

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

LƯƠNG HỮU DŨNG

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC PHỤC VỤ VẬN
HÀNH HỆ THỐNG LIÊN HỒ CHỨA KIỂM SOÁT LŨ
LƯU VỰC SÔNG BA**

LUẬN ÁN TIẾN SỸ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

Hà Nội - 2016

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



LƯƠNG HỮU DŨNG

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC PHỤC VỤ VẬN
HÀNH HỆ THỐNG LIÊN HỒ CHỨA KIỂM SOÁT LŨ
LƯU VỰC SÔNG BA**

Chuyên ngành: Thủy văn học

Mã số: 62440224

LUẬN ÁN TIẾN SỸ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Hoàng Minh Tuyên

2. GS.TS. Ngô Đình Tuấn

Hà Nội - 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu nghiêm túc của tôi. Các số liệu, tài liệu và kết quả nghiên cứu nêu trong luận án là trung thực.

Tác giả luận án

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a long horizontal stroke extending to the right.

Lương Hữu Dũng

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã tạo mọi điều kiện để luận án được hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến GS.TS. Ngô Đình Tuấn, PGS.TS. Hoàng Minh Tuyên là những người trực tiếp hướng dẫn, chỉ bảo tận tình trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Tác giả xin tỏ lòng biết ơn đến các thầy, cô, chú và các chuyên gia trong nhóm thực hiện quy trình vận hành liên hồ chứa thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường đã định hướng nghiên cứu trong quá trình thực hiện.

Lòng biết ơn sâu sắc cũng xin gửi đến bạn bè, đồng nghiệp, gia đình là nguồn động viên giúp tác giả vượt qua những khó khăn trong công tác, học tập và nghiên cứu để hoàn thành luận án.

Tuy nhiên, luận án chắc chắn còn thiếu sót, tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp và chân thành cảm ơn.

Tác giả luận án



Lương Hữu Dũng

MỤC LỤC

MỤC LỤC	I
MỤC LỤC BẢNG.....	III
MỤC LỤC HÌNH	V
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	VIII
MỞ ĐẦU.....	1
1.1. Tính cấp thiết của luận án.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án	2
1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
1.4. Nhiệm vụ nghiên cứu	2
1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án.....	2
1.6. Phương pháp tiếp cận khoa học	3
1.7. Những đóng góp mới của luận án.....	4
1.8. Cấu trúc của luận án	4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VẬN HÀNH HỒ CHỨA	5
1.1. Đặc điểm chung của vận hành liên hồ chứa	5
1.2. Các nghiên cứu trên thế giới.....	6
1.3. Các nghiên cứu ở Việt Nam	13
1.4. Kết luận chương 1	25
CHƯƠNG 2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA KIỂM SOÁT LŨ LƯU VỰC SÔNG BA	28
2.1. Một số đặc điểm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Ba	28
2.1.1. Đặc điểm mưa, nhiệt độ và bốc hơi.....	30
2.1.2. Đặc điểm thủy văn	33
2.2. Thực trạng khai thác sử dụng nước và phòng lũ trên lưu vực sông Ba	38
2.2.1. Hệ thống công trình hồ thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông Ba và hiện trạng vận hành.....	38
2.2.1.1. Hồ Ayun Hạ	41
2.2.1.2. Cụm hồ An Khê -Ka Nak.....	42
2.2.1.3. Hồ Sông Ba Hạ.....	43
2.2.1.4. Hồ Sông Hinh	44
2.2.1.5. Hồ Krông H' năng.....	44
2.2.2. Yêu cầu phòng lũ trên lưu vực sông Ba	45
2.2.3. Quy trình vận hành hồ chứa hiện có trên lưu vực sông Ba	49
2.3. Thiết lập bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba	52

2.3.1. Nguyên tắc vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba.....	52
2.3.2. Thiết lập bộ công cụ mô hình toán phục vụ bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ.	55
2.3.2.1. Mô hình vận hành hồ.....	58
2.3.2.2. Mô hình thủy lực Mike 11	63
2.4. Kết luận chương 2.....	66
CHƯƠNG 3. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ LƯU VỰC SÔNG BA	68
3.1. Nghiên cứu xác định điểm kiểm soát vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba.....	68
3.2. Nghiên cứu phân chia thời kỳ vận hành liên hồ chứa	71
3.3. Nghiên cứu gặp gỡ dòng chảy lũ các nhánh sông trên lưu vực sông Ba.....	80
3.4. Nghiên cứu điều chỉnh nhiệm vụ các hồ chứa và đề xuất phối hợp vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ trên lưu vực sông Ba	86
3.4.1. Đề xuất nguyên tắc cắt giảm lũ hệ thống liên hồ, đảm bảo an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả phát điện của các hồ.....	86
3.4.1.1. Xác định nguyên tắc cắt giảm lũ hệ thống liên hồ	87
3.4.1.2. Đề xuất dung tích chứa lũ của các hồ.....	96
3.4.1.3. Lựa chọn dung tích đón/phòng lũ của các hồ.....	105
3.4.2. Đề xuất các bước vận hành các hồ cắt giảm lũ cho hạ du	117
3.5. Kết luận chương 3.....	119
CHƯƠNG 4. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ VÀ ĐỀ XUẤT NỘI DUNG VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ LƯU VỰC SÔNG BA.....	121
4.1. Đánh giá vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ thông qua vận hành cắt giảm lũ các trận lũ điển hình	121
4.1.1. Phương thức vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du	121
4.1.2. Kết quả vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du	123
4.2. Cải tiến nội dung vận hành liên hồ chứa mùa lũ	139
4.3. Kết luận chương 4.....	140
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	141
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ.....	144
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	145
PHỤ LỤC	151

MỤC LỤC BẢNG

Bảng 2.1. Thông số chính các hồ trên lưu vực sông Ba	41
Bảng 2.2. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình vận hành hồ.....	61
Bảng 2.3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực.....	65
Bảng 3.1. Tiêu chí phân loại cấp báo động lũ.....	70
Bảng 3.2. Mức nước tương ứng với các cấp báo động lũ tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Ba [27]	70
Bảng 3.3. Lưu lượng ứng với các cấp báo động lũ.....	71
Bảng 3.4. Mức nước (cm) tại các trạm thủy văn ứng với các tần suất.....	74
Bảng 3.5. Kết quả phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn	75
Bảng 3.6. Gập gỡ dòng chảy trạm Ayun Pa với thượng lưu.....	81
Bảng 3.7. Gập gỡ dòng chảy trạm Củng Sơn với trạm Ayun Pa.....	82
Bảng 3.8. Gập gỡ dòng chảy trạm Phú Lâm với trạm Củng Sơn	83
Bảng 3.9. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm An Khê.....	93
Bảng 3.10. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm Ayun Pa	93
Bảng 3.11. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm Củng Sơn.....	94
Bảng 3.12. Bảng tổng hợp xả hồ Ka Nak	98
Bảng 3.13. Bảng tổng hợp xả hồ Ayun Hạ.....	98
Bảng 3.14. Dung tích yêu cầu phát điện và dung tích cần xả để phòng lũ của các hồ	104
Bảng 3.15. Dung tích phòng lũ và số ngày xả phát điện đưa mực nước hồ về mực nước phòng lũ.....	104
Bảng 3.16. Số trận lũ tại các trạm	105
Bảng 3.17. Mực nước cho phép và dung tích hồ đón/phòng lũ đề xuất.....	116
Bảng 4.1. Điều kiện ràng buộc vận hành của các hồ	122
Bảng 4.2. Đặc trưng của các trận lũ điển hình đến hồ [30].....	123
Bảng 4.3. Đặc trưng lũ lớn điển hình trên lưu vực sông Ba [30].....	126
Bảng 4.4. Dung tích cắt giảm lũ của các hồ (triệu m ³).....	128
Bảng 4.5. Hiệu quả cắt giảm lũ của các trạm (m)	128
Bảng PL 2.1. Đặc trưng dòng chảy trạm An Khê (m ³ /s).....	152
Bảng PL 2.2. Đặc trưng dòng chảy trạm Củng Sơn (m ³ /s).....	153
Bảng PL 2.3. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn An Khê .	154
Bảng PL 2.4. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Ayun Pa	156
Bảng PL 2.5. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Củng Sơn	157
Bảng PL 2.6. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Phú Lâm	158
Bảng PL 2.7. Thông số hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên dòng chính sông Ba [30]	160

Bảng PL 3.1. Mực nước đỉnh lũ các con lũ tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Ba.....	161
Bảng PL 3.2. Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Củng Sơn và trạm Sông Hình....	169
Bảng PL 3.3. Đặc trưng H_{max} tại các trạm trên lưu vực sông Ba	173
Bảng PL 3.4. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ thấp	179
Bảng PL 3.5. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ trung bình.....	180
Bảng PL 3.6. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ cao	182
Bảng PL 3.7. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ thấp	183
Bảng PL 3.8. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ trung bình.....	185
Bảng PL 3.9. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ cao	186
Bảng PL 3.10. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ thấp.....	188
Bảng PL 3.11. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ trung bình	189
Bảng PL 3.12. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ cao.....	191
Bảng PL 3.13. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Ka Nak	193
Bảng PL 3.14. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Ayun Hạ.....	193
Bảng PL 3.15. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Sông Ba Hạ	194
Bảng PL 3.16. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Krông H' năng	194
Bảng PL 3.17. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Sông Hình	194
Bảng PL 3.18. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ka Nak.....	195
Bảng PL 3.19. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ayun Hạ.....	196
Bảng PL 3.20. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Krông H' năng	197
Bảng PL 3.21. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Ba Hạ.....	198
Bảng PL 3.22. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Hình.....	199

MỤC LỤC HÌNH

Hình 2.1. Bản đồ lưu vực sông Ba	29
Hình 2.2. Phân phối mưa tháng năm các trạm	32
Hình 2.3. Phân phối dòng chảy trung bình tháng tại một số trạm thủy văn.....	33
Hình 2.4. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Ayun Hạ	34
Hình 2.5. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm An Khê	34
Hình 2.6. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Sông Hinh	35
Hình 2.7. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Củng Sơn	35
Hình 2.8. Đặc trưng mực nước trạm An Khê.....	36
Hình 2.9. Đặc trưng mực nước trạm Ayun Pa	37
Hình 2.10. Đặc trưng mực nước trạm Củng Sơn.....	37
Hình 2.11. Đặc trưng mực nước trạm Phú Lâm	38
Hình 2.12. Sơ đồ hệ thống công trình trên lưu vực sông Ba	40
Hình 2.13. Mực nước trung bình ngày từng năm hồ Ayn Hạ	41
Hình 2.14. Diễn biến lưu lượng xả cụm hồ An Khê - Ka Nak	42
Hình 2.15. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Ka Nak	43
Hình 2.16. Diễn biến mực nước của hồ Sông Ba Hạ.....	43
Hình 2.17. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Sông Hinh	44
Hình 2.18. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Krông H' năng	45
Hình 2.19. Đặc trưng tổng lượng lũ tại trạm thủy văn An Khê	46
Hình 2.20. Đặc trưng tổng lượng lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn.....	47
Hình 2.21. Sơ đồ hệ thống sông Ba trong bài toán cắt giảm lũ.....	48
Hình 2.22. Hiện trạng vận hành hồ chứa trên lưu vực sông Ba	51
Hình 2.23. Sơ đồ vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Ba	54
Hình 2.24. Sơ đồ nguyên tắc xác định cơ sở khoa học và thực tiễn cắt giảm lũ... 55	
Hình 2.25. Sơ đồ bộ công cụ mô hình toán phục vụ bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ.....	57
Hình 2.26. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn An Khê năm 1988.....	61
Hình 2.27. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa năm 1988	62
Hình 2.28. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn năm 1988	62
Hình 2.29. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn An Khê năm 1993.....	62
Hình 2.30. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa năm 1993	63
Hình 2.31. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn năm 1993	63
Hình 2.32. Mạng mô hình thủy lực sông Ba	65

Hình 2.33. Quá trình đường mực nước tính toán và thực đo trạm Phú Lâm năm 1993	66
Hình 2.34. Quá trình đường mực nước tính toán và thực đo trạm Phú Lâm năm 2005	66
Hình 3.1. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn An Khê theo tần suất	78
Hình 3.2. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa theo tần suất.....	78
Hình 3.3. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn An Khê theo cấp báo động lũ.....	78
Hình 3.4. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa theo cấp báo động lũ	78
Hình 3.5. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn theo tần suất	79
Hình 3.6. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm theo tần suất.....	79
Hình 3.7. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn theo cấp báo động lũ	79
Hình 3.8. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm theo cấp báo động lũ	79
Hình 3.9. Đường quá trình lũ một số năm điển hình.....	85
Hình 3.10. Quá trình mực nước trung bình ngày chồng chập tại trạm An Khê..	89
Hình 3.11. Quá trình mực nước trung bình ngày chồng chập tại trạm Ayun Pa	90
Hình 3.12. Quá trình mực nước trung bình ngày chồng chập tại trạm Củng Sơn	91
Hình 3.13. Sơ đồ minh họa xác định nguyên tắc vận hành xả nước tạo dung tích cất lũ của các hồ	95
Hình 3.14. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Ka Nak	96
Hình 3.15. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Ayun Hạ	97
Hình 3.16. Tổng lượng nước đến và nhu cầu phát điện hồ Krông H' năng	101
Hình 3.17. Tổng lượng nước và nhu cầu phát điện hồ Sông Ba Hạ	102
Hình 3.18. Tổng lượng nước đến và nhu cầu phát điện hồ Sông Hinh	103
Hình 3.19. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Sông Ba Hạ	107
Hình 3.20. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Krông H' năng	108
Hình 3.21. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Sông Hinh	108
Hình 3.22. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm An Khê	109
Hình 3.23. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Ayun Pa.....	110
Hình 3.24. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Củng Sơn.....	111
Hình 3.25. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Phú Lâm.....	112
Hình 3.26. Đặc trưng mực nước lớn nhất tháng 11, 12 tại các trạm thủy văn...	113
Hình 3.27. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Krông H' năng	114
Hình 3.28. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Ba Hạ	114
Hình 3.29. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Hinh	115
Hình 3.30. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ka Nak	115
Hình 3.31. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ayun Hạ	116

Hình 3.32. Tác động điều tiết của hồ Ka Nak, Ayun Hạ lên lũ đến hồ Sông Ba Hạ	118
Hình 4.1. Sơ đồ vận hành liên hồ cắt giảm lũ hạ du	122
Hình 4.2. Quá trình lũ đến hồ Ka Nak [30]	124
Hình 4.3. Quá trình lũ đến hồ Ayun Hạ [30]	124
Hình 4.4. Quá trình lũ đến hồ Krông H'nh [30]	125
Hình 4.5. Quá trình lũ đến hồ Sông Hinh [30]	125
Hình 4.6. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1981 ..	129
Hình 4.7. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1981	129
Hình 4.8. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'nh năm 1981.....	130
Hình 4.9. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1981	130
Hình 4.10. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hinh năm 1981	131
Hình 4.11. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1988	131
Hình 4.12. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1988	132
Hình 4.13. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'nh năm 1988.....	132
Hình 4.14. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1988	133
Hình 4.15. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hinh năm 1988	133
Hình 4.16. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1993	134
Hình 4.17. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1993	134
Hình 4.18. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'nh năm 1993.....	135
Hình 4.19. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1993	135
Hình 4.20. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hinh năm 1993	136
Hình 4.21. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 2009	136
Hình 4.22. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 2009	137
Hình 4.23. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'nh năm 2009.....	137
Hình 4.24. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 2009	138
Hình 4.25. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hinh năm 2009	138

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Ý nghĩa
LVS	Lưu vực sông
TNN	Tài nguyên nước
MNDBT	Mực nước dâng bình thường
MNC	Mực nước chết
W_{tb}	Dung tích toàn bộ
W_{hi}	Dung tích hữu ích
W_c	Dung tích chết
dd/mm	Ngày/Tháng
CBĐL	Cấp báo động lũ
BĐI	Báo động cấp I
BĐII	Báo động cấp II
BĐIII	Báo động cấp III
H_{BĐI}	Mực nước tương ứng với cấp Báo động I
H_{BĐII}	Mực nước tương ứng với cấp Báo động II
H_{BĐIII}	Mực nước tương ứng với cấp Báo động III
Q~H	Quan hệ giữa lưu lượng và mực nước
QTVH	Quy trình vận hành
DEM	Mô hình số cao độ
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
TBNN	Trung bình nhiều năm
TTDT	Thuật toán di truyền
NLP	Quy hoạch phi tuyến
LP	Quy hoạch tuyến tính
QHĐ	Quy hoạch động
GA	Thuật toán giải đoán gen
KT-XH	Kinh tế và Xã hội
KHCN	Khoa học Công nghệ

MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của luận án

Năm 2010, Chính phủ đã ban hành quyết định số 1879/QĐ-TTg phê duyệt danh mục các hồ chứa thủy điện, thủy lợi trên các lưu vực sông phải xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa [28]. Theo đó, có 61 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn trên 11 lưu vực sông phải xây dựng và vận hành theo quy trình vận hành liên hồ chứa, gồm: sông Hồng, sông Mã, sông Cả, sông Hương, sông Vu Gia-Thu Bồn, sông Trà Khúc, sông Kôn - Hà Thanh, sông Ba, sông Đồng Nai, sông Sê San và sông Srêpôk. Hiện nay, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng xong Quy trình của 11 lưu vực sông này mà tác giả luận án là 1 trong những thành viên của nhóm thực hiện xây dựng Quy trình Sông Ba, sông Vu Gia-Thu Bồn, sông Cả và Sông Hồng. Trên thực tế, việc dự báo thủy văn, phục vụ bài toán vận hành hồ vẫn còn nhiều hạn chế gây khó khăn cho việc vận hành, vì vậy để dành dung tích hồ chứa cho cắt giảm lũ, từ năm 2014 tất cả các Quy trình vận hành liên hồ chứa mùa lũ đều quy định một giá trị dung tích của hồ trong suốt mùa lũ. Do đó, có thể dẫn đến sử dụng nước không hiệu quả trong mùa lũ, xác suất các hồ không tích đủ nước vào cuối mùa lũ để cấp nước trong mùa cạn là rất cao (do hồ phải duy trì mực nước để đón lũ trong suốt mùa lũ). Cuối năm 2015, trước tình hình thiếu hụt dòng chảy mùa lũ, lượng trữ của các hồ trong và cuối mùa lũ trên hầu hết các con sông thuộc tỉnh Quảng Nam, Gia Lai, Kon Tum, Phú Yên và thành phố Đà Nẵng [55], Bộ Tài nguyên và Môi trường đã gửi công văn đến các tỉnh và đơn vị liên quan yêu cầu vận hành các hồ đảm bảo nguồn nước cho hạ du trong mùa cạn năm 2016 [53]. Như vậy, có thể thấy việc duy trì dung tích phục vụ cắt giảm lũ trong suốt mùa lũ đối với tất cả các hồ sẽ có thể dẫn đến không đem lại hiệu quả sử dụng nước cho từng hồ hoặc hệ thống hồ. Trên cơ sở đó luận án đặt ra mục tiêu nghiên cứu đưa ra cơ sở khoa học cho việc vận hành hệ thống liên hồ chứa kiểm soát lũ, đảm bảo hài hòa giữa mục tiêu cắt giảm lũ, an toàn hạ du với hiệu quả sử dụng nước trên lưu vực sông Ba.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

1. Xác lập được cơ sở khoa học và thực tiễn để xây dựng quy tắc vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ lưu sông Ba với phương châm an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả sử dụng nước.

2. Đề xuất nội dung Quy trình vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du.

1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là hệ thống 6 hồ chứa (Ka Nak, An Khê, Ayun Hạ, Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh) và hệ thống nguồn nước trên lưu vực sông Ba. Luận án tập trung vào nghiên cứu xác định nguyên tắc vận hành hệ thống liên hồ chứa kiểm soát lũ, an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả sử dụng nước.

1.4. Nhiệm vụ nghiên cứu

1. Tổng quan các nghiên cứu đã có để đưa ra định hướng nghiên cứu.
2. Phân tích đặc điểm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Ba phục vụ lập Quy trình vận hành liên hồ kiểm soát lũ.
3. Phân tích hiện trạng vận hành của các hồ chứa trên lưu vực sông Ba.
4. Thiết lập bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du.
5. Phân tích, xác định phương thức vận hành của các hồ chứa để cắt giảm lũ, an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả sử dụng nước.
6. Đề xuất nội dung Quy trình vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ.

1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

1. Ý nghĩa khoa học:

- Xác định quy luật gặp gỡ dòng chảy các nhánh sông và vai trò điều tiết dòng chảy của các hồ thượng lưu với hạ lưu phục vụ việc phối hợp vận hành liên hồ cắt giảm lũ lưu vực sông Ba;

- Đề xuất quy tắc vận hành, phối hợp cắt giảm lũ của từng hồ, cụm hồ đảm bảo an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả sử dụng nước;

- Xác định dung tích của từng hồ tham gia giảm lũ cho hạ du.

2. Ý nghĩa thực tiễn:

- Xác định vai trò của từng hồ, hệ thống hồ trong vận hành hệ thống liên hồ chứa kiểm soát lũ lưu vực sông Ba;

- Đề xuất quy tắc xả nước tạo dung tích chứa lũ không gây tác động tiêu cực cho hạ du;

- Góp phần điều chỉnh nội dung vận hành trong Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba.

1.6. Phương pháp tiếp cận khoa học

Các phương pháp được sử dụng trong luận án bao gồm:

1. Phương pháp điều tra thực địa: Phương pháp này được sử dụng để điều tra, thu thập các số liệu, tài liệu trên lưu vực (số liệu khí tượng thủy văn, nhu cầu sử dụng nước, số liệu vận hành hồ chứa...), thực tiễn vận hành của các hồ và tình hình khai thác sử dụng nước trên lưu vực.

2. Phương pháp phân tích, thống kê, kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có nhằm tập hợp, phân tích đánh giá các số liệu, tài liệu và vấn đề khai thác sử dụng nước trên lưu vực sông Ba....

3. Phương pháp phân tích nguyên nhân hình thành: Trên cơ sở phân tích đặc điểm mưa và sự hình thành lũ trên hệ thống sông, từ đó lựa chọn phương thức vận hành hoặc thiết lập mô hình mô phỏng hệ thống một cách phù hợp.

4. Phương pháp áp dụng công nghệ GIS: Được ứng dụng trong việc xây dựng các bản đồ chuyên đề, xây dựng các tiểu lưu vực sông từ mô hình số hóa cao độ (DEM), tính toán các đặc trưng lưu vực, xây dựng mạng lưới sông, bản đồ thảm phủ, bản đồ đất để đưa vào tính toán trong các mô hình phân bố....

5. Phương pháp sử dụng mô hình toán: Phương pháp này được sử dụng trong tính toán vận hành hồ, tính toán thủy văn và thủy lực trên lưu vực.

6. Phương pháp phân tích hệ thống: Phân tích mối quan hệ giữa đặc điểm tự nhiên, khí tượng thủy văn của lưu vực với các công trình hồ chứa trên lưu vực để đưa ra cơ sở vận hành, phối hợp giữa các hồ; Lựa chọn ứng dụng các mô hình toán thủy văn, thủy lực đánh giá tác động của vận hành hệ thống hồ chứa cắt giảm lũ, làm cơ sở cho việc vận hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Ba.

1.7. Những đóng góp mới của luận án

1. Thiết lập được bài toán vận hành điều tiết cắt giảm lũ cho hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba theo hướng điều chỉnh nhiệm vụ phòng lũ các hồ chứa trong hệ thống nhưng vẫn đảm bảo sự hài hòa với mục tiêu phát điện và cấp nước đã được xác định trong giai đoạn thiết kế.

2. Xác lập cơ sở khoa học cho việc xác định dung tích trữ lũ, quy tắc phối hợp vận hành cắt giảm lũ cho hạ du của hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Ba.

3. Đề xuất điều chỉnh nội dung vận hành của Quy trình vận hành liên hồ chứa trong thời kỳ mùa lũ trên lưu vực sông Ba.

1.8. Cấu trúc của luận án

Ngoài hai phần mở đầu và kết luận, kiến nghị đề tài luận án gồm 4 chương:

- Chương 1. Tổng quan nghiên cứu vận hành hồ chứa.
- Chương 2. Thiết lập bài toán vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ lưu vực sông Ba.
- Chương 3. Cơ sở khoa học và thực tiễn vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba.
- Chương 4. Phân tích, đánh giá kết quả vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ và đề xuất nội dung vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VẬN HÀNH HỒ CHỨA

1.1. Đặc điểm chung của vận hành liên hồ chứa

Vận hành hồ chứa là một trong những vấn đề được quan tâm nhiều trong công tác quy hoạch, quản lý hệ thống nguồn nước. Theo thời gian từ nghiên cứu vận hành đơn hồ, liên hồ chứa tới nghiên cứu phương pháp vận hành tối ưu hệ thống hồ chứa phục vụ đa mục tiêu. Có thể phân hệ thống hồ chứa thành:

- Hệ thống hồ chứa bậc thang: Là hệ thống hồ chứa nối tiếp nhau trên sông chính hoặc trên cùng một nhánh sông suối.
- Hệ thống hồ chứa song song: Là hệ thống mà các hồ chứa nằm trên các nhánh sông khác nhau và cùng nhập vào sông chính.
- Hệ thống hỗn hợp: Hệ thống liên hồ chứa bao gồm hai loại trên.

Sự khác biệt cơ bản giữa vận hành hệ thống hồ chứa bậc thang và song song là: Ở hồ chứa nước bậc thang, lượng nước xả từ hồ thượng lưu sẽ được tích lại ở các hồ hạ lưu. Ngược lại, trong hệ thống hồ chứa song song lượng nước xả từ một hồ chứa không ảnh hưởng đến hồ thuộc nhánh sông khác.

Hầu hết các hồ chứa được xây dựng với các mục tiêu khác nhau như phòng lũ, phát điện, cấp nước sinh hoạt, cấp nước nông nghiệp, công nghiệp, du lịch... và trong hầu hết các mục tiêu đều có mâu thuẫn với nhau về các yêu cầu khai thác sử dụng. Hai mâu thuẫn điển hình trong vận hành hồ chứa là:

1. Mâu thuẫn trong sử dụng dung tích hồ chứa

Mâu thuẫn này xuất hiện khi một hồ chứa hoặc hệ thống hồ chứa (có dung tích hạn chế) được yêu cầu phải thoả mãn nhiều mục tiêu khác nhau phân bố theo thời gian. Trong trường hợp hồ được thiết kế kết hợp phục vụ phát điện và chống lũ, để đạt hiệu quả cao trong mục tiêu phát điện, hồ phải được tích nước càng nhiều càng tốt để tạo ra đầu nước cao, điều này mâu thuẫn với mục đích phòng lũ (đòi hỏi có đủ dung tích trống trong hồ để cất giảm lũ theo một mục tiêu đặt ra). Hồ thủy điện thường yêu cầu mực nước chết cao nhằm nâng cao

năng lực phát điện. Ngược lại hồ thủy lợi yêu cầu mực nước chết thấp để tăng dung tích hiệu dụng phục vụ cấp nước.

2. Mâu thuẫn giữa các mục tiêu (nhu cầu các ngành)

Mâu thuẫn điển hình nhất là mâu thuẫn giữa mục tiêu phát điện và mục tiêu cấp nước hạ du trong mùa kiệt, nảy sinh khi nhu cầu cấp nước cho mỗi ngành khác nhau theo thời gian và không gian. Nước cấp cho nông nghiệp được phân phối dựa trên tập quán, thời vụ, thời kỳ cần nước khẩn trương, mùa hay tình hình thời tiết, trong khi yêu cầu phát điện đòi hỏi hồ vận hành dựa trên nhu cầu điện phục vụ dân sinh và phát triển kinh tế xã hội thay đổi theo giờ, ngày, tuần, hay mùa đặc biệt trong thời gian cao điểm.

Để điều hòa các mâu thuẫn cũng như đem lại hiệu quả trong quá trình vận hành hồ chứa thì một trong những phương pháp hiệu quả là xây dựng Quy trình vận hành hồ (đơn hồ, liên hồ). Quy trình vận hành hồ chứa có thể hiểu là một văn bản hướng dẫn cho người điều hành, quản lý thực hiện vận hành hồ theo những quy định ứng với các tình huống đặt ra. Xây dựng quy trình vận hành là bài toán phức tạp liên ngành, cần có cơ sở khoa học và thực tiễn để đưa ra quyết định phù hợp nhằm giải quyết hoặc hài hòa các mâu thuẫn. Trong bài toán xây dựng quy trình vận hành việc tìm ra giải pháp “tối ưu” hoặc “thỏa hiệp” hoặc “đánh đổi” giữa các mục tiêu là một yếu tố quan trọng.

Trong những năm gần đây, nghiên cứu xây dựng và ứng dụng lý thuyết toán, lý thuyết tối ưu và mô hình hoá phục vụ quản lý tài nguyên nước đã diễn ra hết sức mạnh mẽ. Tại nhiều quốc gia, viện nghiên cứu, các trường đại học trong và ngoài nước đã đầu tư nhiều công sức và tài chính để nghiên cứu ra lý thuyết, các thuật toán và các công cụ phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước.

1.2. Các nghiên cứu trên thế giới

Khoảng những năm 60-70 của thế kỷ 20, các nghiên cứu về vận hành hồ chứa đã có những bước tiến vượt bậc, trong những năm gần đây việc nghiên cứu

vận hành tối ưu đơn hồ chứa hoặc hệ thống hồ trong kiểm soát lũ và cấp nước hạ du đã phát triển mạnh mẽ. Đã có nhiều phát triển mô hình vận hành tối ưu, vận hành theo thời gian thực nhằm xác định lượng xả hồ chứa tốt nhất theo trạng thái hồ chứa và kết quả dự báo dòng chảy vào hồ.... Các nghiên cứu ứng dụng và phát triển lý thuyết mô hình quy hoạch tuyến tính (LP), mô hình quy hoạch phi tuyến (NLP), quy hoạch động, thuật toán di truyền, mạng thần kinh nhân tạo... để diễn giải bài toán điều tiết, điều tiết tối ưu và bài toán điều tiết theo thời gian thực cho hệ thống hồ được thể hiện ở dưới đây.

Quân đội Mỹ (US Army Corps) năm 1972 [56] nghiên cứu lý thuyết phân tích hệ thống đưa ra các giải pháp phòng lũ hiệu quả nhất đối với hồ chứa đa mục tiêu như: giải trí, phát điện, cấp nước và phòng lũ. Nghiên cứu đã thiết lập bảng thiệt hại do lũ lụt gây ra dựa trên việc xác định mối quan hệ giữa những trận lũ lớn gây ảnh hưởng nặng tới hạ lưu, lưu lượng xả ra từ hồ chứa Folsom và thiệt hại do lũ gây ra tại hạ lưu.

William J. Trott and William W-G. Yeh, A. M. ASCE [57] sử dụng lý thuyết tối ưu hóa hệ thống M hồ chứa đa mục tiêu gồm các loại hồ chứa song song hoặc bậc thang. Tối ưu hóa hoạt động của hồ chứa dựa trên hàm mục tiêu về lợi ích kinh tế của hệ thống. Nghiên cứu này cho rằng để giải quyết vấn đề này cần phải xác định các nhóm lợi nhuận mà hồ chứa đem lại và giá thành xây dựng hệ thống tùy thuộc độ lớn của các hồ chứa và được áp dụng trong dự án tối ưu hóa hệ thống 6 hồ chứa (Dos Rios, Pine Mt, Indian Valley, English Ridge, Clear Lake, Kennedy Flats) trên sông Eal của Mỹ.

Miguel A. Marino và Behzad Mohammadi đã trình bày các mô hình với thuật toán hiệu quả cho vận hành theo thời gian thực hàng tháng của một hoặc hai hồ chứa đa mục tiêu [58]. Trên cơ sở mô hình vận hành của Becker và Yeh (năm 1974), mỗi mô hình thể hiện sự kết hợp lý thuyết quy hoạch tuyến tính (sử dụng tối ưu hóa cho hàng tháng) và quy hoạch động (được sử dụng để tối ưu hóa

hàng năm). Mô hình cung cấp lựa chọn kịch bản khác nhau để tối ưu hóa nhu cầu cấp nước hàng năm thuộc dự án California Central Valley.

Trong luận án Tiến sĩ của Marcelo Rodrigues Bess tại trường Đại học Waterloo, Ontario, Canada năm 1998 [59] đã trình bày việc tối ưu trong vận hành hệ thống hồ chứa đa mục tiêu. Trong luận án đã nêu các vấn đề trong vận hành hồ chứa như: Quy hoạch động trong tìm phương án vận hành hệ thống hồ, tối ưu theo thời gian thực...

Luận án của Andrew Fredrick Gilmore [60] đặt ra ba mục tiêu nghiên cứu về quản lý tài nguyên nước lưu vực sông Colorado: Mục tiêu đầu tiên là nghiên cứu phân bổ và cân bằng tài nguyên nước không sử dụng mô hình tối ưu hóa để hỗ trợ hoạt động ra quyết định trên sông Colorado; Mục tiêu thứ hai là tạo ra một mô hình tối ưu hóa hàng tháng trong bài toán kiểm soát lũ và vận hành cấp nước của hồ Powell và Mead trên sông Colorado; Mục tiêu thứ ba là sử dụng mô hình tối ưu hóa để xem xét sự linh hoạt trong hoạt động hồ chứa nhằm gia tăng giá trị thủy điện. Hiệu quả đem lại là sản xuất thủy điện có thể tăng lên 6% với điều kiện sử dụng linh hoạt tổng lượng nước trữ. Luận án này không xem xét các tác động, ảnh hưởng của hệ thống hồ chứa tới các hoạt động ở hạ lưu như cấp nước môi trường, cấp nước sinh hoạt và giải trí.

Mario T.L. Barros; Frank T.-C. Tsai; Shu-li Yang³; Joao E.G. Lopes and William W.-G. Yeh, Hon. M. ASCE [61] tối ưu vận hành hệ thống hồ thủy điện lớn ở Brazil, là một trong những hệ thống thủy điện lớn nhất trên thế giới, bao gồm 75 nhà máy thủy điện với công suất 69.375 MW, sản xuất 92% năng lượng điện của quốc gia. Mô hình trong nghiên cứu này được xây dựng trong chương trình phi tuyến (NLP). Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, mô hình phi tuyến đặc biệt phù hợp cho việc thiết lập các hướng dẫn về các hoạt động thời gian thực sử dụng thông tin dự báo lưu lượng nước đến. Kết quả nghiên cứu chứng tỏ rằng, mô hình NLP đáp ứng yêu cầu vận hành, mang lại lợi ích giảm thiểu xả thừa.

Năm 2004, Chang Jian-Xia, Huang Qiang và Wang Yi-Win [62], ứng dụng thuật toán di truyền (TTDT) để tối ưu hồ chứa. Thuật toán giao phối lựa chọn và đột biến trong thuật toán di truyền có thể tìm kiếm lời giải tối ưu hoặc giải pháp gần tối ưu lời giải cho bài toán nguồn nước phức tạp. Độ nhạy của xác suất giao phối và xác suất đột biến cũng được đưa vào phân tích. Các kết quả ứng dụng TTDT được so sánh với các phương pháp tối ưu khác. Các kết quả chứng minh rằng, TTDT có thể thỏa mãn sử dụng trong bài toán tối ưu hồ chứa và có khả năng ứng dụng cho hệ thống sông phức tạp.

Seyed Jamshid Mousavi [63] sử dụng thuật toán diêm trong tối ưu hệ thống hồ chứa và tính toán cho các hồ chứa trên hệ thống Karoon-Dez ở Iran. Mục tiêu của nghiên cứu là đảm bảo yêu cầu cấp nước trên hệ thống và tối ưu điện năng của hệ thống. Để đạt được mục tiêu, đã sử dụng phần mềm Matlab để tính toán. Các phương trình ràng buộc và trọng số của các đơn vị sử dụng nước được sử dụng để đánh giá sự hài hòa giữa cấp nước và phát điện trong hệ thống.

John W. Labadie thuộc trường Đại học Bang Colorado [64] đã tổng kết rất nhiều phương pháp sử dụng cho bài toán vận hành liên hồ chứa. Nhóm các phương pháp bao gồm: Tối ưu ngẫu nhiên ẩn (các mô hình quy hoạch tuyến tính, các mô hình quy hoạch phi tuyến, các mô hình quy hoạch động rời rạc, các mô hình quy hoạch động liên tục, các lý thuyết điều khiển tối ưu rời rạc theo thời gian). Nhóm các phương pháp ngẫu nhiên hiện (các mô hình quy hoạch tuyến tính ngẫu nhiên, các mô hình quy hoạch động ngẫu nhiên, các mô hình điều khiển tối ưu ngẫu nhiên) và nhóm tích hợp dự báo để vận hành hồ chứa theo thời gian thực.

Năm 2006, D. Nagesh Kumar và M. Jan Reddy [65] áp dụng phương pháp tối ưu hóa đàn kiến để tìm sách lược vận hành hồ chứa đa mục đích và xác định lượng xả của hồ cho mỗi chu kỳ hồ chứa Hirakud, Ấn Độ. Với hàm mục đích rủi ro lũ nhỏ nhất, độ thiếu hụt tưới nhỏ nhất và sản lượng điện cao nhất, trong đó mục đích sản lượng điện được ưu tiên. Mô hình được ứng dụng cho vận hành

hàng tháng, bao gồm hai mô hình vận hành thời gian ngắn và vận hành thời gian dài. Kết quả của nghiên cứu đã chứng minh rằng, phương pháp tối ưu hóa đàn kiến được thực hiện tốt, là mô hình thực thi tốt hơn, nhất là trong trường hợp vận hành hồ chứa trong thời gian dài.

Năm 2006, M. Jan Reddy và D. Nagesh Kumar [66] trình bày thuật toán tiến hóa đa mục tiêu tìm kiếm các giải pháp vận hành tối ưu cho hệ thống hồ chứa đa mục đích. Một trong những mục đích chính trong tối ưu đa mục đích được tìm kiếm tập hợp tốt phân bố các lời giải tối ưu dọc theo mặt Pareto. Các phương pháp tối ưu cổ điển thường không đạt được mặt Pareto tốt nhất. Nhằm khắc phục hạn chế của các phương pháp tối ưu truyền thống trong bài toán tối ưu đa mục tiêu, nghiên cứu này sử dụng quần thể tìm kiếm thuật toán tiến hóa để tìm tập hợp tối ưu Pareto, được ứng dụng cho hệ thống hồ chứa Bhadra ở Ấn Độ (với các mục đích của hồ chứa là tưới, sản xuất điện năng và các yêu cầu chất lượng nước hạ lưu). Nghiên cứu này chứng minh sự hữu ích của thuật toán tiến hóa đa mục tiêu cho bài toán vận hành tối ưu đa mục tiêu thời gian thực.

Luận án Tiến sĩ của Long Le Ngo tại Viện Tài nguyên và Môi trường trường Đại học Công nghệ Đan Mạch năm 2006 [67] đã trình bày các quy tắc vận hành tối ưu trong vận hành hồ chứa Hòa Bình với mục đích phòng lũ cho Châu thổ sông Hồng và phát điện nhằm giải quyết xung đột chính giữa phòng lũ và phát điện ở giai đoạn cuối mùa lũ và đầu mùa kiệt. Tác giả đã sử dụng phần mềm MIKE 11 để mô phỏng hệ thống sông và hồ chứa kết hợp với các thuật toán tối ưu SCE (shuffled complex evolution) thuộc gói phần mềm Autocal của DHI để tìm ra quỹ đạo tối ưu (Pareto) khi xem xét cả hai ưu tiên giữa phòng lũ và phát điện. Kết quả đạt được cho thấy, hoàn toàn có thể dùng mô hình mô phỏng để giải quyết vấn đề phòng lũ cho công trình và cho hạ du mà vẫn có thể duy trì mực nước cao ở cuối mùa lũ để đảm bảo hiệu ích cao trong phát điện ở mùa kiệt kế tiếp, luận án tìm được nghiệm tối ưu được thỏa hiệp giữa phòng lũ

và phát điện cho vận hành hồ chứa Hòa Bình trong mùa lũ và mực nước hồ chứa lúc bắt đầu của mùa khô.

Kumar, D. N and Reddy, M, J (2007) [68], Viện Khoa học Ấn Độ đã sử dụng thuật toán tối ưu SWARM vào nghiên cứu vận hành hệ thống liên hồ chứa gồm 4 hồ mà trước đây Larson đã sử dụng Quy hoạch động để giải quyết. Hai nhà Thủy văn Kumar và Singh cũng áp dụng các thuật toán giải đoán gen (GA) trong nghiên cứu vận hành hệ thống liên hồ chứa. Tiếp đó Kumar lại thử nghiệm áp dụng cho hệ thống hồ chứa Bhadra của Ấn Độ. Kết quả cho thấy thuật toán tối ưu SWARM có thể áp dụng để giải quyết vấn đề vận hành liên hồ chứa.

Năm 2007, Li Chen, James MePhee, William W. G. Yeh [69] trình bày thuật toán di truyền đa mục tiêu tìm quy tắc vận hành hồ chứa. Tác giả đã phát triển thuyết tiến hóa thành thuật toán di truyền đa mục tiêu tối ưu tìm quy tắc vận hành hệ thống hồ chứa. Tác giả cho rằng, ứng dụng thuyết tiến hóa có thể khắc phục trường hợp hội tụ sớm của thuật toán di truyền truyền thống. Thuật toán di truyền đa mục tiêu sẽ làm tăng khả năng điều khiển bài toán đa mục tiêu bởi đa dạng tập hợp lời giải. Mô phỏng kết quả sử dụng bài toán kiểm tra chuẩn, chỉ dẫn rằng đề nghị phạm vi thuật toán di truyền đa mục tiêu, các lời giải trải rộng tốt hơn và hội tụ kín đến giới hạn đúng Pareto hơn thuật toán di truyền II (NAGS-II). Khi ứng dụng các trường hợp nghiên cứu thực tế, thuật toán di truyền đa mục tiêu có thể tổng quát không phân bố trải rộng các lời giải cho bài toán hai mục tiêu bao gồm cấp nước và phát điện. Các kết quả ở đây chứng tỏ rằng, thuật toán di truyền đa mục tiêu có sức cạnh tranh cao khi giải bài toán tối ưu đa mục tiêu vận hành hồ.

Năm 2008, Chun - Tian Cheng, Wen - Chuan Wang - Dong - Mei Xu, K.W.Chau [70] nghiên cứu tối ưu vận hành hồ chứa thủy điện sử dụng thuật toán lai di truyền (TTDT) và Chaos. Thuật toán di truyền đã được ứng dụng rộng rãi để giải bài toán tối ưu nguồn nước nhưng thường gặp phải vấn đề là hội tụ sớm, do đó kết quả nghiệm tối ưu tìm được chưa chắc là nghiệm tối ưu toàn cục. Thuật

toán di truyền và Chaos kết hợp khả năng tìm kiếm tối ưu toàn cục của TTDT với thuật toán tìm kiếm tối ưu cục bộ. Đầu tiên chấp nhận tối ưu Chaos như giá trị ban đầu cải thiện chất lượng loài và duy trì tính đa dạng quần thể. Sau đó được sử dụng lựa chọn mô phỏng luyện kim đột biến thay thế toán tử đột biến để tránh gặp phải tối ưu cục bộ. Mô hình phát triển được ứng dụng cho vận hành tháng của hồ chứa thủy điện với chuỗi dòng chảy đến 38 năm. Các kết quả thể hiện rằng, điện năng trung bình dài hạn là tốt nhất và tốc độ hội tụ tốt hơn quy hoạch động và TTDT chuẩn. Nghiên cứu đánh giá phương pháp này là khả thi và hiệu quả trong vận hành tối ưu của hệ thống phức tạp.

Chaves, P. and Chang F.J. (2008) [71] đã áp dụng mạng trí tuệ nhận tạo tiến hóa (ENNIS) vào vận hành hồ chứa Shihmen ở Đài Loan và đưa ra 5 biến quyết định để vận hành hồ chứa. Kết quả cho thấy mạng ENNIS sử dụng cho vận hành hồ chứa Shihmen có nhiều thuận lợi vì nó có ít thông số, dễ dàng xử lý các biến điều khiển, dễ kết hợp giữa mô hình vận hành với các mô hình dự báo dòng chảy đến. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, mạng ENNIS hoàn toàn có khả năng kiểm soát nhiều biến ra quyết định, từ đó đưa ra các quyết định hợp lý khi vận hành hồ chứa đa mục tiêu.

Chang, L. C. and Chang, F. J (2009) [72] đã áp dụng thuật toán tiến hóa (Evolution Algorithm - NSGA-II) vào vận hành hệ thống hồ chứa gồm hồ Feitsui và Shihmen ở Đài Loan. Các tác giả đã mô phỏng và vận hành hệ thống hồ chứa theo thời đoạn ngày, sau đó tính toán các chỉ số thiếu hụt nước (shortage indices - SI) cho cả 2 hồ trong thời gian mô phỏng dài. Thuật toán NSGA-II đã được sử dụng để làm giảm chỉ số SI thông qua chiến lược phối hợp vận hành 2 hồ. Kết quả tính toán với 49 năm số liệu, các tác giả cho rằng hoàn toàn có thể tìm các chiến lược phối hợp vận hành tốt hơn nhiều so với thực tế vận hành trong 49 năm qua và lời giải tối ưu Pareto tìm được cho 2 hồ chính là kiến nghị cho việc phối hợp vận hành.

Wei, C. C. and Hsu, N. S. Wei, C. C. and Hsu, N. S. (2009) [73] áp dụng vận hành tối ưu với các quy tắc nhánh cây (treebased rules) cho hệ thống hồ chứa đa mục tiêu phòng lũ với thời gian thực bằng việc tích hợp vào hệ thống mô hình dự báo thủy văn. Phương pháp này đã được áp dụng cho hệ thống hồ chứa trên sông Tanshui ở Đài loan. Kết quả vận hành thử nghiệm cho trận mưa lũ lịch sử năm 2004 cho thấy phương pháp này có kết quả tốt, đảm bảo cắt được đỉnh lũ theo yêu cầu của các điểm kiểm soát ở hạ lưu mà vẫn đảm bảo yêu cầu tích nước vào cuối mùa lũ ở các hồ chứa.

1.3. Các nghiên cứu ở Việt Nam

Nghiên cứu vận hành đơn hồ chứa và liên hồ chứa là một trong những vấn đề quan trọng trong công tác quản lý tài nguyên nước lưu vực sông và được nhiều cơ quan nghiên cứu quan tâm như các Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Viện Cơ học, Viện Toán học cũng như các trường Đại học Thủy lợi, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Đà Nẵng, Đại học Huế... và các Công ty tư vấn Thủy lợi, tư vấn điện. Các nghiên cứu đã được ứng dụng vào thực tiễn các hồ chứa thuộc các lưu vực sông khác nhau ở nước ta và đã đem lại hiệu quả nhất định trong phòng lũ, cấp nước và phát điện.

Nghiên cứu đầu tiên về vấn đề vận hành hồ chứa có thể kể đến các nghiên cứu thiết kế và vận hành cho hồ Thác Bà vào những năm 1960. Tiếp đó năm 1991, tác giả Nguyễn Trọng Sinh đã sử dụng phương pháp Quy hoạch động và chuỗi dòng chảy trung bình 10 ngày để xây dựng biểu đồ điều phối hồ Hòa Bình sao cho tổng điện năng thu được là lớn nhất.

Năm 1982, Nguyễn Lại đã nghiên cứu phân kỳ lũ sông Hồng [3]. Kỳ lũ trên sông Hồng được phân thành 3 thời kỳ hình thành khác nhau: kỳ lũ sớm (tháng 5 đến tháng 6), trong nghiên cứu này đã xác định lũ được hình thành bởi mưa front cực kết hợp với bão đầu mùa trên nền lượng trữ lưu vực thấp dẫn đến

quy mô lũ nhỏ; Kỳ chính vụ (tháng 7 đến tháng 8), lũ được hình thành do mưa của dải hội tụ nhiệt đới kết hợp với bão giữa mùa trên nền lượng trữ lưu vực trung bình có quy mô lớn nhất trong cả năm; Kỳ lũ cuối vụ (tháng 9 đến tháng 10) lũ được hình thành do mưa front cực kết hợp bão cuối mùa trên nền lượng trữ lưu vực cao, gây quy mô lũ trung bình.

Năm 1996, Trịnh Quang Hòa thực hiện đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ nhận dạng lũ sông Hồng phục vụ điều hành hồ Hòa Bình phòng chống lũ hạ du” [4]. Đề tài đã đưa ra khái niệm đường trữ nước tiềm năng trên sông Hồng, sông Đà, ứng dụng đường trữ nước tiềm năng để dự báo sớm đỉnh lũ sông Hồng. Hiện nay, mô hình đã được viết lại trên ngôn ngữ dùng trong môi trường window và đang được ứng dụng tại Phòng Dự báo Thủy văn Bắc Bộ, Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương. Công nghệ chủ yếu tập trung vào nhận dạng đỉnh lũ trên sông Hồng tại trạm thủy văn Sơn Tây trong mùa lũ chính vụ (từ tháng 6 đến tháng 8).

Năm 2002, Nguyễn Thượng Bằng đã nghiên cứu mô hình tối ưu đa mục tiêu hệ thống thủy lợi - thủy điện, với hai mục tiêu tổng điện năng trong mùa cấp nước là lớn nhất và dùng phương pháp quy hoạch phi tuyến tổng hạ nhanh nhất GRG (Generalized reduced gradient) để giải. Tác giả đã ứng dụng mô hình và phương pháp giải cho hệ thống thủy lợi thủy điện lưu vực sông Lô-Gâm-Chảy.

Năm 2003, Hà Văn Khôi và Lê Bảo Trung [8] đã áp dụng quy hoạch động hai chiều xác định chế độ tối ưu hệ thống hồ chứa phát điện bậc thang, chương trình đã được áp dụng thử nghiệm cho hệ thống ba hồ chứa bậc thang sông Đà.

Năm 2004, Bộ Khoa học và Công nghệ lập Tổ soạn thảo “Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Hòa Bình và các công trình cắt giảm lũ sông Hồng trong mùa lũ hàng năm” [12]. Quy trình được ban hành theo văn bản số 103/PCLBTW ngày 16 tháng 6 năm 2005. Trong đó lần đầu tiên tổ hợp lũ thực hiện bằng phương pháp Monte Carlo và hoàn nguyên trận lũ năm 1996 trên sông Đà, tính lại lũ PMF cho hồ Hòa Bình.

Năm 2005, tác giả Lê Thanh Tú sử dụng phương pháp quy hoạch động để xây dựng biểu đồ điều phối tối ưu của hệ thống bậc thang hồ chứa Đồng Nai 3 và Đồng Nai 4, mục tiêu của bài toán là đảm bảo lợi nhuận từ phát điện là lớn nhất và các nhu cầu tưới cho nông nghiệp dưới hạ du.

Năm 2005, Phan Văn Hùng đã nghiên cứu đưa ra tiêu chuẩn tối ưu hồ chứa nước có nhiệm vụ tưới là chính và kết hợp phát điện. Tác giả đã bước đầu đưa ra chế độ làm việc của hồ chứa trong các năm thủy văn điển hình khác nhau, phân tích và đề xuất các tiêu chuẩn tối ưu dựa trên phân tích lượng nước đến theo hai mùa kiệt và mùa mưa.

Năm 2009, Hà Ngọc Hiến và nhiều người khác đã nghiên cứu xây dựng mô hình vận hành tối ưu chống lũ theo thời gian thực cho hệ thống hồ chứa trên sông Đà và sông Lô [20] với các mục tiêu là tối đa tổng dung tích chống lũ.

Hoàng Minh Tuyên Luận án Tiến Sĩ năm 2002 [7] với nội dung chính của luận án là: 1. Xây dựng công nghệ tổ hợp lũ có xem xét đến tỉ lệ đóng góp của ba sông Đà, Thao, Lô trong sự hình thành lũ hạ du; 2. Xây dựng một chương trình truyền lũ trên mạng sông Hồng về đến Hà Nội, Thượng Cát, phù hợp với yêu cầu của bài toán tổ hợp lũ, các thông số được cập nhật theo số liệu địa hình lòng dẫn mới; 3. Thiết lập chương trình vận hành cửa van điều tiết lũ của hệ thống hồ chứa Hòa Bình, Sơn La, Thác Bà, Đại Thi; 4. Phân tích độ tin cậy của phương án quy hoạch hệ thống hồ chứa trong không gian lũ mô phỏng là cơ sở để phân tích quy trình cắt lũ của hệ thống hồ chứa, lựa chọn tổng dung tích phòng lũ các hồ trên sông Đà và khả năng phân lũ vào sông Đáy. Luận án đã xây dựng được công nghệ phân tích và điều hành hệ thống hồ chứa trên sông Hồng chống lũ cho hạ du, cụ thể là đã phát triển và xây dựng chương trình truyền lũ sóng động học, chương trình điều hành hệ thống hồ chứa thượng nguồn sông Hồng có cửa van và mối liên hệ ngược với hạ du và tổ hợp lũ trên hệ thống.

Nguyễn Thế Hùng-Lê Hùng, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng [17], năm 2009 đã trình bày mô hình Thuật toán di truyền (GA) để tìm

quỹ đạo vận hành tối ưu hồ chứa nhà máy Thủy điện Ea Krông Rou - Tỉnh Khánh Hòa với đơn mục tiêu là sản lượng điện năng cực đại. Trong nghiên cứu này, chuỗi dòng chảy đến từng tháng được kéo dài bằng phương pháp Monte-Carlo thông qua chương trình Crystal Ball, hàm phân phối xác suất được chọn là dạng phân phối đều (The Uniform Distribution), tất cả các giá trị trong khoảng từ giá trị tối thiểu tới giá trị tối đa đều xuất hiện với một khả năng như nhau. Như nhiều nghiên cứu khác, trong nghiên cứu này, hàm mục tiêu là sản lượng điện năng của nhà máy thủy điện đạt cực đại ứng với trị số mực nước vận hành ở các khoảng thời gian trong năm của hồ chứa làm việc độc lập. Kết quả tính toán cho thấy dễ dàng mở rộng cho bài toán vận hành tối ưu nhà máy thủy điện đa mục tiêu so với phương pháp qui hoạch động.

Hà Văn Khôi năm 2010 [25] đã đưa ra một số ý kiến và kết quả tính toán sơ bộ về vai trò chống lũ hạ du của hồ chứa A Vương và xem xét khả năng giao thêm nhiệm vụ chống lũ hạ du cho các hồ chứa trên sông Vu Gia - Thu Bồn. Tác giả đã đề xuất cần nghiên cứu bổ sung: (1) Về quy trình chống lũ khi mực nước hồ đang thấp để vừa đảm bảo an toàn tích nước hồ chứa vừa nâng cao hiệu quả giảm lũ hạ du; (2) Tăng thêm nhiệm vụ phòng chống lũ cho các hồ chứa, nhưng phải đảm bảo không ảnh hưởng lớn đến hiệu quả phát điện và hiệu quả cắt lũ, phải mang lại lợi ích xã hội lớn, đồng thời giải quyết hài hòa quyền lợi giữa chủ đầu tư và Nhà nước nếu có bổ sung thêm về nhiệm vụ chống lũ.

Luận án tiến sĩ của Hoàng Thanh Tùng năm 2011 [35] đã lựa chọn sử dụng kết hợp mô hình số trị dự báo thời tiết BOLAM của Italia với mô hình nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa để dự báo mưa cho lưu vực. Với dự báo lũ trung hạn, tác giả đã lựa chọn hướng tiếp cận lai ghép giữa các phương pháp truyền thống và hiện đại để tận dụng tối đa những ưu điểm của từng phương pháp. Lai ghép được thực hiện trong nghiên cứu là sự lai ghép giữa mô hình tất định (mô hình HEC-HMS, EANN) với mô hình ngẫu nhiên ARIMA để dự báo và hiệu chỉnh sai số dự báo, sự lai ghép giữa mô hình mạng thần kinh nhân tạo (Back

Propagation Neural Network - BPNN) với thuật toán giải đoán Gen (Genetic Algorithm - GA) tạo thành mô hình EANN (Evolution Artificial Neural Network) để cải tiến và khắc phục nhược điểm cố hữu của mô hình BPNN là rất khó tìm mạng phù hợp, đồng thời giảm thời gian luyện mạng rất phù hợp với việc cập nhật số liệu liên tục trong dự báo tác nghiệp. Với nghiên cứu vận hành hệ thống hồ chứa, tác giả đã lựa chọn hướng tiếp cận kết hợp giữa mô hình mô phỏng (HEC-HMS, HEC-ResSim) với mô hình điều khiển hệ thống trong đó sử dụng cả hai phương pháp “Ẩn” và “Hiện” để xác định các ưu tiên vận hành cho từng hồ trong hệ thống (phân nhỏ các vùng dung tích để vận hành theo các ưu tiên của biểu đồ điều phối của từng hồ sao cho có hiệu quả) và các ưu tiên vận hành kết hợp giữa các hồ với các ưu tiên ràng buộc về mực nước và lưu lượng của các vùng bị ảnh hưởng dưới hạ lưu để đảm bảo mục tiêu phòng lũ cho các công trình và cho các vùng ảnh hưởng dưới hạ du các công trình. Với những hồ chứa có quy trình vận hành, nghiên cứu đã lập chương trình tính theo phương pháp quy hoạch động với dòng chảy đến hồ là ngẫu nhiên được mô phỏng bằng phương pháp Monte Carlo. Tác giả đã nghiên cứu và tích hợp thành công mô hình dự báo mưa, lũ với mô hình vận hành hồ chứa. Trong đó mô hình dự báo lũ đến hồ chứa, các nhập lưu khu giữa đã được tích hợp hoàn toàn tự động với mô hình vận hành hồ chứa. Đây chính là tiền đề quan trọng hướng tới việc vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ theo thời gian thực, là phương pháp mà các nước tiên tiến trên thế giới đang thực hiện. Như vậy, luận án đưa ra phương pháp áp dụng hiệu quả mạng ANN với thuật toán quét ngược (BPNN) bằng việc sử dụng thuật toán giải đoán Gen GA trong quá trình tìm cấu trúc mạng tối ưu. Xử lý này đã làm cho quá trình luyện mạng nhanh hơn rất nhiều, rất phù hợp cho dự báo tác nghiệp khi liên tục phải cập nhật số liệu mới và luyện lại mạng. Thêm vào đó đã nâng cao được chất lượng dự báo từ các mô hình nhận thức thông qua áp dụng mô hình ngẫu nhiên ARIMA để dự báo sai số dùng để hiệu chỉnh và đưa ra giá trị dự báo.

Nguyễn Thế Hùng-Lê Hùng, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng [37] “Nghiên cứu áp dụng thuật toán di truyền tìm kiếm quỹ đạo vận hành tối ưu hồ chứa nước có nhà máy thủy điện làm việc độc lập với quá trình dòng chảy đến là ngẫu nhiên”, năm 2011. Trong nghiên cứu này đã đề xuất mô hình toán để giải bài toán vận hành tối ưu hồ chứa đa mục đích với các mục đích phát điện, tưới, phòng lũ, đảm bảo môi trường sinh thái và yêu cầu cấp nước cho hạ du. Dựa trên các mô hình toán thiết lập, tác giả ứng dụng kỹ thuật tối ưu quy hoạch động để giải các mô hình toán trên và xây dựng chương trình tính bằng ngôn ngữ lập trình Delphi. Nghiên cứu đã áp dụng tính cho hồ Định Bình (với mục tiêu tưới, phòng lũ, phát điện và đảm bảo yêu cầu cấp nước cho hạ du) và hồ A Vương (phát điện, đảm bảo cung cấp nước cho hạ du trong mùa kiệt, và điều tiết một phần lũ). Kết quả nghiên cứu đã đề xuất 3 trường hợp tính toán khác nhau trong đó mục đích đảm bảo yêu cầu môi trường sinh thái hoặc yêu cầu cấp nước cho hạ du được xem như một điều kiện ràng buộc, đó là lượng xả của hồ xuống hạ du phải lớn hơn lượng xả yêu cầu cho hạ du và mục đích phòng lũ thì yêu cầu mực nước hồ trong mùa lũ phải nhỏ hơn một giá trị xác định trước.

Trường hợp 1: Hồ chứa nước có nhiệm vụ phát điện và tưới ngang nhau, tiêu chuẩn tối ưu ở đây là sự thiếu hụt cho tưới là nhỏ nhất và điện năng lớn nhất; Lời giải tối ưu tìm được là mặt tối ưu Pareto, kết quả tìm được không phải là duy nhất, nếu điện lượng tăng thì lượng thiếu hụt tưới sẽ lớn và ngược lại, do đó tùy theo các yêu cầu thực tế mà ta sẽ gán các trọng số tưới và điện để đạt được giá trị tối ưu tương ứng; **Trường hợp 2:** Mục đích phát điện chính, tưới phụ thì ở đây yêu cầu tưới ta xem như ràng buộc và sau đó ta giải theo bài toán tối ưu đơn mục tiêu. Với các kết quả sản lượng điện đạt được của hồ chứa A Vương tăng từ $(4,8 \div 6,8)\%$ so với kết quả vận hành thực tế năm 2009. **Trường hợp 3:** Mục đích tưới chính, phát điện phụ thì với mô hình toán ở trên đã cho kết quả thiếu hụt yêu cầu tưới là nhỏ nhất và lượng điện đạt được là rất lớn.

Tô Thúy Nga với luận án tiến sĩ “Mô hình vận hành điều tiết thời gian thực thời kỳ mùa lũ hệ thống hồ chứa trên sông Vu Gia - Thu Bồn” [50], đã thiết lập được chương trình tính toán, mô phỏng lũ (MOPHONG-LU) tích hợp ba mô hình: mô hình mưa dòng chảy, mô hình vận hành hồ chứa và diễn toán lũ trong sông cho vùng thượng du sông Vu Gia - Thu Bồn phục vụ cho dự báo lũ với thời gian dự kiến từ 3 đến 5 ngày làm cơ sở cho việc xác định chế độ vận hành hồ chứa theo thời gian thực. Trên cơ sở ứng dụng mô hình mô phỏng theo thời gian thực ứng với các phương án vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ, đã đề xuất phương án tăng dung tích phòng lũ và chế độ vận hành nhằm nâng cao hiệu quả cắt giảm lũ cho hạ du, làm cơ sở cho việc bổ sung quy trình liên hồ chứa đã được phê duyệt.

Với lưu vực sông Ba, nhiều nghiên cứu liên qua đến thủy văn, thủy lợi và tài nguyên nước đã được thực hiện, một số công trình và dự án nghiên cứu chính liên quan như sau:

Nghiên cứu sớm nhất về vấn đề khai thác sử dụng nước và vận hành hồ chứa trên lưu vực sông Ba là nghiên cứu phục vụ xây dựng công trình Đập Đồng Cam vào năm 1924 và cụm công trình cấp nước Ayun Hạ năm 1994 [1], [2].

Đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu luận cứ khoa học cho các giải pháp phòng tránh, hạn chế hậu quả lũ lụt lưu vực sông Ba” [34] thực hiện trong 3 năm (2001-2003) do PGS.TSKH Nguyễn Văn Cư chủ nhiệm. Đề tài đặt ra mục tiêu chính sau: - Cung cấp luận cứ khoa học về lũ lụt và diễn biến lũ lụt phục vụ qui hoạch tổng thể phát triển KT - XH, phòng tránh giảm nhẹ thiên tai lũ lụt lưu vực sông Ba; - Đề xuất các giải pháp KHCN phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt các tỉnh trong khu vực nghiên cứu. Để đạt được mục tiêu đặt ra, đề tài thực hiện các nội dung chính: i) Phân tích các yếu tố tự nhiên xã hội ảnh hưởng đến lũ lụt lưu vực sông Ba; ii) Phân tích, đánh giá và xác định nguyên nhân lũ lụt trên lưu vực sông Ba, ngoài việc phân tích đặc điểm của các trận lũ trong quá khứ ảnh hưởng đến dân sinh và hạ tầng, ảnh hưởng của điều kiện mặt đệm đến lũ lụt, đề

tài đã ứng dụng mô hình toán thủy văn thủy lực để xây dựng bản đồ ngập lụt ứng các phương án khác nhau; iii) Từ việc phân tích đặc điểm ngập lụt và bản đồ ngập lụt đề tài đã đề xuất giải pháp phòng tránh, hạn chế thiệt hại do lũ lụt gây ra trên lưu vực sông Ba. Tại thời điểm thực hiện đề tài mới chỉ có 2 hồ chứa lớn Ayun Hạ và Sông Hinh hoạt động so với 6 hồ lớn hiện nay. Đề tài, chưa đề cập đến các nghiên cứu liên quan về vận hành liên hồ chứa và xây dựng Quy trình vận hành hồ chứa.

Trong dự án “Quy hoạch sử dụng và tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Ba” [14] mà Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã giao cho Viện Quy hoạch Thủy lợi có hợp phần xây dựng các phương án phòng chống lũ để bảo vệ cho vùng hạ lưu sông Ba. Nội dung chủ yếu của hợp phần này là tính toán thủy lực lũ hạ lưu sông Ba với nhiệm vụ mô phỏng lại chế độ lũ 11/1988, lũ 10/1993, lũ 9/2005 và tính toán các con lũ tần suất 1, 5, 10% để xem xét hiệu quả cắt lũ cho hạ du của công trình hồ Sông Ba Hạ với các trường hợp có bậc thang thủy điện phía trên sông Ba Hạ và công trình thủy điện Sông Hinh.

Đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp bộ “Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn về quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba” [9] do GS.TS Lê Kim Truyền làm chủ nhiệm đã được thực hiện trong 2 năm (2001-2003). Nội dung của đề tài bao gồm: Xây dựng hệ thống thông tin và quản lý dữ liệu nhằm quản lý tài nguyên nước sông Ba; Đưa ra cơ sở lý luận và thực tiễn chung nhất của quản lý tổng hợp tài nguyên nước nói chung và sông Ba nói riêng. Đề tài tập trung vào việc xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn và sử dụng nước trên lưu vực, cơ chế chính sách trong quản lý tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba, từ đó đề xuất cơ sở lý luận và thực tiễn quản lý tổng hợp tài nguyên nước.

Cục Quản lý Tài nguyên nước đã chủ trì thực hiện dự án: “Điều tra tình hình khai thác, sử dụng tài nguyên nước và xả nước thải vào nguồn nước lưu vực sông Ba” [18]. Dự án đã thực hiện được hai mục tiêu sau: - Khái quát tình

hình khai thác, sử dụng TNN và xả nước thải vào nguồn nước; đồng thời xác định những vấn đề nổi cộm, cấp bách cần giải quyết và tăng cường cho công tác quản lý tài nguyên nước cho lưu vực sông Ba; - Làm cơ sở để các địa phương trong lưu vực quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên nước; hỗ trợ công tác cấp phép khai thác thăm dò, khai thác và xả nước thải vào nguồn nước. Dự án đơn thuần cung cấp thông tin về tình hình khai thác, sử dụng nước và xả thải trên lưu vực sông Ba.

Dự án “Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Ba” giữa Cục Quản lý Tài nguyên nước và Trung tâm Thủy văn ứng dụng và kỹ thuật môi trường - Trường Đại học Thủy lợi thực hiện từ năm 2005-2010 [22] có các nội dung chủ yếu: - Điều tra thu thập, tổng hợp, phân tích thông tin, số liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội; tình hình hiện trạng bảo vệ, khai thác, sử dụng và phát triển tài nguyên nước; phòng, chống, giảm thiểu tác hại do nước gây ra và tình hình quản lý, bảo vệ tài nguyên nước và bảo vệ môi trường liên quan đến tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba phục vụ cho lập quy hoạch; - Đánh giá tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội và hiện trạng bảo vệ khai thác, sử dụng và phát triển tài nguyên nước, giảm thiểu tác hại do nước gây ra và bảo vệ môi trường liên quan đến tài nguyên nước ở lưu vực sông; - Phân tích đánh giá nhu cầu khai thác, sử dụng nước của các ngành, các lĩnh vực, các địa phương trong lưu vực sông Ba nhằm bảo đảm các mục tiêu phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường của lưu vực sông; - Đánh giá cân bằng giữa tiềm năng nguồn nước và nhu cầu khai thác sử dụng nước; - Nghiên cứu xác định các định hướng và giải pháp phục vụ quản lý, bảo vệ, phát triển tài nguyên nước, phòng, chống, giảm thiểu tác hại do nước gây ra ở lưu vực sông Ba, giải pháp và định hướng trong việc thực hiện quy hoạch. Như vậy, dự án chỉ tập trung vào tính toán cân bằng nước và đề xuất định hướng giải pháp quản lý tài nguyên nước, phòng chống giảm thiểu các tác hại do nước thông qua các thông tin số liệu thu thập và điều tra.

Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: “Hệ thống hỗ trợ kỹ thuật giải quyết tranh chấp về tài nguyên nước lưu vực sông Ba” [21] do TS. Huỳnh Thị Lan Hương - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu) thực hiện năm 2008-2009. Đề tài đã nghiên cứu đưa ra cơ sở khoa học kỹ thuật nhằm giải quyết các tranh chấp về tài nguyên nước giữa các hộ dùng nước trên lưu vực. Đề tài tập trung chủ yếu vào xác định các nhu cầu nước chính trên lưu vực, tính toán nhu cầu nước, cân bằng nước và đề xuất giải quyết tranh chấp về tài nguyên nước trong mùa cạn, khi mà nhu cầu dùng nước của các hộ sử dụng nước là cao.

Từ năm 2009-2010, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chỉ đạo Cục quản lý Tài nguyên nước, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu) cùng các chuyên gia đầu ngành và các đơn vị trong và ngoài Bộ thực hiện dự án việc xây dựng Quy trình Vận hành liên hồ chứa các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Ba [30]. Kết quả của quá trình thực hiện là quyết định 1757/QĐ-TTg ngày 23 tháng 9 năm 2010 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ: Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H’ năng, Ayun Hạ và An Khê-Ka Nak trong mùa lũ hàng năm [31] và được sửa đổi vào năm 2014 với quyết định 1077/QĐ-TTg ngày 07 tháng 7 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba [47, 48], trong đó NCS và thầy hướng dẫn PGS.TS. Hoàng Minh Tuyên là những người chính thực hiện các nội dung chuyên môn của dự án. Để có cơ sở xây dựng Quy trình vận hành liên hồ trong mùa lũ trong quyết định năm 2010, dự án đã nghiên cứu các vấn đề về tổ hợp lũ, phân kỳ lũ trên lưu vực sông Ba, căn cứ vào phân tích về mối quan hệ đặc điểm lũ với hệ thống hồ chứa và đặc điểm lưu vực sông Ba để đề ra được nguyên tắc vận hành nhằm giảm lũ cho hạ du lưu vực sông Ba, khi dự báo có lũ lớn xảy ra, căn cứ vào dự báo lưu lượng đến các hồ trong 24 giờ để xả bớt nước dành dung tích cắt giảm lũ cho hạ du và các hồ tham gia cắt lũ khi dự báo trong

6- 12 giờ tới lũ đến hồ đặt đỉnh, hồ được phép tích nước cắt giảm lũ đến mực nước dâng bình thường. Quá trình áp dụng Quy trình vận hành từ năm 2010, với điều kiện còn hạn chế về khả năng dự báo lũ trước 6 - 12 - 24 giờ, mạng lưới quan trắc còn thưa và các điều kiện khách quan khác về đặc điểm lưu vực, nên việc áp dụng Quy trình trong thực tế còn khó khăn và hiệu quả cắt giảm lũ, còn bị hạn chế. Dẫn đến năm 2014 đã sửa đổi Quy trình vận hành với yêu cầu các hồ phải dành một dung tích phòng lũ tối thiểu cố định trong suốt mùa lũ, khi có dự báo bão lũ đến các hồ lại tiếp tục xả nước để dành thêm dung tích phòng lũ và việc căn cứ vận hành không theo giá trị dự báo mà theo giá trị thực tế đo được. Điều này dẫn đến hiệu quả sử dụng nước và phát điện không cao, có thể gây lúng túng trong việc vận hành và khả năng các hồ không tích đầy nước vào mùa lũ rất cao. Như vậy, trong nghiên cứu năm 2009, đã có những ý tưởng hay về nguyên tắc vận hành liên hồ chứa, theo thời gian NCS đã nhận thấy một số hạn chế trong nguyên tắc vận hành đó là chưa phân tích kỹ nhiều tình huống về quá trình xả nước đón lũ của từng hồ sao cho có lợi nhất mà vẫn an toàn cho hạ du. Trong nghiên cứu 2014, với cách thức vận hành như vậy sẽ đem lại hiệu quả cắt giảm lũ nhưng không đem lại hiệu quả sử dụng nước do các hồ phải dành dung tích phòng lũ cho cả mùa lũ, chưa xem xét đánh giá giữa vận hành cắt giảm lũ và phát điện trong mùa lũ của các hồ.

Đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu xây dựng công nghệ điều hành hệ thống liên hồ chứa đảm bảo ngăn lũ, chậm lũ, an toàn vận hành hồ chứa và sử dụng hợp lý tài nguyên nước về mùa kiệt lưu vực sông Ba” [34] thuộc Chương trình “Khoa học và công nghệ phục vụ phòng tránh thiên tai, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên”. MS: KC.08.30/06-10 do PGS.TS. Nguyễn Hữu Khải chủ trì. Đề tài đã nghiên cứu đưa ra đề xuất quy trình vận hành liên hồ chứa sông Ba mùa kiệt và quy trình vận hành mùa lũ. Kết quả chính đạt được của đề tài là xây dựng được công nghệ điều hành hệ thống liên hồ chứa dựa trên các mô hình toán thủy văn - thủy lực (NAM, HecResim và Mike11) và các

nguyên tắc vận hành đưa ra trong dự án xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

PGS. TS. Nguyễn Hữu Khải và ThS. Lê Xuân Cầu [33] đã nghiên cứu vấn đề “Xây dựng đường cong chuẩn quy tắc vận hành tối ưu liên hồ chứa thủy điện hệ thống hồ sông Ba”. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp kết hợp mô phỏng (truyền lũ, vận hành hồ) và tối ưu để xây dựng quy tắc vận hành. Nghiên cứu này đã đưa ra các bước xây dựng đường cong chuẩn quy tắc vận hành tối ưu, thứ tự các bước xây dựng quy trình như sau: 1. Thu thập các tài liệu cơ bản về địa hình, khí tượng, thủy văn; 2. Xây dựng các mô hình mô phỏng liên hồ chứa thủy điện; 3. Xây dựng các kịch bản lũ và cạn; 4. Tính toán xác định đường cong quy tắc vận hành hồ dựa trên kết quả mô phỏng liên hồ chứa thủy điện với các kịch bản lũ; 5. Tính toán xác định đường cong quy tắc vận hành hồ dựa trên kết quả mô phỏng liên hồ chứa thủy điện với các kịch bản cạn; 6. Phân tích kết quả. Thuật toán gen được áp dụng để tính toán tối ưu đa mục tiêu sử dụng hồ chứa nước, thuật toán này cho phép tìm cực trị toàn cục của một hàm mục tiêu bất kỳ liên tục hay gián đoạn. Dựa trên quy định vận hành liên hồ được chính phủ ban hành, nghiên cứu đã xác định được đường cong quy tắc vận hành tối ưu (là đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa lưu lượng dòng ra khỏi hồ, mực nước hồ và lượng dòng chảy đến sao cho vận hành của liên hồ chứa là tối ưu) của 6 hồ chứa trên sông Ba.

Năm 2012, Cán Thu Văn, Nguyễn Hữu Khải và Nguyễn Thanh Sơn [40] áp dụng mô hình MIKE - FLOOD mô phỏng ngập lụt hạ lưu sông Ba. Nghiên cứu này chỉ tập trung vào việc ứng dụng mô hình thủy văn, thủy lực để xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Ba.

Thân Văn Đón, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia năm 2012 [41] với đề tài cấp cơ sở “Nghiên cứu ứng dụng mô hình số thích hợp dự báo tài nguyên nước mặt (về mặt số lượng) cho lưu vực sông Ba”. Mục tiêu của đề tài là dự báo được (số lượng) tài nguyên nước mặt theo tháng cho

lưu vực sông Ba, phục vụ quản lý tài nguyên nước mặt trên lưu vực sông Ba. Đề tài thực hiện các nội dung chính: Ứng dụng mô hình thủy văn mô phỏng dòng chảy phục vụ dự báo số lượng tài nguyên nước mặt theo tháng trên hệ thống sông Ba: (1) Ứng mô hình Tank để mô phỏng dòng chảy phục vụ dự báo số lượng tài nguyên nước mặt theo tháng trên hệ thống sông Ba: (2) Áp dụng mô hình cân bằng nước lưu vực sông Ba phục vụ dự báo số lượng tài nguyên nước mặt theo tháng: Nghiên cứu áp dụng mô hình Mike Basin tính toán cân bằng nước tại các tiêu lưu vực sông Ba. (3) Nghiên cứu xây dựng chương trình quản lý dữ liệu, hiển thị và xuất bản tin thông báo số lượng tài nguyên nước mặt.

GS. Ngô Đình Tuấn, Trường Đại học Thủy lợi [44], thực hiện đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu giải pháp tổng thể sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường lưu vực sông Ba và sông Côn”. Đề tài đã tiến hành đánh giá tổng hợp toàn bộ tài nguyên nước cũng như quy hoạch thủy lợi - thủy điện trên lưu vực sông Ba và sông Côn đến năm 2010 - 2020 và tính toán cân bằng nước trên lưu vực hai sông và áp dụng phương pháp kế toán nước xem xét vấn đề sử dụng nước của lưu vực sông. Trên cơ sở các nghiên cứu, đề tài kiến nghị thành lập tổ chức lưu vực sông cho từng lưu vực.

1.4. Kết luận chương 1

Trong những năm gần đây trên thế giới, nghiên cứu vận hành hồ chứa tập trung vào sử dụng công cụ mô hình toán, lý thuyết tối ưu nhằm tính toán vận hành hồ chứa theo thời gian thực [56, 58, 60, 61, 64, 71-73], tính toán tối ưu vận hành hồ chứa phòng lũ, phát điện, cấp nước hạ du và các vấn đề liên quan [57, 59, 60, 62, 64-70, 73]. Trong bài toán vận hành hồ chứa đa mục tiêu, dung tích của mỗi hồ trong hệ thống được phân định rõ cho từng nhiệm vụ cấp nước. Hơn nữa các nước phát triển hệ thống số liệu, tài liệu nền của các ngành dùng nước là đầy đủ và đồng bộ, công tác quản lý tài nguyên nước được thực hiện một cách hiệu quả và có sự đồng thuận cao giữa các ngành, các mục tiêu vận hành, mục tiêu sử dụng nước của hệ thống hồ được xác định và phân định rõ theo thời gian

và không gian. Kết quả dự báo ngắn hạn, dự báo trung và dài hạn có độ chính xác cao phục vụ vận hành hồ chứa. Chính vì vậy, đề xuất vận hành hồ chứa đa mục tiêu là hoàn toàn khả thi. Tuy nhiên, đối chiếu với điều kiện hiện tại của Việt Nam, bài toán vận hành hồ chứa đa mục tiêu đối mặt với rất nhiều khó khăn và thách thức.

Ở Việt Nam nói chung và lưu vực sông Ba nói riêng phần lớn các nghiên cứu liên quan đến thủy văn và tài nguyên nước là kế thừa, phát triển những công cụ, mô hình toán và phương pháp nghiên cứu trên thế giới. Việc nghiên cứu khoa học thủy văn - tài nguyên nước và các vấn đề liên quan phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước đã được đầu tư và quan tâm trong thời gian qua. Các nghiên cứu của Viện Quy hoạch Thủy lợi [14], Trường Đại học Thủy Lợi [4, 9, 25, 35, 44], Đại học Khoa học tự nhiên [40], Viện Địa lý [10], Viện Cơ học [20, 24], Cục Quản lý Tài nguyên nước [18, 23], Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc Gia [41], Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương [46], Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu [21] chủ yếu tập trung vào các vấn đề: Bài toán cân bằng nước, phân bổ tài nguyên nước, giải quyết tranh chấp, dự báo lũ, đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến nhu cầu nước, tài nguyên nước..., nhằm đưa ra các phương án, kịch bản và cơ sở cho sự phát triển bền vững của lưu vực sông nói chung và lưu vực sông Ba nói riêng. Trong các nghiên cứu này, vận hành hồ chứa chỉ được xem xét theo những giả thiết nhất định hoặc những quy định đã có mà chưa quan tâm đến xem xét những tính phù hợp, đúng đắn của các quy định đó, cũng chưa nghiên cứu xác định cơ sở khoa học vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ, để từ đó đánh giá hiệu quả thực tế vận hành liên hồ. Các nghiên cứu liên quan đến vận hành hồ chứa thuộc các lưu vực sông khác nhau [4, 7, 12, 17, 20, 22, 25] tập trung vào vấn đề xây dựng công nghệ nhận dạng lũ, đánh giá vai trò của hệ thống hồ chứa cắt giảm lũ và vận hành tối ưu. Các nghiên cứu liên quan trực tiếp đến vận hành hồ chứa sông Ba [30, 33, 34, 47] chưa thể hiện được sự phối hợp hiệu quả giữa các

hồ trong vận hành cắt giảm lũ, các quy định vận hành trong mùa lũ chưa đem lại hiệu quả cao về cấp nước trong mùa cạn, cũng như minh chứng hiệu quả phát điện trong mùa lũ.

Vận hành hệ thống hồ chứa nước là một bài toán khá phức tạp, bao gồm nhiều biến điều khiển và phải thoả mãn nhiều mục đích khác nhau như chống lũ, phát điện, cấp nước nông nghiệp và giao thông vận tải thủy... nên không phải bài toán nào cũng áp dụng được phương pháp tối ưu hóa. Trong nhiều trường hợp thực tế, do mục tiêu khai thác hệ thống còn liên quan đến những lợi ích chính trị - xã hội. Chính vì vậy, bài toán vận hành hồ chứa đa mục tiêu cần xem xét hài hòa lợi ích của các đối tượng dùng nước bao gồm phòng lũ, phát điện và các nhu cầu khác. Hiện nay, các sông Miền Trung trước mắt khó có khả năng dự báo với hạn dài 3-5 ngày có độ tin cậy cho phép (thực tế dự báo với thời gian dự kiến 1 ngày nhiều khi cũng khó đảm bảo). Vì vậy, hướng nghiên cứu của luận án sẽ tập trung đánh giá vai trò của các hồ trong mối liên hệ về cắt giảm lũ theo không gian, đề xuất nguyên tắc cắt giảm lũ cho hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba theo hướng điều chỉnh nhiệm vụ các hồ chứa nhưng vẫn đảm bảo an toàn hạ du, sự hài hòa với mục tiêu phát điện và cấp nước của hệ thống.

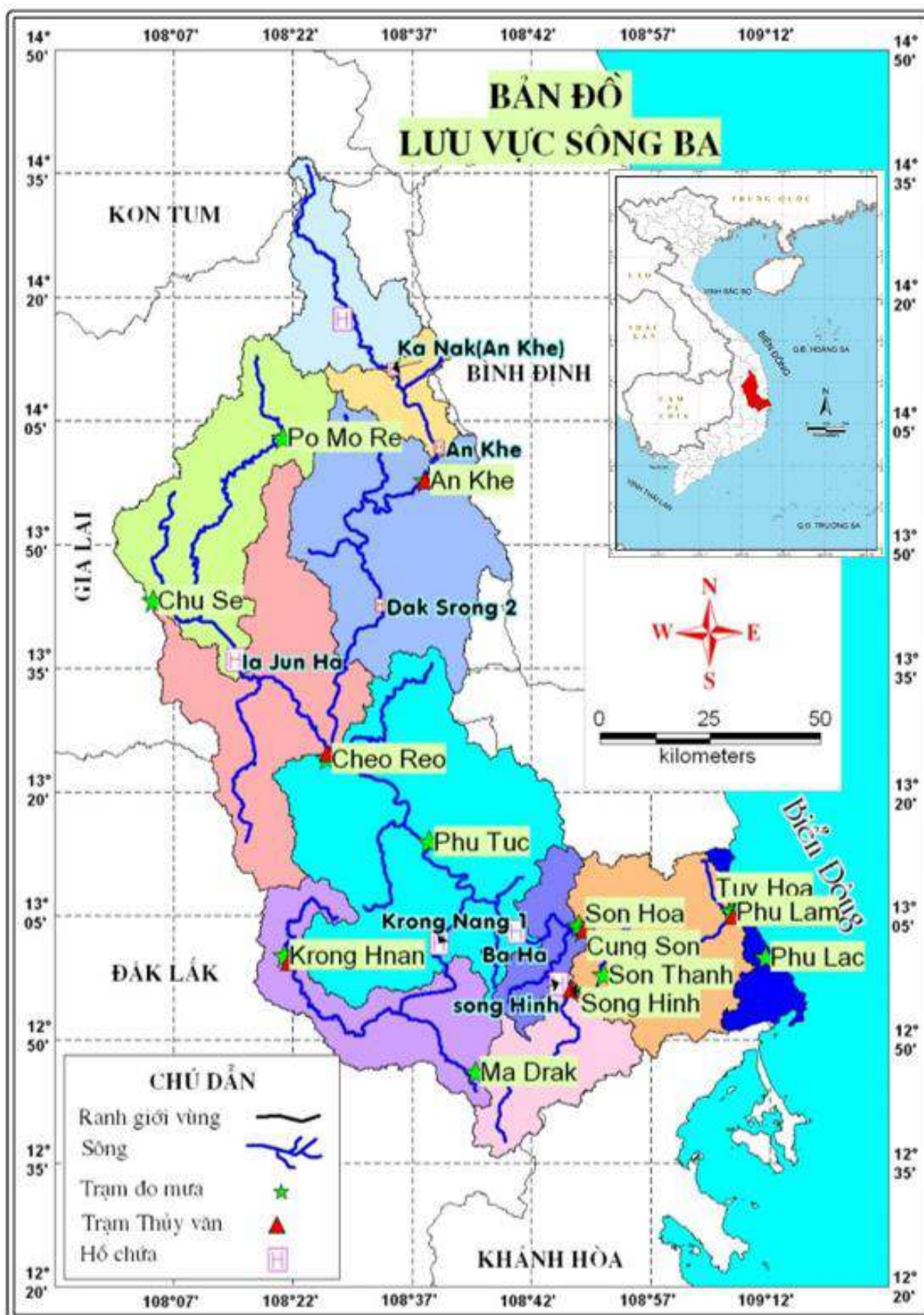
CHƯƠNG 2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA KIỂM SOÁT LỮ LƯU VỰC SÔNG BA

2.1. Một số đặc điểm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Ba

Với diện tích tự nhiên lưu vực khoảng 13.417 km² [32] lưu vực sông Ba là một trong chín hệ thống sông lớn ở nước ta, lưu vực có dạng gần như chữ L, phần thượng và hạ lưu hẹp, giữa phình ra với độ rộng bình quân lưu vực khoảng 48,6 km. Lưu vực sông Ba trải dài trên cả sườn phía Tây và sườn phía Đông của dãy Trường Sơn, thuộc địa phận 3 tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk ở Tây Nguyên và tỉnh Phú Yên ở Nam Trung Bộ (Hình 2.1). Phạm vi lưu vực nằm trong khoảng 12⁰35' đến 14⁰38' vĩ độ Bắc, 180⁰00' đến 190⁰55' kinh độ Đông.

Dòng chính sông Ba dài khoảng 396 km, bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Rô (Kon Tum) ở cao trình +1.549m của dải Trường Sơn, theo hướng Tây Bắc - Đông Nam chảy qua địa phận các tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk rồi chuyển hướng gần Tây - Đông chảy vào địa phận tỉnh Phú Yên rồi đổ ra biển (Hình 2.1).

Sông Ba được hình thành bởi nhiều nhánh sông, suối nhỏ. Các sông suối thường hẹp và sâu với độ dốc lớn nên lưu vực sông Ba có tiềm năng thủy điện lớn. Sông Ba có 36 sông nhánh cấp I, 54 sông nhánh cấp II và hàng trăm nhánh cấp III. Ba nhánh chính cấp I lớn nhất có $F > 100 \text{ km}^2$ là sông Ia Yun, Krông H' năng và Sông Hinh, chúng đều nằm phía hữu ngạn sông Ba và là các sông liên tỉnh [14]. Lưu vực sông Ba có địa hình biến đổi khá phức tạp, đồi núi chiếm khoảng 70% diện tích toàn lưu vực. Lưu vực bị chi phối của dãy Trường Sơn chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam cho đến đèo An Khê sau đó chuyển hướng và kết thúc ở thượng nguồn sông Cà Lúi, sông Con. Phía Nam lưu vực là dãy núi Phụng Hoàng chạy sát ra biển theo hướng Đông Bắc đến Tây Nam và kết thúc tại đèo Cả. Vì vậy, trên lưu vực đã hình thành các thung lũng Cheo Reo (150-200)m, Phú Túc (100-200)m và vùng đồng bằng Tuy Hoà rộng 2.400ha với độ cao từ (5-10)m [14].



Hình 2.1. Bản đồ lưu vực sông Ba

2.1.1. Đặc điểm mưa, nhiệt độ và bốc hơi

Lưu vực sông Ba chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của hai kiểu khí hậu khá rõ rệt là: gió mùa Đông Trường Sơn và Tây Trường Sơn. Khí hậu Tây Trường Sơn là do gió mùa Tây Nam thổi qua vịnh Bengal mang theo hơi ẩm từ tháng 5 đến tháng 10 tạo nên các trận mưa giông với lượng mưa khá phong phú. Từ tháng 11 đến tháng 6 năm sau là một mùa khô ít mưa. Khí hậu Đông Trường Sơn là sự tác động mạnh mẽ của các nhiễu động thời tiết từ biển Đông kết hợp với gió mùa Đông Bắc. Hàng năm từ tháng 9 đến tháng 12 các cơn bão muện từ biển Đông đổ bộ vào đất liền, gặp dãy Trường Sơn bị suy yếu tạo thành vùng áp thấp nhiệt đới kết hợp với gió mùa Đông Bắc gây mưa lớn ở phần thượng nguồn trên dòng chính sông Ba và ảnh hưởng khá mạnh mẽ cho vùng lưu vực sông Hinh và một phần sông Krông H' năng nằm ở hạ du sông Ba. Vào mùa đông phần lưu vực từ thượng nguồn đến An Khê và vùng hạ lưu Sơn Hoà, sông Hinh trở xuống đến cửa biển do chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc kết hợp bão muện mang hơi ẩm từ biển Đông vào nên vẫn có mưa nhưng với lượng mưa không nhiều.

Nhiệt độ không khí tăng dần từ Bắc xuống Nam, từ Tây sang Đông và từ cao xuống thấp. Nhiệt độ bình quân hàng năm vùng thượng du là $21,5^{\circ}\text{C}$ - $23,5^{\circ}\text{C}$, vùng trung du là 25°C - 26°C , vùng hạ du là 21°C - 26°C . Nhiệt độ cao nhất ở thượng du và trung du thường vào tháng 4 - 5 và có thể đạt đến 28°C , ở hạ du thường là tháng 6 - 7 và có thể đạt tới 29°C . Tháng 1 hàng năm thường có nhiệt độ thấp nhất trên toàn lưu vực, ở vùng núi từ 19 - 22°C , vùng đồng bằng và thung lũng 22 - 23°C . Độ ẩm không khí có quan hệ chặt chẽ với nhiệt độ không khí và lượng mưa, vào các tháng mùa mưa độ ẩm có thể đạt 80 - 90%. Các tháng mùa khô độ ẩm chỉ từ 70 - 80%. Độ ẩm không khí thấp nhất trên lưu vực sông Ba có thể xuống tới mức 15 - 20% [47].

Trên lưu vực sông Ba tùy từng vị trí lượng bốc hơi hàng năm khoảng 1.000 - 1.500mm. Ở vùng thượng du và trung du, lượng bốc hơi lớn nhất thường vào tháng 3 và tháng 4 có thể đạt 120 - 200mm/tháng, lượng bốc hơi nhỏ nhất

thường từ tháng 10 đến tháng 11 và chỉ đạt 50 - 85mm/tháng. Ở hạ lưu sông Ba lượng bốc hơi lớn nhất vào tháng 6 đến tháng 8 với lượng bốc hơi khoảng 130 - 200mm/tháng. Bốc hơi nhỏ nhất vào tháng 10 đến tháng 12 với lượng bốc hơi khoảng 50 - 80mm/tháng [47].

Chế độ mưa trong lưu vực sông Ba khá phức tạp so với các khu vực, lưu vực lân cận. Dãy Trường Sơn và dãy núi Phụng Hoàng án ngữ trong lưu vực đã tạo thành bức tường chắn gió, cản trở việc hoạt động của hướng gió Đông và Đông Nam nên hàng năm ở phần thượng sông Ba và trung lưu lưu vực sông Ba lượng mưa nhỏ. Riêng phần lưu vực sông Hinh do tác dụng đón gió của dãy núi Phụng Hoàng ở phía Nam nên có lượng mưa lớn.

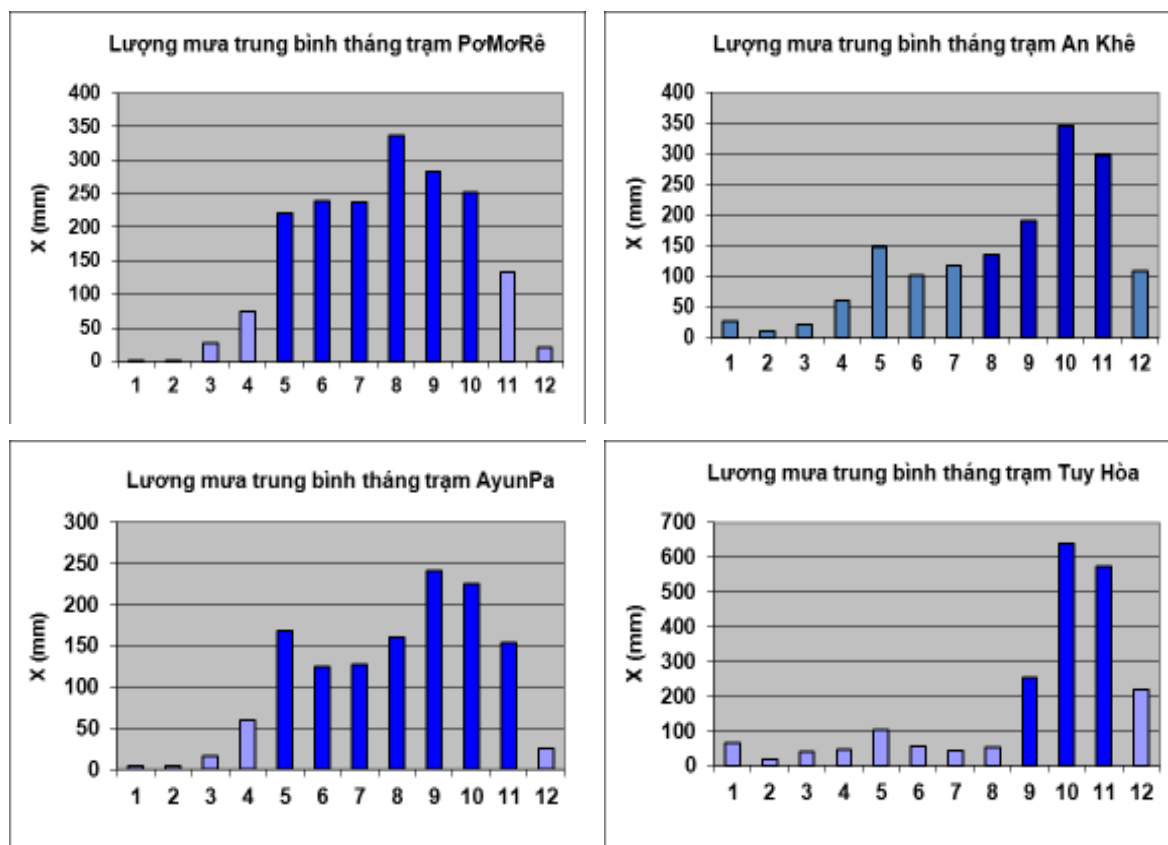
Sự phân hóa mưa rất rõ trên lưu vực sông Ba do bị chi phối của các dãy núi trong lưu vực [36], khi mà vùng thượng và trung du lưu vực thuộc Tây Trường Sơn đã vào mùa mưa nhưng vùng hạ lưu lại đang còn ở thời kỳ khô hạn; khi thượng và trung lưu đã kết thúc mùa mưa song vùng hạ lưu vẫn trong thời kỳ mưa lớn. Mùa mưa ở vùng thượng phía tây (trạm *PoMoRé*, *ChuSé* và *PleiKu đại diện*) và trung lưu (trạm *Ayun Pa đại diện*) thường đến sớm từ tháng 5 và kết thúc vào tháng 10 hoặc tháng 11, và có thể kéo dài đến tháng 12, kéo dài trong (6 - 9) tháng. Trong khi đó mùa mưa ở vùng thượng lưu phía đông (trạm *An Khê đại diện*) và hạ lưu (trạm *Sơn Hòa* và *Tuy Hòa đại diện*) bắt đầu và kết thúc muộn hơn, chỉ kéo dài 3 - 4 tháng khoảng tháng 9 đến tháng 11. Phân bố mưa trong năm tại các trạm mưa chính trên lưu vực sông Ba trong Hình 2.2.

Xét theo khu vực:

- Khu vực vùng phía tây lưu vực sông Ba (nhánh sông Ia Yun) đến thung lũng Cheo Reo - Phú Túc: Mùa mưa kéo dài 6 tháng từ tháng 5 đến tháng 11 trùng với mùa gió mùa Tây Nam hoạt động. Lượng mưa cả mùa chiếm (68 - 96)% lượng mưa năm. Lượng mưa tháng lớn nhất khu vực thường rơi vào tháng 8 - 10 và đạt 25 - 40% lượng mưa mùa mưa.

- Khu vực thượng lưu sông Ba đến thung lũng Cheo Reo - Phú Túc: Mùa mưa kéo dài 3 tháng từ tháng 9 đến tháng 11. Lượng mưa cả mùa chiếm 30 - 71% lượng mưa năm. Lượng mưa tháng lớn nhất thường vào tháng 10 hay tháng 11 và đạt trung bình từ 150 - 870mm/tháng. Lượng mưa 1 tháng lớn nhất trung bình bằng 53% tổng lượng mưa mùa mưa, có những năm chiếm đến hơn 70% (năm 1987 chiếm 71%, 1992 chiếm 75% tại trạm An Khê).

- Khu vực trung, hạ lưu và phía Bắc dãy núi Phụng Hoàng: Mùa mưa ngắn chỉ từ 3 đến 4 tháng, từ tháng 9 đến tháng 11 hoặc tháng 12 hàng năm cùng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc và bão muện hoạt động trên biển Đông. Lượng mưa trong mùa mưa chiếm (43 - 67)% lượng mưa cả năm. Lượng mưa tháng lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 10 hay tháng 11 đạt từ (240 - 1.510)mm/tháng, có năm tới 1.920mm/tháng (11/1981) ở sông Hinh, 2.220mm/tháng (10/1993) ở Tuy Hoà, 1.478mm/tháng (10/1993) ở Củng Sơn và lượng mưa một tháng lớn nhất trung bình bằng 60% tổng lượng mưa mùa mưa.

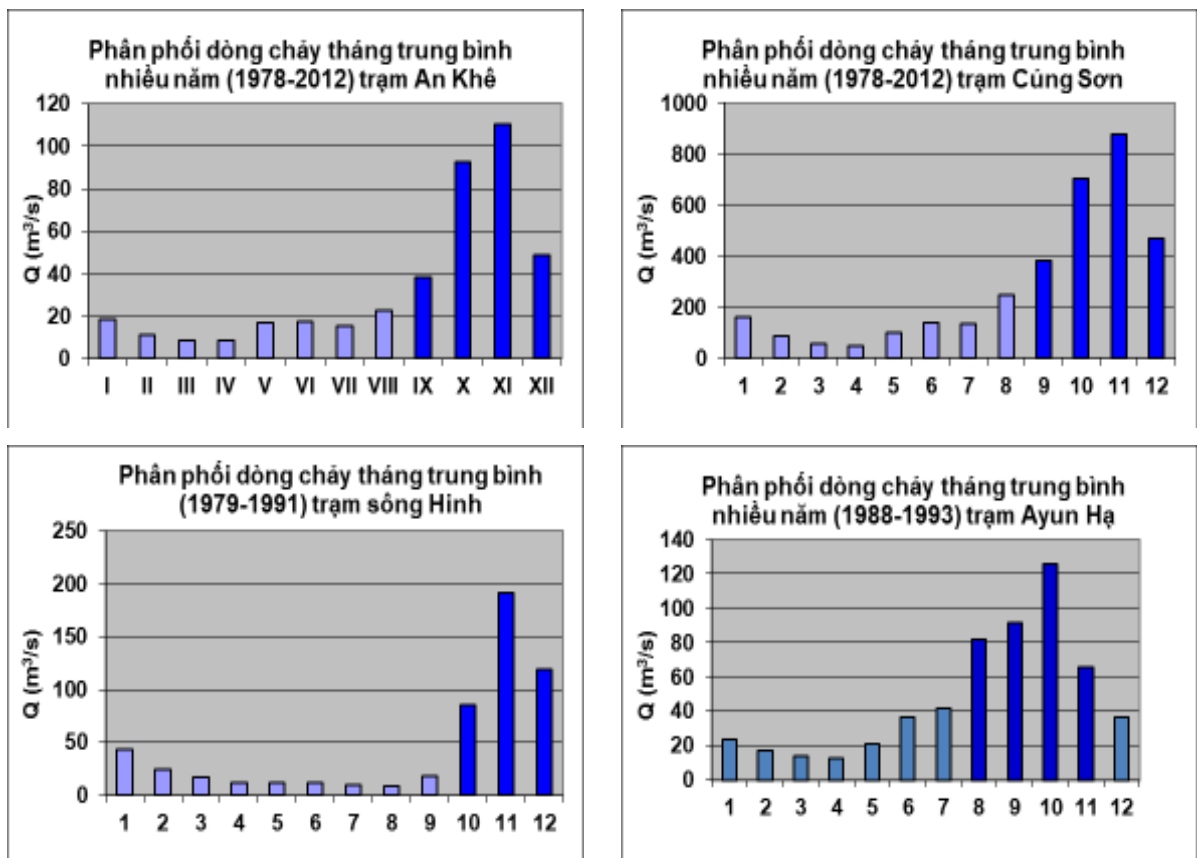


Hình 2.2. Phân phối mưa tháng năm các trạm

2.1.2. Đặc điểm thủy văn

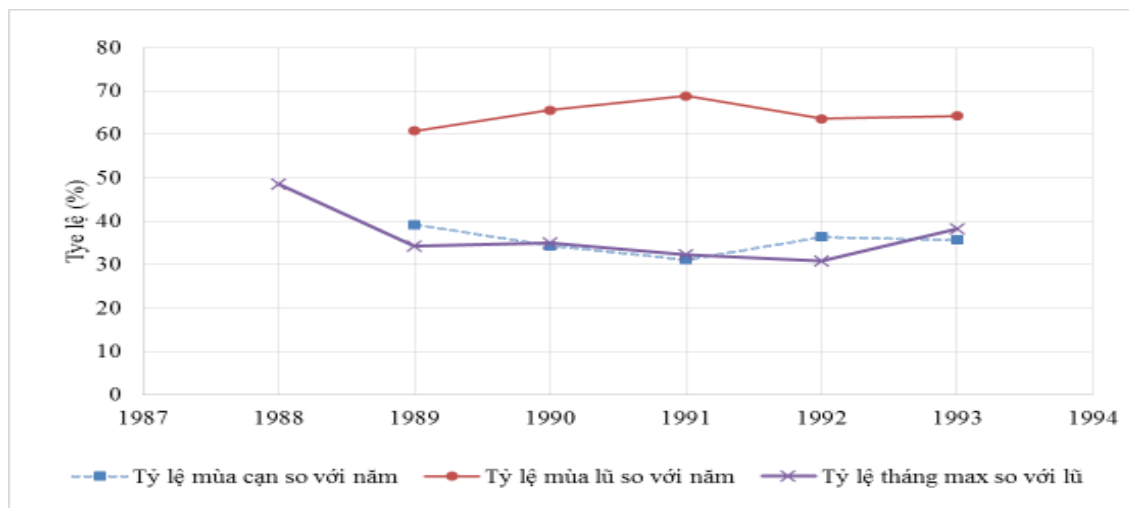
Trên lưu vực sông Ba, sự biến động về mùa dòng chảy cũng khá phức tạp, làm cho mùa lũ đến sớm hơn hoặc muộn hơn hai đến ba tháng, độ dài của mùa lũ hàng năm khác nhau, có năm chỉ có (2 - 3) tháng, song có năm tới (5 - 6) tháng. Điều này thể hiện tính chất mùa không ổn định trên lưu vực. Những năm gió mùa Tây Nam hoạt động mạnh ngay từ đầu mùa mưa (tháng 5), mùa lũ trên lưu vực đến sớm. Vào cuối mùa, nếu xuất hiện bão, áp thấp nhiệt đới từ Biển Đông đổ bộ vào gây ra mưa lớn, thì mùa lũ sẽ kéo dài, thậm chí đến tháng 1 năm sau. Riêng sông Hinh và các nhánh sông suối nhỏ khác ở vùng hạ lưu chịu tác động đơn thuần của khí hậu Đông Trường Sơn nên mùa dòng chảy ổn định hơn.

Xét trung bình, mùa lũ tại các trạm thủy văn trong lưu vực sông Ba như sau [36]: An Khê 4 tháng (9 - 12); Củng Sơn 4 tháng (9 - 12); sông Hinh 3 tháng (10 - 12); Ayun Hạ 4 tháng (8 - 11) như trong Hình 2.3.



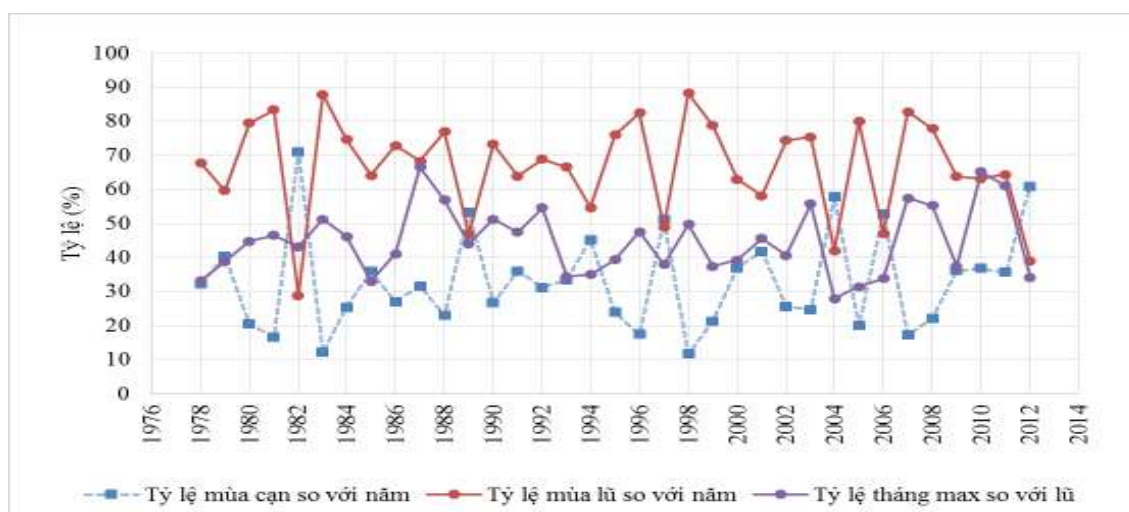
Hình 2.3. Phân phối dòng chảy trung bình tháng tại một số trạm thủy văn

Trên nhánh sông Iayun: mùa lũ kéo dài 4 tháng, từ tháng 8 - 11, dòng chảy mùa lũ chiếm (60 - 70)% lượng nước cả năm. Tháng lớn nhất là tháng 8 - 10 chiếm khoảng 31 - 49% lượng dòng chảy mùa lũ, trung bình 36,5% (Hình 2.4).



Hình 2.4. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Ayun Hạ

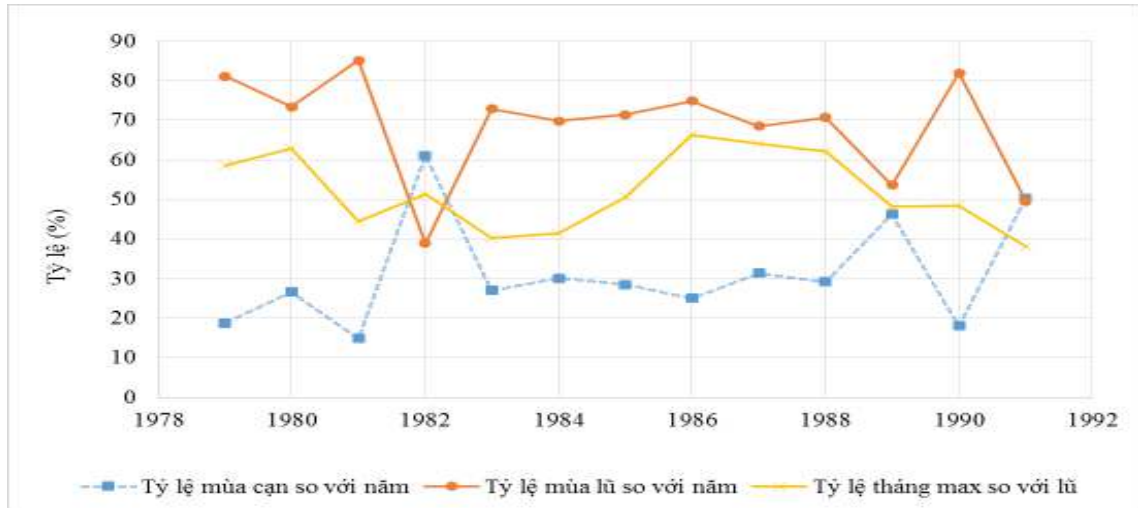
Trên nhánh thượng sông Ba: Mùa lũ kéo dài (3 - 4) tháng từ tháng 9 đến tháng 12. Tỷ lệ dòng chảy lũ so với dòng chảy năm biến động lớn (lớn nhất lên đến 90% vào năm 1983 và 1998, nhỏ nhất là 30% vào năm 1982). Tháng 11 có dòng chảy lớn nhất, chiếm (10 - 70)% mùa lũ, trung bình 46% (Hình 2.5).



Hình 2.5. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm An Khê

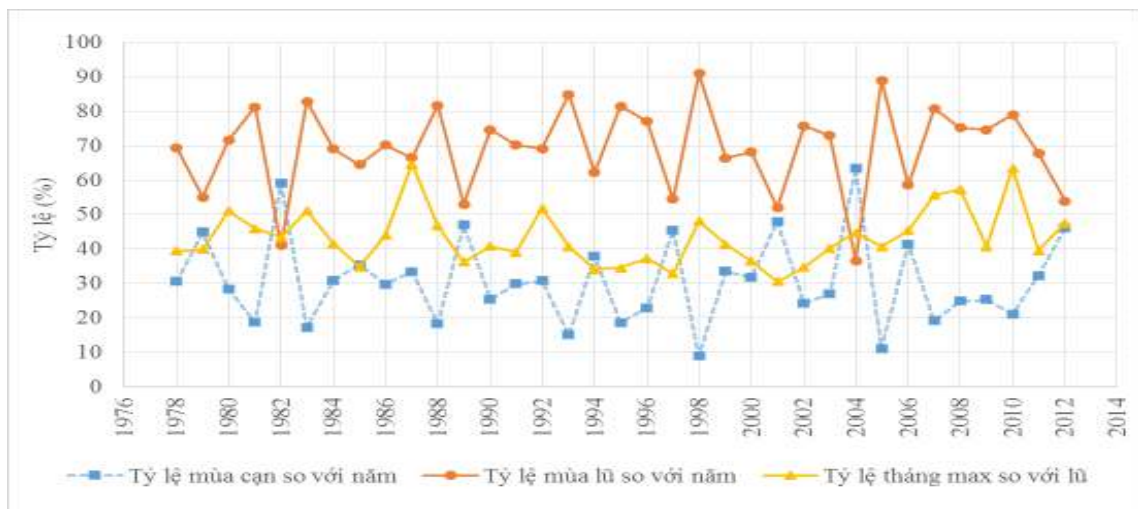
Khu vực phía Nam lưu vực: Bao gồm sông Krông H' năng, sông Hinh, cuối mùa mưa còn chịu ảnh hưởng của chế độ mưa Đông Trường Sơn, kết hợp

với điều kiện đất đai nên mùa lũ đến chậm hơn và kết thúc chậm hơn một tháng. Mùa lũ kéo dài khoảng 3 tháng, từ tháng 10 đến tháng 12, dòng chảy chiếm (50 - 85)% dòng chảy năm. Tháng 11 có dòng chảy lớn nhất chiếm (38% - 66)% dòng chảy lũ, trung bình là 52% (Hình 2.6).



Hình 2.6. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Sông Hình

Khu vực hạ lưu: mùa mưa ở đây muộn và ngắn từ 3 đến 4 tháng, kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12. Đất đai và lớp phủ có khả năng giữ nước kém nên phân phối dòng chảy trong năm khác hẳn khu vực Tây Trường Sơn. Mùa lũ kéo dài 4 tháng (chậm hơn mùa mưa 1 tháng), nhưng tổng lượng dòng chảy mùa lũ cũng chiếm (36 - 91)% lượng dòng chảy cả năm. Tháng 11 có lượng dòng chảy lớn nhất, chiếm (31 - 65)% lượng nước mùa lũ, trung bình 43% (Hình 2.7).

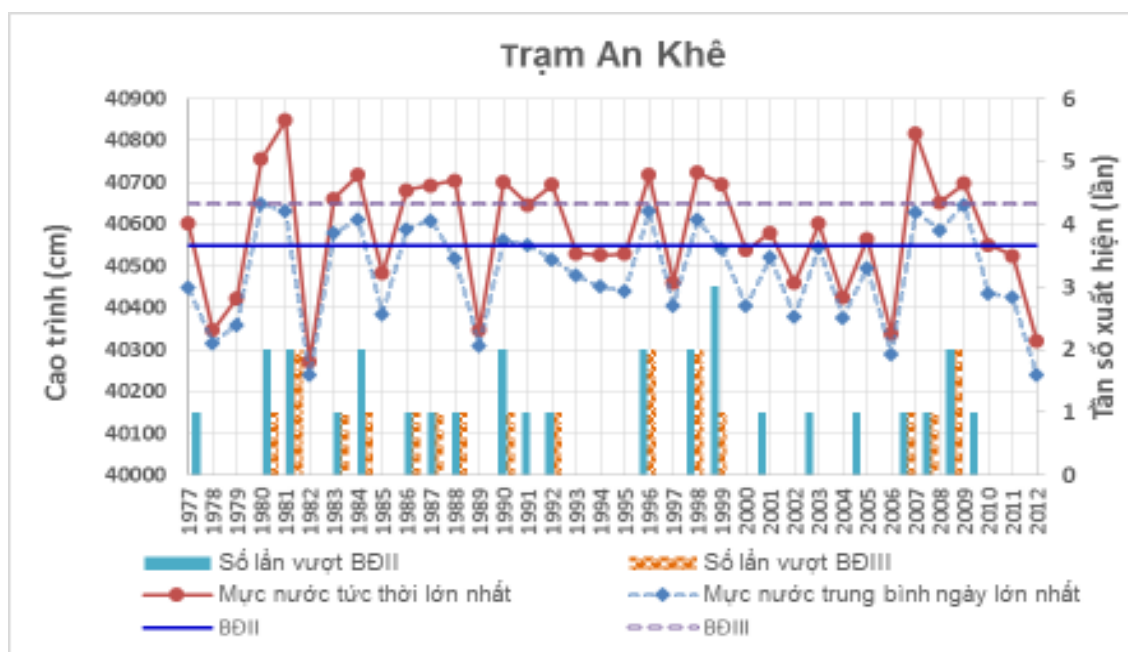


Hình 2.7. Tỷ lệ dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tại trạm Cung Sơn

Sông Ba là con sông có tiềm năng lũ lớn cao, trong 36 năm từ 1977 - 2012, trên lưu vực xuất hiện nhiều trận lũ lớn và rất lớn ở cả thượng, trung và hạ lưu.

a) Tại trạm An Khê

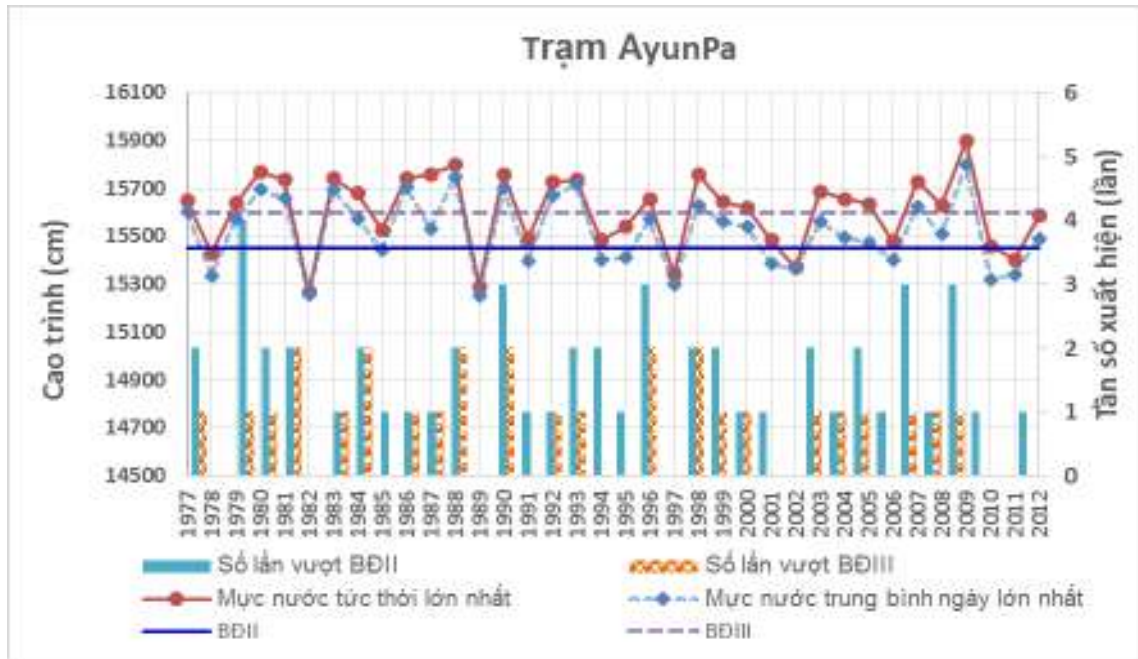
Có 21 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐII (có 7 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐII trong 2 tháng) và 15 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐIII (trong đó có 4 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐIII trong 2 tháng). Có 3 năm lũ lớn điển hình: năm 1980 lớn hơn BĐIII 1,05m, 1981 lớn hơn BĐIII 1,98 m và 2007 lớn hơn BĐIII 1,65m; các năm 1978, 1979, 1982, 1989, 2006 và năm 2012 là những năm lũ nhỏ như Hình 2.8.



Hình 2.8. Đặc trưng mực nước trạm An Khê

b) Tại trạm Ayun Pa

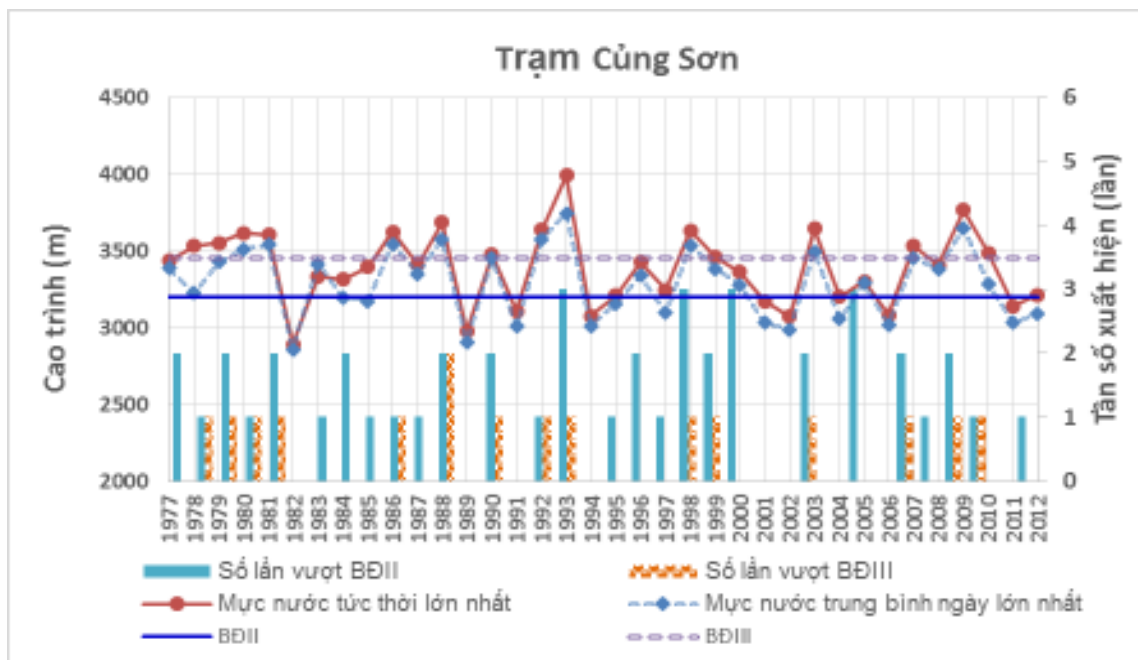
Có 30 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐII (có 11 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐII trong 2 tháng) và 22 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐIII (trong đó có 6 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐIII trong 2 tháng). Có 12 năm có đặc trưng lớn nhất lớn hơn BĐIII trên 1,0m như Hình 2.9.



Hình 2.9. Đặc trưng mực nước trạm Ayun Pa

c) Tại trạm Củng Sơn

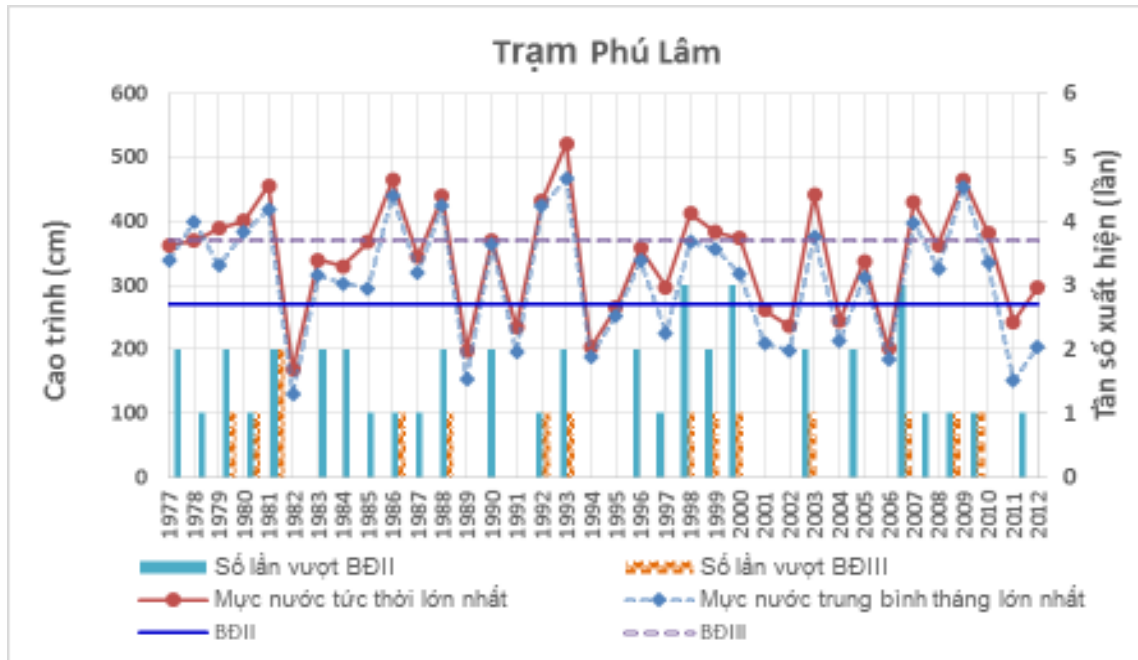
Có 27 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐII (có 11 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐII trong 2 tháng) và 15 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐIII (trong đó có 1 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐIII trong 2 tháng). Có 10 năm có đặc trưng lớn nhất lớn hơn BĐIII trên 1,0m như Hình 2.10.



Hình 2.10. Đặc trưng mực nước trạm Củng Sơn

d) Tại trạm Phú Lâm

Có 26 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐII (có 12 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐII trong 2 tháng) và 14 năm mực nước lũ xuất hiện lớn hơn mực nước BĐIII (trong đó có 1 năm xuất hiện 2 lần vượt BĐIII trong 2 tháng). Có 1 năm có đặc trưng lớn nhất lớn hơn BĐIII trên 1 m như Hình 2.11.



Hình 2.11. Đặc trưng mực nước trạm Phú Lâm

Như vậy, trên lưu vực sông Ba lượng mưa có sự phân hóa khá rõ giữa các vùng, vùng thượng lưu phía tây và vùng trung lưu lượng mưa kéo dài 6 tháng đến sớm hơn hơn từ 3 đến 4 tháng so với hạ lưu. Trên lưu vực sông Ba khá thường xuyên xảy ra lũ lớn và rất lớn, những năm mực nước tại các trạm thủy văn lớn hơn BĐII, dòng chảy lũ sẽ gây ảnh hưởng lớn đến đời sống dân cư và làm thiệt hại đến tài sản.

2.2. Thực trạng khai thác sử dụng nước và phòng lũ trên lưu vực sông Ba

2.2.1. Hệ thống công trình hồ thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông Ba và hiện trạng vận hành

Sông Ba là một trong những lưu vực sông có tiềm năng thủy lợi, thủy điện trong các lưu vực sông lớn ở Việt Nam. Hệ thống thủy lợi sông Ba được phát

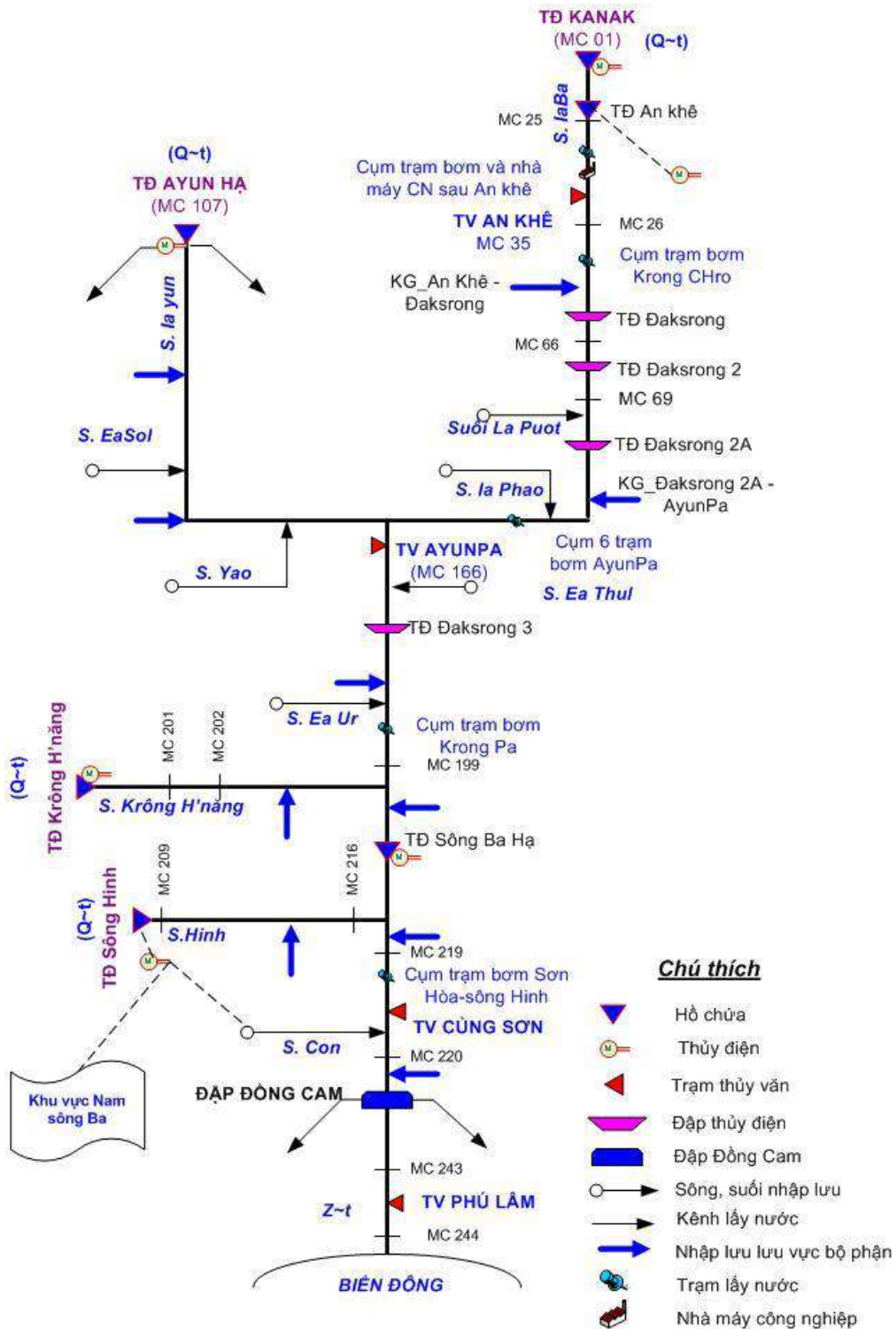
triển sớm nhất ở Miền Trung, phục vụ phát điện, cấp nước và góp phần giảm lũ hạ du, đến nay dòng chảy ở hầu hết các nhánh sông lớn đã bị điều tiết bởi các công trình thủy lợi và các hồ. Trên lưu vực sông Ba hiện có khoảng 329 công trình thủy lợi kiên cố trong đó có 147 hồ chứa 121 đập dâng, 61 trạm bơm [29].

Hình thức sử dụng nước trên lưu vực khá đa dạng, bao gồm: dân sinh, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ. Hệ thống cấp nước với nhiều loại hình khác nhau, các trạm bơm, cống tự chảy (hệ thống công trình cấp nước Ayun Hạ), đập dâng (Đồng Cam ở Phú Yên...), các hồ chứa (thủy lợi, thủy điện, nhiều công trình chuyển nước sang lưu vực khác như hồ An Khê, Ayun Hạ và Sông Hinh trên sông Ba). Nhu cầu sử dụng trên lưu vực và nhu cầu phòng lũ phụ thuộc rất nhiều vào các hồ này. Tổng năng lực tưới thiết kế đạt 65.428,4 ha, đã tưới thực tế: 50.377 ha gồm: lúa 37.497 ha và 12.860 ha cây công nghiệp dài ngày (cà phê, tiêu) [29]. Ngoài ra trên lưu vực còn xây dựng công trình tạm thời vụ đảm bảo tưới 8.135ha. Đưa diện tích thực tưới toàn lưu vực 50.377ha đảm bảo 18,94% diện tích đất đai được canh tác. Riêng diện tích lúa nước đảm bảo 100% diện tích lúa đã canh tác.

Ngày 13/10/2010 Phó Thủ tướng Hoàng Trung Hải ký văn bản số 1879/QĐ-TTg [28] Phê duyệt danh mục các hồ thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông phải xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa. Theo đó, có 11 lưu vực sông phải xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa để thống nhất về việc xả lũ, đảm bảo phát điện, và an toàn cho dân cư vùng hạ du. Trong đó, lưu vực sông Ba có 5 hồ và cụm hồ phải xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa là: An Khê - Ka Nak, Ayun Hạ, Krông H' năng, Sông Hinh, Sông Ba Hạ (Các hồ được thiết kế không có dung tích phòng lũ, trong mùa lũ các hồ cho phép duy trì ở mực nước dâng bình thường). Tổng dung tích hữu ích của các hồ chứa trên lưu vực khoảng 1089,5 triệu m³, thông số của các hồ như Bảng 2.1.

Hồ chứa có dung tích lớn nhất là hồ Sông Hinh trên sông Hinh (323 triệu m³), tiếp theo là hồ Ka Nak (285,5 triệu m³). Các hồ chứa được thiết kế không

có dung tích phòng lũ, có nhiều mục tiêu và nhiệm vụ khác nhau (phát điện, cấp nước, góp phần giảm lũ hạ du). Do vậy các hồ chứa: Sông Hinh, Ayun Hạ và Sông Ba Hạ; hồ Krông H' năng, cụm hồ An Khê-Ka Nak là đối tượng được nghiên cứu trong luận án (Hình 2.12, Hình 2.21).



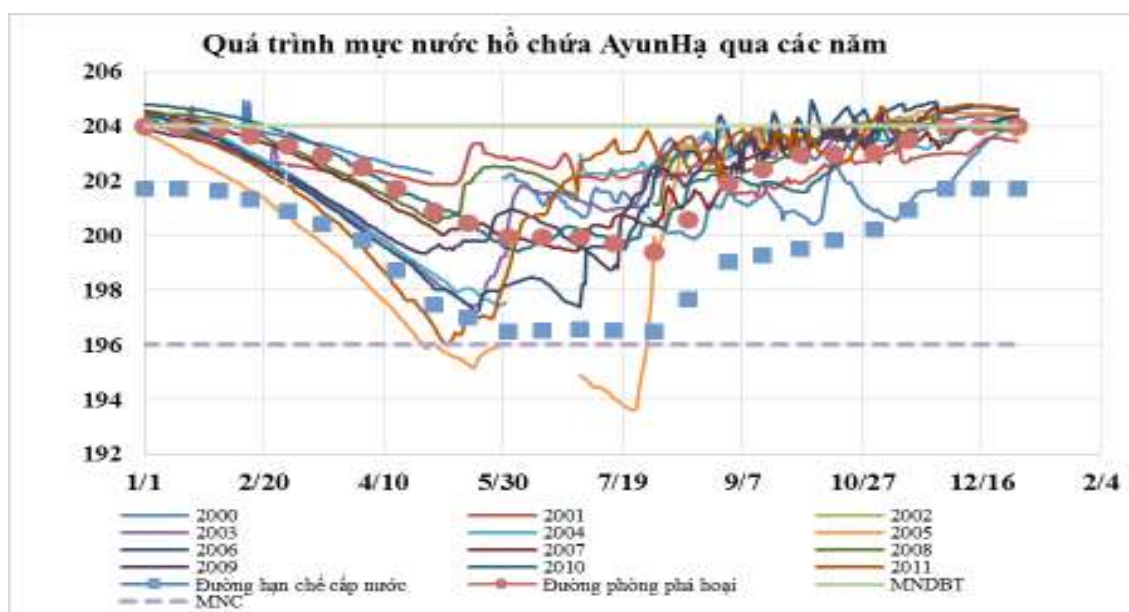
Hình 2.12. Sơ đồ hệ thống công trình trên lưu vực sông Ba

Bảng 2.1. Thông số chính các hồ trên lưu vực sông Ba

Thông số	Đơn vị	An Khê-Ka Nak		Ayun Hạ	Krông H'nh	Sông Ba Hạ	Sông Hinh
		An Khê	Ka Nak				
F	km ²	1236	833	1670	1196	11115	772
Qo	m ³ /s	27,8	18,6	447	32,5	227,2	40,2
MNDBT	m	429	515	204	255	105	209
MNC	m	427	485	195	242,5	101	196
Vtb	tr.m ³	15,9	313,7	253	165,78	349,7	357
Vhi	tr.m ³	5,6	285,5	201	108,5	165,9	323
Nlm	MW	160	13	3	64	220	70
Đi vào hoạt động		2010		1995	2010	2009	2000

2.2.1.1. Hồ Ayun Hạ

Hồ Ayun Hạ có dung tích hữu ích (201 triệu m³) lớn thứ 3 trong 5 hồ (sau hồ Sông Hinh và hồ Ka Nak). Theo thiết kế và hoạt động của hồ đến nay, thì hồ xả liên tục 23,4m³/s qua nhà máy thủy điện và trả nước vào kênh tưới đầu mối. Theo số liệu mực nước hồ từ 2000-2011, vào đầu mùa cấp nước, hơn 50% số năm mực nước hồ thấp nhất trên 199m, 80% số năm hồ có mực nước thấp nhất trên 196,5m là mực nước thấp nhất cho phép phát điện và cấp nước. Duy nhất có năm 2005, mực nước hồ xuống dưới mực nước chết (Hình 2.13). Như vậy, hồ Ayun Hạ nhiều năm thừa nước.



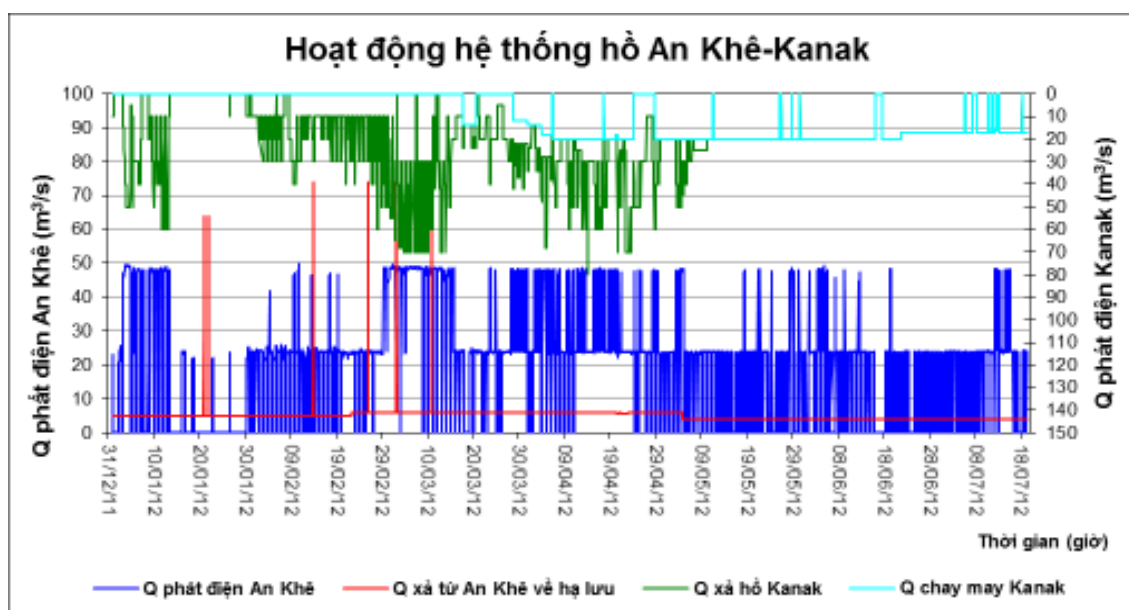
Hình 2.13. Mực nước trung bình ngày từng năm hồ Ayun Hạ

2.2.1.2. Cụm hồ An Khê -Ka Nak

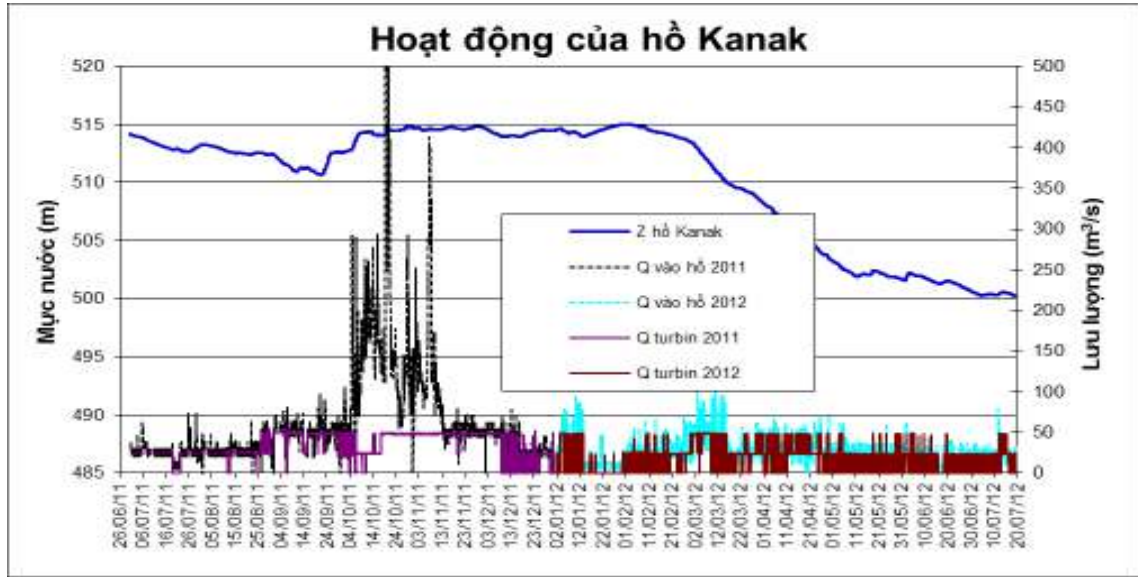
Cụm hồ An Khê - Ka Nak nằm ở thượng lưu sông Ba, được xây dựng phối hợp với nhau để nâng cao hiệu quả phát điện. Hồ Ka Nak điều tiết năm với dung tích hữu ích 285,5 triệu m³, cung cấp nước cho nhà máy thủy điện An Khê điều tiết ngày đêm có cột nước 357m để phát điện.

Theo thiết kế, hồ Ka Nak có lưu lượng đảm bảo xả qua nhà máy thủy điện là 11m³/s, lưu lượng xả lớn nhất qua nhà máy thủy điện là 42m³/s và An Khê tương ứng là 9,6m³/s, 50m³/s.

Theo số liệu vận hành hồ trong 2 năm 2011, 2012, trong mùa cạn hồ Ka Nak xả phát điện lớn nhất khoảng 30m³/s, trung bình 15m³/s, nhỏ nhất khoảng 13,1m³/s. Trong khi đó, hồ An Khê phát điện cao nhất với lưu lượng khoảng 48-50m³/s và trung bình 24m³/s (Hình 2.14). Cho đến cuối mùa cạn năm 2012, hồ Ka Nak luôn để mực nước cao, nằm trong vùng phát gia tăng công suất, nhằm giữ một lượng nước lớn dành cho nhà máy An Khê hoạt động. Mùa lũ năm 2012, dòng chảy đến hồ rất nhỏ, hầu như không có lũ, hồ Ka Nak cố gắng hạn chế phát điện để tích nước, tuy nhiên vẫn bị thiếu đến 7,0m so với thống kê (Hình 2.14, Hình 2.15).



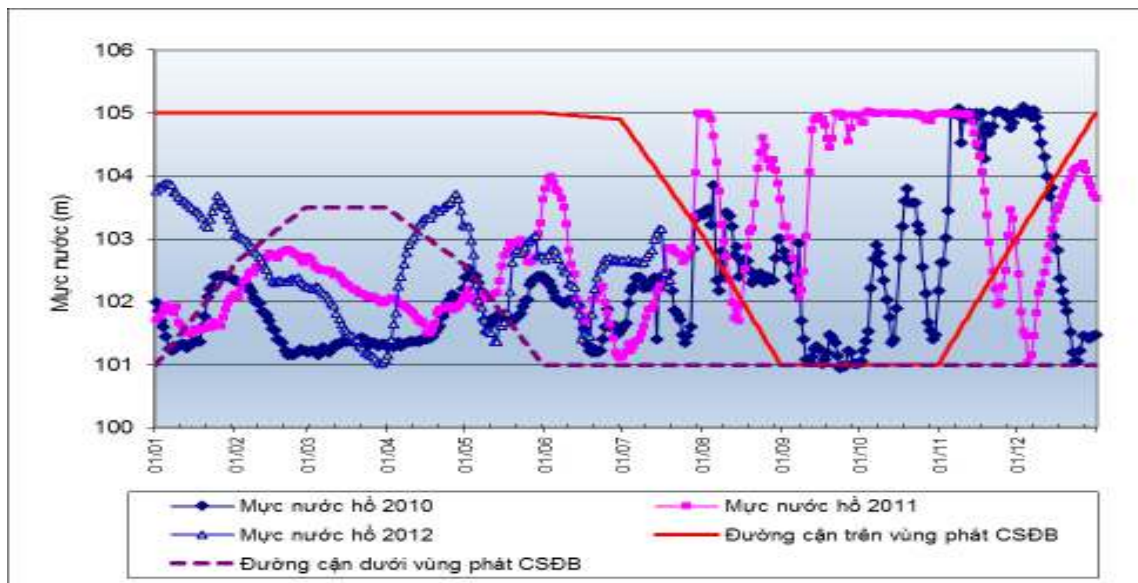
Hình 2.14. Diễn biến lưu lượng xả cụm hồ An Khê - Ka Nak



Hình 2.15. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Ka Nak

2.2.1.3. Hồ Sông Ba Hạ

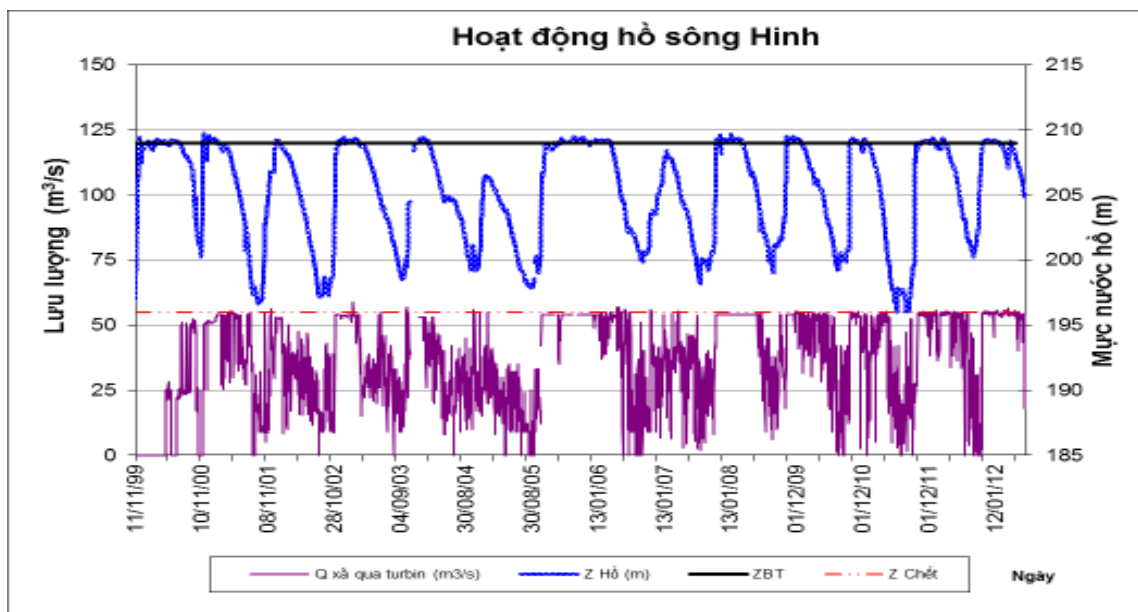
Hồ nằm trên sông chính, dung tích hữu ích 165,9 triệu m^3 , được thiết kế với lưu lượng đảm bảo xả qua tuabin là $56,7m^3/s$, lưu lượng xả lớn nhất là $393m^3/s$. Theo số liệu vận hành hồ từ 2009 đến 2012, hầu như năm nào cũng vi phạm quy trình điều phối (Hình 2.16). Mực nước mùa cạn đều nằm dưới đường hạn chế cấp nước. Trong mùa lũ, hồ tích đầy nước, sau khi lũ kết thúc, hồ vẫn xả nước phát điện với lưu lượng lớn ($Q_{xả} = 300-400m^3/s$) làm mực nước hồ giảm nhanh chóng về mực nước chết.



Hình 2.16. Diễn biến mực nước của hồ Sông Ba Hạ

2.2.1.4. Hồ Sông Hình

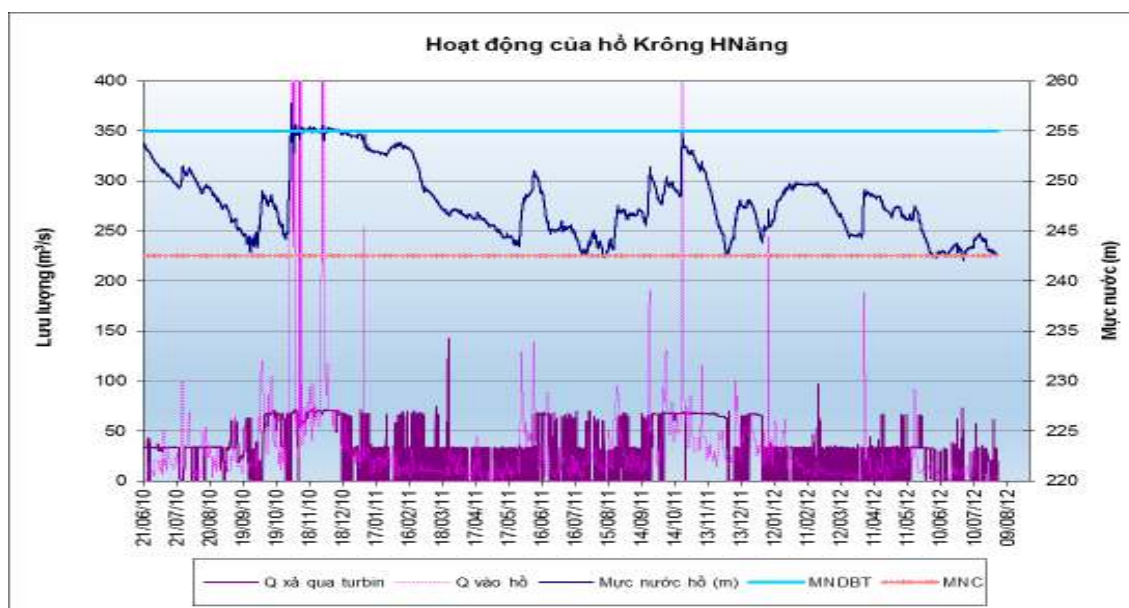
Hồ Sông Hình được xây dựng từ năm 1993 và hoàn thành vào năm 2001, có dung tích hữu ích lớn nhất trên hệ thống hồ sông Ba ($W_{hi}=323$ triệu m^3), có nguồn nước dồi dào. Mực nước dâng bình thường 209 m, mực nước chết 196 m, tổng dung tích hồ chứa 357 triệu m^3 . Nhà máy thủy điện được thiết kế với lưu lượng đảm bảo qua tuabin là $19,0m^3/s$, lưu lượng phát điện lớn nhất là $57,3m^3/s$. Nước xả qua tuabin không trả về dòng sông Hình mà chuyển qua nhánh sông Con, rồi đổ về hạ lưu sông Ba. Theo số liệu vận hành, lưu lượng phát điện cao nhất trung bình $>50m^3/s$, trung bình về mùa cạn khoảng $25-28m^3/s$. Trong hơn 10 năm vận hành, có 1 năm hồ về MNC, còn hầu hết cao hơn MNC 1,0m (Hình 2.17).



Hình 2.17. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Sông Hình

2.2.1.5. Hồ Krông H'ăng

Hồ Krông H'ăng được xây dựng trên sông nhánh, từ giữa năm 2010, lưu lượng xả lớn nhất trung bình qua tuabin khoảng $66m^3/s$, trung bình về mùa cạn khoảng $25-30m^3/s$ (Q bảo đảm $12,9m^3/s$ - Hình 2.18). Do hồ có dung tích hữu ích nhỏ ($108,5$ triệu m^3), trong mùa cạn phát điện với lưu lượng khá lớn, lưu lượng đến nhỏ, nên mực nước hồ dao động rất lớn, nhiều lần về mực nước chết.



Hình 2.18. Diễn biến mực nước, lưu lượng hồ Krông H'ăng

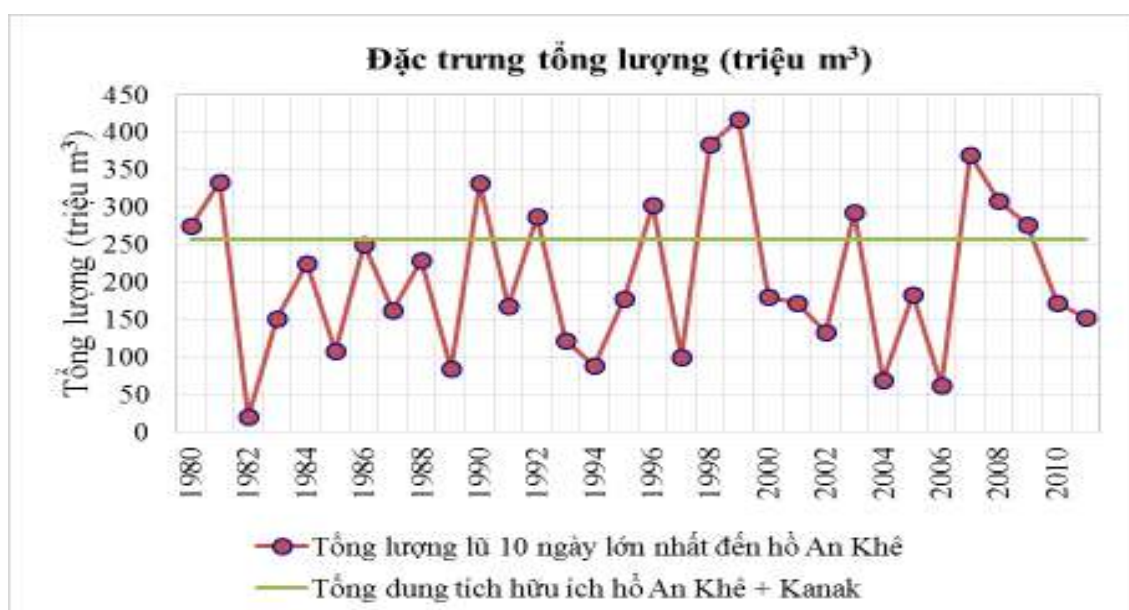
Nhìn chung các hồ chú trọng vào mục tiêu phát điện nên trong ngày có nhiều thời gian không phát điện hoặc xả nước cho hạ du. Các hồ Krông H'ăng và Sông Ba Hạ vận hành thường vi phạm biểu đồ điều phối. Hồ Sông Hinh và hồ Ayun Hạ vận đúng theo biểu đồ điều phối. Hồ Ka Nak cấp nước cho hồ An Khê phát điện chuyển nước sang sông Côn, nên nếu hồ không chủ động xả nước xuống hạ du thì dòng chảy sông Ba sau hồ An Khê sẽ cạn kiệt.

2.2.2. Yêu cầu phòng lũ trên lưu vực sông Ba

Trên lưu vực sông Ba lũ lớn là một mối đe dọa đối với dân cư và kinh tế xã hội của một số vùng. Ngoại trừ những vùng ngập cục bộ do mưa, có ba vùng thường xuyên bị ảnh hưởng trực tiếp từ lũ trên sông [29] gây ảnh hưởng đến dân sinh và phát triển kinh tế xã hội (Hình 2.1, Hình 2.21):

- Vùng ngập thị xã An Khê: Nằm trên quốc lộ 19 từ thị trấn Bình Định (An Nhơn) đi Pleiku, nằm giữa 2 đèo An Khê (giáp huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định) và Mang Yang (giáp với huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai). Khi mực nước lũ tại trạm thủy văn An Khê dâng cao, nước sông tràn vào gây ngập tại nhiều vùng. Vùng nằm ở hạ lưu hồ An Khê khoảng 8,5km và hồ Ka Nak 33km, nên yêu cầu phòng lũ phụ thuộc vào vận hành của cụm hồ này. Xét quan hệ giữa

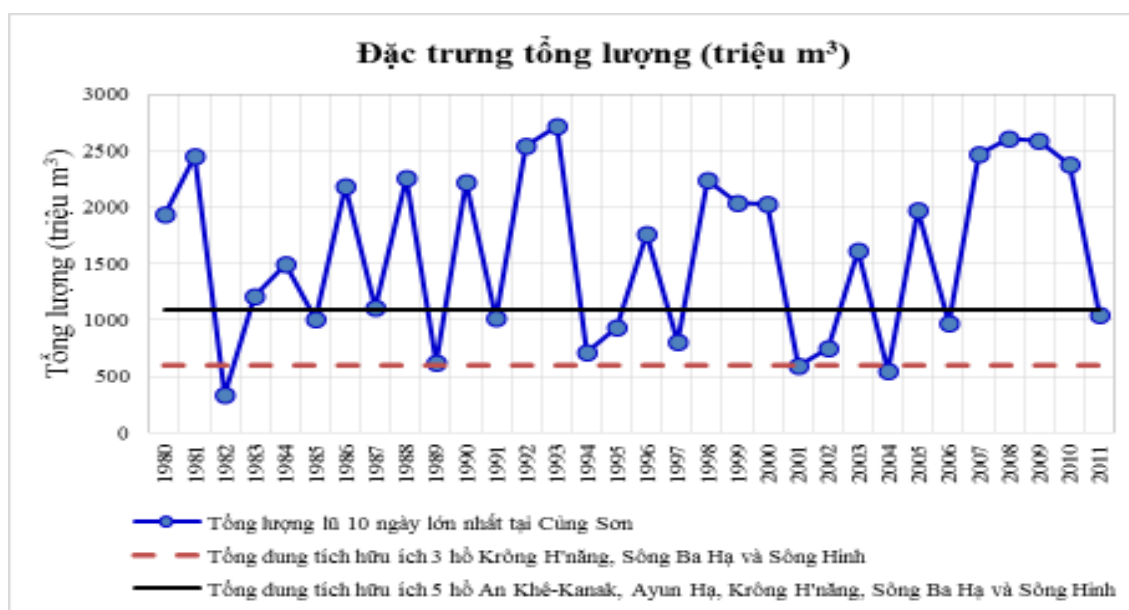
tổng dung tích hữu ích của 2 hồ An Khê và Ka Nak với tổng lượng dòng chảy đến hồ lớn nhất 10 ngày nhận thấy: trong 32 năm có 12 năm tổng lượng lũ đến hồ lớn hơn tổng dung tích hữu ích, 11 năm tổng lượng lũ đến lớn hơn 0,6 lần tổng dung tích hữu ích. Như vậy, khi xảy ra những năm lũ lớn (Hình 2.8), cho dù cả 2 hồ xả về mực nước chết để tham gia cắt lũ cũng không có khả năng cắt lũ triệt để. Do đó, các hồ sẽ chỉ có thể hỗ trợ cắt giảm lũ hạ du khi được giao thêm nhiệm vụ.



Hình 2.19. Đặc trưng tổng lượng lũ tại trạm thủy văn An Khê

- Vùng ngập từ *thung lũng Ayun Pa* - Cheo Reo - Phú Túc: Là một thung lũng độc lập, khá bằng phẳng, độ chênh cao giữa mặt ruộng và lòng sông không lớn, được phân cách bởi một số dãy núi chạy thẳng hai bên bờ sông, tạo nên dạng địa hình co thắt đột ngột ở chân đèo Tô Na, vì thế khu vực này thường bị ngập lụt khi có mưa lũ lớn vào đầu tháng 10 và tháng 11. Vùng cửa sông Ayun nhập vào dòng chính sông Ba ngập trên dưới 1m, thời gian ngập từ (2-6) ngày. Vùng này nằm ở hạ lưu hồ Ayun Hạ khoảng 34,5km (tính đến trạm Ayun Pa) và hạ lưu hồ An Khê 105km, nên yêu cầu phòng lũ phụ thuộc nhiều vào chế độ vận hành của hồ Ayun Hạ.

- Vùng ngập đồng bằng hạ lưu sông Ba: Ở cuối lưu vực sông Ba, chủ yếu trên địa bàn tỉnh Phú Yên, có địa hình thấp và mưa lớn từ biển vào, nên ngập lụt xảy ra thường xuyên hơn so với phần thượng nguồn. Khu vực trung tâm thành phố Tuy Hòa có thể bị ngập úng 0,3-0,5m từ 5 đến 10 ngày bởi nước lũ của sông Ba. Vùng nằm ở hạ lưu hồ Sông Ba Hạ 25km và Sông Hinh 22,3km, nên yêu cầu phòng lũ phụ thuộc nhiều vào chế độ vận hành của 2 hồ này. Xét tổng dung tích của các hồ so với tổng lượng lũ trên lưu vực xét đến trạm thủy văn Củng Sơn (Hình 2.20), hầu hết các năm tổng dung tích lũ 10 ngày tại trạm Củng Sơn đều lớn hơn dung tích hiệu dụng của 3 hồ Krông H' năng, Sông Hinh và hồ Sông Ba Hạ (có 15 năm tổng lượng lớn hơn gấp 4 lần dung tích hiệu dụng của 3 hồ, 24 năm tổng lượng lũ 10 ngày lớn hơn gấp 2 lần dung tích hiệu dụng của 3 hồ).

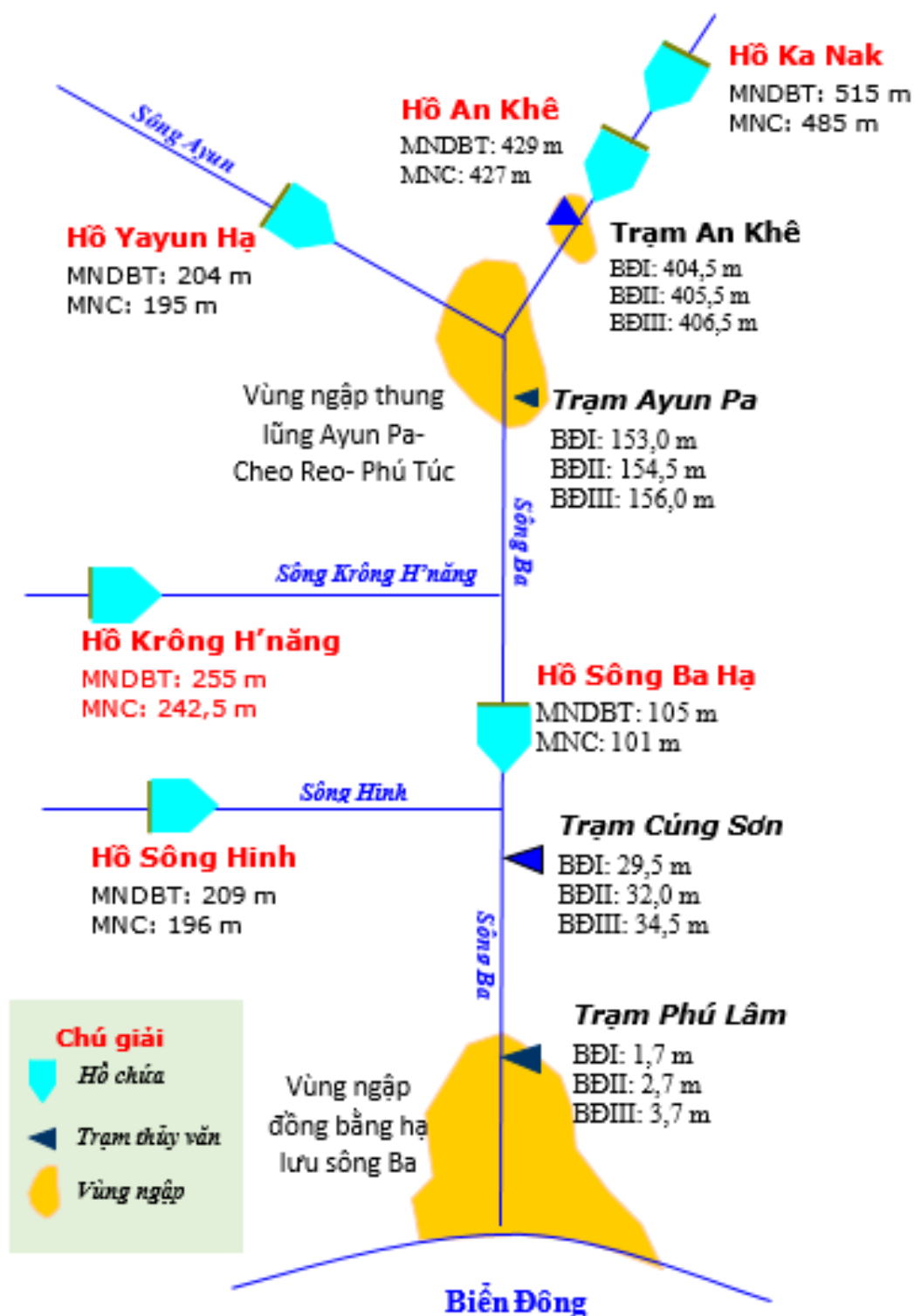


Hình 2.20. Đặc trưng tổng lượng lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn

Từ những phân tích trên cho thấy, hệ thống các hồ trên lưu vực sông Ba không thể cắt giảm lũ triệt để cho hạ du, cụ thể như sau:

- Đối với hồ Ka Nak phục vụ cắt giảm lũ cho vùng thị xã An Khê, cho dù hồ để chống toàn bộ dung tích thì cũng chỉ cắt lũ được 20/32trận lũ (chiếm 62%)

- Đối với cụm hồ Krông H' năng, Sông Hinh và hồ Sông Ba Hạ phục vụ cắt giảm lũ cho vùng vùng hạ lưu, cho dù hồ để chống toàn bộ dung tích thì vẫn nhỏ hơn tổng lượng lũ tính đến trạm thủy văn Củng Sơn.



Hình 2.21. Sơ đồ hệ thống sông Ba trong bài toán cắt giảm lũ

2.2.3. Quy trình vận hành hồ chứa hiện có trên lưu vực sông Ba

Trên lưu vực sông Ba, Quyết định số 2775/QĐ-EVN-KTND ban hành Quy trình xả lũ hồ chứa Sông Hinh được Tổng công ty điện lực Việt Nam ký ngày 23 tháng 8 năm 2002. Quy trình đặt ra mục tiêu tham gia làm lệch đỉnh lũ cho hạ du, trong mùa lũ hồ được duy trì mực nước dâng bình thường và khi lũ đang lên với lưu lượng hồ lớn hơn $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ thì nhà máy thủy điện xả lũ trước khi lũ xuất hiện đỉnh nhưng không được thấp hơn 202,5m (lũ đến hồ được phân ra làm 3 cấp, lũ cấp 1 khi lưu lượng hồ từ $300 \text{ m}^3/\text{s}$ đến nhỏ hơn $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, lũ cấp 2 khi lưu lượng hồ từ $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ đến nhỏ hơn $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ và lũ cấp 3 lớn hơn $1300 \text{ m}^3/\text{s}$) [3].

Ngày 11 tháng 11 năm 2004, Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn ký Quyết định số 64/2004/QĐ-BNN, về việc ban hành quy trình vận hành điều tiết hồ chứa nước Ayun Hạ. Trong vận hành mùa lũ, quy định mực nước lớn nhất đầu các tháng (đầu tháng 8 mực nước cao nhất 199,43m; tháng 9 mực nước cao nhất 201,9m; tháng 9,10 mực nước cao nhất 203m; tháng 12 mực nước cao nhất 204m) để dành dung tích cắt giảm lũ. Trong mùa cạn, quy định mực nước thấp nhất đầu các tháng trong mùa kiệt để dành dung tích cấp nước cho các tháng mùa cạn (tháng 12, 1 mực nước thấp nhất đầu tháng 201,74m; tháng 2 mực nước thấp nhất đầu tháng 201,71m; tháng 3 mực nước thấp nhất đầu tháng 200,93m; tháng 4 mực nước thấp nhất đầu tháng 199,94m; tháng 5 mực nước thấp nhất đầu tháng 197,52; tháng 6 mực nước thấp nhất đầu tháng 195,90m; tháng 7 mực nước thấp nhất đầu tháng 195,88m); trong quá trình vận hành điều tiết, mực nước hồ phải cao hơn hoặc bằng "Đường hạn chế cấp nước tưới và sinh hoạt" [11].

Quy trình vận hành thủy điện Sông Ba Hạ và Quy trình vận hành thủy điện Krông H'nh được Bộ Công Thương ban hành tại Quyết định số 1863/QĐ-BCT ngày 14 tháng 4 năm 2009 và văn bản số 4046/QĐ-BCT Ngày 30 tháng 7 năm 2010. Trong vận hành mùa lũ, từ 01 tháng 9 đến 31 tháng 12,

các hồ luôn duy trì mực nước cao ở mực nước dâng bình thường, không quy định rõ nhiệm vụ cắt giảm lũ hạ du. Trong vận hành mùa cạn, Quy trình chỉ quy định chung chung, các hồ thực hiện theo quy định tại Nghị định số 112/2008/NĐ-CP ngày 20 tháng 10 năm 2008 [19].

Ngày 23 tháng 9 năm 2010, Thủ tướng Chính phủ ký Quyết định số 1757/QĐ-TTg ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ: Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H'nh, Ayun Hạ và An Khê - Ka Nak trong mùa lũ hàng năm. Quy trình quy định thời kỳ vận hành từ 01 tháng 9 đến 15 tháng 12 hàng năm và quy định vận hành theo cụm hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H'nh và cụm hồ Ayun Hạ và An Khê - Ka Nak. Các hồ căn cứ vào lưu lượng đến hồ dự báo trong 24 giờ tới ($1.500\text{m}^3/\text{s}$ đối với hồ Sông Ba Hạ, $500\text{m}^3/\text{s}$ đối với hồ Sông Hinh, $300\text{m}^3/\text{s}$ đối với hồ Krông H'nh, $120\text{m}^3/\text{s}$ đối với hồ Ka Nak, $200\text{m}^3/\text{s}$ đối với hồ Ayun Hạ) để vận hành xả nước đưa mực nước hồ Sông Ba Hạ về cao trình 103m, hồ Sông Hinh về cao trình 207m, hồ Krông H'nh về cao trình 252,5m, hồ Ka Nak về cao trình 513m và hồ Ayun Hạ về cao trình 203m. Trong quá trình xả, nếu mực nước tại trạm thủy văn An Khê vượt BĐII thì các hồ Sông Hinh, Krông H'nh duy trì lưu lượng xả bằng lưu lượng đến hồ, hồ Sông Ba Hạ được tiếp tục xả về cao trình 103m [31].

Ngày 17 tháng 01 năm 2012, Bộ Công Thương ký Quyết định số 293/QĐ-BCT ban hành Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện An Khê- Ka Nak. Trong vận hành mùa lũ, Quy định hồ Ka Nak xả nước về cao trình 513m để tạo dung tích phòng lũ khi dự báo trong 24 giờ tới lưu lượng đến hồ có khả năng vượt $120\text{m}^3/\text{s}$; trong quá trình xả nếu mực nước tại trạm thủy văn An Khê hoặc trạm thủy văn Ayun Pa vượt BĐII thì hồ duy trì xả bằng lưu lượng đến hồ [38].

Ngày 07 tháng 7 năm 2014, Thủ tướng Chính phủ ký Quyết định số 1077/QĐ-TTg Ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba. Trong quy trình sửa đổi này, yêu cầu các hồ phải dành một dung tích phòng lũ tối thiểu cố định trong suốt mùa lũ (hồ Sông Ba Hạ ở cao trình 103m, hồ Sông

Hình ở cao trình 207m, hồ Krông H' năng ở cao trình 252,5m, hồ Ka Nak ở cao trình 513m và hồ A yun Hạ ở cao trình 203m), khi có dự báo có bão khẩn cấp, áp thấp nhiệt đới gần bờ hoặc có các hình thế thời tiết khác có khả năng gây mưa, lũ mà trong vòng 24 đến 48 giờ tới có khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến các địa phương lưu vực sông Ba, hồ tiếp tục xả nước để dành thêm dung tích phòng lũ (hồ Sông Ba Hạ đưa về cao trình 102m, hồ Sông Hinh đưa về cao trình 204,5m, hồ Krông H' năng đưa về cao trình 251,5m, hồ Ka Nak đưa về cao trình 506m và hồ Ayun Hạ đưa về cao trình 202m) và việc căn cứ vận hành không theo giá trị dự báo mà theo giá trị thực tế đo được [48].

Như vậy, các hồ trên lưu vực sông Ba được thiết kế không có dung tích phòng, trong mùa lũ các hồ cho phép duy trì ở mực nước dâng bình thường với các Quy trình đơn hồ, điều này sẽ mang hiệu quả phát điện. Với các Quy trình liên hồ thì các hồ phải dành sẵn dung tích phòng lũ từ đầu mùa lũ và tiếp tục hạ thấp khi dự báo có lũ xảy ra, điều này sẽ mang lại hiệu quả cao trong cắt giảm lũ nhưng sẽ có hiệu quả thấp trong cấp nước, khả năng các hồ không tích đủ nước trong mùa lũ rất cao hoặc trong mùa lũ các hồ phải hạn chế phát điện. Nguyên tắc vận hành của các hồ được mô tả như Hình 2.22 dưới đây.



Hình 2.22. Hiện trạng vận hành hồ chứa trên lưu vực sông Ba

2.3. Thiết lập bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba

2.3.1. Nguyên tắc vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ lưu vực sông Ba

Vận hành hệ thống hồ chứa nước là một bài toán khá phức tạp, bao gồm nhiều biến điều khiển và phải thỏa mãn các mục tiêu khác nhau như chống lũ, phát điện, cấp nước nông nghiệp, giao thông vận tải thủy...

Các quy trình đơn hồ đều chỉ xem xét vai trò độc lập của từng hồ trong hệ thống. Các hồ Sông Ba Hạ, Krông H' năng, Sông Hinh và Ka Nak trong mùa lũ được phép duy trì ở mực nước dâng bình thường, trong mùa cạn đều quy định chung chung thực hiện theo quy định tại Nghị định số 112/2008/NĐ-CP ngày 20 tháng 10 năm 2008. Quy trình liên hồ mùa lũ năm 2009 đã có những ý tưởng hay về nguyên tắc vận hành liên hồ chứa, nhưng nảy sinh một số hạn chế trong nguyên tắc vận hành: Cho phép hạ mực nước các hồ khi mực nước tại điểm kiểm soát đang cao (ở cao trình xấp xỉ BĐII), điều này mang lại hiệu quả tạo dung tích cắt giảm lũ nhưng không có lợi về mặt an toàn hạ du; chưa phân tích cụ thể cơ sở lựa chọn xả nước tạo dung tích đón lũ (tất cả các hồ được phép duy trì ở mực nước cao, chỉ xả nước đón lũ khi có dự báo có lũ đến hồ đạt ngưỡng) của các hồ. Đến năm 2014, Quy trình vận hành liên hồ xây dựng cho cả mùa lũ và mùa cạn, để giảm lũ tất cả các hồ phải dành sẵn dung tích cắt giảm lũ từ đầu mùa lũ và các hồ tiếp tục xả nước tạo thêm dung tích phòng lũ (khi có dự báo lũ có thể ảnh hưởng đến lưu vực sông Ba), điều này đem lại hiệu quả cắt giảm lũ cao hơn nhưng sẽ hạn chế hiệu quả phát điện trong mùa lũ và khó tích đầy nước cho các hồ vào cuối mùa lũ.

Cùng với xu hướng chung ở Việt Nam, lưu vực sông Ba với hệ thống số liệu, tài liệu nền của các ngành dùng nước chưa đầy đủ, chưa đồng bộ, công tác quản lý tài nguyên nước còn chông chéo, chưa có sự đồng thuận giữa các ngành. Các mục tiêu vận hành, mục tiêu sử dụng nước của hệ thống hồ chứa chưa được xác định và phân định rõ theo thời gian và không gian, dẫn đến khó khăn trong việc ứng dụng tối ưu trong nghiên cứu vận hành.

Hơn nữa, hiện nay công tác dự báo ngắn hạn, trung hạn lũ đến hồ và mực nước trên các sông phục vụ quá trình xả nước đón lũ chưa đạt độ chính xác sẽ có thể gây rủi ro cho quá trình xả nước đón lũ (gây lãng phí nước).

Do vậy, bài toán xác định cơ sở khoa học vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ sông Ba được thiết lập trên cơ sở các nguyên tắc sau:

1. Đề xuất sự phối hợp cắt giảm lũ của các hồ chứa theo hướng điều chỉnh nhiệm vụ của từng hồ;

2. Căn cứ vào mực nước hạ du và lũ đến hồ để hạ thấp mực nước dâng dung tích cắt giảm lũ;

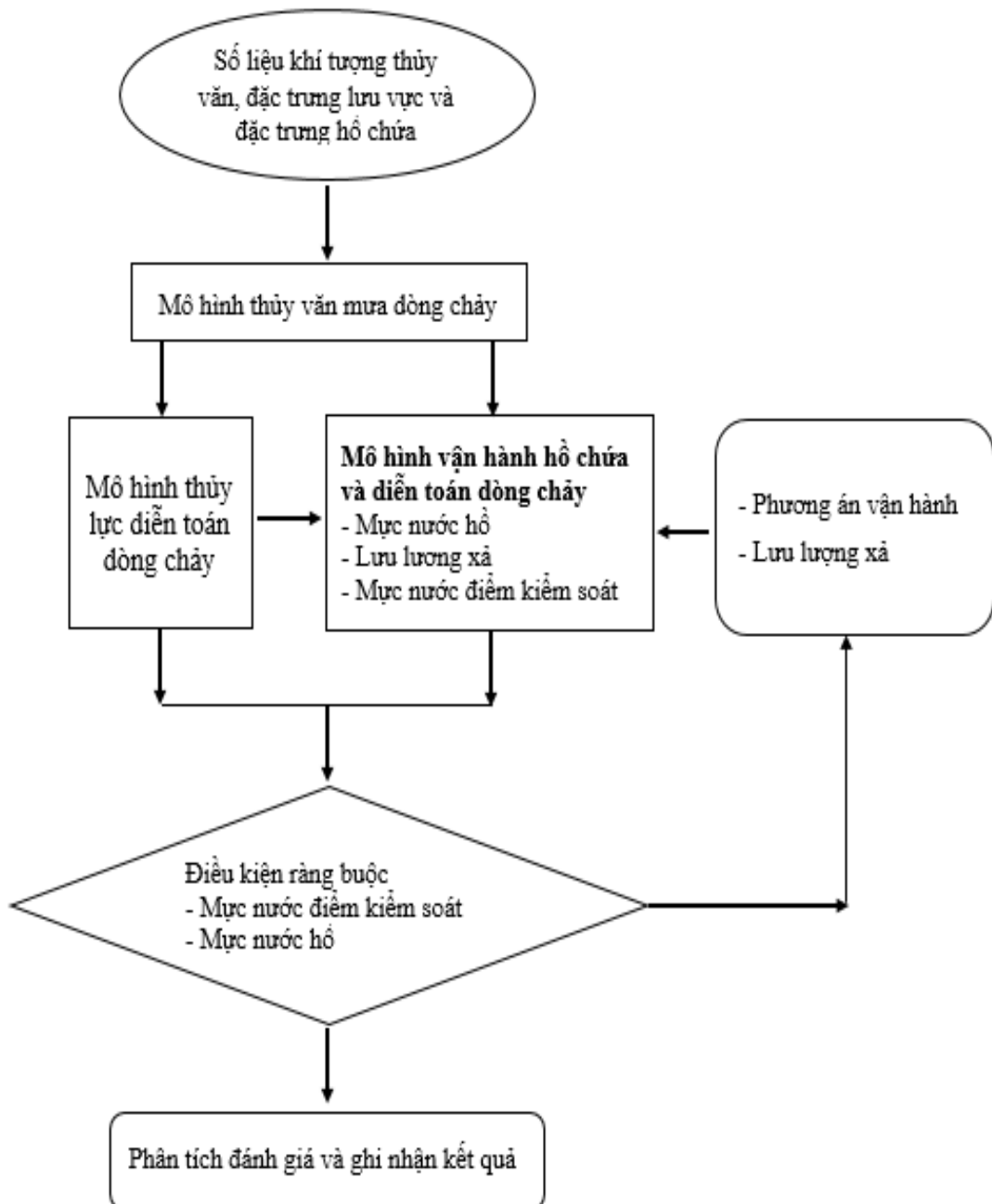
3. Các hồ vận hành cắt giảm lũ hiệu quả mà vẫn đảm bảo sự hài hòa với mục tiêu phát điện và cấp nước đã được xác định trong giai đoạn thiết kế.

Các nội dung chính cần phải nghiên cứu, xác định nhằm đưa ra cơ sở khoa học và thực tiễn bài toán vận hành cắt giảm lũ hạ du như sau và được khái quát như Hình 2.23, Hình 2.24.

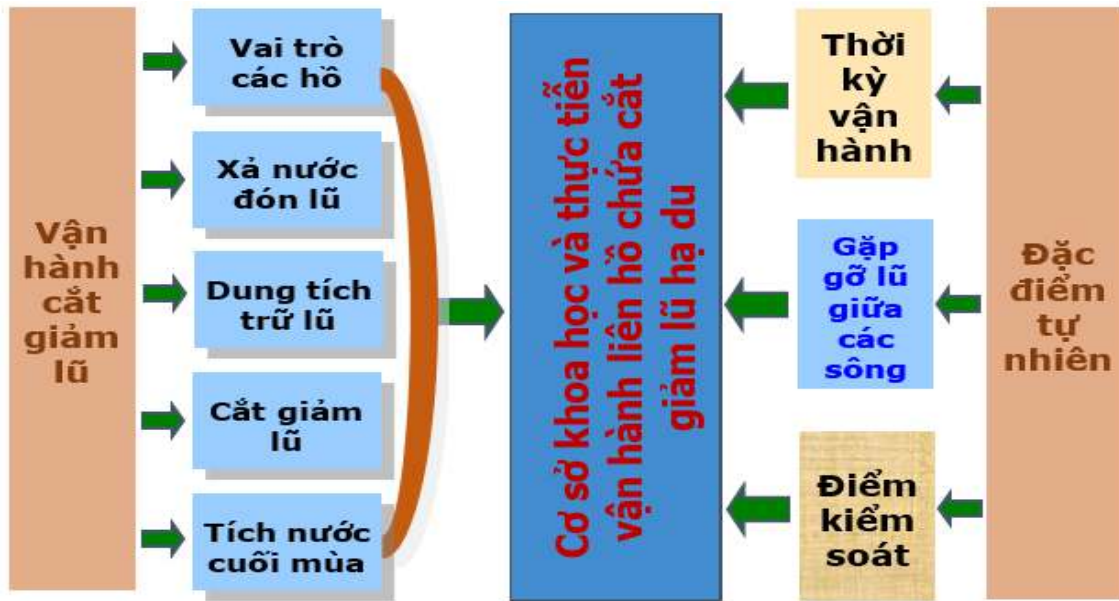
- Phân chia thời kỳ vận hành;
- Điểm kiểm soát trong vận hành;
- Vai trò của các hồ và phối hợp giữa các hồ trong vận hành cắt giảm lũ;
- Ràng buộc mực nước hồ và mực nước điểm kiểm soát: Các ràng buộc mực nước hồ bao gồm MNDBT và mực nước ứng với dung tích chứa lũ yêu cầu của từng hồ; Các ràng buộc tại điểm kiểm soát là mực nước ứng với các cấp báo động lũ.
- Thời điểm xả nước tạo dung tích chứa lũ của các hồ chứa và xác định dung tích cần hạ thấp trước khi đón lũ;
- Thời điểm cắt giảm lũ và hiệu quả cắt giảm lũ;
- Vận hành cắt giảm lũ an toàn cho hạ du;

- Hiệu quả sử dụng nước trong mùa lũ;
- Vấn đề tích nước cuối mùa lũ.

Thông qua đặc điểm thủy văn, nguồn nước và hiện trạng hệ thống hồ chứa chính trên lưu vực sông Ba (Hình 2.21), các nội dung trên sẽ được phân tích, xác định trong các nội dung tiếp theo của luận án, để từ đó đưa ra cơ sở khoa học vận hành kiểm soát lũ lưu vực sông Ba.



Hình 2.23. Sơ đồ vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Ba



Hình 2.24. Sơ đồ nguyên tắc xác định cơ sở khoa học và thực tiễn cắt giảm lũ

2.3.2. Thiết lập bộ công cụ mô hình toán phục vụ bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ.

Mô hình toán cho phép mô phỏng hoạt động của hệ thống tài nguyên nước hỗ trợ lập kế hoạch quản lý hệ thống tài nguyên nước. Trong đó, mô hình thủy văn được ứng dụng trong mô phỏng dòng chảy từ mưa, vận hành hồ chứa và các bài toán về cân bằng và phân bổ nguồn nước; Mô hình thủy lực cho phép thực hiện diễn toán dòng chảy, chất lượng nước trên hệ thống sông, kênh, hồ chứa, vùng ngập, đầm phá... tùy thuộc vào phương thức diễn toán kết quả quá trình diễn toán cho ta biết được giá trị lưu lượng, mực nước và lưu tốc biến đổi theo không gian và thời gian. Hiện nay có rất nhiều mô hình mô phỏng dòng chảy từ mưa: SSARR, RRMOD, TANK, NAM, TOPMODEL, MARINE, SWAT, HEC-HMS, MIKE SHE, WetSPA...; mô hình vận hành hồ, tính toán cân bằng và phân bổ nguồn nước: MitSim, RiBaSim, IQQM, MikeBasin, Weap, HecRessim...; mô hình mô hình thủy lực diễn toán dòng chảy, chất lượng nước: VRSAP, KOD, HecRas, ISIS, SMS... và bộ mô hình thương mại như bộ MIKE.

Trong các mô hình trên bộ mô hình Mike đến nay đã được sử dụng khá rộng rãi và phổ biến ở Việt Nam cũng như các nước trên thế giới, điều kiện ứng dụng, các số liệu, tài liệu để xây dựng mô hình là khá đơn giản và phù hợp với

các điều kiện số liệu hiện có nên được chọn trong nghiên cứu này, sơ đồ hệ thống mô phỏng vận hành liên hồ chứa được thiết lập như Hình 2.23 và Hình 2.25.

Trong đó:

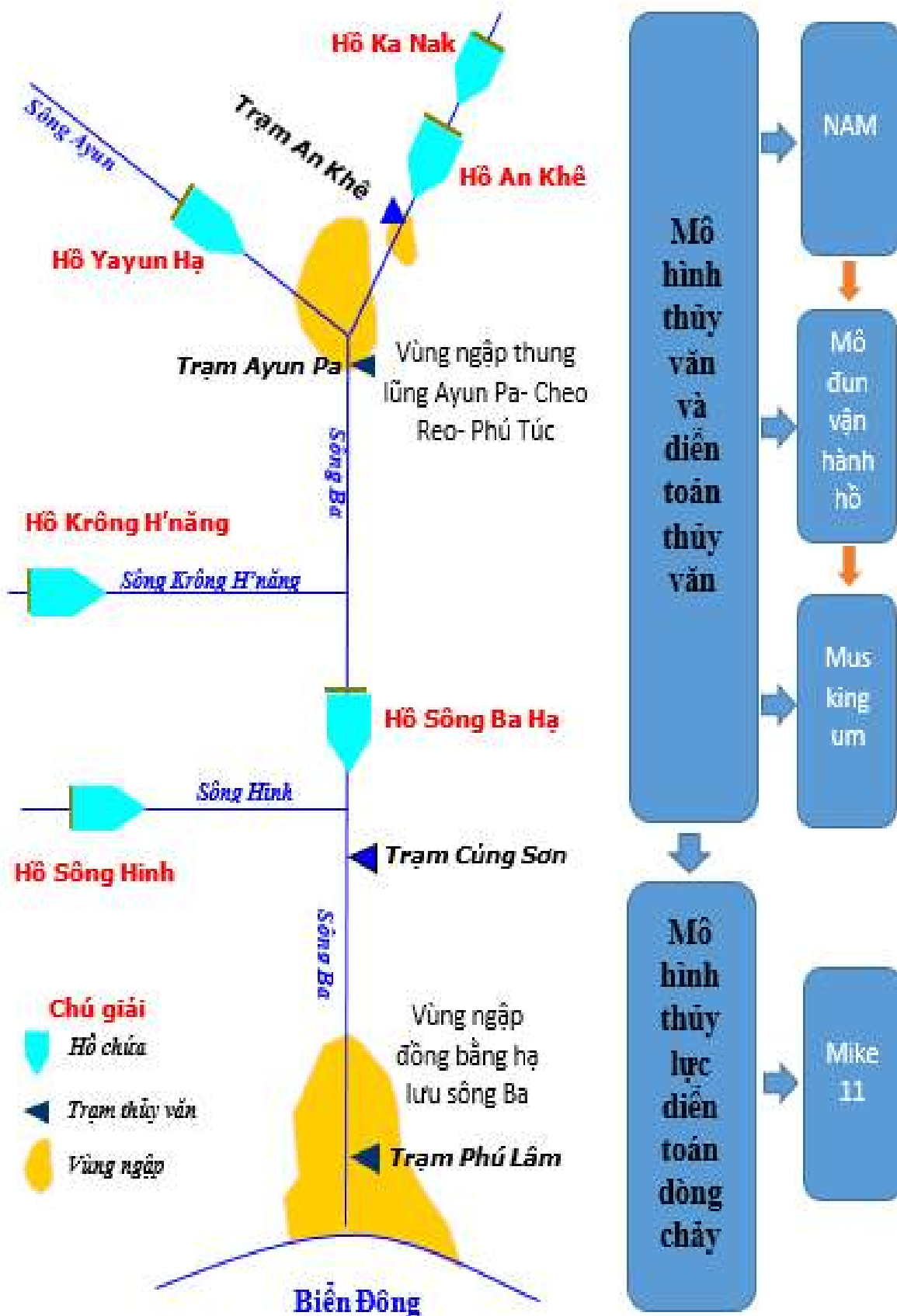
Mô hình thủy văn NAM được sử dụng trong việc kéo dài và đồng bộ dòng chảy lũ đến vị trí các hồ và tại các lưu vực bộ phận trên lưu vực sông Ba, bao gồm:

- Lưu vực đến hồ Ka Nak, Ayun Hạ, Krông H' năng và hồ Sông Hinh;
- Lưu vực khu giữa: Ka Nak-An Khê, An Khê-Ayun Pa, Ayun Hạ-Ayun Pa, Ayun Pa-hồ Sông Ba Hạ, hồ Krông H' năng-hồ Sông Ba Hạ, hồ Sông Ba Hạ-Củng Sơn, hồ Sông Hinh-Củng Sơn và Củng Sơn-Phú Lâm.

Dòng chảy mô phỏng bằng mô hình NAM trong luận án được kế thừa kết quả nghiên cứu trong dự án “Xây dựng Quy trình vận hành mùa lũ, mùa cạn sông Ba, sông Hinh” [30], [47]. Kết quả của mô hình sẽ là đầu vào cho mô hình vận hành hồ chứa và mô hình thủy lực.

Mô hình vận hành hồ chứa và diễn toán dòng chảy: Hiện nay các mô hình MikeBasin, IQQM, Weap thông dụng trong nghiên cứu vận hành hồ chứa, chủ yếu được ứng dụng trong bài toán vận hành đơn giản và bài toán mô phỏng cân bằng nước với các phương án đã xác định. Trong bài toán vận hành hồ chứa, đòi hỏi phải có phần mềm vận hành đủ mềm dẻo để vận hành và kiểm tra điều kiện vận hành một cách trực quan và có sự phản hồi tức thời khi có sự thay đổi phương án vận hành thời gian thực. Do vậy nghiên cứu sinh đã viết mô đun vận hành để ứng dụng vận hành trong mùa lũ trên lưu vực sông Ba và diễn toán dòng chảy trong sông từ các hồ chứa đến trạm thủy văn Củng Sơn.

Mô hình Mike11 được sử dụng để mô phỏng, kiểm tra mực nước và lưu lượng tại các điểm kiểm soát trên lưu vực và được thiết lập từ trạm Củng Sơn xuống hạ du ra tới biển.



Hình 2.25. Sơ đồ bộ công cụ mô hình toán phục vụ bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ

2.3.2.1. Mô hình vận hành hồ

Trên lưu vực sông Ba có 5 hồ chứa lớn hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H'nh, Ayun Hạ, cụm hồ An Khê - Ka Nak có cửa van điều tiết chủ động đã được lựa chọn đưa vào sơ đồ của bài toán vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ và cấp nước hạ du. Để đáp ứng tính mềm dẻo trong vận hành các cửa được mở theo từng nấc 0,5m. Do đó nghiên cứu sinh đã viết một mô đun chương trình điều tiết mô phỏng lại quy trình đóng mở cửa van hồ chứa để điều tiết lũ và cấp nước hạ du. Trong đó mô đun có lập trình diễn toán dòng chảy trong sông đến trạm thủy văn Củng Sơn.

Mô đun vận hành hồ:

Phương trình cơ bản của quá trình điều tiết hồ chứa là phương pháp bảo toàn khối lượng được viết dưới dạng sau [24]:

$$\frac{dV}{dt} = Q_1 - Q_2 \quad (1)$$

$$V(T_0) = V_0 \quad (2)$$

Công suất phát điện được tính như sau [3].

$$N = 9,81 * \eta_{td} * Q * H \quad (3)$$

Trong đó :

V: Thể tích nước chứa trong hồ tại thời điểm t. V là hàm phụ thuộc vào mực nước Z của hồ: $z = z(t)$, $V = V(z(t))$

T_0 : là thời điểm ban đầu

Q_1 - lưu lượng vào hồ, là hàm phụ thuộc vào thời gian

$$Q_1 = Q_{11}(t) + Q_{12}(t) \quad (4)$$

Với Q_{11} là lưu lượng tự nhiên chảy vào hồ và Q_{12} là lưu lượng điều tiết từ hồ thượng lưu mắc nối tiếp với hồ xem xét (trong trường hợp không có hồ thượng lưu $Q_{12}=0$).

Q_2 - lưu lượng ra khỏi hồ

$$Q_2(t) = Q_{21}(t) + Q_{22}(t) \quad (5)$$

Với Q_{21} là lưu lượng xả từ hồ qua các cửa xả và lưu lượng qua tuabin

$$Q_{21}(t) = n_x(t) * Q_x(z(t)) + Q_{tb}(z(t), N(t)) \quad (6)$$

Trong đó:

n_x : số cửa xả đáy được mở.

Q_x : lưu lượng qua cửa xả.

Q_{tb} : lưu lượng qua tuốc bin.

$Q_{22}(t)$: lưu lượng tổn thất do thấm và bốc hơi.

Mô đun diễn toán trong sông [13]:

Phương trình cơ bản diễn toán dòng chảy trong sông được viết dưới dạng:

- Phương trình cân bằng nước

$$\frac{dW}{dt} = Q_{vao} - Q_{ra} \quad (7)$$

- Phương trình lượng trữ

$$W = k * Q' \quad (8)$$

Phương pháp Muskingum cho rằng lưu lượng đại biểu của đoạn sông Q' tỷ lệ với lưu lượng chảy vào và lưu lượng chảy ra khỏi đoạn sông:

$$Q' = [x * Q_v + (1-x) * Q_{ra}] \quad (9)$$

$$W' = k * [x * Q_v + (1-x) * Q_{ra}] \quad (10)$$

Trong đó:

x : hằng số biểu thị chiều dài đoạn sông tính toán

k : hằng số có ý nghĩa như là thời gian chảy truyền của đoạn sông

Khi lưu lượng nhập lưu khu giữa bằng 0 thì lưu lượng chảy vào bằng lưu lượng trạm trên, lưu lượng chảy ra bằng lưu lượng trạm dưới, thay $Q_v=Q_{tr}$, $Q_r=Q_d$ lúc đó (10) trở thành:

$$W = k*[Q_d + x*(Q_{tr}-Q_d)] \quad (11)$$

Thay lượng trữ của đoạn sông W vào phương trình cân bằng nước dưới dạng sai phân:

$$W_2 - W_1 = (Q_{tr1} + Q_{tr2}) * \Delta t / 2 - (Q_{d1} + Q_{d2}) * \Delta t / 2 \quad (12)$$

Ta có:

$$2k(Q_{d2} + x*Q_{tr2} - x*Q_{d2}) - 2k(Q_{d1} + x*Q_{tr1} - x*Q_{d1}) = (Q_{tr1} + Q_{tr2}) * \Delta t - (Q_{d1} + Q_{d2}) * \Delta t$$

Chuyển các thành phần có chứa lưu lượng Q_{d2} về 1 vế ta có:

$$Q_{d2}(2k - 2kx + \Delta t) = Q_{tr2}(-2kx + \Delta t) + Q_{tr1}(\Delta t + 2kx) + Q_{d1}(2k - 2kx - \Delta t)$$

Vậy:

$$Q_{d2} = C_0 Q_{tr2} + C_1 Q_{tr1} + C_2 Q_{d1} \quad (13)$$

Trong đó

$$C_0 = \frac{\Delta t - 2kx}{2k - 2kx + \Delta t}$$

$$C_1 = \frac{\Delta t + 2kx}{2k - 2kx + \Delta t}$$

$$C_2 = \frac{2k - 2kx - \Delta t}{2k - 2kx + \Delta t}$$

Các số liệu, tài liệu phục vụ mô hình bao gồm:

Số liệu dòng chảy đến: Số liệu dòng chảy đến hồ và các khu giữa.

Số liệu nhu cầu sử dụng nước: Thủy điện, nước nông nghiệp, sinh hoạt ...

Số liệu về hồ chứa gồm:

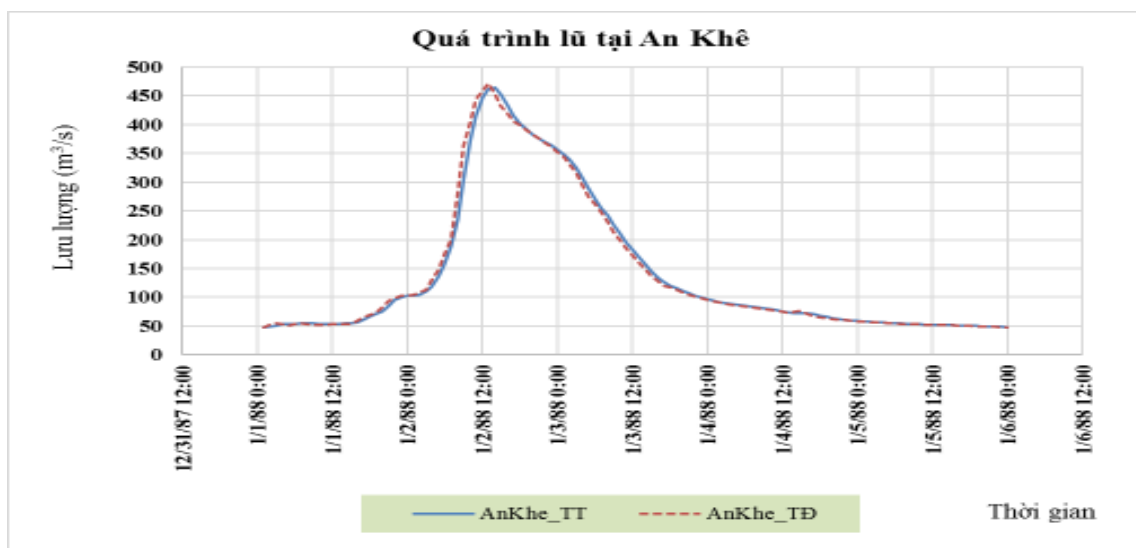
- Dung tích hữu ích, dung tích chết, dung tích tổng cộng;

- Quan hệ dung tích - mực nước hồ W - Z; quan hệ giữa Q~h hạ lưu;
- Khả năng xả của đập tràn...
- Đặc trưng lưu lượng xả của tua bin, công suất và số tổ máy;
- Biểu đồ điều phối.

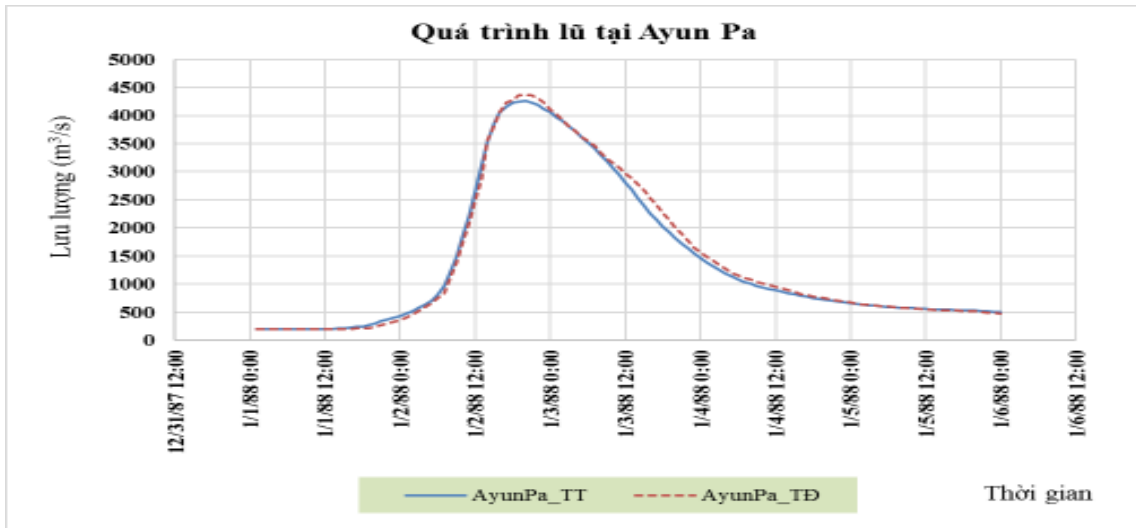
Hiệu chỉnh mô hình ở đây là hiệu chỉnh tham số diễn toán dòng chảy trên từng đoạn sông, lượng dòng chảy bổ sung sao cho đạt được kết quả phù hợp nhất giữa lưu lượng tính toán và thực đo tại các trạm thủy văn ứng với điều kiện hiện trạng khi chưa có các hồ chứa lớn điều tiết dòng chảy trên dòng chính. Bảng 2.2 và Hình 2.26 đến Hình 2.31 tổng hợp kết quả hiệu chỉnh mô hình cho một số trạm thủy văn chính sẽ là điểm kiểm tra trong mô hình.

Bảng 2.2. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình vận hành hồ

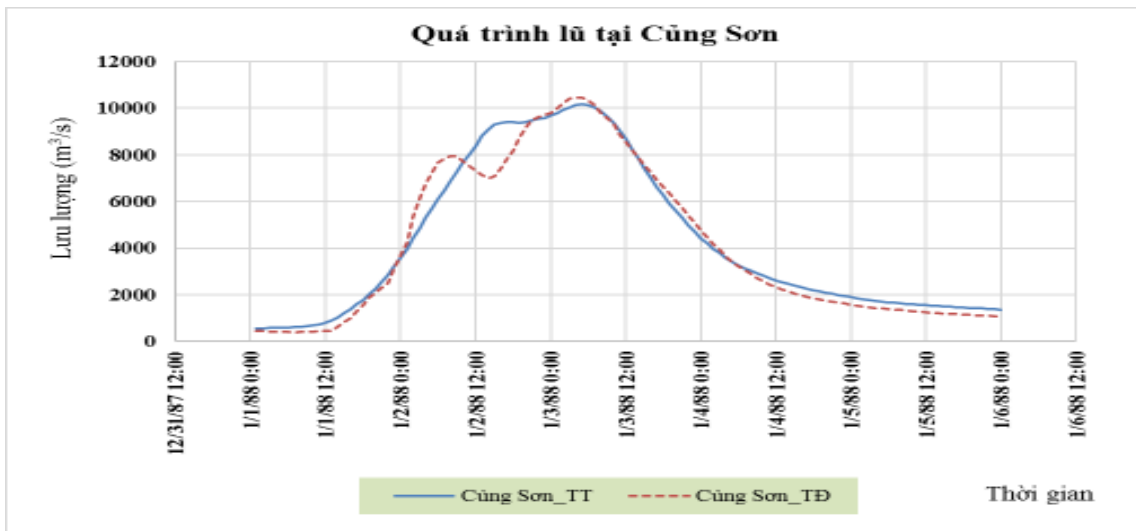
TT	Vị trí trạm	Năm	Năm	NASH
1	An Khê	Hiệu chỉnh	1988	0,95
		Kiểm định	1993	0,97
	Ayun Pa	Hiệu chỉnh	1998	0,93
		Kiểm định	1993	0,96
2	Củng Sơn	Hiệu chỉnh	1998	0,97
		Kiểm định	1993	0,94



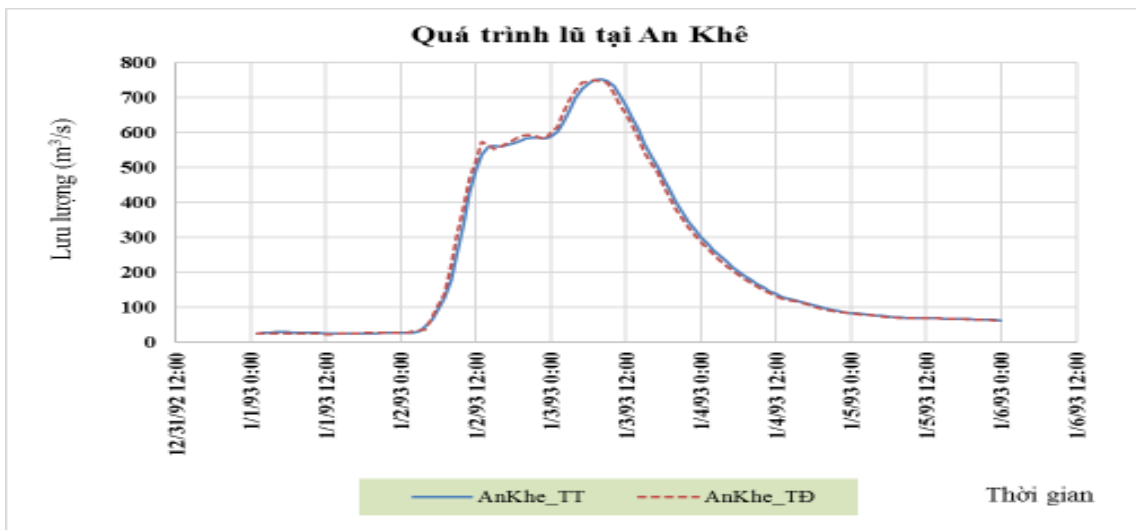
Hình 2.26. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn An Khê năm 1988



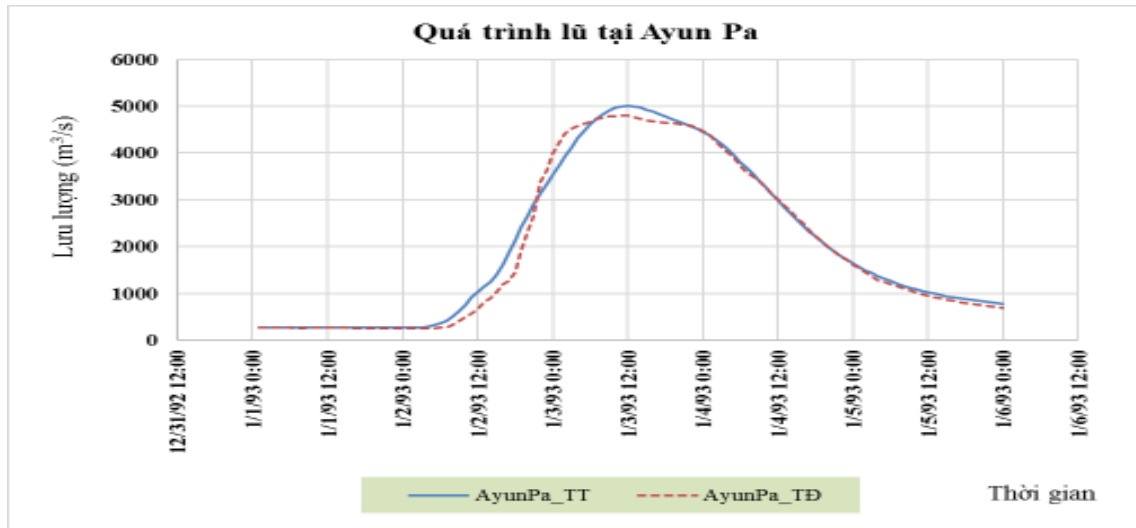
Hình 2.27. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa năm 1988



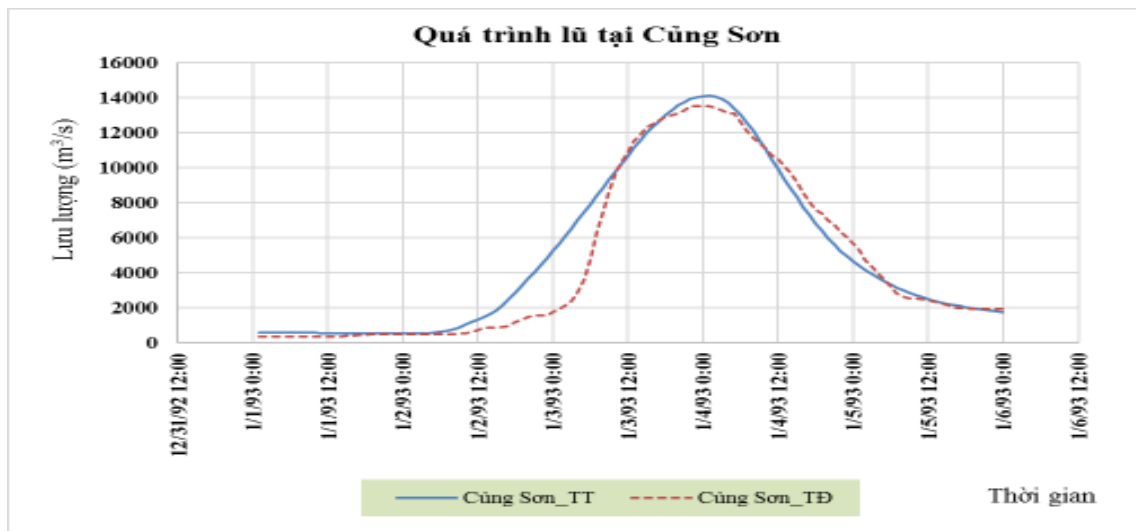
Hình 2.28. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn năm 1988



Hình 2.29. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn An Khê năm 1993



Hình 2.30. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa năm 1993



Hình 2.31. Mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn năm 1993

2.3.2.2. Mô hình thủy lực Mike 11

Mạng thủy lực sông Ba trong nghiên cứu được lựa chọn từ trạm thủy văn Củng Sơn ra tới biển. Tài liệu địa hình trong nghiên cứu được kế thừa từ dự án xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa của Bộ Tài nguyên Môi trường.

Trong MIKE 11, các bãi ngập lũ bỏ qua khi ảnh hưởng của bãi ngập lũ tới dòng chảy lũ không đáng kể. Trong trường hợp bãi ngập lũ chỉ có tác dụng như ô chứa lũ mà không có khả năng chuyển nước thì sẽ được bổ sung vào mặt cắt ngang sông như ô chứa lũ. Một cách khác có thể đưa bãi ngập lũ vào mặt cắt

ngang sông với độ nhám thay đổi theo lòng sông và bãi ngập lũ. Chi tiết và chính xác hơn thì sông và bãi ngập lũ được lập riêng rẽ nhau và kết nối với nhau bởi các kênh nhánh nhưng phương pháp này đòi hỏi nguồn lực lớn.

Áp dụng vào mô hình lũ sông Ba, khu ngập lũ phía hạ du dọc hai bên sông Ba. Tình trạng ngập phía hạ du là do các bãi tự nhiên ven sông không có đê bao, khi lũ lên cao sẽ tràn tự do vào các bãi dọc 2 bên sông. Các khu ngập trên này ngoài khả năng trữ nước còn có khả năng chuyên nước. Bởi vậy, khi mô phỏng trong mô hình thủy lực luận án đã tách lòng sông và các bãi ngập lũ riêng rẽ nhau, các bãi ngập lũ này được nối với nhau và nối với các mặt cắt ngang sông bởi các kênh nhánh.

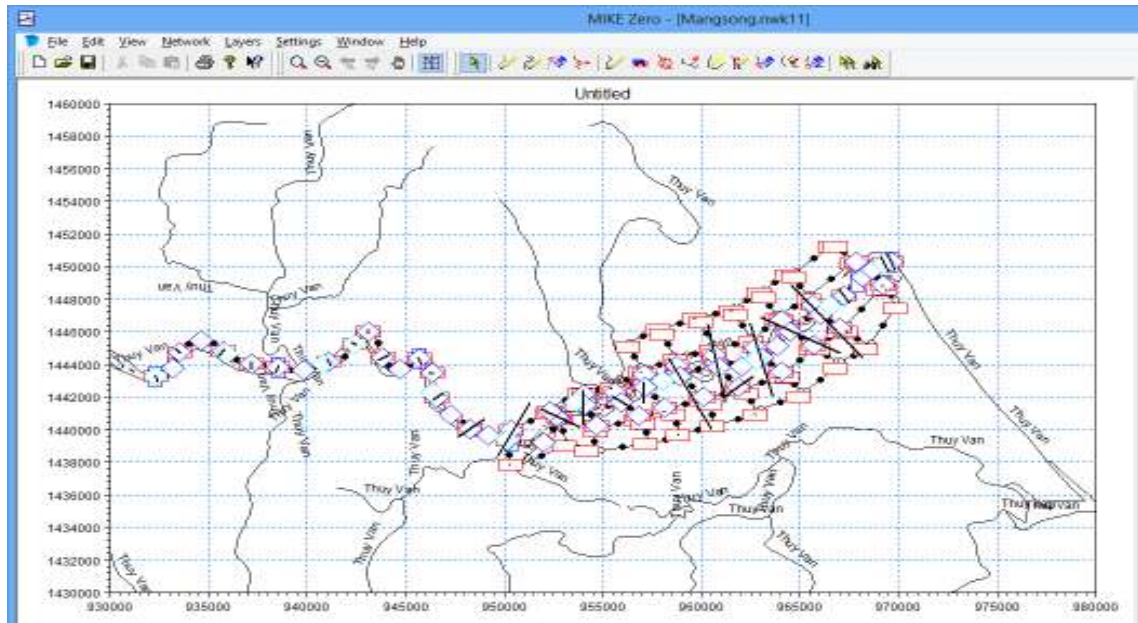
Khu vực bãi tràn được mô hình hoá bởi 38 ô ruộng (20 ô trong phạm vi 2 kênh *Bắc Nam đập Đồng Cam* và 18 ô ngoài phạm vi 2 kênh này). 38 ô ruộng này được nối với nhau và nối với 11 mặt cắt ngang sông Ba bởi 72 kênh nhánh. Đặc trưng hình học của 72 kênh nhánh này được xác định bằng cách thử dần khi mô phỏng lũ năm 1988 và năm 1993.

Khi mực nước dọc sông Ba nhỏ hơn cao trình kênh chính Bắc Nam thì giới hạn mặt cắt thoát lũ của sông Ba nằm trong phạm vi 2 kênh này và khi đó sẽ có 20 ô ruộng sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới chế độ lũ trên sông Ba. Khi mực nước trong 20 bãi ngập lũ này lớn hơn cao trình kênh chính Bắc Nam thì nước lũ sẽ tràn vào 18 ô ngập ngoài phạm vi 2 kênh chính Bắc Nam và khi đó mặt cắt thoát lũ sông Ba ngoài phạm vi diện tích hạ lưu sông Ba sẽ bao gồm hầu hết diện tích hạ lưu sông Bàn Thạch.

Các biên của mô hình thủy lực bao gồm:

- Biên trên: Là đường quá trình lưu lượng tại trạm thủy văn Củng Sơn;
- Biên dưới: Là đường quá trình mực nước tại cửa Đà Rằng
- Biên dọc sông: Là đường quá trình lưu lượng của các nhánh suối.

Sơ đồ tính toán thủy lực sông Ba được trình bày trong hình dưới đây:



Hình 2.32. Mạng mô hình thủy lực sông Ba

Việc mô phỏng và kiểm định các thông số của mô hình đã được thực hiện cho năm 1988 và 1993.

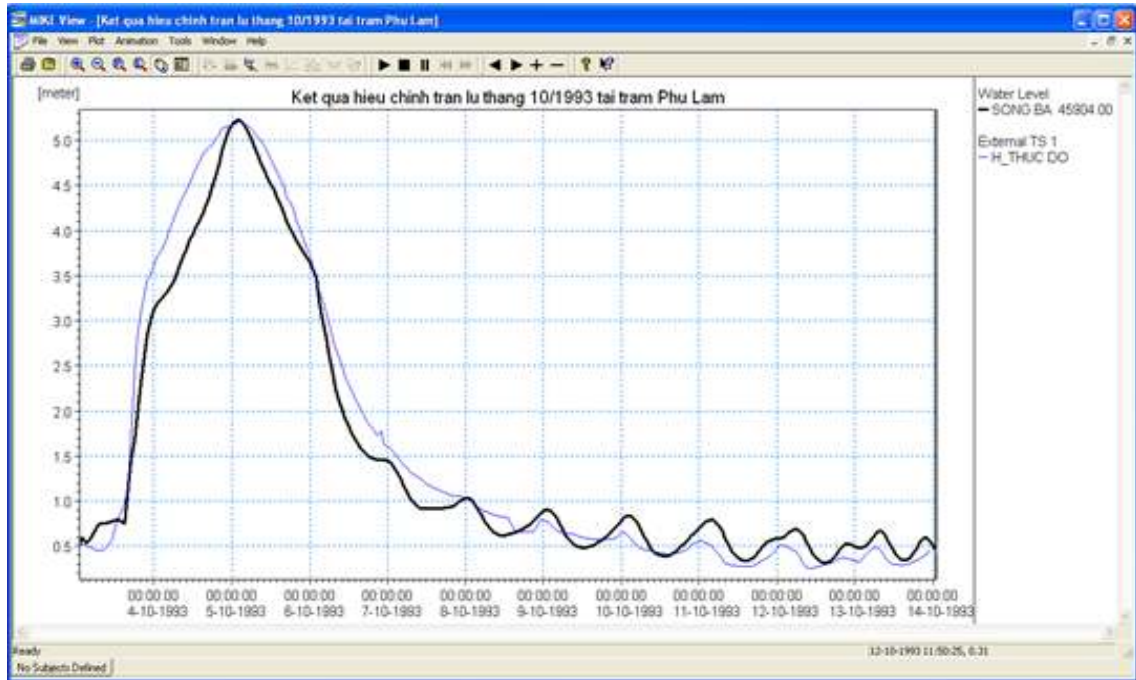
Lũ lịch sử tháng 10/1993 có lưu lượng đỉnh lũ tại Củng Sơn đạt 20.700 m³/s tương ứng tần suất 1%, mực nước đỉnh lũ tại Củng Sơn đạt 39,90m vượt mức báo động III khoảng 6m. Lũ 1993 được lựa chọn bởi đây là con lũ lịch sử lớn nhất đã từng xảy ra trên lưu vực sông Ba.

Sau khi mô phỏng, bộ thông số thủy lực đã được chọn sẽ được kiểm định cho con lũ 11/1988 để kiểm định mô hình. Đây là con lũ có mức độ lớn trung bình thường xuyên xảy ra trên lưu vực. Lưu lượng đỉnh lũ tại Củng Sơn đạt 10.500m³/s tương đương tần suất khoảng 10%; Mực nước tại Củng Sơn đạt 36,84m cao hơn mức báo động III 3,84m.

Kết quả mô phỏng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được đưa ra trong Bảng 2.3 và Hình 2.33 đến Hình 2.34

Bảng 2.3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực

Vị trí hiệu chỉnh	Hiệu chỉnh	Kiểm định
Phú Lâm	0,83	0,87



Hình 2.33. Quá trình đường mực nước tính toán và thực đo trạm Phú Lâm năm 1993



Hình 2.34. Quá trình đường mực nước tính toán và thực đo trạm Phú Lâm năm 2005

2.4. Kết luận chương 2

Các hồ chứa trên lưu vực sông Ba hiện nay áp dụng hai loại quy trình, đơn hồ của từng hồ và quy trình liên hồ chính phủ ban hành. Các quy trình đơn

hồ đưa ra quy tắc vận hành trong cả mùa lũ và mùa cạn không rõ ràng, đối với vận hành mùa lũ chưa xét tính hệ thống, phối hợp trong vận hành cắt giảm lũ. Đối với quy trình liên hồ việc quy định các hồ dành sẵn dung tích từ đầu mùa lũ và tiếp tục hạ thấp khi có lũ xảy ra sẽ mang lại hiệu quả cắt giảm lũ nhưng sẽ không hiệu quả trong cấp nước, khả năng các hồ không tích đủ nước cuối mùa lũ rất cao và trong mùa lũ các hồ phải hạn chế phát điện.

Sông Ba là con sông có tiềm năng lũ lớn cao, trên lưu vực đã xảy ra nhiều năm lũ lớn và rất lớn ở cả thượng lưu, trung và hạ lưu. Tổng lượng trận lũ lớn hơn nhiều so với dung tích hữu ích của các hồ, nên không thể cắt lũ triệt trên hệ thống để mà chỉ có thể tham gia cắt giảm lũ. Sự biến động mưa lũ rất rõ khi mà vùng thượng và trung du lưu vực thuộc Tây Trường Sơn đã vào mùa mưa nhưng vùng hạ lưu lại đang còn ở thời kỳ khô hạn; khi thượng và trung lưu đã kết thúc mùa mưa song vùng hạ lưu vẫn trong thời kỳ mưa lớn. Điều kiện này có thể khó khăn và không hiệu quả trong vận hành cắt giảm lũ.

Trên lưu vực sông Ba bao gồm nhiều các công trình thủy lợi, thủy điện và rất đa dạng trong hình thức khai thác sử dụng. Tuy nhiên, chỉ có 6 công trình hồ chứa có dung tích lớn, có khả năng tác động lớn đến chế độ dòng chảy và khai thác sử dụng nước trên lưu vực sông Ba. Do vậy, các công trình này sẽ là đối tượng nghiên cứu chính trong luận án.

Hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Ba nằm ở các vùng có phân bố mưa lũ phức tạp không đồng nhất (ảnh hưởng của cả gió mùa Đông Trường Sơn và Tây Trường Sơn). Nên nguyên tắc định hướng vận hành các hồ là tìm ra sự phối hợp vận hành cắt giảm lũ dựa trên phân tích đặc điểm tự nhiên, đặc điểm thủy văn và đặc điểm hệ thống của các hồ lưu vực sông Ba mà vẫn đem lại hiệu quả sử dụng nước và đảm bảo an toàn hạ du. Để có cơ sở xác định phối hợp vận hành giữa các hồ và các nghiên cứu khác trong luận án, bộ công cụ mô hình toán vận hành hồ và diễn toán dòng chảy được thiết lập phục vụ nghiên cứu.

CHƯƠNG 3. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ LƯU VỰC SÔNG BA

3.1. Nghiên cứu xác định điểm kiểm soát vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba

Điểm kiểm soát trong quá trình vận hành hồ chứa bao gồm điểm kiểm soát lượng nước đến ở thượng lưu và lưu lượng xả ở hạ lưu hồ:

- Điểm kiểm soát lượng nước đến hồ có thể là trạm thủy văn đại diện ở thượng lưu hồ hoặc vị trí đo mực nước hồ để xác định lượng nước đến hồ. Thực tế trên lưu vực sông Ba, hầu hết các trạm thủy văn được xây dựng trước khi xây dựng hồ, nên không có trạm thủy văn đại diện cho việc xác định lưu lượng đến hồ mà chỉ là các điểm đo mực nước đặt tại đập để đo thay đổi mực nước theo thời gian như Hình 2.21.

- Điểm kiểm soát lượng nước xả của hồ có thể là trạm thủy văn đại diện ở hạ lưu hoặc trạng thái vận hành của công trình (số cửa xả đáy, xả mặt hoặc số tua bin vận hành) và là điểm cho phép xác định tổng lượng nước xả ra khỏi hồ. Thực tế trên lưu vực sông Ba, hạ lưu các hồ đều có các trạm thủy văn (Hình 2.21). Sau hồ An Khê có trạm thủy văn An Khê. Trạm thủy văn Ayun Pa nằm sau ngã ba sông Ayun và sông Ba, hạ lưu hồ Ayun Hạ khoảng 34km. Trạm thủy văn Củng Sơn nằm ở hạ lưu hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh. Trạm thủy văn Phú Lâm nằm ở hạ lưu cuối cùng của lưu vực, cách trạm Củng Sơn 41,7km.

Hai loại điểm kiểm soát là cơ sở để tính toán cân bằng hồ, cho biết dung tích hồ tại thời gian t khi biết lượng nước đến, lượng nước xả và các thành phần tổn thất, bổ sung cho hồ chứa.

Với nhiệm vụ phòng chống lũ: Mực nước/lưu lượng trên sông ở hạ lưu các hồ chứa là thông tin để quyết định vận hành xả nước các hồ chứa sao cho không gây ngập ở hạ lưu và là cơ sở để các hồ phối hợp vận hành đem lại hiệu quả giảm lũ cũng như cấp nước hạ du; Mực nước hồ sẽ cho biết hồ vận hành ở trạng thái bình thường hay vận hành để đảm bảo an toàn hồ.

Đối với nhiệm vụ cấp nước hạ du: Mục nước/lưu lượng trên sông tại hạ lưu các hồ chứa cho biết hồ phải vận hành sao cho bảo đảm các nhu cầu ở hạ lưu và là cơ sở để các hồ phối hợp trong vận hành; Mục nước hồ là cơ sở cho biết hồ ở trạng thái bình thường hay hạn chế cấp nước.

Do vậy, nhìn chung điểm kiểm soát phải là căn cứ để xác định yêu cầu của nhiệm vụ kiểm soát lũ, duy trì dòng chảy hoặc kiểm soát cấp nước trên sông. Điểm kiểm soát rõ ràng thay đổi theo không gian tùy theo yêu cầu vận hành trong mùa lũ hay mùa cạn. Trong mùa lũ, khi có lũ lớn trên lưu vực sông Ba có 3 vùng hay xảy ra ngập là vùng “Thị xã An Khê”, “Vùng thung lũng Ayun Pa - Cheo Reo - Phú Túc” và “Vùng đồng bằng hạ lưu sông Ba”. Đến nay có 5 hồ chứa trên sông chính có dung tích phòng lũ, hồ An Khê - Ka Nak ở thượng lưu vùng ngập “Thị xã An Khê”, Ayun Hạ nằm ngay ở thượng lưu vùng ngập “thung lũng Ayun Pa - Cheo Reo - Phú Túc” và các hồ Krông H’ năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh nằm ngay ở thượng lưu vùng ngập “Vùng đồng bằng sông Ba”. Vì thế, điểm kiểm soát trong mùa lũ được chọn là các điểm đại diện cảnh báo cho trạng thái ngập của 3 vùng ngập và việc vận hành của các hồ.

Trên lưu vực sông Ba hiện có các trạm thủy văn An Khê, Ayun Pa, Củng Sơn và Phú Lâm đang hoạt động và có đủ số liệu đo đạc, có cơ sở pháp lý về quy định cấp báo động lũ nên sẽ được chọn là các điểm kiểm soát trong bài toán vận hành kiểm soát lũ (Hình 2.21).

Năm 2006 Bộ Tài nguyên và Môi trường đã phê duyệt Viện Khí tượng Thủy văn (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu) thực hiện dự án “Đề xuất quy định lại cấp báo động lũ trên các sông chính Việt Nam”. Kết quả của dự án là đề xuất lại các cấp báo động lũ của 131 trạm thủy văn trên các lưu sông của Việt Nam và được Chính phủ phê duyệt tại Quyết định 632/QĐ-TTg ngày 10 tháng năm 2010 [27]. Theo đó thì mực nước ứng với cấp báo động lũ cho phép ta biết về tình trạng lũ ở mức nguy hiểm nào và có khả năng gây ảnh

hưởng theo mức độ đến khu dân cư, thị trấn thành phố... Công tác điều hành phòng chống lũ lụt theo cấp báo động được thực hiện trên cơ sở sau:

Bảng 3.1. Tiêu chí phân loại cấp báo động lũ

Cấp báo động lũ	Tiêu chí phân theo cấp báo động
Báo động Cấp I	Mức nước bắt đầu ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản các vùng bãi, thấp ven sông.
Báo động Cấp II	Mức lũ bắt đầu gây tác động đáng kể đến nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, ảnh hưởng đến giao thông, thủy lợi và khu vực dân cư.
Báo động Cấp III	Mức lũ bắt đầu tác động mạnh đến dân sinh - kinh tế trên diện rộng.
Báo động trên Cấp III	Trình trạng lũ khẩn cấp - Lũ không thể kiểm soát được trên diện rộng; đe dọa vỡ là điều khó tránh khỏi; thiệt hại về cơ sở hạ tầng là nghiêm trọng

Nguồn: Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Nhìn chung, mực nước ứng với các cấp báo động lũ là tiêu chí đánh giá tác động của lũ đến kết cấu hạ tầng, và phát triển kinh tế xã hội. Khi lũ bắt đầu vượt BĐI đã có ảnh hưởng đến vùng bãi gần bờ sông, khi lũ vượt BĐII là có tác động đáng kể đến dân cư và kinh tế xã hội. Do vậy, trong luận án lựa chọn mực nước tương ứng với cấp báo động lũ tại các trạm thủy văn là cơ sở kiểm soát trong bài toán vận hành mùa lũ. Đặc trưng mực nước/lưu lượng ứng với các mức báo động lũ tại các vị trí điểm kiểm soát trên lưu vực được đưa ra dưới đây.

Bảng 3.2. Mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Ba [27]

TT	Tên sông	Trạm thủy văn	Mực nước tương ứng với các cấp báo động (m)		
			I	II	III
1	Ba	An Khê	404,5	405,5	406,5
2	Ba	Ayun Pa	153,0	154,5	156,0
3	Ba	Củng Sơn	29,5	32,0	34,5
4	Đà Rằng	Tuy Hòa (Phú Lâm)	1,7	2,7	3,7

Tại trạm An Khê và Củng Sơn, căn cứ vào quan hệ Q~H năm 2013 sẽ xác định được lưu lượng tương ứng như sau.

Bảng 3.3. Lưu lượng ứng với các cấp báo động lũ

Cấp báo động	Trạm thủy văn An Khê			Trạm thủy văn Củng Sơn		
	Mức nước (m)	Lưu lượng (m ³ /s)	Gia tăng lưu lượng (m ³ /s)	Mức nước (m)	Lưu lượng (m ³ /s)	Gia tăng lưu lượng (m ³ /s)
BDI	404,5	527		29,5	1.427	
	405,0	679	152	30,5	2.226	799
BDII	405,5	849	171	32,0	3.870	1.644
	406,0	1.039	190	33,0	5.305	1.435
BDIII	406,5	1.247	208	34,5	8.039	2.733

Như vậy đặc trưng thủy văn tại các trạm thủy văn An Khê, Ayun Pa, Củng Sơn và Phú Lâm sẽ là cơ sở để vận hành các hồ chứa trong bài toán vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ lưu vực sông Ba.

3.2. Nghiên cứu phân chia thời kỳ vận hành liên hồ chứa

Phân chia thời kỳ vận hành cắt giảm lũ của các hồ là xác định khả năng xuất hiện các cấp lũ (lớn, nhỏ, trung bình) theo các khoảng thời gian khác nhau và được xác định thông qua việc phân kỳ lũ (phân chia mùa lũ thành các thời kỳ) tại các trạm thủy văn thành các thời kỳ lũ. Căn cứ vào phân cấp lũ, thời gian xuất hiện và mật độ xuất hiện đỉnh lũ theo thời gian để phân kỳ lũ ra các thời kỳ: lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn [20, 28]. Tính đến nay trên các lưu vực sông ở Việt Nam nói chung và sông Ba nói riêng, nghiên cứu phân cấp lũ tại các trạm thủy văn theo giá trị tần suất [14] và theo giá trị đỉnh lũ trung bình [49].

Theo quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2008, Ban hành quy chuẩn Quốc gia về dự báo lũ [14], cấp lũ được phân thành 5 cấp ứng với mức nước các tần suất khác nhau như sau:

- Lũ rất nhỏ: $H_{\max i} < H_{\max P90\%}$

- Lũ nhỏ: $H_{\max P90\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P70\%}$
- Lũ trung bình: $H_{\max P70\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P30\%}$
- Lũ lớn: $H_{\max P30\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P10\%}$
- Lũ rất lớn: $H_{\max i} \geq H_{\max P10\%}$

Trong đó:

- $H_{\max i}$: Mức nước đỉnh lũ cao nhất năm thứ i hoặc trận lũ thứ i.
- $H_{\max P\%}$: Mức nước ứng với tần suất P% trên đường tần suất H_{\max} đỉnh lũ.

Tiêu chí phân kỳ lũ được xác định như sau [20, 28]:

- Thời kỳ lũ chính vụ: Là thời kỳ xuất hiện lũ trên mức lũ lớn và có mật độ lũ cao nhất (lũ xuất hiện nhiều nhất), và hàm chứa các con lũ lớn, rất lớn đã xảy ra trong thực tế.

- Thời kỳ lũ sớm: Tính từ thời điểm đầu mùa lũ hoặc thời điểm xuất hiện lũ trên mức lũ trung bình (P70%) đến thời điểm bắt đầu lũ chính vụ.

- Thời kỳ lũ muộn: Tính từ thời điểm kết thúc lũ chính vụ đến thời điểm kết thúc mùa lũ hoặc lũ xuất hiện cao hơn mức lũ trung bình (P70%).

Theo quyết định số 46/QĐ-TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014, Ban hành Quy định về dự báo lũ, cảnh báo vào truyền tin thiên tai [49], cấp lũ được phân thành 5 cấp ứng với đặc trưng đỉnh lũ khác nhau:

- Lũ nhỏ là lũ có đỉnh lũ thấp hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ vừa là lũ có đỉnh lũ tương đương mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ lớn là lũ có đỉnh lũ cao hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ đặc biệt lớn là lũ có đỉnh lũ cao hiếm thấy trong thời kỳ quan trắc;
- Lũ lịch sử là lũ có đỉnh lũ cao nhất trong chuỗi số liệu quan trắc hoặc do điều tra khảo sát được.

Hai phương pháp này thuần túy dựa vào mực nước thực tế, mực nước đỉnh lũ trung bình thực tế và mực nước ứng với các tần suất khác nhau được tính tại các trạm thủy văn. Phân cấp như vậy chưa xem xét đến đặc thù về điều kiện thủy văn - thủy lực của từng vùng, chưa xét được ảnh hưởng của từng cấp lũ tới bờ sông, tới xói lở đê, tới các vùng đất thấp, các thị trấn, thị tứ và các thành phố có liên quan. Năm 2006, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã phê duyệt Viện Khí tượng Thủy văn (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu) thực hiện dự án “Đề xuất quy định lại cấp báo động lũ trên các sông chính Việt Nam”. Kết quả của dự án đề xuất được các cấp báo động lũ của 131 trạm thủy văn trên các lưu sông của Việt Nam và được Chính phủ phê duyệt tại Quyết định 632/QĐ-TTg ngày 10 tháng năm 2010 [25]. Theo đó thì mực nước ứng với cấp báo động lũ cho phép ta biết về tình trạng lũ ở mức nguy hiểm nào và có khả năng gây ảnh hưởng theo mức độ đến khu dân cư, thị trấn thành phố [25].

Để có cơ sở xác định mức độ phù hợp kết quả phân kỳ lũ dựa trên phân cấp lũ theo tần suất, luận án trình bày kết quả so sánh xác định phân kỳ lũ theo tần suất và theo cấp báo động lũ. Phân cấp lũ theo mực nước ứng với cấp BĐI, BĐII, BĐIII, được đề xuất phân thành 3 cấp:

- Lũ nhỏ: $H_{\text{BĐI}} \leq H_{\text{maxi}}$
- Lũ lớn: $H_{\text{BĐII}} \leq H_{\text{maxi}} \leq H_{\text{BĐIII}}$
- Lũ rất lớn: $H_{\text{BĐIII}} \leq H_{\text{maxi}}$

Trong đó:

- H_{maxi} : Mực nước đỉnh lũ cao nhất năm thứ i hoặc trận lũ thứ i.
- $H_{\text{BĐI}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động I.
- $H_{\text{BĐII}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động II.
- $H_{\text{BĐIII}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động III.

Tiêu chí phân kỳ lũ đề xuất như sau:

- Thời kỳ lũ chính vụ: Là thời kỳ xuất hiện lũ trên mực nước tương ứng với mực nước trên Cấp báo động II và có mật độ lũ cao nhất (lũ xuất hiện nhiều nhất trong mùa lũ), xảy ra hầu hết các con lũ lớn hơn lũ lớn Cấp báo động II và hàm chứa được các con lũ lớn, rất lớn đã xảy ra trong thực tế.

- Thời kỳ lũ sớm: Tính từ thời điểm đầu mùa lũ hoặc xuất hiện lũ trên mực nước tương ứng với mực nước trên Cấp BĐI đến thời điểm bắt đầu lũ chính vụ.

- Thời kỳ lũ muộn: Tính từ thời điểm kết thúc lũ chính vụ đến thời điểm kết thúc mùa lũ hoặc thời điểm xuất hiện lũ lớn hơn lũ nhỏ.

Trên lưu vực có 5 trạm thủy văn (Pơ Mơ Rê, An Khê, Ayun Pa, Củng Sơn và Phú Lâm) đang hoạt động và có đầy đủ số liệu quan trắc mực nước. Trạm An Khê đại diện cho thượng lưu sông Ba với cụm hồ Ka Nak - An Khê, trạm Ayun Pa đại diện cho hồ Ayun Hạ là hợp lưu của nhánh thượng Sông Ba và Ayun, trạm Củng Sơn đại diện cho vùng Trung lưu và trạm Phú Lâm đại diện cho vùng hạ lưu với cụm hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh sẽ được lựa chọn để xác định thời kỳ vận hành của các hồ chứa. Kết quả tính toán, xác định các giá trị Hmax ứng với tần suất 10, 30, 70 và 90% tại 4 trạm trong Bảng 3.4.

Bảng 3.4. Mực nước (cm) tại các trạm thủy văn ứng với các tần suất

Tần suất	An Khê	Ayun Pa	Củng Sơn	Phú Lâm
10%	40724	15814	3582	468
30%	40620	15709	3347	395
50%	40566	15629	3224	347
70%	40524	15542	3129	298
90%	40483	15407	3037	225

Kết quả phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa, Củng Sơn, Phú Lâm trên dòng chính sông Ba và trạm thủy văn An Khê thượng sông Ba được thể hiện trong Bảng 3.5 và từ Hình 3.1 đến Hình 3.8. Kết quả cho thấy:

- Thời kỳ lũ thường bắt đầu từ tháng 9 (riêng Ayun Pa bắt đầu sớm hơn khoảng 1 tháng) và kết thúc vào tháng 12;

- Thời kỳ lũ tại 3 trạm An Khê, Củng Sơn và Phú Lâm theo 2 phương pháp giống nhau. Tại Ayun Pa, phân kỳ lũ dựa vào cấp báo động lũ cho thời kỳ lũ chính vụ dài hơn 10 ngày;

- Tại trạm An Khê: Thời kỳ lũ sớm 30 ngày, lũ chính vụ 64 ngày và lũ muộn 28 ngày;

- Tại trạm Ayun Pa: Thời kỳ lũ sớm 37 ngày, lũ chính vụ 81 ngày và lũ muộn 28 ngày đối với phương pháp tần suất; Thời kỳ lũ sớm 34 ngày, lũ chính vụ 91 ngày và lũ muộn 26 ngày đối với phương pháp cấp báo động lũ;

- Tại trạm Củng Sơn: Thời kỳ lũ sớm 24 ngày, lũ chính vụ 80 ngày và lũ muộn 18 ngày;

- Tại trạm Phú Lâm: Thời kỳ lũ sớm 20 ngày, lũ chính vụ 84 ngày và lũ muộn 18 ngày.

Bảng 3.5. Kết quả phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Phân cấp theo tần suất			
An Khê	1/9-30/9	1/10-3/12	4/12-31/12
Ayun Pa	8/8-13/9	14/9-3/12	4/12-31/12
Củng Sơn	1/9-24/9	25/9-15/12	14/12-31/12
Phú Lâm	1/9-20/9	21/9-15/12	14/12-31/12
Phân cấp theo cấp báo động lũ			
An Khê	1/9-30/9	1/10-3/12	4/12-31/12
Ayun Pa	3/8-5/9	6/9-5/12	6/12-31/12
Củng Sơn	1/9-24/9	25/9-15/12	14/12-31/12
Phú Lâm	1/9-20/9	21/9-15/12	14/12-31/12

Như vậy phân hóa các thời kỳ trong mùa lũ tại các trạm thủy văn đại diện cho các vùng thể hiện khá rõ:

- Vùng trung lưu và nhánh Ayun đại diện là trạm Ayun Pa thời kỳ lũ chính vụ đến sớm hơn vùng thượng lưu nhánh sông Ba đại diện là trạm An Khê 17

ngày đối với phương pháp phân cấp lũ theo tần suất và sớm hơn 24 ngày đối với phương pháp phân cấp lũ theo cấp báo động lũ;

- Thời kỳ lũ chính vụ tại trạm Ayun Pa đến sớm hơn trạm Củng Sơn (đại diện cho vùng hạ lưu) 11 ngày đối với phương pháp phân cấp lũ theo tần suất và sớm hơn 19 ngày đối với phương pháp phân cấp lũ theo cấp báo động lũ;

- Thời kỳ lũ chính vụ tại Củng Sơn đến sớm hơn so với An Khê 6 ngày và kết thúc muộn hơn 10 ngày.

Phân cấp lũ và phân kỳ lũ theo cấp báo động lũ ngoài xem xét đặc điểm lũ về thủy văn (mức nước ứng với các tần suất) còn xét đến đặc thù về điều kiện thủy văn - thủy lực của từng vùng (cường suất lũ, thời gian duy trì mức nước lũ), xem xét ảnh hưởng của từng cấp lũ tới bờ sông, tới xói lở đê, tới các vùng đất thấp, các trị trấn, thị tứ và các thành phố có liên quan. Do vậy, lựa chọn phương pháp phân cấp lũ theo cấp báo động sẽ phù hợp với điều kiện thực tế hơn phương pháp phân cấp theo tần suất.

Luận án đề xuất lựa chọn phân cấp lũ dựa theo cấp báo động làm cơ sở cho việc phân lý lũ trên lưu vực sông Ba. Từ kết quả phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn, căn cứ vào vị trí của từng hồ trên lưu vực sông Ba, thời kỳ vận hành của các hồ được đề xuất như sau:

- Các hồ Krông H' năng, hồ Sông Ba Hạ và hồ Sông Hinh thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn Củng Sơn: Thời kỳ lũ sớm từ ngày 01 tháng 9 đến ngày 24 tháng 9, lũ chính vụ từ ngày 25 tháng 9 đến ngày 13 tháng 12 và lũ muộn từ ngày 14 tháng 12 đến ngày 31 tháng 12.

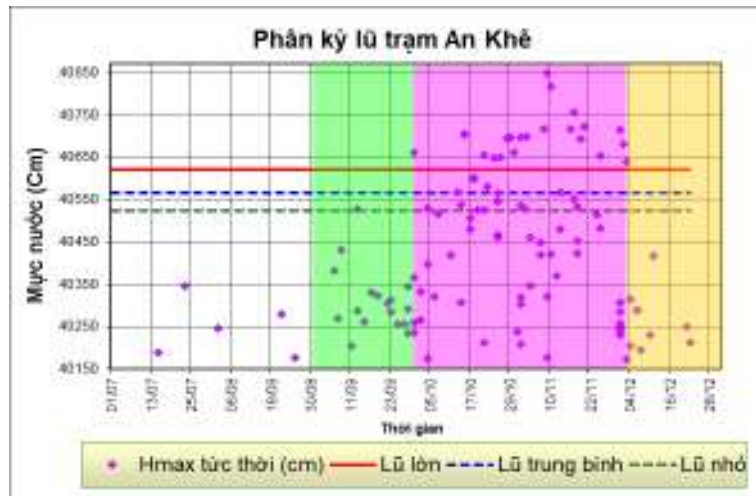
- Cụm hồ An Khê - Ka Nak thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn An Khê: Thời kỳ lũ sớm từ ngày 01 tháng 9 đến ngày 30 tháng 9, lũ chính vụ từ ngày 1 tháng 10 đến ngày 3 tháng 12 và lũ muộn từ ngày 4 tháng 12 đến ngày 31 tháng 12.

- Hồ Ayun Hạ thời kỳ vận hành căn cứ theo kết quả phân kỳ lũ trạm thủy văn Ayun Pa: Thời kỳ lũ sớm từ ngày 3 tháng 8 đến ngày 5 tháng 9, lũ chính vụ từ ngày 6 tháng 9 đến ngày 5 tháng 12 và lũ muộn từ ngày 6 tháng 12 đến ngày 31 tháng 12.

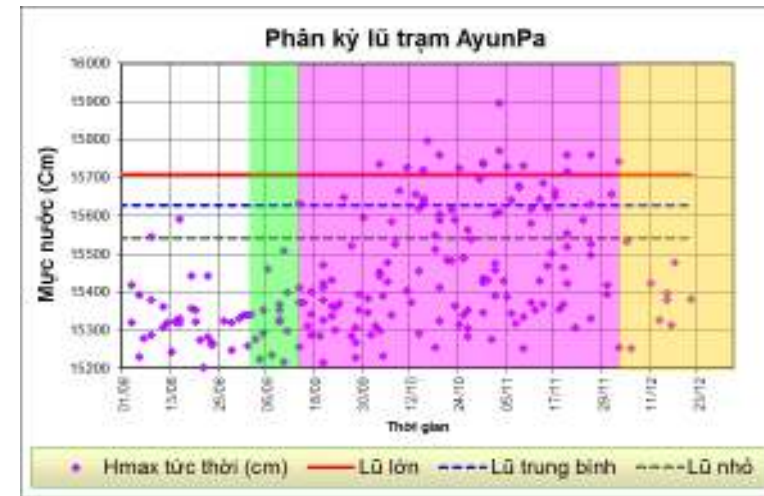
Thời kỳ vận hành của các hồ được chia làm 3 thời kỳ (lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn) là cơ sở cho phép:

- Nghiên cứu để xác định khả năng cắt giảm lũ của từng hồ, cụm hồ (đối với thời kỳ lũ sớm và lũ muộn, có thể đặt ra mục tiêu hệ thống hồ cắt giảm triệt để lũ cho hạ du còn với lũ chính vụ các hồ chỉ hỗ trợ giảm lũ cho hạ du);

- Xác định thời kỳ tích nước cuối mùa lũ phục vụ cấp nước trong mùa cạn.



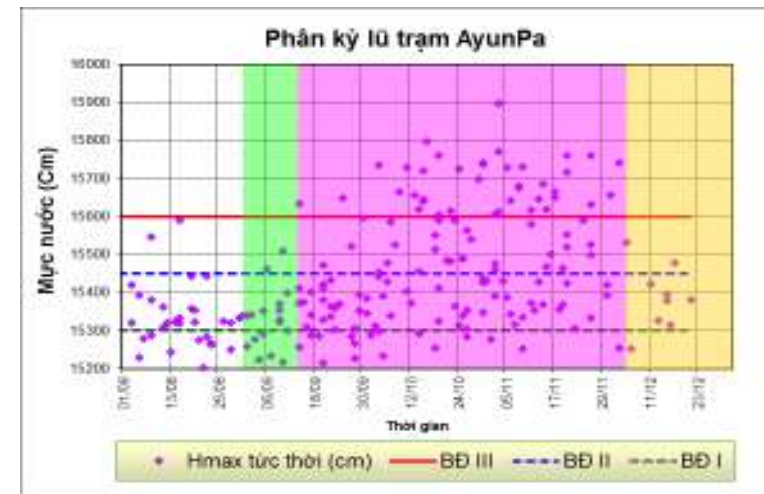
Hình 3.1. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn An Khê theo tần suất



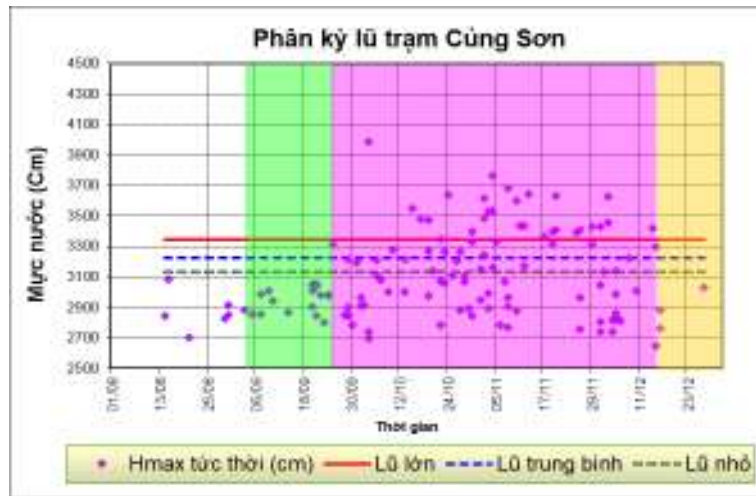
Hình 3.2. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa theo tần suất



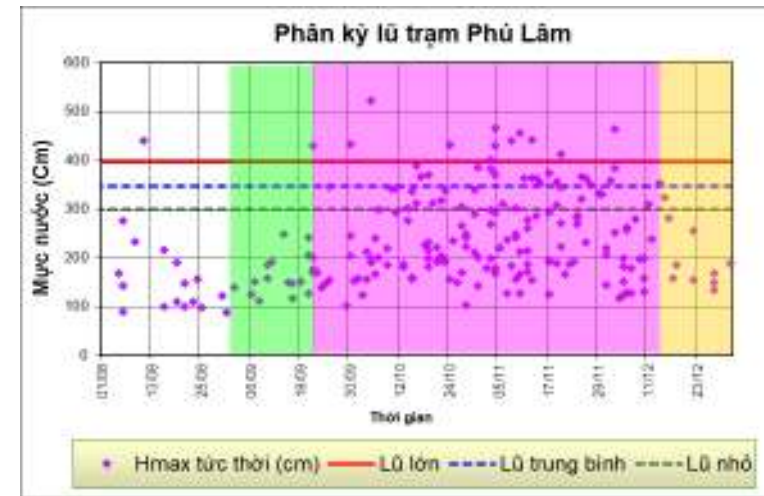
Hình 3.3. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn An Khê theo cấp báo động lũ



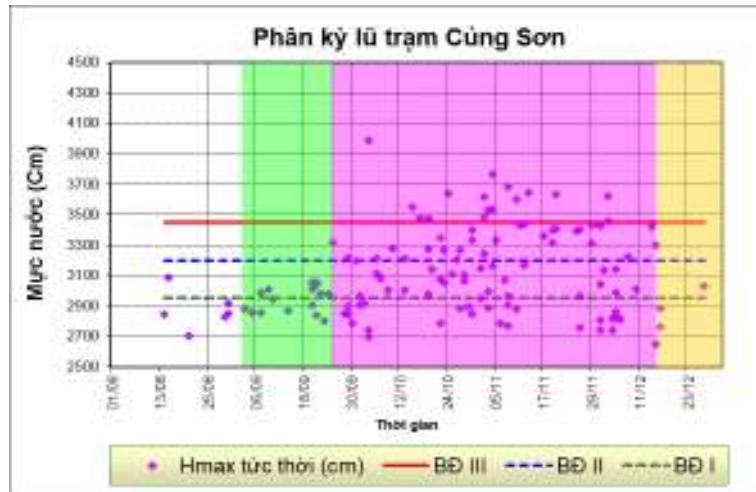
Hình 3.4. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Ayun Pa theo cấp báo động lũ



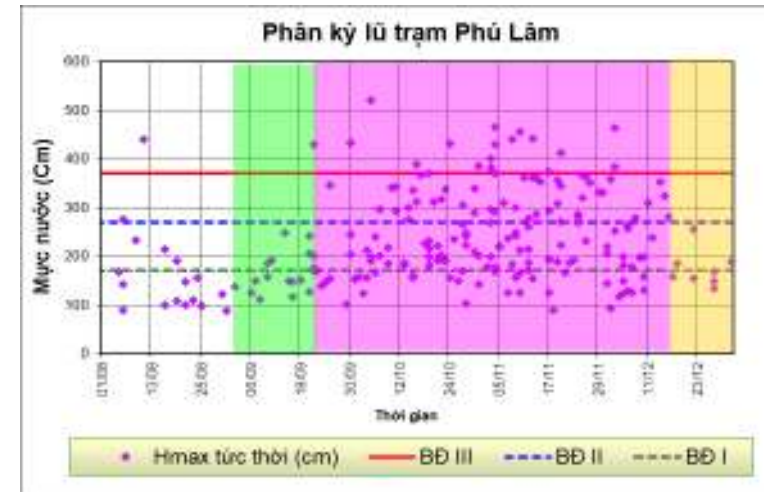
Hình 3.5. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn theo tần suất



Hình 3.6. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm theo tần suất



Hình 3.7. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Củng Sơn theo cấp báo động lũ



Hình 3.8. Phân kỳ lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm theo cấp báo động lũ

3.3. Nghiên cứu gặp gỡ dòng chảy lũ các nhánh sông trên lưu vực sông Ba

Phân tích tổ hợp dòng chảy giữa các nhánh sông, các khu giữa lưu vực sông cho phép biết được dòng chảy ở hạ lưu tại một vị trí nào đó được hình thành chủ yếu bởi nhánh sông hoặc khu giữa nào trên lưu vực sông. Trên cơ sở đó, căn cứ vào vị trí của từng hồ và vai trò của nó để quyết định phối hợp vận hành giữa các hồ nhằm đem lại hiệu quả vận hành trong cắt giảm lũ hạ du.

Dòng chảy sông Ba ở hạ lưu được tạo thành chủ yếu bởi các nhánh sông chính: Thượng sông Ba, sông Ayun, sông Krông H' năng, Sông Hình và các khu giữa (từ hồ An Khê và Ayun Hạ đến Ayun Pa, từ Ayun Pa đến Củng Sơn và từ Củng Sơn đến Phú Lâm). Căn cứ các con lũ trong mùa lũ từ tháng 9 đến tháng 12 của các trạm thủy văn An Khê, Ayun Pa, Củng Sơn, Phú Lâm để xác định mức độ lũ xảy ra tại các trạm, từ đó phân tích, xác định tính đồng bộ xảy ra lũ trên các nhánh sông và lưu vực khu giữa. Từ kết quả phân tích thống kê mực nước đỉnh lũ tại các trạm (Bảng PL 3.3), kết quả tính toán, xác định gặp gỡ lũ trên lưu vực sông Ba như sau:

a) *Gặp gỡ giữa lũ tại trạm Ayun Pa với thượng lưu:*

Trạm Ayun Pa ở vị trí hợp lưu của nhánh sông Ba (có cụm hồ An Khê-Ka Nak) ở thượng lưu và nhánh Ayun (có hồ Ayun Hạ), do vậy việc xác định gặp gỡ ở thượng lưu tại trạm An Khê (cách trạm Ayun Pa 105 km) với xuất hiện lũ ở Ayun Pa sẽ cho biết nguồn gốc lũ ở Ayun Pa và xác suất xảy ra. Kết quả phân tích gặp gỡ ở Bảng 3.6 cho thấy:

- Lũ lớn hơn cấp BĐIII xảy ra tại Ayun Pa đồng thời với lũ xảy ra tại An Khê chiếm 47,5%;
- Lũ lớn hơn cấp BĐII xảy ra tại Ayun Pa đồng thời với lũ xảy ra tại An Khê chiếm 2,8%;
- Lũ lớn hơn cấp BĐI xảy ra tại Ayun Pa đồng thời với lũ xảy ra tại An Khê chiếm 14,3%;

Bảng 3.6. Gặp gỡ dòng chảy trạm Ayun Pa với thượng lưu

Ayun Pa	Xét đồng thời lũ xảy ra tại An Khê so với Ayun Pa	Tỷ lệ tương đồng
40 trận lũ lớn hơn BĐIII	Đồng thời có 19 trận lũ lớn hơn BĐIII	47,5%
	Đồng thời có 4 trận lũ lớn hơn BĐII	10%
	Đồng thời có 9 trận lũ lớn hơn BĐI	22,5%
	Đồng thời có 8 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	20%
35 trận lũ lớn hơn BĐII	Đồng thời có 1 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	2,8%
	Đồng thời có 6 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	17,2%
	Đồng thời có 7 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	20%
	Đồng thời có 21 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	60%
14 trận lũ lớn hơn BĐI	Đồng thời có 1 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	7,15%
	Đồng thời có 1 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	7,15%
	Đồng thời có 2 trận xảy ra lũ BĐI	14,3%
	Đồng thời có 10 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	71,4%
9 trận lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	0%
	Đồng thời có 1 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	10%
	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	0%
	Đồng thời có 9 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	90%

Như vậy:

- Các trận lũ lớn hơn BĐI, BĐII tại Ayun Pa không tương đồng với lũ tại An Khê;

- Lũ nhỏ và rất nhỏ rất tương đồng giữa các tuyến.

Điều đó cho thấy rằng, lũ lớn và rất lớn tại Ayun Pa chủ yếu do lũ của nhánh Ayun và khu giữa gây ra. Hơn nữa lũ tại Ayun Pa đến sớm hơn tại An Khê khoảng 25 ngày; vào thời kỳ đầu nửa chính vụ tại Ayun Pa, lũ ở An Khê nhỏ. Như vậy, việc vận hành hồ An Khê sẽ có ảnh hưởng không lớn đến vùng ngập trung lưu sông Ba từ thung lũng Ayun Pa- Cheo Reo- Phú Túc.

b) Gặp gỡ giữa lũ tại trạm Củng Sơn với trạm Ayun Pa

Việc xác định gặp gỡ lũ tại trạm Ayun Pa ở thượng lưu (cách trạm Củng Sơn 103 km và là đại diện cho dòng chảy đến hồ Sông Ba Hạ) với lũ ở Củng Sơn sẽ cho biết được nguồn gốc lũ ở Củng Sơn, xác suất xuất hiện. Kết quả ở Bảng 3.7 cho thấy:

- Lũ lớn hơn cấp BĐIII xảy ra tại Củng Sơn đồng thời với lũ trên BĐIII, Ayun Pa xảy ra chiếm 81,25%;

- Lũ lớn hơn cấp BĐII xảy ra tại Củng Sơn đồng thời với lũ xảy ra tại Ayun Pa chiếm 47,2%;

- Lũ lớn hơn cấp BĐI xảy ra tại Củng Sơn đồng thời với lũ xảy ra tại Ayun Pa chiếm 6,1%.

Bảng 3.7. Gặp gỡ dòng chảy trạm Củng Sơn với trạm Ayun Pa

Củng Sơn	Xét đồng thời lũ xảy ra tại Ayun Pa so với Củng Sơn	Tỷ lệ tương đồng
16 trận lũ lớn hơn BĐIII	Đồng thời có 13 trận lũ lớn hơn BĐIII	81,25%
	Đồng thời có 2 trận lũ lớn hơn BĐII	12,5%
	Đồng thời có 1 trận lũ lớn hơn BĐI	6,25%
	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	0%
36 trận lũ lớn hơn BĐII	Đồng thời có 17 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	47,2%
	Đồng thời có 10 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	27,8%
	Đồng thời có 8 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	22,2%
	Đồng thời có 1 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	2,8%
33 trận lũ lớn hơn BĐI	Đồng thời có 8 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	24,2%
	Đồng thời có 20 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	60,6%
	Đồng thời có 2 trận xảy ra lũ BĐI	6,1%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	9,1%
13 trận lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	Đồng thời có 2 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	15,4%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	23,1%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	23,1%
	Đồng thời có 5 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	38,4%

Như vậy:

- Các trận lũ lớn hơn BĐIII hầu như xuất hiện đồng thời giữa Củng Sơn và Ayun Pa (đạt 81%);

- Lũ tại Củng Sơn lớn hơn BĐI thì ở thượng lưu phần lớn là lũ trên BĐII (chiếm 60%);

- Lũ dưới BĐI và rất nhỏ không tương đồng giữa các tuyến;

Điều đó cho thấy, lũ lớn và rất lớn tại Củng Sơn xảy ra đồng thời với lũ ở Ayun Pa và khu giữa.

c) Gặp gỡ dòng chảy giữa trạm Phú Lâm với trạm Củng Sơn

Việc xác định gặp gỡ dòng chảy tại trạm Củng Sơn với lũ ở Phú Lâm sẽ cho biết nguồn gốc lũ xảy ra ở Phú Lâm và xác suất xuất hiện. Kết quả ở Bảng 3.8 cho thấy:

- Lũ lớn hơn cấp BĐIII xảy ra tại Phú Lâm đồng thời ở Củng Sơn xảy ra lũ trên BĐIII, chiếm 73,7%;

- Lũ lớn hơn cấp BĐII xảy ra tại Phú Lâm đồng thời ở Củng Sơn xảy ra lũ trên BĐII, chiếm 67,4%;

- Lũ lớn hơn cấp BĐI xảy ra tại Phú Lâm đồng thời ở Củng Sơn xảy ra lũ trên BĐI, chiếm 70,4%.

Bảng 3.8. Gặp gỡ dòng chảy trạm Phú Lâm với trạm Củng Sơn

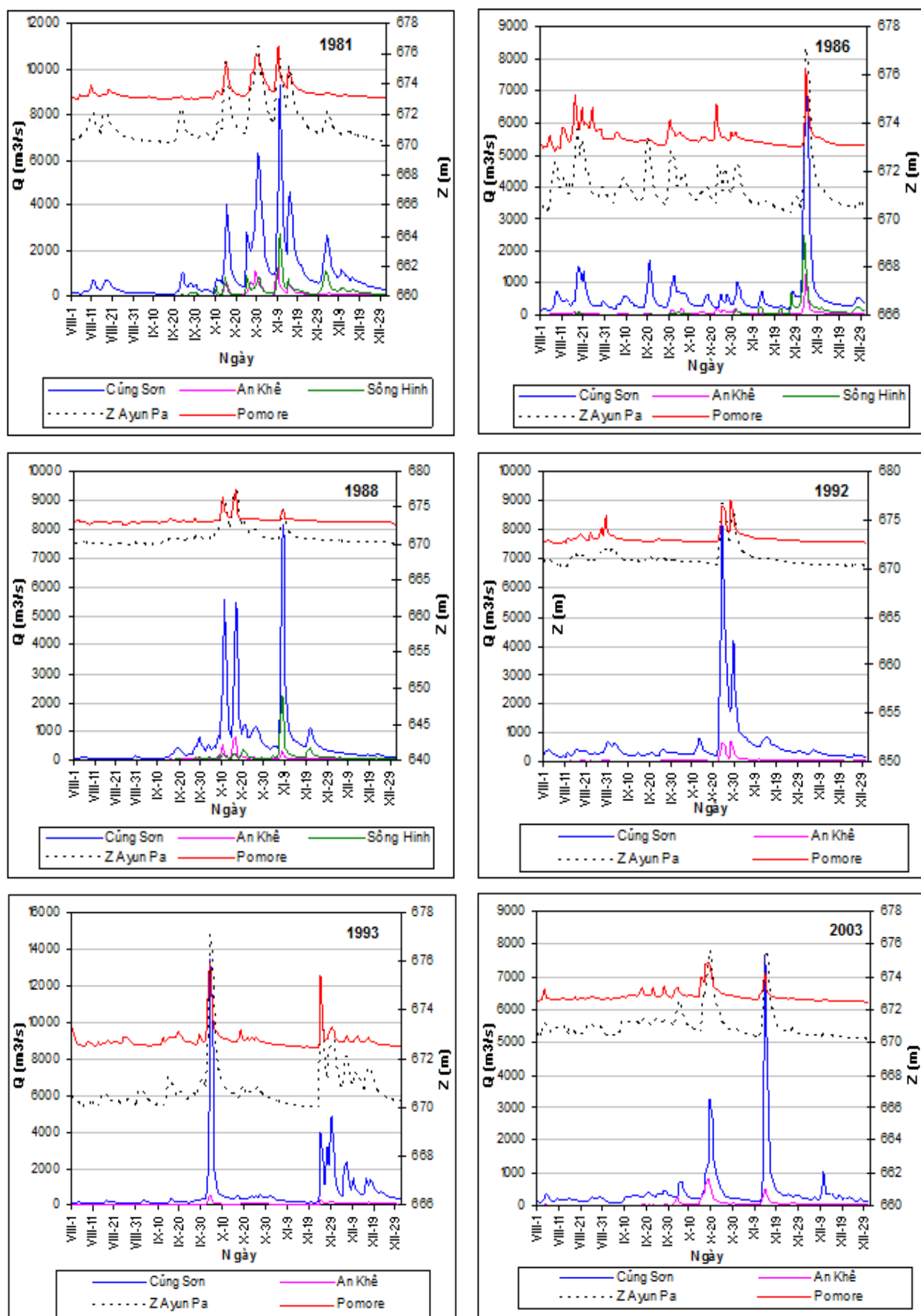
Phú Lâm	Xét đồng thời lũ xảy ra tại Củng Sơn so với Phú Lâm	Tỷ lệ tương đồng của Củng Sơn so với Phú Lâm
19 trận lũ lớn hơn BĐIII	Đồng thời có 14 trận lũ lớn hơn BĐIII	73,7%
	Đồng thời có 2 trận lũ lớn hơn BĐII	10,5%
	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	0%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	15,8%
46 trận lũ lớn hơn BĐII	Đồng thời có 2 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	4,35%

Phú Lâm	Xét đồng thời lũ xảy ra tại Củng Sơn so với Phú Lâm	Tỷ lệ tương đồng của Củng Sơn so với Phú Lâm
	Đồng thời có 31 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	67,4%
	Đồng thời có 11 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	23,9%
	Đồng thời có 2 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	4,35%
27 trận lũ lớn hơn BĐI	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	0%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	11,1%
	Đồng thời có 19 trận xảy ra lũ BĐI	70,4%
	Đồng thời có 5 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	18,5%
6 trận lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐIII	0%
	Đồng thời có 0 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐII	0%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ lớn hơn BĐI	50%
	Đồng thời có 3 trận xảy ra lũ nhỏ hoặc rất nhỏ	50%

Như vậy, lũ xảy ra tại Củng Sơn và Phú Lâm là khá đồng bộ.

Lũ tại Củng Sơn là tổ hợp của lũ sông Ba với nhánh Sông Hinh. Để củng cố thêm nhận định sự đồng bộ giữa lũ trên sông Ba tại trạm thủy văn Củng Sơn với các tuyến thượng lưu, tiến hành phân tích đồng bộ lũ tại trạm Sông Hinh và Củng Sơn theo chuỗi số liệu đồng bộ giữa hai trạm từ năm 1979 đến năm 1991. Kết quả được thể hiện trong Bảng PL 3.2 và Hình 3.9 cho thấy:

- Lũ ở Củng Sơn lớn đến rất lớn gặp lũ lớn ở Sông Hinh, chiếm 100%;
- Lũ ở Củng Sơn từ cấp lũ trung bình trở lên gặp lũ trung bình ở sông Hinh;
- Lũ ở Củng Sơn trung bình, gặp lũ Sông Hinh nhỏ chiếm 62,5%;
- Lũ ở Củng Sơn từ cấp lũ trung bình gặp lũ ở Sông Hinh lớn chiếm 18,8%;
- Lũ ở Củng Sơn nhỏ gặp lũ Sông Hinh trung bình chiếm 4,3%.



Hình 3.9. Đường quá trình lũ một số năm điển hình

Như vậy, mưa lũ ở trung và hạ lưu lưu vực sông Ba thường khá đồng bộ:

- Khi lũ xuất hiện tại Củng Sơn thì trên các nhánh sông đều có lũ, nhưng quy mô khác nhau;

- Tại Củng Sơn xảy ra các trận lũ lớn và rất lớn, thì trên các nhánh sông khác cũng xảy ra lũ lớn nhất trong năm, trừ năm 1988 lũ xảy ra chủ yếu ở trung và hạ du. Vì vậy, khi lũ lớn và rất lớn tại Củng Sơn thì có khả năng tất cả các nhánh cũng xuất hiện lũ;

- Lũ lớn và rất lớn xảy ra trên nhánh sông Ba tại Ayun Pa thì đồng thời nhánh Ayun cũng xảy ra lũ lớn và rất lớn;

- Lũ trên sông Hinh, Krông H' năng rất đồng bộ với lũ ở Củng Sơn. Khi lũ Củng Sơn ở mức trung bình trở lên thì ở hai nhánh sông cùng xuất hiện lũ.

3.4. Nghiên cứu điều chỉnh nhiệm vụ các hồ chứa và đề xuất phối hợp vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ trên lưu vực sông Ba

Vận hành trong mùa lũ bao gồm các mục tiêu: Đảm bảo an toàn công trình, góp phần giảm lũ cho hạ du và đảm bảo hiệu quả phát điện [48]. Tuy nhiên, vấn đề đảm bảo an toàn công trình có liên quan đến kết cấu công trình thủy điện, hồ chứa, lũ thiết kế... và được đề cập trong quy trình vận hành đơn hồ, nên không đặt ra mục tiêu nghiên cứu trong luận án này. Do vậy, mục tiêu vận hành mùa lũ đặt ra trong luận án chỉ là vận hành cắt giảm lũ cho hạ du, đảm bảo an toàn cho hạ du (không gia tăng lũ), đảm bảo hiệu quả phát điện trong mùa lũ và tích nước cuối mùa lũ đảm bảo nước cấp cho mùa cạn.

3.4.1. Đề xuất nguyên tắc cắt giảm lũ hệ thống liên hồ, đảm bảo an toàn hạ du và đảm bảo hiệu quả phát điện của các hồ

Theo thiết kế các hồ không có dung tích phòng lũ, nên để có thể cắt giảm lũ cho hạ du thì hệ thống các hồ bắt buộc phải tạo dung tích để chứa lũ trong phần dung tích hữu ích. Vấn đề là việc tạo dung tích này khi nào, bao nhiêu cho từng hồ và sử dụng dung tích đó thế nào khi tham gia cắt giảm lũ cho hạ du.

Có hai cách tạo dung tích chứa lũ là:

- Trước mùa lũ các hồ dành sẵn dung tích và duy trì trong suốt mùa lũ, đây chính là phương thức phòng lũ

- Hồ xả nước tạo dung tích trước mỗi trận lũ, đây là phương thức đón lũ.

Tùy từng đặc điểm của từng hồ, đặc điểm thủy văn hạ lưu và mối liên hệ giữa xả nước với đặc tính lũ của lưu vực mà việc tạo dung tích chứa lũ cần nghiên cứu xem xét để quy định cho từng hồ theo các cách thức riêng.

3.4.1.1. Xác định nguyên tắc cắt giảm lũ hệ thống liên hồ

Để xả nước tạo dung tích chứa lũ không gây ảnh hưởng tiêu cực đến hạ du, không gây lũ lớn hơn, cần thiết phải khống chế mực nước tại các điểm kiểm soát có quy định mực nước ứng với các cấp báo động lũ. Như đã trình bày ở trên, khi mực nước tại các điểm kiểm soát vượt BĐI, nước lũ sẽ có ảnh hưởng đến vùng bãi gần bờ sông. Như vậy, để các hồ xả nước không gây ảnh hưởng tiêu cực đến hạ du, tác giả đề xuất chọn mực nước tại điểm kiểm soát ứng với BĐI làm tiêu chuẩn cho các hồ xả nước tạo dung tích chứa lũ.

Hoạt động xả của cụm hồ An Khê - Ka Nak ảnh hưởng trực tiếp đến mực nước tại trạm thủy văn An Khê (đại diện vùng ngập thị xã An Khê); của hồ Ayun Hạ ảnh hưởng trực tiếp đến mực nước tại trạm thủy văn Ayun Pa (đại diện vùng ngập thung lũng Ayun Pa - Cheo Reo - Phú Túc); của hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh ảnh hưởng trực tiếp đến mực nước tại trạm thủy văn Củng Sơn và Phú Lâm (đại diện vùng ngập đồng bằng hạ lưu sông Ba).

Do vậy, để xác định mức xả nước của các hồ không gây ảnh hưởng lớn đến hạ du, cần phải phân tích, so sánh trạng thái mực nước chân lũ tại các điểm kiểm soát với mực nước ứng với các cấp báo động lũ theo các mức xả khác nhau của hồ, từ đó đánh giá ảnh hưởng của lượng xả đến mực nước hạ lưu và đưa ra cơ sở để lựa chọn dung tích chứa lũ của các hồ. Mực nước chân lũ thực đo tại 1 trạm thủy văn sẽ dao động trong một khoảng giá trị. Để có cơ sở xác định, đánh

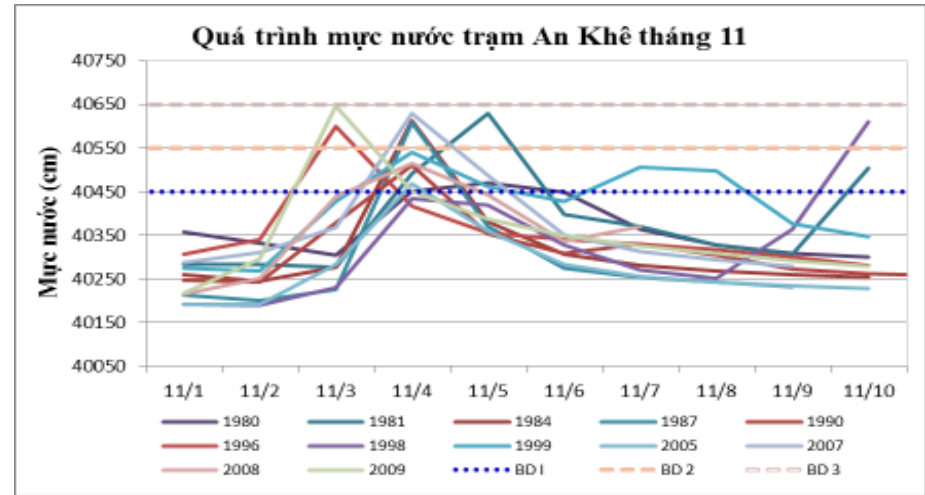
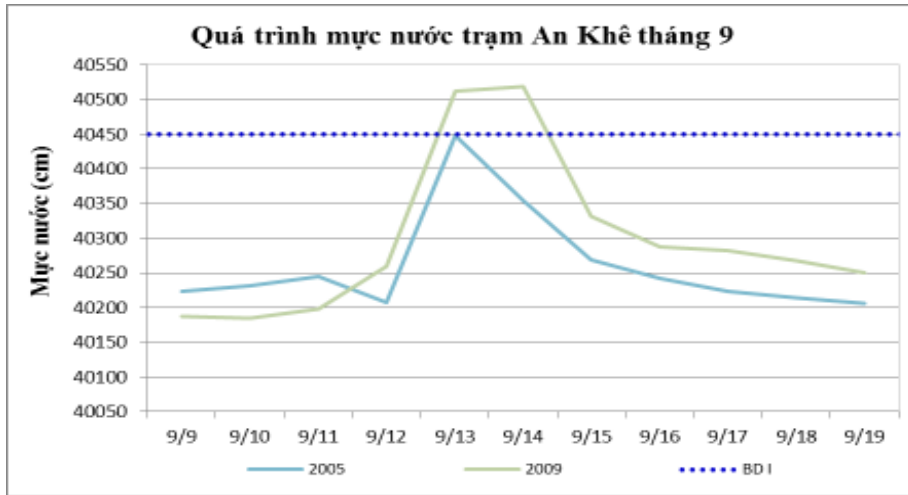
giá sự gia tăng mực nước từ trạng thái mực nước hiện tại đến mực nước nào đó (mực nước ứng với cấp báo động lũ), tác giả phân định trạng thái mực nước thực đo thành các mức mực nước chân lũ thấp và cao tương ứng với giá trị thấp nhất, cao của tổng hợp mực nước các chân lũ của các con lũ. Mực nước chân lũ trung bình bằng giá trị trung bình của giá trị mực nước thấp nhất và cao. Giá trị mực nước chân lũ được sử dụng để phân tích là giá trị mực nước thực đo trung bình ngày tại các trạm thủy văn.

Chồng chập quá trình các trận lũ (chọn tương đồng thời gian bắt đầu xuất hiện lũ từ 1 đến 3 ngày) cùng xuất hiện trong tháng (tháng 9, 10, 11 và 12) để phân tích biến động mực nước từ chân các trận lũ đến mực nước cấp BĐI để đưa ra cơ sở về vận hành xả lũ tạo dung tích của các hồ. Cụ thể như sau:

- Tại trạm thủy văn An Khê: Mực nước chân lũ tại trạm An Khê trong các tháng mùa lũ thay đổi từ 401,69m đến 402,86m, thấp hơn mực nước ứng với BĐI từ 1,64m đến 2,81m. Do vậy, cụm hồ Ka Nak - An Khê được phép xả nước tạo dung tích chứa lũ sao cho mực nước tại trạm An Khê tăng thêm trong khoảng từ 1,64m đến 2,81m tùy thuộc vào trạng thái mực nước chân lũ (Hình 3.10).

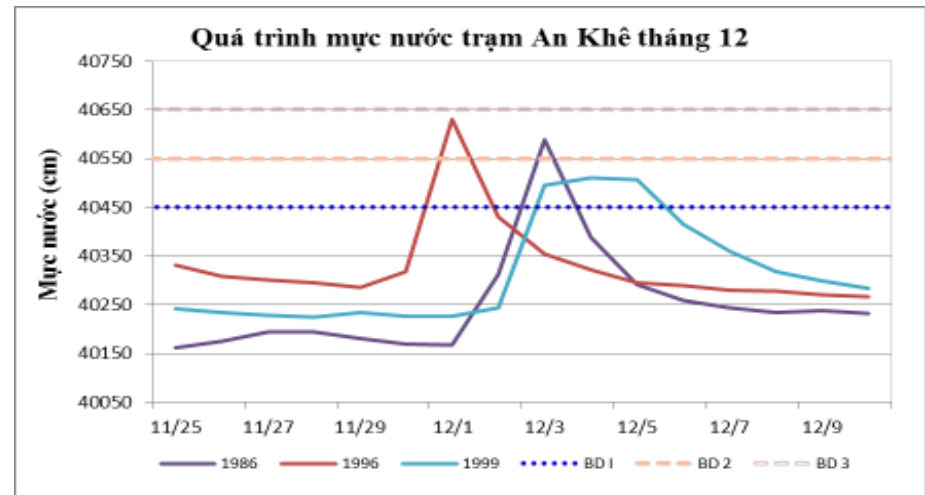
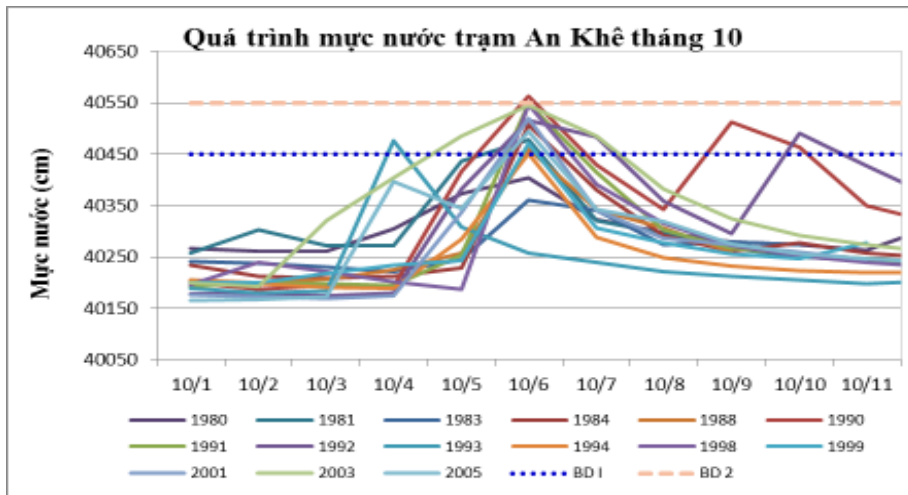
- Tại trạm thủy văn Ayun Pa: Mực nước chân lũ tại trạm Ayun Pa trong các tháng mùa lũ thay đổi từ 150,6m đến 152m, thấp hơn mực nước BĐI từ 1,5m đến 3m (Hình 3.11). Do vậy, hồ Ayun Hạ được phép xả nước tạo dung tích chứa lũ sao cho mực nước tại trạm Ayun Pa tăng thêm từ 1,5m đến 3m tùy thuộc vào trạng thái mực nước chân lũ.

- Tại trạm thủy văn Củng Sơn: Mực nước chân lũ tại trạm Củng Sơn trong các tháng mùa lũ thay đổi từ 27,5m đến mực nước ứng với BĐI=29,5m (Hình 3.12). Do vậy, cụm hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh chỉ được phép xả nước tạo dung tích chứa lũ sao cho mực nước tại trạm Củng Sơn tăng thêm tối đa là 2,5m.



Tháng 9

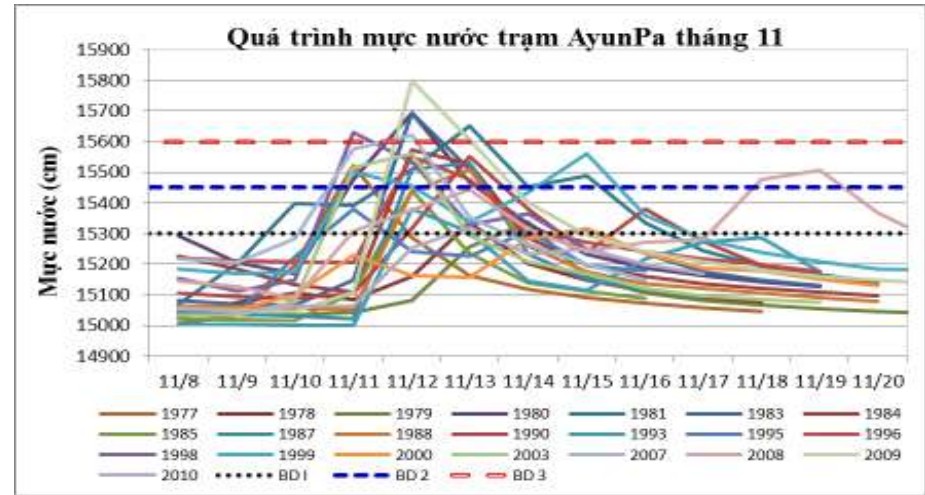
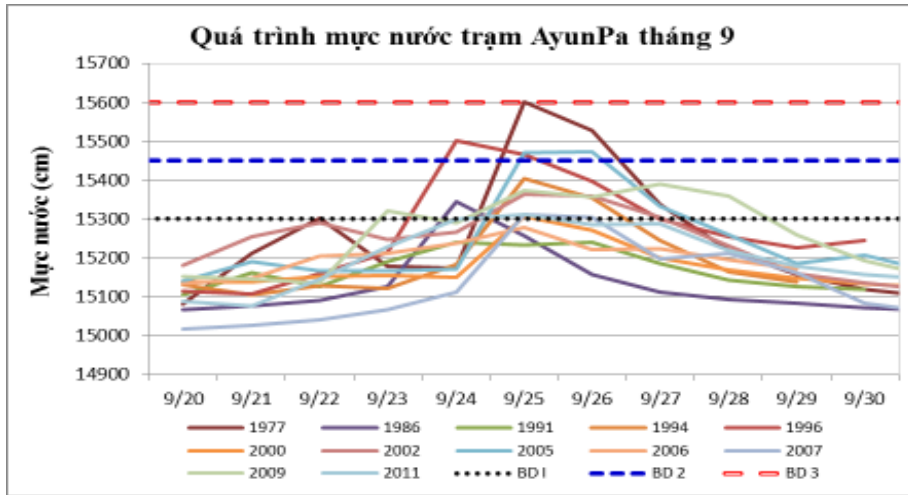
Tháng 11



Tháng 10

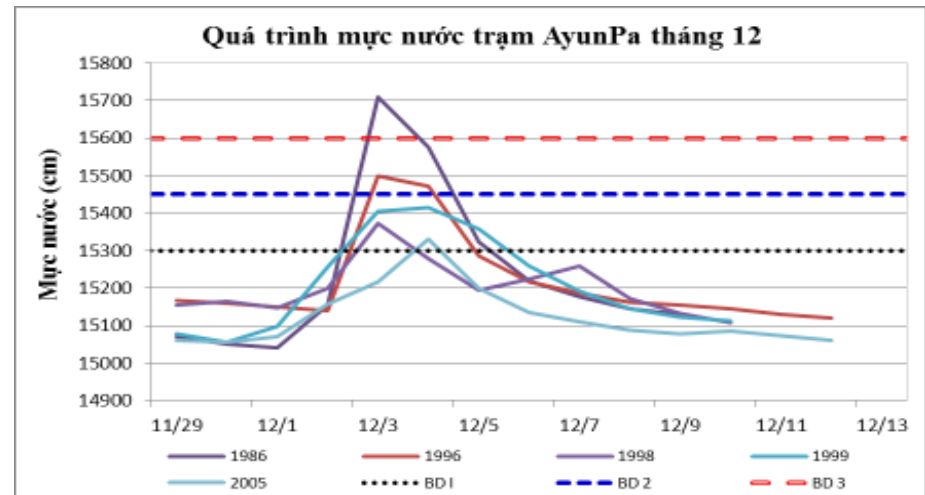
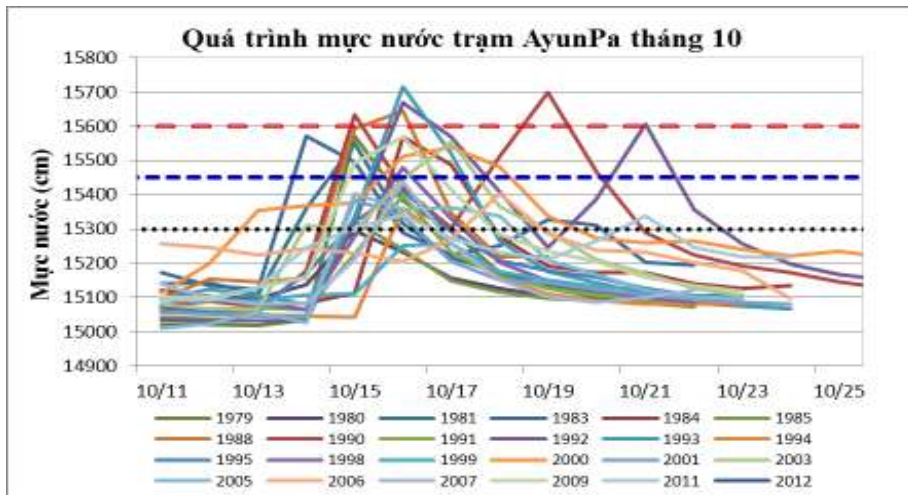
Tháng 12

Hình 3.10. Quá trình mực nước trung bình ngày chồng chập tại trạm An Khê



Tháng 9

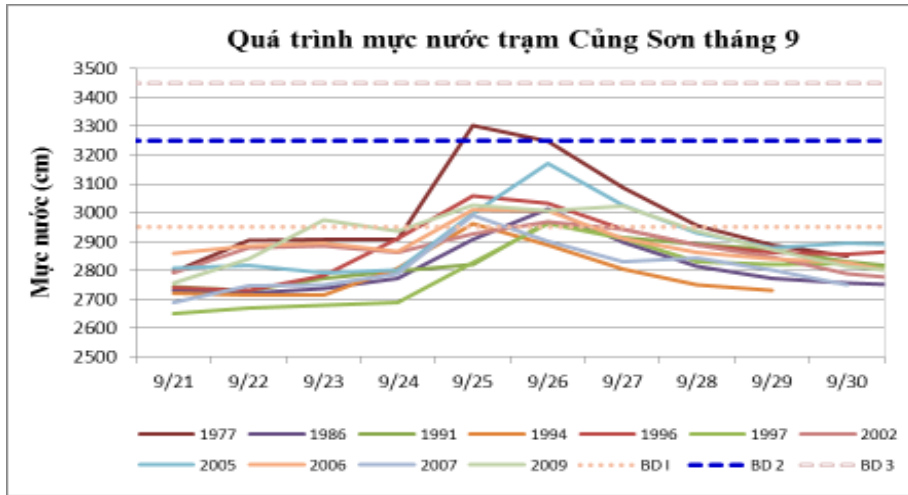
Tháng 11



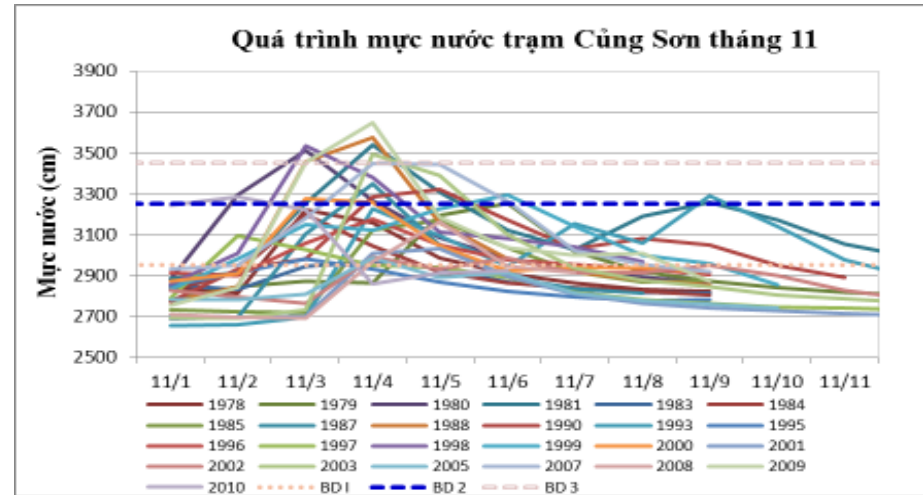
Tháng 10

Tháng 12

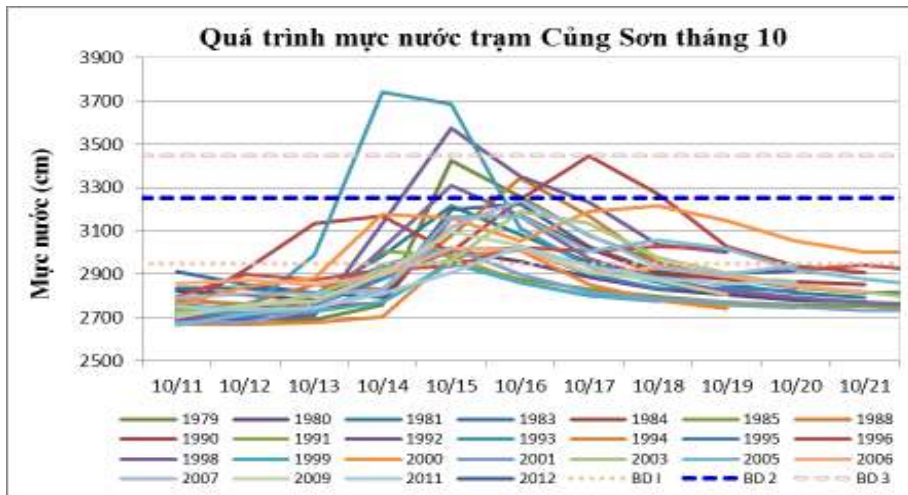
Hình 3.11. Quá trình mực nước trung bình ngày chong chập tại trạm Ayun Pa



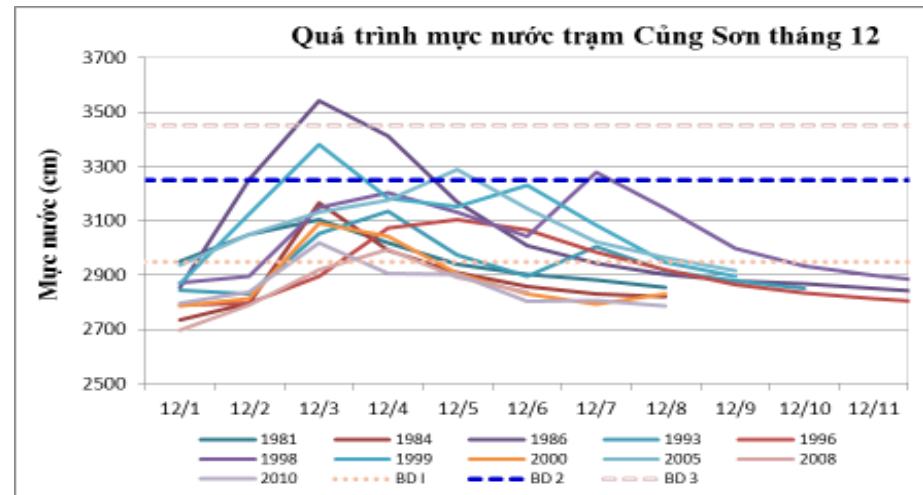
Tháng 9



Tháng 11



Tháng 10



Tháng 12

Hình 3.12. Quá trình mực nước trung bình ngày chông chập tại trạm Củng Sơn

Giá trị mực nước chân lũ và khoảng mực nước được phép gia tăng từ mực nước chân lũ đến mực nước BĐI tại các điểm kiểm soát là cơ sở để xác định dung tích chứa lũ của các hồ. Từ lưu lượng xả hồ và đường quan hệ $Q \sim H$ tại điểm kiểm soát sẽ xác định được mực nước, lưu lượng gia tăng cho phép mà không ảnh hưởng đến hạ du. Để quá trình xả nước/gia tăng xả nước không ảnh hưởng đến hạ du, luận án đề xuất các hồ xả nước tuần tự trong khoảng thời gian đầu (6 - 12 tiếng) để không gây thay đổi đột ngột mực nước tại hạ du hồ xả nước. Khi mực nước điểm kiểm soát đạt đến ngưỡng BĐI, hồ tiếp tục duy trì xả nước trong vòng 12-18 tiếng (phát điện hoặc xả qua cửa xả) với lưu lượng cho phép (lưu lượng ứng với ngưỡng mực nước BĐI) sẽ không gây ảnh hưởng đến hạ du nhằm tạo dung tích chứa lũ (Hình 3.13 minh họa quá trình xả nước tạo dung tích cắt giảm lũ của các hồ).

Kết quả phân tích, đánh giá như sau:

- Tại trạm An Khê: Để gia tăng mực nước từ 401,69m, 402,27m và 402,86m (ứng với mực nước chân lũ thấp, trung bình và cao) đến mực nước BĐI thì lưu lượng được phép gia tăng tương ứng là $467\text{m}^3/\text{s}$, $452\text{m}^3/\text{s}$ và $391\text{m}^3/\text{s}$ (Bảng 3.9).

- Tại trạm Ayun Pa: Để gia tăng mực nước từ 150,62m, 151,39m và 152,0m (ứng với mực nước chân lũ thấp, trung bình và cao) đến mực nước BĐI thì lưu lượng được phép gia tăng tương ứng là $1014\text{m}^3/\text{s}$, $794\text{m}^3/\text{s}$ và $549\text{m}^3/\text{s}$ (Bảng 3.10).

Giá trị lưu lượng được phép xả gia tăng của hồ Ka Nak và Ayun Hạ là khá lớn so với lưu lượng phát điện, lưu lượng xả của hồ và lưu lượng đến hồ, nên quá trình xả nước tạo dung tích chứa lũ của 2 hồ này có ý nghĩa và khả thi.

- Tại trạm Củng Sơn: Để gia tăng mực nước từ 27,5m, 28,6m và 29m (ứng với mực nước chân lũ thấp, trung bình và cao) đến mực nước BĐI thì lưu lượng được phép gia tăng tương ứng là $1.016\text{m}^3/\text{s}$, $618\text{m}^3/\text{s}$ và $322\text{m}^3/\text{s}$ (Bảng 3.11),

lưu lượng được phép gia tăng nhỏ so với lưu lượng nền và lưu lượng xả phát điện cũng như lưu lượng mở cửa xả lũ của tổng 2 hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh. Do đó, cụm hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh, không thể xả nước để dành dung tích chứa lũ theo từng trận lũ xảy ra hay hồ này không đóng vai trò đón lũ.

Bảng 3.9. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm An Khê

TT	Mức	Mực nước	Chênh lệch mực nước so với BĐI	Chênh lệch mực nước so với mức giữa BĐI và BĐII	Chênh lệch mực nước so với BĐII	Lưu lượng tương ứng tại An Khê
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)
1	BĐIII	406,5				1247,1
2	BĐII	405,5				849,2
3	BĐI - BĐII	405				678,5
4	BĐI	404,5				526,5
5	Chân lũ cao	402,86	1,64	2,14	2,64	136
6	Chân lũ trung bình	402,27	2,23	2,73	3,23	75
7	Chân lũ thấp	401,69	2,81	3,31	3,81	60

Bảng 3.10. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm Ayun Pa

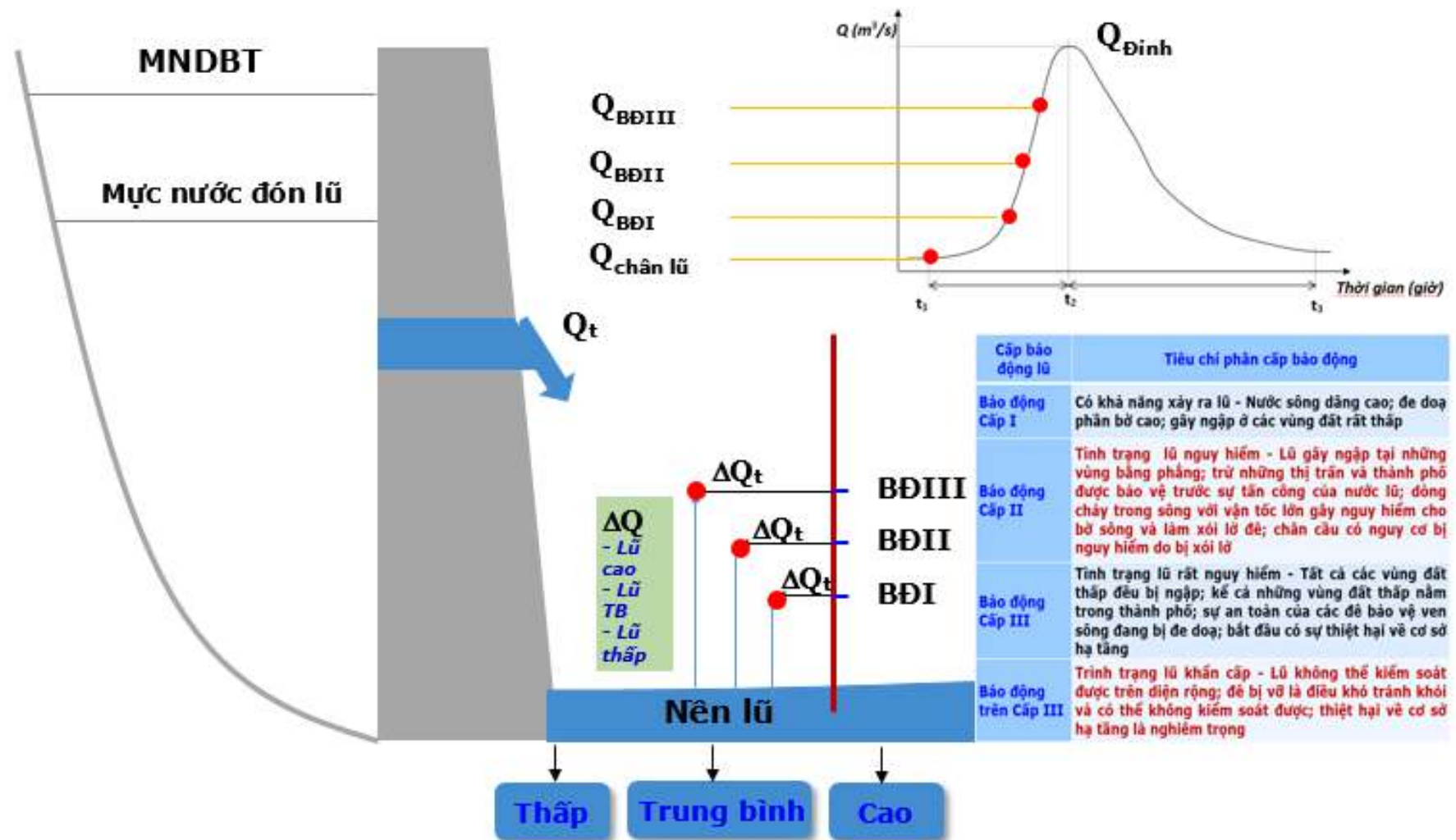
TT	Mức	Mực nước	Chênh lệch mực nước so với BĐI	Chênh lệch mực nước so với mức giữa BĐI và BĐII	Chênh lệch mực nước so với BĐII	Lưu lượng tương ứng tại Ayun Pa
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)
1	BĐIII	156,00				3715
2	BĐII	154,50				2368
3	BĐI - BĐII	154,00				1955
4	BĐI	153,00				1234
5	Chân lũ cao	152,00	1,00	2,00	2,50	685
6	Chân lũ trung bình	151,39	1,61	2,61	3,11	440
7	Chân lũ thấp	150,62	2,38	3,38	3,88	220

Bảng 3.11. Đặc trưng mực nước, lưu lượng trạm Củng Sơn

TT	Mức	Mực nước	Chênh lệch mực nước so với BĐI	Chênh lệch mực nước so với BĐII	Lưu lượng tại Củng Sơn	Lưu lượng tại Ba Hạ
		(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1	BĐIII	34,5			8.038,5	6.254
2	BĐII	32,5			4.551,5	3.541
3	BĐI - BĐII	31			2.711,2	2.109
4	BĐI	29,5			1.426,7	1.110
5	Chân lũ cao	29	0,5	3,5	1.105,2	860
6	Chân lũ trung bình	28,6	0,9	3,9	882,2	686
7	Chân lũ thấp	27,5	2	5	410,0	319

Như vậy, trong vận hành mùa lũ, hệ thống các hồ được đề xuất tạo dung tích chứa lũ theo 2 phương thức khác nhau:

- Hồ Ka Nak và Ayun Hạ có thể duy trì mực nước cao trong mùa lũ và sẽ xả nước tạo dung tích đón lũ khi có dự báo xuất hiện lũ trên lưu vực;
- Các hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh phải dành dung tích phòng lũ trước mỗi mùa lũ.



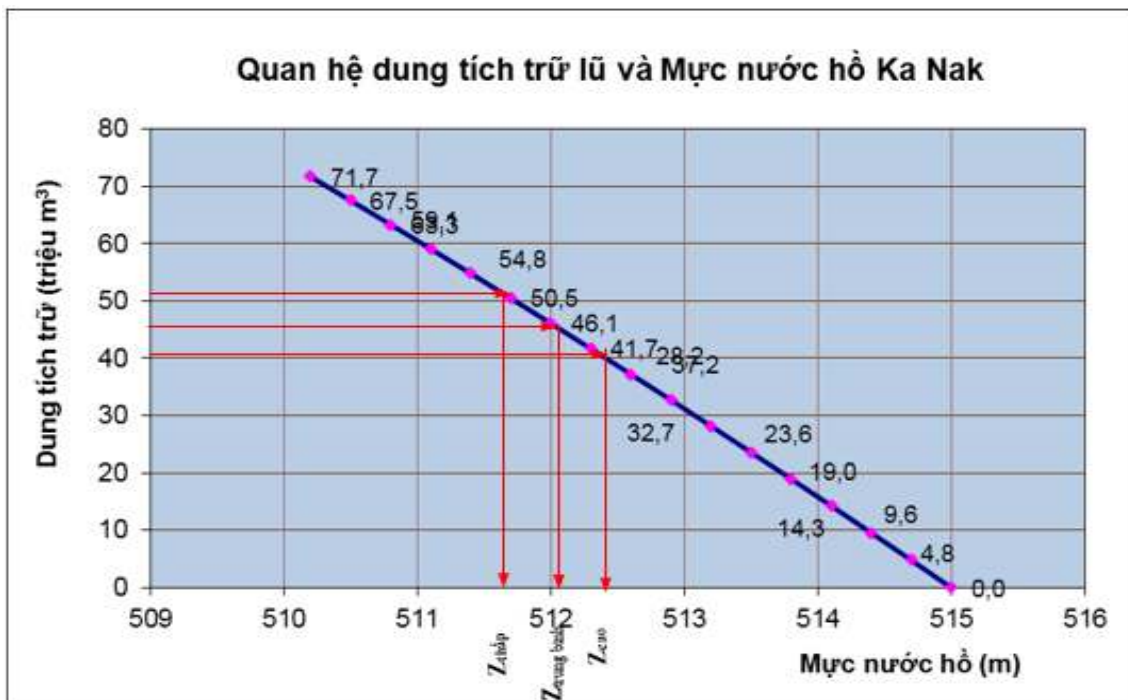
Hình 3.13. Sơ đồ minh họa xác định nguyên tắc vận hành xả nước tạo dung tích cắt lũ của các hồ

3.4.1.2. Đề xuất dung tích chứa lũ của các hồ

Bước tiếp theo sau khi xác định được nguyên tắc tạo dung tích chứa lũ của từng hồ là xác định mực nước cần hạ thấp để đón/phòng lũ của các hồ.

1. Hồ Ka Nak: Phân tích mối quan hệ phương án xả nước và chân lũ (Bảng PL 3.4 đến Bảng PL 3.6) để xác định dung tích, mực nước hạ thấp của hồ cho các phương án chân lũ khác nhau (Bảng 3.12, Bảng PL 3.13, Hình 3.14). Kết quả như sau:

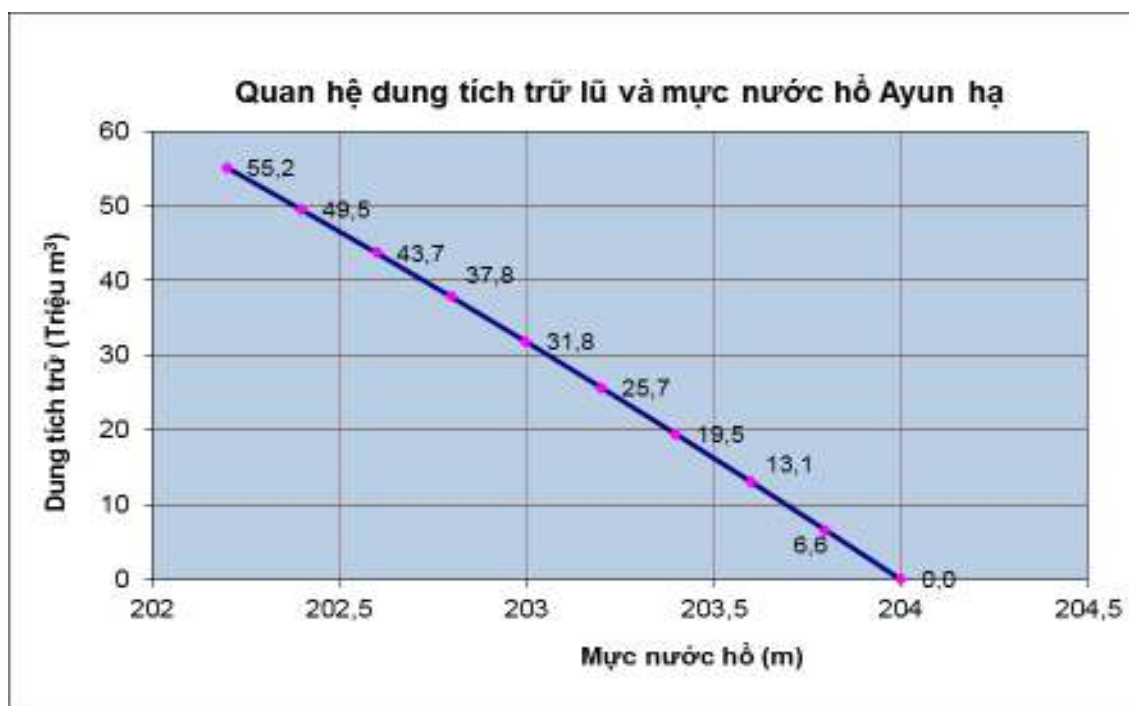
- Ứng với phương án chân lũ thấp, dung tích hạ thấp được của hồ Ka Nak dao động từ khoảng 48 triệu m³ đến 51 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 511,8m.
- Ứng với phương án chân lũ trung bình, dung tích hạ thấp được của hồ Ka Nak dao động từ khoảng 47 triệu m³ đến 50 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 512,0m.
- Ứng với phương án chân lũ cao, dung tích hạ thấp được của hồ Ka Nak dao động từ khoảng 38 triệu m³ đến 43 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 513,0m.



Hình 3.14. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Ka Nak

2. Hồ Ayun Hạ: Phân tích mối quan hệ phương án xả nước và chân lũ (Bảng PL 3.7 đến Bảng PL 3.9) để xác định dung tích, mực nước hạ thấp của hồ cho các phương án chân lũ khác nhau (Bảng 3.13, Bảng PL 3.13, Hình 3.15). Kết quả như sau:

- Ứng với phương án chân lũ thấp, dung tích hạ thấp được của hồ Ayun Hạ dao động từ khoảng 31,8 triệu m³ đến 34,7 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 203,0m.
- Ứng với phương án chân lũ trung bình, dung tích hạ thấp được của hồ Ayun Hạ dao động từ khoảng 25 triệu m³ đến 27 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 203,2m.
- Ứng với phương án chân lũ cao, dung tích hạ thấp được của hồ Ayun Hạ dao động từ khoảng 16,8 triệu m³ đến 18,3 triệu m³, mực nước hạ thấp được đến 203,5m.



Hình 3.15. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Ayun Hạ

Bảng 3.12. Bảng tổng hợp xả hồ Ka Nak

Bước độ mở	Số giờ mở để đạt BDI			Dung tích mở dần ứng với độ mở khác nhau đến mức BDI			Dung tích hạ thấp trong 24 giờ		
	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao
(m)	(Giờ)	(Giờ)	(Giờ)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)
0,5	7	7	6	9,2	9,1	6,9	48,1	47,1	43,2
1,0	5	5	4	6,6	6,6	4,3	50,1	49,0	41,0
1,5	4	4	3	5,3	5,2	3,0	51,1	50,0	38,3

Bảng 3.13. Bảng tổng hợp xả hồ Ayun Hạ

Bước độ mở	Số giờ mở để đạt BDI			Dung tích mở dần ứng với độ mở khác nhau đến mức BDI			Dung tích hạ thấp trong 24 giờ		
	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao	PA chân lũ thấp	PA chân lũ TB	PA chân lũ cao
(m)	(Giờ)	(Giờ)	(Giờ)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)	(Triệu m ³)
0,5	11	8	5	10,1	5,5	2,3	31,8	25,0	16,8
1,0	8	6	4	7,4	4,2	1,9	34,7	27,0	18,3
1,5	6	4	3	5,3	2,4	1,3	34,2	22,9	16,8

Trong nghiên cứu xả nước tạo dung tích chứa lũ của các hồ đã xem xét ràng buộc mực nước tại điểm kiểm soát nhỏ hơn BDI, đây là điều kiện đảm bảo an toàn hạ du trong quá trình xả nước tạo dung tích chứa lũ. Nên luận án đề xuất mực nước hạ thấp nhất của các hồ Ka Nak và Ayun Hạ là phương án ứng với việc hồ xả khi mực nước nền lũ thấp. Như vậy, hồ Ka Nak được phép xả tạo dung tích chứa lũ đến cao trình 511,8m (tương ứng với dung tích chứa lũ là 48 triệu m³), hồ Ayun Hạ đến cao trình 203,0m (tương ứng với dung tích chứa lũ là 32 triệu m³).

3. Cụm hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh và Krông H'nh

Các hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh nằm ở thượng lưu trạm Củng Sơn tương ứng là 25 km và 22 km phải dành dung tích trữ lũ ngay từ đầu mùa lũ. Về nguyên tắc dung tích này càng lớn thì hiệu quả cắt giảm lũ càng cao, tuy nhiên để không ảnh hưởng quá lớn đến hiệu quả sử dụng nước, phát điện thì dung tích xả để chứa lũ phải được bù đầy trong thời gian cuối mùa lũ và trong mùa lũ ưu tiên các hồ phát được lưu lượng lớn nhất qua tua bin, trường hợp thiếu nước thì với lưu lượng đảm bảo. Khi đó dung tích chứa phục vụ phòng lũ chính bằng dung tích hiệu dụng trừ đi dung tích trữ tối thiểu. Như vậy, dung tích phòng lũ của các hồ thay đổi nghịch với dung tích đề xuất mỗi hồ cần phải trữ trong mùa lũ phục vụ phát điện và cấp nước (dung tích yêu cầu trữ cho phát điện càng lớn thì dung tích dành cho phòng lũ sẽ nhỏ), kết quả tính các phương án dung tích phòng lũ được thể hiện ở Bảng 3.14.

Thực tế hiện nay, dự báo lũ có thời gian dự kiến 24 giờ và nhận định trong 48 giờ [46, 52] và kế hoạch sử dụng nước trong vòng từ 7-10 ngày [47]. Do đó tùy thuộc vào đặc thù của từng hồ, tác giả đề xuất lượng trữ tối thiểu trong hồ phải đảm bảo các hồ phát được tối thiểu 1 -10 ngày.

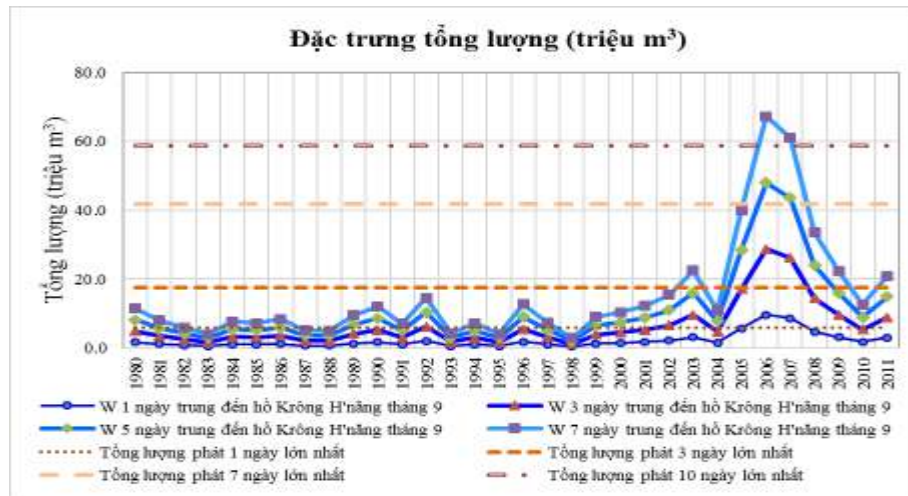
Để có cơ sở lựa chọn dung tích phòng lũ của các hồ, luận án căn cứ vào đặc điểm dung tích, lượng nước đến và lượng phát điện của từng hồ. Dung tích yêu cầu phát điện và dung tích phòng lũ của ba hồ theo các phương án khác nhau

được tính toán xác định trong Bảng 3.14, từ đó xác định số ngày các hồ xả dành dung tích phòng lũ tương ứng ở Bảng 3.15. Ngoài ra để có cơ sở lựa chọn dung tích phòng lũ, luận án còn xem xét khả năng tích bù lại dung tích sau khi phát điện thông qua so sánh, đánh giá tổng lượng nước đến và dung tích yêu cầu phát điện của các hồ (Hình 3.16 đến Hình 3.18). Kết quả tính toán, phân tích cho thấy:

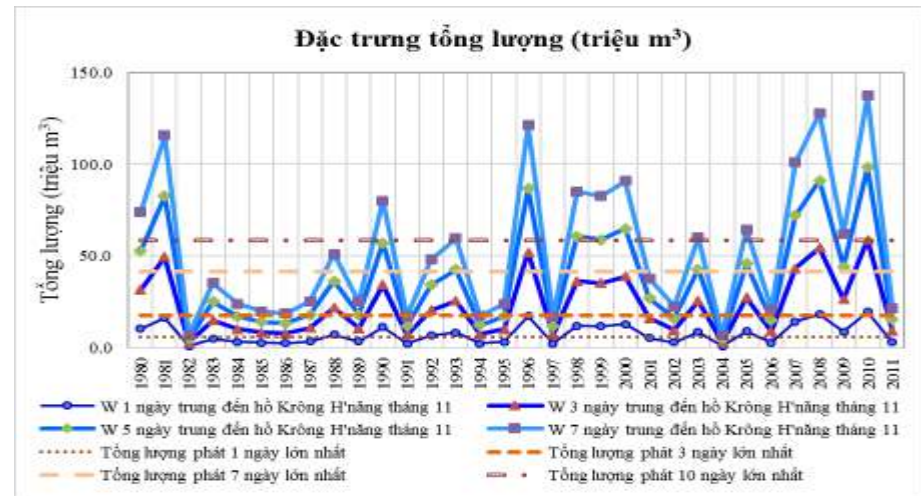
- Đối với hồ Krông H'nh: Khi xét nhu cầu phát với lưu lượng lớn nhất từ 1 đến 5 ngày, thì dung tích dành cho phòng lũ là rất lớn chiếm từ 74% đến 95% dung tích hữu ích. Sông Krông H'nh là 1 nhánh của sông Ba, đổ trực tiếp vào hồ Sông Ba Hạ, nên hiệu quả cắt giảm lũ sẽ không cao, hơn nữa lượng nước đến hồ trong thời gian từ 1 đến 10 ngày so với lượng nước phát điện từ 7 đến 10 ngày là rất nhỏ (hầu hết các năm đều nhỏ hơn nhiều (Hình 3.16)). Với lý do đó luận án đề xuất dung tích phòng lũ của hồ là từ 54 đến 71 triệu m³.

- Đối với hồ Sông Ba Hạ: Nhu cầu phát điện của nhà máy là tương đối lớn, dung tích hữu ích chỉ đáp ứng được nhu cầu phát điện từ 1 đến gần 5 ngày, tương ứng thì dung tích phòng lũ chiếm từ 39% đến 80% dung tích hữu ích. Hồ này nằm ở hạ lưu dòng chính sông Ba nên lượng nước đến hồ là khá lớn so với nhu cầu phát điện và sẽ đóng vai trò chính trong phòng lũ. Do vậy, luận án đề xuất dung tích phòng lũ của hồ từ 98 đến 132 triệu m³.

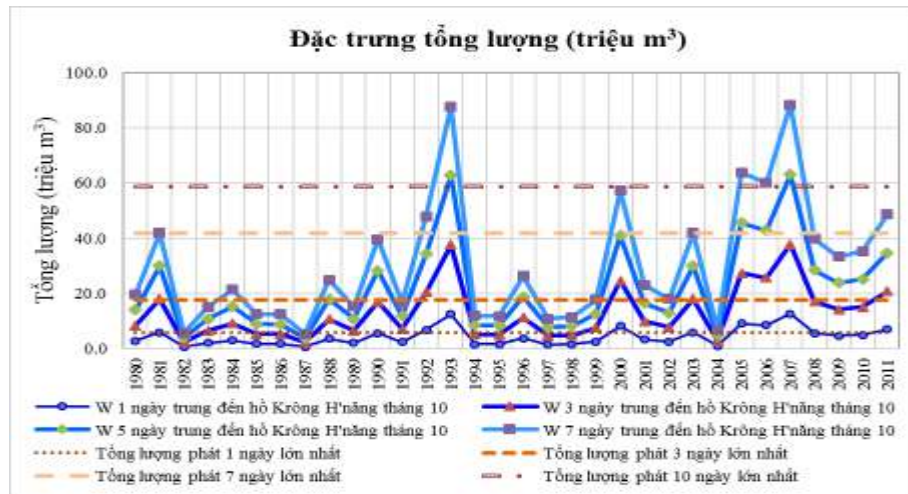
- Đối với hồ Sông Hinh: Nằm trên sông Hinh là dòng nhánh sông Ba, hồ đóng vai trò song song với hồ Sông Ba Hạ trong phòng lũ, hơn nữa theo phân tích tổ hợp dòng chảy lũ, khả năng suất hiện lũ lớn so với Củng Sơn là rất lớn, nên hồ cũng có vai trò lớn cùng hồ Sông Ba Hạ cắt giảm lũ cho hạ du. Hồ với dung tích lớn nhất trong lưu vực, có thể sử dụng để phát điện hơn 2 tháng (Bảng 3.14), trong khi lượng nước đến hồ trong các tháng mùa lũ khá lớn so với tổng lượng yêu cầu phát điện tương ứng. Do vậy, với hồ Sông Hinh, cho phép lựa chọn dung tích phòng lũ trong khoảng dao động lớn, từ 100 đến 318 triệu m³.



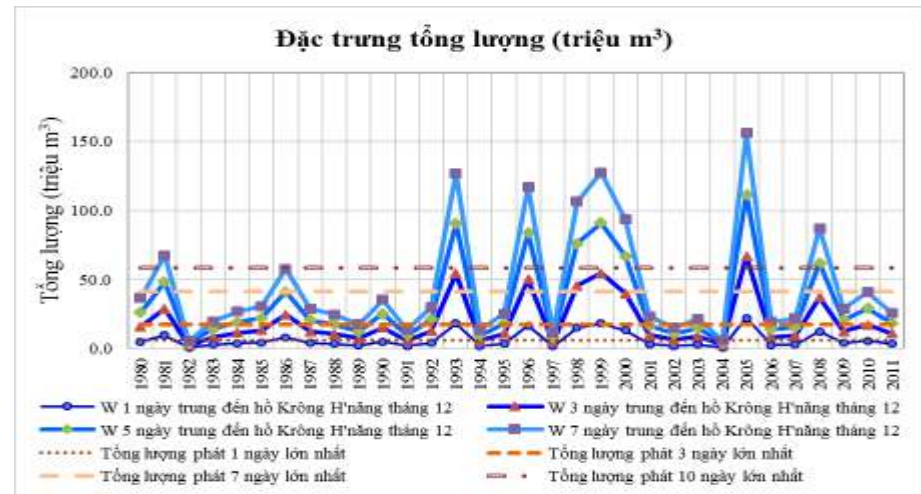
Tháng 9



Tháng 11

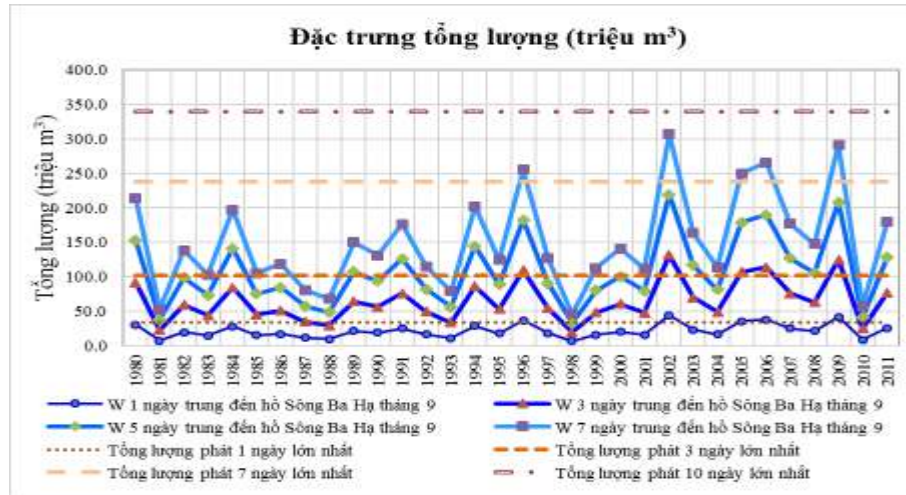


Tháng 10

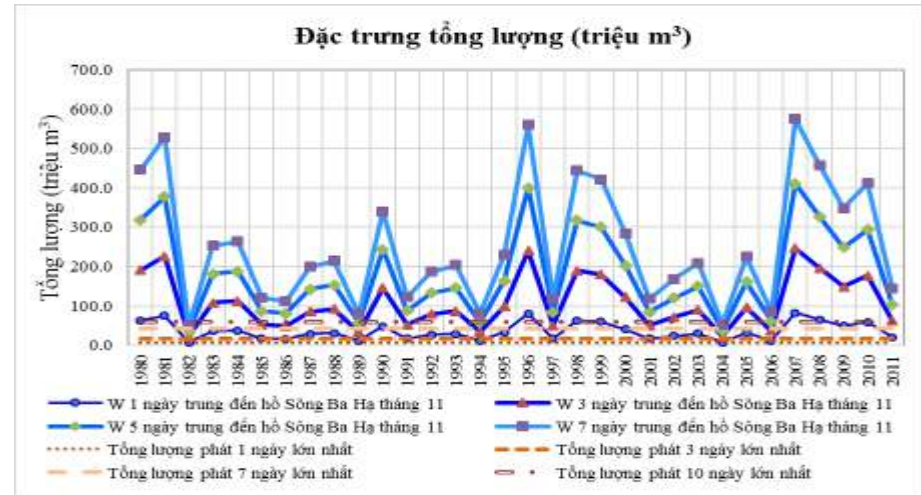


Tháng 12

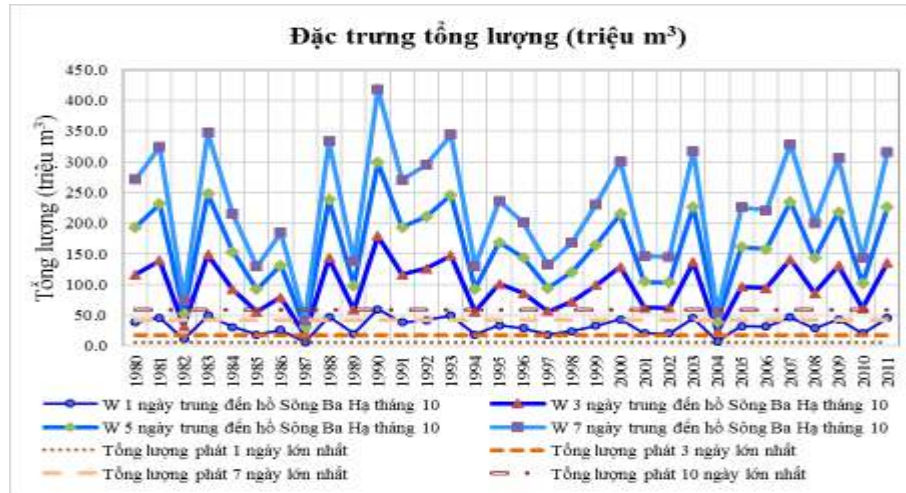
Hình 3.16. Tổng lượng nước đến và nhu cầu phát điện hồ Krông H' năng



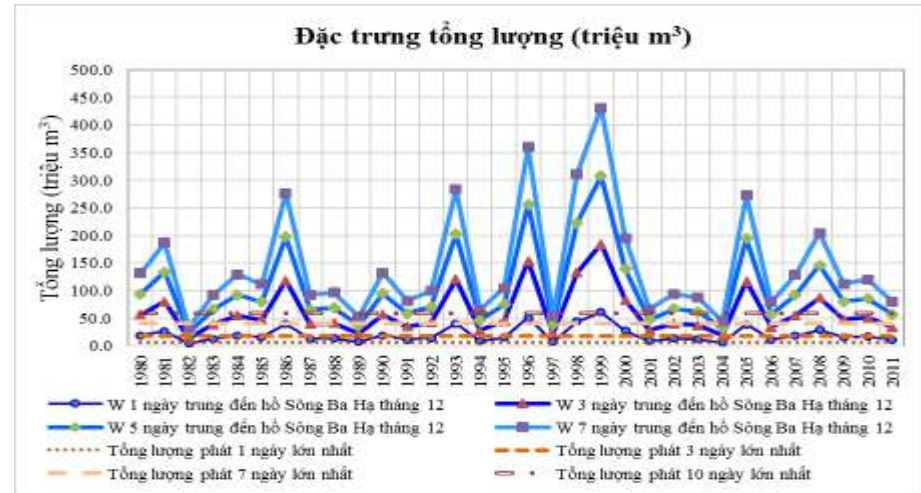
Tháng 9



Tháng 11

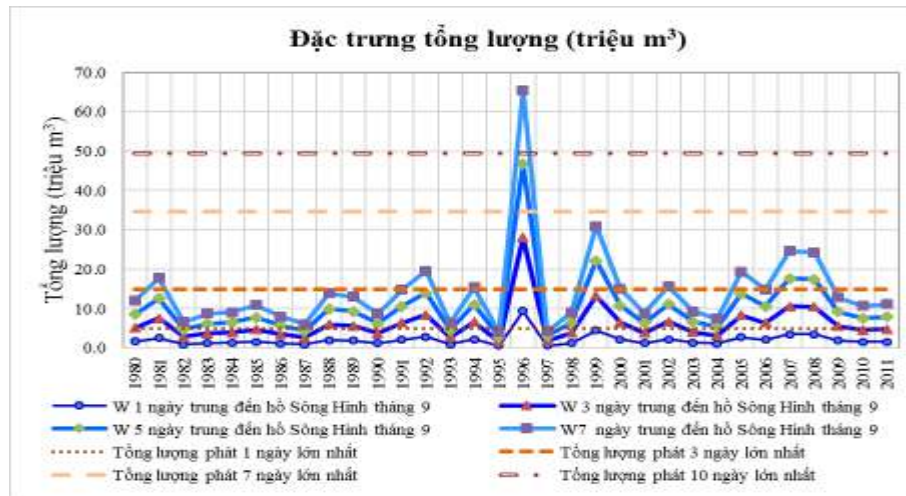


Tháng 10

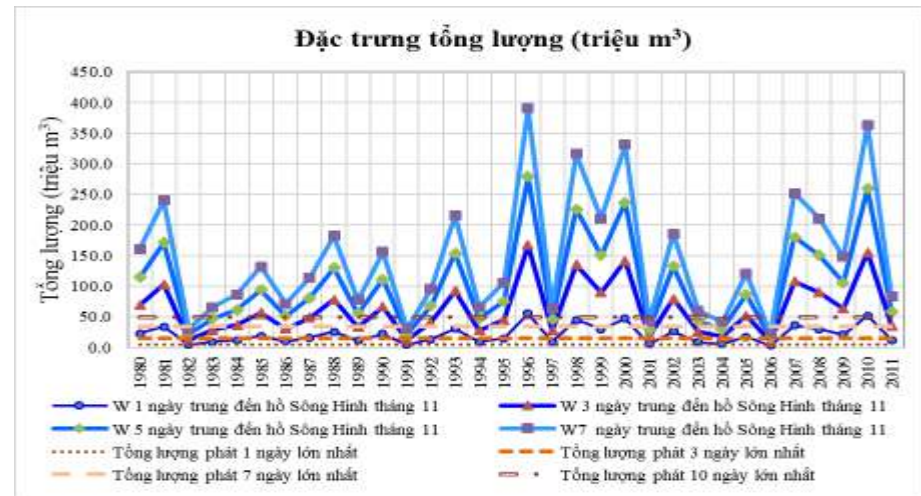


Tháng 12

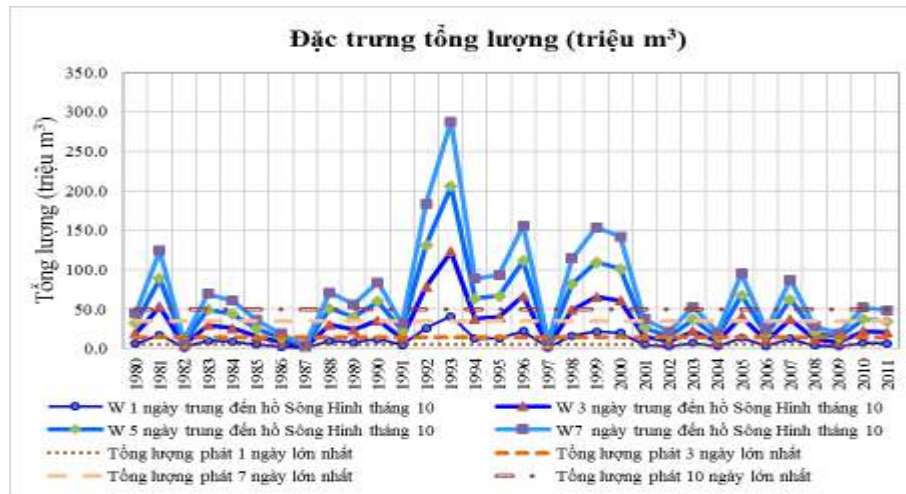
Hình 3.17. Tổng lượng nước và nhu cầu phát điện hồ Sông Ba Hạ



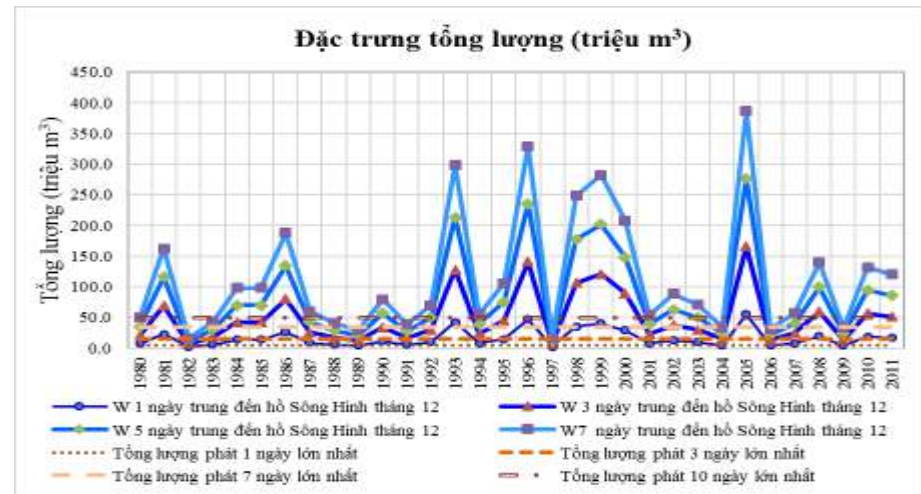
Tháng 9



Tháng 11



Tháng 10



Tháng 12

Hình 3.18. Tổng lượng nước đến và nhu cầu phát điện hồ Sông Hinh

Bảng 3.14. Dung tích yêu cầu phát điện và dung tích cần xả để phòng lũ của các hồ

Số ngày	1	2	3	4,8	5	7	10	19	30	45	65
Hồ KrôngH'nh											
Dung tích yêu cầu phát điện (Triệu m3)	5,9	11,8	17,6	28,2	29,4	41,1	58,8	111,6			
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	106,4	100,5	94,7	84,1	82,9	71,2	53,5	0,7			
Tỷ lệ dung tích phòng lũ so với dung tích hữu ích (%)	94,8	89,5	84,3	74,9	73,8	63,4	47,7	0,6			
Hồ Sông Ba Hạ											
Dung tích yêu cầu phát điện (Triệu m3)	34,0	67,9	101,9	163,0							
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	131,9	98,0	64,0	2,9							
Tỷ lệ dung tích phòng lũ so với dung tích hữu ích (%)	79,5	59,1	38,6	1,8							
Hồ Sông Hinh											
Dung tích yêu cầu phát điện (Triệu m3)	5,0	9,9	14,9	23,8	24,8	34,7	49,5	94,1	148,5	222,8	321,8
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	318,0	313,1	308,1	299,2	298,2	288,3	273,5	228,9	174,5	100,2	1,2
Tỷ lệ dung tích phòng lũ so với dung tích hữu ích (%)	98,5	96,9	95,4	92,6	92,3	89,3	84,7	70,9	54,0	31,0	0,4

Bảng 3.15. Dung tích phòng lũ và số ngày xả phát điện đưa mực nước hồ về mực nước phòng lũ

Hồ KrôngH'nh											
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	106,4	100,5	94,7	84,1	82,9	71,2	53,5	0,7			
Số ngày phải xả để đưa về mực nước phòng lũ	18,1	17,1	16,1	14,3	14,1	12,1	9,1	0,1			
Hồ Sông Ba Hạ											
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	131,9	98,0	64,0	2,9							
Số ngày phải xả để đưa về mực nước phòng lũ	3,9	2,9	1,9	0,1							
Hồ Sông Hinh											
Dung tích phòng lũ (Triệu m3)	318,0	313,1	308,1	299,2	298,2	288,3	273,5	228,9	174,5	100,2	1,2
Số ngày phải xả để đưa về mực nước phòng lũ	64,2	63,2	62,2	60,4	60,2	58,2	55,2	46,2	35,2	20,2	0,2

3.4.1.3. Lựa chọn dung tích đón/phòng lũ của các hồ

Để đề xuất lựa chọn dung tích phòng lũ, luận án xem xét đánh giá thêm hiệu quả sử dụng nước của các hồ thông qua xác định khả năng tích nước cuối mùa lũ. Kết quả phân tích cụ thể như sau:

- Kết quả phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn cho thấy, lũ lớn và mật độ xảy ra dày thường rơi vào tháng 10 và tháng 11. Trong tháng 12 tại hầu hết các tuyến lũ nhỏ chiếm ưu thế, số lượng các trận lũ lớn vượt BĐII, BĐIII ít (Hình 3.1 đến Hình 3.8). Kết quả phân tích thống kê cho thấy:

+ Tại trạm An Khê chỉ có 2 trận lũ lớn hơn BĐII trong tổng số 47 trận lũ lớn hơn BĐI chiếm 3% (Bảng 3.16, Hình 3.22);

+ Tại trạm Ayun Pa chỉ có 3 trận lũ lớn hơn BĐII trong tổng số 83 trận lũ lớn hơn BĐI chiếm 4% (Bảng 3.16, Hình 3.23);

+ Tại trạm Củng Sơn chỉ có 6 trận lũ lớn hơn BĐII trong tổng số 104 trận lũ lớn hơn BĐI chiếm 6% (Bảng 3.16, Hình 3.24).

+ Tại trạm Phú Lâm chỉ có 7 trận lũ lớn hơn BĐII trong tổng số 88 trận lũ lớn hơn BĐI chiếm 8% (Bảng 3.16, Hình 3.25).

Bảng 3.16. Số trận lũ tại các trạm

Trạm	Số trận lũ > BĐI	Số trận lũ tháng 12 > BĐII	Tỷ lệ (%)
An Khê	47	2	3
Ayun Pa	83	3	4
Củng Sơn	104	6	6
Phú Lâm	88	7	8

- Từ năm 2000 đến nay ở hầu hết các trạm mực nước lũ trong tháng 12 không đến BĐII, chỉ có tại Củng Sơn và Phú Lâm, mực nước lũ năm 2000, 2005 vượt không nhiều BĐII (Hình 3.26). Hơn nữa, trên lưu vực sông Ba cũng như hầu hết các lưu vực sông ở Việt Nam, nhu cầu sử dụng nước của các ngành và duy trì dòng chảy trong sông phụ thuộc rất nhiều vào lượng nước các hồ trữ được

trong mùa lũ, trong khi đó dòng chảy mùa lũ và cạn trong các năm gần có xu hướng giảm, hạn hán xảy ra thường xuyên hơn.

Như vậy, để có thể nâng cao hiệu quả tích nước trong mùa lũ nhằm phục vụ cấp nước trong mùa cạn, luận án đề xuất các hồ được phép tích nước từ đầu tháng 12. Trên cơ sở đó phân tích để lựa chọn dung tích đón/phòng lũ của các hồ thông qua so sánh dung tích yêu cầu dung tích phòng lũ (là dung tích cần tích lại cuối mùa lũ) với tổng lượng nước đến hồ từ ngày 1 tháng 12 đến ngày 31 tháng 12 (khoảng thời gian cho phép các hồ tích nước vào cuối mùa lũ). Kết quả tính toán được thể hiện trong các Bảng PL 3.18 đến Bảng PL 3.22 và Hình 3.27 đến Hình 3.31 cho thấy:

Đối với các hồ đón lũ Ka Nak và Ayun Hạ:

- Tổng lượng nước đến hồ Ayun Hạ trong tháng 12 đều lớn hơn giá trị dung tích phòng/đón lũ đề xuất. Nên hồ hoàn toàn có thể tích đầy vào cuối mùa lũ và giá trị mực nước hạ thấp đón lũ đề xuất là phù hợp.

- Tổng lượng nước đến hồ Ka Nak trong tháng 12 có 10/32 năm nhỏ hơn nhiều dung tích đón lũ yêu cầu (chiếm 31% trong tổng số năm không tích đầy được nước cuối mùa lũ), tuy nhiên hồ Ka Nak là hồ điều tiết nhiều năm và chỉ phải xả nước tạo dung tích đón lũ khi có dự báo lũ xảy ra, vì vậy có thể nói đề xuất dung tích đón lũ như vậy là chấp nhận được.

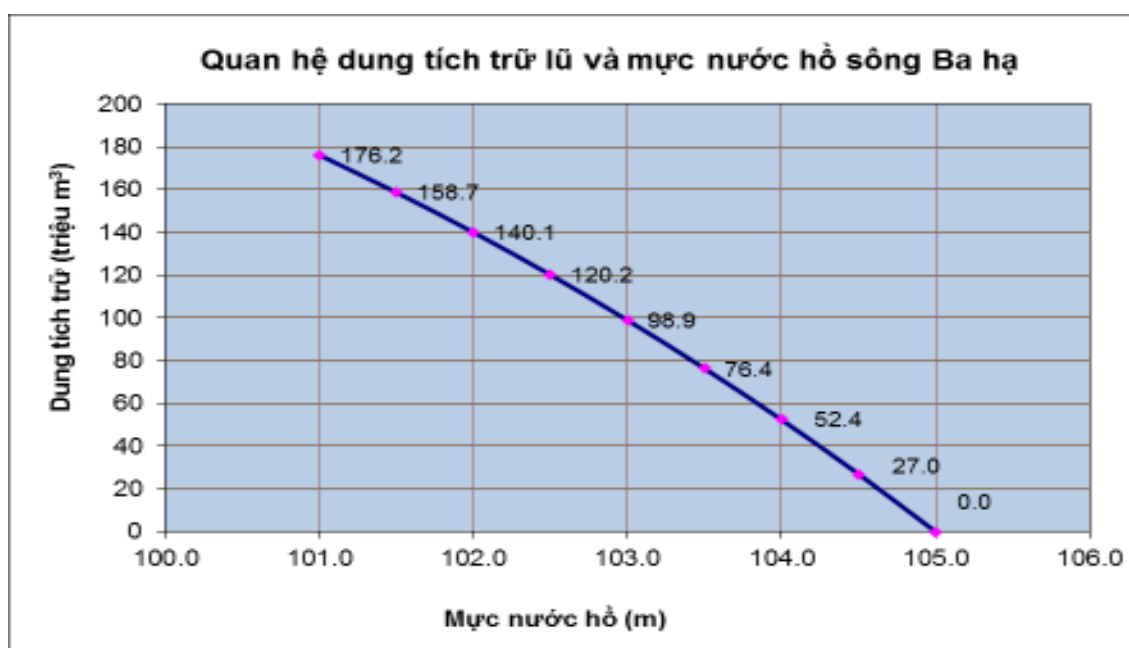
Đối với các hồ phòng lũ Krông H'nh và Sông Ba Hạ và Sông Hinh:

- Có 30/32 năm (chiếm 94%) tổng lượng nước đến hồ Krông H'nh trong tháng 12 lớn hơn giá trị 50 triệu m³. Nên trong các phương án tính toán xác định dung tích phòng lũ, luận án đề xuất lựa chọn dung tích phòng lũ đối với hồ Krông H'nh là 53,5 triệu m³. Để tạo dung tích phòng lũ như quy định trước khi vào đầu mùa lũ hồ cần phát điện với lưu lượng lớn nhất trước 12 ngày đã bao gồm 3 ngày xả tổng lượng dòng chảy đến (Bảng 3.15).

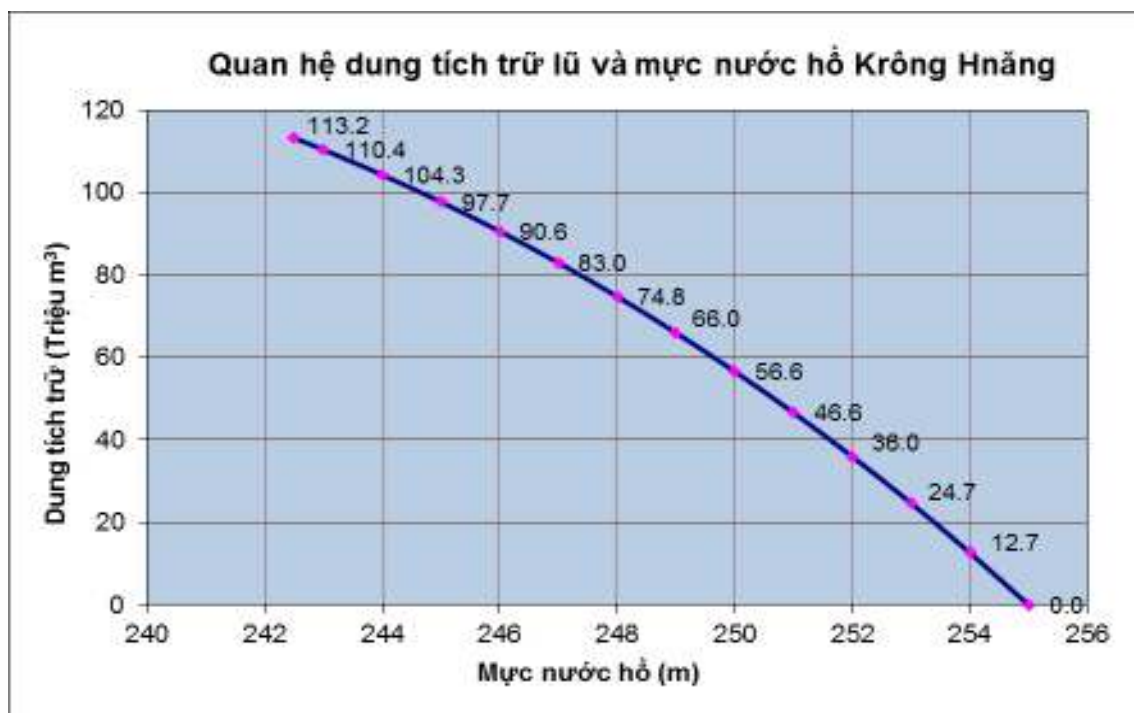
- Tổng lượng nước đến hồ Sông Ba Hạ trong tháng 12 đều lớn hơn giá trị dung tích 100 triệu m³. Nên trong các phương án tính toán xác định dung tích phòng lũ, luận án đề xuất lựa chọn dung tích phòng lũ đối với hồ Sông Ba Hạ là 98 triệu m³. Để tạo dung tích phòng lũ như quy định trước khi vào đầu mùa lũ hồ cần phát điện với lưu lượng lớn nhất trước 8 ngày đã bao gồm 5 ngày xả tổng lượng dòng chảy đến (Bảng 3.15).

- Đối với hồ Sông Hinh: Có 2/32 năm (chiếm 6%) tổng lượng đến hồ tháng 12 nhỏ hơn 125 triệu m³. Mặt khác với dung tích phòng lũ đề xuất hồ cũng không thể cắt hầu hết các con lũ và nhánh sông Hinh không phải là nhánh chính gây ra lũ vùng hạ du, nên để đem lại hiệu quả sử dụng nước luận án đề xuất giá trị dung tích yêu cầu phòng lũ trong mùa lũ là 100 triệu m³. Để tạo dung tích phòng lũ như quy định trước khi vào đầu mùa lũ hồ cần phát điện với lưu lượng lớn nhất trước 22 ngày đã bao gồm 2 ngày xả tổng lượng dòng chảy đến (Bảng 3.15).

Từ quan hệ dung tích trữ mà mực nước của từng hồ (Hình 3.19 đến Hình 3.21) và dung tích trữ lũ đề xuất xác định được cao trình mực nước các hồ cần xả dành dung tích phòng lũ: Hồ Krông H' năng xả về cao trình 250,2m; hồ Sông Ba Hạ xả về cao trình 103m và hồ Sông Hinh xả về cao trình 206,2m.



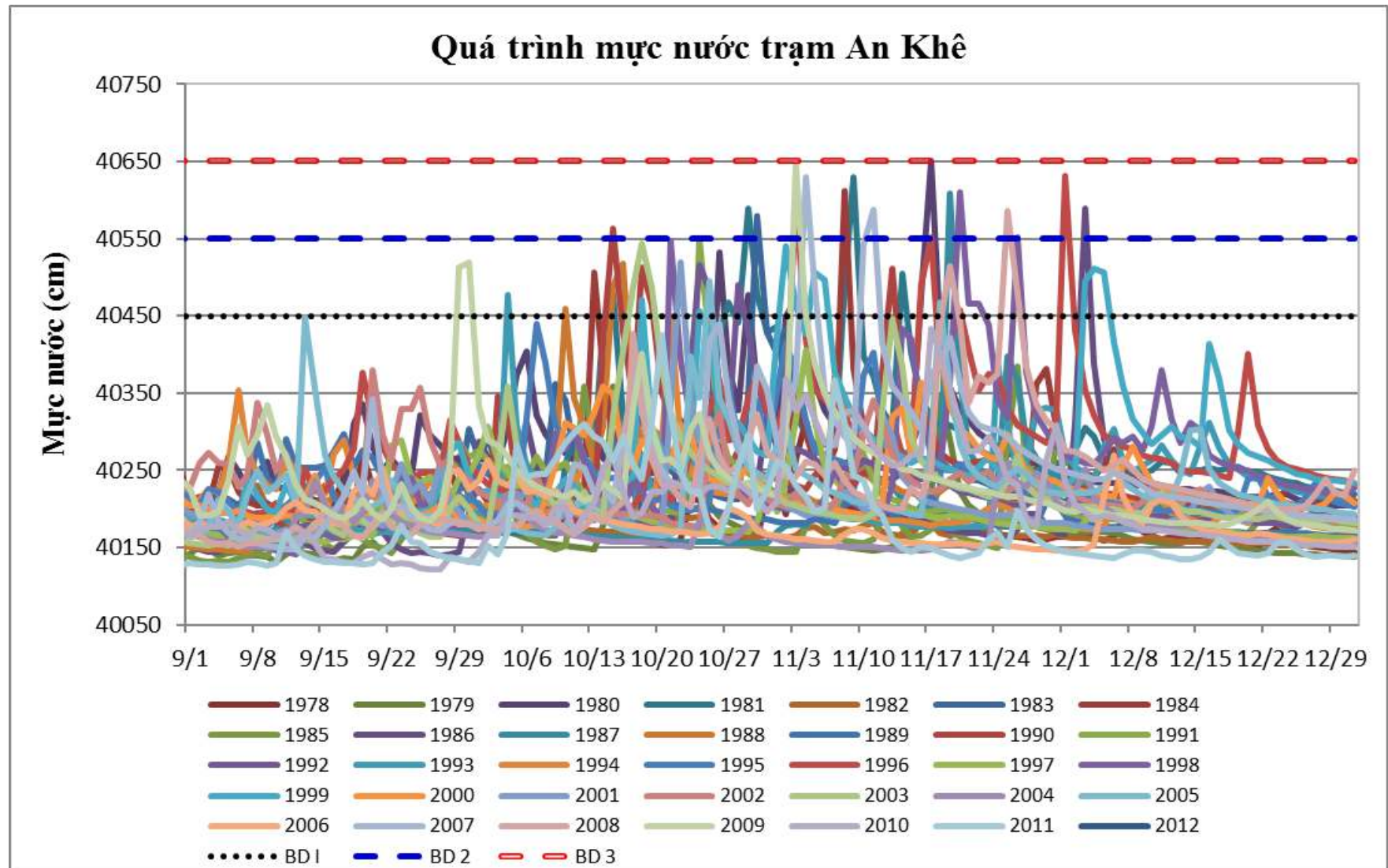
Hình 3.19. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Sông Ba Hạ



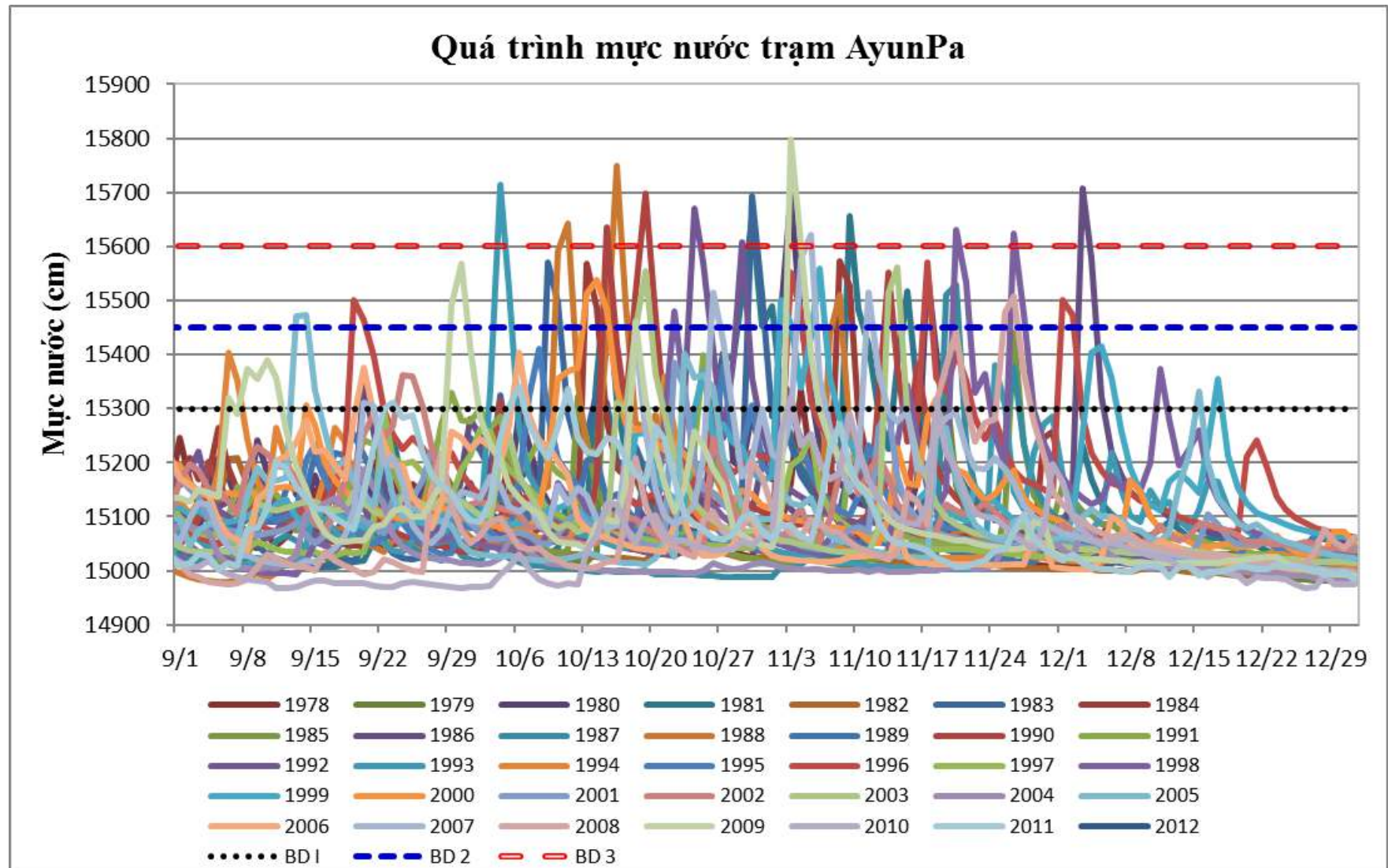
Hình 3.20. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Krông Năng



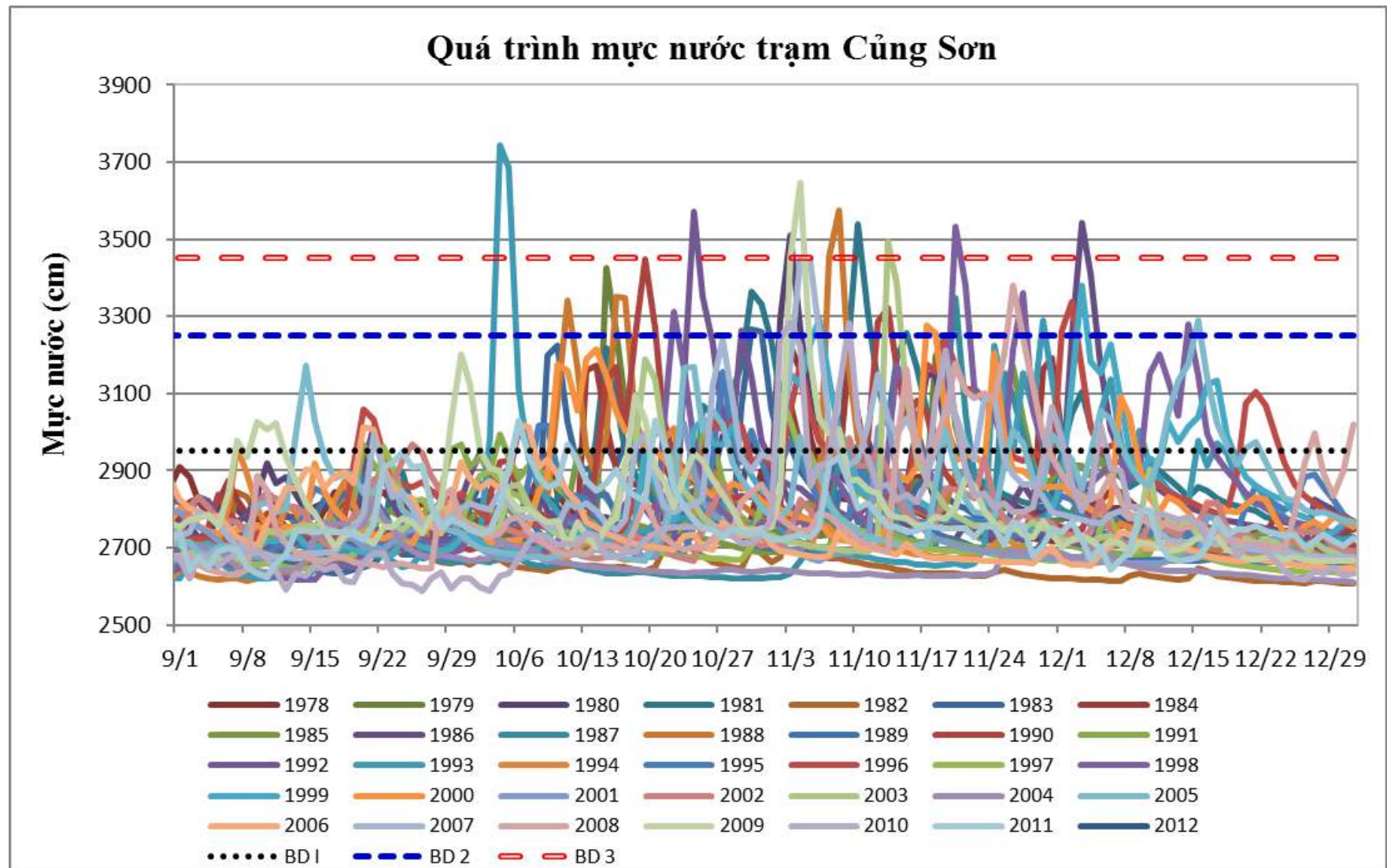
Hình 3.21. Quan hệ giữa dung tích trữ lũ và mực nước hồ Sông Hinh



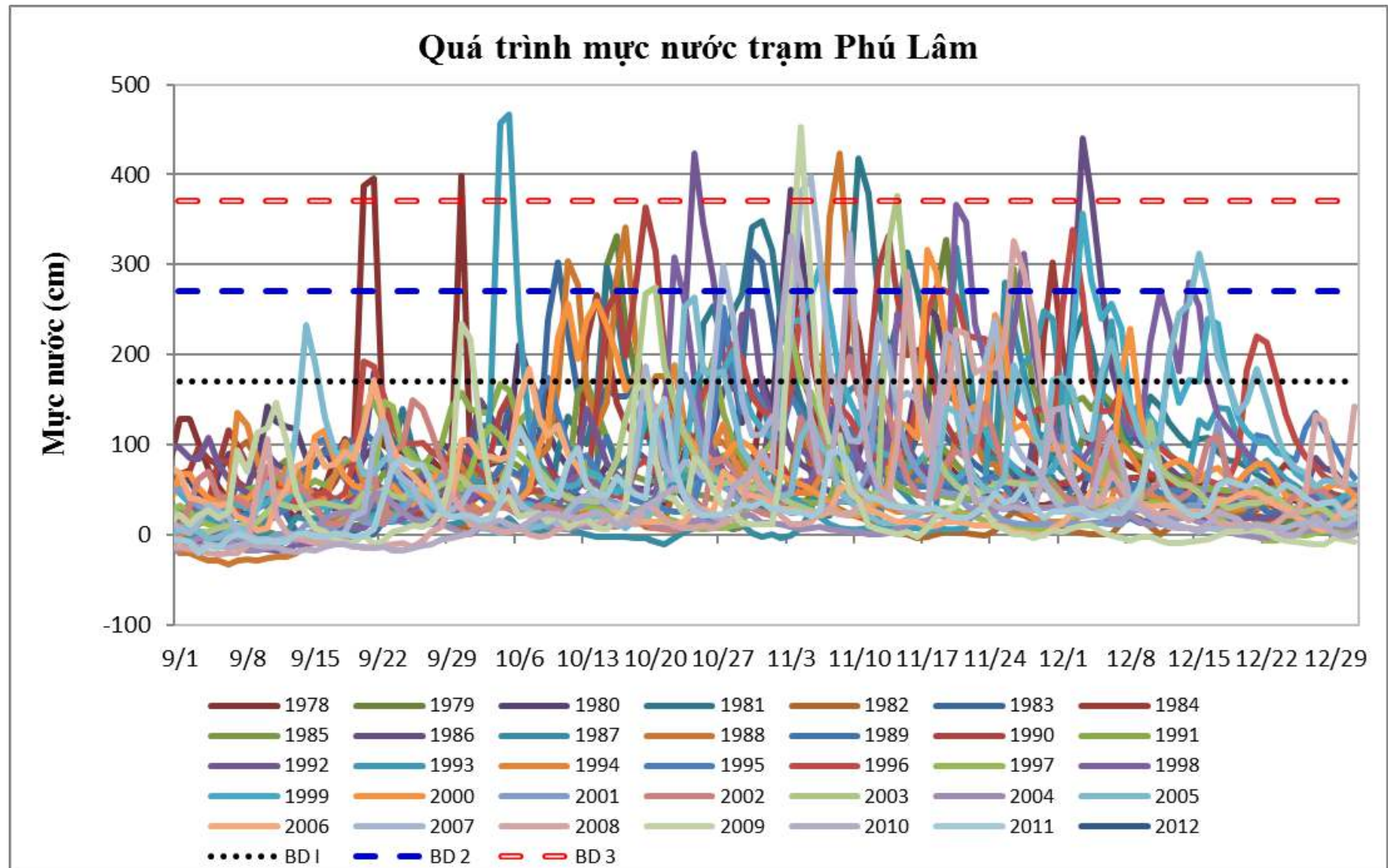
Hình 3.22. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm An Khê



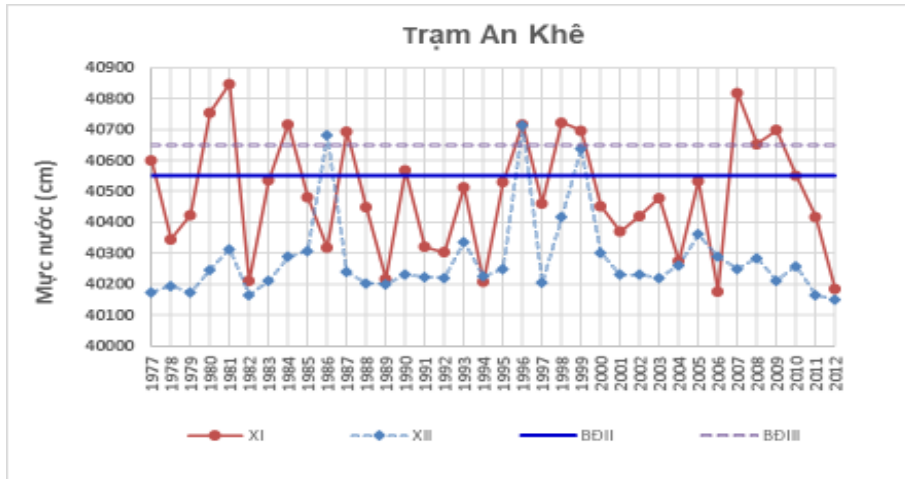
Hình 3.23. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Ayun Pa



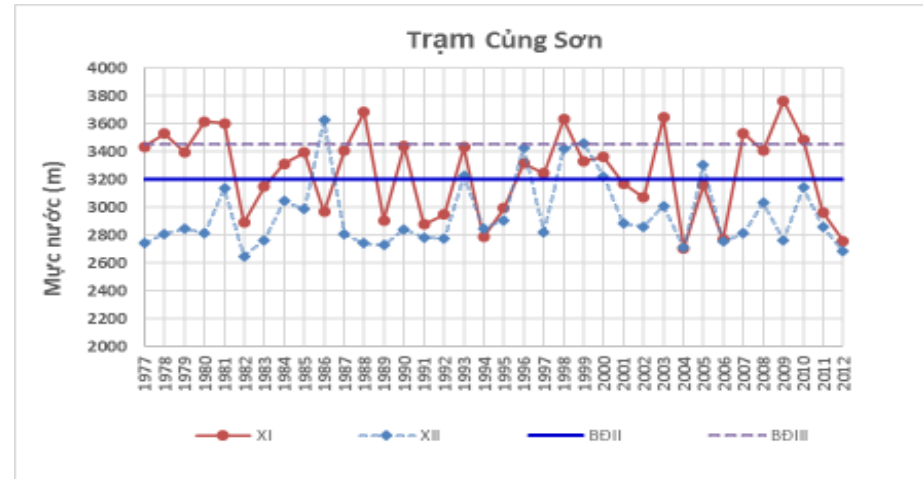
Hình 3.24. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Củng Sơn



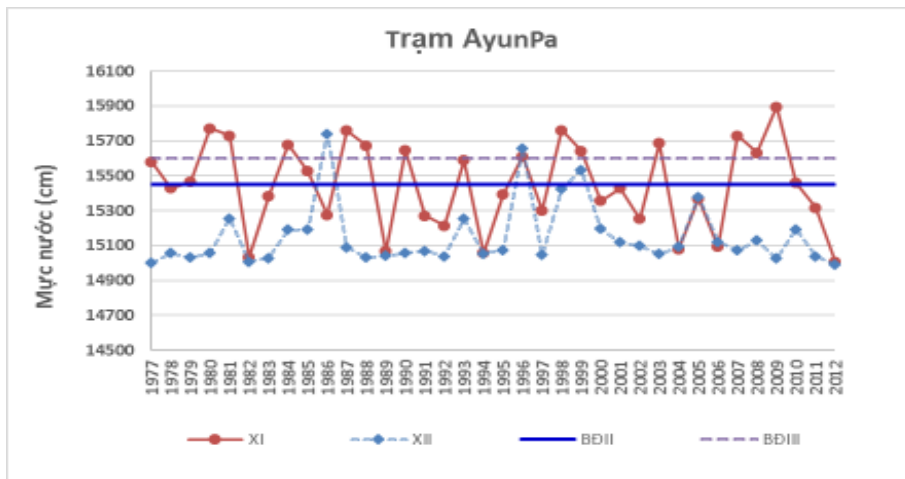
Hình 3.25. Quá trình mực nước trung bình ngày các năm trạm Phú Lâm



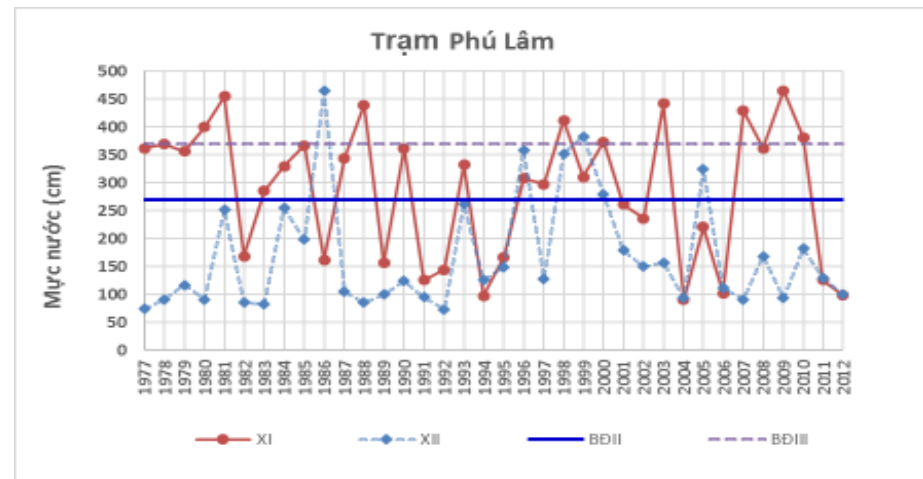
Trạm An Khê



Trạm Củng Sơn

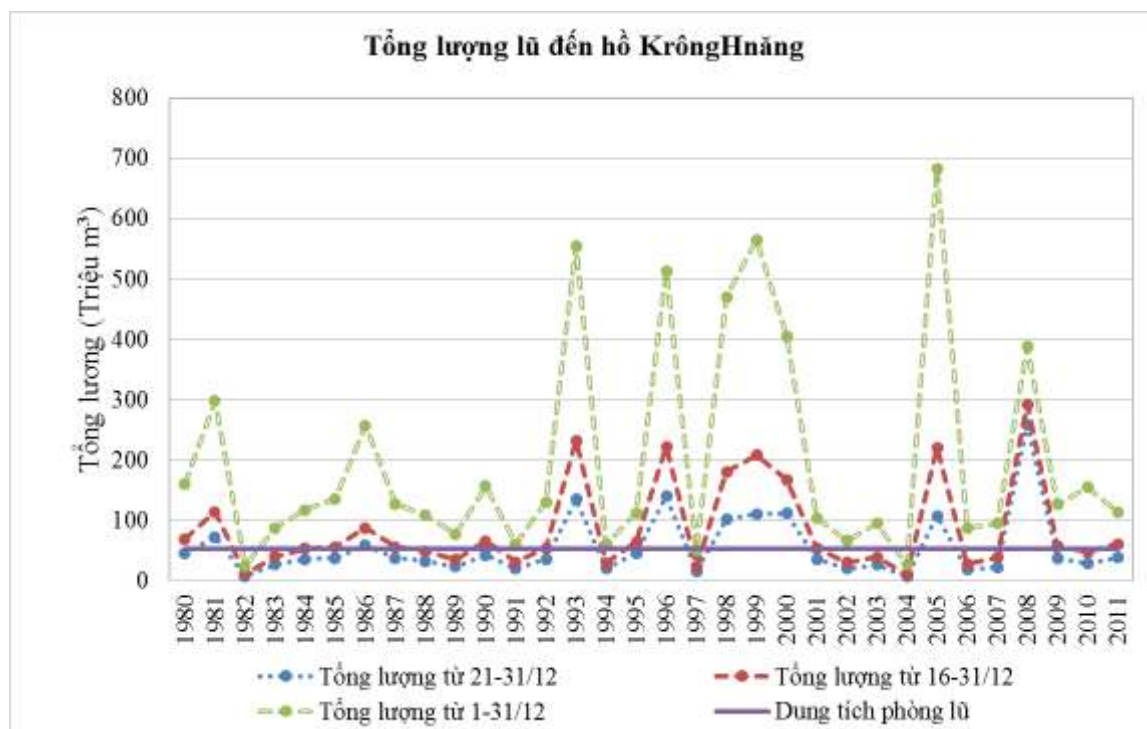


Trạm Ayun Pa

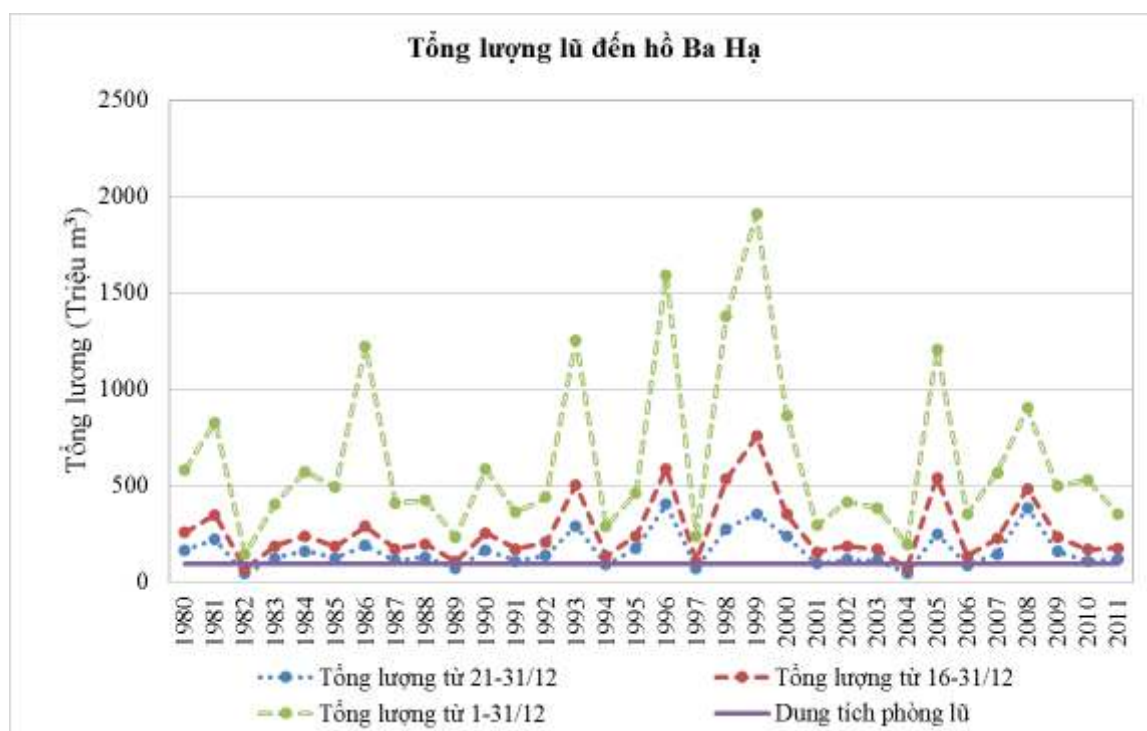


Trạm Phú Lâm

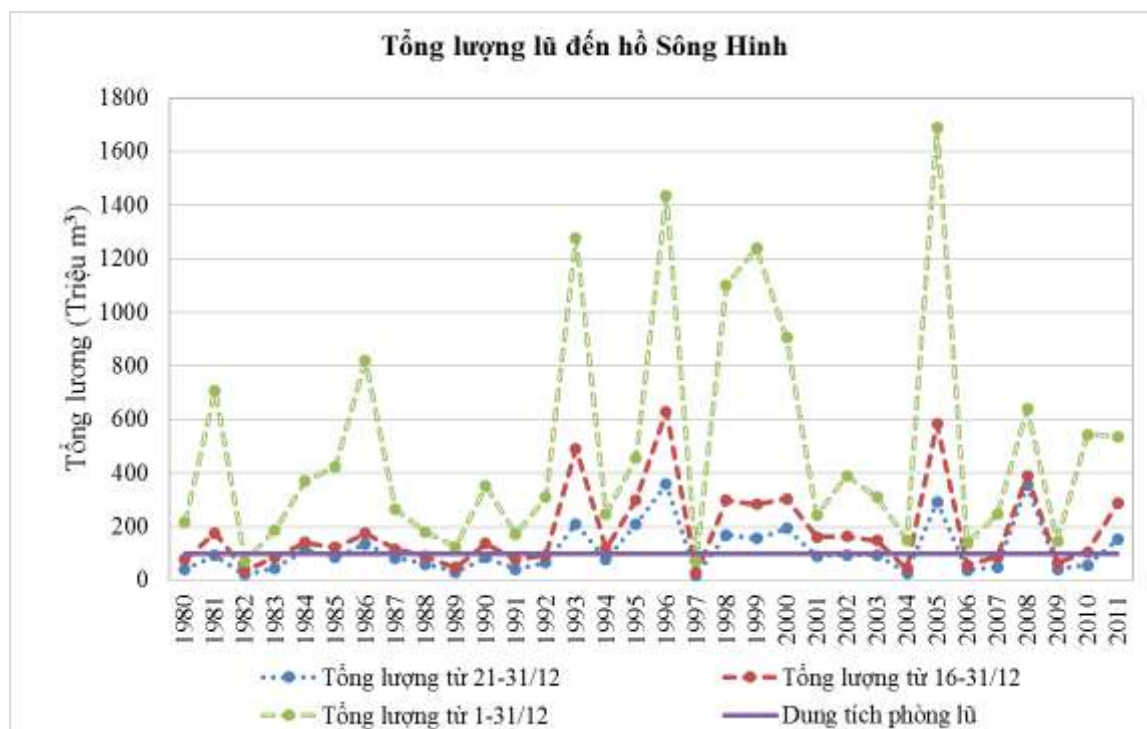
Hình 3.26. Đặc trưng mực nước lớn nhất tháng 11, 12 tại các trạm thủy văn



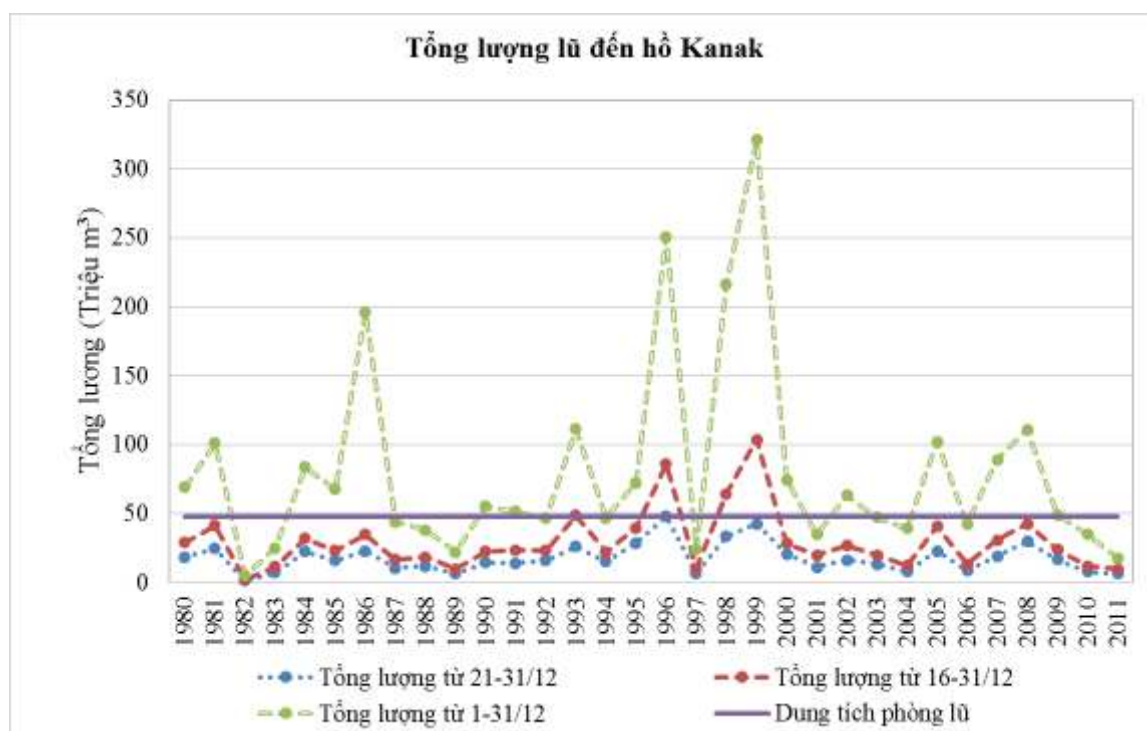
Hình 3.27. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Krông H' năng



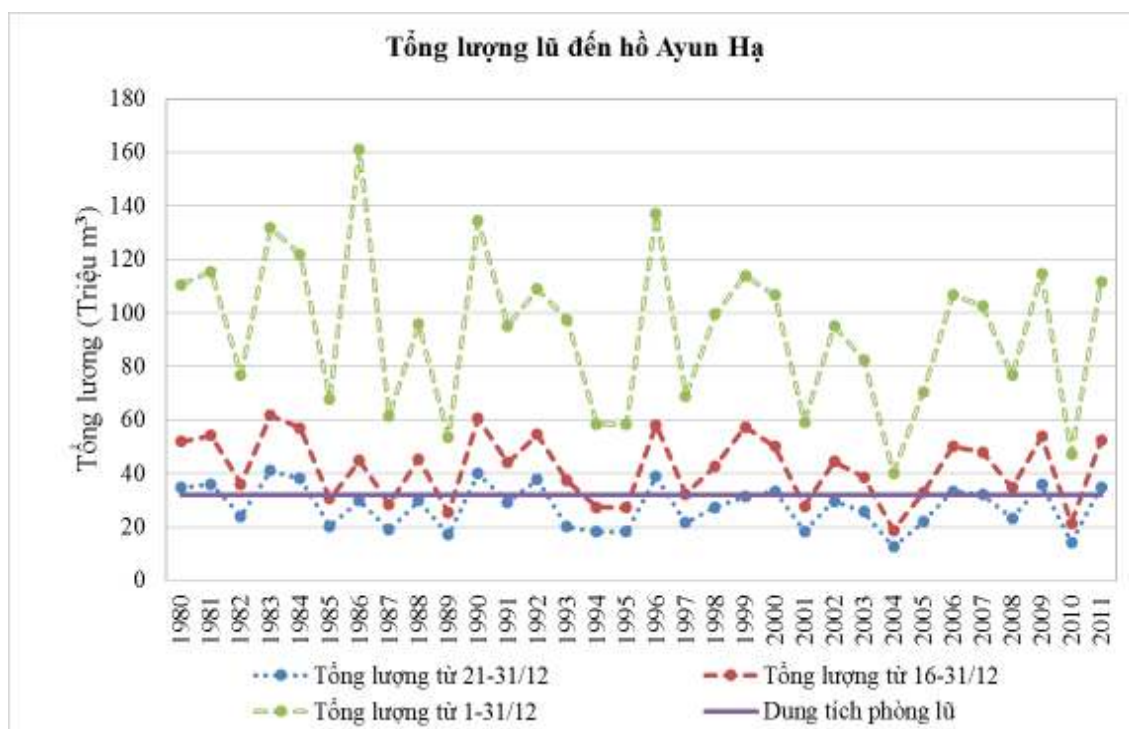
Hình 3.28. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Ba Hạ



Hình 3.29. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Hinh



Hình 3.30. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ka Nak



Hình 3.31. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ayun Hạ

Tóm lại, về nguyên tắc trong 5 hồ tham gia cắt giảm lũ, thì các hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh sẽ không hạ thấp mực nước tạo dung tích đón lũ khi có dự báo xảy ra lũ mà phải dành dung tích phòng lũ trong suốt mùa lũ, khác với các hồ Ka Nak và Ayun Hạ, đây chính là nguyên tắc phối hợp vận hành cắt giảm lũ giữa các hồ đảm bảo hiệu quả phát điện và sử dụng nước, đặc biệt hồ Ka Nak có được 48 triệu m³ và Ayun Hạ 32,0 triệu m³ nước chủ động phát điện và cấp nước. Mực nước hạ thấp nhất có thể của các hồ đón lũ (hồ Ka Nak và Ayun Hạ) và hồ phòng lũ (Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh) được đề xuất như trong Bảng 3.17. Tổng dung tích để cắt giảm lũ toàn hệ thống là **331,5** triệu m³.

Bảng 3.17. Mực nước cho phép và dung tích hồ đón/phòng lũ đề xuất

Đặc trưng	Hồ Ka Nak	Hồ Ayun Hạ	Hồ Krông H' năng	Hồ Sông Ba Hạ	Hồ Sông Hinh
Dung tích đón/phòng lũ (triệu m ³)	48	32	53,5	98,0	100
Mực nước hồ hạ thấp chứa lũ (m)	511,8	203,0	250,2	103,1	206,2

3.4.2. Đề xuất các bước vận hành các hồ cắt giảm lũ cho hạ du

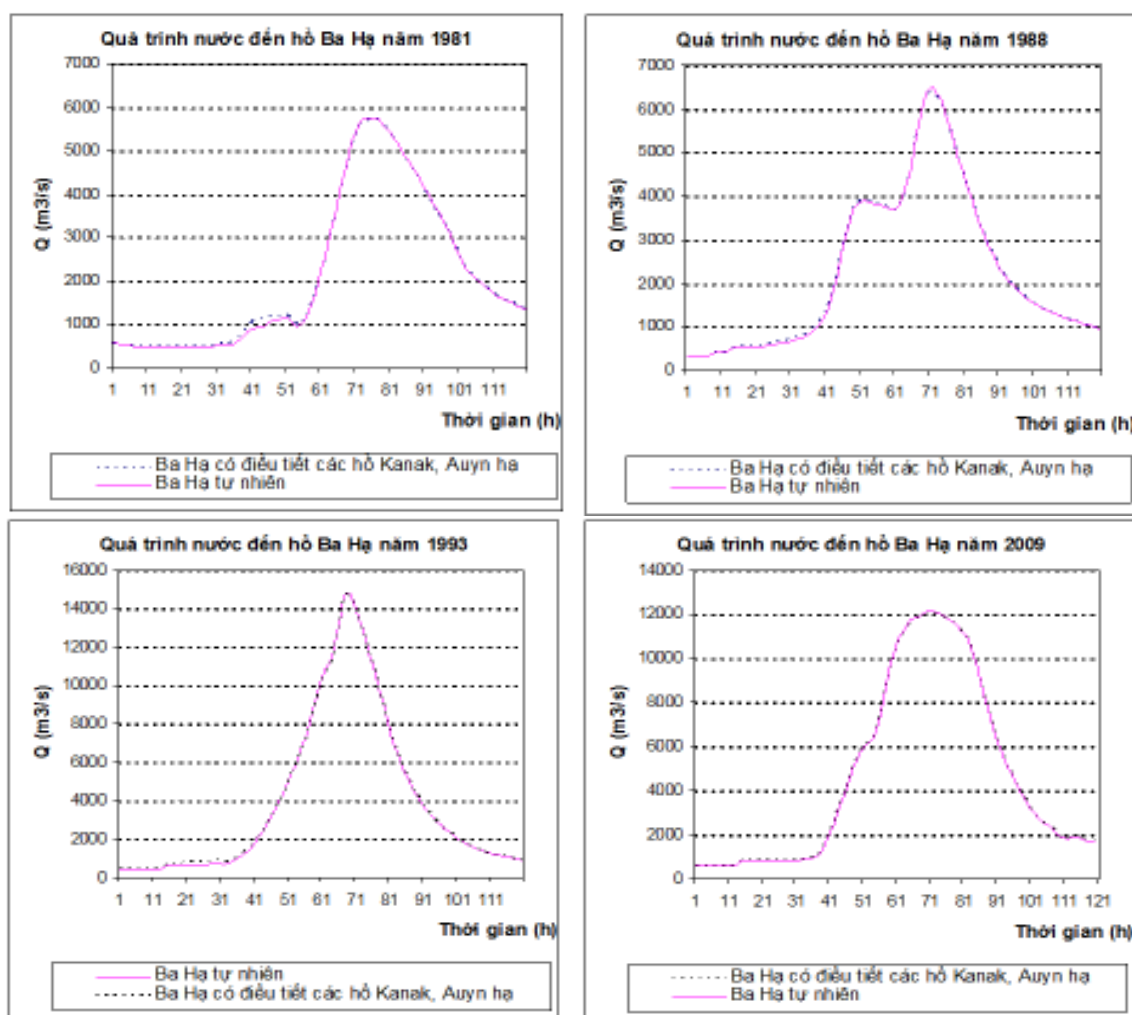
Công việc vận hành để cắt giảm lũ bao gồm các bước sau:

- Xả nước tạo dung tích trống phục vụ cắt giảm lũ cho hồ;
- Trạng thái chờ chuyển trạng thái cắt lũ;
- Chứa lũ (cắt lũ);
- Tích nước đưa mực nước hồ về mực nước cho phép đón lũ sau khi hoàn thành cắt giảm lũ.

Theo kết quả xây dựng Quy trình vận hành trên lưu vực sông Ba năm 2009, các hồ sẽ xả nước tạo dung tích đón lũ khi dự báo trong 24 giờ tới lưu lượng đến từng hồ đạt một ngưỡng “có thể xuất hiện lũ lớn”. Tuy nhiên do thực tế dự báo lũ chưa đáp ứng được yêu cầu vận hành nên thường gây lúng túng trong vận hành. Do đó, năm 2014 Quy trình vận hành sửa đổi với yêu cầu các hồ phải dành một dung tích phòng lũ cố định trong suốt mùa lũ, khi có dự báo bão lũ đến các hồ lại có thể tiếp tục phải xả nước để dành thêm dung tích phòng lũ và việc vận hành không theo giá trị dự báo mà theo giá trị lưu lượng đến hồ thực tế. Phương án này mang lại hiệu quả hơn trong cắt giảm lũ nhưng vẫn có thể gây lũ chồng lũ hoặc lũ nhân tạo cũng như không mang lại hiệu quả trong phát điện vào mùa lũ và rủi ro không tích đầy nước cuối mùa lũ. Trong 2 Quy trình liên hồ đó, các hồ sẽ tham gia cắt giảm lũ hạ du khi dự báo trong 6-12 giờ tới khi lưu lượng đến hồ đạt đỉnh.

Như đã nhận định ở trên, việc tạo dung tích cắt lũ cho các hồ trên sông Ba theo 2 phương thức cho các cụm hồ khác nhau: Các hồ Sông Ba Hạ, Krông H' năng và Sông Hinh sẽ dành dung tích khi bắt đầu mùa lũ khi mà mực nước tại các điểm kiểm soát còn khá thấp nên sẽ không ảnh hưởng đến hạ lưu, còn các hồ Ka Nak, Ayun Hạ sẽ duy trì mực nước cao để phát điện, cấp nước trong suốt mùa lũ và chỉ khi xảy ra lũ lớn mới xả nước tạo dung tích phòng lũ. Giá trị mực nước và dung tích chứa lũ được xác định như (Bảng 3.17).

Lũ tại Củng Sơn gây tác động trực tiếp mạnh mẽ đến lũ tại Phú Lâm, tuy nhiên hoạt động xả nước, cắt giảm lũ của các hồ Ka Nak, Ayn Hạ lại tác động đến lũ về hồ Sông Ba Hạ không đáng kể. Đỉnh lũ đến hồ Sông Ba Hạ thay đổi không quá 3% (Hình 3.32). Điều này là do lượng nhập khu giữa từ Ayn Pa đến hồ Sông Ba Hạ quá lớn. Như vậy, có thể coi hai hồ Ka Nak, Ayn Hạ hoạt động độc lập với các hồ hạ lưu, trong quá trình điều tiết không quan tâm đến hoạt động của các hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh và Krông Năng ở hạ lưu. Vùng ngã ba nhập lưu của hai nhánh YaBa và Ayn là vùng trũng Ayn Pa cách hồ Ayn Hạ ở hạ lưu khoảng 34,5km và hồ Ka Nak 105km, nên hồ Ayn Hạ có vai trò rất quan trọng giảm ngập lụt cho vùng này.



Hình 3.32. Tác động điều tiết của hồ Ka Nak, Ayn Hạ lên lũ đến hồ Sông Ba Hạ

Trên lưu vực sông Ba nói riêng và dải ven biển miền Trung nói chung, lũ lớn thường hình thành bởi mưa lớn do bão, áp thấp nhiệt đới, không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới hoặc tổ hợp các yếu tố đó gây ra [46, 52]. Các hình thế gây mưa này thường được dự báo, cập nhật. Quy chế dự báo, cảnh báo, truyền tin và thiên tai [46, 49, 52] quy định Dự báo diễn biến bão phải thực hiện trong 24 giờ, đến 48 và 72 giờ tới. Do vậy, các hồ có thể căn cứ vào các thời gian dự kiến nêu trên để xả nước đón lũ. Cụm hồ Ka Nak - An Khê và hồ Ayun Hạ sẽ xả nước đón lũ khi có dự báo lũ xảy ra trên lưu vực.

Các hồ sẽ dừng hoặc giảm xả nước đón lũ khi mực nước tại các điểm kiểm soát tương ứng vượt BDI. Căn cứ vào dự báo tiếp theo: Nếu lũ tiếp tục lên thì các hồ sẽ duy trì trạng thái vận hành để chuyển sang trạng thái cắt giảm lũ; nếu dự báo lũ xuống, hồ Ka Nak và Ayun Hạ sẽ chuyển sang tích nước.

Cắt giảm lũ chính là việc tích nước của hồ chứa tại thời điểm xác định nhằm giảm lưu lượng xả để hạ thấp mực hạ du. Trên sông Ba, dung tích các hồ tham gia cắt giảm lũ rất nhỏ so với lượng lũ đến, nên hệ thống hồ chỉ có thể tham gia giảm lũ khi xảy ra lũ lớn và chỉ cắt lũ hiệu quả đối với lũ nhỏ. Do vậy, tác giả đề xuất vận hành các hồ cắt giảm lũ cho hạ du theo 2 cách:

- Khi mực nước tại điểm kiểm soát tại thời điểm vận hành đạt BDII.
- Khi dự báo từ 6-12 giờ đỉnh lũ đến hồ đạt đỉnh.

3.5. Kết luận chương 3

Phân tích mối liên hệ giữa vận hành hồ với đặc trưng ngập lụt tại các vùng trên lưu vực sông Ba luận án đã đề xuất các trạm thủy văn An Khê, Anyun Pa, Củng Sơn và Phú Lâm là vị trí điểm kiểm soát trong vận hành cắt giảm lũ của các hồ lưu vực sông Ba. Trên cơ sở phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn, thời kỳ vận hành của các hồ được chia làm 3 thời kỳ (lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn).

Kết quả phân tích về khả năng gặp gỡ dòng chảy của các nhánh sông, phân tích mối quan hệ giữa xả nước của các hồ với trạng thái mực nước lũ (lũ

thấp, lũ trung bình và lũ cao), phân tích mối quan hệ giữa tổng lượng nước đến cuối mùa cạn và dung tích phòng lũ của các hồ luận án đã đề xuất được phương thức phối hợp vận hành cắt giảm lũ của từng hồ, cụm hồ, xác định được dung tích cắt giảm lũ của từng hồ, cụ thể như sau:

- Từ kết quả phân tích ảnh hưởng của lũ đến hạ du để đưa ra điều chỉnh nhiệm vụ phòng lũ của từng hồ, xác định phương thức vận hành xả nước đón lũ và vận hành cắt giảm lũ của các hồ.

- Quá trình vận hành xả nước tạo dung tích được khống chế bởi mực nước tại điểm kiểm soát nhỏ hơn BDI nên sẽ đảm bảo an toàn cho hạ du.

- Các hồ Ka Nak, Ayun Hạ đóng vai trò là các hồ đón lũ, hồ được phép duy trì mực nước cao trong quá trình vận hành, chỉ hạ thấp mực nước khi dự báo lũ xảy ra trên lưu vực. Như vậy, hiệu quả sử dụng nước chính là việc các hồ chủ động sử dụng dung tích này phục vụ cho phát điện và cấp nước;

- Cụm hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh đóng vai trò là các hồ phòng lũ, các hồ phải dành sẵn dung tích phòng lũ trước mùa lũ hàng năm. Dung tích phòng lũ của các hồ được xác định thông qua phân tích về nhu cầu phát điện lớn nhất trong mùa lũ và tương quan giữa dung tích hồ với khả năng bù đầy khi phát điện và tích nước cuối mùa lũ. Như vậy, hiệu quả sử dụng nước chính là có được dung tích đảm bảo phát điện lớn nhất trong mùa lũ và cấp nước trong mùa cạn năm sau.

Lũ lớn tại Ayun Pa chủ yếu do lũ nhánh Ayun, mặt khác hồ An Khê ở xa trạm Ayun Pa nên hồ cụm hồ An Khê-Ka Nak hoạt động độc lập, hiệu quả cắt giảm lũ tại vùng ngập Ayun Pa chủ yếu sẽ do hồ Ayun Hạ đảm nhiệm. Vùng hạ lưu, khi Củng Sơn xảy ra lũ lớn thì nhánh sông Hinh cũng xảy ra lũ, nên sẽ đem lại hiệu quả cắt lũ hạ du khi các hồ đồng thời tham gia cắt giảm lũ và quá trình cắt giảm lũ của các hồ hạ lưu bị ảnh hưởng nhỏ bởi vận hành cắt giảm lũ của các hồ thượng lưu.

CHƯƠNG 4. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ VÀ ĐỀ XUẤT NỘI DUNG VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA CẮT GIẢM LŨ LƯU VỰC SÔNG BA

Chương 2, Chương 3 của luận án phân tích đặc điểm của lưu vực, từ đó đưa ra cơ sở vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ của các hồ. Chương 4 trình bày kết quả kiểm chứng đề xuất vận hành trong Chương 3.

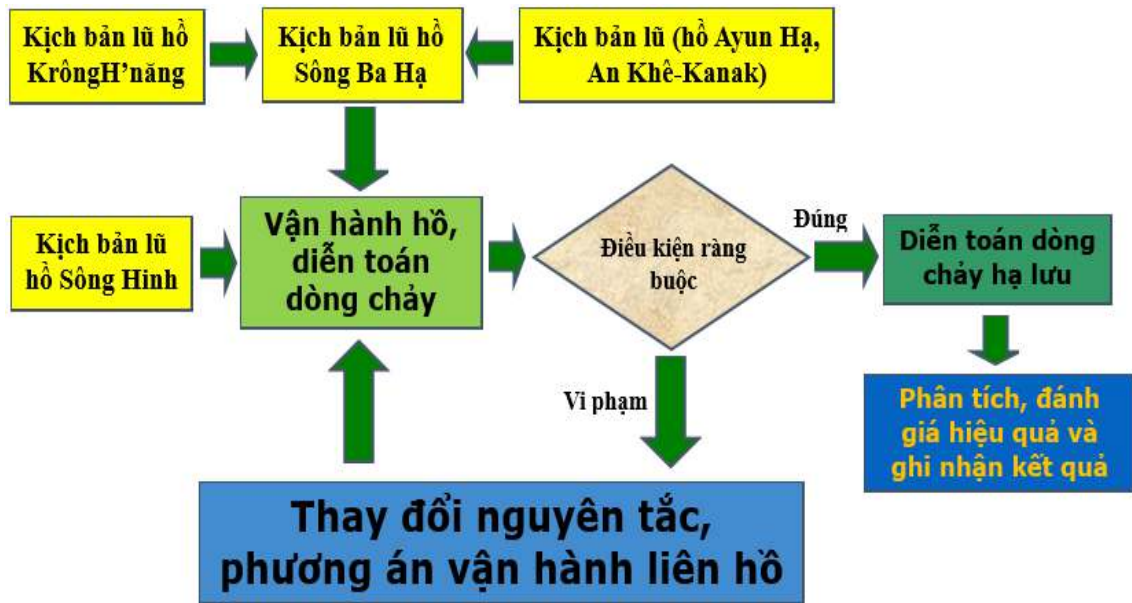
4.1. Đánh giá vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ thông qua vận hành cắt giảm lũ các trận lũ điển hình

4.1.1. Phương thức vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du

Lưu vực sông Ba chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của hai kiểu khí hậu: gió mùa Đông Trường Sơn và Tây Trường Sơn gây nên chế độ mưa, lũ trong lưu vực sông Ba khá phức tạp, sự biến động mưa lũ rất rõ khi mà vùng thượng và trung du lưu vực thuộc Tây Trường Sơn đã vào mùa mưa nhưng vùng hạ lưu lại đang còn ở thời kỳ khô hạn; khi thượng và trung lưu đã kết thúc mùa mưa song vùng hạ lưu vẫn trong thời kỳ mưa lớn. Vùng thượng phía Tây (trạm *PoMoRé*, *ChuSê* và *PleiKu* đại diện) và trung lưu (trạm *Ayun Pa* đại diện) thường đến sớm từ tháng 5 và kết thúc vào tháng 10 hoặc tháng 11, và có thể kéo dài đến tháng 12 kéo dài trong (6-9) tháng. Trong khi đó mùa mưa ở vùng thượng lưu phía Đông (trạm *An Khê* đại diện) và hạ lưu (trạm *Sơn Hòa* và *Tuy Hòa* đại diện) bắt đầu và kết thúc muộn hơn, chỉ kéo dài 3-4 tháng khoảng tháng 9 đến tháng 11. Tuy nhiên sự phức tạp của phân bố mưa lũ có thể là cơ hội cho phối hợp vận hành cắt giảm lũ vẫn đem lại hiệu quả sử dụng nước.

Theo nguyên tắc vận hành thời kỳ mùa lũ (Mục 3.2), các hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và hồ Sông Hinh sẽ xả nước dành dung tích chứa lũ từ đầu mùa lũ còn các hồ Ka Nak và Ayun Hạ sẽ chỉ xả nước dành dung tích chứa lũ khi xảy ra lũ đến các hồ. Khi có dự báo có lũ lớn xảy ra, tùy theo tình hình lũ (lưu lượng đến hồ, mực nước tại các trạm kiểm soát An Khê) mà hồ Ka Nak, Ayun Hạ xả nước đưa mực nước về mực nước đón lũ về như trong Bảng 3.17.

Trong quá trình cắt giảm lũ, nếu mực nước hồ đạt mực nước dâng bình thường, các hồ điều chỉnh xả nước để mực nước hồ không vượt MNDBT. Khi có dự báo lũ đạt đỉnh hồ tích nước để cắt giảm lũ cho hạ du (Hình 4.1). Như phân tích nêu trên đến ngày 1 tháng 12, trên lưu vực ít có khả năng xảy ra lũ lớn trên hệ thống (Mục 3.4.1), thì hồ được phép tích nước nhằm đạt mực nước dâng bình thường.



Hình 4.1. Sơ đồ vận hành liên hồ cắt giảm lũ hạ du

Trong sơ đồ Hình 4.1, điều kiện ràng buộc bao gồm mực nước hồ và mực nước tại điểm kiểm soát trong quá trình xả nước đón/phòng lũ và quá trình cắt giảm lũ (Bảng 4.1).

Bảng 4.1. Điều kiện ràng buộc vận hành của các hồ

TT	Hồ/Cụm hồ	Điều kiện ràng buộc
1	An Khê- Ka Nak	Mực nước các hồ và mực nước tại trạm kiểm soát An Khê
2	Ayun Hạ	Mực nước hồ và mực nước tại trạm kiểm soát Ayun Pa
3	Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh	Mực nước các hồ và mực nước tại trạm kiểm soát Củng Sơn, Phú Lâm

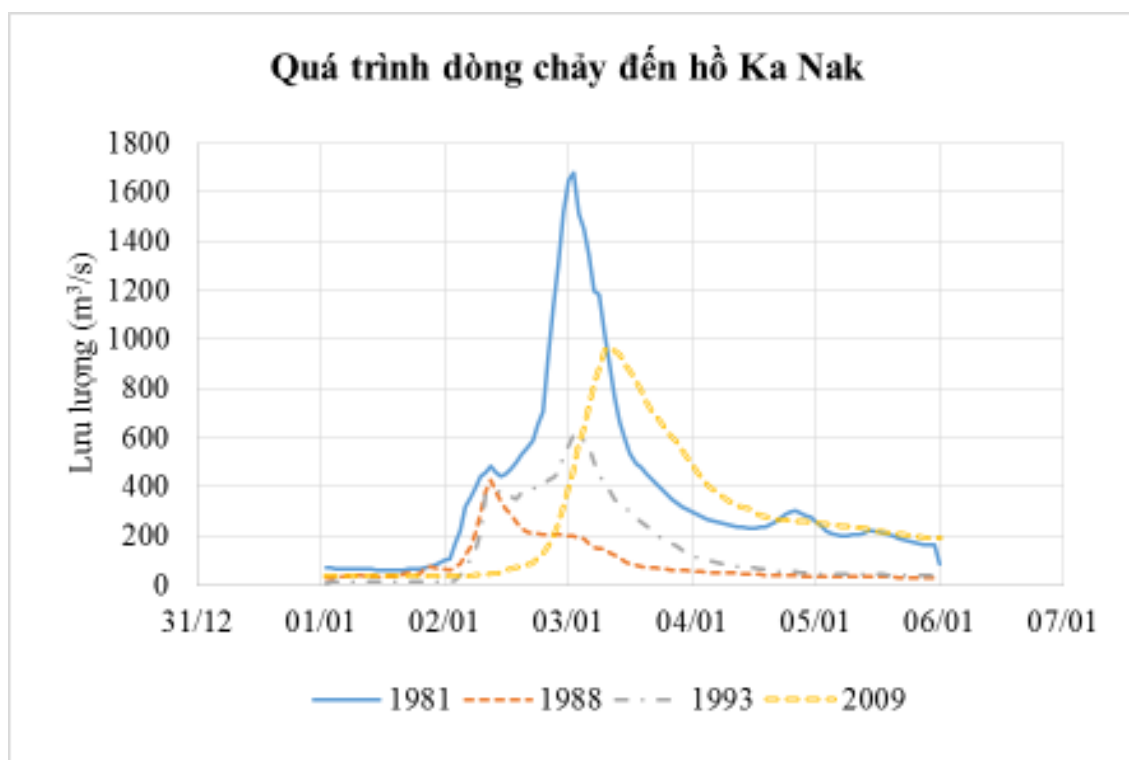
Phương thức vận hành cắt giảm lũ của các hồ sẽ được minh chứng thông qua vận hành cắt giảm lũ ứng với các trận lũ điển hình như mục dưới đây.

4.1.2. Kết quả vận hành liên hồ chứa cắt giảm lũ hạ du

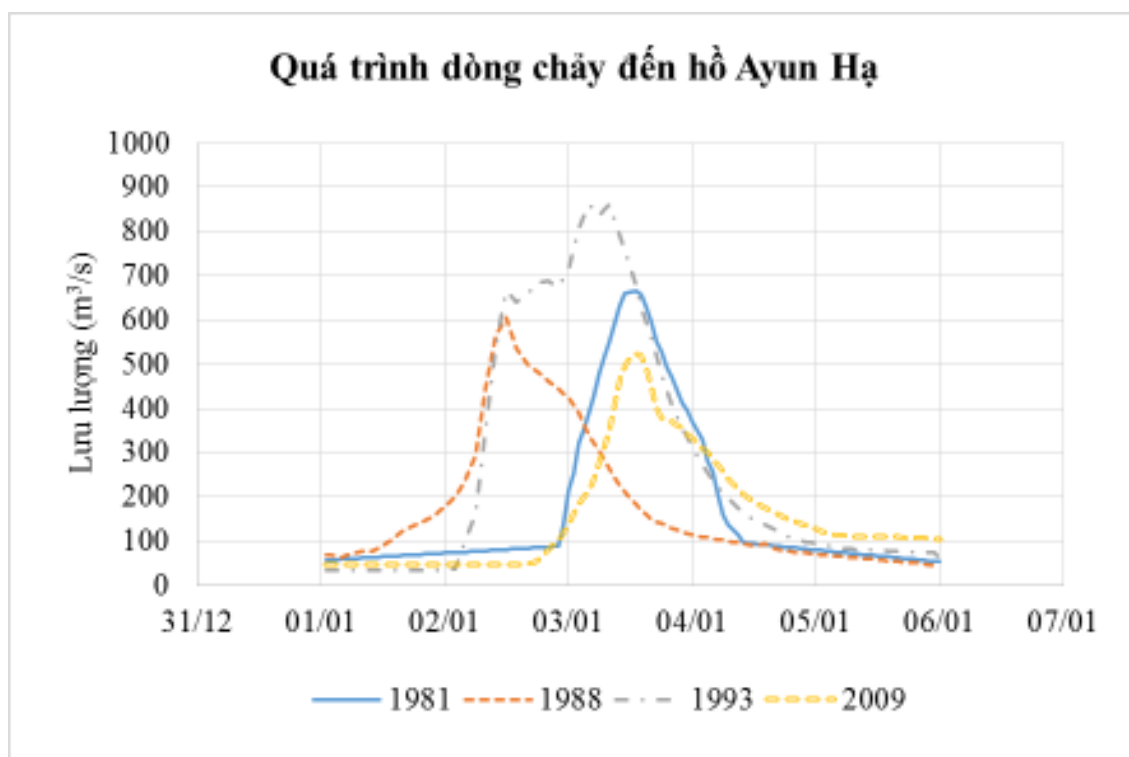
Trên lưu vực sông Ba xảy ra 4 trận lũ điển (Bảng 4.2 đến Bảng 4.3 và Hình 4.2 đến Hình 4.5) gây ngập lớn và có tác động lớn đến dân sinh và phát triển kinh tế xã hội [30], nên trong tính toán lựa chọn 5 trận lũ này để tính toán điều tiết lũ ứng với các nguyên tắc kiểm soát lũ đã đề xuất ở trên. Kế thừa kết quả tính toán dòng chảy đến hồ và các khu giữa (như mục 2.3.2) trong dự án xây dựng Quy trình vận hành liên hồ chứa sông Ba trong mùa lũ hàng năm [30] để tính toán điều tiết trong nghiên cứu luận án.

Bảng 4.2. Đặc trưng của các trận lũ điển hình đến hồ [30]

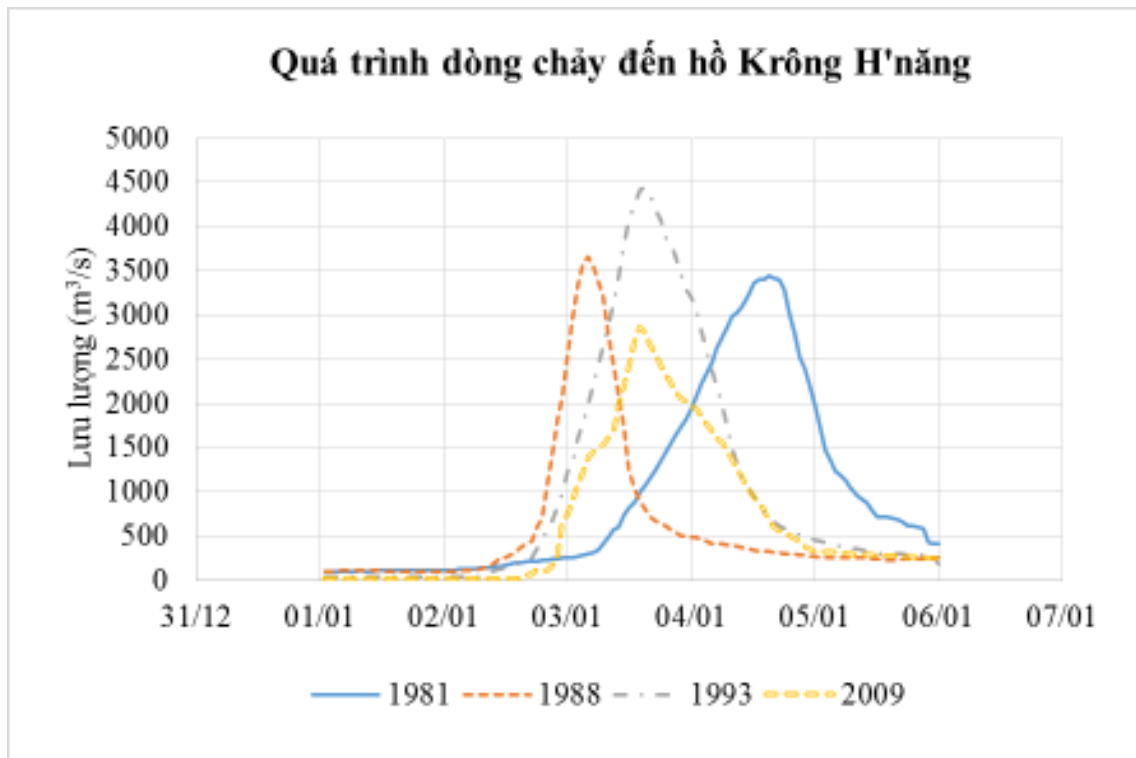
Các hồ	Ka Nak	Ayun Hạ	Sông Hình	Krông H'nh	Sông Ba Hạ
Năm 1981					
Q_{\max} (m ³ /s)	1680	665	3220	2254	6562
$W_{1\max}$ (triệu m ³)	84,4	43,8	238,9	167,3	507,7
$W_{3\max}$ (triệu m ³)	140,0	62,9	435,2	304,6	987,3
Năm 1988					
Q_{\max} (m ³ /s)	429	444	3410	2858	6588
$W_{1\max}$ (triệu m ³)	21,2	34,0	199,9	150,0	452,2
$W_{3\max}$ (triệu m ³)	33,6	64,1	404,7	338,9	925,1
Năm 1993					
Q_{\max} (m ³ /s)	614	862	3512	4432	15283
$W_{1\max}$ (triệu m ³)	38,8	64,4	249,9	296,8	1025,7
$W_{3\max}$ (triệu m ³)	61,8	111,5	387,5	429,7	1657,8
Năm 2009					
Q_{\max} (m ³ /s)	971	523	2592	2860	14450
$W_{1\max}$ (triệu m ³)	63,2	33,3	157	182	1158
$W_{3\max}$ (triệu m ³)	110,8	58,7	231	287	2164



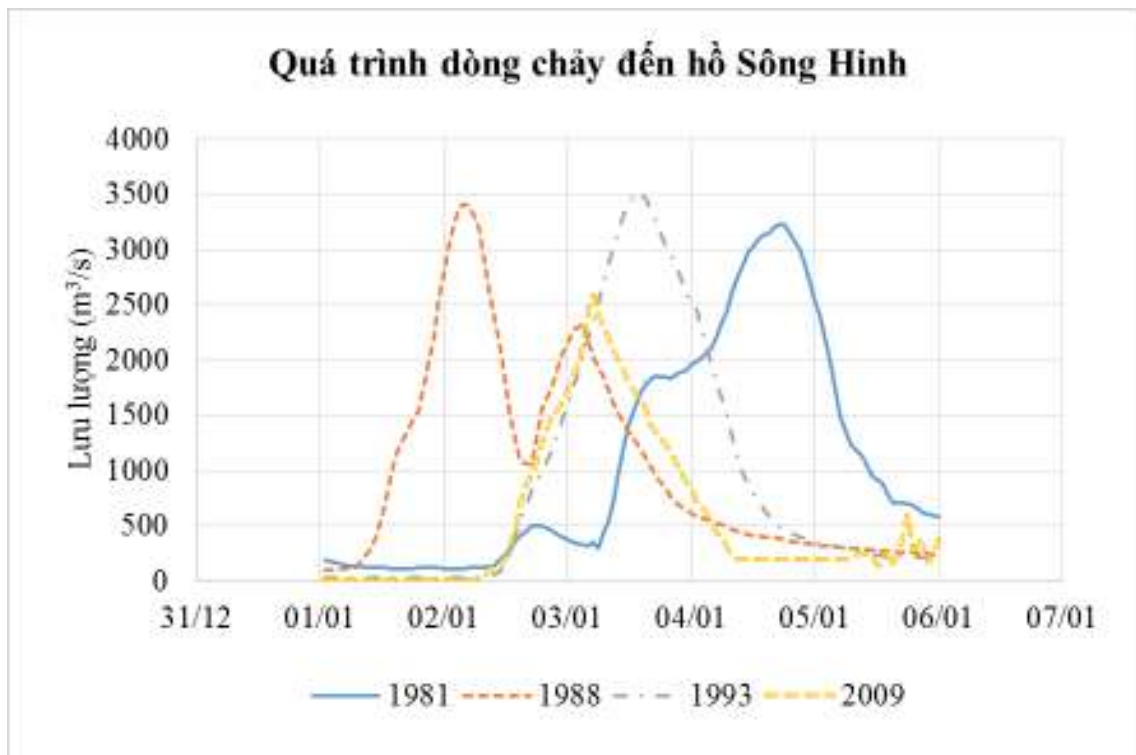
Hình 4.2. Quá trình lũ đến hồ Ka Nak [30]



Hình 4.3. Quá trình lũ đến hồ Ayun Hạ [30]



Hình 4.4. Quá trình lũ đến hồ Krông H'nh [30]



Hình 4.5. Quá trình lũ đến hồ Sông Hinh [30]

Bảng 4.3. Đặc trưng lũ lớn điển hình trên lưu vực sông Ba [30]

Cấp lũ	Trận lũ	Q _{max} trạm Củng Sơn (m ³ /s)	Q max trạm Sông Hinh (m ³ /s)	H max trạm Phú Lâm (cm)	Ayun Pa		An Khê		Pơ Mơ Rê		Mưa ngày max nhánh IaBa	Mưa ngày max nhánh Auyn	Mưa 1 ngày max khu giữa từ Cheo Reo đến Củng Sơn	Mưa ngày max từ Củng Sơn trở xuống	Ghi chú
					H (cm)	So với cấp BĐ	H (cm)	So với cấp BĐ	H (cm)	So với cấp BĐ					
Lũ lớn tại Củng Sơn	Trận lũ ngày 10/11/1981	10200	2740	455	15587	>BĐ3	40848	>BĐ3	67849	>BĐ2	113,1	65,2	159,7	276,9	Mưa to trên nhánh IaBa và phần hạ lưu sông Ba, kết hợp với mưa diện rộng trên toàn lưu vực gây lũ trên các nhánh thuộc lưu vực sông Ba. Tại An Khê trên nhánh IaBa lũ vượt báo động 3 là 396 cm, tại Ayun Pa vượt báo động 3 là 137 cm. Trên nhánh Ayun pa tại Pơ Mơ Rê lũ vượt báo động 2 là 99cm lũ lịch sử xảy ra ở thượng lưu. Mực nước tại Phú Lâm vượt báo động 3 là 85 cm
	Trận lũ ngày 8/11/1988	10500	2230	439	15674	>BĐ3	40449	<BĐ1	67620	>BĐ1	128,0	53,7	179,8	536,8	Mưa rất to ở hạ lưu, mưa phần thượng, sông Hinh và hạ lưu của khu giữa kết hợp với mưa trên diện rộng gây lũ lớn ở hạ du, mực nước ở trạm Ayun Pa vượt báo động 3 là 74 cm, tại Pơ Mơ Rê chỉ vượt báo động 1 là 20cm. Mực nước tại Phú Lâm vượt báo động 3 là 69 cm

Cấp lũ	Trận lũ	Q _{max} trạm Củng Sơn (m ³ /s)	Q max trạm Sông Hinh (m ³ /s)	H max trạm Phú Lâm (cm)	Ayun Pa		An Khê		Pơ Mơ Rê		Mưa ngày max nhánh IaBa	Mưa ngày max nhánh Auyn	Mưa 1 ngày max khu giữa từ Cheo Reo đến Củng Sơn	Mưa ngày max từ Củng Sơn trở xuống	Ghi chú
					H (cm)	So với cấp BĐ	H (cm)	So với cấp BĐ	H (cm)	So với cấp BĐ					
Lũ rất lớn tại Củng Sơn	Trận lũ ngày 4/10/1993	20700	3500	521	15735	>BĐ3	40530	>BĐ3	67765	>BĐ2	187,4	109,7	249,5	628,9	Mưa to ở trên toàn lưu vực và rất to ở phần hạ lưu gây lũ rất lớn trên toàn sông Ba tại Củng Sơn và Phú Lâm, mực nước tại trạm An Khê vượt báo động 3 là 78 cm, mực nước tại trạm Pơ Mơ Rê vượt báo động 2 là 15 cm và mực nước tại trạm Ayun Pa vượt báo động 3 là 135 cm. Mực nước tại Phú Lâm vượt báo động 3 là 151 cm
	Trận lũ ngày 3/11/2009	>15000	2590	465	15863	>BĐ3	40698	>BĐ3	67719	>BĐ1	187,0	187,0	213,0	173,0	Mưa lớn ở nhánh IaBa, khu giữa và phần hạ lưu gây lũ rất lớn trên sông Ba, mực nước tại trạm Ayun Pa vượt báo động 3 là 263 cm, mực nước tại An Khê vượt báo động 3 là 48 cm, trong khi đó tại Pơ Mơ rê chỉ vượt BĐ 1 là 119 cm Mực nước tại Phú Lâm vượt báo động 3 là 95 cm

Kết quả tính toán điều tiết cắt giảm lũ như Bảng 4.4 đến Bảng 4.5 và Hình 4.6 đến Hình 4.25 cho thấy:

- Với tiêu chí xả nước tạo dung tích đón lũ không gây báo BDI ở hạ du nên cả 2 hồ Ka Nak và Ayun Hạ đều không thể xả đạt dung tích hạ thấp cho phép trong 24 giờ (hồ Ka Nak xả lớn nhất trong 4 con lũ điển hình là 34,8 triệu m³ bằng 60,4% dung tích cho phép hạ thấp; hồ Ka Nak xả lớn nhất trong 4 con lũ điển hình là 18,31 triệu m³ bằng 40,6% dung tích cho phép hạ thấp).

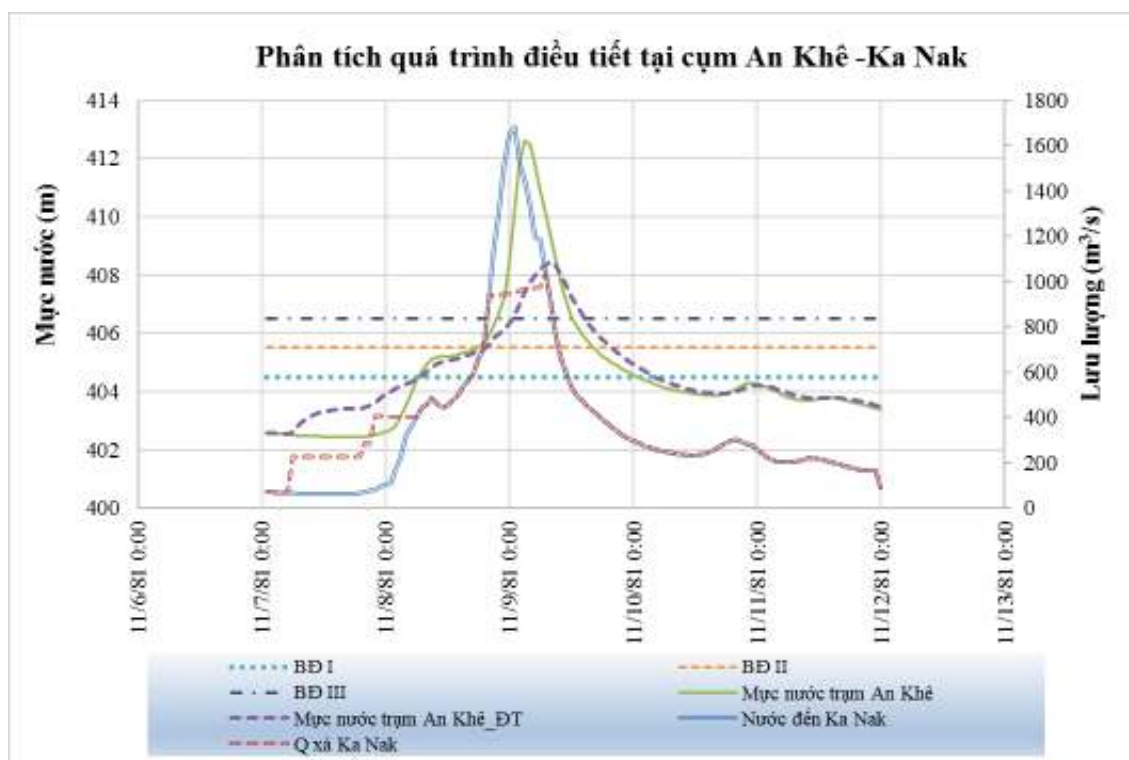
- Hầu hết các hồ không thể cắt lũ triệt để nhằm hạ thấp mực nước xuống dưới mức BDI hoặc BDII, mà chỉ tham gia hỗ trợ giảm lũ: Đối với hồ Ka Nak giảm được mực nước đỉnh lũ cho trạm An Khê 4,15m; Hồ Ayun hạ giảm được mực nước đỉnh lũ cho trạm Ayun Pa 1,14m; Cụm hồ Sông Ba Hạ và Sông Hinh giảm được mực nước đỉnh lũ cho trạm Củng Sơn 0,56m.

Bảng 4.4. Dung tích cắt giảm lũ của các hồ (triệu m³)

Trạm	Đặc trưng	1981	1988	1993	2009
Hồ Ka Nak	Dung tích được phép hạ thấp	57,6	57,6	57,6	57,6
	Dung tích hạ được	16,14	6,99	11,69	34,80
	Dung tích cắt giảm lũ	15,86	6,86	11,49	35,08
Hồ Ayun Hạ	Dung tích được phép hạ thấp	44,00	44	44	44
	Dung tích hạ được	17,99	5,58	18,31	10,87
	Dung tích cắt giảm lũ	15,84	5,27	17,32	10,77
Hồ Krông H'nh	Dung tích được phép hạ thấp	56,6	56,6	56,6	56,6
	Dung tích cắt giảm lũ	57,80	57,31	55,46	57,45
Hồ Sông Ba Hạ	Dung tích được phép hạ thấp	98,9	98,9	98,9	98,9
	Dung tích cắt giảm lũ	96,59	77,59	100,29	100,09
Hồ Sông Sinh	Dung tích được phép hạ thấp	262,4	262,4	262,4	262,4
	Dung tích cắt giảm lũ	148,05	143,92	186,03	80,94

Bảng 4.5. Hiệu quả cắt giảm lũ của các trạm (m)

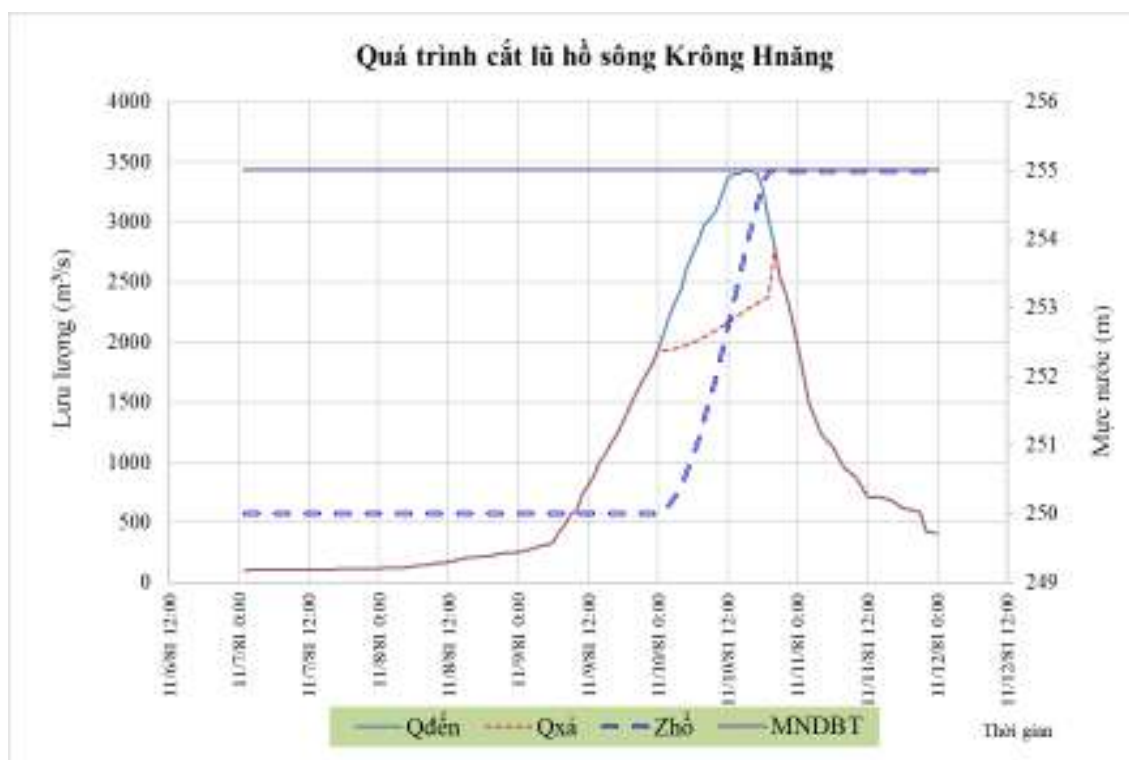
Trạm	1981	1988	1993	2009
Tại An Khê	4,15	0,60	0,38	0,88
Tại Ayun Pa	0,41	0,26	0,32	1,14
Tại Củng Sơn	0,45	0,56	0,48	0,27



Hình 4.6. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1981



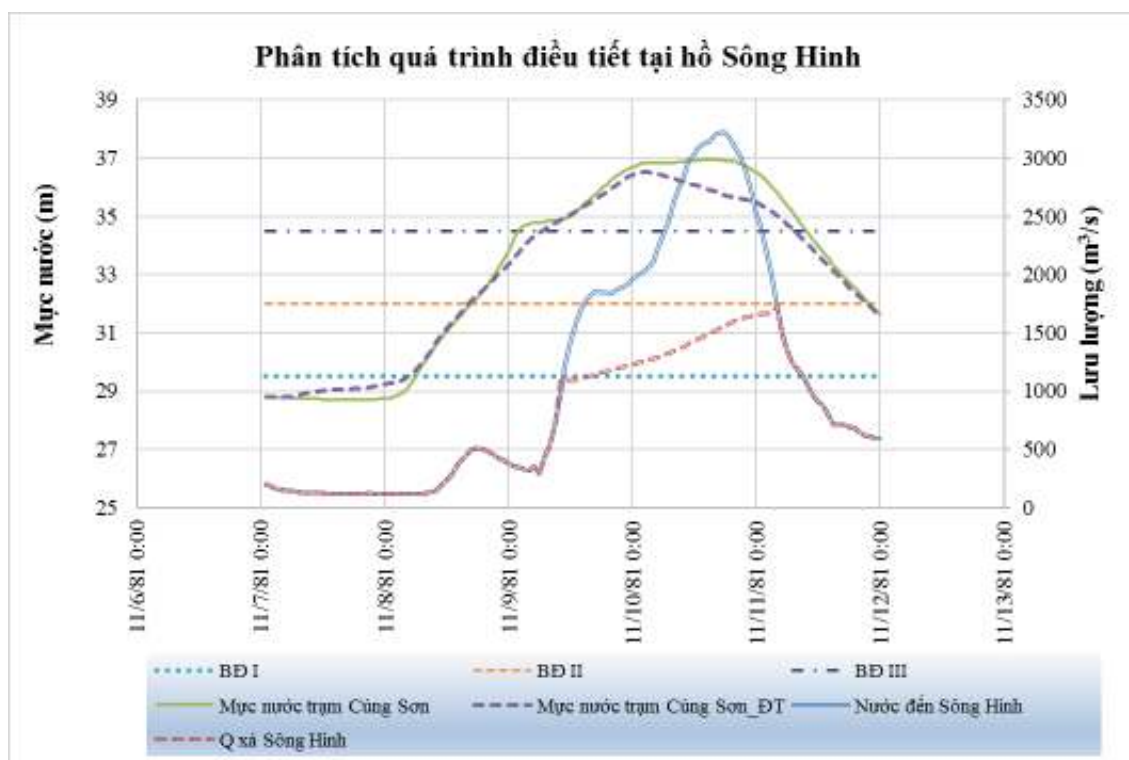
Hình 4.7. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1981



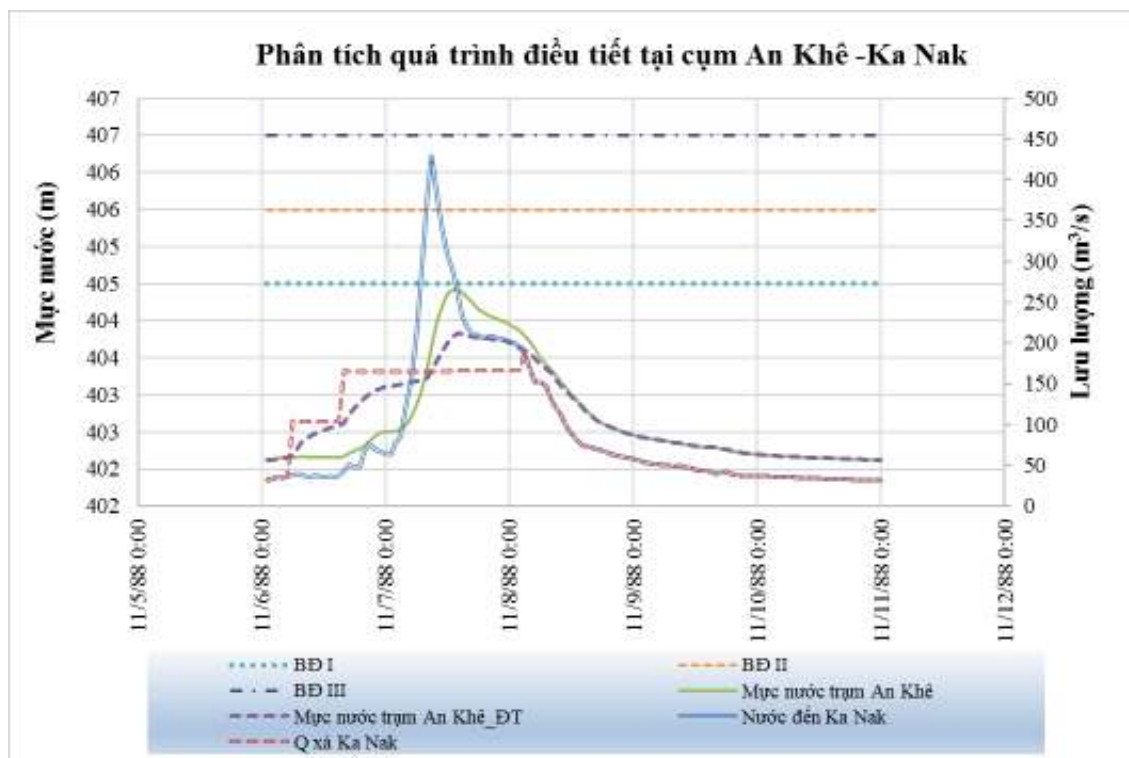
Hình 4.8. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'năng năm 1981



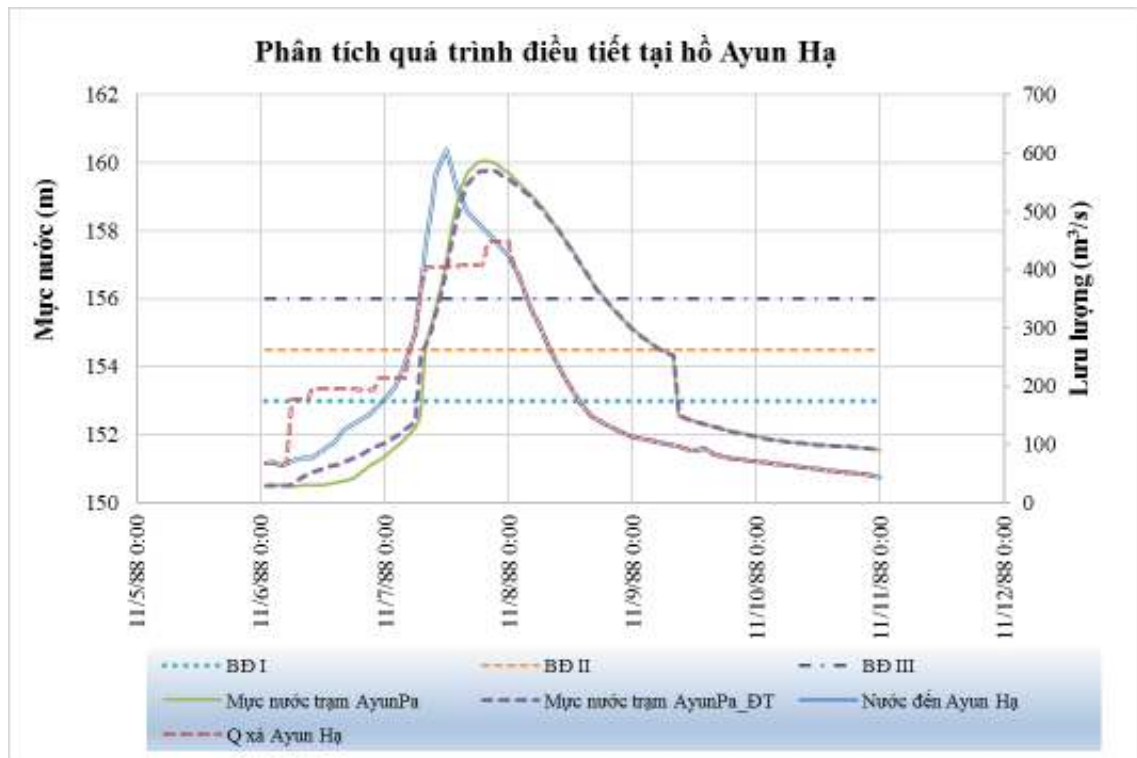
Hình 4.9. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1981



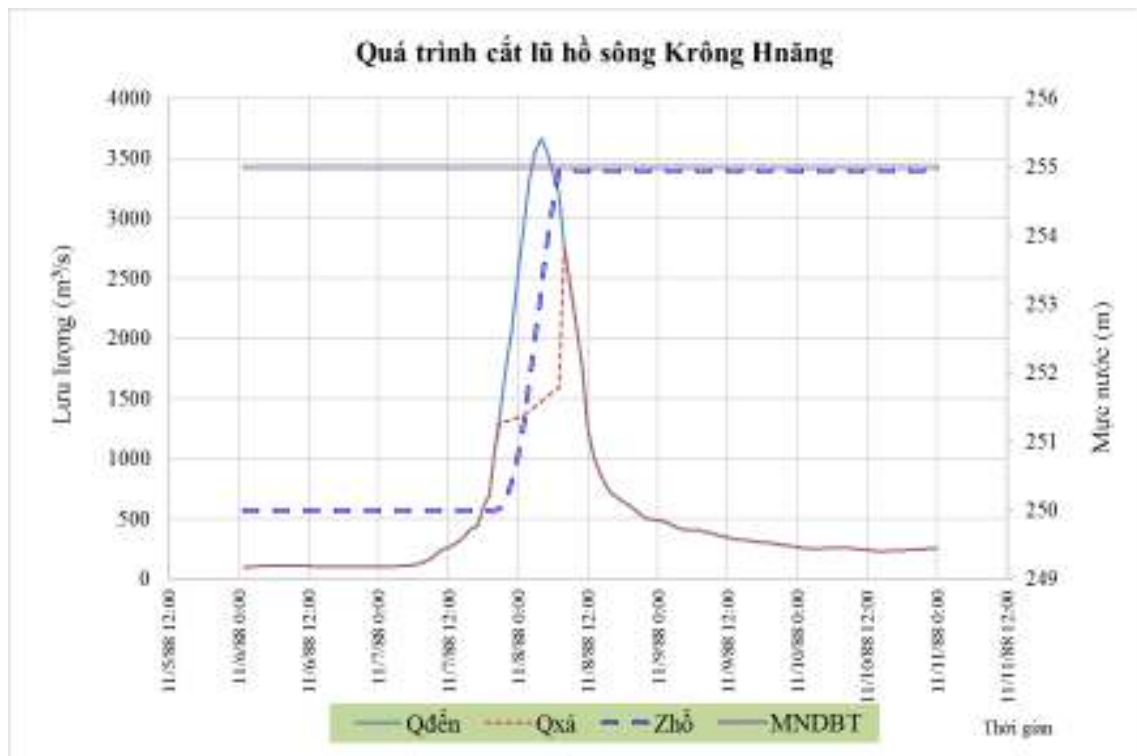
Hình 4.10. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hình năm 1981



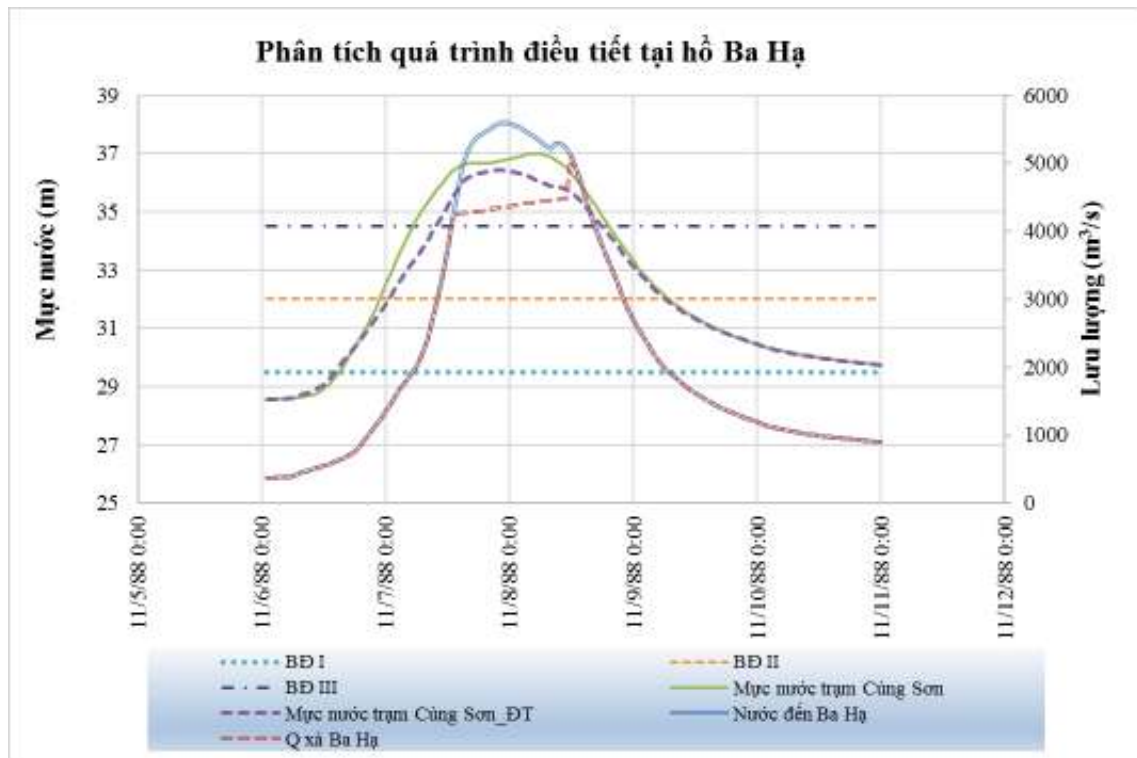
Hình 4.11. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1988



Hình 4.12. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1988



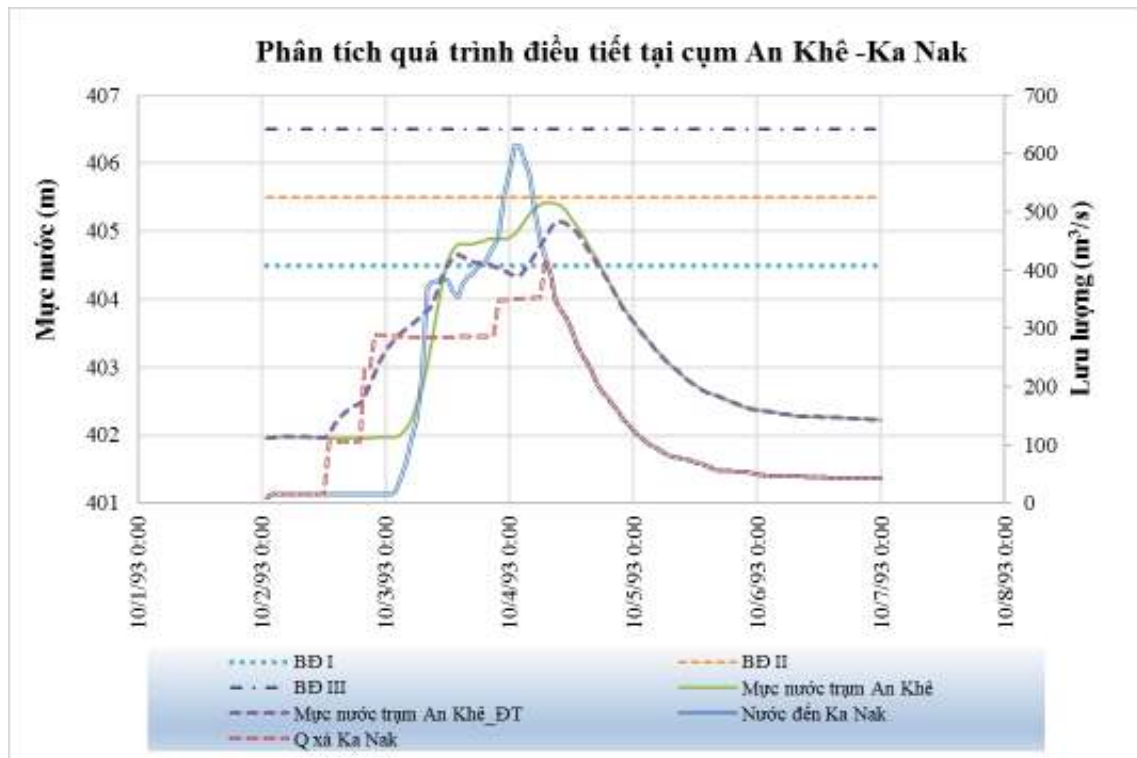
Hình 4.13. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H' năng năm 1988



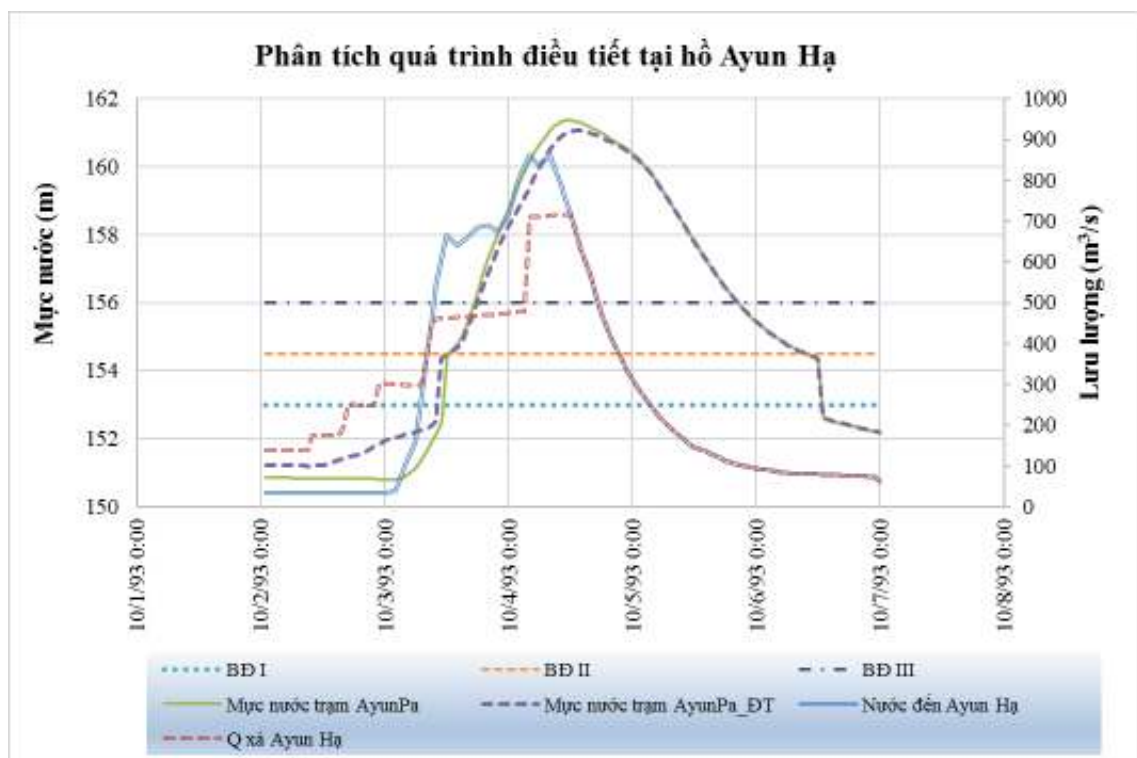
Hình 4.14. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1988



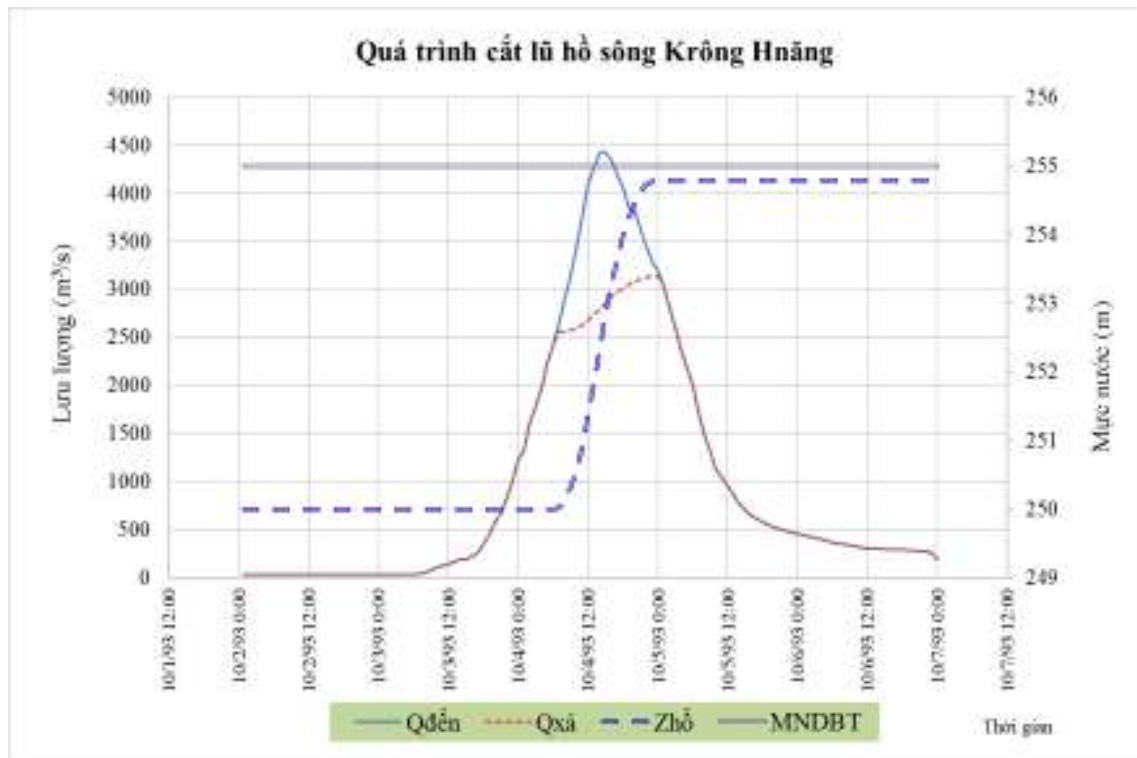
Hình 4.15. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hình năm 1988



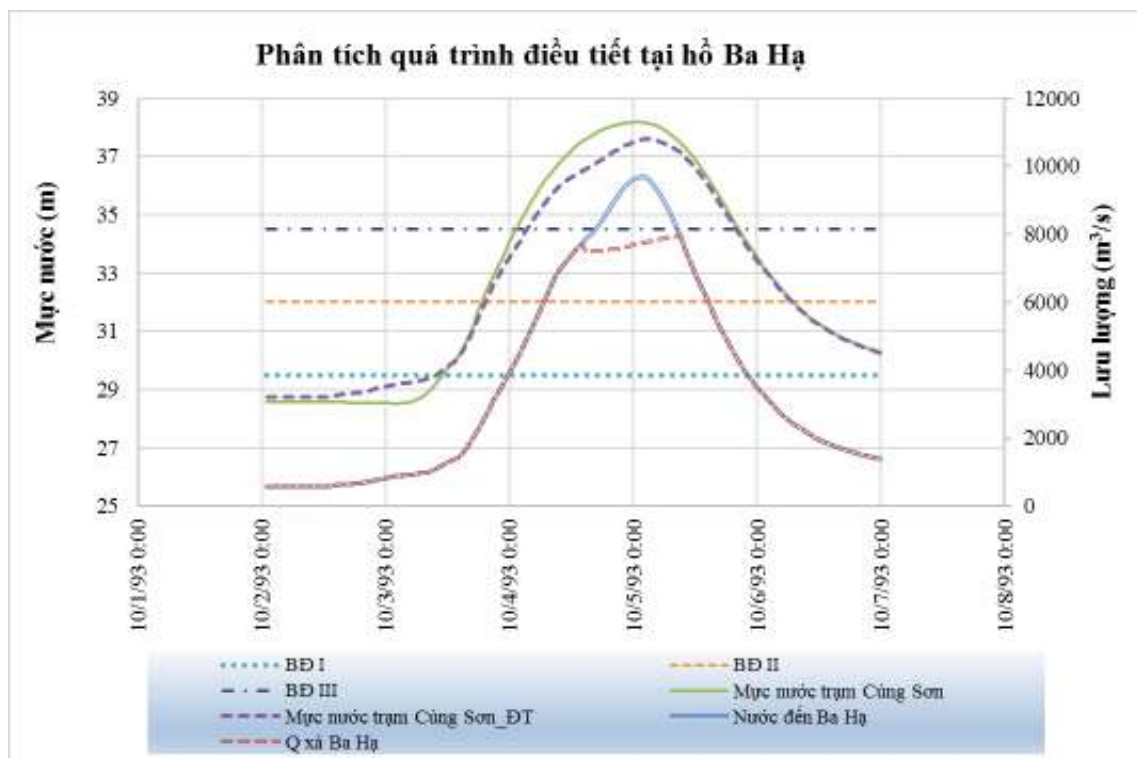
Hình 4.16. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 1993



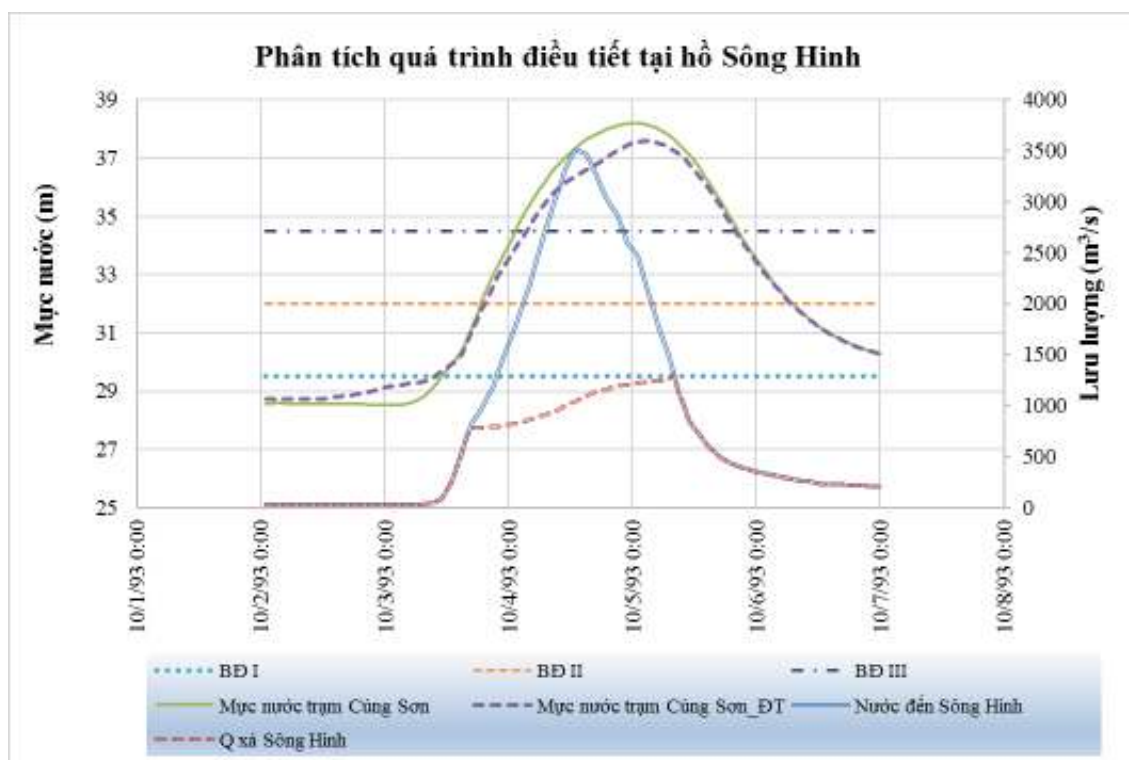
Hình 4.17. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 1993



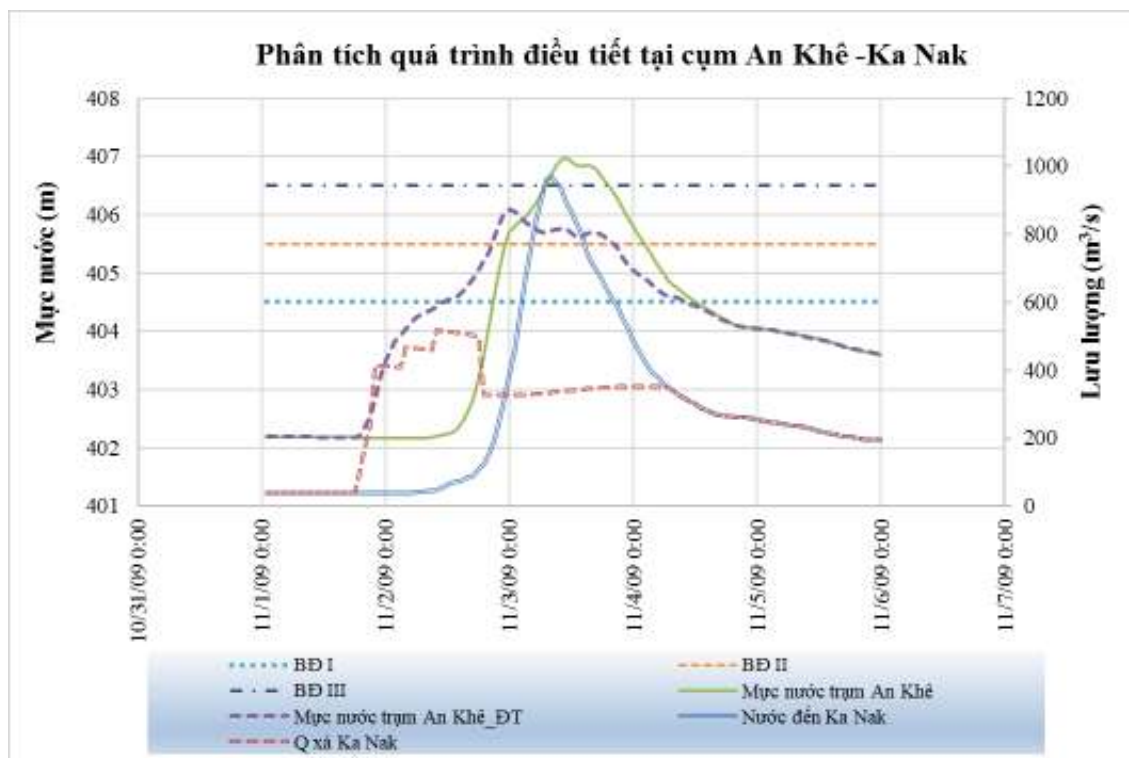
Hình 4.18. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H'năng năm 1993



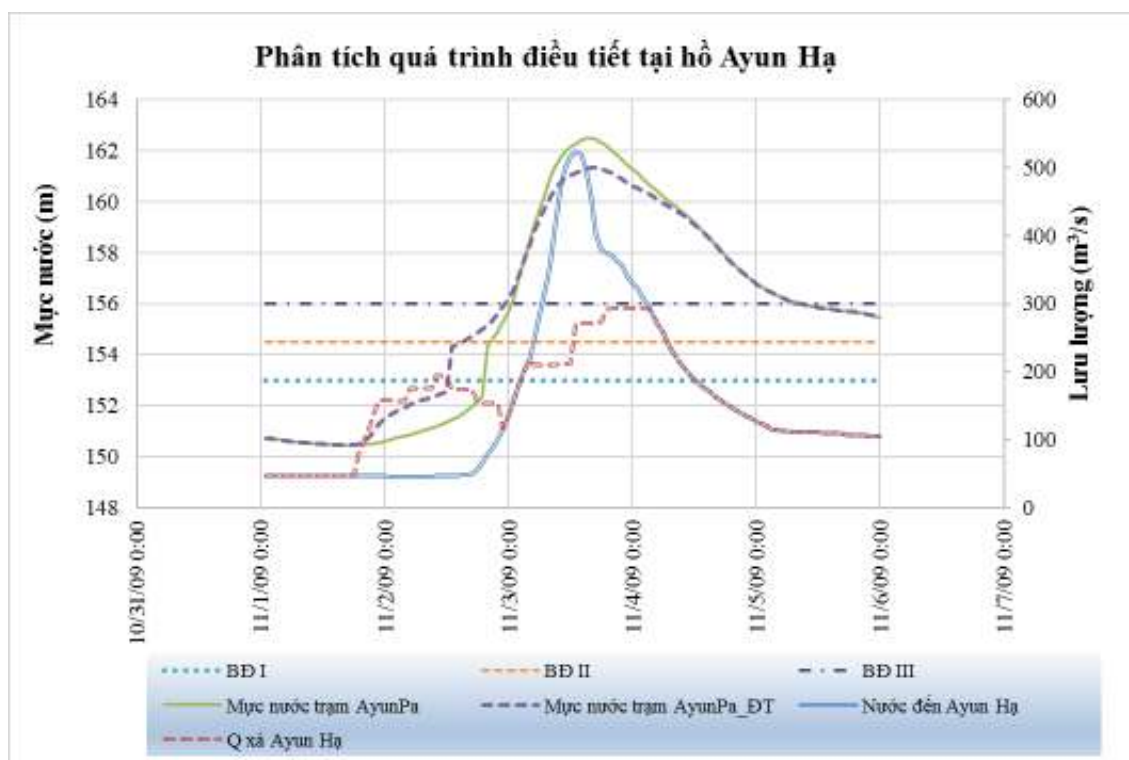
Hình 4.19. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 1993



Hình 4.20. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hình năm 1993



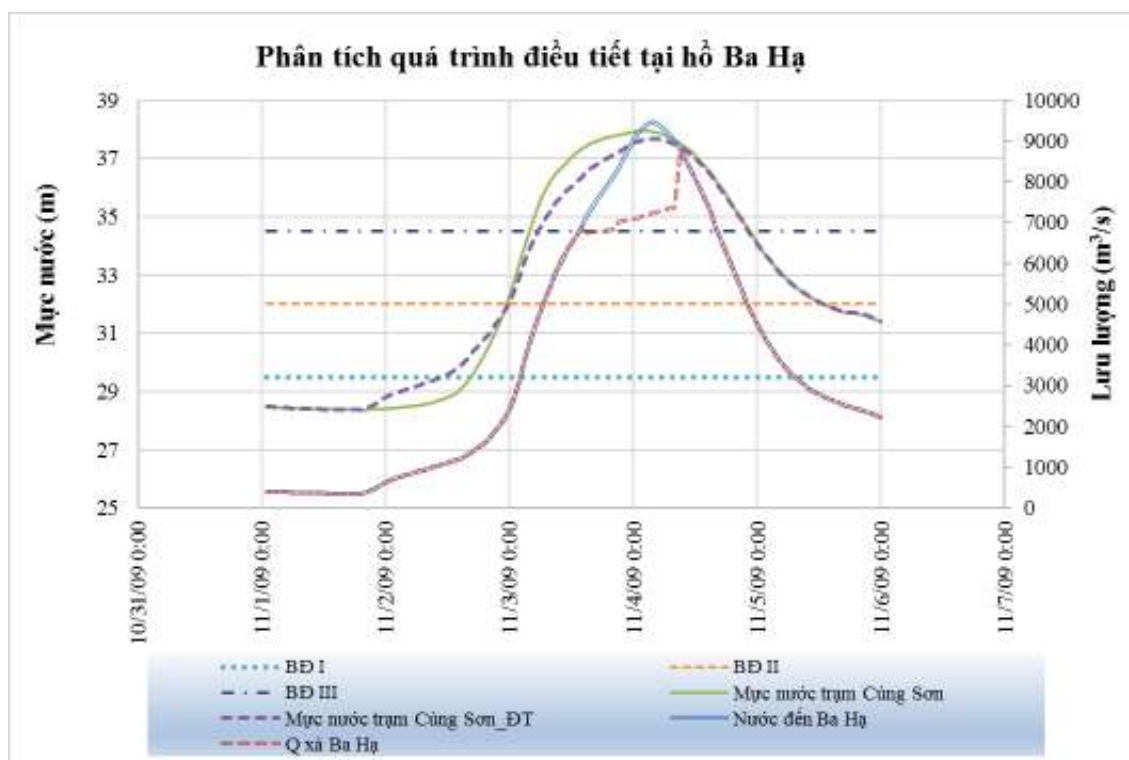
Hình 4.21. Kết quả vận hành cắt giảm lũ cụm hồ An Khê - Ka Nak năm 2009



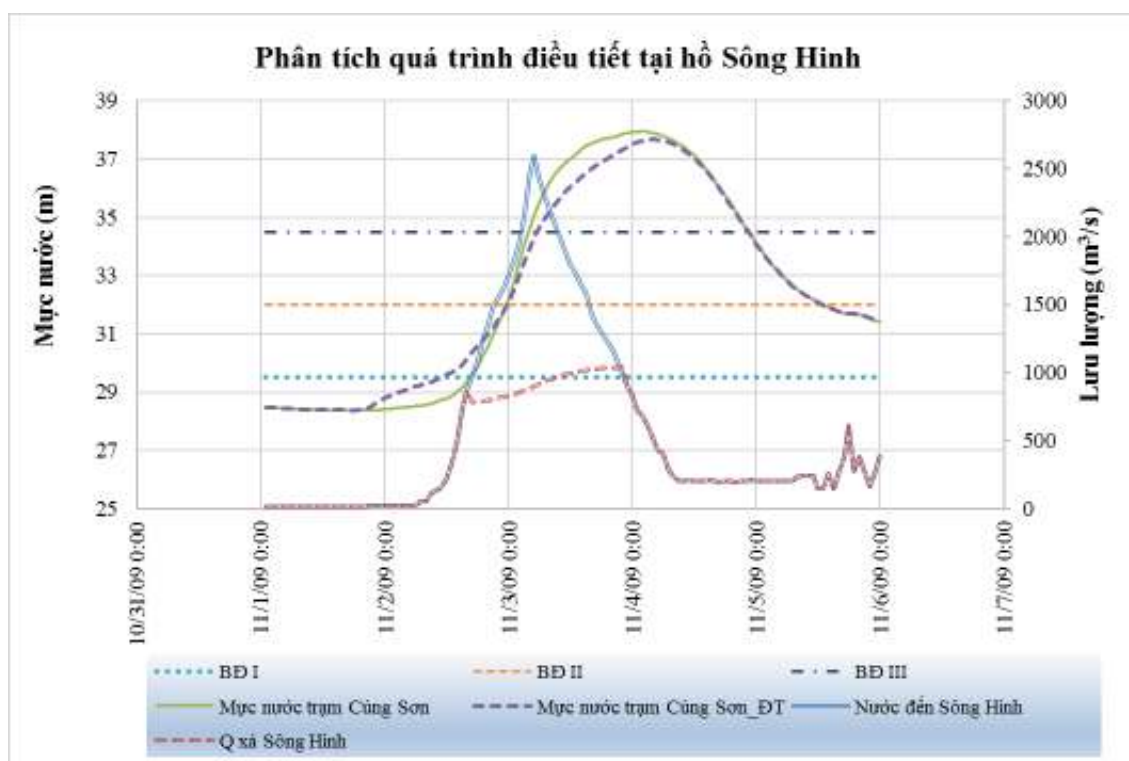
Hình 4.22. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Ayun Hạ năm 2009



Hình 4.23. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Krông H' năng năm 2009



Hình 4.24. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Ba Hạ năm 2009



Hình 4.25. Kết quả vận hành cắt giảm lũ hồ Sông Hình năm 2009

4.2. Cải tiến nội dung vận hành liên hồ chứa mùa lũ

Nội dung vận hành cải tiến được đề xuất đối với 1 số nội dung như sau:

1. Điều chỉnh nhiệm vụ phòng lũ các hồ chứa: Hồ Ka Nak và Ayun Hạ đóng vai trò đón lũ còn các hồ Krông H'nh, Sông Ba Hạ và Sông Hinh đóng vai trò phòng lũ.

2. Quy định ràng buộc trong vận hành:

- Mục nước cho phép các hồ xả nước đón lũ: Các hồ được phép xả nước đón lũ khi mực nước hạ du tại các điểm kiểm soát nhỏ hơn hoặc bằng BĐI.

- Quy định mực nước cao nhất trước lũ của các hồ:

Bảng: Mục nước cho phép và dung tích hồ đón/phòng lũ

Hồ	Sông Ba Hạ	Sông Hinh	Krông H'nh	Ka Nak	Ayun Hạ
Mực nước hồ (m)	103,1	206,2	250,2	511,8	203

- Khi mực nước tại điểm kiểm soát vượt BĐI, các hồ vận hành điều tiết hồ với lưu lượng xả nhỏ hơn hoặc bằng lưu lượng đến hồ, để duy trì mực nước hạ du nhỏ hơn hoặc bằng BĐI.

- Khi mực nước hồ đạt đến mực nước dâng bình thường, để đảm bảo an toàn, các hồ vận hành điều tiết hồ với lưu lượng xả lớn hơn hoặc bằng lưu lượng đến hồ nhằm duy trì mực nước nhỏ hơn MNDBT.

- Vận hành đưa mực nước hồ về mực nước cao nhất trước lũ sau khi hoàn thành 1 chu trình cắt giảm lũ: Khi mực nước tại các điểm kiểm soát xuống dưới mức BĐI, các hồ vận hành điều tiết với lưu lượng xả lớn hơn lưu lượng đến hồ để đưa dần mực nước hồ về giá trị quy định.

3. Thời điểm tích nước cuối mùa lũ: Từ ngày 1 tháng 12 hàng năm, căn cứ nhận định xu thế diễn biến thời tiết, thủy văn của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia, nếu không xuất hiện hình thế thời tiết có khả năng gây mưa lũ

trên lưu vực, các hồ được phép chủ động tích nước để đưa dần mực nước hồ về mực nước dâng bình thường.

4.3. Kết luận chương 4

Chương 4 tổng hợp đưa ra phương thức vận hành liên hồ chứa và đánh giá cơ sở khoa học vận hành liên hồ thông qua vận hành thử nghiệm các năm lũ điển hình, từ đó cho thấy tính đúng đắn của đề xuất vận hành cắt giảm lũ của các hồ trên hệ thống. Để có đảm bảo nguồn nước phục vụ trong mùa cạn và sử dụng hiệu quả trong mùa lũ, các hồ cần phải tiến hành tích nước từ đầu tháng 12 hàng năm.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

1. Vận hành liên hồ chứa là một bài toán phức tạp, bao gồm nhiều biến điều khiển và phải thỏa mãn nhiều mục tiêu khác nhau như chống lũ, phát điện, cấp nước nông nghiệp, giao thông vận tải thủy... Trên thế giới đã ứng dụng hiệu quả tối ưu để tìm lời giải cho bài toán vận hành liên hồ chứa (mùa lũ và mùa cạn). Tuy nhiên ở Việt Nam do mục tiêu khai thác hệ thống có xem xét những lợi ích chính trị - xã hội, hệ thống số liệu, tài liệu nền của các ngành dùng nước không đầy đủ và đồng bộ, các mục tiêu vận hành, mục tiêu sử dụng nước của hệ thống hồ không được xác định và phân định rõ theo thời gian và không gian dẫn đến việc ứng dụng tối ưu trong giải bài toán vận hành liên hồ ở Việt Nam là không khả thi và khó ứng dụng vào thực tế. Do vậy, luận án không lựa chọn phương pháp tối ưu trong bài toán xác định cơ sở khoa học và thực tiễn của bài toán vận hành liên hồ chứa mà bài toán xác định cơ sở khoa học vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ sông Ba lựa chọn trong luận án trên cơ sở các nguyên tắc: Các hồ vận hành cắt giảm lũ hiệu quả mà vẫn đảm bảo sự hài hòa với mục tiêu phát điện và cấp nước đã được xác định trong giai đoạn thiết kế.

2. Từ việc phân tích về khả năng gặp gỡ dòng chảy của các nhánh sông, phân tích mối quan hệ giữa xả nước của các hồ với trạng thái lũ (lũ thấp, lũ trung bình và lũ cao), tác giả đã xác định được vai trò của từng hồ, cụm hồ trong cắt giảm lũ hạ du, xác định được dung tích cắt giảm lũ của từng hồ và đề xuất nguyên tắc tạo dung tích trữ lũ theo từng cụm hồ: cụm Ka Nak, Ayun Hạ được phép duy trì mực nước cao trong quá trình vận hành, chỉ hạ thấp mực nước khi dự báo mưa và lũ xảy ra trên lưu vực (các hồ dành dung tích đón lũ); cụm hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh phải dành sẵn dung tích phòng lũ trước mùa lũ hàng năm. Quá trình vận hành xả nước tạo dung tích chứa lũ được đề xuất khống chế bởi mực nước tại điểm kiểm soát (cho từng hồ, cụm hồ) nhỏ hơn BDI nên sẽ không gây ra lũ nhân tạo và lũ chồng lũ cho hạ du. Đây chính là cơ sở

khoa học và thực tiễn chính của bài toán vận hành hệ thống liên hồ chứa kiểm soát lũ lưu vực sông Ba.

3. Với đề xuất cải tiến nội dung vận hành như luận án sẽ đem lại an toàn cho hạ du thông qua không chế mực nước tại các điểm kiểm soát nhỏ hơn BDI trong vận hành xả nước tạo dung tích đón/phòng lũ. Đem lại hiệu quả sử dụng nước thông qua đề xuất: hai hồ Ayun Hạ, Ka Nak được phép duy trì mực nước cao trong mùa lũ, chỉ tham gia cắt giảm lũ khi có dự báo lũ đến hồ (hồ Ka Nak có được 48 triệu m³ và Ayun Hạ 32,0 triệu m³ nước chủ động phát điện và cấp nước trong mùa lũ); thông qua đề xuất dung tích phòng lũ dựa trên mối quan hệ giữa dung tích hồ với dòng chảy đến hồ trong mùa lũ và khả năng tích đầy nước của các hồ cuối mùa lũ, ba hồ Krông H' năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh có dung tích đảm bảo phát điện lớn nhất trong mùa lũ và cấp nước trong mùa cạn năm sau.

4. Trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay, việc hạn hán khốc liệt trên một vùng lớn gây ra dòng sông, hồ chứa, dòng sông cạn khô xảy ra không còn hiếm thấy và xảy ra thường xuyên hơn. Mặt khác như phân tích khi xảy ra lũ lớn đã xảy ra trong quá khứ, thì cho dù hệ thống hồ đang ở mực nước chết cũng không cắt được triệt để, vì vậy đề xuất trong luận án có ý nghĩa đảm bảo hiệu quả sử dụng nước trong mùa lũ và góp phần giảm hạn hán trên lưu vực.

5. Những đóng góp của luận án cần thiết phải được kiểm chứng trong thực tiễn, điều chỉnh cho phù hợp khi cấu trúc hệ thống cũng như mục tiêu trong sử dụng nước trên lưu vực thay đổi.

KIẾN NGHỊ

1. Hiệu quả vận hành cắt giảm lũ phụ thuộc rất nhiều vào kết quả dự báo dòng chảy đến hồ, dòng chảy trong sông, tuy nhiên hiện nay kết quả dự báo thường thiếu chính xác. Vì vậy cần phải nâng cao hiệu quả dự báo trong vận hành hồ chứa thông qua việc đầu tư lưới trạm phục vụ dự báo, hiện đại hóa thiết

bị một cách đồng bộ, đầu tư nghiên cứu công nghệ mới trong dự báo mưa, dòng chảy và nâng cao kỹ thuật của dự báo viên, từ đó cơ sở khoa học vận hành kiểm soát lũ nói chung và vận hành cấp nước trong mùa cạn nói riêng sẽ được điều chỉnh để phù hợp hơn.

2. Luận án đã đưa ra các phân tích và tính toán cụ thể để xác định các thông số định lượng cho việc điều chỉnh nội dung vận hành của Quy trình vận hành lưu vực sông Ba, vì thế kiến nghị các cơ quan quản lý có liên quan xem xét và ứng dụng trong thực tiễn.

3. Các sông và lưu vực sông thuộc Miền Trung và Tây Nguyên hiện nay đã và đang xây dựng nhiều hồ chứa phục vụ cấp nước và phòng lũ hạ du có những điều kiện địa lý tự nhiên, hiện trạng cấp nước và yêu cầu phòng lũ khá tương đồng với lưu vực sông Ba, kiến nghị ứng dụng phương pháp nghiên cứu trong luận án để nghiên cứu xác định quy tắc vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ tại các lưu vực sông Miền Trung và Tây Nguyên.

4. Để đảm bảo cấp nước, ngoài yêu cầu các hồ chứa vận hành theo đúng Quy trình cần phải huy động hệ thống chính trị xã hội mới có thể giải quyết được.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ

1. Dương Thị Thanh Hương, Nguyễn Tiến Cường, Nguyễn Tiền Giang, **Lương Hữu Dũng** (2010), “Công cụ hỗ trợ điều tiết liên hồ chứa trên hệ thống sông Ba”, tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc năm 2010.
2. **Lương Hữu Dũng** (2011), “Một số đặc điểm mưa, lũ lưu vực sông Ba trong bài toán vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ hạ du”, Tạp chí Khí tượng Thủy văn.
3. **Lương Hữu Dũng** (2013), “Scientific and practical basis for developing operation rules for reservoir system on Ba River”, Organizing Committee of the fourteenth Asian Congress of Fluid Mechanics (14th ACFM).
4. **Lương Hữu Dũng** (2013), ”Đánh giá hiệu quả cắt giảm lũ hạ du của hệ thống liên hồ chứa lưu vực sông Ba”, Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ 9.
5. Ngô Đình Tuấn, **Lương Hữu Dũng**, Nguyễn Văn Sỹ (2015), “Đặc điểm lưu vực sông Ba trong vận hành hồ chứa và đánh giá môi trường chiến lược”, Tạp chí kỹ thuật thủy lợi và môi trường.
6. **Lương Hữu Dũng** (2016), “Xác định thời kỳ vận hành kiểm soát lũ lưu vực sông Ba”, Tạp chí tài nguyên nước.
7. **Lương Hữu Dũng**, Trịnh Thu Phương, Nguyễn Lê Giang (2016), ”Hạn hán năm 2015-2016 trên hai lưu vực sông chính ở Tây Nguyên”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Báo cáo thiết kế công trình cấp nước đập Đồng Cam.
2. Báo cáo thiết kế công trình cấp nước Ayun Hạ.
3. Nguyễn Lại (1982), Phân kỳ lũ sông Hồng.
4. Trịnh Quang Hòa (1997), Nghiên cứu xây dựng công nghệ nhận dạng lũ sông Hồng phục vụ điều hành hồ Hòa Bình phòng chống lũ hạ du - Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp nhà nước - Trường Đại học Thủy Lợi.
5. Nguyễn Thượng Bằng, Hoàng Đình Dũng, Vũ Hữu Hải trường Đại học Xây dựng (2000), Thủy năng và điều tiết dòng chảy.
6. Tổng công ty điện lực Việt Nam (2002), Quyết định số 2775/QĐ-EVN-KTND ban hành Quy trình xả lũ hồ chứa Sông Hinh ký ngày 23 tháng 8 năm 2002.
7. Hoàng Minh Tuyền (2002), Luận án tiến sĩ “Đánh giá vai trò của một số hồ chứa lớn thượng nguồn sông Hồng phần Việt Nam trong việc phòng lũ hạ du”.
8. Hà Văn Khôi và Lê Bảo Trung (2003), Áp dụng quy hoạch động hai chiều xác định chế độ tối ưu hệ thống hồ chứa phát điện bậc thang, chương trình đã được các tác giả áp dụng thử nghiệm cho hệ thống ba hồ chứa bậc thang sông Đà.
9. Lê Kim Truyền (2003), Đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp bộ “Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn về quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba”.
10. Nguyễn Văn Cư (2003), Đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu luận cứ khoa học cho các giải pháp phòng tránh, hạn chế hậu quả lũ lụt lưu vực sông Ba”.
11. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2004), Quyết định Số 64/2004/QĐ-BNN, ngày 11 tháng 11 năm 2004 Về việc ban hành Quy trình vận hành điều tiết hồ chứa nước Ayun Hạ tỉnh Gia Lai.
12. Ngô Đình Tuấn và nnk (2005), Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Hòa Bình và các công trình cắt giảm lũ sông Hồng trong mùa lũ.
13. Lê Văn Nghinh, Bùi Công Quang và Hoàng Thanh Tùng Trường Đại học Thủy lợi (2005), Bài giảng Mô hình toán thủy văn.
14. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2006), dự án “Quy hoạch sử dụng và tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Ba”.

15. Thủ tướng chính phủ (2008), Nghị định số 120/2008/NĐ-CP Ngày 01 tháng 12 năm 2008 về Quản lý lưu vực sông.
16. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), Quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2008 Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về dự báo lũ.
17. Nguyễn Thế Hùng-Lê Hùng, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng (2009), “Nghiên cứu áp dụng thuật toán di truyền tìm kiếm quy đạo vận hành tối ưu hồ chứa nước có nhà máy thủy điện làm việc độc lập với quá trình dòng chảy đến là ngẫu nhiên”, áp dụng cho hồ chứa nhà máy Thủy điện Ea Krông Rou - Tỉnh Khánh Hòa.
18. Cục Quản lý Tài nguyên nước (2009), Dự án: “Điều tra tình hình khai thác, sử dụng tài nguyên nước và xả nước thải vào nguồn nước lưu vực sông Ba”
19. Bộ Công Thương (2009), Quyết định số 1863/QĐ-BCT Ngày 14 tháng 4 năm 2009 Ban hành Quy trình vận hành điều tiết hồ chứa Sông Ba Hạ.
20. Hà Ngọc Hiến (2009), xây dựng mô hình vận hành tối ưu chống lũ theo thời gian thực cho hệ thống hồ chứa trên sông Đà và sông Lô
21. Huỳnh Thị Lan Hương (2009), Đề tài cấp Bộ: “Hệ thống hỗ trợ kỹ thuật giải quyết tranh chấp về tài nguyên nước lưu vực sông Ba”.
22. Hoàng Minh Tuyền, Lương Hữu Dũng - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2010), Báo cáo tổng hợp kết quả tính toán các kịch bản lũ thiết kế phục vụ việc xây dựng quy trình điều hành hệ hồng 4 hồ chứa lớn thượng nguồn hệ thống sông hồng cắt lũ hạ du thuộc Dự án xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa Sơn La - Hòa Bình - Thác Bà - Tuyên Quang trong mùa lũ hàng năm.
23. Cục Quản lý Tài nguyên nước và Trung tâm Thủy Văn ứng dụng và kỹ thuật môi trường - Trường Đại học Thủy Lợi (2010), Dự án: “Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Ba”.
24. Dương Thị Thanh Hương, Nguyễn Tiến Cường, Nguyễn Tiền Giang, Lương Hữu Dũng (2010), “Công cụ hỗ trợ điều tiết liên hồ chứa trên hệ thống sông Ba”, tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc năm 2010.
25. Hà Văn Khôi (2010), một số ý kiến và kết quả tính toán sơ bộ về vai trò chống lũ hạ du của hồ chứa A Vương và xem xét khả năng giao thêm nhiệm vụ chống lũ hạ du cho các hồ chứa trên sông Vu Gia – Thu Bồn.

26. Bộ Công Thương (2010), Quyết định số 4046/QĐ-BCT Ngày 30 tháng 7 năm 2010 Về việc Ban hành Quy trình vận hành điều tiết hồ chứa Krông H' năng.
27. Thủ tướng chính phủ (2010), Quyết định số 632/QĐ-TTg quy định mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ trên các sông thuộc phạm vi cả nước.
28. Thủ tướng chính phủ (2010), Quyết định số 1879/QĐ-TTg Phê duyệt danh mục các hồ thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông phải xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa.
29. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), Báo cáo thực địa xác định các vấn đề lũ lụt và cấp nước hạ du trong xây dựng Quy trình vận hành liên hồ chứa trong mùa lũ và mùa cạn trên lưu vực sông Ba.
30. Hoàng Minh Tuyên, Lương Hữu Dũng - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2010), Báo cáo tổng kết xây dựng Quy trình vận hành mùa lũ sông Ba, sông Hinh.
31. Thủ tướng chính phủ (2010), Quyết định số 1757/QĐ-TTg Ngày 23 tháng 9 năm 2010 Về việc Ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ: Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H' năng, Ayun Hạ và An Khê - Ka Nak trong mùa lũ hàng năm.
32. Thủ tướng Chính phủ (2010), Quyết định số 1989/QĐ-TTg Ngày 01 tháng 11 năm 2010 Về việc Ban hành Danh mục lưu vực sông liên tỉnh.
33. Nguyễn Hữu Khải và Lê Xuân Cầu (2010), “Xây dựng đường cong chuẩn quy tắc vận hành tối ưu liên hồ chứa thủy điện hệ thống hồ sông Ba”.
34. Nguyễn Hữu Khải (2010), Đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu xây dựng công nghệ điều hành hệ thống liên hồ chứa đảm bảo ngăn lũ, chậm lũ, an toàn vận hành hồ chứa và sử dụng hợp lý tài nguyên nước về mùa kiệt lưu vực sông Ba”.
35. Hoàng Thanh Tùng (2011), Luận án Tiến Sĩ “Nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ, ứng dụng cho lưu vực sông Cả”.
36. Lương Hữu Dũng (2011), “Một số đặc điểm mưa, lũ lưu vực sông Ba trong bài toán vận hành liên hồ chứa kiểm soát lũ hạ du”, Tạp chí Khí tượng Thủy văn.
37. Nguyễn Thế Hùng-Lê Hùng, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng (2011), “Nghiên cứu áp dụng thuật toán di truyền tìm kiếm quy đạo vận hành tối ưu hồ chứa nước có nhà máy thủy điện làm việc độc lập với quá trình dòng chảy đến là ngẫu nhiên”, Nghiên cứu đã áp dụng tính cho hồ Định Bình (với mục tiêu tưới, phòng lũ, phát điện và đảm bảo yêu cầu cấp nước cho hạ du) và

hồ A Vương (phát điện, đảm bảo cung cấp nước cho hạ du trong mùa kiệt, và điều tiết một phần lũ).

38. Bộ Công thương (2012), Quyết định số 293/QĐ-BCT Ngày 17 tháng 01 năm 2012 Ban hành Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện An Khê- Ka Nak.

39. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2012), Quyết định Số: 1588/QĐ-TTg ngày 24 tháng 10 năm 2012 Phê duyệt Quy hoạch thủy lợi khu vực miền Trung giai đoạn 2012-2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

40. Cán Thu Văn, Nguyễn Hữu Khải và Nguyễn Thanh Sơn (2012), “áp dụng mô hình MIKE-FLOOD mô phỏng ngập lụt hạ lưu sông Ba”.

41. Thân Văn Đón, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia (2012), đề tài cấp cơ sở “Nghiên cứu ứng dụng mô hình số thích hợp dự báo tài nguyên nước mặt (về mặt số lượng) cho lưu vực sông Ba”

42. Quốc hội (2012), Luật Tài nguyên nước số: 17/2012/QH13 thông qua ngày 21 tháng 6 năm 2012.

43. Lương Hữu Dũng (2013), ”Scientific and practical basis for developing operation rules for reservoir system on Ba River”, Organizing Committee of the fourteenth Asian Congress of Fluid Mechanics (14th ACFM).

44. Ngô Đình Tuấn, Trường Đại học thủy lợi (2013), thực hiện đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu giải pháp tổng thể sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường lưu vực sông Ba và sông Côn”

45. Lương Hữu Dũng (2013), ”Đánh giá hiệu quả cắt giảm lũ hạ du của hệ thống liên hồ chứa lưu vực sông Ba”, Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ 9.

46. Đặng Thanh Mai (2013), đề tài cấp Bộ ”Nghiên cứu xây dựng hệ thống phân tích, giám sát, cảnh báo và dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống sông Ba”.

47. Hoàng Minh Tuyên, Lương Hữu Dũng - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2014), Báo cáo tổng kết xây dựng Quy trình vận hành mùa cạn sông Ba, sông Hinh.

48. Thủ tướng chính phủ (2014), Quyết định số 1077/QĐ-TTg Ngày 07 tháng 7 năm 2014 Ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba.

49. Thủ tướng chính phủ (2014), Quyết định số 46/QĐ-TTg Ngày 15 tháng 8 năm 2014 Ban hành Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai.

50. Tô Thúy Nga (2014), Luận án Tiến Sĩ “Mô hình vận hành điều tiết thời gian thực thời kỳ mùa lũ hệ thống hồ chứa trên sông Vu Gia - Thu Bồn”.
51. Ngô Đình Tuấn, Lương Hữu Dũng, Nguyễn Văn Sỹ (2015), “Đặc điểm lưu vực sông Ba trong vận hành hồ chứa và đánh giá môi trường chiến lược”, Tạp chí kỹ thuật thủy lợi và môi trường.
52. Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương (2015), Báo cáo dự án chuyên môn “Xây dựng công nghệ dự báo lũ hạn ngắn phục vụ vận hành Quy trình liên hồ chứa lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và sông Ba”.
53. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), Công văn số 5564/BTNMT-TNN ngày 25 tháng 12 năm 2015 về việc vận hành các hồ chứa đảm bảo nguồn nước cho hạ du các lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, Sê San và sông Ba trong mùa cạn năm 2016.
54. Lương Hữu Dũng (2015), ”Xác định thời kỳ vận hành kiểm soát lũ lưu vực sông Ba”, Tạp chí tài nguyên nước.
55. Lương Hữu Dũng, Trịnh Thu Phương, Nguyễn Lê Giang (2016), ”Hạn hán năm 2015-2016 trên hai lưu vực sông chính ở Tây Nguyên”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tiếng anh

56. Optimizing flood control allocation for a multipurpose reservoir (1972).
57. Optimization of multiple reservoir System (1973).
58. Optimization models for the operation of major hydrosystems (1982).
59. Optimization of the operation of multireservoir (1998).
60. A Study of Optimization of Reservoir Operations of the Colorado River (1999).
61. Optimization of large-scale hydropwer system operations (2003).
62. Genetic Algorithms for Optimal Reservoir Dispatching (2004).
63. Application of an Interior-Point Algorithm For Optimization of a Large-Scale Reservoir System (2004).
64. Optimal operation of multireservoir systems (2004).
65. Ant colony optimization for multipurpose reservoir operation (2006).
66. Optimal reservoir operation using multi-objective evolutionary algorithm (2006).

67. Long Le Ngo Optimising reservoir operation (2006).
68. Multipurpose reservoir operation using particle swarm optimization (2007).
69. A diversified multiobjective GA for optimizing reservoir rule curves (2007).
70. An Improved Genetic Algorithm-Simulated Annealing Hybrid Algorithm for the Optimization of Multiple Reservoirs (2008).
71. Intelligent reservoir operation system based on evolving artificial neural networks (2008).
72. Multi-objective evolutionary algorithm for operating parallel reservoir system (2009).
73. Optimal tree-based release rules for real-time flood control operations on a multipurpose multireservoir system (2009).

PHỤ LỤC

Bảng PL 2.1. Đặc trưng dòng chảy trạm An Khê (m³/s)

Năm	Lưu lượng trung bình tháng lớn nhất	Lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất	Lưu lượng tức thời lớn nhất	Lưu lượng trung bình ngày lớn nhất	Lưu lượng tức thời nhỏ nhất	Lưu lượng trung bình ngày nhỏ nhất
1978	62,5	4,5	326,0	251,0	1,5	1,5
1979	64,7	3,5	567,0	367,0	2,7	2,7
1980	230,0	3,0	1560,0	1200,0	1,6	1,8
1981	246,0	7,0	2440,0	1330,0	5,1	5,1
1982	19,8	3,1	106,0	45,8	1,9	2,0
1983	124,0	0,5	1300,0	968,0	0,3	0,3
1984	150,0	5,2	1790,0	1220,0	2,6	2,6
1985	61,9	7,1	747,0	454,0	4,1	4,3
1986	126,7	3,0	1910,0	1320,0	2,0	2,0
1987	115,6	4,0	1620,0	1220,0	2,0	2,0
1988	135,2	3,6	1680,0	804,0	1,1	1,9
1989	60,9	9,0	250,0	182,0	5,5	5,5
1990	185,1	6,7	1710,0	1000,0	4,4	4,4
1991	112,3	9,2	1380,0	978,0	7,0	7,0
1992	140,6	7,2	1560,0	734,0	4,6	4,6
1993	81,9	8,9	750,0	578,0	5,4	5,4
1994	71,3	12,3	747,0	511,0	8,3	8,7
1995	137,6	7,1	774,0	493,0	4,6	4,6
1996	298,6	7,9	1600,0	1190,0	6,2	6,4
1997	52,3	12,5	493,0	379,0	9,5	9,7
1998	271,0	7,1	1670,0	1130,0	5,3	5,3
1999	221,8	13,6	1460,0	831,0	10,6	10,6
2000	118,9	12,7	719,0	398,0	9,8	9,8
2001	85,1	10,5	1020,0	798,0	10,0	10,0
2002	119,1	8,3	584,0	342,0	6,8	6,8
2003	173,9	9,4	1090,0	862,0	7,7	7,7
2004	41,7	9,0	466,0	352,0	6,7	6,7
2005	108,0	6,1	950,0	707,0	4,1	4,2

Năm	Lưu lượng trung bình tháng lớn nhất	Lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất	Lưu lượng tức thời lớn nhất	Lưu lượng trung bình ngày lớn nhất	Lưu lượng tức thời nhỏ nhất	Lưu lượng trung bình ngày nhỏ nhất
2006	42,6	10,6	275,0	170,0	7,5	7,5
2007	328,0	7,4	2070,0	1180,0	5,7	5,7
2008	218,0	8,2	1170,0	925,0	5,2	5,3
2009	157,0	14,4	1410,0	1160,0	11,0	11,3
2010	165,0	9,5	745,0	461,0	5,4	5,7
2011	111,7	6,7	646,0	413,0	4,2	4,7
2012	19,8	8,7	203,0	89,1	6,1	7,4
Trung bình	133,1	7,6	1079,7	715,5	5,3	5,5
Nhỏ nhất	19,8	0,5	106,0	45,8	0,3	0,3
Lớn nhất	328,0	14,4	2440,0	1330,0	11,0	11,3

Bảng PL 2.2. Đặc trưng dòng chảy trạm Củng Sơn (m^3/s)

Năm	Lưu lượng trung bình tháng lớn nhất	Lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất	Lưu lượng tức thời lớn nhất	Lưu lượng trung bình ngày lớn nhất	Lưu lượng tức thời nhỏ nhất	Lưu lượng trung bình ngày nhỏ nhất
1978	716,0	33,7	9000,0	4710,0	18,0	19,8
1979	748,0	40,1	7950,0	6290,0	26,0	26,0
1980	1430,0	24,8	7540,0	6440,0	14,8	15,7
1981	2100,0	40,7	10200,0	9320,0	24,4	24,4
1982	287,0	51,9	955,0	810,0	41,6	42,9
1983	1320,0	10,6	5150,0	4280,0	7,7	7,7
1984	1120,0	56,7	5100,0	3810,0	30,2	30,2
1985	635,0	61,3	6060,0	3490,0	30,6	30,6
1986	1073,3	30,9	9200,0	7620,0	23,2	23,2
1987	1016,8	40,9	6410,0	5440,0	29,5	29,5
1988	1383,6	34,5	10500,0	8160,0	25,8	26,4
1989	546,8	50,6	1710,0	1260,0	41,9	41,9
1990	1310,2	40,3	7470,0	6750,0	20,2	20,2
1991	786,7	61,2	2940,0	2060,0	46,7	48,0
1992	1271,6	44,3	9860,0	8210,0	32,6	32,6

Năm	Lưu lượng trung bình tháng lớn nhất	Lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất	Lưu lượng tức thời lớn nhất	Lưu lượng trung bình ngày lớn nhất	Lưu lượng tức thời nhỏ nhất	Lưu lượng trung bình ngày nhỏ nhất
1993	1304,9	36,9	20700,0	13500,0	28,6	28,6
1994	546,8	42,2	2460,0	1860,0	16,7	16,7
1995	776,1	28,8	4160,0	3180,0	18,0	17,8
1996	1536,1	52,0	6190,0	4740,0	15,4	17,6
1997	431,2	74,4	3800,0	2520,0	44,6	46,2
1998	1760,0	22,6	9520,0	8130,0	9,5	10,3
1999	1520,0	107,0	6420,0	5360,0	80,0	81,6
2000	1310,0	105,0	5340,0	4330,0	62,0	62,0
2001	364,4	48,8	3280,0	1980,0	28,2	29,8
2002	617,1	24,4	2070,0	1460,0	12,5	13,5
2003	786,7	31,3	10000,0	7640,0	26,9	26,9
2004	284,2	39,7	3490,0	2060,0	24,1	24,1
2005	1410,0	21,4	4560,0	4330,0	14,3	14,3
2006	705,0	49,7	2360,0	1860,0	26,7	28,8
2007	1990,0	26,7	7970,0	6740,0	22,5	22,5
2008	1670,0	37,8	6350,0	6000,0	2,8	3,1
2009	1350,0	16,7	13500,0	10300,0	2,3	2,3
2010	1720,0	20,8	8500,0	4890,0	1,4	1,7
2011	937,0	59,6	3160,0	2220,0	5,8	8,8
2012	614,0	72,3	4120,0	2670,0	7,4	8,2
Trung bình	1068,0	44,0	6514,1	4983,4	24,7	25,3
Nhỏ nhất	284,2	10,6	955,0	810,0	1,4	1,7
Lớn nhất	2100,0	107,0	20700,0	13500,0	80,0	81,6

Bảng PL 2.3. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn An Khê

Năm	Mực nước trung bình tháng lớn nhất	Mực nước tức thời lớn nhất	Mực nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BĐII (ứng với mực nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BĐIII (ứng với mực nước tức thời lớn nhất)
1977	40359	40601	40447	2	2
1978	40196	40346	40315	2	2
1979	40193	40423	40359	1	1
1980	40329	40755	40650	2	1

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1981	40329	40848	40630	2	2
1982	40203	40270	40239	0	0
1983	40282	40661	40579	1	1
1984	40277	40717	40612	2	1
1985	40191	40482	40385	0	0
1986	40236	40681	40589	1	1
1987	40253	40693	40609	1	1
1988	40274	40705	40518	1	1
1989	40233	40346	40310	0	0
1990	40287	40702	40563	2	1
1991	40251	40647	40549	1	0
1992	40257	40694	40516	1	1
1993	40249	40530	40477	0	0
1994	40235	40526	40450	0	0
1995	40276	40529	40440	0	0
1996	40354	40717	40631	2	2
1997	40213	40461	40406	0	0
1998	40308	40723	40610	2	2
1999	40309	40696	40540	3	1
2000	40258	40537	40404	0	0
2001	40222	40580	40520	1	0
2002	40261	40460	40379	0	0
2003	40277	40601	40544	1	0
2004	40186	40425	40377	0	0
2005	40246	40565	40495	1	0
2006	40198	40338	40288	0	0
2007	40353	40817	40629	1	1
2008	40306	40653	40585	1	1
2009	40273	40698	40646	2	2
2010	40291	40551	40434	1	0
2011	40247	40525	40425	0	0

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
2012	40155	40320	40239	0	0
TB	40260	40578	40483		

Bảng PL 2.4. Đặc trưng mức nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Ayun Pa

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1977	15152	15648	15602	2	1
1978	15127	15430	15335	0	0
1979	15151	15639	15572	4	1
1980	15200	15771	15695	2	1
1981	15233	15737	15658	2	2
1982	15094	15267	15256	0	0
1983	15231	15741	15694	1	1
1984	15160	15680	15574	2	2
1985	15081	15526	15442	1	0
1986	15150	15742	15709	1	1
1987	15119	15759	15530	1	1
1988	15227	15797	15749	2	2
1989	15120	15291	15254	0	0
1990	15208	15759	15699	3	2
1991	15161	15488	15399	1	0
1992	15162	15725	15670	1	1
1993	15124	15735	15716	2	1
1994	15168	15484	15404	2	0
1995	15464	15540	15411	1	0
1996	15524	15657	15570	3	2
1997	15099	15338	15296	0	0
1998	15199	15760	15631	2	2
1999	15201	15642	15560	2	1
2000	15550	15619	15539	1	1
2001	15116	15483	15385	1	0

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BĐII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BĐIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
2002	15192	15370	15363	0	0
2003	15164	15686	15561	2	1
2004	15061	15656	15496	1	1
2005	15157	15634	15473	2	1
2006	15181	15478	15403	1	0
2007	15253	15729	15621	3	1
2008	15182	15631	15508	1	1
2009	15191	15896	15799	3	1
2010	15156	15459	15320	1	0
2011	15182	15404	15341	0	0
2012	15123	15586	15490	1	0
TB	15191	15605	15520		

Bảng PL 2.5. Đặc trưng mức nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Củng Sơn

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BĐII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BĐIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1977	2836	3433	3386	2	0
1978	2833	3529	3223	1	1
1979	2820	3552	3424	2	1
1980	2954	3614	3511	1	1
1981	3006	3601	3540	2	1
1982	2715	2891	2857	0	0
1983	2916	3331	3413	1	0
1984	2873	3313	3196	2	0
1985	2799	3393	3170	1	0
1986	2878	3624	3541	1	1
1987	2853	3408	3349	1	0
1988	2924	3684	3576	2	2
1989	2772	2976	2907	0	0
1990	2905	3473	3448	2	1

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1991	2826	3106	3005	0	0
1992	2862	3636	3573	1	1
1993	2864	3990	3743	3	1
1994	2765	3073	3009	0	0
1995	2818	3207	3157	1	0
1996	2988	3427	3338	2	0
1997	2756	3244	3093	1	0
1998	2971	3631	3533	3	1
1999	2952	3459	3380	2	1
2000	2912	3362	3277	3	0
2001	2736	3170	3032	0	0
2002	2826	3070	2988	0	0
2003	2814	3644	3494	2	1
2004	2706	3199	3055	0	0
2005	2939	3301	3288	3	0
2006	2831	3082	3020	0	0
2007	3015	3532	3448	2	1
2008	2939	3406	3381	1	0
2009	2878	3765	3646	2	1
2010	2952	3485	3283	1	1
2011	2840	3138	3031	0	0
2012	2774	3211	3090	1	0
TB	2862	3388	3289		

Bảng PL 2.6. Đặc trưng mực nước trong mùa lũ (cm) trạm thủy văn Phú Lâm

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1977	98	362	338	2	0
1978	99	369	399	1	0
1979	89	389	331	2	1

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
1980	146	400	383	1	1
1981	176	455	418	2	2
1982	36	168	130	0	0
1983	142	339	315	2	0
1984	109	330	302	2	0
1985	93	367	295	1	0
1986	101	464	440	1	1
1987	103	344	319	1	0
1988	132	439	424	2	1
1989	71	198	152	0	0
1990	130	370	364	2	0
1991	96	234	195	0	0
1992	115	431	423	1	1
1993	96	521	466	2	1
1994	54	203	188	0	0
1995	83	265	252	0	0
1996	163	358	338	2	0
1997	44	297	225	1	0
1998	153	412	367	3	1
1999	145	383	357	2	1
2000	124	373	317	3	1
2001	49	261	209	0	0
2002	93	236	198	0	0
2003	89	442	376	2	1
2004	16	244	212	0	0
2005	144	337	312	2	0
2006	64	201	184	0	0
2007	162	429	397	3	1
2008	120	362	326	1	0
2009	60	465	453	1	1
2010	106	381	334	1	1

Năm	Mức nước trung bình tháng lớn nhất	Mức nước tức thời lớn nhất	Mức nước trung bình ngày lớn nhất	Số lần vượt BDII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)	Số lần vượt BDIII (ứng với mức nước tức thời lớn nhất)
2011	54	242	151	0	0
2012	42	297	204	1	0
TB	100	344	308		

Bảng PL 2.7. Thông số hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên dòng chính sông Ba [30]

STT	Thông số	Đơn vị	An Khê Ka Nak		Iayun Hạ	Krông H' năng	Sông Ba Hạ	Sông Hình
			Ka Nak	An Khê				
I	Các đặc trưng lưu vực							
1	Diện tích lưu vực	km ²	833	1236	1670	1196	11115	772
2	Lượng mưa TB nhiều năm	mm	1821	1726		1780	1776	2154
3	Lưu lượng TB nhiều năm	m ³ /s	18,60	27,80	447	32,5	227,2	40,2
4	Lưu lượng TB mùa kiệt	m ³ /s	7,27	10,80		14,5	146,8	15,7
5	Tổng lượng dòng chảy TBNN	10 ⁶ m ³	588,00	875,00		1025	7099	1270
6	Lưu lượng đỉnh lũ							
	P = 0,1%	m ³ /s	4586,00	6021/5309		6383	35685	1164
	P = 0,5%	m ³ /s	3505,00	4601/4408		5101	28483	8930
	P = 1%	m ³ /s				4545	25334	7830
	P = 5%	m ³ /s				3240	17842	5460
	P = 10%	m ³ /s				2669	14477	4490
II	Hồ chứa							
	MNDBT	m	515,00	429,00	204,0	255	105	209
	MNC	m	485,00	427,00	195,0	242,5	101	196
	MN max ứng P=0,5%	m	515,32	429,88		255,16	105,96	211,85
	MN max ứng P=0,1%	m	516,80	431,45		257,4	108,05	212,35
	Dung tích toàn bộ (W _{tb})	10 ⁶ m ³	313,70	15,90	253,0	171,6	349,7	357
	Dung tích hữu ích (W _{hi})	10 ⁶ m ³	285,50	5,60	201,0	112,3	165,9	323
	Dung tích chết (W _c)	10 ⁶ m ³	28,20	10,30	52,00	59,3	183,9	34
III	Công trình cụm đầu mối							
1	Loại đập		Đập CFRD	Đập đất		Đập đất	Đập đất	Đập đất
	- Cao trình đỉnh đập	m	520,4	433,3		258,2	110,9	214
	- Chiều cao đập max	m	68	23,5		48,6	50	42
	-C.T đỉnh tường chắn sóng	m	521,6			258,8	111,9	215
2	Tràn xả lũ							

STT	Thông số	Đơn vị	An Khê Ka Nak		Iayun Hạ	Krông H' năng	Sông Ba Hạ	Sông Hình
			Ka Nak	An Khê				
	-Số khoang tràn	kh.	3	4			12	6
	-Kích thước cửa van	m x m	12x14.7	12x14.7		12x14.5	15x16.5	12x13.2
	- $Q_{x\bar{a}}$ max với P=0,1%	m ³ /s	3873,50	5093,20		6194	28945	7180
	-Cao trình ngưỡng tràn	m	502	416		241	89	196
	-Tràn sự cố					không có	không có	b=5.50m
IV	Lưu lượng qua nhà máy							
1	Q đảm bảo (90%)	m ³ /s	11,00	9,60	23	12,9	56,7	19
2	Q lớn nhất	m ³ /s	42,00	50,00		68	393	57,3
V	Công suất							
	Công suất lắp máy	MW	13	160	3	64	220	70
	Công suất đảm bảo (90%)	MW	6,5	80		12,1	33,3	22,9

Bảng PL 3.1. Mực nước đỉnh lũ các con lũ tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Ba

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
1977	16/09	40175	1977	16/09	15311	1977	16/09	2783	1977	16/09	62
	21/09	40362		22/09	15432		22/09	2906		22/09	110
	25/09	40255		25/09	15648		25/09	3315		25/09	346
	06/11	40213		06/11	15343		06/11	2921		05/11	219
	11/11	40601		11/11	15580		11/11	3433		11/11	362
1978	14/08	40221	1978	14/08	15322	1978	14/08	2786	1978	14/08	60
	28/08	40150		28/08	15320		28/08	2815		28/08	74
	19/09	40322		21/09	15202		21/09	2830		21/09	430
	30/09	40202		30/09	15116		30/09	2827		30/09	433
	05/10	40208		05/10	15233	1978	09/10	3005		09/10	185
	31/10	40237		31/10	15075		31/10	2901		31/10	201
	04/11	40346		04/11	15430		03/11	3529		04/11	369
	17/11	40199		17/11	15059		17/11	2888		17/11	194
1979	09/08	40231	1979	08/08	15546	1979	09/08	3043	1979	09/08	233

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	16/08	40173		15/08	15591		15/08	3085		16/08	215
	16/10	40310		15/10	15639		15/10	3552		16/10	389
	24/10	40279		24/10	15315		24/10	2848		24/10	98
	18/11	40423		19/11	15464		19/11	3396		19/11	356
1980	05/09	40267	1980	05/09	15352	1980	05/09	2797	1980	05/09	68
	20/09	40280		20/09	15328		20/09	2841		20/09	86
	27/09	40282		27/09	15521		27/09	2843		27/09	88
	06/10	40404		06/10	15427		06/10	3112		06/10	239
	26/10	40650		26/10	15302		26/10	2885		26/10	117
	28/10	40328		30/10	15426		28/10	2945		28/10	222
	03/11	40471		03/11	15771		02/11	3614		03/11	400
	12/11	40271		12/11	15113		12/11	2907		12/11	186
	17/11	40755		17/11	15650		17/11	3145		17/11	293
1981	11/08	40211	1981	11/08	15362	1981	11/08	2836	1981	11/08	79
	18/08	40185		18/08	15357		18/08	2839		19/08	109
	23/09	40188		23/09	15301		23/09	2885		24/09	148
	15/10	40478		15/10	15646		15/10	3217		15/10	336
	29/10	40697		30/10	15737		30/10	3396		31/10	384
	09/11	40848		09/11	15731		10/11	3601		10/11	455
	15/11	40402		15/11	15619		15/11	3257		15/11	352
	04/12	40314		03/12	15255		02/12	3133		03/12	252
	10/12	40250		10/12	15065		10/12	2926		10/12	199
1982	29/06	40239	1982	29/06	15267	1982	29/06	2794	1982	29/06	66
	25/08	40177		25/08	15017		25/08	2619		25/08	-23
	07/09	40270		07/09	15234		07/09	2854		08/09	112
	21/10	40213		21/10	15188		22/10	2785		22/10	51
	03/11	40165		03/11	15019		03/11	2891		04/11	168
	15/12	40157		15/12	14996		15/12	2647		15/12	26
1983	01/10	40264	1983	01/10	15384	1983	01/10	2805	1983	01/10	80
	04/10	40241		04/10	15453		04/10	2827		05/10	190

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	09/10	40361		09/10	15665		09/10	3199		10/10	341
	14/10	40356		14/10	15456		14/10	2916		18/10	226
	30/10	40661		30/10	15741		30/10	3331		30/10	339
	01/11	40536		01/11	15285		01/11	3148		01/11	235
	09/11	40262		09/11	15336		09/11	2965		09/11	249
	17/11	40294		17/11	15140		17/11	2881		17/11	193
1984	03/08	40197	1984	03/08	15420	1984	03/08	2867	1984	05/08	168
	19/08	40203		19/08	15354		19/08	2880		21/08	148
	13/10	40566		13/10	15657		13/10	3214		14/10	276
	21/10	40267		21/10	15136		21/10	2912		21/10	192
	02/11	40289		02/11	15476		02/11	2974		03/11	268
	08/11	40717		08/11	15680		08/11	2916		09/11	300
	30/11	40305		30/11	15394		29/11	3313		30/11	330
	06/12	40278		06/12	15094		01/12	3044		06/12	101
1985	11/10	40418	1985	12/10	15373	1985	13/10	3002	1985	13/10	182
	04/11	40176		04/11	15018		04/11	2807		04/11	177
	25/11	40482		26/11	15526		25/11	3393		25/11	367
	01/12	40307		01/12	15192		01/12	2923		01/12	206
	05/12	40216		05/12	15087		05/12	2986		05/12	198
1986	08/08	40197	1986	08/08	15380	1986	08/08	2853	1986	08/08	74
	18/08	40207		18/08	15442		18/08	2982		19/08	190
	09/09	40193		09/09	15322		09/09	2839		09/09	87
	20/09	40182		20/09	15422		21/09	3052		21/09	200
	30/09	40260		01/10	15346		02/10	2963		02/10	158
	01/10	40287		07/10	15339		07/10	2847		07/10	103
	07/10	40253		23/10	15365		23/10	2737		23/10	40
	25/10	40467		26/10	15353		26/10	2777		26/10	68
	01/11	40318		01/11	15276		01/11	2919		01/11	178
	12/11	40190		12/11	15076		12/11	2870		12/11	172
	26/11	40174		26/11	15029		26/11	2967		26/11	63

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	02/12	40681		03/12	15742		03/12	3624		03/12	464
1987	24/08	40220	1987	22/08	15442	1987	24/08	2866	1987	24/08	156
	10/11	40265		10/11	15008		10/11	2966		10/11	213
	19/11	40693		20/11	15759		20/11	3408		20/11	344
	25/11	40398		26/11	15498		25/11	3153		25/11	320
1988	11/08	40155	1988	11/08	14990	1988	11/08	2623	1988	11/08	439
	11/10	40343		11/10	15728		11/10	3342		11/10	342
	15/10	40705		16/10	15797		17/10	3480		17/10	366
	21/10	40271		25/10	15339		25/10	2891		21/10	220
	07/11	40449		08/11	15674		08/11	3684		08/11	439
1989	03/10	40237	1989	03/10	15312	1989	03/10	2759	1989	03/10	58
	15/10	40332		14/10	15291		14/10	2835		15/10	156
	19/10	40236		19/10	15325		19/10	2976		19/10	198
1990	15/08	40209	1990	15/08	15332	1990	15/08	2790	1990	16/08	99
	09/09	40188		09/09	15330		09/09	2734		09/09	37
	15/09	40262		17/09	15342		15/09	2754		15/09	43
	04/10	40316		04/10	15444		04/10	2923		05/10	199
	15/10	40702		15/10	15721		15/10	3134		16/10	312
	19/10	40464		19/10	15759		19/10	3473		19/10	370
	13/11	40567		13/11	15645		12/11	3437		13/11	362
	16/11	40239		16/11	15502		16/11	3081		16/11	205
1991	19/08	40251	1991	19/08	15322	1991	19/08	2698	1991	19/08	-1
	09/09	40172		09/09	15353		09/09	2732		09/09	53
	20/09	40191		20/09	15380		20/09	3010		21/09	170
	28/09	40344		29/09	15352		30/09	2967		30/09	203
	04/10	40255		04/10	15285		04/10	2993		04/10	213
	24/10	40647		25/10	15488		25/10	3106		25/10	234
1992	15/08	40177	1992	15/08	15317	1992	15/08	2739	1992	04/10	155
	30/08	40219		30/08	15189		30/08	2852		13/10	186
	25/09	40255		24/10	15725		24/10	3636		24/10	431

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	28/10	40694		29/10	15697		29/10	3262		30/10	289
1993	04/10	40530	1993	04/10	15735	1993	04/10	3990	1993	05/10	521
	24/11	40513		24/11	15589		24/11	3225		24/11	269
	30/11	40328		30/11	15420		29/11	3431		29/11	332
	06/12	40303		06/12	15253		06/12	3135		06/12	262
	09/12	40256		09/12	15092		09/12	3005		09/12	197
	16/12	40336		16/12	15314		18/12	2945		18/12	185
1994	06/09	40382	1994	06/09	15461	1994	07/09	2986	1994	07/09	150
	11/09	40263		11/09	15400		11/09	2730		11/09	38
	17/09	40289		17/09	15401		17/09	2824		18/09	151
	28/09	40221		28/09	15306		28/09	2787		28/09	67
	21/10	40526		21/10	15484		22/10	3073		22/10	203
1995	15/09	40253	1995	15/09	15374	1995	14/09	2868	1995	16/09	117
	07/10	40516		08/10	15527		08/10	3015		09/10	218
	27/10	40367		27/10	15540		26/10	3207		27/10	265
	30/10	40341		30/10	15437		30/10	3004		30/10	210
	02/11	40529		02/11	15391		03/11	2993		03/11	199
	11/11	40402		11/11	15373		11/11	2866		10/11	167
1996	05/08	40246	1996	05/08	15393	1996	05/08	2869	1996	06/08	143
	19/10	40270		19/10	15605		19/10	2799		20/09	206
	25/10	40463		26/10	15304		28/10	3105		28/10	242
	03/11	40600		03/11	15612		03/11	3056		04/11	292
	16/11	40717		17/11	15664		19/11	3315		19/11	308
	20/11	40457		20/11	15520		20/11	3171		20/11	265
	01/12	40714		01/12	15657		01/12	3427		02/12	358
	21/12	40308		21/12	15381		21/12	3104		22/12	256
1997	03/08	40208	1997	03/08	15320	1997	03/08	2756	1997	03/08	36
	23/09	40312		22/09	15338		22/09	2980		22/09	148
	22/10	40177		22/10	15052		22/10	2682		22/10	194
	04/11	40461		05/11	15388		02/11	3244		03/11	297

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
1998	21/10	40656	1998	22/10	15615	1998	22/10	3348	1998	22/10	316
	08/11	40226		08/11	15086		08/11	2866		08/11	184
	15/11	40420		15/11	15468		15/11	3125		14/11	286
	20/11	40723		20/11	15717		20/11	3631		20/11	412
	26/11	40552		26/11	15760		26/11	3216		27/11	350
	11/12	40417		11/12	15422		11/12	3203		11/12	310
	15/12	40301		15/12	15396		14/12	3418		14/12	352
1999	18/10	40598	1999	19/10	15412	1999	19/10	2951	1999	19/10	181
	25/10	40426		25/10	15490		28/10	3066		28/10	249
	01/11	40696		02/11	15605		02/11	2980		02/11	138
	06/11	40497		06/11	15642		05/11	3332		06/11	310
	22/11	40255		22/11	15306		22/11	2852		22/11	186
	03/12	40639		05/12	15533		03/12	3459		03/12	383
	13/12	40293		13/12	15327		13/12	2974		12/12	238
	17/12	40368		17/12	15477		17/12	3133		16/12	281
2000	01/09	40205	2000	01/09	15339	2000	01/09	2802	2000	01/09	67
	13/09	40287		14/09	15373		14/09	2766		16/09	147
	10/10	40311		10/10	15354		10/10	3276		11/10	293
	14/10	40537		14/10	15619		14/10	3216		14/10	300
	14/11	40331		14/11	15368		14/11	2896		14/11	127
	18/11	40452		18/11	15355		17/11	3362		17/11	373
	26/11	40272		26/11	15332		26/11	2902		24/11	285
	08/12	40280		08/12	15195		08/12	3222		08/12	279
2001	11/08	40184	2001	11/08	15308	2001	11/08	2736	2001	11/08	0
	31/08	40203		31/08	15340		31/08	2797		31/08	48
	22/10	40580		22/10	15483		23/10	3055		23/10	191
	12/11	40370		13/11	15429		12/11	3170		12/11	261
	07/12	40174		07/12	15038		16/12	2884		07/12	179
2002	11/07	40170	2002	11/07	15109	2002	11/07	2679	2002	11/07	236
	26/08	40204		26/08	15324		26/08	2748		26/08	9

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	02/09	40260		02/09	15342		02/09	2804		02/09	33
	08/09	40430		09/09	15369		09/09	2815		09/09	34
	25/10	40460		24/09	15370		24/09	2979		25/09	155
	04/11	40209		04/11	15116		04/11	2826		04/11	176
	07/11	40208		07/11	15095		07/11	3070		07/11	236
	10/11	40421		09/11	15252		09/11	2983		09/11	241
	12/11	40310		12/11	15354		12/11	2951		12/11	214
	23/11	40248		23/11	15126		23/11	2933		23/11	193
2003	28/09	40233	2003	28/09	15132	2003	28/09	2803	2003	28/09	56
	05/10	40283		05/10	15390		05/10	2858		06/10	167
	18/10	40601		19/10	15590		19/10	3271		20/10	312
	13/11	40479		14/11	15686		13/11	3644		13/11	442
	10/12	40208		10/12	15036		10/12	3008		10/12	157
2004	13/06	40425	2004	13/06	15656	2004	14/06	3199	2004	14/06	244
2005	13/09	40527	2005	14/09	15634	2005	14/09	3172	2005	14/09	249
	22/09	40237		22/09	15364		22/09	2878		23/09	139
	25/10	40565		23/10	15589		23/10	3268		23/10	337
	04/11	40243		04/11	15120		04/11	3161		05/11	221
	18/11	40534		19/11	15368		19/11	3008		19/11	188
	26/11	40252		26/11	15090		26/11	3004		26/11	232
	01/12	40219		01/12	15062		01/12	2959		01/12	219
	06/12	40252		06/12	15099		06/12	3032		06/12	258
	15/12	40303		15/12	15379		15/12	3301		15/12	324
2006	12/08	40166	2006	12/08	15320	2006	12/08	2784	2006	12/08	20
	30/08	40223		30/08	15332		30/08	2917		31/08	87
	14/09	40197		14/09	15413		14/09	2902		15/09	149
	20/09	40219		20/09	15412		20/09	3051		21/09	177
	28/09	40290		29/09	15394		29/09	2815		29/09	40
	06/10	40222		06/10	15478		07/10	3082		07/10	201
2007	06/08	40266	2007	06/08	15279	2007	06/08	3040	2007	06/08	275

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
	20/09	40342		20/09	15471		21/09	3040		22/09	169
	18/10	40386		18/10	15551		18/10	2959		19/10	231
	25/10	40544		26/10	15563		27/10	3264		27/10	304
	31/10	40354		31/10	15431		31/10	2942		31/10	112
	05/11	40488		05/11	15729		04/11	3532		04/11	429
	10/11	40817		11/11	15617		11/11	3017		12/11	277
	20/11	40364		20/11	15424		20/11	3046		20/11	222
	24/11	40301		24/11	15210		24/11	3091		24/11	280
2008	09/09	40159	2008	09/09	15008	2008	09/09	3008	2008	10/09	185
	17/10	40505		18/10	15255		18/10	2754		18/10	12
	30/10	40323		30/10	15347		29/10	2894		30/10	76
	14/11	40201		14/11	15033		14/11	2966		14/11	362
	20/11	40443		20/11	15554		20/11	3179		20/11	270
	25/11	40653		26/11	15631		26/11	3406		26/11	363
	27/12	40219		27/12	15037		27/12	3033		27/12	168
	31/12	40249		31/12	15062		31/12	3021		31/12	189
2009	10/09	40294	2009	10/09	15509	2009	10/09	3006	2009	11/09	193
	30/09	40662		30/09	15596		29/09	3219		30/09	245
	01/10	40332		01/10	15413		01/10	3196		01/10	218
	17/10	40480		18/10	15513		18/10	3095		19/10	216
	03/11	40698		03/11	15896		04/11	3765		04/11	465
2010	02/11	40369	2010	02/11	15459	2010	02/11	3485	2010	03/11	381
	17/11	40551		17/11	15122		17/11	2871		17/11	29
	01/12	40258		01/12	15193		05/12	3141		05/12	182
2011	20/09	40130	2011	20/09	15144	2011	20/09	2720	2011	20/09	242
	23/09	40178		23/09	15360		24/09	2974		23/09	76
	07/10	40245		07/10	15272		07/10	2939		07/10	126
	19/10	40525		11/10	15404		11/10	2967		11/10	80
	20/10	40425		20/10	15266		20/10	3138		20/10	130
	07/11	40418		07/11	15317		08/11	2963		08/11	92

Trạm An Khê			Trạm Ayun Pa			Trạm Củng Sơn			Trạm Phú Lâm		
Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)	Năm	dd/mm	H _{max} tức thời (cm)
2012	06/10	40320	2012	07/10	15586	2012	06/10	3211	2012	07/10	297

Bảng PL 3.2. Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Củng Sơn và trạm Sông Hình

Củng Sơn				Sông Hình			
Năm	dd/mm	Q _{max} tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ	Năm	dd/mm	Q _{max} tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ
1979	15/10	7950	Lũ trung bình	1979	16/10	3240	Lũ lớn
1979	09/08	2360	Lũ nhỏ	1979			
1979	16/08	1874	Lũ nhỏ	1979			
1979	19/11	5860	Lũ trung bình	1979	18/11	3250	Lũ lớn
1979				1979	04/12	320	Lũ nhỏ
1979				1979			
1980	02/11	7540	Lũ trung bình	1980	02/11	2640	Lũ trung bình
1980	10/09	1150	Lũ nhỏ	1980			
1980	06/10	2470	Lũ nhỏ	1980	05/10	930	Lũ nhỏ
1980	27/10	1900	Lũ nhỏ	1980			
1980	30/10	1746	Lũ nhỏ	1980			
1980	11/11	1797	Lũ nhỏ	1980	11/11	1066	Lũ nhỏ
1980	18/11	3677	Lũ nhỏ	1980	16/11	1390	Lũ nhỏ
1980				1980	21/11	688	Lũ nhỏ
1980				1980	04/12	219	Lũ nhỏ
1981	10/11	10200	Lũ lớn	1981	10/11	3220	Lũ lớn
1981	11/08	931	Lũ nhỏ	1981	10/10	777	Lũ nhỏ
1981	18/08	862	Lũ nhỏ	1981			
1981	15/10	5147	Lũ trung bình	1981	14/10	1326	Lũ nhỏ
1981				1981	25/10	1670	Lũ trung bình
1981	30/10	6810	Lũ trung bình	1981	31/10	1351	Lũ nhỏ
1981	15/11	5875	Lũ trung bình	1981	14/11	1225	Lũ nhỏ
1981	03/12	3000	Lũ nhỏ	1981	02/12	1310	Lũ nhỏ
1981				1981	10/12	834	Lũ nhỏ

Củng Sơn				Sông Hình			
Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ	Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ
					15/12	679	Lũ nhỏ
1982	03/11	955	Lũ nhỏ	1982	03/11	610	Lũ nhỏ
1982	07/09	794	Lũ nhỏ	1982			
1983	29/10	5150	Lũ trung bình	1983	29/10	1210	Lũ nhỏ
1983	09/10	4878	Lũ trung bình	1983	09/10	1065	Lũ nhỏ
1983	15/10	2040	Lũ nhỏ	1983	17/10	682	Lũ nhỏ
1983	17/10	2079	Lũ nhỏ	1983			
1983	09/11	1951	Lũ nhỏ	1983	09/11	347	Lũ nhỏ
1983	18/11	1174	Lũ nhỏ	1983	17/11	580	Lũ nhỏ
1983				1983	12/12	207	Lũ nhỏ
1984	29/11	5100	Lũ trung bình	1984	29/11	2440	Lũ trung bình
1984	04/08	1110	Lũ nhỏ	1984			
1984	20/08	1210	Lũ nhỏ	1984			
1984	13/10	4120	Lũ nhỏ	1984	13/10	1680	Lũ trung bình
1984	21/10	1285	Lũ nhỏ	1984	20/10	721	Lũ nhỏ
1984	03/11	3523	Lũ nhỏ	1984			
1984	09/11	4891	Lũ trung bình	1984	08/11	200	Lũ nhỏ
				1984	06/12	654	Lũ nhỏ
				1984	23/12	551	Lũ nhỏ
1985	25/11	6060	Lũ trung bình	1985	25/11	2620	Lũ trung bình
1985	13/10	1740	Lũ nhỏ	1985	11/10	743	Lũ nhỏ
1985				1985	05/11	725	Lũ nhỏ
1986	03/12	9200	Lũ lớn	1986	02/12	3510	Lũ lớn
1986	21/10	2219	Lũ nhỏ	1986	12/11	583	Lũ nhỏ
1986	02/10	1360	Lũ nhỏ	1986			
1986	01/11	1401	Lũ nhỏ	1986			
				1986	21/11	580	Lũ nhỏ
				1986	26/11	1430	Lũ nhỏ
1987	10/11	2002	Lũ nhỏ	1987	10/11	1570	Lũ trung bình

Củng Sơn				Sông Hình			
Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ	Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m ³ /s)	Cấp lũ
1987				1987	06/11	728	Lũ nhỏ
1987				1987	08/11	1382	Lũ nhỏ
1987	20/11	6410	Lũ trung bình	1987	19/11	729	Lũ nhỏ
1987	25/11	4047	Lũ nhỏ	1987	25/11	1379	Lũ nhỏ
1987				1987	06/12	273	Lũ nhỏ
					26/12	461	Lũ nhỏ
1988	08/11	10500	Lũ lớn	1988	07/11	3410	Lũ lớn
1988	11/10	7128	Lũ trung bình	1988	10/10	584	Lũ nhỏ
1988	16/10	7080	Lũ trung bình	1988	16/10	581	Lũ nhỏ
1988				1988	20/10	535	Lũ nhỏ
1988	21/11	1388	Lũ nhỏ	1988	20/11	833	Lũ nhỏ
1989	19/10	1710	Lũ nhỏ	1989	19/10	639	Lũ nhỏ
1989	23/08	822	Lũ nhỏ	1989			
1989	20/09	1220	Lũ nhỏ	1989			
1989	04/10	869	Lũ nhỏ	1989			
1989	15/10	1105	Lũ nhỏ	1989			
1989	26/10	936	Lũ nhỏ	1989	25/10	600	Lũ nhỏ
1989	08/11	1210	Lũ nhỏ	1989	08/11	846	Lũ nhỏ
1989				1989	16/11	627	Lũ nhỏ
				1989	29/11	506	Lũ nhỏ
1990	18/10	7470	Lũ trung bình	1990	18/10	772	Lũ nhỏ
1990	16/08	871	Lũ nhỏ	1990	03/10	731	Lũ nhỏ
1990	25/08	794	Lũ nhỏ	1990			
1990	05/10	1516	Lũ nhỏ	1990			
1990	16/10	4137	Lũ nhỏ	1990	14/10	803	Lũ nhỏ
1990	12/11	7140	Lũ trung bình	1990	12/11	2660	Lũ lớn
1990				1990	21/11	641	Lũ nhỏ
1990				1990	04/12	387	Lũ nhỏ
1991	25/10	2940	Lũ nhỏ	1991	25/10	452	Lũ nhỏ
1991	29/08	727	Lũ nhỏ	1991			

Củng Sơn				Sông Hình			
Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m³/s)	Cấp lũ	Năm	dd/mm	Qmax tức thời (m³/s)	Cấp lũ
1991	20/09	1890	Lũ nhỏ	1991	20/09	135	Lũ nhỏ
1991	30/09	1989	Lũ nhỏ	1991			
1991	04/10	2270	Lũ nhỏ	1991			
1991	10/11	969	Lũ nhỏ	1991	08/11	462	Lũ nhỏ
				1991	28/11	208	Lũ nhỏ
				1991	11/12	372	Lũ nhỏ

Bảng PL 3.3. Đặc trưng H_{\max} tại các trạm trên lưu vực sông Ba

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
1	1977	25/09	40255		1977	25/09	15648	BĐIII	1977	25/09	3315	BĐII	1977	25/09	346	BĐII
2		06/11	40213			06/11	15343	BĐI		06/11	2921			05/11	219	BĐI
3		11/11	40601	BĐII		11/11	15580	BĐII		11/11	3433	BĐII		11/11	362	BĐII
4	1978	19/09	40322		1978	21/09	15202		1978	21/09	2830		1978	21/09	430	BĐIII
5		30/09	40202			30/09	15116			30/09	2827			30/09	433	BĐIII
6		04/11	40346			04/11	15430	BĐI		03/11	3529	BĐIII		04/11	369	BĐII
7	1979	09/08	40231		1979	08/08	15546	BĐII	1979	09/08	3043	BĐI	1979	09/08	233	BĐI
8		16/08	40173			15/08	15591	BĐII		15/08	3085	BĐI		16/08	215	BĐI
9		16/10	40310			15/10	15639	BĐIII		15/10	3552	BĐIII		16/10	389	BĐIII
10		18/11	40423			19/11	15464	BĐII		19/11	3396	BĐII		19/11	356	BĐII
11	1980	27/09	40282		1980	27/09	15521	BĐII	1980	27/09	2843		1980	27/09	88	
12		26/10	40650	BĐIII		26/10	15302	BĐI		26/10	2885			26/10	117	
13		03/11	40471	BĐI		03/11	15771	BĐIII		02/11	3614	BĐIII		03/11	400	BĐIII
14		17/11	40755	BĐIII		17/11	15650	BĐIII		17/11	3145	BĐI		17/11	293	BĐII
15	1981	15/10	40478	BĐI	1981	15/10	15646	BĐIII	1981	15/10	3217	BĐII	1981	15/10	336	BĐII
16		29/10	40697	BĐIII		30/10	15737	BĐIII		30/10	3396	BĐII		31/10	384	BĐIII

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
17		09/11	40848	BĐIII		09/11	15731	BĐIII		10/11	3601	BĐIII		10/11	455	BĐIII
18		15/11	40402			15/11	15619	BĐIII		15/11	3257	BĐII		15/11	352	BĐII
19	1983	04/10	40241		1983	04/10	15453	BĐII	1983	04/10	2827		1983	05/10	190	BĐI
20		09/10	40361			09/10	15665	BĐIII		09/10	3199	BĐI		10/10	341	BĐII
21		14/10	40356			14/10	15456	BĐII		14/10	2916			18/10	226	BĐI
22		30/10	40661	BĐIII		30/10	15741	BĐIII		30/10	3331	BĐII		30/10	339	BĐII
23	1984	13/10	40566	BĐII	1984	13/10	15657	BĐIII	1984	13/10	3214	BĐII	1984	14/10	276	BĐII
24		02/11	40289			02/11	15476	BĐII		02/11	2974	BĐI		03/11	268	BĐI
25		08/11	40717	BĐIII		08/11	15680	BĐIII		08/11	2916			09/11	300	BĐII
26		30/11	40305			30/11	15394	BĐI		29/11	3313	BĐII		30/11	330	BĐII
27	1985	25/11	40482	BĐI	1985	26/11	15526	BĐII	1985	25/11	3393	BĐII	1985	25/11	367	BĐII
28	1986	02/12	40681	BĐIII	1986	03/12	15742	BĐIII	1986	03/12	3624	BĐIII	1986	03/12	464	BĐIII
29	1987	19/11	40693	BĐIII	1987	20/11	15759	BĐIII	1987	20/11	3408	BĐII	1987	20/11	344	BĐII
30		25/11	40398			26/11	15498	BĐII		25/11	3153	BĐI		25/11	320	BĐII
31	1988	11/08	40155		1988	11/08	14990		1988	11/08	2623		1988	11/08	439	BĐIII
32		11/10	40343			11/10	15728	BĐIII		11/10	3342	BĐII		11/10	342	BĐII
33		15/10	40705	BĐIII		16/10	15797	BĐIII		17/10	3480	BĐIII		17/10	366	BĐII
34		07/11	40449			08/11	15674	BĐIII		08/11	3684	BĐIII		08/11	439	BĐIII

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
35	1990	15/10	40702	BĐIII	1990	15/10	15721	BĐIII	1990	15/10	3134	BĐI	1990	16/10	312	BĐII
36		19/10	40464	BĐI		19/10	15759	BĐIII		19/10	3473	BĐIII		19/10	370	BĐIII
37		13/11	40567	BĐII		13/11	15645	BĐIII		12/11	3437	BĐII		13/11	362	BĐII
38		16/11	40239			16/11	15502	BĐII		16/11	3081	BĐI		16/11	205	BĐI
39	1991	24/10	40647	BĐII	1991	25/10	15488	BĐII	1991	25/10	3106	BĐI	1991	25/10	234	BĐI
40	1992	25/09	40255		1992	24/10	15725	BĐIII	1992	24/10	3636	BĐIII	1992	24/10	431	BĐIII
41		28/10	40694	BĐIII		29/10	15697	BĐIII		29/10	3262	BĐII		30/10	289	BĐII
42	1993	04/10	40530	BĐI	1993	04/10	15735	BĐIII	1993	04/10	3990	BĐIII	1993	05/10	521	BĐIII
43		24/11	40513	BĐI		24/11	15589	BĐII		24/11	3225	BĐII		24/11	269	BĐI
44		30/11	40328			30/11	15420	BĐI		29/11	3431	BĐII		29/11	332	BĐII
45	1994	06/09	40382		1994	06/09	15461	BĐII	1994	07/09	2986	BĐI	1994	07/09	150	
46		21/10	40526	BĐI		21/10	15484	BĐII		22/10	3073	BĐI		22/10	203	BĐI
47	1995	07/10	40516	BĐI	1995	08/10	15527	BĐII	1995	08/10	3015	BĐI	1995	09/10	218	BĐI
48		27/10	40367			27/10	15540	BĐII		26/10	3207	BĐII		27/10	265	BĐI
49	1996	19/10	40270		1996	19/10	15605	BĐIII	1996	19/10	2799		1996	20/09	206	BĐI
50		03/11	40600	BĐII		03/11	15612	BĐIII		03/11	3056	BĐI		04/11	292	BĐII
51		16/11	40717	BĐIII		17/11	15664	BĐIII		19/11	3315	BĐII		19/11	308	BĐII
52		20/11	40457	BĐI		20/11	15520	BĐII		20/11	3171	BĐI		20/11	265	BĐI

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
53		01/12	40714	BĐIII		01/12	15657	BĐIII		01/12	3427	BĐII		02/12	358	BĐII
54	1997	04/11	40461	BĐI	1997	05/11	15388	BĐI	1997	02/11	3244	BĐII	1997	03/11	297	BĐII
55	1998	21/10	40656	BĐIII	1998	22/10	15615	BĐIII	1998	22/10	3348	BĐII	1998	22/10	316	BĐII
56		15/11	40420			15/11	15468	BĐII		15/11	3125	BĐI		14/11	286	BĐII
57		20/11	40723	BĐIII		20/11	15717	BĐIII		20/11	3631	BĐIII		20/11	412	BĐIII
58		26/11	40552	BĐII		26/11	15760	BĐIII		26/11	3216	BĐII		27/11	350	BĐII
59		11/12	40417			11/12	15422	BĐI		11/12	3203	BĐII		11/12	310	BĐII
60		15/12	40301			15/12	15396	BĐI		14/12	3418	BĐII		14/12	352	BĐII
61	1999	18/10	40598	BĐII	1999	19/10	15412	BĐI	1999	19/10	2951	BĐI	1999	19/10	181	BĐI
62		25/10	40426			25/10	15490	BĐII		28/10	3066	BĐI		28/10	249	BĐI
63		01/11	40696	BĐIII		02/11	15605	BĐIII		02/11	2980	BĐI		02/11	138	
64		06/11	40497	BĐI		06/11	15642	BĐIII		05/11	3332	BĐII		06/11	310	BĐII
65		03/12	40639	BĐII		05/12	15533	BĐII		03/12	3459	BĐIII		03/12	383	BĐIII
66		17/12	40368			17/12	15477	BĐII		17/12	3133	BĐI		16/12	281	BĐII
67	2000	10/10	40311		2000	10/10	15354	BĐI	2000	10/10	3276	BĐII	2000	11/10	293	BĐII
68		14/10	40537	BĐI		14/10	15619	BĐIII		14/10	3216	BĐII		14/10	300	BĐII
69		18/11	40452	BĐI		18/11	15355	BĐI		17/11	3362	BĐII		17/11	373	BĐIII
70		26/11	40272			26/11	15332	BĐI		26/11	2902			24/11	285	BĐII

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
71		08/12	40280			08/12	15195			08/12	3222	BĐII		08/12	279	BĐII
72	2001	22/10	40580	BĐII	2001	22/10	15483	BĐII	2001	23/10	3055	BĐI	2001	23/10	191	BĐI
73		12/11	40370			13/11	15429	BĐI		12/11	3170	BĐI		12/11	261	BĐI
74		07/12	40174			07/12	15038			16/12	2884			07/12	179	BĐI
75	2003	18/10	40601	BĐII	2003	19/10	15590	BĐII	2003	19/10	3271	BĐII	2003	20/10	312	BĐII
76		13/11	40479	BĐI		14/11	15686	BĐIII		13/11	3644	BĐIII		13/11	442	BĐIII
77	2004	13/06	40425		2004	13/06	15656	BĐIII	2004	14/06	3199	BĐI	2004	14/06	244	BĐI
78	2005	13/09	40527	BĐI	2005	14/09	15634	BĐIII	2005	14/09	3172	BĐI	2005	14/09	249	BĐI
79		25/10	40565	BĐII		23/10	15589	BĐII		23/10	3268	BĐII		23/10	337	BĐII
80		15/12	40303			15/12	15379	BĐI		15/12	3301	BĐII		15/12	324	BĐII
81	2006	06/10	40222		2006	06/10	15478	BĐII	2006	07/10	3082	BĐI	2006	07/10	201	BĐI
82	2007	06/08	40266		2007	06/08	15279		2007	06/08	3040	BĐI	2007	06/08	275	BĐII
83		20/09	40342			20/09	15471	BĐII		21/09	3040	BĐI		22/09	169	
84		18/10	40386			18/10	15551	BĐII		18/10	2959	BĐI		19/10	231	BĐI
85		25/10	40544	BĐI		26/10	15563	BĐII		27/10	3264	BĐII		27/10	304	BĐII
86		05/11	40488	BĐI		05/11	15729	BĐIII		04/11	3532	BĐIII		04/11	429	BĐIII
87		10/11	40817	BĐIII		11/11	15617	BĐIII		11/11	3017	BĐI		12/11	277	BĐII
88		24/11	40301			24/11	15210			24/11	3091	BĐI		24/11	280	BĐII

TT	Trạm An Khê				Trạm Ayun Pa				Trạm Củng Sơn				Trạm Phú Lâm			
	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt	Năm	dd/mm	Hmax tức thời (cm)	Mức độ lũ vượt
89	2008	14/11	40201		2008	14/11	15033		2008	14/11	2966	BĐI	2008	14/11	362	BĐII
90		20/11	40443			20/11	15554	BĐII		20/11	3179	BĐI		20/11	270	BĐI
91		25/11	40653	BĐIII		26/11	15631	BĐIII		26/11	3406	BĐII		26/11	363	BĐII
92	2009	10/09	40294		2009	10/09	15509	BĐII	2009	10/09	3006	BĐI	2009	11/09	193	BĐI
93		30/09	40662	BĐIII		30/09	15596	BĐII		29/09	3219	BĐII		30/09	245	BĐI
94		17/10	40480	BĐI		18/10	15513	BĐII		18/10	3095	BĐI		19/10	216	BĐI
95		03/11	40698	BĐIII		03/11	15896	BĐIII		04/11	3765	BĐIII		04/11	465	BĐIII
96	2010	02/11	40369		2010	02/11	15459	BĐII	2010	02/11	3485	BĐIII	2010	03/11	381	BĐIII
97		17/11	40551	BĐII		17/11	15122			17/11	2871			17/11	29	
98	2012	06/10	40320		2012	07/10	15586	BĐII	2012	06/10	3211	BĐII	2012	07/10	297	BĐII

Bảng PL 3.4. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ thấp

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	150,9	0,5	0,5	0,5	150,9	0,5	0,5	0,5	150,9	0,5	0,5
2	1	241,7	0,9	0,9	1,5	290,5	1,0	1,0	2	339,0	1,2	1,2
3	1,5	332,6	1,2	1,2	2,5	430,1	1,5	1,5	3,5	527,2	1,9	1,9
4	2	423,4	1,5	1,5	3,5	569,7	2,1	2,1	5	715,4	2,6	2,6
5	2,5	514,3	1,9	1,9	4,5	709,3	2,6	2,6				2,6
6	3	605,1	2,2	2,2				2,6				2,6
7	3,5	696,0	2,5	2,5				2,6				2,6
8				2,5				2,6				2,6
9				2,5				2,6				2,6
10				2,5				2,6				2,6
11				2,5				2,6				2,6
12				2,5				2,6				2,6
13				2,5				2,6				2,6
14				2,5				2,6				2,6
15				2,5				2,6				2,6
16				2,5				2,6				2,6
17				2,5				2,6				2,6

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
18				2,5				2,6				2,6
19				2,5				2,6				2,6
20				2,5				2,6				2,6
21				2,5				2,6				2,6
22				2,5				2,6				2,6
23				2,5				2,6				2,6
24				2,5				2,6				2,6

Bảng PL 3.5. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ trung bình

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	165,9	0,6	0,6	0,5	165,9	0,6	0,6	0,5	165,9	0,6	0,6
2	1	256,7	0,9	0,9	1,5	305,5	1,1	1,1	2	354,0	1,3	1,3
3	1,5	347,6	1,3	1,3	2,5	445,1	1,6	1,6	3,5	542,2	2,0	2,0
4	2	438,4	1,6	1,6	3,5	584,7	2,1	2,1	5	730,4	2,6	2,6
5	2,5	529,3	1,9	1,9	4,5	724,3	2,6	2,6				2,6
6	3	620,1	2,2	2,2				2,6				2,6
7	3,5	711,0	2,6	2,6				2,6				2,6

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
8				2,6				2,6				2,6
9				2,6				2,6				2,6
10				2,6				2,6				2,6
11				2,6				2,6				2,6
12				2,6				2,6				2,6
13				2,6				2,6				2,6
14				2,6				2,6				2,6
15				2,6				2,6				2,6
16				2,6				2,6				2,6
17				2,6				2,6				2,6
18				2,6				2,6				2,6
19				2,6				2,6				2,6
20				2,6				2,6				2,6
21				2,6				2,6				2,6
22				2,6				2,6				2,6
23				2,6				2,6				2,6
24				2,6				2,6				2,6

Bảng PL 3.6. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ka Nak ứng với chân lũ cao

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	226,9	0,8	0,8	0,5	226,9	0,8	0,8	0,5	226,9	0,8	0,8
2	1	317,7	1,1	1,1	1,5	366,5	1,3	1,3	2	415,0	1,5	1,5
3	1,5	408,6	1,5	1,5	2,5	506,1	1,8	1,8	3,5	603,2	2,2	2,2
4	2	499,4	1,8	1,8	3,5	645,7	2,3	2,3				2,2
5	2,5	590,3	2,1	2,1				2,3				2,2
6	3	681,1	2,5	2,5				2,3				2,2
7				2,5				2,3				2,2
8				2,5				2,3				2,2
9				2,5				2,3				2,2
10				2,5				2,3				2,2
11				2,5				2,3				2,2
12				2,5				2,3				2,2
13				2,5				2,3				2,2
14				2,5				2,3				2,2
15				2,5				2,3				2,2
16				2,5				2,3				2,2
17				2,5				2,3				2,2

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
18				2,5				2,3				2,2
19				2,5				2,3				2,2
20				2,5				2,3				2,2
21				2,5				2,3				2,2
22				2,5				2,3				2,2
23				2,5				2,3				2,2
24				2,5				2,3				2,2

Bảng PL 3.7. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ thấp

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	141,6	0,5	0,5	0,5	141,6	0,5	0,5	0,5	141,6	0,5	0,5
2	1	184,0	0,7	0,7	1,5	203,3	0,7	0,7	2	222,6	0,8	0,8
3	1,5	226,3	0,8	0,8	2,5	264,9	1,0	1,0	3,5	303,5	1,1	1,1
4	2	268,6	1,0	1,0	3,5	326,5	1,2	1,2	5	384,4	1,4	1,4
5	2,5	310,9	1,1	1,1	4,5	388,2	1,4	1,4	6,5	465,4	1,7	1,7
6	3	353,2	1,3	1,3	5,5	449,8	1,6	1,6	8	546,3	2,0	2,0

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
7	3,5	395,5	1,4	1,4	6,5	511,4	1,8	1,8				2,0
8	4	437,8	1,6	1,6	7,5	573,0	2,1	2,1				2,0
9	4,5	480,1	1,7	1,7				2,1				2,0
10	5	522,5	1,9	1,9				2,1				2,0
11	5,5	564,8	2,0	2,0				2,1				2,0
12				2,0				2,1				2,0
13				2,0				2,1				2,0
14				2,0				2,1				2,0
15				2,0				2,1				2,0
16				2,0				2,1				2,0
17				2,0				2,1				2,0
18				2,0				2,1				2,0
19				2,0				2,1				2,0
20				2,0				2,1				2,0
21				2,0				2,1				2,0
22				2,0				2,1				2,0
23				2,0				2,1				2,0
24				2,0				2,1				2,0

Bảng PL 3.8. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ trung bình

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	241,1	0,9	0,9	0,5	241,1	0,9	0,9	0,5	241,1	0,9	0,9
2	1	283,4	1,0	1,0	1,5	302,7	1,1	1,1	2	322,0	1,2	1,2
3	1,5	325,7	1,2	1,2	2,5	364,4	1,3	1,3	3,5	403,0	1,5	1,5
4	2	368,0	1,3	1,3	3,5	426,0	1,5	1,5	5	483,9	1,7	1,7
5	2,5	410,3	1,5	1,5	4,5	487,6	1,8	1,8				1,7
6	3	452,7	1,6	1,6	5,5	549,2	2,0	2,0				1,7
7	3,5	495,0	1,8	1,8				2,0				1,7
8	4	537,3	1,9	1,9				2,0				1,7
9				1,9				2,0				1,7
10				1,9				2,0				1,7
11				1,9				2,0				1,7
12				1,9				2,0				1,7
13				1,9				2,0				1,7
14				1,9				2,0				1,7
15				1,9				2,0				1,7
16				1,9				2,0				1,7
17				1,9				2,0				1,7

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
18				1,9				2,0				1,7
19				1,9				2,0				1,7
20				1,9				2,0				1,7
21				1,9				2,0				1,7
22				1,9				2,0				1,7
23				1,9				2,0				1,7
24				1,9				2,0				1,7

Bảng PL 3.9. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Ayun Hạ ứng với chân lũ cao

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	352,0	1,3	1,3	0,5	352,0	1,3	1,3	0,5	352,0	1,3	1,3
2	1	394,3	1,4	1,4	1,5	413,6	1,5	1,5	2	432,9	1,6	1,6
3	1,5	436,6	1,6	1,6	2,5	475,2	1,7	1,7	3,5	513,8	1,8	1,8
4	2	478,9	1,7	1,7	3,5	536,8	1,9	1,9				1,8
5	2,5	521,2	1,9	1,9				1,9				1,8
6				1,9				1,9				1,8

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
7				1,9				1,9				1,8
8				1,9				1,9				1,8
9				1,9				1,9				1,8
10				1,9				1,9				1,8
11				1,9				1,9				1,8
12				1,9				1,9				1,8
13				1,9				1,9				1,8
14				1,9				1,9				1,8
15				1,9				1,9				1,8
16				1,9				1,9				1,8
17				1,9				1,9				1,8
18				1,9				1,9				1,8
19				1,9				1,9				1,8
20				1,9				1,9				1,8
21				1,9				1,9				1,8
22				1,9				1,9				1,8
23				1,9				1,9				1,8
24				1,9				1,9				1,8

Bảng PL 3.10. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ thấp

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	873,2	3,1	3,1	0,5	873,2	3,1	3,1	0,5	873,2	3,1	3,1
2	1	1427,4	5,1	5,1	1,5	1588,4	5,7	5,7	2	1749,1	6,3	6,3
3	1,5	1981,5	7,1	7,1	2,5	2303,6	8,3	8,3	3,5	2625,0	9,5	9,5
4	2	2535,7	9,1	9,1	3,5	3018,8	10,9	10,9	5	3500,9	12,6	12,6
5	2,5	3089,9	11,1	11,1	4,5	3734,0	13,4	13,4	6,5	4376,9	15,8	15,8
6	3	3644,1	13,1	13,1	5,5	4449,2	16,0	16,0	8	5252,8	18,9	18,9
7	3,5	4198,3	15,1	15,1	6,5	5164,4	18,6	18,6				18,9
8	4	4752,4	17,1	17,1	7,5	5879,7	21,2	21,2				18,9
9	4,5	5306,6	19,1	19,1				21,2				18,9
10	5	5860,8	21,1	21,1				21,2				18,9
11	5,5	6415,0	23,1	23,1				21,2				18,9
12				23,1				21,2				18,9
13				23,1				21,2				18,9
14				23,1				21,2				18,9
15				23,1				21,2				18,9
16				23,1				21,2				18,9
17				23,1				21,2				18,9

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
18				23,1				21,2				18,9
19				23,1				21,2				18,9
20				23,1				21,2				18,9
21				23,1				21,2				18,9
22				23,1				21,2				18,9
23				23,1				21,2				18,9
24				23,1				21,2				18,9

Bảng PL 3.11. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ trung bình

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	1240,6	4,5	4,5	0,5	1240,6	4,5	4,5	0,5	1240,6	4,5	4,5
2	1	1794,7	6,5	6,5	1,5	1955,8	7,0	7,0	2	2116,5	7,6	7,6
3	1,5	2348,9	8,5	8,5	2,5	2671,0	9,6	9,6	3,5	2992,4	10,8	10,8
4	2	2903,1	10,5	10,5	3,5	3386,2	12,2	12,2	5	3868,3	13,9	13,9
5	2,5	3457,3	12,4	12,4	4,5	4101,4	14,8	14,8				13,9
6	3	4011,5	14,4	14,4	5,5	4816,6	17,3	17,3				13,9

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
7	3,5	4565,6	16,4	16,4				17,3				13,9
8	4	5119,8	18,4	18,4				17,3				13,9
9				18,4				17,3				13,9
10				18,4				17,3				13,9
11				18,4				17,3				13,9
12				18,4				17,3				13,9
13				18,4				17,3				13,9
14				18,4				17,3				13,9
15				18,4				17,3				13,9
16				18,4				17,3				13,9
17				18,4				17,3				13,9
18				18,4				17,3				13,9
19				18,4				17,3				13,9
20				18,4				17,3				13,9
21				18,4				17,3				13,9
22				18,4				17,3				13,9
23				18,4				17,3				13,9
24				18,4				17,3				13,9

Bảng PL 3.12. Bảng tổng hợp khả năng xả nước hồ Sông Ba Hạ ứng với chân lũ cao

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
1	0,5	1414,0	5,1	5,1	0,5	1414,0	5,1	5,1	0,5	1414,0	5,1	5,1
2	1	1968,2	7,1	7,1	1,5	2129,3	7,7	7,7	2	2290,0	8,2	8,2
3	1,5	2522,4	9,1	9,1	2,5	2844,5	10,2	10,2	3,5	3165,9	11,4	11,4
4	2	3076,6	11,1	11,1	3,5	3559,7	12,8	12,8				11,4
5	2,5	3630,8	13,1	13,1				12,8				11,4
6				13,1				12,8				11,4
7				13,1				12,8				11,4
8				13,1				12,8				11,4
9				13,1				12,8				11,4
10				13,1				12,8				11,4
11				13,1				12,8				11,4
12				13,1				12,8				11,4
13				13,1				12,8				11,4
14				13,1				12,8				11,4
15				13,1				12,8				11,4
16				13,1				12,8				11,4
17				13,1				12,8				11,4

Giờ	Bước độ mở 0,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ	Bước độ mở 1,5 mét	Lưu lượng ứng với độ mở	Dung tích ứng với độ mở	Tổng dung tích trữ trong 24 giờ
18				13,1				12,8				11,4
19				13,1				12,8				11,4
20				13,1				12,8				11,4
21				13,1				12,8				11,4
22				13,1				12,8				11,4
23				13,1				12,8				11,4
24				13,1				12,8				11,4

Bảng PL 3.13. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Ka Nak

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
515	313,1	0,0
514,7	308,3	4,8
514,4	303,5	9,6
514,1	298,8	14,3
513,8	294,1	19,0
513,5	289,5	23,6
513,2	284,9	28,2
512,9	280,3	32,7
512,6	275,8	37,2
512,3	271,4	41,7
512	267,0	46,1
511,7	262,6	50,5
511,4	258,3	54,8
511,1	254,0	59,1

Bảng PL 3.14. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Ayun Hạ

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
204	251,9	0,0
203,8	245,2	6,6
203,6	238,8	13,1
203,4	232,4	19,5
203,2	226,1	25,7
203	220,0	31,8
202,8	214,0	37,8
202,6	208,1	43,7
202,4	202,4	49,5
202,2	196,7	55,2
202	191,1	60,7
201,8	185,7	66,2
201,6	180,3	71,5
201,4	175,1	76,7

Bảng PL 3.15. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Sông Ba Hạ

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
105,0	369,1	0,0
104,5	342,1	27,0
104,0	316,7	52,4
103,5	292,7	76,4
103,0	270,2	98,9
102,5	248,9	120,2
102,0	229,0	140,1
101,5	210,4	158,7
101,0	192,9	176,2

Bảng PL 3.16. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Krông H' năng

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
255,0	167,4	0,0
254,0	154,7	12,7
252,0	131,5	36,0
251,0	120,8	46,6
250,0	110,8	56,6
249,0	101,4	66,0
248,0	92,7	74,8
247,0	84,5	83,0
246,0	76,8	90,6
245,0	69,7	97,7
244,0	63,1	104,3

Bảng PL 3.17. Lượng trữ và khả năng xả của hồ Sông Hình

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
209	357,5	0,0
208	318,4	39,1
207	282,0	75,5
206	248,2	109,3
205	216,8	140,7
204	187,9	169,6

Mức nước hồ (m)	W _{hồ} (Triệu m ³)	W _{trữ} (Triệu m ³)
203	161,4	196,1
202	137,1	220,4
201	115,0	242,5
200	95,0	262,4
199	77,2	280,3
198	61,3	296,2
197	47,3	310,2
196	35,2	322,3

Bảng PL 3.18. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ka Nak

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1980	18,5	29,0	69,0	48
1981	24,7	41,3	101,3	48
1982	1,3	2,0	4,8	48
1983	7,3	11,6	25,1	48
1984	22,4	32,0	83,5	48
1985	15,9	23,1	67,7	48
1986	22,7	34,9	196,3	48
1987	10,5	16,6	43,9	48
1988	12,0	18,4	38,3	48
1989	6,5	9,8	21,9	48
1990	14,6	22,5	55,1	48
1991	14,2	23,6	51,7	48
1992	15,9	23,0	46,3	48
1993	25,9	48,8	111,3	48
1994	15,0	22,1	46,9	48
1995	28,6	39,5	72,4	48
1996	47,8	85,7	250,9	48
1997	6,9	10,5	23,7	48
1998	33,5	64,2	216,2	48
1999	42,6	103,7	321,1	48
2000	20,6	28,4	74,7	48

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lữ
2001	11,2	19,8	34,7	48
2002	16,3	26,9	63,3	48
2003	13,3	19,8	47,1	48
2004	7,8	12,2	39,1	48
2005	22,8	40,6	102,3	48
2006	8,6	13,3	42,4	48
2007	19,3	30,9	89,0	48
2008	29,8	42,4	111,1	48
2009	16,8	24,0	49,0	48
2010	7,7	12,0	34,8	48
2011	6,4	9,8	17,7	48

Bảng PL 3.19. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Ayun Hạ

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lữ
1980	34,6	51,9	110,7	32
1981	36,1	54,2	115,4	32
1982	24,0	36,0	76,8	32
1983	41,2	61,8	131,9	32
1984	38,0	57,1	121,9	32
1985	20,4	30,5	68,0	32
1986	29,9	44,8	161,2	32
1987	19,0	28,5	61,5	32
1988	29,9	45,5	95,9	32
1989	17,1	25,3	53,5	32
1990	40,0	60,5	134,4	32
1991	29,3	44,1	95,2	32
1992	37,7	54,5	108,9	32
1993	20,2	37,3	97,4	32
1994	18,2	27,3	58,6	32
1995	18,2	27,2	58,3	32
1996	38,8	58,1	137,0	32

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1997	21,5	32,3	69,0	32
1998	27,5	42,8	99,4	32
1999	31,4	57,3	114,0	32
2000	33,3	50,0	106,7	32
2001	18,5	27,8	59,2	32
2002	29,7	44,5	95,1	32
2003	25,8	38,6	82,5	32
2004	12,6	18,8	40,2	32
2005	21,9	32,9	70,4	32
2006	33,3	50,0	106,7	32
2007	32,1	48,1	102,6	32
2008	23,2	34,8	76,6	32
2009	35,9	53,9	114,7	32
2010	14,3	21,5	47,2	32
2011	34,9	52,3	111,5	32

Bảng PL 3.20. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Krông H'nh

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1980	45,0	69,3	160,7	53.5
1981	72,4	114,1	297,9	53.5
1982	7,8	11,6	24,0	53.5
1983	26,3	40,2	87,0	53.5
1984	36,0	53,3	117,2	53.5
1985	37,1	55,7	135,3	53.5
1986	58,0	87,0	256,9	53.5
1987	37,1	56,1	127,3	53.5
1988	32,2	48,9	107,9	53.5
1989	23,3	35,2	77,2	53.5
1990	42,7	66,1	156,1	53.5
1991	20,0	30,5	60,7	53.5
1992	35,8	54,2	131,0	53.5

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1993	134,7	231,9	555,3	53.5
1994	19,9	29,4	59,9	53.5
1995	45,7	63,9	112,1	53.5
1996	140,1	221,9	513,8	53.5
1997	15,5	23,3	50,1	53.5
1998	101,9	180,5	470,6	53.5
1999	110,5	207,9	565,0	53.5
2000	111,3	167,0	405,1	53.5
2001	35,9	54,4	103,8	53.5
2002	19,9	30,2	66,5	53.5
2003	26,6	39,2	94,6	53.5
2004	6,5	10,2	26,6	53.5
2005	107,0	221,0	683,6	53.5
2006	17,9	27,8	87,2	53.5
2007	22,1	38,2	95,1	53.5
2008	258,7	292,1	388,0	53.5
2009	37,5	57,0	126,7	53.5
2010	28,5	47,1	154,9	53.5
2011	37,9	60,7	114,3	53.5

Bảng PL 3.21. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Ba Hạ

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1980	168,2	257,8	584,2	98
1981	220,8	348,2	828,7	98
1982	45,0	67,7	146,1	98
1983	124,7	189,0	406,8	98
1984	162,3	239,1	572,4	98
1985	124,5	184,6	493,7	98
1986	190,1	288,9	1223,6	98
1987	112,1	171,2	410,6	98
1988	132,0	199,4	425,9	98
1989	71,2	107,0	234,3	98

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1990	167,2	256,2	587,4	98
1991	109,2	171,4	363,2	98
1992	139,8	205,4	439,3	98
1993	292,6	506,5	1254,0	98
1994	91,9	136,4	288,8	98
1995	174,6	241,2	463,2	98
1996	404,0	588,7	1592,6	98
1997	73,8	111,1	241,2	98
1998	277,1	535,0	1379,2	98
1999	355,9	756,9	1907,8	98
2000	238,4	351,4	865,0	98
2001	98,1	157,4	295,3	98
2002	118,7	188,1	418,0	98
2003	113,3	169,5	385,9	98
2004	47,1	72,9	198,5	98
2005	251,0	543,1	1207,8	98
2006	89,0	136,4	354,2	98
2007	145,6	228,3	568,2	98
2008	386,3	484,4	904,4	98
2009	158,2	233,7	498,4	98
2010	108,7	169,1	532,5	98
2011	118,6	178,7	355,1	98

Bảng PL 3.22. Đặc trưng tổng lượng đến hồ Sông Hình

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1980	41,9	77,1	215,8	100
1981	92,3	177,0	707,9	100
1982	21,1	36,8	72,5	100
1983	46,0	85,8	188,7	100
1984	112,7	141,7	368,7	100
1985	85,7	122,3	423,6	100

Thời gian	Tổng lượng đến hồ từ 21-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 16-31/12	Tổng lượng đến hồ từ 01-31/12	Dung tích phòng lũ
1986	135,7	175,4	820,0	100
1987	82,2	116,7	264,3	100
1988	60,4	89,3	179,9	100
1989	29,9	47,1	124,8	100
1990	83,9	137,6	351,3	100
1991	41,7	77,9	172,6	100
1992	66,5	94,1	309,5	100
1993	209,9	491,9	1278,7	100
1994	77,3	117,7	245,7	100
1995	210,9	301,2	458,0	100
1996	358,4	630,2	1436,2	100
1997	18,8	29,1	72,3	100
1998	169,8	298,4	1102,1	100
1999	155,8	283,7	1239,2	100
2000	192,7	304,1	905,7	100
2001	89,9	161,9	241,3	100
2002	94,6	163,7	390,3	100
2003	93,7	148,0	310,3	100
2004	26,3	43,2	150,0	100
2005	291,9	582,9	1689,8	100
2006	37,9	57,6	140,0	100
2007	50,0	86,6	246,7	100
2008	355,5	389,4	639,3	100
2009	41,3	63,5	146,1	100
2010	56,7	105,1	543,1	100
2011	151,5	286,4	535,7	100