].

Ngập úng thường xuyên xảy ra ở hạ lưu sông Mississippi do địa hình trũng dòng chảy từ thượng lưu tràn về kết hợp với ảnh hưởng của thủy triều.

Quan điểm tiếp cận trong phòng chống lũ của Hoa Kỳ là giảm thiểu tối đa các tổn thất và các tác động xấu của lũ. Các biện pháp cụ thể gồm: Nâng cao nhận thức của cộng đồng; Hỗ trợ cộng đồng chủ động trong phòng, chống, giảm nhẹ tác hại của lũ; Quy hoạch các khu dân cư, di dời khi có lũ lớn; Bảo hiểm lũ lụt được thực hiện từ

năm 1969; xây dựng các hệ thống đo đạc, giám sát phục vụ dự báo cảnh báo lũ; xây dựng các công trình hồ chứa ở thượng nguồn; xây dựng hệ thống đê, kè, tường chắn lũ ở những nơi xung yếu. Để ngăn chặn nước lũ, Mỹ thiết lập nhiều hệ thống ngăn chặn lụt ở hạ lưu, đặc biệt để bảo vệ New Orleans bằng cách xây dựng hệ thống chuyển nước sông ra biển nhằm giảm áp lực dòng chảy gây ra vỡ đê và công ngăn tháo nước lụt khi nước sông Mississippi dâng cao.

5. Tại Malaysia: Lũ 1971 làm ngập 140km², lũ đặc biệt lớn XI/1986 ở sông Trengganu và Kelantan làm 14 người chết, thiệt hại khoảng 12 triệu USD [37]. Malaysia có điều kiện tự nhiên khá giống Việt Nam. Diện tích Malaysia khoảng 329.750 km²; có trên 3000 sông lớn nhỏ (Việt Nam có 3272 sông có chiều dài trên 10 km). Tuy nhiên, lượng mưa của Malaysia khá lớn, bình quân năm 3.000 mm (so với Việt Nam khoảng 2.000 mm) trong khi đó dân số chỉ trên 25 triệu. Nhưng nếu như 63% nguồn nước sông của Việt Nam là từ các quốc gia láng giềng chảy vào thì toàn bộ tài nguyên nước mặt và nước dưới đất của Malaysia đều sản sinh trong lãnh thổ quốc gia.

Nguyên nhân ngập úng ở Malaysia là do những trận mưa lớn vượt quá khả năng thoát lũ. Ngoài ra, còn do các nguyên nhân khác như tốc độ phát triển đô thị trên lưu vực sông, phát triển xâm lấn hành lang bảo vệ sông.

Biện pháp phòng chống lũ đang được áp dụng gồm có: Khoanh vùng những nơi dễ bị lũ, xây dựng hệ thống dự báo phòng chống lũ; nghiên cứu phòng chống lũ lụt tại các sông chính, nghiên cứu kế hoạch tổng thể về hệ thống tiêu thoát nước tại đô thị; áp dụng các biện pháp công trình như xây đập, đê điều, nạo vét lòng sông, các đường thoát nước, hồ chứa, lắp đặt hệ thống máy bơm để giảm bớt ngập lụt trong khu vực thường xuyên bị lũ; quy hoạch tổng thể hệ thống công thoát nước (1978); quy hoạch tổng thể công trình trên sông (Cục thủy lợi và dự án phòng chống lũ lụt, 1980).

6. Tại Australia: Từ năm 1840 đến 2011, Australia đã xảy ra 9 trận lũ lớn và lũ năm 2011 là một thảm họa chưa từng thấy trong lịch sử, làm hơn 70 đô thị chìm trong nước lũ, 200.000 dân bị ảnh hưởng, hơn 80 người chết, thiệt hại 13 tỷ USD [37], [106].

Các sông nông và chảy qua những cánh đồng bằng phẳng, vì vậy khi có lũ lớn, nước lụt tràn sông làm ngập một vùng rộng lớn và khả năng tiêu thoát lũ chậm. Bên cạnh đó, các thành phố và thị trấn chiếm 80 % diện tích cách biển 50 km góp phần

làm cho lũ lụt càng trở nên trầm trọng.

Các biện pháp phòng chống lũ lụt: Từ thế kỷ XVIII đã tiến hành phân vùng ngập lũ cho 5 thành phố, thị trấn; sau năm 1950 xây dựng các công trình như hệ thống đê điều, công xả lũ để bảo vệ hai bờ và lòng sông; năm 1970, các khu đô thị được xây dựng tại những vùng ngập lũ khiến công trình mất tác dụng, chính quyền đã có sự chuyển đổi quan trọng từ biện pháp công trình sang phi công trình, cụ thể: Quản lý đất đai, giáo dục cộng đồng, xây dựng chính sách hạn chế thiệt hại do lũ, bảo hiểm lũ lụt, xây dựng hệ thống báo động lũ. Trong những năm gần đây, các biện pháp tiêu thoát lũ được xem như là một phần quan trọng trong quản lý tổng hợp lưu vực.

7. Tại Thái Lan: Những trận lũ lớn đã xảy ra vào những năm 1917, 1942, 1955, 1964, 1972, 1975, 1980, 1983, 1995 và 2011. Trận lũ xảy ra tháng X/1995 trên lưu vực sông Chao Phraya đã làm ngập vùng đất với diện tích hơn 60.000 ha, kéo dài 30 ngày và thiệt hại khoảng 11.858 triệu baht. Trận lũ lịch sử năm 2011 là "trận lũ lụt tồi tệ nhất tính về lượng nước và số người dân chịu ảnh hưởng" từ trước đến nay làm 1/3 số tỉnh và 3/4 diện tích đất nước bị ngập, hơn 500 người thiệt mạng, 2 triệu người bị ảnh hưởng, thiệt hại 5 tỷ USD [37].

Thái Lan là một nước đang phát triển, địa hình tương đối giống Việt Nam, nằm trong vùng nhiệt đới nên hàng năm chịu nhiều tác động bởi các thiên tai liên quan đến nước do ảnh hưởng của gió mùa và lốc xoáy. Lũ lụt ở Thái Lan chủ yếu do nước sông tràn bờ vì lượng nước dồn về từ vùng thượng lưu, mưa lớn và thủy triều dâng cao tại cửa sông gây ngập lụt tại các vùng trũng.

Các biện pháp phi công trình: Phân các sông suối ra thành 25 lưu vực sông với những đặc điểm riêng để kiểm soát và có những biện pháp cụ thể tiêu thoát lũ; kiểm soát và quy hoạch đất đai; quy hoạch việc sử dụng nước ngầm để ngăn ngừa sụt đất, quản lý thiên tai do lũ; hệ thống dự báo và cảnh báo lũ.

Các biện pháp công trình: Xây dựng hàng loạt các hồ chứa lớn ở thượng nguồn, xây dựng đập nước lớn và vừa để trữ lũ với tổng số 21 đập; củng cố hệ thống đê với chiều dài 900 km; cải tạo và nâng cấp hệ thống thoát nước dọc theo sông Chao Phraya; điều chỉnh dòng lũ làm chuyển hướng dòng triều cường ra khỏi vùng được bảo vệ bằng cách cho chảy đến lưu vực khác hay chảy ra biển.

1.1.2. Phòng chống lũ lụt trên thế giới

Theo đánh giá của thế giới về thiệt hại do các loại thiên tai gây ra, số người

chết do lũ, lụt (16 %) ít hơn số người chết do bão (40 %) và động đất (37 %), nhưng lũ lụt có phạm vi ảnh hưởng rộng lớn hơn về không gian và thời gian. Vì vậy, cần phải có giải pháp để phòng chống và quản lý lũ một cách thích hợp, nhất là trong bối cảnh khí hậu biến đổi, có thể tạo ra những hiểm họa mới khó lường.

Bảng 1.1 Đánh giá về thiên tai thế giới

Loại thiên tai	Số trận thiên tai và tỷ lệ số người chết tương ứng	
	Số thiên tai (trận)	Số người chết (%)
Lũ	31	16
Bão	20	40
Động đất	17	37

(Nguồn: [58])

Biện pháp đã được áp dụng phòng chống lũ được chia làm 2 loại các biện pháp phi công trình và các biện pháp công trình (Bảng 1.2).

Bảng 1.2 Các biện pháp phi công trình và công trình

Phi công trình	Công trình
Nâng cao nhận thức về lũ lụt và phòng tránh lũ lụt, chấp hành luật pháp, cơ chế chính sách, học cách sống chung với lũ.	Xây dựng hồ, đập
Trồng rừng và bảo vệ rừng	Xây dựng, duy tu hệ thống kênh tiêu thoát
Hệ thống cảnh báo sớm	Xây dựng hành lang thoát lũ, quai đê lấn biển
Hệ thống ứng cứu bảo trợ	Phát triển hệ thống đê bao
Quy hoạch lại sử dụng đất và quy hoạch phòng chống lũ	Chỉnh trị sông
Tái định cư vùng dễ bị ảnh hưởng	
Bảo tồn dòng sông	
Bản đồ nguy cơ lũ lụt	

(Nguồn: [37])

Lũ, lụt lớn ngày càng tăng cả về tần số lẫn cường độ, nên các quốc gia thường xuyên phải đối mặt với thiên tai lũ, các biện pháp phòng chống lại lũ, lụt qua nhiều giai đoạn với các mức độ khác nhau từ phòng, chống lũ thụ động tới kiểm soát và quản lý lũ chủ động hơn [58].

a. Biện pháp phi công trình

Biện pháp phi công trình được tính đến là: Nâng cao nhận thức cộng đồng, hệ

thống cảnh báo lũ, xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt, học cách sống chung với lũ..., trong đó các biện pháp đáng quan tâm hơn cả là:

1. Luật hoá, chiến lược phòng chống lũ và quy hoạch phòng chống lũ

- **Trung Quốc** đã có Luật phòng lũ (1998). Chiến lược phòng, chống lũ của Trung Quốc là “tăng cường chứa lũ ở thượng nguồn; bảo vệ các vùng ảnh hưởng lũ ở trung lưu và hạ lưu các sông lớn; phối hợp chứa lũ, giảm lũ ở trung lưu; chuẩn bị tốt khả năng chống lũ trước mùa mưa lũ”. Các hệ thống cảnh báo và dự báo thủy văn được đầu tư và xem như “tai mắt” của Nhà nước, với phương châm “đóng rừng, trồng cây - lùi ruộng, trả rừng - san bồi, thoát lũ - lùi ruộng, trả hồ - lấy công, thay cứu - di dân, dựng chắn - nạo vét sông, gia cố đê lớn”. Chiến lược này bước đầu đã giúp Trung Quốc nâng cao hiệu quả trong phòng chống lũ [85].

- **Hoa Kỳ** đã có Ủy ban quản trị sông từ năm 1879 và từ lâu đã xây dựng “chiến lược giảm nhẹ thiên tai Hoa Kỳ”. Chiến lược trong kiểm soát lũ và giảm nhẹ lũ cùng phối hợp vì mục tiêu xây dựng các cộng đồng an toàn hơn. Năm 1928, dự án sông và các dòng phụ lưu được thực hiện trên 70 năm nhằm quy hoạch tổng thể, các biện pháp khác như phân vùng lũ, lụt để có giải pháp tránh phát triển đô thị tại các vùng bị ngập lũ, quy hoạch lại nhu cầu sử dụng đất, quy hoạch xây dựng hồ chứa nước mưa để thuận lợi cho tiêu thoát nước mùa lũ [106], [107].

- **Nhật Bản:** Luật sông ngòi được xây dựng từ năm 1896. Phòng chống lũ của Nhật Bản có thể chia thành 3 giai đoạn từ chống lũ bị động sang chống lũ chủ động cụ thể như: Từ năm 1896- 1964 chống lũ bị động, khi có lũ sử dụng các biện pháp khác nhau để giảm thiệt hại do lũ gây ra; từ năm 1964-1997, phòng chống lũ gắn liền với sử dụng nước để hiệu quả quản lý lũ được nâng cao; sau năm 1997 khi có luật sông ngòi sửa đổi, phòng chống lũ của Nhật được tiếp cận tổng hợp và toàn diện hơn, tức là gắn liền với sử dụng nước và bảo vệ môi trường để hướng tới sự phát triển bền vững [37].

- **Bangladesh** tập trung vào dự báo lũ, đón lũ và chắn lũ, xây dựng trạm quan trắc phục vụ dự báo, cảnh báo lũ và chiến lược về phòng chống lũ, trong đó có kế hoạch đối phó với lũ (Flood Action Plan). Trong các năm 1990-1995 đã tiến hành nghiên cứu lũ tại các vùng bị lụt đe dọa và xây dựng chiến lược kiểm soát nước và lũ. Từ năm 1996 đến nay, Bangladesh đã tập trung vào việc lồng ghép kiểm soát lũ trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước, các biện pháp phòng chống lũ cũng bắt đầu tiếp

cận theo quan điểm tổng hợp và giải pháp phi công trình được chú trọng hơn [86].

- **Thái Lan** đã chú trọng tới kế hoạch kiểm soát và quy hoạch đất đai: Quy hoạch đô thị, phân vùng quản lý rừng, kiểm soát những tác động về môi trường, xây dựng bản đồ ngập lụt... Cũng như các biện pháp kiểm soát việc sử dụng nước ngầm, quản lý thiên tai do lũ, chú trọng tới các hệ thống dự báo và cảnh báo lũ bên cạnh các chiến dịch trồng rừng, bảo vệ khu bảo tồn quốc gia, cải thiện dòng chảy mùa lũ và mạng lưới kênh, củng cố các đê chính, tái định cư cho những khu vực dễ bị lũ...[86].

- **Malaysia** bên cạnh biện pháp chống xói mòn đất, đã tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng lũ lụt, quy hoạch quản lý đất đai, dự báo và báo động lũ, ứng dụng mô hình thủy văn thủy lực trong các nghiên cứu đánh giá khả năng chứa nước, bản đồ ngập lụt, xây dựng các phương án tính toán lượng tiêu thoát, đánh giá ảnh hưởng của lũ trước và sau khi có công trình [37].

- **Australia** đã quy hoạch vùng thường xảy ra lũ, xây dựng hệ thống báo động lũ, áp dụng một biện pháp thống nhất trong quản lý lưu vực sông, các chính sách ngăn chặn lũ được phổ biến và áp dụng trên cả nước [37].

2. Quản lý lũ theo hướng tiếp cận tổng hợp phòng chống lũ

Các quốc gia như Trung Quốc, Thái Lan, Bangladesh, Hà Lan... đã sử dụng biện pháp quản lý lũ theo hướng tiếp cận tổng hợp phòng chống lũ với 12 nguyên tắc: 1) Mỗi kịch bản nguy cơ lũ lụt là khác nhau và không có công thức chung cho phòng, chống lũ lụt; 2) Kế hoạch phòng, chống lũ lụt phải có tầm nhìn chiến lược trước mắt, dài hạn và tương lai; 3) Các quy hoạch, kế hoạch chuyên ngành liên quan đến nguồn nước đều phải xem xét đến vấn đề phòng chống, khắc phục hậu quả tác hại do nước gây ra; 4) Việc phòng, chống lũ lụt theo hướng tổng hợp phải bao gồm các biện pháp phi công trình và công trình; 5) Biện pháp phòng tránh, kiểm soát lũ đưa ra phải toàn diện, hài hòa, không gây nguy cơ ảnh hưởng giữa thượng và hạ lưu, giữa các ngành kinh tế, giữa các vùng, miền và khu vực; 6) Phải thừa nhận rằng không thể phòng, chống, giảm thiểu hoàn toàn thiệt hại và rủi ro do lũ lụt; 7) Biện pháp phòng, chống lũ lụt phải hướng tới lợi ích đa ngành; 8) Các vấn đề xã hội, sinh thái, chi phí của việc phòng, chống lũ lụt cần được quan tâm xem xét; 9) Cơ chế, chính sách, vai trò và trách nhiệm để xây dựng và triển khai các chương trình phòng, chống lũ lụt; 10) Việc thực hiện các chương trình, biện pháp phòng, chống lũ lụt phải có sự phối hợp, tham gia của nhiều bên liên quan và phải do một đầu mối thống nhất điều hành; 11) Truyền

thông nâng cao nhận thức, luôn tăng cường phòng bị và sẵn sàng hành động; 12) Có kế hoạch phục hồi nhanh chóng sau khi xảy ra lũ lụt bằng nhiều nguồn lực.

3. Cảnh báo và dự báo lũ

Cảnh báo và dự báo lũ rất cần thiết trong việc phòng chống lũ. Các công nghệ dự báo ngày càng hiện đại với việc áp dụng các mô hình dự báo khí tượng thủy văn, hệ thống radar, viễn thám, hệ thống quan trắc mực nước dọc theo sông, xây dựng phương án dự báo lũ. Các mô hình thường được áp dụng là: MIKE11 kết hợp với sử dụng tư liệu viễn thám GMS, NOAA-12 và NOAA-14 như ở Bangladesh hoặc HEC-RAS ở Thái Lan. Bangladesh đã dự báo trước được 8 ngày, Trung Quốc đã hiện đại hoá hệ thống dự báo lũ với nhiều chức năng nhằm kiểm soát lũ...

b. Các biện pháp công trình

Các biện pháp công trình bao gồm: Xây dựng, cải tạo hồ đập, duy tu hệ thống kênh tiêu, quai đê lấn biển, phát triển đê bao, chỉnh trị sông. Tùy theo hoàn cảnh cụ thể của mình mà các nước có những biện pháp khác nhau như:

1. Biện pháp đắp đê: Đắp đê là biện pháp cưỡng bức nhưng được áp dụng khá phổ biến và được thực hiện từ khá sớm, mà tiêu biểu là một số nước cụ thể: Trung Quốc có khoảng 278.000 km đê các loại được hình thành từ hàng ngàn năm nay; Bangladesh có khoảng 10.000 km đê; Thái Lan có khoảng 900 km đê; hệ thống đê sông Mississippi của Mỹ hình thành từ thế kỷ XVIII sang thế kỷ XIX các con đê đã được liên kết lại thành một hàng rào chắn lũ dài 3.200 km; Hà Lan là nước điển hình trên thế giới về đắp đê chống lũ với hệ thống đê dài 16.493 km, trong đó có 2.415 km đê chính và 14.077 km đê phụ.

2. Xây dựng hồ chứa: Trung Quốc hiện có khoảng 86.000 hồ chứa các loại với tổng dung tích 566 tỷ m³ nước bảo vệ cho khoảng 12 triệu ha đất canh tác khỏi ngập lụt và 98 khu vực chứa lũ với khả năng chứa khoảng 120 tỷ m³ nước. Hà Lan có 3 hồ chứa nước ngọt rất lớn đảm bảo đủ nước dùng ổn định cho cả đất nước trong tương lai. Hoa Kỳ có 250 đập nước ở thượng lưu sông Mississippi. Thái Lan có 21 đập ngăn nước...

3. Xây dựng các trạm bơm tiêu, kênh tiêu và công ngăn nước

Thái Lan có 70 trạm điều tiết (công suất 25 m³/h) và 50 trạm bơm lớn, Bangladesh có 3.500 km kênh tiêu với khoảng 5.000 công trình tiêu úng, 100 trạm bơm lớn, 1.250 công trình ngăn cửa sông điều chỉnh nước... Trung Quốc có 2.000

trạm bơm lớn và trung bình.

4. Chuyển dòng, nắn dòng, nạo vét lòng sông

Ngoài ba biện pháp chính trên, nhiều nước đã có các công trình chuyển lũ sang lưu vực khác hay cửa sông khác như ở Mỹ có 4 đường xả lũ sang sông và hồ ở lưu vực khác. Thái Lan có dự án chuyển hướng dòng lũ ở hạ lưu sông Chao Phraya (1999), sông Tha Tapao (1998), sông U- Tapao và hàng năm tổ chức nạo vét kênh rạch phục vụ thoát tiêu nước.

1.1.3. Một số nghiên cứu ngập lụt trên thế giới

Trên thế giới nghiên cứu ngập lụt tập trung vào những nội dung chính sau:

1. Xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo ngập lụt trên cơ sở sử dụng mô hình thủy văn, thủy lực MIKE11 kết hợp với sử dụng tư liệu viễn thám GMS, NOAA-12 và NOAA-14 như ở Bangladesh; sử dụng tư liệu viễn thám FY-II, OLR, GPCP, ERS-II, SSM/I tại Trung Quốc. Thái Lan đã sử dụng mô hình thủy lực HEC-RAS và khảo sát thực địa để xây dựng các mặt cắt sông ở sông Mae Chaem dựa vào các trạm đo D-GPS phục vụ cho công tác cảnh báo và dự báo lũ.

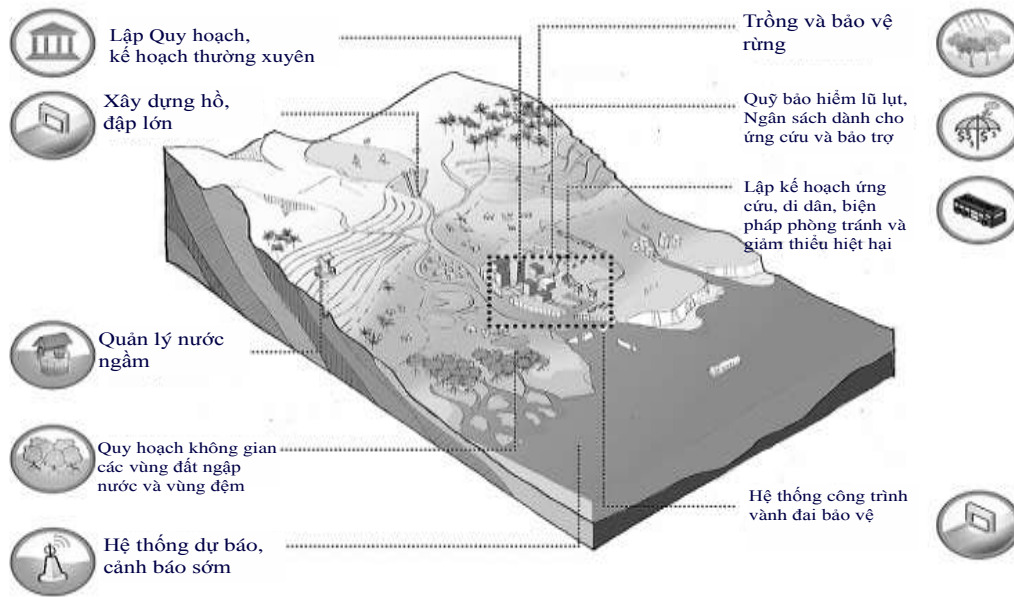
2. Ứng dụng công nghệ viễn thám vào nghiên cứu ngập lụt như ở Thái Lan với “Dự án phát triển hệ thống cảnh báo ngập lụt cho vùng lòng chảo Chao Phraya”; các nước châu Phi đã sử dụng mô hình thủy văn FEWS NET kết hợp với hệ thống thông tin địa lý GIS, từ đó xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo ngập lụt với sự trợ giúp của tổ chức USGS/EROS.

Tại Pháp hãng cung cấp ảnh vệ tinh SPOT đã ứng dụng ảnh vệ tinh vào giám sát ngập lụt hiện đang được nhiều nước đang áp dụng.

Tổ chức GISTDA của Thái Lan cũng đã áp dụng ảnh vệ tinh Landsat 5 TM để xác định vùng ngập lụt cho các lưu vực sông vùng phía Bắc Thái Lan như sông Songkram, vùng ngập lụt thuộc tỉnh Sukotha.

3. Xây dựng tổ chức quản lý lưu vực sông và phòng ngừa lũ lụt theo hướng “Quản lý lưu vực sông và phòng ngừa lụt lội” đó là mô hình tổ chức quản lý lưu vực sông Seine (Pháp), với sự tham gia chặt chẽ của các ngành, các địa phương và cộng đồng dân cư trong lưu vực.

Nhận thức được vấn đề này, Ủy ban Hợp tác Quốc tế về Môi trường và Phát triển Trung Quốc (CCICED) đã đề xuất áp dụng quản lý tổng hợp lưu vực sông tại Trung Quốc dựa trên cách tiếp cận hệ sinh thái (Hình 1.1).



Hình 1.1 Thống kê tổng hợp những phương án quản lý lũ trên phạm vi một lưu vực

(Nguồn: Ngân hàng thế giới, 2012)

1.1.4. Một số kết luận chung về tình hình nghiên cứu lũ lụt trên thế giới

Dựa vào phân tích về tình hình lũ lụt, các biện pháp phòng chống lũ lụt có thể thấy công tác phòng chống lũ trên thế giới đang tiến tới quản lý tổng hợp, có nghĩa là bao gồm tất cả các hoạt động của các lĩnh vực liên quan nhằm giảm thiểu tối đa tác hại của lũ. Theo quan điểm này, phòng chống lũ được xem xét ngay từ trước khi xảy ra lũ, trong thời gian xảy ra lũ và sau khi lũ đã hết. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện cụ thể về tự nhiên, khả năng kinh tế, kỹ thuật của từng quốc gia mà phòng chống lũ có chính sách và giải pháp cụ thể khác nhau. Ví dụ: Trung Quốc với chính sách là “tăng cường chứa lũ ở thượng nguồn; bảo vệ các vùng ảnh hưởng lũ ở trung lưu và hạ lưu các sông lớn; phối hợp chứa lũ, giảm lũ ở trung lưu; chuẩn bị tốt khả năng chống lũ trước mùa mưa lũ”. Do vậy, giải pháp chủ yếu của Trung Quốc là các công trình hồ chứa lớn, vùng chứa lũ và hệ thống đê khổng lồ. Trong khi ở Bangladesh lũ lớn thường xuyên gây ngập phần lớn quốc gia nên xây dựng hồ chứa không phải là giải pháp chính mà tập trung vào xây dựng hệ thống cảnh báo, dự báo và sự tham gia của cộng đồng trong phòng chống lũ. Hà Lan với đặc điểm địa hình bằng phẳng và khoảng 60% dân số sống ở vùng đất thấp hơn mực nước biển 3 m; vì vậy, Hà Lan tập trung vào xây dựng hệ thống đê, tường chống lũ, phát triển các công trình tiêu. Hoa Kỳ với yêu cầu giảm thiểu tối đa mọi thiệt hại do lũ nên ngoài đầu tư các công trình thì vấn đề phân vùng lũ là rất quan trọng.

Các biện pháp công trình, phi công trình được nhiều nước trên thế giới đã và đang áp dụng. Tùy theo điều kiện cụ thể từng vùng sao cho phát huy tính hiệu quả của chúng lớn nhất. Phòng chống lũ là để hạn chế thiệt hại tới mức thấp nhất cả về mặt kinh tế, xã hội và môi trường. Do vậy, không thể chỉ dùng một giải pháp duy nhất mà phải kết hợp chặt chẽ một số giải pháp với nhau. Đồng thời, tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên cụ thể và trình độ phát triển kinh tế, xã hội và khoa học công nghệ của mỗi quốc gia, mỗi lưu vực sông từ đó lựa chọn các giải pháp phù hợp.

1.2. Tình hình nghiên cứu tiêu úng thoát lũ ở Việt Nam

1.2.1. Lũ lụt và ngập úng ở Việt Nam

Ở Việt Nam, lụt thường xảy ra do lũ lớn, đôi khi do vỡ đê hoặc do nước biển dâng, gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Theo Trung tâm phòng tránh thiên tai châu Á, Việt Nam được xếp loại thiên tai ở mức độ cao.

a. Tại đồng bằng sông Hồng

Trong 10 thế kỷ gần đây, Việt Nam có 188 cơn lũ làm vỡ đê sông Hồng gây ngập lụt nghiêm trọng. Thế kỷ XIX đã có 26 năm vỡ đê và ngập lụt, nhất là khi trận lũ 1893 xảy ra đã làm vỡ đê và Hà Nội. Thế kỷ XX có 20 lần vỡ đê và lũ đặc biệt lớn đã xảy ra vào các năm 1945 và 1971. Thiệt hại do lũ ở lưu vực sông Hồng là rất lớn mà điển hình là các trận lũ: năm 1913 làm ngập 307.670 ha ruộng lúa; năm 1915 làm ngập 325.000 ha ruộng lúa; lũ 1945 đã làm vỡ 52 đoạn đê với 4.180 m, làm khoảng 2 triệu người chết do lũ lụt và chết đói, ngập 312.100 ha hoa màu; lũ VIII/1971 làm hơn 400 km đê bị vỡ, làm ngập hơn 300.000 ha.

Năm nào lũ lớn cũng đều có ngập úng, mức độ ngập úng do lũ gây ra trong 25 năm qua được thống kê trong Bảng 1.3 dưới đây. Nguyên nhân chính gây ngập úng là do mưa bão lớn thường tập trung vào các tháng VII - VIII, độ dốc lòng sông vùng thượng lưu lớn làm lũ dồn xuống đồng bằng rất nhanh và vùng đồng bằng lại thấp dễ bị ngập úng.

Bảng 1.3 Diện tích ngập úng đồng bằng sông Hồng từ 1980-2005

Năm	Ngày tháng	DTngập úng (10 ³ ha)		Nguyên nhân
		Tổng	Nghiêm trọng	
1980	16/IX	137		Bão số 6
1981	4/VII	25		Bão số 2
1982	18/XI	103	28	Bão số 9
1983	1/X	148		Bão số 6
1984	10/XI	141	60	Bão số 9

Năm	Ngày tháng	DTngập úng (10 ³ ha)		Nguyên nhân
		Tổng	Nghiêm trọng	
1985	14/IX	283	175	Bão
1986	23/VII	136	40	Bão số 3
1987	15/VII	112		Bão số 4
1988	6/VIII	47,7		Mưa địa phương
1999	12/VI	136		Bão số 3
1990	23/VII	57,5		Mưa địa phương
1992	23/VII	112,6	8,1	Bão
1994	26-31/VIII	239,2	117,7	Bão số 6
1996	23-24/VII	182,7	40,1	Bão số 2
2001	1-5/VIII	66,6	21,4	Mưa địa phương
2003	8-14/IX	184,7	19,9	Mưa kết hợp triều
2004	21-27/VII	251	173	Mưa kết hợp triều
2005	22-27/IX	209	13,3	Bão số 7

(Nguồn: [56])

b. Tại đồng bằng sông Cửu Long

Theo thống kê, từ 1961 đến nay có 10 trận lũ lớn và thiệt hại do các trận lũ lớn 1991, 1994 gây ra là lớn nhất: Thiệt hại do lũ 1991 lên tới trên 70 triệu USD và lũ 1994 làm gần 2 triệu ha bị ngập, 500 người chết, thiệt hại lên tới 210 triệu USD.

Lũ ở đồng bằng sông Cửu Long thường kéo dài 3-4 tháng; cường suất từ 3-4cm/ngày, cao nhất đạt 30 cm/ngày; tốc độ truyền lũ chậm, thường là lũ một đỉnh và dạng lũ khá ổn định do lũ ở thượng lưu và mưa nội đồng lớn (1.500–2.000 mm). Lũ ở đồng bằng sông Cửu Long đôi khi do lượng nước từ thượng nguồn tăng đột biến, bên cạnh nạn phá rừng, sự di dân đến các vùng lũ lụt, hệ thống kênh đào ở Đồng Tháp, ở Long Xuyên thuận lợi cho nước lũ sớm chảy vào đê, đập ngăn mặn cản trở việc thoát lũ [55].

Tại những vùng thấp (0,2-0,6m), khi có mưa nội đồng và thủy triều cao, ngập úng càng trầm trọng hơn. Diện tích ngập úng do mưa có thể đến 600-700 ha và đặc biệt ngập sâu hơn khi mưa lớn vào cuối mùa lũ và diện tích ngập do triều gây ra khoảng 200-300 nghìn ha.

c. Tại miền Trung

Miền Trung Việt Nam là nơi có nhiều bão, lũ lụt so với cả nước. Do lưu vực các sông thường hẹp, độ dốc lớn, nước tập trung rất nhanh nên ngập lụt thường nghiêm trọng. Các trận lũ lớn đã xảy ra vào các năm 1927, 1944, 1963, 1966, 1977 trên sông Mã và 1904, 1929, 1945, 1954, 1960, 1978 trên sông Lam là các trận lũ đã gây thiệt hại rất lớn cho tỉnh Thanh Hoá, tỉnh Nghệ An và tỉnh Hà Tĩnh.

Trong 50 năm qua, trên các sông miền Trung đã liên tiếp xảy ra các trận lũ đặc biệt lớn như lũ 1953, 1983, 1999 trên sông Hương; năm 1964 trên sông Thu Bồn, Trà Khúc, năm 1993 trên sông Vệ. Năm 1999 là lũ rất lớn, chưa từng thấy ở miền Trung với lượng mưa trong 24 giờ ở thành phố Huế đạt 1384 mm, mực nước sông Hương lên cao gần 6 m, cao hơn mực nước trận lụt năm 1953 đến 0.46 m.

Do nước sông lên nhanh, rút nhanh nên đồng bằng miền Trung bị ngập không đáng kể, nước trong đồng cũng dễ tiêu thoát, đồng ruộng không bị ngâm nước lâu như ở sông Hồng, Thái Bình hay ở sông Cửu Long.

Nguyên nhân gây lũ lụt ở miền Trung là do lũ lớn ở thượng lưu vào đồng bằng, đồng thời nạn phá rừng và việc xả lũ ở các hồ chứa không theo đúng quy trình hay sự cố vỡ các hồ chứa nhỏ cũng làm cho lũ lụt thêm trầm trọng hơn.

Khác với hệ thống sông Hồng và sông Cửu Long, đa số sông ngòi ở miền Trung không có đê, các hồ chứa nước lớn ở thượng lưu không có dung tích phòng lũ, do đó các khu dân cư hai bên bờ sông chịu ngập mỗi khi mưa lớn.

1.2.2. Thiệt hại do lũ lụt gây ra ở Việt nam

Thiệt hại do lũ lụt gây ra có xu thế ngày càng một tăng (Hình 1.2, Bảng 1.4), có thể thấy:

- Trong thời gian từ năm 1998 đến năm 2008, thiệt hại do thiên tai xảy ra ở Việt Nam xấp xỉ 80.000 tỷ đồng và có tới 4.863 người thiệt mạng, trong đó có 90% thiệt hại là do bão và lũ lụt. Xu thế thiệt hại do thiên tai lũ gây ra ngày càng tăng và xảy ra trên khắp các địa phương trong cả nước.

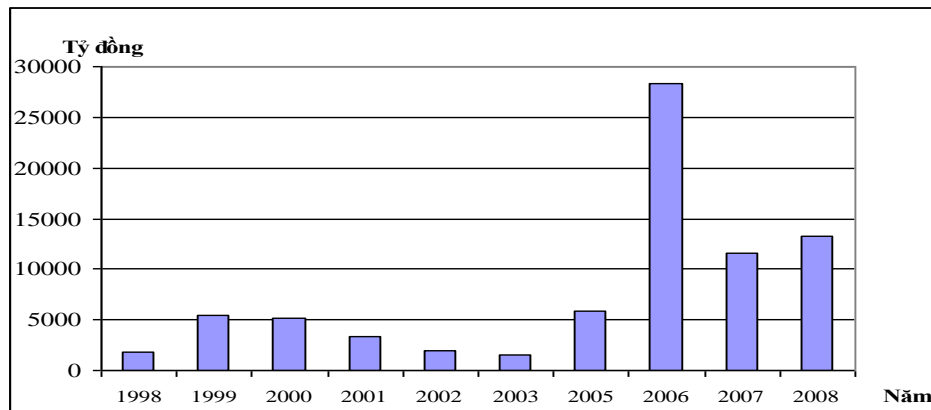
- Tính riêng 5 năm (1996-2000) thiên tai bão, lũ trên toàn quốc đã làm 6.083 người chết, mức thiệt hại lên tới 2,3 tỷ USD, mỗi năm có tới 1.217 người chết, mức thiệt hại lên tới 459 triệu USD.

- Trận lũ kép từ 1/XI đến 6/XII/1999 ở miền Trung có 715 người chết, mất tích 34 người, 478 người bị thương; 5.914 phòng học bị đổ, trôi và hư hỏng; 958 cầu cống bị sập; 32 nghìn ha lúa bị mất trắng; 620 tàu thuyền chìm và bị mất, tổng thiệt hại gần 5.000 tỷ đồng. Trận lũ tháng X/2007 ở các tỉnh Bắc Trung Bộ làm chết 88 người, 8 người mất tích, thiệt hại khoảng 3.215 tỷ đồng.

Bảng 1.4 Số người chết do thiên tai gây ra ở Việt Nam từ 1998 – 2008

Năm	Tổng số người chết	Người chết do bão, lũ lụt		Số người chết do thiên tai khác (%)
		Số người	Tỷ lệ (%)	
1998	485	407	84	78 (16%)
1999	825	792	96	33(4%)
2000	762	733	96	29(4%)
2001	604	579	96	25(4%)
2002	355	332	94	23(6%)
2003	180	173	96	7(4%)
2005	377	331	88	46(12%)
2006	339	295	87	44(13%)
2007	462	360	78	102(22%)
2008	474	391	82	83(18%)
Tổng	4.863	4.393	90	470 (10%)

(Nguồn: [2])



Hình 1.2 Diễn biến về thiệt hại do thiên tai gây ra ở Việt Nam (1998-2008). (Nguồn[2])

1.2.3. Phòng chống lũ lụt và ngập úng

Ở nước ta, phòng chống lũ và ngập úng được thực hiện bằng các giải pháp chủ yếu cụ thể sau:

a. Đập đê

Đê đã được đắp hai bờ các con sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mã, sông Lam,... trong đó đê sông Hồng là hệ thống đê có từ lâu đời và dài nhất, hiệu quả chống lũ cao nhất với 3.000 km đê sông, 1.500 km đê biển.

b. Xây dựng hồ đập

Hiện nay đã có các hồ chứa lớn trên dòng chính và dòng nhánh:

- Sông Đà: Hồ Sơn La có dung tích phòng lũ 4 tỷ m³, điều tiết 46 % lưu lượng xả tại Sơn Tây; hồ Hoà Bình có dung tích phòng lũ 3 tỷ m³, điều tiết khoảng 48 % lưu lượng xả tại Sơn Tây.

- Sông Lô - Gâm: Hồ Tuyên Quang có dung tích phòng lũ 1,5 tỷ m³, điều tiết 9 % lưu lượng tại Sơn Tây; hồ Thác Bà có dung tích phòng lũ 0,46 tỷ m³, điều tiết khoảng 6 % lưu lượng nước sông Hồng tại Sơn Tây.

Các hồ lớn khác tuy không có nhiệm vụ chống lũ, nhưng do tổng dung tích lớn nên cũng có hiệu quả điều tiết lũ đáng kể. Kết hợp với hệ thống đê, hiệu quả chống lũ 500 năm trên sông Hồng tại Hà Nội $H_{\max} < +13,40$ m.

c. Nạo vét sông, kênh mương

- Hàng năm tổ chức nạo vét kênh mương vẫn được thực hiện thường xuyên, bên cạnh đó xây dựng cụm tuyến dân cư vượt lũ; phân vùng kiểm soát lũ lụt và vùng không kiểm soát lũ lụt theo mùa, vùng kiểm soát lũ lụt quanh năm từ đó đưa ra những biện pháp công trình cụ thể.

d. Các hệ thống tiêu thoát ngập úng

Tại đồng bằng sông Hồng có 2.136 công trình tiêu (tiêu tự chảy có 935 công, tiêu bơm có 1.201 trạm bơm). Tổng diện tích cần tiêu là 2.737 ha, trong khi tổng diện tích tiêu thiết kế 1.105.376 ha, diện tích tiêu chủ động là 879.955 ha so với diện tích yêu cầu tiêu đạt 74%.

e. Trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn

Hiện nay trên phạm vi cả nước có khoảng 19 triệu ha đất rừng nhưng chỉ có 50% diện tích là có rừng. Các vùng như Tây Bắc, Tây Nguyên rừng bị tàn phá rất nhiều, khả năng chống lũ bị suy giảm dẫn đến lũ lớn, lũ quét dễ xảy ra.

1.2.4. Đánh giá về tình hình tiêu úng thoát lũ ở Việt Nam

Tại đồng bằng sông Hồng: Các sông tự nhiên đều có đê bao phòng chống lũ. Trong nội đồng thường có các kênh rạch tự nhiên và nhân tạo cắt ngang làm nhiệm vụ tưới và tiêu. Mối liên hệ giữa các kênh rạch và các con sông chính được thực hiện qua cống lấy nước tự chảy hoặc các công trình tháo nước hoặc các trạm bơm.

Do địa hình trong vùng bằng phẳng, trũng dạng da báo và thấp hơn mặt nước sông nên việc tiêu nước bằng trọng lực khó khăn và ngập úng dễ xảy ra. Trên các sông, ảnh hưởng của nước vật làm cản trở dòng chảy đã dẫn đến hiện tượng lắng đọng bùn cát. Ở vùng bị ảnh hưởng của thủy triều, ngập càng trầm trọng.

Tại các hệ thống ven biển miền Trung: Do quy mô của các hệ thống tiêu thoát nước nhỏ, việc phòng chống lũ và ngăn chặn nước mặn lại do các đê biển đảm nhiệm. Các hệ thống tưới tiêu riêng biệt hầu hết là tự chảy, nhưng cũng có nhiều vùng tưới tiêu bằng bơm. Thiệt hại do ngập lụt, ngập úng vẫn xảy ra thường xuyên và nghiêm trọng.

Vùng cao nguyên, miền núi: Hệ thống tưới tiêu riêng biệt và thường là tự chảy đối với vùng địa hình cao, đôi khi dùng bơm để lấy nước sông với vùng có địa hình thấp hoặc các hệ thống hỗn hợp.

Ở đồng bằng sông Cửu Long: Ngập lụt phụ thuộc rất nhiều vào lũ từ thượng nguồn, mưa nội đồng, địa hình thấp, triều cường, các kênh rạch và các cống ngăn mặn ở cửa sông. Các công trình đê biên giới, đê sông Tiền, sông Hậu chỉ có tác dụng vào đầu mùa lũ, khi lũ cao hệ thống này không chống được lũ. Công trình thoát lũ ra biển Tây hiệu quả chưa cao nên ngập lụt ở đồng bằng sông Cửu Long vẫn còn nhiều vấn đề cần giải quyết.

1. Tổ chức hệ thống dự báo lũ

Hiện nay công tác tổ chức dự báo lũ ở Việt Nam được chia thành 3 cấp:

a. Cấp Trung ương: Được giao cho Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương với nhiệm vụ theo dõi mọi diễn biến của tình hình khí tượng thủy văn (KTTV) trên cả nước; thực hiện dự báo KTTV và phát các bản tin dự báo, cảnh báo, thời tiết, thủy văn; tổ chức triển khai ứng dụng tiến bộ KHCN mới trong dự báo KTTV.

b. Cấp khu vực: Dự báo khu vực là nhiệm vụ của các Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực nhằm thu thập và truyền tin số liệu về Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương và dự báo cho khu vực.

c. Cấp tỉnh: Trung tâm KTTV tỉnh có nhiệm vụ dự báo lũ cụ thể cho các con sông, cụ thể hoá bản tin dự báo của Trung ương và Đài KTTV Khu vực.

2. Nghiên cứu về tiêu thoát lũ

Hiện nay ở Việt Nam có nhiều nghiên cứu về lũ lụt được thực hiện trên hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình, sông Cửu Long và các sông lớn ở miền Trung, trong đó tập trung nghiên cứu nhiều nhất trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình.

- Trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình: Các biện pháp phòng chống lũ, nghiên cứu phương án chủ động tiêu thoát lũ bao gồm cả cho tràn đê tiêu thoát lũ khi lũ lớn

vượt thiết kế để tránh vỡ đê đã và đang được thực hiện, đồng thời hoàn chỉnh về dự báo trung hạn cũng như vấn đề điều hành các công trình chống lũ trên hệ thống sao cho hiệu quả hơn.

- Tại các sông ven biển miền Trung và Tây Nguyên, trong những năm gần đây lũ và tiêu thoát lũ cũng đã được nghiên cứu, đặc biệt là các nghiên cứu liên quan đến thoát lũ, chỉnh trị lòng sông, cửa sông. Do phát triển các bậc thang thủy điện trên các lưu vực sông ở miền Trung đã và đang ảnh hưởng lớn tới việc thoát lũ và chỉnh trị lòng sông nên nhiều vấn đề rất cần được nghiên cứu để quản lý lũ lớn và điều hành liên hồ chứa cho hiệu quả hơn. Các nghiên cứu đó đã được triển khai trên các sông Hương, sông Vu Gia - Thu Bồn, sông Ba, Sê San...

- Tại hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai, các bài toán phức tạp về lũ với hàng loạt công trình thủy điện và vấn đề chống ngập úng cho thành phố Hồ Chí Minh đã và đang được tập trung nghiên cứu.

- Ngập lụt ở đồng bằng sông Cửu Long: Việc nghiên cứu xây dựng quy hoạch chống lũ, sử dụng hiệu quả nguồn nước lưu vực Mê Công được nghiên cứu với sự tham gia và hỗ trợ của Ủy hội sông Mê Công (MRC), trong đó có việc đầu tư trang thiết bị đo đạc, xây dựng cơ sở dữ liệu, công cụ tính toán như khung hỗ trợ ra quyết định (Decision Support Framework - DSF).

Các mô hình thủy văn như mô hình TANK, đường lưu lượng đơn vị SCS, các mô hình lưu vực như SSARR, mô hình thủy lực... được ứng dụng vào Việt Nam từ những năm 1960. Đến nay, nhiều mô hình hiện đại, tích hợp nhiều tính năng, mô đun tính toán cả số lượng lẫn chất lượng nước như bộ mô hình MIKE, HEC... đã được sử dụng rộng rãi.

Bộ mô hình MIKE với phiên bản ứng dụng cho tính toán lũ “MIKE FLOOD” được nhiều cơ quan sử dụng để tính toán lũ, ngập lụt có kết quả tốt, phục vụ hiệu quả cho khai thác, đề xuất các giải pháp giảm thiểu lũ lụt và ngập úng trên các sông.

Nhiều kết quả nghiên cứu đã được ghi nhận như “Xây dựng bản đồ ngập lụt tỷ lệ 1/500.000 cho đồng bằng ven biển miền Trung”, “Bản đồ dự báo ngập lụt tỷ lệ 1/50.000 cho 2 lưu vực sông Hương, sông Thu Bồn-Vu Gia”; “Chương trình dự báo lũ và ngập lụt cho lưu vực sông Kiến Giang, sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Thu Bồn, sông Ba”; nhận dạng lũ đặc biệt lớn và lũ quét khu vực miền Trung; nghiên cứu các phương án cảnh báo, dự báo lũ lụt cho các lưu vực sông Hương, Thu Bồn-Vu

Gia, Trà Khúc-Vệ và Kôn - Hà Thanh; nghiên cứu đánh giá lũ lụt làm cơ sở cho quản lý lũ, lựa chọn phương pháp tính lũ phù hợp, tính toán các đặc trưng thiết kế...

Quản lý lũ lụt đang theo phương châm phòng, tránh và sống chung với lũ, trong đó cần né tránh những mặt tác hại của lũ, thích nghi với điều kiện ngập lụt. Kết quả nghiên cứu, đánh giá về lũ lụt cũng góp phần đề ra các cơ chế, chính sách, các giải pháp phòng chống lũ quốc gia như: Quyết định số 172/2007/QĐ-TT ngày 16/11/2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt “Chiến lược quốc gia về phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020”; Quyết định số 92/2007/QĐ-TT của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch phòng, chống lũ hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình; Quyết định số 1590/2009/QĐ-TTg ngày 9/10/2009 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt “Định hướng chiến lược phát triển thủy lợi Việt Nam”...

1.3. Nghiên cứu ngập úng và thoát lũ trên lưu vực sông Phan-Cà Lò

1.3.1. Tình hình ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lò

Lưu vực sông Phan - Cà Lò có 6.220 ha lúa chiêm và 39.630 ha lúa mùa, mỗi năm có tới 5 ~ 8 % diện tích vụ chiêm và 10 ~ 20 % diện tích vụ mùa bị ngập úng. Hàng năm ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lò gây thiệt hại cho cây trồng mất từ 5 - 7 ngàn tấn lương thực. Thời gian ngập úng vụ chiêm xuân thường từ 25/IV đến 25/V, năm úng nhiều nhất là 3.000 - 3.500 ha (mất trắng 1.200 - 1.300 ha); năm úng trung bình 1.500 - 1.700 ha (mất trắng 300-700 ha) và năm úng thấp nhất 1.000-1.200 ha (mất trắng 200 - 500 ha). Thời gian ngập úng vụ mùa thường từ 20 - 25/VII và 2-15/VIII hàng năm, diện tích vụ mùa thường thấp hơn vụ chiêm từ 3.000 – 4.000 ha, có khi lên tới 4.000 – 6.000 ha (Bảng 1.5).

Bảng 1.5 Tổng hợp tình hình ngập úng đất canh tác nông nghiệp trên lưu vực sông Phan- Cà Lò

Năm	Diện tích ngập úng (ha)	Mất trắng (ha)	Vụ lúa
1968	3.810		Chiêm xuân
1971	11.200	5.120	Mùa
1978	8.930	4.250	Mùa
1984	9.130	5.640	Mùa
	4.132		Chiêm xuân
1995	3.120		Chiêm xuân

(Nguồn: Công ty Thủy nông Liễn Sơn, Vĩnh Phúc)

Từ những năm 1990 trở lại đây, tuy mưa không lớn và tập trung như những năm 1970 - 1980, nhưng diện tích úng và mất trắng vẫn rất cao, nhất là vụ mùa và thường úng 3.000 - 5.000 ha (mất trắng 800 - 2.000 ha).

Đối với vùng trọng điểm lúa thuộc hệ thống Thủy nông Liên Sơn, Vĩnh Phúc (rộng 29.229 ha, trong đó đất nông nghiệp 27.009 ha), khi mực nước tại Võ Sơn lên cao 9,3 m, khả năng tiêu tự chảy của khu vực chỉ được 17.636 ha, còn lại phải tiêu bằng động lực và mức tiêu phải là 11.593 ha. Như vậy, nếu mực nước sông Phan tại đây cao hơn 9,3 m thì ngập úng sẽ xảy ra, nếu không có tiêu động lực (Bảng 1.6).

Bảng 1.6 Mực nước lớn nhất trên sông Phan trong một số năm 1971, 1978, 1980, 2008

STT	Vị trí đo	Mực nước lớn nhất (m)		
		1971	1978	1980
1	Cổng 3 cửa An Hạ	13,25	13,35	14,30
2	Chợ Vàng	11,20	11,50	12,26
3	Cổng Nghĩa Lập	10,94	11,08	11,45
4	Cầu Trắng	10,67	10,80	10,65
5	Trạm bơm Cao Đại	10,28	10,52	10,60
6	Cầu Xuân Lai	9,93	9,37	9,90
7	Cổng Lạc Ý	9,27	9,30	9,40
8	Đầm Vạc	8,90	9,00	9,15
9	Trạm bơm Sáu Vó	9,27	9,30	9,32

(Nguồn: Công ty Thủy nông Liên Sơn, Vĩnh Phúc)

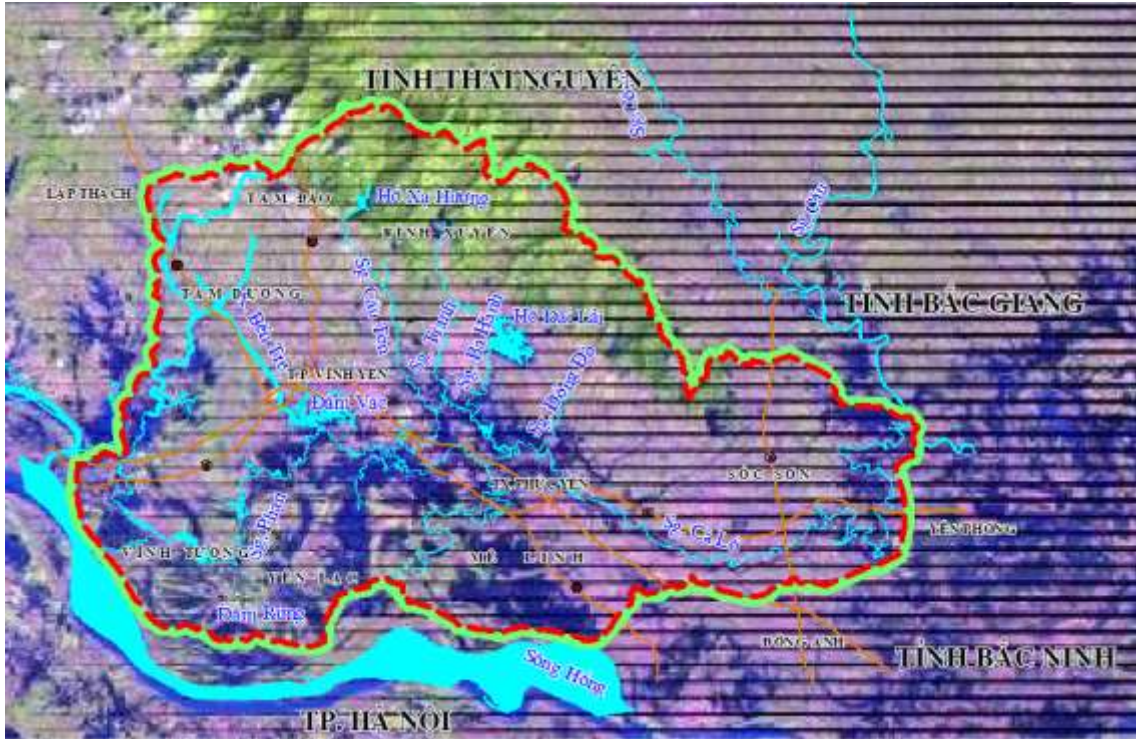
Lũ lịch sử 2008 xảy ra trên sông thành 2 đợt:

- Từ 5-7/VIII lũ lớn trên sông do mưa trên diện rộng (phổ biến 100-250 mm) tràn bờ gây ra ngập úng 3.000ha hoa màu ở nội đồng.

- Do mưa lớn trên diện rộng (500-700 mm) nên từ ngày 30/X-04/XI/2008 nước sông vượt 9,3 m và tràn bờ (Hình 1.4 đến Hình 1.7) gây ngập úng 27947 ha cây vụ đông, 5.373 nhà và 5.487 ha ao hồ.

Thiệt hại do lũ lịch sử 2008 lên tới 52,5 tỷ đồng, 523 nhà bị ngập, 50 ha lúa và gần 3.000 ha hoa màu bị hư hại hoặc mất trắng.

Dựa vào số liệu điều tra khảo sát trên lưu vực sông Phan – Cà Lò, kết hợp với ảnh viễn thám có thể thấy toàn cảnh bức tranh ngập úng trên lưu vực sông Phan – Cà Lò trong trận lũ XI/2008, khu vực ngập úng tập trung chủ yếu ở phía hữu sông Phan - Cà Lò, khu vực các nhánh sông nhập lưu và khu vực hạ lưu sông Cà Lò (Hình 1.3).



Hình 1.3 Ảnh viễn thám ngập úng XI/2008 tỉnh Vĩnh Phúc (Nguồn: [111])



Hình 1.4 Cầu Khả Do trong trận lũ tháng XI năm 2008 (Nguồn: [61])



Hình 1.5 Cầu Tranh Cũ trong trận lũ tháng XI năm 2008 (Nguồn [61])



Hình 1.6 Hương Canh trong trận lũ lịch sử tháng XI - 2008 (Nguồn: [61])



Hình 1.7 Quốc lộ 2 trong trận lũ tháng XI- 2008 (Nguồn [61])

Diễn biến mực nước tại một số vị trí trên lưu vực sông Phan – Cà Lò trong trận lũ năm 2008 có thể thấy mực nước trên các sông đều lớn hơn 9 m tại tất cả các vị trí (Bảng 1.7).

Bảng 1.7 Mực nước lớn nhất trong sông trong trận lũ lịch sử X/2008

TT	Vị trí	Sông Phan	TT	Vị trí	Sông Cà Lò
1	Cầu Vàng	12,19	8	Cầu Khả Do	9,08
2	Cầu Trai	11,67	9	TB.Đại Phùng	9,05
3	Cầu Thượng Lập	10,86	10	Cầu Xuân Phương	8,90
4	Cầu Hương	10,22	11	Cầu Tiên Châu	9,38
5	Cầu Vũ Di	9,72	12	Tiến Thắng	9,42
6	Cầu Giã Bàng	9,52	13	CLC09	9,80
7	Cầu Hương Canh	9,18	14		

(Nguồn: [41])

Trận lũ năm 2012: Nguyên nhân lũ lụt do bão số 5 sau khi đổ bộ trực tiếp vào các tỉnh phía Bắc đã gây mưa to trên diện rộng từ ngày 16/IX/2012 đến hết ngày 19/IX/2012 (220 mm đến 370 mm). Thống kê thiệt hại sau bão: Lúa bị ảnh hưởng 4.591 ha, bị mất trắng 6.080 ha, rau màu bị ảnh hưởng 532 ha, mất trắng 1.279 ha, thủy sản ngập 5.109 ha, tổng thiệt hại ước tính 272 tỷ đồng.

1.3.2. Các nghiên cứu liên quan trên lưu vực sông Phan - Cà Lò

1. Các nghiên cứu được thực hiện

1) Đề tài “Cơ sở khoa học nắn chỉnh, ổn định dòng chảy khu vực hạ lưu sông Cà Lò (Đông Anh, Sóc Sơn) phục vụ mục tiêu an toàn sinh thái và phát triển kinh tế xã hội của Thủ đô Hà Nội” (2006) do TSKH Vũ Cao Minh thực hiện, đã đề xuất một số giải pháp nắn chỉnh hạ lưu sông Cà Lò, lưu thông dòng chảy và tăng quỹ đất phát triển dân sinh, kinh tế cho hai bên lưu vực sông. Khu vực nắn dòng từ cầu Xuân Phương đến cửa ra sông Cầu với chiều dài sông 45,8 km, đây là khu vực uốn khúc nhất sông Cà Lò; đề tài đã đưa ra một số kịch bản nắn chỉnh lòng sông, từ đó lựa chọn phương án thích hợp.

2) Dự án “Quy hoạch giải pháp tiêu tổng thể sông Phan - Cà Lò tỉnh Vĩnh Phúc”(2008), do TS Đoàn Trung Lưu thực hiện, phạm vi nghiên cứu lưu vực sông Phan- Cà Lò thuộc tỉnh Vĩnh Phúc với diện tích 908 km².

Dự án đã phân lưu vực sông thành 4 vùng tiêu thoát, từ đó thiết lập 4 phương

án tiêu thoát nước cho lưu vực sông Phan – Cà Lò thuộc tỉnh Vĩnh Phúc, ngoài phương án tiêu tự chảy ra sông Cầu, trong các phương án này bố trí trạm bơm tiêu ra sông Hồng. Dựa vào kết quả tính toán theo mô hình bằng cách so sánh mực nước giữa các phương án với nhau, từ đó đề xuất phương án khả thi làm cơ sở đầu tư xây dựng các công trình tiêu thoát nước cho tỉnh Vĩnh Phúc.

Tuy nhiên những hạn chế của dự án được đề xuất trong kiến nghị là:

- Đề án nghiên cứu phần thượng lưu của sông Phan – Cà Lò thuộc tỉnh Vĩnh Phúc, chưa nghiên cứu cho toàn bộ lưu vực sông bao gồm một phần thuộc Hà Nội đoạn từ cầu Xuân Phương đến cửa ra tại sông Cầu.

- Chưa đề cập toàn diện hơn về vấn đề cải tạo lòng dẫn và đặc biệt là khả năng chinh trị lòng dẫn sông Phan, sông Cà Lò.

- Chưa đề cập đến vấn đề “quản lý vận hành hệ thống công trình”.

Kết quả nghiên cứu và những đề xuất của dự án là cơ sở từ đó định hướng nghiên cứu tiếp theo cho luận án trên lưu vực sông Phan – Cà Lò.

3) Đề tài: “Nghiên cứu một số giải pháp định hướng nhằm hạn chế tình trạng ngập úng cho thượng lưu sông Phan – Cà Lò, Vĩnh Phúc” (2008), do TS. Nguyễn Thu Hiền - Bộ môn Thủy lực – ĐH Thủy lợi thực hiện, đã nghiên cứu giải quyết bài toán tiêu úng ở 2 huyện Vĩnh Tường và Yên Lạc thuộc tỉnh Vĩnh Phúc.

Đề tài đã phân tích tình hình ngập úng của hai huyện, từ đó đề xuất 4 phương án gồm di dân, thay đổi cơ cấu sản xuất tại vùng ngập úng để đưa vào nuôi trồng thủy sản, cải tạo nạo vét lòng dẫn, và kết hợp bơm tiêu cưỡng bức ra sông Hồng.

Đề tài dựa trên cơ sở áp dụng mô hình thủy lực để tính toán sự thay đổi mực nước tại một số điểm và so sánh mực nước giữa hiện trạng và các phương án, từ đó phân tích, đánh giá hiệu quả các phương án, đề xuất biện pháp thích hợp để giải quyết vấn đề ngập úng cho hai huyện Vĩnh Tường và Yên Lạc thuộc tỉnh Vĩnh Phúc.

4) Đề tài: “Hệ thống thông tin theo dõi tình hình ngập úng và hạn hán trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc”, (2010) do Trung tâm Công nghệ Phần mềm Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện.

Đề tài đã sử dụng công cụ GIS và ảnh viễn thám để tự động tổng hợp diện tích các loại cây trồng khác nhau bị ảnh hưởng của các đợt thiên tai; xây dựng bản đồ chuyên đề biểu diễn hiện trạng ngập úng hay hạn hán cho từng xã, huyện và toàn tỉnh. Các bản đồ này cho thấy được toàn cảnh của hiện trạng thiên tai trên khu vực

nghiên cứu, từ đó đánh giá mức độ thiệt hại do thiên tai trên địa bàn tỉnh, khắc phục được những bất cập trong quản lý. Đây là một dữ liệu thực tế để có thể kiểm chứng được kết quả tính toán khi sử dụng mô hình, đặc biệt là trong trường hợp dữ liệu còn hạn chế.

5) Luận án “Nghiên cứu cơ sở khoa học điều hành hệ thống Ngũ Huyện Khê chống lũ và tiêu úng”, TS. Lê Minh Hằng (2000), đã phân tích tình hình điều hành hệ thống Ngũ Huyện Khê, từ đó nghiên cứu xây dựng mô hình hoạt động chống lũ và tiêu úng của hệ thống. Tiếp đó, dựa trên 28 trận lũ sử dụng mô hình mô phỏng tập hợp vào bằng phương pháp Monte - Carlo để đánh giá định lượng vai trò của từng công trình điều tiết lũ của hệ thống; đồng thời luận án đề xuất quy trình điều hành hệ thống Ngũ Huyện Khê trong nhận dạng lũ sông Cầu.

2. Một số dự án đang được thực hiện

Dựa trên cơ sở những nghiên cứu đã có, một số dự án tiếp tục được thực hiện đối với tỉnh Vĩnh Phúc với mục tiêu quy hoạch chi tiết hệ lại thống thủy lợi, giảm thiểu tối đa ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lò.

Có 2 dự án đang thực hiện là: “Lập quy hoạch phòng, chống lũ chi tiết cho các tuyến sông có đê trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc giai đoạn 2008–2015” và “Quy hoạch chi tiết thủy lợi tỉnh Vĩnh Phúc giai đoạn 2010-2020 và định hướng 2030”.

Mục tiêu của các dự án là: Xác định lũ thiết kế của các tuyến sông có đê gồm lưu lượng lũ thiết kế và mực nước lũ thiết kế, xác định giải pháp công trình và phi công trình để phòng lũ đối với từng tuyến sông có đê và đề xuất các phương án phát triển thủy lợi đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.

3. Các vấn đề vẫn chưa được giải quyết

Thực tế trong mỗi mùa lũ, tình trạng ngập úng vẫn xảy ra với phạm vi, mức độ và diễn biến ngày càng phức tạp, đặc biệt là đối với các trận lũ lớn như lũ 2008, 2012 đã gây thiệt hại lớn đến dân sinh kinh tế, cản trở quá trình ổn định dân cư và phát triển kinh tế là những thách thức không nhỏ và là nhu cầu bức thiết trong việc giải quyết vấn đề lũ lụt. Các nghiên cứu trên lưu vực đã tập trung vào hai khu vực:

- Khu vực thượng lưu thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh phúc:

Đây là vùng đang trong quá trình đô thị hoá, phát triển công nghiệp hoá, vì vậy các nghiên cứu, dự án về phòng chống lũ được đầu tư và là một nhiệm vụ cấp bách nhằm giải quyết vấn đề ngập úng thường xuyên trên địa bàn.

- Khu vực hạ lưu thuộc Thành phố Hà Nội:

Khu vực hạ lưu được định hướng phát triển du lịch và sinh thái mà ngập úng vẫn xảy ra thường xuyên hàng năm, nhưng lại chưa đầu tư và nghiên cứu. Đề tài “Cơ sở khoa học nắn chỉnh, ổn định dòng chảy khu vực hạ lưu sông Cà Lồ (huyện Đông Anh, huyện Sóc Sơn) phục vụ mục tiêu an toàn sinh thái và phát triển kinh tế xã hội của Thủ đô Hà Nội” mới chỉ đưa ra một số giải pháp nắn chỉnh khu vực hạ lưu sông Cà Lồ giúp lưu thông dòng chảy, cải thiện tiêu thoát nước tự nhiên vùng hạ lưu và tăng quỹ đất cho phát triển kinh tế – xã hội.

Các nghiên cứu đã và đang thực hiện với những nỗ lực tìm lời giải trong việc phòng, chống, khắc phục tác hại do ngập úng gây ra trên lưu vực nhưng chưa có được phương án giải quyết mang tính triệt để, toàn diện và tổng hợp trên toàn lưu vực sông Phan – Cà Lồ từ thượng lưu đến hạ lưu và khu vực nhập lưu với sông Cầu, đồng thời chưa có nghiên cứu thay đổi chế độ dòng chảy ở hạ lưu làm ảnh hưởng đến thượng lưu và ngược lại trong bài toán tiêu.

Theo báo cáo về tình hình lũ lụt của tỉnh Vĩnh Phúc cho thấy rằng, mặc dù có những năm mưa không lớn nhưng ngập úng vẫn xảy ra. Tình trạng: Úng đến đâu chống đến đó, khi có ngập úng thì tiêu thoát và khắc phục các hậu quả mà chưa chủ động tìm các phương án phòng tránh hiệu quả trước mùa lũ, dẫn đến tiêu úng được khu vực này lại ảnh hưởng đến khu vực khác và ngược lại.

Bên cạnh đó nguyên nhân gây ngập úng trên lưu vực và vấn đề nước vật từ sông Cầu chảy vào lưu vực sông Phan - Cà Lồ vẫn chưa được phân tích đầy đủ.

Nguyên nhân của các hạn chế trên là do:

Chưa có sự phối hợp đầu tư nghiên cứu giữa các địa phương: Tỉnh Vĩnh Phúc đầu tư nghiên cứu ở phần thượng lưu còn phần hạ lưu lại do Hà Nội thực hiện và hậu quả là chưa tìm ra tiếng nói chung về chống lũ, tiêu úng chung cho lưu vực. Mặt khác, hai huyện Sóc Sơn và Đông Anh thuộc Hà Nội được định hướng phát triển thành khu du lịch sinh thái nên việc giải quyết vấn đề ngập úng chưa đặt ra, mặc dù dòng chảy ở khu vực này diễn biến rất phức tạp.

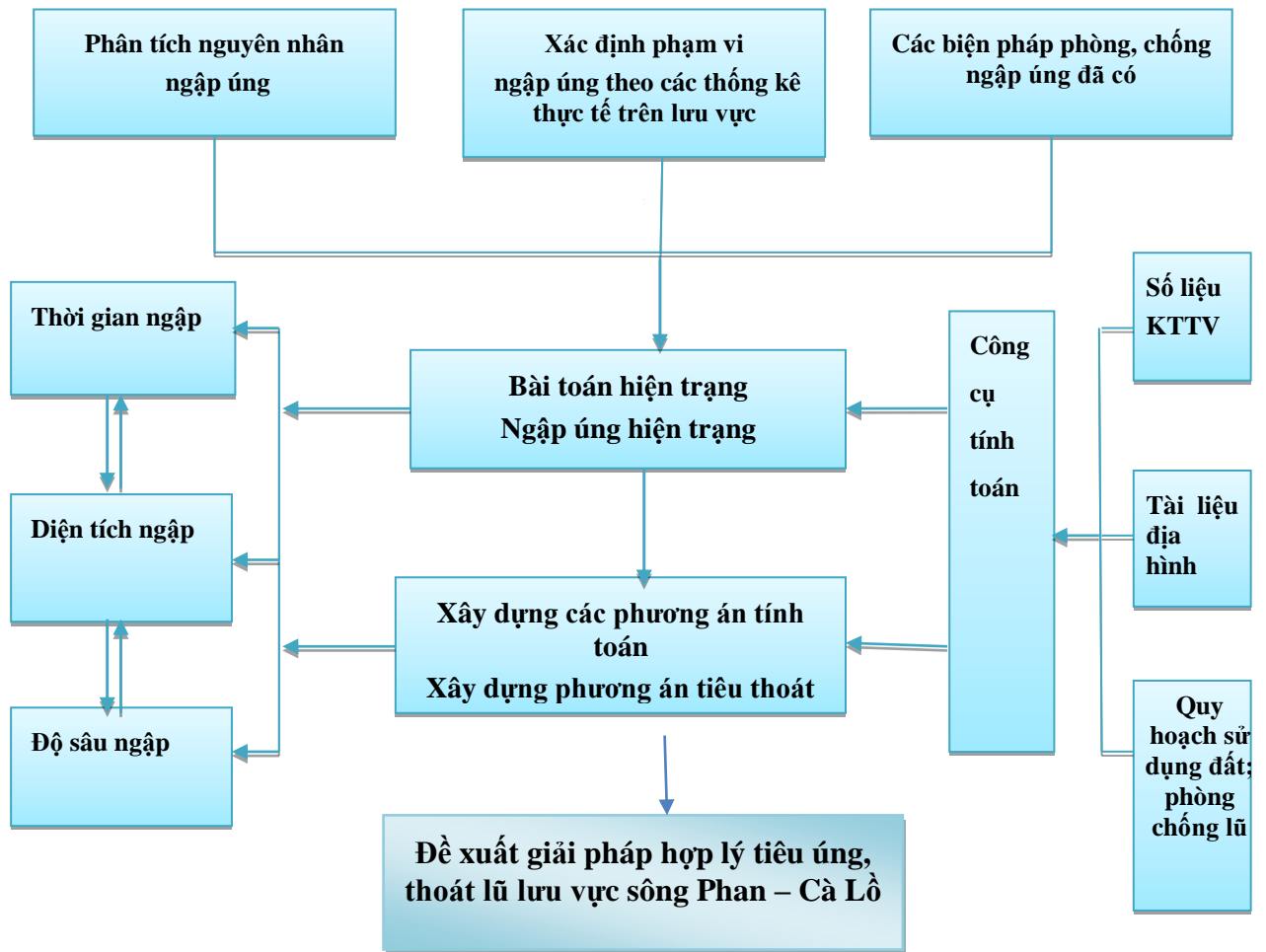
Các nghiên cứu trước đây chưa đề cập tới việc phối hợp vận hành hệ thống các công trình hiện có trên lưu vực. Các quy hoạch về tiêu thoát nước đã được thực hiện dựa trên cơ sở năng lực hoạt động hiện hành của hệ thống các công trình tiêu thoát nước, kết hợp nâng cấp và bổ sung mới hệ thống tiêu thoát hiện có.

Mặt khác, chế độ dòng chảy trên sông rất phức tạp, ngập úng xảy ra thường xuyên, nhưng do quan niệm sông Phan- Cà Lò là sông nhỏ và nội tỉnh, nên việc đầu tư nghiên cứu cho lưu vực sông còn rất hạn chế.

Hiện tại, dựa trên cơ sở các nghiên cứu đã có, trên phần lưu vực sông Phan- Cà Lò thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc đang tiếp tục được triển khai nghiên cứu với mục tiêu giải quyết triệt để tình trạng ngập úng trong tỉnh. Đây là một trong các nội dung chính trong phòng chống lụt bão được tỉnh tập trung đầu tư nghiên cứu.

1.4. Hướng nghiên cứu của luận án

Trên cơ sở nghiên cứu, phân tích trên đây, Luận án chọn hướng nghiên cứu với cách tiếp cận hệ thống, kết hợp kế thừa những nghiên cứu đã có. Nghiên cứu tiêu úng trong bài toán tổng thể lưu vực, xem xét các vấn đề, từ đó đưa ra giải pháp tiêu úng cho lưu vực sông Phan – Cà Lò phù hợp với quy hoạch phòng chống lũ và định hướng phát triển bền vững kinh tế xã hội trên lưu vực sông (Hình 1.8).



Hình 1.8 Sơ đồ giải quyết bài toán

Với cách tiếp cận này, để nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ tiêu úng thoát lũ sông Phan – Cà Lò, luận án cần giải quyết các vấn đề sau:

- Phân tích làm rõ nguyên nhân chính gây ra ngập úng và lũ lụt trên lưu vực;
- Đánh giá hiện trạng ngập úng trên lưu vực sông, đặc biệt là trong trận lũ lịch sử 2008 về thời gian ngập, diện ngập, phạm vi ngập úng, từ đó đưa ra hướng nghiên cứu giải quyết bài toán ngập úng cho lưu vực;
- Xây dựng và lựa chọn các phương án tính toán dựa trên bài toán hiện trạng, kết hợp với tình hình thực tế đã được thực hiện để giảm thiểu ngập úng trên lưu vực.
- Lựa chọn, ứng dụng công cụ mô hình toán phù hợp trong việc diễn toán lũ trên lưu vực. Áp dụng tính toán theo các phương án khác nhau, dựa vào kết quả tính toán phân tích đánh giá hiệu quả các phương án, từ đó đề xuất các giải pháp tiêu úng cụ thể cho lưu vực sông có tính khả thi.
- Đề xuất quy trình vận hành hệ thống tiêu thoát gồm công trình đầu mối, hệ thống trạm bơm, cống điều tiết, kênh tiêu thoát nước với lũ năm 1978.

1.5. Kết luận chương I

Tùy thuộc vào trình độ phát triển và đặc điểm lũ lụt mà mỗi quốc gia có những biện pháp cụ thể trong tiêu úng thoát lũ. Đối với các nước phát triển tập trung vào các giải pháp phi công trình như xây dựng thể chế, chính sách, bảo hiểm lũ lụt... Đối với các nước chưa phát triển tập trung hoàn thiện các biện pháp công trình. Đối với các nước đang phát triển có xu hướng kết hợp hai biện pháp phi công trình và công trình.

Ở nước ta, hàng năm lũ lụt thường xuyên xảy ra gây thiệt hại không nhỏ đến dân sinh và kinh tế. Phòng chống lũ lụt được thực hiện bằng nhiều biện pháp phi công trình và công trình, hiện nay biện pháp phi công trình ngày càng được quan tâm.

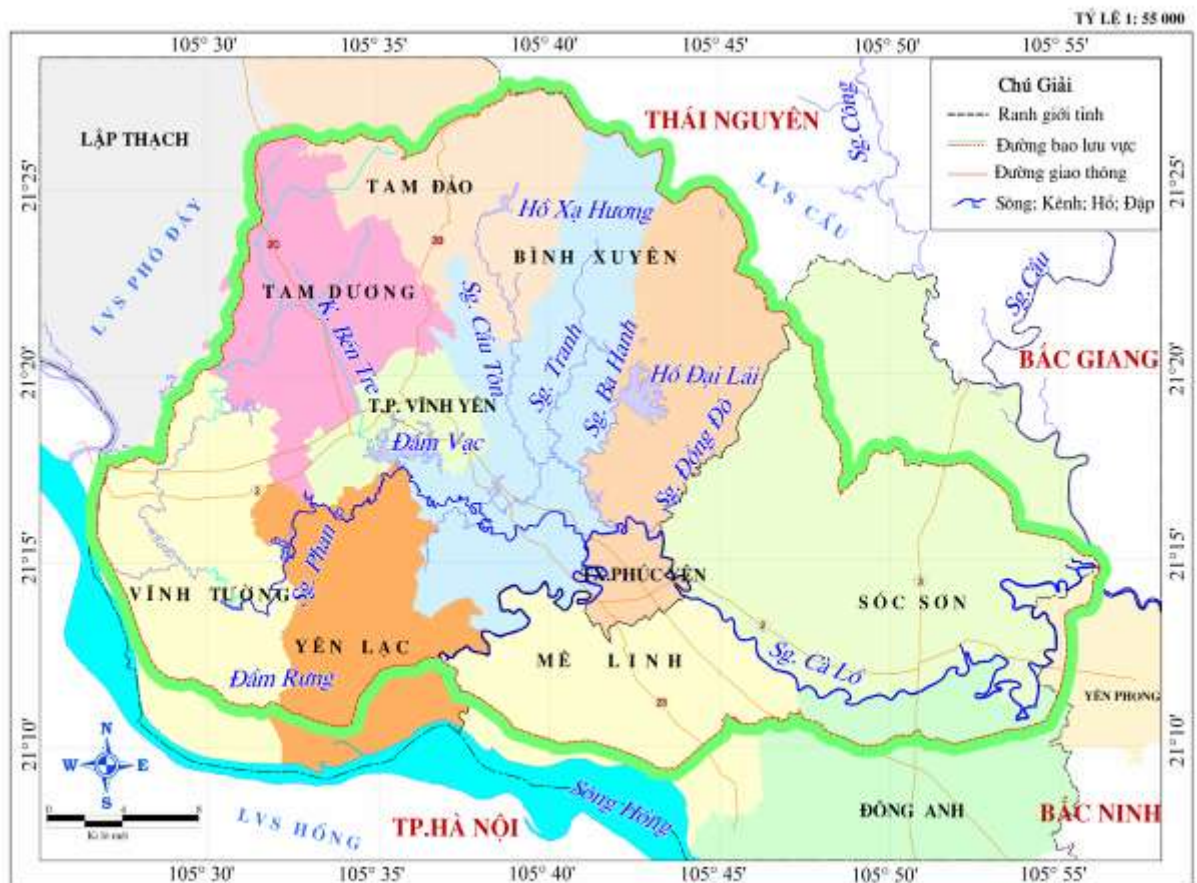
Sông Phan - Cà Lò nằm trong địa phận các tỉnh Vĩnh Phúc và Hà Nội, có chế độ dòng chảy phức tạp và lũ lụt ngập úng vẫn xảy ra thường xuyên. Các nghiên cứu về lũ lụt được thực hiện cho từng khu vực riêng trên lưu vực để giải quyết tiêu thoát nước mùa mưa lũ, vì vậy chưa thể áp dụng trên toàn bộ lưu vực.

Do vậy, chương 1 Luận án đánh giá lại tình hình lũ lụt cũng như các nghiên cứu đã có trên lưu vực sông Phan - Cà Lò, kết hợp với biện pháp tiêu thoát ngập úng các nước trên thế giới và trong nước để từ đó làm cơ sở cho các chương tiếp theo lựa chọn các giải pháp khoa học phù hợp và hiệu quả tiêu thoát ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lò.

CHƯƠNG II: ĐẶC ĐIỂM CỦA SÔNG PHAN – CÀ LỒ TRONG BÀI TOÁN TIÊU ÚNG THOÁT LŨ

2.1. Giới thiệu về lưu vực sông Phan - Cà Lồ

Lưu vực sông Phan - Cà Lồ có tổng diện tích lưu vực là 1229 km² trong đó lưu vực sông Phan 348 km², lưu vực sông Cà Lồ 881 km². Lưu vực bao gồm phần lớn diện tích tự nhiên tỉnh Vĩnh Phúc (gồm các huyện Bình Xuyên, Tam Dương, TP. Vĩnh Yên, Vĩnh Tường, Yên Lạc) với diện tích 733 km², chiếm 60% diện tích tỉnh Vĩnh Phúc và một phần diện tích lưu vực thuộc Hà Nội (bao gồm thị xã Mê Linh, huyện Đông Anh và Sóc Sơn) với diện tích 496 km² (Hình 2.1).



Hình 2.1 Bản đồ vị trí địa lý lưu vực sông Phan - Cà Lồ

2.1.1. Đơn vị hành chính và dân số

Toàn lưu vực có tổng số dân hơn 1 triệu người (năm 2010) trong đó, số dân thành thị là 233.873 người (23 %) và số dân nông thôn là 801.176 người (77 %). Khu vực tập trung đông dân với mật độ cao là các huyện Vĩnh Tường, Vĩnh Phúc,

Mê Linh, Sóc Sơn (Hà Nội), chi tiết thống kê các đơn vị hành chính với phân bố dân số tương ứng trình bày trong Bảng 2.1

Bảng 2.1 Thống kê các đơn vị hành chính trong lưu vực

Đơn vị hành chính	Diện tích (km ²)	Dân số (2010) (người)	Mật độ dân số (Người/km ²)	Phân bố dân số	
				Thành thị	Nông thôn
1. Thành phố Vĩnh Yên	55,17	84.516	1.663	70.948	13.568
2. Thị xã Phúc Yên	130,45	87.914	732	61.727	26.187
4. Huyện Tam Đảo	256,13	68.734	291	812	67.922
5. Huyện Bình Xuyên	158,19	108.030	742	30.239	77.791
6. Huyện Yên Lạc	115,94	148.135	1.387	16.176	131.959
7. Huyện Vĩnh Tường	154,09	197.250	1.390	5.169	129.081
8. Thị xã Mê Linh	153,48	191.490	1.288	28.987	162.503
9. Huyện Sóc Sơn	174,00	159.756	950	14538	145218
10. Huyện Đông Anh	31,56	52.764	1.544	5.277	47487
Tổng cộng	1.229	1.098.589	894	233.873	801.716

(Nguồn: [15])

2.1.2. Đặc điểm địa hình

Lưu vực sông Phan - Cà Lò có điều kiện địa hình phức tạp, hướng dốc từ Tây Bắc xuống Đông Nam; phần lớn diện tích phía Bắc là vùng núi, đồi (huyện Tam Dương, Tam Đảo, Bình Xuyên, Bắc Mê Linh) với cao độ phổ biến từ 300 m đến 700 m; phía Nam và Đông Nam là vùng đất thấp, trũng, cao độ phổ biến từ +10,0 m đến +12,0 m (huyện Vĩnh Tường, Yên Lạc, Nam Mê Linh) và các vùng trũng có cao độ +5,0 ~ 6,0 m. Địa hình lưu vực dựa lưng vào dãy núi Tam Đảo ở phía Đông Bắc; phía Tây Nam bao bọc bởi sông Hồng và sông Lô. Như vậy, có thể chia địa hình lưu vực làm 3 vùng: Đồng bằng, trung du và vùng núi.

Về sử dụng đất đai, theo số liệu thống kê của tỉnh Vĩnh Phúc và Hà Nội (nằm trong lưu vực) về hiện trạng sử dụng đất năm 2013: Đất nông nghiệp chiếm hơn 68,8 % đất phi nông nghiệp 28,7 % và đất chưa sử dụng 2,5 % diện tích tự nhiên lưu vực.

2.1.3. Đặc điểm khí hậu

Lưu vực sông Phan - Cà Lò nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với mùa đông lạnh và khô, ít mưa, mùa hè nhiều mưa nóng, ẩm. Với tài liệu đo đạc quan trắc nhiều năm của các trạm khí tượng Tam Đảo, Vĩnh Yên cho thấy, nhiệt độ trung bình nhiều năm là 23⁰C; nhiệt độ tối cao 39,4⁰C xuất hiện vào tháng VI; nhiệt độ tối thấp 3,7⁰C xuất hiện vào tháng I. Tổng lượng bốc hơi trung bình nhiều năm 1.119

mm, lượng bốc hơi trung bình tháng nhỏ nhất là 63,0 mm và cao nhất là 155,7 mm.

Lưu vực nằm gần tâm mưa Tam Đảo, với lượng mưa năm trung bình $X_0 = 2940$ mm tại trạm Tam Đảo, $X_0 = 2940$ mm tại trạm Ngọc Thanh, $X_0 = 1584,6$ mm trạm Vĩnh Yên, trong đó lớn nhất 2608 mm (năm 1978) và nhỏ nhất 1002 mm (năm 1977).

Lượng mưa phân bố không đều theo không gian và thời gian. Phía Bắc và Đông Bắc lưu vực do ảnh hưởng địa hình, hướng núi, lượng mưa tăng dần theo độ cao, lượng mưa năm bình quân (giai đoạn 1960-1994) tại một số trạm như sau: Đại Lải 1.400mm, Phúc Yên 1.484 mm, Đông Anh 1.476 mm, Ngọc Thanh 1734 mm, Tam Đảo 2.940 mm; các nơi khác lượng mưa năm trung bình từ 1.300-1.400 mm.

Mùa mưa kéo dài 6 tháng từ V đến tháng X chiếm 84.9% tổng lượng mưa năm, lượng mưa tăng dần từ tháng I đến tháng VIII và giảm dần từ tháng IX đến tháng XII (2.2). Hệ thống sông Phan- Cà Lồ đóng góp khoảng 20 % lượng dòng chảy năm cho lưu vực sông Cầu. Về tự nhiên, lưu vực có vai trò đáng kể đối với tài nguyên nước hệ thống sông Cầu, đồng thời mực nước lũ sông Cầu ảnh hưởng rất lớn tới chế độ lũ sông Cà Lồ. Do đặc điểm địa hình, hướng núi, lưu vực sông Cà Lồ có tổng lượng mưa bình quân khoảng 1.300 -1.500 mm, ít hơn so với tổng lượng mưa bình quân lưu vực sông Cầu từ 200 - 300 mm.

Bảng 2.2 Phân phối mưa tháng trung bình nhiều năm tại trạm Vĩnh Yên

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cả năm
X(mm)	24,1	26,8	32,9	109,7	184,6	242,2	244,2	318	200	140,6	47,8	13,7	1584,6
%	1,52	1,69	2,08	6,92	11,65	15,28	15,41	20,1	12,62	8,87	3,02	0,87	100

(Nguồn: Trung tâm KTTV Quốc gia)

2.1.4. Đặc điểm sông ngòi

Lưu vực sông Phan - Cà Lồ bao gồm 2 sông chính là sông Phan và sông Cà Lồ, 3 sông nhánh chính là sông Cầu Tôn, sông Tranh - Ba Hanh, sông Đồng Đò (Hình 2. 2).

- **Sông Phan** bắt nguồn ở sườn Tây dãy Tam Đảo, từ xã Tam Quan, Hoàng Hoa huyện Tam Dương, chảy qua các huyện Vĩnh Tường, Yên Lạc rồi đổ vào Đầm Vạc (thành phố Vĩnh Yên), nhập với sông Cà Lồ tại xã Nam Viêm (huyện Mê Linh). Chiều dài sông Phan tính từ An Hạ (huyện Tam Dương) đến cửa nhập lưu là 64,5 km. Diện tích lưu vực sông 347,5 km², độ dốc lưu vực biến đổi 2,5 ‰ ~ 5,3 ‰.

- **Sông Cà Lò** được tính từ Hương Canh huyện Bình Xuyên, sông chảy qua thị xã Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, huyện Mê Linh, huyện Sóc Sơn, thành phố Hà Nội và nhập vào sông Cầu tại ngã ba Xá (gần trạm thủy văn Phúc Lộc Phương), xã Tam Giang, huyện Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh. Chiều dài sông 89 km, diện tích lưu vực 881 km² gồm 3 đoạn [32]:

+ Đoạn từ Hương Canh đến cầu Xuân Phương xã Phúc Thắng, thị xã Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc dài 21,7 km, sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam;

+ Đoạn từ cầu Xuân Phương đến Ba Xá dài 42 km;

+ Đoạn Cà Lò cắt, trước đây vốn là một phân lưu của sông Hồng nay đã bị bịt kín, dài 25,3 km, được tính từ đập phân lũ trước đây trên đê tả Sông Hồng, thuộc xã Nguyệt Đức huyện Yên Lạc đến Tiền Châu huyện Mê Linh, sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc.



Hình 2. 2 Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực sông Phan - Cà Lò

Lưu vực sông Phan - Cà Lò có nhiều sông nhánh, nhưng có 4 sông đóng vai trò đáng kể trong việc hình thành dòng chảy là: Kênh tiêu Bến Tre, sông Cầu Tôn, sông Tranh - Ba Hanh, sông Đồng Đò (Bảng 2.3

+ Kênh tiêu Bến Tre được tính từ điểm nối với sông Phan tại xã An Hoà huyện Tam Dương đến Đầm Vạc. Kênh chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, chiều dài 12,0 km, diện tích tiêu 72,4 km².

+ Sông Cầu Tôn bắt nguồn từ dãy núi Tam Đảo, chảy vào sông Phan tại Hương Canh, huyện Bình Xuyên, chảy theo hướng Bắc – Nam, chiều dài sông 21 km, diện tích lưu vực 135,5 km².

+ Sông Tranh - Ba Hanh bắt nguồn từ dãy Tam Đảo, chảy theo hướng Bắc - Nam và nhập vào sông Cà Lồ tại xã Nam Viêm, huyện Mê Linh, sông dài 19,5 km, diện tích lưu vực 94,4 km².

+ Sông Đồng Đò bắt nguồn từ núi Sáng Sơn, cùng với sông Thanh Cao chảy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam và nhập vào sông Cà Lồ tại Tiên Thắng, huyện Mê Linh chiều dài sông diện tích lưu vực 82,9 km².

Bảng 2.3 Đặc trưng hình thái lưu vực của một số sông

TT	Sông	Diện tích lưu vực (km ²)	Chiều dài sông (km)	Độ dốc sông (%)	Hệ số uốn khúc
1	Sông Phan	347,5	64,5	0,05÷0,1 5	>2,5
2	Sông Cà Lồ (VP)	72,3	21,7	0,07÷0,2 5	2,0
	Sông Cà Lồ cụt		25,3	0,06	>2,0
3	Sông Cà Lồ (Hạ lưu)	495,9	42	0,06	>2,0
4	Sông Cầu Tôn	113,5	21,0	>0,25	<1,5
5	Sông Ba Hanh	94,4	19,5	>0,25	<1,5
6	Sông Đồng Đò	82,2	25,0	>0,25	<1,5
7	Kênh Bến Tre ¹	72,4	12,0	0,40	>1,0

(Nguồn: [46])

Trong lưu vực có một số đầm hồ như đầm Vạc, đầm Rung. Ngoài ra, các hồ chứa nhân tạo làm nhiệm vụ cấp nước gồm cụm các hồ Bắc Bình Xuyên (Xạ Hương, Thanh Lan, Hương Đà...) và hồ Đại Lải (Bảng 2.4).

Đầm Vạc là nút điều tiết giữa kênh Bến Tre và sông Phan. Hồ có mặt thoáng từ 250 ha đến 500 ha, khả năng trữ nước khoảng 6 triệu m³; đầm Rung có khả năng

¹Diện tích kênh tiêu Bến Tre nằm trong lưu vực sông Phan

điều tiết lũ không lớn, diện tích mặt thoáng khoảng 205 ha, khả năng trữ 4 triệu m³.

Như vậy, tổng diện tích các hồ chứa nước tự nhiên và nhân tạo là 63,61 triệu m³ trong đó các hồ chứa tự nhiên : 10,0 triệu m³, hồ chứa nhân tạo: 53,61 triệu m³.

Bảng 2.4 Thống kê các hồ chứa tự nhiên và nhân tạo thuộc vùng nghiên cứu

TT	Tên Hồ	Dung tích (triệu m ³)	Diện tích mặt nước (ha)	Thuộc lưu vực sông	Ghi chú
Hồ tự nhiên(tổng dung tích=10,0 triệu m³)					
1	Đầm Vạc	6,0	500	Phan-Cà Lò	Điều tiết dòng chảy
2	Đầm Rung	4,0	205	Phan	Điều tiết dòng chảy
Hồ chứa(tổng dung tích=53,61 triệu m³)					
1	Xạ Hương	12,7		Cầu Tôn	Cấp nước tưới
2	Thanh Lanh	9,9		Ba Hanh	Cấp nước tưới
3	Gia Khan	0,7		Cầu Tôn-Ba Hanh	Cấp nước tưới
4	Vĩnh Thành	2,36		Cầu Tôn-Ba Hanh	Cấp nước tưới
5	Làng Hà	2,55		Cầu Tôn-Ba Hanh	Cấp nước tưới
6	Đại Lải	25,4		Thanh Cao	Cấp nước tưới, du lịch

(Nguồn: [46])

2.1.5. Tình hình thu thập số liệu khí tượng thủy văn

a) Mạng lưới trạm đo mưa

Trên lưu vực sông Phan - Cà Lò có 7 trạm đo mưa: Vĩnh Yên, Ngọc Thanh, Tam Đảo, Đại Lải, Phúc Yên, Sóc Sơn, Đông Anh. Trong đó hai trạm khí tượng Vĩnh Yên và Tam Đảo có chuỗi số liệu mưa và bốc hơi liên tục từ năm 1960 đến 2011 (Bảng 2.5 , Hình 2. 3).

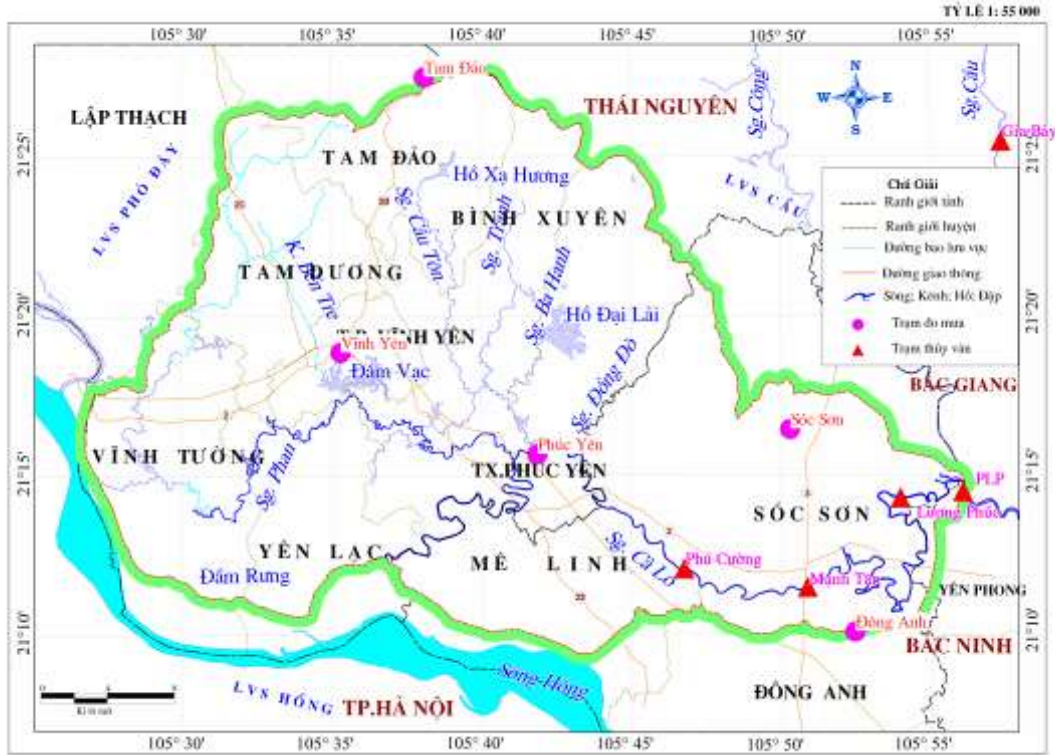
b) Mạng lưới trạm Thủy văn

Trên sông Phan - Cà Lò có 3 trạm thủy văn: Phú Cường, Mạnh Tân và Lương Phúc đặt trên sông Cà Lò. Trạm Lương Phúc cách cửa nhập lưu sông Cà Lò vào sông Cầu 300 m, trạm Mạnh Tân được đặt cách trạm Lương Phúc hơn 20 km, trạm Phú Cường cách trạm Mạnh Tân hơn 20 km về phía thượng lưu sông Cà Lò (Hình 2. 3, Bảng 2.5).

Trạm Phú Cường quan trắc mực nước và lưu lượng trong 11 năm, từ năm 1965 đến năm 1975, sau đó trạm ngừng hoạt động. Các số liệu này đều đã được chỉnh biên và lưu trữ tại cơ quan có thẩm quyền thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Trạm Mạnh Tân và Lương Phúc quan trắc mực nước trên 30 năm, tuy nhiên số

liệu trước khi ngừng hoạt động chỉ còn 3 năm: 1988, 1990, 1992. Hiện nay 2 trạm này mới hoạt động trở lại và là trạm dùng riêng do ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn quản lý đo mực nước mùa lũ từ năm 2006 đến năm 2011.



Hình 2.3 Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng, thủy văn lưu vực sông Phan - Cà Lò
 Bảng 2.5 Thống kê số liệu khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Phan - Cà Lò

TT	Tên trạm	Sông	Thời gian	Yếu tố			
				X	U	H	Q
1	Tam Đảo		1960-2011	x	x		
2	Vĩnh Yên		1960-2011	x	x		
3	Phú Cường	Cà Lò	1965-1975			x	x
4	Mạnh Tân	Cà Lò	2006-2011			x	x
5	Lương Phúc	Cà Lò	2006-2011			x	x
6	Phúc Lộc Phương	Cầu	1960-2011			x	x
7	5 điểm đo: Cầu Xuân Phương, Gia Tân, Phù Lỗ, Đò Lo, Xuân Tảo	Cà Lò	2006, 2008			x	x

Số liệu khí tượng, thủy văn trên lưu vực nghiên cứu được thu thập từ Trung tâm KTTV Quốc gia, Chi cục Thủy lợi Vĩnh Phúc, Công ty Thủy Nông Liên Sơn có xuất xứ nguồn gốc rõ ràng, đang được sử dụng phục vụ điều hành tác nghiệp. Chuỗi số liệu quan trắc đảm bảo áp dụng trong nghiên cứu của Luận án.

2.2. Hiện trạng công trình tiêu thoát nước

2.2.1. Hệ thống đê điều

Trên sông Phan:

Hầu hết các đoạn đê hiện có đều tận dụng từ những vùng cao của địa hình tự nhiên hay được đắp theo dạng đê bao, đê bồi để ngăn nước từng vùng.

Trên sông Cà Lồ:

Trong trận lũ lớn năm 1971, khi mực nước cao nhất tại Phú Cường đạt 9,14 m, hệ thống đê điều được đầu tư với tổng chiều dài khoảng 100 km từ cửa sông đến Đàm Vạc. Cao trình đê Phan - Cà Lồ là +10,0 m đến +10,5 m. Tuy nhiên, hầu hết các đoạn đê qua thời gian sử dụng có cao trình trên dưới +10,0 m (Bảng 2.7).

2.2.2. Các công trình tiêu thoát nước

Sông Phan - Cà Lồ là trục tiêu nước lũ chính của tỉnh Vĩnh Phúc và một phần thuộc hai huyện Đông Anh, Sóc Sơn. Diện tích tự nhiên tiêu nước mưa là 97.011 ha, gồm hai vùng lớn: Bắc sông Cà Lồ 60.485 ha, Nam sông Cà Lồ 36.526 ha.

Tiêu nước lũ trên lưu vực sông gồm cả tiêu trọng lực và tiêu động lực, trong đó tiêu tự chảy khoảng 69.852 ha và tiêu bằng bơm khoảng 27.159 ha (Bảng 2.6).

Bảng 2.6 Các trạm bơm tiêu nước

TT	Công trình	Công suất thiết kế (m ³ /h)	Vị trí
1	Trạm bơm Tiên Tảo	15.000	Bắc Cà Lồ
2	Trạm bơm Thu Thủy	16.000	Bắc Cà Lồ
3	Trạm bơm Cao Minh	5.000	Bắc Cà Lồ
4	Trạm bơm Cao Đại	20.000	Sông Phan
5	Trạm bơm Sáu Võ	24.000	Sông Phan
6	Trạm bơm Đồng Cương	50.000	Nam Cà Lồ
7	Trạm bơm Đàm Cả	32.000	Sông Cà Lồ
8	Trạm bơm Tam Bảo	40.000	Nam Cà Lồ
9	Trạm bơm Thường Lệ I, II	88.000	Nam Cà Lồ
10	Trạm bơm Xuân Phương	25.500	Nam Cà Lồ
11	Trạm bơm Kim Xá	5.000	Sông Phan
12	Trạm bơm Hoà Loan	4.000	Sông Phan
13	Trạm bơm Lũng Ngoại I, II	4.000	Sông Phan
14	Trạm bơm Đại Phùng	13.600	Sông Cà Lồ
15	Trạm bơm Đàm Láng	40.000	Sông Cà Lồ
16	Trạm bơm Quán Bạc	50.000	Sông Phan
17	Trạm bơm Vũ Di	48.000	Sông Phan

(Nguồn: [41])

Bảng 2.7 Hiện trạng các tuyến đê sông Cà Lồ [46]

TT	Đoạn	Mặt cắt	Cao độ	Mặt đê			Mái		Đòng	Cơ đê	Thân đê
			(m)	B (m)	Cứng hoá	Tình trạng	Sông	Kè			
VI	Tả Cà Lồ										
1	K0+000	MC21	10,25	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
2	K1	MC23	10,39	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
3	K2	MC25	10,06	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
4	K3	MC27	10,27	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
5	K4	MC29	10,43	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
6	K5	MC31	10,21	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
7	K6	MC33	10,23	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
8	K7	MC35	10,48	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
9	K8	MC37	10,76	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
10	K9	MC39	10,77	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
11	K10	MC41	10,05	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
12	K11	MC43	10,89	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
13	K12	MC45	10,92	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
14	K13	MC47	10,55	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
15	K14	MC50	10,67	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh
16	K15	MC53	10,66	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
17	K16	MC56	10,85	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ồn đĩnh
18	K17	MC59	10,25	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ồn đĩnh

TT	Đoạn	Mặt cắt	Cao độ (m)	Mặt đê			Mái		Đồng	Cơ đê	Thân đê
				B (m)	Cứng hoá	Tình trạng	Sông	Kè			
19	K18	MC62	10,52	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ổn định
20	K19	MC65	10,55	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
21	K20+252	MC68	10,09	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
VII	Hữu Cà Lò										
1	K0+000	MC14	11,50	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
2	K1	MC17	11,41	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
3	K2	MC20	11,27	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
4	K3	MC23	10,62	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ổn định
5	K4	MC26	10,55	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
6	K5	MC29	10,27	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
7	K6	MC32	10,61	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2	Kè	1,5-2	Không có	ổn định
8	K7	MC35	10,72	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
9	K8	MC38	10,70	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định
10	K9+065	MC41	10,12	3,0-4,0	cấp phối	Xấu	1,5-2		1,5-2	Không có	ổn định

(Nguồn: Văn bản số 3963/BNN-ĐD ngày 3/12/2009 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn về việc thoả thuận quy hoạch phòng chống lũ chi tiết các tuyến sông có đê trên địa bàn Thành phố Hà Nội đến năm 2020)

1. Các trục kênh tiêu nội đồng gồm 8 tuyến chính

- Kênh Bến Tre huyện Tam Dương dài 8,6 km, từ cống Thụy Yên đến Đầm Vạc;
- Kênh Dung Xuyên – Vân Hội – Hợp Thịnh, huyện Tam Dương;
- Kênh Chấn Hưng - Đại Đồng – Bình Dương, huyện Vĩnh Tường;
- Kênh Tuân Chính – Thượng Trung, huyện Vĩnh Tường;
- Kênh Tam Phúc – Vũ Di, huyện Vĩnh Tường;
- Kênh Nam Yên Lạc, huyện Yên Lạc;
- Kênh Yên Đồng – Trung Nguyên - Đồng Cường, huyện Yên Lạc;
- Kênh Tam Hồng – Minh Tâm – Sáu Vó, huyện Yên Lạc.

2. Trạm bơm tiêu nội đồng: Chủ yếu có 8 trạm vùng sông Phan-Cà Lồ, tổng công suất bơm là 114.600 m³/h.

3. Các cống tiêu nội đồng: Tổng số có 8 cống chủ yếu với tổng công suất bơm 114.600 m³/h.

4. Các công trình điều tiết trên sông: Cống 3 cửa An Hạ; cống điều tiết Thụy Yên cắt lũ sông Phan vào kênh Bến Tre qua kênh dài 2,4 m; cống điều tiết Lạc Ý làm nhiệm vụ dâng nước cho tưới; đập tràn hồ Đầm Vạc.

2.2.3. Hiện trạng tiêu thoát nước

Theo báo cáo kết quả khảo sát và đánh giá hiện trạng công trình tiêu thoát nước của tỉnh của Chi cục Thủy lợi Vĩnh Phúc cho thấy:

1) Về công trình đầu mối tiêu thoát cho toàn lưu vực:

Lưu vực sông Phan - Cà Lồ: Theo truyền thống là tiêu tự chảy, với trục tiêu chính là sông Cà Lồ và hướng tiêu ra sông Cầu. Bởi vậy, cho đến nay vẫn chưa có công trình đầu mối nào được xây dựng, khả năng tiêu thoát hoàn toàn phụ thuộc vào điều kiện lòng dẫn tự nhiên. Trong nhiều năm đã xảy ra hiện tượng nước vật sông Cầu vào sông Cà Lồ đến cầu Hương Canh, cống Sáu Vó, làm giảm đáng kể khả năng thoát nước tự nhiên của sông Phan - Cà Lồ.

Về các công trình tiêu thoát nước nội đồng, trong lưu vực sông Phan - Cà Lồ trên địa phận tỉnh Vĩnh Phúc, đến nay đã được xây dựng nhiều công trình tiêu thoát nước nội đồng, với đủ loại phương thức vận chuyển khác nhau như kênh tiêu, cống tiêu tự chảy, trạm bơm tiêu, các công trình đập tràn, cống điều tiết trên sông, ... với quy mô và năng lực tiêu rất đa dạng. Tuy nhiên, tất cả chỉ mới đảm nhiệm được phần

nhệm vụ tiêu thoát nước trong vùng canh tác bị ngập úng hàng năm với mức độ khác nhau trên lưu vực sông Phan-Cà Lò.

2.3. Phân tích nguyên nhân úng, ngập trên lưu vực sông

Có nhiều nguyên nhân gây ngập úng trên lưu vực sông, song nổi trội có 5 nguyên nhân chính là: 1) Đặc điểm địa hình, 2) Đặc điểm mưa lũ, 3) Lòng dẫn có độ uốn khúc lớn, 4) Ảnh hưởng nước vật sông từ sông Cầu, 5) Khả năng tiêu úng, thoát lũ hiện trạng.

2.3.1. Địa hình thấp trũng dạng da báo

Địa hình lưu vực sông Phan - Cà Lò được chia ra làm hai khu rõ rệt:

+ Khu tả sông Cà Lò gồm hai huyện Bình Xuyên và Sóc Sơn với các sông suối chủ yếu trong khu vực bắt nguồn từ vùng núi Tam Đảo, sông ngắn và dốc, các điểm hợp lưu của các nhánh sông suối đổ vào dòng chính Cà Lò rất gần nhau, do đó khi có mưa lũ lớn làm cho mực nước dòng chính sông Cà Lò lên nhanh.

+ Khu hữu sông Cà Lò gồm các huyện Tam Dương, Vĩnh Tường, Yên Lạc, Mê Linh và thị xã Vĩnh Yên thuộc tỉnh Vĩnh Phúc và hai huyện Sóc Sơn, Đông Anh thuộc Thành phố Hà Nội. Khu vực này chiếm khoảng 70-80 % diện tích toàn lưu vực. Đây là vùng đồng bằng xen kẽ đồi thấp, đầm, hồ, độ cao địa hình giảm dần. Các vùng tiếp giáp chân sườn núi Tam Đảo có độ cao từ 15 - 18 m; phía Bắc huyện Vĩnh Tường có độ cao từ 10 - 12 m. Phía Nam huyện Vĩnh Tường và Vĩnh Yên có độ cao 8 - 9 m. Một số khu trũng thường xuyên ngập úng ở độ cao từ 5-6 m; cá biệt một số nơi rất trũng thuộc huyện Mê Linh chỉ ở cao độ từ 2,5 – 3,5 m.

Lưu vực sông Phan - Cà Lò có dạng hình phễu, phình rộng phía trung, thượng lưu, co hẹp phía hạ lưu; đồng thời bao xung quanh là lũ trong đê các sông Phó Đáy và sông Hồng. Đây cũng là một nguyên nhân mà khi mùa lũ đến sẽ tập trung nhanh lượng lũ trên lưu vực dồn về phía hạ lưu gây ra úng ở trung và hạ lưu.

2.3.2. Hệ thống sông có lòng dẫn hẹp, nhiều cầu cống và độ uốn khúc lớn

1) Như trên đã nêu, lưu vực sông Phan – Cà Lò rộng ở phần trung thượng lưu và thu hẹp ở phần hạ lưu. Hướng chảy chủ yếu của dòng chính là theo hướng Tây Bắc - Đông Nam ở đoạn thượng lưu, đoạn trung lưu dòng chính là theo hướng Bắc - Nam qua khu trũng nhất của lưu vực sau đó chuyển đột ngột theo hướng Tây – Đông. Đặc điểm này tạo ra khả năng chuyển tải lũ xuống hạ lưu bị suy giảm đáng kể.

2) Diện tích mắt cắt ngang từ thượng lưu đến hạ lưu biến đổi đột ngột và hẹp:

- Đoạn thượng lưu từ cống Ba Cửa đến Lũng Hoà, diện tích mặt cắt ngang chỉ từ 12 - 25 m có nhiều cầu, đập, cống, làm thu hẹp dòng chảy ở nhiều đoạn; đồng thời, bãi sông bị thu hẹp do bồi tụ, lấn chiếm, độ dốc không ổn định.

- Đoạn trung lưu từ Lũng Hoà đến cầu Xuân Phương, mặt cắt sông rộng hơn khu vực thượng lưu (từ 25 - 36 m); tuy nhiên, tại khu vực này nhiều cầu, cống, máng như cầu Vũ Di), đập Lạc Ý, Thịnh Kỳ, độ dốc lòng sông nhỏ, cùng với sự nhập lưu của hai nhánh sông lớn (sông Cầu Tôn, sông Tranh - Ba Hanh), trong khi đó dòng chảy chỉ thoát được qua cầu Xuân Phương.

- Đoạn hạ lưu từ cầu Xuân Phương ra đến cửa sông, lòng sông mở rộng trong phạm vi từ 36 - 100 m, độ dốc nhỏ, uốn khúc mạnh (đặc biệt khu vực gần cửa sông), chịu tác động mạnh của lũ sông Cầu.

3) Bên cạnh đó, trên toàn tuyến sông chính và các sông nhập lưu, sông Phan không phải là sông thẳng mà uốn khúc mạnh với hệ số uốn khúc trung bình 2,7. Đặc biệt, sau khi nhận nhập lưu sông Phan, sông Cà Lò bắt đầu uốn khúc mạnh. Độ uốn khúc của đoạn này từ 3,5 - 4,0, có thể được coi là độ uốn khúc kỷ lục trong hệ thống sông ngòi Việt Nam. Các đoạn cong, lồi liên tiếp nhau làm giảm lưu lượng dòng chảy nhưng lại tăng mực nước do dồn ứ, đặc biệt là khi có lũ lớn thượng nguồn. Tác động của đoạn sông cong đã gây ra hiện tượng bồi, xói cục bộ trên đoạn sông nên rất khó quản lý.

Như vậy, có thể thấy địa hình và mạng lưới sông đã tạo ra điều kiện bất lợi để hình thành khu vực úng ngập trở thành hồ chứa nước tự nhiên làm cho khả năng tiêu thoát trong thời kỳ mùa lũ rất hạn chế.

2.3.3. Lưu vực nằm trong khu vực mưa lớn ở sườn phía Tây của dãy núi Tam Đảo

1. Hình thế thời tiết gây mưa lớn

Theo các chuyên gia dự báo Việt Nam mưa lớn xảy ra trên các nhánh sông thuộc hệ thống sông Hồng là do tác động của nhiều loại hình thế thời tiết, có thể chia thành 5 dạng cơ bản sau [60].

* Xoáy thấp Bắc Bộ nằm riêng lẻ hoặc nằm trong một dải thấp có trục Tây Bắc - Đông Nam hoặc Đông Tây vắt qua Bắc Bộ.

* Xoáy thấp lạnh hoặc giải áp thấp tồn tại ở Nam Trung Quốc kết hợp với không khí lạnh hoặc bị cao áp lạnh đẩy dần xuống phía Nam.

* Rãnh áp thấp nóng phía Tây kết hợp với không khí lạnh, loại hình thế thời

tiết này thường gây mưa lớn ở diện hẹp hơn.

* *Dải hội tụ nhiệt đới, xoáy thuận kết hợp với không khí lạnh hay các hình thể thời tiết khác.* Nếu dải hội tụ kết hợp với không khí lạnh sẽ tạo ra khả năng mưa rất lớn và tổng lượng mưa trận lên tới 200 - 300 mm, có nơi lượng mưa lên tới 400 mm.

* Bão hoặc bão kết hợp với các hình thể thời tiết khác là loại hình thể thời tiết gây mưa lớn dẫn tới lũ quét.

Theo số liệu thống kê các trận mưa lớn trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ cho thấy, tất cả các trận mưa gây lũ lớn đều có nguyên nhân hình thành từ 5 hình thể thời tiết nêu trên. Một đặc điểm dễ nhận thấy là khi có mưa lớn trên diện rộng ở lưu vực sông Cầu thì cũng xuất hiện mưa lớn trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ. Do vậy, dòng chảy lũ hình thành từ hai sông này thường trùng pha nhau nên tạo ra ảnh hưởng nước vật, chảy ngược từ sông Cầu về phía sông Cà Lồ.

Tóm lại: Mưa với cường độ lớn, kéo dài nhiều ngày là một trong các nguyên nhân chính gây nên lũ trên các hệ thống sông và ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ. Các đặc trưng của mưa sinh lũ như cường độ mưa, tâm mưa, phân bố mưa là các yếu tố quyết định đến độ lớn nhỏ của dòng chảy lũ.

2. Phân bố mưa

Trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ có lượng mưa năm trung bình nhiều năm tương đối nhỏ $X_0 \approx 1.300 - 1.500$ mm/năm. Mùa mưa từ tháng V đến tháng X với lượng mưa chiếm xấp xỉ 85 % tổng lượng mưa năm. Tháng có lượng mưa lớn nhất là tháng VII, VIII với tổng lượng mưa phổ biến xấp xỉ trên dưới 300 mm/tháng; riêng trạm Tam Đảo lượng mưa các tháng này bình quân đều vượt 400 mm.

Bảng 2.8 Lượng mưa trung bình tháng và năm (1960 - 2011) tại một số trạm đo mưa trong lưu vực

Trạm	Lượng mưa tháng, năm (mm)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Tam Đảo	37,1	44,8	82,2	141,0	288,0	372,0	429,6	457,8	323,0	219,1	94,6	36,2	2.465
Vĩnh Yên	22,0	23,9	38,8	99,9	179,1	248,5	260,3	305,2	189,8	130,5	53,1	16,7	1.568
Đông Anh	18,1	16,4	42,8	82,0	157,0	226,6	261,0	266,7	183,0	139,4	58,5	10,4	1.462

(Nguồn: Trung tâm KTTV Quốc gia)

Lượng mưa trung bình tháng ở Tam Đảo so với ở Vĩnh Yên thường cao hơn khoảng 80 mm, trong đó tháng I có chênh lệch ít nhất: 15,1 mm; tháng có chênh lệch

hiều nhất là tháng VII: 169,3 mm. Theo thống kê, số ngày mưa bình quân trong năm ở trạm Vĩnh Yên là 142,5 ngày và ở trạm Tam Đảo là 193,7 ngày; số ngày có mưa phùn ở Vĩnh Yên là 23 ngày/năm và ở Tam Đảo là 46 ngày/năm. Cường độ mưa khá lớn: Tại Tam Đảo, lượng mưa ngày lớn nhất 221 mm xuất hiện vào ngày 9/XI/1984.

3. Đặc điểm dòng chảy lũ

Sông Cà Lò là sông nhánh cấp I của sông Cầu, có chế độ dòng chảy trên dòng chính khá phức tạp. Phần thượng lưu với đặc điểm lũ lên và xuống nhanh; nhưng phần hạ lưu (từ Phủ Lỗ đến ngã ba Ba Xá), chịu ảnh hưởng của nước vật từ sông Cầu. Vì vậy, hiện tượng ngập úng, hạn hán và sự cố đê điều ở vùng hạ lưu xảy ra thường xuyên. Thời gian bị ảnh hưởng bởi lũ lụt và ngập úng kéo dài từ 30 – 40 ngày.

Thông thường ở những sông miền núi không chịu ảnh hưởng của thủy triều đường quan hệ giữa lưu lượng với mực nước $Q=f(H)$ có dạng cong ổn định; nhưng do hiện tượng nước vật từ sông Cầu nên quan hệ $Q=f(H)$ trên sông Cà Lò tại trạm Phú Cường có dạng đường vòng dây. Cụ thể, trận lũ VII-1971 tại trạm thủy văn Phú Cường đo được $Q_{\max} = 220 \text{ m}^3/\text{s}$ tương ứng với mực nước $H = 752 \text{ cm}$, xảy ra lúc 6 - 7h ngày 24/VII nhưng những giờ tiếp theo mực nước vẫn tiếp tục dâng cao ở sườn lũ lên thì vận tốc dòng chảy lại giảm, trị số $v = 0$ và $Q = 0$ khi mực nước đạt tới 864 - 865 cm xảy ra lúc 16-17 h ngày 25/VII/1971.

Mặc dù diện tích lưu vực sông Phan - Cà Lò chưa tới 1.300 km^2 , trận lũ VII/1971, mô đun dòng chảy đỉnh lũ ở thượng lưu lưu vực và vùng hạ lưu chênh lệch nhau khá lớn, tại trạm Ngọc Thanh trên sông Thanh Lộc là 6.300 l/s/km^2 , trong khi trạm Phú Cường đại lượng này chỉ là 250 l/s/km^2 (Bảng 2.9).

Bảng 2.9 Lưu lượng lũ lớn nhất xảy ra trên lưu vực trận lũ VII/1971[66]

Trạm	Q_{\max} (m^3/s)	Sông	Thời gian xuất hiện	Modun đỉnh lũ(l/s/km^2)
Ngọc Thanh	123	Thanh Lộc	23-VII-1971	6.300
Phú Cường	220	Cà Lò	24-VII-1971	250

Nếu xét về sự biến đổi của dòng chảy thì tại trạm Ngọc Thanh biến động nhiều hơn trạm Phú Cường vì trạm Ngọc Thanh đặt trên sông suối nhỏ nên dòng chảy mặt phụ thuộc phần lớn vào lượng mưa, lượng nước ngầm nhỏ. Trái lại, sự biến động dòng chảy năm ở trạm Phú Cường có phần ổn định hơn vì nó có sự điều tiết của cả một vùng đồng bằng ở bờ hữu Cà Lò và chế độ ổn định của nước ngầm trong lưu vực (Bảng 2.10).

Bảng 2.10 Dòng chảy năm ứng với một số tần suất quy định [66]

Yếu tố Trạm	Q _o (m ³ /s)	C _v	C _s /C _v	Q _p (m ³ /s)		
				50%	75%	85%
Ngọc Thanh	0,475	0,39	2	0,452	0,34	0,286
Phú Cường	29,6	0,22	-2,4	30,2	25,6	22,8

2.3.4. Ảnh hưởng nước vật của sông Cầu

1. Đặc điểm thủy văn, thủy lực vùng cửa sông Cà Lồ

Do chế độ mưa lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ và trên sông Cầu tương tự nhau, hơn nữa độ dốc đáy sông ở hạ lưu sông Cà Lồ nhỏ nên lũ trên sông Cầu thường dồn ứ vào hạ lưu sông Cà Lồ, gây nên hiện tượng nước vật, làm cho lũ sông Phan - Cà Lồ khó tiêu thoát ra sông Cầu, tình trạng ngập úng càng trầm trọng.

Nước lũ sông Cầu từ thượng và trung lưu chảy về đến gần vị trí trạm Phúc Lộc Phương gặp nước lũ từ trong sông Cà Lồ chảy thoát ra sông Cầu. Tuy nhiên, do địa hình vùng hạ lưu sông Cà Lồ trũng, thấp hơn so với các vùng lân cận nên đã làm cho mực nước lũ ngoài sông Cầu cao hơn mực nước lũ trên sông Cà Lồ, dẫn đến hiện tượng nước vật ở khu vực hạ lưu sông Cà Lồ.

2. Phân tích tác động ảnh hưởng giữa sông Cà Lồ và dòng chính sông Cầu

Dựa vào số liệu thực đo: Mực nước, lưu lượng trung bình ngày tại trạm Phú Cường (giai đoạn 1965-1975), mực nước trung bình ngày tháng VII, VIII và IX (giai đoạn 2006 đến 2011) tại trạm Mạnh Tân và trạm Lương Phúc, so sánh đồng bộ chuỗi số liệu với mực nước thực đo tại trạm Phúc Lộc Phương trên sông Cầu cho thấy:

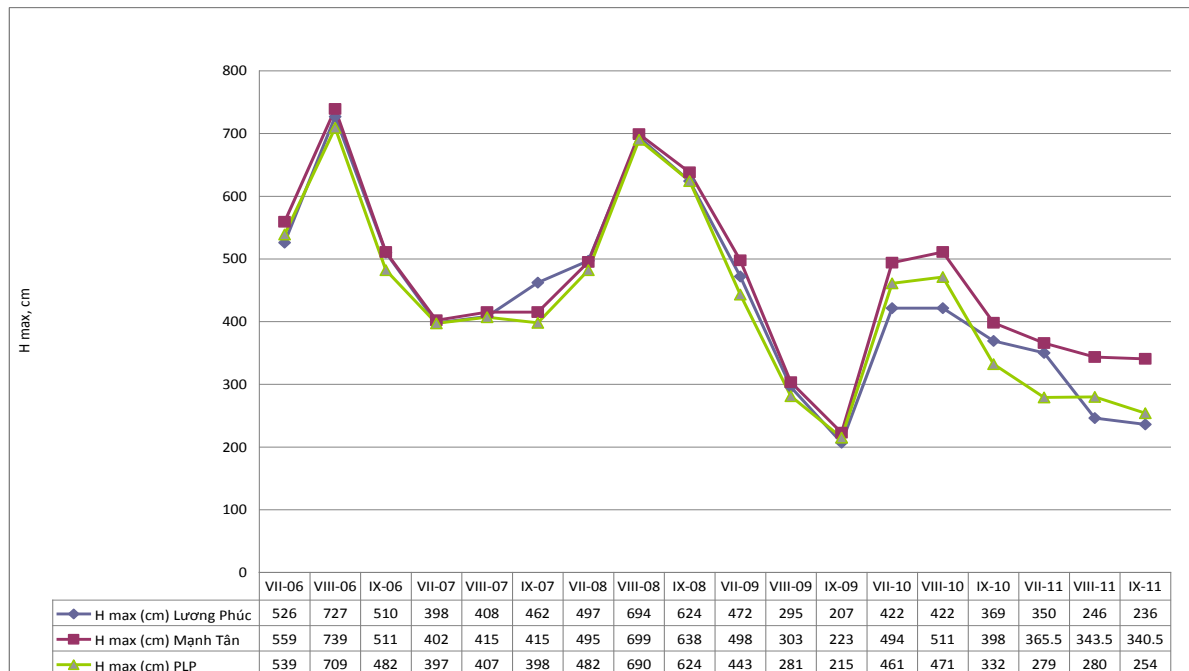
1- Giai đoạn từ năm 1965 đến 1975

Theo số liệu những năm thực đo có được trên sông Cà Lồ tại trạm Phú Cường thì mực nước cao nhất (H_{\max}) trong năm luôn xuất hiện đồng thời với H_{\max} trên sông Cầu tại Phúc Lộc Phương. Như vậy năm nào xuất hiện lũ lớn trên sông Cà Lồ gặp lũ lớn trên sông Cầu cao hơn thì xảy ra nước vật từ sông Cầu vào sông Cà Lồ.

Theo số liệu 11 năm quan trắc H_{\max} tại 2 trạm Phú Cường và Phúc Lộc Phương (1965-1975) thì có 6 trong số 11 năm H_{\max} sông Cầu cao hơn so với sông Cà Lồ tại Phú Cường. Trong trận lũ 21/VIII/1971. Mực nước lớn nhất thực đo tại trạm Phúc Lộc Phương trên sông Cầu xuất hiện đồng thời với mực nước lớn nhất tại trạm Phú Cường. Điều đó nói lên khả năng tiêu thoát của sông Cà Lồ phụ thuộc vào mực nước hạ du sông, mà trực tiếp là lũ trên sông Cầu.

2- Giai đoạn từ năm 2006 đến 2011

Sau năm 1975, trạm thủy văn Phú Cường trên sông Cà Lồ đã bị giải thể, đoạn hạ lưu sông Cà Lồ từ Phú Cường đến vị trí nhập lưu vào sông Cầu chỉ có số liệu thực đo mùa lũ tại trạm Lương Phúc và Mạnh Tân trong các năm 2006 - 2011. Để kiểm chứng cho kết luận về ảnh hưởng của nước vật từ sông Cầu đã nêu ở trên, dựa vào chuỗi số liệu quan trắc mực nước trong các năm 2006 - 2011 (Bảng 2.11 , Hình 2. 4), so sánh mực nước thực đo giữa 2 trạm Lương Phúc và Mạnh Tân với trạm Phúc Lộc Phương. Kết quả so sánh cho thấy hiện tượng nước vật xuất hiện như sau: Năm 2006 xuất hiện vào tháng VII; năm 2009: Tháng IX; năm 2010: Tháng VII, XIII; năm 2011: Tháng VIII, IX (Hình 2. 5). Dựa trên kết quả trong mô hình các vị trí xảy ra nước vật được thống kê cụ thể như sau: năm 2006 tại trạm Lương Phúc, năm 2008 tại tất cả các trạm trên dòng chính sông Cà Lồ (Bảng 2.11 Bảng 2.13).



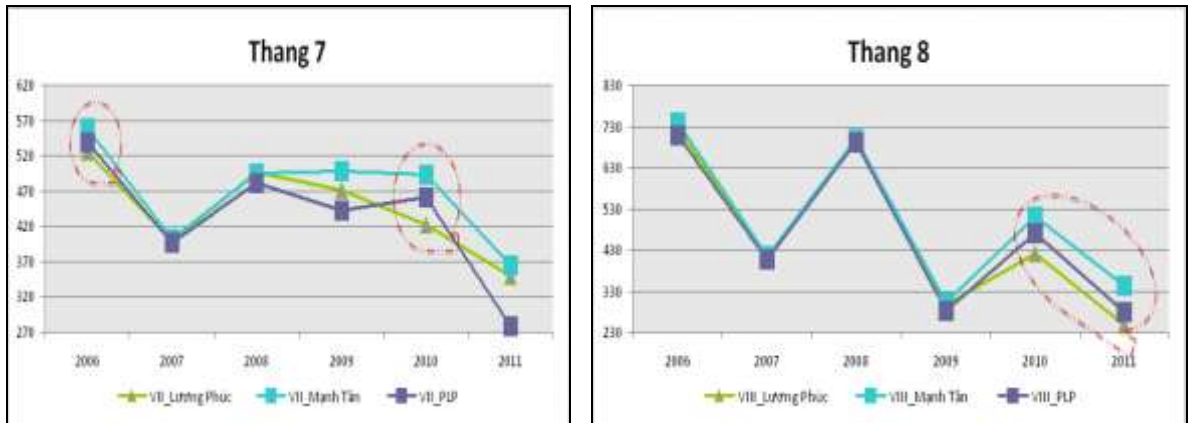
Hình 2. 4 Biểu đồ so sánh mực nước lớn nhất giữa 3 trạm Lương Phúc – Mạnh Tân – Phúc Lộc Phương

Năm 2008 là năm có lũ lớn, vào tháng IX/2008 mực nước tại trạm Lương Phúc gần bằng mực nước tại trạm Phúc Lộc Phương, trong khi mực nước tại trạm Mạnh Tân lại cao hơn; chứng tỏ rằng mực nước tại trạm Mạnh Tân bị dồn ứ từ sông Cầu và từ sông Cà Lồ dồn xuống (Hình 2. 5).

Điều này có thể giải thích như sau:

- Thứ nhất, chế độ dòng chảy trên sông Cà Lồ rất phức tạp dẫn tới quan hệ H~Q không thể phản ánh đúng thực tế (như phân tích ở phần đầu, mặc dù Q đến tại trạm Phú Cường bằng 0 nhưng mực nước vẫn tiếp tục tăng lên).

- Thứ hai, sẽ khó hoặc không thấy được ảnh hưởng nước vật khi mà khoảng cách từ trạm Phú Cường đến trạm Phúc Lộc Phương là hơn 50 km theo chiều dòng chảy.



Hình 2. 5 Hiện tượng nước vật xảy ra trong các tháng VII, VIII (2006-2011)

Bảng 2.11 So sánh chênh cao mực nước giữa 3 trạm Lương Phúc – Mạnh Tân – Phúc Lộc Phương

Tháng- Năm	Mực nước cao nhất (cm)			Chênh lệch mực nước cao nhất (cm)		
	Lương Phúc	Mạnh Tân	Phúc Lộc Phương			
				<i>LP²-MT³</i>	<i>LP-PLP⁴</i>	<i>MT-PLP</i>
VII-2006	526	559	539	-33	-13	20
VIII-2006	727	739	709	-12	18	30
IX-2006	510	511	482	-1	28	29
VII-2007	398	402	397	-4	1	5
VIII-2007	408	415	407	-7	1	8
IX-2007	462	415	398	47	64	17
VII-2008	497	495	482	2	15	13
VIII-2008	694	699	690	-5	4	9
IX-2008	624	638	624	-14	0	14
VII-2009	472	498	443	-26	29	55

2LP: Trạm Lương Phúc

3MT: Trạm Mạnh Tân

4PLP: Trạm Phúc Lộc Phương

Tháng- Năm	Mức nước cao nhất (cm)			Chênh lệch mức nước cao nhất (cm)		
	Lương Phúc	Mạnh Tân	Phúc Lộc Phương			
				<i>LP²-MT³</i>	<i>LP-PLP⁴</i>	<i>MT-PLP</i>
VIII-2009	295	303	281	-8	14	22
IX-2009	207	223	215	-16	-8	8
VII-2010	422	494	461	-73	-40	33
VIII-2010	422	511	471	-90	-50	40
IX-2010	369	398	332	-29	37	66
VII-2011	350	365.5	279	-16	71	87
VIII-2011	246	343.5	280	-98	-34	64
IX-2011	236	340.5	254	-105	-18	87

Bảng 2.12 Trích xuất kết quả vị trí xảy ra nước vật năm 2006

TT	Tên	Vị trí	Yếu tố			Thời điểm xảy ra nước vật
			H (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	
1	Lương Phúc	Xã Việt Long- Huyện Sóc Sơn	6,77	-28,4	-0,045	19-VII-2006 9:30:00
2	Mạnh Tân	Xã Thụy Lâm- Huyện Sóc Sơn	6,73	0	0,031	19-VII-2006 9:30:00
3	Phú Cường	Xã Phú Cường - Huyện Sóc Sơn	6,77	54	0,167	19-VII-2006 9:30:00
4	Xuân Phương	Xã Tân Dân - Huyện Sóc Sơn	6,79	58	0,196	19- VII - 2006 9:30:00

Bảng 2.13 Trích xuất kết quả vị trí xảy ra nước vật năm 2008

TT	Tên	Vị trí	Yếu tố			Thời điểm xảy ra nước vật
			H (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	
1	Lương Phúc	Xã Việt Long- Huyện Sóc Sơn	7,05	-239	-0,174	1-XI-2010 6:00:00
2	Mạnh Tân	Xã Thụy Lâm- Huyện Sóc Sơn	7,02	-93,9	-0,128	1- XI -2010 6:00:00
3	Phú Cường	Xã Phú Cường - Huyện Sóc Sơn	6,99	-48,5	-0,05	1- XI -2010 6:00:00
4	Xuân Phương	Xã Tân Dân - Huyện Sóc Sơn	6,97	-38,8	-0,135	1- XI -2010 6:00:00

So sánh mức nước lũ cao nhất tại các trạm trên sông Cà Lồ với trạm Phúc Lộc Phương trên sông Cầu trong các năm 1965-1975 và 2006-2011 cho thấy, hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đây và tình hình thực tế trên lưu vực. Sự đồng thời

xuất hiện của mưa lớn nội đồng và mực nước lớn ngoài sông Cầu gây ra đùn úr và hiện tượng nước vật, cản trở việc tiêu thoát nước của sông Cà Lò ra sông Cầu.

Nước vật từ sông Cầu là một nguyên nhân quan trọng gây ra ngập úng trên hạ lưu sông Cà Lò, nhất là lưu vực có địa hình trũng và hiện nay việc tiêu thoát lũ chỉ sử dụng giải pháp tiêu tự chảy ra sông Cầu.

2.3.5. Hệ thống tiêu thoát nước chưa đáp ứng được yêu cầu

Từ báo cáo quy hoạch phòng chống lũ tỉnh Vĩnh Phúc và quy hoạch phát triển thủy lợi Thành phố Hà Nội đồng thời dựa trên hiện trạng về công trình tiêu thoát nước ở tỉnh Vĩnh Phúc và Thành phố Hà Nội (mục 2.2.2) có thể thấy quy hoạch thủy lợi của tỉnh (giai đoạn 2005 -2010) không còn phù hợp trong tình hình thực tế, cụ thể:

1) Một số công trình được xây dựng từ lâu, hiện nay đã bị xuống cấp hư hỏng, trong khi các công trình ngăn nước chưa hoàn chỉnh. Các công trình tiêu úng hiện tại trên lưu vực còn thiếu kể cả công trình đầu mối và hệ thống kênh trục tiêu;

2) Hệ số tiêu thiết kế không còn phù hợp: Các công trình đã xây dựng từ lâu, không đồng bộ, mức đảm bảo tiêu thấp (những năm 1960-1970 hệ số tiêu thường lấy 1,8-4,6 l/s.ha, sau năm 1970 đến nay đã tăng lên 6-7 l/s.ha thì mới đáp ứng yêu cầu tiêu thoát nước cho nông nghiệp).

3) Hầu hết công suất các trạm bơm hiện tại từ các công trình thủy nông không đáp ứng được yêu cầu bơm tiêu thoát nước và thường bị động trong khi đó khả năng tiêu thoát nước trên lòng dẫn sông Phan - Cà Lò kém, dưới 200 m³/s.

Hiện trạng công trình tiêu thoát nước lưu vực sông Phan - Cà Lò trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc được xây dựng không đồng bộ, chỉ phục vụ cho tiêu thoát nước cục bộ trong hệ thống với tiêu tự chảy ra sông Cầu; chưa có một giải pháp tiêu tổng thể cho toàn hệ thống sông Phan - Cà Lò. Những vùng hàng năm úng thường xuyên chỉ cấy được 1 vụ như Vĩnh Tường, Yên Lạc (thuộc vùng sông Phan - Cà Lò) chưa được đầu tư xây dựng các trạm bơm để tiêu thoát nước triệt để.

2.3.6. Nhận xét, đánh giá chung

Dựa vào các phân tích trên có thể rút ra **5 nguyên nhân chính** gây ra ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lò: Địa hình, đặc điểm mưa lũ, phân bố và độ uốn khúc mạng lưới sông, ảnh hưởng nước vật sông Cầu, khả năng tiêu úng, thoát lũ hiện trạng. Dựa trên cơ sở phân tích các nguyên nhân ngập úng, luận án đưa ra hướng giải quyết bài toán tiêu úng thoát lũ trên toàn lưu vực, cụ thể:

1) Các nghiên cứu đã có mới dừng lại giải quyết cho từng vùng, khi có lũ trên lưu vực thực hiện tiêu úng cục bộ, dẫn đến tiêu thoát được vùng này thì lại gây ra ngập úng vùng khác. Vì vậy, cần có *một giải pháp tiêu tổng thể cho toàn hệ thống sông Phan - Cà Lò* thì mới có thể tiêu thoát được đồng bộ và triệt để.

2) Mưa lũ là nguyên nhân chính gây ra ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lò với tổng lượng mưa mùa lũ chiếm 85 % cả năm. Vì vậy, cần sử dụng các *biện pháp phi công trình trồng rừng ở đầu nguồn, dự báo, cảnh báo lũ; xây dựng hệ thống các điểm kiểm soát và quan trắc mực nước, lưu lượng* khi có mưa lũ kéo dài.

3) Địa hình lưu vực đan xen miền núi, trung du, đồng bằng có dạng trũng, lòng chảo. Bao xung quanh lưu vực là các sông lớn: Sông Hồng, Phó Đáy; sông Cầu. Khi lũ từ thượng lưu dồn về kết hợp với nước vật từ sông Cầu góp phần làm cho tình hình ngập úng trên lưu vực sông ngày càng trở nên trầm trọng. Biện pháp tiêu tự chảy không thể tiêu thoát kịp lượng nước ngập úng, cần bổ sung tiêu cưỡng bức bằng cách *bố trí các trạm bơm tiêu thoát ra các sông xung quanh lưu vực*.

4) Phần thượng lưu có nhiều sông nhánh, khi mưa lớn lượng dòng chảy từ các sông nhánh ngắn và dốc dồn về hạ lưu tại các điểm nhập lưu (khoảng cách các điểm nhập lưu gần nhau nhỏ hơn 10 km) với lượng lớn dẫn đến ngập úng cục bộ khu vực nhập lưu. Do vậy, vấn đề *đặt cống điều tiết dòng chảy tại hạ lưu các sông nhánh* để kiểm soát dòng chảy đến các điểm nhập lưu cần được xem xét trong bài toán tổng thể.

5) Sông Phan - Cà Lò là con sông tương đối cong với hệ số uốn khúc 2,7 dẫn đến diễn biến lòng sông phức tạp, quá trình bồi xói lòng dẫn làm thay đổi nhanh hình dạng sông Do đó, *biện pháp cắt dòng và khơi thông dòng chảy* cũng cần được đặt ra. Đây là biện pháp giúp lưu thông dòng chảy, tăng quỹ đất, rất phù hợp với định hướng phát triển sinh thái tại hai huyện Đông Anh và Sóc Sơn. Tuy nhiên vấn đề ảnh hưởng của nước vật cũng cần được phân tích và đánh giá khi sử dụng biện pháp này.

6) Hệ thống tiêu thoát nước trên lưu vực được thiết kế từ những năm 60 là 1,8-4,6 l/s.ha, những năm sau đã tăng cao hơn; tuy nhiên, tiêu thoát ngập úng chưa đáp ứng được sự thay đổi cơ cấu cây trồng và sử dụng đất. Hệ thống tiêu thoát lũ xuống cấp, một số khu vực đã được nâng cấp nhưng không đồng bộ, dẫn đến tiêu được nơi này thì ngập úng nơi khác. Như vậy, để giải quyết bài toán tiêu úng cần đặt *bài toán mang tính chất hệ thống*.

Công tác điều hành, quản lý phòng tránh khắc phục tác hại lũ lụt còn thiếu

thông tin, trang thiết bị không bảo đảm điều hành tác nghiệp. Cộng thêm diễn biến mưa lũ trên lưu vực ngày càng phức tạp, cường độ ngày càng tăng đặc biệt là trong bối cảnh biến đổi khí hậu, thì sự phức tạp ngày càng khó lường hơn.

Mục tiêu đặt ra nghiên cứu giải bài toán tiêu úng và thoát lũ sông Phan - Cà Lò là đảm bảo ổn định dòng chảy, giảm thiểu và khắc phục tác hại lũ lụt để an dân và phát triển kinh tế xã hội. Lưu vực sông Phan - Cà Lò có nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra ngập úng. Các nguyên nhân lại có tác động tương hỗ lẫn nhau. Mức độ ngập úng trên lưu vực đối với mỗi một khu vực có một mức độ ảnh hưởng khác nhau, tùy định hướng phát triển của từng vùng mà có yêu cầu tiêu úng khác nhau. Để giải quyết bài toán ngập úng trên lưu vực cần đặt bài toán tổng thể gồm có sự phối hợp của các biện pháp tiêu thoát, các mức độ cần tiêu thoát khác nhau đối với từng vùng.

2.4. Phương pháp giải quyết bài toán ngập úng

2.4.1. Nguyên tắc chung

Hệ thống lưu vực sông Phan - Cà Lò là một hệ thống thủy văn, thủy lực thống nhất, chịu tác động đồng thời của hai nhân tố tự nhiên: Chế độ mưa trên lưu vực - đóng vai trò là nguồn vào và chế độ mực nước biên tại cửa ra *có tác động chi phối chế độ dòng chảy theo thời gian*. Phương pháp tính được chọn phải mô phỏng được quan hệ mưa - dòng chảy trên lưu vực từ khi hình thành mưa đến khi kết thúc dòng chảy tại các biên ra của hệ thống. Do vậy, để phù hợp với điều kiện của hệ thống và đáp ứng được nhiệm vụ đặt ra ***cần thiết phải áp dụng mô hình mô phỏng thủy văn, thủy lực tổng hợp hay mô hình lưu vực***.

Tuy nhiên, như đã phân tích ở phần đầu, lưu vực sông Phan – Cà Lò được coi là lưu vực kín, trong đó phần lưu vực sinh lũ chủ yếu nằm ở thượng lưu sông Phan và các sông nhánh. Do vậy, tùy từng lưu vực thành phần có thể áp dụng mô hình lưu vực nếu xác định được các đặc trưng hình thái và tài liệu về KTTV của nó, hoặc sử dụng ngay kết quả đo đạc dòng chảy từ các mặt cắt khống chế để làm điều kiện biên vào cho diễn toán thủy lực trong hệ thống sông.

Trên cơ sở điều tra khảo sát và đánh giá về tình hình ngập úng trên lưu vực trong trận lũ XI/2008, Luận án đã sử dụng công cụ mô hình mô phỏng lại trận lũ này nhằm phân tích rõ hơn tình hình ngập úng trên lưu vực, đồng thời đánh giá hiệu quả bộ thông số trong mô hình để tính toán.

2.4.2. Lựa chọn và giới thiệu tóm tắt mô hình tính toán

a) Nguyên tắc chung

Dòng chảy trong phạm vi mạng sông tính toán có sự hợp lưu và phân lưu phức tạp do chịu ảnh hưởng đồng thời của dòng chảy lũ ở các biên trên và mực nước của biên dưới. Phương pháp mô phỏng thích hợp và thông dụng nhất được mô tả bằng hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng hệ phương trình Saint - Venant.

Hiện tại trên thế giới cũng như nước ta có rất nhiều mô hình giải hệ phương trình Saint - Venant để phục vụ nhiều mục tiêu khai thác khác nhau. Các mô hình theo hướng sử dụng rất đa dạng về thuật toán giải, cách xử lý thông tin vào ra trên cơ sở những tiến bộ mới nhất về công nghệ tin học [70].

Các mô hình trên hiện đang được nhiều cơ quan trong nước áp dụng cho nhiều mục đích khai thác khác nhau như nghiên cứu, quy hoạch và thiết kế hệ thống quản lý tài nguyên nước và phòng lũ. Trong nhiều năm qua, nhiều mô hình đã đáp ứng được những yêu cầu cấp bách của thực tế như lập quy hoạch hệ thống phòng lũ sông Hồng - Thái Bình (VRSAP, MIKE), cân bằng sử dụng nước đồng bằng sông Hồng (WENDY), quy hoạch phòng lũ đồng bằng sông Cửu Long (VRSAP, KOD1, MIKE, ISIS), dự báo lũ sông Hồng - Thái Bình (HEC-RAS, MIKE)...[70]. Tuy nhiên, cho đến nay cũng chưa có một đánh giá, so sánh về khả năng áp dụng của các mô hình nói trên.

Thực tế áp dụng cũng cho thấy rằng, một mô hình có thể thích hợp cho mục đích khai thác nào đó nhưng chưa hẳn đã phù hợp với mục đích khai thác khác, đặc biệt ở những khu vực có những điều kiện KTTV khác nhau.

b) Lựa chọn mô hình

Trong Luận án chọn bộ mô hình MIKE của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) để diễn toán lũ, ngập trong hệ thống sông Phan - Cà Lò. Mô hình MIKE là mô hình khá quen thuộc được nhiều tác giả và cơ quan áp dụng để diễn toán, dự báo lũ, đặc biệt trên hệ thống sông Đồng bằng Bắc Bộ. Về mặt lý thuyết, mô hình này có khả năng mô phỏng được dòng chảy lũ từ mưa, mô phỏng quá trình ngập, đáp ứng được những nhiệm vụ đặt trong bài toán ứng ngập, thoát lũ của lưu vực nghiên cứu.

Dưới đây trình bày tóm tắt phương pháp mô phỏng của mô hình cũng như phân tích ưu, nhược điểm của chúng làm cơ sở khi lựa chọn kết quả.

Bộ mô hình MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng được tích

hợp nhiều công cụ mạnh có thể giải quyết các bài toán cơ bản trong lĩnh vực tài nguyên nước [67], [77].

Mô hình MIKE 11 là một mô hình một chiều trên kênh hở, bãi ven sông, vùng ngập lũ, trên sông kênh có kết hợp mô phỏng các ô ruộng mà kết quả thủy lực trong các ô ruộng là “giả 2 chiều” đã được ứng dụng rộng rãi tại Việt Nam và thế giới.

Bộ mô hình MIKE hiện nay đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới và ở Việt Nam trong những năm gần đây vì nó có những ưu điểm nổi trội sau [70]:

- Là phần mềm thương mại nên phần giao diện rất mạnh, thuận tiện khi sử dụng, phù hợp với các bài toán vừa và nhỏ;

- Là bộ phần mềm tích hợp đa năng đã được kiểm nghiệm trong thực tế;

- Liên kết với GIS (Phần nối kết với công cụ GIS rất mạnh kể cả tạo Database mặc dù phải cần thêm các phần mềm GIS như ArcView hay ArcGIS...);

- Trong bộ mô hình bao gồm nhiều mô đun: MIKE BASIN, MIKE 11, MIKE 21, MIKE GIS, MIKE FLOOD, dễ dàng kết nối được với các mô đun của họ MIKE như mô hình mưa rào - dòng chảy MIKE-NAM, mô hình thủy động lực học 2 chiều MIKE 21, vận hành công trình hồ chứa... Thêm vào đó, DHI đã cho ra đời một công cụ nhằm tích hợp cả hai mô hình trên MIKE11 và MIKE21 để cho ra MIKE FLOOD,... giúp người dùng mô phỏng tràn lũ và xây dựng các bản đồ ngập lụt.

Cơ sở lý thuyết và chi tiết của bộ phần mềm MIKE[93] tham khảo các tài liệu đi kèm bộ phần mềm hoặc truy cập từ website của DHI như User Guide, Technical Reference Guide...

Khu vực nghiên cứu trong luận án là lưu vực sông Phan - Cà Lò có diện tích nhỏ (1229 km²), gồm 4 sông nhánh có địa hình phức tạp, bao gồm địa hình miền núi, trung du, đồng bằng, trong đó phần miền núi sông có đặc điểm ngắn và có độ dốc lớn, phần đồng bằng thấp chịu ngập úng thường xuyên. Để giải quyết bài toán tiêu thoát lũ cần kết hợp mô hình thủy văn, thủy lực 1 chiều, 2 chiều. Chính vì vậy, việc áp dụng các mô hình đơn lẻ cho toàn bộ lưu vực sông Phan - Cà Lò sẽ không hiệu quả bằng áp dụng bộ mô hình MIKE bao gồm nhiều mô đun MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21, MIKE FLOOD... Cụ thể, mục tiêu chính đặt ra việc ứng dụng mô hình toán cho tiêu thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lò gồm:

- Đánh giá khả năng tiêu thoát lũ trên lưu vực sông;

- Phân vùng ngập úng trên lưu vực với các mức độ khác nhau;

- Đánh giá hiệu quả tiêu thoát nước của các phương án tính toán mô phỏng tràn lũ và xây dựng các bản đồ ngập úng, thời gian duy trì ngập.

c) Sử dụng các môđun của bộ mô hình MIKE cho tính toán

Từ mục tiêu đặt ra trên lưu vực nghiên cứu, Luận án đã lựa chọn bộ phần mềm MIKE, trong đó sử dụng MIKE- NAM là mô hình mưa rào - dòng chảy để tính toán dòng chảy lũ cho các tiểu lưu vực trong hệ thống sông Phan- Cà Lò, lượng nhập lưu khu giữa làm biên đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11; mô hình MIKE 11 - mô hình thủy lực một chiều được dùng để diễn toán dòng chảy lũ trên các sông chính và sông nhánh từ thượng lưu đến hạ lưu, đồng thời cũng là biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 - mô hình thủy lực hai chiều và mô hình kết hợp giữa 2 mô hình thủy lực một chiều và hai chiều trên - MIKE FLOOD được dùng để mô phỏng tràn lũ và xây dựng bản đồ ngập úng và lũ lụt trên lưu vực.

2.4.3. Lựa chọn sơ đồ tính toán thủy văn, thủy lực cho lưu vực sông Phan - Cà Lò

a) Nguyên tắc:

Như phần trên đã mô tả, lưu vực sông Phan - Cà Lò là lưu vực được coi là lưu vực kín nhưng phần cửa ra (biên) chịu tác động trực tiếp của chế độ thủy văn, thủy lực của lưu vực sông Cầu. Dòng chảy sông Cầu tại cửa ra của sông Phan - Cà Lò đóng vai trò như một “đập tràn vô hình” chi phối chế độ chảy theo không gian và thời gian của sông Phan - Cà Lò.

Theo quan điểm tiếp cận hệ thống và trên cơ sở quan hệ ràng buộc về chế độ thủy văn, thủy lực, khi sử dụng mô hình tính toán thủy văn, thủy lực, sông Phan - Cà Lò phải được đặt trong hệ thống sông Cầu nên biên tính toán của sông Cầu cũng được chọn là biên tính toán của sông Phan - Cà Lò. Lưu vực sông Cầu là lưu vực hợp thành sông Thái Bình và được kết thúc tại khu vực nhập lưu của các sông Đuống, Thương, Lục Nam tại Phả Lại, nơi bắt đầu chịu tác động của thủy triều Vịnh Bắc Bộ. Do vậy, trong các tính toán thủy lực cho lưu vực sông Cầu, các chuyên gia thủy lực thường lấy biên tính toán cho sông này tại trạm Phả Lại.

b) Lập sơ đồ tính toán thủy văn, thủy lực

Từ nguyên tắc trên đây, sơ đồ tính toán thủy văn, thủy lực của lưu vực sông Phan- Cà Lò được thiết kế như sau:

- Trên sông Cầu:

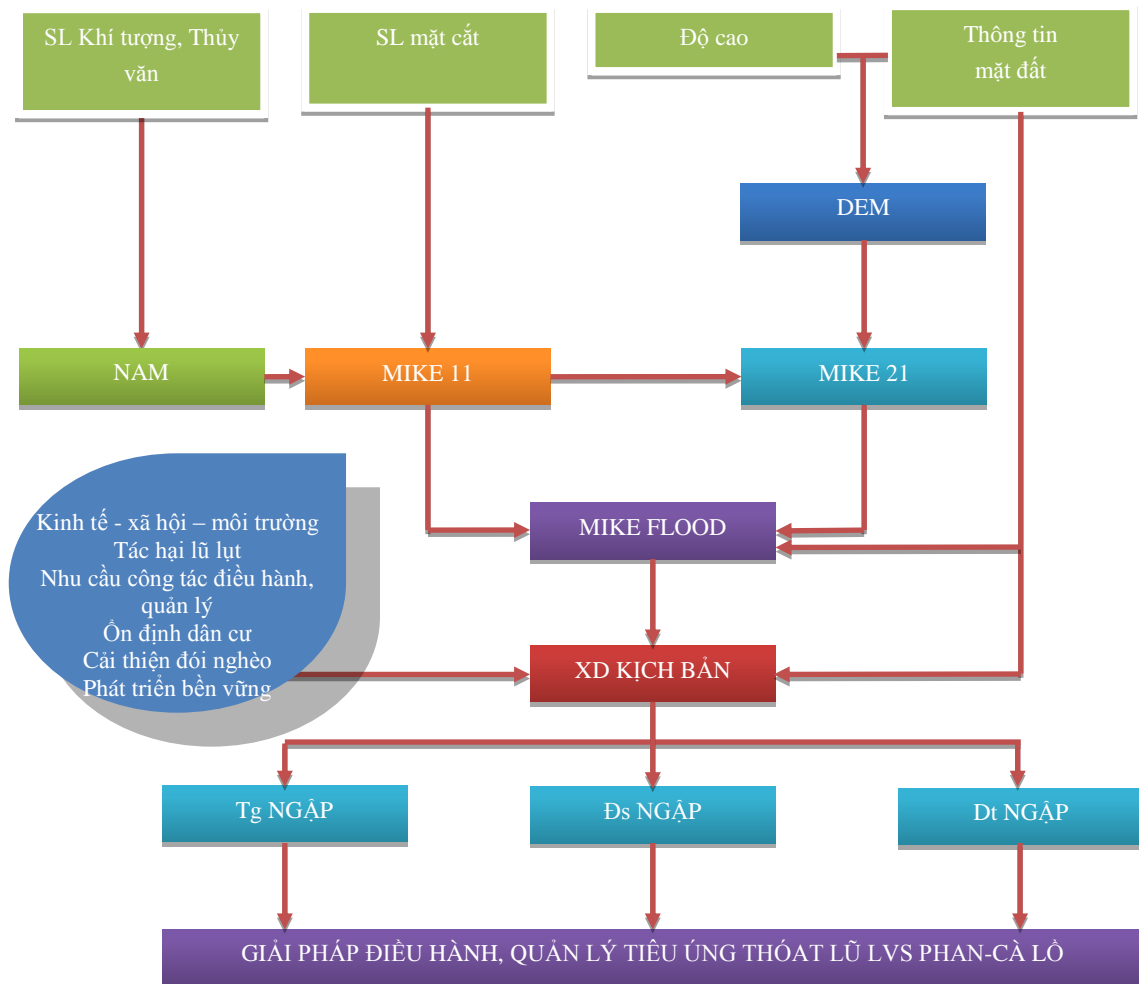
+ Biên trên: Quá trình lưu lượng sông tại trạm Gia Bảy;

- + Biên dưới: Quá trình mực nước tại trạm Phả Lại.
- Trên sông Phan - Cà Lồ:
- + Biên trên: Quá trình lưu lượng các lưu vực thành phần được tính từ quan hệ mưa - dòng chảy;
- + Biên gia nhập khu giữa: Quá trình lưu lượng tại vào tại các nút tính được tính từ quan hệ mưa - dòng chảy.

2.4.4. Tính toán thủy văn cho bài toán ngập lụt 2008

1. Tính toán thủy văn

Hình 2. 6 là sơ đồ khối để thực hiện trình tự bài toán mô phỏng được lập trên mô hình.



Hình 2. 6 Sơ đồ khối các bước thực hiện bài toán ngập lụt cho lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Các số liệu được sử dụng cho bài toán hiệu chỉnh, kiểm định và tính toán mô phỏng lưu lượng của mô hình Mike NAM được tổng hợp trong Bảng 2.14.

Bảng 2.14 Thống kê tình hình thu thập số liệu khí tượng thủy văn

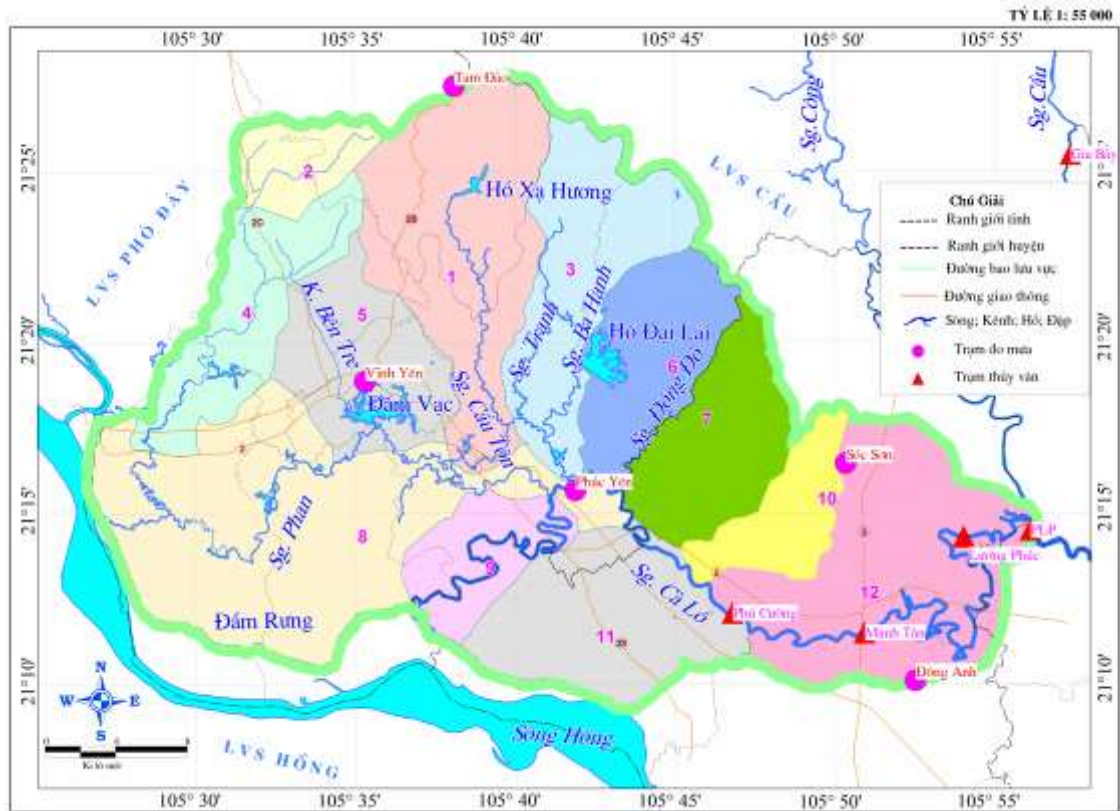
Yếu tố thu thập	Tên trạm / vị trí đo	Thời kỳ thu thập	Số năm	Đặc trưng
Mưa	Tam Đảo	1960 -2011	52	Lượng mưa trung bình ngày
	Vĩnh Yên			
Bốc hơi	Tam Đảo	1960 – 2011	52	Lượng bốc hơi trung bình ngày
Lưu lượng	Phú Cường	1965-1975	11	Lưu lượng nước trung bình ngày
Mức nước	Mạnh Tân	2006 -2011	6	Mức nước trung bình ngày (VII-IX)
	Lương Phúc			
	Phúc Lộc Phương	1960 -2011	52	Mức nước trung bình ngày
Lưu lượng, mức nước	Cầu Xuân Phương	2006	1	Số liệu thời đoạn giờ (03-25/IX/2006)
	Cầu Gia Tân			
	Cầu Phù Lỗ			
	Cầu Đò Lo			
	Cầu Xuân Tảo			
Lưu lượng, mức nước	An Hạ, Đông Lạc, Thượng Lập	2008	1	Số liệu thời đoạn ngày (18/VII-13/XIII/2008)

2. Phân chia các lưu vực bộ phận

Trên cơ sở nguyên tắc ở trên (mục 2.4.1), sử dụng công cụ trợ giúp từ Mapinfor, Arcview xử lý trên nền bản đồ địa hình 1/10.000 để tiến hành phân chia toàn lưu vực sông Phan - Cà Lò thành 12 tiểu lưu vực như thống kê trong Bảng 2.15 và được xử lý trong mô hình (Hình 2. 7).

Bảng 2.15 Phân chia các tiểu lưu vực thuộc lưu vực sông Phan – Cà Lò

TT	Ký hiệu tiểu lưu vực	Thuộc sông/ suối chính	Diện tích, km²
1	LV1	Sông Cầu Tôn	161,0379
2	LV2	Sông Phan	31,92717
3	LV3	Sông Tranh	112,1194
4	LV4	Sông Phan	80,07339
5	LV5	Sông Phan, Kênh Bến Tre, Đầm Vạc	88,40273
6	LV6	Sông Đồng Đò, Hồ Đại Lải	78,79013
7	LV7	Phụ lưu số 7	72,94414
8	LV8	Sông Phan	268,4639
9	LV9	Sông Cà Lò Cụt	52,25742
10	LV10	Kênh Anh Hùng	39,02078
11	LV11	Sông Cà Lò	126,5324
12	LV12	Sông Cà Lò	117,4307



Hình 2.7 Sơ đồ phân chia lưu vực bộ phận tính toán trong mô hình NAM

3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM

Như đã phân tích ở trên, toàn lưu vực sông Phan - Cà Lồ và lân cận, chỉ duy nhất có tài liệu đo đạc lưu lượng tại trạm Phú Cường ở trung lưu sông Cà Lồ, các trạm khí tượng có đo mưa và bốc hơi là trạm Tam Đảo và trạm Vĩnh Yên. Tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM cho sông Cà Lồ tại trạm Phú Cường làm cơ sở cho việc tính toán lưu lượng từ mưa tại các lưu vực khác cụ thể:

- Năm hiệu chỉnh: Mùa lũ năm 1966, 1968, 1969, 1971, 1972.
- Năm kiểm định: Mùa lũ năm 1973, 1975.

Kết quả tính toán bộ thông số hiệu chỉnh thể hiện trong Bảng 2.16 kết quả đánh giá bộ thông số Bảng 2.17, kết quả đánh giá bộ thông số đại biểu từng trận lũ thể hiện trong Bảng 2.18

Các đường quá trình thực đo và tính toán các trận lũ năm 1966, 1968, 1969, 1971, 1972 được tính toán trong hai trường hợp với bộ thông số tối ưu trong năm tính toán và bộ thông số đại biểu trong 5 trận lũ được thể hiện trong phụ lục (Hình 13 đến 17).

Bảng 2.16 Các bộ thông số hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM

Thông số	Bộ thông số tốt nhất cho trận lũ 1966	Bộ thông số tốt nhất cho trận lũ 1968	Bộ thông số tốt nhất cho trận lũ 1969	Bộ thông số tốt nhất cho trận lũ 1971	Bộ thông số tốt nhất cho trận lũ 1972	Bộ thông số đại biểu 5 trận lũ
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Umax	20,00	14,20	9,70	10,20	10,20	12,86
Lmax	299,00	247,00	98,00	247,00	247,00	227,60
CQOF	0,67	0,68	0,66	0,58	0,62	0,64
CKIF	198,00	50,00	47,00	45,00	42,00	76,40
CK1,2	46,00	45,70	46,00	48,00	47,00	46,54
TOF	0,99	0,99	0,89	0,93	0,99	0,96
TIF	0,40	0,98	0,14	0,99	0,99	0,70
TG	0,05	0,29	0,54	0,27	0,40	0,31
CKBF	1.547	1.475	1.500	1.175	1.375	1.414

Bảng 2.17 Kết quả đánh giá hiệu chỉnh bộ thông số

Tiêu chuẩn thống kê	1966	1968	1969	1971	1972
Sai số đỉnh (R2), %	-13,68	2,36	-1,43	3,47	-3,02
Sai số dạng đường loại 1	-1,78	0,46	-2,58	-1,75	-0,41
Sai số dạng đường loại 2	15,15	418,54	9,64	40,29	150,56
Sai số tổng lượng (WBL), %	-4,94	1,48	-7,26	-10,34	-11,99
Chỉ tiêu NASH, %	79	76	87	94	92

Bảng 2.18 Kết quả đánh giá bộ thông số đại biểu từng trận lũ

Tiêu chuẩn thống kê	1966	1968	1969	1971	1972
Sai số đỉnh (R2), %	-12,0	7,0	-9,0	3,0	-3,0
Sai số dạng đường loại 1	-2,0	3,0	-4,0	-2,0	0,0
Sai số dạng đường loại 2	21,0	22,5	11,0	28,0	15,1
Sai số tổng lượng (WBL), %	-4,0	7,0	-9,0	-10,0	-12,0
Chỉ tiêu NASH, %	74	73	76	91	89

4. Kiểm định bộ thông số mô hình NAM

Áp dụng bộ thông số trung bình cho 5 trận lũ để tính toán kiểm định cho các trận lũ năm 1973 và 1975. Kết quả tính toán cho thấy, kết quả tính toán theo mô hình phù hợp với thực đo. Giá trị sai số đỉnh lũ dưới 10% cho tất cả các trường hợp, điều đó nói lên rằng bộ thông số mô hình NAM có thể mô phỏng tốt dòng chảy đỉnh lũ (Bảng 2.19), đường quá trình lưu lượng tính toán thực đo (Phụ lục Hình 18, Hình 19).

Bảng 2.19 Kết quả kiểm định thông số mô hình NAM tại trạm Phú Cường

Tiêu chuẩn thống kê	1973	1975
Sai số đỉnh (R2), %	-3,68	2,36
Sai số dạng đường loại 1	-1,78	0,46
Sai số dạng đường loại 2	15,15	18,54
Sai số tổng lượng (WBL), %	-4,94	1,48
Chỉ tiêu NASH, %	79,00	76,00

- Mô phỏng dòng chảy

Sử dụng bộ thông số của hình NAM để tính toán mô phỏng dòng chảy lũ cho các năm 2006, 2008, kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy các trận lũ năm 2006 và 2008 với các lưu vực bộ phận được trình bày trong phụ lục Hình 20, Hình 21.

2.4.5 Tính toán thủy lực cho bài toán ngập lụt 2008

1. Thu thập và xử lý số liệu địa hình, khí tượng - thủy văn

Số liệu địa hình để sử dụng cho tính toán ngập úng lưu vực sông Phan - Cà Lò bao gồm: Mô hình số hoá độ cao DEM 10 m x 10 m, bản đồ địa hình tỉ lệ 1: 10.000 đối với tỉnh Vĩnh Phúc và 1:5.000 đối với các huyện trên lưu vực thuộc Thành phố Hà Nội; mạng lưới sông được số hóa với 418 mặt cắt (Bảng 2.20).

Bảng 2.20 Thống kê tài liệu mặt cắt trên các sông trong lưu vực

STT	Tên sông	Mặt cắt	Tổng chiều dài (Km)
1	Phan	161	75,03
2	Cà Lò	123	64,5
3	Cà Lò cụt	30	25,17
4	Ba Hanh	26	14,6
5	Cầu Tôn	33	12,17
6	Tranh	19	11,03
7	Cầu	26	72,92

(Nguồn: Chi cục Thủy lợi tỉnh Vĩnh Phúc)

Số liệu khí tượng - thủy văn: Để mô phỏng thủy lực cho mạng lưới sông Phan - Cà Lò, Luận án đã sử dụng số liệu mực nước (H) và lưu lượng (Q) của sông Cà Lò tại trạm Phú Cường, Mạnh Tân, Lương Phúc (trên dòng chính sông Cà Lò) và trạm Phả Lại, Gia Bầy (trên sông Cầu) trong các năm để tính toán mô phỏng thủy lực.

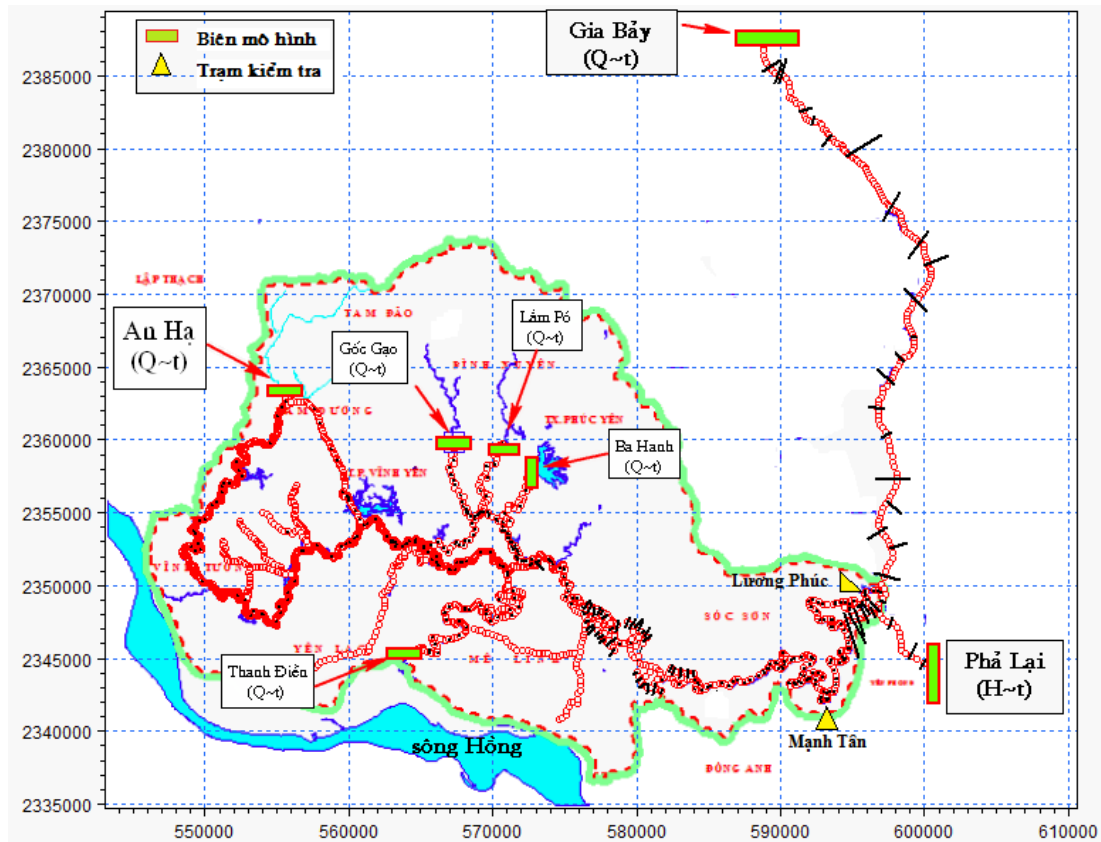
2. Thiết lập mô hình MIKE 11

Số hoá mạng lưới sông lưu vực Phan - Cà Lồ: Dựa trên các tài liệu về địa hình, mặt cắt của các sông và mạng lưới sông trong vùng nghiên cứu tiến hành số hoá mạng lưới trong mô hình MIKE11. Mạng lưới được số hoá với 3.960 điểm số hoá với 6 nhánh sông chính bao gồm sông Phan, sông Cà Lồ, sông Cà Lồ cụt, sông Ba Hanh, sông Cầu Tôn và sông Cầu.

3. Các điều kiện biên cho mô hình

+ Biên trên: Quá trình lưu lượng ($Q \sim t$) của các trạm phía thượng nguồn. Do lưu vực sông Phan - Cà Lồ không có trạm thủy văn khống chế phía thượng lưu nên biên trên sẽ được tính toán thông qua mô hình MIKE NAM, cụ thể trên sông Phan tại An Hạ; trên sông Cầu Tôn tại cầu Góc Gạo; trên sông Tranh tại cầu Lắm Pó; trên sông Ba Hanh tại cầu trên tỉnh lộ 310 (sau đây gọi là cầu Ba Hanh), trên sông Cầu tại trạm thủy văn Gia Bảy.

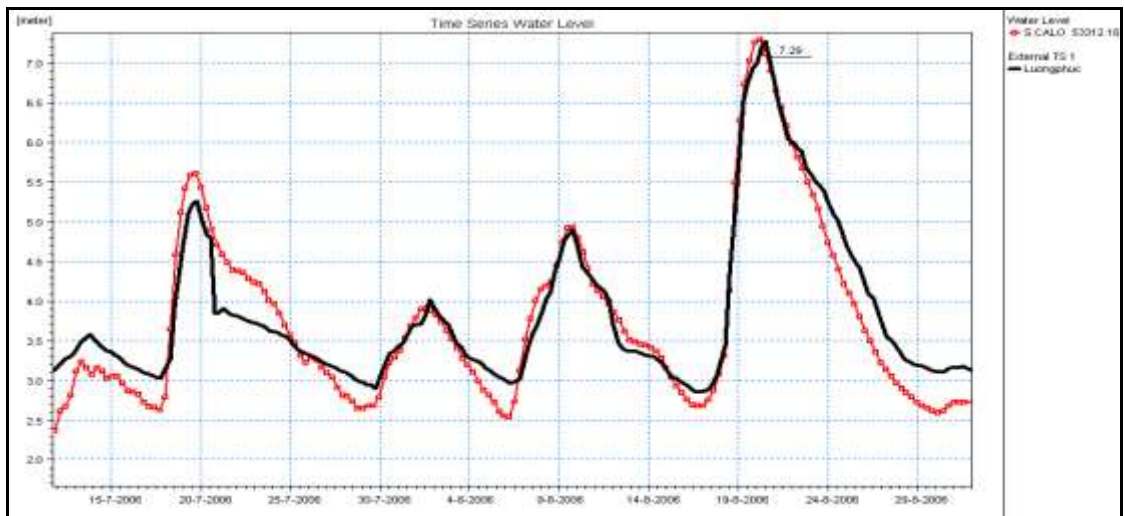
+ Biên nhập lưu: Quá trình lưu lượng ($Q \sim t$) của 12 tiểu lưu vực được xác định trong mô hình thủy văn; biên dưới: Quá trình mực nước ($H \sim t$) tại trạm Phả Lại; biên kiểm tra: Trạm Mạnh Tân và trạm Lương Phúc.



Hình 2. 8 Các biên trong mô hình thủy lực mạng lưới sông Phan - Cà Lồ.

4. Hiệu chỉnh mô hình thủy lực

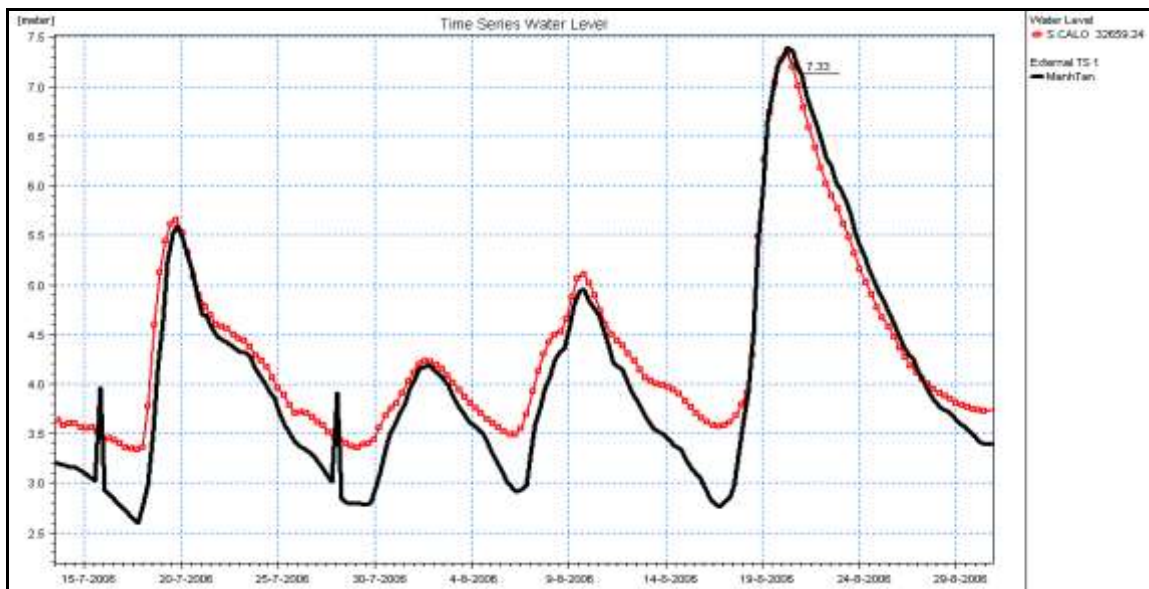
Thời gian dùng để hiệu chỉnh mô hình bắt đầu từ 1/VI/2006 đến 31/IX/2006, kết quả hiệu chỉnh được trình bày trong Bảng 2.21 và Hình 2. 9.



Hình 2. 9 Quá trình mực nước thực đo và tính toán năm 2006 trạm Lương Phúc

Bảng 2.21 Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Lương Phúc năm 2006

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
Lưu lượng đỉnh lũ $Q_{max}(m^3/s)$	7,29	7,27
Thời gian xuất hiện đỉnh	6:00:00 AM 20/VIII/2006	10:00:00 AM 20/ VIII /2006
Sai số đỉnh lũ	0,02	
Sai số về tổng lượng	0,06	
Hệ số NASH	0,91	
Hệ số tương quan	0,96	



Hình 2. 10 Quá trình mực nước thực đo và tính toán năm 2006 trạm Mạnh Tân

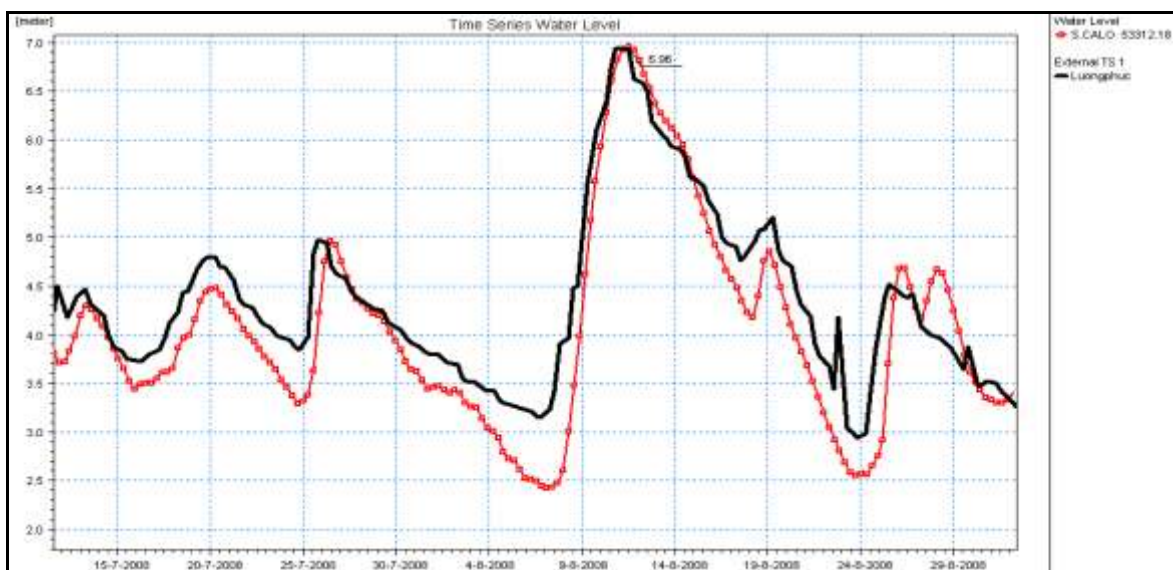
Bảng 2.22 Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Mạnh Tân năm 2006

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
Lưu lượng đỉnh lũ (Q_{\max} (m ³ /s))	7,40	7,39
Thời gian xuất hiện đỉnh	5:00:00 AM 20/VIII/2006	8:00:00 AM 20/ VIII /2006
Sai số đỉnh lũ	0,01	
Sai số về tổng lượng	0,1	
Hệ số NASH	0,89	
Hệ số tương quan	0,9	

Nhận xét: Kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình tại hai trạm Mạnh Tân và Lương Phúc theo số liệu năm 2006 cho thấy, kết quả tính toán của mô hình là khá tốt. Đường quá trình lũ thực đo và tính toán có sự đồng bộ với nhau về hình dạng và trị số đỉnh, hệ số tương quan cao 0,9 và sai số về trị số đỉnh lũ là rất bé đối với trạm Lương Phúc là 0,02 và trạm Mạnh Tân là 0,01. Ngoài ra, hàm mục tiêu NASH cũng nằm trong giới hạn cho phép ($\geq 0,8$) lần lượt là 0,91 và 0,89 đối với hai trạm Mạnh Tân và Lương Phúc. Như vậy, bộ thông số thủy lực của lưu vực được hiệu chỉnh hoàn toàn có thể áp dụng vào tính toán trong bước tiếp theo kiểm định mô hình.

5. Kiểm định mô hình thủy lực

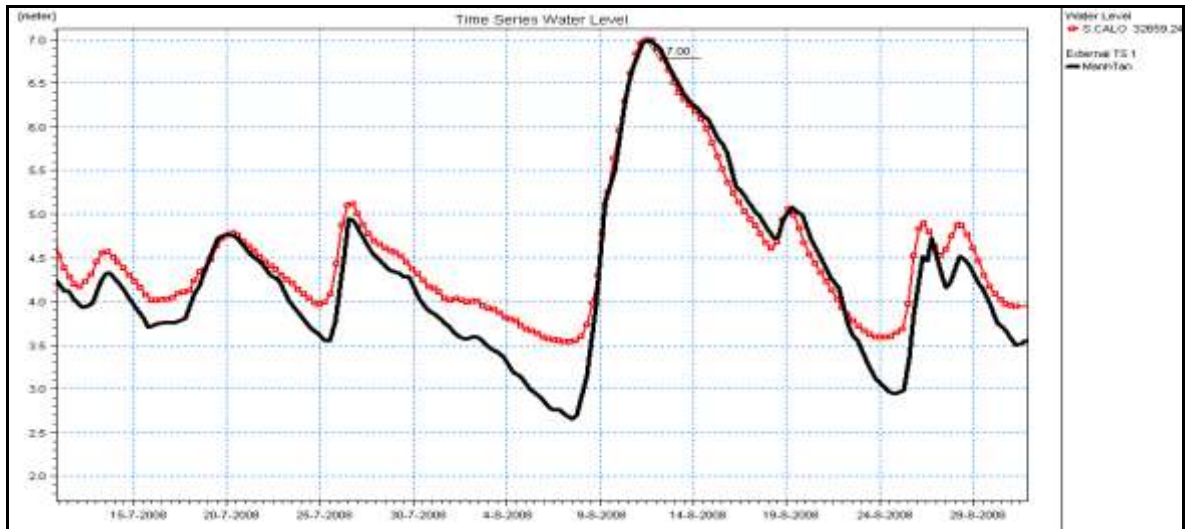
Thời gian dùng để kiểm định mô hình bắt đầu từ ngày 1/VI/2008 đến ngày 31/IX/2008. Kết quả kiểm định được đưa ra trong các Bảng 2.23 Bảng 2.24 và được thể hiện trong các Hình 2. 11, Hình 2. 12.



Hình 2. 11 Quá trình thực đo và tính toán năm 2008 tại trạm Lương Phúc

Bảng 2.23 Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Lương Phúc năm 2008

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
Lưu lượng đỉnh lũ $Q_{max}(m^3/s)$	6,96	6,94
Thời gian xuất hiện đỉnh	13:00 ngày 11/VIII/2008	15:00 ngày 11/ VIII /2008
Sai số đỉnh lũ	0,02	
Sai số về tổng lượng	0,06	
Hệ số NASH	0,85	
Hệ số tương quan	0,91	



Hình 2. 12 Quá trình thực đo và tính toán năm 2008 tại trạm Mạn Tân

Bảng 2.24 Thống kê các chỉ tiêu đánh giá mô hình trạm Mạn Tân năm 2008

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
$Q_{max}(m^3/s)$	7,18	7,00
Thời gian xuất hiện đỉnh	1:00:00 PM 11/ VIII/2008	1:00:00 PM 11/ VIII /2008
Sai số đỉnh lũ	0,18	
Sai số về tổng lượng	0,12	
Hệ số NASH	0,86	
Hệ số tương quan	0,9	

Nhận xét: Kết quả tính toán kiểm định mô hình tại hai trạm Mạn Tân và Lương Phúc theo số liệu năm 2008 thấy rằng, kết quả tính toán của mô hình là khá tốt. Đường quá trình lũ thực đo và tính toán có sự đồng bộ với nhau về hình dạng và trị số đỉnh, trong đó hệ số tương quan cao 0,9 và sai số về trị số đỉnh là rất bé đối với trạm Lương Phúc là 0,06 và trạm Mạn Tân là 0,12. Ngoài ra hàm mục tiêu NASH

cũng nằm trong giới hạn cho phép ($\geq 0,8$) lần lượt là 0,86 và 0,85 cho hai trạm Mạnh Tân và Lương Phúc. Kết tính toán như trên bộ thông số thủy lực của lưu vực hoàn toàn có thể áp dụng vào tính toán trong các bước mô phỏng sau này.

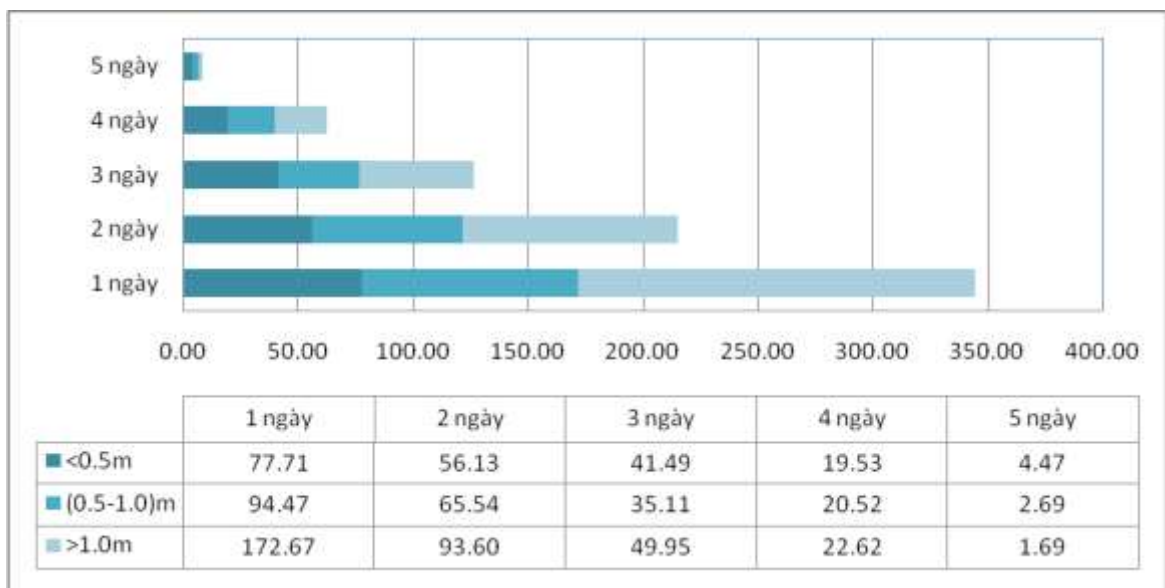
2.4.6. Kết quả bài toán ngập úng hiện trạng năm 2008

Áp dụng bộ thông số mô hình NAM-Mike11HD tính toán, xây dựng bản đồ phạm vi và mức độ ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ trong trận mưa lũ lớn lịch sử năm 2008. Số liệu đầu vào được sử dụng tính toán cho trận lũ lớn như sau:

+ Số liệu mưa tại các trạm Tam Đảo, Vĩnh Yên; lưu lượng dòng chảy đến các biên trên thuộc thượng nguồn sông Phan, sông Cầu Tôn, sông Tranh, sông Ba Hanh, lưu lượng dòng chảy tại các lưu vực bộ phận được tính toán từ theo mô hình NAM; mực nước biên dưới tại trạm Phả Lại với thời gian tính toán từ 30/X – 4/XI/2008;

+ Hiện trạng công trình, thảm phủ mặt đệm và việc vận hành và các thông số kỹ thuật của hệ thống công trình hiện có năm 2008 trên lưu vực.

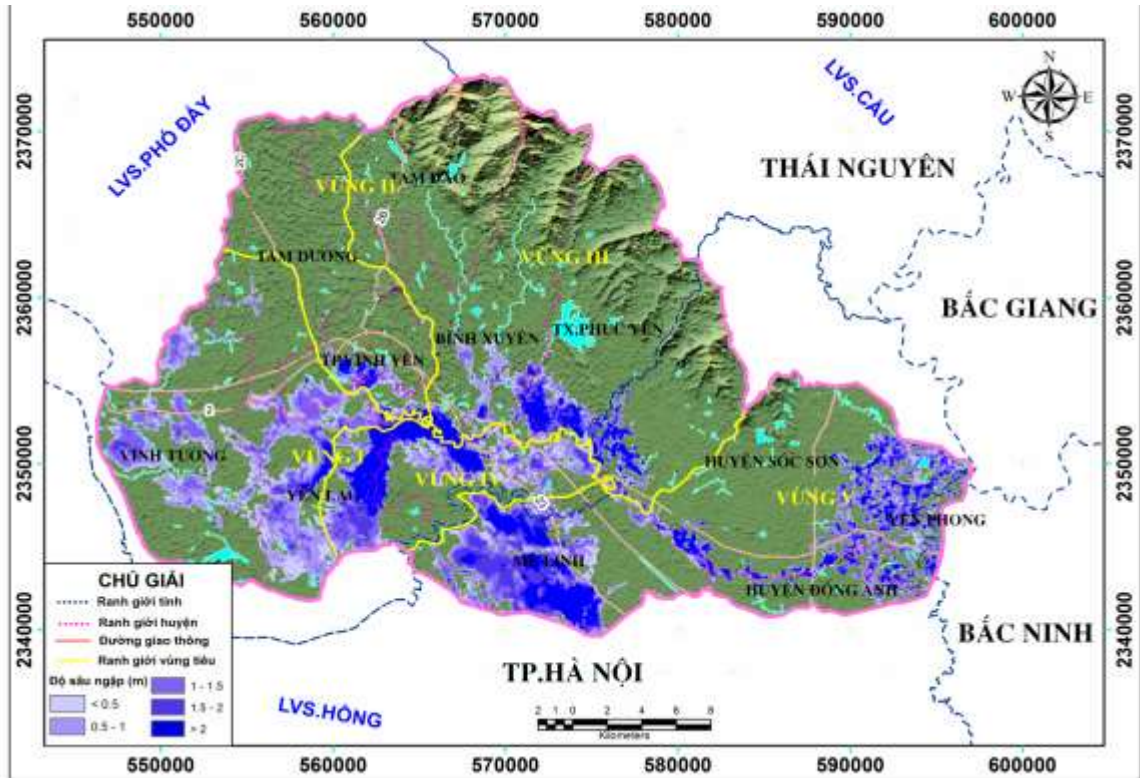
Kết quả tính toán đưa ra bức tranh về tình hình, phạm vi, mức độ ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ trong trận lũ lịch sử cuối tháng X đầu tháng XI năm 2008 trong Bảng 2.25 và Hình 2. 13, Hình 2. 14, Hình 2. 15.



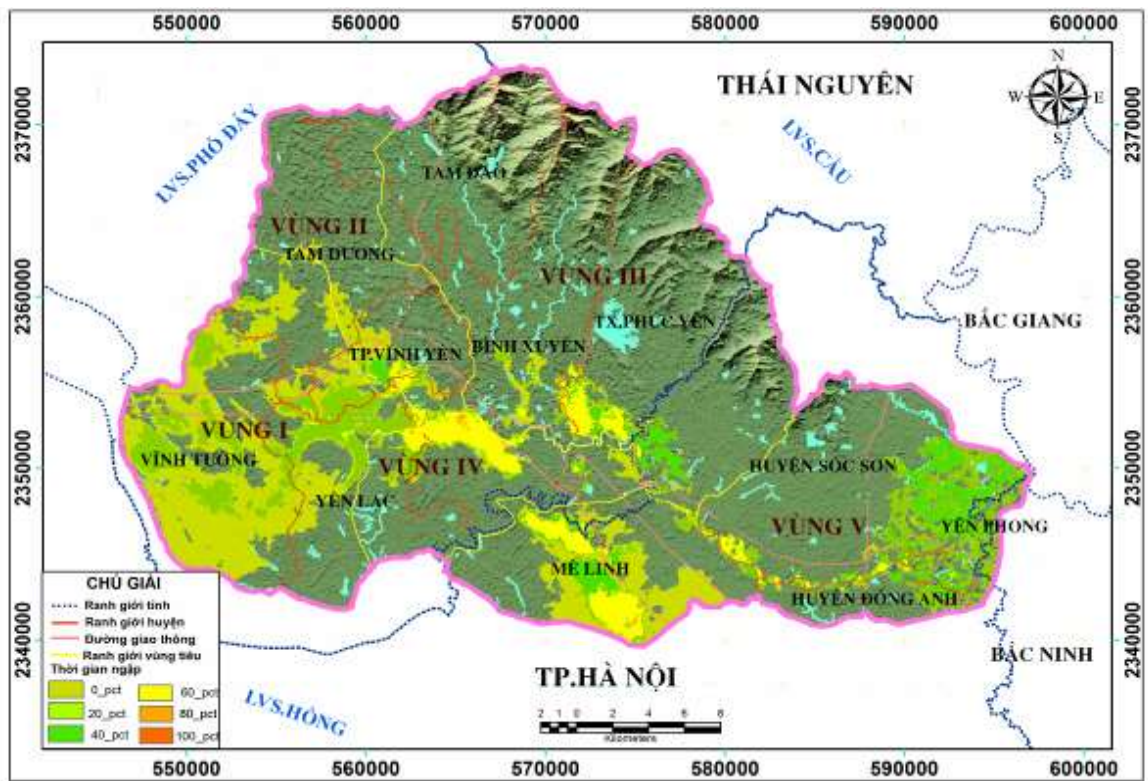
Hình 2. 13 Diện tích duy trì ngập trận lũ cuối tháng X/2008

Dựa vào kết quả tính toán có thể thấy diện tích úng ngập trên lưu vực sông tập trung ở độ sâu ngập $>1\text{m}$ ($245,394\text{ km}^2$). Khả năng tiêu thoát diện tích ngập sau 4 ngày tại tất cả các cấp độ sâu ngập vẫn duy trì ở mức cao trên 20 km^2 . Dựa vào bản đồ ngập cũng có thể thấy úng ngập xảy ra trên diện rộng tập trung chủ yếu tại vị trí

giao các sông nhánh, hạ lưu sông Cà Lồ và khu vực phía hữu sông Phan.



Hình 2. 14 Bản đồ ngập lụt lưu vực sông Phan - Cà Lồ trận lũ cuối X/2008



Hình 2. 15 Bản đồ thời gian duy trì ngập lụt lưu vực sông Phan - Cà Lồ X/2008

Bảng 2.25 Tổng diện tích ngập phân theo các cấp độ sâu ngập trận lũ cuối tháng X/2008

Cấp độ sâu ngập	Tổng diện tích ngập, km ²
< 0,5 m	85,266
(0,5 - 1,0) m	113,454
>1,0 m	245,394

Dựa vào kết quả tính toán và bản đồ ngập lụt, bản đồ thời gian duy trì ngập trong trận lũ cuối tháng X/2008, có thể thấy hoàn toàn phù hợp với số liệu thống kê tình hình diễn biến lũ lụt trên địa bàn tỉnh. Đồng thời phù hợp với bản đồ chụp từ vệ tinh trong trận lũ năm 2008 [45].

Như vậy, bộ thông số thủy lực được tính toán hoàn toàn có thể áp dụng vào tính toán trong các bước mô phỏng, tính toán các phương án tiêu úng trong các chương sau.

2.5. Kết luận chương 2

Trong chương 2, Luận án giới thiệu về lưu vực sông nghiên cứu, hiện trạng tiêu thoát lũ trên lưu vực. Trên cơ sở phân tích tình hình lũ lụt trên lưu vực sông trong chương 1, từ đó phân tích và làm rõ hơn nguyên nhân ngập úng trên lưu vực.

Căn cứ các nguyên nhân chính gây ra ngập úng đề xuất các hướng giải quyết cụ thể: Cần đặt bài toán tổng thể cho toàn bộ lưu vực; biện pháp tiêu tự chảy không đáp ứng được yêu cầu tiêu thoát lũ cần bổ sung thêm biện pháp khác: bổ sung thêm trạm bơm, cống điều tiết, nâng cấp hệ thống các công trình đã có, cắt dòng đối với những đoạn sông quá cong, cải tạo nạo vét lòng dẫn, ...

Luận án đã sử dụng công cụ mô hình mô phỏng lại tình hình ngập úng trận lũ 2008 trên lưu vực, so sánh với kết quả khảo sát và những thống kê thu thập được về tình hình ngập úng trong chương 1, từ đó kiểm định bộ thông số cũng như tính khả thi của mô hình được áp dụng. Đây chính là cơ sở để xây dựng các phương án tính toán tiêu úng thoát lũ trên lưu vực trong chương tiếp theo.

**CHƯƠNG III: XÁC LẬP CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN
CHO VIỆC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ
LƯU VỰC SÔNG PHAN – CÀ LỒ**

3.1. Cơ sở đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ

3.1.1. Nguyên tắc chung

Trong chương 2 đã phân tích đặc điểm của lưu vực sông Phan – Cà Lồ, trong đó đã làm rõ nguyên nhân gây úng, ngập để từ đó lựa chọn những giải pháp hợp lý nhất nhằm giảm thiểu tác động của hiện tượng này. Các giải pháp lựa chọn cần dựa trên những nguyên tắc sau đây:

a) Nguyên tắc 1: Xem xét lưu vực sông Phan – Cà Lồ là hệ thống tổng thể và thống nhất bao gồm các thành phần hợp thành: 1) Các tiểu lưu vực thành phần có tham gia vào hình thành dòng chảy chung trong mạng lưới sông đóng vai trò như dòng chảy sườn dốc. Do vậy, cần xem xét quá trình hình thành, diễn biến mặt đệm (đặc biệt về tình hình sử dụng đất do đô thị hoá, công nghiệp, dân sinh) cho mỗi tiểu lưu vực; 2) Xem xét cấu trúc mạng lưới sông ngòi bao gồm hệ thống các sông, kênh nhập lưu, phân lưu và các công trình thuỷ lợi, giao thông, hồ chứa có tác động tích cực hay hạn chế đến quá trình hình thành và diễn biến dòng chảy lũ; 3) Phân chia dòng chính sông Phan – Cà Lồ thành các khu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu và phân tích chế độ dòng chảy lũ cho từng khu vực để có các giải pháp tiêu úng, thoát lũ cho từng khu vực; 4) Căn cứ vào hệ thống thuỷ lợi hiện trạng và quy hoạch tiến hành phân khu tiêu và được nhìn nhận như một lưu vực khép kín; 5) Phân tích tác động của các sông xung quanh lưu vực, đặc biệt là sông Cầu đến giải pháp thoát lũ cho khu vực hạ lưu sông Phan – Cà Lồ. Do vậy, khi lập bài toán thoát lũ cho lưu vực nghiên cứu cần đưa mạng sông Cầu vào sơ đồ tính (đã giới thiệu trong Chương 2).

b) Nguyên tắc 2: Giải pháp tiêu úng và thoát lũ được thực hiện đồng thời và hỗ trợ cho nhau. Trong điều kiện lưu vực sông Phan – Cà Lồ, cần thực hiện giải pháp tiêu úng cho khu vực trung lưu (khu vực trọng điểm ngập úng thuộc các huyện Vĩnh Tường, huyện Yên Lạc). Nếu giải quyết tốt ngập úng ở khu vực này sẽ giảm đáng kể lượng dòng chảy lũ xuống hạ lưu và qua đó giảm thiểu mức ngập úng bồi, đe chính của sông Cà Lồ ở khu vực huyện Sóc Sơn thuộc Thành phố Hà Nội. Trên cơ sở

phân tích trên, định hướng tiêu úng, thoát lũ cho lưu vực sông Phan - Cà Lò như sau:

- Đối với khu vực ngập úng ở trung lưu sông Phan - Cà Lò thuộc 2 huyện Yên Lạc và Vĩnh Tường cần định hướng các giải pháp sau:

+ Cần khoanh vùng và khép kín khu vực tiêu bằng các công trình không chế (đập, cống có điều khiển);

+ Xác định được diện tích có nguy cơ ngập theo trận lũ năm 1978;

+ Xác định rõ thời gian ngập và thời gian chịu được ngập tối đa của cây trồng chủ yếu trong vùng;

+ Xác định lượng ngập và độ sâu ngập để xác định quy mô công trình tiêu;

+ Giải pháp tiêu ngập úng: Do điều kiện địa hình trũng và không có điều kiện tiêu theo trọng lực (tự chảy) nên chọn **giải pháp tiêu cưỡng bức qua hệ thống các trạm bơm** ra sông theo 2 hướng. *Hướng tiêu thứ nhất*: Phần khu vực trũng phía Tây tiêu ra sông Phó Đáy; *Hướng tiêu thứ 2*: Phần khu vực phía Nam tiêu ra sông Hồng;

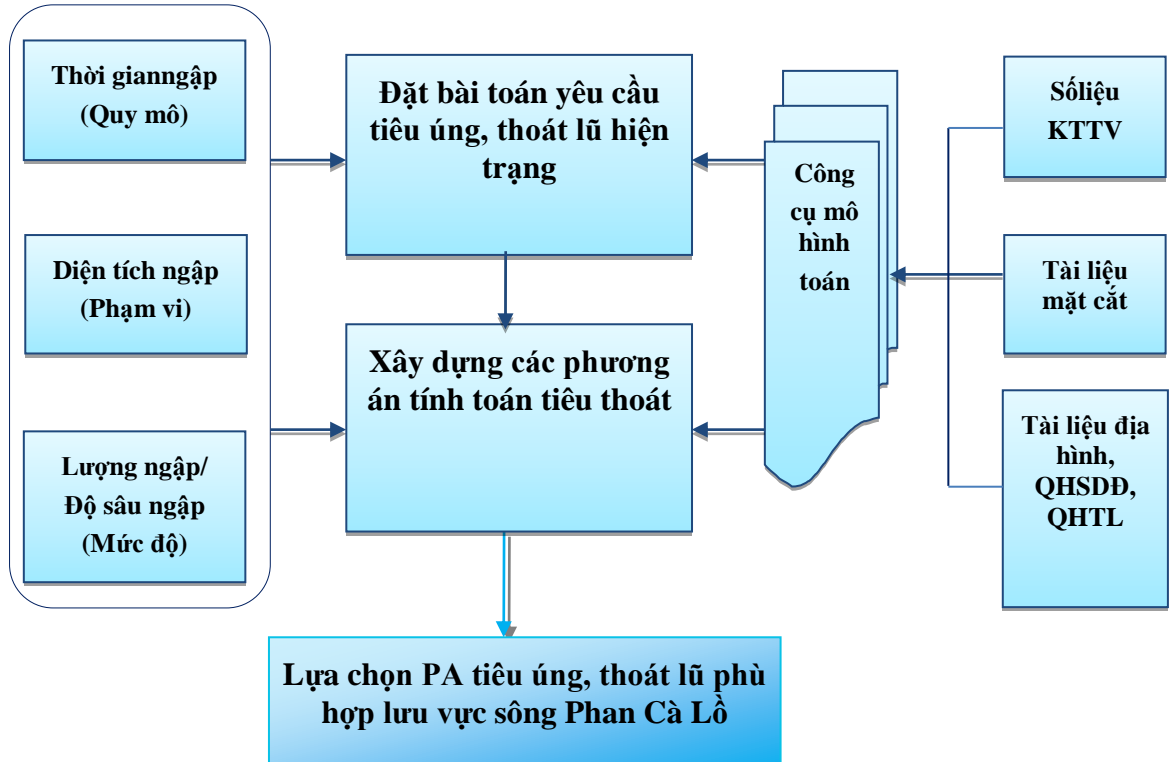
- *Đối với khu vực ngập úng thuộc* phần khu vực sườn phía Tây và Tây Nam thuộc huyện Tam Đảo, huyện Bình Xuyên, thị xã Phúc Yên (tỉnh Vĩnh Phúc), huyện Sóc Sơn, huyện Mê Linh, huyện Đông Anh (TP. Hà Nội) chọn **giải pháp tiêu tự chảy** ra dòng chính bắt đầu từ cầu Hương Canh.

c) Nguyên tắc 3: Theo cấu trúc hệ thống sông, lưu vực sông Phan - Cà Lò là không có quan hệ trực tiếp với sông Hồng. Tuy nhiên nếu trong trường hợp cần tiêu bằng giải pháp cưỡng bức (bơm) ra sông Phó Đáy (phần phía Tây của lưu vực) và sông Hồng (phần phía Nam) thì cần xem xét **mối quan hệ lũ trong đồng và ngoài sông** để bố trí lưu lượng, thời gian bơm theo Luật Đê điều.

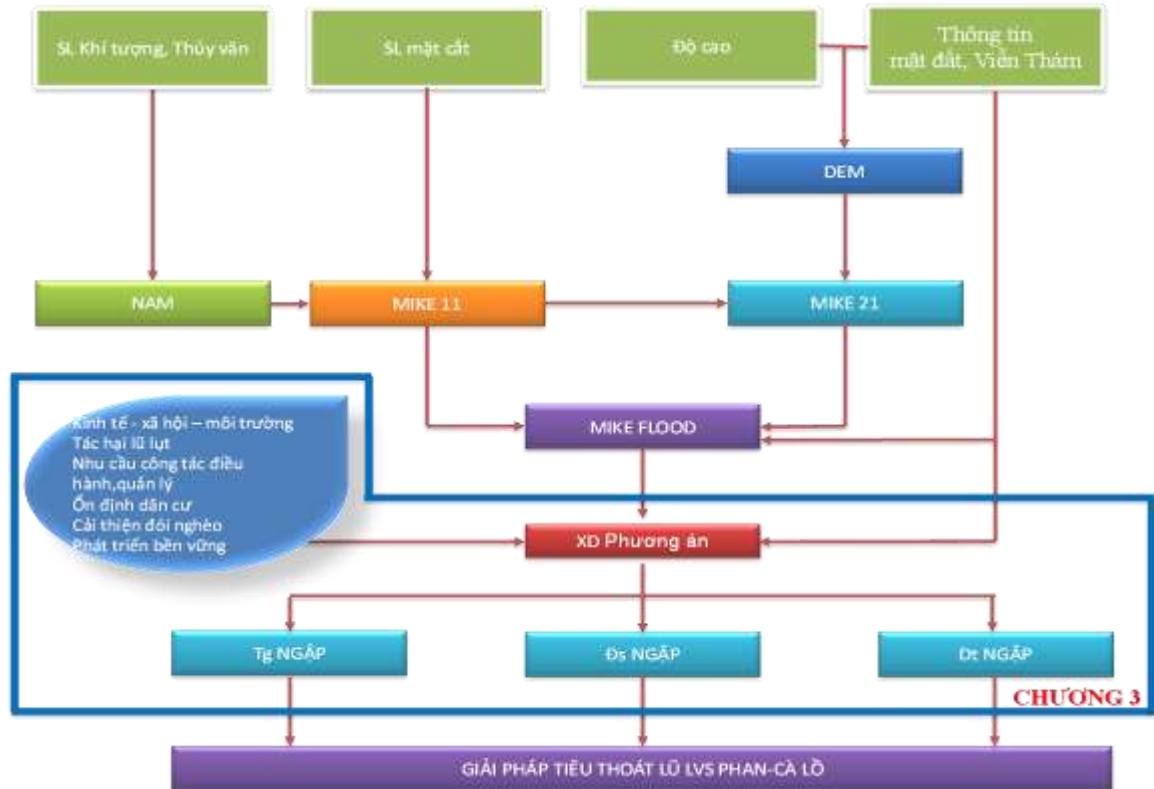
d) Nguyên tắc 4: Các giải pháp tiêu úng, thoát lũ phải **phù hợp với tính chất diễn hình của lưu vực**, nơi có ảnh hưởng đồng thời của ngập úng, đồng thời tồn tại sự khác biệt giữa quy hoạch phòng lũ ở trung lưu, hạ lưu và ở khu vực có tốc độ đô thị hoá mạnh mẽ.

3.1.2. Sơ đồ tiếp cận giải quyết bài toán

Từ 4 nguyên tắc trên và xuất phát từ hiện trạng ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lò, hiện trạng công trình tiêu thoát nước trên lưu vực, sơ đồ tổng quát thực hiện cho bài toán tổng thể được lập theo Hình 3.1. Trên cơ sở đó, đề xuất giải pháp kỹ thuật để thực hiện đánh giá, phân tích các giải pháp tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lò theo sơ đồ Hình 3.2.



Hình 3.1 Sơ đồ tổng thể thiết lập bài toán tiêu thoát nước



Hình 3.2 Sơ đồ giải pháp kỹ thuật tiêu úng thoát lũ sông Phan – Cà Lồ

3.2. Phân vùng tiêu thoát lũ cho lưu vực sông Phan- Cà Lò

3.2.1. Nguyên tắc phân vùng tiêu

a) Các phương pháp phân vùng tiêu đã và đang áp dụng ở Đồng bằng Bắc Bộ

Nghiên cứu các phương án phân vùng đã thực hiện trong các dự án quy hoạch tiêu ở Đồng bằng Bắc Bộ có thể tổng kết và khái quát lại thành 4 phương pháp chủ yếu sau đây:

Phân vùng theo biện pháp tiêu: Biện pháp tiêu nước có thể là tiêu tự chảy bằng trọng lực hoặc tiêu cưỡng bức bằng động lực. Các quy hoạch thủy lợi thực hiện đầu tiên ở nước ta thường coi toàn bộ vùng Đồng bằng Bắc Bộ được tiêu tự chảy ra hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình. Tuy nhiên, đồng bằng Bắc Bộ có địa hình đa báo với nhiều khu trũng, do vậy biện pháp tiêu tự chảy không thể tiêu thoát được ứng ngập đáp ứng được yêu cầu dân sinh, kinh tế trên lưu vực sông.

Phân vùng theo lưu vực: Với lưu vực lớn thường chia thành những lưu vực nhỏ hơn.

Phân vùng theo hướng tiêu và nơi nhận nước tiêu: Hướng tiêu là cách mô tả véc tơ chuyển nước từ nơi cần tiêu đến nơi nhận nước tiêu. Nơi nhận nước tiêu có thể là sông, suối, biển, hồ hoặc các khu vực trũng thấp có khả năng nhận nước từ nơi khác đến. Đây cũng là một dạng khác của phương pháp phân vùng theo lưu vực.

Phân vùng theo địa giới hành chính: Cách phân vùng này được áp dụng khá phổ biến ở nhiều địa phương, nó bắt nguồn từ cơ chế quản lý theo vùng lãnh thổ. Trong một số quy hoạch do địa phương lập, vùng tiêu được chia theo đơn vị hành chính và thường mâu thuẫn với quy hoạch tổng thể của vùng.

b) Nguyên tắc chung về phân vùng tiêu

Phân vùng tiêu được xác định dựa trên một số nguyên tắc sau:

- Vùng tiêu được xác định không chỉ phù hợp với yêu cầu tiêu nước hiện tại mà còn phải hạn chế được các mâu thuẫn có thể nảy sinh trong tương lai;

- Vùng tiêu có thể là lưu vực tự nhiên của một hay nhiều chi lưu sông suối, cũng có thể là lưu vực tự nhiên kết hợp với lưu vực nhân tạo hoặc lưu vực hoàn toàn do nhân tạo nhưng phải tương đối khép kín;

- Mỗi vùng tiêu có thể có một hoặc nhiều hệ thống công trình thủy lợi được xây dựng phục vụ tưới, tiêu, cải tạo đất, cấp thoát nước và phòng chống lũ, lụt...

- Vùng tiêu được xác định phải mang tính độc lập hoặc tương đối độc lập với

các vùng lân cận trong quản lý, khai thác các hệ thống thủy lợi;

- Không xét đến địa giới hành chính trong phân vùng tiêu.

c) Một số điều kiện ràng buộc khi xác định ranh giới của các vùng tiêu

- Sông ngòi và nơi nhận nước tiêu:

Đối với vùng tiêu động lực thì sông lớn có đê bao bọc thường là nơi nhận nước tiêu chính của khu vực nghiên cứu. Lượng nước thừa của vùng tiêu được đưa ra sông nhờ trạm bơm.

Sông ngòi nội địa, sông nhánh thường được chọn làm các trục tiêu chính của công trình tiêu như trạm bơm, cống tiêu tự chảy. Hồ ao cũng có thể trở thành biên giới của vùng tiêu nếu nó là nơi tiếp nhận và chuyển tải nước tiêu đi nơi khác.

-Điều kiện địa hình:

Cao độ mặt đất, hướng dốc, mức độ phức tạp của địa hình cũng như mức độ chia cắt lưu vực bởi các sông suối, khe lạch và công trình xây dựng có ảnh hưởng rất mạnh đến tính chất, quy mô của vùng tiêu. Theo điều kiện địa hình, ranh giới của lưu vực tiêu có thể được xác định dựa vào những đặc điểm sau đây của địa hình:

+ Những dải đất cao tự nhiên hay nhân tạo chia cắt lưu vực thành những vùng có hướng dốc khác nhau.

+ Những công trình do con người xây dựng như đường giao thông, kênh tưới,...chia cắt lưu vực nghiên cứu thành những khu vực riêng biệt, độc lập và không liên thông nhau.

- Chế độ thủy văn:

Chế độ mực nước tại nơi nhận nước tiêu quyết định đến quy mô và tính chất vùng tiêu. Khi mực nước tại nơi nhận nước tiêu thấp hơn mực nước cần giữ lại ở trong đồng thì hệ thống có khả năng tiêu tự chảy. Ngược lại, nếu cao hơn mực nước cho phép duy trì ở trong đồng thì phải tiêu bằng động lực. Căn cứ vào sự tương quan giữa quá trình mực nước tại nơi tiếp nhận nước tiêu với quá trình mực nước cần tiêu ở trong đồng có thể xác định được quy mô và giới hạn của các vùng tiêu tự chảy, vùng tiêu kết hợp hay vùng tiêu động lực.

Thực tế, ngay cùng một vùng tiêu có thời kỳ tiêu tự chảy, có thời kỳ tiêu bằng động lực tùy thuộc vào quan hệ mực nước trong sông và trong đồng.

- Loại hộ tiêu nước:

Hộ tiêu nước khác nhau có nhu cầu tiêu và tính chất tiêu cũng khác nhau:

+ Các hệ tiêu nước đặc biệt: Khu công nghiệp, đô thị, khu chuyên canh nuôi trồng thủy sản được phân thành những tiểu vùng tiêu riêng và độc lập. Do yêu cầu tiêu nước cho các đối tượng này cao và khác so với hệ tiêu nước truyền thống. Khi giải quyết tiêu nước cho các khu công nghiệp và đô thị thường có các biện pháp kỹ thuật xử lý nước thải, ngăn ngừa sự lây lan ô nhiễm nguồn nước;

+ Các hệ tiêu nước khác như ruộng lúa, hoa màu, cây công nghiệp, ao hồ,... là những hệ tiêu nước “truyền thống”, nếu không bị giới hạn bởi các ràng buộc khác thì có thể nằm trong cùng một tiểu vùng tiêu.

3.2.2. Phân vùng tiêu lưu vực sông Phan – Cà Lồ

a) Phân chia các vùng tiêu

Lưu vực sông Phan - Cà Lồ có tổng diện tích 1229 km², địa hình gồm: vùng núi, đồi, vùng trũng có điều kiện tự nhiên khác nhau. Phân vùng tiêu thoát nước của lưu vực nghiên cứu dựa vào những cơ sở sau:

Về địa hình: Phía Bắc, Tây Bắc, Đông Bắc là vùng núi, đồi, cao độ từ +15,0 m trở lên; phía Nam và Đông Nam là vùng đồng bằng, tạo nên hướng tiêu thoát nước là hướng Nam hoặc Đông Nam.

- Về thủy văn: Hai sông tiêu thoát nước là sông Phan và sông Cà Lồ nằm giữa lưu vực có hướng chảy từ Bắc – Nam chuyển sang Tây - Đông. Bởi vậy, cửa tiêu thoát nước sẽ là phía Nam là tiêu ra sông Hồng, phía Đông Nam là tiêu ra sông Cà Lồ và sông Cầu.

- Về công trình thủy lợi: Kênh tiêu Bến Tre, cống điều tiết Thụy Yên trên sông Phan, hồ Đầm Vạc và các công trình sẽ chuyển nước vùng Bắc lưu vực sông Phan, vùng Bắc Bình Xuyên, Mê Linh tiêu thoát vào sông Cà Lồ, các vùng Nam sông Phan tiêu thoát ra sông Hồng.

- Về kinh tế xã hội: Trong lưu vực tồn tại và phát triển vùng trọng điểm lúa Nam sông Phan, vùng trọng điểm công nghiệp Bắc Bình Xuyên, thành phố Vĩnh Yên là trung tâm kinh tế chính trị của Vĩnh Phúc với mục tiêu tiêu thoát nước là chống ngập cho đô thị, công nghiệp và chống úng cho nông nghiệp.

Dựa trên các nguyên tắc phân vùng tiêu, đồng thời quy kết hợp với hoạch thủy lợi tỉnh Vĩnh Phúc giai đoạn 2010 -2020 [41], trong đó chia lưu vực sông Phan – Cà Lồ thuộc tỉnh Vĩnh Phúc thành 4 vùng tiêu. Lưu vực trong luận án được phân thành 5 vùng tiêu thoát nước (Hình 3.3):

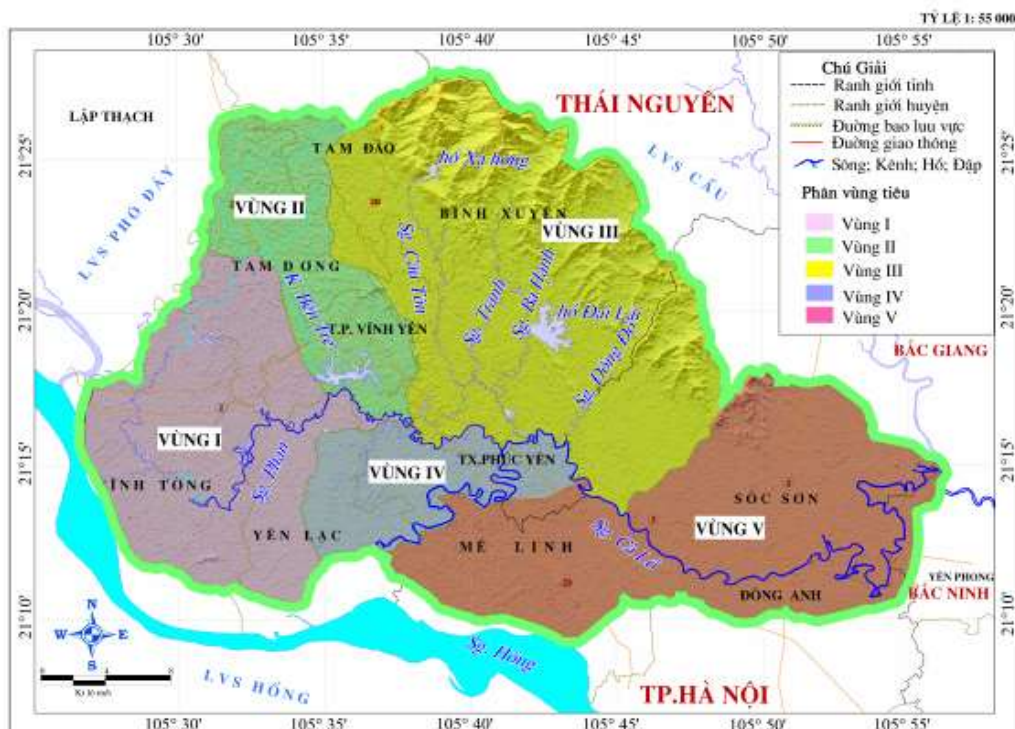
* Vùng I: Ranh giới phía Tây là đê tả sông Phó Đáy, phía Nam là đê tả sông Hồng, phía Đông là kênh Bền Tre đến Đầm Vạc; diện tích 236,3 km²; lòng dẫn thoát nước là sông Phan từ cống điều tiết Thụy Yên đến sau Đầm Vạc.

* Vùng II: Ranh giới phía Tây là đê tả sông Phó Đáy, kênh Bền Tre, phía Đông là đường phân lưu vực sông Cầu Tôn, phía Nam là phân lưu sông Cà Lò tính đến ngã 3 sông Cầu Tôn - sông Tranh diện tích 111,2 km²; lòng dẫn thoát nước là kênh Bền Tre qua Đầm Vạc vào sông Phan.

* Vùng III: Là lưu vực các sông nhánh sườn Tam Đảo của sông Cà Lò gồm lưu vực sông Cầu Tôn - sông Tranh, sông Ba Hanh và sông Đồng Đò; diện tích 307,4 km²; lòng dẫn là các sông nhánh đổ vào sông Cà Lò.

* Vùng IV: Ranh giới phía Bắc là vùng II và III, phía Tây là vùng I, phía Nam là đê tả sông Hồng, phía Tây Nam giới hạn bởi đê tả sông Cà Lò Cụt tính đến Cầu Xuân Phương, diện tích 77,6 km²; lòng dẫn thoát nước: sông Cà Lò, sông Cà Lò Cụt.

* Vùng tiêu V: Ranh giới phía Tây giới hạn bởi vùng tiêu III, IV, phía Bắc giới hạn bởi đường phân lưu tự nhiên với các nhánh sông Cầu, phía Nam là hệ thống kênh tiêu thuộc sông Ngũ Huyện Khê (huyện Đông Anh, huyện Gia Lâm) và cửa sông Cà Lò; tổng diện tích vùng tiêu là 496 km²; lòng dẫn dòng chính sông Cà Lò.



Hình 3.3 Bản đồ ranh giới các vùng tiêu lưu vực sông Phan – Cà Lò

b) Chỉ tiêu kinh tế - xã hội của các vùng tiêu

Chỉ tiêu phát triển kinh tế tỉnh Vĩnh Phúc và Thành phố Hà Nội đến những năm 2015~2020 là sự tăng trưởng kinh tế công nghiệp, với việc xây dựng hàng loạt các khu công nghiệp và các công trình kỹ thuật hạ tầng nhất là giao thông. Những sự thay đổi về phát triển kinh tế sẽ làm thay đổi đáng kể việc quản lý khai thác các loại tài nguyên thiên nhiên, nhất là tài nguyên đất và nước. Công tác phòng chống thiên tai, trong đó có chống lũ, ngập úng cần được đầu tư.

1) Quy hoạch các khu công nghiệp

Hiện nay lưu vực sông Phan - Cà Lò có 4 khu công nghiệp với tổng diện tích sử dụng 986 ha. Đó là các khu công nghiệp Khai Quang 262 ha, Bình Xuyên 271 ha, Bá Thiện 327 ha, Chân Hưng 126 ha. Đến năm 2015 sẽ có thêm 11 khu công nghiệp với tổng diện tích sử dụng 5.339 ha, và đến năm 2020 sẽ có thêm 7 khu công nghiệp với tổng diện tích sử dụng 2.826 ha. Như vậy, đến năm 2020 trên lưu vực sông Phan - Cà Lò tỉnh Vĩnh Phúc sẽ có 22 khu công nghiệp với tổng diện tích chiếm đất 9.151 ha. Về vị trí, các khu công nghiệp phân bố quanh thành phố Vĩnh Yên với bán kính 10~30 km và hầu như tập trung ven sông Phan - Cà Lò. Thống kê về vị trí và quy mô các khu công nghiệp trong lưu vực sông được thể hiện trong Hình 3.4.



Hình 3.4 Bản đồ các khu công nghiệp trên lưu vực sông Phan- Cà Lò

Bảng 3.1 Vị trí và quy mô các khu công nghiệp trong vùng dự án đến 2020
phân theo các vùng tiêu

TT	Tên khu công nghiệp	Sông	Diện tích (ha)	Vùng tiêu
1	Kim Long	Phan	250	2
2	Tam Dương	Phan	277	2
3	Duy Tiên	Phan	200	2
4	Khai Quang	Phan	262	1
5	Yên Bình	Phan	500	1
6	Hợp Thịnh	Phan	146	1
7	Chấn Hưng	Phan	126	1
8	Tân Tiến - Yên Lập	Phan	116	1
9	Đại Đồng	Phan	200	1
10	Bình Dương	Phan	400	1
11	Hội Hợp	Phan	300	1
12	Trung Nguyên	Phan	250	1
13	Đồng Cương	Phan	160	1
14	Vĩnh Tường	Phan	1.500	1
15	Bá Thiện	Cà Lồ	327	3
16	Sơn Lôi	Cà Lồ	416	3
17	Phúc Yên	Cà Lồ	200	3
18	Bá Thiện II	Cà Lồ	350	3
19	Bình Xuyên I	Cà Lồ	271	3
20	Bình Xuyên II	Cà Lồ	700	3
21	Nam Bình Xuyên	Cà Lồ cụt	1.000	4
22	Yên Lạc	Cà Lồ cụt	1.200	4
	Tổng		9.151	

(Nguồn: Dự án Quy hoạch chi tiết thủy lợi tỉnh Vĩnh Phúc giai đoạn 2010 -2020 và định hướng 2030)

2) Quy hoạch giao thông

Theo tài liệu về quy hoạch các khu công nghiệp trong tỉnh Vĩnh Phúc đến 2020, các hệ thống đường giao thông mới sẽ được xây dựng cùng với việc nâng cấp hệ thống đường đã có. Trong lưu vực sông Phan - Cà Lồ, các khu tiêu sẽ bị chia cắt nhiều, tuy vậy việc tiêu thoát nước vẫn được duy trì theo quy luật tập trung nước chung của hệ thống. Các tuyến đường sẽ được xây dựng bao gồm:

- Đường Xuyên Á (Nội Bài- Lào Cai) qua các huyện Bình Xuyên -Tam Đảo, Tam Dương cắt qua các sông Đồng Đà, Ba Hanh, Cầu Tôn, kênh Bến Tre, sông Phan, sông Phó Đáy trong vùng dự án tuyến đường dài trên 50 km, mặt đường rộng 96,0 m, cao trình đường đạt $\geq +11,0$ m.

- Đường quốc lộ 2, các đường tỉnh lộ, được mở rộng nâng cấp; đường vành đai

302,303... quanh thành phố Vĩnh Yên. Quy mô các đường giao thông đều rất lớn so với hiện trạng mặt đường rộng 30 ~ 50 m, cao trình mặt đường lớn hơn +9,50 m.

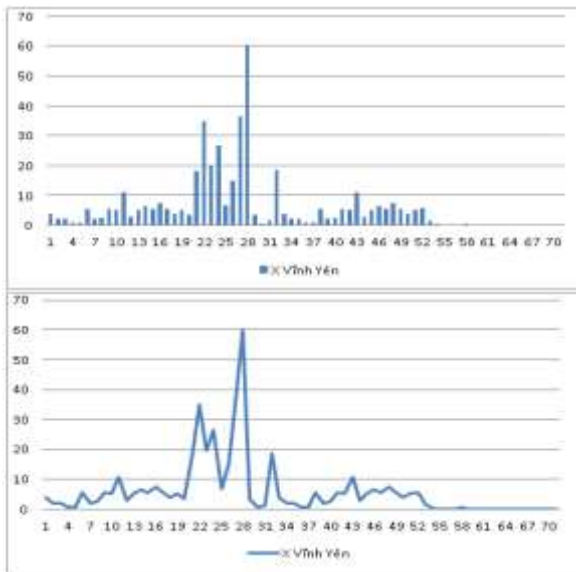
c) Chỉ tiêu thiết kế tiêu - thoát nước

Theo Quy chuẩn quốc gia công trình thủy lợi – các quy định chủ yếu về thiết kế QCVN 04 – 05: 2012/BNNPTNT, trong đó: Cấp thiết kế cấp I với diện tích tự nhiên khu tiêu >50.000 ha; tần suất tiêu thiết kế $P = 10 \%$; mưa tiêu thiết kế là 10 %

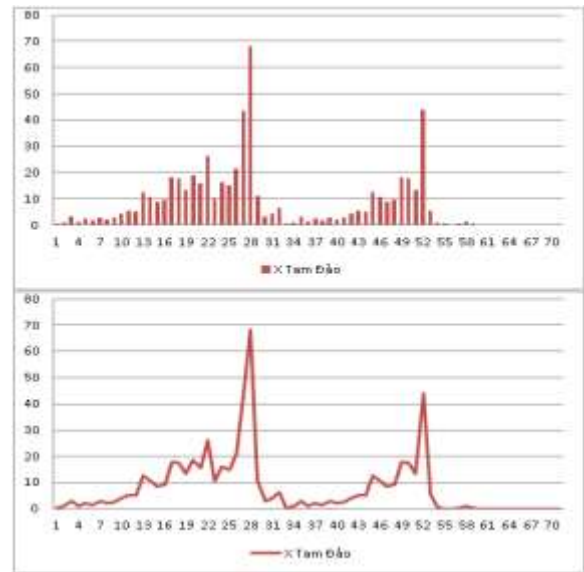
Luận án tính cho thời đoạn mưa $T = 3$ ngày (trạm Tam Đảo, Vĩnh Yên); dạng mưa có đỉnh giữa trận, cùng gặp gỡ lũ trong đồng 10 % và lũ ngoài sông 10 %.

+ Dựa vào chuỗi số liệu mưa quan trắc 35 năm (1970- 2005) tại hai trạm Tam Đảo và Vĩnh Yên, cho thấy lượng mưa ba ngày lớn nhất thiết kế với 10% tại trạm Vĩnh Yên là 380 mm gần xấp xỉ với $X_{1978} = 371,6$ mm; Quá trình mưa tính toán theo thời đoạn $\Delta t = 1$ giờ với dạng mưa giờ điển hình của trận mưa từ ngày 07 đến ngày 09 tháng X năm 1978 (Hình 3.5, Hình 3.6).

- Các biên mực nước thiết kế: Mực nước sông Cầu tại trạm Phúc Lộc Phương. $H_{\max 10\%} = +9,06$ m, quá trình mực nước điển hình ngày 07 đến ngày 09/X/1978.



Hình 3.5 Đường quá trình mưa 3 ngày max trạm Vĩnh Yên (7-9/X/1978)



Hình 3.6 Đường quá trình mưa 3 ngày max trạm Tam Đảo (7-9/X/1978)

3.3. Các phương án tiêu thoát nước

Đặt bài toán: Tiêu úng, thoát lũ lưu vực sông Phan - Cà Lò khi gặp trận lũ năm 1978 ứng với tần suất thiết kế 10% với các chỉ tiêu và yêu cầu cụ thể như sau:

Tổng lượng mưa: Mưa 3 ngày tiêu 5 ngày.

Chỉ tiêu tiêu thoát: Luận án đưa ra mực tiêu tổng lượng tiêu thoát được cần phải

đạt tới 80 % so với tổng lượng cần tiêu thoát đã xác định, phù hợp với tình hình thực tế. Tổng lượng cần tiêu thoát còn lại (20 %) sẽ được tiêu thoát dựa trên: 1) Khả năng tự điều tiết của lưu vực; 2) Điều chỉnh lại quy hoạch cơ sở hạ tầng và chuyển đổi cơ cấu kinh tế ngành trên lưu vực mà không phương hại, gây ảnh hưởng lớn hoặc ở mức có thể chịu được ứng ngập tạm thời.

Cơ sở lựa chọn phương án tiêu thoát được nghiên cứu dựa trên tình hình phát triển kinh tế xã hội của lưu vực, yêu cầu đặt ra trong việc khắc phục và giảm thiểu nguy cơ tác hại lũ lụt trên lưu vực.

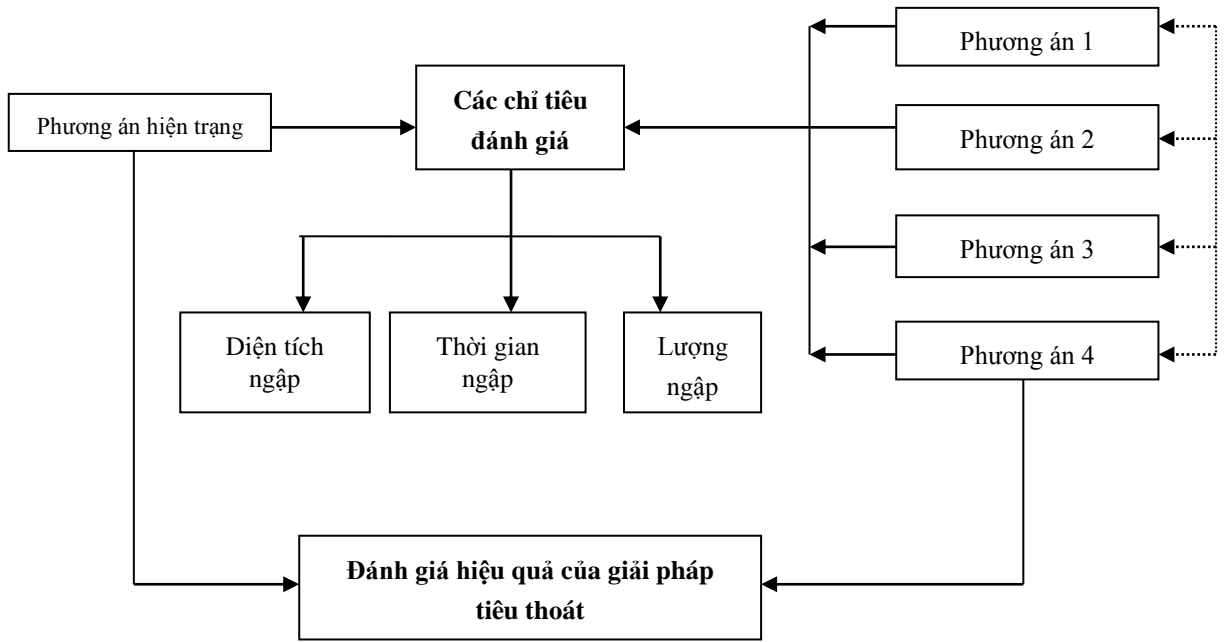
Căn cứ đặc điểm các vùng tiêu, thực trạng hệ thống tiêu thoát nước thuộc hệ thống sông Phan – Cà Lò, định hướng phát triển kinh tế - xã hội trên lưu vực, để tìm giải pháp tiêu thoát hợp lý cho lưu vực.

Luận án nghiên cứu đề xuất các phương án tiêu thoát nước lưu vực sông Phan – Cà Lò theo quan điểm tiếp cận phân tích hệ thống kết hợp phương pháp dò tìm, với mỗi phương án đưa ra đều được tổng hợp phân tích kết quả tính toán mức độ đã tiêu thoát trên toàn lưu vực và so sánh với tổng lượng cần tiêu thoát (Hình 3.7) ứng với trận lũ mưa 3 ngày lớn nhất, tần suất 10% theo mô hình mưa đại biểu X/1978, tần suất mực nước ngoài sông 10% tiêu ra sông Cầu tại trạm Phúc Lộc Phương.

Quá trình nghiên cứu đề xuất các phương án tiêu thoát lưu vực sông Phan - Cà Lò có xét tới nội dung các quy hoạch chuyên ngành liên quan đến nguồn nước đã và đang triển khai trên lưu vực có thể kể đến như: Quy hoạch thủy lợi Vĩnh Phúc 2006; Quy hoạch thủy lợi Hà Nội 2013. Từ đó lựa chọn phương án tiêu thoát hiệu quả nhất cho lưu vực. Luận án đề xuất 5 phương án (Bảng 3.2). Hiệu quả tiêu thoát của các phương án được đánh giá thông qua so sánh với phương án hiện trạng, đồng thời làm cơ sở để tính toán các phương án tiếp theo.

Bảng 3.2 Các phương án tính toán

TT	Tên KB	Điều kiện tính toán
1	Phương án hiện trạng (PAHT)	Hiện trạng công trình trong trận lũ 1978
2	Phương án 1 (PA1)	Cắt dòng sông Cà Lò đoạn hạ lưu
3	Phương án 2 (PA2)	PA1+ Cải tạo lòng dẫn một số đoạn sông vùng trung lưu
4	Phương án 3 (PA3)	PA2+ Bơm tiêu tại Nguyệt Đức (sông Cà Lò cụt)
5	Phương án 4 (PA4)	PA3+ Bơm tiêu tại Ngũ Kiên



Hình 3.7 Sơ đồ các phương án tính toán tiêu thoát

1) Phương án hiện trạng

Nội dung: Đánh giá khả năng tiêu thoát nước toàn bộ hệ thống tiêu thoát nước và mức độ ngập úng trên sông Phan - Cà Lồ trong điều kiện hiện trạng ứng với tần suất mưa thiết kế $P = 10\%$.

Điều kiện tính toán: Hướng tiêu tự nhiên ra sông Cầu; diện tích tiêu ra sông Cầu là $97,011 \text{ km}^2$ với tần suất mưa trên lưu vực là $P = 10\%$ và mực nước lũ trên Cầu tại Phúc Lộc Phương là $P = 10\%$.

2) Phương án 1: Cắt dòng Cà Lồ

Nội dung: Đánh giá khả năng tiêu thoát nước toàn bộ hệ thống tiêu thoát nước trong điều kiện cắt dòng và đồng thời đánh giá tác động của chúng đến khả năng giảm mực nước trên sông Phan – Cà Lồ.

Điều kiện tính toán: Có hướng tiêu tự nhiên ra sông Cầu, cắt dòng sông Cà Lồ tại vùng dòng chảy uốn khúc mạnh ở khu vực hạ lưu; diện tích tiêu ra sông Cầu là $97,011 \text{ km}^2$ và tần suất mưa trên lưu vực $P = 10\%$, mực nước lũ trên sông Cầu $P = 10\%$.

3) Phương án 2: Trên cơ sở phương án 1, tiến hành cải tạo, nạo vét lòng dẫn

Nội dung: Đánh giá khả năng tiêu thoát nước và mức độ ngập úng toàn bộ hệ thống tiêu thoát nước sau khi nạo vét lòng dẫn một số đoạn trên sông Phan – Cà Lồ.

Điều kiện tính toán: Dựa trên điều kiện tính toán phương án 1 cải tạo, nạo vét một số đoạn lòng dẫn bị thu hẹp, tăng cường khả năng thoát lũ tự nhiên.

4) Phương án 3: Tăng cường tiêu động lực ra sông Hồng

Nội dung: Đánh giá khả năng tiêu thoát nước và tác động toàn bộ hệ thống tiêu thoát nước trong điều kiện cắt dòng, nạo vét lòng dẫn, tăng dung tích trữ của các hồ chứa tự nhiên kết hợp với bơm tiêu động lực ra sông Hồng.

Điều kiện tính toán: Dựa trên điều kiện tính toán phương án 2, bổ sung trạm bơm tiêu ra sông Hồng để giảm áp lực tiêu cho dòng chính sông Cà Lồ; tổng diện tích tiêu ra sông Cầu là 507,37 km².

5) Phương án 4: Tăng cường tiêu động lực ra sông Hồng tại hai cửa tiêu tại Nguyệt Đức và Ngũ Kiên.

Nội dung: Đánh giá khả năng tiêu thoát nước và tác động toàn bộ hệ thống tiêu thoát nước đến ngập úng trong điều kiện cắt dòng, nạo vét lòng dẫn, tăng dung tích trữ của các hồ chứa tự nhiên kết hợp với bơm tiêu ra sông Hồng tại hai vị trí.

Điều kiện tính toán: Dựa trên điều kiện tính toán phương án 3 tăng cường trạm bơm tiêu động lực ra sông Hồng tại hai cửa tiêu để giảm áp lực tiêu cho dòng chính sông Cà Lồ; tổng diện tích tiêu ra sông Cầu là 507,37 km².

3.4. Tính toán thủy lực tiêu thoát nước

3.4.1. Phương án hiện trạng (PAHT)

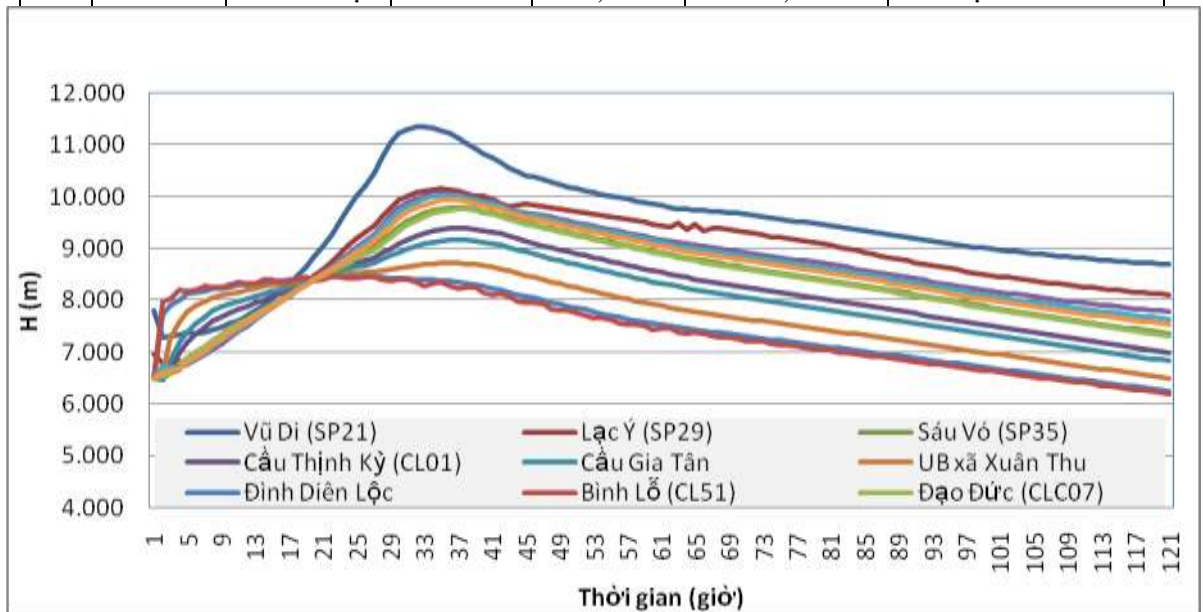
Trong điều kiện hiện trạng trận lũ X/1978, với quy mô, kích thước các công trình và địa hình được xem xét tại thời điểm năm 2008. Sơ đồ tính toán thủy văn, thủy lực đã được trình bày trong chương 2. Biên trên của mô hình thủy lực tại các vị trí: Cống An Hạ trên dòng chính sông Phan, trên sông Cầu Tôn tại cầu Gốc Gạo, trên sông Tranh tại cầu Lắm Pó, trên sông Ba Hanh tại cầu trên tỉnh lộ 310.

Kết quả tính toán mực nước, lưu lượng lớn nhất trên hệ thống Phan - Cà Lồ từ An Hạ tới cửa ra được thể hiện trong Bảng 3.3, quá trình mực nước tại các mặt cắt đại diện cho các chính thể hiện trong Hình 3.8.

Bảng 3.3 Kết quả tính toán thủy lực trên hệ thống sông Phan – Cà Lồ, PAHT

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí mặt cắt	Phương án hiện trạng		Vị trí
				H (m)	Q (m ³ /s)	
1	SP02	Phan	1350	12,28	2,87	Cống điều tiết Thụy Yên
2	SP13	Phan	24246	11,59	57,75	Lũng Hoà
3	SP21	Phan	38981	10,78	49,77	Vũ Di
4	SP29	Phan	53715	10,00	102,32	Lạc Ý
5	SP35	Phan	64525	9,66	101,21	Sáu Vó

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí mặt cắt	Phương án hiện trạng		Vị trí
				H (m)	Q (m ³ /s)	
6	SP37	Phan	69880	9,63	85,25	Cầu Tam Canh
7	CL01	Cà Lò	0	9,62	82,06	Cầu Thịnh Kỳ
8	CL02	Cà Lò	1788	9,51	82,85	
9	CL03	Cà Lò	5108	9,51	310,59	Cầu Khả Do
10	CL04	Cà Lò	7929	9,40	310,55	
11	MC1	Cà Lò	0	9,27	311,36	Cầu Xuân Phương
12	TV2	Cà Lò	9620	9,06	342,94	Cầu Gia Tân
13	TV3	Cà Lò	19029	8,73	345,55	Phù Lỗ
14	MC24	Cà Lò	26139	8,64	349,88	Ủy ban xã Xuân Thu
15	MC38	Cà Lò	38193	8,48	361,31	Phố Hồng - Kim Lũ Thượng
16	TV4	Cà Lò	38801	8,48	364,59	Cầu Đò La
17	MC43	Cà Lò	42686	8,46	368,60	Đình Diên Lộc
18	MC51	Cà Lò	48725	8,46	409,22	Xuân Tảo
19	TV5	Cà Lò	49698	8,48	433,36	Thành Bình Lỗ
20	A80	Cầu Tôn	7058	9,95	99,72	Thượng lưu ngã ba sông Cầu Tôn
21	A82	Cầu Tôn	7281	9,95	16,87	Hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn
22	D6	Kênh nối	751	9,95	26,35	Nối sông Tranh
23	C56	Tranh	8627	9,90	262,46	Cầu Tranh cũ
24	B53	Ba Hanh	9699	9,81	270,90	Hạ lưu ngã ba sông Ba Hanh
25	B83	Ba Hanh	14594	9,62	28,84	Thượng lưu cửa sông Ba Hanh
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	9,63	24,08	Xã Đạo Đức



Hình 3.8 Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực sông Phan - Cà Lò - PAHT

Từ kết quả tính toán có thể thấy:

*Về diễn biến mực nước

- Kết quả tính toán cho thấy diễn biến mực nước lớn nhất biến đổi mạnh ở các khu vực thượng lưu và giảm dần khi về đến khu vực hạ lưu; độ dốc mặt nước trung bình khoảng 0,023 ‰. Tại khu vực thượng lưu của hệ thống sông Phan – Cà Lồ, nhiều đoạn bồi lấp gây nên tình trạng nghẽn dòng, độ nhám lớn và giảm khả năng tiêu úng, thoát lũ trên toàn lưu vực.

- Mực nước lớn nhất trên các sông như sau: Sông Phan tại công điều tiết Thụy Yên là 12,28 m, tại công Vũ Di là 10,78 m, công Lạc Ý là 10,00 m. Trên Cà Lồ đoạn từ cầu Xuân Phương là 9,27 m giảm dần đến thành Bình Lỗ là 8,48 m. Mực nước cao nhất trên các sông nhánh sông Tranh, Ba Hanh, Cầu Tôn đều lớn hơn 9,66 m; mực nước luôn duy trì ở mức cao hơn 9,3 m.

**Khả năng thoát lũ* trên các sông có sự khác biệt khá lớn từ thượng lưu xuống hạ lưu. Trên sông Phan, lưu lượng lớn nhất $Q_{\max} = 102 \text{ m}^3/\text{s}$ tại công Lạc Ý, lưu lượng nhỏ nhất $Q_{\min} = 2,87 \text{ m}^3/\text{s}$ tại công điều tiết Thụy Yên. Trên sông Cà Lồ, khả năng thoát lũ trên các đoạn khá ổn định, đặc biệt là khu vực từ cầu Xuân Phương tới cửa sông; lưu lượng nhỏ nhất $Q_{\min} = 311 \text{ m}^3/\text{s}$ tại cầu Xuân Phương, lưu lượng lớn nhất $Q_{\max} = 433 \text{ m}^3/\text{s}$ tại Thành Bình Lỗ gần cửa ra sông Cầu (Bảng 3.3).

Thời gian chảy truyền: Các nhánh sông trên lưu vực phân bố dạng nan quạt với các nhánh cùng đổ ra một cửa, địa hình trong lưu vực với ba dạng điển hình là vùng núi chuyển tiếp sang đồng bằng thấp trũng nên sự hình thành lũ trên lưu vực khá đồng nhất về thời gian chảy truyền, dao động từ 1-3 giờ sau khi xảy ra mưa lớn trên lưu vực.

Bảng 3.4 Kết quả tính toán diện tích ngập lớn nhất và yêu cầu dung tích cần tiêu

Độ sâu ngập (m)	Diện tích (km ²)					Tổng
	Vùng I	Vùng II	Vùng III	Vùng IV	Vùng V	
<0,5	5,22	1,43	19,05	9,27	12,4	47,37
0,5-1,0	6,83	1,68	25,97	10,77	17,78	63,03
>1,0	19,38	4,23	23,41	28,81	60,5	136,33
Tổng diện tích ngập (km ²)	31,43	7,34	68,43	48,85	90,68	246,73
Tổng lượng nước cần tiêu (10 ⁶ m ³)	19,63	3,57	34,36	21,74	36,6	115,9

Theo cấp độ ngập giữa các vùng (Bảng 3.4): Diện tích ngập lớn nhất ở độ sâu trên 1m với tổng diện tích ngập cả 5 vùng là 136,33 km², trong đó vùng V: 60,5 km²,

vùng IV: 28,81 km², vùng III: 23,41 km², vùng I: 19,38 km², vùng II: 4,23 km². Với độ sâu (0,5–1,0) m diện tích ngập 63,03 km².

Theo cấp độ ngập trong mỗi vùng (Bảng 3.5, Hình 3.9, Hình 3.10): Ở các cấp độ sâu ngập <0,5m và 0,5–1m tại vùng III có mức độ ngập lớn nhất. Các vùng khác diện tích ngập tập trung lớn nhất tại độ sâu > 1m, riêng vùng V có diện tích ngập theo độ sâu ngập >1m là 60,5 km².

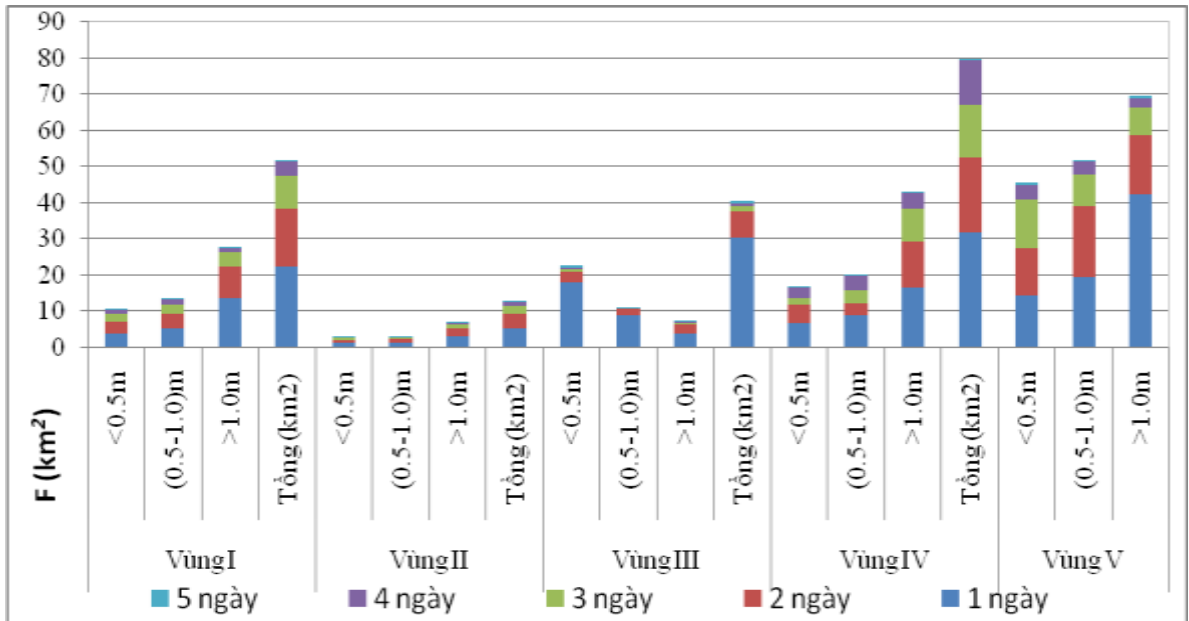
Từ bản đồ ngập úng (Hình 3.11) có thể thấy, ngập úng tập trung tại hạ lưu sông Cà Lồ ra sông Cầu, thị xã Mê Linh (vùng V); khu vực nhập lưu các sông nhánh, khu vực các nút giao nhau sông Cà Lồ cắt, sông Cà Lồ dòng chính, sông Cà Lồ thuộc tỉnh Vĩnh Phúc (vùng III, IV); huyện Yên Lạc, huyện Vĩnh Tường (vùng I).

Bảng 3.5 Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian –
Phương án hiện trạng

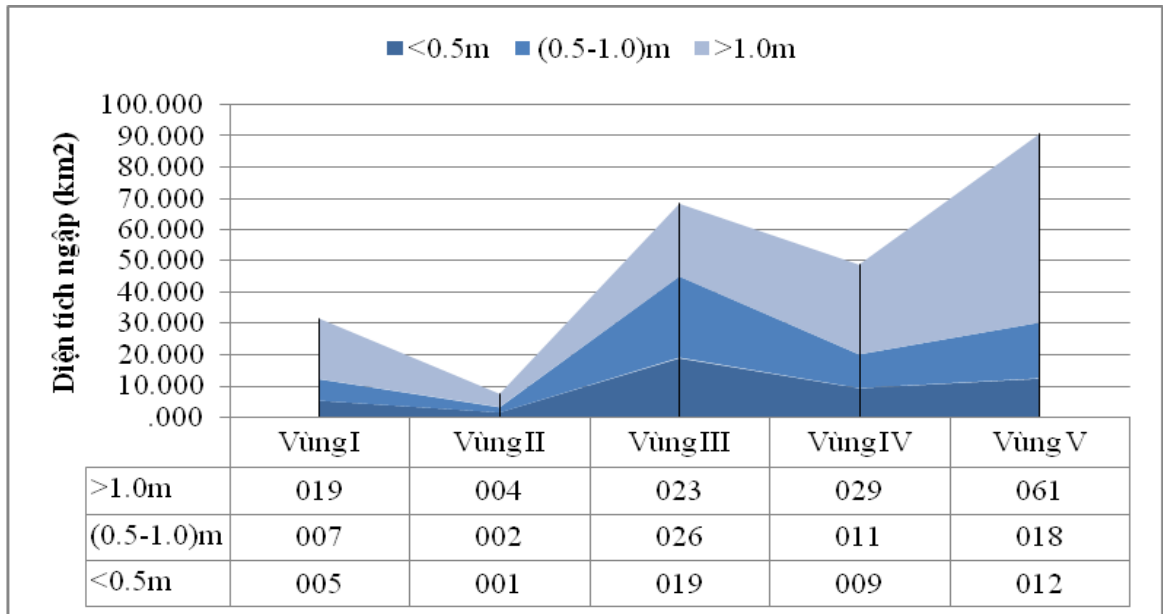
Vùng	Độ sâu ngập (m)	Diện tích ngập ứng với thời gian ngập (km ²)				
		1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày
I	<0,5	3,80	3,19	2,28	1,38	0,09
	0,5-1,0	4,96	4,06	2,68	1,42	0,20
	>1,0	13,44	8,88	3,94	1,57	0,03
	Tổng	22,2	16,13	8,9	4,37	0,32
II	<0,5	0,97	0,92	0,61	0,24	0,11
	0,5-1,0	1,26	0,87	0,58	0,26	0,09
	>1,0	2,76	2,40	1,04	0,76	0,03
	Tổng	4,99	4,19	2,23	1,26	0,23
III	<0,5	17,90	2,95	0,75	0,14	0,68
	0,5-1,0	8,68	1,89	0,18	0,16	0,03
	>1,0	3,79	2,30	0,64	0,49	0,00
	Tổng	30,37	7,14	1,57	0,79	0,71
IV	<0,5	6,45	5,06	1,82	3,18	0,26
	0,5-1,0	8,91	3,03	3,73	3,98	0,41
	>1,0	16,38	12,59	9,20	4,93	0,02
	Tổng	31,74	20,68	14,75	12,09	0,69
V	<0,5	14,05	13,40	13,41	3,93	0,89
	0,5-1,0	19,13	19,93	8,79	3,50	0,48
	>1,0	42,12	16,37	7,88	2,52	0,68
	Tổng	75,3	49,7	30,08	9,95	2,05
Tổng	<0,5m	43,17	25,51	18,86	8,88	2,03
	(0,5-1,0)m	42,94	29,79	15,96	9,33	1,22
	>1,0m	78,48	42,54	22,71	10,28	0,77

Có thể thấy, mặc dù tổng diện tích vùng V nhiều hơn vùng III khoảng 78 km², song tổng lượng cần tiêu cho 2 vùng không chênh lệch nhiều (tổng lượng nước cần tiêu cho vùng III là 34,36 x10⁶m³ và vùng V là 36,6x10⁶m³), điều này có thể giải

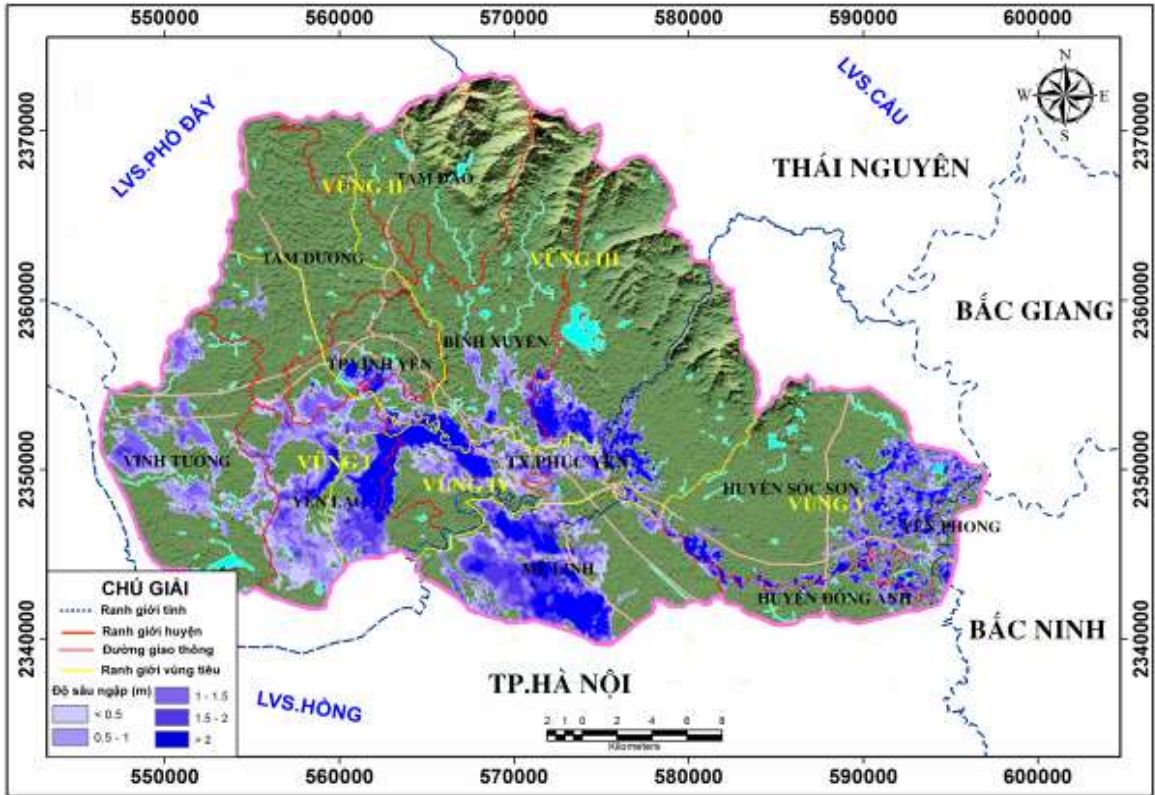
thích như sau: Vùng V mặc dù có diện tích tự nhiên lớn nhất trong lưu vực nhưng diện tích ngập úng phân bố tập trung chủ yếu khu vực hạ lưu sông Cà Lồ, nơi ảnh hưởng trực tiếp của hiện tượng nước vật trước nhập lưu vào sông Cầu. Trong khi ở vùng III, diện tích ngập úng phân bố tập trung ở khu vực hợp lưu giữa các sông nhánh sông Cầu Tôn, sông Banh Hanh, sông Tranh vào dòng chính sông Cà Lồ nên có mức độ ngập úng lớn cả về chiều sâu và phạm vi ảnh hưởng.



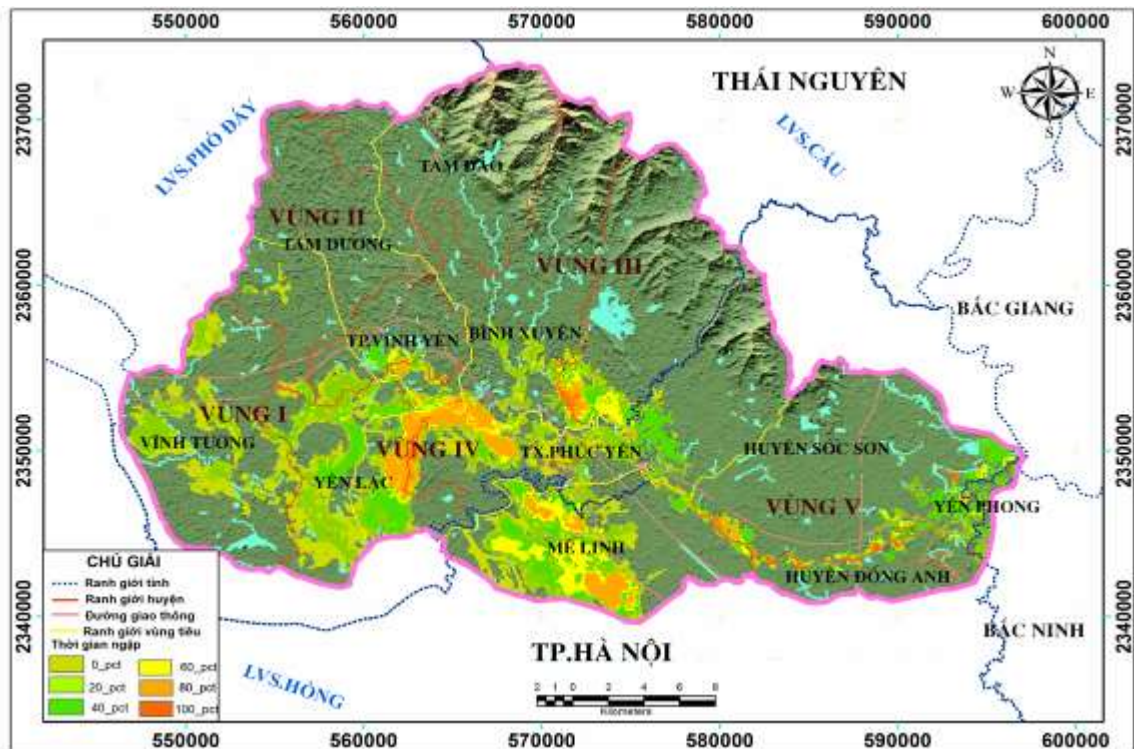
Hình 3.9 Diện tích duy trì ngập theo thời gian – PAHT



Hình 3.10 Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PAHT



Hình 3.11 Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PAHT



Hình 3.12 Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PAHT

Diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian có ý nghĩa quan trọng đối với bài toán tiêu thoát nước cho khu vực vì đánh giá được tác động ngập úng lên mỗi vùng. Dựa vào kết quả tính toán phương án hiện trạng Bảng 3.5, Hình 3.12 có thể thấy:

Theo thời gian duy trì ngập từ 1 đến 5 ngày, tất cả các vùng diện tích ngập lớn nhất ở cấp ngập > 1 m; sau đó cấp ngập (0,5-1) m với thời gian duy trì ngập dài 5 ngày; riêng vùng 3 mức độ ngập giữa các cấp như nhau.

Theo Bảng 3.5, diện ngập giữa các vùng như sau: Sau 1 ngày vùng V ngập nghiêm trọng nhất (75,3 km²), sau đó vùng IV(31,74 km²) và III(30,37 km²), vùng I(22,2 km²), vùng II có diện ngập nhỏ nhất là 4,99 km². Về diễn biến ngập có thể thấy, ở các vùng I, II, III diện ngập khá ổn định giảm dần theo thời gian. Về khả năng tiêu thoát, vùng IV tiêu thoát chậm nhất và không ổn định sau 4 ngày diện ngập là 12,09 km²; sau đó đến vùng V sau 3 ngày diện ngập là 30,08 km², sau 4 ngày là 9,95 km². Đối với vùng IV sau 4 ngày diện ngập là 4,37 km², vùng III sau 3 ngày diện ngập nhỏ hơn 1 km².

Tóm lại: Kết quả tính toán ngập úng hiện trạng cho thấy, mực nước trên sông luôn duy trì ở mức cao trên 8,46 m; lượng nước cần tiêu là 115,90 x 10⁶ m³, trong đó lớn nhất là ở vùng V đạt 36,6x10⁶ m³, tập trung ở phía hạ lưu sông Cà Lồ, gần cửa ra sông Cầu và thị xã Mê Linh. Vùng V khả năng tiêu thoát chậm, sau 5 ngày diện nước ngập úng còn là 2,57 km². Đây là khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp của nước vật, đồng thời là đoạn sông có độ uốn khúc lớn nên cần có biện pháp nắn chỉnh lòng sông để lưu thông dòng chảy.

Ở vùng III, mặc dù diện tích lưu vực nhỏ nhưng lượng nước ngập úng sau vùng V là 2 x 10⁶ m³. Xét về khả năng tiêu thoát ở vùng III, do địa hình dốc dẫn đến khả năng tiêu thoát nhanh hơn vùng V, sau 3 ngày diện ngập tại tất cả các cấp ở vùng III đều nhỏ hơn 1 km² (tổng diện ngập úng sau 3 ngày 1,57 km²).

Vùng IV có lượng nước cần tiêu thoát là 21,74 x10⁶m³, tập trung tại một phần của huyện Yên Lạc và khu vực gần sông Cà Lồ (tỉnh Vĩnh Phúc); đây là khu vực có khả năng tiêu thoát kém và không ổn định; địa hình trũng, dòng chảy không lưu thông, bị đùn ứ khi có lũ lụt từ thượng lưu các sông nhánh đổ về và sông Phan nhập lưu vào sông Cà Lồ.

Vùng I có lượng nước cần tiêu thoát là 19,63 x 10⁶ m³; khi có lũ, mực nước luôn duy trì ở mức cao trên 9,6 m, gây ra ngập úng huyện Vĩnh Tường và một phần

huyện Yên Lạc, sau 4 ngày diện ngập tại các cấp đo sâu còn lớn hơn 1 km², phải sau 5 ngày diện ngập mới rút gần như triệt để, chỉ còn 0,32 km². Đây là khu vực tập trung chủ yếu sản xuất nông nghiệp, vì vậy cần có biện pháp tiêu thoát hợp lý để đảm bảo năng suất cây trồng.

Vùng II với tổng lượng nước cần tiêu thoát là $3,57 \times 10^6 \text{m}^3$, tập trung chủ yếu ở thành phố Vĩnh Yên là trung tâm của tỉnh. Tuy nhiên, vùng này với hệ thống công trình hiện có không đủ khả năng tiêu thoát mạnh nên sau 4 ngày diện ngập úng vẫn còn 4,37 km², và sau 5 ngày mới tiêu thoát được gần như triệt để.

Dựa vào kết quả bài toán hiện trạng có thể thấy toàn cảnh ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ. Trên cơ sở kết quả tính toán ngập úng hiện trạng, kết hợp với tình hình sử dụng đất hiện tại và tương lai, luận án đã đề xuất phương án giải quyết bài toán ngập úng trên lưu vực.

3.4.2. Phương án 1 - Cắt dòng sông Cà Lồ đoạn hạ lưu

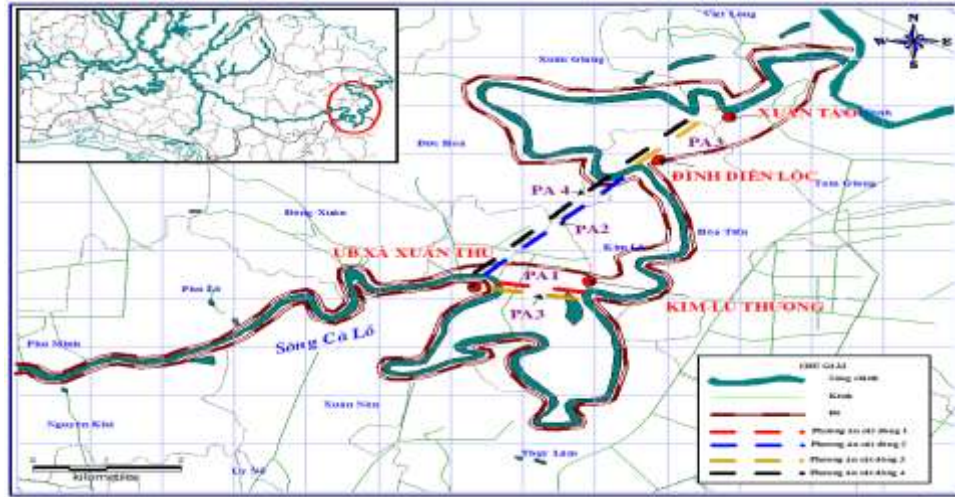
Trên cơ sở các phân tích trong bài toán hiện trạng có thể thấy, vùng V có lượng ngập úng lớn nhất, tập trung chủ yếu ở hạ lưu. Xem xét địa hình, khu vực hạ lưu Cà Lồ cho thấy, lòng sông ở đây có độ uốn khúc rất lớn, hàng năm vào mùa lũ, bãi sông thường xuyên bị ngập lụt.

Khi thực hiện cắt dòng sẽ tăng quỹ đất đồng thời giảm kinh phí duy tu đê hàng năm, phù hợp với định hướng phát triển kinh tế đến năm 2020 của Thành phố Hà Nội, là sẽ tập trung vào phát triển du lịch sinh thái đoạn hạ lưu sông Cà Lồ. Tuy nhiên, một vấn đề cần phải xét đến là ảnh hưởng nước vật trên sông khi thực hiện cắt dòng. Luận án đã phân tích diễn biến mực nước và lưu lượng trước và sau khi cắt dòng để đánh giá ảnh hưởng của nước vật trong các trường hợp tính toán.

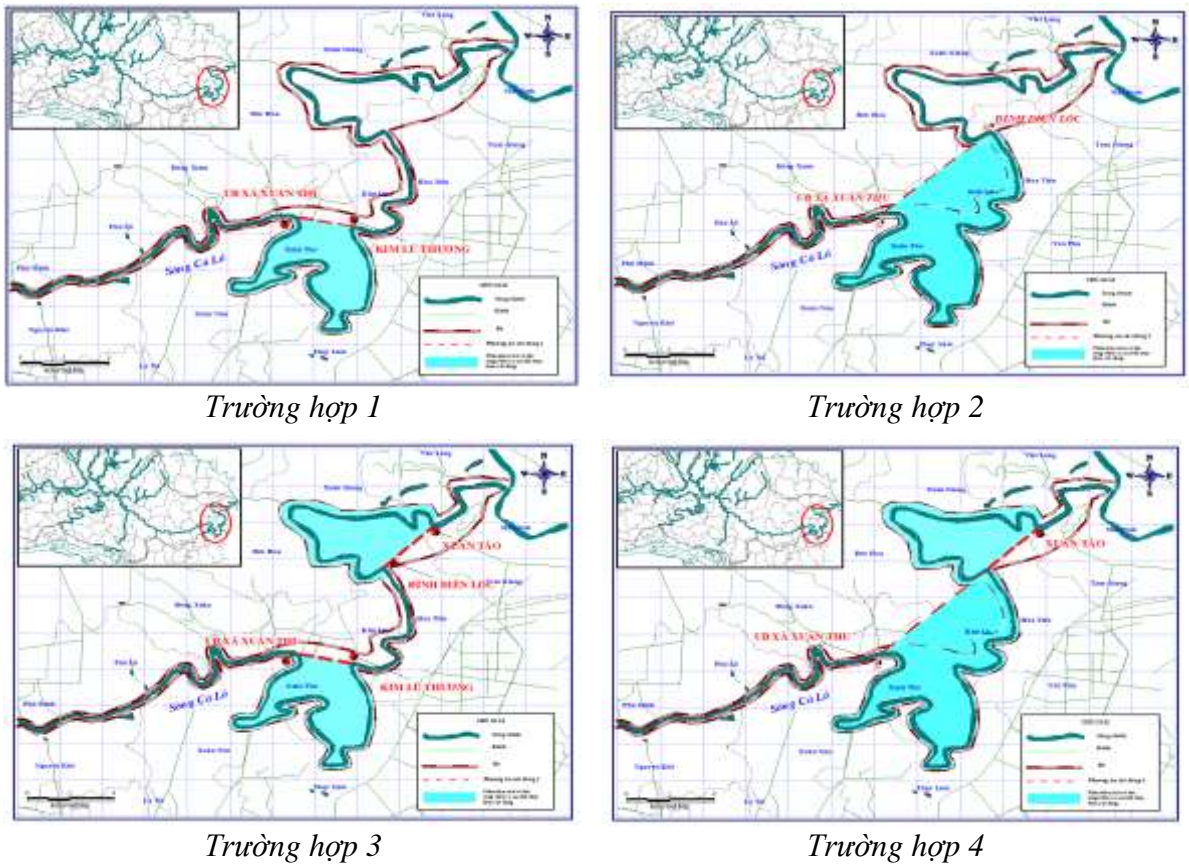
Phương án 1: Nắn chỉnh lòng dẫn theo các trường hợp khác nhau, từ đó mô phỏng và đánh giá cụ thể các tác động cũng như khả năng tiêu thoát lũ của toàn bộ hệ thống để làm cơ sở khoa học tìm ra giải pháp tiêu thoát phù hợp. Phân tích nhiều trường hợp tính toán khác nhau, Luận án lựa chọn đề xuất 4 trường hợp nắn dòng theo thứ tự cắt dòng để nắn thẳng dần ở khu vực hạ lưu đổ vào sông Cầu.

Trường hợp cắt dòng 1 (TH1): Thực hiện cắt bỏ đoạn cong từ uỷ ban xã Xuân Thu (thuộc địa phận thôn Xuân Dương, xã Kim Lũ) đến Kim Lũ Thượng (thuộc địa phận thôn Kim Lũ Thượng, xã Kim Lũ). Đoạn cũ sẽ được thay thế bằng đoạn mới có lòng dẫn thẳng từ uỷ ban xã Xuân Thu đến thôn Kim Lũ Thượng.

Trường hợp cắt dòng 2 (TH2): Thực hiện cắt đoạn cong từ ủy ban xã Xuân Thu (thuộc địa phận thôn Xuân Dương, xã Kim Lũ) đến đình Diên Lộc (thuộc địa phận thôn Diên Lộc, xã Tam Giang). Đoạn cũ sẽ được thay thế bằng đoạn mới có lòng dẫn thẳng từ ủy ban xã Xuân Thu đến đình Diên Lộc.



Hình 3.13 Các trường hợp cắt dòng được tính toán



Hình 3.14 Sơ đồ tổng quan các trường hợp tính toán cắt dòng

Trường hợp cắt dòng 3 (TH3): Thực hiện cắt bỏ hai đoạn cong từ uỷ ban xã Xuân Thu đến Kim Lũ Thượng (như trường hợp cắt dòng 1) và đoạn cong nối từ đình Diên Lộc đến Xuân Tảo thuộc địa phận thôn Diên Lộc, xã Tam Giang. Hai đoạn cũ sẽ được thay thế bằng 2 đoạn mới có lòng dẫn thẳng từ uỷ ban xã Xuân Thu đến đình Diên Lộc và lòng dẫn thẳng nối từ Đình Diên Lộc đến Xuân Tảo (MC51).

Trường hợp cắt dòng 4 (TH4): Thực hiện cắt bỏ đoạn cong từ uỷ ban xã Xuân Thu (thuộc địa phận thôn Xuân Dương, xã Kim Lũ) đến đình Diên Lộc và đình Diên Lộc đến Xuân Tảo (thuộc địa phận thôn Diên Lộc, xã Kim Lũ. Đoạn cũ sẽ được thay thế bằng đoạn mới có lòng dẫn thẳng từ uỷ ban xã Xuân Thu qua đình Diên Lộc và từ đình Diên Lộc đến Xuân Tảo.

Kết quả tính toán các trường hợp cắt dòng được trình bày trong Bảng 3.6 và Bảng 3.7.

Bảng 3.6 Kết quả tính toán thuỷ lực các trường hợp – PA1

TT	Tên mặt cắt	Sông	H (m)					Vị trí
			H _{hiện trạng}	TH1	TH2	TH3	TH4	
1	SP02	Phan	12,28	12,25	12,26	12,24	12,25	Cổng điều tiết Thụy Yên
2	SP13	Phan	11,59	11,59	11,54	11,53	11,53	Lũng Hoà
3	SP21	Phan	10,78	10,78	10,76	10,5	10,5	Vũ Di
4	SP29	Phan	10,00	10,00	10,00	9,98	9,98	Lạc Ý
5	SP35	Phan	9,66	9,65	9,64	9,60	9,61	Sáu Vó
6	SP37	Phan	9,63	9,62	9,61	9,56	9,57	Cầu Tam Canh
7	CL01	Cà Lò	9,62	9,61	9,60	9,55	9,56	Cầu Thịnh Kỳ
8	CL02	Cà Lò	9,51	9,50	9,49	9,44	9,45	
9	CL03	Cà Lò	9,51	9,49	9,47	9,42	9,44	Cầu Khả Do
10	CL04	Cà Lò	9,40	9,38	9,36	9,29	9,31	
11	MC1	Cà Lò	9,27	9,25	9,23	9,13	9,16	Cầu Xuân Phương
12	TV2	Cà Lò	9,06	9,02	8,98	8,88	8,91	Cầu Gia Tân
13	TV3	Cà Lò	8,73	8,69	8,65	8,47	8,52	Phù Lỗ
14	MC24	Cà Lò	8,64	8,62	8,60	8,50	8,46	Ủy ban xã Xuân Thu
15	MC38	Cà Lò	8,48	8,45	8,42	8,56	8,58	Phố Hồng - Kim Lũ Thượng

TT	Tên mặt cắt	Sông	H (m)				Vị trí	
			H hiện trạng	TH1	TH2	TH3		TH4
16	TV4	Cà Lò	8,48	8,53	8,58	8,56	8,54	Cầu Đò La
17	MC44	Cà Lò	8,46	8,57	8,68	8,54	6,49	Đình Diên Lộc
18	MC51	Cà Lò	8,46	8,48	8,50	8,55	6,51	Xuân Tảo
19	TV5	Cà Lò	8,48	8,49	8,50	8,52	8,54	Thành Bình Lỗ
20	A80	Cầu Tôn	9,95	9,94	9,93	9,92	9,93	Thượng lưu ngã ba sông Cầu Tôn
21	A82	Cầu Tôn	9,95	9,94	9,93	9,92	9,93	Hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn
22	D6	Kênh nối	9,95	9,94	9,93	9,92	9,93	Nối sông Tranh
23	C56	Tranh	9,90	9,89	9,88	9,87	9,87	Cầu Tranh cũ
24	B53	Ba Hanh	9,81	9,80	9,79	9,76	9,77	Hạ lưu ngã ba sông Ba Hanh
25	B83	Ba Hanh	9,62	9,61	9,60	9,55	9,56	Thượng lưu cửa sông Ba Hanh
26	CLC07	Cà Lò Cụt	9,63	9,62	9,61	9,56	9,57	Xã Đạo Đức
27	CLC09	Cà Lò Cụt	9,63	9,62	9,61	9,56	9,57	Xã Xuân Thu

Bảng 3.7 Đánh giá tác động các trường hợp cắt dòng đến chiều dài sông và diện tích ảnh hưởng của lũ

Các đặc trưng so sánh	Trước khi cắt dòng	Trường hợp 1	Trường hợp 2	Trường hợp 3	Trường hợp 4
Diện tích chịu ảnh hưởng trực tiếp của lũ (ha)	3.529	3.046	2.857	2.551	2.357
Tác động diện tích ảnh hưởng lũ (ha)		↓ 483	↓ 672	↓ 978	↓ 1.172
Chiều dài sông (km)	26,2	14,75	11,68	7,69	4,62
Tác động chiều dài sông (km)		↓ 11,45	↓ 14,52	↓ 18,51	↓ 21,58

Dựa vào kết quả tính toán với 4 trường hợp cắt dòng có thể thấy:

Theo kết quả tính toán thủy lực (Bảng 3.6), nhìn chung mực nước trên hệ thống sông Phan Cà Lò giảm so với phương án hiện trạng; tuy nhiên, mức độ giảm không đáng kể trên toàn bộ hệ thống tùy theo diễn biến địa hình lòng dẫn và hệ thống các công trình trên sông. Cụ thể: Giảm từ 1cm đến 17cm (trường hợp 1); 1cm đến 4 cm (trường hợp 2); 2 cm đến 26 cm (trường hợp 3); 2cm đến 195 cm (trường hợp 4). Mực nước giảm mạnh nhất tại cầu Gia Tân và Phù Lỗ, nơi có sự ảnh hưởng co hẹp

lòng dẫn do công trình cầu. Các vị trí còn lại, từ vị trí cắt dòng đến cửa ra sông Cầu, mực nước có xu thế tăng nhẹ do ảnh hưởng của nước vật trên sông Cầu.

Trong trường hợp 4, mực nước lớn nhất trên các sông đều giảm: Trên sông Phan giảm 2 cm (tại Vũ Di) đến 6 cm (Cầu Tam Canh); trên sông Cà Lồ (Vĩnh Phúc) và Cà Lồ cắt; Mực nước giảm mạnh ở đình Diên Lộc gần 200 cm, Trên các sông nhánh, mực nước giảm 2-6 cm. Tại các khu vực cắt dòng mực nước tăng nhẹ do ảnh hưởng nước vật sông Cầu.

Xét về hiệu quả sử dụng đất có thì trường hợp 4 được lựa chọn để tính toán sẽ mang lại hiệu quả hơn các trường hợp còn lại, diện tích bị lũ ảnh hưởng trực tiếp giảm từ 3.529 ha xuống còn 2.357 ha (giảm 1.172 ha) đồng thời giảm được 21,58 km² đất phải duy tu hàng năm. Như vậy, kết quả tính toán trường hợp 4 trong phương án 1 được lựa chọn làm cơ sở tính toán các phương án tiếp theo.

Kết quả tính diện tích ngập theo thời gian duy trì ngập và lượng nước tiêu thoát phương án cắt dòng được thống kê trong Bảng 3.8, Bảng 3.9 và minh họa Hình 3.15, Hình 3.16.

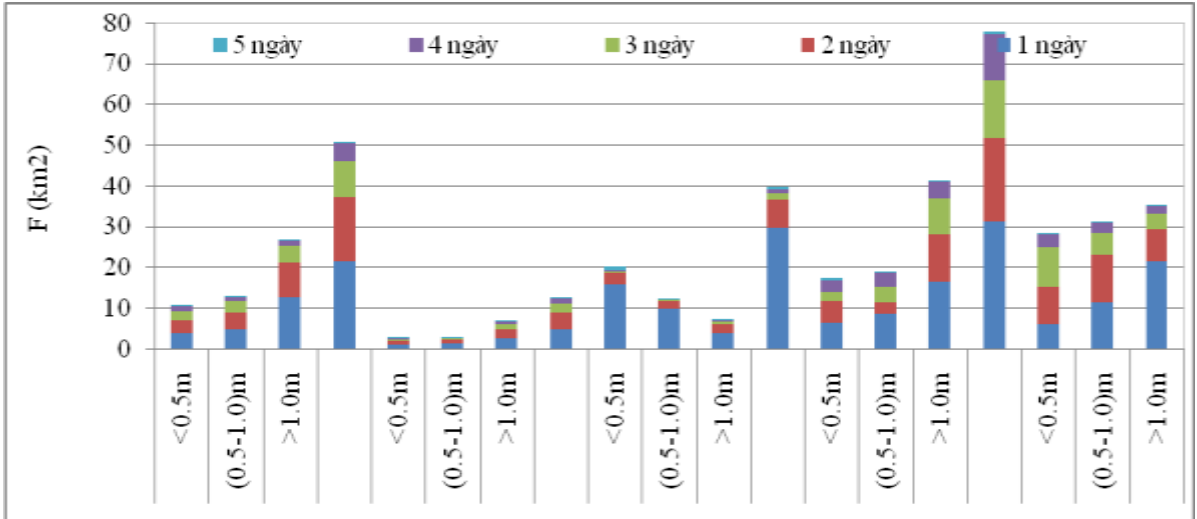
Với kết quả tính toán cho phương án 1 (Bảng 3.8; Hình 3.15; Hình 3.16) có thể thấy diện tích ngập úng cho mỗi vùng giảm nhẹ không thay đổi nhiều so với so với hiện trạng tại các cấp ngập và các vùng. Riêng vùng V do ảnh hưởng của cắt dòng, diện tích duy trì ngập theo độ sâu giảm mạnh. Cụ thể sau 1 ngày giảm được 38,5 km² diện tích ngập úng, sau 2 ngày 20,65 km², sau 3 ngày 11,65 km², sau 4 ngày tiếp tục giảm 3,3 km², 5 ngày 1,51 km² so với hiện trạng.

Theo cấp độ ngập, diện tích ngập giảm ở tất cả các cấp so với hiện trạng, giảm mạnh sau 1 ngày và tập trung tại độ sâu >1 m. Cụ thể ở cấp độ sâu <0,5 m, sau 1 ngày giảm 10,39 km²; sau 2 ngày giảm 3,97 km²; sau 3 ngày giảm 3,65 km² so với hiện trạng; tại cấp ngập 0,5-1m sau 1 ngày giảm 7,14 km²; sau 2 ngày 7,85 km²; sau 3 ngày 3,62 km² so với hiện trạng; tại cấp ngập >1m sau 1 ngày giảm 21,33 km²; sau 2 ngày 9,83 km²; sau 3 ngày 4,38 km² so với hiện trạng.

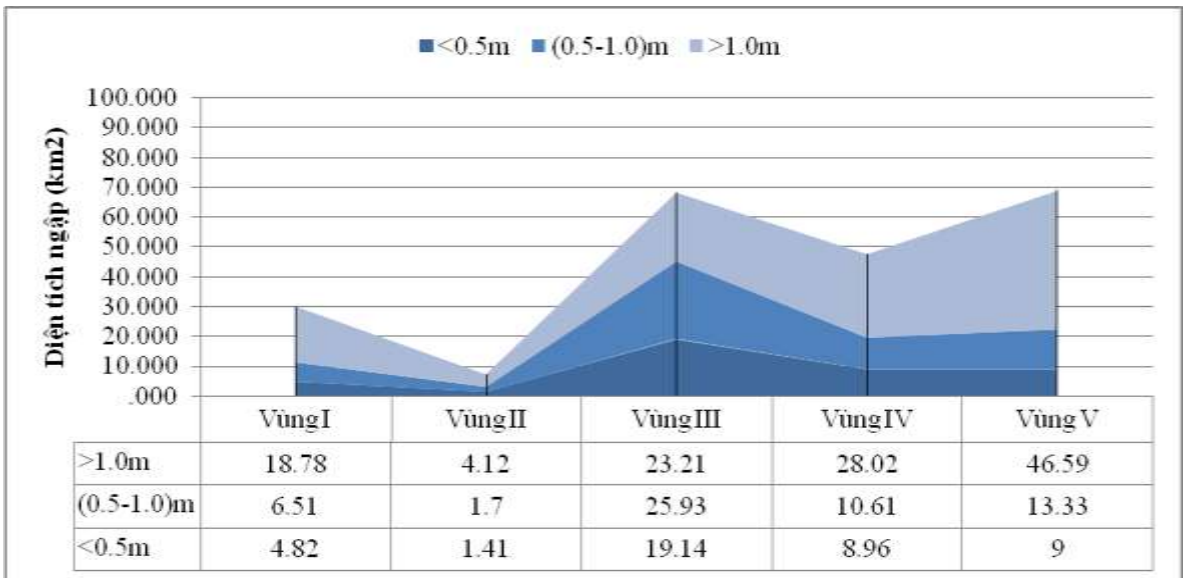
Xét về khả năng tiêu thoát so với phương án hiện trạng thì phương án 1 tiêu thoát được 19,1 % (22,14 triệu m³), trong đó vùng V có khả năng nhiều nhất chiếm 56,2% do ảnh hưởng trực tiếp cắt dòng. Các vùng còn lại lượng nước tiêu thoát được không đáng kể cụ thể: Vùng I (4,3%), vùng II (1,5%), vùng III (0,2%), vùng IV (2,7%) (Bảng 3.9).

Bảng 3.8 Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian, PA1-TH4

Vùng	Độ sâu ngập (m)	Diện tích duy trì ngập theo thời gian(km ²)				
		1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày
I	<0,5	3,88	3,08	2,28	1,36	0,10
	0,5-1,0	4,85	4,18	2,64	1,26	0,20
	>1,0	12,76	8,53	3,85	1,69	0,02
	Tổng	21,49	15,79	8,78	4,31	0,32
II	<0,5	0,99	0,91	0,56	0,25	0,10
	0,5-1,0	1,24	0,93	0,45	0,27	0,09
	>1,0	2,67	2,26	1,19	0,74	0,03
	Tổng	4,90	4,09	2,20	1,26	0,23
III	<0,5	15,95	2,74	0,65	0,12	0,68
	0,5-1,0	9,83	2,04	0,21	0,15	0,03
	>1,0	3,88	2,29	0,67	0,51	0,00
	Tổng	29,67	7,07	1,53	0,79	0,71
IV	<0,5	6,29	5,57	1,97	2,86	0,68
	0,5-1,0	8,51	3,09	3,52	3,98	0,03
	>1,0	16,41	11,82	8,63	4,63	0,00
	Tổng	31,21	20,47	14,12	11,47	0,71
V	<0,5	6,04	9,25	9,76	3,16	0,15
	0,5-1,0	11,37	11,70	5,51	2,40	0,15
	>1,0	21,41	7,82	3,99	1,80	0,24
	Tổng	38,82	28,76	19,26	7,36	0,54
Tổng	<0,5	33,15	21,54	15,21	7,76	1,71
	0,5-1,0	35,80	21,94	12,34	8,07	0,50
	>1,0	57,15	32,71	18,33	9,36	0,30
	Tổng	126,09	76,19	45,88	25,19	2,51



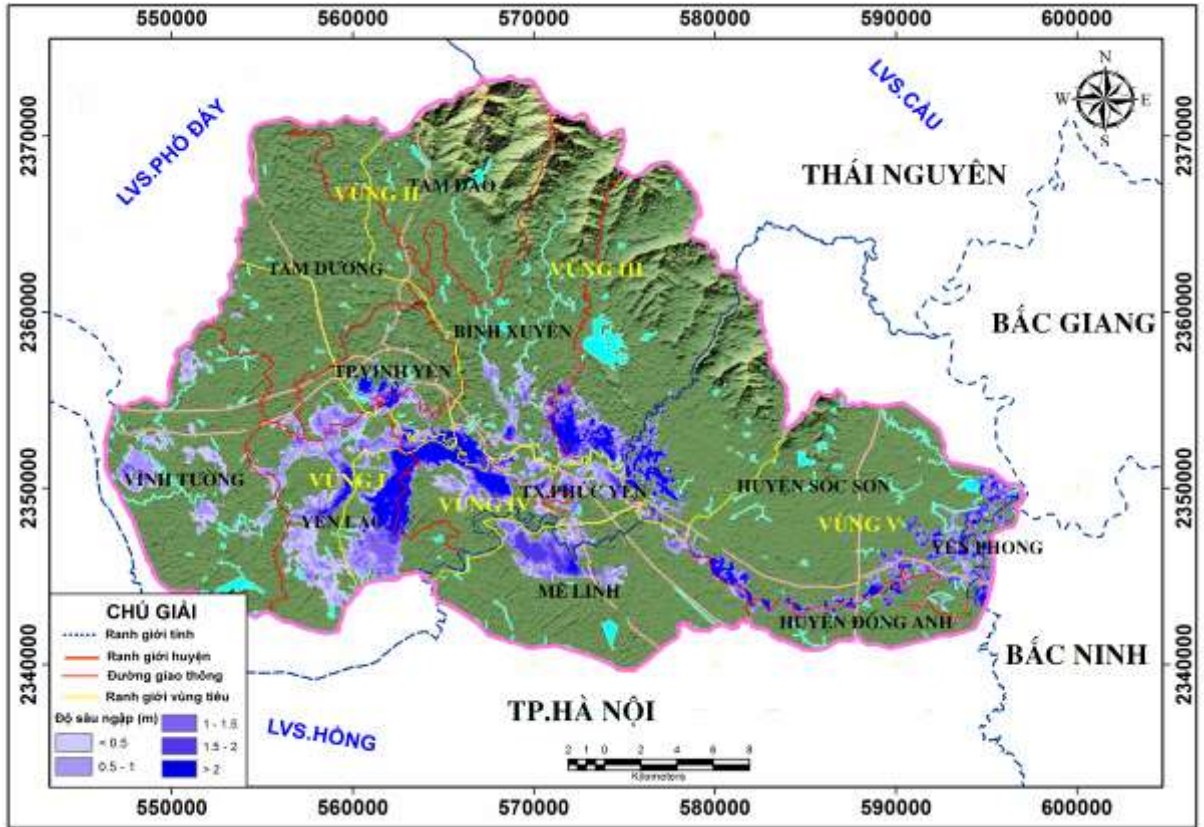
Hình 3.15 Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng, PA1-TH4



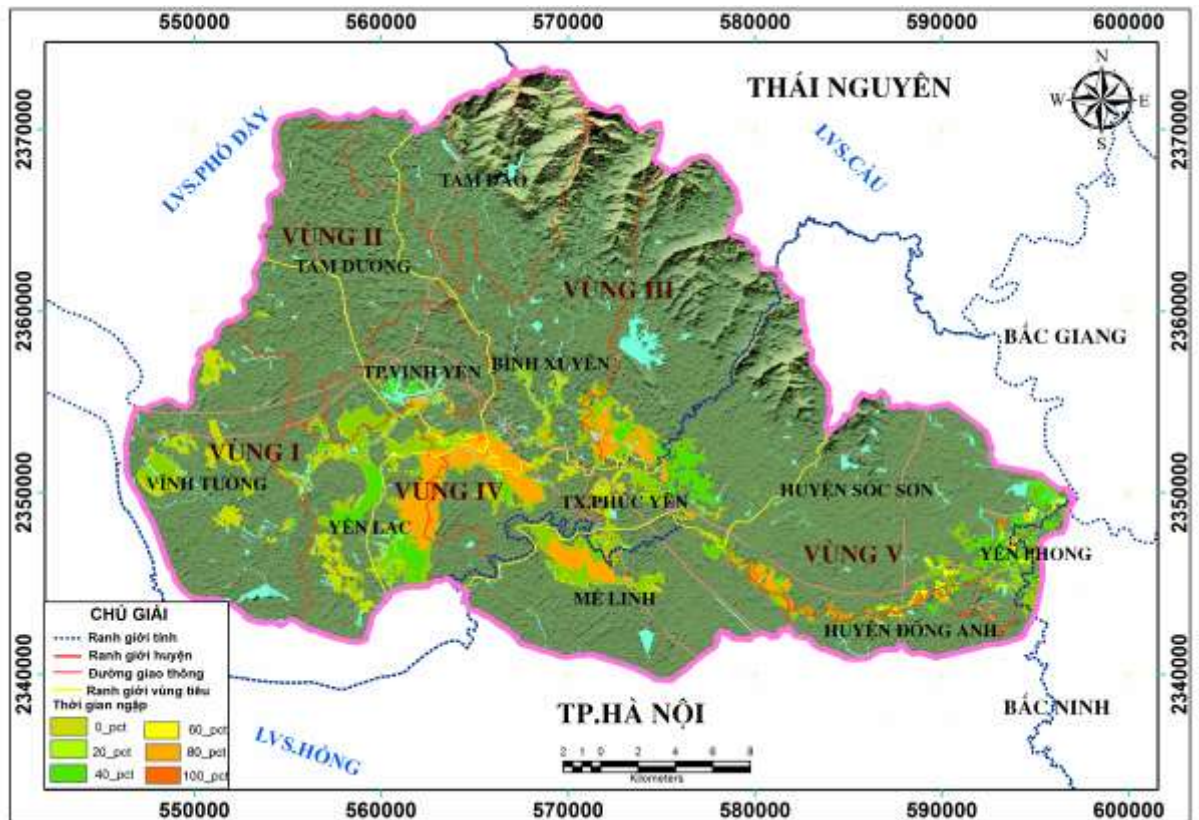
Hình 3.16 Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng, PA1-TH4

Bảng 3.9 Kết quả tính toán diện tích ngập lụt lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát, PA1-TH4

Đặc trưng		Diện tích ngập lụt trong các vùng (km ²)					Toàn lưu vực
		I	II	III	IV	V	
Độ sâu ngập (m)	<0,5	4,82	1,41	19,14	8,96	9	43,33
	0,5-1	6,51	1,7	25,93	10,61	13,33	58,08
	>1	18,78	4,12	23,21	28,02	46,59	120,7
	Tổng cộng	30,11	7,23	68,28	47,59	68,92	0
Lượng lũ được tiêu thoát	10 ⁶ (m ³)	0,85	0,05	0,08	0,59	20,58	22,14
	So với hiện trạng(%)	4,3	1,5	0,2	2,7	56,2	19,1



Hình 3.17 Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA1- TH4



Hình 3.18 Thời gian duy trì ngập theo độ sâu tại các vùng PA1- TH4

Dựa vào bản đồ ngập lụt và thời gian duy trì ngập theo độ sâu (Hình 3.17, Hình 3.18) có thể thấy, lượng ngập úng ở hạ lưu của sông Cà Lồ đã giảm đáng kể, tập trung chủ yếu ở khu vực hạ lưu chảy vào sông Cầu. Tuy nhiên, khu vực thuộc huyện Yên Lạc (vùng IV), hạ lưu các sông nhánh (vùng III), huyện Vĩnh Tường khu vực hữu sông Phan (vùng I), thành phố Vĩnh Yên, ngập úng trải trên diện rộng. Cần phải có biện pháp tiêu thoát kịp thời đây là khu vực đô thị và phát triển nông nghiệp lưu vực.

Tóm lại: Phương án cắt dòng đã làm tăng khả năng thoát lũ cho sông Phan - Cà Lồ, giảm thiểu được tình trạng ngập trong khu vực hạ lưu Cà Lồ khi có lũ lớn xảy ra. Mặc dù mực nước trên sông Cà Lồ đã giảm đi so với phương án hiện trạng ở mức không đáng kể, đặc biệt là các khu vực thượng lưu thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc, mực nước phía hạ lưu khu vực cắt dòng tăng nhẹ. Tuy nhiên, diện tích chịu ảnh hưởng của lũ đã giảm được 1.172 ha, chiều dài đê giảm được 21,58 km duy tu bảo dưỡng hàng năm. Như vậy biện pháp cắt dòng có thể sử dụng được trong bài toán tiêu thoát nước sông Phan - Cà Lồ.

3.4.3. Phương án 2 – Cải tạo lòng dẫn một số đoạn sông vùng trung lưu

Dựa vào kết quả mô phỏng trong phương án cắt dòng phương án 1 có thể thấy, biện pháp cắt dòng sông Phan - Cà Lồ có tác dụng hạ thấp mực nước và tạo thông thoáng chủ yếu cho khu vực hạ lưu. Bản đồ ngập úng và khoanh vùng khu ngập úng đã phân tích trong phương án 1, được coi là cơ sở để tìm biện pháp tiêu úng cho lưu vực sông Phan - Cà Lồ. Các phân tích đã chỉ ra cần tiến hành các biện pháp khác nhằm tăng cường khả năng thoát lũ để giảm cao trình mực nước trên dọc sông, đặc biệt là ở khu vực phía hữu sông Phan, các điểm nhập lưu sông nhánh, huyện Yên Lạc, huyện Vĩnh Tường và Mê Linh.

Qua khảo sát thực tế đồng thời dựa vào báo cáo về tưới tiêu trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc cho thấy, toàn bộ phần thượng lưu từ cầu Xuân Phương trở lên lòng dẫn không thông thoáng, bị nhiều công trình như cầu, cống gây nên tình trạng ứ đọng. Do đó, trên cơ sở hệ thống sông, kênh hiện tại cần tiến hành cắt dòng (theo Phương án 1, trường hợp 4), phương án 2 tiến hành nạo vét lòng dẫn ở khu vực thượng lưu cầu Xuân Phương, kết hợp tăng dung tích trữ hồ tự nhiên với quy mô, kích thước các công trình, địa hình được xem xét tại thời điểm năm 2008.

Các đoạn sông thực hiện biện pháp nạo vét lòng dẫn là: Sông Phan, từ mặt cắt

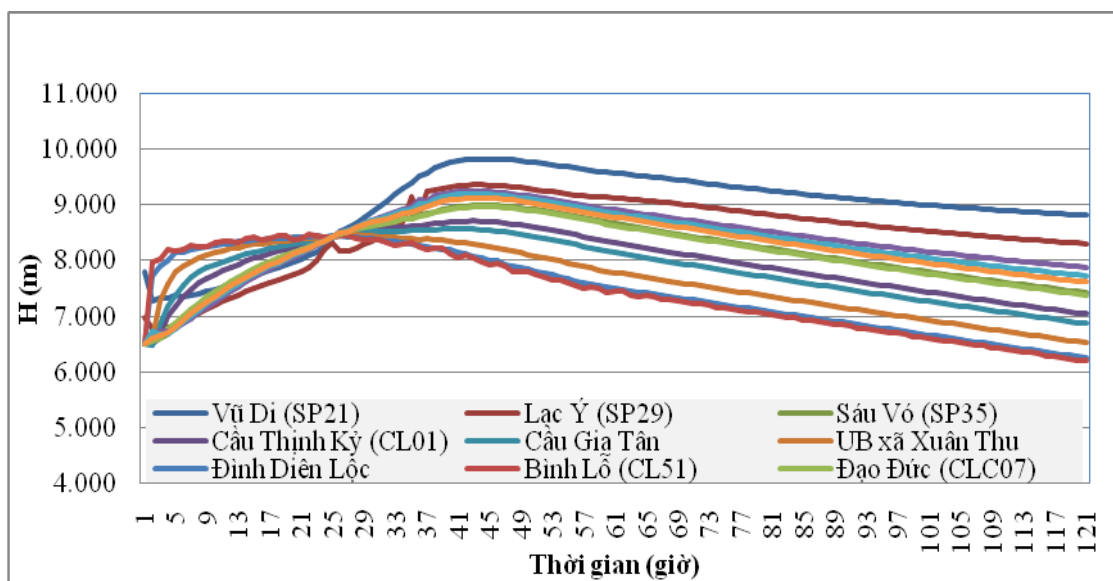
SP08 đến mặt cắt SP35 với tổng chiều dài là 48 km, chiều rộng nạo vét theo đáy tự nhiên, chiều sâu nạo vét bình quân 0,7m; nạo vét sông Cà Lò cắt 10 km, chiều sâu nạo vét bình quân 1,0 m, Nạo vét đoạn nối sông Cầu Tôn -Tranh - Ba Hanh với tổng chiều dài 26,7 km từ (D0) đến (B83) chiều rộng đáy đạt bình quân 30 m.

* Kết quả tính toán thủy lực (Bảng 3.10).

Bảng 3.10 Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 2

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 2		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				Mực nước (m)	Lưu lượng (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án.1	
1	SP02	Phan	1350	12,23	2,57	-0,06	-0,05	Công điều tiết Thụy Yên
2	SP13	Phan	24246	11,48	23,4	-0,11	-0,11	Lũng Hoà
3	SP21	Phan	38981	10,63	17,63	-0,16	-0,15	Vũ Di
4	SP29	Phan	53715	9,79	64,33	-0,16	-0,21	Lạc Ý
5	SP35	Phan	64525	9,49	44,43	-0,17	-0,16	Sáu Vó
6	SP37	Phan	69880	9,48	43,37	-0,15	-0,14	Cầu Tam Canh
7	CL01	Cà Lò	0	9,46	56,13	-0,16	-0,15	Cầu Thịnh Kỳ
8	CL02	Cà Lò	1788	9,46	56,61	-0,05	-0,04	
9	CL03	Cà Lò	5108	9,34	213,71	-0,17	-0,15	Cầu Khả Do
10	CL04	Cà Lò	7929	9,24	214,97	-0,17	-0,14	
11	MC1	Cà Lò	0	9,1	216,67	-0,17	-0,15	Cầu Xuân Phương
12	TV2	Cà Lò	9620	8,9	239,59	-0,16	-0,12	Cầu Gia Tân
13	TV3	Cà Lò	19029	8,59	245,9	-0,14	-0,1	Phù Lỗ
14	MC24	Cà Lò	26139	8,51	253,69	-0,12	-0,11	Ủy ban xã Xuân Thu
15	MC38	Cà Lò	38193	8,46	266,26	-0,02	0,01	Phố Hồng - Kim Lũ Thượng
16	TV4	Cà Lò	38801	8,48	266,37	0	-0,05	Cầu Đò La
17	MC43	Cà Lò	42686	8,46	275,54	-0,01	-0,11	Đình Diên Lộc
18	MC51	Cà Lò	48725	8,45	295,84	-0,01	-0,03	Xuân Tảo

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 2		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				Mực nước (m)	Lưu lượng (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án.1	
19	TV5	Cà Lò	49698	8,47	312,44	0	-0,02	Thành Bình Lỗ
20	A80	Cầu Tôn	7058	9,8	50,79	-0,15	-0,14	Thượng lưu ngã ba sông Cầu Tôn
21	A82	Cầu Tôn	7281	9,81	50,21	-0,14	-0,13	Hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn
22	D6	Kênh nối	751	9,8	45,98	-0,15	-0,14	Nối sông Tranh
23	C56	Tranh	8627	9,74	165,26	-0,16	-0,15	Cầu Tranh cũ
24	B53	Ba Hanh	9699	9,65	169,18	-0,16	-0,15	Hạ lưu ngã ba sông Ba Hanh
25	B83	Ba Hanh	14594	9,46	167,58	-0,17	-0,15	Thượng lưu cửa sông Ba Hanh
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	9,47	25,11	-0,17	-0,15	Xã Đạo Đức
27	CLC09	Cà Lò Cụt	18919	9,46	21,04	-0,17	-0,16	Xã Xuân Thu



Hình 3.19 Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực Phan-Cà LỒ, PA2

Mức nước trên các sông giảm 1-17 cm so với hiện trạng, cụ thể : giảm 5-17 cm trên sông Phan, giảm 6 cm tại công điều tiết Thụy Yên, tại Vũ Di 10,63m (giảm 16 cm), Lạc Ý là 9,27 m (giảm 16 cm). Trên sông Cà Lồ giảm từ 5-17 cm, tại cầu Thịnh Kỳ 9,46m (giảm 16 cm), cầu Khả Do 9,34 m (giảm 17 cm), trên các sông nhánh mức nước giảm từ 13 cm đến 17 cm. Mặc dù đoạn dòng chính trên sông Cà Lồ không thực hiện biện pháp nạo vét khơi thông dòng chảy, nhưng do ảnh hưởng từ phía thượng lưu dòng chảy được khơi thông nên mức nước trên sông tại tất cả các vị trí mức nước giảm từ 2 cm đến 15 cm so với phương án cắt dòng, trừ 2 vị trí thành Bình Lỗ và cầu Đò La mức nước không thay đổi. Mức nước tại cầu Xuân Phương là 9,10m, giảm dần đến Cửa Đạt 8,47m. Lưu lượng nước trên sông Cà Lồ đoạn qua cầu Xuân Phương đạt 216,7 m³/s và tại Bình Lỗ (cửa sông Cà Lồ) đạt 312,4 m³/s.

Kết quả tính diện tích ngập - thời gian duy trì ngập và lượng nước tiêu thoát: Phương án cắt dòng được đưa ra trong Bảng 3.11, Bảng 3.12 và minh họa trên Hình 3.20, Hình 3.21.

Với kết quả tính toán cho phương án 2 (Bảng 3.11, Hình 3.20, Hình 3.21) có thể thấy, diện tích ngập lụt ở các vùng III, IV, V giảm mạnh so với phương án 1, sau 1 ngày diện ngập tại vùng III giảm 13,43 km², vùng IV giảm 5,81 km², đặc biệt ở vùng V diện tích ngập lụt giảm mạnh liên tiếp sau 2 ngày: Sau 1 ngày giảm được 24,32 km², sau 2 ngày 18,84 km², sau 3 ngày tiếp tục giảm 11,86 km².

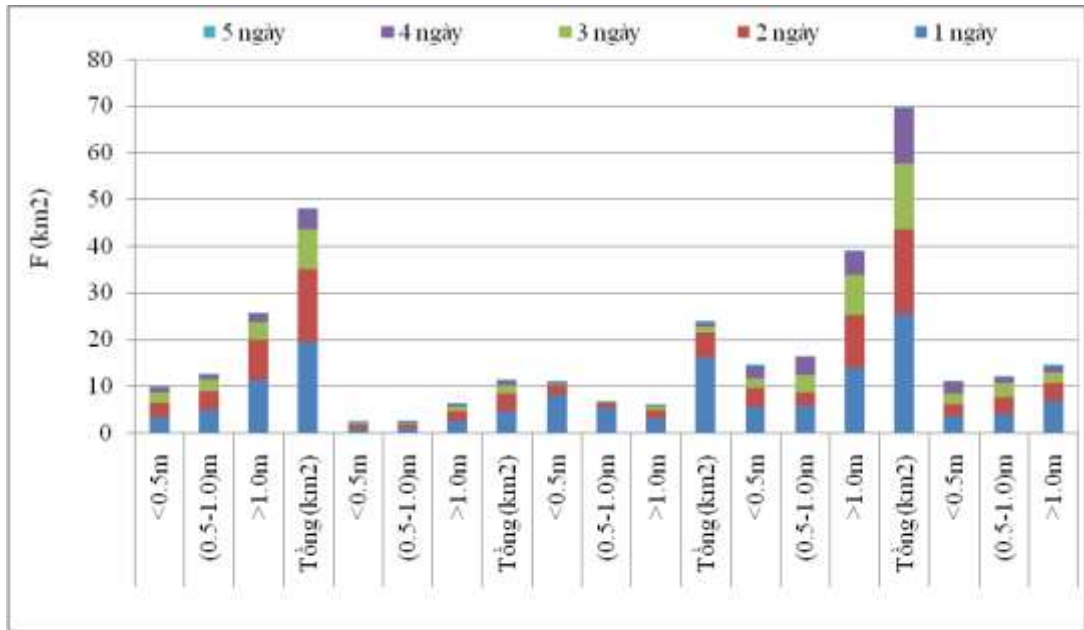
Diện tích ngập lụt cũng giảm ở tất cả các cấp độ sâu so với hiện trạng và phương án 1, giảm mạnh sau 1 ngày tại tất cả các cấp độ sâu. So với phương án 1, với độ sâu <0,5 m sau 1 ngày giảm 11,64 km²; sau 2 ngày 8,8 km²; sau 3 ngày 8,3 km² so với phương án 1; tại cấp ngập 0,5-1m sau 1 ngày giảm 14,58 km²; sau 2 ngày 9,65 km²; sau 3 ngày 2,51 km²; ở cấp ngập >1m sau 1 ngày giảm 19,71 km²; sau 2 ngày 5 km²; sau 3 ngày 2,2 km² so với hiện trạng.

Xét về khả năng tiêu thoát so với phương án hiện trạng thì phương án 2 tiêu thoát được 41,5 % (48,1 triệu m³), tăng 22,49% so với phương án 1; trong đó ở vùng III, V tiêu thoát hiệu quả nhất, vùng III trong phương án I hầu như không tiêu thoát được, thì phương án 2 tiêu nước được 41,7% so với hiện trạng (tăng 41,5 % so với phương án 1). Vùng V đã tiêu thoát được 78,5% (tăng 22,2 % so với phương án 1), lượng tiêu thoát tập trung vào khu vực Mê Linh do bơm tiêu ra sông Hồng tại trạm bơm Nguyệt Đức. Các vùng còn lại như vùng I (6,3%), vùng II (3,4%), vùng IV (14,3

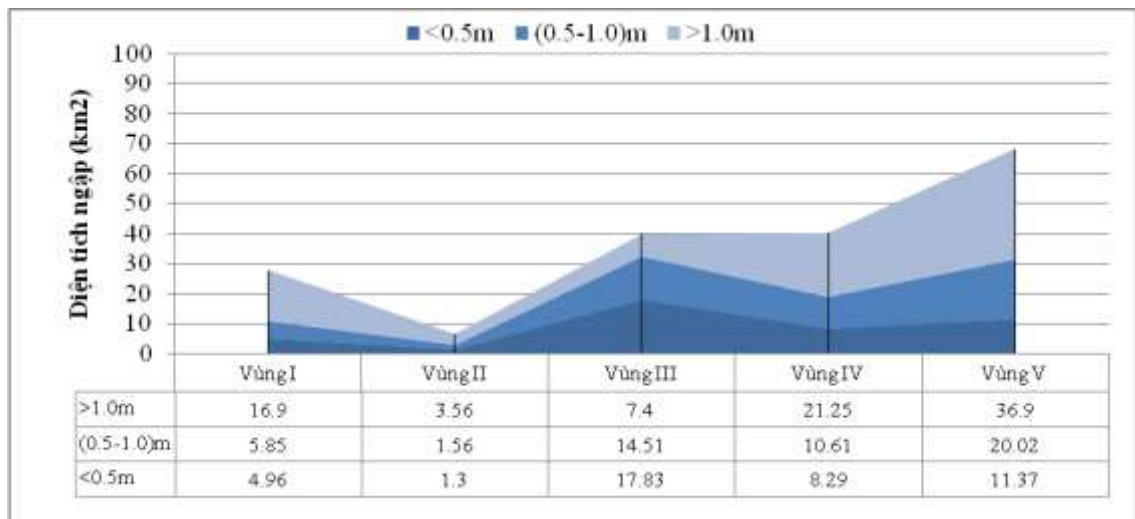
%) (Bảng 3.12). Như vậy có thể thấy biện pháp nạo vét và khơi thông dòng chảy ảnh hưởng mạnh đến tiêu thoát nước trên lưu vực, đặc biệt vùng III và vùng IV.

Bảng 3.11 Diện tích ngập ứng với độ sâu và thời gian ngập – PA2

Vùng	Độ sâu ngập (m)	Diện tích duy trì ngập theo thời gian (km ²)				
		1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày
I	<0,5	3,29	3,15	2,10	1,11	0,10
	0,5-1,0	4,79	4,02	2,58	1,13	0,19
	>1,0	11,40	8,41	3,82	2,02	0,02
	Tổng	19,48	15,58	8,50	4,26	0,31
II	<0,5	0,98	0,91	0,42	0,22	0,10
	0,5-1,0	1,09	0,74	0,37	0,20	0,09
	>1,0	2,47	2,23	0,96	0,62	0,03
	Tổng	4,55	3,88	1,75	1,05	0,22
III	<0,5	8,06	2,01	0,41	0,11	0,47
	0,5-1,0	5,23	1,29	0,19	0,14	0,03
	>1,0	2,95	1,87	0,64	0,51	0,00
	Tổng	16,24	5,18	1,24	0,76	0,70
IV	<0,5	5,64	4,04	1,82	2,72	0,47
	0,5-1,0	5,92	2,79	3,64	3,97	0,03
	>1,0	13,85	11,35	8,52	5,37	0,00
	Tổng	25,40	18,18	13,99	12,05	0,70
V	<0,5	3,54	2,63	2,16	2,57	0,25
	0,5-1,0	4,19	3,45	3,06	1,17	0,27
	>1,0	6,77	3,85	2,18	1,34	0,42
	Tổng	14,50	9,92	7,40	5,08	0,94
Tổng	<0,5	21,51	12,74	6,91	6,73	1,39
	0,5-1,0	21,22	12,29	9,83	6,61	0,61
	>1,0	37,44	27,71	16,13	9,86	0,48
	Tổng	80,17	52,74	32,87	23,20	2,48



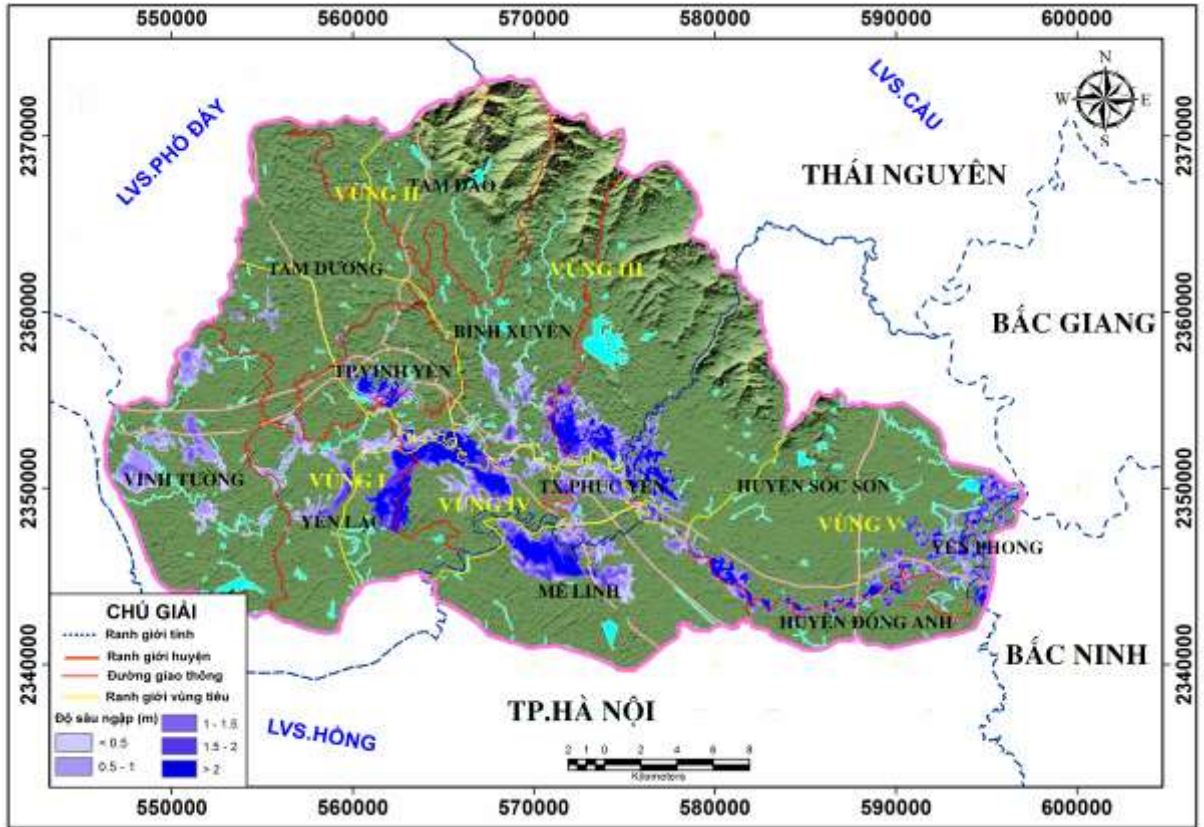
Hình 3.20 Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng - PA2



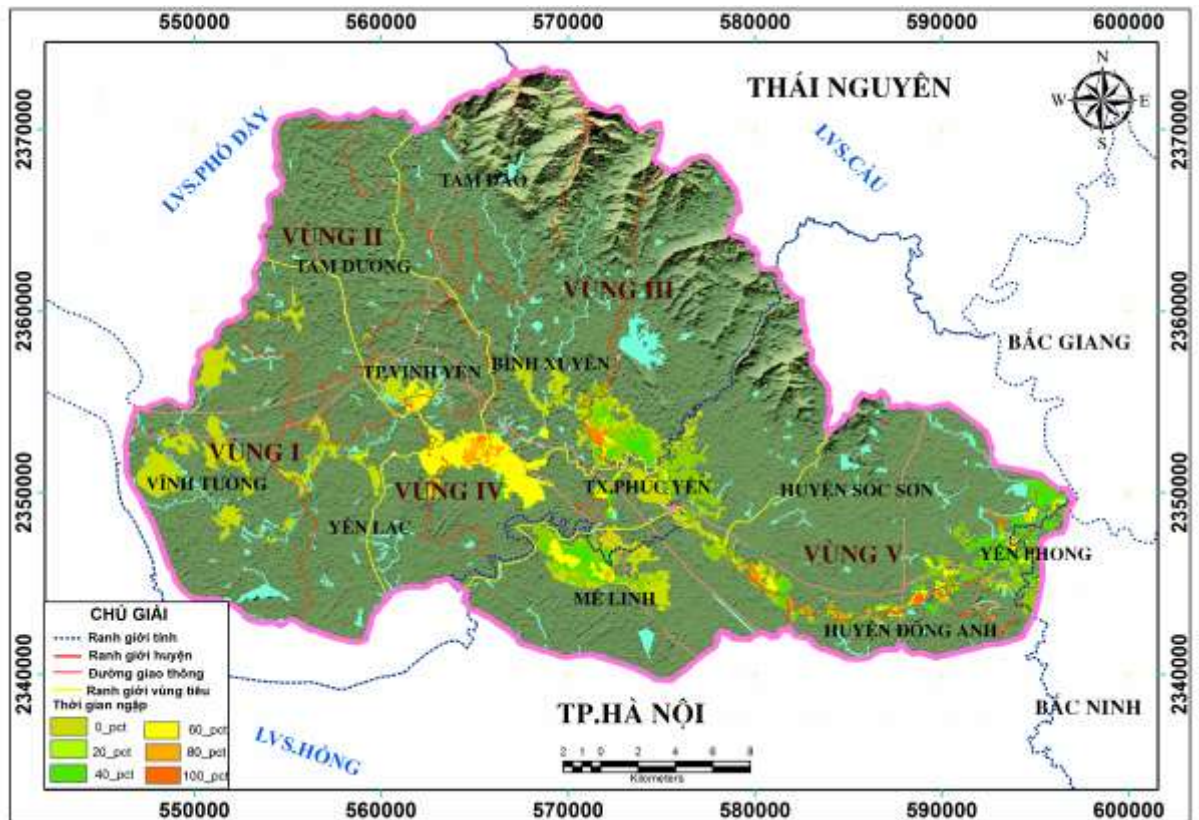
Hình 3.21 Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA2

Bảng 3.12 Kết quả tính toán diện tích ngập lụt lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát - PA2

Đặc trưng		Diện tích ngập lụt trong các vùng (km ²)					
		I	II	III	IV	V	Toàn lưu vực
Độ sâu ngập (m)	<0,5	4,96	1,3	17,83	8,29	11,37	43,75
	0,5-1	5,85	1,56	14,51	10,61	20,02	52,55
	>1	16,9	3,56	7,4	21,25	36,9	86,01
	Tổng cộng	27,71	6,42	39,74	40,15	68,29	182,31
Lượng lũ được tiêu thoát	10 ⁶ (m ³)	1,2	0,1	14,3	3,7	28,7	48,1
	So với hiện trạng (%)	6,3	3,4	41,7	17,0	78,5	41,5
	So với phương án 1 (%)	2,0	1,9	41,5	14,3	22,2	22,4



Hình 3.22 Bản đồ ngập lụt trong lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA2



Hình 3.23 Bản đồ thời gian duy trì lũ lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA2

Tóm lại: Có thể nhận thấy sau khi tiến hành cắt dòng kết hợp nạo vét và tăng dung tích hồ tự nhiên, mực nước vẫn duy trì ở mức cao; tuy nhiên các vùng bị ngập úng và thời gian duy trì ngập giảm mạnh tại Vĩnh Tường, Yên Lạc (vùng I); khu vực thị trấn Mê Linh (vùng V) úng ngập giảm nhẹ. Khu vực hạ lưu các sông nhánh lượng nước tiêu thoát giảm nhẹ cần phải bổ sung thêm biện pháp tiêu thoát nước.

3.4.4. Phương án 3 – Bơm tiêu tại Nguyệt Đức

Biện pháp nạo vét khơi thông lòng dẫn kết hợp với cắt dòng đã giải quyết được 41,5% tổng lượng nước cần tiêu so với phương án hiện trạng, tăng hơn so với phương án 1 là 22,4 %, tuy nhiên chưa đáp ứng được yêu cầu tiêu thoát đặt ra là 80% cho lưu vực sông. Cụ thể vùng I, II, IV lượng nước tiêu thoát mới đạt được dưới 20%. Về thời gian duy trì diện ngập vùng II, III diện tích ngập giảm dưới 1 km² tại các các độ sâu ngập sau 3 ngày, các vùng còn lại I, IV, V diện tích ngập duy trì lớn hơn 1km² sau 4 ngày. Như vậy, cần phải bổ sung giải pháp tiêu khác để giải quyết tình trạng ngập úng kéo dài trên lưu vực.

Như đã nêu ở trên, lưu vực nghiên cứu có địa hình trũng bao xung quanh là các sông, mặc dù đã thực hiện biện pháp cắt dòng và nạo vét lòng sông để tăng lưu thông dòng chảy nhưng khả năng tiêu thoát vẫn còn hạn chế. Dòng chảy được lưu thông dồn về khu vực có địa hình trũng và các điểm nhập lưu gần nhau dẫn đến không tiêu thoát kịp gây ra ngập úng. Trên cơ sở đó, giải pháp tiêu trong phương án này là kết hợp tiêu động lực và trọng lực, thiết lập trạm bơm tiêu mới với công suất được điều chỉnh sao cho phù hợp nhất với điều kiện thủy lực của hệ thống.

Từ bản đồ ngập úng phương án 2 cho thấy, khu vực ngập úng tập trung tại xã Bình Định, xã Tân Phong, xã Bình Lãng, cầu Hương Canh thuộc huyện Yên Lạc, khu vực xã Đa Phúc và Phúc Thắng thuộc thị trấn Mê Linh với cấp ngập úng ở độ sâu trên 1m. Như vậy, vấn đề đặt ra là cần phải tiêu thoát trước tiên cho khu vực này.

Đoạn sông sông Cà Lồ cắt hiện nay bị bồi lấp và chắn dòng để nuôi trồng thủy sản nên dòng chảy không lưu thông. Giải pháp công trình và các điều kiện tính toán trong phương án này tương tự trong phương án 2. Ngoài ra, thiết lập một trạm bơm tại Nguyệt Đức với công suất 100 m³/s để tiêu nước ra sông Hồng. Đồng thời, xây một cống điều tiết tại Tiên Châu (mặt cắt CL02) nhằm giảm lượng dòng chảy từ thượng lưu đến cùng 1 lúc tại các điểm nhập lưu.

Đối với phương án này, giải pháp tiêu trọng lực sẽ được áp dụng cho vùng III

và vùng V theo hướng ra sông Cầu tại Phúc Lộc Phương. Các vùng còn lại sẽ được tiêu bằng động lực ra sông Hồng qua sông Cà Lồ cắt tại trạm bơm Nguyệt Đức.

Trên cơ sở các phương án 1 và 2, với việc bố trí tiêu thoát bằng trọng lực ra sông Cầu và tiêu thoát bằng động lực ra sông Hồng, tiến hành mô phỏng thủy lực và ngập lụt cho toàn bộ hệ thống. Kết quả tính toán và đánh giá hiệu quả tiêu thoát theo mực nước, lưu lượng được thể hiện trong Bảng 3.13.

Kết quả cho thấy, do tác động của bơm tiêu Nguyệt Đức và công điều tiết, mực nước lớn nhất trên sông Phan – Cà Lồ đã giảm đáng kể so với các phương án trước. Mực nước lớn nhất tại công điều tiết Thụy Yên sẽ giảm 15 cm so với hiện trạng và giảm 16 cm so với phương án 2. Mực nước trên đoạn sông từ Lũng Hoà đến cầu Thịnh Kỳ sẽ giảm so với hiện trạng từ 49 cm đến 69 cm, giảm nhiều nhất là 100 cm tại cống Lạc Ý. Trên các sông Ba Hanh, sông Tranh, sông Cầu Tôn, do một phần được tiêu thoát bằng trọng lực ra cửa sông Cầu, một phần tiêu vào sông Phan qua sông Cà Lồ cắt nên mực nước cũng sẽ giảm so với hiện trạng từ 6 cm đến 14 cm. Mực nước biến đổi không đáng kể so với hiện trạng đoạn sông Cà Lồ từ cầu Xuân Phương tới cửa sông.

Tuy mực nước lớn nhất trên hầu hết các sông đều giảm nhưng đường duy trì mực nước từ cống Vũ Di đến cống Lạc Ý, xã Đạo Đức luôn duy trì ở mức trên 8 m đến hết 5 ngày tiêu. Điều này cho thấy, mặc dù đã thiết lập bơm tiêu với công suất lớn nhưng không thể đáp ứng được yêu cầu tiêu cho toàn bộ các vùng như dự kiến.

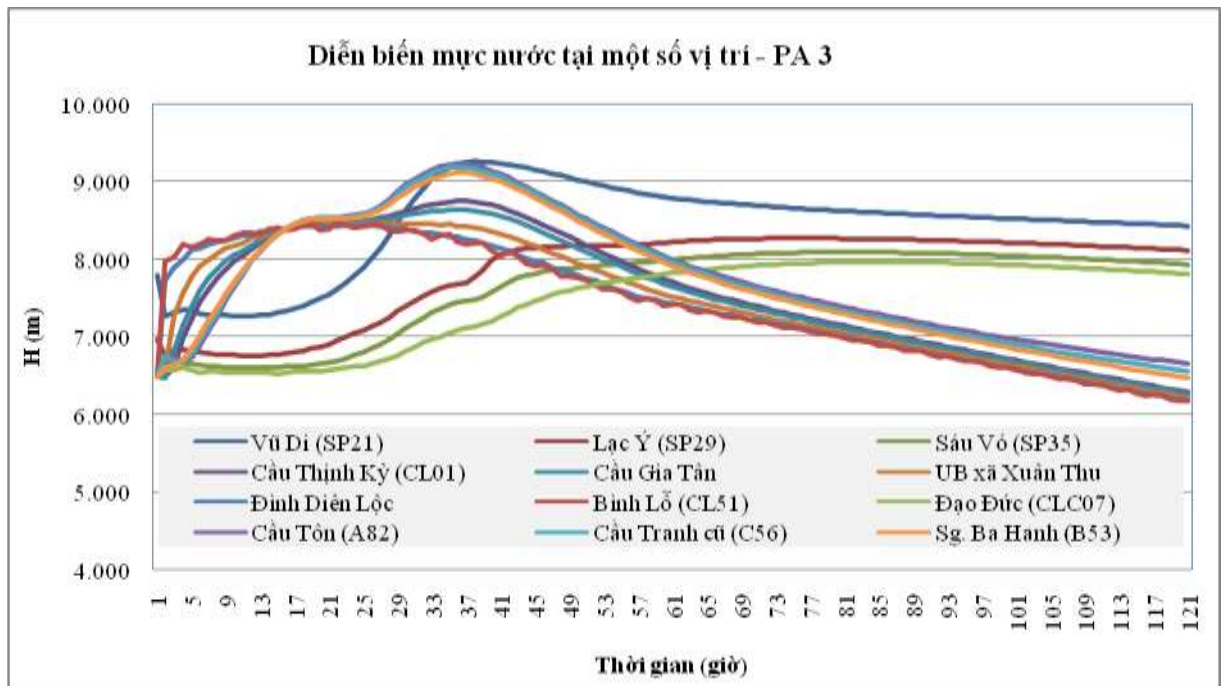
Kết quả tính diện tích ngập - thời gian duy trì ngập và lượng nước tiêu thoát phương án 3 được đưa ra trong Bảng 3.14, Bảng 3.15 và minh họa trên Hình 3.24, Hình 3.25, Hình 3.26.

Ngoài diễn biến về mực nước, kết quả tính toán diện tích ngập lụt và tổng lượng nước cần tiêu mỗi vùng là cơ sở quan trọng trong việc đánh giá khả năng thoát lũ của phương án tính toán cho từng vùng. Có thể thấy, diện tích ngập lụt giảm mạnh tại vùng III, IV là 2 khu vực ảnh hưởng trực tiếp do bổ sung trạm bơm Nguyệt Đức, cụ thể vùng IV sau 1 ngày diện tích ngập úng giảm 14,67 km², sau 2 ngày giảm 8,93 km², sau 3 ngày giảm 5,9 km², và tiếp tục giảm 11 km² sau 4 ngày so với phương án 2; Vùng III sau 1 ngày giảm 13,94 km², sau 2 ngày giảm 3,36 km² so với phương án 2. Ở các vùng I, II, V đều giảm nhẹ do lượng nước tiêu thoát tại khu vực nhập lưu các sông nhánh một phần được bơm tiêu ra trạm bơm Nguyệt Đức (Bảng 3.14).

Bảng 3.13 Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 3

Thứ tự	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 3		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				H (m)	Q (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án 2	
1	SP02	Phan	1350	12,07	3,15	-0,15	-0,16	Cổng điều tiết Thụy Yên
2	SP13	Phan	24246	10,98	34,16	-0,49	-0,5	Lũng Hoà
3	SP21	Phan	38981	10,16	28,99	-0,47	-0,47	Vũ Di
4	SP29	Phan	53715	8,93	53,73	-1,07	-0,86	Lạc Ý
5	SP35	Phan	64525	8,85	108,15	-0,65	-0,64	Sáu Vó
6	SP37	Phan	69880	8,81	102,34	-0,67	-0,67	Cầu Tam Canh
7	CL01	Cà Lò	0	8,77	0,10	-0,69	-0,69	Cầu Thịnh Kỳ
8	CL02	Cà Lò	1788	9,32	-1,32	-0,14	-0,14	
9	CL03	Cà Lò	5108	9,23	176,64	-0,11	-0,11	Cầu Khả Do
10	CL04	Cà Lò	7929	9,16	176,98	-0,08	-0,08	
11	MC1	Cà Lò	0	9,06	178,06	-0,04	-0,04	Cầu Xuân Phương
12	TV2	Cà Lò	9620	8,89	209,46	0,00	-0,01	Cầu Gia Tân
13	TV3	Cà Lò	19029	8,64	217,32	0,05	0,05	Phù Lỗ
14	MC24	Cà Lò	26139	8,57	222,06	0,06	0,06	Ủy ban xã Xuân Thu
15	MC38	Cà Lò	38193	8,46	238,52	-0,01	0	Phố Hồng - Kim Lũ Thượng
16	TV4	Cà Lò	38801	8,46	239,00	-0,02	-0,02	Cầu Đò La
17	MC43	Cà Lò	42686	8,45	247,04	-0,01	-0,01	Đình Diên Lộc
18	MC51	Cà Lò	48725	8,45	276,23	0,00	0	Xuân Tảo
19	TV5	Cà Lò	49698	8,45	279,89	-0,03	-0,02	Thành Bình Lỗ
20	A80	Cầu Tôn	7058	9,69	3,89	-0,11	-0,11	Thượng lưu ngã ba sông Cầu Tôn
21	A82	Cầu Tôn	7281	9,69	0,04	-0,12	-0,12	Hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn

Thứ tự	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 3		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				H (m)	Q (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án 2	
22	D6	Kênh nổi	751	9,69	27,20	-0,12	-0,11	Núi sông Tranh
23	C56	Tranh	8627	9,67	166,17	-0,07	-0,07	Cầu Tranh cũ
24	B53	Ba Hanh	9699	9,59	177,52	-0,06	-0,06	Hạ lưu ngã ba sông Ba Hanh
25	B83	Ba Hanh	14594	9,32	176,76	-0,14	-0,14	Thượng lưu cửa sông Ba Hanh
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	8,70	84,66	-0,76	-0,77	Xã Đạo Đức
27	CLC09	Cà Lò Cụt	18919	8,69	84,72	-0,78	-0,77	Xã Xuân Thu



Hình 3.24 Đường quá trình mực nước tại các vị trí trên lưu vực Phan - Cà Lò, PA3

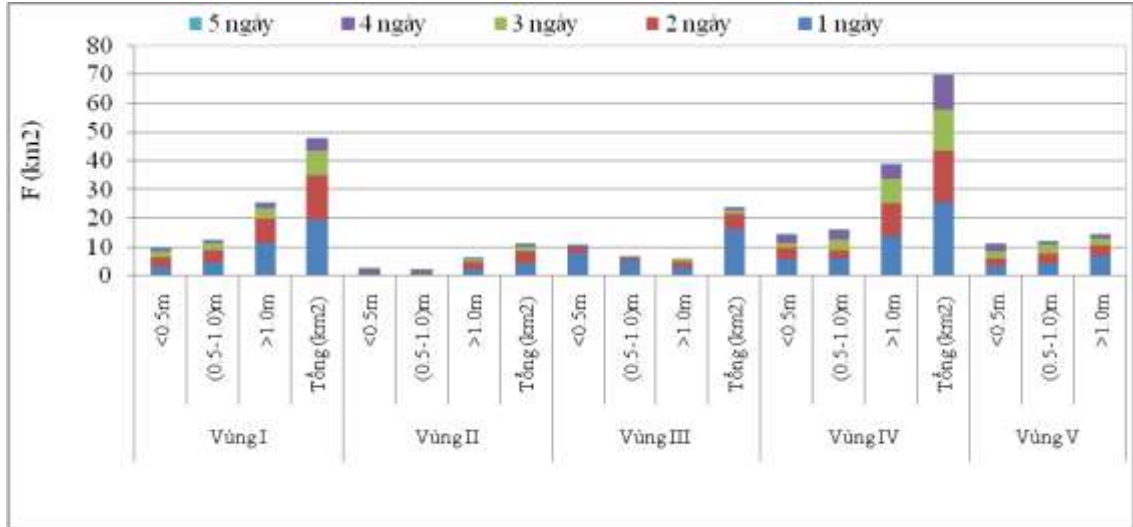
Theo cấp độ sâu ngập, diện tích ngập giảm ở tất cả các cấp so với phương án 2, giảm mạnh sau 1 ngày. Cụ thể, ở cấp độ sâu <math><0,5\text{ m}</math>, so với hiện trạng, diện tích ngập giảm 12 km^2 sau 1 ngày; $6,07\text{ km}^2$ sau 2 ngày; $2,46\text{ km}^2$ sau 3 ngày, $4,52\text{ km}^2$

sau 4 ngày; tại cấp ngập 0,5-1m, diện tích ngập giảm 10,07 km² sau 1 ngày; 4,16 km² sau 2 ngày; 6,34 km² sau 3 ngày, 5,42 km² sau 4 ngày; tại cấp ngập >1m, diện tích ngập giảm 13,04 km² sau 1 ngày; 13,07 km² sau 2 ngày; 5,28 km² sau 3 ngày, 8,82 km² sau 4 ngày (Bảng 3.14).

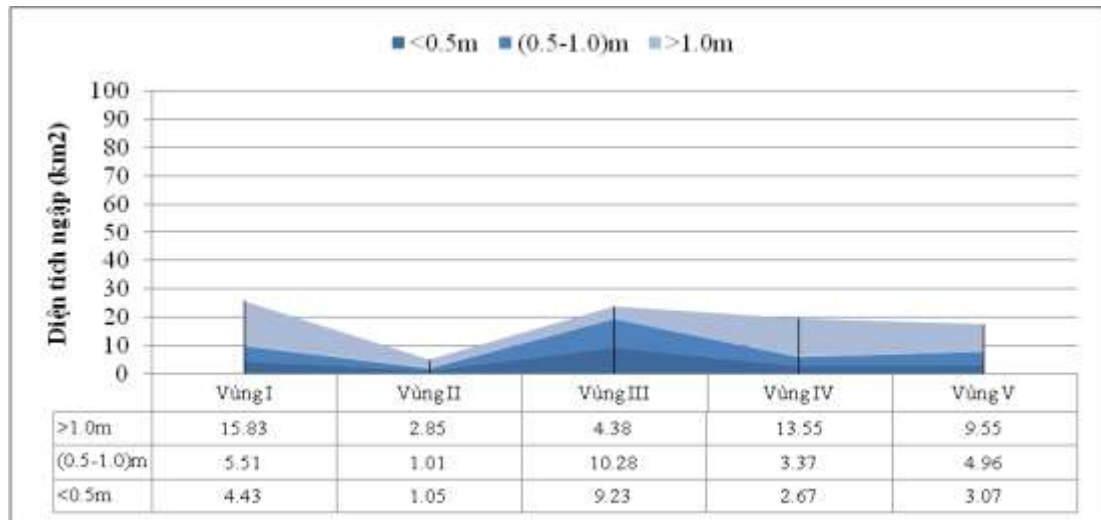
Xét về khả năng tiêu thoát so với phương án hiện trạng thì phương án 3 tiêu thoát được 60,3 % (69,92 triệu m³), trong đó vùng III tiêu được 66,1 %, vùng IV là 66,6 %, V là 78,9 % (Bảng 3.15).

Bảng 3.14 Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian – PA3.

Vùng	Độ sâu ngập (m)	Diện tích duy trì ngập theo thời gian (km ²)				
		1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày
I	<0,5	2,99	1,70	0,87	0,61	0,10
	0,5-1,0	4,19	2,13	1,06	0,41	0,19
	>1,0	9,17	3,90	2,42	0,25	0,02
	Tổng	16,36	7,73	4,35	1,27	0,31
II	<0,5	0,70	0,64	0,28	0,06	0,10
	0,5-1,0	0,56	0,54	0,34	0,14	0,09
	>1,0	1,35	1,33	1,06	0,17	0,03
	Tổng	2,62	2,51	1,67	0,37	0,22
III	<0,5	1,13	0,74	0,12	0,18	0,06
	0,5-1,0	0,41	0,34	0,28	0,12	0,03
	>1,0	0,76	0,74	0,73	0,10	0,00
	Tổng	2,30	1,82	1,14	0,39	0,09
IV	<0,5	1,75	1,37	1,30	0,95	0,06
	0,5-1,0	2,21	2,01	1,26	0,08	0,03
	>1,0	6,77	5,88	5,53	0,02	0,00
	Tổng	10,73	9,25	8,09	1,05	0,09
V	<0,5	2,93	2,22	1,88	0,42	0,27
	0,5-1,0	3,77	3,11	0,55	0,44	0,19
	>1,0	6,34	2,12	1,14	0,50	0,31
	Tổng	13,04	7,46	3,57	1,36	0,78
Tổng	<0,5	9,51	6,67	4,45	2,21	0,60
	0,5-1,0	11,15	8,13	3,49	1,19	0,53
	>1,0	24,40	13,97	10,88	1,04	0,37
	Tổng	45,05	28,78	18,82	4,44	1,49



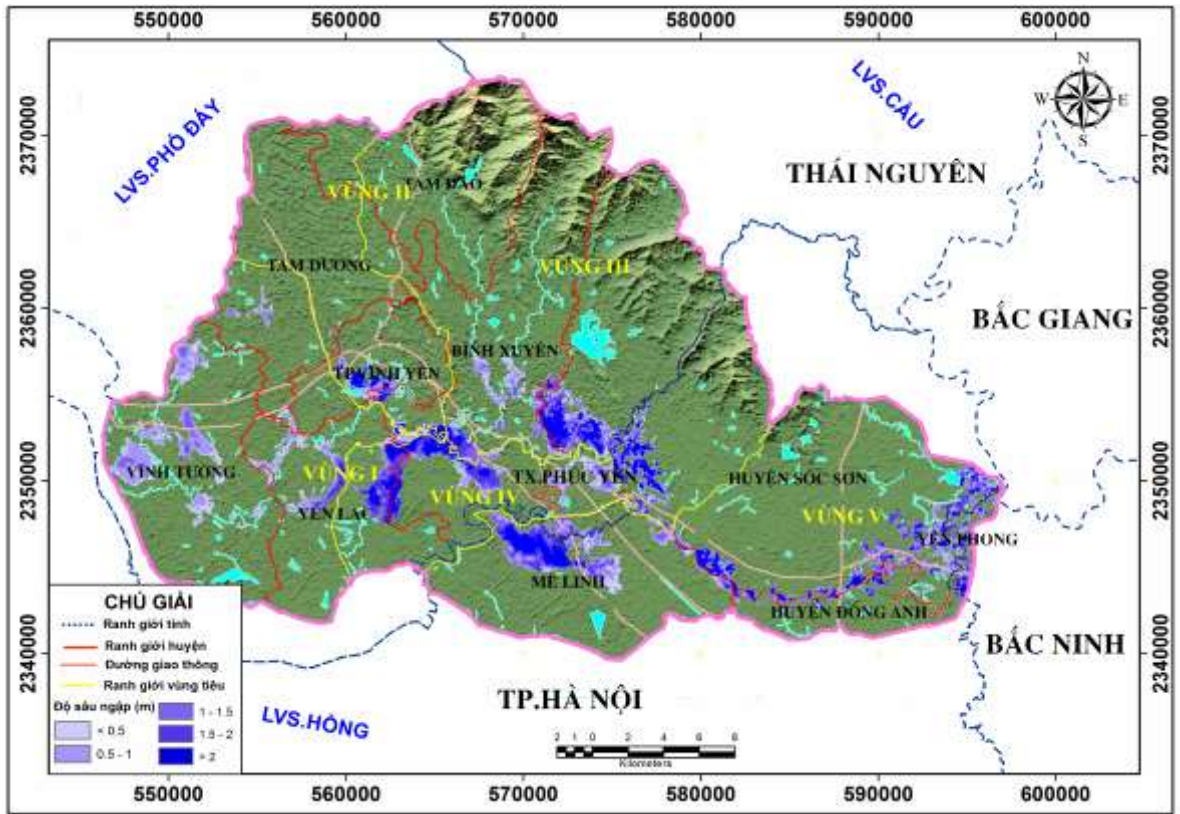
Hình 3.25 Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng – PA3



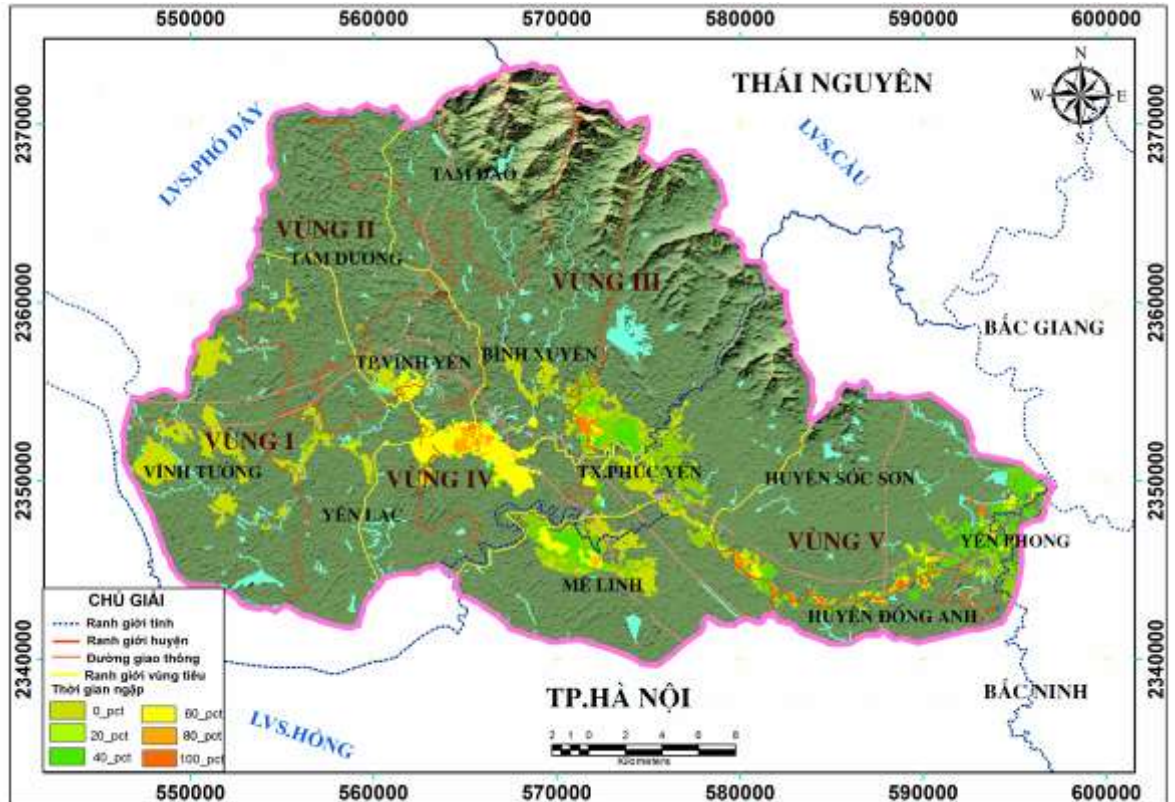
Hình 3.26 Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA 3

Bảng 3.15 Kết quả tính toán diện tích ngập lụt lớn nhất và hiệu quả tiêu thoát – PA3

Đặc trưng		Diện tích ngập lụt trong các vùng (km ²)					
		I	II	III	IV	V	Toàn lưu vực
Độ sâu ngập (m)	<0,5	4,43	1,05	9,23	2,67	3,07	20,45
	0,5-1	5,51	1,01	10,28	3,37	4,96	25,13
	>1	15,83	2,85	4,38	13,55	9,55	46,16
	Tổng cộng	25,77	4,91	23,89	19,59	17,58	91,74
Lượng lũ được tiêu thoát	10 ⁶ (m ³)	3,52	0,31	22,71	14,49	28,89	69,92
	So với hiện trạng (%)	17,9	8,7	66,1	66,6	78,9	60,3
	So với phương án 2 (%)	11,6	5,3	24,4	49,7	0,4	18,8



Hình 3.27 Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA3



Hình 3.28 Bản đồ thời gian duy trì ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA3

thêm trạm bơm tiêu Ngũ Kiên với lưu lượng 100 m³/s bơm tiêu ra sông Hồng và kênh dẫn từ cầu máng Vũ Di đến trạm bơm Ngũ Kiên; xây dựng bơm tiêu cho vùng Bắc Bình Xuyên tới Nam Viêm với công suất 20 m³/s nhằm hỗ trợ tiêu cho vùng trọng điểm công nghiệp này.

Kết quả tính toán tính toán phương án 4:

a) Mục nước trên các sông tại các mặt cắt tiếp tục giảm nhẹ so với phương án 3 (Bảng 3.16). Trên sông Phan, mực nước giảm mạnh hơn các nhánh sông khác, giảm từ 56 cm (cổng Thụy Yên) đến 2,34 cm (cổng Vũ Di). Trên sông Cà Lò thuộc Vĩnh Phúc tại Lũng Hoà đến CL02 (cổng điều tiết Thụy Yên) mực nước lớn nhất giảm gần 1m. Tại khu vực phía hạ lưu của cổng điều tiết trên sông Phan, mực nước lớn nhất cũng đã giảm mạnh. Tại cầu Khả Do giảm 46cm. Đoạn hạ lưu của sông Cà Lò mực nước giảm nhẹ do ảnh hưởng tiêu thoát phía thượng lưu: Cầu Xuân Phương giảm 30 cm, tại Phù Lỗ giảm 21cm, các vị trí còn lại giảm từ 1- 3 cm so với phương án 3.

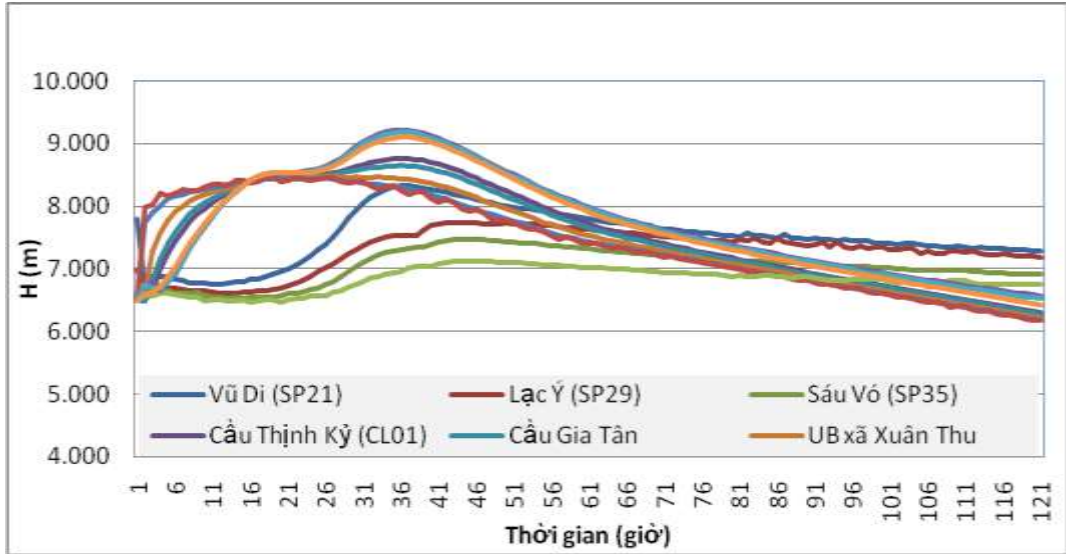
Trên các sông nhánh Cầu Tôn, Ba Hanh, Tranh, mực nước lớn nhất đều giảm so với hiện trạng từ 51 cm đến 57 cm. Điều này cho thấy, việc đặt cổng điều tiết và bổ sung trạm bơm đã làm giảm lượng ngập úng tại khu vực hạ lưu các sông nhánh.

Với vai trò của hệ thống bơm tiêu và cổng điều tiết đã có tác dụng làm giảm mực nước trên toàn bộ hệ thống, đảm bảo an toàn chống ngập tại các khu vực trọng điểm. Xét đường quá trình mực nước tại một số vị trí điển hình cho thấy, thời gian duy trì mực nước lớn nhất từ 2 đến 4 giờ. Đồng thời, mực nước ở hầu hết các vị trí trên sông đều có xu thế chuyển về ngưỡng dưới +7,5m sau 3 ngày tiêu.

Bảng 3.16 Kết quả tính toán thủy lực hệ thống Sông Phan – Cà Lò, Phương án 4

Thứ tự	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 4		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				H (m)	Q (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án 3	
1	SP02	Phan	1350	11,67	3,15	-0,62	-0,56	Cổng Thụy Yên
2	SP13	Phan	24246	10,02	35,11	-1,57	-1,46	Lũng Hoà
3	SP21	Phan	38981	8,31	4,50	-2,48	-2,32	Vũ Di
4	SP29	Phan	53715	7,76	51,06	-2,24	-2,03	Lạc Ý
5	SP35	Phan	64525	7,57	91,27	-2,09	-1,92	Sáu Vó

Thứ tự	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Phương án 4		Chênh lệch mực nước so với (m)		Địa điểm
				H (m)	Q (m ³ /s)	Hiện trạng	Phương án 3	
6	SP37	Phan	69880	7,33	89,40	-2,30	-2,15	Cầu Tam Canh
7	CL01	Cà Lò	0	8,49	0,10	-1,13	-0,97	Cầu Thịnh Kỳ
8	CL02	Cà Lò	1788	8,44	0,32	-1,07	-1,02	
9	CL03	Cà Lò	5108	8,91	176,84	-0,60	-0,43	Cầu Khả Do
10	CL04	Cà Lò	7929	8,84	177,15	-0,56	-0,4	
11	MC1	Cà Lò	0	8,80	178,17	-0,47	-0,3	Cầu Xuân Phương
12	TV2	Cà Lò	9620	8,69	209,79	-0,37	-0,21	Cầu Gia Tân
13	TV3	Cà Lò	19029	8,52	217,66	-0,21	-0,07	Phù Lỗ
14	MC24	Cà Lò	26139	8,48	222,29	-0,16	-0,03	Xã Xuân Thu
15	MC38	Cà Lò	38193	8,45	238,73	-0,03	-0,01	Phố Hồng - Kim Lũ Thượng
16	TV4	Cà Lò	38801	8,46	239,20	-0,02	-0,02	Cầu Đò La
17	MC43	Cà Lò	42686	8,44	247,23	-0,02	-0,02	Đình Diên Lộc
18	MC51	Cà Lò	48725	8,45	276,28	-0,01	0	Xuân Tảo
19	TV5	Cà Lò	49698	8,46	279,96	-0,01	-0,01	Thành Bình Lỗ
20	A80	Cầu Tôn	7058	9,23	7,39	-0,72	-0,57	Thượng lưu ngã ba sông Cầu Tôn
21	A82	Cầu Tôn	7281	9,22	0,04	-0,73	-0,59	Hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn
22	D6	Kênh nối	751	9,22	27,93	-0,73	-0,58	Nối sông Tranh
23	C56	Tranh	8627	9,21	167,34	-0,69	-0,53	Cầu Tranh cũ
24	B53	Ba Hanh	9699	9,14	177,60	-0,67	-0,51	Hạ lưu ngã ba sông Ba Hanh
25	B83	Ba Hanh	14594	8,95	176,84	-0,67	-0,51	Thượng lưu cửa sông Ba Hanh
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	7,31	92,86	-0,76	-2,16	Xã Đạo Đức
27	CLC09	Cà Lò Cụt	18919	7,30	102,35	-0,78	-2,16	Xã Xuân Thu



Hình 3.30 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát – Phương án 4

b, Kết quả tính diện tích ngập - thời gian duy trì ngập và lượng nước tiêu thoát, diện tích ngập lụt ở các vùng tiếp tục giảm nhẹ sau 1 ngày (Bảng 3.17, Hình 3.31): Vùng I giảm 2,89 km², vùng II giảm 1,89 km², vùng III giảm 1,71 km², vùng IV giảm 7,91 km², vùng V giảm 7,69 km². Sau 2 ngày vùng I giảm 2,37 km², II giảm 1,86 km², vùng III giảm 1,3 km² vùng IV giảm 6,85 km², vùng V giảm 4,46 km². Sang ngày thứ 4, diện tích ngập tiếp tục giảm: Tại vùng IV, nhưng các vùng khác không thay đổi so với phương án 3. Như vậy, có thể thấy là việc bổ sung trạm bơm và công điều tiết hiệu quả trong tiêu thoát ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lò.

Theo cấp độ sâu ngập (Bảng 3.17, Bảng 3.18), diện tích ngập giảm ở tất cả các cấp độ sâu so với phương án 3, giảm mạnh tại độ sâu >1 m. Cụ thể, sau 1 ngày giảm 13,9 km², sau 2 ngày giảm 9,91 km², sau 3 ngày giảm 11,2 km², tại độ sâu <0,5 m sau 1 ngày giảm 10,39 km²; sau 2 ngày 3,97 km²; sau 3 ngày 3,65 km² so với phương án 3. Tại cấp độ sâu ngập nhỏ hơn 0,5 m và 0,5-1m, diện tích ngập lụt được tiêu thoát mạnh trong 2 ngày, Đối độ sâu 0,5-1m sau 1 ngày giảm 3,86 km² so với phương án 3.

Xét về khả năng tiêu thoát phương án 4 tiêu thoát được 83 % (96,18 triệu m³); trong đó vùng III lượng ngập úng hầu như đã tiêu thoát được hoàn toàn 98,7% (17,18 triệu m³) tăng 32,7% so với phương án 3; khu vực hạ lưu sông Cà Lò cũng đã giải quyết được 89,0% tổng lượng nước cần tiêu (32,58 triệu m³) tăng 10% so với phương án 3 (Bảng 3.18).

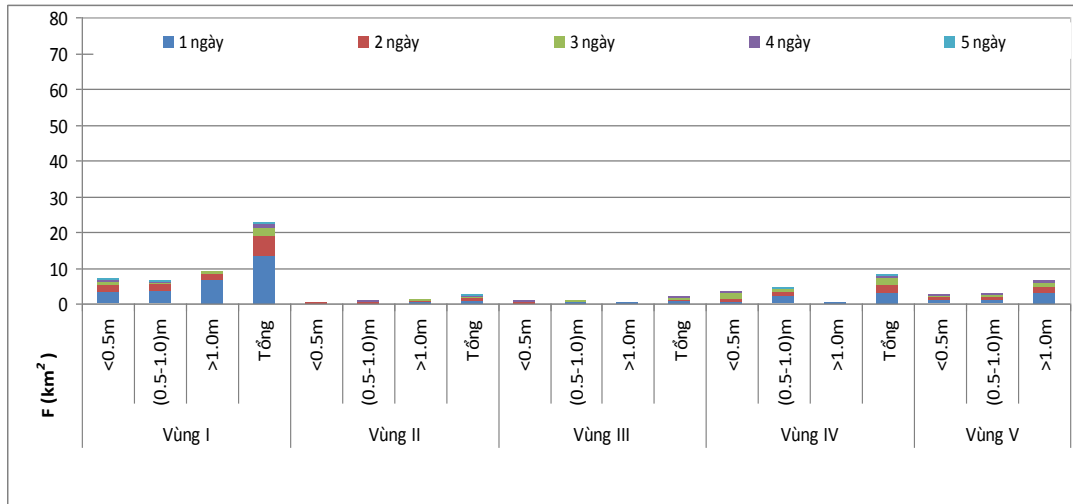
Xét về tổng lượng nước đã tiêu thoát được và hiệu quả tiêu thoát trong phương án này cho thấy, vùng III mang lại hiệu quả lớn nhất, tiếp đến là các vùng V và vùng

II. Vùng I và vùng IV được bố trí thêm trạm bơm Ngũ Kiên làm gia tăng khả năng tiêu thoát so với phương án 3 là 30,4% (vùng I) và 12,4% (vùng III), mức tăng này không nhiều nhưng đã hỗ trợ tiêu thoát cho các vùng tiêu lân cận, đặc biệt là vùng II đã giải quyết được 84,2 % tổng lượng nước cần tiêu tăng 75,5 % so với phương án 3.

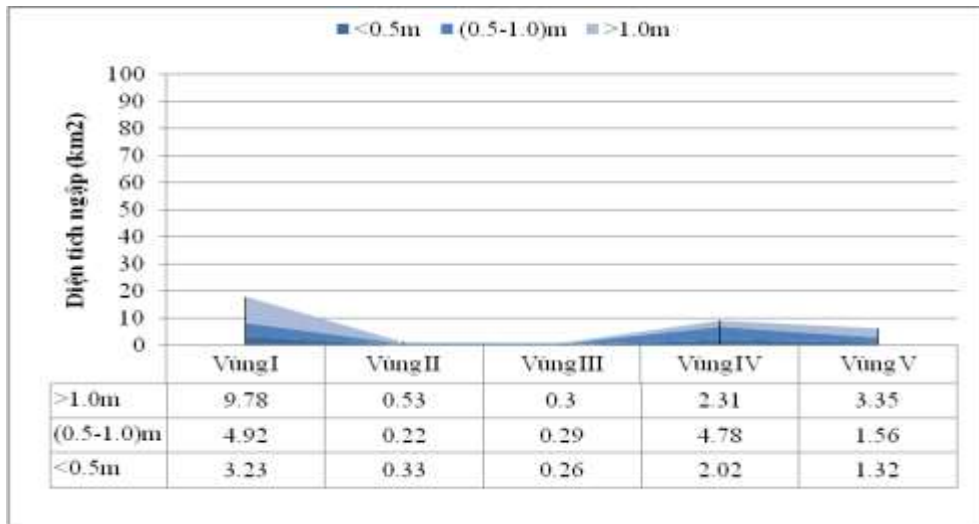
Xem xét thêm đường quá trình mực nước lớn nhất cũng như diễn biến lưu lượng tại một số vị trí chủ yếu trên hệ thống sông Phan – Cà Lò trong phương án này cho thấy việc cắt giảm mực nước và lưu lượng lớn nhất mang lại hiệu quả rõ rệt, nhất là trên sông Phan, tiếp đến trên các sông Cầu Tôn, sông Ba Hanh và sông Cà Lò Cụt.

Bảng 3.17 Kết quả tính toán diện tích duy trì độ sâu ngập theo thời gian – PA4

Vùng	Độ sâu ngập (m)	Diện tích duy trì ngập theo thời gian (km ²)				
		1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày
I	<0,5	3,33	1,89	1,14	0,36	0,11
	0,5-1,0	3,65	1,68	0,56	0,37	0,18
	>1,0	6,49	1,79	0,66	0,27	0,02
	Tổng	13,47	5,36	2,36	1,00	0,30
II	<0,5	0,15	0,13	0,11	0,07	0,09
	0,5-1,0	0,14	0,15	0,15	0,21	0,08
	>1,0	0,44	0,36	0,32	0,06	0,03
	Tổng	0,73	0,65	0,58	0,34	0,20
III	<0,5	0,09	0,16	0,19	0,14	0,06
	0,5-1,0	0,29	0,22	0,16	0,10	0,03
	>1,0	0,22	0,14	0,12	0,05	0,00
	Tổng	0,59	0,52	0,48	0,29	0,09
IV	<0,5	0,46	1,08	1,33	0,36	0,06
	0,5-1,0	2,05	1,29	0,77	0,05	0,03
	>1,0	0,32	0,04	0,03	0,00	0,00
	Tổng	2,82	2,40	2,13	0,42	0,08
V	<0,5	1,19	0,51	0,46	0,25	0,27
	0,5-1,0	1,17	0,75	0,48	0,45	0,19
	>1,0	3,00	1,73	1,14	0,51	0,32
	Tổng	5,35	3,00	2,08	1,21	0,78
Tổng	<0,5	5,20	3,78	3,22	1,19	0,59
	0,5-1,0	7,29	4,09	2,12	1,18	0,51
	>1,0	10,46	4,06	2,28	0,89	0,36
	Tổng	22,96	11,93	7,62	3,26	1,46



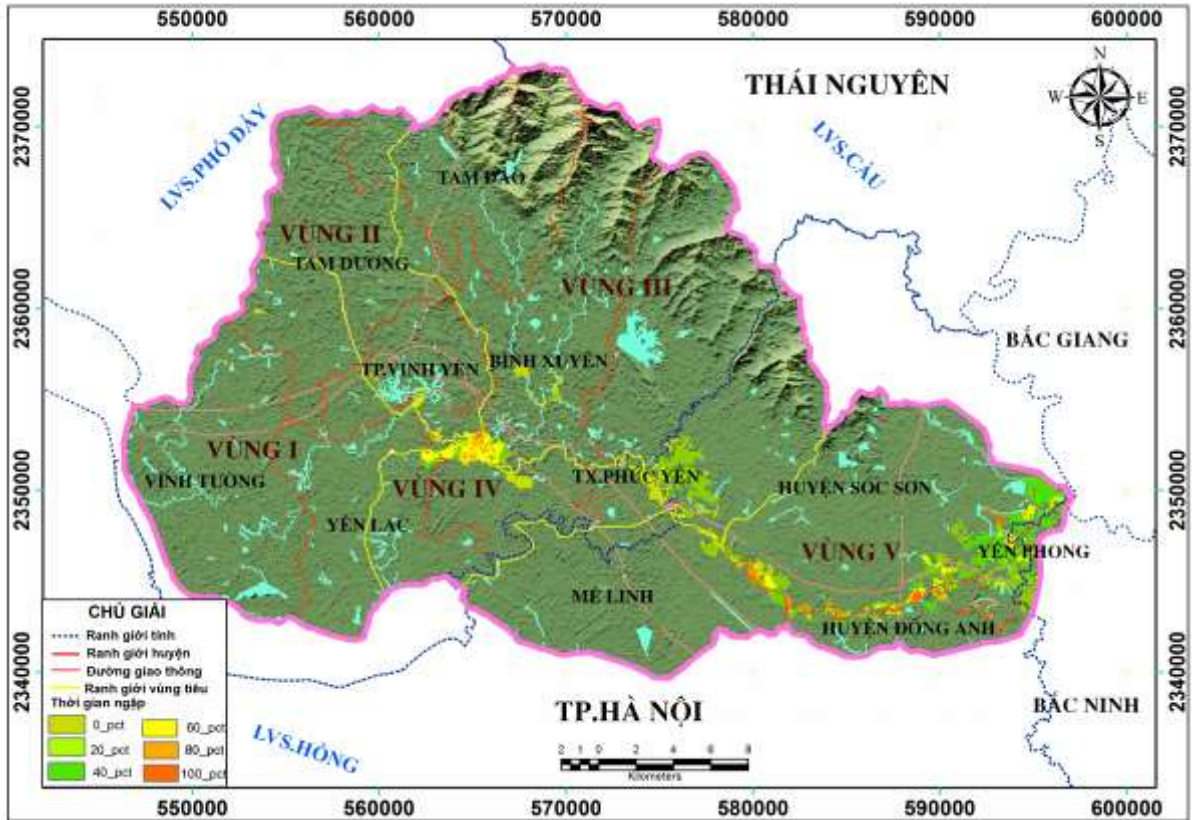
Hình 3.31 Diện tích duy trì ngập theo thời gian tại các vùng – PA4



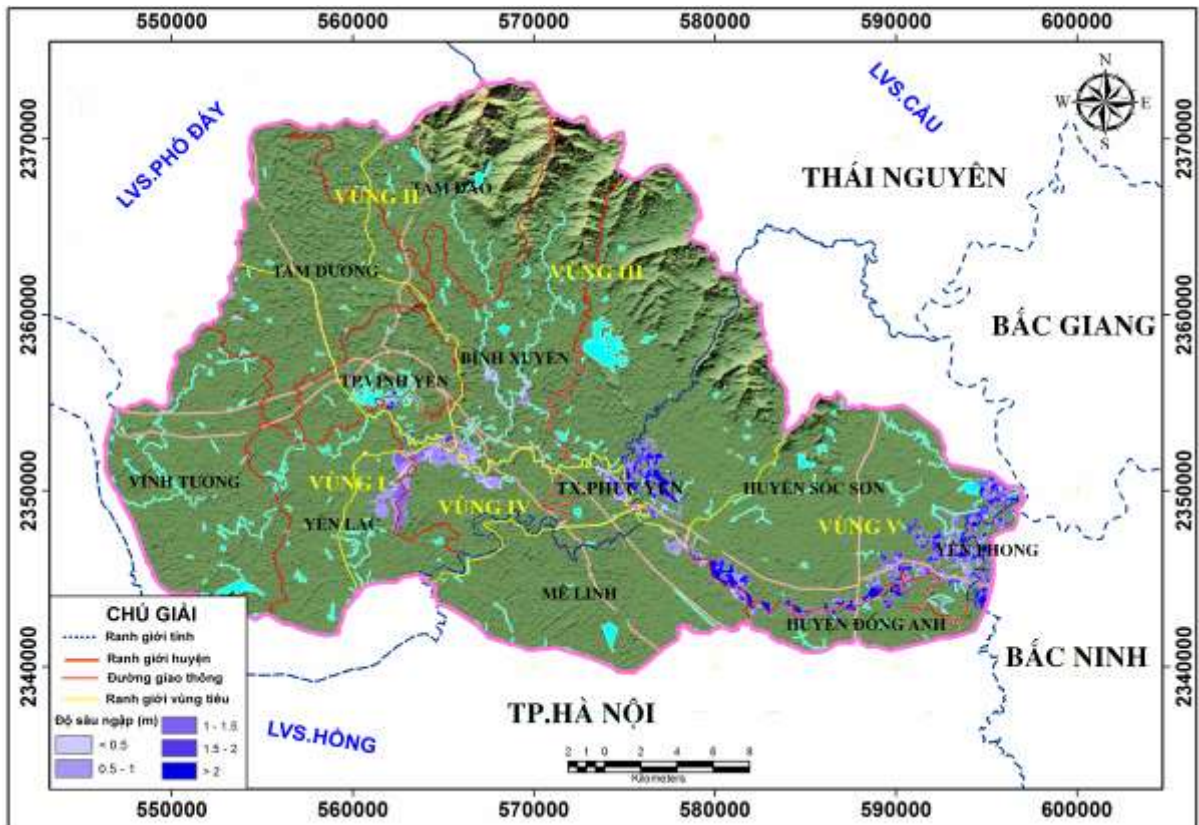
Hình 3.32 Phân bố diện tích và độ sâu ngập lụt lớn nhất tại các vùng - PA4

Bảng 3.18 Kết quả tính toán diện tích ngập lụt lớn nhất và yêu cầu lượng nước cần tiêu theo PA4

Đặc trưng		Diện tích ngập lụt trong các vùng (km ²)					Toàn lưu vực
		I	II	III	IV	V	
Độ sâu ngập (m)	<0,5	3,23	0,33	0,26	2,02	1,32	7,16
	0,5-1	4,92	0,22	0,29	4,78	1,56	11,77
	>1	9,78	0,53	0,3	2,31	3,35	16,27
	Tổng cộng	17,93	1,08	0,85	9,11	6,23	35,2
Lượng lũ được tiêu thoát	10 ⁶ (m ³)	9,49	3,01	33,93	17,18	32,58	96,18
	So với hiện trạng (%)	48,3	84,2	98,7	79,0	89,0	83,0
	So với phương án 3 (%)	30,4	75,5	32,7	12,4	10,1	22,7



Hình 3.33 Bản đồ thời gian duy trì ngập lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA4



Hình 3.34 Bản đồ ngập lụt lưu vực Sông Phan – Cà Lò, PA4

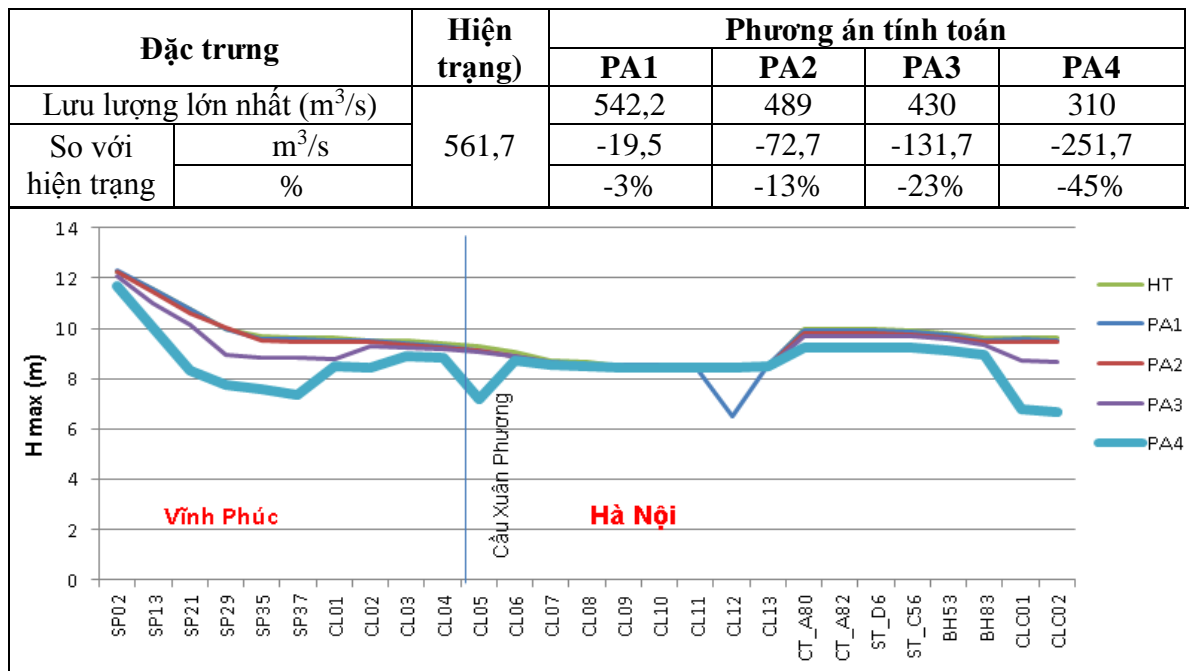
3.4.6. Nhận xét kết quả các phương án

Với mục tiêu tiêu thoát được 80% lượng nước úng ngập trên lưu vực 4 phương án tiêu úng được đề xuất, mỗi phương án được lựa chọn dựa trên các phép thử khác nhau, các phương án có liên quan chặt chẽ với nhau. Các biện pháp tiêu úng ngập và thoát lũ của phương án trước được áp dụng thành điều kiện ban đầu cho phương án sau, do đó hiệu quả tiêu thoát úng ngập phương án sau sẽ lớn hơn so với phương án trước. Cụ thể lượng nước úng ngập được tiêu thoát phương án 4 lớn hơn phương án 3, phương án 3 lớn hơn phương án 2, phương án 2 lớn hơn phương án 1 trên toàn bộ lưu vực và tại hầu hết các vùng tiêu thoát (Hình 3.37).

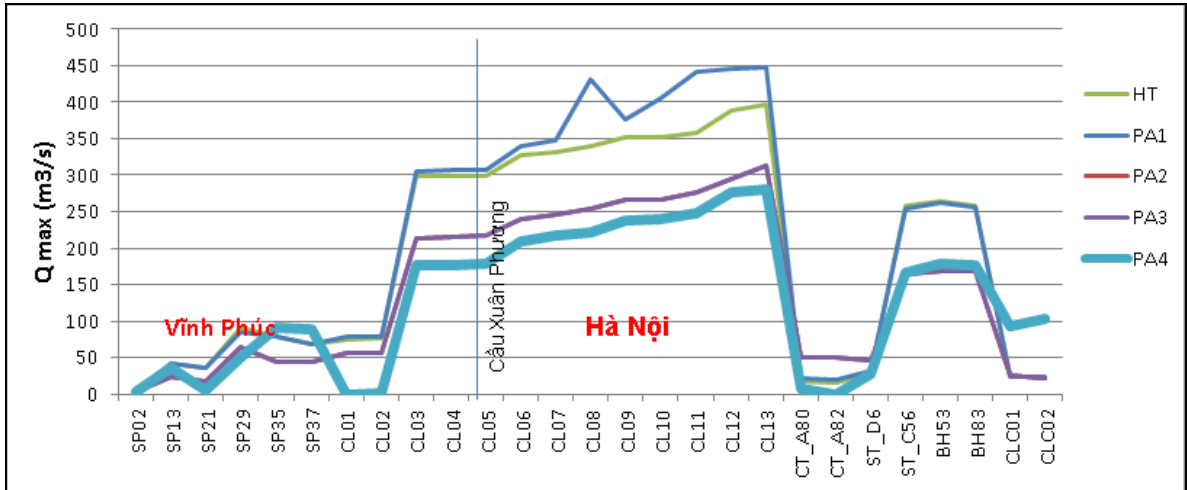
Xét về đặc trưng lưu lượng lớn nhất do bổ sung các biện pháp tiêu úng hợp lý, dòng chảy trong sông được lưu thông nên có xu thế giảm dần từ phương án hiện trạng đến phương án 4, cụ thể hiện trạng lưu lượng lớn nhất 561,7 m³/s trong phương án 4 là 310 m³/s (Bảng 3.19). Diễn biến lưu lượng tại một số vị trí cho thấy, phương án 4 lưu lượng giảm nhất so với các phương án còn lại (Hình 3.36).

Diễn biến mực nước và lưu lượng tại một số vị trí cho thấy, mực nước các phương án giảm nhẹ so với phương án hiện trạng, trong phương án 4 mực nước hạ thấp hơn so với các phương án còn lại (Hình 3.35).

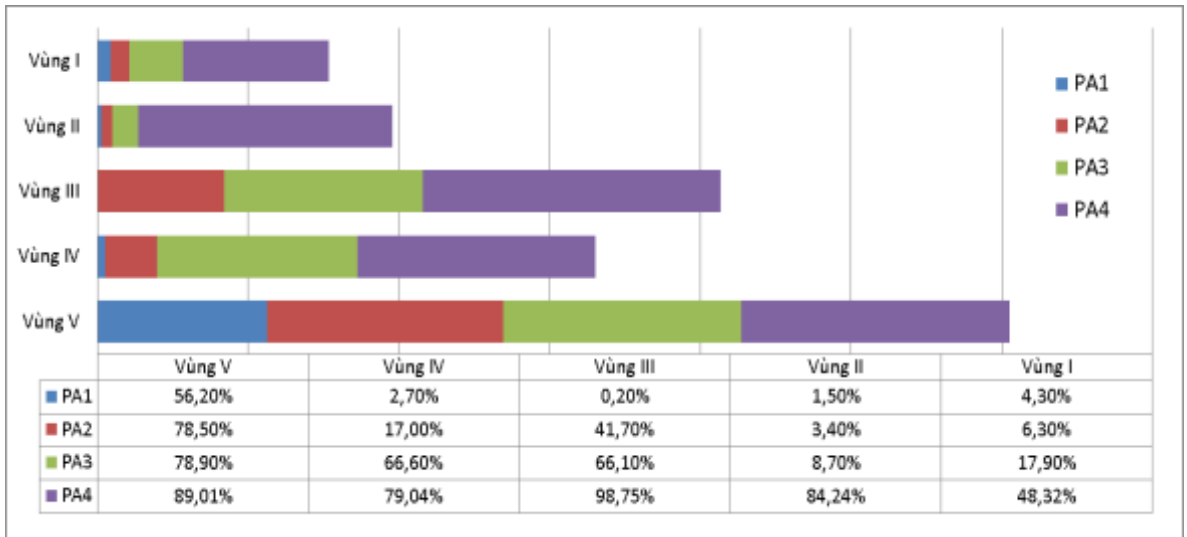
Bảng 3.19 So sánh kết quả tính các phương án tiêu thoát trên lưu vực



Hình 3.35 So sánh đường mực nước lớn nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Phan – Cà Lồ giữa hiện trạng và các phương án tính toán



Hình 3.36 So sánh giá trị lưu lượng lớn nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Phan – Cà Lò giữa hiện trạng và các phương án tính toán



Hình 3.37 Mức độ tiêu thoát được của mỗi phương án tiêu thoát so với phương án nền tại mỗi vùng so với hiện trạng

3.5. Kết luận chương 3

Dựa trên các nguyên tắc chung đề xuất giải pháp tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lò từ đó đặt mục tiêu cần tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lò khi gặp trận lũ năm 1978 ứng với tần suất thiết kế 10%, tổng lượng lũ cần tiêu thoát được tính toán là 115,9 triệu m³. Các chỉ tiêu và yêu cầu cụ thể: Mưa 3 ngày tiêu 5 ngày; chỉ tiêu tiêu thoát cần đạt trên 80 % so với tổng lượng lũ cần tiêu thoát.

Trên cơ sở các phương pháp phân vùng tiêu được áp dụng ở Đồng bằng Bắc Bộ, các điều kiện khi xác định ranh giới vùng tiêu về địa hình, thủy văn, kinh tế xã hội, công trình thủy lợi. Lưu vực sông nghiên cứu được phân thành 5 vùng tiêu thoát

nước. Luận án đã đề xuất 4 phương án tính toán với các phép thử khác nhau, được phân tích và đánh giá hiệu quả tiêu thoát ngập úng trên từng vùng tiêu, đồng thời trên toàn bộ lưu vực sông Phan - Cà Lò. Dựa trên kết quả tính toán về diễn biến mực nước, diện tích ngập, thời gian ngập, lượng nước tiêu thoát được của mỗi phương án kết hợp với yêu cầu tiêu thoát ngập úng trên lưu vực sông nghiên cứu. Trên cơ sở đó, lựa chọn và đề xuất giải pháp tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan - Cà Lò.

Phương án được lựa chọn là phương án 4 với kết quả tính toán tổng lượng nước tiêu thoát được đạt 83 %, đáp ứng được yêu cầu tiêu thoát trên 80% lượng ngập úng trên toàn bộ lưu vực sông Phan - Cà Lò. Các phương án tính toán đảm bảo cân bằng sinh thái, phù hợp với tình hình dân sinh kinh tế hiện tại cũng như định hướng phát triển dân sinh kinh tế trong tương lai trên lưu vực.

CHƯƠNG IV: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TIÊU ÚNG, THOÁT LŨ LƯU VỰC SÔNG PHAN – CÀ LỒ

4.1. Cơ sở và sơ đồ đề xuất giải pháp

4.1.1. Cơ sở đề xuất giải pháp

Theo báo cáo thống kê hàng năm của tỉnh Vĩnh Phúc trên lưu vực có 17 công trình tiêu nước với diện tích tiêu thiết kế cho hơn 97.011 ha. Nhưng thực tế chỉ đáp ứng được 62% diện tích cần tiêu ứng với lượng mưa trong 3 ngày là 250 mm và mực nước đỉnh lũ 1978 tương đương với mực nước thiết kế P=10%. Nếu xuất hiện mưa 3 ngày từ 250 - 300 mm trên diện rộng thì diện tích bị ngập úng có thể lên tới 35 - 40 nghìn ha.

Dựa theo kết quả tính toán trong chương 3, các khu vực còn úng ngập thường xuyên: Vùng đồng Yên Lạc – Vĩnh Tường, khu vực chân Tam Đảo – Bình Xuyên, khu vực xã Nguyệt Đức – đoạn Cà Lồ cắt, khu vực Thường Lệ - Tam Bảo thuộc huyện Mê Linh, khu vực Đông Nam thuộc huyện Sóc Sơn, khu vực ngòi tiêu Lương Phúc.

Dựa trên tình hình ngập úng trong trận lũ 1978 và kết quả tính toán lượng nước cần tiêu thoát cho các vùng tiêu. Đồng thời trên cơ sở quy hoạch sử dụng đất, xác định chỉ tiêu tiêu thoát cho các vùng tiêu và đối với các đối tượng tiêu (Bảng 4.1, Bảng 4.2).

Từ kết quả tính toán nêu trong chương 3 và Bảng 4.1, cho thấy, tổng diện tích cần tiêu thoát 97.011 ha, trong đó diện tích cần tiêu tại các vùng như sau:

- Vùng tiêu I: Tổng diện tích cần tiêu 18.660 ha, trong đó, tiêu tự chảy 3.994 ha, tiêu động lực 14.666 ha;
- Vùng tiêu II: Tổng diện tích cần tiêu 8.781 ha, trong đó, tiêu tự chảy 4.436 ha, tiêu động lực 4.345 ha;
- Vùng tiêu III: Tổng diện tích cần tiêu 24.274 ha, trong đó, tiêu tự chảy 24.274 ha;
- Vùng tiêu IV: Tổng diện tích cần tiêu 6.128 ha, trong đó, tiêu tự chảy 1.239 ha, tiêu động lực 4.889 ha;
- Vùng tiêu V: Tổng diện tích cần tiêu 39.168 ha, trong đó tiêu tự chảy 35.909 ha, tiêu động lực 3.259 ha.

Tổng lượng nước cần tiêu thoát toàn lưu vực 115,9 triệu m³, trong đó: Vùng tiêu I: 19,63 triệu m³; vùng tiêu II: 3,57 triệu m³; vùng tiêu III: 34,36 triệu m³; vùng tiêu IV: 21,74 triệu m³ và vùng tiêu V: 36,6 triệu m³.

Bảng 4.1 Chỉ tiêu tiêu thoát nước cho từng vùng (theo loại hình tiêu)

Yêu cầu tiêu thoát	Tổng (ha)	Vùng I	Vùng II	Vùng III	Vùng IV	Vùng V
		Nam sông Phan	Bắc sông Phan	Bắc Bình Xuyên	Sông Cà Lò Cụt	Hạ lưu sông Cà Lò
Diện tích tự nhiên	122.850	23.630	11.120	30.740	7.760	49.600
Diện tích cần tiêu	97.011	18.660	8.781	24.274	6.128	39.168
- Tiêu tự chảy	69.852	3.994	4.436	24.274	1.239	35.909
- Tiêu bằng bơm	27.159	14.666	4.345		4.889	3.259

(Nguồn:[29])

Bảng 4.2 Chỉ tiêu tiêu thoát nước cho từng vùng (theo đối tượng tiêu)

Yêu cầu tiêu thoát	Tổng (ha)	Vùng I	Vùng II	Vùng III	Vùng IV	Vùng V
		Nam sông Phan	Bắc sông Phan	Bắc Bình Xuyên	Sông Cà Lò, sông Cà Lò Cụt	Hạ lưu sông Cà Lò
Tổng diện tích cần tiêu	97.011	18.660	8.781	24.274	6.128	39.168
1. Tiêu nông nghiệp	65.967	12.689	5.971	16.507	4.167	26.634
- Tiêu tự chảy	44.858	1.290	2.594	16.507	367	24.101
- Tiêu bằng bơm	21.110	11.399	3.378	-	3.800	2.533
2. Tiêu Đô thị, công nghiệp	28.133	5.411	2.547	7.040	1.777	11.359
- Tiêu tự chảy	23.069	2.677	1.736	7.040	866	10.751
- Tiêu động lực	5.064	2.735	810	-	912	608
3. Tiêu khác (sản xuất, thủy sản, du lịch...)	2.910	560	263	728	184	1.175

(Nguồn : [29])

Dựa trên lượng nước cần tiêu của từng vùng tiêu, theo loại hình tiêu và theo đối tượng tiêu, yêu cầu cần tiêu thoát của các đối tượng tiêu đã được xác định kết hợp với nguyên nhân ngập úng và khả năng tiêu thoát thực tế, từ đó làm cơ sở phân tích lựa chọn và đề xuất giải pháp tiêu thoát cho lưu vực sông Phan – Cà Lò.

4.1.2. Lựa chọn giải pháp tiêu thoát

Giải pháp tiêu thoát trên lưu vực sông Phan – Cà Lò được lựa chọn bằng cách thử dần để đảm bảo khả thi về kinh tế - kỹ thuật và cân bằng sinh thái. Phương án 4 được lựa chọn tiêu thoát được $96,2.10^6 \text{ m}^3$, đạt 83 % so với yêu cầu tiêu. Trong đó:

- + Vùng tiêu I: Tiêu thoát được 16,7 triệu m^3 , đạt 85 % tổng lượng cần tiêu;
- + Vùng tiêu II: Tiêu thoát được 3,2 triệu m^3 , đạt 89 % tổng lượng cần tiêu;
- + Vùng tiêu III: Tiêu thoát được 33 triệu m^3 , đạt 96 % tổng lượng cần tiêu;
- + Vùng tiêu IV: Tiêu thoát được 17,8 triệu m^3 , đạt 82 % tổng lượng cần tiêu;
- + Vùng tiêu V: Tiêu thoát được 20,5 triệu m^3 , đạt 56 % tổng lượng cần tiêu.

Trong phương án 4: 17 % tổng lượng nước cần tiêu chưa được tiêu thoát, phù hợp với tình hình thực tế do khả năng tự điều tiết và nhu cầu sử dụng nước trong lưu vực như: Khu vực nuôi trồng thủy sản, khu vực có loại cây trồng có khả năng chịu ngập, những ngành sản xuất có thể chịu ngập lâu ngày....

Dựa trên cơ sở phương án 4 được lựa chọn, giải pháp tiêu thoát lũ trong lưu vực như sau (Hình 4.2):

- Cắt dòng đoạn hạ lưu dòng chính sông Cà Lồ thay bằng đoạn sông thẳng từ xã Xuân Thu qua đình Diên Lộc và từ đình Diên Lộc đến cầu Xuân Tảo;

- Nạo vét 48 km trên sông Phan, chiều rộng nạo vét theo đáy tự nhiên, chiều sâu nạo vét bình quân 0,7 m; sông Cà Lồ cắt 10 km, chiều sâu nạo vét bình quân 1,0 m; 26,7 km đoạn nối sông Cầu Tôn -Tranh - Ba Hanh, chiều sâu nạo vét bình quân 1 m;

- Toàn bộ lượng tiêu tự chảy được chuyển về sông Cầu;

- Tiêu động lực được thực hiện bởi 2 trạm bơm Ngũ Kiên và Nguyệt Đức với công suất 100 m³/s để tiêu nước ra sông Hồng, lòng dẫn chính sông Phan và sông Cà Lồ.

Giải pháp cụ thể đối với các vùng tiêu có thể được thực hiện như sau:

Vùng tiêu I: Tiêu tự chảy kết hợp tiêu động lực bằng việc xây mới trạm bơm tiêu nước ra sông Hồng tại xã Ngũ Kiên, huyện Vĩnh Tường.

Vùng tiêu II và vùng tiêu III: Tiêu thoát chủ yếu là tự chảy kết hợp với hệ thống công trình hiện có: Cổng điều tiết, đập tràn tự chảy.

Vùng tiêu IV: Tiêu tự chảy kết hợp tiêu động lực bằng việc xây mới trạm bơm tiêu nước cưỡng bức ra sông Hồng tại xã Nguyệt Đức, huyện Yên Lạc (đoạn cuối sông Cà Lồ cắt) đồng thời hỗ trợ tiêu úng cho các vùng tiêu II và III.

Vùng tiêu V: Tiêu thoát tự chảy kết hợp với hệ thống công trình hiện có như trạm bơm tiêu Mạnh Tân, trạm bơm 19/5.

4.1.3. Sơ đồ đề xuất giải pháp

Trên cơ sở phân tích nguyên nhân, các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng tiêu thoát kết hợp với hiện trạng ngập úng trên lưu vực (chương 2), các giải pháp được lựa chọn theo sơ đồ (Hình 4.1). Trận lũ được tính toán năm 1978 ứng với lượng mưa 3 ngày lớn nhất, và mực nước tại trạm Phúc Lộc Phương tương ứng với tần suất thiết kế $P=10\%$. Từ cơ sở đó, bài toán tiêu úng thoát lũ trên lưu vực được xác định như sau:

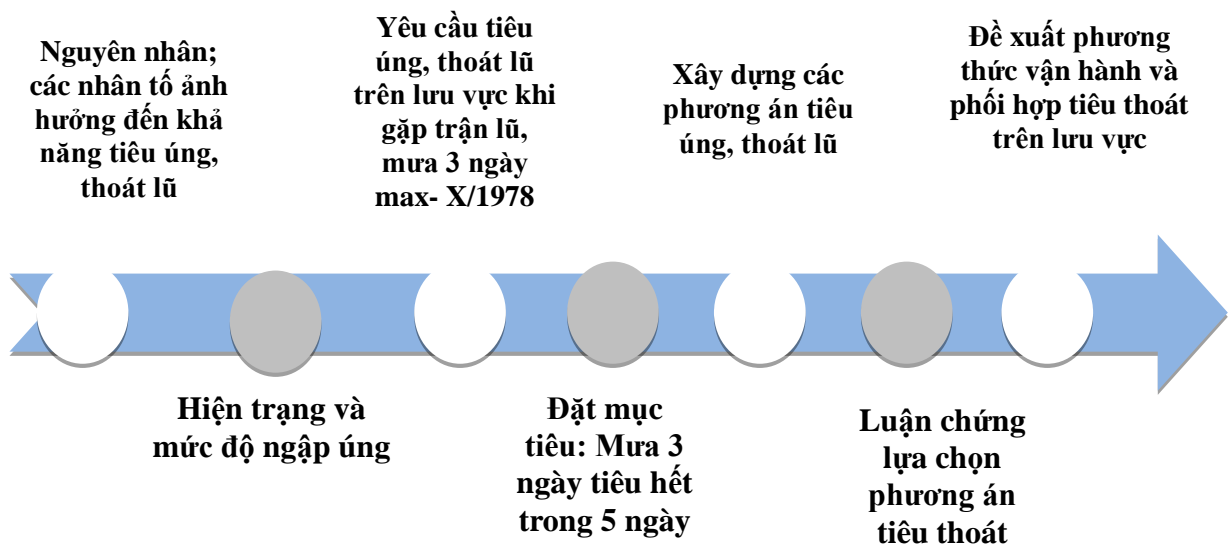
a. Mục tiêu cần giải quyết

(1) Mưa giờ nào được tiêu hết giờ đó đối với các vùng trọng điểm đô thị và công nghiệp tập trung hiện có và xét đến quy hoạch đến năm 2020, định hướng cho năm 2030 đối với tỉnh Vĩnh Phúc và năm 2050 đối với thành phố Hà Nội;

(2) Lượng mưa 3 ngày lớn nhất được tiêu hết trong 5 ngày đối với các vùng còn lại nhằm bảo đảm các chỉ tiêu kinh tế xã hội trên lưu vực và chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các công trình được nghiên cứu.

b. Bài toán cần giải quyết

Dựa vào 4 phương án tiêu thoát tính toán với các phép thử khác nhau, so sánh với phương án hiện trạng ($P=10\%$) từ đó lựa chọn phương án tiêu thoát phù hợp nhất. Phương thức vận hành và cơ chế phối hợp tiêu thoát trên lưu vực được sơ đồ theo các bước cụ thể trong Hình 4.1.



Hình 4.1 Sơ đồ đề xuất giải pháp tiêu úng thoát lũ sông Phan – Cà Lồ

4.2. Giải pháp tiêu thoát nước cho toàn bộ hệ thống và từng vùng

4.2.1. Giải pháp chung

Dựa trên điều kiện cụ thể của từng vùng tiêu, đặc điểm loại hình mưa tiêu thiết kế, tổng lượng nước đã tiêu thoát so với yêu cầu, quy mô hệ thống công trình, với tần suất mưa lũ $P=10\%$. Luận án đề xuất các giải pháp tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan- Cà Lồ:

Giải pháp phi công trình:

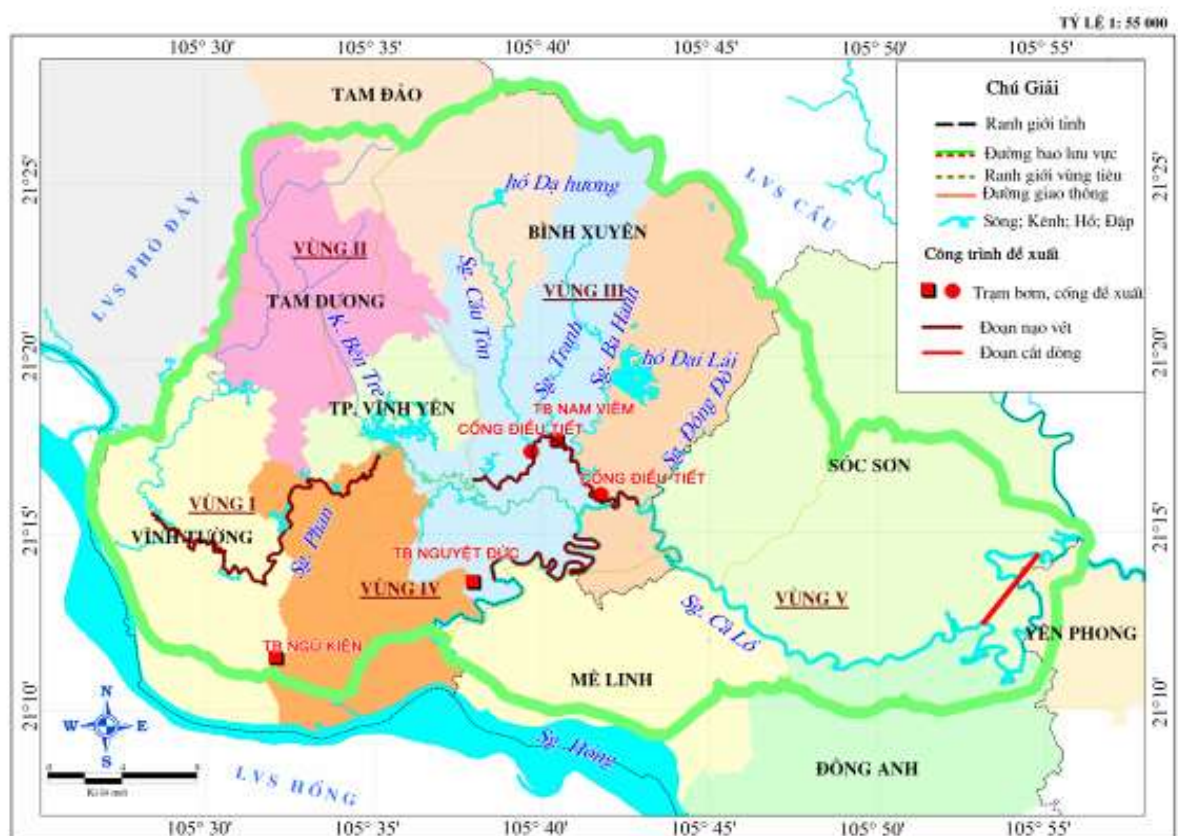
- 1) Xây dựng các điểm kiểm soát phục vụ công tác vận hành, giám sát hệ thống;
- 2) Đề xuất định hướng nghiên cứu bố trí cơ cấu sản xuất để thích nghi với điều kiện mưa lũ trong trường hợp các giải pháp công trình không đáp ứng được yêu cầu;

- 3) Nghiên cứu đề xuất quy hoạch lại các khu dân cư, cơ sở hạ tầng tại những nơi có nguy cơ xảy ra ngập úng;
- 4) Bảo vệ và phát triển rừng đầu nguồn;
- 5) Công tác chỉ đạo tiêu úng thoát lũ: Bộ máy điều hành, cơ chế phối hợp vận hành mạng lưới trạm quan trắc, trang thiết bị và hệ thống các công trình.
- 6) Tăng cường công tác cảnh báo, dự báo và ứng dụng các công nghệ hiện đại phục vụ vận hành tiêu thoát.

Giải pháp công trình:

- 1) Xây dựng, mở rộng hệ thống công trình tiêu (đập, cống điều tiết, bơm);
- 2) Hạ thấp mực nước các trục tiêu bằng cách nạo vét mở rộng sông hoặc kênh;
- 3) Giảm bớt diện tích tiêu tại mỗi vùng bằng cách xây dựng kênh cách ly hoặc xây dựng công trình tiêu (trạm bơm hoặc cống) đưa một phần diện tích ra ngoài vùng tiêu;
- 4) Chỉnh trị sông: Tại một số khu vực cụ thể có thể xem xét việc cắt dòng, gia cố các đoạn sông nhằm tăng cường khả năng tiêu thoát.

4.2.2. Giải pháp cho toàn bộ hệ thống



Hình 4.2 Sơ đồ tổng thể bố trí giải pháp công trình

1. Công trình đầu mối

Trên lưu vực có hai công trình đầu mối là trạm bơm Ngũ Kiên và trạm bơm Nguyệt Đức được thiết kế với lưu lượng $Q_B = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ bơm tiêu ra sông Hồng.

* Trạm bơm tiêu tại Nguyệt Đức thuộc huyện Yên Lạc, cống dưới đê Tả Hồng và kênh xả ngoài đê:

- Cống xả dưới đê có lưu lượng thiết kế là $Q_C = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ (BxH = 20x3m và chiều dài cống 30 m);

- Kênh xả ngoài đê có lưu lượng thiết kế là $Q_K = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, dài 3,0 km, mặt cắt hình thang $B_d = 26 \text{ m}$, $h_k = 3,5 \text{ m}$ và mái kênh là 1,5.

*Trạm bơm tiêu tại Ngũ Kiên thuộc huyện Vĩnh Tường, cống dưới đê Tả Hồng kênh dẫn và kênh xả ngoài đê:

- Cống xả dưới đê có lưu lượng thiết kế là $Q_C = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ (BxH = 20x3m và chiều dài cống 30 m);

- Kênh xả ngoài đê có lưu lượng thiết kế là $Q_K = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, kênh xả dài 3,0 km, kênh mặt cắt hình thang có $B_d = 26 \text{ m}$, $h_k = 3,5 \text{ m}$ và mái kênh là 1,5.

Kênh dẫn trước trạm bơm có lưu lượng thiết kế là $Q_K = 30 \text{ m}^3/\text{s}$, kênh dài 5,0 km, kênh mặt cắt hình thang có $B_d = 15 \text{ m}$, $h_k = 2 \text{ m}$ và mái kênh là 1,5 m.

2. Cống điều tiết

- Cống hạ lưu ngã ba sông Cầu Tôn, tại xã Tam Hợp, huyện Bình Xuyên có lưu lượng thiết kế là $Q_C = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ và quy mô cống B x H = 30 x 4 m.

- Cống hạ lưu ngã ba sông Cà Lồ tại xã Tiền Châu, huyện Mê Linh có lưu lượng thiết kế là $Q_C = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ và quy mô cống B x H = 40 x 4 m.

Giải pháp công trình tăng khả năng thoát nước của lòng dẫn như cống xả dưới đê sông Cà Lồ có $Q_C = 20,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Cải tạo nạo vét lòng dẫn

- Sông Phan: Nạo vét 48,0 km, đoạn sông từ (SP08) đến (SP35) với độ sâu trung bình 0,70 m, chiều rộng đáy nạo vét theo mặt cắt tự nhiên.

- Sông Cà Lồ cắt: Đoạn sông nạo vét dài 10km từ (CLC11) đến (CLC02) với độ sâu nạo vét là 1,0m và chiều rộng đáy được nạo vét theo mặt cắt tự nhiên.

- Đoạn nối sông Cầu Tôn - sông Tranh - Ba Hanh - Cà Lồ: Nạo vét 28,3 km, đoạn từ (D0) đến (CL03) với độ sâu cần nạo vét là 1 m và chiều rộng đáy được nạo vét theo đáy tự nhiên mở rộng đến $B_d = 30 \text{ m}$.

4.2.3. Các biện pháp công trình cụ thể cho từng vùng tiêu thoát

Vùng I: Phía Tây là đê tả sông Phó Đáy, phía Nam là đê tả sông Hồng và phía Đông là kênh Bến Tre đến Đầm Vạc với diện tích 23.630 ha. Lòng dẫn thoát nước của vùng là sông Phan, đoạn từ cống điều tiết Thụy Yên đến sau Đầm Vạc. Ngoài ra, vùng I có 5 trạm bơm tiêu động lực ra sông Phan là trạm bơm Cao Đại ($5 \times 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$); trạm bơm Kim Xá ($2 \times 2.500 \text{ m}^3/\text{h}$); trạm bơm Hoàn Loan ($4 \times 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$) và trạm bơm Lũng Hạ I, II ($4 \times 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$).

Các biện pháp công trình được đề xuất đối với vùng I:

- Xây dựng trạm bơm tiêu Ngũ Kiên với lưu lượng khoảng $100 \text{ m}^3/\text{s}$ tiêu trực tiếp ra sông Hồng;

- Nạo vét 48 km trên sông Phan, đoạn từ Kim Xá đến Đầm Vạc. Độ sâu trung bình nạo vét là 0,7 m, chiều rộng đáy nạo vét theo mặt cắt tự nhiên;

- Nâng cấp cống điều tiết Lạc Ý chủ động điều tiết nước giữa lưu vực tiêu sông Phan và kênh Bến Tre;

- Cải tạo các đầm: Đầm Nhị Hoàng, đầm Rung, đầm Thanh Láng – Tiên Phong, đầm Sỏ, đầm Quất Lưu và đầm Sơn Lô để trữ nước và điều tiết nước tiêu;

Vùng II: Phía Tây là đê tả sông Phó Đáy, kênh Bến Tre, phía Đông là đường phân lưu vực sông Cầu Tôn và phía Nam là phân lưu sông Cà Lồ tính đến ngã ba sông Cầu Tôn - sông Tranh với diện tích là 11.120 ha. Lòng dẫn thoát nước là kênh Bến Tre qua Đầm Vạc vào sông Phan.

Giải pháp tiêu cho vùng II: Cải tạo tràn Đầm Vạc với cao trình +7.00 m dài 21 m, nạo vét Đầm Vạc nhằm tăng cường khả năng điều tiết nước.

Vùng III: Là phần lưu vực các sông nhánh ở sườn dãy núi Tam Đảo của sông Cà Lồ gồm lưu vực sông Cầu Tôn, sông Ba Hanh và sông Đồng Đò với diện tích là 30.740 ha. Tại khu vực này, tiêu tự chảy là chủ yếu bởi các trục sông lớn, riêng khu vực phía Nam của vùng thuộc thị xã Phúc Yên hiện được tiêu thoát bởi các trạm bơm tiêu Đại Phùng 1, Đại Phùng 2, Tiên Châu và một phần tiêu về trạm bơm Tam Bảo - Mê Linh: Trạm bơm Đại Phùng ($7 \times 18.000 \text{ m}^3/\text{h}$); trạm bơm Đầm Long ($16 \times 25.000 \text{ m}^3/\text{h}$). Trong vùng đã xây dựng cống điều tiết Cầu Tôn tại vị trí nhập lưu với sông Cà Lồ.

Vùng IV: Lòng dẫn chính sông Cà Lồ cắt với diện tích 7,76 ha. Các biện pháp công trình: Nạo vét sông Cà Lồ cắt với chiều dài 10 km và xây dựng trạm bơm Nguyệt Đức với $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vùng V: Vùng V có diện tích vùng tiêu 49,6 ha là lòng dẫn dòng chính sông Cà

Lồ ở hạ lưu. Biện pháp tiêu thoát: Tiêu tự chảy ra sông Cầu với biện pháp công trình cắt dòng chính sông Cà Lò ở hạ lưu thay bằng đoạn sông thẳng từ xã Xuân Thu qua đình Diên Lộc và từ đình Diên Lộc đến xã Xuân Tảo.

Các biện pháp phi công trình và công trình xem Bảng 4.3 và Bảng 4.4.

Bảng 4.3 Tổng hợp các giải pháp công trình đề xuất

Vùng tiêu	Giải pháp công trình
Vùng I	Sông Phan: Nạo vét 48 km từ (SP8) đến (SP35) chiều rộng nạo vét theo đáy tự nhiên, chiều sâu nạo vét bình quân 0,7m.
	- Trạm bơm tại Ngũ Kiên, Vĩnh Tường công suất bơm $Q_B = 100 \text{ m}^3/\text{s}$.
	- Cổng xả dưới đê lưu lượng cổng $Q_c = 100 \text{ m}^3/\text{s}$. Quy mô cổng B x H = 20 x 3 m, chiều dài cổng 30 m.
	- Kênh xả sau trạm bơm Ngũ Kiên $Q_K = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, kênh xả dài 3,0 km, kênh mặt cắt hình thang Bđ = 26 m, $h_k = 3,5 \text{ m}$, mái kênh 1,5.
	- Kênh dẫn trước trạm bơm Ngũ Kiên lưu lượng kênh $Q_K = 30 \text{ m}^3/\text{s}$. Kênh dài 5,0 km, mặt cắt kênh hình thang Bđ = 15 m, $h_k = 2 \text{ m}$, mái kênh 1,5 m.
Vùng II,III	Đoạn nối sông Cầu Tôn -Tranh - Ba Hanh: Cải tạo 28 km từ (D0) đến (B83) chiều rộng đáy đạt bình quân 30 m.
	- Trạm bơm tiêu hỗ trợ cho vùng tiêu III tại Nam Viêm.
	- Lưu lượng thiết kế trạm bơm $Q_B = 20 \text{ m}^3/\text{s}$.
	- Cổng xả dưới đê sông Cà Lò $Q_c = 20 \text{ m}^3/\text{s}$, quy mô cổng B x H = 6 x 2,5 m, chiều dài cổng 20 m.
	- Cổng điều tiết dưới ngã ba sông Cầu Tôn- Tranh lưu lượng cổng $Q_c=50 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Cổng điều tiết sông Phan tại Bình Dương -Vĩnh Tường, $Q_c = 60 \text{ m}^3/\text{s}$.	
Vùng IV	Sông Cà Lò cụt: Nạo vét 10 km, chiều sâu nạo vét bình quân 1,0m.
	- Cổng điều tiết dưới ngã ba sông Cà Lò -Cà Lò cụt lưu lượng cổng $Q_c= 60 \text{ m}^3/\text{s}$.
	- Trạm bơm tại Nguyệt Đức, Yên Lạc công suất bơm $Q_b = 100 \text{ m}^3/\text{s}$.
	- Cổng xả dưới đê, lưu lượng cổng $Q_c = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, quy mô cổng B x H = 20 x 3 m, chiều dài cổng 30 m.
	- Kênh xả sau trạm bơm Nguyệt Đức, $Q_K = 100 \text{ m}^3/\text{s}$. Kênh xả dài 3,0 km, kênh mặt cắt hình thang Bđ = 26 m, $h_k = 3,5 \text{ m}$, mái kênh 1,5.
Vùng V	Cắt dòng đoạn hạ lưu sông Cà Lò thuộc hai huyện Đông Anh và Sóc Sơn, Hà Nội, từ xã Xuân Thu huyện Đông Anh đến xã Xuân Tảo huyện Sóc Sơn.

Bảng 4.4 Tổng hợp quy mô công trình thiết kế

TT	Công trình	Quy mô công trình		Vị trí
		Q (m ³ /s)	Loại CT – Quy mô	
A	<u>Đầu mối</u>			
1	TB. Nguyệt Đức	100	Bơm tiêu	H. Yên Lạc
2	Cống dưới đê	100	B x H = 20 x 3m; L = 30	Tả Hồng
3	Kênh xả	100	B _d = 26m, h _k : 3,5m; m = 1,5; L = 3km	Bãi Yên Lạc
4	TB Ngũ Kiên	100	Bơm tiêu	H. Vĩnh Tường
5	Cống dưới đê	100	B x H = 20 x 3m, L = 30m	Tả Hồng
6	Kênh xả	100	B _d = 26m, h _k : 3,5m; m = 1,5; L = 3km	Bãi Vĩnh Tường
7	Kênh dẫn	30	B _d = 26m, h _k : 2m; m = 1,5; L = 5km	Trước TB Ngũ Kiên
8	TB Nam Viêm	20	Bơm tiêu	H. Mê Linh
9	Cống dưới đê	20	B x H = 6 x 2,5m, L = 20m	Sông Cà Lò
B	<u>Cống điều tiết</u>			
1	Sông Cầu Tôn	50	B x H = 30 x 4m	Tam Hợp, Bình Xuyên
2	Sông Cà Lò	60	B x H = 30 x 4m	Tiên Châu, Mê Linh
C	<u>Nao vét sông</u>			
1	Sông Phan	48 km	h _{bq} = 0,7m, B tự nhiên	SP 08 – SP 35
2	Cà Lò cụt	10 km	h _{bq} = 1,0m, B tự nhiên	CLC 02 – CLC11
3	Cầu Tôn -Tranh - Ba Hanh	28 km	h _{bq} = 1,0m, B _{bq} = 30m	D0 – CL03

4.2.4. Các giải pháp phi công trình

1) Trồng rừng phòng hộ đầu nguồn

Nhà nước đã ban hành các cơ chế chính sách chung để áp dụng trong việc trồng và bảo vệ rừng, vì vậy đối lưu vực sông Phan - Cà Lò trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn là một trong những giải pháp quan trọng lâu dài trong công tác phòng, chống lũ cho hạ du.

2) Trồng tre chắn sóng và trồng cỏ mái đê

Công tác trồng tre chắn sóng và trồng cỏ trên các mái đê làm giảm đáng kể các hiện tượng sạt lở bờ sông và mái đê trong công tác phòng chống lũ.

3) Quy hoạch sử dụng đất

Hiện tại, trên lưu vực đã có các quy hoạch sử dụng đất và rừng liên quan trong

phạm vi quản lý thuộc địa phương mình. Tuy nhiên, để bảo đảm việc tiêu thoát nước trên lưu vực một cách khả thi, hiệu quả và không phá vỡ cấu trúc hạ tầng tiêu thoát được đề xuất trong nghiên cứu, các địa phương cần đề xuất quy hoạch lại việc sử dụng phù hợp với thực tiễn và yêu cầu tiêu thoát trên lưu vực trong tương lai.

4) Công tác thông tin tuyên truyền

Trong công tác phòng chống lũ hạ du thì công tác thông tin tuyên truyền đóng vai trò quan trọng trong việc làm giảm bớt tổn thất về người và của. Vì vậy, việc tiến hành các đợt diễn tập, phổ biến kiến thức về phòng chống lụt bão để mọi cấp mọi ngành và toàn thể nhân dân là rất cần thiết, từ đó nâng cao nhận thức cho người dân trong công tác xây dựng và bảo vệ công trình phòng chống lũ. Công tác thông tin tuyên truyền như sau cụ thể như sau:

- Đầu tư, nâng cấp sửa chữa, cải tạo cơ sở vật chất, tăng cường trang thiết bị kỹ thuật phục vụ công tác thông tin tuyên truyền;

- Thường xuyên thông báo về dự báo thời tiết khi có mưa lũ xảy ra trên các phương tiện thông tin đại chúng để nhân dân kịp thời phòng tránh.

- Thường xuyên thông báo các mực nước lũ dự báo để nhân dân, cơ quan phòng chống lụt bão và chính quyền trong vùng lũ tìm biện pháp phòng tránh hoặc sơ tán khi cần thiết.

- Trước khi phân lũ vào vùng chập lũ, phải thông báo nhanh kịp thời để dân có đủ thời gian di chuyển giảm thiểu thiệt hại do lũ gây ra.

5) Công tác dự báo, cảnh báo lũ, tổ chức quản lý và hộ đê

- Quan trắc khí tượng thủy văn: Tổ chức mạng lưới quan trắc khí tượng, thủy văn phục vụ việc điều hành phòng chống lũ.

- Nâng cao chất lượng dự báo: Công tác dự báo là nhằm giúp cho các cấp lãnh đạo, các cấp chính quyền địa phương, Ban chỉ huy phòng chống lụt bão các cấp biết trước được tình hình lũ lụt, thiên tai cũng như mức độ của nó để có biện pháp phòng chống.

- Xây dựng bản đồ ngập lụt, cảnh báo ngập lụt ứng với các cấp lượng mưa hay mực nước tại các vị trí then chốt (điểm kiểm soát).

- Để chuẩn bị đối phó trước mùa mưa, lũ cần tăng cường tuyên truyền cho người dân, kiểm tra các khu vực trọng điểm, triển khai các kế hoạch phòng chống xuống các cơ sở xã, phường, đơn vị sản xuất, cụm dân cư.

- Tại các địa bàn có đê xung yếu: Thành lập đội xung kích sẵn sàng huy động khi

cần thiết. Ở những nơi trọng điểm thường trực 24/24 giờ để theo dõi trong mùa lũ.

6) Công tác tổ chức cứu nạn cứu hộ

Mạng lưới cứu hộ cứu nạn phải được tổ chức chặt chẽ từ trung ương đến địa phương. Thực hiện nghiêm túc phương châm “4 tại chỗ”: Chỉ huy tại chỗ, lực lượng tại chỗ, vật tư - phương tiện và kinh phí tại chỗ; hậu cần tại chỗ; và “3 sẵn sàng”: Chủ động phòng tránh, đối phó kịp thời, khắc phục khẩn trương và có hiệu quả”.

Hiện nay đã có Ủy ban Quốc gia Tìm kiếm Cứu nạn, có sự tham gia của quân đội và tổ chức chặt chẽ từ Trung ương đến địa phương.

7) Công tác triển khai của chính quyền địa phương 2 tỉnh Vĩnh Phúc và Hà Nội

Củng cố Ban chỉ huy Phòng chống lụt bão - tìm kiếm cứu nạn, phân công trách nhiệm cho các thành viên, sẵn sàng thực hiện nhiệm vụ khi có tình huống xảy ra.

Tổ chức và huấn luyện thường xuyên đội xung kích ứng cứu, tổ y tế cơ động cùng nhân dân nêu cao tinh thần tương trợ giúp đỡ nhau cứu hộ kịp thời.

Nâng cao nhận thức trách nhiệm, chủ động phòng, tránh và khắc phục hậu quả khi có thiên tai xảy ra.

4.3. Đề xuất nguyên tắc vận hành hệ thống

Dựa trên các giải pháp tiêu thoát lũ tổng thể và từng vùng trên lưu vực (mục 4.1). Khi áp dụng vào thực tiễn, cần vận hành hệ thống tiêu thoát nước như thế nào để đáp ứng được yêu cầu tiêu thoát 83% trên toàn lưu vực sông, khi nào bắt đầu bơm? Vùng nào cần tiêu thoát trước? khi nào dừng bơm?.. Như vậy cần có cơ chế phối hợp giữa các vùng tiêu và hệ thống tiêu thoát.

4.3.1. Khung kế hoạch tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Kế hoạch tiêu úng, thoát lũ trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ được thực hiện trình tự theo các bước cụ thể như sau:

1. Đánh giá tình trạng mưa úng xảy ra hàng năm, bao gồm phạm vi và mức độ ảnh hưởng, tổn thất do ngập úng gây ra, nguyên nhân úng và yêu cầu tiêu úng.

2. Phân vùng tiêu thoát nước, đánh giá điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội trong từng vùng.

3. Điều tra đánh giá hiện trạng các công trình tiêu và hệ thống công trình tiêu thoát hiện có, bao gồm biện pháp tiêu (tự chảy, động lực), diện tích lưu vực tiêu, mức bảo đảm, hệ số tiêu, năng lực tiêu thoát thiết kế và thực tế của từng công trình hiện có.

4. Lựa chọn tiêu chuẩn tiêu úng thoát lũ và mức tiêu úng thoát lũ cho từng vùng.

5. Tính toán và đề xuất các giải pháp tiêu thoát nước, bao gồm:

- a) Biện pháp tiêu: Biện pháp tiêu tự chảy, tiêu động lực với mức đảm bảo tiêu, mô hình mưa tiêu thiết kế, hệ số tiêu thoát, mực nước tiêu thiết kế;
- b) Đề xuất các công trình tiêu và hệ thống công trình tiêu: Phạm vi tiêu thoát, nhiệm vụ, quy mô công trình, tổng lưu lượng tiêu, hướng tiêu, nhu cầu điện năng...

4.3.2. Đề xuất các điểm kiểm soát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ

Mục đích, ý nghĩa:

Luận án đề xuất các điểm kiểm soát mực nước, lưu lượng với mục đích theo dõi diễn biến lũ, khi mực nước lũ vượt qua giới hạn cho phép sẽ thực hiện biện pháp tiêu thoát kịp thời và vận hành phối hợp đồng bộ trên toàn bộ hệ thống tiêu úng thoát lũ theo yêu cầu đặt ra, đảm bảo phát triển dân sinh kinh tế mà không làm ảnh hưởng đến môi trường sinh thái trên toàn bộ lưu vực.

Các điểm kiểm soát đề xuất được bố trí phân phối hợp lý tại các điểm nút của 5 vùng tiêu thoát trên toàn bộ lưu vực nhằm phục vụ quản lý, điều phối và giám sát việc vận hành tiêu thoát nước trên lưu vực, bảo đảm việc vận hành tiêu thoát được thực hiện tuân thủ theo quy trình được đề xuất. Đồng thời các điểm kiểm soát được sử dụng làm cơ sở cho việc kiểm tra, giám sát trong quá trình vận hành tiêu úng thoát lũ một khi gặp trận mưa lũ thiết kế 10% xảy ra trên lưu vực.

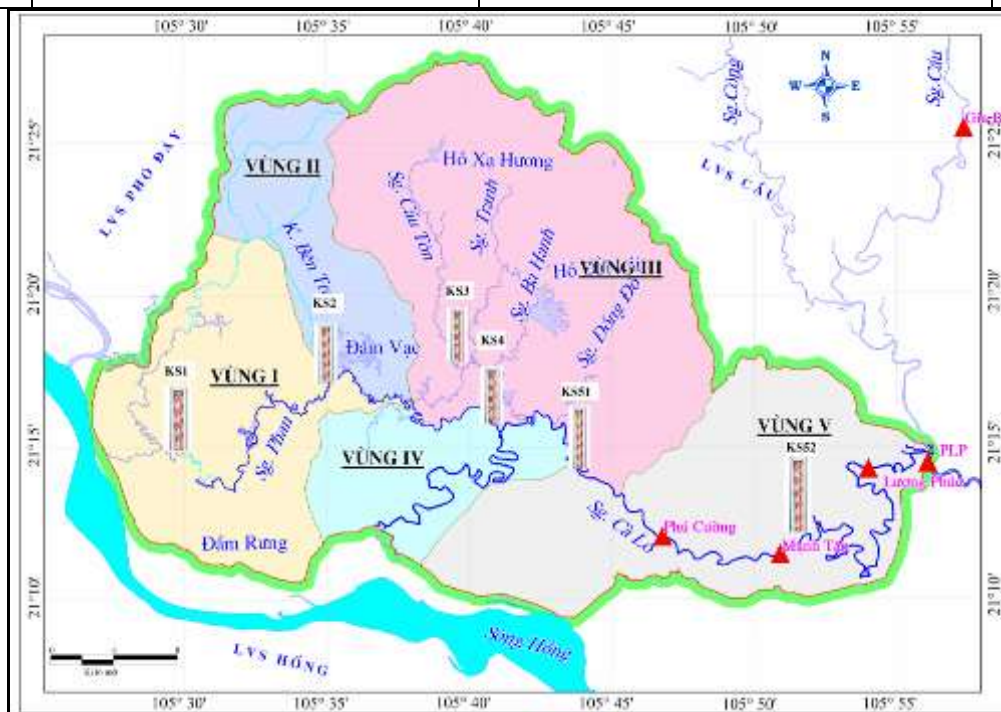
Nguyên tắc lựa chọn các điểm kiểm soát:

- Vị trí điểm kiểm soát phải mang tính đặc trưng và phải có tính đặc thù, đại diện tiêu biểu cho mỗi vùng tiêu thoát;
- Phải quan trắc, theo dõi và giám sát được lưu lượng và mực nước một cách thường xuyên và liên tục trên mỗi vùng tiêu và toàn lưu vực;
- Vị trí điểm kiểm soát phải thuận tiện, dễ tiếp cận trong quá trình xây dựng, vận hành, giám sát và điều hành tác nghiệp việc vận hành tiêu thoát lũ;
- Điểm kiểm soát phải được gắn trong sơ đồ thủy lực của bài toán thủy văn thủy lực trong quá trình hiệu chỉnh, kiểm định và mô phỏng;
- Điểm kiểm soát phải được đặt ở những vị trí có tính chất ổn định, lâu dài được giám sát và có hành lang bảo vệ công trình điểm kiểm soát.

Trên cơ sở mục đích, nguyên tắc lựa chọn điểm kiểm soát, việc lựa chọn các điểm kiểm soát trên lưu vực tương ứng với mỗi vùng tiêu được thống kê trong Bảng 4.5 và vị trí các điểm kiểm soát trên lưu vực sông được xác định trong hình Hình 4.3 .

Bảng 4.5 Các điểm kiểm soát và theo dõi trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ

Vùng	Vị trí/ địa điểm	Mục tiêu/Nhiệm vụ	Ký hiệu
1	Cổng Vũ Di, xã Tề Lỗ, huyện Yên Lạc, tỉnh Vĩnh Phúc	Điểm kiểm soát H vùng I, giám sát $H_{lũ}$ về vùng thượng sông Phan	KS1
2	Cổng Lạc Ý, phường Hội Hợp, thành phố Vĩnh Yên	Điểm kiểm soát H vùng II, giám sát $H_{lũ}$ về toàn bộ vùng sông Phan trước nhập nhập lưu vào sông Cà Lồ tại Đàm Vạc	KS2
3	Cầu Tranh (cũ), xã Tam Hợp, huyện Bình Xuyên, tỉnh Vĩnh Phúc	Điểm kiểm soát H vùng III, giám sát $H_{lũ}$ về vùng các sông Cầu Tôn, sông Tranh	KS3
4	Cổng Thịnh Kỳ, xã Tiên Châu, huyện Mê Linh, tỉnh Vĩnh Phúc	Điểm kiểm soát H vùng IV, giám sát $H_{lũ}$ trên sông Cà Lồ Cụt	KS4
5	Cầu Xuân Phương, xã Nam Viêm, huyện Mê Linh, Hà Nội	Điểm kiểm soát H vùng V, giám sát $H_{lũ}$ trên sông Cà Lồ tại vị trí ranh giới hành chính Vĩnh Phúc và Hà Nội (lũ trên dòng chính sông Cà Lồ từ Vĩnh Phúc về Hà Nội)	KS51
	Cầu Gia Tân, xã Phú Minh, H. Sóc Sơn, Hà Nội	Điểm kiểm soát H vùng 5, giám sát $H_{lũ}$ dòng chính sông Cà Lồ về khu vực hạ lưu	KS52



Hình 4.3 Vị trí các điểm kiểm soát trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Dựa trên các điểm kiểm soát được lựa chọn có thể nhận định lại hiệu quả tiêu

thoát ngập ứng giữa các phương án trong chương 3, đồng thời đánh giá mức độ tiêu thoát của mỗi phương án trên mỗi vùng ứng với trận lũ thiết kế 10% (X/1978) (Bảng 4.6, Bảng 4.7).

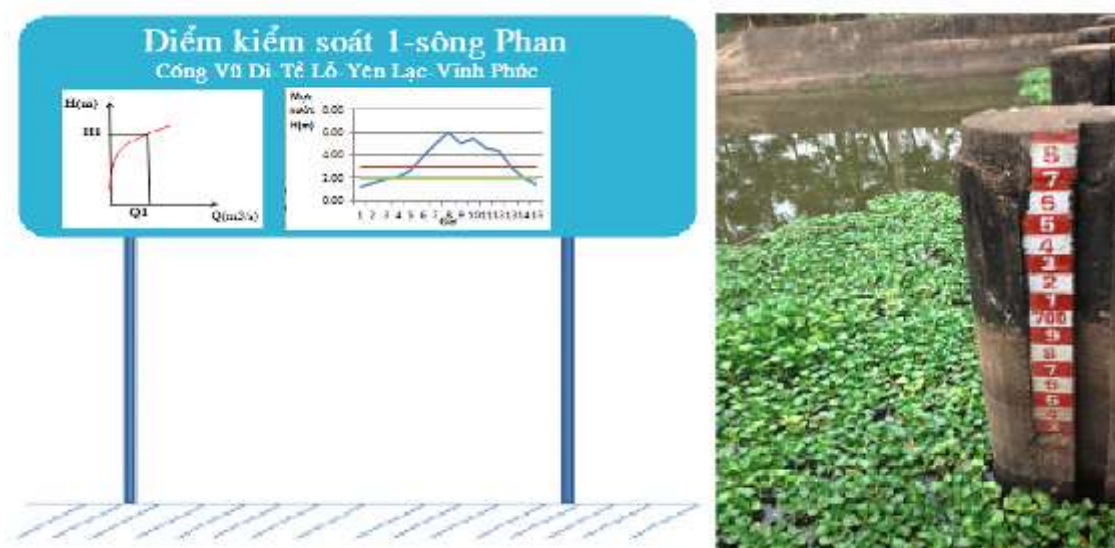
Bảng 4.6 Lưu lượng lớn nhất (Q_{max}) tại các điểm kiểm soát

Phương án	Điểm kiểm soát					
	KS1	KS2	KS51	KS52	KS4	KS3
Hiện trạng(10%)	35.74	91.83	298.63	327.73	75.56	258.47
PA1	35.85	85.73	307.34	338.99	78.4	254.75
PA2	31.81	76.12	285.78	309.21	69.67	244.83
PA3	46.23	84.79	235.52	275.68	0.1	227.36
PA4	4.5	51.06	178.17	209.79	0.1	167.34

Bảng 4.7 So sánh mức tăng giảm lưu lượng lớn nhất giữa các phương án tính với phương án hiện trạng $P = 10\%$ tại vị trí các điểm kiểm soát

Phương án	Điểm kiểm soát					
	KS1	KS2	KS51	KS52	KS4	KS3
PA1/HT	↑ 0.11	↓ -6.1	↑ 8.71	↑ 11.26	↑ 2.83	↓ -3.72
PA2/HT	↓ -3.93	↓ -15.71	↓ -12.85	↓ -18.52	↓ -5.9	↓ -13.63
PA3/HT	↑ 10.49	↓ -7.05	↓ -63.1	↓ -52.05	↓ -75.46	↓ -31.1
PA4/HT	↓ -31.24	↓ -40.78	↓ -120.46	↓ -117.94	↓ -75.46	↓ -91.12

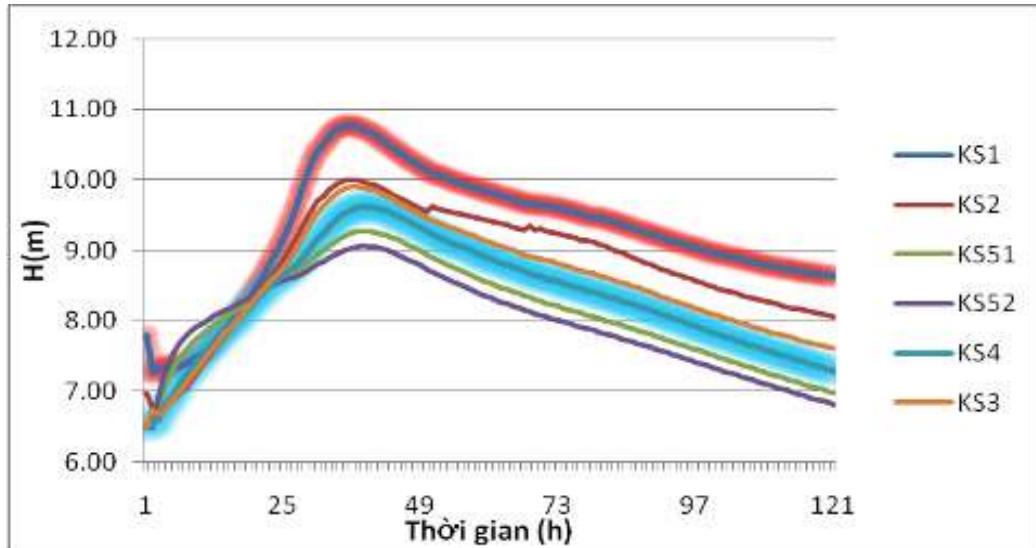
Hình thức và thông tin thông báo tại mỗi điểm kiểm soát: Tại mỗi điểm kiểm soát có gắn cột thước đo mực nước, thông tin về các đặc trưng thông số kỹ thuật, mực nước giới hạn, khoảng không chế vận hành và điểm giới hạn cảnh báo (Hình 4.4).



Hình 4.4 Hình thức và thông tin thông báo tại mỗi điểm kiểm soát

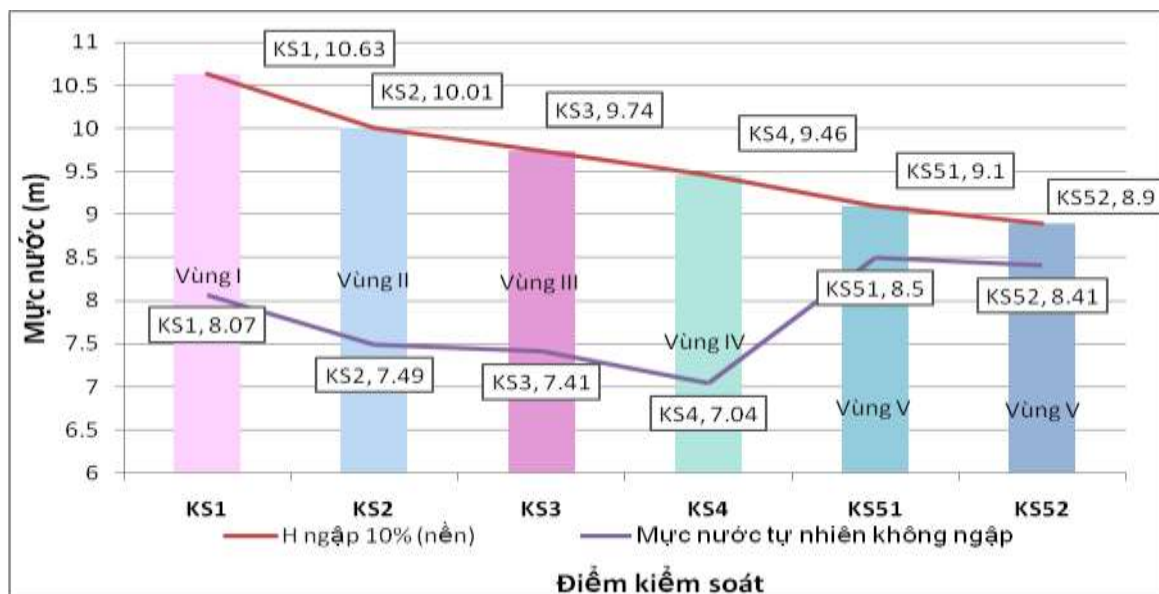
Cơ chế hoạt động của các điểm kiểm soát:

Trong cùng một thời điểm, người quan sát có thể theo dõi mực nước lũ giữa các điểm kiểm soát, vùng nào mực nước lũ lên cao có nguy cơ xảy ra ngập úng sẽ có các biện pháp tiêu thoát úng ngập tương ứng. Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát KS51 (cầu Xuân Phương), KS52 (cầu Gia Tân) giá trị $H_{\max} > 9\text{m}$; tại Vũ Di $H_{\max} \approx 11\text{m}$ hoàn toàn phù hợp với phân tích và tính toán trong chương 3.



Hình 4.5 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát trong trận lũ 1978

Giá trị mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát được sử dụng làm giới hạn trên biểu đồ vận hành và theo dõi mực nước lũ tại các điểm kiểm soát (Hình 4.5). Dựa vào các phép thử khác nhau trong mô hình từ đó xác định được mực nước tự nhiên không ngập. Mực nước tự nhiên không ngập là mực nước khi mực nước trong sông vượt qua mực nước này thì dòng chảy bắt đầu tràn bờ.

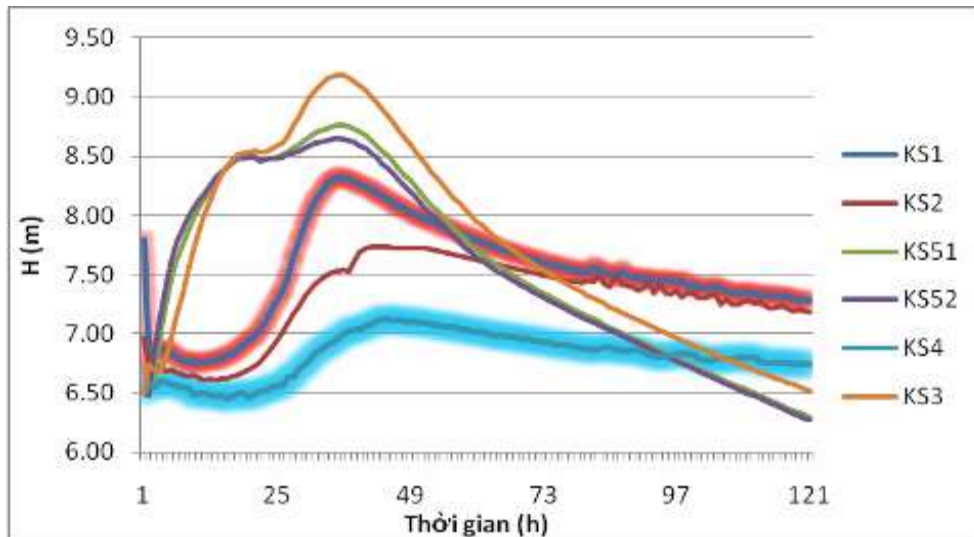


Hình 4.6 Biểu đồ theo dõi diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát trong trận lũ 1978

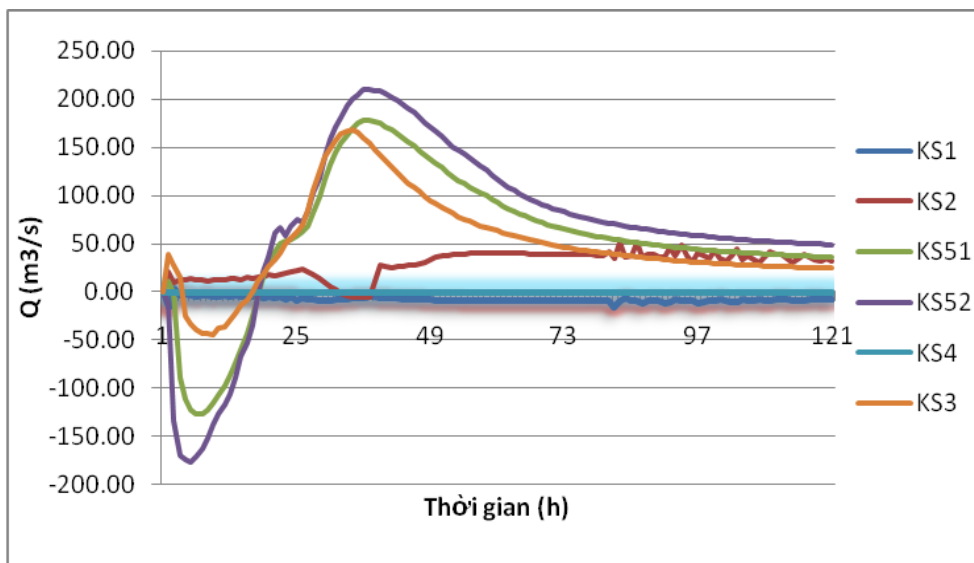
Dựa vào giá trị mực nước tự nhiên không ngập, mực nước ngập xây dựng biểu đồ theo dõi diễn biến mực nước tại 6 điểm kiểm soát trận lũ 1978 (Hình 4.6), đây là cơ sở để đưa ra quy trình vận hành tiêu thoát phù hợp khi mực nước trong sông lên.

Xác định mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát phương án 4

Từ kết quả tính toán trong chương 3, phương án 4 được lựa chọn tiêu thoát nước cho toàn bộ lưu vực. Diễn biến mực nước và lưu lượng tại các điểm kiểm soát được thể hiện trong Hình 4.7. Giá trị mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát được thống kê lại trong Bảng 4.8 và thể hiện trong Hình 4.9. Đây là mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát trong phương án 4, đồng thời là giá trị quan trọng trong bài toán vận hành tiêu thoát nước trên hệ thống tiêu thoát lưu vực sông Phan - Cà Lồ.



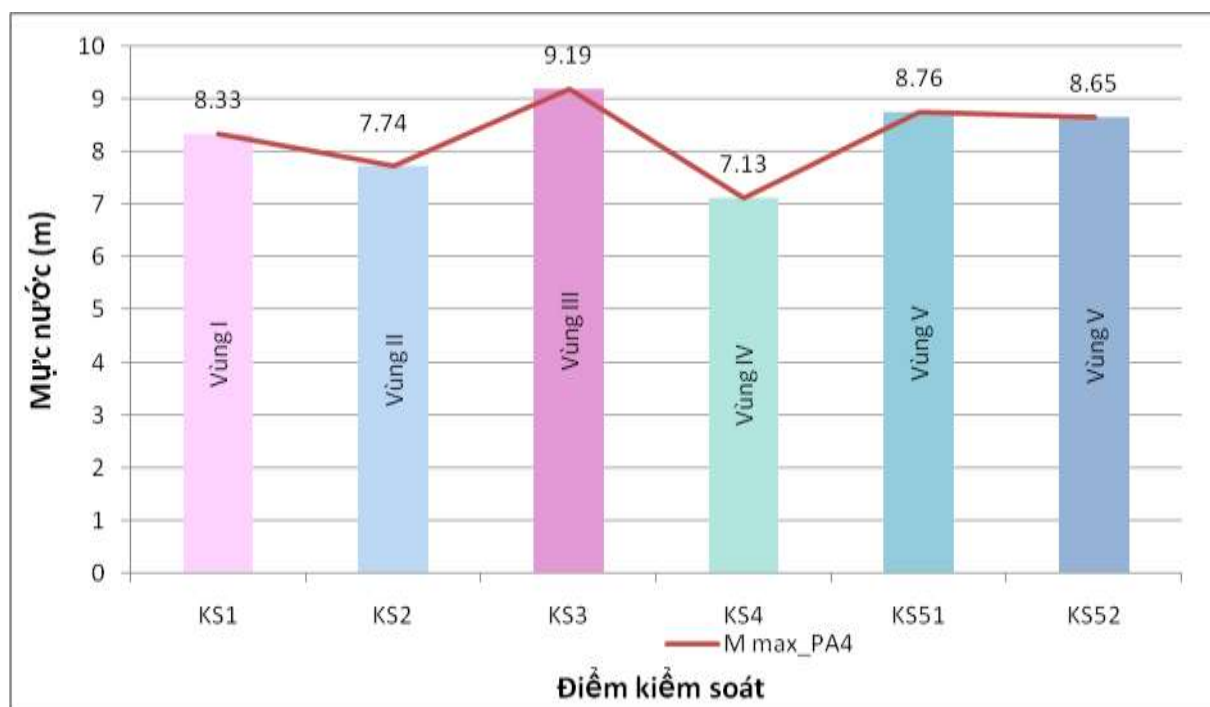
Hình 4.7 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát – Phương án 4



Hình 4.8 Diễn biến lưu lượng tại các điểm kiểm soát – Phương án 4

Bảng 4.8 Thống kê mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát – Phương án 4

Vùng tiêu	S.Phan:	S.Phan:	S.Tranh:	S.Cà Lò	S.Cà Lò:	S.Cà Lò:
	38981	53715	8627	1: 0	0	9620
	KS1	KS2	KS3	KS4	KS51	KS52
Vùng I	8,33					
Vùng II		7,74				
Vùng III			9,19			
Vùng IV				7,13		
Vùng V					8,76	8,65



Hình 4.9 Biểu đồ mực nước lớn nhất tại các điểm kiểm soát – Phương án 4

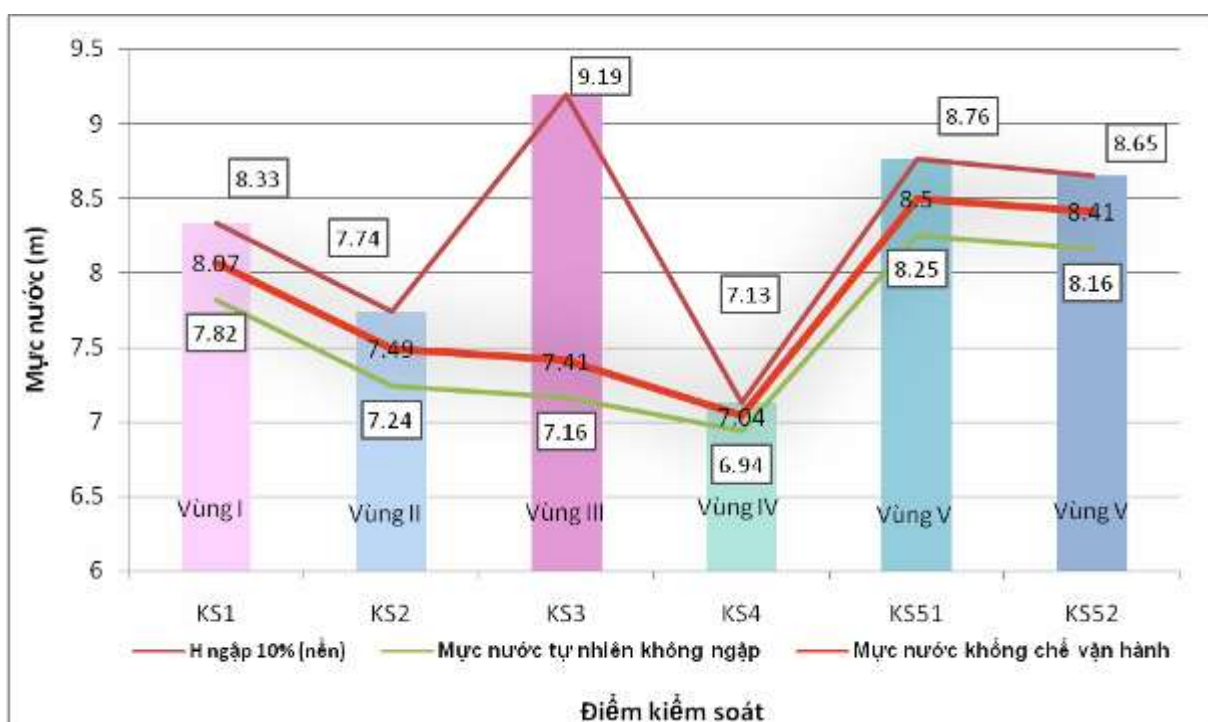
Biểu đồ vận hành tiêu thoát nước trên lưu vực sông Phan – Cà Lò

Từ phương án phương án tiêu thoát úng ngập trên lưu vực sông Phan – Cà Lò được lựa chọn. Dựa vào kết quả tính toán mô hình với các phép thử khác nhau để xác định mực nước tự nhiên không ngập và mực nước khống chế vận hành trên các điểm kiểm soát. Mực nước khống chế vận hành là mực nước khi nước lũ trên các điểm kiểm soát đạt đến giá trị khống chế thì bắt đầu vận hành hệ thống tiêu thoát.

Như vậy, đối với mỗi điểm kiểm soát có 3 giá trị quan trọng: Mực nước tự nhiên không ngập, mực nước lũ lớn nhất, mực nước khống chế vận hành ứng với trận

lũ 1978. Tại thời điểm mực nước vượt qua mực nước tự nhiên không ngập tại các điểm kiểm soát, khi đó bắt đầu sử dụng biện pháp tiêu thoát nước.

Dựa vào giá trị mực nước tự nhiên không ngập, mực nước ngập, mực nước khống chế điểm khống chế tại 6 điểm kiểm soát đại diện cho 5 vùng tiêu thoát, xây dựng biểu đồ vận hành tiêu thoát ngập ứng trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ. Dựa vào biểu đồ vận hành xác định được phạm vi của mực nước lũ trong phương án 4 tại mỗi điểm kiểm soát lũ và trên toàn bộ hệ thống sông Phan – Cà Lồ. Đây là cơ sở quan trọng để từ đó đề xuất cơ chế vận hành hệ thống tiêu thoát nước trên lưu vực sông.



Hình 4.10 Biểu đồ chỉ tiêu vận hành tiêu thoát nước trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Theo dõi được diễn biến mực nước lũ trong phương án 4 tại 6 điểm kiểm soát (Hình 4.10), từ mực nước tự nhiên không ngập xác định được thời gian nước tràn bờ và chuẩn bị vận hành hệ thống tiêu thoát nước.

4.4. Đề xuất cơ chế phối hợp vận hành hệ thống tiêu thoát

Trong luận án, toàn bộ lưu vực gồm 5 vùng tiêu thoát có liên quan chặt chẽ với nhau, trong đó một số vùng lượng nước ra của vùng này là lượng nước vào của vùng tiêu khác. Vì vậy, cần một cơ chế phối hợp để vận hành bài toán tiêu thoát nước trên lưu vực, cụ thể là giải quyết các vấn đề:

- Tiêu thoát ở đâu?
- Tiêu thoát như thế nào?

- Tiêu thoát vào lúc nào?

Bài toán vận hành tiêu thoát có thể được đưa dưới dạng các véc tơ như sau:

Gọi $X(t)$: Véc tơ các thông tin vào, $X(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_{n1}(t))$;

$X(t)$: Dòng chảy đến các vùng tiêu thoát (bao gồm lưu lượng, mực nước tại các điểm kiểm soát);

$U(t)$: Véc tơ điều khiển, $U(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_{n2}(t))$;

$U(t)$: Trạm bơm, công suất bơm (tổng lượng cần bơm tiêu);

$Y(t)$: Véc tơ các thông tin ra, $Y(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_{n3}(t))$;

$Y(t)$: Lưu lượng bơm tiêu thoát;

$Z(t)$: Véc tơ biến trạng thái, $Z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_{n4}(t))$;

$Z(t)$: Mực nước tại từng vị trí kiểm soát ở thời điểm tính toán;

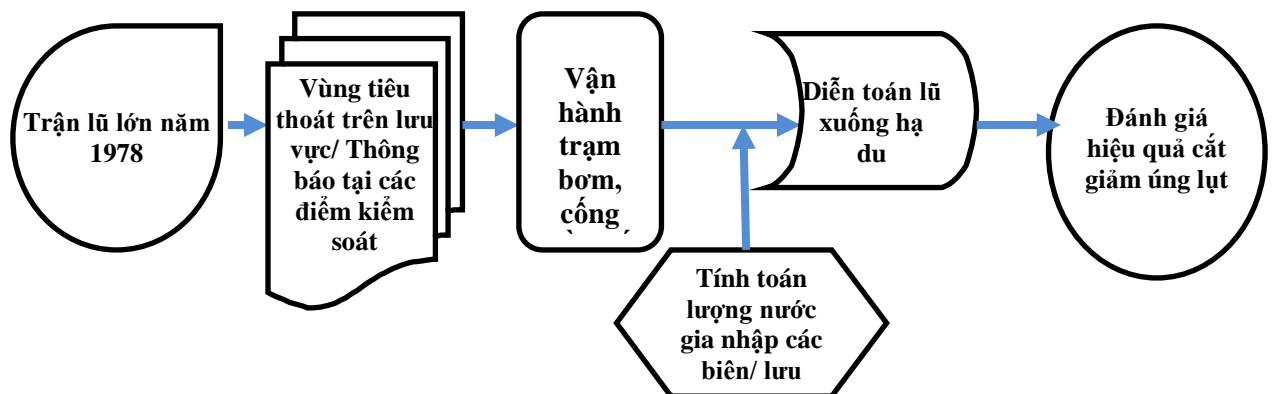
A : Véc tơ thông số cấu trúc của hệ thống, $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$;

Mô hình mô phỏng hệ thống có dạng:

$$Y(t) = H(X(t), U(t), Z(t), A)$$

Như vậy cần phải tìm véc tơ $U(t)$ để thỏa mãn được mục tiêu khắc phục và phòng chống ngập úng trên lưu vực một cách tổng thể toàn diện xét trên cả quan điểm hiệu ích kinh tế và bảo đảm kỹ thuật khả năng vận hành hệ thống. Trong trường hợp mưa lũ có thể tiếp tục tăng lên và cường suất lớn Q_t , cần điều khiển $U(t)$ (lưu lượng, tổng lượng cần bơm Q_t) của các trạm bơm sao cho ảnh hưởng của ngập úng (mực nước lớn nhất Z_{max}) tại các điểm kiểm soát là nhỏ nhất hoặc chấp nhận đưa hệ thống về ở mức có thể chịu đựng được theo từng khu vực xác định mà vẫn bảo đảm hiệu ích kinh tế, kỹ thuật.

Sơ đồ tổng quát của bài toán được trình bày trong Hình 4.11



Hình 4.11 Sơ đồ khối vận hành tiêu thoát ứng ngập

Quy trình vận hành hệ thống tiêu thoát được khái quát theo 4 giai đoạn chính:

1. Thời điểm cảnh báo;

2. Thời điểm bắt đầu tiến hành bơm và đóng mở các công điều tiết;
3. Giới hạn bơm tại các vị trí bảo đảm kinh tế kỹ thuật;
4. Vận hành phối hợp đồng bộ toàn hệ thống tiêu thoát.

4.4.1. Thời điểm cảnh báo

Thời gian cảnh báo trước khi bắt đầu vận hành bơm tiêu được xác định khi quan sát thấy mực nước tại các điểm kiểm soát bắt đầu vượt qua vạch mốc “điểm khống chế” vận hành với dao động +10 cm/h.

4.4.2. Thời điểm bắt đầu tiến hành bơm (vận hành hệ thống công trình)

Được thực hiện trước khi ngập úng xảy ra: Dòng chảy đến các vùng tiêu tăng nhanh; Mực nước tại các điểm kiểm soát đến giới hạn mức khống chế cần tiêu thoát.

Các nội dung vận hành hệ thống tiêu thoát úng ngập: Xác định thời điểm khi nào bắt đầu tiến hành bơm, bơm ở đâu, thứ tự trạm bơm nào cần tiến hành bơm và bơm như thế nào. Chọn thời điểm bơm tiêu động lực làm sao không quá muộn và cũng không quá sớm để phát huy hiệu quả kinh tế và kỹ thuật.

Dựa trên cơ sở quan sát mực nước lũ trong biểu đồ vận hành tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lò, đồng thời theo dõi diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát Hình 4.13 đến Hình 4.18 từ đó Luận án đề xuất cơ chế vận hành hệ thống công trình trên lưu vực sông Phan Cà – Lò.

Nguyên tắc chung khi bắt đầu tiến hành bơm:

Chuẩn bị mở máy bơm Ngũ Kiên khi lưu lượng đến các vùng tiêu, mực nước tại các điểm kiểm soát qua vạch “mức khống chế”, quan sát điểm kiểm soát 1,2,3 tiếp tục lên vượt qua mức khống chế thì bắt đầu vận hành trạm bơm Ngũ Kiên. Ở đây lấy mực nước báo động III tại điểm kiểm soát lũ 1,2,3 để kiểm soát việc bơm xả nước.

+ Trạm bơm Ngũ Kiên bơm với mực tiêu hạ thấp mực nước về dao động quanh mực nước khống chế các điểm kiểm soát 1,2,3 lần lượt là +7,82 m, +7,24m, +7,16m.

+ Trạm bơm Nguyệt Đức bơm kết hợp việc đóng mở các công điều tiết trên các vùng tiêu II và III với mực tiêu hạ thấp mực nước về dao động quanh mực nước khống chế các điểm kiểm soát 4 là +6,94 m.

Xác định các chỉ tiêu vận hành hệ thống công trình:

Các chỉ tiêu vận hành hệ thống công trình được xác định theo trận lũ 1978, dựa trên diễn biến mực nước - lưu lượng trên hệ thống sông tại 6 điểm kiểm soát, từ đó dò tìm biểu đồ bơm và vận hành công trình điều tiết hợp lý. Sơ đồ vận hành hệ thống tiêu

thoát úng ngập Hình 4.12 .

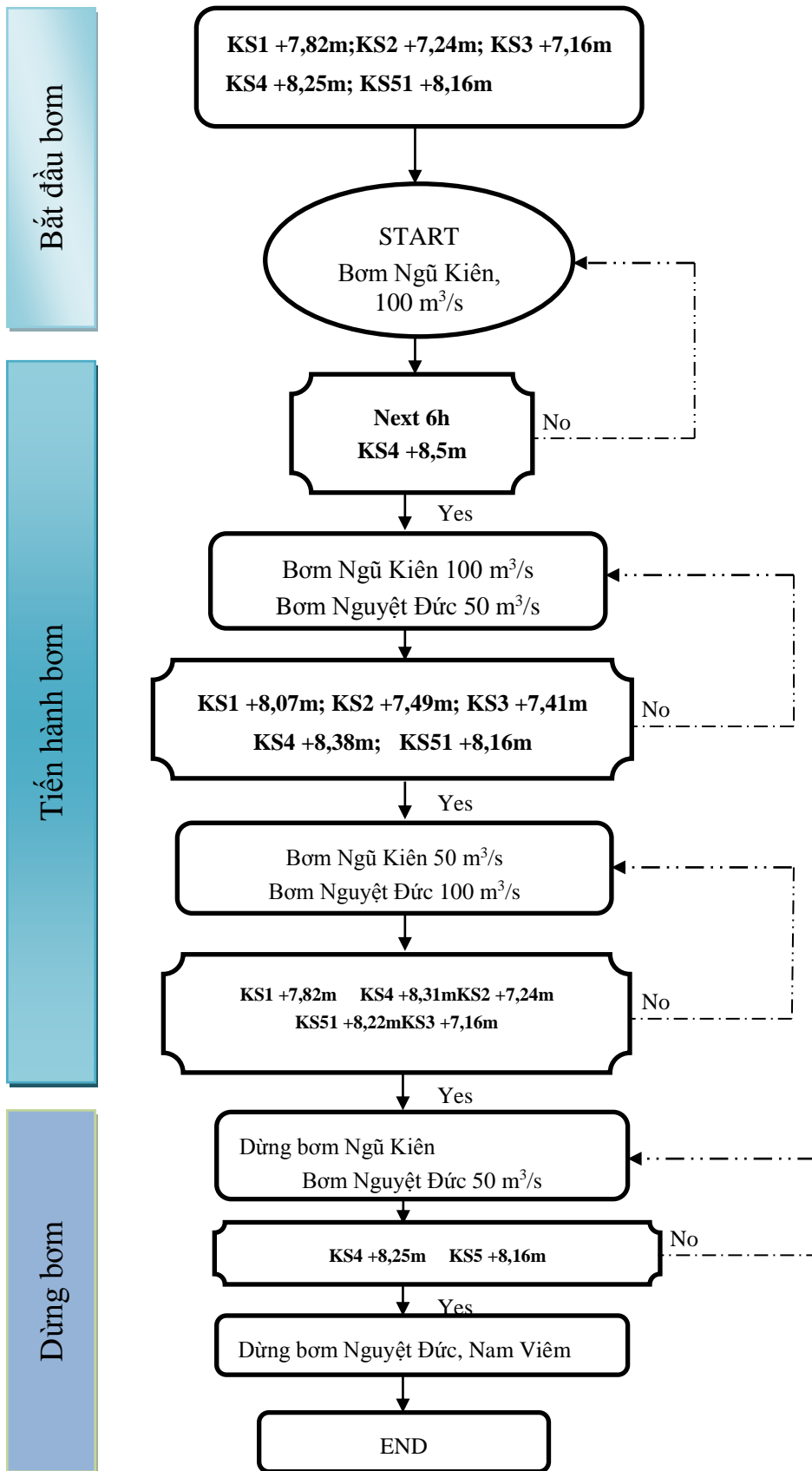
Khi mực nước khống chế các điểm kiểm soát 1,2,3 có dấu hiệu tăng lên trong khi mực nước khống chế các điểm kiểm soát 4,5 đang ở dao động $\pm 25\text{cm}$ trong 2 giờ với các mức lần lượt +8,25m, +8,16m, tiến hành bơm hết số tổ máy trạm Ngũ Kiên với công suất max $100\text{ m}^3/\text{s}$ và chuẩn bị mở máy trạm bơm Nguyệt Đức.

Trong 6 giờ tiếp theo khi mực nước các điểm kiểm soát 4,5 vượt qua các mức +8,25m, +8,16m và có dấu hiệu tiếp tục vượt qua các mức +8,5m và +8,41m khi đó bắt đầu tiến hành bơm tại Nguyệt Đức với 5 tổ máy công suất $100\text{ m}^3/\text{s}$.

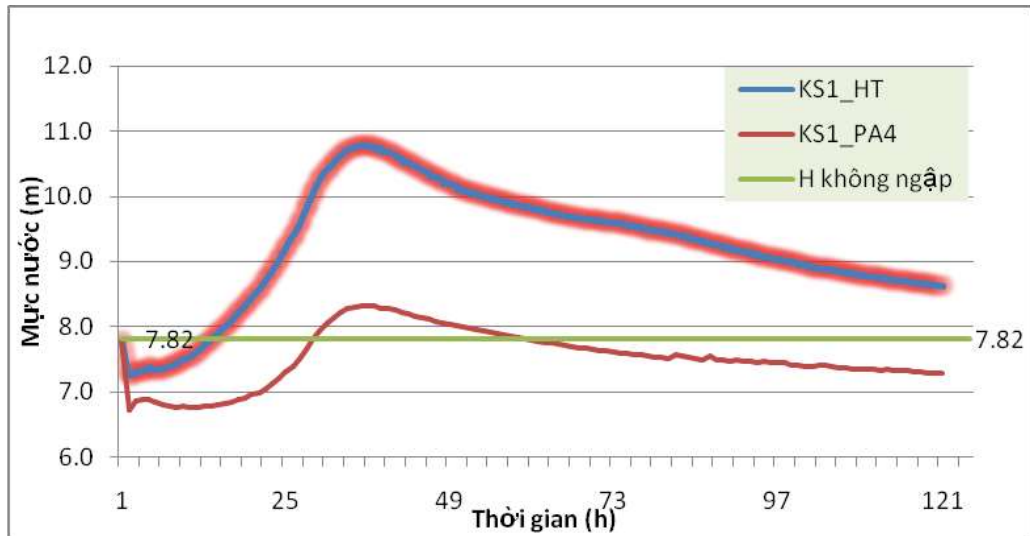
Khi các điểm kiểm soát 4,5 đưa về dưới các mức +8,38m và +8,16m điểm kiểm soát 1,2,3 về dưới các mức +8,07m, +7,49m, +7,41m thì trạm bơm Ngũ Kiên hạ công suất bơm về $50\text{ m}^3/\text{s}$, trạm Nguyệt Đức bơm $100\text{ m}^3/\text{s}$.

Trạm Ngũ Kiên sẽ dừng bơm khi mực nước tại các điểm kiểm soát 1,2,3 lần lượt là +7,82m, +7,24m, +7,16m.

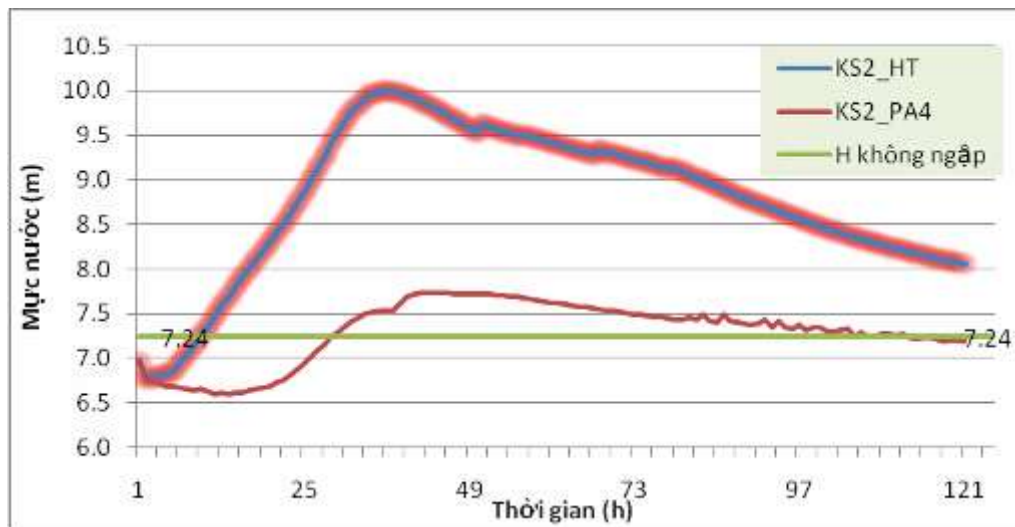
Trạm Nguyệt Đức giảm công suất bơm $50\text{ m}^3/\text{s}$ khi mực nước tại các điểm kiểm soát 1,2,3 lần lượt là +7,82m, +7,24m, +7,16m; các điểm kiểm soát 4,5 dao động quanh các mức +8,31m, +8,22m và dừng bơm khi các điểm kiểm soát 4,5 về dưới các mức +8,25m, +8,16m.



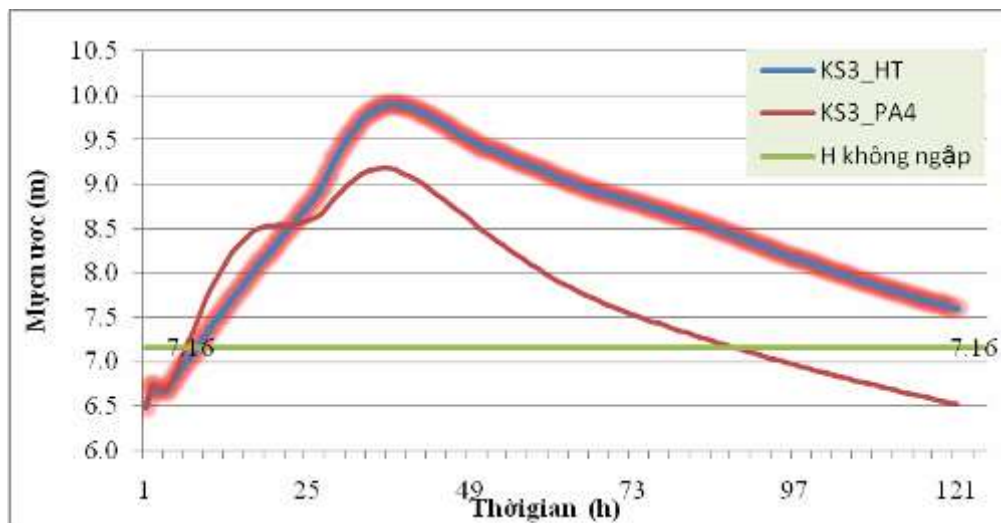
Hình 4.12 Sơ đồ vận hành tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lồ



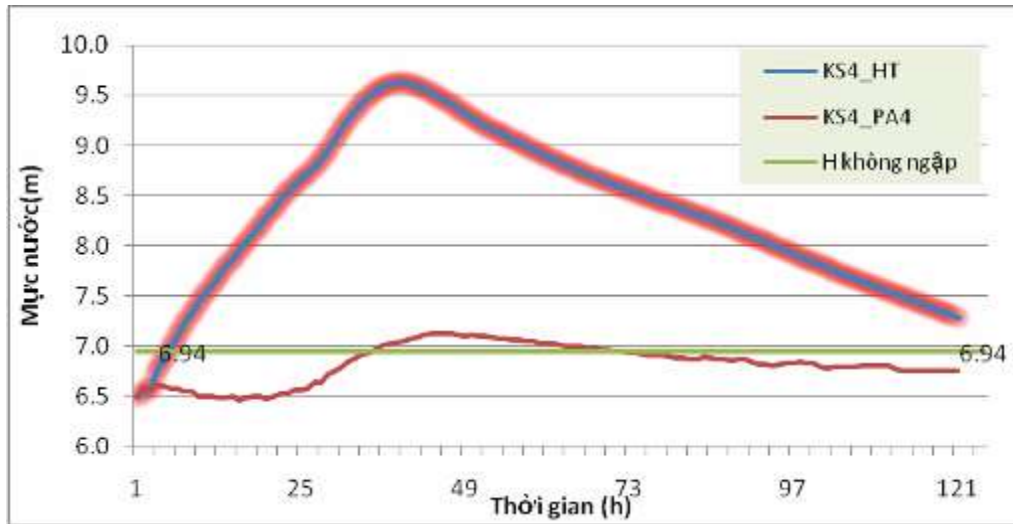
Hình 4.13 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 1



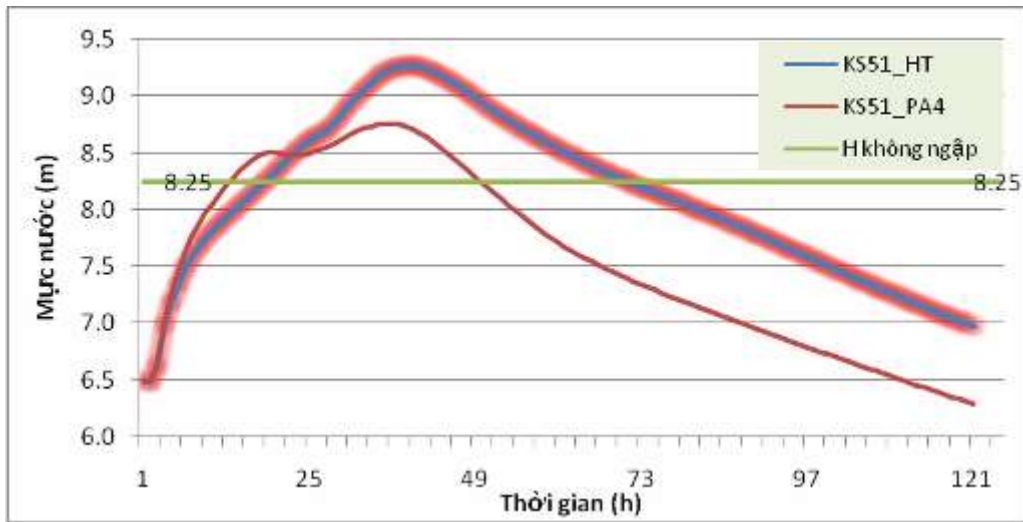
Hình 4.14 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 2



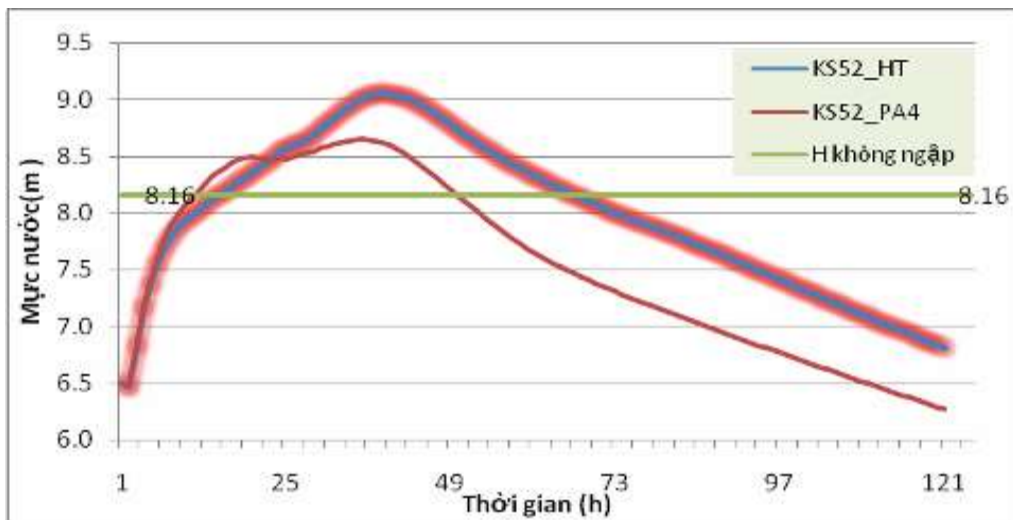
Hình 4.15 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 3



Hình 4.16 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 4



Hình 4.17 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 51



Hình 4.18 Diễn biến mực nước tại các điểm kiểm soát 52

4.4.3. Giới hạn bơm tại các vị trí bảo đảm kinh tế kỹ thuật

Chỉ tiêu: Thời gian bơm tiêu 3 ngày lớn nhất không quá 18 tiếng/trạm bơm, không quá 8 tiếng/ trạm khi bơm đủ công suất tối đa, bảo đảm tính kinh tế và kỹ thuật và phù hợp với tình hình thực tiễn điều hành quản lý trên lưu vực.

4.4.4. Cơ chế phối hợp đồng bộ toàn hệ thống tiêu thoát

Trách nhiệm tham gia điều hành, quản lý và tổ chức thực hiện việc tiêu úng thoát lũ trên lưu vực được xem xét phân công như sau:

1. Các Sở, Ban, Ngành, UBND các huyện, thị xã, thành phố theo chức năng, nhiệm vụ được giao và theo quy định quản lý tài nguyên nước, quy định về công tác phòng chống khắc phục tác hại do nước gây ra, công tác phòng tránh lũ lụt trên địa bàn mỗi tỉnh có trách nhiệm tổ chức thực hiện các nội dung tiêu úng, thoát lũ đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt đảm bảo việc tiêu úng, thoát lũ hàng năm trên lưu vực chủ động, có kế hoạch và có hiệu quả góp phần vào quá trình phát triển kinh tế xã hội của mỗi địa phương và chung trên toàn lưu vực sông Phan - Cà Lò.

2. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn chủ trì, phối hợp với các Sở, Ban, Ngành, UBND các huyện, thị xã, thành phố và các cơ quan, đơn vị có liên quan tổ chức triển khai và hàng năm đánh giá kết quả thực hiện việc tiêu úng, thoát lũ và định kỳ báo cáo, đề xuất, tư vấn cho UBND các tỉnh Vĩnh Phúc và Hà Nội.

3. Trong quá trình triển khai thực hiện việc tiêu úng, thoát lũ, các cấp, các ngành chức năng có trách nhiệm kiểm tra, cập nhật các thông tin về tình hình, diễn biến mực nước và lưu lượng trên các sông trục tiêu chính, đặc biệt là bố trí người trực tại các điểm kiểm soát trên đây khi gặp mưa lũ về phù hợp với dạng lũ mưa lũ điển hình năm 1978 ($P=10\%$) kịp thời thông tin, giữ mối liên lạc và báo cáo về văn phòng chỉ đạo việc tiêu úng, thoát lũ, để quyết định biện pháp tổng thể phối hợp đồng bộ toàn hệ thống tiêu thoát như đề xuất trên đây.

4.5. Kết luận chương 4

Trên cơ sở phương án tiêu úng thoát lũ được lựa chọn trong chương 3, luận án đã đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ cho lưu vực sông Phan - Cà Lò và cho 5 vùng tiêu trong trận lũ 1978. Các giải pháp cụ thể gồm các biện pháp phi công trình và công trình, cụ thể như sau:

- Với biện pháp công trình: Luận án đưa ra các thông số kỹ thuật của các công trình cải tạo (cắt dòng và nạo vét), công trình nâng cấp (cống điều tiết), công trình xây

mới (trạm bơm tiêu Ngũ Kiên và Nguyệt Đức);

- Với biện pháp phi công trình:

+ Đề xuất hệ thống đặt 6 điểm kiểm soát đại diện 5 vùng tiêu của lưu vực phục vụ quan trắc đo đạc, giám sát diễn biến mực nước, đồng thời hỗ trợ trong công tác quản lý, vận hành tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan- Cà Lò trong trận lũ năm 1978;

+ Đề xuất thử nghiệm cơ chế phối hợp vận hành tiêu thoát: Theo dõi diễn biến mực nước tại các 6 điểm kiểm soát từ đó lựa chọn phương thức vận hành hệ thống công trình. Cơ chế phối hợp vận hành được đề xuất bao gồm: Xác định cụ thể thời điểm cảnh báo, thời điểm bắt đầu tiến hành bơm, giới hạn bơm, phối hợp vận hành của hệ thống công trình đối với từng vùng tiêu và trên toàn bộ lưu vực sông Phan - Cà Lò.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Những nội dung chính luận án đã thực hiện

1) Tổng quan về tình hình tiêu úng, thoát lũ; nguyên nhân gây ra ngập úng và các giải pháp về tiêu úng thoát lũ trên thế giới và trong nước; đồng thời phân tích nguyên nhân ngập úng trên lưu vực, các nghiên cứu đã và đang thực hiện từ đó làm cơ sở xác định hướng tiếp cận nghiên cứu vừa có tính kế thừa vừa có đóng góp mới.

Trong nghiên cứu về tiêu úng thoát lũ, Luận án đã nghiên cứu các nhân tố gây ra ngập úng trên lưu vực sông Phan- Cà Lồ, phân tích thực trạng ngập úng trên lưu vực, hiện trạng công trình, các biện pháp tiêu úng hiện có trên lưu vực, từ đó làm nền cho những nghiên cứu cơ sở khoa học và các biện pháp thực tiễn giải quyết bài toán tiêu úng thoát lũ trên lưu vực.

Trên cơ sở nghiên cứu đánh giá nguyên nhân chủ yếu gây ngập úng và các tác động của nó cho thấy: Mưa lớn và địa hình trũng là hai nguyên nhân quan trọng gây ra ngập úng trên lưu vực. Bên cạnh đó ảnh hưởng của nước vật từ sông Cầu trên sông Cà Lồ càng ảnh hưởng đến khả năng tiêu thoát trên lưu vực. Ngoài ra, còn có các nguyên nhân khác như đặc điểm mạng lưới sông uốn khúc mạnh, các sông nhánh từ nơi có địa hình cao có khoảng cách giữa các điểm nhập lưu các sông gần nhau dưới 10km. Trong khi đó hệ thống công trình chưa đồng bộ, xuống cấp, biện pháp tiêu trên lưu vực là tự chảy ra sông Cầu, làm cho tình hình ngập úng trên lưu vực càng trở nên trầm trọng.

2) *Xác lập cơ sở khoa học và thực tiễn của bài toán tiêu úng thoát lũ*

- Phân tích đặc điểm mưa lũ và địa hình trên lưu vực sông Phan- Cà Lồ;
- Phân tích thực trạng ngập úng;
- Phân vùng nguy cơ ngập úng, phân vùng tiêu thoát nước trên lưu vực;
- Ứng dụng mô hình NAM để tính toán lũ từ mưa tại các biên vào, MIKE11 và MIKE 21 trong diễn toán lũ và đánh giá hiện trạng ngập úng; từ đó xác định các phương án khác nhau tiêu úng thoát lũ, ngập úng sông Phan- Cà Lồ. Đồng thời bộ thông số của mô hình cũng được áp dụng để đánh khả năng ngập lụt trên toàn lưu vực với các phương án khác nhau, từ đó tạo cơ sở tốt cho đề xuất các biện pháp cụ thể trong tiêu úng thoát lũ trên lưu vực.

Đề xuất các giải pháp tiêu úng thoát lũ lưu vực Sông Phan – Cà Lồ đây là nội dung quan trọng của luận án, kết quả nghiên cứu trên cơ sở xác định thực trạng ngập

úng và lũ lụt trên lưu vực, từ đó phân tích nguyên nhân gây ra ngập úng, đồng thời dựa vào các biện pháp cũng như các nghiên cứu đã có. Luận án xây dựng các phương án tính toán khác nhau, đây là cơ sở để từ đó đề xuất những giải pháp cụ thể về phi công trình cũng như công trình giải quyết vấn đề ngập úng trên lưu vực. Luận án đề xuất 5 vị trí kiểm soát đại diện cho các vùng tiêu, thiết lập hệ thống cảnh báo dự báo lũ và quy trình điều hành hệ thống tiêu thoát ngập úng trên lưu vực sông. Đây là cơ sở rất quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả công tác tiêu úng thoát lũ một cách tổng thể toàn diện giúp cho công tác phòng tránh đánh giá thiệt hại và khắc phục lũ, ngập lụt, giúp cho công tác phòng chống lũ đạt hiệu quả hơn.

2. Những đóng góp mới

1) Luận án đã làm rõ tính đặc thù của lưu vực sông Phan - Cà Lồ và tác động của con người ảnh hưởng đến quá trình hình thành – diễn biến của ngập úng trên lưu vực tạo cơ sở khoa học để lựa chọn và đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ phù hợp;

Sông Phan - Cà Lồ là con sông nội tỉnh, địa hình dạng da báo, xung quanh lưu vực được bao bọc bởi các sông lớn gồm sông Hồng, sông Phó Đáy, sông Cầu với hướng tiêu thoát úng ngập là tự chảy, dựa vào tính đặc thù của lưu vực sông, luận án phân tích nguyên nhân úng ngập và đánh giá thực trạng tiêu úng trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ.

Nguyên nhân ngập úng trên lưu vực sông Phan - Cà Lồ với rất nhiều nguyên nhân khác nhau, từ đó phân tích nguyên nhân chính và các nguyên nhân phụ làm cơ sở đưa ra các phương án tiêu úng thoát lũ và đề xuất các giải pháp cụ thể trên lưu vực sông.

Đánh giá thực trạng ngập úng và hiện trạng tiêu úng, hệ thống các công trình trên lưu vực sông làm cơ sở lựa chọn, phân tích đánh giá giữa các phương án so với hiện trạng, phân vùng ngập úng với các mức độ khác nhau từ đó dựa vào cơ sở lý luận khoa học

2) Đề xuất được quy trình vận hành tiêu úng thoát lũ khả thi và các điểm kiểm soát nhằm vận hành hệ thống công trình tiêu úng thoát lũ trên lưu vực, từ đó làm cơ sở cho công tác quy hoạch phòng chống lũ tổng thể trên hệ thống sông Phan - Cà Lồ.

Trên cơ sở tiếp cận hệ thống và tổng hợp và áp dụng công nghệ mô phỏng cập nhật đã lựa chọn được giải pháp tiêu úng, thoát lũ hợp lý cho lưu vực sông Phan - Cà Lồ - nơi có tính điển hình về ảnh hưởng đồng thời của lũ lụt, có tồn tại sự khác biệt giữa quy hoạch phòng lũ ở trung lưu và hạ lưu và ở khu vực có tốc độ đô thị hoá mạnh mẽ. Phương pháp giải bài toán tổng hợp đã thực hiện trong luận án có thể áp dụng trong các

lưu vực sông có các điều kiện tương tự ở nước ta.

Dựa vào kết quả tính toán của các phương án khác nhau, phân tích so sánh lựa chọn phương án thích hợp có xét tới điều kiện dân sinh và định hướng phát triển của lưu vực. Phương án được lựa chọn và đề xuất bao gồm hệ thống công trình: 2 trạm bơm và 2 cống điều tiết, kênh tiêu thoát, với lượng nước ngập úng giải quyết được 83% so với hiện trạng năm 1978.

Luận án đề xuất và thử nghiệm quy trình vận hành tiêu úng thoát lũ cho trận lũ 1978, phương án 4 được lựa chọn làm cơ sở cho công tác quy hoạch phòng chống lũ tổng thể trên hệ thống sông Phan - Cà Lò.

Đề xuất được hệ thống các điểm kiểm soát tại những vị trí trọng yếu để cảnh báo và dự báo lũ khi mực nước dâng cao, làm cơ sở quan trọng trong việc phối hợp vận hành tiêu úng thoát lũ trên lưu vực.

3. Hướng phát triển và kiến nghị

a. Hướng phát triển:

Để ứng dụng các giải pháp đề xuất trong luận án vào thực tế sản xuất, cần phải hoàn thiện thêm:

- Nghiên cứu bổ sung chi tiết và đánh giá hiệu quả kinh tế xã hội môi trường;
- Chính quyền địa phương có liên quan cần bàn bạc với cộng đồng dân cư để đi đến sự đồng thuận cao về phương án cắt dòng, di dời dân, xây dựng bổ sung công trình tiêu;

Hoạch định hành lang bảo vệ công trình, nguồn nước đảm bảo an dân sinh kinh tế hai bên bờ sông, đồng thời cũng để phục vụ công tác tiêu úng thoát lũ hiệu quả.

b. Kiến nghị:

Để nâng cao chất lượng dự báo mưa lũ phục vụ tốt cho công tác tiêu úng thoát lũ trên lưu vực, luận án kiến nghị với nhà nước:

1. Bổ sung mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn, bố trí ít nhất 3 trạm đo mưa tại các vùng III, IV và V; khôi phục lại trạm thủy văn đo tại Phú Cường.

2. Bố trí kinh phí thường xuyên để vận hành mạng quan trắc tài nguyên nước tại vị trí các trạm đo nêu trên và tại 5 vị trí kiểm soát đề xuất để tạo lập thông tin, số liệu phục vụ thông báo, cảnh báo điều hành tác nghiệp vận hành tiêu úng thoát lũ trên lưu vực sông Phan - Cà Lò.

**CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ
CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. Hoàng Thị Nguyệt Minh, *Một số vấn đề cần trao đổi về hiện trạng tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 585, tháng 9/2009, trang 34 – 39.
2. Hoàng Thị Nguyệt Minh, *Mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 587, tháng 11/2009, trang 28 – 35.
3. Hoàng Thị Nguyệt Minh, *Phân vùng tiêu thoát nước lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 623, tháng 11/2012, trang 22 – 26.
4. Hoàng Thị Nguyệt Minh, *Áp dụng mô hình tính toán dòng chảy đô thị cho thành phố Vĩnh Yên*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 625, tháng 01/2013, trang 21 – 25.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1] ADB (2009), *Nước có ý nghĩa sống còn cho tương lai của Việt Nam*, Hà Nội.
- [2] Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương (2009), *Kế hoạch thực hiện quốc gia phòng chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020*, Hà Nội.
- [3] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2002), *Tiêu chuẩn phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng 14 TCN 122-2002*, Hà Nội.
- [4] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2009, *Văn bản về việcthoả thuận quy hoạch phòng chống lũ chi tiết các tuyến sông có đê trên địa bàn Thành phố Hà Nội đến năm 2020*, Văn bản số 3963/BNN-ĐĐ ngày 3 tháng 12 năm 2009.
- [5] Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn (2012), *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia công trình thủy lợi- các quy định chủ yếu về thiết kế QCVN 04-05: 2012/ BNNPTNN*.
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dự báo lũ*. Quyết định số 18/2008/ QĐ – BTNMT, Hà Nội.
- [7] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), *Kịch bản Biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
- [8] Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường (2013), *ban hành danh mục lưu vực sông nội tỉnh*, Quyết định số 341/QĐ-BTNMT, Hà Nội.
- [9] Bộ Thủy lợi (cũ) (1977), *Quy phạm tính toán lũ thiết kế công trình*, QPTL C-6-77.
- [10] Bộ Thủy lợi (cũ) (1977), *Quy phạm tính toán thủy lực đập tràn*, QPTL C-8-76.
- [11] *Cơ sở khoa học nền chỉnh, ổn định dòng chảy khu hạ lưu sông Cà Lồ (Đông Anh, Sóc Sơn) phục vụ mục tiêu an toàn sinh thái và phát triển kinh tế- xã hội của thủy đô Hà Nội*.
- [12] Cục đo đạc bản đồ Việt Nam (2009), *Tập bản đồ hành chính Việt Nam*, NXB Bản đồ, Hà Nội.
- [13] Cục Quản lý tài nguyên nước (2005), *Tuyển chọn các văn bản quy phạm pháp luật trong lĩnh vực tài nguyên nước, tập 1,2,3*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [14] Cục Quản lý Tài nguyên nước (2008), *Xây dựng bản đồ các cấp các lưu vực sông Việt Nam*, Hà Nội.

- [15] Cục Thống kê tỉnh Vĩnh Phúc (2011), *Niên giám thống kê tỉnh Vĩnh Phúc năm 2010*, NXB Thống kê, Hà Nội.
- [16] GWP (2000), *Quản lý tổng hợp tài nguyên nước*, Hà Nội.
- [17] Hội đồng quốc gia tài nguyên nước (2008), *Báo cáo tổng quan ngành nước*, Hà Nội. tự nhiên, Hà Nội.
- [18] Luật tài nguyên nước, Luật số 17/2012/QH13
- [19] Sở Tài nguyên Môi trường Vĩnh Phúc (2010), *Báo cáo Hiện trạng môi trường tỉnh Vĩnh Phúc năm 2010*, Vĩnh Phúc.
- [20] TCVN2013 *Công trình thủy lợi - Yêu cầu phòng, chống lũ đồng bằng sông Hồng*
- [21] TCVN 83022009 Quy hoạch phát triển thủy lợi – quy định chủ yếu về thiết kế
- [22] Thủ tướng Chính phủ (2003), *Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020*. Quyết định số 256/2003/QĐ-TTg, Hà Nội
- [23] Thủ tướng Chính phủ (2006), *Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2020*. Quyết định số 81/2006/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [24] Thủ tướng Chính phủ (2007), *Phê duyệt phòng, chống lũ hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình*, Quyết định số 92/2007/QĐ – TTg, Hà Nội.
- [25] Thủ tướng Chính phủ (2008) *Quản lý lưu vực sông*, Nghị định số 120/2008/NĐ-CP, Hà Nội.
- [26] Thủ tướng Chính phủ (2009), *Định hướng Chiến lược phát triển Thủy lợi Việt Nam*, Quyết định số 1590/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [27] Thủ tướng Chính phủ (2011), *Thực hiện bãi bỏ việc sử dụng các khu phân lũ, làm chậm lũ thuộc hệ thống sông Hồng*, Nghị định số 04/2011/NĐ-CP, 14/1/2011, Hà Nội.
- [28] Thủ tướng Chính phủ (2007), *Chiến lược quốc gia phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020*, Quyết định số 172/2007/QĐ-TTg, ngày 16 tháng 11 năm 2007.
- [29] Thủ tướng Chính phủ (2011), *Quy hoạch thủy lợi vùng đồng bằng sông Hồng 2012-220 và định hướng đến 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng*, Quyết định số 1554/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [30] Thủ tướng Chính phủ (2011), *quy trình vận hành liên hồ chứa Sơn La, Hòa Bình, Thác Bà và Tuyên Quang trong mùa lũ hàng năm*, Quyết định số 198/QĐ-TTg, Hà Nội.

- [31] Thủ tướng Chính phủ (2012), *quy hoạch tổng thể phát triển sản xuất ngành nông nghiệp đến năm 2020 và tầm nhìn đến 2030*, Quyết định số 124/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [32] Thủ tướng Chính phủ (2010), *Danh mục lưu vực sông liên tỉnh*, Quyết định số 1989/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [33] Thủ tướng Chính phủ (2009) *Phát triển thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050*, Quyết định số 1930/QĐ-TTg, Hà Nội.
- [34] Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương (1993 - 2009), *Đặc điểm Khí tượng Thủy văn*, các tập san hàng năm, Hà Nội.
- [35] Trường Đại học Thủy Lợi (2002), *Báo cáo cân bằng nước, cấp nước, tiêu thoát nước*, Dự án quy hoạch thủy lợi sông Cà Lồ- Phó Đáy, Hà Nội.
- [36] Trường Đại học Thủy Lợi (2002), *Báo cáo thủy văn*, Dự án quy hoạch thủy lợi sông Cà Lồ- Phó Đáy, Hà Nội.
- [37] Ủy ban Kinh tế Xã hội Châu Á – Thái Bình Dương (2001), *Quy hoạch và quản lý chiến lược công tác phòng chống lũ lụt trong thế kỷ 21*, NXB Thành phố Hồ Chí Minh.
- [38] UBND tỉnh Vĩnh Phúc (2005), *Quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020*.
- [39] UBND tỉnh Vĩnh Phúc, sở Kế hoạch và Đầu tư (2010). *Đánh giá môi trường chiến lược quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội tỉnh Vĩnh Phúc đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.
- [40] UBND tỉnh Vĩnh Phúc, 2011, *Phê duyệt đề án tổng thể cải tạo cảnh quan sinh thái và bảo vệ môi trường lưu vực sông Phan*, Quyết định số 1158/QĐ-UBND ngày 18 tháng 5 năm 2011.
- [41] UBND tỉnh Vĩnh Phúc 2011, *Dự án Quy hoạch chi tiết thủy lợi tỉnh Vĩnh Phúc giai đoạn 2010 - 2020 và định hướng 2030*.
- [42] Văn phòng Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương (2009), *Kế hoạch thực hiện Chiến lược quốc gia phòng chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020*, Hà Nội.
- [43] Viện Địa lý (2004), *Nghiên cứu sở khoa học các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt ở miền Trung*, Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật đề tài

- cấp nhà nước MS-KC-08-12, Hà Nội.
- [44] Viện Khí tượng Thủy văn (1986), *Đặc trưng hình thái sông ngòi Việt Nam*, Hà Nội.
- [45] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2008), *“Hệ thống thông tin theo dõi tình hình ngập úng và hạn hán trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc”*.
- [46] Viện khoa học thủy lợi Việt Nam (2010), *Báo cáo tổng hợp quy hoạch phòng chống lũ tỉnh Vĩnh Phúc*.
- [47] Lê Văn Ánh (2000), Lũ lụt ở đồng bằng Bắc Bộ trong những thập kỷ vừa qua, Tập san Khí tượng Thủy văn, số 7 (475).
- [48] Trương Văn Bốn, Trịnh Việt An (2005), *Nghiên cứu và đề xuất giải pháp khoa học công nghệ cải tạo và nâng cấp khả năng thoát lũ tại ngã ba sông Đáy-sông Đào bằng phần mềm USF 2D-mô hình toán lưới cong hai chiều*, Tuyển tập báo cáo tại hội nghị khoa học chào mừng 45 năm ngày thành lập và lễ đón nhận danh hiệu anh hùng lao động, Viện Khoa học Thủy lợi, Hà Nội.
- [49] Cao Đăng Dur, Lê Bắc Huỳnh (2000), *lũ quét nguyên nhân và biện pháp phòng tránh*, tập I, NXB Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [50] Cao Đăng Dur, Lê Bắc Huỳnh (2000), *lũ quét nguyên nhân và biện pháp phòng tránh*, tập II, NXB Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [51] Nguyễn Tiền Giang và Nguyễn Thị Nga (2007), *Kỹ thuật và quản lý nguồn nước*, Giáo trình Đại học Khoa học.
- [52] Lã Thanh Hà (1990), *Xây dựng một phương pháp để nghiên cứu sự thay đổi quan hệ mưa -dòng chảy do đô thị hóa*, Luận án phó tiến sỹ, Đại học Tổng hợp kỹ thuật Dresden.
- [53] Lã Thanh Hà (1994), *Xác định dòng chảy chậm do tiêu thoát nước mưa cho lưu vực đô thị Thành phố Hà Nội*, Đề tài NCKH cấp Tổng cục, Viện khí tượng thủy văn.
- [54] Lã Thanh Hà (1997), *Đánh giá hiện trạng thoát nước tổng thể và xác định dòng chảy cần tiêu thoát do mưa nhằm phục vụ công tác phòng chống ngập úng ở khu vực đô thị*, Đề tài NCKH cấp tổng cục.
- [55] Lê Bắc Huỳnh và nnk (1999). *Đánh giá hiện trạng lũ ở Việt Nam chiến lược phòng tránh, giảm thiệt hại*.
- [56] Lê Minh Hằng (2000), Luận án *“Nghiên cứu cơ sở khoa học điều hành hệ thống Ngũ Huyện Khê chống lũ và tiêu úng”*.

- [57] Nguyễn Thu Hiền (2008), “*Nghiên cứu một số giải pháp định hướng nhằm hạn chế tình trạng ngập úng cho thượng lưu sông Phan – Cà Lồ, Vĩnh Phúc*”, Đại học Thủy lợi Hà Nội.
- [58] Trần Duy Kiều (2012), “*Nghiên cứu quản lý lý lớn lưu vực sông lam*”
- [59] Hà Văn Khôi (2005), *Giáo trình Quy hoạch và quản lý nguồn nước*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [60] Nguyễn Vĩnh Liên (2000), *Nghiên cứu giải pháp chống lũ sông Cà Lồ*, Hà Nội.
- [61] Đoàn Trung Lưu (2008), “*Quy hoạch giải pháp tiêu tổng thể sông Phan - Cà Lồ tỉnh Vĩnh Phúc*”, Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội.
- [62] Hoàng Thị Nguyệt Minh (2009), *Một số vấn đề cần trao đổi về hiện trạng tiêu úng thoát lũ lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 585, tháng 9/2009, trang 34 – 39.
- [63] Hoàng Thị Nguyệt Minh (2009), *Mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy trên lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 587, tháng 11/2009, trang 28 – 35.
- [64] Hoàng Thị Nguyệt Minh (2012), *Phân vùng tiêu thoát nước lưu vực sông Phan – Cà Lồ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 623, tháng 11/2012, trang 22 – 26.
- [65] Hoàng Thị Nguyệt Minh (2013), *Áp dụng mô hình tính toán dòng chảy đô thị cho thành phố Vĩnh Yên*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 625, tháng 01/2013, trang 21 – 25.
- [66] Vũ Cao Minh (2006), Đề tài “*Cơ sở khoa học nền chỉnh, ổn định dòng chảy khu vực hạ lưu sông Cà Lồ (Đông Anh, Sóc Sơn) phục vụ mục tiêu an toàn sinh thái và phát triển kinh tế xã hội của Thủ đô Hà Nội*”, Viện nghiên cứu địa chất.
- [67] Tô Trung Nghĩa và nnk, *Ứng dụng mô hình thủy động lực học MIKE11 phục vụ công tác quy hoạch và quản lý nguồn nước lưu vực sông Hồng*, Viện Quy hoạch Thủy lợi, Hà Nội.
- [68] Lê Văn Nghinh và nnk (1998). *Kỹ thuật viễn thám và hệ thống thông tin địa lý*, giáo trình đại học Thủy Lợi, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [69] Lê Văn Nghinh và nnk (2006). *Kỹ thuật viễn thám và hệ thống thông tin địa lý*, giáo trình đại học Thủy Lợi, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [70] Lê Văn Nghinh, Hoàng Thanh Tùng, Bùi Công Quang (2006), *Mô hình toán thủy văn*, giáo trình đại học Thủy Lợi, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

- [71] Nguyễn Việt Phở, Vũ Văn Tuấn, Trần Thanh Xuân (2003), *Tài nguyên nước Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [72] Nguyễn Hữu Phúc (2005), *Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn các giải pháp kiểm soát lũ cực lớn hạ du hệ thống sông Hồng- Thái Bình*, Luận án tiến sỹ kỹ thuật Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
- [73] Ngô Đình Tuấn (1999) *Quản lý tổng hợp tài nguyên nước*, Bài giảng cao học Thủy văn, trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
- [74] Ngô Trọng Thuận, Vũ Văn Tuấn (2009), *Nước và con người*, NXB Bản Đồ, Hà Nội.
- [75] Nguyễn Trọng Sinh (1992), *Quy hoạch phòng chống lũ sông Hồng*, Viện Quy hoạch Thủy lợi.
- [76] Nguyễn Thanh Sơn (2005), *Đánh giá tài nguyên nước Việt Nam*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [77] Trần Hồng Thái và nnk, *Ứng dụng mô hình MIKE11 tính toán thủy lực, chất lượng nước lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 10 – Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
- [78] Nguyễn Việt Thi và nnk (1996), *Nhận dạng lũ đặc biệt lớn trên sông Hồng từ hình thể thời tiết*, Tuyển tập báo cáo khoa học tại HNKH dự báo lần thứ 4 (1991-1995), Hà Nội, Tr. 30-36.
- [79] Nguyễn Việt Thi và nnk (2001), *Xây dựng phương án dự báo, cảnh báo mưa lớn trên các lưu vực sông từ hình thể thời tiết*.
- [80] Tô Văn Trường (2011), *Đánh giá sơ bộ tình hình lũ lưu vực sông Me Kong 2011*.
- [81] Trần Tuất, Trần Thanh Xuân, Nguyễn Đức Nhật (1987), *Địa lý thủy văn sông ngòi Việt Nam*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [82] Trần Thanh Xuân (2000), *Lũ lụt và cách phòng chống*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [83] Trần Thanh Xuân, PGS.TS. Hoàng Minh Tuyển (2013), *Tài nguyên nước Việt Nam và quản lý*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- [84] Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển, Trần Hồng Thái, Nguyễn Kiên Dũng (2012), *Tài nguyên nước các hệ thống sông chính của Việt Nam* NXB khoa học và kỹ thuật.

- [85] <http://www.imh.ac.vn>
- [86] <http://www.khoahoc.com.vn>
- [87] <http://www.wrd.gov.vn>
- [88] <http://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=217>
- [89] http://www.chinhphu.vn/portal/page?_pageid=33,638897&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [90] <http://www.vinhphuc.gov.vn/>
- [91] <http://www.vncold.vn/web/content.aspx>

Tiếng Anh

- [92] AinunNishat. *A review of flood management in Bangladesh: A case study of 2004 flood*. Country representative.
- [93] Denmark Hydraulic Institute (DHI) (2007), *A Modelling System for rivers channels*, User Guide, DHI 2007, 514pp.
- [94] Denmark Hydraulic Institute (DHI) (2007), *A Modelling System for rivers channels*, Reference Manual, DHI 2007, 514pp.
- [95] Floods and flood Mangament Unit 1.2 of I-Learning module on flood Modelling for Management.23pp
- [96] Guidance on flash flood management (2007). Associated programme on flood management.
- [97] Kale, V.S & Pramod, H (1997), *Flood Hydrology and geomorphology of monsoon dominated river the India Pninsula*, Wate international.
- [98] Kundzewich, Z.W.& Takeuchi, K. (2009). *Flood protection an management: quovadimus?*. Hydrological Science Journal.
- [99] Le Dinh Thanh (2003), *Extreme Rainfall and Floods in Viet Nam, Procceedings of International Workshop in Hydrological Extremes an Climate in Tropical Areas and their Control*, Brescia, Italia.
- [100] Liu Ning (2005). International commission on Irrigation and Drainage. *From philosophy to action: Accomplish harmonious coexistence between Man and Flood*.
Page 2 of 10.

- [101] Luitzen Bijlsma (2011), *Water management in the Netherlands*, Publication by the Ministry of Infrastructure and Environment.
- [102] Richard a Crowder (2006), *Intergrated Catchment & Urban modelling for flood Risk management*, Water management and Planning.
- [103] Roland K. Prive – UNESCO- IHE, *Floods and flood Management* Unit 1.2 of I-Learning module on flood Modelling for Management. 23pp.
- [104] Richard a Crowder (2006), *Intergrated Catchment & Urban modelling for flood Risk management*, Water management and Planning.
- [105] Roland K. Prive – UNESCO- IHE *Institute for Water Education. Hydroinformatics for Flood Management* Unit 1.2 of I-Learning module on flood Modelling for Management.
- [106] The World Bank, 2012, *Cities and Flooding - A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. Abhas K Jha, Robin Bloch, Jessica Lamond.
- [107] United States Environmental Protection Agency (2005), *Handbook for Developing*.
- [108] World Meteorological Organization (2006), *Guide to Meteorological Intruments and Methods of Observation*, Secretariat of the World Meteorological Organization – Geneva – Switzerland.
- [109] World Meteorological Organization (2009), *Intergrated flood management conceprt paper*.
- [110] <http://Deltaworks.org>
- [111] <http://glovis.usgs.gov>
- [112] <http://mouthtosource.org/rives/mekong/2011/09/21flood-in-mekong-delta>
- [113] [http:// news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-06/18/c_13936337.htm](http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-06/18/c_13936337.htm).
- [114] [http:// www.vncold.vn/web/content.aspx](http://www.vncold.vn/web/content.aspx)
- [115] [http:// www.wrd.gov.vn/](http://www.wrd.gov.vn/)

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1. SỐ LIỆU MƯA 1, 3, 5, 7 NGÀY LỚN NHẤT TẠI CÁC TRẠM ĐO MƯA TRONG VÀ LÂN CẬN LƯU VỰC SÔNG PHAN – CÀ LỒ

PHỤ LỤC 2. DỮ LIỆU ĐẦU VÀO VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MÔ HÌNH THUỶ VĂN - THUỶ LỰC

PHỤ LỤC 1. SỐ LIỆU MƯA 1, 3, 5,7 NGÀY LỚN NHẤT TẠI CÁC TRẠM ĐO MƯA TRONG VÀ LÂN CẬN LƯU VỰC SÔNG PHAN – CÀ LỒ

Bảng 1. Thống kê mưa ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lò

Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	240,1	202,5	300,3	352,7	123
1981	68,2	232,9	100	176,7	99
1982	117	202,7	549	191	100
1983	81,2	161,4	79	90	117,3
1984	128	156,8	184,5	129,5	221
1985	85,8	114,1	104	153	171,1
1986	73,8	208,6	113,5	111	114
1987	92,4	184	80	144,5	154
1988	71,5	127,4	63	85	75
1989	102,7	280,5	111,5	97,5	191
1990	74,4	277,1	184,7	167,5	102
1991	95,3	212,2	87,5	142,5	124
1992	130,7	299,7	153	150,5	112,2
1993	116,6	139,7	120	105,5	98
1994	227,6	248	156	128,5	117
1995	61,9	106,6	75,6	72	81
1996	109	168,3	182	130	192
1997	135,8	220,3	112	111	117
1998	56,1	176,2	93,5	130,5	91
1999	69,8	118,3	131,5	141,5	80
2000	82,1	152,3	160	67	153
2001	176,9	201	169,5	76	284,5
2002	60,8	99,2	107,5	100	84,5
2003	100,8	318,6	134,5	128	125
2004	77,5	77,1	96,5	309	135
2005	112,7	207,2	75,5	123,5	90
2006	125,4	255,2	153	126,5	119
2007	110	126,8	62,5	141	65
2008	331,8		399,5		167
2009	136,7		122		96
2010	211,7		122,2		117
2011	102,3		107,2		81

Bảng 2. Thống kê tổng lượng mưa 3 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	296,5	<u>411,0</u>	<u>303,0</u>	<u>468,0</u>	293,0
1981	69,7	<u>372,0</u>	150,0	<u>315,0</u>	106,0
1982	122,2	233,5	<u>555,0</u>	<u>354,0</u>	191,7
1983	87,2	186,1	103,0	95,5	164,2
1984	246,7	245,4	<u>330,0</u>	129,5	<u>372,0</u>
1985	140,9	266,1	106,2	214,0	272,5
1986	89,2	251,4	167,7	132,0	206,0
1987	92,6	250,9	80,0	159,5	161,0
1988	132,0	168,9	63,0	117,5	117,0
1989	140,8	<u>411,0</u>	198,3	122,5	232,0
1990	121,2	<u>318,0</u>	198,2	<u>300,0</u>	138,3
1991	97,7	274,4	101,5	215,5	139,0
1992	164,4	<u>381,0</u>	186,0	213,0	150,0
1993	135,4	188,3	120,0	186,0	107,4
1994	246,4	<u>342,0</u>	156,0	183,0	198,2
1995	105,0	135,3	134,0	112,0	173,5
1996	164,8	230,9	227,0	166,0	216,0
1997	165,7	<u>327,0</u>	124,5	111,0	149,0
1998	85,3	248,0	129,5	173,5	133,5
1999	115,8	135,0	131,5	144,0	139,0
2000	119,0	162,3	165,0	161,0	177,0
2001	176,9	262,1	187,0	117,7	289,5
2002	121,9	149,0	171,5	191,0	150,5
2003	135,8	<u>330,0</u>	150,5	128,0	137,0
2004	84,0	100,2	107,0	<u>501,0</u>	182,0
2005	133,7	264,1	92,0	143,5	120,0
2006	278,1	255,2	<u>300,0</u>	198,0	174,0
2007	110,0	158,8	67,0	154,0	69,0
2008	<u>498,0</u>		<u>657,0</u>		<u>342,0</u>
2009	137,7		159,5		123,0
2010	214,2		122,2		145,0
2011	162,0		129,2		125,0

Bảng 3. Thống kê tổng lượng mưa 5 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	299,2	<u>590</u>	303,8	466,6	323
1981	91,1	371,1	150	329,4	106,7
1982	125,1	237	<u>555</u>	354,5	191,7
1983	99	229,3	103	125,5	217,4
1984	247,4	245,5	331,4	129,5	375,5
1985	164,7	292,3	106,2	214	441
1986	105,8	270,3	187,5	132	223
1987	104,6	271,9	113	159,5	214
1988	143,1	169	89	202	143
1989	154,5	433,2	198,3	122,5	232
1990	134,6	356	198,2	300	206,3
1991	97,7	274,4	101,5	282	139
1992	247,5	384	260,5	213	213,8
1993	135,4	188,3	120	263,5	107,4
1994	250,4	349,7	166,5	215	226,3
1995	105,4	269,6	162,9	152	232,5
1996	187,4	260,5	239	171	216
1997	165,7	327	124,5	130	222,8
1998	109,9	248,9	182,5	190	168
1999	118,8	135,4	139	188,5	157
2000	126,1	175,3	211	188	184,5
2001	212,1	272,7	187	151,7	291,5
2002	143,5	208,5	175	222	157,5
2003	135,8	399,1	184,5	130,5	174,4
2004	101,3	149	111,5	<u>535</u>	207
2005	133,7	264,7	118	174	171
2006	286,6	279	318	267,5	181
2007	111,7	160,4	67	154	94
2008	<u>525</u>		<u>680</u>		376
2009	137,7		159,5		152
2010	224,8		122,2		206
2011	165,2		145,4		185

Bảng 4. Thống kê tổng lượng mưa 7 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lồ

Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	380,1	627,9	311,8	466,6	329,9
1981	98,7	383,4	169,2	380,8	109,7
1982	125,2	237,4	603,0	354,5	261,2
1983	108,8	272,7	103,0	125,5	222,4
1984	247,4	245,5	331,4	129,5	391,0
1985	183,8	329,8	133,2	214,0	467,5
1986	105,8	289,6	187,5	133,5	227,0
1987	104,6	271,9	113,0	162,5	214,0
1988	143,2	169,0	89,0	202,0	219,5
1989	154,6	433,3	198,3	122,5	232,0
1990	134,6	356,0	198,2	300,0	239,1
1991	97,7	276,3	132,5	286,5	161,5
1992	247,5	470,2	260,5	215,0	242,8
1993	135,4	193,5	146,0	293,5	138,0
1994	259,4	349,7	166,5	240,0	245,3
1995	115,1	322,7	162,9	166,0	254,5
1996	194,8	270,1	285,5	171,0	342,0
1997	165,7	327,0	124,5	230,0	239,8
1998	138,5	248,9	182,5	210,0	207,5
1999	123,3	135,4	139,0	199,0	160,0
2000	126,1	177,1	224,0	214,0	192,5
2001	212,1	324,6	187,0	151,7	399,5
2002	166,9	208,8	188,5	276,0	178,5
2003	158,8	399,1	189,0	138,0	190,9
2004	101,3	215,4	114,0	540,0	207,0
2005	141,9	264,7	118,0	194,5	175,0
2006	286,7	288,9	318,0	295,5	181,0
2007	112,9	160,4	67,0	154,0	134,0
2008	525,1		681,5		376,0
2009	140,6		169,5		192,0
2010	267,9		122,2		219,0
2011	222,3		145,4		197,0

Bảng 5. Tổ hợp thời gian bắt đầu xuất hiện mưa 3 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lò

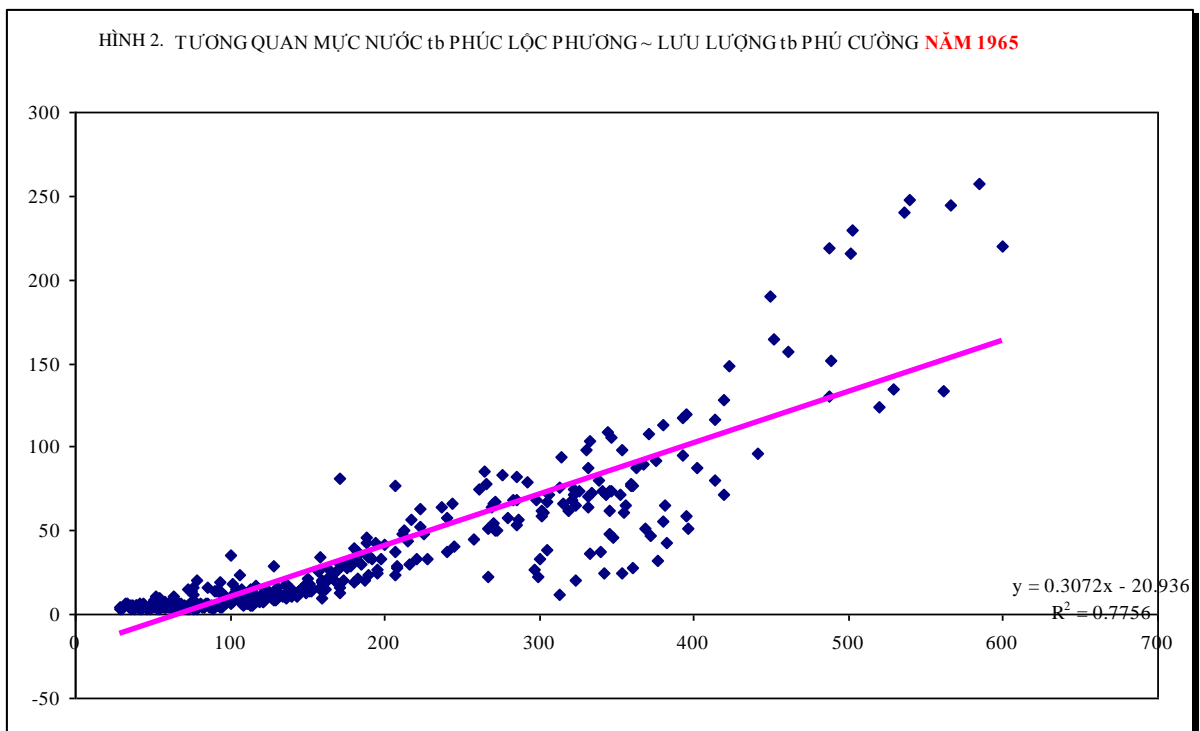
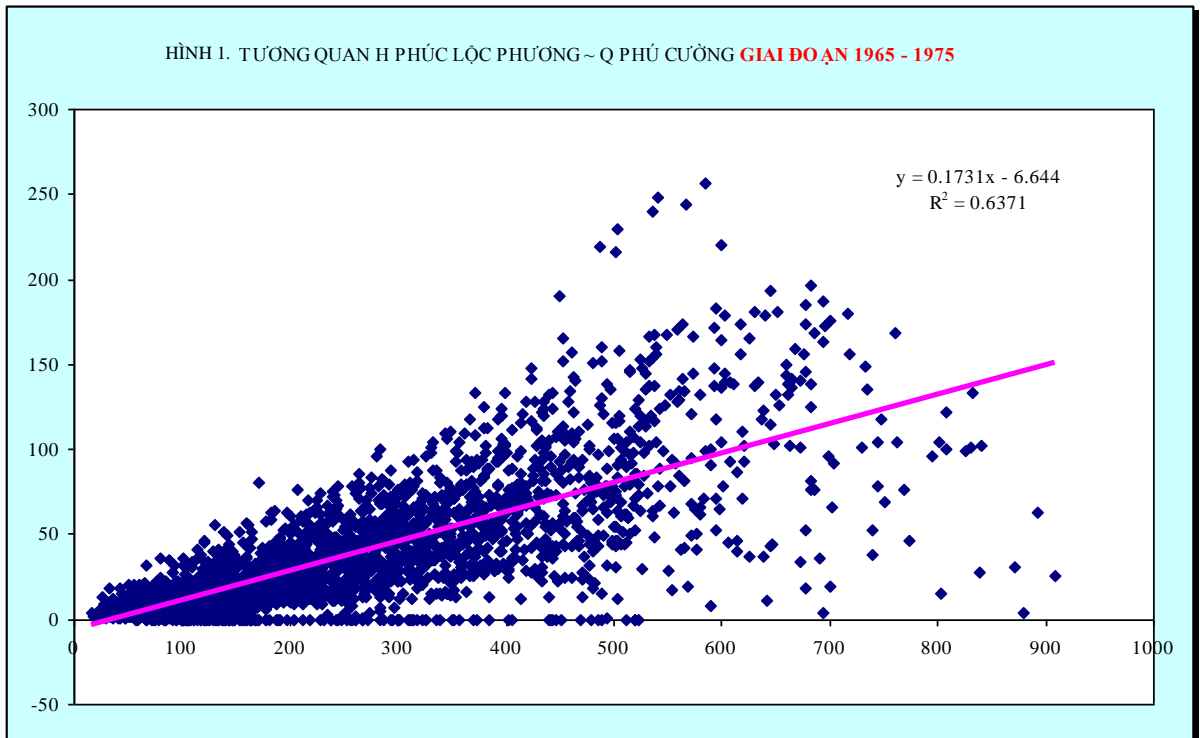
Năm	Trạm đo mưa				
	Vinh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	23-Jul-80	23-Jul-80	21-Oct-80		20-Jul-80
1981	2-Aug-81	20-Aug-81	29-Aug-81		19-Aug-81
1982	18-Apr-82	5-Jun-82	7-Aug-82		14-Aug-82
1983	4-Mar-83	1-Aug-83	29-Apr-83		3-Oct-83
1984	8-Nov-84	8-Nov-84	7-Nov-84	7-Nov-84	7-Nov-84
1985	27-Aug-85	11-Sep-85	12-Apr-85	11-Sep-85	10-Sep-85
1986	13-Jul-86	6-Sep-86	25-May-86	18-Jun-86	21-Jul-86
1987	24-Jul-87	30-Aug-87	24-Jul-87	23-Sep-87	23-Sep-87
1988	24-Aug-88	22-Oct-88	5-Jul-88	24-May-88	23-Jun-88
1989	11-Jun-89	11-Jun-89	13-Oct-89	13-Oct-89	13-Oct-89
1990	18-Jun-90	20-Sep-90	19-Sep-90	19-Sep-90	20-Jul-90
1991	2-Jun-91	13-Jul-91	13-Jul-91	13-Jul-91	13-Jul-91
1992	27-Jun-92	29-Jun-92	27-Jun-92	23-Jul-92	12-Jul-92
1993	28-Sep-93	29-Jun-93	25-Jul-93	28-Sep-93	28-Sep-93
1994	3-Jun-94	29-Aug-94	5-Sep-94	29-Aug-94	15-Aug-94
1995	20-Aug-95	1-Sep-95	6-Jul-95	5-Jul-95	4-Jul-95
1996	3-Nov-96	24-Jul-96	21-Jul-96	28-Jul-96	28-Jul-96
1997	22-Aug-97	22-Aug-97	23-Jun-97	19-Jul-97	23-Jun-97
1998	26-Jun-98	14-Sep-98	3-Jun-98	25-Jun-98	26-Jun-98
1999	25-Oct-99	18-Sep-99	16-Jun-99	27-Aug-99	14-Jul-99
2000	15-Oct-00	29-Sep-00	10-Jul-00	11-Jul-00	9-Jul-00
2001	19-Jun-01	2-Jul-01	26-Jun-01	20-Jul-01	26-Jun-01
2002	31-Jul-02	8-Aug-02	17-May-02	31-Jul-02	17-May-02
2003	11-Jul-03	23-Aug-03	24-Aug-03	24-Aug-03	24-Aug-03
2004	15-Aug-04	17-May-04	12-Jun-04	20-Jul-04	19-Jul-04
2005	18-Sep-05	30-Jul-05	1-Jul-05	24-Aug-05	2-Jul-05
2006	16-Aug-06	7-Sep-06	16-Aug-06	17-Aug-06	16-Aug-06
2007	20-Aug-07	3-Oct-07	21-Aug-07	16-Sep-07	30-Jun-07
2008	31-Oct-08	31-Oct-08	30-Oct-08	30-Oct-08	30-Oct-08
2009	27-May-09		10-Jul-09	19-Jul-09	27-May-09
2010	23-Jul-10		22-Jul-10	26-Aug-10	25-Aug-10
2011	18-Jun-11		4-Jun-11	27-Oct-11	16-Jun-11

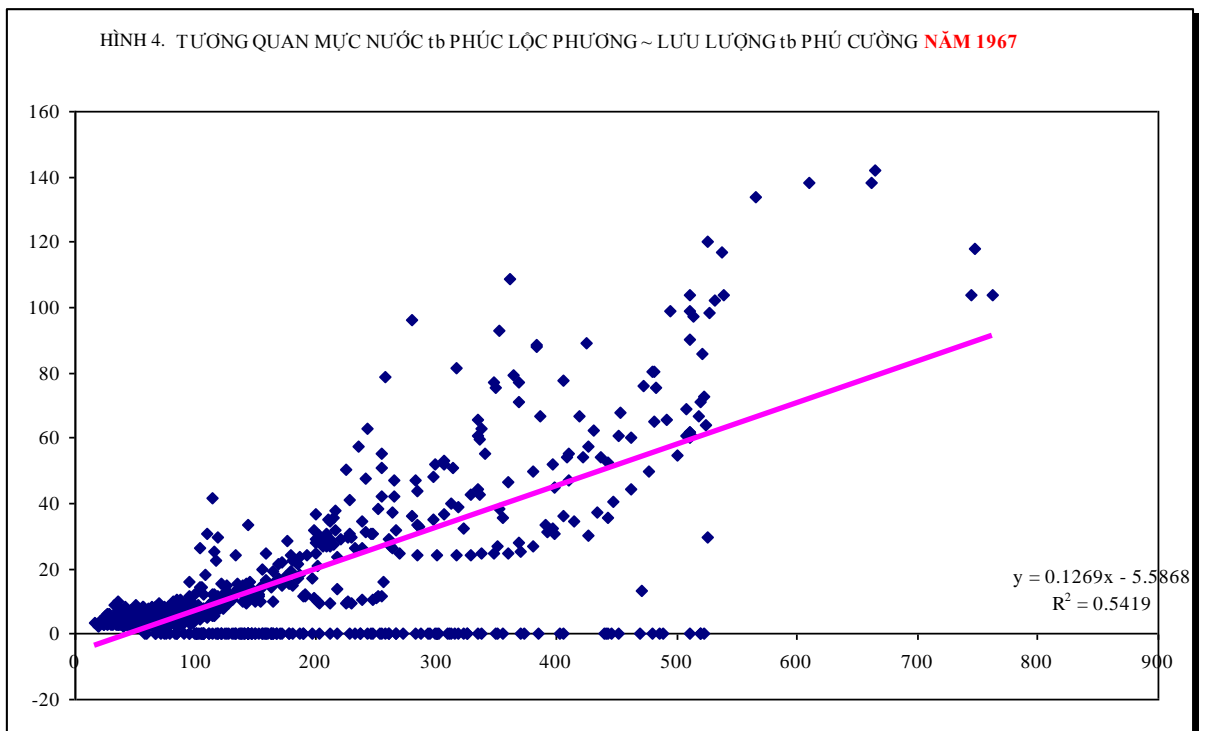
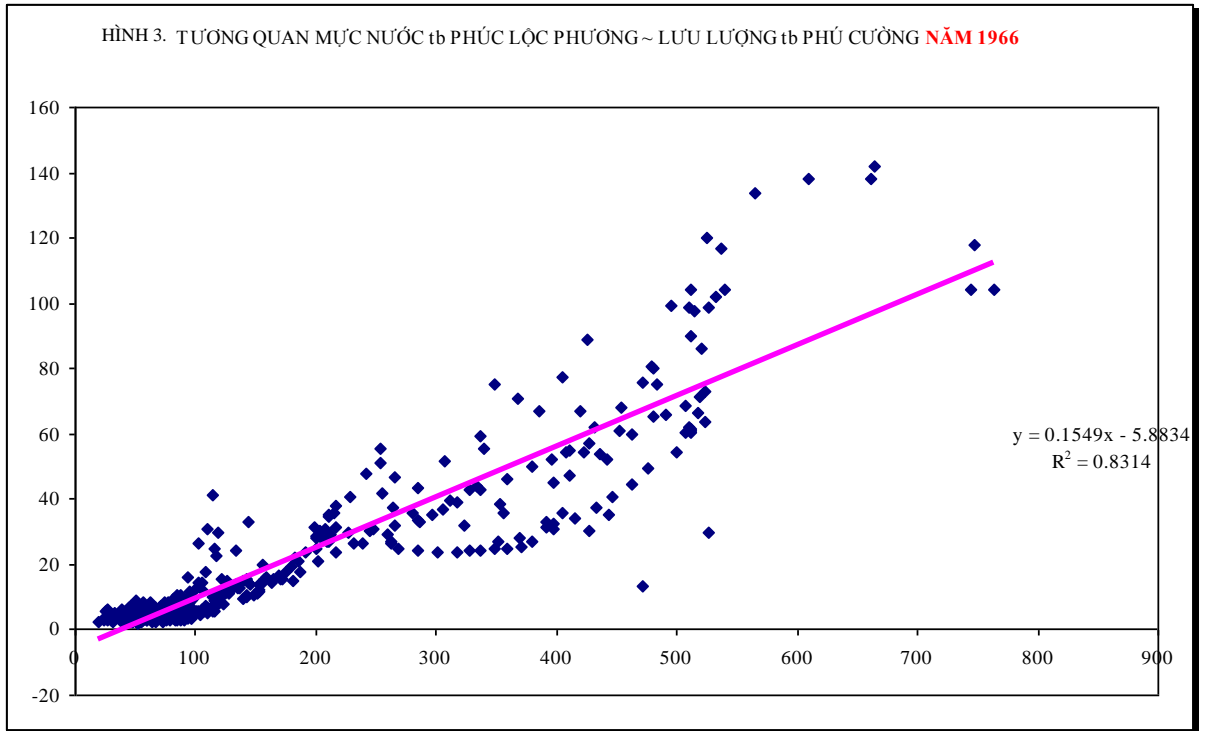
Bảng 6. Tổng hợp thời gian bắt đầu xuất hiện mưa 5 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lò

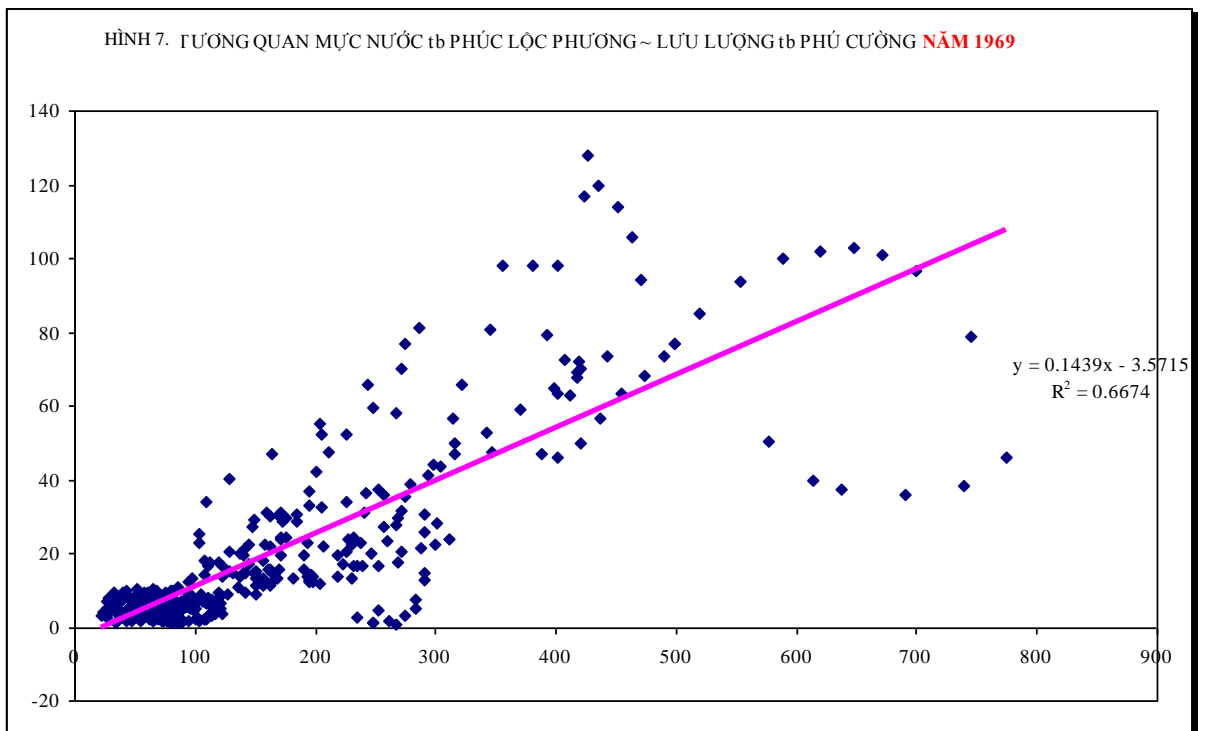
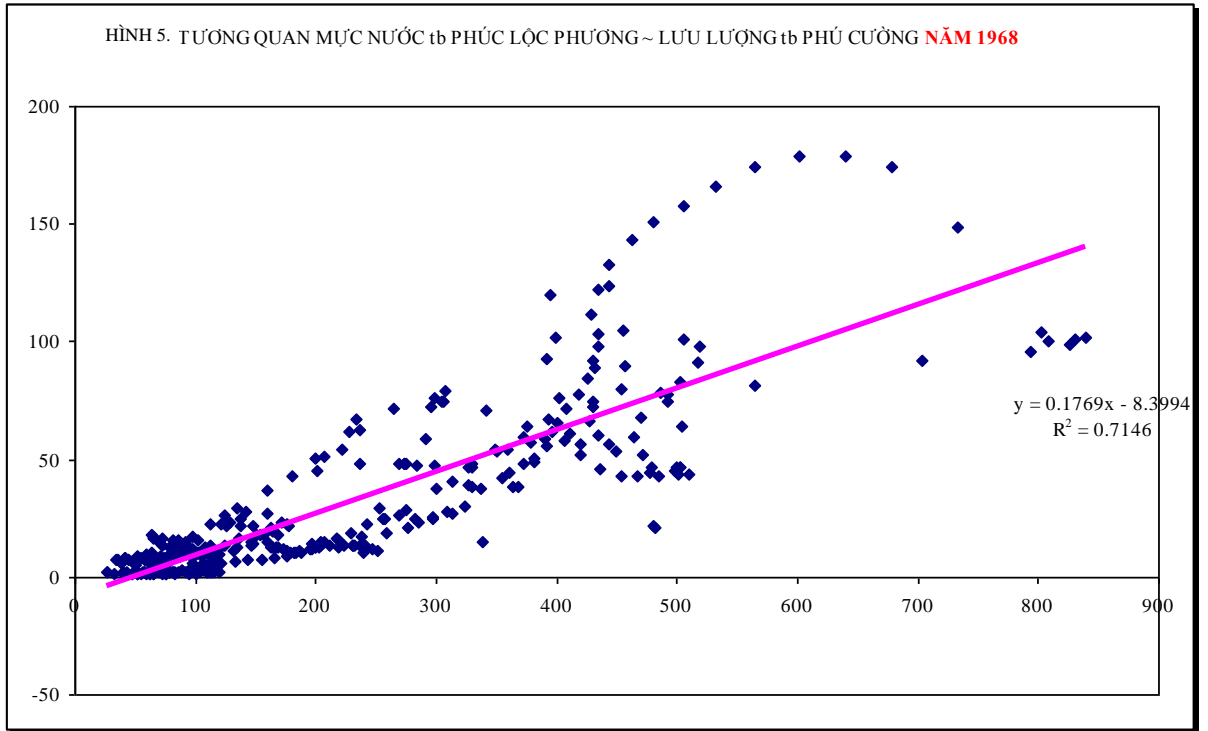
Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	22-Jul-80	21-Jul-80	19-Oct-80		20-Jul-80
1981	31-Jul-81	18-Aug-81	27-Aug-81		6-Oct-81
1982	16-Apr-82	3-Jun-82	5-Aug-82		12-Aug-82
1983	2-Mar-83	30-Jul-83	27-Apr-83		1-Oct-83
1984	6-Nov-84	6-Nov-84	5-Nov-84	5-Nov-84	8-Nov-84
1985	26-Aug-85	9-Sep-85	10-Apr-85	9-Sep-85	8-Sep-85
1986	13-Jul-86	6-Sep-86	24-May-86	16-Jun-86	19-Jul-86
1987	22-Jul-87	30-Aug-87	22-Jul-87	21-Sep-87	21-Sep-87
1988	24-Aug-88	21-Oct-88	3-Jul-88	22-May-88	20-Jun-88
1989	10-Jun-89	10-Jun-89	11-Oct-89	11-Oct-89	11-Oct-89
1990	18-Jun-90	19-Sep-90	17-Sep-90	17-Sep-90	20-Jul-90
1991	31-May-91	11-Jul-91	11-Jul-91	11-Jul-91	11-Jul-91
1992	25-Jun-92	27-Jun-92	25-Jun-92	21-Jul-92	21-Jul-92
1993	26-Sep-93	27-Jun-93	23-Jul-93	26-Sep-93	26-Sep-93
1994	3-Jun-94	27-Aug-94	3-Sep-94	27-Aug-94	15-Aug-94
1995	18-Aug-95	30-Aug-95	4-Jul-95	5-Jul-95	4-Jul-95
1996	2-Nov-96	22-Jul-96	19-Jul-96	26-Jul-96	26-Jul-96
1997	20-Aug-97	20-Aug-97	21-Jun-97	17-Jul-97	21-Jun-97
1998	25-Jun-98	12-Sep-98	1-Jun-98	25-Jun-98	26-Jun-98
1999	23-Oct-99	16-Sep-99	14-Jun-99	27-Aug-99	12-Jul-99
2000	13-Oct-00	28-Sep-00	8-Jul-00	9-Jul-00	9-Jul-00
2001	17-Jun-01	30-Jun-01	24-Jun-01	18-Jul-01	27-Jun-01
2002	29-Jul-02	8-Aug-02	15-May-02	29-Jul-02	16-May-02
2003	9-Jul-03	21-Aug-03	22-Aug-03	22-Aug-03	22-Aug-03
2004	13-Aug-04	15-May-04	10-Jun-04	19-Jul-04	19-Jul-04
2005	16-Sep-05	29-Jul-05	29-Jun-05	22-Aug-05	29-Jun-05
2006	15-Aug-06	5-Sep-06	15-Aug-06	16-Aug-06	15-Aug-06
2007	18-Aug-07	1-Oct-07	19-Aug-07	14-Sep-07	27-Jun-07
2008	31-Oct-08	31-Oct-08	30-Oct-08	30-Oct-08	30-Oct-08
2009	25-May-09		8-Jul-09	17-Jul-09	17-Jul-09
2010	21-Jul-10		20-Jul-10	24-Aug-10	23-Aug-10
2011	16-Jun-11		2-Jun-11	25-Oct-11	14-Jun-11

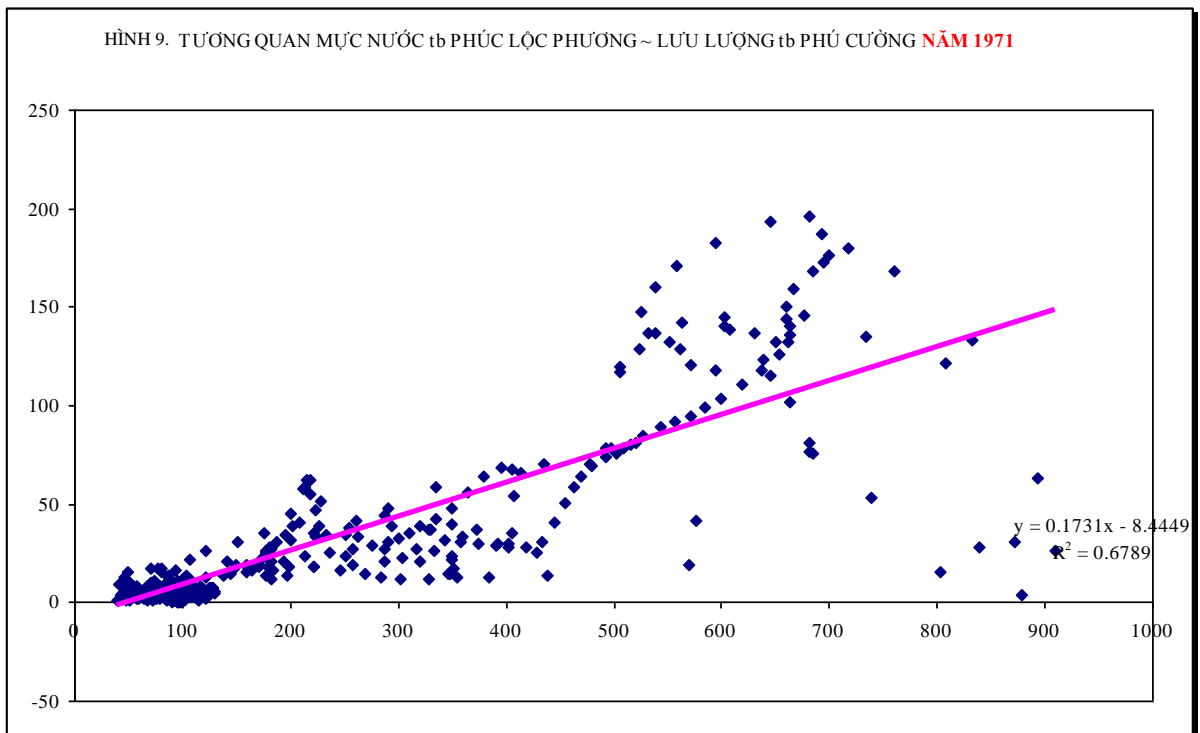
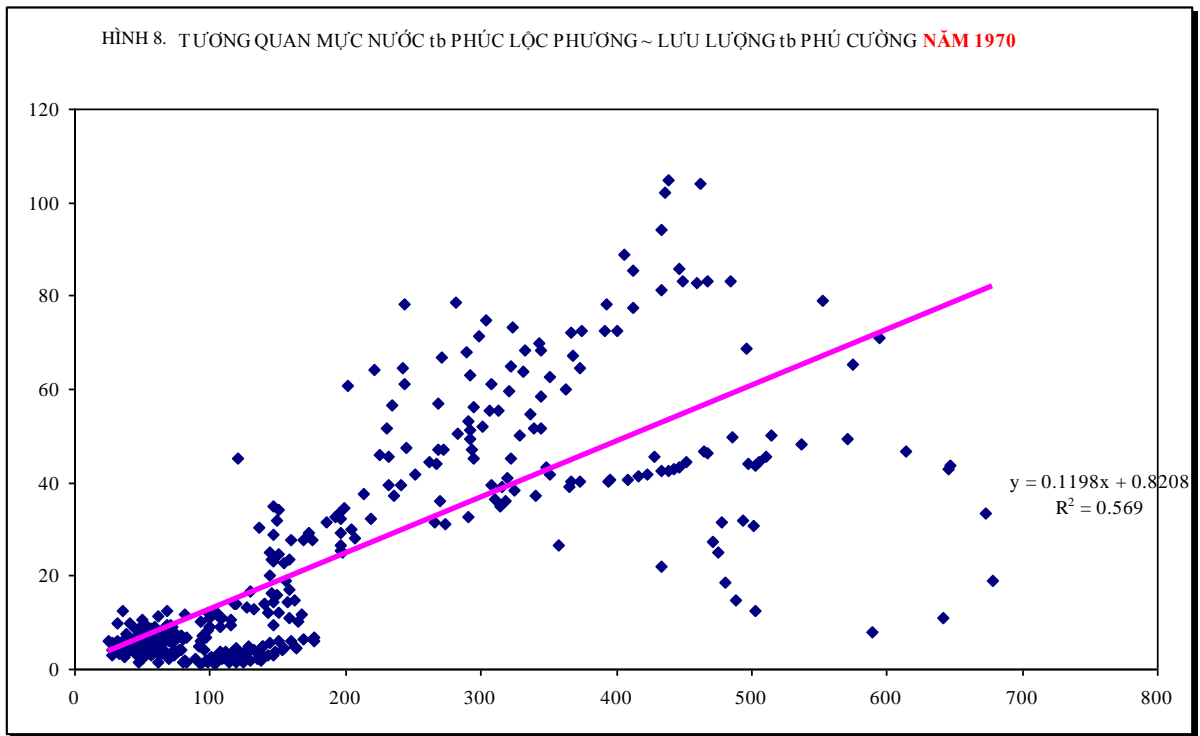
Bảng 7. Tổ hợp thời gian bắt đầu xuất hiện mưa 7 ngày lớn nhất tại các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Phan – Cà Lò

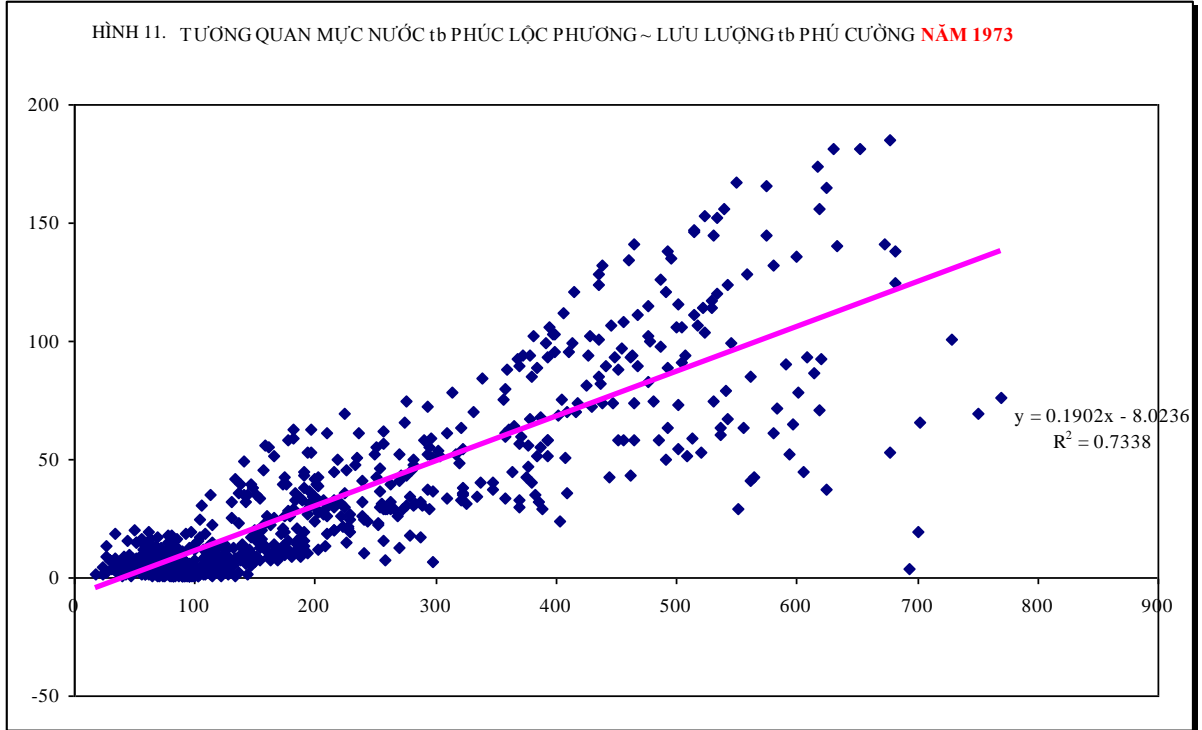
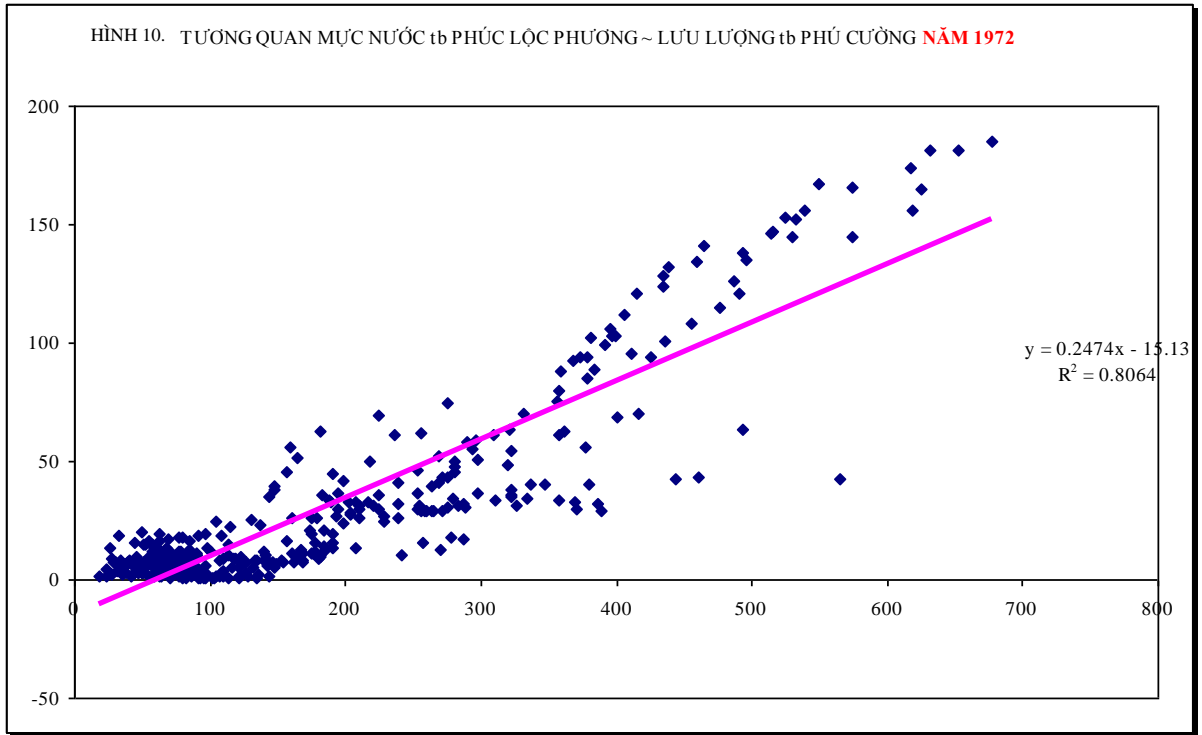
Năm	Trạm đo mưa				
	Vĩnh Yên	Tam Đảo	Phúc Yên	Đông Anh	Sóc Sơn
1980	20-Jul-80	19-Jul-80	17-Oct-80		19-Jul-80
1981	29-Jul-81	16-Aug-81	25-Aug-81		4-Oct-81
1982	14-Apr-82	2-Jun-82	3-Aug-82		14-Aug-82
1983	28-Feb-83	28-Jul-83	25-Apr-83		30-Sep-83
1984	4-Nov-84	4-Nov-84	3-Nov-84	3-Nov-84	8-Nov-84
1985	24-Aug-85	7-Sep-85	8-Apr-85	7-Sep-85	7-Sep-85
1986	11-Jul-86	4-Sep-86	22-May-86	14-Jun-86	17-Jul-86
1987	20-Jul-87	28-Aug-87	20-Jul-87	19-Sep-87	19-Sep-87
1988	22-Aug-88	19-Oct-88	1-Jul-88	20-May-88	18-Jun-88
1989	9-Jun-89	8-Jun-89	9-Oct-89	9-Oct-89	9-Oct-89
1990	16-Jun-90	17-Sep-90	15-Sep-90	15-Sep-90	20-Jul-90
1991	29-May-91	9-Jul-91	9-Jul-91	9-Jul-91	10-Jun-91
1992	23-Jun-92	25-Jun-92	23-Jun-92	19-Jul-92	21-Jul-92
1993	24-Sep-93	25-Jun-93	21-Jul-93	24-Sep-93	16-Aug-93
1994	3-Jun-94	25-Aug-94	1-Sep-94	25-Aug-94	13-Aug-94
1995	16-Aug-95	28-Aug-95	2-Jul-95	3-Jul-95	3-Jul-95
1996	1-Nov-96	20-Jul-96	17-Jul-96	24-Jul-96	23-Jul-96
1997	18-Aug-97	18-Aug-97	19-Jun-97	16-Jul-97	22-Jun-97
1998	23-Jun-98	10-Sep-98	30-May-98	25-Jun-98	25-Jun-98
1999	21-Oct-99	14-Sep-99	12-Jun-99	27-Aug-99	12-Jul-99
2000	11-Oct-00	26-Sep-00	6-Jul-00	7-Jul-00	9-Jul-00
2001	15-Jun-01	28-Jun-01	22-Jun-01	16-Jul-01	28-Jun-01
2002	27-Jul-02	8-Aug-02	13-May-02	27-Jul-02	14-May-02
2003	7-Jul-03	19-Aug-03	21-Aug-03	20-Aug-03	20-Aug-03
2004	11-Aug-04	13-May-04	8-Jun-04	17-Jul-04	17-Jul-04
2005	14-Sep-05	27-Jul-05	27-Jun-05	20-Aug-05	28-Jun-05
2006	14-Aug-06	3-Sep-06	13-Aug-06	14-Aug-06	13-Aug-06
2007	16-Aug-07	29-Sep-07	17-Aug-07	12-Sep-07	26-Jun-07
2008	29-Oct-08	29-Oct-08	28-Oct-08	28-Oct-08	28-Oct-08
2009	23-May-09		6-Jul-09	15-Jul-09	28-May-09
2010	19-Jul-10		18-Jul-10	22-Aug-10	21-Aug-10
2011	14-Jun-11		31-May-11	23-Oct-11	18-Jun-11

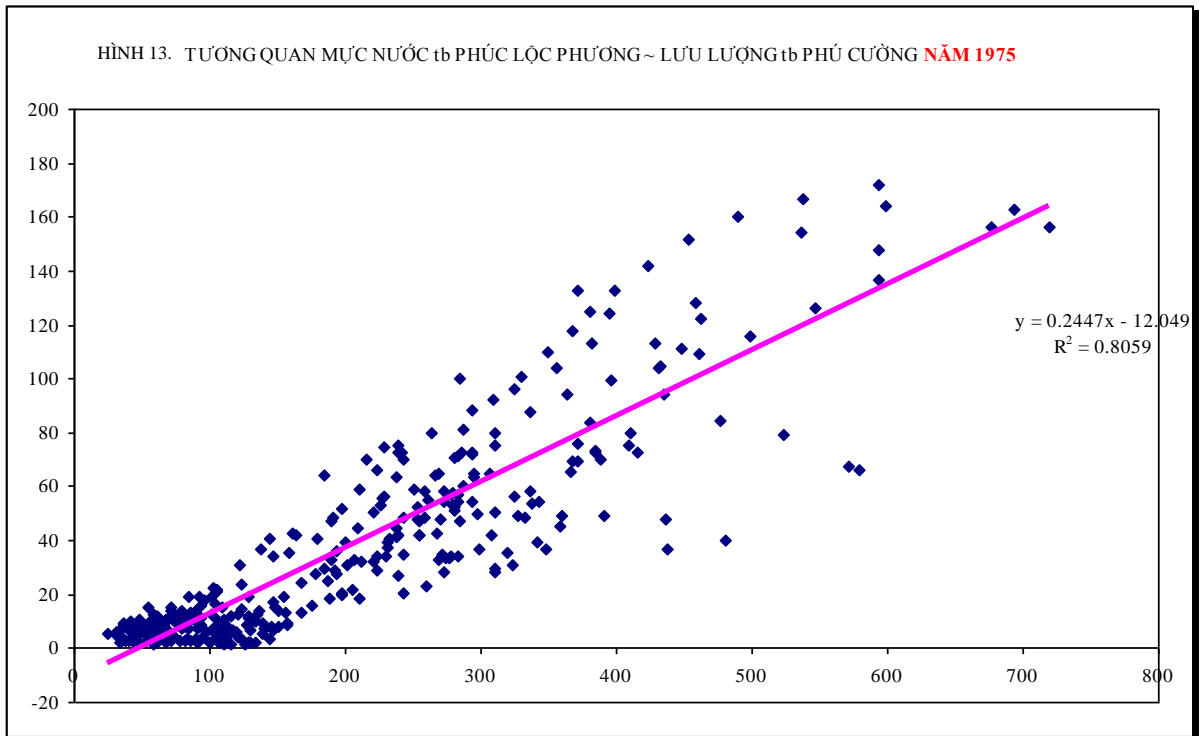
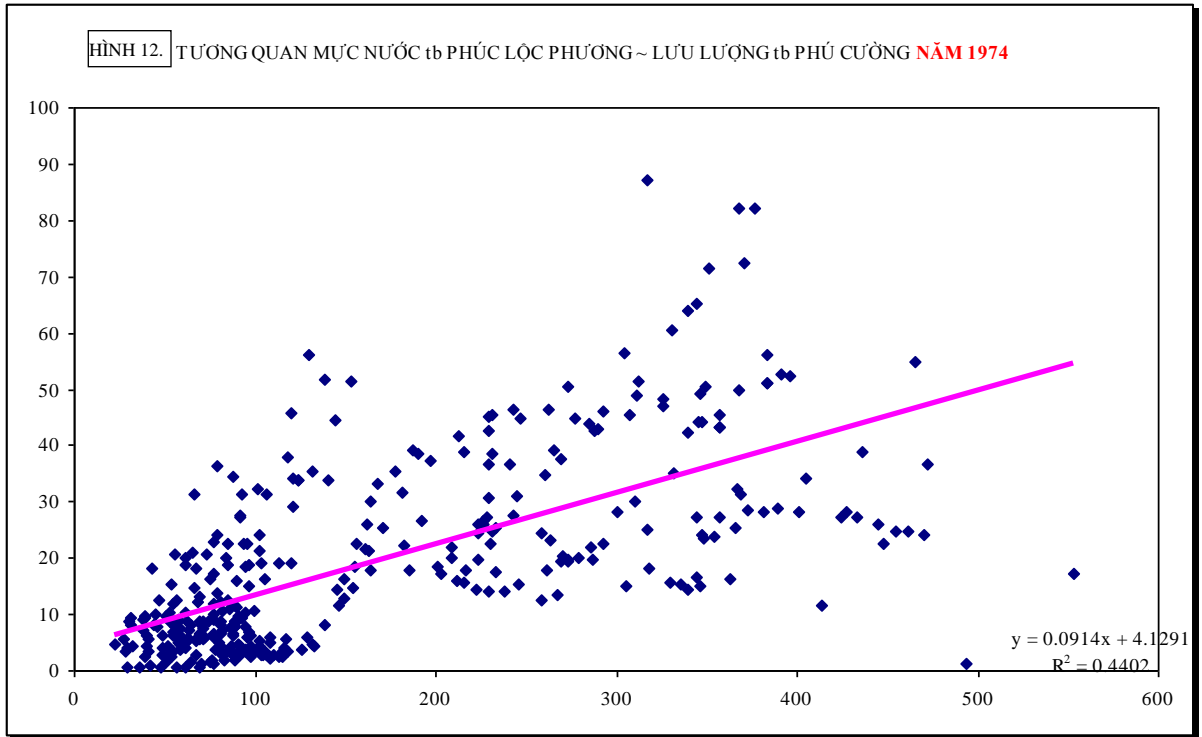










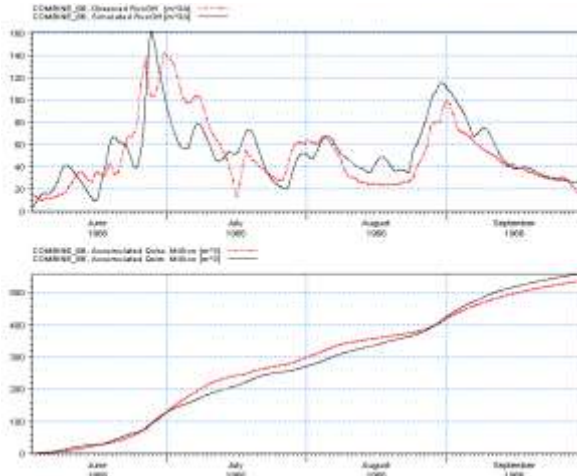


8. Bảng thống kê các trị số mưa 1, 2, 3 ngày lớn nhất trạm Tam Đảo, Vĩnh Yên

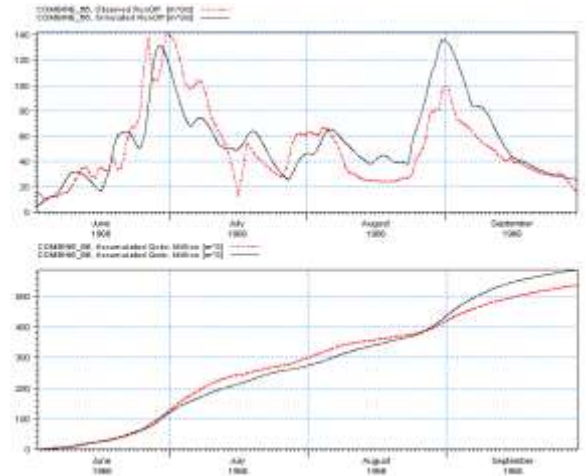
TT	Năm	Trị số mưa úng (mm)			Thời gian Kéo dài (ngày/ tháng)	Vị trí đỉnh mưa
		1 ngày Max	2 ngày Max	3 ngày Max		
1	1978	240,0	327,6	327,9	03~05/X	Giữa trận
2	1979	187,2	227,1	244,1	03~05/VIII	G
3	1980	240,1	279,5	296,5	23~25/VII	G
4	81	68,2	68,4	69,7	02~04/VIII	G
5	82	117,0	117,0	117,0	20/IV	G
6	83	81,2	87,2	87,2	05~06/III	Giữa trận
7	84	128,0	246,7	246,7	9~10/XI	G
8	1985	85,8	109,0	140,9	28~30/VIII	Đ
9	86	73,8	87,8	89,2	12~14/VII	Đ
10	87	92,4	92,6	92,6	26~27/VII	G
11	88	71,5	111,0	132,0	23~25/VIII	Đ
12	89	102,7	134	140,8	11~13/VI	G
13	1990	74,4	93,4	112,2	18~20/VI	Cuối trận
14	91	95,3	97,7	97,7	04~05/VI	G
15	92	130,7	164,4	164,4	28~29/VI	G
16	93	116,6	135,4	135,4	29~30/IX	G
17	94	227,6	233,2	246,4	03~05/VI	C
18	1995	61,9	71,5	105,0	20~22/VIII	C
19	96	109,0	136,2	164,8	03~05/XI	C
20	97	135,8	165,7	165,7	23~24/VIII	Đ
21	98	56,1	70,1	85,3	26~28/VI	Đ
22	99	69,8	115,6	115,8	25~27/X	G
23	2000	82,1	109,7	119,0	15~17/X	Đ
24	01	176,9	176,9	177,2	21~23/VI	Đ
25	02	60,9	85,8	121,9	30~02/VIII	C
26	03	100,8	100,9	135,9	11~13/VII	C
27	04	77,5	79,9	84,0	15~17/VIII	C
28	2005	112,7	125,8	133,7	18~20/IX	G
29	06	125,4	247,9	278,1	16~18/VIII	G
30	07	110,0	110,0	110,0	22/VIII	Đ
31	2008	332,1	442,6	497,5	31/10~03/XI	Đ

**PHỤ LỤC 2. DỮ LIỆU ĐẦU VÀO VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MÔ
HÌNH THỦY VĂN - THỦY LỰC**

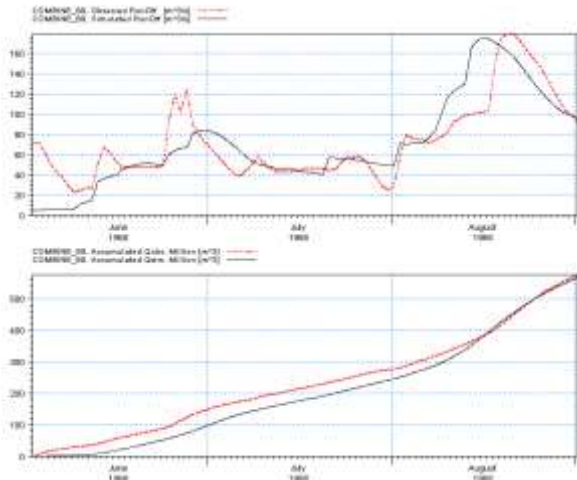
Hình 13. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1966



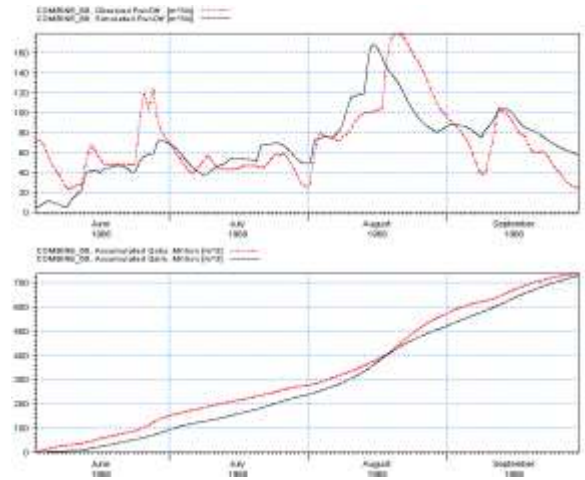
(a) Với bộ thông số tối ưu năm 1966



(b) Với bộ thông số đại biểu 5 trận lũ

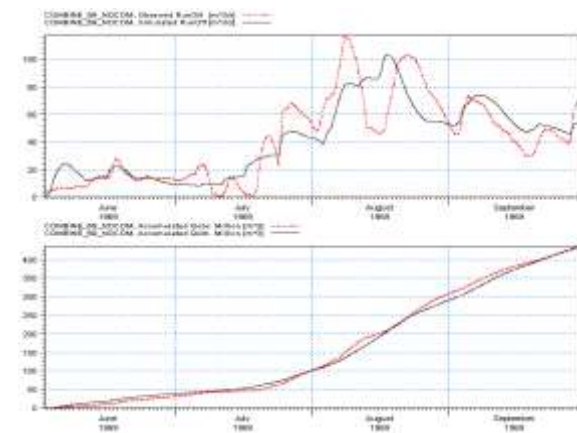


(a) Với bộ thông số tối ưu năm 1968

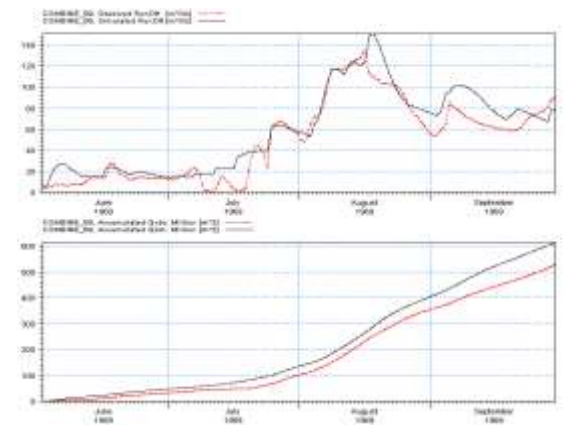


(b) Với bộ thông số đại biểu 5 trận lũ

Hình 14. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1968

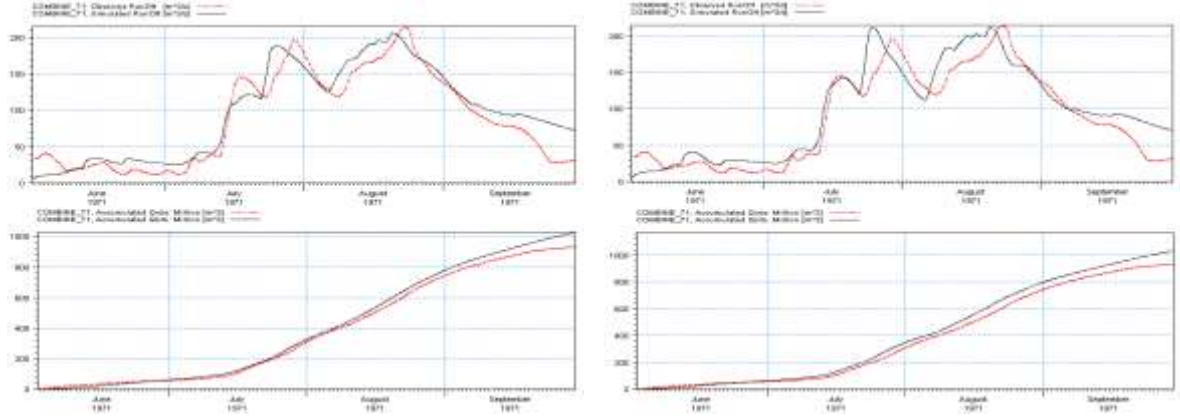


(a) Với bộ thông số tối ưu năm 1969



Với bộ thông số đại biểu 5 trận lũ

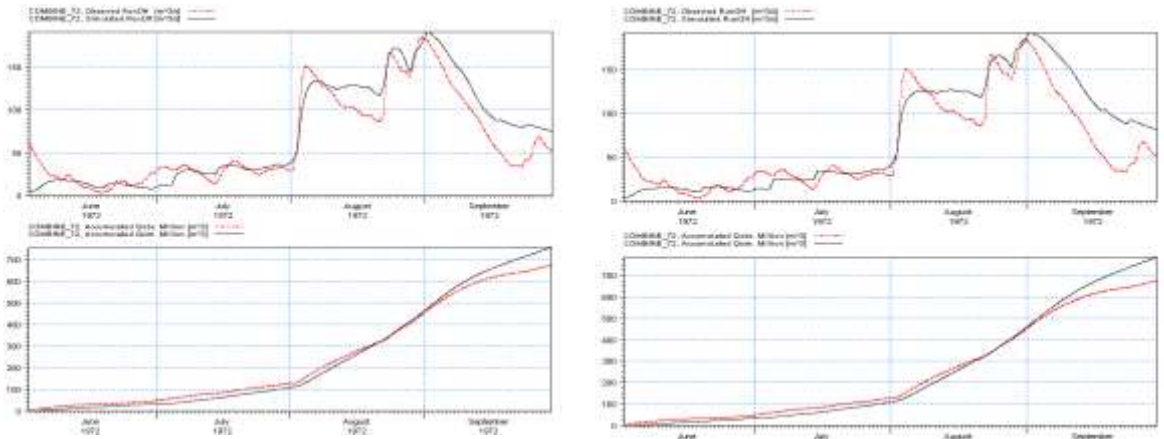
Hình 15. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1969



(a) Với bộ thông số tối ưu năm 1971

(b) Với bộ thông số đại biểu 5 trận lũ

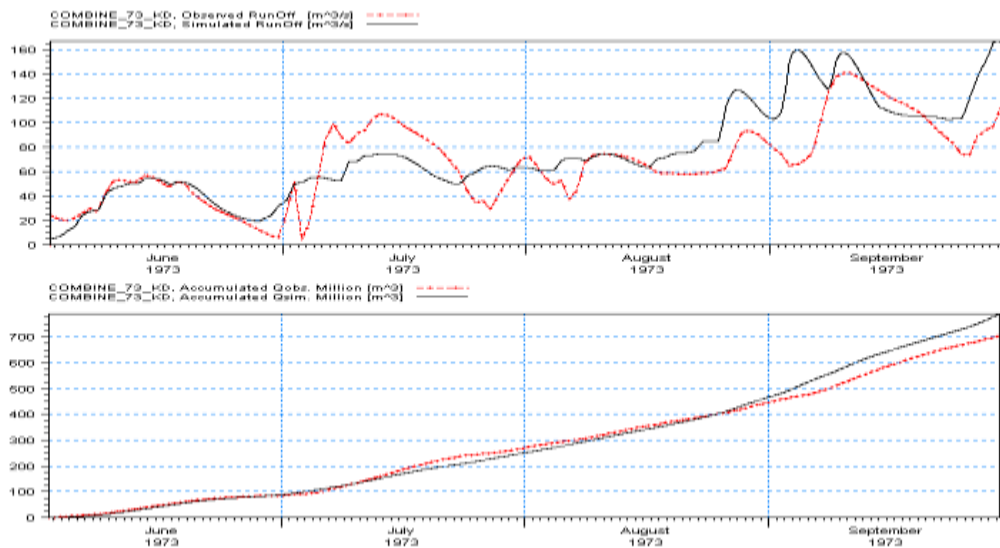
Hình 16. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1971



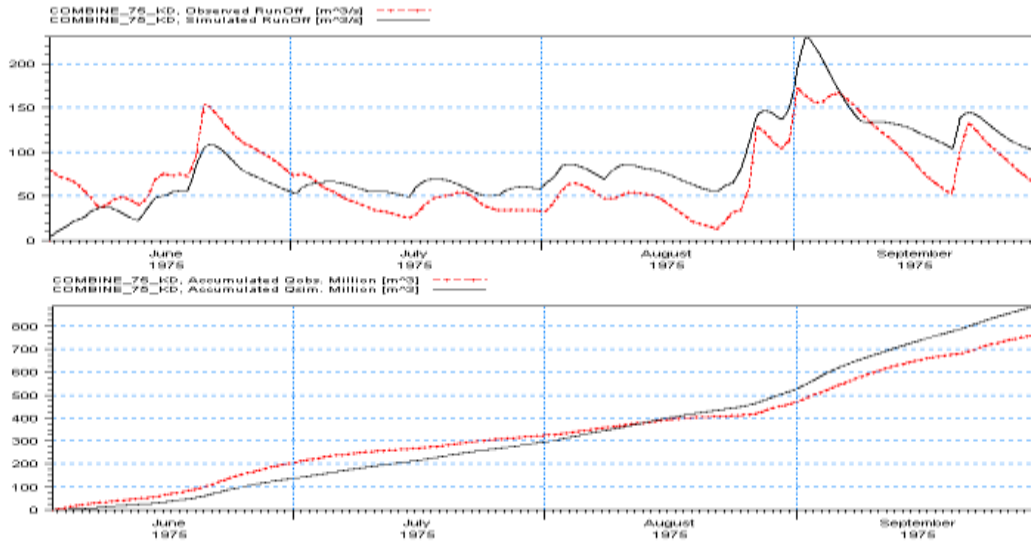
(a) Với bộ thông số tối ưu năm 1972

(b) Với bộ thông số đại biểu 5 trận lũ

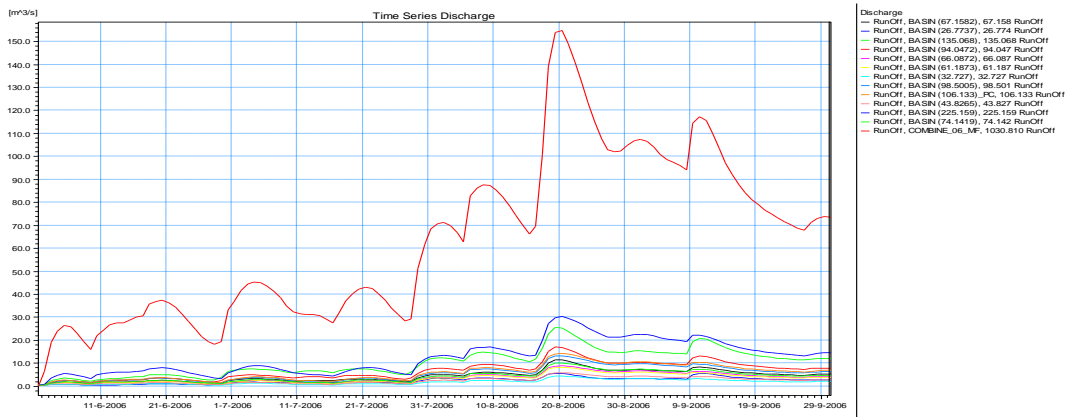
Hình 17. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1972



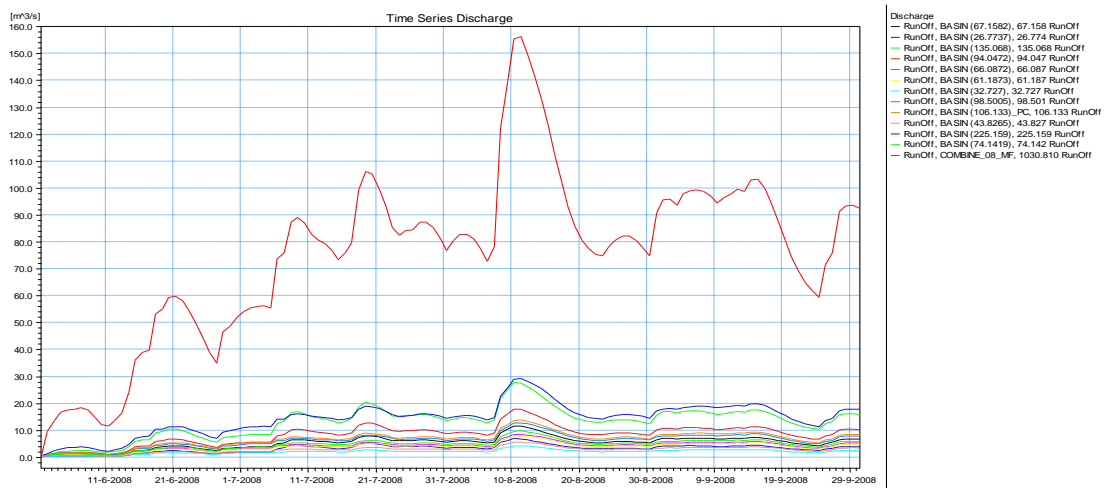
Hình 18. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1973



Hình 19. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ năm 1975



Hình 20. Đường quá trình lưu lượng tính toán trận lũ năm 2006



Hình 21. Đường quá trình lưu lượng tính toán trận lũ năm 2008

Bảng 9. Số liệu biên trên (lưu lượng) năm 2006 đầu vào cho mô hình thủy lực sông Phan - Cà Lò

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bẫy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
6/1/2006 10:00	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	61.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6/2/2006 10:00	0.47	0.41	0.56	0.5	0.47	0.44	64.6	0.46	0.42	0.51	0.52	0.69	0.48
6/3/2006 10:00	1.22	0.72	2.2	1.61	1.17	0.89	68.8	1.11	0.74	1.59	1.69	3.22	1.28
6/4/2006 10:00	1.54	0.82	2.91	2.08	1.47	1.06	74.4	1.38	0.86	2.06	2.19	4.36	1.61
6/5/2006 10:00	1.71	0.86	3.32	2.34	1.63	1.15	86.8	1.53	0.92	2.33	2.5	5.07	1.81
6/6/2006 10:00	1.73	0.83	3.4	2.39	1.66	1.15	94.8	1.55	0.9	2.39	2.56	5.26	1.84
6/7/2006 10:00	1.61	0.76	3.19	2.24	1.55	1.07	105	1.44	0.83	2.24	2.41	4.97	1.72
6/8/2006 10:00	1.43	0.66	2.86	1.99	1.37	0.94	151	1.28	0.73	2	2.15	4.46	1.53
6/9/2006 10:00	1.24	0.57	2.5	1.74	1.19	0.81	207	1.11	0.62	1.74	1.87	3.89	1.33
6/10/2006 10:00	1.54	0.59	2.91	2.09	1.58	1.07	231	1.47	0.81	2.34	2.51	5.27	1.77
6/11/2006 10:00	1.6	0.6	3.04	2.17	1.64	1.1	234	1.52	0.83	2.43	2.62	5.51	1.84
6/12/2006 10:00	1.67	0.62	3.21	2.28	1.72	1.15	220	1.59	0.86	2.55	2.74	5.79	1.92
6/13/2006 10:00	1.71	0.63	3.3	2.34	1.75	1.17	199	1.63	0.88	2.61	2.81	5.93	1.96
6/14/2006 10:00	1.72	0.69	3.43	2.4	1.75	1.17	182	1.62	0.87	2.6	2.8	5.93	1.96
6/15/2006 10:00	1.82	0.73	3.65	2.55	1.78	1.18	164	1.64	0.88	2.64	2.85	6.03	1.99
6/16/2006 10:00	1.91	0.76	3.83	2.67	1.84	1.22	147	1.7	0.91	2.74	2.95	6.25	2.06
6/17/2006 10:00	1.95	0.78	3.92	2.73	1.88	1.25	134	1.74	0.93	2.8	3.02	6.39	2.11
6/18/2006 10:00	2.32	0.98	4.77	3.29	2.18	1.45	122	2.02	1.08	3.25	3.5	7.43	2.45
6/19/2006 10:00	2.37	1	4.88	3.37	2.24	1.49	115	2.08	1.11	3.34	3.6	7.64	2.52
6/20/2006 10:00	2.41	1.02	4.96	3.42	2.27	1.51	105	2.11	1.13	3.39	3.65	7.74	2.56
6/21/2006 10:00	2.38	1.02	4.93	3.39	2.25	1.49	98.1	2.08	1.11	3.35	3.61	7.65	2.52
6/22/2006 10:00	2.29	0.99	4.77	3.27	2.16	1.43	93.2	2	1.07	3.22	3.47	7.36	2.43
6/23/2006 10:00	2.16	0.94	4.5	3.08	2.03	1.34	91.5	1.88	1	3.02	3.25	6.9	2.28
6/24/2006 10:00	1.99	0.87	4.15	2.84	1.86	1.23	89.9	1.72	0.92	2.77	2.99	6.34	2.09

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
6/25/2006 10:00	1.79	0.79	3.76	2.57	1.68	1.11	89.9	1.55	0.83	2.5	2.69	5.71	1.88
6/26/2006 10:00	1.6	0.71	3.36	2.3	1.5	1	93.2	1.39	0.74	2.24	2.41	5.11	1.69
6/27/2006 10:00	1.45	0.69	3.07	2.09	1.35	0.89	98.1	1.25	0.67	2.01	2.16	4.59	1.51
6/28/2006 10:00	1.37	0.7	3.02	2.01	1.22	0.81	96.5	1.13	0.6	1.81	1.95	4.14	1.37
6/29/2006 10:00	1.45	1.06	3.91	2.4	1.11	0.74	64.6	1.03	0.55	1.66	1.78	3.78	1.25
6/30/2006 10:00	2.52	1.6	6.33	4.01	1.76	1.17	64.6	1.63	0.87	2.62	2.82	5.99	2
7/1/2006 10:00	2.68	1.65	6.6	4.21	1.9	1.26	66	1.76	0.94	2.83	3.05	6.47	2.16
7/2/2006 10:00	2.93	1.72	7.05	4.54	2.16	1.43	67.4	2	1.07	3.22	3.47	7.37	2.45
7/3/2006 10:00	3.05	1.75	7.23	4.69	2.33	1.54	70.2	2.16	1.15	3.47	3.74	7.94	2.64
7/4/2006 10:00	3.11	1.75	7.29	4.75	2.44	1.62	68.8	2.26	1.21	3.63	3.91	8.3	2.76
7/5/2006 10:00	3.1	1.72	7.22	4.71	2.47	1.64	63.2	2.29	1.22	3.68	3.97	8.42	2.79
7/6/2006 10:00	3.05	1.7	7.09	4.63	2.44	1.62	55.5	2.26	1.21	3.64	3.92	8.32	2.76
7/7/2006 10:00	2.96	1.69	6.94	4.51	2.36	1.56	49.1	2.18	1.17	3.51	3.78	8.03	2.66
7/8/2006 10:00	2.82	1.66	6.7	4.33	2.21	1.47	45.7	2.05	1.1	3.3	3.56	7.55	2.51
7/9/2006 10:00	2.63	1.6	6.35	4.08	2.04	1.35	43.4	1.89	1.01	3.04	3.28	6.96	2.31
7/10/2006 10:00	2.45	1.65	6.13	3.85	1.87	1.24	41.3	1.73	0.93	2.79	3	6.37	2.12
7/11/2006 10:00	2.4	1.74	6.41	3.96	1.73	1.14	39.2	1.6	0.85	2.57	2.77	5.88	1.96
7/12/2006 10:00	2.45	1.74	6.51	4.04	1.64	1.09	37.1	1.52	0.81	2.44	2.63	5.58	1.86
7/13/2006 10:00	2.51	1.74	6.58	4.11	1.58	1.04	36.2	1.46	0.78	2.35	2.53	5.37	1.79
7/14/2006 10:00	2.53	1.7	6.53	4.1	1.51	1	34.3	1.4	0.75	2.25	2.42	5.14	1.72
7/15/2006 10:00	2.49	1.64	6.34	4	1.43	0.95	33.3	1.33	0.71	2.14	2.3	4.88	1.63
7/16/2006 10:00	2.38	1.56	6.02	3.8	1.36	0.9	31.7	1.26	0.67	2.02	2.18	4.62	1.54
7/17/2006 10:00	2.68	1.8	6.79	4.28	1.55	1.03	29.3	1.44	0.77	2.32	2.5	5.29	1.77
7/18/2006 10:00	2.91	2.01	7.22	4.59	1.83	1.22	27.9	1.7	0.91	2.73	2.94	6.24	2.08
7/19/2006 10:00	3	2.09	7.34	4.69	2	1.33	27.2	1.85	0.99	2.98	3.21	6.82	2.27
7/20/2006 10:00	3.05	2.09	7.39	4.74	2.14	1.42	25.8	1.98	1.06	3.2	3.44	7.3	2.43

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIỚI NHẬP KHU GIỮA						
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò						
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11	
7/21/2006 10:00	3.07	2.05	7.36	4.74	2.24	1.49	25.2	2.08	1.11	3.35	3.6	7.65	2.55	
7/22/2006 10:00	3.02	1.96	7.19	4.64	2.27	1.51	24.1	2.11	1.13	3.39	3.65	7.75	2.58	
7/23/2006 10:00	2.9	1.85	6.9	4.45	2.23	1.48	22.9	2.07	1.11	3.33	3.58	7.6	2.53	
7/24/2006 10:00	2.73	1.72	6.51	4.19	2.13	1.41	22.4	1.97	1.05	3.17	3.42	7.25	2.41	
7/25/2006 10:00	2.53	1.61	6.08	3.91	1.99	1.32	21.5	1.84	0.98	2.96	3.19	6.77	2.25	
7/26/2006 10:00	2.34	1.51	5.7	3.64	1.84	1.22	29.3	1.7	0.91	2.74	2.95	6.27	2.08	
7/27/2006 10:00	2.16	1.42	5.33	3.39	1.69	1.12	43.4	1.57	0.84	2.52	2.72	5.77	1.92	
7/28/2006 10:00	2.28	1.78	6.23	3.8	1.57	1.04	45.7	1.46	0.78	2.34	2.53	5.36	1.78	
7/29/2006 10:00	3.71	2.14	8.72	5.66	2.93	1.94	44.5	2.71	1.45	4.37	4.71	9.99	3.32	
7/30/2006 10:00	4.4	2.78	10.57	6.8	3.35	2.22	42.3	3.1	1.66	4.99	5.38	11.41	3.8	
7/31/2006 10:00	4.81	3.45	11.81	7.45	3.61	2.4	40.2	3.35	1.79	5.39	5.8	12.31	4.1	
8/1/2006 10:00	4.91	3.75	12.26	7.6	3.74	2.48	37.1	3.47	1.85	5.58	6.01	12.75	4.25	
8/2/2006 10:00	4.94	3.77	12.35	7.63	3.81	2.53	35.2	3.53	1.89	5.68	6.12	12.98	4.32	
8/3/2006 10:00	4.89	3.63	12.16	7.54	3.79	2.52	34.3	3.51	1.88	5.66	6.09	12.93	4.3	
8/4/2006 10:00	4.75	3.42	11.76	7.33	3.7	2.45	33.3	3.42	1.83	5.51	5.94	12.6	4.19	
8/5/2006 10:00	4.55	3.18	11.24	7.04	3.55	2.35	31.7	3.29	1.76	5.29	5.7	12.1	4.03	
8/6/2006 10:00	5.76	3.57	13.94	8.87	4.85	3.22	29.3	4.49	2.4	7.23	7.79	16.52	5.48	
8/7/2006 10:00	6.1	3.9	15.62	9.8	4.89	3.24	27.9	4.52	2.42	7.28	7.85	16.64	5.51	
8/8/2006 10:00	6.24	4.01	16.21	10.14	4.92	3.26	26.5	4.55	2.44	7.33	7.9	16.76	5.55	
8/9/2006 10:00	6.25	3.94	16.09	10.11	4.92	3.26	25.2	4.55	2.44	7.33	7.9	16.76	5.55	
8/10/2006 10:00	6.15	3.77	15.57	9.85	4.86	3.22	24.6	4.5	2.41	7.24	7.8	16.56	5.49	
8/11/2006 10:00	5.97	3.55	14.83	9.46	4.74	3.14	24.6	4.39	2.35	7.06	7.61	16.14	5.35	
8/12/2006 10:00	5.73	3.32	13.99	8.98	4.57	3.03	24.1	4.23	2.26	6.81	7.34	15.56	5.16	
8/13/2006 10:00	5.47	3.09	13.13	8.49	4.38	2.91	22.9	4.06	2.17	6.53	7.04	14.94	4.95	
8/14/2006 10:00	5.19	2.88	12.3	7.99	4.19	2.78	21.9	3.88	2.07	6.24	6.72	14.26	4.73	
8/15/2006 10:00	4.9	2.67	11.48	7.49	3.97	2.63	21.5	3.68	1.97	5.92	6.38	13.54	4.49	

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA						
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò						
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11	
8/16/2006 10:00	5.13	2.98	12.19	7.88	4.06	2.69	20.5	3.76	2.01	6.05	6.52	13.82	4.59	
8/17/2006 10:00	7.13	4.11	16.91	10.95	5.85	3.88	19.7	5.41	2.9	8.72	9.39	19.92	6.6	
8/18/2006 10:00	10.66	6.14	25.19	16.25	7.99	5.3	19.4	7.4	3.96	11.91	12.83	27.22	9.05	
8/19/2006 10:00	12.84	7.1	30.02	19.43	9.09	6.03	19	8.42	4.5	13.55	14.6	30.97	10.35	
8/20/2006 10:00	13.34	6.65	30.13	20.05	9.44	6.26	20.5	8.74	4.68	14.07	15.17	32.17	10.76	
8/21/2006 10:00	12.92	6.27	28.82	19.29	9.35	6.2	21.5	8.66	4.63	13.94	15.02	31.87	10.65	
8/22/2006 10:00	12.08	5.75	26.67	17.93	9.02	5.98	21.9	8.35	4.47	13.44	14.49	30.73	10.25	
8/23/2006 10:00	11.08	5.19	24.24	16.35	8.57	5.68	22.9	7.93	4.24	12.77	13.76	29.18	9.72	
8/24/2006 10:00	10.08	4.66	21.87	14.79	8.07	5.35	24.1	7.47	4	12.03	12.96	27.5	9.14	
8/25/2006 10:00	9.14	4.19	19.69	13.35	7.56	5.02	25.2	7	3.74	11.27	12.14	25.76	8.55	
8/26/2006 10:00	8.31	3.78	17.8	12.09	7.08	4.69	26.5	6.55	3.51	10.55	11.37	24.12	8	
8/27/2006 10:00	7.69	3.51	16.45	11.17	6.69	4.44	28.6	6.2	3.31	9.97	10.75	22.8	7.55	
8/28/2006 10:00	7.3	3.32	15.55	10.57	6.49	4.31	31.7	6.01	3.22	9.68	10.43	22.12	7.32	
8/29/2006 10:00	7.05	3.18	14.95	10.17	6.39	4.24	31.7	5.92	3.16	9.53	10.26	21.77	7.2	
8/30/2006 10:00	7	3.15	14.8	10.08	6.44	4.27	28.6	5.96	3.19	9.59	10.34	21.93	7.25	
8/31/2006 10:00	7.01	3.2	14.9	10.12	6.46	4.29	26.5	5.98	3.2	9.63	10.38	22.02	7.28	
9/1/2006 10:00	6.95	3.15	14.71	10	6.46	4.29	24.1	5.98	3.2	9.63	10.38	22.02	7.27	
9/2/2006 10:00	6.85	3.1	14.48	9.85	6.42	4.26	22.9	5.94	3.18	9.57	10.31	21.87	7.22	
9/3/2006 10:00	6.7	3.03	14.15	9.63	6.31	4.19	22.4	5.84	3.13	9.41	10.14	21.5	7.1	
9/4/2006 10:00	6.51	2.95	13.76	9.36	6.15	4.08	21.5	5.69	3.04	9.16	9.87	20.95	6.91	
9/5/2006 10:00	6.42	3.01	13.76	9.3	5.98	3.96	21	5.54	2.96	8.91	9.6	20.37	6.72	
9/6/2006 10:00	6.34	2.98	13.62	9.2	5.87	3.89	20.1	5.44	2.91	8.75	9.43	20.01	6.61	
9/7/2006 10:00	6.27	2.95	13.47	9.09	5.77	3.83	19.7	5.35	2.86	8.61	9.27	19.67	6.5	
9/8/2006 10:00	6.15	2.91	13.24	8.93	5.65	3.75	19	5.23	2.8	8.42	9.07	19.24	6.36	
9/9/2006 10:00	7.83	4.74	18.6	11.98	6.42	4.26	19.7	5.94	3.18	9.57	10.31	21.87	7.26	
9/10/2006 10:00	8.19	5.87	20.93	13.04	6.38	4.23	20.1	5.9	3.16	9.5	10.24	21.72	7.21	

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
9/11/2006 10:00	8.18	6.11	21.32	13.17	6.28	4.16	20.1	5.81	3.11	9.36	10.08	21.39	7.1
9/12/2006 10:00	7.9	5.88	20.58	12.72	6.07	4.03	33.3	5.62	3.01	9.05	9.75	20.68	6.86
9/13/2006 10:00	7.5	5.45	19.35	12.01	5.8	3.85	75.8	5.37	2.87	8.65	9.32	19.78	6.56
9/14/2006 10:00	7.08	4.98	18.01	11.25	5.53	3.67	101	5.12	2.74	8.25	8.88	18.85	6.25
9/15/2006 10:00	6.68	4.53	16.73	10.53	5.28	3.5	124	4.89	2.61	7.87	8.48	17.98	5.96
9/16/2006 10:00	6.33	4.13	15.61	9.89	5.05	3.35	141	4.68	2.5	7.53	8.11	17.21	5.71
9/17/2006 10:00	6.02	3.8	14.64	9.34	4.85	3.22	155	4.49	2.4	7.23	7.79	16.52	5.48
9/18/2006 10:00	5.76	3.52	13.83	8.88	4.68	3.1	166	4.33	2.32	6.97	7.51	15.93	5.28
9/19/2006 10:00	5.54	3.3	13.16	8.49	4.52	3	172	4.19	2.24	6.74	7.26	15.41	5.11
9/20/2006 10:00	5.34	3.11	12.59	8.16	4.39	2.91	180	4.06	2.17	6.54	7.05	14.96	4.96
9/21/2006 10:00	5.18	2.96	12.12	7.87	4.27	2.83	184	3.95	2.11	6.36	6.86	14.55	4.83
9/22/2006 10:00	5.03	2.84	11.71	7.63	4.16	2.76	184	3.85	2.06	6.2	6.68	14.18	4.7
9/23/2006 10:00	4.9	2.73	11.36	7.41	4.06	2.69	182	3.76	2.01	6.06	6.53	13.84	4.59
9/24/2006 10:00	4.78	2.65	11.05	7.22	3.97	2.63	176	3.68	1.97	5.92	6.38	13.53	4.49
9/25/2006 10:00	4.67	2.57	10.78	7.05	3.89	2.58	172	3.6	1.92	5.79	6.24	13.24	4.39
9/26/2006 10:00	4.59	2.6	10.66	6.95	3.8	2.52	166	3.52	1.88	5.67	6.11	12.96	4.3
9/27/2006 10:00	4.77	2.6	10.98	7.2	3.99	2.65	160	3.69	1.98	5.95	6.41	13.59	4.5
9/28/2006 10:00	4.84	2.6	11.09	7.28	4.05	2.69	155	3.75	2.01	6.04	6.51	13.81	4.57
9/29/2006 10:00	4.88	2.58	11.13	7.32	4.11	2.72	149	3.8	2.03	6.12	6.6	13.99	4.63
9/30/2006 10:00	4.86	2.53	11.06	7.29	4.12	2.73	136	3.81	2.04	6.14	6.61	14.03	4.65

Bảng 10. số liệu biên trên (lưu lượng) năm 2008 đầu vào cho mô hình thủy lực sông Phan - Cà Lò

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bẫy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
6/1/2008 10:00	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	91.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6/2/2008 10:00	0.73	0.54	1.16	0.9	0.68	0.58	116	0.66	0.52	0.84	0.88	1.46	0.73
6/3/2008 10:00	0.98	0.6	1.74	1.28	0.93	0.71	129	0.88	0.6	1.24	1.31	2.46	1.01
6/4/2008 10:00	1.15	0.62	2.16	1.55	1.1	0.8	114	1.03	0.65	1.53	1.63	3.21	1.2
6/5/2008 10:00	1.2	0.61	2.32	1.64	1.15	0.81	104	1.07	0.65	1.63	1.75	3.53	1.27
6/6/2008 10:00	1.2	0.6	2.4	1.67	1.14	0.79	92.9	1.06	0.62	1.65	1.77	3.63	1.27
6/7/2008 10:00	1.26	0.61	2.58	1.78	1.16	0.8	83.8	1.08	0.61	1.7	1.83	3.79	1.3
6/8/2008 10:00	1.21	0.59	2.54	1.74	1.08	0.74	70.8	1.01	0.56	1.59	1.71	3.58	1.21
6/9/2008 10:00	1.03	0.51	2.23	1.51	0.91	0.61	63.8	0.84	0.46	1.33	1.43	3.01	1.02
6/10/2008 10:00	0.85	0.43	1.87	1.26	0.73	0.49	57	0.68	0.37	1.08	1.16	2.44	0.82
6/11/2008 10:00	0.8	0.44	1.84	1.21	0.68	0.46	53.3	0.63	0.34	1.01	1.08	2.28	0.77
6/12/2008 10:00	0.95	0.51	2.16	1.43	0.8	0.53	48.5	0.74	0.4	1.18	1.27	2.69	0.9
6/13/2008 10:00	1.15	0.59	2.57	1.71	0.96	0.64	45.1	0.89	0.48	1.43	1.54	3.27	1.09
6/14/2008 10:00	1.71	0.89	3.84	2.54	1.42	0.94	43	1.32	0.71	2.11	2.28	4.83	1.6
6/15/2008 10:00	2.48	1.4	5.92	3.83	2.11	1.4	40.9	1.95	1.04	3.14	3.38	7.17	2.38
6/16/2008 10:00	2.63	1.55	6.51	4.18	2.24	1.49	38.9	2.07	1.11	3.34	3.6	7.63	2.53
6/17/2008 10:00	2.68	1.56	6.58	4.25	2.31	1.53	37.2	2.13	1.14	3.44	3.7	7.85	2.6
6/18/2008 10:00	3.68	2.15	9.03	5.84	3.04	2.02	35.4	2.82	1.51	4.53	4.89	10.36	3.43
6/19/2008 10:00	3.91	2.31	9.69	6.26	3.08	2.04	34.6	2.85	1.52	4.59	4.94	10.48	3.47
6/20/2008 10:00	4.26	2.49	10.44	6.77	3.31	2.2	33.8	3.07	1.64	4.94	5.32	11.29	3.74
6/21/2008 10:00	4.29	2.46	10.37	6.75	3.34	2.22	33.8	3.09	1.65	4.98	5.36	11.38	3.77
6/22/2008 10:00	4.14	2.31	9.83	6.43	3.29	2.18	43	3.04	1.63	4.9	5.28	11.2	3.71
6/23/2008 10:00	3.86	2.1	9	5.91	3.12	2.07	50.8	2.89	1.54	4.65	5.01	10.62	3.52
6/24/2008 10:00	3.49	1.87	8.04	5.3	2.86	1.9	61.1	2.65	1.42	4.27	4.6	9.76	3.23

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
6/25/2008 10:00	3.1	1.65	7.09	4.67	2.57	1.7	92.9	2.38	1.27	3.83	4.13	8.76	2.9
6/26/2008 10:00	2.73	1.45	6.2	4.09	2.28	1.51	215	2.11	1.13	3.39	3.65	7.75	2.57
6/27/2008 10:00	2.44	1.3	5.53	3.65	2.05	1.36	351	1.9	1.01	3.05	3.29	6.98	2.31
6/28/2008 10:00	3.27	1.74	7.38	4.87	2.75	1.82	459	2.54	1.36	4.1	4.41	9.36	3.1
6/29/2008 10:00	3.38	1.81	7.56	5.01	2.89	1.92	538	2.68	1.43	4.31	4.65	9.86	3.27
6/30/2008 10:00	3.59	1.9	7.97	5.29	3.1	2.06	607	2.87	1.54	4.62	4.98	10.57	3.5
7/1/2008 10:00	3.73	1.95	8.22	5.46	3.25	2.16	642	3.01	1.61	4.85	5.22	11.08	3.67
7/2/2008 10:00	3.81	1.96	8.38	5.58	3.34	2.22	642	3.09	1.65	4.98	5.37	11.38	3.77
7/3/2008 10:00	3.87	2.01	8.57	5.68	3.37	2.23	632	3.12	1.67	5.02	5.41	11.47	3.8
7/4/2008 10:00	3.89	2	8.6	5.71	3.38	2.24	597	3.12	1.67	5.03	5.42	11.5	3.81
7/5/2008 10:00	3.85	1.96	8.49	5.64	3.33	2.21	550	3.08	1.65	4.96	5.35	11.34	3.76
7/6/2008 10:00	5.2	3.17	12.48	8	4.19	2.78	505	3.88	2.08	6.25	6.73	14.28	4.74
7/7/2008 10:00	5.4	3.61	13.61	8.56	4.19	2.78	462	3.88	2.07	6.24	6.73	14.27	4.74
7/8/2008 10:00	6.35	4.4	16.34	10.2	4.69	3.11	422	4.34	2.32	6.99	7.53	15.97	5.31
7/9/2008 10:00	6.56	4.57	16.94	10.57	4.72	3.13	387	4.37	2.34	7.03	7.58	16.08	5.35
7/10/2008 10:00	6.4	4.33	16.28	10.22	4.65	3.08	359	4.3	2.3	6.92	7.46	15.83	5.27
7/11/2008 10:00	6.07	3.97	15.18	9.6	4.49	2.98	331	4.16	2.22	6.69	7.21	15.3	5.09
7/12/2008 10:00	5.92	3.83	14.71	9.32	4.39	2.91	301	4.06	2.17	6.54	7.05	14.96	4.98
7/13/2008 10:00	5.79	3.67	14.23	9.05	4.35	2.88	284	4.02	2.15	6.48	6.98	14.81	4.93
7/14/2008 10:00	5.59	3.44	13.54	8.67	4.27	2.83	281	3.95	2.11	6.36	6.86	14.54	4.84
7/15/2008 10:00	5.3	3.19	12.7	8.16	4.1	2.72	291	3.8	2.03	6.12	6.59	13.98	4.65
7/16/2008 10:00	5.54	3.44	13.46	8.6	4.19	2.78	321	3.88	2.07	6.24	6.72	14.27	4.75
7/17/2008 10:00	5.88	3.73	14.46	9.2	4.34	2.88	359	4.02	2.15	6.47	6.97	14.78	4.93
7/18/2008 10:00	7.44	4.89	18.68	11.79	5.27	3.49	408	4.88	2.61	7.85	8.46	17.95	5.99
7/19/2008 10:00	8.05	5.39	20.42	12.84	5.55	3.68	446	5.14	2.75	8.28	8.92	18.92	6.33
7/20/2008 10:00	7.94	5.25	20.02	12.62	5.54	3.67	454	5.13	2.74	8.26	8.9	18.88	6.31

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
7/21/2008 10:00	7.49	4.85	18.68	11.83	5.34	3.54	462	4.94	2.64	7.96	8.57	18.18	6.07
7/22/2008 10:00	6.92	4.39	17.06	10.85	5.03	3.33	454	4.65	2.49	7.49	8.07	17.12	5.71
7/23/2008 10:00	6.3	3.94	15.42	9.84	4.65	3.08	449	4.3	2.3	6.93	7.46	15.83	5.28
7/24/2008 10:00	6.14	3.95	15.21	9.65	4.45	2.95	440	4.12	2.2	6.63	7.15	15.16	5.06
7/25/2008 10:00	6.3	4.11	15.7	9.93	4.51	2.99	432	4.17	2.23	6.72	7.24	15.35	5.13
7/26/2008 10:00	6.29	4.07	15.61	9.89	4.55	3.02	432	4.21	2.25	6.78	7.3	15.5	5.17
7/27/2008 10:00	6.48	4.16	16.02	10.17	4.71	3.12	443	4.36	2.33	7.02	7.56	16.04	5.35
7/28/2008 10:00	6.47	4.1	15.9	10.12	4.75	3.15	449	4.4	2.35	7.08	7.62	16.17	5.39
7/29/2008 10:00	6.28	3.92	15.31	9.77	4.67	3.1	424	4.32	2.31	6.96	7.5	15.91	5.3
7/30/2008 10:00	5.97	3.68	14.48	9.27	4.49	2.98	395	4.15	2.22	6.69	7.21	15.29	5.09
7/31/2008 10:00	5.61	3.44	13.56	8.69	4.24	2.81	364	3.92	2.1	6.32	6.81	14.44	4.81
8/1/2008 10:00	5.91	3.64	14.32	9.16	4.42	2.93	334	4.1	2.19	6.59	7.1	15.07	5.02
8/2/2008 10:00	6.11	3.76	14.82	9.48	4.54	3.01	304	4.2	2.25	6.76	7.29	15.46	5.15
8/3/2008 10:00	6.1	3.71	14.73	9.44	4.57	3.03	274	4.23	2.26	6.81	7.33	15.56	5.19
8/4/2008 10:00	5.94	3.58	14.28	9.17	4.49	2.98	250	4.16	2.22	6.69	7.21	15.3	5.1
8/5/2008 10:00	5.67	3.4	13.59	8.74	4.31	2.86	233	3.99	2.13	6.42	6.92	14.68	4.89
8/6/2008 10:00	5.33	3.2	12.78	8.21	4.05	2.68	217	3.75	2	6.03	6.5	13.79	4.59
8/7/2008 10:00	5.76	3.53	13.95	8.93	4.31	2.86	203	3.99	2.13	6.42	6.92	14.68	4.89
8/8/2008 10:00	9.07	5.53	21.94	14.07	6.7	4.44	190	6.2	3.32	9.99	10.76	22.83	7.61
8/9/2008 10:00	10.41	6.31	25.19	16.16	7.59	5.04	173	7.03	3.76	11.32	12.19	25.87	8.64
8/10/2008 10:00	11.54	6.96	27.78	17.86	8.52	5.65	156	7.88	4.22	12.69	13.68	29.01	9.68
8/11/2008 10:00	11.54	6.87	27.7	17.83	8.61	5.71	160	7.98	4.27	12.84	13.83	29.35	9.79
8/12/2008 10:00	10.96	6.47	26.17	16.88	8.28	5.49	166	7.67	4.1	12.34	13.3	28.21	9.4
8/13/2008 10:00	10.36	6.06	24.61	15.91	7.94	5.27	164	7.35	3.93	11.84	12.75	27.06	9.01
8/14/2008 10:00	9.65	5.59	22.81	14.77	7.5	4.97	162	6.94	3.71	11.18	12.04	25.55	8.5
8/15/2008 10:00	8.87	5.11	20.87	13.54	6.96	4.62	158	6.45	3.45	10.38	11.18	23.72	7.89

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
8/16/2008 10:00	8.08	4.64	18.98	12.32	6.38	4.23	146	5.91	3.16	9.51	10.24	21.73	7.22
8/17/2008 10:00	7.33	4.23	17.25	11.18	5.79	3.84	135	5.36	2.87	8.64	9.31	19.74	6.56
8/18/2008 10:00	6.68	3.89	15.78	10.22	5.27	3.5	127	4.88	2.61	7.86	8.47	17.97	5.97
8/19/2008 10:00	6.17	3.62	14.61	9.45	4.85	3.22	123	4.49	2.4	7.23	7.79	16.53	5.49
8/20/2008 10:00	5.79	3.42	13.77	8.89	4.54	3.01	120	4.21	2.25	6.77	7.3	15.48	5.15
8/21/2008 10:00	5.59	3.32	13.31	8.59	4.37	2.9	118	4.05	2.16	6.52	7.02	14.89	4.95
8/22/2008 10:00	5.44	3.25	12.98	8.37	4.24	2.81	116	3.93	2.1	6.32	6.81	14.45	4.8
8/23/2008 10:00	5.42	3.29	13.03	8.37	4.18	2.77	114	3.87	2.07	6.24	6.72	14.26	4.74
8/24/2008 10:00	5.65	3.43	13.56	8.71	4.38	2.9	118	4.05	2.17	6.52	7.03	14.91	4.96
8/25/2008 10:00	5.81	3.48	13.87	8.93	4.56	3.02	138	4.22	2.26	6.79	7.32	15.52	5.16
8/26/2008 10:00	5.89	3.47	13.95	9.01	4.67	3.1	160	4.32	2.31	6.96	7.5	15.91	5.28
8/27/2008 10:00	5.86	3.41	13.8	8.94	4.68	3.1	186	4.33	2.32	6.98	7.52	15.94	5.29
8/28/2008 10:00	5.74	3.32	13.49	8.75	4.6	3.05	195	4.26	2.28	6.86	7.39	15.68	5.21
8/29/2008 10:00	5.56	3.21	13.05	8.47	4.46	2.96	190	4.13	2.21	6.64	7.16	15.19	5.04
8/30/2008 10:00	5.33	3.08	12.53	8.13	4.26	2.83	179	3.95	2.11	6.35	6.85	14.53	4.82
8/31/2008 10:00	6.56	3.94	15.69	10.1	5.09	3.38	162	4.72	2.52	7.59	8.18	17.35	5.77
9/1/2008 10:00	6.99	4.33	16.95	10.84	5.27	3.49	148	4.88	2.61	7.85	8.46	17.95	5.98
9/2/2008 10:00	7.01	4.31	16.94	10.85	5.3	3.52	137	4.91	2.63	7.9	8.52	18.07	6.01
9/3/2008 10:00	6.81	4.12	16.34	10.5	5.22	3.46	131	4.83	2.58	7.78	8.38	17.78	5.91
9/4/2008 10:00	7.12	4.34	17.13	10.99	5.45	3.61	127	5.05	2.7	8.12	8.75	18.57	6.18
9/5/2008 10:00	7.19	4.37	17.29	11.1	5.52	3.66	125	5.11	2.74	8.23	8.87	18.82	6.26
9/6/2008 10:00	7.19	4.34	17.22	11.07	5.56	3.69	131	5.15	2.75	8.29	8.93	18.94	6.3
9/7/2008 10:00	7.1	4.24	16.93	10.91	5.55	3.68	129	5.14	2.75	8.28	8.92	18.92	6.29
9/8/2008 10:00	6.95	4.08	16.44	10.63	5.5	3.65	120	5.09	2.73	8.2	8.84	18.75	6.23
9/9/2008 10:00	6.74	3.9	15.84	10.27	5.38	3.57	114	4.98	2.67	8.02	8.65	18.34	6.09
9/10/2008 10:00	6.91	4.02	16.29	10.55	5.48	3.63	109	5.07	2.71	8.17	8.8	18.67	6.2

Thuộc sông	BIÊN TRÊN							BIÊN GIA NHẬP KHU GIỮA					
	Phan	Kênh bển tre	Cầu Tôn	Tranh	Ba Hanh	Cà Lò cụt	Cầu (Trạm Gia Bầy)	Đồng Đò					
Thuộc tiểu lưu vực	2	5	1	3	6	9		7	4	8	10	12	11
9/11/2008 10:00	7.03	4.13	16.65	10.76	5.55	3.68	103	5.14	2.75	8.27	8.91	18.9	6.28
9/12/2008 10:00	7.16	4.21	16.96	10.96	5.64	3.74	96.1	5.22	2.79	8.41	9.06	19.22	6.39
9/13/2008 10:00	7.07	4.14	16.71	10.82	5.6	3.71	88.4	5.18	2.77	8.34	8.99	19.07	6.34
9/14/2008 10:00	7.41	4.39	17.63	11.38	5.81	3.85	83.8	5.38	2.88	8.66	9.33	19.79	6.58
9/15/2008 10:00	7.44	4.43	17.73	11.43	5.81	3.85	80.8	5.38	2.88	8.66	9.33	19.79	6.58
9/16/2008 10:00	7.19	4.25	17.1	11.03	5.64	3.74	79.3	5.22	2.79	8.4	9.05	19.21	6.38
9/17/2008 10:00	6.79	3.99	16.1	10.41	5.35	3.55	75	4.95	2.65	7.97	8.59	18.22	6.05
9/18/2008 10:00	6.29	3.7	14.92	9.64	4.96	3.29	70.8	4.59	2.45	7.39	7.96	16.89	5.61
9/19/2008 10:00	5.79	3.41	13.75	8.88	4.54	3.01	68	4.21	2.25	6.77	7.3	15.48	5.15
9/20/2008 10:00	5.35	3.17	12.74	8.22	4.18	2.77	65.2	3.87	2.07	6.23	6.71	14.25	4.74
9/21/2008 10:00	4.99	2.98	11.92	7.68	3.88	2.58	62.4	3.6	1.92	5.79	6.24	13.23	4.4
9/22/2008 10:00	4.7	2.82	11.27	7.26	3.65	2.42	59.7	3.38	1.81	5.44	5.86	12.43	4.13
9/23/2008 10:00	4.48	2.7	10.76	6.92	3.46	2.3	57	3.21	1.72	5.16	5.56	11.8	3.93
9/24/2008 10:00	4.31	2.6	10.36	6.66	3.32	2.2	54.5	3.07	1.64	4.95	5.33	11.31	3.76
9/25/2008 10:00	5.19	3.17	12.56	8.05	3.97	2.63	55.8	3.67	1.96	5.91	6.37	13.51	4.5
9/26/2008 10:00	5.51	3.33	13.27	8.52	4.24	2.81	57	3.93	2.1	6.32	6.81	14.45	4.81
9/27/2008 10:00	6.61	3.96	15.84	10.2	5.1	3.38	54.5	4.73	2.53	7.61	8.2	17.39	5.78
9/28/2008 10:00	6.74	3.99	16.05	10.36	5.25	3.48	50.8	4.86	2.6	7.82	8.42	17.87	5.94
9/29/2008 10:00	6.75	3.98	16.05	10.37	5.29	3.51	47.4	4.89	2.62	7.88	8.49	18.01	5.99
9/30/2008 10:00	6.66	3.92	15.81	10.22	5.22	3.46	44	4.83	2.58	7.78	8.38	17.77	5.91

Bảng 11. Bảng so sánh mực nước lớn nhất tại các vị trí theo các phương án tính toán

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	H 10% (m)	PA1			PA2			PA3			PA4				
					H(m)	ΔH pa1/HT	ΔH pa2/HT	H(m)	ΔH pa2/pa1	H(m)	ΔH pa3/paHT	ΔH pa3/pa1	ΔH pa3/pa2	H(m)	ΔH pa4/paHT	ΔH pa4/pa1	ΔH pa4/pa2	ΔH pa4/pa3
1	SP02	Phan	1350	12.28	12.28	0	12.23	-0.05	-0.05	12.07	-0.21	-0.21	-0.16	11.67	-0.61	-0.61	-0.56	-0.4
2	SP13	Phan	24246	11.59	11.59	0	11.48	-0.11	-0.11	10.98	-0.61	-0.61	-0.5	10.02	-1.57	-1.57	-1.46	-0.96
3	SP21	Phan	38981	10.78	10.78	0	10.63	-0.15	-0.15	10.16	-0.62	-0.62	-0.47	8.31	-2.47	-2.47	-2.32	-1.85
4	SP29	Phan	53715	10	10	0	9.79	-0.21	-0.21	8.93	-1.07	-1.07	-0.86	7.76	-2.24	-2.24	-2.03	-1.17
5	SP35	Phan	64525	9.66	9.65	-0.01	9.49	-0.17	-0.16	8.85	-0.81	-0.8	-0.64	7.57	-2.09	-2.08	-1.92	-1.28
6	SP37	Phan	69880	9.63	9.62	-0.01	9.48	-0.15	-0.14	8.81	-0.82	-0.81	-0.67	7.33	-2.29	-2.29	-2.15	-1.48
7	CL01	Cà Lò	0	9.62	9.61	-0.01	9.46	-0.16	-0.15	8.77	-0.85	-0.84	-0.69	8.49	-1.13	-1.12	-0.97	-0.28
8	CL02	Cà Lò	1788	9.51	9.5	-0.01	9.46	-0.05	-0.04	9.32	-0.19	-0.18	-0.14	8.44	-1.07	-1.06	-1.02	-0.88
9	CL03	Cà Lò	5108	9.51	9.49	-0.02	9.34	-0.17	-0.15	9.23	-0.28	-0.26	-0.11	8.91	-0.6	-0.58	-0.43	-0.32
10	CL04	Cà Lò	7929	9.4	9.38	-0.02	9.24	-0.16	-0.14	9.16	-0.24	-0.22	-0.08	8.84	-0.56	-0.54	-0.4	-0.32
11	MC1	Cà Lò	0	9.27	9.25	-0.02	9.1	-0.17	-0.15	9.06	-0.21	-0.19	-0.04	8.8	-0.47	-0.45	-0.3	-0.26
12	TV2	Cà Lò	9620	9.06	9.02	-0.04	8.9	-0.16	-0.12	8.89	-0.17	-0.13	-0.01	8.69	-0.33	-0.33	-0.21	-0.2
13	TV3	Cà Lò	19029	8.73	8.69	-0.04	8.59	-0.14	-0.1	8.64	-0.09	-0.05	0.05	8.52	-0.21	-0.17	-0.07	-0.12
14	MC24	Cà Lò	26139	8.64	8.62	-0.02	8.51	-0.13	-0.11	8.57	-0.07	-0.05	0.06	8.48	-0.16	-0.14	-0.03	-0.09
15	MC38	Cà Lò	38193	8.48	8.45	-0.03	8.46	-0.02	0.01	8.46	-0.02	0.01	0	8.45	-0.03	0	-0.01	-0.01
16	TV4	Cà Lò	38801	8.48	8.53	0.05	8.48	0	-0.05	8.46	-0.02	-0.07	-0.02	8.46	-0.02	-0.07	-0.02	0
17	MC44	Cà Lò	42686	8.46	8.57	0.11	8.46	0	-0.11	8.45	-0.01	-0.12	-0.01	8.44	-0.02	-0.13	-0.02	-0.01
18	MC51	Cà Lò	48725	8.46	8.48	0.02	8.45	-0.01	-0.03	8.45	-0.01	-0.03	0	8.45	-0.01	-0.03	0	0
19	TV5	Cà Lò	49698	8.48	8.49	0.01	8.47	-0.01	-0.02	8.45	-0.01	-0.04	-0.02	8.46	-0.02	-0.03	-0.01	0.01
20	A80	Cầu Tôn	7058	9.95	9.94	-0.01	9.8	-0.15	-0.14	9.69	-0.26	-0.25	-0.11	9.23	-0.72	-0.71	-0.57	-0.46
21	A82	Cầu Tôn	7281	9.95	9.94	-0.01	9.81	-0.14	-0.13	9.69	-0.26	-0.25	-0.12	9.22	-0.73	-0.72	-0.59	-0.47
22	D6	Kênh nôi	751	9.95	9.94	-0.01	9.8	-0.15	-0.14	9.69	-0.26	-0.25	-0.11	9.22	-0.73	-0.72	-0.58	-0.47
23	C56	Tranh	8627	9.9	9.89	-0.01	9.74	-0.16	-0.15	9.67	-0.23	-0.22	-0.07	9.21	-0.69	-0.68	-0.53	-0.46
24	B53	Ba Hanh	9699	9.81	9.8	-0.01	9.65	-0.16	-0.15	9.59	-0.22	-0.21	-0.06	9.14	-0.67	-0.66	-0.51	-0.45
25	B83	Ba Hanh	14594	9.62	9.61	-0.01	9.46	-0.16	-0.15	9.32	-0.3	-0.29	-0.14	8.95	-0.67	-0.66	-0.51	-0.37
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	9.63	9.62	-0.01	9.47	-0.16	-0.15	8.7	-0.93	-0.92	-0.77	7.31	-2.32	-2.31	-2.16	-1.39
27	CLC09	Cà Lò Cụt	18919	9.63	9.62	-0.01	9.46	-0.17	-0.16	8.69	-0.94	-0.93	-0.77	7.3	-2.33	-2.32	-2.16	-1.39

Bảng 12. Bảng so sánh lưu lượng lớn nhất tại các vị trí theo các phương án tính toán

TT	Tên mặt cắt	Sông	Vị trí	Q 10% (m)	PA1			PA2			PA3				PA4				
					Q (m)	ΔQ pa1/QT	ΔQ pa2/QT	Q (m)	ΔQ pa2/QT	ΔQ pa2/pa1	Q (m)	ΔQ pa3/paQT	ΔQ pa3/pa1	ΔQ pa3/pa2	Q (m)	ΔQ pa4/paQT	ΔQ pa4/pa1	ΔQ pa4/pa2	ΔQ pa4/pa3
1	SP02	Phan	1350	2.87	2.34	-0.53	2.57	-0.30	0.2313	3.15	0.28	0.8113	0.58	3.15	0.28	0.8113	0.58	0	
2	SP13	Phan	24246	57.75	21.29	-36.46	23.4	-34.35	2.106	34.16	-23.59	12.866	10.76	35.11	-22.64	13.816	11.71	0.95	
3	SP21	Phan	38981	49.77	16.04	-33.73	17.63	-32.14	1.5867	28.99	-20.78	12.9467	11.36	4.5	-45.27	-11.5433	-13.13	-24.49	
4	SP29	Phan	53715	102.32	58.54	-43.78	64.33	-37.99	5.7897	53.73	-48.59	-4.8103	-10.6	51.06	-51.26	-7.4803	-13.27	-2.67	
5	SP35	Phan	64525	101.21	40.43	-60.78	44.43	-56.78	3.9987	108.15	6.94	67.7187	63.72	91.27	-9.94	50.8387	46.84	-16.88	
6	SP37	Phan	69880	85.25	39.47	-45.78	43.37	-41.88	3.9033	102.34	17.09	62.8733	58.97	89.4	4.15	49.9333	46.03	-12.94	
7	CL01	Cà Lò	0	82.06	51.08	-30.98	56.13	-25.93	5.0517	0.1	-81.96	-50.9783	-56.03	0.1	-81.96	-50.9783	-56.03	0	
8	CL02	Cà Lò	1788	82.85	51.52	-31.33	56.61	-26.24	5.0949	-1.32	-84.17	-52.8351	-57.93	0.32	-82.53	-51.1951	-56.29	1.64	
9	CL03	Cà Lò	5108	310.59	194.48	-116.11	213.71	-96.88	19.2339	176.64	-33.95	-17.8361	-37.07	176.84	-33.75	-17.6361	-36.87	0.2	
10	CL04	Cà Lò	7929	310.55	195.62	-114.93	214.97	-95.58	19.3473	176.98	-33.57	-18.6427	-37.99	177.15	-33.40	-18.4727	-37.82	0.17	
11	MC1	Cà Lò	0	311.36	197.17	-114.19	216.67	-94.69	19.5003	178.06	-33.30	-19.1097	-38.61	178.17	-33.19	-18.9997	-38.5	0.11	
12	TV2	Cà Lò	9620	342.94	218.03	-124.91	239.59	-103.35	21.5631	209.46	-33.48	-8.5669	-30.13	209.79	-33.15	-8.2369	-29.8	0.33	
13	TV3	Cà Lò	19029	345.55	223.77	-121.78	245.9	-99.65	22.131	217.32	-28.23	-6.449	-28.58	217.66	-27.89	-6.109	-28.24	0.34	
14	MC24	Cà Lò	26139	349.88	230.86	-119.02	253.69	-96.19	22.8321	222.06	-27.82	-8.7979	-31.63	222.29	-27.59	-8.5679	-31.4	0.23	
15	MC38	Cà Lò	38193	361.31	242.30	-119.01	266.26	-95.05	23.9634	238.52	-22.79	-3.7766	-27.74	238.73	-22.58	-3.5666	-27.53	0.21	
16	TV4	Cà Lò	38801	364.59	242.40	-122.19	266.37	-98.22	23.9733	239	-25.59	-3.3967	-27.37	239.2	-25.39	-3.1967	-27.17	0.2	
17	MC44	Cà Lò	42686	368.6	250.74	-117.86	275.54	-93.06	24.7986	247.04	-21.56	-3.7014	-28.5	247.23	-21.37	-3.5114	-28.31	0.19	
18	MC51	Cà Lò	48725	409.22	269.21	-140.01	295.84	-113.38	26.6256	276.23	-32.99	7.0156	-19.61	276.28	-32.94	7.0656	-19.56	0.05	
19	TV5	Cà Lò	49698	433.36	284.32	-149.04	312.44	-120.92	28.1196	279.89	-53.47	-4.4304	-32.55	279.96	-53.40	-4.3604	-32.48	0.07	
20	A80	Cầu Tôn	7058	99.72	46.22	-53.50	50.79	-48.93	4.5711	3.89	-95.83	-42.3289	-46.9	7.39	-92.33	-38.8289	-43.4	3.5	
21	A82	Cầu Tôn	7281	16.87	45.69	28.82	50.21	33.34	4.5189	0.04	16.83	-45.6511	-50.17	0.04	16.83	-45.6511	-50.17	0	
22	D6	Kênh nôi	751	26.35	41.84	15.49	45.98	19.63	4.1382	27.2	0.85	-14.6418	-18.78	27.93	1.58	-13.9118	-18.05	0.73	
23	C56	Tranh	8627	262.46	150.39	-112.07	165.26	-97.20	14.8734	166.17	-96.29	15.7834	0.91	167.34	-95.12	16.9534	2.08	1.17	
24	B53	Ba Hanh	9699	270.9	153.95	-116.95	169.18	-101.72	15.2262	177.52	-93.38	23.5662	8.34	177.6	-93.30	23.6462	8.42	0.08	
25	B83	Ba Hanh	14594	28.84	152.50	123.66	167.58	138.74	15.0822	176.76	147.92	24.2622	9.18	176.84	148.00	24.3422	9.26	0.08	
26	CLC07	Cà Lò Cụt	15542	24.08	22.85	-1.23	25.11	1.03	2.2599	84.66	60.58	61.8099	59.55	92.86	68.78	70.0099	67.75	8.2	
27	CLC09	Cà Lò Cụt	18919	22.49	19.15	-3.34	21.04	-1.45	1.8936	84.72	62.23	65.5736	63.68	102.35	79.86	83.2036	81.31	17.63	