

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

=====

NGUYỄN THỊ KIM DUNG

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH
DÒNG CHẢY TỐI THIỂU – ÁP DỤNG CHO
HỆ THỐNG SÔNG VU GIA – THU BỒN**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC

- HÀ NỘI, NĂM 2018 -

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

=====

NGUYỄN THỊ KIM DUNG

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH
DÒNG CHẢY TỐI THIỂU – ÁP DỤNG CHO
HỆ THỐNG SÔNG VU GIA – THU BỒN**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC

MÃ SỐ: 62 58 02 12

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. Nguyễn Vũ Việt
2. PGS.TS. Nguyễn Quang Trung

- HÀ NỘI, NĂM 2018 -

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là trung thực, khách quan và chưa từng để bảo vệ ở bất kỳ học vị nào.

Tôi xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện luận án đã được cảm ơn, thông tin trích dẫn trong luận án này đều được chỉ rõ nguồn gốc.

Hà Nội, ngày 04 tháng 4 năm 2018

Tác giả luận án

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tác giả xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của Cơ sở đào tạo - Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả thực hiện luận án.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tập thể thầy hướng dẫn, PGS.TS. Nguyễn Vũ Việt và PGS.TS Nguyễn Quang Trung và đã tận tâm hướng dẫn giúp đỡ trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Xin chân thành cảm ơn lãnh đạo và các đồng nghiệp Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã luôn động viên và tạo điều kiện thuận lợi cho NCS trong quá trình thực hiện luận án.

Trong suốt quá trình thực hiện luận án, tác giả đã nhận được sự động viên và giúp đỡ quý báu từ nhiều đồng nghiệp trong và ngoài cơ sở đào tạo.

Cuối cùng, không thể thiếu được là sự cảm ơn tới gia đình tác giả bởi sự cổ vũ, động viên, khuyến khích và tạo thêm nghị lực, quyết tâm cho tác giả nhất là những lúc khó khăn mà chỉ ý chí đơn thuần khó có thể vượt qua.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của luận án	1
2. Mục đích nghiên cứu.....	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	3
4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu	3
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	5
6. Những đóng góp mới của luận án	5
7. Bố cục của luận án	5
Chương I. TỔNG QUAN VỀ DÒNG CHẢY TỐI THIỂU	7
1.1. Một số khái niệm và định nghĩa	7
1.2. Tổng quan các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu trên thế giới	9
1.3. Tổng quan các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu ở Việt nam.....	27
1.4 Phân tích, đánh giá các phương pháp xác định DCTT ở Việt Nam.....	34
1.4.1. <i>Phương pháp thủy văn</i>	<i>34</i>
1.4.2. <i>Phương pháp chu vi ướt.....</i>	<i>35</i>
1.4.3 <i>Phương pháp mô phỏng môi trường sống</i>	<i>36</i>
1.4.4. <i>Phương pháp tiếp cận tổng thể:.....</i>	<i>36</i>
1.5 Kết luận chương I.....	36
Chương II: CƠ SỞ KHOA HỌC, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY TỐI THIỂU	38
2.1. Cơ sở khoa học xác định dòng chảy tối thiểu	38
2.1.1. <i>Cơ sở lý luận xây dựng phương pháp</i>	<i>38</i>
2.1.2. <i>Mối liên hệ giữa đặc điểm hình thái sông, chế độ dòng chảy, chất lượng nước với môi trường sống của các sinh vật thủy sinh</i>	<i>42</i>
2.1.3. <i>Xác định các thành phần dòng chảy tối thiểu.....</i>	<i>45</i>
2.2. Nội dung và phương pháp tính toán dòng chảy tối thiểu.....	47
2.2.1. <i>Nội dung nghiên cứu, tính toán.....</i>	<i>47</i>
2.2.2. <i>Phương pháp tính toán các thành phần dòng chảy tối thiểu</i>	<i>49</i>
2.2.3. <i>Tổ hợp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông.....</i>	<i>52</i>
2.3. Giới thiệu khu vực nghiên cứu.....	55

2.3.1. Giới thiệu chung về điều kiện tự nhiên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn	55
2.3.1.1. Vị trí địa lý	55
2.3.1.2. Đặc điểm địa hình	56
2.3.1.3. Đặc điểm thổ nhưỡng	56
2.3.1.4. Điều kiện khí hậu	56
2.3.1.5. Điều kiện thủy văn và tình hình xâm nhập mặn	57
2.3.1.6. Đặc điểm sinh vật thủy sinh	62
2.3.2. Hiện trạng và phương hướng phát triển các ngành dùng nước trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn.....	66
2.3.2.1. Ngành nông nghiệp	66
2.3.2.2. Cấp nước phục vụ dân sinh:	67
2.3.2.3. Công nghiệp	68
2.3.2.4. Thủy điện	68
2.3.3. Một số nhận xét về khu vực nghiên cứu:	70
2.4. Các công cụ tính toán dòng chảy tối thiểu	70
2.4.1. Công cụ tính toán nhu cầu nước	71
2.4.2. Mô hình MIKE BASIN:	74
2.4.3. Mô hình thủy lực MIKE 11:	84
2.4.4. Mô hình MIKE 11- mô đun sinh thái (Ecolab)	95
2.5. Kết luận chương II	100
CHƯƠNG III: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY TỐI THIỂU CHO HỆ THỐNG SÔNG VU GIA – THU BỒN.....	102
3.1. Xác định các ĐKS dòng chảy tối thiểu trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn	102
3.1.1. Mối quan hệ giữa mặt cắt ngang, chế độ dòng chảy với đời sống của động thực vật thủy sinh trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn	102
3.1.2. Yêu cầu chất lượng nước đối với động thực vật thủy sinh.....	105
3.1.3. Xác định các ĐKS dòng chảy tối thiểu trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn	106
3.2. Kết quả tính toán các thành phần dòng chảy tối thiểu	109
3.2.1. Các trường hợp tính toán.....	109
3.2.2. Kết quả tính toán dòng chảy duy trì sông	109

3.2.3. Kết quả tính toán dòng chảy sinh thái	112
3.2.3.1. Xây dựng đường quan hệ mực nước và chu vi ướt tại các ĐKS112 i/ Điểm kiểm soát Thành Mỹ	112
3.2.3.2. Phân tích xác định dòng chảy sinh thái theo phương pháp chu vi ướt	121
3.2.3.3. Tính toán kiểm tra chất lượng nước tại các ĐKS:	123
3.2.3.4. Tổ hợp xác định dòng chảy sinh thái tại các ĐKS.....	123
3.2.4. Kết quả tính toán dòng chảy khai thác sử dụng	124
3.2.4.1. Kết quả tính toán cân bằng nước	124
3.2.4.2. Nhu cầu nước đảm bảo về mực nước tại các ĐKS	126
3.2.4.3. Nhu cầu nước đảm bảo về độ mặn phục vụ cấp nước sinh hoạt, nước tưới.	130
3.2.4.4. Tổ hợp xác định dòng chảy khai thác sử dụng tại các ĐKS	138
3.3. Tổ hợp xác định dòng chảy tối thiểu.....	139
3.5. Phân tích, đánh giá và kết luận chương 3	146
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	148
Kết luận	148
Kiến nghị	149
DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ.....	150
TÀI LIỆU THAM KHẢO	151
PHỤ LỤC TÍNH TOÁN	157

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Mối liên hệ giữa điều kiện môi trường sống thủy sinh và dòng chảy trung bình năm cho các lưu vực nhỏ	11
Bảng 1.2. Ứng dụng chỉ số duy trì dòng chảy trong các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu.....	12
Bảng 1.3 Phân hạng quản lý môi trường theo phương pháp thay đổi đường cong duy trì dòng chảy.....	13
Bảng 1.4. Phần trăm Q_{95} có thể được khai thác với các loại cấp hạng môi trường	14
Bảng 1.5. Tiêu chuẩn môi trường để xác định hệ sinh thái an toàn ở Scotland...	15
Bảng 1.6. Các ứng dụng chỉ số 7Q10 trong các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu	15
Bảng 1.7 Tình hình ứng dụng các phương pháp thủy văn – thủy lực ở một số nước.....	20
Bảng 1.8 Mục tiêu cụ thể đối với DCMT của một số LVS trên thế giới.....	26
Bảng 2.1. Mạng lưới các trạm thủy văn trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn	59
Bảng 2.2. Thông số dòng chảy năm các sông chính trên lưu vực	60
Bảng 2.3. Dòng chảy kiệt nhỏ nhất tại các trạm (1977 ÷ 2014)	61
Bảng 2.4 Danh sách các loài cá có giá trị bảo tồn ở lưu vực sông VG – TB.....	65
Bảng 2.5. Hiện trạng các công trình thủy điện trên lưu vực	68
Bảng 2.6. Hệ số cây trồng của một số loại cây trồng chính.....	71
Bảng 2.7. Các chỉ tiêu cấp nước sinh hoạt.....	73
Bảng 2.8 Mạng lưới sông suối trong mô hình MIKE BASIN	75
Bảng 2.9. So sánh lưu lượng giữa tính toán và thực đo tại Nông Sơn, Thành Mỹ năm 2008	81
Bảng 2.10. So sánh lưu lượng giữa tính toán và thực đo tại Nông Sơn, Thành Mỹ năm 2009	83
Bảng 2.11. Hệ thống sông trong mô hình MIKE-11.....	86
Bảng 2.12. Các nhập lưu khu giữa	87
Bảng 2.13. Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy lực	89

Bảng 2.14. Kết quả kiểm định mô hình thủy lực	91
Bảng 3.1. Tiêu chuẩn chất lượng nước bảo vệ đời sống thủy sinh	105
Bảng 3.2. Lưu lượng bình quân ngày mùa kiệt tại ĐKS Nông Sơn và Thành Mỹ ứng với các tỷ lệ thời gian duy trì	109
Bảng 3.3. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung - Cái	112
Bảng 3.4. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế.....	114
Bảng 3.5. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn.....	117
Bảng 3.6. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy.....	119
Bảng 3.7. Kết quả tính toán dòng chảy duy trì sinh thái tại các ĐKS theo phương pháp chu vi ướt.....	122
Bảng 3.8. Kết quả tính toán chất lượng nước tại các điểm kiểm soát.....	123
Bảng 3.9. Kết quả tính toán cân bằng nước - Giai đoạn hiện tại	124
Bảng 3.10. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan thời kỳ cấp nước gia tăng.....	127
Bảng 3.11. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Thu Bồn – Ly Ly thời kỳ cấp nước gia tăng	128
Bảng 3.12. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan thời kỳ cấp nước thông thường.....	129
Bảng 3.13. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Thu Bồn – Ly Ly thời kỳ cấp nước thông thường	129
Bảng 3.14. Kết quả tính toán xâm nhập mặn trên sông Vu Gia, Thu Bồn, Vĩnh Điện	131
Bảng 3.15. Tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Vu Gia trong thời kỳ cấp nước gia tăng	133
Bảng 3.16. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu tưới thời kỳ cấp nước gia tăng	134

Bảng 3.17. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đầy mạn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu cấp nước sinh hoạt thời kỳ cấp nước gia tăng.....	136
Bảng 3.18. Tính toán xác định lưu lượng đầy mạn hạ lưu sông Vu Gia trong thời kỳ cấp nước thông thường.....	137
Bảng 3.19. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đầy mạn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu tưới thời kỳ cấp nước thông thường	137
Bảng 3.20. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đầy mạn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu cấp nước sinh hoạt thời kỳ cấp nước thông thường.....	138
Bảng 3.21. Kết quả tính toán dòng chảy khai thác sử dụng tại các ĐKS	138
Bảng 3.22. Tổng hợp kết quả tính toán dòng chảy thành phần tại các ĐKS	139
Bảng 3.23. Thông số dòng chảy mùa kiệt tại trạm thủy văn Thành Mỹ, Nông Sơn	140
Bảng 3.24. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Ái Nghĩa giai đoạn (1977 ÷ 2008)	141
Bảng 3.25. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Ái Nghĩa giai đoạn (2009 ÷ 2016)	143
Bảng 3.26. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Giao Thủy giai đoạn (1977 ÷ 2008)	143
Bảng 3.27. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Giao Thủy giai đoạn (2009 ÷ 2016)	145
Bảng 3.28. Đề xuất dòng chảy tối thiểu tại các điểm kiểm soát	145

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Mô tả sự biến thiên và thành phần của dòng chảy môi trường [42] [45]	24
Hình 1.2. Các thành phần dòng chảy theo phương pháp BBM [42].....	25
Hình 2.1. Dòng chảy tự nhiên và dòng chảy môi trường.....	40
Hình 2.2. Sơ đồ tiếp cận xác định dòng chảy tối thiểu	42
Hình 2.3. Mô tả các thành phần mặt cắt ngang sông	45
Hình 2.4. Sơ đồ khối xác định dòng chảy tối thiểu.....	49
Hình 2.5 Sơ đồ các bước xác định dòng chảy tối thiểu	55
Hình 2.6 Bản đồ vị trí lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn	56
Hình 2.7 Sơ đồ vị trí các trạm thủy văn trên lưu vực sông VG-TB.....	59
Hình 2.8. Sơ đồ bậc thang thủy điện trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn.....	69
Hình 2.9. Sơ đồ tính toán cân bằng nước lưu vực Vu Gia – Thu Bồn trong mô hình MIKE BASIN	79
Hình 2.10. Sơ đồ tính toán cân bằng nước lưu vực Vu Gia – Thu Bồn gián lược	80
Hình 2.11. Kết quả hiệu chỉnh tại trạm thủy văn Thành Mỹ	82
Hình 2.12. Kết quả hiệu chỉnh tại trạm thủy văn Nông Sơn.....	82
Hình 2.13. Kết quả kiểm định tại trạm thủy văn Thành Mỹ	84
Hình 2.14. Kết quả kiểm định tại trạm thủy văn Nông Sơn	84
Hình 2.15. Sơ đồ tính toán thủy lực mạng sông Vu Gia – Thu Bồn.....	88
Hình 2.16. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Hội Khách trên Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	89
Hình 2.17. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Ái Nghĩa trên Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	89
Hình 2.18. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Giao Thủy trên Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)	90
Hình 2.19. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Câu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	90

Hình 2.20.Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Hội An trên sông Thu Bồn (vị trí 19500).....	90
Hình 2.21. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Hội Khách trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)	91
Hình 2.22.Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Ái Nghĩa trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)	92
Hình 2.23. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Giao Thủy trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	92
Hình 2.24. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại thủy văn Cẩm Lệ trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	92
Hình 2.25.Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Câu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	93
Hình 2.26.Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Hội An trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	93
Hình 2.27.Đường quá trình mận tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Cổ Mân trên sông Vĩnh Điện (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)	94
Hình 2.28.Đường quá trình mận tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Câu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	94
Hình 2.29.Đường quá trình mận tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Cẩm Hà trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	94
Hình 2.30.Đường quá trình mận tính toán kiểm định và thực đo tại cầu Nguyễn Văn Trỗi trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng).....	95
Hình 2.31.Đường quá trình mận tính toán kiểm định và thực đo tại trạm Cẩm Lệ trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)	95
Hình 2.32.Sơ đồ các vị trí lấy mẫu trên dòng chính hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn	97
Hình 2.33. So sánh giá trị DO giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013.....	97
Hình 2.34. So sánh giá trị BOD ₅ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013.....	98

Hình 2.35. So sánh giá trị NH_4^+ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013.....	98
Hình 2.36. So sánh giá trị NO_3^- giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013.....	98
Hình 2.37. So sánh giá trị DO giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10h ngày 21/04/2014.....	99
Hình 2.38. So sánh giá trị BOD_5 giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 21/04/2014.....	99
Hình 2.39. So sánh giá trị NH_4^+ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 21/04/2014.....	99
Hình 2.40. So sánh giá trị NO_3^- giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 21/04/2014.....	100
Hình 3.1. Sơ đồ dòng chính lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.....	107
Hình 3.2. Đường cong duy trì lưu lượng bình quân ngày tại ĐKS Nông Sơn giai đoạn 1977÷2008.....	110
Hình 3.3. Đường cong duy trì lưu lượng bình quân ngày tại ĐKS Thành Mỹ giai đoạn 1977÷2008.....	110
Hình 3.4. Quan hệ $Q \sim H$ tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn mùa kiệt (1977÷2008)	111
Hình 3.5. Quan hệ $Q \sim H$ tại ĐKS trạm thủy văn Thành Mỹ mùa kiệt (1977÷2008)	112
Hình 3.6. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung – Cái	113
Hình 3.7. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung – Cái.....	114
Hình 3.8. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế	116
Hình 3.9. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế	117
Hình 3.10. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn	118

Hình 3.11. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn	119
Hình 3.12. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy	120
Hình 3.13. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy	121
Hình 3.14. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả Thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế và Thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Vu Gia	131
Hình 3.15. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả Thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế và Thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Thu Bồn	132
Hình 3.16. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả TL Vu Gia – Quảng Huế và TL Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Vĩnh Điện	132
Hình 3.17. Đường quan hệ giữa $Q_{Ai\text{ Nghĩa}} \sim$ Độ mặn tại Cầu Đỏ thời kỳ cấp nước gia tăng	134
Hình 3.18 Đường quan hệ giữa $Q_{GiaoThủy} \sim$ Độ mặn tại Trạm bơm Xuyên Đông thời kỳ cấp nước gia tăng	135
Hình 3.19 Đường quan hệ giữa $Q_{GiaoThủy} \sim$ Độ mặn tại Trạm bơm Tứ Câu thời kỳ cấp nước gia tăng	135

CÁC CHỮ VIẾT TẮT

BĐKH	Biến đổi khí hậu
BNNPTNT	Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
DCTT	Dòng chảy tối thiểu
DCMT	Dòng chảy môi trường
DCDTS	Dòng chảy duy trì sông
DCDTST	Dòng chảy duy trì sinh thái
DCKTSD	Dòng chảy khai thác sử dụng
ĐKS	Điểm kiểm soát
ĐVĐ	Động vật đáy
ĐVN	Động vật nổi
FAO	Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hiệp Quốc
IWMI	Viện Nghiên cứu Quản lý Nước Quốc tế
IUCN	Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế
LVS	Lưu vực sông
MAX	Lớn nhất
MIN	Nhỏ nhất
MNDBT	Mức nước dâng bình thường
NBD	Nước biển dâng
NMN	Nhà máy nước
NTTS	Nuôi trồng thủy sản
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
TB	Trạm bơm
TVN	Thực vật nổi
TT	Thị trấn
VG-TB	Vu Gia – Thu Bồn
WB	Ngân hàng Thế giới

WMO	Tổ chức Khí tượng Thế giới
BBM	Block Building Methodology (Phương pháp xây dựng khối)
DRIFT	Downstream Response to Improsed Flow Transformation (Sự phản ứng của hạ lưu với quá trình biến đổi dòng chảy bắt buộc)
FDCA	Flow Duration Curve Analysis (Phân tích đường cong duy trì lưu lượng)
IFIM	Istream Flow Increamental Methodology (Phương pháp tăng dòng chảy sông)
RVA	Range of Variable Approach (Phương pháp khoảng biến động)

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Nước là nguồn tài nguyên thiết yếu cho sự sống, sức khỏe của con người và hệ sinh thái, là nhân tố quan trọng bậc nhất của mọi quốc gia trong phát triển kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, đi cùng với sự phát triển, nhu cầu về sử dụng nước ngày càng tăng cao trong khi nguồn nước ngày càng suy giảm; việc phát triển các hồ, đập phía thượng lưu cũng tác động đến trữ lượng nước, ảnh hưởng sâu sắc tới môi trường, hệ sinh thái, cuộc sống và khả năng tiếp cận nước sạch của người dân. Bên cạnh đó, Việt Nam là một trong năm nước chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH, khiến cho thời tiết trở nên cực đoan hơn, lượng mưa thay đổi, gia tăng các đợt lũ lụt và hạn hán cả về tần suất và mức độ nghiêm trọng. Dòng chảy mùa kiệt, nước ngầm suy giảm đáng kể kết hợp với mực nước biển có xu hướng tăng cao dẫn đến xâm nhập mặn gia tăng, gây ảnh hưởng lớn tới việc cung cấp nước cho sinh hoạt và phục vụ sản xuất. Tất cả những điều đó đã và đang làm cho các thách thức về nguồn nước trở nên phức tạp và rất khó lường, vấn đề quản lý tài nguyên nước nói chung và quản lý lưu vực sông đặt ra nhiều thách thức cần phải được giải quyết.

Năm 2008 Chính phủ đã ban hành Nghị định số 112/2008/NĐ-CP về việc quản lý, bảo vệ, khai thác tổng hợp tài nguyên và môi trường các hồ chứa thủy điện, thủy lợi, Nghị định số 120/2008/NĐ-CP về việc quản lý lưu vực sông và sau này là luật tài nguyên nước 2012, thông tư 64/2017/TT-BTNMT ngày 22 tháng 12 năm 2017, quy định phải duy trì dòng chảy tối thiểu (DCTT) trên sông suối và hạ lưu các hồ chứa. Từ đó đến nay đã có một số nghiên cứu về DCTT, từ nghiên cứu ứng dụng các phương pháp đánh giá nhanh đến các nghiên cứu có xu hướng tiếp cận tổng hợp, sử dụng công cụ mô hình toán. Tuy nhiên, cho đến nay khái niệm và phương pháp đánh giá DCTT vẫn đang được hiểu rất khác nhau [19], các nghiên cứu chỉ mới tập trung vào từng khía cạnh đơn lẻ cấu thành nên DCTT hoặc có tiếp cận theo hướng tổng hợp nhưng chưa đề cập một cách đầy đủ đến các yếu tố tác động tới sản xuất, đời sống, môi trường và hệ sinh thái.

Việt Nam có 108 lưu vực sông (LVS), trong đó 10 LVS có diện tích lưu

vực trên 10.000 km². Vu Gia – Thu Bồn (VG-TB) là hệ thống sông lớn ở vùng duyên hải miền Trung với tổng diện tích lưu vực 10.350 km². Sông bắt nguồn từ tỉnh Kon Tum chảy qua tỉnh Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng, đổ ra biển Đông ở hai cửa biển là Cửa Đại và Cửa Hàn. Toàn bộ lưu vực nằm ở sườn Đông của dãy Trường Sơn có tiềm năng lớn về đất đai, tài nguyên nước, thủy năng và rừng.

LVS sông VG- TB có nguồn nước đến khá dồi dào, tổng lượng dòng chảy năm khoảng 20,4 tỷ m³, tuy nhiên tổng lượng dòng chảy 8 tháng mùa khô chỉ chiếm 30-35% tổng lượng dòng chảy năm gây tình trạng khô hạn, thiếu nước. Trên lưu vực hiện có 756 hồ chứa và đập dâng cung cấp nước tưới cho khoảng 40 ngàn ha đất canh tác, cùng nhiều công trình khai thác tài nguyên nước phục vụ phát triển công nghiệp, nuôi trồng thủy sản và cấp nước phục vụ dân sinh, đặc biệt những năm gần đây đã có nhiều công trình thủy điện lớn trên lưu vực được xây dựng mới và đưa vào sử dụng. Việc chuyển nước của thủy điện Đăk Mi 4 từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn khiến dòng chảy mùa kiệt trên sông Vu Gia suy giảm mạnh, mực nước hạ thấp, mặn xâm nhập cao ảnh hưởng lớn đến hoạt động của các nhà máy cấp nước sinh hoạt cho TP. Đà Nẵng, các trạm bơm lấy nước tưới dọc sông...

Ngày 07 tháng 9 năm 2015, Thủ tướng chính phủ đã ký quyết định số 1537/QĐ-TTg ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông VG – TB. Theo đó, nguyên tắc vận hành các hồ chứa trong mùa kiệt theo thời đoạn 10 ngày, căn cứ theo giá trị mực nước tại các trạm thủy văn Ái Nghĩa và Giao Thủy nhằm đảm bảo an toàn công trình, đảm bảo DCTT trên sông và nhu cầu sử dụng nước tối thiểu hạ du, đảm bảo hiệu quả phát điện. Tuy nhiên, việc duy trì DCTT như thế nào cho từng đoạn sông chưa được đề cập cụ thể.

Vì thế, việc nghiên cứu xác định DCTT cho hệ thống sông VG - TB để duy trì dòng sông, bảo đảm cho sự phát triển bình thường của các hệ sinh thái và bảo đảm mức tối thiểu cho các hoạt động khai thác phục vụ phát triển các ngành kinh tế là hết sức quan trọng.

Do đó, đề tài nghiên cứu của luận án ***“Nghiên cứu xây dựng phương pháp xác định dòng chảy tối thiểu - Áp dụng cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn”*** có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục đích nghiên cứu

(1) Xây dựng được các luận cứ khoa học và phương pháp xác định dòng chảy tối thiểu (DCTT) cho dòng sông/đoạn sông có xét đến tác động điều tiết của các công trình khai thác nước phía thượng nguồn, đảm bảo hài hòa nhu cầu sử dụng nước;

(2) Áp dụng kết quả nghiên cứu tính toán cho hệ thống sông Vu Gia- Thu Bồn để làm cơ sở cho công tác quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo hướng bền vững.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Nghiên cứu về DCTT (số lượng, chất lượng) cho dòng sông/đoạn sông chịu tác động bởi các công trình khai thác nước phía thượng nguồn bảo đảm sự phát triển bình thường của các hệ sinh thái thủy sinh và cấp nước tối thiểu cho khai thác sử dụng tài nguyên nước;

Phạm vi nghiên cứu: Vùng hạ du lưu vực sông nơi tập trung các hoạt động khai thác sử dụng tài nguyên nước cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt trên lưu vực đồng thời là nơi chịu tác động trực tiếp từ các hoạt động khai thác nước phía thượng nguồn. Áp dụng kết quả nghiên cứu tính toán cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn đoạn từ Thành Mỹ đến Cửa Hàn (sông Vu Gia), từ Nông Sơn đến Cửa Đại (sông Thu Bồn).

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

4.1 Cách tiếp cận

Luận án sử dụng phương pháp tiếp cận tổng thể, theo đó DCTT sẽ phải đảm bảo duy trì dòng sông, sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và khai thác sử dụng nước cho các đối tượng dùng nước. Theo quan điểm tiếp cận này thì DCTT bao gồm ba thành phần chính:

- Thành phần (1): Dòng chảy duy trì sông, là dòng chảy cần thiết để dòng sông “được sống” phải được duy trì kể cả trong trường hợp thiếu nước hoặc hạn hán nghiêm trọng.

- Thành phần (2): Dòng chảy sinh thái, là dòng chảy cần thiết để duy trì

điều kiện môi trường dòng sông hoặc đoạn sông nhằm bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh. Đây là “lượng nước cần cho sinh thái” bởi vì nước cho duy trì hệ sinh thái cũng góp phần duy trì điều kiện cảnh quan và sức khỏe của dòng sông.

- Thành phần (3): Dòng chảy khai thác sử dụng, là dòng chảy cần thiết cho hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các đối tượng sử dụng nước trên dòng sông hoặc đoạn sông dưới hạ lưu.

DCTT sẽ được xây dựng bao gồm cả lưu lượng, mực nước và thời gian duy trì. DCTT trên sông phải được xác định tại một tuyến mặt cắt cụ thể hay nói cách khác DCTT được quy định tại từng vị trí và được thực hiện trên cả dòng sông hay từng đoạn sông. Những vị trí này gọi chung là điểm kiểm soát (ĐKS) DCTT trên dòng sông hay đoạn sông. Điểm kiểm soát DCTT trên dòng sông hay đoạn sông phải đại diện về chế độ dòng chảy, môi trường sống của hệ sinh thái thủy sinh, các hoạt động khai thác sử dụng nước trên dòng sông hay đoạn sông mà nó kiểm soát.

DCTT sẽ được xác định dựa trên cách tiếp cận tổng hợp các phương pháp thủy văn, thủy lực và sinh thái.

4.2. Phương pháp nghiên cứu

Luận án sử dụng các phương pháp nghiên cứu dưới đây:

- Phương pháp kế thừa: Nghiên cứu, phân tích, tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong, ngoài nước và kế thừa có chọn lọc của các kết quả này thông qua các thư viện trong nước, mạng internet, các báo cáo khoa học, báo cáo đánh giá hiện trạng khai thác sử dụng nguồn nước và môi trường của các cơ quan chuyên môn, định hướng phát triển kinh tế của vùng;

- Phương pháp khảo sát thực địa: tiến hành đi thực địa để thu thập các tài liệu, khảo sát bổ sung điều kiện tự nhiên, tìm hiểu sự biến động của các hệ sinh thái cũng như các ảnh hưởng trực tiếp đến các hoạt động kinh tế, xã hội;

- Phương pháp mô hình toán: ứng dụng MIKE BASIN để tính toán cân bằng nước, MIKE 11 để tính toán thủy lực, xâm nhập mặn, MIKE 11 mô đun Ecolab để tính toán chất lượng nước phục vụ xác định các thành phần DCTT;

- Phương pháp phân tích thống kê: phân tích các chuỗi số liệu khí tượng, thủy văn để tính toán các đặc trưng khí tượng, dòng chảy;

- Phương pháp chuyên gia: lấy ý kiến chuyên gia đa ngành để xem xét và giải quyết bài toán dưới góc độ tổng hợp.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Ý nghĩa khoa học: Việc xây dựng được phương pháp và các công cụ xác định DCTT theo cách tiếp cận tổng hợp các phương pháp thủy văn, thủy lực và sinh thái đã bổ sung vào hệ thống các cơ sở lý thuyết, lý luận phục vụ cho công việc nghiên cứu, tính toán, sử dụng tổng hợp tài nguyên nước một cách hiệu quả và bền vững.

Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả nghiên cứu của luận án về quy định lưu lượng, mực nước tại các điểm khống chế trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn là cơ sở để xây dựng quy trình vận hành các hồ chứa thượng lưu, các phương án khai thác, quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực bảo đảm sự hài hòa về lợi ích của các hộ dùng nước như thủy điện, tưới tiêu và các mục đích khác và bảo đảm phát triển bền vững vùng hạ lưu.

6. Những đóng góp mới của luận án

(1) Góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học và phương pháp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông chịu tác động bởi các công trình khai thác nước phía thượng nguồn trên cơ sở tiếp cận tổng hợp các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái;

(2) Áp dụng thành công phương pháp tính DCTT cho hệ thống sông VG-TB, làm cơ sở cho việc quản lý tổng hợp lưu vực sông hiệu quả và bền vững, kết quả của luận án cũng có thể tham khảo, ứng dụng cho các hệ thống sông khác.

7. Bố cục của luận án

Luận án gồm có các nội dung chính như sau:

Mở đầu

Chương 1. Tổng quan về dòng chảy tối thiểu.

Chương này trình bày một số khái niệm, định nghĩa; Các nguyên cứu về DCTT trên thế giới, ở Việt Nam; Phân tích đánh giá khả năng ứng dụng các phương pháp xác định DCTT.

Chương 2. Cơ sở khoa học, nội dung và phương pháp xác định dòng chảy tối thiểu

Chương này trình bày cách tiếp cận xác định DCTT; Cơ sở khoa học xác định các thành phần DCTT, các ĐKS; Các phương pháp, công cụ tính toán các dòng chảy thành phần.

Chương 3. Kết quả tính toán dòng chảy tối thiểu cho hệ thống sông Vu Gia – Thu bồn

Chương này trình bày các kết quả tính toán DCTT cho hệ thống sông VG-TB, các nội dung nghiên cứu cần thảo luận.

Kết luận

Các công trình công bố

Tài liệu tham khảo

Phụ lục tính toán

Chương I. TỔNG QUAN VỀ DÒNG CHẢY TỐI THIỂU

1.1. Một số khái niệm và định nghĩa

Trong lịch sử, các dòng sông được coi là nguồn cung cấp tài nguyên nước vô hạn. Các nhà quản lý đường như không quan tâm nhiều đến tình trạng, sức khỏe của dòng sông. Tuy nhiên, khi tình trạng, sức khỏe của nhiều dòng sông bị suy giảm do khai thác không hợp lý đã làm thay đổi quan niệm truyền thống này. Các nhà quản lý tài nguyên nước đã có cách nhìn toàn diện hơn đối với hệ thống sông. Họ hiểu rằng, bên cạnh việc cung cấp nước cho các nhu cầu cơ bản của con người và các hoạt động kinh tế – xã hội, cung cấp nước cho hệ sinh thái thủy sinh và các chức năng khác cũng cần phải quan tâm đến. Từ đó, nghiên cứu về dòng chảy sông đảm bảo hài hòa các lợi ích ra đời và ngày càng được quan tâm bởi các quốc gia và các tổ chức quốc tế.

Mỹ là quốc gia đã có quy định pháp lý chính thức về dòng chảy trên dòng chính từ năm 1971. Đến những năm 80 của thế kỷ trước, khái niệm về yêu cầu dòng chảy trên dòng chính đã bắt đầu xuất hiện ở Anh, Úc và New Zealand, sau đó là các nước châu Á và Nam Phi. Tuy nhiên, mỗi quốc gia sử dụng một thuật ngữ khác nhau: Yêu cầu dòng chảy trên dòng chính (Nam Phi), dòng chảy môi trường (Zimbabwe), mục tiêu dòng chảy sông, dòng chảy môi trường tối thiểu (Úc), dòng chảy tối thiểu chấp nhận được (Mozambique), dòng chảy tối thiểu (Trung Quốc, Ấn Độ, Tây Ban Nha) ... Trong đó, hai thuật ngữ được sử dụng nhiều nhất là dòng chảy môi trường (DCMT) và DCTT.

Định nghĩa về DCMT thường phụ thuộc vào quan điểm của tổ chức, các nhà nghiên cứu. Điểm chung của các định nghĩa về DCMT hướng đến “đáp ứng nhu cầu cần thiết của môi trường”, “duy trì các hệ sinh thái và lợi ích của chúng” hay “Đảm bảo lợi ích về kinh tế, xã hội và môi trường” ở vùng hạ du. (Boulton 1999; IUCN, 2003; Richard Davis & Rafik Hirji, 2003; Tharme, R.E 2003; Dyson và các cộng sự, 2007).

Một trong các định nghĩa được sử dụng rộng rãi là định nghĩa của tổ chức bảo tồn thiên nhiên thế giới IUCN đưa ra năm 2003 “*Dòng chảy môi trường là chế*

độ dòng chảy cần duy trì trong sông, trong đầm phá hay trong các khu vực cửa sông ven biển nhằm duy trì các hệ sinh thái nước và các giá trị của hệ sinh thái nhất là khi nguồn nước của dòng sông chịu ảnh hưởng của các hoạt động điều tiết và có sự cạnh tranh trong sử dụng nước” [39]

Tại hội nghị về sông quốc tế ở Brisbane (Úc) năm 2007 với sự tham gia của 750 đại biểu đến từ 50 quốc gia đưa ra tuyên bố *“Dòng chảy môi trường là số lượng, chất lượng và thời gian duy trì dòng chảy để duy trì hệ sinh thái sông, sinh kế và phúc lợi của con người phụ thuộc vào hệ sinh thái đó” [32]*

DCTT có nguồn gốc từ Mỹ được coi là tiêu chuẩn dòng chảy để giới hạn sự khai thác nước trong mùa kiệt [44].

Khái niệm về DCTT lần đầu tiên ở Việt Nam được định hình rõ sau khi Chính phủ ban hành Nghị định số 112/2008/NĐ-CP ngày 20 tháng 12 năm 2008 về việc quản lý, bảo vệ, khai thác tổng hợp tài nguyên và môi trường các hồ chứa thủy điện, thủy lợi và Nghị định số 120/2008/NĐ-CP ngày 1 tháng 12 năm 2008 về việc quản lý lưu vực sông và sau này là Luật Tài nguyên nước năm 2012 *“Dòng chảy tối thiểu là dòng chảy ở mức thấp nhất cần thiết để duy trì dòng sông hoặc đoạn sông, bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và bảo đảm mức tối thiểu cho hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các đối tượng sử dụng nước theo thứ tự ưu tiên đã được xác định trong quy hoạch lưu vực sông” [11][13]*. Đây là định nghĩa được tác giả sử dụng trong luận án này.

Ngoài hai thuật ngữ về DCMT và DCTT còn có các thuật ngữ khác liên quan như dòng chảy kiệt, dòng chảy cơ bản, dòng chảy sinh thái.

Dòng chảy kiệt, được Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO, 1974) định nghĩa là *“dòng chảy trong sông trong suốt thời kỳ khô hạn”*. Định nghĩa này không phân biệt rõ ràng giữa dòng chảy kiệt và vấn đề hạn hán. Dòng chảy kiệt là một hiện tượng theo mùa và là một thành phần không thể tách rời của chế độ dòng chảy của bất cứ con sông nào. Cường độ và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt có ý nghĩa quan trọng đối với việc quy hoạch và thiết kế cấp nước, cấp phép xả thải, thiết kế hồ chứa và duy trì chất và lượng nước cho tưới, giải trí và bảo tồn động vật hoang dã [57].

Dòng chảy cơ bản là thành phần dòng chảy quan trọng được hình thành từ nguồn nước ngầm. Vào mùa khô, lưu lượng dòng chảy trên sông chủ yếu là dòng chảy cơ bản (trong trường hợp dòng sông không bị tác động bởi các công trình điều tiết thượng lưu). Dòng chảy cơ bản có ý nghĩa quan trọng trong việc thiết lập các mối quan hệ giữa các sinh vật thủy sinh và môi trường sống của chúng, ước tính lượng nước cung cấp, quản lý chất lượng nước và độ mặn.

Theo Diego, dòng chảy cơ bản là dòng chảy tối thiểu cần thiết để bảo tồn sông. Dưới mức dòng chảy cơ bản, môi trường sống tiềm năng sẽ bị giảm mạnh, trong khi các giá trị lớn hơn môi trường sống chỉ tăng nhẹ. Nhu cầu môi trường sống ở các thời kỳ phát triển khác nhau có thể dẫn đến các giá trị dòng chảy cơ bản khác nhau [35].

Thuật ngữ dòng chảy cơ bản thường bị lẫn lộn với các thuật ngữ “dòng chảy tối thiểu”, “dòng chảy kiệt”, “lưu lượng kiệt”. Định nghĩa rõ ràng nhất về dòng chảy cơ bản là định nghĩa của Cục điều tra địa chất Mỹ, 2005 *“Là thành phần lưu lượng dòng chảy được duy trì bởi lưu lượng dòng chảy ngầm. Nó không phải là dòng chảy sinh ra trực tiếp từ mưa hay tuyết rơi”* [50].

Dòng chảy sinh thái, theo định nghĩa của Bộ Môi trường, New Zealand, năm 2008 *“Là lưu lượng và mực nước cần thiết trong sông để cung cấp cho các chức năng sinh thái của hệ thực vật và động vật có trong sông và các vùng phụ cận”* [49]. Theo định nghĩa này, dòng chảy sinh thái là một thành phần của DCMT.

Từ các khái niệm và định nghĩa trên cho thấy, DCMT, DCTT, dòng chảy cơ bản, dòng chảy kiệt và dòng chảy sinh thái có liên quan mật thiết với nhau.

1.2. Tổng quan các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu trên thế giới

Cho đến nay, có rất nhiều phương pháp xác định DCMT và DCTT đã được xây dựng và ứng dụng. Nhiều nhà khoa học cũng đã nghiên cứu phân loại các phương pháp xác định DCMT và DCTT, trong đó phải kể đến các nghiên cứu sau:

- Nghiên cứu của IUCN (Dyson et al, 2003) phân loại các phương pháp dựa trên cách tiếp cận và khung đánh giá. Theo đó, có 4 nhóm phương pháp xác định DCMT và DCTT: (1) Phương pháp tra bảng; (2) Phương pháp phân tích màn hình;

(3) Phương pháp phân tích chức năng và (4) Phương pháp mô phỏng môi trường sống.

- Nghiên cứu của WB (King and Brown, 2003) phân loại dựa trên cách tiếp cận với 4 nhóm phương pháp: (1) Phương pháp chỉ số thủy văn; (2) Phương pháp thủy lực; (3) Phương pháp chuyên gia và (4) Phương pháp tiếp cận tổng thể.

- Nghiên cứu của IWMI (Tharme, 2003) phân loại theo 4 nhóm phương pháp gồm: (1) Phương pháp thủy văn; (2) Phương pháp thủy lực; (3) Phương pháp mô hình hóa môi trường sống và (4) Phương pháp tiếp cận tổng thể. Tharme đã nghiên cứu thống kê được 207 phương pháp xác định DCMT. Trong đó, phương pháp thủy văn có 61 phương pháp, chiếm tỷ lệ lớn nhất 29,5% [45][53]. Phương pháp phân loại này đang được sử dụng rộng rãi nhất. Các nhà khoa học cũng cho rằng, không có một phương pháp xác định DCMT nào được cho là tốt nhất. Việc lựa chọn phương pháp nào phụ thuộc vào nguồn số liệu sẵn có, thời gian và kinh phí [53].

i/. Phương pháp thủy văn

Phương pháp thủy văn là phương pháp tính toán đơn giản dựa trên chuỗi số liệu dòng chảy đo đạc. Đây là phương pháp được áp dụng rộng rãi ở cả các nước phát triển và đang phát triển trong giai đoạn quy hoạch tài nguyên nước LVS. DCMT phải duy trì sau đập được tính toán dựa trên tỷ lệ phần trăm của chuẩn dòng chảy năm (dòng chảy trung bình nhiều năm) hoặc dòng chảy mùa.

- Phương pháp Tennant (Tennant, D.L. 1976)

Phương pháp Tennant là một phương pháp được xây dựng dựa trên dữ liệu khảo sát thực địa về phản ứng môi trường của quần thể sinh vật với chế độ dòng chảy của hàng trăm con sông ở các bang miền Tây Hoa Kỳ. Mục tiêu xác định DCMT nhằm bảo vệ môi trường sông khỏe mạnh. Mức độ (%) DCMT đạt được so với lưu lượng dòng chảy trung bình hàng năm sẽ ứng với điều kiện môi trường cư trú khác nhau (bảng 1.1.). Phương pháp này đã được các bang trên sử dụng rộng rãi ở cấp lập kế hoạch cho LVS [39].

Bảng 1.1. Mối liên hệ giữa điều kiện môi trường sống thủy sinh và dòng chảy trung bình năm cho các lưu vực nhỏ

Điều kiện môi trường sống thủy sinh	Tỷ lệ % DCMT so với Q trung bình năm (mùa lũ)	Tỷ lệ % DCMT so với Q trung bình năm (mùa kiệt)
Hoàn hảo	60	40
Rất tốt	50	30
Tốt	40	20
Trung bình hay đang bị suy giảm	30	10
Kém hay tối thiểu	10	10
Suy thoái nặng	<10	<10

Nguồn: Instream Flow Regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources in Fisheries [54]

- Phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng (FDCA-Flow Duration Curve Analysis)

Phương pháp FDCA là một phương pháp thủy văn được Smakhtin nghiên cứu và phát triển năm 2001. Phương pháp sử dụng chuỗi số liệu lưu lượng tháng để xây dựng đường cong duy trì lưu lượng ứng với các tần suất khác nhau. DCTT sẽ được lựa chọn trong khoảng tần suất xuất hiện từ 70 đến 99% (được biểu thị là Q_{70} , Q_{99}). Trong đó Q_{90} , Q_{95} là chỉ số được sử dụng rộng rãi nhất trong xác định DCTT [24] [38]. Smakhtin cho rằng, trong mùa kiệt, ngưỡng lưu lượng dòng chảy có ý nghĩa từ 70 đến 90% [57].

Bảng 1.2. Ứng dụng chỉ số duy trì dòng chảy trong các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu

Chỉ số dòng chảy	Sử dụng	Nghiên cứu
Q ₉₅	Thường sử dụng là chỉ số dòng chảy tối thiểu hoặc chỉ số dòng chảy tối thiểu trong thời đoạn cực ngắn	Riggs (1980) Brilly et al. (1997) Smakhtin (2001) Wallace and Cox (2002) Thame (2003)
	Dòng chảy tối thiểu để bảo vệ sông	Petts et al. (1997)
	Cấp phép khai thác nước mặt và đánh giá giới hạn lưu lượng xả	Higgs and Petts (1998) Smakhtin and Toulouse (1998)
	Sử dụng để duy trì sự thay đổi dòng chảy tháng theo mùa Tối ưu hóa các quy định về dòng chảy môi trường	Stewardson and Gippel (2003)
Q ₉₀	Thường được sử dụng là chỉ số dòng chảy tối thiểu	Smakhtin et al. (1995) Smakhtin (2001)
	Cung cấp giá trị dòng chảy trung bình tháng trong điều kiện dòng chảy ở mức độ trung bình và ổn định	Caissie and El-Jabi (1995)
	Cung cấp giá trị dòng chảy tối thiểu tháng cho môi trường sống thủy sinh	Yulanti and Bum (1998)
	Để kiểm tra sự duy trì lưu lượng của các con sông nhỏ	Ogunkoya (1989)
	Ngưỡng cảnh báo cho người quản lý nước mức độ dòng chảy tới hạn	Rivera – Ramirez et al. (2002)

	Mô tả các điều kiện dòng chảy hạn chế và sử dụng để ước tính dòng chảy cơ bản	Wallaca – Cox (2002)
Q ₅₀	Chính sách dòng chảy cơ bản cho thủy sinh trong giai đoạn quy hoạch và quản lý nguồn nước	Ries – Friesz (2000) Ries (1997)
	Sử dụng để bảo vệ sinh vật thủy sinh	Trung tâm dịch vụ nghề cá và động vật hoang dã Hoa kỳ (1981)
	Sử dụng để đề xuất dòng chảy tối thiểu theo mùa cho các dòng sông.	Melcalfe et al. (2003)

Nguồn [50]

- Phương pháp FDCA cải tiến

Năm 2006 Marthtin và Anputhas đã xây dựng phương pháp thay đổi đường cong duy trì lưu lượng (FDC shifting), theo đó đường cong duy trì lưu lượng được xây dựng với 6 mức độ phân hạng quản lý môi trường đề xuất như bảng 1.3.

Bảng 1.3 Phân hạng quản lý môi trường theo phương pháp thay đổi đường cong duy trì dòng chảy

Phân hạng quản lý môi trường	Điều kiện sinh thái
A (tự nhiên)	Dòng sông tự nhiên với thay đổi nhỏ về dòng chảy và môi trường sống ven sông
B (thay đổi nhỏ)	Dòng sông có sự thay đổi nhỏ hoặc/đối với hệ sinh thái quan trọng tính đa dạng sinh học còn nguyên vẹn với sự thay đổi về nguồn nước và lưu vực
C (thay đổi vừa phải)	Môi trường sống của sinh vật đã bị xáo trộn nhưng chức năng sinh thái cơ bản vẫn còn nguyên vẹn, một số loài nhạy cảm bị mất hoặc giảm trong giới hạn, xuất hiện một số loài ngoại lai

D (thay đổi lớn)	Thay đổi lớn môi trường sống, chức năng sinh thái cơ bản, mức độ phong phú của các loài thấp hơn mong đợi, các loài ngoại lai chiếm ưu thế
E (thay đổi nghiêm trọng)	Đa dạng môi trường sống bị giảm; mức độ phong phú của các loài rất thấp so với mong đợi. Các loài bản địa không còn có thể lai tạo nữa. Loài ngoại lai chiếm ưu thế
F (thay đổi trầm trọng)	Sự thay đổi đã đạt mức trầm trọng, hệ sinh thái đã bị thay đổi hoàn toàn, hầu hết môi trường sống tự nhiên và các loài sinh vật đã bị mất, thậm chí các chức năng cơ bản của hệ sinh thái cơ bản đã bị phá hủy thay thế và những thay đổi không thể đảo ngược được.

Nguồn [57]

Phát triển phương pháp FDCA, cơ quan môi trường Anh đã xây dựng phương pháp đánh giá và quản lý tài nguyên (RAM). Bước đầu tiên của phương pháp là tính toán cấp hạng môi trường để xác định độ nhạy của sông với những suy giảm dòng chảy. Tiếp đó xác định mức khai thác cho phép cho mỗi loại xếp hạng dựa vào chỉ số Q_{95} (dòng chảy trung bình tháng mùa cạn ứng với tần suất 95%). Xem bảng 1.4.

Bảng 1.4. Phần trăm Q_{95} có thể được khai thác với các loại cấp hạng môi trường

Loại cấp hạng môi trường	Phần trăm Q_{95} có thể được khai thác
A- Nhạy cảm nhất	0-5%
B	5-10%
C	10-15%
D	15-25%
E – Ít nhạy cảm nhất	25-30%

Nguồn: The Essential Environmental Flow [39]

Ở Scotland, tiêu chuẩn môi trường do chính phủ quy định (Scottish Govt, 2007). Tiêu chuẩn này dựa trên nguyên lý DCMT. Việc thiết lập giới hạn dòng

chảy dựa trên lưu lượng dòng chảy đến có xét đến mức độ nhạy cảm của quần thể sinh vật dưới nước thể hiện ở bảng 1.5. Trong đó, Q là lưu lượng dòng chảy đến, Q₆₀, Q₇₀, Q₉₅ là lưu lượng dòng chảy tháng ứng với tần suất 60%, 70% và 95%.

Bảng 1.5. Tiêu chuẩn môi trường để xác định hệ sinh thái an toàn ở Scotland

Lưu lượng dòng chảy đến	Dòng chảy môi trường trong khoảng
$Q > Q_{60}$	20-30%
$Q_{60} > Q > Q_{70}$	15-25%
$Q_{70} > Q > Q_{95}$	10-20%
$Q_{95} > Q$	7,5-20%

Nguồn [48]

- Phương pháp chỉ số 7Q10

Phương pháp chỉ số 7Q10 là phương pháp được phát triển từ những năm 70 ở Mỹ (Singh, 1974; Chiang and Johnson, 1976) để đánh giá tình trạng ô nhiễm của những dòng sông bị điều tiết dựa trên tiêu chuẩn chất lượng nước của dòng sông đó trong điều kiện 7 ngày dòng chảy kiệt nhất xuất hiện trong chu kỳ 10 năm. Với dòng chảy nhỏ hơn 7Q10 có thể làm suy giảm chất lượng nước của dòng sông. Cùng với phương pháp chỉ số 7Q10 còn có các phương pháp chỉ số 7Q1, 7Q2, 7Q5, 7Q20 và 7Q25.

Bảng 1.6. Các ứng dụng chỉ số 7Q10 trong các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu

Chỉ số	Sử dụng	Tham khảo
7Q10	Là chỉ số/ phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất để tính toán dòng chảy kiệt	Riggs et all. (1980) Caissie et al. (1998) Smakhtin và Toulouse (1998) Caruso (2000) Smakhtin (2001) Tharm (2013)
	Để bảo vệ/điều tiết chất lượng nước từ hoạt động xả thải hoặc cấp phép xả thải (tránh tác động xấu tới	Rigg et al.(1980) Diamond et al. (1994) Schreffler (1998)

	môi trường sinh thái ở nơi tiếp nhận)	Gu và Dong (1998) Chaudhury et al.(1998) Reis và Friesz (2000) Mohamed et al. (2002) Wallace và Cox (2002) Deksissa et al. (2003) Flynn (2003) Bang Massachusetts (2004)
	Là dòng chảy tối thiểu để bảo vệ môi trường sống thủy sinh trong điều kiện hạn hán	Delaware Water Supply (2004)
7Q1	Được biết đến là dòng chảy thời kỳ khô hạn	Smarkhtin (2001)
	Được sử dụng để cấp giấy phép khai thác nước	Smarkhtin (2001) Smarkhtin và Toulouse (1998)
7Q2	Là chỉ số dòng chảy kiệt được sử dụng rộng rãi nhất	Smarkhtin (2001) Smarkhtin và Toulouse (1998)
	Dòng chảy duy trì môi trường sống (đại diện cho thời kỳ căng thẳng về dòng chảy là nguyên nhân suy giảm số lượng quần thể)	Bộ Tài nguyên Thiên nhiên Ontario (1994)
	Tiêu chuẩn cho việc cấp phép xả thải	Tortorelli (2002)
7Q5	Tiêu chuẩn dòng chảy kiệt cho vùng nước nuôi trồng thủy sản chất lượng thấp	Cục Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên Nam Dakota (1998)
7Q20	Được sử dụng như là một chỉ số của dòng chảy tối thiểu để duy trì hệ sinh thái	Bộ Tài nguyên Thiên nhiên Ontario (2002)

	Được sử dụng để thiết kế dòng chảy kiệt trong thời kỳ khô hạn	Cusimano (1992)
	Dòng chảy duy trì chức năng du lịch sinh thái	Shrivastava (2003)
7Q25	Tiêu chuẩn dòng chảy kiệt cho vùng nước nuôi trồng thủy sản chất lượng cao	Cục Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên Nam Dakota (1998)

Nguồn [50]

- Phương pháp khoảng biến động (RVA)

Phương pháp RVA bắt đầu với sự mô tả toàn diện các thuộc tính liên quan đến sinh thái của một chế độ dòng chảy sau đó chuyển những thuộc tính này sang mục tiêu quản lý dựa vào dòng chảy đơn giản hơn. Phương pháp này tập trung nghiên cứu về mối quan hệ giữa sự biến đổi của thủy văn và tính toàn vẹn hệ sinh thái sông. Các đặc trưng dòng chảy có vai trò quan trọng trong sự duy trì và tái tạo môi trường sống ven sông và đa dạng sinh học được xem xét bao gồm: Phân bố dòng chảy theo mùa; thời điểm cực đoan, tần suất, khoảng thời gian lũ, hạn hán; sự biến đổi dòng chảy theo ngày, mùa và hàng năm...

Trong các phương pháp thủy văn, phương pháp Tennant được cho là phù hợp và đang được sử dụng rộng rãi nhất [4] [18]. Tiếp sau đó, là phương pháp 7Q10, FDCA [32] [39]

Tình hình ứng dụng phương pháp thủy văn ở một số nước thể hiện ở bảng 1.7

ii/. Phương pháp thủy lực

- Phương pháp chu vi ướt

Phương pháp chu vi ướt là một phương pháp tiêu biểu trong các phương pháp thủy lực được phát triển và ứng dụng từ những năm 70 ở Mỹ (Collings, 1974; Cocnauer, 1976; Nelson, 1980; Gippel và Stewardson, 1998; Parker and Armstrong 2001) và hiện đang được sử dụng rộng rãi [38] [53]. Phương pháp được phát triển dựa trên giả thiết cho rằng, sự phát triển của các sinh vật thủy sinh trong sông phụ thuộc vào chu vi ướt của mặt cắt. Từ đó, xây dựng quan hệ giữa chu vi ướt với lưu

lượng, độ sâu, lưu tốc nước trong sông và chọn giá trị dòng chảy tương ứng với độ sâu mà tại đó có chu vi mặt cắt ướt lớn nhất (thông thường bằng cách xác định các điểm uốn của đường cong) và đó cũng là giá trị lưu lượng làm ngập bãi và vùng đất ngập nước ven sông, dưới các giá trị này chu vi ướt giảm rất nhanh. Giá trị lưu lượng tại vị trí này có thể phân tích xem xét và lấy làm giá trị DCMT.

Phương pháp chu vi ướt được tính cho dòng chảy đều hoặc tăng dần đều dựa trên phương trình Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \omega R^{2/3} S^{1/2} \quad (1-1)$$

Trong đó, Q là lưu lượng (m³/s), n là hệ số nhám, ω là diện tích mặt cắt ướt (m²), R là bán kính thủy lực (m) và S là độ dốc mặt nước.

Ưu điểm của phương pháp là đã xét đến cả hai yếu tố dòng chảy và sinh thái. Tuy nhiên, phương pháp có một số nhược điểm như sau [41][46]:

- Rất khó hoặc thậm chí không thể có được các chỉ số sinh học chỉ nhạy cảm với dòng chảy mà không bị ảnh hưởng bởi các nhân tố khác như cấu trúc môi trường sông và chất lượng nước;
- Thiếu cả số liệu thủy văn và số liệu sinh học thường là một khó khăn và đôi khi các số liệu đã thu thập lại được phục vụ cho các mục đích khác và không phù hợp;
- Đối với các dòng sông sâu và hẹp, hoặc không có bãi sông việc áp dụng phương pháp là khó khăn.

Ở Úc, năm 1998, Gipple và Stewardson thuộc Khoa kỹ thuật môi trường của trường đại học Melbourne đã nghiên cứu và chỉ ra rằng, điểm uốn trên đường cong quan hệ giữa chu vi ướt và lưu lượng dòng chảy phụ thuộc nhiều vào hình thái sông. Các sông có mặt cắt chữ nhật, điểm uốn được định rõ hơn các con sông có mặt cắt hình thang. Điểm uốn có thể được xác định bằng phương pháp toán học như tìm điểm cực đại của đường cong hoặc tìm điểm mà ở đó đường cong có độ dốc bằng 1. Bên cạnh đó có thể dùng đường cong quan hệ giữa “chu vi nước chảy” (flowing water perimeter) với lưu lượng để xác định DCMT. Giá trị DCMT xác định từ đường cong quan hệ giữa “chu vi nước chảy” với lưu lượng thấp hơn nếu xác định từ đường cong quan hệ giữa chu vi ướt với lưu lượng và gần hơn với dòng

chảy trước khi bị tác động bởi các hoạt động điều tiết trên sông. Giá trị này được đề xuất áp dụng trong thời kỳ khô hạn. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, đối với các dòng sông có hình thái biến đổi mạnh mẽ, trong một số trường hợp quan hệ này là tuyến tính và sẽ không có điểm uốn, khi đó phương pháp này không khả thi [31]. Năm 2004, Reinfelds và các cộng sự đã nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC-GeoRAS xác định các “điểm uốn” của đường cong quan hệ giữa chu vi ướt và lưu lượng để xác định ngưỡng bơm và DCMT cho sông Kangaroo.

Ở Trung Quốc, năm 2012, MEN, LIU và LIN đã nghiên cứu phát triển phương pháp chu vi ướt cải tiến. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng với phương pháp truyền thống tìm điểm uốn có độ dốc bằng 1 trên đường cong quan hệ giữa chu vi ướt với lưu lượng là không phù hợp. DCMT được lựa chọn sẽ quá nhỏ, không đáp ứng điều kiện thực tế. Nhóm nghiên cứu đã đề xuất một phương pháp chu vi ướt cải tiến thay bằng xem xét đường cong quan hệ giữa chu vi ướt với lưu lượng bằng đường cong quan hệ giữa độ dốc của đường cong (K_c) và lưu lượng [46]

$$K_c = 2,366 Q^{-1,8603} / [1 + (2,75Q^{-0,8603})^2]^{3/2} \quad (1-2)$$

- Phương pháp R2Cross:

Phương pháp R2Cross do Nehring xây dựng năm 1979 và được Espegren phát triển năm 1996. Phương pháp này được phát triển dựa trên giả thiết cho rằng lưu lượng dòng chảy tại một mặt cắt điển hình duy trì được môi trường sống của bãi cạn sẽ đảm bảo duy trì được môi trường sống của cá, động vật không xương sống của toàn bộ dòng sông. Lưu lượng dòng chảy đảm bảo môi trường sống được xác định từ lưu lượng đáp ứng các tiêu chuẩn đối với ba thông số thủy lực: Độ sâu trung bình, phần trăm chu vi ướt tràn bờ và tốc độ dòng chảy trung bình. Phương pháp đã được ứng dụng ở Mỹ, Trung Quốc [35]. Cũng như phương pháp chu vi ướt, phương pháp R2Cross được tính cho dòng chảy đều hoặc tăng dần đều dựa trên phương trình Manning.

Bảng 1.7 Tình hình ứng dụng các phương pháp thủy văn – thủy lực ở một số nước

Nghiên cứu	Mục đích	Các chỉ số áp dụng
Reiser et al. (1989)	Các phương pháp xác định dòng chảy sử dụng ở Bắc Mỹ	1. IFIM 2. Tennant 3. Chu vi ướt 4. Dòng chảy cơ bản cho đời sống thủy sinh 5. 7Q10
Karim et al. (1995)	Các phương pháp xác định dòng chảy sử dụng ở Úc	1. Tennant 2. FDCA (Q_{95} , Q_{90}) 3. Lợi nhuận không đổi (constant yield)
Caissie and El-Jabi (1995)	Atlantic Canada	1. Tennant 2. 25% của dòng chảy trung bình tháng 3. Q_{50} tháng 4. Dòng chảy cơ bản cho đời sống thủy sinh 4. Q_{90} tháng 5. 7Q10
Yulianti và Burn (1998)	Xác định sự liên quan giữa biến đổi khí hậu và dòng chảy thấp ở Canada Prairies	1. Dòng chảy kiệt 7 ngày 2. 25% dòng chảy trung bình mùa 3. Q_{80} mùa 4. Q_{50} tháng 5. Q_{90} tháng
Smakhtin (2001)		7Q10, 7Q2, Q_{75} , Q_{90} , Q_{95}
Tharme (2003)		7Q10, Q_{90} , Q_{95}

Rich Pyrc (2004)	Xác định dòng chảy kiệt cho các sông suối của tỉnh Ontario, Canada	7Q10, Q ₉₅
Reiser et al., 1989 Karim et al., 1995 Caissie và El-Jabi, 1995 Yulianti và Burn, 1998		Tennant, 7Q10, Q ₅₀ tháng, Q ₉₀ tháng

Nguồn [50]

iii/. Phương pháp mô phỏng môi trường sống

Một trong những khó khăn nhất trong việc xác định DCMT là xác định được mối liên hệ trực tiếp giữa những thay đổi trong chế độ dòng chảy với những phản ứng của các loài và quần thể. Do đó, nhiều phương pháp đã được xây dựng sử dụng dữ liệu về môi trường sống của các loài để xác định các yêu cầu dòng chảy sinh thái. Mối quan hệ giữa dòng chảy, môi trường sống và các loài có thể được mô tả bằng cách kết nối các đặc điểm vật lý của đoạn sông, ví dụ độ sâu, tốc độ dòng chảy và lưu lượng đã được đo đạc với các điều kiện môi trường sống cần thiết cho các loài thực vật chủ chốt. Một khi các mối quan hệ chức năng giữa môi trường sống với dòng chảy đã được xác định, thì chúng có thể kết nối với các kịch bản dòng chảy trong sông.

Mô hình hóa môi trường sống đã được sử dụng để ước tính các tác động về mặt môi trường của những thay đổi dòng chảy trong quá khứ và dự đoán tương lai do việc khai thác hoặc xây dựng đập. Các kỹ thuật phân tích đã được xây dựng từ chỗ xem xét đường cong đơn giản quan hệ giữa dòng chảy với môi trường sống theo khoảng thời gian, đến chỗ phân tích sâu hơn về suy giảm môi trường sống với các kịch bản khác nhau.

Năm 1976, Cơ quan nghiên cứu cá và động vật hoang dã Mỹ đã xây dựng phương pháp tăng dòng chảy trong sông - IFIM (Instream Flow Incremental Methodology). IFIM được sử dụng để đánh giá những ảnh hưởng của cấu trúc lòng

dẫn, chế độ dòng chảy, chất lượng nước và môi trường sống nhỏ “Microhabitat” tới các loài động vật thủy sinh [47]. Công cụ đánh giá dựa trên mô hình PHABSIM (Physical Habitat Simulation). Mô hình gồm mô đun thủy lực và mô đun sinh thái. Mô đun thủy lực một chiều, phù hợp với các điều kiện dòng chảy nhỏ và để mô hình hoá lưu tốc mặt cắt ngang. Mô hình này giúp xác định xem môi trường sống thay đổi như thế nào theo chế độ dòng chảy, mức độ thay đổi sẽ khác nhau đối với các loài nghiên cứu và đối với những giai đoạn phát triển khác nhau của các loài. Các quá trình thủy lực trên sông được mô phỏng bởi các phương trình bảo toàn khối lượng, phương trình Manning và hệ phương trình Saint – Venant.

Phương pháp mô hình hóa môi trường sống đã được nghiên cứu áp dụng ở nhiều quốc gia như Pháp (Ginot, V.1995), Na Uy (Killington, A. Harby, A.1994) và New Zealand (Jowett, I.G.1998) ... và phát triển nghiên cứu mô phỏng các quá trình thủy lực sử dụng các mô hình động lực học chất lỏng tính toán 2 chiều, 3 chiều và các phương pháp mới.

Một phương pháp mới được phát triển ở Anh thuộc loại này là sử dụng chỉ số động vật không xương sống để đánh giá dòng chảy LIFE (Extence, C., Balbi, D.M, Chadd, R.P.1999). Phương pháp được thiết kế dựa trên các số liệu quan trắc thường kỳ về động vật không xương sống vĩ mô. Một chỉ số độ nhạy so với tốc độ nước đã được xây dựng bằng cách gán cho tất cả các nhóm động vật ở Anh một thang điểm từ 1 đến 6. Thang điểm cho mỗi nhóm quan sát được điều chỉnh dựa trên sự phong phú của nó, và một thang điểm tổng hợp được tính ra. Hệ thống này có thể áp dụng cho cả dữ liệu ở cấp loài và họ.

iv/. Phương pháp tiếp cận tổng thể

Trong suốt thập kỷ qua, các nhà sinh thái học về sông đã đưa ra ngày càng nhiều cách tiếp cận tổng thể hơn để xác định DCMT, duy trì và bảo tồn hệ sinh thái sông, chứ không chỉ tập trung vào một số loài (thường là cá hay các loài không xương sống). Phương pháp này cho rằng nếu các đặc trưng nào đó của chế độ dòng chảy đã biến đổi thì cần phải duy trì tất cả các yếu tố khác đang cân bằng, quần thể sinh vật hiện tại và sự toàn vẹn của các chức năng hệ sinh thái. Mục đích của phương pháp là tiếp cận tất cả các vấn đề của sông để đưa ra một chế độ dòng chảy

không phải là dòng chảy tự nhiên nhưng có khả năng duy trì được hệ sinh thái tiêu biểu và các chức năng tự nhiên của dòng sông. Chế độ dòng chảy được điều chỉnh theo thời gian để lượng nước lấy đi không làm biến đổi hệ sinh thái từ trạng thái đang phát triển sang trạng thái không mong muốn.

Các thành phần hệ sinh thái thường được xem xét trong phương pháp tiếp cận tổng thể bao gồm: Địa mạo, môi trường sống thủy lực, chất lượng nước, các loài thực vật thủy sinh, các loài sống ven sông, các loài không xương sống, cá và các động vật có xương sống khác. Mỗi thành phần này có thể được đánh giá bằng nhiều kỹ thuật phân tích chuyên ngành và sau đó lồng ghép các nhu cầu dòng chảy vào các đề xuất đánh giá DCMT theo các cách tiếp cận hệ thống.

Phương pháp tiếp cận tổng thể cần có sự tham gia của các nhóm chuyên gia và các bên liên quan để đảm bảo các vấn đề khoa học liên quan đến thủy văn-sinh thái được xem xét một cách tổng thể với sự đồng thuận của các bên. Do đó, phương pháp này sẽ cần nhiều kinh phí cho việc thu thập tài liệu.

Có hai cách tiếp cận theo phương pháp này là tiếp cận từ “dưới lên” và tiếp cận từ “trên xuống”. Phương pháp tiếp cận “dưới lên” thường bắt đầu xây dựng chế độ dòng chảy bằng cách thêm các thành phần của dòng chảy mong muốn vào dòng chảy cơ bản. Còn phương pháp tiếp cận “trên xuống” thì thường bắt đầu với dòng chảy tự nhiên, sau đó cố gắng xác định mức độ thay đổi dòng chảy tới hạn mà những tác động đến sự lành mạnh của dòng chảy không vượt quá ngưỡng cho phép hay xác định mối quan hệ giữa sự thay đổi của chế độ dòng chảy đối với các loại bị ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng [42].

Một số phương pháp tiếp cận tổng thể điển hình gồm: Phương pháp khối xây dựng - BBM (Building Block Methodology); Phương pháp đánh giá phản ứng của hạ lưu đối với sự thay đổi dòng chảy bắt buộc DRIFT (The Downstream Response to Imposed Flow Transformations)

- Phương pháp khối xây dựng - BBM

Phương pháp BBM được xây dựng ở Nam Phi (King, J.M., Tharme, R.E. de Villiers M.S (eds.) 2000). Phương pháp BBM dựa trên giả thiết cho rằng các loài ven sông sống dựa vào các yếu tố căn bản (khối đơn nguyên) của chế độ dòng

chảy, kể cả dòng chảy kiệt, dòng chảy lũ, trầm tích, cấu trúc địa mạo của sông. Việc duy trì môi trường sống sẽ đảm bảo sự tồn tại của các loài. Vì vậy, một chế độ dòng chảy có thể chấp nhận được để duy trì hệ sinh thái có thể xây dựng bằng cách kết hợp các khối đơn nguyên này [42].

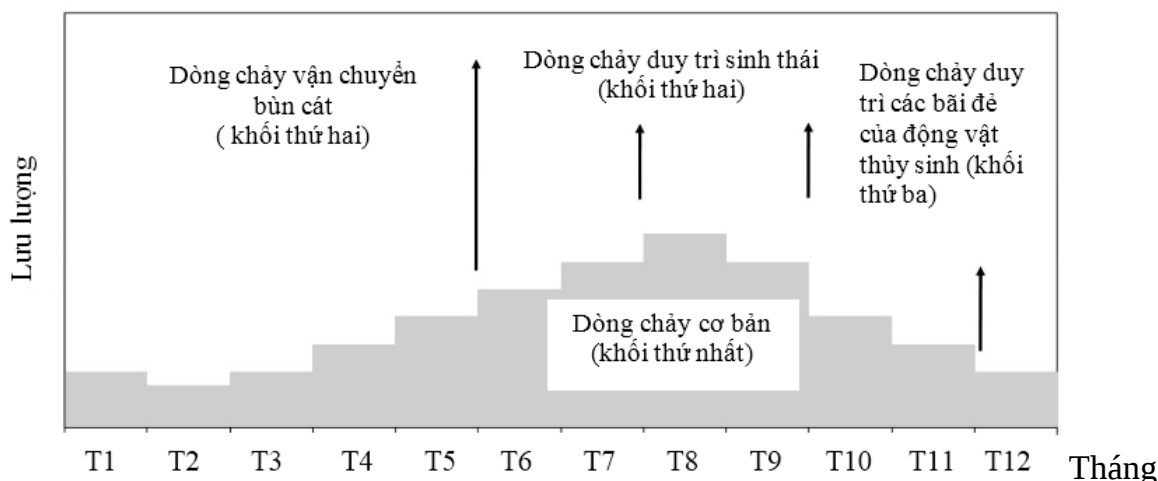
Chế độ DCMT sẽ được thiết lập dựa trên các thành phần dòng chảy để duy trì dòng sông tại vị trí các ĐKS theo không gian và thời gian (mùa).

Thành phần dòng chảy đầu tiên là dòng chảy cơ bản được xác định dựa trên yêu cầu tối thiểu để tồn tại dòng sông, tiếp đến là thành phần dòng chảy duy trì sinh thái, duy trì các bãi đẻ, dòng chảy đầy mận, vận chuyển bùn cát ... Minh họa xem hình 1.1, 1.2.

Ưu điểm của phương pháp: BBM đã tiếp cận đánh giá DCMT theo một hướng hoàn toàn mới là một phương pháp toàn diện được xây dựng dựa trên mối quan hệ chức năng giữa tất cả các khía cạnh thủy văn, thủy lực và sinh thái của hệ thống sông. BBM hiện là phương pháp đánh giá DCMT tiên tiến trên thế giới. Tuy nhiên, BBM cũng có nhược điểm là phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm và khả năng chuyên môn của các chuyên gia.



Hình 1.1. Mô tả sự biến thiên và thành phần của dòng chảy môi trường [42] [45]



Hình 1.2. Các thành phần dòng chảy theo phương pháp BBM [42]

- Phương pháp đánh giá DRIFT

Phương pháp DRIFT có nguồn gốc từ phương pháp BBM. Phương pháp này hình thành hướng nghiên cứu tổng hợp đề cập tới tất cả các khía cạnh của hệ sinh thái sông. Đây là khung đánh giá dựa trên các kịch bản giúp cung cấp cho các nhà ra quyết định nhiều phương án lựa chọn chế độ dòng chảy trong tương lai. DRIFT có 4 hợp phần giúp xác định các kịch bản và các ảnh hưởng của chúng đối với sinh thái, xã hội và kinh tế. Bốn hợp phần của phương pháp gồm: (1) Vật lý sinh học, (2) Kinh tế xã hội, (3) Xây dựng kịch bản và (4) Kinh tế học. Trong hợp phần 1 các nghiên cứu khoa học được tiến hành đối với tất cả các khía cạnh sinh thái sông bao gồm thủy văn, thủy lực, địa mạo, chất lượng nước, cây cối và thực vật dưới nước và trên cạn dọc hai bờ sông, thực vật nổi, các động vật thủy sinh không xương sống, cá, các loài động vật có vú lưỡng cư, bò sát, thực vật vi mô. Tất cả các nghiên cứu đều được gắn kết với chế độ dòng chảy nhằm mục tiêu là có thể dự báo được thay đổi của bất kỳ bộ phận nào của hệ sinh thái khi có những thay đổi nhất định về dòng chảy [49].

Nam Phi và Úc là hai nước đi đầu ứng dụng phương pháp BBM, DRIFT. Gần đây, phương pháp này đang thu hút sự quan tâm ngày càng lớn của cả các nước phát triển và đang phát triển trên thế giới như Mỹ, Canada...

Xác định mục tiêu cụ thể trong việc xây dựng DCMT cũng như DCTT là nội dung hết sức quan trọng. Vì khi định được mục tiêu thì việc lựa chọn phương pháp xác định sẽ dễ dàng và cụ thể hơn.

Bảng 1.8 Mục tiêu cụ thể đối với DCMT của một số LVS trên thế giới

Lưu vực sông	Mục tiêu quản lý chung	Mục tiêu dòng chảy / mực nước	Phương pháp tiếp cận
Sông Babingley	Duy trì quần thể cá hồi nâu tự nhiên	Đồ thị duy trì dòng chảy có thể chấp nhận được về mặt sinh thái	Mô hình mô phỏng môi trường sống (PHABSIM) và đường duy trì dòng chảy có hiệu chỉnh từ mô hình mưa dòng chảy
Sông Kennet	Duy trì quần thể cá hồi nâu tự nhiên	Dòng chảy không được giảm xuống dưới mức mà kết quả sẽ làm giảm hơn 10% sinh cảnh cá hồi nâu	Mô hình mô phỏng môi trường sống (PHABSIM)
Sông Avon	Bảo vệ việc di cư của cá hồi	DCTT tại các thời điểm quan trọng trong năm	Theo dõi cá hồi bằng sóng radio
Vùng đất ngập nước Pevensey Levels	Phục hồi và duy trì hệ sinh thái ở mức như thập kỷ 70	Duy trì mực nước trong kênh mương không thấp hơn quá 300 mm trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9 và 600 mm trong thời gian từ tháng 10 đến tháng 2	Ý kiến chuyên gia về nhu cầu sinh thái của các loài sống ở vùng đất ngập nước

Vùng đồng hoang Sommerset	Phục hồi sự sinh sản của các loài chim nước như mức năm 1970	Nâng cao mực nước vào mùa đông để tạo lũ tiêu mãn và duy trì mực nước trong mùa xuân trong khoảng 200 mm	Ý kiến chuyên gia về sinh thái của các loài chim nước
Vùng đầm lầy Hippenham, Wicken và Fulboun	Duy trì quần xã thực vật như mức năm 1970	Xác định được mực tiêu dòng chảy cho sông Grana và Lodes	Mô hình nước ngầm Lodes- Granta, bơm kiểm tra và các nghiên cứu thủy văn

Nguồn [39]

1.3. Tổng quan các nghiên cứu về dòng chảy tối thiểu ở Việt nam

Ở nước ta, nghiên cứu về DCMT phục vụ cho mục đích quản lý và phát triển tài nguyên nước một cách bền vững đã được thực hiện từ năm 2003. Từ đó đến nay, đã có một số nghiên cứu được triển khai, nhưng các kết quả đạt được về phương pháp luận xác định DCMT và DCTT đang ở bước ban đầu và còn nhiều hạn chế. Một số nghiên cứu điển hình về DCMT và DCTT như sau:

- Năm 2003, IUCN đã phối hợp với Viện Quản lý nước Quốc tế (IWMI) và Ban quản lý lưu vực sông Hương thực hiện dự án “Đánh giá nhanh DCMT sông Hương”. Áp dụng phương pháp DRIFT giản lược để tiến hành đánh giá. Chế độ thủy văn, điều kiện sinh thái, điều kiện kinh tế, xã hội đã được nghiên cứu đánh giá gắn với kịch bản trước và sau khi xây dựng đập Bình Điền trên sông Hương. Các thành phần được xem xét trong kịch bản bao gồm: Địa mạo; hệ thực vật trong sông; hệ thực vật ven sông; tập hợp động vật không xương sống; các loài cá; chất lượng nước; mực nước ngầm ở vùng gần sông; kinh tế - xã hội và các vấn đề khác. Tuy nhiên, độ tin cậy của kết quả còn hạn chế do thiếu số liệu thực đo, khía cạnh sinh thái chưa được phân tích đánh giá cụ thể do thiếu nguồn lực thực hiện.

- Năm 2004, Trường Đại học Thủy lợi đã chủ trì thực hiện đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu cơ sở khoa học và phương pháp tính toán ngưỡng khai thác sử dụng nguồn nước và DCMT ứng dụng cho lưu vực sông Ba và sông Trà Khúc” do PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng làm chủ nhiệm. Một trong những mục tiêu cơ bản của đề tài là nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất phương pháp tính toán DCMT cho lưu vực sông Ba và sông Trà Khúc. Trong nghiên cứu, đề tài đã sử dụng phương pháp kết hợp giữa phương pháp thủy văn (phương pháp Tennant), phương pháp thủy lực (phương pháp chu vi ướt) và sinh thái (diện tích nơi ở của cá), đề tài đã đạt được một số thành công nhất định, tuy nhiên đề tài đã bộc lộ khó khăn về số liệu nhất là các số liệu về sinh thái. Mặt khác, phương pháp mà đề tài đề xuất cũng là phương pháp đơn giản chưa phản ánh chi tiết về đặc tính của hệ sinh vật thủy sinh của các hệ thống sông nghiên cứu.

- Năm 2004, Ủy ban sông Mê Công đã chủ trì thực hiện đề tài Nghiên cứu DCMT để lập quy hoạch về duy trì dòng chảy trên dòng chính của sông Mê Công. Đề tài đã được tiến hành theo ba giai đoạn: (1) Nghiên cứu áp dụng phương pháp thủy văn (2004); (2) Nghiên cứu áp dụng kiến thức sẵn có (2004); (3) Nghiên cứu trực tiếp, trong đó có các điều tra về hệ sinh thái (2004 ÷ 2008). Đề tài mới chỉ tiếp cận về mặt phương pháp luận và đề xuất các ý tưởng về ứng dụng DCMT đối với vùng hạ lưu sông Mê Công tại Việt Nam mà chưa đi vào phương pháp đánh giá cụ thể.

- Năm 2007, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường đã chủ trì đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học trong việc đánh giá DCMT” do TS.Trần Hồng Thái làm chủ nhiệm. Đề tài đã tổng quan tình hình nghiên cứu DCMT trên thế giới và ở Việt Nam, áp dụng thử nghiệm hai phương pháp đánh giá DCMT (RVA và chu vi ướt) cho đoạn sông sau nhà máy thủy điện Hòa Bình đến ngã ba Trung Hà. Việc áp dụng này mang tính chất minh họa cho phương pháp. Khía cạnh chất lượng nước của DCMT chưa được đề cập trong nghiên cứu này.

- Năm 2009, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường đã chủ trì đề tài “Xây dựng cơ sở khoa học và thực tiễn đánh giá DCMT, ứng dụng cho hạ lưu sông Cầu” do TS.Phan Thị Anh Đào làm chủ nhiệm. Đề tài đã tổng hợp cơ sở

lý thuyết và thực tiễn của việc đánh giá DCMT trên thế giới và Việt Nam, nghiên cứu ứng dụng ba phương pháp đánh giá DCMT (Tennant, Chu vi ướt và DRIFT) cho đoạn sông thuộc hạ lưu sông Cầu. Hạn chế của nghiên cứu, phương pháp chu vi ướt chưa được nghiên cứu đầy đủ về các hình dạng mặt cắt khác nhau, xác định dòng chảy đáp ứng nhu cầu khai thác sử dụng mới xem xét đến yếu tố tổng lượng thông qua ứng dụng mô hình MIKE BASIN mà chưa nghiên cứu đến yếu tố mực nước.

- Năm 2008, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam chủ trì thực hiện đề tài cấp Nhà nước KC08-22/06-10 “Nghiên cứu xác định DCMT của hệ thống sông Hồng – sông Thái Bình và đề xuất các giải pháp duy trì DCMT phù hợp với các yêu cầu phát triển bền vững tài nguyên nước”. Theo quan điểm của tập thể tác giả, DCMT là giá trị lớn nhất khi so sánh hai giá trị “dòng chảy sinh thái” và “dòng chảy đảm bảo nhu cầu nước”. Dòng chảy sinh thái được xác định dựa trên quan hệ giữa lưu lượng, mực nước và diện tích nơi cư trú của cá ($Q \sim F_n$, $H \sim F_n$). Trong đó: $F_n = 10\chi$ ($m^2/10m$), χ là chu vi mặt cắt ướt (m). Giá trị dòng chảy sinh thái tại một tuyến tính toán là giá trị Q , H tại điểm uốn của đường cong quan hệ nói trên. Dòng chảy đảm bảo nhu cầu nước được xác định dựa trên nhu cầu sử dụng nước cho nông nghiệp, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản, dịch vụ và bảo vệ môi trường chất lượng nước [5]. Đề tài đã sử dụng bộ công cụ mô hình toán thủy văn, thủy lực (MIKE BASIN, MIKE 11) để tính toán xác định DCMT. Kết quả của đề tài đã tìm ra được lưu lượng DCMT theo thời đoạn tháng cho một số vị trí then chốt trên dòng chính. Hạn chế của nghiên cứu là chưa đưa ra được cơ sở lựa chọn các điểm kiểm soát DCMT. Bên cạnh đó, yếu tố xâm nhập mặn, chất lượng nước đã được đề cập trong nghiên cứu nhưng khi tổ hợp DCMT lại chưa xét đến yếu tố này, dòng chảy duy trì sông cũng chưa được nghiên cứu.

- Năm 2008, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam thực hiện đề tài cấp cơ sở “Nghiên cứu xác định dòng chảy môi trường cho đoạn sông sau nhà máy thủy điện sông Bung 4 phục vụ quản lý khai thác sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước”. Đề tài đã ứng dụng phương pháp đánh giá nhanh xác định DCMT theo tiêu chuẩn môi trường của Scotland, phương pháp Tennant để tính toán DCMT sau nhà

máy thủy điện sông Bung. Hạn chế của nghiên cứu là chưa đề cập đến dòng chảy đáp ứng nhu cầu sử dụng nước ở hạ du, cơ sở lựa chọn các ĐKS.

- Năm 2008, GS.Ngô Đình Tuấn [19] đã đưa ra khái niệm DCTT dưới dạng tổng quát là:

$$Q_{tt} = \text{Tổng hoà min } \Sigma (Q_{mtkth} + Q_{mtth}) \quad (1-3)$$

Trong đó:

+ Q_{mtkth} là dòng chảy môi trường không tiêu hao được đánh giá bằng công

$$\text{thức: } Q_{mtkth} = \text{Tổng hòa } \Sigma(Q_{skds}, Q_{stts}, Q_{gt}, Q_{mtcq}) \quad (1-4)$$

Q_{skds} là dòng chảy môi trường bắt buộc để dòng sông được sống,
 $Q_{skds} = Q_{thminmin}$ là lưu lượng thấp nhất trong chuỗi năm thống kê.

Q_{stts} là dòng chảy sinh thái thủy sinh có thể xác định theo phương pháp Tennant, chu vi ướt hoặc phương pháp kinh nghiệm.

Q_{gt} được xác định từ nhu cầu mực nước tối thiểu cho giao thông dựa trên quan hệ $Q \sim H$.

Q_{mtcq} được xác định theo yêu cầu thực tế tại địa phương và khả năng nguồn nước.

+ Q_{mtth} là dòng chảy môi trường tiêu hao

$$Q_{mtth} = \min \Sigma(Q_{tưới} + Q_{SH+DV+CN} + Q_{Thủy sản} + Q_{Đẩy mấn} \dots) \quad (1-5)$$

Như vậy, nghiên cứu đã đề cập khá đầy đủ các thành phần dòng chảy trong đánh giá DCTT và tổng quan phương pháp tính toán. Tuy nhiên, chưa đề cập đến yếu tố chất lượng nước.

- Năm 2009, TS.Trần Hồng Thái và nnk [22] đã đưa ra quan điểm DCTT gồm 3 dòng chảy thành phần: Dòng chảy duy trì sông; dòng chảy sinh thái và dòng chảy cho nhu cầu nước của các ngành. Đề xuất quy trình xác định DCTT gồm 12 bước:

+Bước 1: Thu thập các thông tin cho việc xác định các ĐKS

+Bước 2: Sơ bộ lựa chọn các ĐKS

+Bước 3: Tổ chức hội thảo tham vấn về vị trí các ĐKS

+Bước 4: Thu thập số liệu tại các ĐKS

- +Bước 5,6,7: Xác định 3 dòng chảy thành phần
- +Bước 8: Sơ bộ xác định DCTT
- +Bước 9: Tổ chức hội thảo về DCTT
- +Bước 10: Đề trình các giá trị của DCTT để phê duyệt
- +Bước 11: Công bố công khai các giá trị DCTT trên LVS nghiên cứu
- +Bước 12: Quản lý quá trình thực hiện DCTT

Đề xuất phương pháp xác định dòng chảy sinh thái trong hai trường hợp: có dữ liệu sinh thái và không có dữ liệu sinh thái.

Trường hợp có dữ liệu sinh thái, đề xuất 5 bước xác định dòng chảy sinh thái gồm:

- +Bước 1: Tổ chức hội thảo khởi động để xác định các thông tin cần thiết cho việc xác định DCST, các số liệu đã có và các chuyên gia.
- +Bước 2: Biên soạn tài liệu về các hệ sinh thái phụ thuộc vào dòng chảy. Xác định các yếu tố quan trọng của chế độ dòng chảy trong việc duy trì các hệ sinh thái dòng sông.
- +Bước 3: Tổ chức hội thảo để phát triển các mục tiêu sinh thái, đề xuất ban đầu cho dòng chảy sinh thái.
- +Bước 4: Triển khai thực hiện các mục tiêu sinh thái và giám sát kết quả để đánh giá giả thiết đề ra.
- +Bước 5: Điều chỉnh các mục tiêu theo điều kiện thực tế.

Trường hợp không có dữ liệu sinh thái, các dữ liệu thủy văn sẽ được sử dụng để đảm bảo rằng dòng chảy trong sông sẽ gần với dòng chảy tự nhiên nhất có thể. Dòng chảy sinh thái được xác định với 7 bước:

+Bước 1: Phân tích các số liệu thủy văn trước khi xây dựng công trình điều tiết để tính toán 5 thành phần dòng chảy liên quan đến sinh thái: Số trung vị của chuỗi dòng chảy 7 ngày nhỏ nhất qua các năm; Số trung vị của chuỗi dòng chảy lớn trung bình qua các năm; Các trận lũ nhỏ với tần suất 2 năm 1 lần; Các tần suất lũ lớn với hơn 10 năm 1 lần.

+Bước 2: Phân tích các dữ liệu sau khi xây dựng công trình điều tiết để tính toán 5 thông số ở trên thời kỳ sau khi xây dựng công trình.

+ Bước 3: So sánh 5 thông số của hai thời đoạn để tính toán sự thay đổi thủy văn cho từng ĐKS, thể hiện qua % sai khác của điều kiện dòng chảy trước và sau khi có công trình.

+Bước 4: Xây dựng quan hệ giữa thay đổi thủy văn và phản ứng của hệ sinh thái cho từng kiểu sông bằng cách liên kết các thay đổi thủy văn tính được với những thay đổi hệ quả của hệ sinh thái.

+Bước 5: Xây dựng ma trận chỉ rõ % thay đổi thủy văn liên hệ cho từng kiểu sông theo từng loại: Điều kiện tự nhiên không bị biến đổi; Điều kiện gần như tự nhiên; Điều kiện đã bị biến đổi; Điều kiện bị biến đổi lớn; Điều kiện bị biến đổi nghiêm trọng; Điều kiện bị biến đổi hoàn toàn.

+Bước 6: Các bên liên quan xác định các điều kiện sinh thái có thể chấp nhận được trong các điều kiện trên tại mỗi ĐKS.

+Bước 7: Xác định dòng chảy sinh thái cho từng ĐKS sử dụng ma trận và các điều kiện sinh thái mục tiêu.

Như vậy, nghiên cứu mới tập trung đề xuất quy trình xác định DCTT và hướng tiếp cận trong xác định DCST mà chưa đề xuất cụ thể phương pháp xác định các dòng chảy thành phần.

- Năm 2011, Cục Quản lý Tài nguyên nước - Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chủ trì thực hiện đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ nhằm xác định dòng chảy tối thiểu trên sông. Áp dụng thí điểm cho một hệ thống sông”. Đề tài đã đạt được một số kết quả nhất định. Cụ thể như sau: (1) Đã tiếp cận theo hướng phân tích DCTT theo 03 dòng chảy thành phần gồm: Dòng chảy đảm bảo duy trì sông; Dòng chảy đảm bảo sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và Dòng chảy bảo đảm mức tối thiểu cho hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các đối tượng sử dụng nước khác; (2) Đã nghiên cứu ứng dụng một số phương pháp tính toán, xác định các loại dòng chảy thành phần (phương pháp thủy văn, phương pháp thủy lực,...); (3) Bước đầu xây dựng bộ công cụ hỗ trợ trong việc xác định DCTT trên sông và áp dụng thí điểm với dòng chính sông Ba (đoạn từ hạ lưu công trình thủy điện sông Ba Hạ đến đập Đồng Cam).

Dòng chảy đảm bảo duy trì sông được xác định bằng lưu lượng trung bình

tháng nhỏ nhất ứng với tần suất 90%. Dòng chảy bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh được xác định bằng phương pháp chu vi ướt dựa trên quan hệ $Q \sim \chi$. Dòng chảy bảo đảm mức tối thiểu cho hoạt động khai thác, sử dụng hạ du dựa trên nhu cầu nước của các ngành sử dụng nước chính trên lưu vực bao gồm nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, sinh hoạt và công nghiệp. Hạn chế của nghiên cứu DCTT mới chỉ đề cập đến lưu lượng mà chưa xét đến yếu tố mực nước một chỉ tiêu hết sức quan trọng đối với cả dòng chảy bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và dòng chảy bảo đảm mức tối thiểu cho hoạt động khai thác, sử dụng nước ở hạ du. Yếu tố xâm nhập mặn, chất lượng nước chưa được đề cập cũng là một hạn chế của nghiên cứu.

- Năm 2012, Luận án tiến sĩ kỹ thuật của NCS. Phạm Thị Ngọc Lan “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp phát triển bền vững tài nguyên và môi trường nước lưu vực sông Trà Khúc” đã đưa ra khái niệm: “Lượng dòng chảy tối thiểu là tổng hòa của ba thành phần: (1) Nước cho đáp ứng sự phát triển bình thường của hệ sinh thái; (2) Nước cho duy trì “sức khỏe” của dòng sông hoặc đoạn sông; (3) Nước cho đảm bảo ở mức tối thiểu các nhu cầu sử dụng của các ngành ở đoạn sông hạ lưu tuyến tính toán. Đồng thời đưa ra phương pháp xác định dòng chảy tối thiểu theo công thức:

$$DCTT = DCMT + \text{Nước sử dụng ở hạ lưu} - \text{Nhập lưu địa phương (nếu có)} \quad (1-6)$$

DCMT được xác định bằng phương pháp chỉ số thủy văn Tennant kết hợp với phương pháp kinh nghiệm của chuyên gia. Như vậy, nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở ứng dụng một phương pháp đánh giá nhanh để xác định DCMT, do vậy kết quả đưa ra chưa thể hiện được đầy đủ ba thành phần dòng chảy.

- Năm 2014, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chủ trì thực hiện nhiệm vụ “Xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ Sơn La, Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang, Hội Quang, Bản Chát trong mùa cạn”. Một trong những nội dung chính của nhiệm vụ là xác định lưu lượng/mực nước tối thiểu tại các ĐKS theo thời gian. Quan điểm của tập thể tác giả, DCTT cần được hiểu là lượng nước tổng hòa các nhu cầu sử dụng nước tối thiểu:

$$Q_{tt} = \min \sum (Q_{nền}, Q_{tưới}, Q_{GT}, Q_{SH-CN-DV}, Q_{Đầy\ măn}, Q_{NTTS}) \quad (1-7)$$

Nếu Q_{tt} đáp ứng yêu cầu thỏa mãn các nhu cầu nước sử dụng cho các hoạt động kinh tế xã hội và đầy măn thì cũng đáp ứng dòng chảy môi trường nền. Trong nghiên cứu này dòng chảy duy trì sinh thái chưa được đề cập.

- Năm 2015, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã chủ trì thực hiện đề tài cấp nhà nước KC.08.30/11-15 “Nghiên cứu khả năng chịu tải và DCTT của sông Vu Gia – Thu Bồn”. Theo quan điểm của tập thể tác giả, DCTT bao gồm 2 thành phần chính: (1) Lượng nước cần thiết để duy trì điều kiện môi trường dòng sông hoặc đoạn sông nhằm bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh; (2) Lượng nước cần thiết cho hoạt động khai thác sử dụng tài nguyên nước của các ngành dùng nước. Q_{TT} = Tổng hòa Σ (Q_{MTST} , Q_{KTSD}). Q_{MTST} được xác định bằng phương pháp Tennant, $Q_{MTST} = 10\% Q_0$ (lưu lượng dòng chảy trung bình nhiều năm tại ĐKS). Q_{KTSD} được xác định dựa trên nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt, đầy măn thông qua ứng dụng công cụ tính toán MIKE BASIN và MIKE 11. Hạn chế của nghiên cứu là dòng chảy duy trì sinh thái mới được xác định bằng phương pháp Tennant. Đây là phương pháp đánh giá nhanh được nghiên cứu, phát triển cho các con sông của Hoa Kỳ, do vậy mối quan hệ giữa dòng chảy khuyến nghị và vấn đề sinh thái hay kinh tế – xã hội chưa chặt chẽ.

- Năm 2015, Thân Văn Đóm và nnk “*Nghiên cứu xác định yêu cầu duy trì dòng chảy tối thiểu trên dòng chính sông Vu Gia – Thu Bồn phục vụ phát triển bền vững hệ sinh thái*”. Kỷ yếu Hội nghị môi trường toàn quốc lần thứ IV, Bộ Tài nguyên và Môi trường 29/9/2015. Tác giả chọn 4 điểm kiểm soát DCTT tại các trạm thủy văn Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy và Ái Nghĩa. DCTT tại các ĐKS được xác định bằng phương pháp Tennant và mô hình MIKE 11. Nghiên cứu chưa xác định thành phần dòng chảy sinh thái và chưa xem xét yếu tố chất lượng nước.

1.4 Phân tích, đánh giá các phương pháp xác định DCTT ở Việt Nam

1.4.1. Phương pháp thủy văn

Các phương pháp thủy văn thường đề xuất giá trị DCMT theo tỷ lệ % so với chuẩn dòng chảy năm hoặc dòng chảy trung bình theo mùa, dòng chảy trung bình tháng. Tỷ lệ % được lựa chọn tùy thuộc vào mức độ yêu cầu về điều kiện môi

trường cần quan tâm. Nhìn chung, đây là phương pháp tương đối dễ áp dụng, tốn ít nguồn lực. Chính nhờ ưu điểm này mà phương pháp thủy văn là phương pháp đánh giá nhanh DCMT được sử dụng khá rộng rãi ở các nước. Tuy nhiên, do có độ tin cậy không cao nên chỉ phù hợp cho giai đoạn lập quy hoạch tài nguyên nước. Nước ta cũng có thể sử dụng phương pháp này trong đánh giá DCMT ban đầu phục vụ cho giai đoạn quy hoạch trong khi chưa xây dựng được phương pháp riêng phù hợp.

Ở nước ta, hiện nay số lượng các trạm thủy văn tuy không nhiều nhưng trên các các hệ thống sông đều có các trạm thủy văn cấp 1, cấp 2 và cấp 3 và tại các trạm cấp 1 có số liệu đo đạc dòng chảy từ 20 năm trở lên là cơ sở để tính toán các thông số dòng chảy cho các tuyến tính toán DCMT. Như vậy, số liệu đầu vào cho ứng dụng phương pháp chỉ số thủy văn đáp ứng được yêu cầu phục vụ tính toán.

Để phương pháp chỉ số thủy văn được ứng dụng trong điều kiện thực tế của nước ta một cách hữu hiệu cần phải tập trung nghiên cứu để đề xuất các bảng chỉ số thủy văn phù hợp với điều kiện các con sông và mục tiêu tính toán. Vấn đề này không phải đơn giản mà đòi hỏi nhiều số liệu điều tra, quan trắc phân tích các số liệu thực tế.

1.4.2. Phương pháp chu vi ướt

Phương pháp chu vi ướt đơn giản, dễ ứng dụng, số liệu mặt cắt sông có thể đo đạc xác định trong khi điều tra thực địa nên cũng phù hợp với nước ta.

Phương pháp có ưu điểm nổi bật là cách tiếp cận phù hợp với quan điểm sinh thái. Phương pháp này ngoài việc biểu thị mối quan hệ thủy lực tại mặt cắt, nó còn gián tiếp biểu thị mối quan hệ giữa dòng chảy với yếu tố sinh thái tại mặt cắt sông, bởi vì chu vi ướt của mặt cắt cũng gián tiếp biểu thị diện tích nơi cư trú và tìm kiếm thức ăn của cá và các sinh vật sống trong môi trường nước tại mặt cắt đó. Như vậy, nếu xử lý tốt quan hệ này trong khi tính toán DCTT thì kết quả tính toán sẽ có thể phù hợp với quy luật sinh thái. Chính vì thế trên thế giới cũng có tác giả cho rằng phương pháp chu vi ướt cũng thuộc nhóm phương pháp mô phỏng môi trường sống. Tuy nhiên, khi ứng dụng cho các hệ thống sông cụ thể, phương pháp chỉ thích hợp đối với các sông có địa hình địa mạo đặc trưng với các bãi sông

biến đổi rõ rệt theo chế độ dòng chảy sông. Trong trường hợp này việc xác định các điểm uốn đặc trưng trên đường quan hệ giữa lưu lượng hoặc mực nước với chu vi mặt cắt ướt là hoàn toàn có thể thực hiện được thông qua việc điều tra kỹ tại thực địa để xác định tuyến tính toán phù hợp. Cũng như phương pháp Tennant, phương pháp chu vi ướt chưa đề cập đến chất lượng nước.

1.4.3 Phương pháp mô phỏng môi trường sống

Phương pháp mô phỏng môi trường sống đi sâu phân tích, xác định mối quan hệ giữa các yếu tố thủy văn, thủy lực và yếu tố sinh thái để đưa ra cách đánh giá chế độ DCMT phù hợp đối với môi trường sống của các loài cá đặc trưng.

Ở nước ta, hiện nay số liệu sinh thái của các hệ thống sông có rất ít và việc tổ chức quan trắc chi tiết biến đổi các yếu tố sinh thái phục vụ cho ứng dụng phương pháp mô phỏng môi trường sống trên thực tế là rất khó có thể thực hiện và rất tốn kém. Mặt khác, do phương pháp mô phỏng môi trường sống chỉ đề cập đến môi trường sống của một loài cá cụ thể mà không mô phỏng môi trường sống chung cho toàn bộ hệ sinh thái nên cũng chưa thật phù hợp với đặc điểm sinh thái các hệ thống sông của nước ta nên việc áp dụng phương pháp này vào Việt Nam cũng còn nhiều hạn chế.

1.4.4. Phương pháp tiếp cận tổng thể:

Một phương pháp tiếp cận tổng thể điển hình là phương pháp khối xây dựng -BBM. Đây là phương pháp tiếp cận rất rộng bao gồm tất cả các khía cạnh liên quan đến các phương án và giải pháp quản lý DCMT, trong đó ngoài các yếu tố sinh thái, còn phải xem xét cả các yếu tố kinh tế, xã hội trong quá trình đánh giá. Phương pháp này cũng đòi hỏi sự tham gia của nhiều chuyên gia thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau để lựa chọn và quyết định kết quả cuối cùng. Yêu cầu số liệu khi ứng dụng phương pháp này rất lớn, nhất là các số liệu sinh thái. Tuy nhiên, đây được đánh giá là phương pháp tiên tiến nhất hiện nay đang được cả các nước phát triển và đang phát triển nghiên cứu ứng dụng.

1.5 Kết luận chương I

Trong những năm gần đây, vấn đề DCTT ở nước ta đã bắt đầu được quan tâm và ngày càng được đầu tư nghiên cứu nhiều hơn. Tuy nhiên, hiện tại chưa có

một cách tiếp cận hay phương pháp xác định DCTT nào được thống nhất áp dụng cũng như được cho là tốt nhất.

Hầu hết các phương pháp xác định DCTT đang được nghiên cứu ứng dụng ở nước ta là các phương pháp đánh giá nhanh. Tuy có một số nghiên cứu đã sử dụng tổ hợp nhiều phương pháp bao gồm xem xét các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái để xác định DCTT nhưng thành phần dòng chảy chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ.

Việc nghiên cứu, đề xuất phương pháp xác định DCTT có xét đến một cách khá đầy đủ các yếu tố liên quan đến nguồn nước vùng hạ du nhằm đảm bảo cho sự phát triển bền vững Kinh tế - Xã hội – Môi trường là hết sức cấp bách và cần thiết. Qua tổng quan các kết quả nghiên cứu về DCTT trên thế giới và trong nước, tác giả thấy rằng, phương pháp tiếp cận tổng thể được đánh giá là phương pháp tiên tiến nhất hiện nay. *Chính vì vậy, đề tài luận án đã lựa chọn phương pháp tiếp cận tổng thể để xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông chịu tác động bởi các công trình khai thác nước phía thượng nguồn. Trong đó, luận án xây dựng phương pháp tổng hợp và tập trung đi sâu phân tích một cách đầy đủ 3 yếu tố chính là thủy văn, thủy lực dòng chảy và sinh thái dòng sông, trên cơ sở đó để xác định DCTT đảm bảo hài hòa các nhu cầu sử dụng nước.*

Hiện nay, các hệ thống sông ở Việt Nam có số liệu thủy văn không thật dài, nhưng có thể coi là tương đối đủ cho nghiên cứu DCTT, một số số liệu thủy văn còn thiếu có thể khắc phục bằng cách khôi phục, bổ sung bằng các mô hình toán, các số liệu mặt cắt sông, các số liệu về sinh thái dòng sông có thể kế thừa từ các đề tài, dự án hoặc đo đạc trực tiếp trong quá trình nghiên cứu. Như vậy, cơ sở lý luận và thực tiễn đảm bảo để kết quả nghiên cứu của luận án đủ độ tin cậy, có ý nghĩa khoa học và có thể ứng dụng được vào thực tế sản xuất.

Chương II: CƠ SỞ KHOA HỌC, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY TỐI THIỂU

2.1. Cơ sở khoa học xác định dòng chảy tối thiểu

2.1.1. Cơ sở lý luận xây dựng phương pháp

Khi nghiên cứu, xác định và tính toán yêu cầu dòng chảy cho một dòng sông có hai khái niệm được đề cập thường xuyên đó là DCMT và DCTT. Mục tiêu của DCMT là cung cấp một chế độ dòng chảy thích hợp cả về số lượng, chất lượng và thời gian đáp ứng yêu cầu bảo vệ các hệ sinh thái thủy sinh, sinh kế và phúc lợi của con người phụ thuộc vào hệ sinh thái đó. Trong khi, mục tiêu của DCTT là cung cấp một dòng chảy nhỏ nhất để duy trì sông, đảm bảo cho sự phát triển bình thường của các hệ sinh thái thủy sinh và các hoạt động khai thác sử dụng, dòng chảy này có ý nghĩa đặc biệt trong mùa khô cạn. Tuy vậy, chúng đều có chung một mục đích là để duy trì sức khỏe của các dòng sông và các hệ sinh thái thủy sinh. Mức độ “sức khỏe” của dòng sông sẽ được duy trì lại tùy thuộc vào sự đánh giá của xã hội, và sự đánh giá này sẽ khác nhau giữa các quốc gia và vùng miền. Vì vậy, thể nào là DCTT thích hợp cho một dòng sông/đoạn sông cụ thể sẽ phụ thuộc vào những giá trị mà việc quản lý hệ thống sông nhằm đạt được. Những giá trị đó sẽ là cơ sở để đưa ra các quyết định nhằm hài hòa các mục tiêu kinh tế, xã hội, môi trường và việc sử dụng nguồn nước của dòng sông/đoạn sông.

Điều này có nghĩa là các kết quả đạt được về mặt sinh thái không nhất thiết phải là kết quả duy nhất hoặc thậm chí không phải là kết quả chính của một quá trình xây dựng DCTT. Một quá trình như vậy sẽ cần tập trung giải quyết sự cân bằng giữa phân bổ nguồn nước để thỏa mãn nhu cầu sinh thái với các nhu cầu sử dụng nước khác như thủy điện, tưới, sinh hoạt hoặc giải trí. Vì vậy, xác định DCTT có nghĩa là kết hợp các giá trị cơ bản, trên cơ sở đó sẽ đưa ra các quyết định, xác định những kết quả cần đạt tới và những thỏa hiệp cần tiến hành. Khi bắt đầu xây dựng DCTT cần xem xét cân nhắc nhiều vấn đề. Hay nói cách khác, DCTT cần được nhìn nhận là một thành phần trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước.

Để thiết lập DCTT, cần xác định rõ mục tiêu của dòng sông và các kịch bản

khai thác, sử dụng nước. Trong một hệ thống sông khi nước bị phân bổ quá mức cho việc sử dụng nước có tiêu hao, DCTT có thể chỉ được cung cấp sao cho các hệ sinh thái hoạt động đủ để đảm bảo một cơ sở bền vững cho việc sử dụng nước tiêu hao trong điều kiện hiện tại và tương lai. Trong trường hợp này, DCMT và DCTT không có sự khác biệt nhiều.

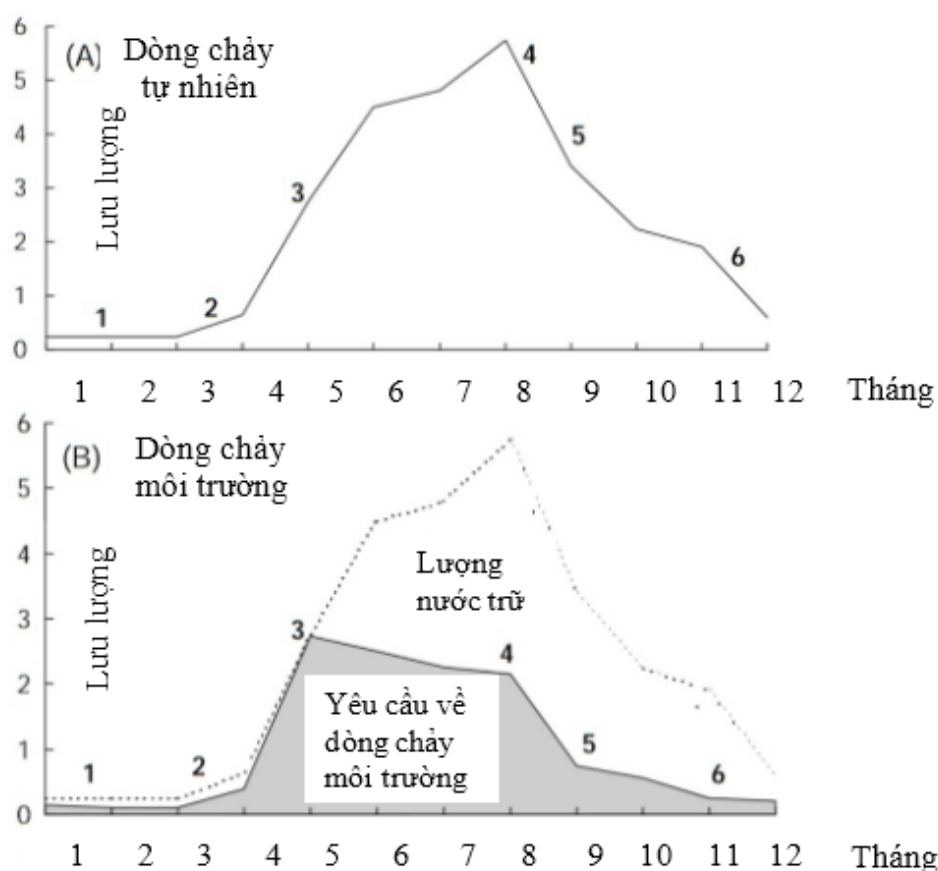
Đối với những hệ thống sông có giá trị đa dạng sinh học cao, DCMT có thể được yêu cầu để bảo tồn trạng thái tự nhiên của hệ thống sông đó. Như vậy, việc sử dụng nước tiêu hao có thể bị giới hạn ở mức tối thiểu, nghĩa là có thể lấy nước trong thời gian có dòng chảy lớn nhưng việc trữ nước trong hồ chứa là không được phép. Trong trường hợp này, DCMT và DCTT có sự khác biệt lớn.

Đối với những hệ thống sông có các loại hình sử dụng tài nguyên nước mang tính cạnh tranh thì việc hài hòa giữa nhu cầu nước của các hệ sinh thái thủy sinh và nhu cầu sử dụng nước hạ du là cần thiết. Môi trường có thể không nhận được tất cả các “nhu cầu nước sinh thái” của mình và các đối tượng sử dụng nước có thể phải thực hiện những thay đổi đất giá đối với thực tiễn hoạt động. Trong trường hợp này, DCTT đóng vai trò hết sức quan trọng (hình 2.1).

Như vậy, điều quan trọng trong việc cung cấp DCTT sẽ là việc xác định xem những thành phần nào của chế độ dòng chảy tự nhiên phải được duy trì để đạt được mục tiêu dòng chảy đã định.

DCMT thường khác với dòng chảy tự nhiên và hiếm khi là DCTT hoặc chuẩn dòng chảy năm.

Tùy thuộc vào điều kiện khí tượng, thủy văn của LVS, chuẩn dòng chảy năm của sông có thể là một trong những thành phần thứ yếu nhất của dòng chảy tự nhiên. Sự biến động về lưu lượng, chất lượng, thời điểm và thời gian duy trì dòng chảy thường mang tính quyết định đối với việc duy trì các hệ sinh thái của sông. Dòng chảy lũ cần thiết cho việc vận chuyển bùn cát, đẩy mặn, duy trì các khu vực cá đẻ trứng và di cư. Việc phân bổ DCTT hoặc chuẩn dòng chảy năm trong những trường hợp đó sẽ không có nhiều tác dụng. Dòng chảy mùa kiệt có vai trò quan trọng trong việc duy trì hệ sinh thái thủy sinh, đảm bảo cấp nước hạ du. Trong trường hợp này DCTT đóng vai trò quan trọng.



Hình 2.1. Dòng chảy tự nhiên và dòng chảy môi trường

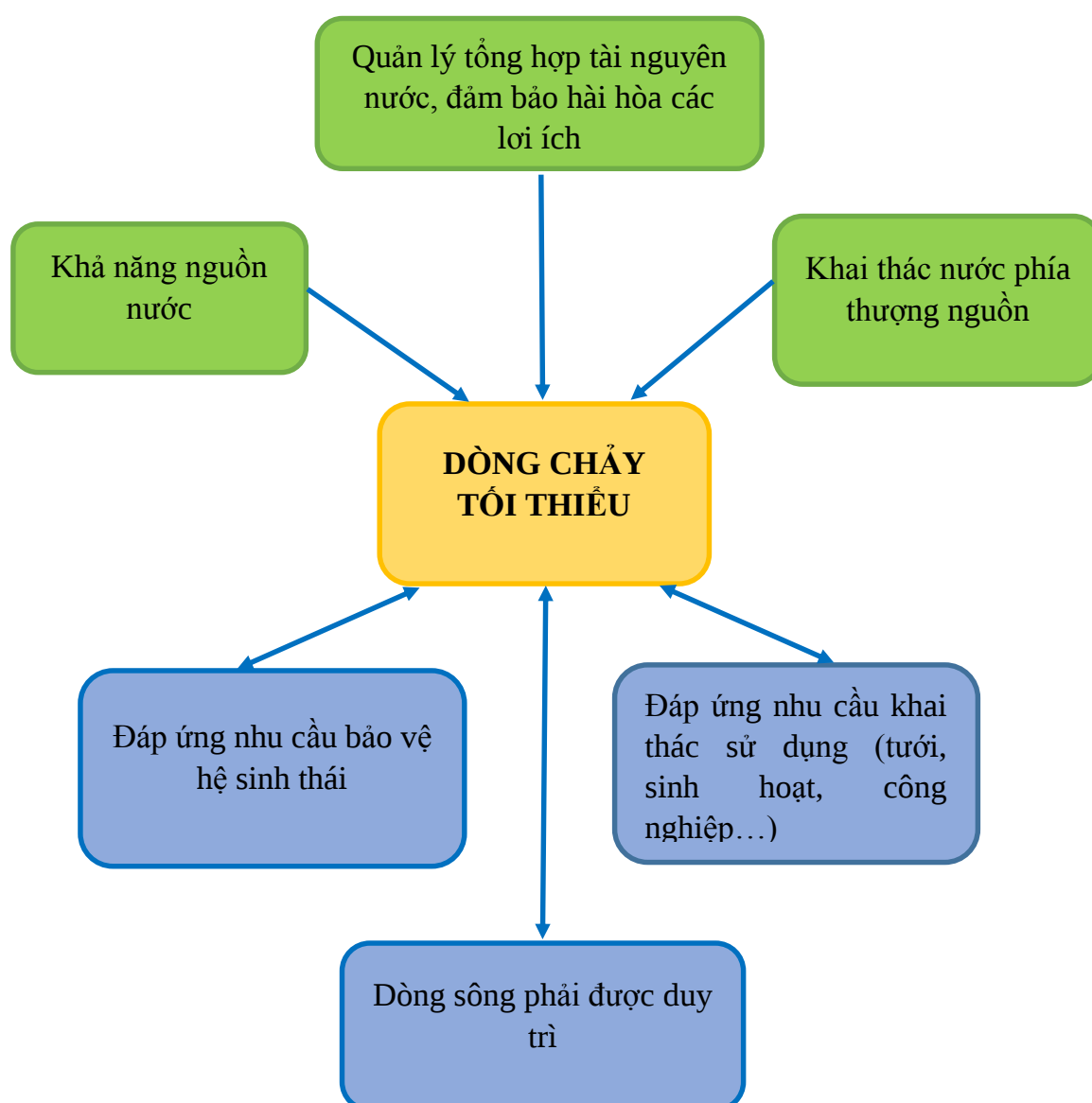
Xác định và tiến hành các thỏa hiệp là vấn đề trọng tâm của việc thiết lập và thực hiện DCTT. Khi dòng chảy được điều chỉnh để cung cấp DCTT, sẽ không tránh khỏi việc các đối tượng hoặc loại hình sử dụng nước khác phải trả giá. Sẽ xuất hiện lợi ích cạnh tranh giữa các đối tượng sử dụng và môi trường, thượng và hạ lưu. Sự cạnh tranh cũng sẽ phát sinh giữa các thành phần khác nhau của môi trường sống với những yêu cầu về chế độ dòng chảy tự nhiên khác nhau.

Như vậy, xác định DCTT cần phải xem xét các lợi ích cạnh tranh, đánh giá sự phù hợp, cách thức thực hiện và cuối cùng cần phải được sự chấp thuận của các bên liên quan.

Hơn bốn mươi năm qua, hàng loạt các phương pháp, cách tiếp cận đã được xây dựng nhằm thiết lập DCMT và DCTT. Mỗi phương pháp, cách tiếp cận đều có những ưu và nhược điểm riêng, không có một phương pháp nào được coi là tốt

nhất. Vì vậy, mỗi phương pháp, cách tiếp cận chỉ thích hợp cho một điều kiện cụ thể. Các tiêu chí để lựa chọn một phương pháp, cách tiếp cận cụ thể bao gồm nhóm vấn đề đang được xem xét (Công trình khai thác nước, đập,...), trình độ khoa học kỹ thuật, quỹ thời gian và kinh phí hiện có cũng như khuôn khổ pháp lý mà theo đó các chế độ dòng chảy phải tuân thủ. Xu hướng ngày càng chuyển sang hướng tiếp cận tổng hợp và toàn diện, sử dụng đa nhóm lợi ích và các nhóm chuyên gia đa ngành để xác định lượng nước cần duy trì trong sông. Như vậy, cần phải có cách nhìn toàn diện về DCTT, các yếu tố về thủy văn, thủy lực, môi trường sinh thái, chất lượng nước ... phải được xem xét cả về không gian, thời gian dựa trên điều kiện về kinh tế, kỹ thuật, xã hội và văn hóa.

Tác giả đề xuất sơ đồ tiếp cận xác định DCTT như hình 2.2 dưới đây:



Hình 2.2. Sơ đồ tiếp cận xác định dòng chảy tối thiểu

2.1.2. Mối liên hệ giữa đặc điểm hình thái sông, chế độ dòng chảy, chất lượng nước với môi trường sống của các sinh vật thủy sinh

Do đặc điểm lòng dẫn, hình thái lòng sông, chế độ dòng chảy, chất lượng nước tại từng đoạn sông có sự khác nhau dẫn đến đặc điểm hệ sinh thái thủy sinh cũng khác nhau. Nhìn chung, hệ sinh thái thủy sinh trong sông khác nhau giữa khu vực thượng lưu, trung lưu và hạ lưu.

Khu vực thượng lưu thường là vùng núi cao, tập hợp của nhiều suối nhỏ, chảy trên nền đá gốc, lòng sông nông, mấp mô, độ dốc lớn. Các con suối ở vùng

thượng lưu thường có các vực nước, đôi chỗ có thác ghềnh, xem kẽ hình thành các bãi chứa lũ nhỏ thường bị ngập lụt khi lũ tràn về. Lượng nước ở đây rất biến động, vận tốc dòng chảy lớn nhất khi có mưa lũ, có khả năng cuốn theo các khối đá lớn. Các ghềnh thác thường là nơi đẻ trứng của các loài cá di cư từ hạ lưu lên vì đây là vùng có chất lượng nước rất tốt và lượng ô xy hòa tan cao. Các vực nước là những vùng nước có độ dốc nhỏ và dòng chảy chậm. Vì vậy, vùng này thường có sự bồi lắng bùn cát xuống đáy sông và nhờ đó đã tạo môi trường sống cho nhiều sinh vật thủy sinh khác nhau.

Khu vực trung lưu là vùng đồi núi hoặc cao nguyên có địa hình thấp và thoải hơn, là khu vực chuyển tiếp từ khu vực thượng lưu xuống khu vực hạ lưu. Nói chung, khu vực trung lưu của các con sông thường được đặc trưng bằng sự cân bằng giữa xói lở và bồi lắng, các hạt bùn cát nặng từ thượng nguồn theo dòng nước đưa về sẽ có xu hướng lắng đọng trong khu vực này, các hạt đất cát mịn hơn được cuốn đi xuống hạ lưu. Khi chảy xuống khu vực trung lưu với độ dốc trung bình, dòng sông thường có xu hướng phân lưu, tạo thành các nhánh nhỏ hơn, phân cách với nhau bởi các bãi cồn cát. Các bãi cồn cát và các vùng đất thấp xung quanh ở khu vực này là những nơi có nguy cơ ngập lụt trong mùa mưa và hình thành các bãi chứa lũ tạm thời. Hình thái và địa mạo của chúng liên quan rất chặt chẽ tới đời sống của cá và sinh vật thủy sinh khi có lũ tiểu mãn và lũ chính vụ.

Ở khu vực hạ lưu, sông có độ dốc nhỏ, mặt cắt sông được mở rộng rất nhiều và thường bị phân nhánh trước đi đổ ra biển. Ở khu vực này, lòng sông thường uốn khúc theo dạng hình sin và thường xuyên có sự thay đổi hình thái dưới tác động của quá trình bồi xói liên tục. Tại vị trí uốn khúc hình thành bờ lồi, bờ lõm, trong đó, phía bờ lõm dòng chảy sông chảy siết hơn dẫn đến bờ sông càng bị xói mạnh. Ở phía bờ lồi, có sự bồi lắng tạo thành khu nước nông hoặc thậm chí là dạng bãi bồi nhon. Sự phát triển của cá và hệ sinh vật thủy sinh khu vực hạ lưu phụ thuộc rất nhiều vào độ sâu ngập nước cũng như thời gian duy trì ngập nước trên các bãi bồi này. Về mặt sinh thái, chỗ uốn khúc của sông là môi trường sống thích hợp cho cá và rất nhiều loài sinh vật thủy sinh, các loài cá lớn thường thích chỗ nước sâu, các loài cá nhỏ hơn thì chọn chỗ nước nông quanh các bãi bồi phía bờ trong làm

nơi đẻ trứng. Ngoài ra, các thực vật cạn hoặc bán ngập mọc hai bên bờ hoặc trôi nổi trên sông là nơi phát triển của nhiều loại vi sinh vật cũng như nhiều loại động vật thủy sinh và lưỡng cư, thậm chí các động vật trên cạn cũng hay tìm đến đây để ẩn náu và đẻ trứng có nguồn thức ăn phong phú.

Vùng cửa sông ven biển, tình trạng xâm nhập mặn diễn biến khá phức tạp, mức độ mặn phụ thuộc vào lượng dòng chảy của sông so với dòng thủy triều. Vào mùa lũ, nước ngọt chiếm ưu thế nhưng về mùa khô nước mặn xâm nhập vào sâu trong sông. Chính vì vậy, hệ sinh thái cửa sông ven biển hết sức đa dạng với 3 vùng như sau:

- Vùng quanh năm nước ngọt đặc trưng bởi các loài sinh vật nước ngọt;
- Vùng quanh năm nước mặn đặc trưng bởi các loài sinh vật biển;
- Vùng đệm với dao động độ mặn theo mùa trong năm và cũng theo các thời gian trong ngày, sự có mặt của các loài cũng thay đổi và thường đặc trưng bởi các loài thủy sinh chịu được biên độ mặn dao động lớn.

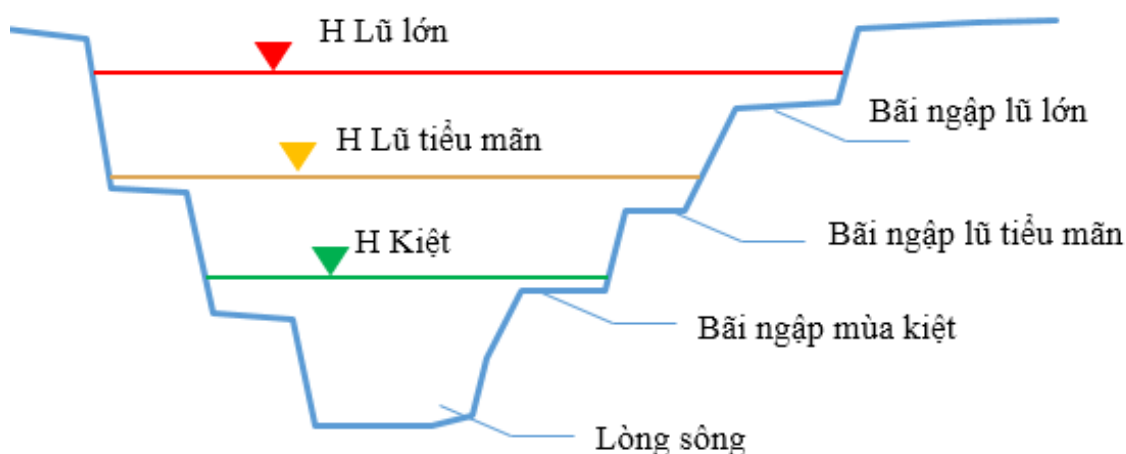
Hình thái lòng sông và hình dạng mặt cắt ngang các sông nói chung được tạo nên do quá trình tương tác giữa dòng nước và lòng sông trong thời gian dài, trong đó các nhân tố chủ yếu tác động đến hình dạng mặt cắt ngang sông là chế độ thủy văn và đặc điểm địa hình, địa chất của lòng và bờ sông. Do ảnh hưởng biến đổi của các yếu tố khí hậu, nhất là mưa nên lượng dòng chảy trong sông luôn biến động rất lớn theo thời gian trong năm, hình thành các giai đoạn mùa lũ, mùa kiệt, từ đó gây nên hiện tượng xói lở hoặc bồi tụ và hình thành nên các bãi sông. Nhìn chung, có thể chia mặt cắt sông thành các phần như sau:

- Lòng sông: là phần mặt cắt luôn có nước thường xuyên trong năm;
- Bãi ngập nước trong mùa kiệt: là bãi đất thấp ngay trên lòng sông, thường là bãi cát và sỏi nhỏ, ngập nước trong mùa kiệt. Đây là nơi cư trú chủ yếu của cá và sinh vật thủy sinh;
- Bãi ngập nước khi có lũ tiểu mãn và lũ muện: là bãi ở cao trình cao hơn bãi ngập nước mùa kiệt, bãi này thường bị ngập khi có lũ tiểu mãn và lũ muện, tất nhiên bãi này cũng bị ngập cả khi có lũ chính vụ;
- Bãi ngập nước khi có lũ lớn hàng năm: bãi này ở độ cao cao hơn và chỉ

ngập khi có lũ lớn với số ngày duy trì nhất định trong năm, chủ yếu trong mùa lũ chính vụ.

Ba loại bãi ngập nước trên đều có vai trò quan trọng với đời sống của cá và sinh vật thủy sinh. Do vậy, cần duy trì một số ngày và vào những thời gian nhất định để giúp cho sự phát triển của cá và sinh vật thủy sinh diễn ra thuận lợi.

Từ các phân tích ở trên, giả thiết môi trường sống của sinh vật thủy sinh phụ thuộc vào diện tích nơi cư trú của chúng. Thành phần dòng chảy sinh thái trong xác định DCTT được đề xuất là dòng chảy cần ngập các bãi ngập nước trong mùa kiệt.



Hình 2.3. Mô tả các thành phần mặt cắt ngang sông

2.1.3. Xác định các thành phần dòng chảy tối thiểu

Luận án sử dụng phương pháp tiếp cận tổng thể từ “dưới lên” bắt đầu từ việc xây dựng dòng chảy cơ bản, sau đó bổ sung các dòng chảy thành phần dựa trên đặc điểm chế độ dòng chảy, hệ sinh thái thủy sinh và nhu cầu khai thác sử dụng của dòng sông/ đoạn sông đó. Theo đó, DCTT sẽ phải đảm bảo duy trì dòng sông, sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và khai thác sử dụng nước cho các đối tượng dùng nước. Theo quan điểm tiếp cận này thì DCTT bao gồm ba thành phần chính:

Thành phần (1): Dòng chảy duy trì sông, là dòng chảy cần thiết để dòng sông “được sống” phải được duy trì kể cả trong trường hợp thiếu nước hoặc hạn hán nghiêm trọng. Kí hiệu: Q_{DTS} , H_{DTS} .

Thành phần (2): Dòng chảy sinh thái là dòng chảy cần thiết để duy trì điều kiện môi trường dòng sông hoặc đoạn sông nhằm bảo đảm sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh. Đây là “lượng nước cần cho sinh thái” bởi vì nước cho duy trì hệ sinh thái cũng góp phần duy trì điều kiện cảnh quan và sức khỏe của dòng sông. Kí hiệu: Q_{ST} , H_{ST}

Thành phần (3): Dòng chảy khai thác sử dụng là dòng chảy cần thiết cho hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các đối tượng sử dụng nước trên dòng sông hoặc đoạn sông dưới hạ lưu. Kí hiệu: Q_{KTSD} , H_{KTSD}

Trong đó, lượng nước cho khai thác, sử dụng bao gồm toàn bộ nhu cầu nước tiêu hao hoặc không tiêu hao (bao gồm cả chất và lượng) trên dòng sông hoặc đoạn sông nghiên cứu như: nước cho tưới; nước cho sinh hoạt, công nghiệp, dịch vụ; nước cho chăn nuôi; nước cho thủy sản; nước cho thủy điện; nước cho giao thông, du lịch, đẩy mặn...

Như vậy, DCTT của đoạn sông thứ i được xác định như sau:

$$Q_{TT}(i,t) = f(Q_{DTS}(i,t), Q_{ST}(i,t), Q_{KTSD}(i,t)) \quad (2-1)$$

$$H_{TT}(i,t) = f(H_{DTS}(i,t), H_{ST}(i,t), H_{KTSD}(i,t)) \quad (2-2)$$

Lưu ý rằng, DCTT sẽ được xây dựng bao gồm cả lưu lượng, mực nước và thời gian duy trì (t).

Thời đoạn tính toán DCTT là mùa kiệt. Thời gian duy trì có thể được xác định theo từng tháng, 10 ngày hoặc tuần tùy thuộc vào biên độ dao động của chế độ dòng chảy sông và nhu cầu khai thác sử dụng nước trên lưu vực.

DCTT phải được xác định cho từng vị trí cụ thể trên sông và được thực hiện trên cả dòng sông hay từng đoạn sông. Những vị trí này gọi chung là ĐKS DCTT trên sông hay đoạn sông. Điểm kiểm soát DCTT trên một đoạn sông hoặc dòng sông phải đại diện về chế độ dòng chảy, môi trường sống của hệ sinh thái thủy sinh, các hoạt động khai thác sử dụng nước trên đoạn sông hoặc dòng sông mà nó kiểm soát.

Việc lựa chọn ĐKS có ý nghĩa rất quan trọng, do đó cần phải xem xét tổng hợp từng yêu cầu và đánh giá rất kỹ lưỡng theo các thành phần riêng biệt để có thể

chọn được vị trí thích hợp nhất, đảm bảo đáp ứng được mức tối đa các tiêu chí đặt ra. Một vấn đề nữa, khi chọn ĐKS cần phải có tính xã hội cao, tức là vị trí ĐKS cũng phải có tính “đồng thuận” thì mới đạt được các mục tiêu đề ra, cũng như đáp ứng được nhu cầu thực tế của cuộc sống. Với quan điểm như trên, thì việc xác định ĐKS cần dựa trên những tiêu chí mang tính khoa học và thực tiễn xã hội.

Tác giả đề xuất các tiêu chí lựa chọn ĐKS như sau:

(1) Đại diện về chế độ dòng chảy của dòng sông/đoạn sông:

- Đại diện cho tính liên tục của dòng chảy trên dòng sông/đoạn sông trước khi nhập lưu;
- Là vị trí mà tại đó có thay đổi về lưu lượng, mực nước. Hạ lưu các công trình điều tiết nước, các công trình chuyển nước, các công trình có nhiệm vụ đảm bảo duy trì dòng chảy hạ du;
- Ưu tiên lựa chọn vị trí các trạm thủy văn có số liệu quan trắc dòng chảy giai đoạn trước và sau khi dòng sông/đoạn sông bị điều tiết do tác động của các hoạt động khai thác sử dụng;

(2) Đại diện cho môi trường sống của hệ sinh thái thủy sinh trên dòng sông/đoạn sông:

- Đại diện cho môi trường sống của các loài thủy sinh, các khu bảo tồn, các vùng đất ngập nước quan trọng của dòng sông/đoạn sông nghiên cứu;

(3) Đáp ứng yêu cầu các hoạt động khai thác sử dụng nước:

- Đại diện cho dòng sông/đoạn sông có ý nghĩa quan trọng đối với nhu cầu sinh kế của người dân sống ven sông;
- Đại diện cho việc khai thác, sử dụng nước ở hạ du và các hệ sử dụng nước lớn, quan trọng;
- Tại vị trí các mặt cắt sông ổn định và thay đổi không đáng kể theo thời gian;
- Có thể lặp lại các đo đạc, khảo sát hàng năm, nhiều năm.

2.2. Nội dung và phương pháp tính toán dòng chảy tối thiểu

2.2.1. Nội dung nghiên cứu, tính toán

Như đã phân tích ở các phần trên, để tính toán được DCTT duy trì dòng sông, đảm bảo môi trường cho sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh

và nhu cầu khai thác sử dụng nước trên lưu vực. Tác giả tập trung nghiên cứu các nội dung chính sau:

- Nội dung 1: Nghiên cứu điều kiện tự nhiên, hiện trạng các công trình khai thác sử dụng nước trên lưu vực, hiện trạng và phương hướng phát triển các ngành dùng nước. Xác định nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực, tính toán cân bằng nước.

- Nội dung 2: Phân tích đặc điểm chế độ dòng chảy, hệ sinh thái thủy sinh và hiện trạng khai thác sử dụng. Xác định các ĐKS về DCTT trên hệ thống sông.

- Nội dung 3: Xác định các thành phần DCTT để tổng hợp phân tích xác định DCTT.

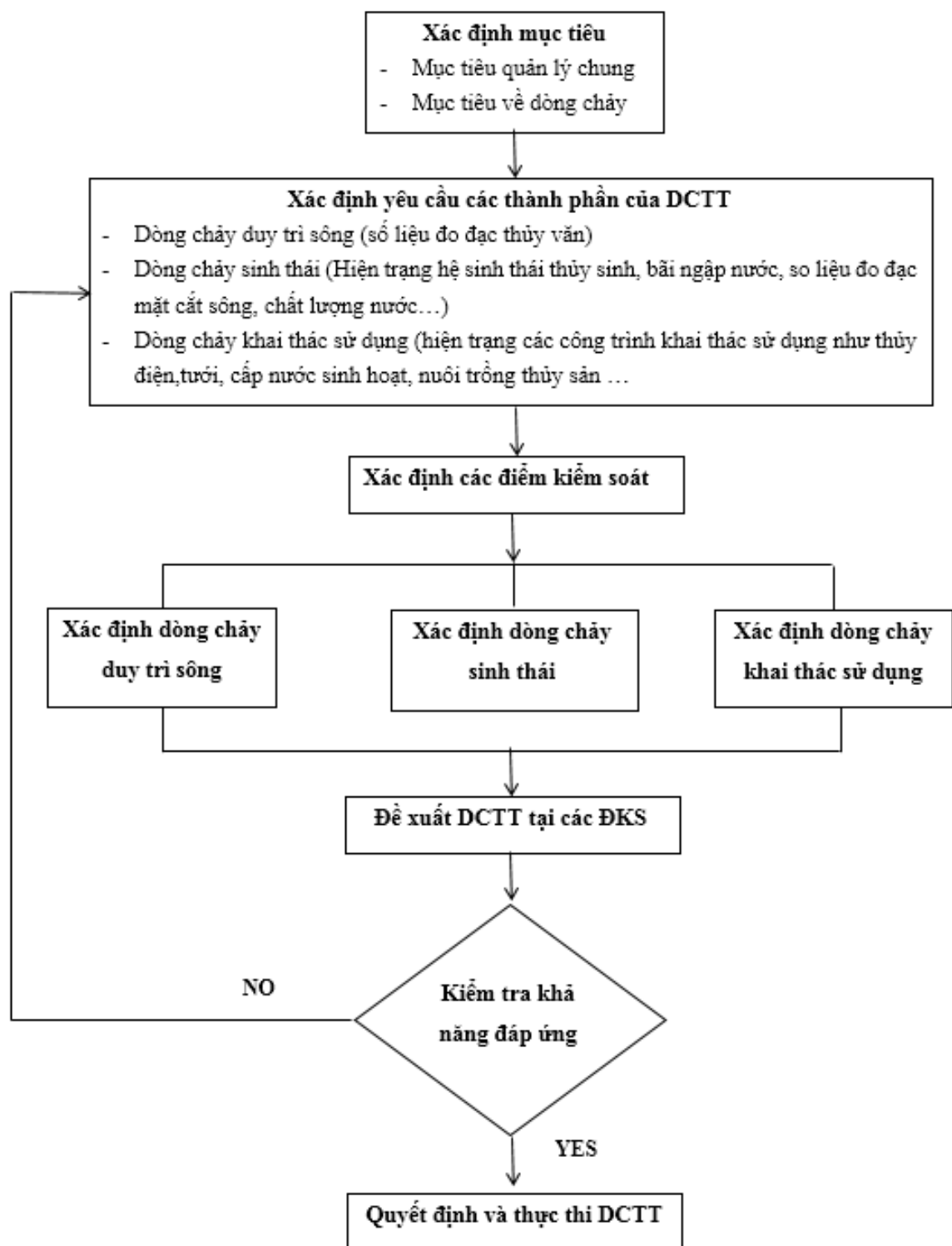
- + Dòng chảy duy trì sông: Phân tích đường cong duy trì lưu lượng FDCA, kết hợp phương pháp 7Q10 xác định dòng chảy duy trì sông.

- +Dòng chảy sinh thái: Phân tích mối quan hệ giữa chu vi mặt cắt ướt và mực nước ($\chi \sim H$) tại các ĐKS. Ứng dụng mô hình MIKE Ecolab, tính toán phân tích khả năng đáp ứng chất lượng nước cho đời sống thủy sinh. Tổ hợp xác định dòng chảy sinh thái.

- +Dòng chảy khai thác sử dụng: Ứng dụng MIKE BASIN tính toán cân bằng nước, MIKE 11 tính toán xác định mực nước, lưu lượng đảm bảo yêu cầu cung cấp nước tại các trạm bơm tưới, các nhà máy nước. Phân tích mối quan hệ giữa lưu lượng xả và chiều dài xâm nhập mặn ($Q \sim L_{xnm}$) trên dòng chính, xác định lưu lượng yêu cầu đẩy mặn. Tổ hợp xác định dòng chảy khai thác sử dụng.

- + Tổ hợp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông trên cơ sở đảm bảo hài hòa các nhu cầu sử dụng nước.

Căn cứ vào các nội dung yêu cầu, các tiêu chí cụ thể để tính toán DCTT, quá trình xác định, tính toán cho hệ thống sông sẽ được thực hiện theo sơ đồ khối như sau (Hình 2.4).



Hình 2.4. Sơ đồ khối xác định dòng chảy tối thiểu

2.2.2. Phương pháp tính toán các thành phần dòng chảy tối thiểu

Trong khuôn khổ nghiên cứu của mình, tác giả sử dụng cách tiếp cận tổng thể từ “dưới lên” để xây dựng các thành phần dòng chảy. Phương pháp tính toán

các giá trị thành phần như sau:

i/. Dòng chảy duy trì sông

Dòng chảy duy trì sông (DCDTS) là dòng chảy bắt buộc phải được cấp đủ để dòng sông/đoạn sông được sống, thông thoát dòng chảy thường xuyên. Như vậy, theo quan điểm của tác giả DCDTS được xem như là dòng chảy cơ bản của dòng sông/đoạn sông đó.

Hiện nay chưa có một phương pháp hay quy định bắt buộc nào về giá trị của DCDTS. Giá trị DCDTS thường được phân tích lựa chọn dựa vào chuỗi số liệu thủy văn của chính dòng sông đó.

Ứng dụng phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng FDCA, DCDTS được đề xuất lấy theo lưu lượng dòng chảy tháng nhỏ nhất về mùa kiệt ứng với các tần suất khác nhau từ 70%-99% [57] tùy thuộc đặc điểm nguồn nước, mặt cắt ngang sông. Với những dòng sông có lượng dòng chảy nhỏ, việc duy trì một lưu lượng cần thiết (đặc biệt là về mùa kiệt) phải ở mức cao hơn so với những dòng sông có lượng dòng chảy dồi dào. Mặt khác, giá trị dòng chảy đảm bảo duy trì sông còn thể hiện ở đặc trưng mực nước. Với cùng một chế độ dòng chảy, mặt cắt ngang sông càng nhỏ, biên độ dao động mực nước càng lớn. Như vậy, những dòng sông có mặt cắt rộng việc duy trì một lưu lượng cần thiết phải ở mức cao hơn với những dòng sông có mặt cắt hẹp.

Bên cạnh đó, có thể áp dụng phương pháp 7Q10 để xác định DCDTS. Các bước tính toán gồm:

B1: Thu thập số liệu quan trắc lưu lượng bình quân ngày

B2: Xác định 7 ngày có lưu dòng chảy bình quân ngày nhỏ nhất

B3: Xác định dòng chảy duy trì sông 7Q10 là lưu lượng bình quân 7 ngày nhỏ nhất ứng với tần suất đảm bảo 90%

ii/. Dòng chảy sinh thái

Sự phát triển của cá và các sinh vật thủy sinh trong sông phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện nơi cư trú của chúng. Quy luật biến đổi chế độ dòng chảy theo mùa đã tạo ra chu kỳ sống, sinh sản và phát triển của các sinh vật thủy sinh. Lòng sông thường xuyên có nước là môi trường sống tối thiểu của cá và các loài sinh vật thủy

sinh trong mùa kiệt. Khi mực nước sông tăng lên làm ngập dần các bãi bồi tụ ven sông. Cá và các sinh vật thủy sinh lên các bãi ngập nước để đẻ trứng, tìm kiếm thức ăn, sinh trưởng và phát triển. Diện tích bề mặt các vùng bãi ngập nước và thời gian ngập nước là nhân tố phản ánh nơi cư trú của cá và sinh vật thủy sinh và có liên quan đến bảo vệ, duy trì hệ sinh thái nước.

Tại một mặt cắt sông, diện tích bề mặt các vùng đất ngập nước (chu vi ướt) tăng dần theo thời gian, vì vậy giữa các yếu tố mực nước, lưu lượng với chu vi ướt có mối liên quan hệ rõ rệt.

Phương pháp chu vi mặt cắt ướt đi sâu xây dựng quan hệ giữa mực nước và chu vi ướt tại các ĐKS. Tại điểm mà đường cong quan hệ có điểm uốn chính là điểm ở đó bãi ngập nước. Điểm uốn sẽ là căn cứ để xác định dòng chảy sinh thái.

Ngoài yếu tố chu vi mặt cắt ướt, chất lượng nước trên sông cũng là một trong những yếu tố quan trọng để duy trì hệ sinh thái sông.

Thực hiện việc tính toán thành phần dòng chảy này, tác giả lựa chọn phương pháp chu vi mặt cắt ướt (xây dựng quan hệ $\chi \sim H$ tại các ĐKS) kết hợp với phương pháp đánh giá chất lượng nước bằng mô hình toán.

Đề xuất các bước xác định dòng chảy sinh thái theo phương pháp chu vi ướt kết hợp đánh giá chất lượng nước như sau:

- Bước 1: Đo đạc địa hình mặt cắt ngang dòng sông tại các ĐKS.
- Bước 2: Xây dựng quan hệ $\chi \sim H$ dựa trên phương trình Manning $Q = 1/n \omega R^{2/3} S^{1/2}$. Trong đó:
 - + Q là lưu lượng (m^3/s);
 - + n là hệ số nhám;
 - + ω là diện tích mặt cắt ướt (m^2);
 - + R là bán kính thủy lực (m);
 - + S là độ dốc mặt nước;
 - + Chu vi ướt $\chi = \frac{\omega}{R}$ (m)
- Bước 3: Xác định các điểm uốn của đường cong quan hệ $\chi \sim H$
- Bước 4: Kết hợp kết quả tính toán mực nước MAX, MIN. Lựa chọn

điểm uốn tương ứng bãi ngập nước mùa kiệt.

- Bước 5: Xác định dòng chảy sinh thái (H, Q) tại ĐKS theo phương pháp chu vi ướt.
- Bước 6: Tính toán kiểm tra chất lượng nước đáp ứng yêu cầu bảo vệ sinh thái thủy sinh theo QCVN 08:2015/BTNMT. Nếu đạt yêu cầu lựa chọn dòng chảy sinh thái đã đề xuất ở bước 5. Nếu chưa đạt yêu cầu, dựa trên phân tích đánh giá khả năng nguồn nước lựa chọn một trong hai giải pháp: (1) Tăng giá trị lưu lượng dòng chảy, thử dần đến khi đạt; (2) Thử dần nồng độ nước thải đến khi chất lượng nước đáp ứng yêu cầu.

iii/. Dòng chảy khai thác sử dụng

DCTT phải đáp ứng được yêu cầu về lưu lượng, mực nước, khả năng đầy mãn phục vụ sản xuất nông nghiệp, cấp nước sinh hoạt, công nghiệp, dịch vụ,...

Với mỗi hệ thống sông sẽ có một bộ cơ sở dữ liệu cụ thể, căn cứ vào bộ cơ sở dữ liệu này chúng ta sẽ có thể xác định và tính toán được DCTT cho hệ thống sông đó.

Trong nghiên cứu của mình, tác giả chọn hệ thống sông VG – TB làm đối tượng để áp dụng kết quả nghiên cứu vào tính toán DCTT. Ứng dụng mô hình họ MIKE để tính toán các thành phần dòng chảy.

2.2.3. Tổ hợp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông

Phương án tổ hợp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông phải đảm bảo tính bền vững, hiệu quả trong khai thác sử dụng tài nguyên nước, cụ thể phải đảm bảo một số tiêu chí như sau:

- Đảm bảo khả năng đáp ứng nguồn nước;
- Đảm bảo phân bổ, khai thác sử dụng tài nguyên nước một cách hợp lý giữa các ngành và các địa phương;
- Ưu tiên đảm bảo cấp nước cho sinh hoạt các đô thị lớn, khu công nghiệp, kinh tế tập trung và các ngành sản xuất có giá trị kinh tế cao, đảm bảo tưới hợp lý cho cây trồng;
- Đảm bảo duy trì hệ sinh thái sông;

- Đảm bảo sự đồng thuận của các bên tham gia.

Phân bổ nguồn nước trong xác định DCTT được đề xuất như sau:

- Dòng chảy duy trì sông là thành phần dòng chảy bắt buộc phải được duy trì kể cả trong điều kiện thiếu nước hoặc hạn hán nghiêm trọng, thành phần dòng chảy này thường có giá trị nhỏ hơn hai thành phần dòng chảy còn lại, duy trì dòng chảy ở mức này có thể có những ảnh hưởng đến sự phát triển bình thường của hệ sinh thái thủy sinh và các hoạt động khai thác sử dụng nước;

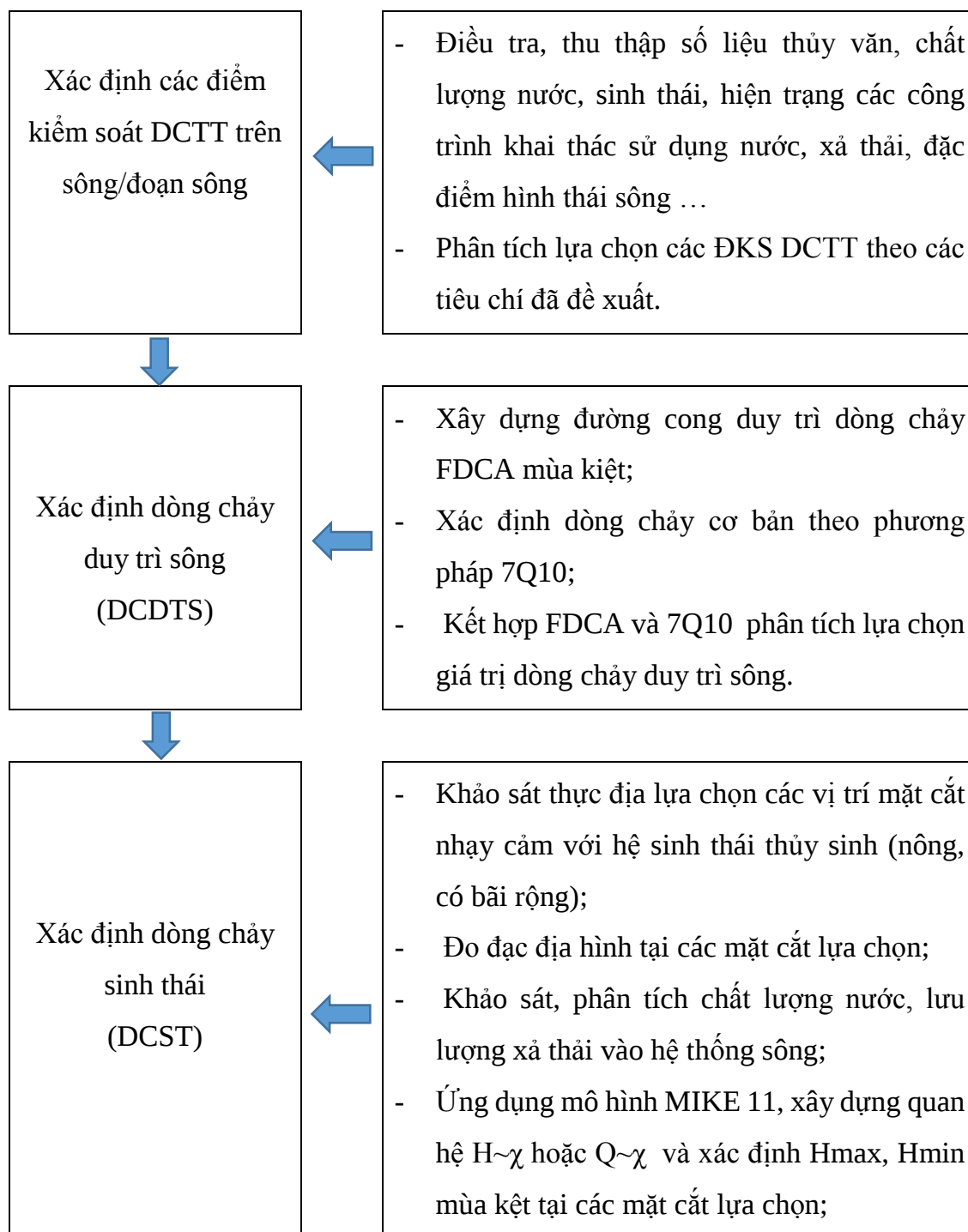
- Dòng chảy sinh thái, đối với các dòng sông/đoạn sông có tính đa dạng sinh học cao, có các loài sinh vật thủy sinh có giá trị bảo tồn, cần ưu tiên phân bổ dòng chảy sinh thái. Đối với các dòng sông/đoạn sông có tính đa dạng sinh học ở mức độ trung bình đến thấp, dòng chảy sinh thái có thể được duy trì ở mức độ thấp hơn để hài hòa cho các hoạt động khai thác, sử dụng nước;

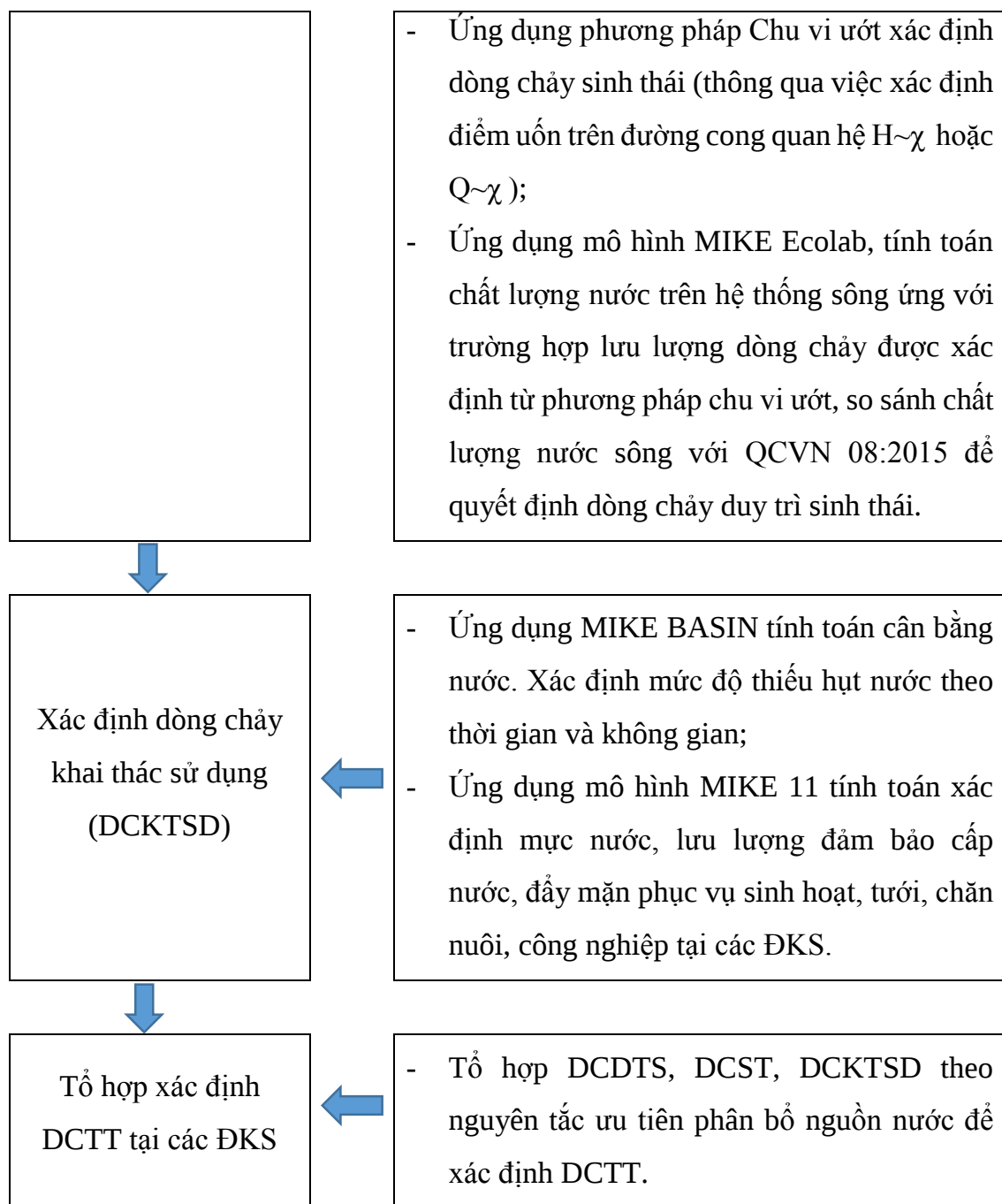
- Dòng chảy khai thác sử dụng là thành phần dòng chảy cần thiết cho hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên nước của các đối tượng sử dụng nước trên dòng sông/đoạn sông dưới hạ lưu. Do đó, cần phân cấp mức độ ưu tiên đối với các đối tượng sử dụng nước. Theo luật tài nguyên nước 2012, việc điều hòa, phân phối tài nguyên nước cho các mục đích sử dụng phải căn cứ vào quy hoạch tài nguyên nước, khả năng thực tế của nguồn nước, kế hoạch điều hòa, phân phối tài nguyên nước và bảo đảm các nguyên tắc: Công bằng, hợp lý giữa các tổ chức, cá nhân sử dụng nước trên cùng một lưu vực sông, giữa thượng lưu với hạ lưu, giữa bờ phải với bờ trái; Ưu tiên về số lượng, chất lượng nước cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp góp phần bảo đảm an ninh lương thực và các nhu cầu thiết yếu khác của người dân. Như vậy, trong trường hợp nguồn nước không đủ thỏa mãn các yêu cầu sử dụng nước, cấp nước sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp sẽ là các đối tượng được ưu tiên;

- Dòng chảy duy trì sông có ý nghĩa quan trọng trong điều kiện hạn hán, thiếu nước nghiêm trọng, các đoạn sông ngay sau các nhà máy thủy điện;

- Các hoạt động khai thác sử dụng nước tập trung chủ yếu ở vùng trung và hạ lưu, do vậy dòng chảy khai thác sử dụng cần được quan tâm nhiều hơn ở khu vực này.

Các bước xác định DCTT xem hình 2.5 dưới đây:





Hình 2.5 Sơ đồ các bước xác định dòng chảy tối thiểu

2.3. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

2.3.1. Giới thiệu chung về điều kiện tự nhiên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

2.3.1.1. Vị trí địa lý

Vu Gia – Thu Bồn là hệ thống sông lớn ở vùng Duyên hải miền Trung. Toàn bộ lưu vực nằm ở sườn Đông của dãy Trường Sơn với diện tích 10.350 km², trong đó diện tích thuộc tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng 9.789,5 ha (chiếm

94,6%), diện tích thuộc tỉnh Kon Tum 560,5 km². Lưu vực có vị trí tọa độ từ 16°03' đến 14°55' vĩ độ Bắc, 107°15' đến 108°24' kinh độ Đông.



Hình 2.6 Bản đồ vị trí lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

2.3.1.2. Đặc điểm địa hình

Địa hình của lưu vực biến đổi khá phức tạp, bị chia cắt mạnh tạo nên bốn dạng địa hình chính sau: Địa hình vùng núi; địa hình vùng gò đồi; địa hình vùng đồng bằng và địa hình vùng cát ven biển. Trong đó, địa hình vùng núi chiếm phần lớn diện tích lưu vực.

2.3.1.3. Đặc điểm thổ nhưỡng

Trên lưu vực sông VG – TB có 10 nhóm đất. Trong đó, nhóm đất đỏ vàng chiếm diện tích lớn nhất (75,9% diện tích tự nhiên). Còn lại là các nhóm đất cát, đất mặn, đất mùn vàng đỏ trên núi, đất phù sa, đất xám bạc màu, đất đen, đất phèn, đất dốc tụ và đất xói mòn trơ sỏi đá.

2.3.1.4. Điều kiện khí hậu

Nhiệt độ bình quân trên lưu vực khá cao, có xu hướng giảm dần từ đồng bằng lên miền núi, tăng dần từ Bắc vào Nam. Nhiệt độ bình quân hàng năm vùng

núi $24,5 \div 25,4^{\circ}\text{C}$, vùng đồng bằng ven biển $25,4 \div 26,0^{\circ}\text{C}$. Biên độ nhiệt so với bình quân hàng năm trên dưới 4°C .

Số giờ nắng hàng năm khoảng 1.806 giờ đến 2.086 giờ. Độ ẩm không khí dao động từ $80 \div 95\%$. Độ ẩm không khí vào những ngày thấp nhất có thể xuống tới mức $20 \div 30\%$. Khả năng bốc hơi trung bình hàng năm từ $680 \div 1.040 \text{ mm}$. Tốc độ gió bình quân hàng năm, vùng núi đạt $0,7 \div 1,3 \text{ m/s}$, vùng đồng bằng ven biển đạt $1,3 \div 1,6 \text{ m/s}$.

Lượng mưa hàng năm dao động từ $2.000 \div 4.000 \text{ mm}$. Mùa mưa ở Quảng Nam, Đà Nẵng từ tháng IX đến tháng XII, mùa khô từ tháng I đến tháng VIII. Lượng mưa trong mùa mưa chiếm $65 \div 80\%$ lượng mưa cả năm. Thời kỳ mưa lớn nhất thường tập trung vào tháng X và tháng XI, chiếm $40 \div 50\%$ lượng mưa cả năm.

2.3.1.5. Điều kiện thủy văn và tình hình xâm nhập mặn

a/ Mạng lưới sông ngòi

Hệ thống sông VG - TB bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc sườn phía Đông của dãy Trường Sơn, sông có độ dài ngắn và độ dốc lòng sông lớn. Ở vùng thượng lưu, lòng sông hẹp, bờ sông dốc đứng, có nhiều ghềnh thác, độ uốn khúc từ $1 \div 2$. Phần giáp ranh giữa trung lưu và hạ lưu, lòng sông tương đối rộng và nông, có nhiều cồn bãi giữa dòng. Về phía hạ lưu lòng sông thường thay đổi, bờ sông thấp nên vào mùa lũ hàng năm thường gây ngập lụt. Sông VG - TB gồm 2 nhánh chính:

- Sông Vu Gia hợp thành bởi nhiều nhánh sông, đáng kể là các sông Đăk Mi (sông Cái), sông Bung, sông A Vương, sông Con. Sông Vu Gia có chiều dài đến cửa ra tại Đà Nẵng (Cửa Hàn) là 204 km, đến Cẩm Lệ: 189 km, đến Ái Nghĩa: 166 km. Diện tích lưu vực đến Ái Nghĩa là 5.180 km^2 .

- + Sông Đăk Mi: bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Linh cao trên 2.000 m thuộc tỉnh Kon Tum. Sông có chiều dài 129 km với diện tích lưu vực 1.900 km^2 , có hướng chảy Bắc Nam, nhập vào sông Bung tại Trung Hiệp.

- + Sông Bung: bắt nguồn từ dãy núi cao ở phía Tây Bắc, chảy theo hướng Tây Đông. Sông có chiều dài 131 km với diện tích lưu vực 2.530 km^2 .

- + Sông A Vương là một nhánh chính của sông Bung, diện tích lưu vực 898 km^2 , chiều dài 84 km.

+ Sông Con: bắt nguồn từ vùng núi cao của huyện Đông Giang, hướng chảy chính Bắc – Nam, diện tích lưu vực 627 km^2 , chiều dài 47 km.

- Sông Thu Bồn bắt nguồn từ vùng biên giới giữa 3 tỉnh Quảng Nam, Kon Tum và Quảng Ngãi, ở độ cao hơn 2.000 m, chảy theo hướng Nam – Bắc; về Phước Hội sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc, khi đến Giao Thủy sông chảy theo hướng Tây - Đông và đổ ra biển tại Cửa Đại. Từ thượng nguồn đến Nông Sơn có diện tích là 3.150 km^2 , dài 126 km, đến Giao Thủy là 3.825 km^2 , dài 152 km. Sông Thu Bồn gồm có nhiều sông nhánh, đáng kể là các sông sau:

+ Sông Tranh có diện tích lưu vực 644 km^2 , chiều dài 196 km;

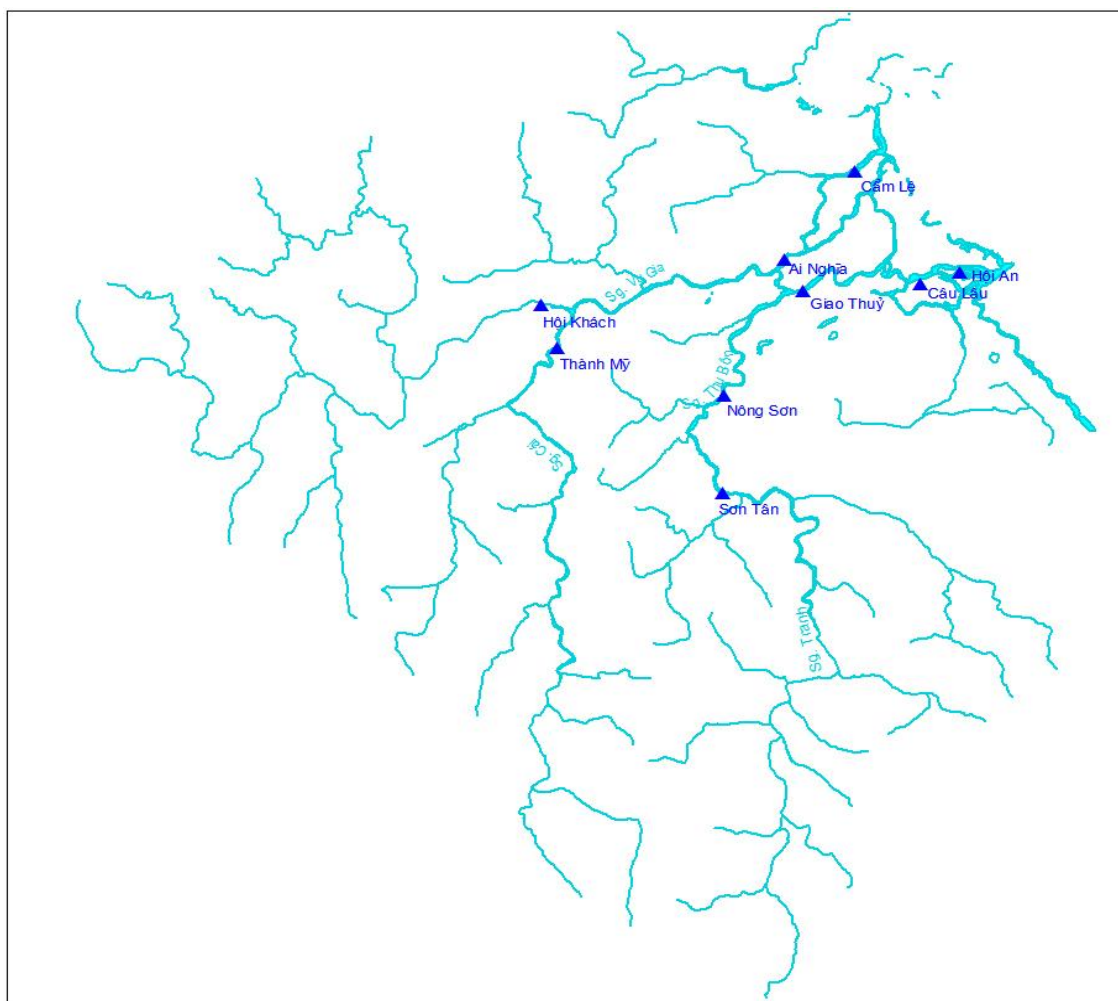
+ Sông Khang có diện tích lưu vực 609 km^2 , chiều dài 57 km;

+ Sông Trường Giang có diện tích lưu vực 446 km^2 , chiều dài 29 km.

Ở phần hạ lưu, sông Vu Gia còn tiếp nhận sông Túy Loan diện tích lưu vực là 309 km^2 , dài 30 km, sông Thu Bồn tiếp nhận sông Ly Ly có diện tích lưu vực là 275 km^2 , dài 38 km.

Diện tích toàn bộ lưu vực VG- TB tính đến cửa sông là 10.350 km^2 . Khu vực hạ lưu, dòng chảy của hai sông có sự trao đổi với nhau: Sông Quảng Huế dẫn một lượng nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn; Cách Quảng Huế 16 km, sông Vĩnh Điện lại dẫn một lượng nước từ sông Thu Bồn trả lại sông Vu Gia.

b/ Mạng lưới trạm quan trắc thủy văn



Hình 2.7 Sơ đồ vị trí các trạm thủy văn trên lưu vực sông VG-TB

Bảng 2.1. Mạng lưới các trạm thủy văn trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

TT	Trạm	Flv (km ²)	Sông	Yếu tố đo	Vị trí trạm		Liệt tài liệu
					Kinh độ	Vĩ độ	
1	Thành Mỹ	1850	Cái	Q, H, D, X	107 ⁰ 50'	15 ⁰ 46'	1977 đến nay
2	Nông Sơn	3150	Thu Bồn	Q, H, D, X	108 ⁰ 03'	15 ⁰ 42'	1977 đến nay
3	Cẩm lệ		Vu Gia	X, H	108 ⁰ 02'	16 ⁰ 00'	1977 đến nay
4	Ái Nghĩa		Vu Gia	X, H	108 ⁰ 07'	15 ⁰ 53'	1977 đến nay
5	Hội Khách		Vu Gia	X, H	107 ⁰ 49'	15 ⁰ 49'	1977 đến nay
6	Hội An		Thu Bồn	X, H	108 ⁰ 20'	15 ⁰ 52'	1977 đến nay

7	Giao Thủy		Thu Bồn	X, H	108 ⁰⁰ 1'	15 ⁰⁴ 8'	1977 đến nay
8	Câu Lâu		Thu Bồn	X, H	108 ⁰¹ 7'	15 ⁰⁵ 1'	1977 đến nay
9	Sơn Tân		Thu Bồn	X, H	108 ⁰⁰ 2'	15 ⁰³ 4'	1977 đến nay
10	Sơn Trà		Biển	X, H	108 ⁰¹ 3'	16 ⁰⁰ 6'	1977 đến nay

Ghi chú: H: Mực nước; Q: Lưu lượng; D: Độ đục; X: Lượng mưa

c/ Dòng chảy năm và phân phối dòng chảy năm

Dòng chảy năm: Do lưu vực có lượng mưa dồi dào nên dòng chảy mặt trong sông khá lớn. Mô đun dòng chảy trung bình năm dao động từ $38,8 \div 75,9$ l/s.km². Tổng lượng dòng chảy năm khoảng 20,4 tỷ m³. Dòng chảy trong năm được chia thành 2 mùa rõ rệt: Mùa lũ và mùa kiệt. Mùa lũ từ tháng IX đến tháng XII, dòng chảy mùa lũ chiếm 65% tổng lượng dòng chảy năm.

Bảng 2.2. Thông số dòng chảy năm các sông chính trên lưu vực

Sông	Tính đến	F _{lv} (km ²)	X _o (mm)	Y _o (mm)	Q _o (m ³ /s)	M _o (l/s.km ²)	W _o (10 ⁹ m ³)
Vu Gia	Thành Mỹ	1.850	2.770	1.943	114	61,6	3,60
	Ái Nghĩa	5.180	2.420	1.650	271	56,2	8,55
Thu Bồn	Nông Sơn	3.150	3.300	2.393	254	75,9	7,54
	Giao Thủy	3.825	3.300	2.390	308	75,8	9,15
Ly Ly	Vu Gia	275	2.200	1.390	12,3	44,7	0,39
Túy Loan	Thu Bồn	309	2.000	1.224	12,0	38,8	0,38

Nguồn: [18]

Dòng chảy kiệt: Mùa kiệt bắt đầu từ tháng I đến tháng VIII hàng năm. Dòng chảy nhỏ nhất trên lưu vực phần lớn xuất hiện vào tháng IV, những năm ít hoặc không có mưa tiểu mãn vào tháng V, tháng VI thì dòng chảy nhỏ nhất xuất hiện vào tháng VII và tháng VIII.

Các sông có diện tích lưu vực $F > 300$ km² thì tháng có dòng chảy nhỏ nhất thường là tháng IV, với lưu vực có $F < 300$ km² thì tháng có dòng chảy nhỏ nhất vào tháng VIII.

Dòng chảy mùa kiệt phụ thuộc vào trữ lượng nước trong sông và lượng mưa

trong mùa kiệt. Có thể chia mùa kiệt thành 2 thời kỳ:

- Thời kỳ dòng chảy ổn định: Từ tháng I đến tháng IV hàng năm, dòng chảy thời gian này chủ yếu là do lượng nước trữ trong lưu vực sông cung cấp nên có xu hướng giảm dần theo thời gian và sau đó ổn định;
- Thời kỳ dòng chảy không ổn định: Từ tháng V đến tháng VIII hàng năm, nguồn cung cấp nước cho dòng chảy thời kỳ này ngoài nước ngầm ra còn có lượng mưa trong mùa kiệt (mưa tiểu mãn).

Vùng có dòng chảy mùa kiệt lớn nhất là thượng nguồn các sông, mô đun dòng chảy mùa kiệt khoảng $25 \div 30 \text{ l/s.km}^2$, mô đun dòng chảy nhỏ nhất tháng khoảng $10 \div 15 \text{ l/s.km}^2$.

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

Bảng 2.3. Dòng chảy kiệt nhỏ nhất tại các trạm (1977 ÷ 2014)

Trạm	Sông	F_{lv} (km^2)	Mô đun kiệt tháng M (l/s.km^2)	Tháng xuất hiện	Mô đun kiệt ngày M (l/s.km^2)	Ngày xuất hiện
Thành Mỹ	Cái	1.850	8,76	4/83	6,11	4/9/88
Nông Sơn	Thu Bồn	3.150	8,98	4/83	4,63	17/8/77

Nguồn: [18]

Dòng chảy mùa lũ: Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất giai đoạn (1977÷2014) đạt tới $7000 \text{ m}^3/\text{s}$ ($M_{Q_{\max}} = 3,78 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$) vào ngày 20/X/1998 tại trạm Thành Mỹ trên sông Cái, $10.800 \text{ m}^3/\text{s}$ ($M_{Q_{\max}}=3,42 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$) vào ngày 12/XI/2007 tại trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn. Các trận lũ lớn và đặc biệt đã gây ngập lụt nghiêm trọng ở vùng hạ du.

d/ Tình hình xâm nhập mặn

Sông Vu Gia, tại cửa sông Hàn độ mặn khá cao $22 \div 25\text{‰}$, tại cầu Nguyễn Văn Trỗi trên sông Hàn, cách biển 4,5 km, độ mặn lớn nhất $25 \div 30\text{‰}$, thấp nhất

14÷16‰. Độ mặn lớn nhất thường xuất hiện vào tháng III và thấp nhất vào tháng VIII.

Sông Vĩnh Điện: Thời gian xuất hiện đỉnh mặn, chân mặn cùng hoặc sau 1÷2 giờ so với đỉnh, chân triều. Độ mặn trên sông Vĩnh Điện ảnh hưởng trực tiếp từ cửa sông Hàn nhưng lại thay đổi chủ yếu do lượng dòng chảy từ khu vực trung lưu sông Vu Gia, Thu Bồn và điều tiết của đập An Trạch. Ranh giới mặn dưới 1‰ thường cách Cửa Hàn khoảng 15 km, năm xa nhất lên đến 25 km. Tại Trung Lương cách biển 8,5 km có độ mặn lớn nhất 16-19‰, tại Cỏ Mân cách biển 12,5 km có độ mặn lớn nhất 10÷15‰, nhỏ nhất 3÷4 ‰.

Sông Thu Bồn: Khoảng cách bị ảnh hưởng triều có thể lên cách cửa biển gần 35km, nhưng khoảng cách bị ảnh hưởng mặn ngắn hơn nhiều. Mùa khô, tại cầu Câu Lâu cách biển 16 km, độ mặn lớn nhất hàng năm thường dưới 1‰, đặc biệt chỉ có mùa khô năm 1983 tại đây đã đo được độ mặn lớn nhất lên đến 3‰.

Sông Thu Bồn- Bà Rén có độ mặn lớn hơn sông Thu Bồn- Hội An do dòng chảy thượng nguồn từ Thu Bồn đổ về sông Bà Rén vào mùa kiệt rất nhỏ và dòng chảy trên sông Ly Ly cũng rất nhỏ, nên ranh giới mặn có thể lên đến cầu Bà Rén cách Cửa Đại 15,4 km. Độ mặn trên sông này có xu hướng giảm chậm từ hạ lưu đến thượng lưu.

2.3.1.6 Đặc điểm sinh vật thủy sinh

Theo các kết quả nghiên cứu đã được công bố [1][3][7][8][9][18], đặc điểm sinh vật thủy sinh trên lưu vực sông VG – TB như sau:

a/ Về thực vật nổi

Trên lưu vực sông VG - TB đã xác định được 46 loài thực vật nổi (TVN) thuộc 15 họ của 4 ngành, bao gồm các ngành: Tảo Silic (Bacillariophyta), tảo Lục (Chlorophyta), tảo Lam (Cyanophyta) và tảo Mắt (Euglenophyta). Trong thành phần TVN, nhóm tảo Silic chiếm tỉ lệ cao nhất với 30 loài (chiếm 65% tổng số loài ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu), tiếp đến nhóm tảo Lục với 7 loài (chiếm 15%), tảo Lam với 6 loài (chiếm 13%), thấp nhất là tảo Mắt với 3 loài (chiếm 7%). Các loài TVN có mặt trong lưu vực sông VG - TB là những loài nhiệt đới phân bố rộng. Ở dạng thủy vực này, thành phần loài tảo Silic chiếm ưu thế, thể

hiện đặc điểm khu hệ thủy sinh vật là những loài thường có mặt tại các thủy vực tự nhiên chưa bị tác động mạnh bởi các hoạt động sản xuất và sinh hoạt của con người.

b/Về động vật nổi

Trên lưu vực sông VG - TB đã xác định được 40 loài động vật nổi (ĐVN) thuộc các nhóm: Giáp xác Chân chèo (Copepoda), giáp xác Râu ngành (Cladocera), Trùng bánh xe (Rotatoria) và các nhóm khác thuộc nhóm Ấu trùng giáp xác Crustacea, Ấu trùng thân mềm Mollusca và ấu trùng côn trùng Insect larvae. Trong thành phần ĐVN, nhóm Giáp xác Chân chèo có số loài đa dạng nhất với 13 loài (chiếm 36% tổng số loài ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu), tiếp đến là nhóm Giáp xác Râu ngành với 11 loài (chiếm 31%), Trùng bánh xe với 9 loài (chiếm 25%). Các nhóm khác chỉ có 3 loài (chiếm 8%). Thành phần loài ĐVN với đa phần là các loài phổ biến, thường gặp trong các dạng thủy vực tự nhiên nước không bị ô nhiễm.

c/Về động vật đáy

Trên lưu vực sông VG - TB đã xác định được 27 loài động vật đáy (ĐVD) thuộc các nhóm Ốc - Mollusca-Gastropoda; Hai mảnh vỏ - Mollusca - Bivalvia; Tôm-Crustacea - Macrura và ấu trùng Côn trùng Insect - larvae. Trong thành phần ĐVD, có 11 loài trai ốc nước ngọt thuộc 7 họ, 3 loài tôm cua thuộc 3 họ, 13 loài côn trùng thuộc 7 họ của 4 bộ. Trong đó: Các loài thuộc nhóm Chân bụng (Ốc) Mollusca Gastropoda đa dạng nhất với 11 loài (chiếm 41% tổng số loài ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu), tiếp đến là nhóm Hai mảnh vỏ Mollusca Bivalvia với 6 loài (chiếm 22%), nhóm Côn trùng nước Aquatic Insect với 7 loài (chiếm 26%) và nhóm Giáp xác với 3 loài (chiếm 11%). Các loài ĐVD đều thuộc các nhóm nước ngọt, phân bố rộng và phổ biến trong các dạng thủy vực trên toàn quốc.

d/ Về cá

Trên lưu vực sông VG - TB, đã thống kê được 210 loài cá thuộc 48 họ của 15 bộ cá nước ngọt, gồm các bộ: Cá Thát lát Osteoglossiformes, cá Cháo Elopiformes, cá Chình Anguilliformes, cá Trích Clupeiformes, cá Măng sữa Gonorrhynchiformes, cá Chép Cypriniformes, cá Hồng nhung Characiformes, cá

Nheo Siluriformes, cá Bạc đầu Cyprinodontiformes, cá Nhái Beloniformes, Mang liềm Synbranchiformes, cá Mù làn Scorpaeniformes, cá Vược Perciformes, cá Bon Pleuronectiformes và cá Nóc Tetraodontiformes.

Trong thành phần cá ghi nhận được thuộc lưu vực sông VG - TB, đáng lưu ý có hai loài cá tự nhiên có giá trị kinh tế cao là cá Chình và cá Lăng là hai loài cá thường sống tại sông nơi nước chảy mạnh (sông Cái, sông Vu Gia) và là loài cá quý hiếm, có giá trị về thực phẩm. Tuy nhiên số lượng hai loài này không nhiều và đang có nguy cơ suy giảm mạnh về số lượng.

Về mặt hình thái, hệ thống sông VG - TB được phân chia thành 3 vùng, gồm: Thượng lưu, trung lưu và hạ lưu. Trong tổng số 210 loài cá thuộc 48 họ của 15 bộ có sự phân bố không đồng đều ở 3 vùng, sự phân bố về thành phần loài cá theo các vùng cụ thể như sau:

- Vùng thượng lưu (từ thượng nguồn tới trạm thủy văn Thành Mỹ trên sông Vu Gia và từ thượng nguồn đến trạm thủy văn Nông Sơn trên sông Thu Bồn): Đã thống kê được 135 loài cá (chiếm 64,3% tổng số loài cá ở khu vực nghiên cứu) thuộc 37 họ (chiếm 77,1% tổng số họ) của 11 bộ (chiếm 73,3% tổng số bộ). Trong đó có: Cá Còm chấm *Chitala ornata*, cá Chình hoa *Anguilla marmorata*, cá Chình mun *Anguilla bicolor*, Cá Mòi cò hoa *Clupanodon thrissa*, cá Mòi cò chấm *Konosirus punctatus*, cá Lăng Hemibagrus *elongatus*, cá Lăng Quảng Bình *Hemibagrus centralus*, cá Lăng chấm *Hemibagrus guttatus*, cá Chạch sông *Mastacembelus armatus*,... Đây là những loài có giá trị bảo tồn cao, đặc trưng, đại diện cho vùng thượng lưu của hệ thống sông VG - TB.

- Vùng trung lưu (từ trạm thủy văn Thành Mỹ đến trạm thủy văn Ái Nghĩa trên sông Vu Gia và từ trạm thủy văn Nông Sơn đến trạm thủy văn Giao Thủy trên sông Thu Bồn): Đã thống kê được 180 loài cá (chiếm 85,7% tổng số loài cá ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu) thuộc 46 họ (chiếm 95,8% tổng số họ) của 13 bộ (chiếm 86,7% tổng số bộ). Trong đó có: Cá Thát lát *Notopterus notopterus*, cá Chình hoa *Anguilla marmorata*, cá Cơm sông *Stolephorus tri*, cá Chày đất đầu ngắn *Spinibarbus brevicephalus*, cá Chày đất *Spinibarbus hollandi*, cá Mè núi *Osteochilus hasseltii*, cá Dầm đất *Osteochilus salsbryi*, cá Rung *Carassioides*

cantonensis, cá Chạch hoa chấm *Cobitis arenae*, cá Chạch bùn núi *Misgurnus tonkinensis*, cá Lăng chấm *Hemibagrus guttatus*, cá Ngạnh thường *Cranoglanis henrici*, cá Ngạnh thon *Cranoglanis boudieri*, cá Nheo *Silurus asotus*, cá Trê đen *Clarias fuscus*, cá Trê vàng *Clarias macrocephalus*, cá Đồi đục *Mugil cephalus*, cá Đồi lá *Mugil kelaartii*, cá Đồi đất *Liza dussumieri*, cá Bống suối đầu ngắn *Philypnus chalmersi*, cá Bống đen lớn *Eleotris melanosoma*, cá Bống đá *Rhinogobius giurinus*,... Đây là những loài có giá trị kinh tế mang lại thu nhập cho người dân địa phương hoặc những loài phổ biến, đặc trưng, đại diện cho vùng trung lưu của sông VG - TB.

- Vùng hạ lưu (từ trạm thủy văn Ái Nghĩa đến Cửa Hàn và từ trạm thủy văn Giao Thủy đến Cửa Đại): Đã thống kê được 189 loài cá (chiếm 90,0% tổng số loài cá ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu) thuộc 45 họ (chiếm 93,8% tổng số họ) của 13 bộ (chiếm 86,7% tổng số bộ). Vùng hạ lưu có tốc độ dòng chảy chậm, dân địa phương nuôi nhiều loài cá kinh tế phục vụ cho nhu cầu hàng ngày của con người hoặc những loài cá phổ biến, như: Cá Lòng tong dài *Esomus longimanus*, cá Lòng tong bay *Esomus danricus*, cá Chàm vảy to *Zacco macrolepis*, cá Trắm cỏ *Ctenopharyngodon idellus*, cá Mè trắng *Hypophthalmichthys molitrix*, cá Mè hoa *Aristichthys nobilis*, cá Chày đất *Spinibarbus hollandi*, cá Mè vinh *Barbodes gonionotus*, cá Trôi ta *Cirrhinas molitorella*, cá Trôi ấn độ *Cirrhinas mrigala*, cá Chép *Cyprinus carpio*, cá Chim trắng nước ngọt *Colossoma brachypomum*, cá Diếc *Carassius auratus*, cá Trê phi *Clarias gariepinus*, Lươn đồng *Monopterus albus*, cá Rô phi *Oreochromis mossambicus*, cá Rô phi vằn *Oreochromis niloticus*, cá Bống tượng *Oxyeleotris marmoratus*,....

Bảng 2.4 Danh sách các loài cá có giá trị bảo tồn ở lưu vực sông VG – TB

TT	Tên khoa học	Tên Việt Nam	Tình trạng bảo tồn	
			SĐVN, 2007	IUCN, 2014
1	<i>Chitala ornata</i>	Cá Còm chấm	VU	
2	<i>Megalops cyprinoides</i>	Cá Cháo lớn	VU	DD

TT	Tên khoa học	Tên Việt Nam	Tình trạng bảo tồn	
			SDVN, 2007	IUCN, 2014
3	<i>Anguilla marmorata</i>	Cá Chình hoa	VU	
4	<i>Anguilla bicolor</i>	Cá Chình mun	VU	NT
5	<i>Clupanodon thrissa</i>	Cá Mòi cò hoa	EN	
6	<i>Konosirus punctatus</i>	Cá Mòi cò chấm	VU	
7	<i>Hemibagrus elongatus</i>	Cá Lăng	VU	
Tổng số			7	2

Ghi chú: EN (Nguy cấp); VU (Sẽ nguy cấp); NT (Sắp bị đe dọa); DD (Thiếu dẫn liệu). Nguồn: [18]

2.3.2. Hiện trạng và phương hướng phát triển các ngành dùng nước trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

2.3.2.1. Ngành nông nghiệp

Nông nghiệp là ngành sử dụng nước mặt chủ yếu trên lưu vực. Theo thống kê đến 31/12/2014, tổng diện tích đất nông nghiệp trên lưu vực là 751.950,4 ha. Trong đó, diện tích đất sản xuất nông nghiệp 111.189,1 ha, chiếm 14,8%. Diện tích trồng lúa tập trung chủ yếu ở vùng hạ du sông Thu Bồn. Tổng diện tích lúa đông xuân 30.681 ha, lúa hè thu 25.893 ha, lúa mùa 4.237 ha. Ngô là cây lương thực quan trọng đứng thứ hai sau cây lúa, tập trung chủ yếu ở vùng thượng, hạ du sông Thu Bồn. Diện tích ngô đông xuân 6.746 ha, ngô hè thu 5.460 ha.

Trên lưu vực hiện có 761 công trình khai thác nước mặt phục vụ sản xuất nông nghiệp, gồm 86 hồ chứa, 491 đập dâng, 182 trạm bơm và 2 hệ thống kênh. Tổng diện tích tưới thực tế từ các công trình là 36.318,4 ha, đạt 78,8 % diện tích tưới thiết kế, chiếm 60 % diện tích canh tác.

Phương hướng phát triển ngành trồng trọt đến năm 2025 là tập trung đầu tư sản xuất theo chiều sâu, tăng năng suất, chất lượng cây lương thực, xây dựng các vùng trồng lúa giống, vùng trồng lúa chất lượng cao và ngô làm thức ăn chăn nuôi. Trên toàn lưu vực, diện tích trồng lúa sẽ giảm khoảng 3.600 ha thay vào đó tăng diện tích trồng ngô, mía, rau đậu các loại.

Theo quy hoạch thủy lợi miền Trung trong điều kiện biến đổi khí hậu đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt tại quyết định số 1588/QĐ- TTg ngày 24 tháng 10 năm 2012: Tiếp tục đầu tư nâng cấp các công trình tưới tiêu hiện có để tưới tăng thêm cho 8.905 ha cây trồng các loại, cấp nước tạo nguồn cho nuôi trồng thủy sản là 3.763,4 ha; Đầu tư xây mới 155 công trình tưới cho 24.088 ha cây trồng, cấp nước sinh hoạt cho 240.500 người.

2.3.2.2. Cấp nước phục vụ dân sinh:

Theo số liệu thống kê đến 31/12/2014, tổng dân số trên lưu vực 1.934.518 người.

Đà Nẵng hiện có 3 nhà máy cấp nước, trong đó có 2 nhà máy (Cầu Đỏ, Sân bay) lấy nước trên hệ thống sông VG-TB. Nhà máy cấp nước Cầu Đỏ được xây dựng từ năm 1969, lấy nước trên sông Cầu Đỏ tại vị trí cách cửa sông khoảng 15 km nên thường bị nhiễm mặn vào mùa khô. Công suất thực tế 120.000 m³/ngày đêm chiếm 77% tổng lượng nước cấp từ các nhà máy. Nhà máy nước Sân Bay được xây dựng từ năm 1973, nguồn nước thô cấp cho nhà máy cũng được lấy từ sông Cầu Đỏ. Công suất thực tế 30.000 m³/ngày đêm chiếm 19% tổng lượng nước cấp từ các nhà máy.

Quảng Nam, nhà máy cấp nước thành phố Hội An hiện có công suất 6.000 m³/ngày đêm, nguồn nước lấy từ trạm bơm Vĩnh Điện. Hầu hết các huyện thị đều đã có các công trình cấp nước sinh hoạt tập trung. Toàn tỉnh hiện có 77% dân số được cung cấp nước sinh hoạt, trong đó khu vực thành thị đạt 100%, khu vực nông thôn đạt 72%.

Theo số liệu thống kê của Công ty Cấp nước Đà Nẵng, từ năm 2000 đến năm 2007 (trước khi có thủy điện), trong vòng 7 năm chỉ có 26 ngày Nhà máy nước Cầu Đỏ bị nhiễm mặn (trừ năm 2001 sông Vu Gia bị cắt dòng tại Đại Cù). Trung bình mỗi năm có 4 ngày bị nhiễm mặn. Nhưng chỉ trong 6 năm trở lại đây, từ khi có các công trình thủy điện hoạt động (2009 ÷ 2014) có đến 508 ngày bị nhiễm mặn, trung bình mỗi năm có 73 ngày, gấp gần 20 lần so với thời kỳ trước khi có các công trình thủy điện. Xâm nhập mặn cũng ảnh hưởng lớn đến việc lấy nước của các nhà máy cấp nước sinh hoạt Vĩnh Điện, Điện Thọ, Hội An.

Đến năm 2025, dự báo dân số trên lưu vực đạt 2.180.231 người. Để đáp ứng yêu cầu dân số tăng và phát triển đô thị, nhà máy cấp nước thành phố Hội An sẽ được nâng cấp lên 21.000 m³/ngày. đêm. Xây dựng mới 18 nhà máy nước cung cấp cho các trung tâm cấp huyện và các khu công nghiệp.

2.3.2.3. Công nghiệp

Phát triển công nghiệp trên lưu vực đang ở mức khiêm tốn, hiện có 9 khu công nghiệp tập trung và một số cụm công nghiệp với tổng diện tích 809 ha. Hiện nay chưa có nhà máy khai thác nước mặt phục vụ cấp nước cho công nghiệp.

Đến 2025, trên toàn lưu vực sẽ có 15 khu công nghiệp, 29 cụm công nghiệp tập trung với tổng diện tích khoảng 4.361 ha. Trong điều kiện nguồn nước ngầm trên lưu vực có hạn, nước mặt sẽ là một lựa chọn tất yếu để phục vụ sản xuất công nghiệp. Dự kiến trên sông Yên (Vu Gia) sẽ xây dựng các nhà máy cấp nước nhỏ để cấp nước sinh hoạt và một số cơ sở sản xuất công nghiệp với công suất 250.000 m³/ngày đêm.

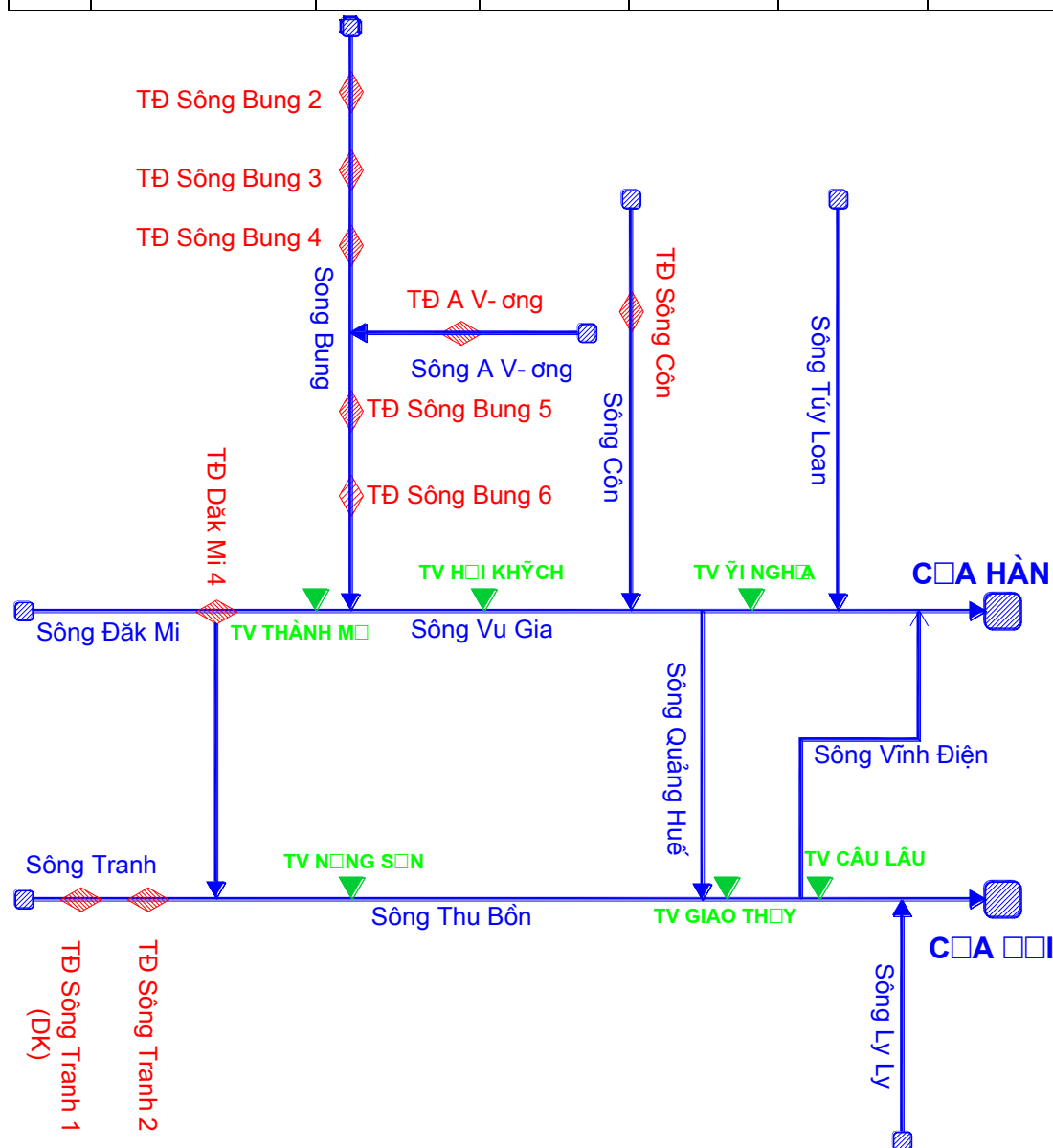
2.3.2.4. Thủy điện

Tính đến 31/12/2014, trên dòng chính sông VG - TB đã có 11 công trình thủy điện lớn và vừa phát điện. Trong đó, có 4 công trình thủy điện có công suất phát điện trên 100 MW là thủy điện A Vương, Sông Tranh 2, Đăk Mi 4, Sông Bung 4. Sơ đồ bậc thang thủy điện trên hệ thống sông VG-TB xem hình 2.7.

Bảng 2.5. Hiện trạng các công trình thủy điện trên lưu vực

TT	Tên công trình	MNDBT (m)	Flv (km ²)	Dung tích (10 ⁶ m ³)	Công suất (MW)	Năm hoàn thành
1	A Vương	380,0	682,0	343,6	210	2009
2	Sông Côn 2	278,0	331,1	30,4	57	2009
3	Đăk Mi 1	845,0	396,8	93,6	58	2012
4	Đăk Mi 2	630,0	445,0	2,1	98	2013

5	Đắk Mi 3	355,0	603,0	3,3	45	2012
6	Đắk Mi 4	258,0	1125,0	310,3	148	2011
7	Sông Tranh 2	175,0	1100,0	733,4	190	2010
8	Sông Bung 3	605,0	1200,0	48,8	7,5	2013
9	Sông Bung 4	222,5	1477,0	493,2	156	2013
10	Sông Bung 5		2380,0	20,1	57	2012
11	Sông Bung 6			20,5	26	2013



Hình 2.8. Sơ đồ bậc thang thủy điện trên lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

2.3.3. Một số nhận xét về khu vực nghiên cứu

- Hệ thống sông VG – TB là hệ thống sông lớn vùng duyên hải miền Trung có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội của hai tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng.

- Hệ sinh thái trên lưu vực khá phong phú. Về sinh vật thủy sinh, đã thống kê được 46 loài TVN, 40 loài ĐVN, 27 loài ĐVĐ, 210 loài cá (trong đó 7 loài có giá trị bảo tồn).

- Trên lưu vực hiện có 761 công trình khai thác nước mặt phục vụ sản xuất nông nghiệp với 86 hồ chứa, 491 đập dâng, 182 trạm bơm và 2 hệ thống kênh. Hệ thống sông VG – TB còn là nguồn cung cấp nước cho các khu công nghiệp và đặc biệt cung cấp nước sinh hoạt cho thành phố Đà Nẵng, Hội An.

- Nguồn nước trên lưu vực khá dồi dào. Tuy nhiên, trên lưu vực hiện có 11 công trình thủy điện lớn đã và đang xây dựng, hoạt động của các công trình thủy điện đã tác động trực tiếp đến dòng chảy tự nhiên của dòng sông, ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động cấp nước phía hạ du. Hệ lụy của việc chặn dòng làm thủy điện ở thượng nguồn, chuyển nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn đã khiến cho Đà Nẵng đang phải đối mặt với thách thức thiếu nước sạch nghiêm trọng trong thời gian qua. Bởi nguồn nước sông Cầu Đỏ (chiếm đến 90% lượng nước thô để sản xuất nước sạch cung cấp cho Đà Nẵng, nguồn cung cấp nước chủ yếu cho 1,7 triệu dân Đà Nẵng) đang bị nước biển xâm thực nặng.

2.4. Các công cụ tính toán dòng chảy tối thiểu

Hiện nay, có khá nhiều các phần mềm tính toán thủy văn, dòng chảy, lan truyền chất đã được nghiên cứu và ứng dụng ở nước ta như phần mềm họ MIKE (Viện Thủy lực Đan Mạch), phần mềm SOBEK (Delft, Hà Lan), Qual2-E (EPA, Mỹ), DufLOW (IHE, Delft và trường Đại học Nông nghiệp Wageningen, Hà Lan), VRSAP của cô PGS. Nguyễn Như Khuê, KOD1 của GS-TSKH Nguyễn Ân Niên, SAL của GS-TS Nguyễn Tất Đắc. Phần mềm WEAP tính toán cân bằng nước... Phần mềm họ MIKE được lựa chọn là công cụ tính toán với lý do đây là phần mềm được sử dụng khá thông dụng, đã được kiểm nghiệm nhiều trong thực tế, giao diện mạnh, tiện ích đầy đủ, dễ cho người sử dụng, thuận tiện cho việc giải

quyết các bài toán vừa và nhỏ. Tính toán nhu cầu nước cho cây trồng tác giả sử dụng phần mềm CROPWAT.

2.4.1. Công cụ tính toán nhu cầu nước

a/ Tính toán chỉ tiêu dùng nước cho trồng trọt

Tính toán mức tưới cho các loại cây trồng theo phương trình sau:

$$IRR = (ET_c + LP_{rep} + P_{rep}) - P_{eff} \quad (\text{mm/ngày}) \quad (2-4)$$

Trong đó:

IRR: Lượng nước cần tưới cho cây trồng trong thời đoạn tính toán (mm/ngày);

ET_c : Lượng bốc hơi của cây trồng trong thời đoạn tính toán (mm);

LP_{rep} : Lượng nước làm đất (mm);

P_{rep} : Lượng nước ngấm ổn định trong đất trong thời đoạn tính toán (mm/ngày);

P_{eff} : Lượng mưa hiệu quả cây trồng sử dụng được trong thời đoạn tính toán (mm).

- *Xác định lượng bốc hơi của cây trồng (ET_c):*

Lượng bốc hơi của cây trồng được tính theo công thức:

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (\text{mm/ngày}) \quad (2-5)$$

Trong đó:

+ K_c : Hệ số cây trồng, phụ thuộc vào vùng canh tác, giai đoạn sinh trưởng của cây trồng. Đây là một hệ số được xác định từ thực nghiệm và được rất nhiều các tổ chức nghiên cứu. Tác giả lựa chọn hệ số K_c cho lưu vực VG-TB như sau:

Bảng 2.6. Hệ số cây trồng của một số loại cây trồng chính

Cây trồng	Thời kỳ sinh trưởng			
	Bắt đầu	Phát triển	Giữa vụ	Cuối vụ
Lúa	1,1	1,2	1,2	1,05
Ngô	0,3	1,2	1,2	0,35
Lạc	0,7	1,05	1,05	0,95

Mía	0,4	1,25	1,25	0,75
Rau	0,7	1,05	1,05	0,95

+ ET_0 : Bốc thoát hơi nước tiềm năng (mm/ngày)

Bốc thoát hơi nước tiềm năng có thể coi là giới hạn trên của lượng tổn thất từ bề mặt đất có lớp phủ thực vật vào trong không khí, là thành phần quan trọng trong tính toán nhu cầu nước cho cây trồng. Bốc thoát hơi nước tiềm năng chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như: bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, gió... Lượng bốc thoát hơi nước tiềm năng thường được xác định bằng công thức kinh nghiệm. FAO đề nghị 4 phương pháp tính gồm: Phương pháp Blannet – Criddle; Phương pháp bức xạ mặt trời; Phương pháp Penman – Monteith. Tác giả lựa chọn phương pháp Penman-Monteith và sử dụng phần mềm CROPWAT 8.0 để tính toán lượng bốc thoát hơi nước tiềm năng.

- *Xác định lượng nước ngấm ổn định (P_{rep})*

$$P_{rep} = K \times t \quad (\text{mm}) \quad (2-6)$$

Trong đó:

K: Hệ số ngấm ổn định của đất (mm/ngày).

t: Thời gian tính toán (ngày).

- *Xác định lượng mưa hiệu quả (P_{eff}):*

Tính lượng mưa hiệu quả theo CROPWAT 8.0 có 4 phương pháp: Phương pháp tỷ lệ cố định; Phương pháp dựa theo cường độ mưa; Phương pháp dựa theo công thức kinh nghiệm và phương pháp tính của Bộ Nông nghiệp Mỹ. Đối với lưu vực VG-TB tác giả sử dụng phương pháp tỷ lệ cố định để tính toán lượng mưa hiệu quả như sau:

$$P_{eff} = C \times P_{mưa} \quad (\text{mm}) \quad (2-7)$$

Trong đó:

P_{eff} : Lượng mưa hiệu quả trong thời đoạn tính toán (mm)

$P_{mưa}$: Lượng mưa thực tế trong thời đoạn tính toán (mm)

C: Lượng mưa sử dụng được trong thời đoạn tính toán (%).

- Đối với cây trồng cạn phương trình (2-4) có dạng:

$$IRR = ET_c - P_{eff} \quad (2-8)$$

Tác giả sử dụng chương trình CROPWAT 8.0 để tính toán mức tưới cho các loại cây trồng.

b/ Tính toán các chỉ tiêu dùng nước cho sinh hoạt, chăn nuôi, công nghiệp và NTTS

- Chỉ tiêu dùng nước cho sinh hoạt

Dựa theo TCXDVN 33:2006, các chỉ tiêu cấp nước sinh hoạt áp dụng tính toán cho lưu vực VG – TB như sau:

Bảng 2.7. Các chỉ tiêu cấp nước sinh hoạt

TT	Loại đô thị	Chỉ tiêu dùng nước (l/người.ngày)	
		Giai đoạn hiện tại	Đến 2020
1	Đô thị loại I		
	+Nội đô	180	200
	+Ngoại vi	120	150
2	Đô thị loại II		
	+Nội đô	150	150
	+Ngoại vi	100	100
3	Đô thị loại III		
	+Nội đô	150	150
	+Ngoại vi	100	100
4	Đô thị loại IV	100	120
5	Đô thị loại V	80	100
6	Nông thôn	60	80

- Chỉ tiêu dùng nước cho chăn nuôi

+ Trâu, bò, lợn: 70l/con/ngày.đêm

+ Gia cầm: 2l/con/ngày.đêm

- Chỉ tiêu dùng nước cho công nghiệp

Chỉ tiêu dùng nước cho khu công nghiệp tập trung là 40 m³/ngày đêm/ha.

- Chỉ tiêu dùng nước cho NTTS

- + Nuôi trồng thủy sản ao hồ nhỏ, mặt nước lớn: Tổng cộng nhu cầu nước cho 1 vụ nuôi: 55.000 m³/ha/vụ
- + Nuôi trồng thủy sản ruộng trũng: Nuôi thủy sản ruộng trũng chủ yếu là nuôi cá vào vụ mùa hoặc nuôi xen vào giữa hai vụ lúa nên lượng nước yêu cầu cho thủy sản được lấy bằng lượng nước cho lúa.
- + Nuôi trồng thủy sản nước lợ: Theo các tài liệu nghiên cứu và thực tế cho thấy lượng nước ngọt cần pha loãng chiếm khoảng 1/3 tổng nhu cầu nước, tức là khoảng 18.000 m³/ha/vụ.

2.4.2. Mô hình MIKE BASIN:

a/ Phương trình mô phỏng:

Mô hình MIKE BASIN cho hệ thống sông VG-TB được xây dựng nhằm tính toán mô phỏng cân bằng nước của lưu vực, cung cấp điều kiện biên cho mô hình tính toán thủy lực MIKE 11.

Phương trình cân bằng nước tổng quát:

$$(X_1 + Z_1 + Y_1 + W_1) - (Z_2 + Y_2 + W_2) = U_2 - U_1 \quad (2-9)$$

Trong đó:

X_1 : Lượng mưa rơi xuống lưu vực (m³)

Z_1 : Lượng nước ngưng tụ từ khí quyển và đọng lại trên lưu vực (m³)

Y_1 : Lượng dòng chảy mặt vào lưu vực (m³)

W_1 : Lượng dòng chảy ngầm vào lưu vực (m³)

Z_2 : Lượng bốc hơi khỏi lưu vực (m³)

Y_2 : Lượng dòng chảy ra khỏi lưu vực (m³)

W_2 : Lượng dòng chảy ngầm ra khỏi lưu vực (m³)

U_1, U_2 : Lượng nước trữ trên lưu vực đầu và cuối thời đoạn tính (m³)

b/ Xây dựng mô hình mạng sông suối sử dụng trong mô hình MIKE BASIN

Căn cứ vào hiện trạng hệ thống công trình, hiện trạng sử dụng nước của các khu tưới, sơ đồ mạng sông đưa vào xây dựng trong mô hình MIKE BASIN bao gồm 29 sông suối, thống kê ở bảng 2.8.

Bảng 2.8 Mạng lưới sông suối trong mô hình MIKE BASIN

TT	Tên sông suối	TT	Tên sông suối
1	Vu Gia	16	Thu Bồn
2	Đak Se	17	Lang Cách
3	Đak Mang	18	Nước Ta Vi
4	Đak Pring	19	Bông Muer
5	Khe Yung	20	Sông Tiên
6	Sông Bung	21	An Bình
7	A Vương	22	Sông Khang
8	Tam Atsai	23	Sông Lâu
9	Tam Kan	24	Khe Lê
10	Sông Con	25	Khe Gió
11	Tam Yang	26	Thạch Bàn
12	Sông Dâng	27	Vĩnh Trinh
13	Túy Loan	28	Ly Ly
14	Lỗ Đông	29	Vĩnh Điện
15	Quảng Huế		

c/ Phân vùng tính toán

Phân vùng tính toán cân bằng nước dựa vào một số tiêu chí sau:

- Dựa trên đặc điểm tự nhiên, sự phân cắt của địa hình tạo nên khu có tính độc lập tương đối được bao bọc bởi các con sông hoặc các đường phân thủy;

- Khu sử dụng nước có đủ điều kiện để xác định các nút lấy nước, thoát nước, xả nước ...góp phần xây dựng được sơ đồ phát triển nguồn nước toàn lưu vực;

- Các vùng đều có tính độc lập tương đối trong quản lý khai thác tài nguyên nước và có liên hệ với các khu, tiểu khu khác.

Dựa vào các tiêu chí trên, toàn bộ lưu vực VG - TB đã được phân thành 5 vùng tính toán cân bằng nước như sau:

(1). Vùng Thượng Vu Gia đến Thành Mỹ (Vùng I):

Là lưu vực sông Vu Gia tính đến Thành Mỹ. Đây là vùng thượng lưu sông Vu Gia bao gồm một phần đất đai của huyện Nam Giang và các xã ở phía Tây huyện Phước Sơn là TT Khâm Đức, Phước Đức, Phước Năng, Phước Chánh, Phước Kim, Phước Mỹ, Phước Công và Phước Thành. Diện tích tự nhiên chủ yếu là rừng núi, diện tích đất canh tác tập trung ở ven sông Vu Gia.

Trong vùng hiện có 65 công trình thủy lợi, tưới cho 392 ha. Gần như tất cả các công trình thủy lợi đã có trong vùng là công trình nhỏ, diện tích tưới chỉ một vài ha. Trong đó có một số công trình đáng chú ý như:

- + Hồ Nước Zút thuộc xã Phước Năng huyện Phước Sơn có dung tích hiệu dụng 1,11 triệu m³, cấp nước tưới cho 120 ha;

- + Đập Xà Ca thuộc xã Phước Năng huyện Phước Sơn tưới cho 24 ha.

(2). Vùng trung lưu Vu Gia từ Thành Mỹ đến Ái Nghĩa (Vùng II):

Vùng trung lưu từ Thành Mỹ tới Ái Nghĩa bao gồm một phần đất đai của các huyện Nam Giang, Đông Giang, Tây Giang và Đại Lộc thuộc tỉnh Quảng Nam. Đến nay trong vùng đã xây dựng được 134 công trình các loại tưới cho 1.723 ha đất canh tác.

Phần lớn các công trình trong vùng là các công trình vừa và nhỏ. Chỉ có một số trạm bơm điện lấy nước dọc sông Vu Gia thuộc huyện Đại Lộc là có diện tích tưới khá lớn như:

- + Trạm bơm An Điền thuộc xã Đại Lãnh huyện Đại Lộc: diện tích tưới thiết kế 300 ha;

- + Trạm bơm Hà Tân thuộc xã Đại Lãnh huyện Đại Lộc: diện tích tưới thiết kế 200 ha;

- + Trạm bơm Trước Hạ 1 thuộc xã Đại Lãnh huyện Đại Lộc: diện tích tưới thiết kế 200 ha.

(3). Vùng lưu vực hạ lưu sông Vu Gia và Túy Loan (Vùng III):

Lưu vực hạ lưu sông Vu Gia và Túy Loan bao gồm đất đai của 7 xã thuộc huyện Hòa Vang là Hòa Ninh, Hòa Nhơn, Hòa Thọ, Hòa Khương, Hòa Phong, Hòa Phú và Hòa Sơn và 3 quận là Hải Châu, Thanh Khê, Ngũ Hành Sơn của thành phố Đà Nẵng, một phần huyện Điện Bàn, Duy Xuyên và Đại Lộc của tỉnh Quảng

Nam. Hiện tại trong vùng có 101 công trình tưới cho 17.268 ha đất canh tác. Một số công trình có quy mô khá trong vùng gồm:

- + Hồ chứa nước Đồng Nghệ có diện tích lưu vực 28 km², dung tích hiệu dụng 16,5.10⁶ m³, diện tích tưới thiết kế 1.200 ha, diện tích tưới thực tế 835 ha;

- + Trạm bơm Ái Nghĩa: Diện tích tưới thiết kế 1.700 ha, diện tích tưới thực tế 283 ha;

- + Trạm bơm Cẩm Văn: Diện tích tưới thiết kế 1.840 ha, diện tích tưới thực tế 307 ha;

- + Trạm bơm Bích Bắc: Diện tích tưới thiết kế 1.149 ha, diện tích tưới thực tế 1.045 ha.

(4). Vùng thượng lưu sông Thu Bồn đến Giao Thủy (Vùng IV):

Là vùng thượng lưu sông Thu Bồn tính đến Giao Thủy, bao gồm diện tích đất đai của các huyện Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức, xã Phước Hiệp huyện Phước Sơn, các xã Quế Trung, Quế Lộc, Quế Ninh, Quế Phước, Quế Lâm huyện Quế Sơn, các xã Duy Tân, Duy Thu, Duy Phú huyện Duy Xuyên, và các xã Đại Thanh, Đại Phong, Đại Minh, Đại Cường, Đại Thắng, Đại Chánh và Đại Tân huyện Đại Lộc.

Trong vùng hiện có 248 công trình, đảm bảo cấp nước tưới cho 4.883 ha. Trong đó có một số công trình đáng chú ý như:

- + Hồ Nước Rôn được xây dựng năm 1992, trên một nhánh sông Tranh tại vị trí có diện tích lưu vực 5,25 km², hồ chứa có dung tích hiệu dụng 1,06.10⁶ m³, thiết kế tưới cho 170 ha đất canh tác của xã Trà Dương, huyện Trà My. Diện tích tưới thực tế 30 ha;

- + Hồ Việt An được khởi công xây dựng năm 1996, có diện tích lưu vực 27 km², hồ chứa có dung tích hiệu dụng 20,12.10⁶ m³, thiết kế tưới cho 2.115 ha đất canh tác của 2 huyện Hiệp Đức và Quế Sơn;

- + Hồ chứa nước Trung Lộc được xây dựng năm 1980, có diện tích lưu vực 5 km², dung tích hiệu dụng 1,03.10⁶ m³, thiết kế tưới cho 190 ha đất canh tác của xã Quế Trung, huyện Quế Sơn. Diện tích tưới thực tế 106 ha;

+ Hồ chứa nước Khe Tân được xây dựng năm 1986 trên suối Đá Mài tại vị trí có diện tích lưu vực 88 km^2 , dung tích hiệu dụng $46,5.10^6 \text{ m}^3$, thiết kế tưới cho 3.500 ha đất canh tác của 7 xã thuộc huyện Đại Lộc. Hiện công trình đã phát huy tưới được 1.717 ha nguyên nhân do hệ thống kênh mương chưa hoàn chỉnh, nhiều vùng còn bị úng cục bộ;

+ Hồ chứa nước Thạch Bàn (hồ Khe Cống) được xây dựng năm 1938, đến năm 1984 đã được nâng cấp mở rộng diện tích tưới. Hồ có dung tích hiệu dụng $8,6.10^6 \text{ m}^3$, diện tích tưới thiết kế 890 ha, diện tích tưới thực tế 720 ha.

(5). Vùng hạ lưu Thu Bồn và Ly Ly (Vùng V):

Vùng hạ lưu lưu vực sông Thu Bồn và Ly Ly bao gồm đất đai của 13 xã phía Đông huyện Quế Sơn là Quế Hiệp, Quế Phú, Quế Cường, Quế Thuận, Phú Thọ, Quế Châu, TT Đông Phú, Quế Minh, Quế An, Quế Long, Quế Phong, 6 xã huyện Thăng Bình là Bình Lãnh, Bình Trị, Bình Định, Bình Quý, Bình Nguyên, Bình Phúc và một phần huyện Điện Bàn và thị xã Hội An.

Hiện tại trong vùng đã xây dựng được 207 công trình thủy lợi các loại tưới cho 17.414 ha đất canh tác. Ngoài ra hệ thống Phú Ninh cung cấp nước tưới cho 2.020 ha.

Các công trình có qui mô khá trong vùng:

+ Trạm bơm Xuyên Đông: Diện tích tưới thiết kế 1.800 ha, diện tích tưới thực tế 460ha;

+ Hồ Hồ Giang được xây dựng năm 1978 có diện tích lưu vực $8,05 \text{ km}^2$, dung tích hiệu dụng $4,82.10^6 \text{ m}^3$, diện tích tưới thiết kế 350 ha, diện tích tưới thực tế 204 ha;

+ Hồ chứa nước An Long xây dựng năm 1988 có diện tích lưu vực $6,5 \text{ km}^2$, dung tích hiệu dụng $2,04.10^6 \text{ m}^3$, diện tích tưới thiết kế 250 ha, diện tích tưới thực tế 108 ha;

+ Hồ chứa nước Suối Tiên có diện tích lưu vực $5,8 \text{ km}^2$, có dung tích hiệu dụng 0,77 triệu m^3 , diện tích tưới thực tế 270 ha;

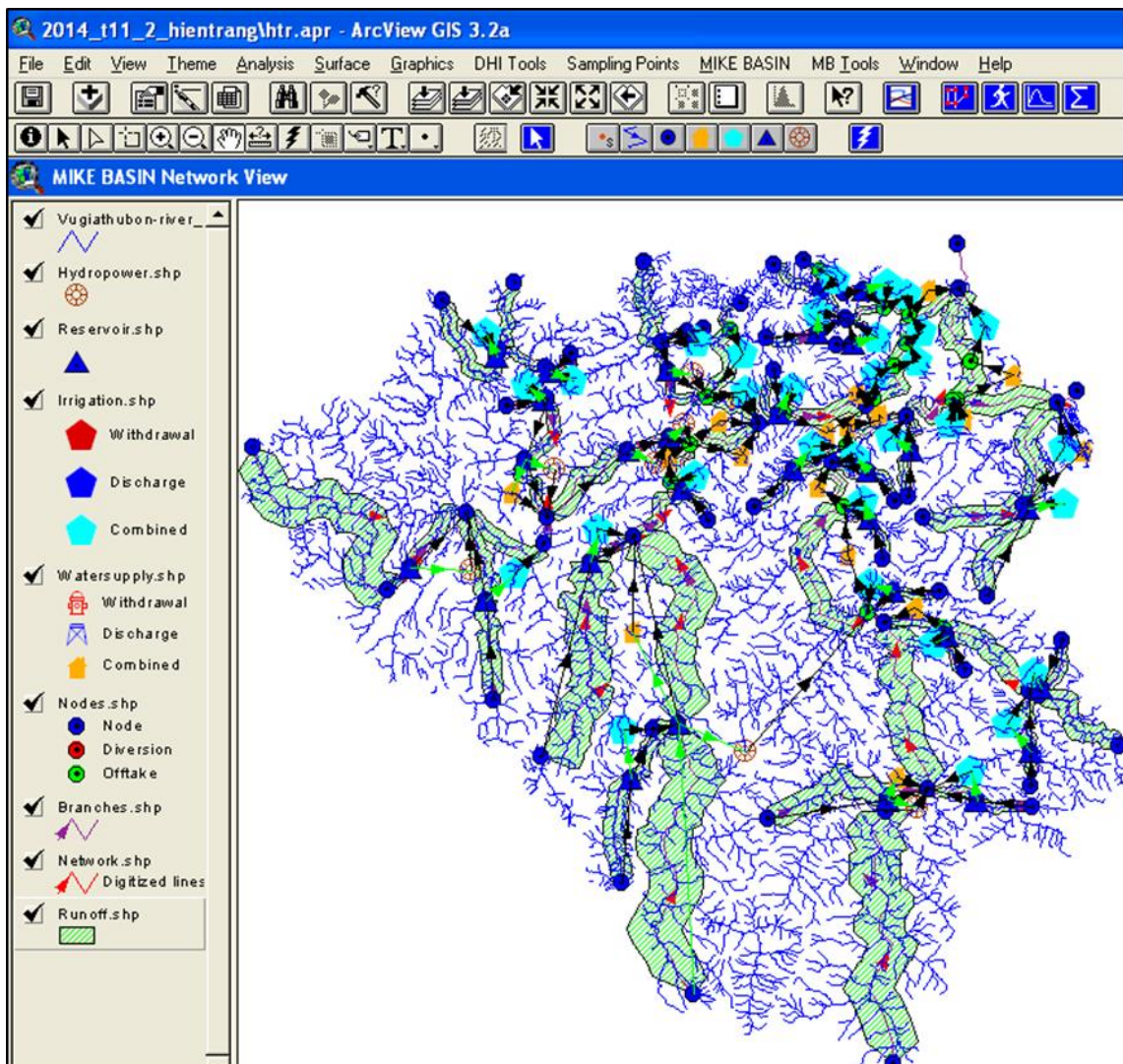
+ Hồ chứa nước Hương Mao có diện tích lưu vực $6,8 \text{ km}^2$, có dung tích hiệu dụng 1,14 triệu m^3 , diện tích tưới thực tế 190 ha.

d/Phân chia các khu sử dụng nước tưới:

Khu sử dụng nước tưới được phân chia thành 32 nút. Cấp nước cho sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản và chăn nuôi được phân chia thành 18 nút.

Các công trình hồ chứa, đập dâng được gộp lại thành 30 nút hồ chứa. Trong đó: 22 nút hồ chứa được gộp lại từ các hồ chứa có dung tích nhỏ, 8 nút hồ chứa lớn (Đắc Mi 4, Sông Bung 2, Sông Bung 4, Sông Bung 5, Sông Bung 6, A Vương, Sông Côn 2, Sông Tranh 2). Vận hành các hồ chứa nước thủy điện được lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

Sơ đồ tính toán cân bằng nước lưu vực VG-TB xem hình 2.9 và 2.10.



Hình 2.9. Sơ đồ tính toán cân bằng nước lưu vực Vu Gia – Thu Bồn trong mô hình MIKE BASIN

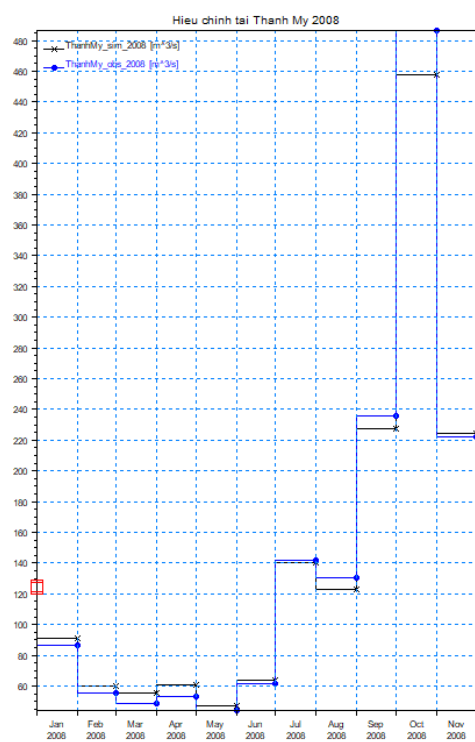
- Thời gian tính từ 1/1/2008 đến 31/12/2008, thời đoạn tháng;
- Mô số dòng chảy đến 5 vùng năm 2008 được tính từ NAM.

Hiệu chỉnh mô hình MIKE BASIN tại các vị trí trạm thủy văn cho kết quả như bảng 2.9, cho thấy kết quả giữa tính toán và thực đo sai khác không lớn và bảo đảm độ tin cậy.

Kết quả hiệu chỉnh là cơ cấu sử dụng nước trong từng vùng (nông nghiệp, công nghiệp, chăn nuôi, thủy sản, sinh hoạt...)

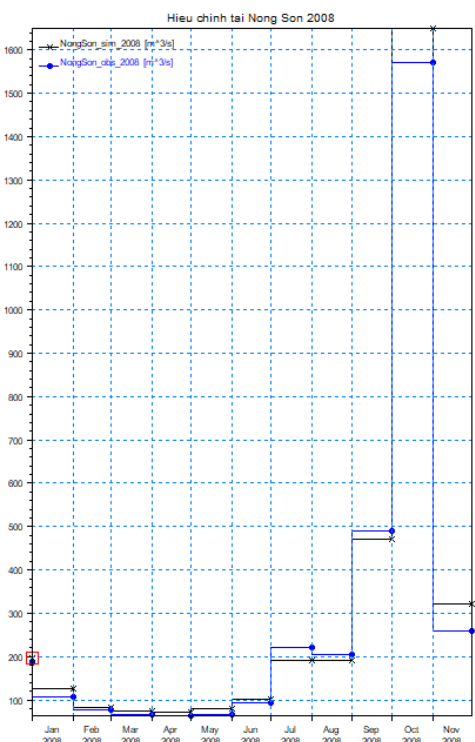
Bảng 2.9. So sánh lưu lượng giữa tính toán và thực đo
tại Nông Sơn, Thành Mỹ năm 2008

Tháng	Q Thành Mỹ (Vùng I - 1850 km ²) m ³ /s			Q Nông Sơn (Vùng IV - 3150 km ²) m ³ /s		
	Tính toán	Thực đo	Tỷ lệ sai khác (%)	Tính toán	Thực đo	Tỷ lệ sai khác (%)
1	125,05	123,97	0,87	196,69	187,10	5,12
2	91,04	86,73	4,97	126,46	105,74	19,60
3	60,17	55,49	8,44	83,52	78,00	7,07
4	55,31	48,93	13,05	75,82	66,15	14,61
5	60,70	53,00	14,53	72,56	63,63	14,03
6	46,70	44,04	6,04	78,79	66,71	18,12
7	63,90	61,68	3,60	100,84	94,04	7,23
8	140,26	141,83	-1,11	191,70	221,45	-13,43
9	122,65	130,46	-5,99	190,28	205,82	-7,55
10	227,16	235,40	-3,50	471,18	491,06	-4,05
11	457,70	486,57	-5,93	1649,60	1572,20	4,93
12	224,14	221,99	0,96	321,41	259,97	23,63



	Time	1:ThanhMy_sim_2008 [m ³ /s]	2:ThanhMy_obs_2008 [m ³ /s]
0	1/1/2008 00:00:00	125.05	123.97
1	2/1/2008 00:00:00	91.035	86.726
2	3/1/2008 00:00:00	60.172	55.488
3	4/1/2008 00:00:00	55.311	48.925
4	5/1/2008 00:00:00	60.701	53
5	6/1/2008 00:00:00	46.696	44.038
6	7/1/2008 00:00:00	63.896	61.677
7	8/1/2008 00:00:00	140.26	141.831
8	9/1/2008 00:00:00	122.65	130.458
9	10/1/2008 00:00:00	227.16	235.4
10	11/1/2008 00:00:00	457.7	486.57
11	12/1/2008 00:00:00	224.14	221.998

Hình 2.11. Kết quả hiệu chỉnh tại trạm thủy văn Thành Mỹ



	Time	1:NongSon_sim_2008 [m ³ /s]	2:NongSon_obs_2008 [m ³ /s]
0	1/1/2008 00:00:00	196.686	187.104
1	2/1/2008 00:00:00	126.464	105.735
2	3/1/2008 00:00:00	83.517	78
3	4/1/2008 00:00:00	75.816	66.15
4	5/1/2008 00:00:00	72.556	63.63
5	6/1/2008 00:00:00	78.795	66.708
6	7/1/2008 00:00:00	100.842	94.039
7	8/1/2008 00:00:00	191.7	221.451
8	9/1/2008 00:00:00	190.284	205.824
9	10/1/2008 00:00:00	471.184	491.062
10	11/1/2008 00:00:00	1649.65	1572.21
11	12/1/2008 00:00:00	321.405	259.974

Hình 2.12. Kết quả hiệu chỉnh tại trạm thủy văn Nông Sơn

- Kiểm định mô hình MIKE_BASIN

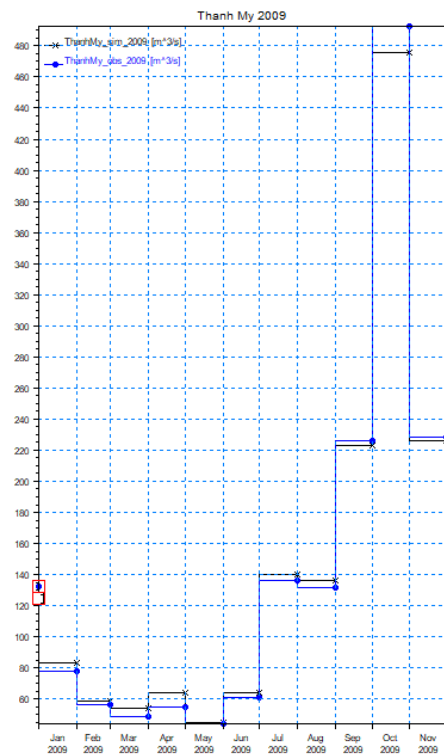
Lựa chọn năm 2009 để kiểm định mô hình MIKE BASIN

- Thời gian tính từ 1/1/2009 đến 31/12/2009, thời đoạn tháng;
- Mô số dòng chảy đến 5 vùng năm 2009 được tính từ NAM.

Kiểm định mô hình MIKE BASIN tại các vị trí trạm thủy văn cho kết quả như bảng 2.10, cho thấy mô hình mô phỏng tốt các hoạt động dùng nước cũng như sự kết nối dòng chảy giữa dòng nhánh và dòng chính. Mô phỏng được các phân quyền ưu tiên và vận hành của các hồ chứa. Mô hình đảm bảo độ tin cậy để tính toán.

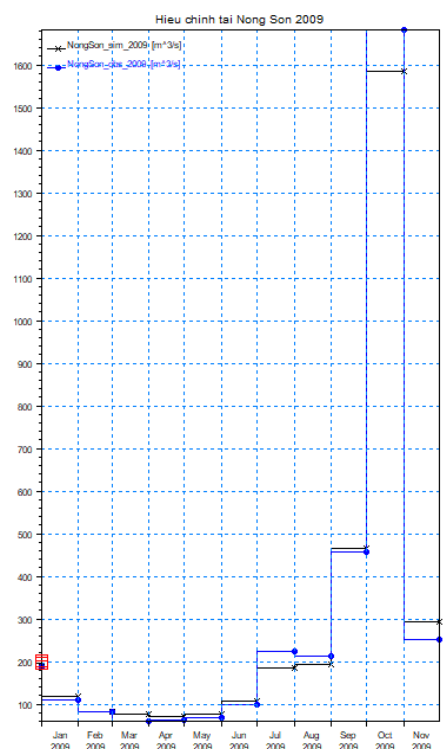
Bảng 2.10. So sánh lưu lượng giữa tính toán và thực đo
tại Nông Sơn, Thành Mỹ năm 2009

Tháng	Q Thành Mỹ (Vùng I - 1850 km ²) m ³ /s			Q Nông Sơn (Vùng IV - 3150 km ²) m ³ /s		
	Qtt	Qtd	Tỷ lệ sai khác (%)	Qtt	Qtd	Tỷ lệ sai khác (%)
1	125,10	132,70	-5,73	196,81	200,92	-2,05
2	83,06	78,13	6,31	119,24	111,30	7,13
3	58,39	56,14	4,02	82,69	81,21	1,82
4	53,70	49,05	9,47	76,47	59,91	27,64
5	64,35	55,12	16,74	70,22	63,00	11,46
6	44,90	44,08	1,86	76,50	67,34	13,60
7	63,92	61,07	4,68	105,86	97,82	8,22
8	140,39	136,28	3,02	186,18	223,92	-16,85
9	136,46	131,81	3,52	192,28	212,19	-9,38
10	222,71	225,98	-1,45	466,81	457,61	2,01
11	476,01	492,59	-3,37	1585,90	1682,11	-5,72
12	226,40	228,68	-1,00	293,73	252,41	16,37



	Time	1:ThanhMy_sim_2009 [m ³ /s]	2:ThanhMy_obs_2009 [m ³ /s]
0	1/1/2009 00:00:00	125.1	132.699
1	2/1/2009 00:00:00	83.059	78.1292
2	3/1/2009 00:00:00	58.391	56.1354
3	4/1/2009 00:00:00	53.7	49.0538
4	5/1/2009 00:00:00	64.349	55.12
5	6/1/2009 00:00:00	44.9	44.0789
6	7/1/2009 00:00:00	63.922	61.0665
7	8/1/2009 00:00:00	140.39	136.282
8	9/1/2009 00:00:00	136.46	131.814
9	10/1/2009 00:00:00	222.71	225.984
10	11/1/2009 00:00:00	476.01	492.594
11	12/1/2009 00:00:00	226.4	228.68

Hình 2.13. Kết quả kiểm định tại trạm thủy văn Thành Mỹ



	Time	1:NongSon_sim_2009 [m ³ /s]	2:NongSon_obs_2009 [m ³ /s]
0	1/1/2009 00:00:00	196.81	200.922
1	2/1/2009 00:00:00	119.24	111.3
2	3/1/2009 00:00:00	82.69	81.2136
3	4/1/2009 00:00:00	76.472	59.913
4	5/1/2009 00:00:00	70.222	63
5	6/1/2009 00:00:00	76.5	67.3424
6	7/1/2009 00:00:00	105.86	97.8188
7	8/1/2009 00:00:00	186.18	223.917
8	9/1/2009 00:00:00	192.28	212.192
9	10/1/2009 00:00:00	466.81	457.611
10	11/1/2009 00:00:00	1585.9	1682.11
11	12/1/2009 00:00:00	293.73	252.411

Hình 2.14. Kết quả kiểm định tại trạm thủy văn Nông Sơn

2.4.3. Mô hình thủy lực MIKE 11:

a/Phương trình mô phỏng:

- Đối với bài toán kiệt

Toàn bộ mạng tính toán thể hiện dòng chảy trên sông là dòng chảy trong lòng dẫn thiên nhiên biến đổi chậm theo thời gian và không gian (dòng không ổn định). Chế độ dòng chảy được mô phỏng bằng hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng Saint-Venant gồm:

Phương trình liên tục:

$$B \frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2-10)$$

Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{\omega} \right) + g \omega \frac{\partial z}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 R \omega} = 0 \quad (2-11)$$

Trong đó:

B: Chiều rộng mặt nước ở thời đoạn tính toán (m).

Z: Cao trình mực nước ở thời đoạn tính toán (m).

t: Thời gian tính toán (giây).

Q: Lưu lượng dòng chảy qua mặt cắt (m³/s).

x: Không gian (dọc theo dòng chảy) (m).

q: Lưu lượng vào/ra khỏi lòng dẫn (m²/s).

β: Hệ số phân bố lưu tốc không đều trên mặt cắt.

g: Gia tốc trọng trường, g=9,8 m/s².

ω: Diện tích mặt cắt ướt (m²).

C: Hệ số Chezy (m^{1/2}/s), $C = \frac{1}{n} R^y$

n: Hệ số nhám lòng dẫn.

R: Bán kính thủy lực.

y: Hệ số Manning.

- Đối với bài toán mặn:

Phương trình lan truyền muối:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{Q}{\omega} \frac{\partial S}{\partial x} - \frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} \left(E \omega \frac{\partial S}{\partial x} \right) = \frac{G - qs}{\omega} \quad (2-12)$$

Trong đó:

Các ký hiệu dòng chảy như phần trên.

S: nồng độ muối tính (g/l).

E: hệ số khuếch tán.

G: nguồn mặn bổ sung thông qua dòng chảy gia nhập.

b/ Xây dựng mô hình thủy lực MIKE 11 cho lưu vực Vu Gia – Thu Bồn

Mô hình MIKE 11 do Viện Thủy lực Đan Mạch phát triển, là phần mềm để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các lưu vực sông, kênh tưới ...MIKE 11 là mô hình động lực học một chiều. Mô đun thủy động lực học (HD) là một phần trung tâm của hệ thống mô hình MIKE 11 và tạo cơ sở cho hầu hết các mô đun khác.

Đặc trưng cơ bản của hệ thống lập mô hình MIKE 11 là cấu trúc mô đun tổng hợp với nhiều loại mô đun được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông. Ngoài mô đun HD, MIKE bao gồm các mô đun bổ sung như mô đun thủy văn (MIKE NAM), mô đun tải khuếch tán (AD), mô đun sinh thái (Ecolab), mô đun vận chuyển bùn cát (ST)...

c/ Sơ đồ mạng sông:

Bảng 2.11. Hệ thống sông trong mô hình MIKE-11

TT	Tên sông	Từ Đến.....	Khoảng cách (m)
1	Vu Gia	Thành Mỹ đến Cửa Hàn	77.465
2	Thu Bồn	Nông Sơn đến Cửa Đại	65.598
3	A Vương	Sông A Vương đến sông Bung	84.125
4	Bung	Sông Bung đến Vu Gia	131.020
5	Quảng Huế	sông Vu Gia đến sông Thu Bồn	4.210
6	Bàu Câu	sông Vu Gia đến sông Vĩnh Điện	15.060
7	La Thọ	sông Bàu Câu đến sông Vĩnh Điện	10.730
8	Thanh Quýt	sông La Thọ đến sông Vĩnh Điện	5.250
9	Cô Cả	sông La Thọ đến sông Thu Bồn	5.165
10	Bà Rén	sông Thu Bồn đến sông Thu Bồn	33.305
11	Hội An	sông Thu Bồn đến sông Thu Bồn	6.650
12	Vĩnh Điện	sông Thu Bồn đến sông Vũ Gia	24.430

Sơ đồ tính toán thủy lực mạng sông VG- TB xem hình 2.15.

d/ Địa hình lòng sông

Số liệu địa hình bao gồm 12 sông với 140 mặt cắt ngang được khảo sát, đo đạc và hiệu chỉnh vào năm 1997, cập nhật 2010, 2012, 2013 theo cao độ Quốc gia (kế thừa từ các nghiên cứu trước đây).

e/ Biên tính toán của mô hình

Số liệu đầu vào cho mùa kiệt là các số liệu biên phục vụ cho mô hình tính toán thủy lực mùa kiệt, trong đó gồm có biên trên, biên dưới và các biên nhập lưu khu giữa.

Biên trên là các đường quá trình lưu lượng tại trạm thủy văn Nông Sơn, Thành Mỹ và các đường quá trình lưu lượng tại các nhánh nhập lưu khu giữa (được tính bằng mô hình Nam).

Các biên nhập lưu khu giữa như bảng sau:

Bảng 2.12. Các nhập lưu khu giữa

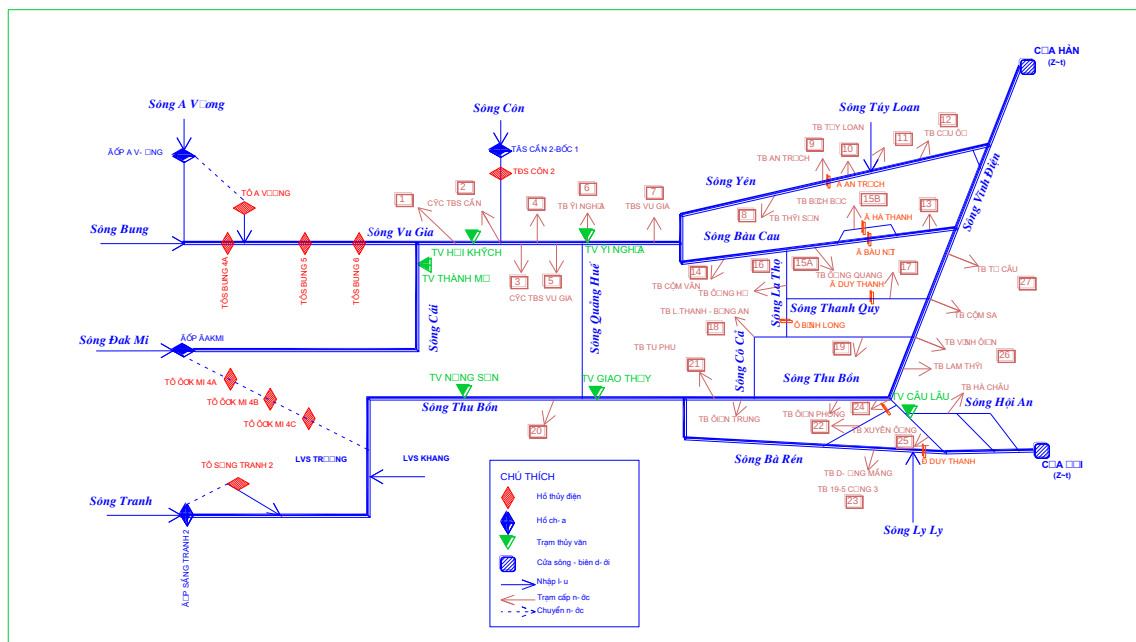
TT	Tên khu giữa	Thuộc sông	Diện tích (km ²)
1	Sông Bung	Vu Gia	2.530
2	Sông Côn	Vu Gia	627
3	Sông Bàu Lá	Vu Gia	67
4	Sông Túy Loan	Vu Gia	309
5	Sông Vĩnh Trinh	Bà Rén	47
6	Sông Trà Kiên	Bà Rén	123
7	Sông Ly Ly	Bà Rén	279

Biên dưới là các đường quá trình mực nước tại Cửa Hàn và Cửa Đại lấy theo triều Đà Nẵng. Các biên này được lấy theo các thời đoạn chọn cho hiệu chỉnh và kiểm định, với mô phỏng theo tần suất chọn theo năm hiện trạng 2012.

f/ Các công trình trong sơ đồ tính

Trên hệ thống sông VG - TB có các đập dâng: An Trạch trên sông Vu Gia, Bàu Nít & Hà Thanh trên sông Bàu Câu, Thanh Quýt trên sông Thanh Quýt, Bình Long trên sông Cô Cả, đập Duy Thành trên sông Bà Rén. Và các cầu vượt sông:

Thuận Phước, sông Hàn, Trần Thị Lý, Tuyên Sơn, Hòa Xuân, Nguyễn Tri Phương, Cẩm Lệ, Cầu Đỏ, Cầu Ròng, Hòa Xuân. Các công trình này sẽ có ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ thủy lực trên mạng sông tính toán của lưu vực sông VG-TB.



Hình 2.15. Sơ đồ tính toán thủy lực mạng sông Vu Gia – Thu Bồn

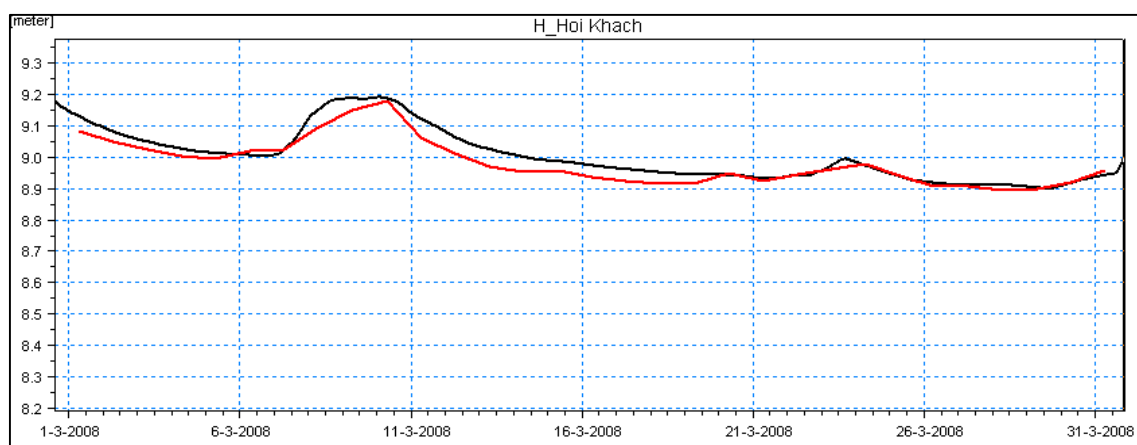
- Tính toán hiệu chỉnh thủy lực

Để mô tả chế độ thủy lực trong mùa kiệt cho vùng hạ du sông VG – TB chọn thời kỳ từ 01/03/2008 đến 31/03/2008 để tính toán mô phỏng, đây là thời đoạn của một con triều trong thời kỳ thường bị kiệt nhất và có nhu cầu nước nhiều trong năm của lưu vực, đồng thời có số liệu quan trắc đầy đủ, đồng bộ nhất.

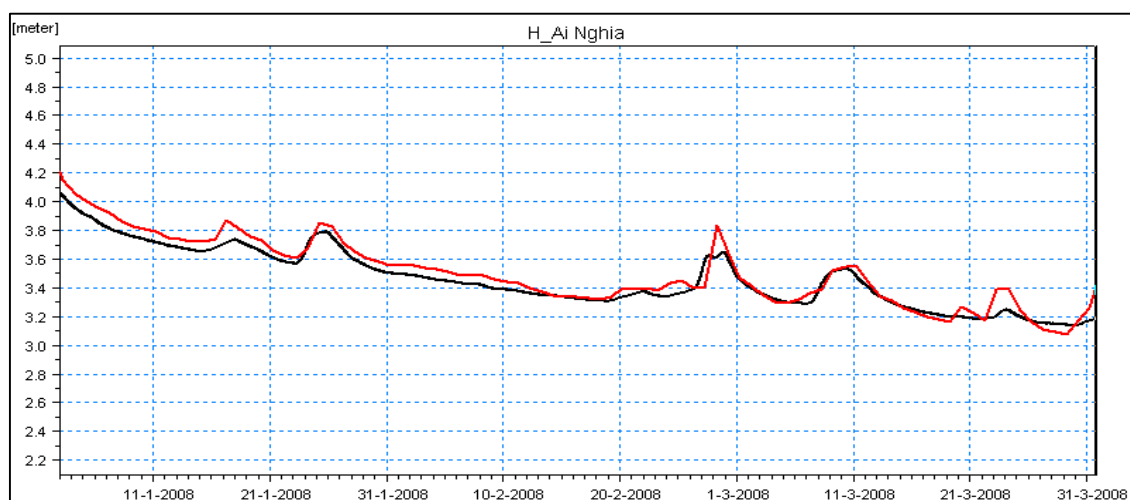
Kết quả tính toán mô phỏng và thực đo tại một số trạm thủy văn trên sông VG-TB như sau:

Bảng 2.13. Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy lực

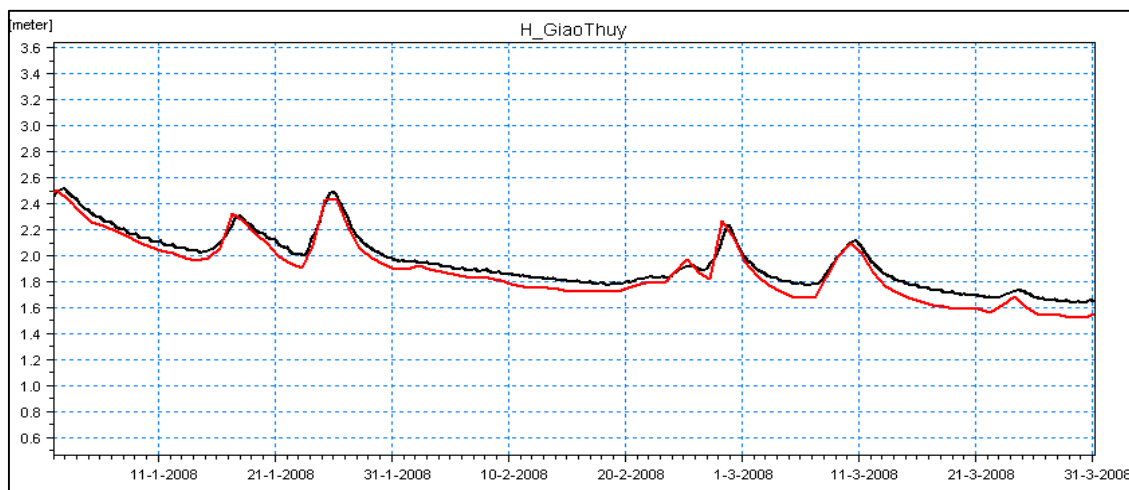
TT	Vị Trí	Sông	Nash (%)
1	Hội Khách	Vu Gia	99,0
2	Ái Nghĩa	Yên-Vu Gia	95,6
3	Giao Thủy	Thu Bồn	90,8
4	Cẩm Lệ	Vu Gia	90,6
5	Câu Lâu	Thu Bồn	94,6
	Trung bình		94,1



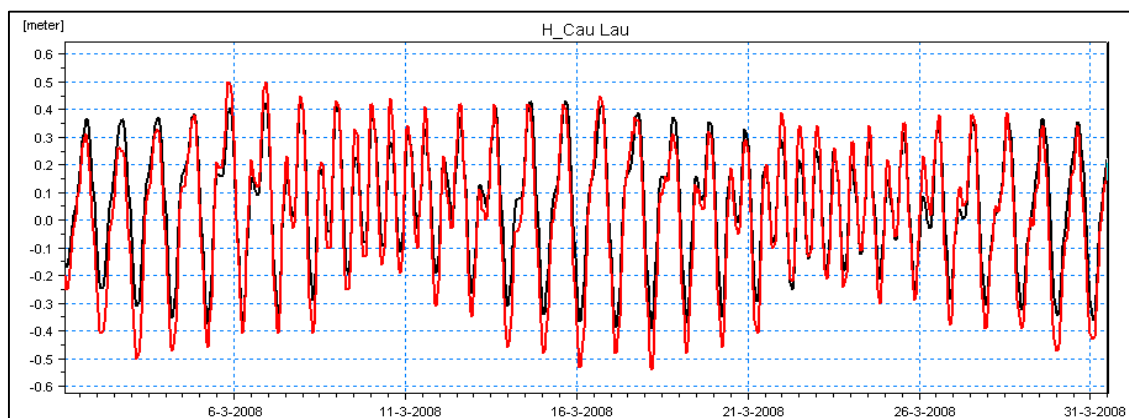
Hình 2.16. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Hội Khách trên Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



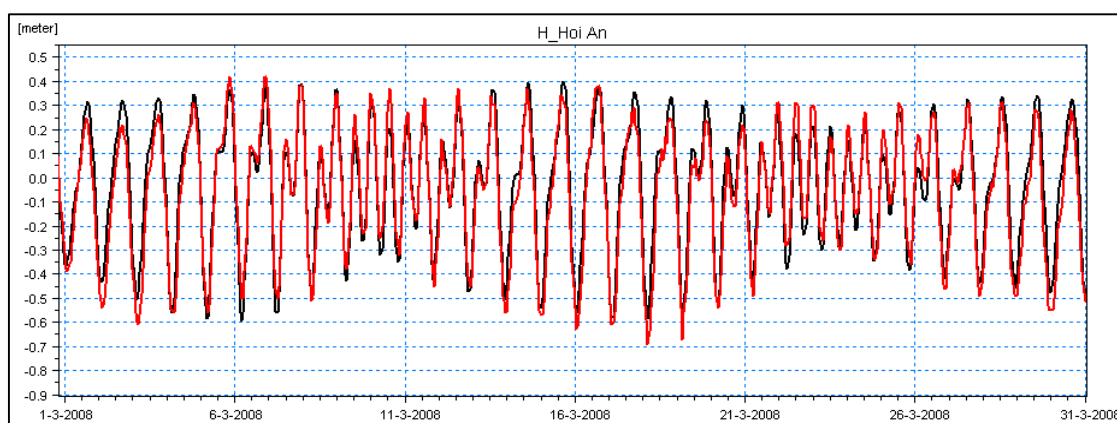
Hình 2.17. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Ái Nghĩa trên Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.18. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Giao Thủy trên Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.19. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Cầu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.20. Đường quá trình MN tính toán mô phỏng và thực đo tại Hội An trên sông Thu Bồn (vị trí 19500)

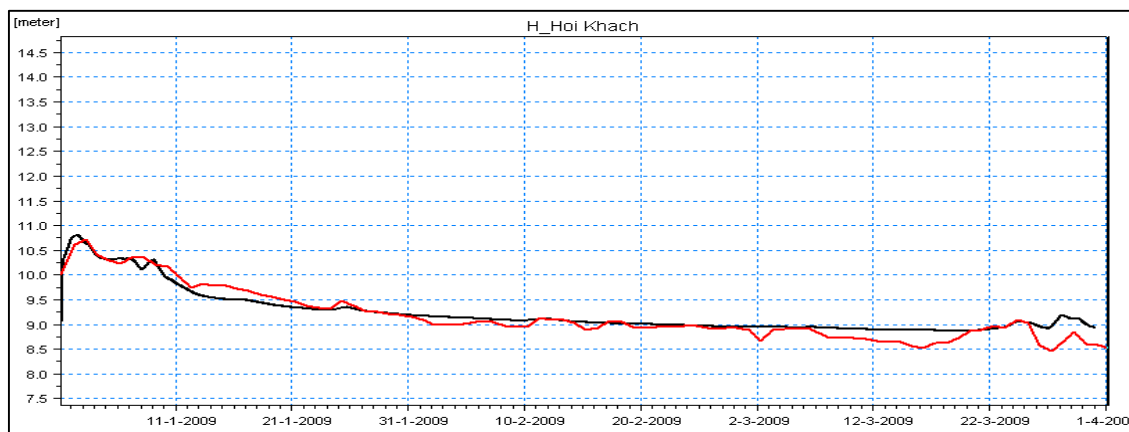
- Tính toán kiểm định thủy lực

Để kiểm định mô hình thủy lực với bộ thông số đã có sau khi tính toán mô phỏng trong mùa kiệt cho vùng hạ du sông VG – TB, chọn thời kỳ kiệt có số liệu thực đo từ 01/03 đến 31/03/2009 để tính toán kiểm định.

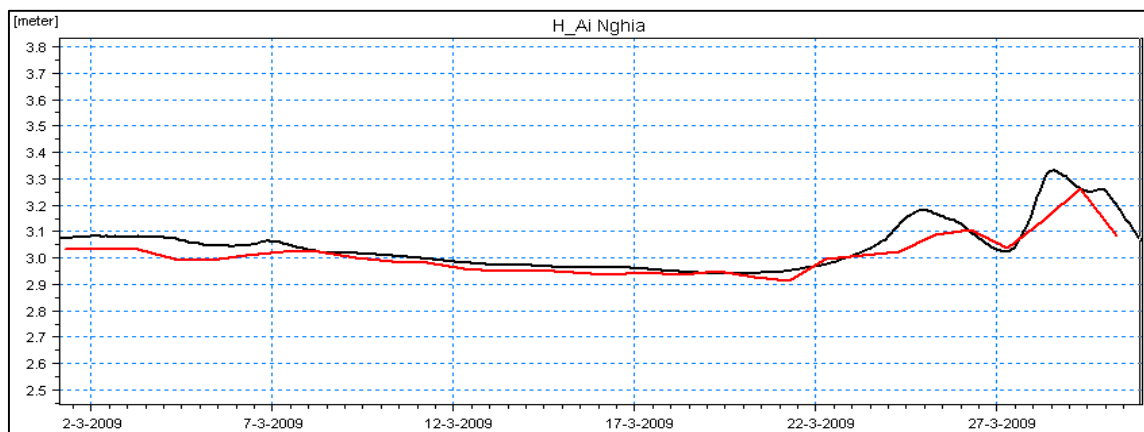
Kết quả tính toán mô phỏng và thực đo tại một số trạm thủy văn trên sông VG – TB như sau:

Bảng 2.14. Kết quả kiểm định mô hình thủy lực

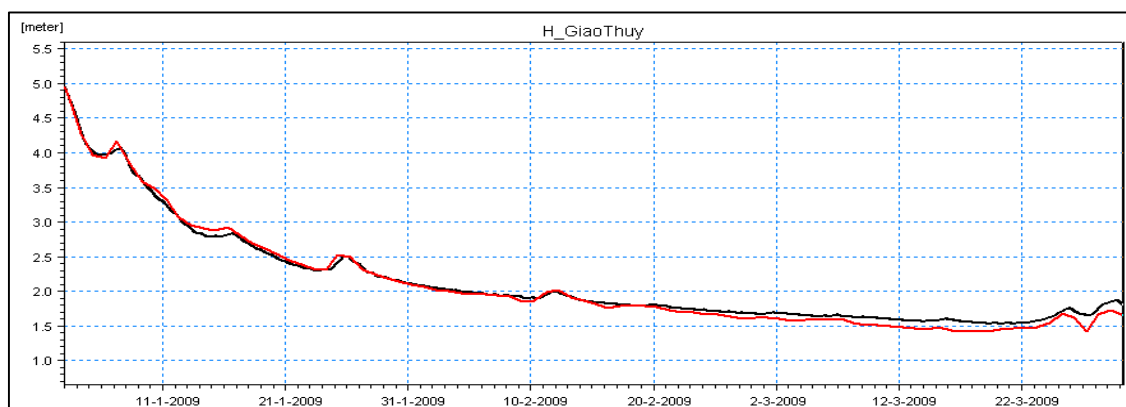
TT	Vị Trí	Sông	NASH (%)
1	Hội Khách	Vu Gia	86,0
2	Ái Nghĩa	Yên-Vu Gia	99,0
3	Giao Thủy	Thu Bồn	98,0
4	Cẩm Lệ	Vu Gia	74,0
5	Câu Lâu	Thu Bồn	80,6
6	Hội An	Thu Bồn	85,0
	Trung bình		87,1



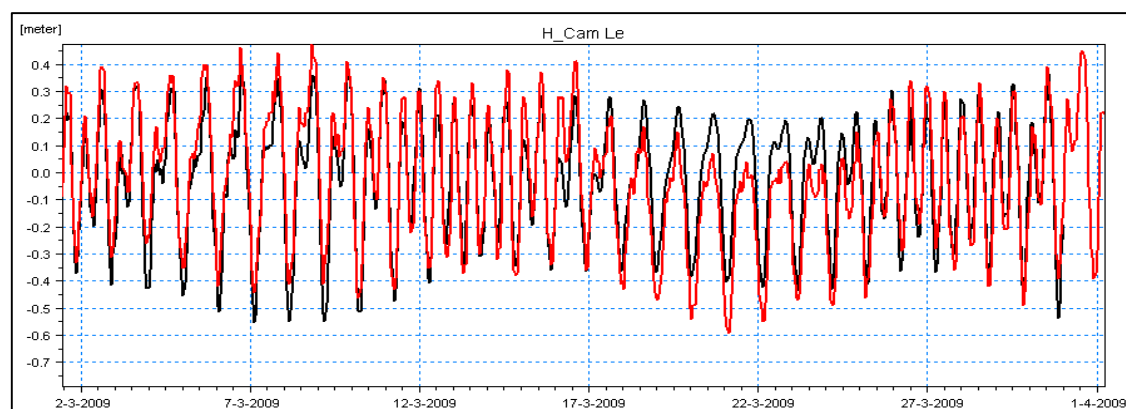
Hình 2.21. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Hội Khách trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



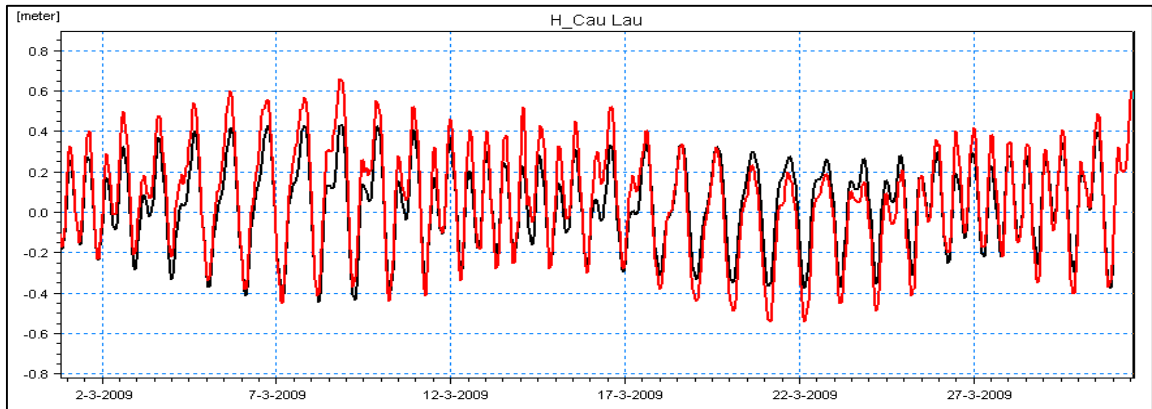
Hình 2.22. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Ái Nghĩa trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



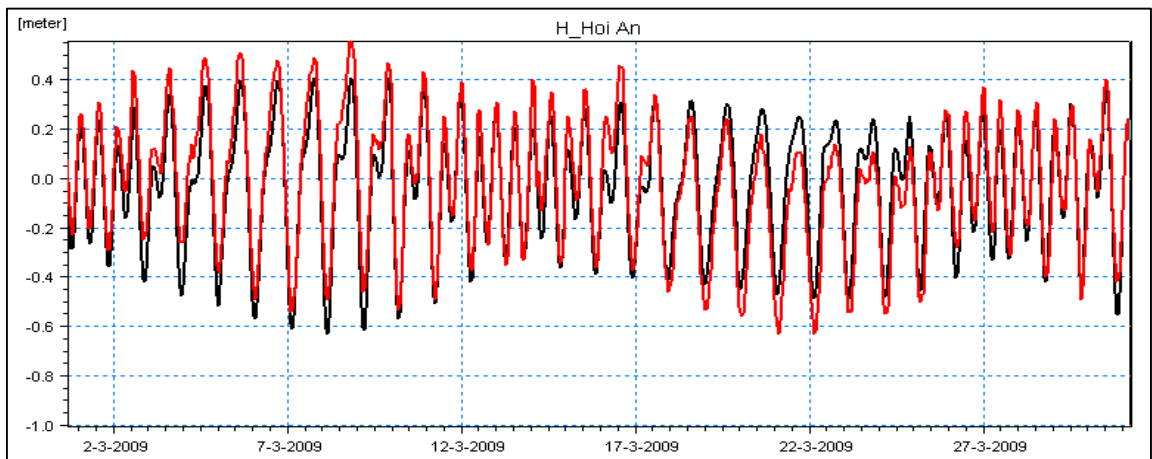
Hình 2.23. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Giao Thủy trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.24. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại thủy văn Cẩm Lệ trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.25. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Cầu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.26. Đường quá trình MN tính toán kiểm định và thực đo tại Hội An trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)

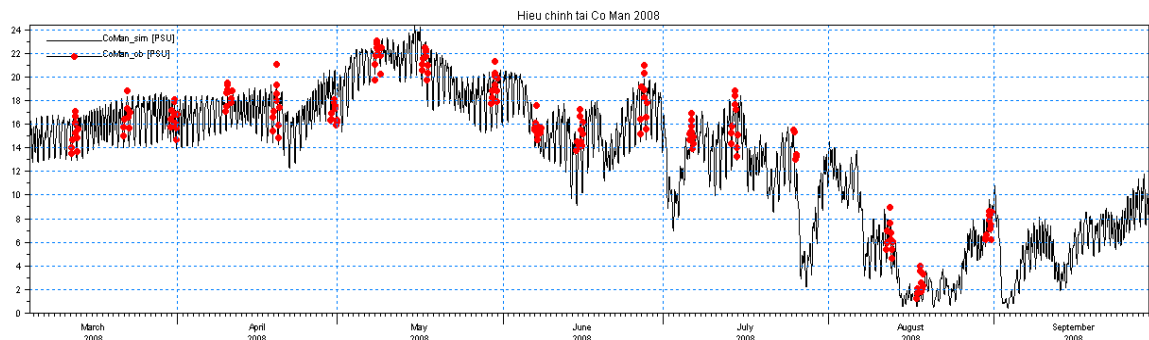
Kết quả mô phỏng kiệt hệ thống sông VG-TB từ 01/03 đến 31/03/2008 và kiểm định kiệt từ 01/03 đến 31/03/2009 cho thấy:

- + Kết quả tính toán mô phỏng, kiểm định chế độ thủy lực kiệt tại tất cả các nút kiểm tra cho kết quả mực nước tính toán và giá trị thực đo chênh nhau không đáng kể. Hệ số NASH trong tính toán hiệu chỉnh trung bình đạt 94,1 % và kiểm định đạt 87,1 %;

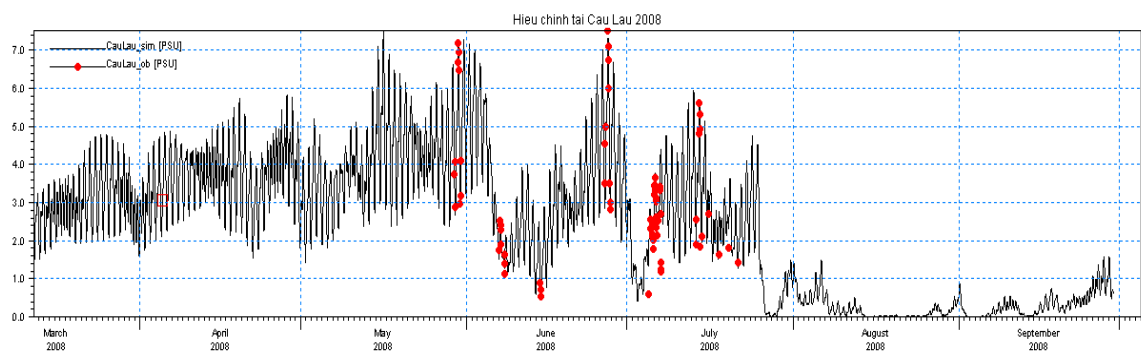
- + Kết quả tính toán mô phỏng khá phù hợp với thực tế khảo sát, như vậy bộ thông số sử dụng trong mô hình thủy lực đã phản ánh khá chính xác chế độ thủy lực trong mùa kiệt của mạng sông VG-TB, đủ độ tin cậy để tiến hành các tính toán thủy lực kiệt cho các phương án nghiên cứu trên hệ thống sông.

- Tính toán hiệu chỉnh mặn.

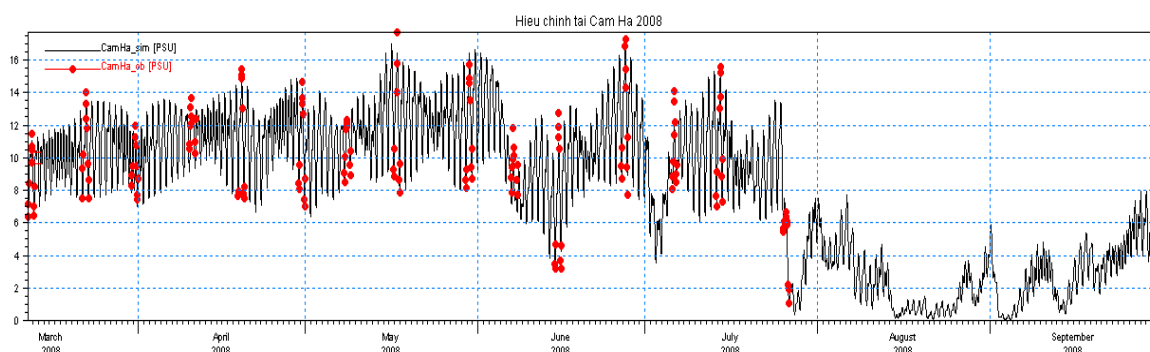
Sau khi mô đun thủy lực được kiểm định, thực hiện quá trình tính toán hiệu chỉnh mặn sử dụng mô đun tải và khuếch tán. Chọn thời kỳ kiệt từ 1/3 đến 31/7/2008 có số liệu thực đo mặn tại các trạm Cỏ Mân trên sông Vĩnh Điện, trạm Câu Lâu, Cẩm Hà trên sông Thu Bồn, trạm Cẩm Lệ và Nguyễn Văn Trỗi trên sông Vu Gia để tính toán. Kết quả tính toán hiệu chỉnh như sau:



Hình 2.27. Đường quá trình mặn tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Cỏ Mân trên sông Vĩnh Điện (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



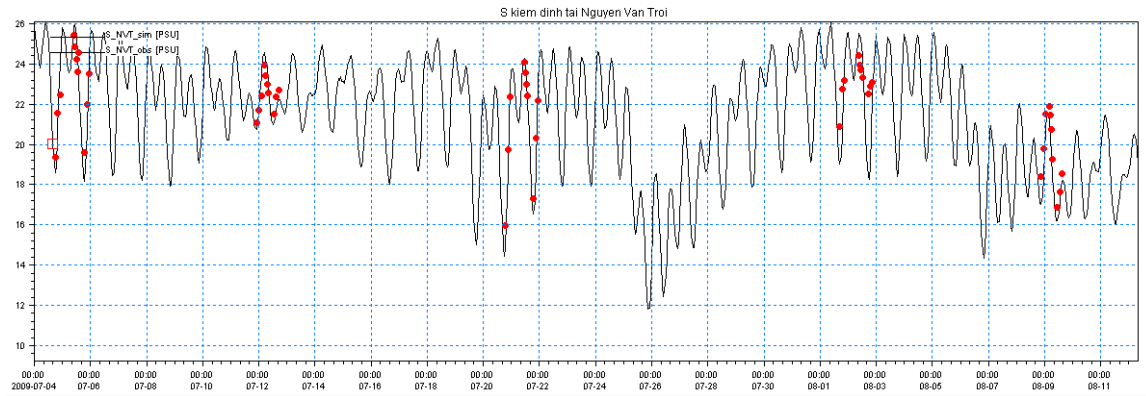
Hình 2.28. Đường quá trình mặn tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Câu Lâu trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



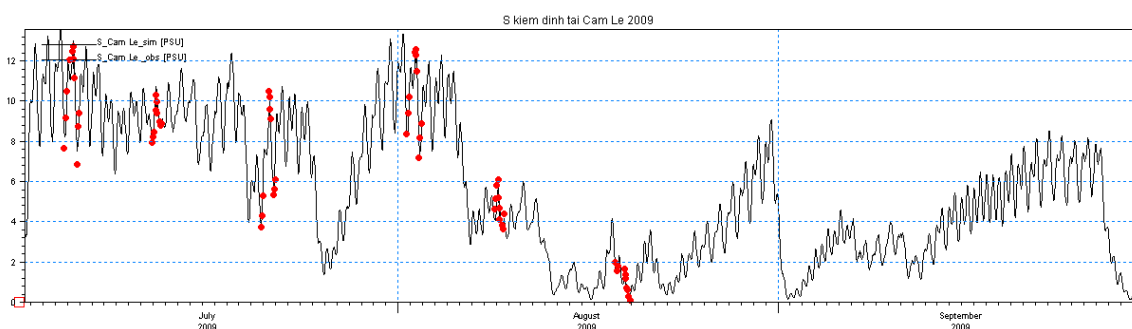
Hình 2.29. Đường quá trình mặn tính toán mô phỏng và thực đo tại trạm Cẩm Hà trên sông Thu Bồn (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)

- Tính toán kiểm định mặn:

Để kiểm định mô hình tải khuếch tán chọn thời kỳ kiệt từ 01/07 đến 30/08/2009 để tính toán . Kết quả tính toán được thể hiện ở hình 2.30, 2.31 dưới đây.



Hình 2.30. Đường quá trình mặn tính toán kiểm định và thực đo tại cầu Nguyễn Văn Trỗi trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)



Hình 2.31. Đường quá trình mặn tính toán kiểm định và thực đo tại trạm Cẩm Lệ trên sông Vu Gia (đỏ - thực đo; đen – mô phỏng)

- Kết quả tính toán mô phỏng, kiểm định chế độ mặn tại tất cả các nút kiểm tra có số liệu quan trắc cho kết quả mặn thực đo và kiểm định khá phù hợp; Đường quá trình diễn biến mặn mô phỏng đã phần nào bắt được diễn tiến mặn trong thực tế. Hiệu chỉnh hệ số NASH trung bình đạt 75,1 % và kiểm định đạt 71,1 %. Tham khảo các mô hình trước đây đã được xây dựng và mục tiêu của tính toán, kết quả này có thể chấp nhận được.

2.4.4. Mô hình MIKE 11- mô đun sinh thái (Ecolab)

a/ Giới thiệu chung:

Mô đun sinh thái (Ecolab) là mô hình mô phỏng chất lượng nước, phú dưỡng, kim loại nặng và sinh thái. Mô đun được sử dụng nhiều nhất cho mô phỏng

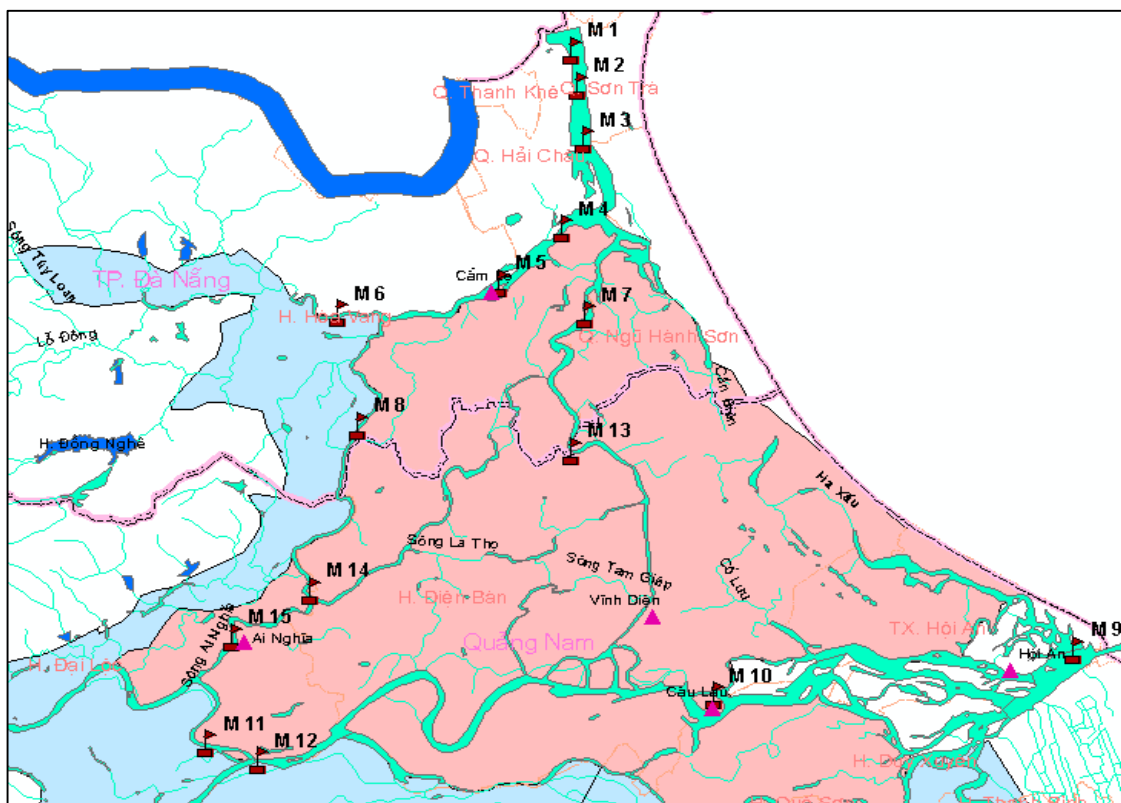
chất lượng nước. Mô đun chất lượng nước giải quyết các quá trình biến đổi sinh học của hợp chất trong sông còn mô đun AD được dùng để mô phỏng quá trình truyền tải khuếch tán của các hợp chất đó.

Nước là môi trường sống và phát triển của rất nhiều loài động thực vật thủy sinh cũng như các vi sinh vật sống trong nước. Chúng luôn luôn có sự tương tác qua lại với môi trường. Do đó trong môi trường nước xảy ra rất nhiều các quá trình trao đổi phức tạp như sự hô hấp và phân hủy của các loại động thực vật, quá trình hấp thụ nhiệt... Các quá trình này đều được mô hình hoá và đưa vào mô đun chất lượng nước. Mô đun chất lượng nước tính toán tới 13 thông số chất lượng nước với 6 cấp độ khác nhau. Trong khuôn khổ của luận án sẽ tập trung nghiên cứu 4 thông số BOD_5 , DO, NH_4^+ , NO_3^-

Số liệu được sử dụng để tính toán mô phỏng chất lượng nước bao gồm:

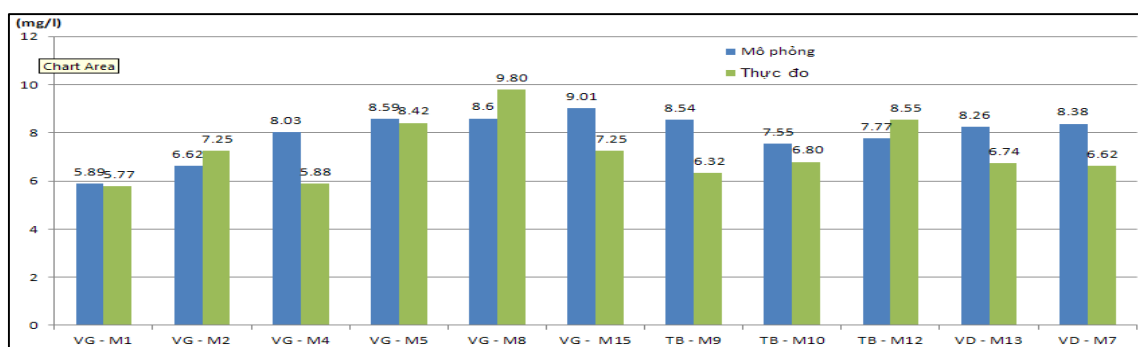
- + Số liệu dòng chảy: sử dụng số liệu dòng chảy đã được xác định ở trên;
- + Số liệu chất lượng nước: Do không có số liệu phân tích chất lượng nước đồng bộ với thời gian hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE (HD, mặn), luận án sử dụng số liệu đo đạc phân tích chất lượng nước tháng 8 năm 2013 và tháng 4 năm 2014 tại 15 vị trí đặc trưng trên lưu vực để hiệu chỉnh và kiểm định mô đun Ecolab (xem hình 2.32).

Kết quả phân tích chất lượng nước xem phụ lục chương 2, bảng PL2.3, bảng PL2.4, bảng PL2.5.

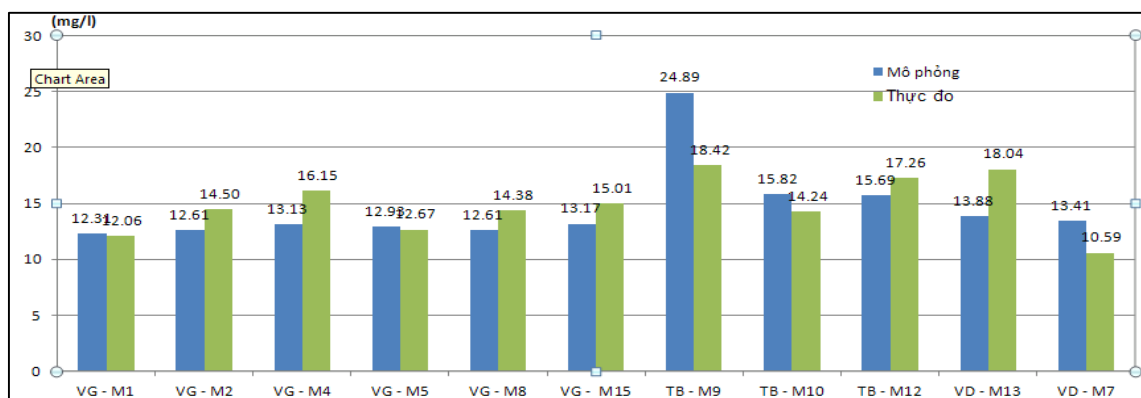


Hình 2.32. Sơ đồ các vị trí lấy mẫu trên dòng chính hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn
b/ Hiệu chỉnh mô hình

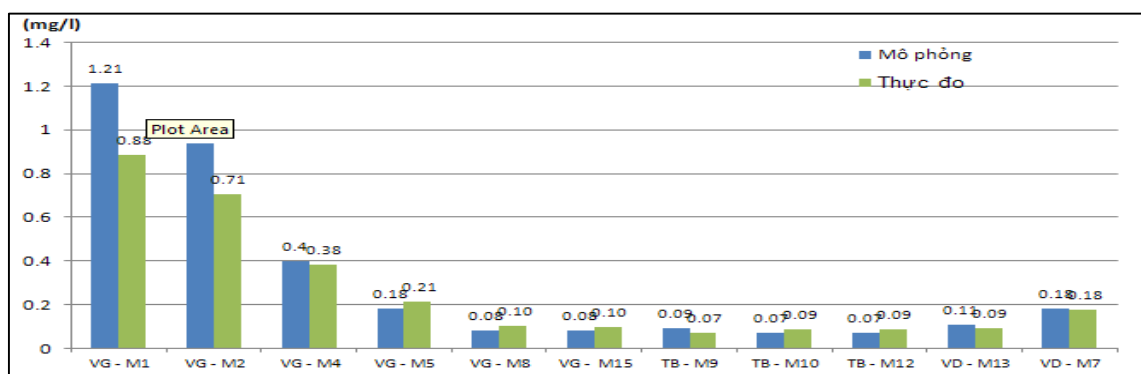
Quá trình hiệu chỉnh được tính toán cho giai đoạn từ 02/08/2013 đến 14/08/2013, kết quả như sau:



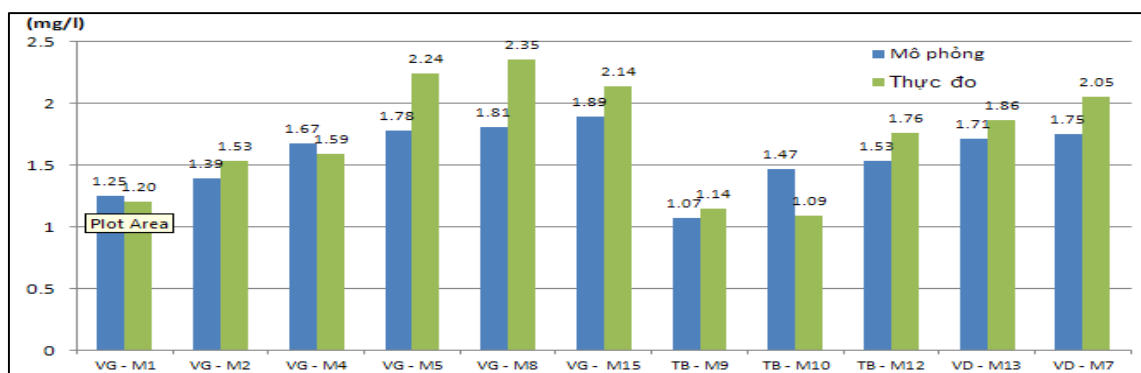
Hình 2.33. So sánh giá trị DO giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu
10 h ngày 10/08/2013



Hình 2.34. So sánh giá trị BOD₅ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013



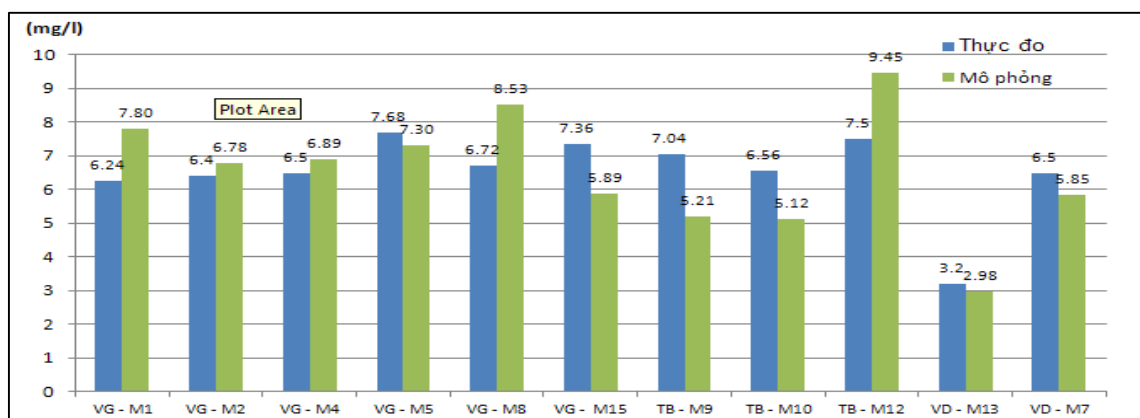
Hình 2.35. So sánh giá trị NH₄⁺ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013



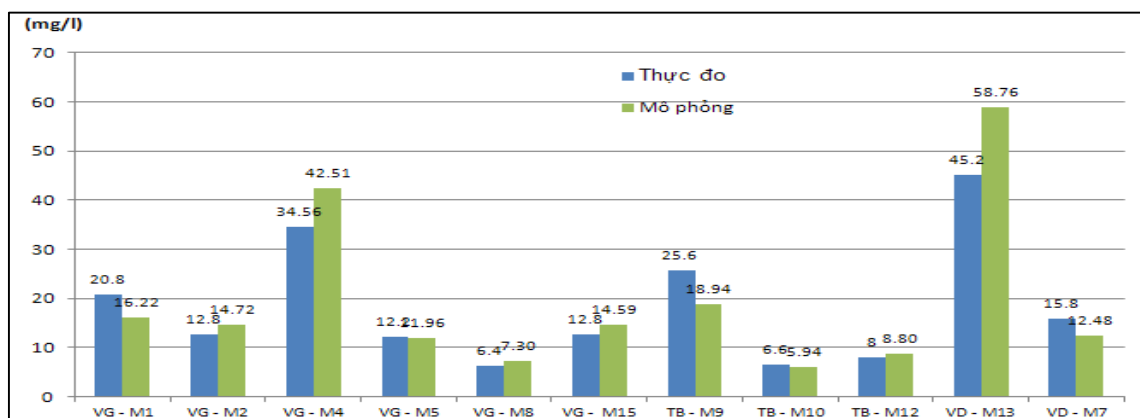
Hình 2.36. So sánh giá trị NO₃⁻ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 10/08/2013

- Kiểm định

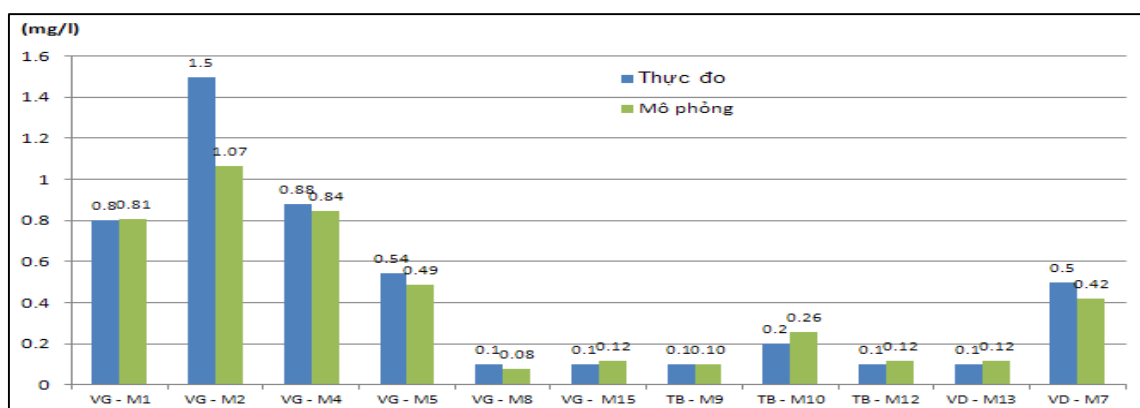
Quá trình kiểm định được tính toán cho giai đoạn từ 10/04/2014 đến 22/04/2014:



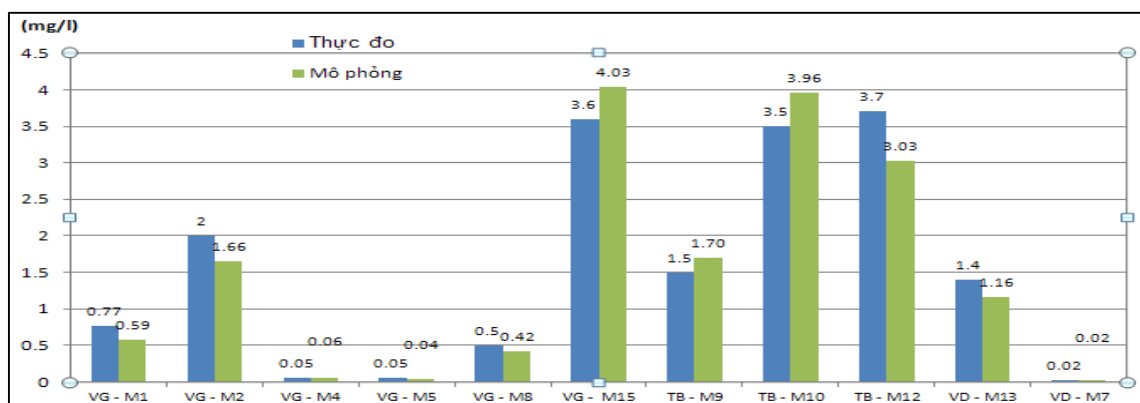
Hình 2.37. So sánh giá trị DO giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu
10h ngày 21/04/2014



Hình 2.38. So sánh giá trị BOD₅ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu
10 h ngày 21/04/2014



Hình 2.39. So sánh giá trị NH₄⁺ giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu
10 h ngày 21/04/2014



Hình 2.40. So sánh giá trị NO_3^- giữa mô phỏng và thực đo tại thời điểm lấy mẫu 10 h ngày 21/04/2014

Nhận xét:

- Mô hình chất lượng nước chạy khá ổn định với thời đoạn tính toán là 12 ngày đối với các phương án hiệu chỉnh và kiểm định;
- Từ kết quả mô phỏng chất lượng nước bằng mô hình MIKE 11 cho kết quả có xu hướng khớp với xu hướng thực đo và đúng với thực tế. Do vậy hoàn toàn có thể sử dụng bộ thông số mô phỏng để phục vụ tính toán cho các phương án.

2.5. Kết luận chương II

Trong chương 2, với cách tiếp cận tổng thể từ “dưới lên”, luận án đã nghiên cứu xây dựng được cơ sở khoa học xác định DCTT cho hệ thống sông với các phương pháp và công cụ tính toán cụ thể cho ba đối tượng chính là *dòng chảy duy trì sông, dòng chảy sinh thái, dòng chảy đáp ứng nhu cầu khai thác, sử dụng nước cho vùng hạ du*.

Đây là cơ sở lý thuyết có thể vận dụng vào tính toán DCTT cho các hệ thống sông khác nhau tùy thuộc vào bộ cơ sở dữ liệu cụ thể của từng hệ thống sông cần xác định, tính toán.

VG – TB là một trong các hệ thống sông lớn ở nước ta, tập trung nhiều các hoạt động khai thác sử dụng nước, đặc biệt có nhiều hồ chứa thủy điện. Chế độ dòng chảy trên dòng chính bị tác động mạnh mẽ, vấn đề chuyển nước trên lưu vực từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn và ngược lại diễn ra khá phức tạp. Mâu thuẫn giữa các đối tượng sử dụng nước đã và đang là thách thức lớn đối với phát triển

kinh tế, xã hội của thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam. Chính vì vậy, trong nghiên cứu của mình, tác giả chọn hệ thống sông VG – TB làm đối tượng để tính toán DCTT.

Luận án đã kế thừa số liệu cơ bản của các nghiên cứu trước đây, thu thập, khảo sát bổ sung hoàn thiện bộ số liệu, hiện trạng mạng lưới trạm quan trắc thủy văn trên hệ thống sông VG – TB cơ bản đáp ứng được yêu cầu về số liệu tính toán thủy văn và các yếu tố liên quan đến DCTT tại các ĐKS. Các phương pháp nghiên cứu và công cụ tính toán đã được sử dụng trong luận án là các phương pháp, công cụ có độ tin cậy cao và đã được kiểm chứng trong thực tế.

CHƯƠNG III: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY TỐI THIỂU CHO HỆ THỐNG SÔNG VU GIA – THU BỒN

3.1.Xác định các ĐKS dòng chảy tối thiểu trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn

3.1.1 *Mối quan hệ giữa mặt cắt ngang, chế độ dòng chảy với đời sống của động thực vật thủy sinh trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn*

Kết quả điều tra, khảo sát thực địa tháng 4/2013 và kế thừa các kết quả nghiên cứu đã được công bố [1] [3][7][8][9][18] cho thấy mối quan hệ giữa đời sống của động thực vật thủy sinh với chế độ dòng chảy và mặt cắt ngang của sông trong mùa cạn như sau:

i/ Đoạn sông từ Thành Mỹ đến Ai Nghĩa

Mặt cắt sông dạng bãi ven sông hẹp đến rộng, đáy sông được cấu tạo bởi đá tảng, sỏi lớn đến cát pha đất, ít bùn. Vận tốc dòng chảy dao động từ 0,32 đến 0,29 m/s.

Khi mực nước kiệt dao động từ $8,9\text{m} \pm 0,5\text{ m}$, trong trường hợp thời gian kéo dài hàng tháng, thực vật ngập ven bờ hầu như không còn, chỉ còn tồn tại loài rừ rừ *Homonoia riparia*, mai dương *Mimosa pigra*, sậy *Phragmites australis* và một vài loài trong họ cói *Cyperaceae*, tuy nhiên chúng sinh trưởng và phát triển kém. Các loài ngoi trên mặt nước có rễ và thân ngầm sống trong bùn như ngổ *Enhydra fluctuans*, nghệ *Polygonum barbatum*, khoai nước *Colocasia esculenta*, rau muống *Ipomoea aquatica* hầu như không còn. Các loài trang *Nymphoides indicum*, súng *Nymphaea pubescens* cũng như các loài rong thuộc các chi *Haloragis*, *Myriophyllum* tại những khu vực nước cạn sẽ chết. Sinh vật nổi, sinh vật đáy và cá cũng như côn trùng nước có mật độ số lượng cũng như thành phần loài thấp. Các loài hai mảnh vỏ thuộc nhóm trai, hến họ *Lymnaeidae*, *Amblemidae*, *Amblemidae* hầu như chết hoàn toàn. Các loài cá sống đáy như cá lăng *Hemibagrus guttatus*, chiên *Bagarius yarrelli*, trê *Clarias fuscus*, cá bống, chạch *Mastacembelus armatus*, lươn *Monopterus albus* và một số loài có ngưỡng sinh thái rộng như rô đồng *Anabas testudineus*, giếc *Carassius auratus* có thể tồn tại

song mật độ thấp, kích thước nhỏ. Hiện tượng nước kiệt này gây thiệt hại cho hệ sinh thái khó phục hồi được trong thời gian ngắn khi mực nước đảm bảo trở lại. Như vậy, mực nước sinh thái tối thiểu cho khu vực này mà đại diện là mặt cắt Bung – Cái phải đạt từ 8,7 m trở lên, trong thời gian nước kiệt kéo dài không quá 1 tháng, khi đó các loài thủy sinh vật mới có thể phục hồi được.

ii/Đoạn sông từ Ái Nghĩa về hạ lưu

Mặt cắt sông dạng bãi ven sông vừa đến rộng, đáy cát sỏi đến đất pha cát. Vận tốc dao động từ 0,38 đến 0,43 m/s.

Khi nước kiệt đến 2,0 m $\pm$ 0,5m, ven bờ tồn tại loài mai dương *Mimosa pigra*, sậy *Phragmites australis*, các loài trong họ cói *Cyperaceae*, một vài loài thuộc họ rau răm *Polygonaceae*, họ cói *Cyperaceae*, tuy nhiên chúng sinh trưởng và phát triển chậm. Các loài như rau bọ *Marsilea quadrifolia*, ngổ *Enhydra fluctuans*, nghệ *Polygonum barbatum*, khoai nước *Colocasia esculenta*, rau muống *Ipomoea aquatica* nếu nước kiệt kéo dài sẽ chết hoặc lụi tàn khó có thể phục hồi lại được trong thời gian ngắn. Các loài sống chìm trong nước như trang *Nymphoides indicum*, súng *Nymphaea pubescens* cũng như các loài rong thuộc các chi *Haloragis*, *Myriophyllum* tại những khu vực nước cạn sẽ chết. Mật độ các nhóm sinh vật nổi, sinh vật đáy và cá là thấp, chỉ còn ít loài cá tồn tại được tại đây như các loài sống đáy như cá trê *Clarias fuscus*, cá bống, chạch *Mastacembelus armatus*, lươn *Monopterus albus*, các loài có ngưỡng sinh thái rộng như rô đồng *Anabas testudineus*, giếc *Carassius auratus*. Các loài cá ăn nổi phải di chuyển đi nơi khác thuận lợi hơn hoặc chết. Các loài sống trong đất bùn cát ở đáy là các loài hai mảnh vỏ thuộc nhóm trai, hến họ *Lymnaeidae*, *Amblemidae*, *Amblemidae* hầu như chết hoàn toàn. Các nhóm côn trùng nước cũng hầu như không còn. Hiện tượng nước kiệt này gây thiệt hại đáng kể cho hệ sinh thái và không thể phục hồi lại được trong thời gian ngắn. Nhu cầu nước để duy trì hệ sinh thái cho khu vực này mà đại diện là mặt cắt Ái Nghĩa đề xuất phải đạt tối thiểu 2,0m, trong thời gian nước kiệt kéo dài không quá 1 tháng.

iii/Đoạn sông từ Nông Sơn đến Giao Thủy

Mặt cắt sông dạng bãi ven sông hẹp, vừa hoặc hơi rộng, đáy dạng sỏi lớn đến đất pha cát và cát pha đất. Vận tốc dòng chảy dao động từ 0,69 đến 0,71 m/s.

Khi nước kiệt đến 3,8 m $\pm$ 0,5m, hầu như không còn thực vật ngập nước, ngoại trừ một số loài như rù rì *Homonoia riparia*, mai dương *Mimosa pigra*, sậy *Phragmites australis*, một vài loài trong họ cói *Cyperaceae* tồn tại song không sinh trưởng và phát triển được. Các loài sống ngoi trên mặt nước có rễ và thân ngầm sống trong bùn như ngổ *Enhydra fluctuans*, nghệ *Polygonum barbatum*, khoai nước *Colocasia esculenta*, rau muống *Ipomoea aquatica* nếu kiệt nước 7 ngày sẽ chết hoàn toàn. Các loài sống chìm trong nước như trang *Nymphoides indicum*, súng *Nymphaea pubescens* cũng như các loài rong thuộc các chi *Haloragis*, *Myriophyllum* tại những khu vực nước cạn sẽ chết. Sinh vật nổi, sinh vật đáy và cá cũng như các nhóm côn trùng nước có thành phần loài và mật độ số lượng thấp, đặc biệt các loài hai mảnh vỏ thuộc nhóm trai, hến họ *Lymnaeidae*, *Amblemidae*, *Amblemidae* hầu như chết hoàn toàn. Các loài cá sống đáy như cá lăng *Hemibagrus guttatus*, chiên *Bagarius yarrelli*, trê *Clarias fuscus*, cá bống, chạch *Mastacembelus armatus*, lươn *Monopterus albus*, các loài có ngưỡng sinh thái rộng như rô đồng *Anabas testudineus*, giếc *Carassius auratus* có thể tồn tại song mật độ thấp, kích thước nhỏ. Hiện tượng này gây thiệt hại cho hệ sinh thái, khó phục hồi được trong thời gian ngắn khi mực nước đảm bảo trở lại. Như vậy, mực nước sinh thái tối thiểu cho khu vực này mà đại diện là mặt cắt Nông Sơn phải đạt từ 3,7m trở lên, trong trường hợp thời gian nước kiệt kéo dài không quá 1 tháng.

iv/Đoạn sông từ Giao Thủy về hạ lưu

Mặt cắt sông dạng bãi ven sông vừa đến rộng, đáy sông được cấu tạo bởi cát sỏi đến đất pha cát. Vận tốc dòng chảy dao động từ 0,20 đến 0,22 m/s.

Khi nước kiệt đến 0,9 m $\pm$ 0,5m, ven bờ thực vật có loài dừa nước *Nypa fruticans*, mai dương *Mimosa pigra*, sậy *Phragmites australis*, muống biển *Ipomoea pes-caprae*, các cây thuộc họ rau răm *Polygonaceae*, các loài trong họ cói *Cyperaceae*. Tuy nhiên, các loài này sinh trưởng và phát triển chậm. Các loài sống ngoi trên mặt nước có rễ và thân ngầm sống trong bùn như ngổ *Enhydra fluctuans*, nghệ *Polygonum barbatum*, khoai nước *Colocasia esculenta*, rau muống *Ipomoea*

aquatica tồn tại kém phát triển, nếu kiệt nước lâu sẽ chết hoàn toàn. Loài rau dừa nước *Ludwigia adnascens* và một vài loài ưa nước sẽ chết. Các loài sống chìm trong nước như trảng *Nymphoides indicum*, súng *Nymphaea pubescens* cũng như các loài rong thuộc các chi *Haloragis*, *Myriophyllum* tại những khu vực nước cạn sẽ chết. Do lượng nước thấp, ảnh hưởng của triều làm nước mặn đi sâu vào trong sông nên mật độ các nhóm sinh vật nổi, sinh vật đáy và cá khu vực này là thấp. Các nhóm côn trùng nước hầu như không có. Các loài sống đáy thuộc nhóm hai mảnh vỏ *Bivalvia* như các loài hến trong họ *Corbicula*, các loài trai, trùng trục trong họ *Lymnaeidae*, *Unionidae* và *Amblemidae* sẽ bị chết nếu thời gian kiệt kéo dài làm nền đáy khô nứt nẻ. Hiện tượng này gây thiệt hại đáng kể cho hệ sinh thái và cho nhu cầu của con người. Như vậy, mực nước sinh thái cho khu vực này mà đại diện là mặt cắt Giao Thủy phải đạt từ 0,8 m trở lên, trong thời gian nước kiệt kéo dài không quá 1 tháng.

3.1.2. Yêu cầu chất lượng nước đối với động thực vật thủy sinh

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08:2015/BTNMT, quy định 36 chỉ tiêu cần phải đáp ứng để đảm bảo đời sống của động thực vật thủy sinh. Mỗi dòng sông có đặc điểm môi trường nước khác nhau phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, chế độ dòng chảy, nguồn gây ô nhiễm... Trên lưu vực VG-TB, công nghiệp phát triển ở quy mô không lớn, ô nhiễm chất lượng nước chủ yếu do nước thải sinh hoạt, đô thị. Trong khuôn khổ luận án, lựa chọn 4 chỉ tiêu gồm DO, NH_4^+ , NO_3^- , BOD_5 để đánh giá chất lượng nước bảo vệ đời sống thủy sinh.

Bảng 3.1. Tiêu chuẩn chất lượng nước bảo vệ đời sống thủy sinh

TT	Thông số	Đơn vị	Giới hạn	
			Cột A ₁ ¹	Cột A ₂ ²
1	DO	mg/l	≥ 6	≥ 5
2	NH_4^+	mg/l	0,3	0,3

¹ Cột A₁: Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt (sau khi xử lý thông thường), bảo tồn động thực vật thủy sinh và các loại mục đích khác như loại A₂, B₁, B₂

² Cột A₂: Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp và các loại mục đích như B₁, B₂

3	NO ₃ ⁻	mg/l	2	5
4	BOD ₅	mg/l	4	6

Nguồn: QCVN 08:2015/BTNMT

3.1.3. Xác định các ĐKS dòng chảy tối thiểu trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn

Dựa trên đặc điểm sông ngòi, hệ sinh thái thủy sinh và hiện trạng khai thác sử dụng nguồn nước, chia các đoạn sông để kiểm soát DCTT như sau:

- Trên sông Vu Gia chia làm 2 khu:

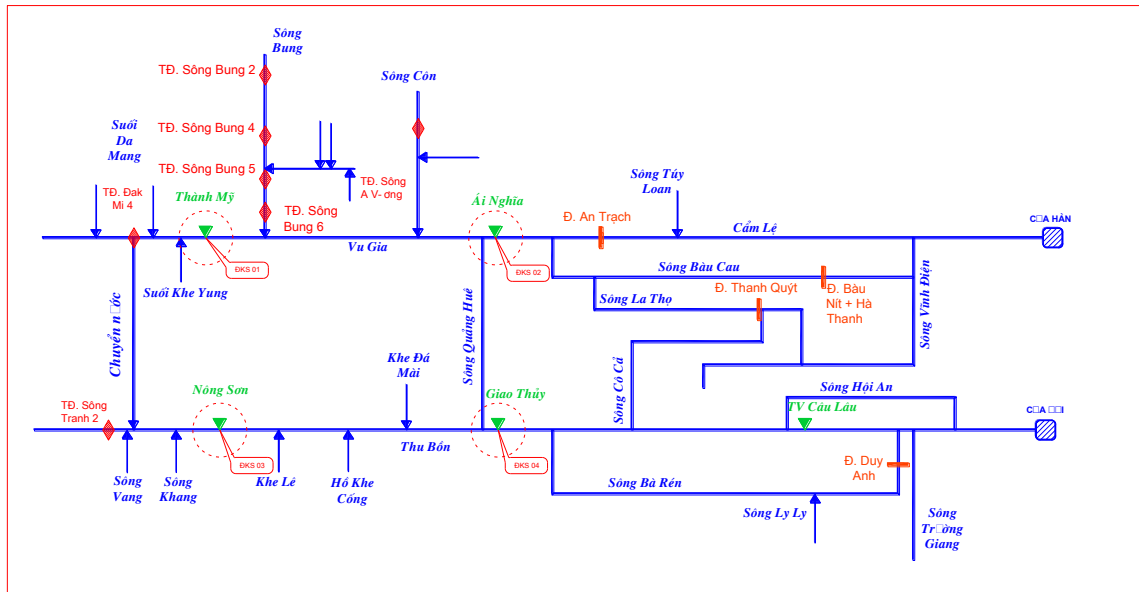
+ Thượng và trung du Vu Gia: Tính từ thượng lưu sông Vu Gia đến ngã ba Vu Gia- Quảng Huế, bao gồm cả sông Cái, Bung và sông Côn. Đây là vùng có hệ sinh vật thủy sinh phong phú, chế độ dòng chảy bị tác động mạnh do có sự tham gia điều tiết của các nhà máy thủy điện phía thượng nguồn, chuyển nước từ lưu vực Vu Gia sang Thu Bồn;

+ Hạ du Vu Gia – Túy Loan: Tính từ hạ lưu ngã ba Vu Gia- Quảng Huế đến Cửa Hàn, bao gồm cả sông Túy Loan. Đây là vùng chịu ảnh hưởng của phân lưu nước tại Quảng Huế, là vùng tập trung chủ yếu các công trình lấy nước tưới, công trình cấp nước sinh hoạt trên sông Vu Gia.

- Trên sông Thu Bồn chia làm 2 khu:

+ Thượng và trung du Thu Bồn: Tính từ thượng lưu sông Thu Bồn (bao gồm cả sông Tranh, suối Vàng, sông Khang) đến ngã ba Thu Bồn - Quảng Huế. Đây là vùng có chế độ dòng chảy chịu tác động mạnh do có sự tham gia điều tiết của các nhà máy thủy điện phía thượng nguồn, chuyển nước từ lưu vực Vu Gia sang Thu Bồn;

+ Hạ du sông Thu Bồn- Ly Ly: Tính từ hạ lưu ngã ba Thu Bồn - Quảng Huế đến Cửa Đại, bao gồm cả sông Ly Ly. Đây là vùng chịu ảnh hưởng của phân lưu nước tại Quảng Huế, tập trung chủ yếu các công trình lấy nước tưới, công trình cấp nước sinh hoạt trên sông Thu Bồn.



Hình 3.1. Sơ đồ dòng chính lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Trên cơ sở phân khu, các tiêu chí đối với ĐKS, kết quả khảo sát thực địa, lựa chọn các ĐKS như sau:

(1) Vùng thượng và trung du Vu Gia

DCTT ở khu vực này cần đảm bảo nhu cầu nước trong vùng và nhu cầu nước cho vùng hạ du Vu Gia.

Trên sông Cái (Vu Gia) hiện có trạm thủy văn Thành Mỹ có số liệu đo đạc dòng chảy từ năm 1977 đến nay, vị trí đặt trạm ở hạ lưu sau các nhà máy thủy điện, sau điểm chuyển nước từ Vu Gia sang Thu Bồn. Do vậy, chọn ĐKS dòng chảy tối thiểu tại đây sẽ có ý nghĩa quan trọng trong quản lý tài nguyên nước trên lưu vực và có tính khả thi về mặt số liệu.

(2) Vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan

Vùng hạ du Vu Gia- Túy Loan, tập trung một số công trình tưới, cấp nước quan trọng như nhà máy nước Cầu Đỏ, trạm bơm tưới Ái Nghĩa, Thái Sơn, An Trach.

Chế độ dòng chảy tại trạm thủy văn Ái Nghĩa có ý nghĩa quyết định đến khả năng lấy nước của các công trình này. Do vậy, chọn trạm thủy văn Ái Nghĩa làm ĐKS dòng chảy tối thiểu đại diện cho vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan.

(3) *Vùng thương và trung du Thu Bồn*

DCTT ở khu vực này cần đảm bảo nhu cầu nước trong vùng và nhu cầu nước cho vùng hạ du Thu Bồn.

Trên sông Thu Bồn hiện có trạm thủy văn Nông Sơn có số liệu đo đạc dòng chảy từ năm 1977 đến nay, vị trí đặt trạm ở hạ lưu sau hai nhà máy thủy điện lớn là Đắc Mi 4 và sông Tranh 2. Do vậy, chọn ĐKS dòng chảy tối thiểu tại đây sẽ có ý nghĩa quan trọng trong quản lý tài nguyên nước trên lưu vực và có tính khả thi về mặt số liệu.

(4) Vùng hạ du Thu Bồn – Ly Ly

Vùng hạ du Thu Bồn – Ly Ly là vùng tập trung nhiều công trình tưới, cấp nước quan trọng như:

- Trạm bơm tưới Tư Phú, Điện Phong trên sông Thu Bồn;
- Nhà máy nước Vĩnh Điện, trạm bơm Tứ Câu trên sông Vĩnh Điện;
- Trạm bơm tưới Cẩm Văn, Đông Quang, Bích Bắc trên sông Bàu Cau;
- Trạm bơm tưới Xuyên Đông trên sông Bà Rén.

Chế độ dòng chảy tại trạm thủy văn Giao Thủy có ý nghĩa quyết định đến khả năng lấy nước của các công trình này. Do vậy, tác giả đề xuất chọn trạm thủy văn Giao Thủy làm ĐKS dòng chảy tối thiểu đại diện cho vùng hạ du Thu Bồn.

Như vậy, tác giả đề xuất 4 ĐKS dòng chảy tối thiểu cho hệ thống sông VG-TB gồm:

- ĐKS số 1 tại trạm thủy văn Thành Mỹ trên sông Vu Gia đại diện cho đoạn sông từ Thành Mỹ đến thượng lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế.
- ĐKS số 2 tại trạm thủy văn Ái Nghĩa đại diện cho đoạn sông từ Ái Nghĩa đến Cửa Hàn.
- ĐKS số 3 tại trạm thủy văn Nông Sơn đại diện cho đoạn sông từ Nông Sơn đến thượng lưu ngã ba Thu Bồn – Quảng Huế.
- ĐKS số 4 tại trạm thủy văn Giao Thủy đại diện cho đoạn sông từ Giao Thủy đến Cửa Đại.

Vị trí các ĐKS xem hình 3.1

3.2. Kết quả tính toán các thành phần dòng chảy tối thiểu

3.2.1. Các trường hợp tính toán

Mùa cạn trên lưu vực diễn ra từ tháng I đến hết tháng VIII hàng năm. Do vậy, DCTT sẽ được xác định theo thời đoạn tháng, tính từ tháng I đến tháng VIII.

Kết quả tính toán cân bằng nước cho thấy, tháng V là tháng có nhu cầu sử dụng nước căng thẳng nhất, tiếp đến là tháng IV. Do đó, chọn tháng V là tháng tính toán DCTT cho thời kỳ cấp nước gia tăng, tháng IV là tháng đại diện tính toán DCTT cho thời kỳ cấp nước thông thường (7 tháng còn lại).

3.2.2. Kết quả tính toán dòng chảy duy trì sông

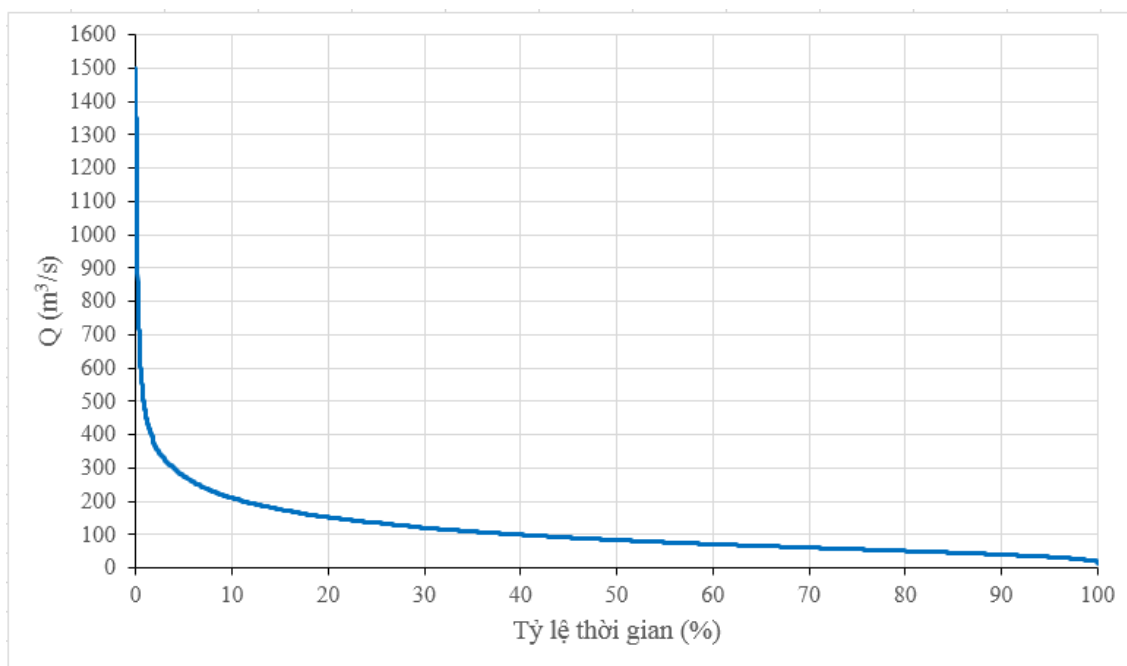
a/Tính toán dòng chảy duy trì sông theo phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng FDCA

Chọn chuỗi dòng chảy thực đo giai đoạn từ (1977 ÷ 2008), thời kỳ chế độ dòng chảy hạ du VG – TB chưa chịu tác động mạnh của các nhà máy thủy điện lớn phía thượng nguồn để xây dựng đường cong duy trì lưu lượng bình quân ngày mùa kiệt tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn và ĐKS trạm thủy văn Thành Mỹ. Kết quả tính toán như sau:

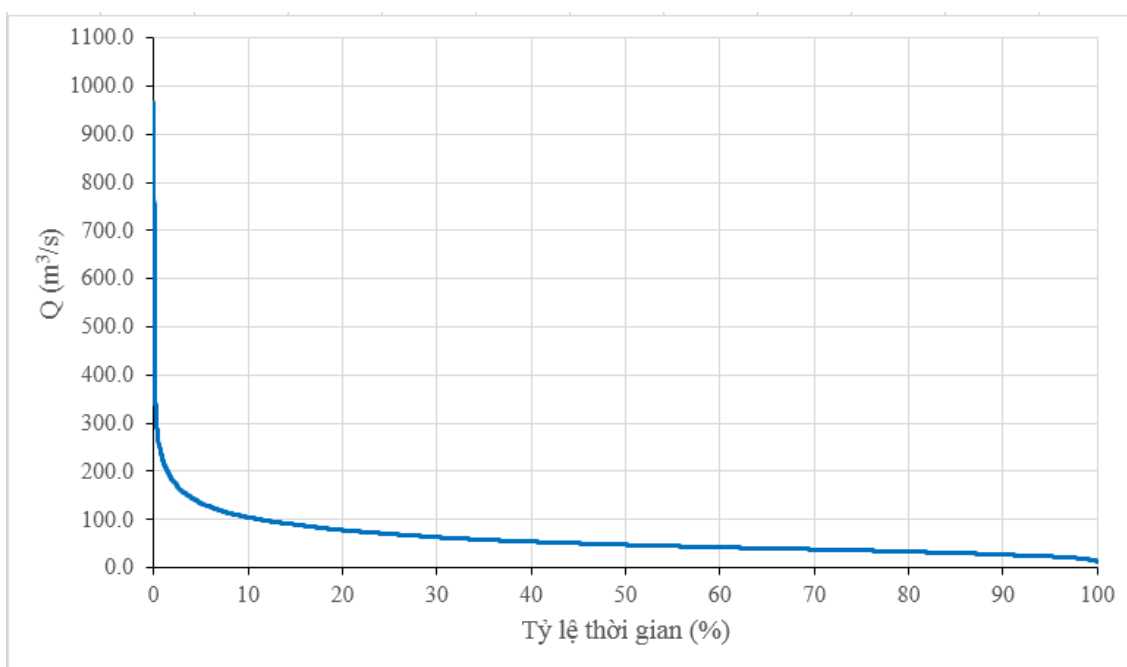
Bảng 3.2. Lưu lượng bình quân ngày mùa kiệt tại ĐKS Nông Sơn và Thành Mỹ ứng với các tỷ lệ thời gian duy trì

TT	Tên ĐKS	Lưu lượng bình quân ngày mùa kiệt (m^3/s)		
		85%	90%	95%
1	ĐKS số 1 (trạm thủy văn Nông Sơn)	56,2	40,1	33,2
2	ĐKS số 3 (trạm thủy văn Thành Mỹ)	30,7	27,3	23,4

Lưu vực VG – TB có lượng mưa trung bình năm dao động từ 2000 ÷ 4000 mm, lượng nước bình quân đầu người đạt $10.390 \text{ m}^3/\text{người}/\text{năm}$ thuộc loại lưu vực phong phú về tài nguyên nước (theo Falkenmark, 1989). Mặt cắt sông vừa đến rộng. Dựa trên cơ sở phân tích ở chương II, tác giả chọn tỷ lệ thời gian duy trì 90% để xác định dòng chảy duy trì sông.



Hình 3.2. Đường cong duy trì lưu lượng bình quân ngày tại ĐKS Nông Sơn giai đoạn 1977÷2008



Hình 3.3. Đường cong duy trì lưu lượng bình quân ngày tại ĐKS Thành Mỹ giai đoạn 1977÷2008

b/ Tính toán dòng chảy sông theo phương pháp 7Q10

Chọn chuỗi số liệu lưu lượng ngày thực đo giai đoạn từ (1977 ÷ 2008) để tính toán dòng chảy duy trì sông theo phương pháp 7Q10 (lưu lượng bình quân 7 ngày liên tục nhỏ nhất ứng với tần suất 90%), kết quả tính toán như sau:

$$Q_{(7Q10)}^{\text{Nông Sơn}} = 23,2 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

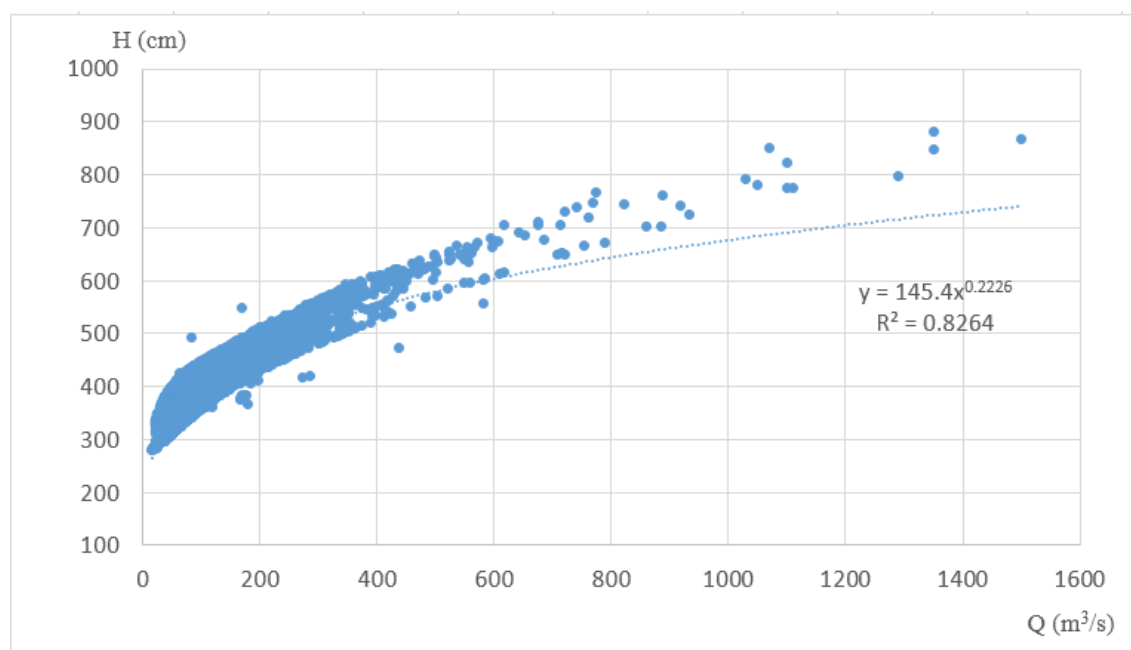
$$Q_{(7Q10)}^{\text{Thành Mỹ}} = 19,3 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Như vậy, dòng chảy duy trì sông tính theo phương pháp 7Q10 cho giá trị lưu lượng tại ĐKS Nông Sơn, Thành Mỹ thấp hơn giá trị tính toán theo phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng FDCA. Để đảm bảo an toàn, chọn kết quả tính toán theo phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng FDCA là dòng chảy duy trì sông. Ta có:

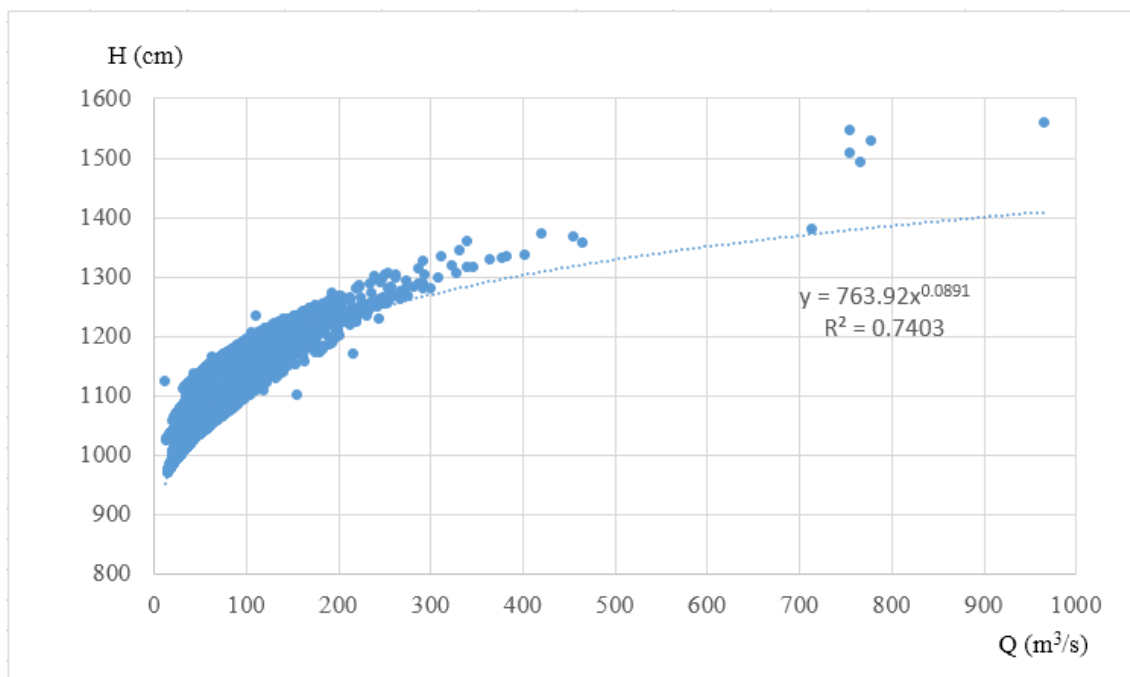
$$Q_{\text{DTS}}^{\text{Nông Sơn}} = 40,1 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$Q_{\text{DTS}}^{\text{Thành Mỹ}} = 27,3 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Xây dựng quan hệ $Q \sim H$ tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn và Thành Mỹ dựa trên chuỗi tài liệu thực đo (1977 ÷ 2008), cho mực nước tương ứng tại ĐKS Nông Sơn là 3,31 m, Thành Mỹ là 10,26 m.



Hình 3.4. Quan hệ $Q \sim H$ tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn mùa kiệt (1977÷2008)



Hình 3.5. Quan hệ $Q \sim H$ tại ĐKS trạm thủy văn Thành Mỹ mùa kiệt (1977÷2008)

3.2.3. Kết quả tính toán dòng chảy sinh thái

3.2.3.1. Xây dựng đường quan hệ mực nước và chu vi ướt tại các ĐKS

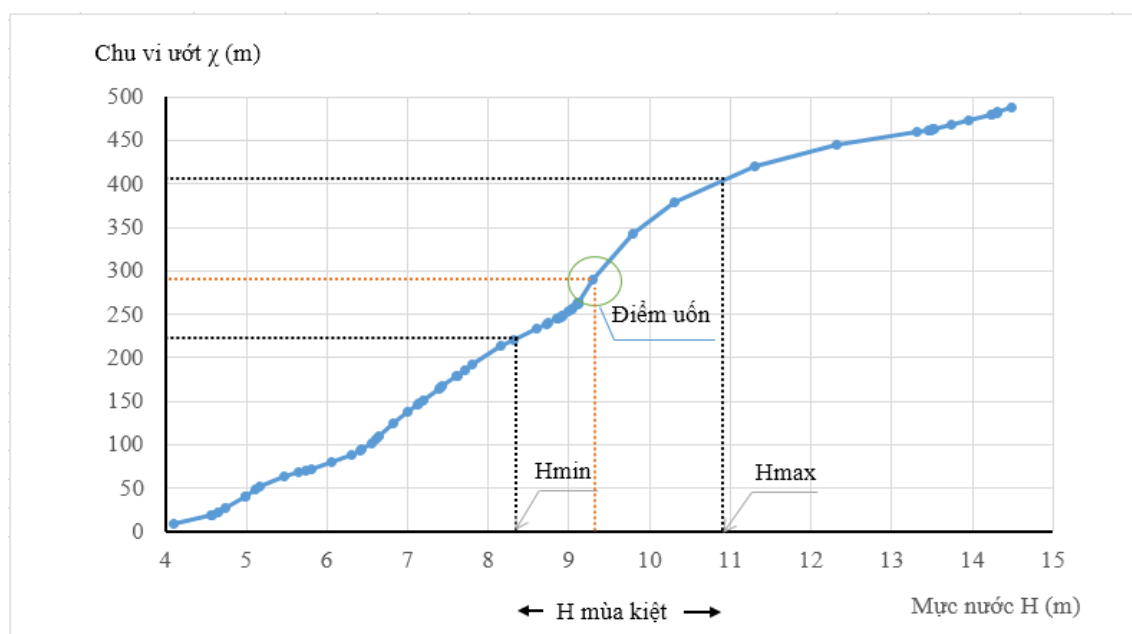
i/ Điểm kiểm soát Thành Mỹ

Trên đoạn sông từ Thành Mỹ đến ngã ba Vu Gia – Quảng Huế, tuyến mặt cắt tại ngã ba sông Bung – Cái (cách trạm thủy văn Thành Mỹ 1.557 m về phía hạ lưu) được chọn làm tuyến mặt cắt điển hình để xác định DCST tại ĐKS Thành Mỹ.

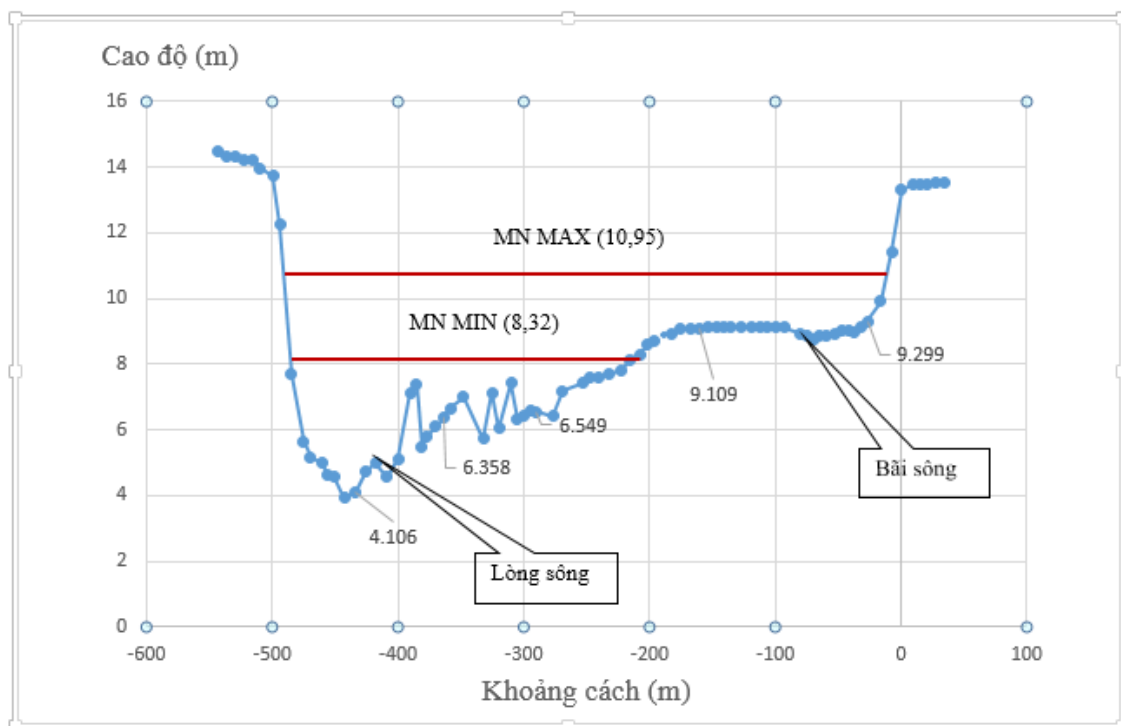
Bảng 3.3. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung - Cái

TT	Mực nước (m)	Mặt cắt ướt (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Chu vi ướt (m)
1	6,41	149,38	1,60	93,25
2	6,55	325,27	2,03	160,23
3	7,61	379,98	2,13	178,39
4	7,63	385,03	2,14	179,75
5	8,86	722,47	2,96	244,49
6	8,91	738,02	2,99	247,08

7	8,93	745,82	3,00	248,52
8	9,03	780,61	3,05	255,77
9	9,05	785,63	3,06	256,91
10	9,11	807,32	3,08	261,86
11	9,11	808,82	3,08	262,26
12	9,11	809,99	3,09	262,56
13	9,11	810,40	3,09	262,69
14	9,11	810,85	3,09	262,83
15	9,12	811,75	3,09	263,13
16	9,30	2976,96	6,72	443,00
17	14,23	3305,28	6,97	474,35
18	14,24	3310,57	6,98	474,50
19	14,31	3343,82	7,03	475,79
20	14,32	3349,80	7,04	476,03
21	14,48	3442,21	7,17	480,09



Hình 3.6. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung – Cái



Hình 3.7. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt ngã ba sông Bung – Cái
ii/Điểm kiểm soát Ái Nghĩa

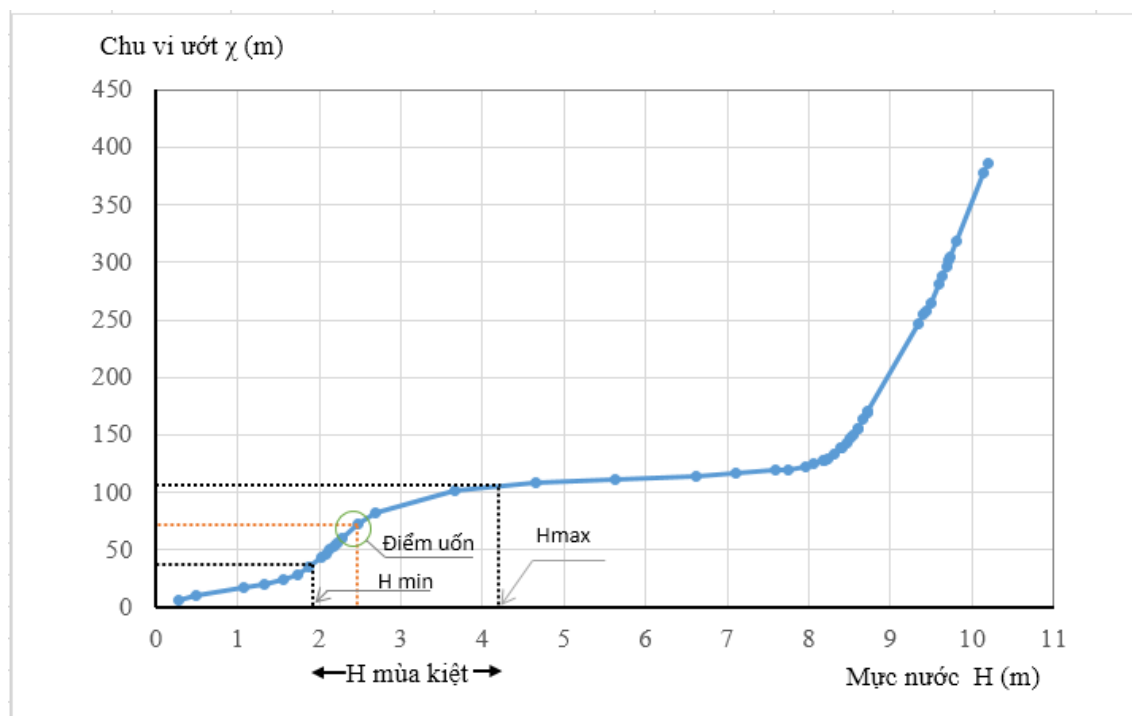
Trên đoạn sông từ ngã ba Vu Gia – Quảng Huế đến Cửa Đại, tuyến mặt cắt tại hạ lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế (cách trạm thủy văn Ái Nghĩa 863 m về phía thượng lưu) được chọn làm tuyến mặt cắt điển hình để xác định DCST tại ĐKS Ái Nghĩa. Kết quả tính toán như sau:

Bảng 3.4. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu ngã ba
Vu Gia – Quảng Huế

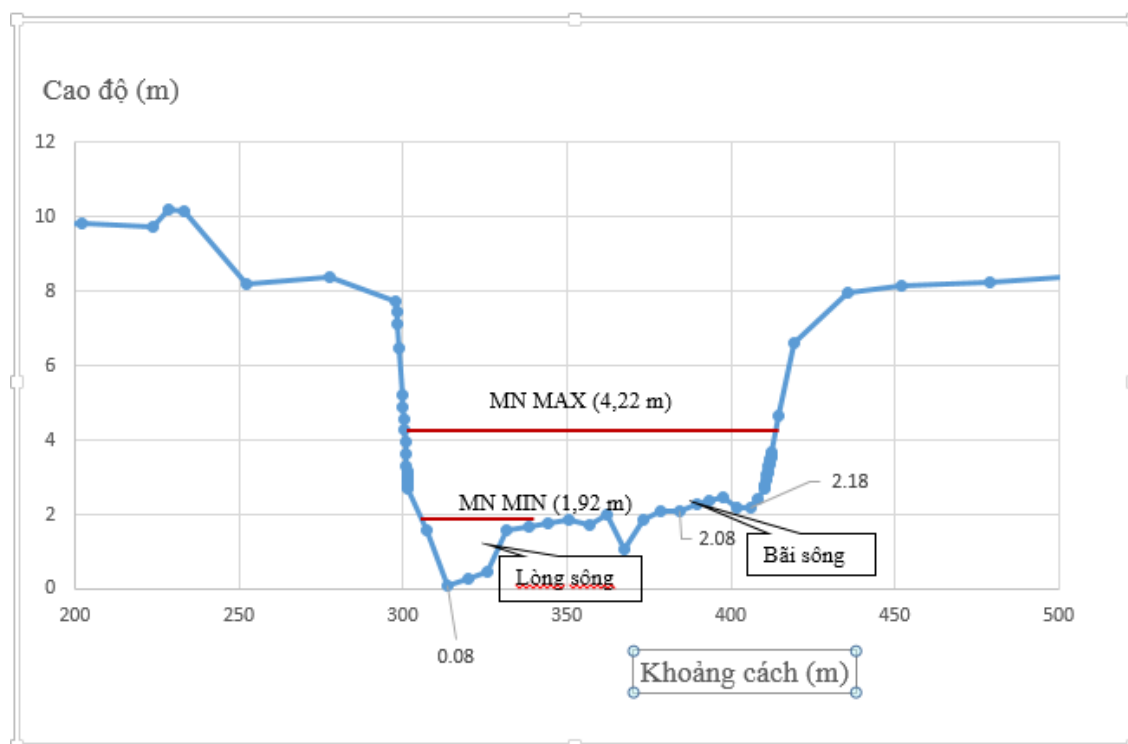
T	Mực nước (m)	Mặt cắt ướt (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Chu vi ướt (m)
1	0,48	2,80	0,26	10,88
2	1,56	25,00	1,06	23,49
3	1,73	31,24	1,13	27,70
4	1,88	39,27	1,12	34,97
5	2,02	48,81	1,13	43,39
6	2,08	53,19	1,14	46,78

7	2,13	57,21	1,14	50,01
8	2,18	61,31	1,16	53,03
9	2,23	65,73	1,17	56,37
10	2,48	90,13	1,25	71,93
11	7,59	685,49	5,77	118,89
12	7,75	707,51	5,89	120,12
13	7,96	739,38	6,02	122,84
14	8,17	776,65	6,09	127,49
15	8,19	780,63	6,09	128,10
16	8,23	789,34	6,09	129,61
17	8,39	830,78	6,01	138,26
18	8,40	833,68	6,00	138,90
19	8,46	851,95	5,95	143,14
20	8,51	867,99	5,91	146,92
21	8,55	881,48	5,87	150,19
22	8,60	899,63	5,81	154,79
23	8,61	903,54	5,80	155,84
24	8,67	929,16	5,70	163,04
25	8,72	951,85	5,62	169,52
26	8,73	956,55	5,60	170,87
27	9,34	1251,56	5,08	246,57
28	9,41	1286,06	5,06	254,21
29	9,44	1301,63	5,05	257,85
30	9,49	1329,18	5,02	264,67
31	9,60	1393,73	4,96	281,11
32	9,64	1418,85	4,93	287,74
33	9,69	1451,24	4,90	296,35
34	9,72	1470,97	4,88	301,55
35	9,74	1484,43	4,86	305,19

36	9,81	1533,33	4,81	318,51
37	10,14	1770,66	4,68	378,02
38	10,19	1806,91	4,68	386,26



Hình 3.8. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu
ngã ba Vu Gia – Quảng Huế



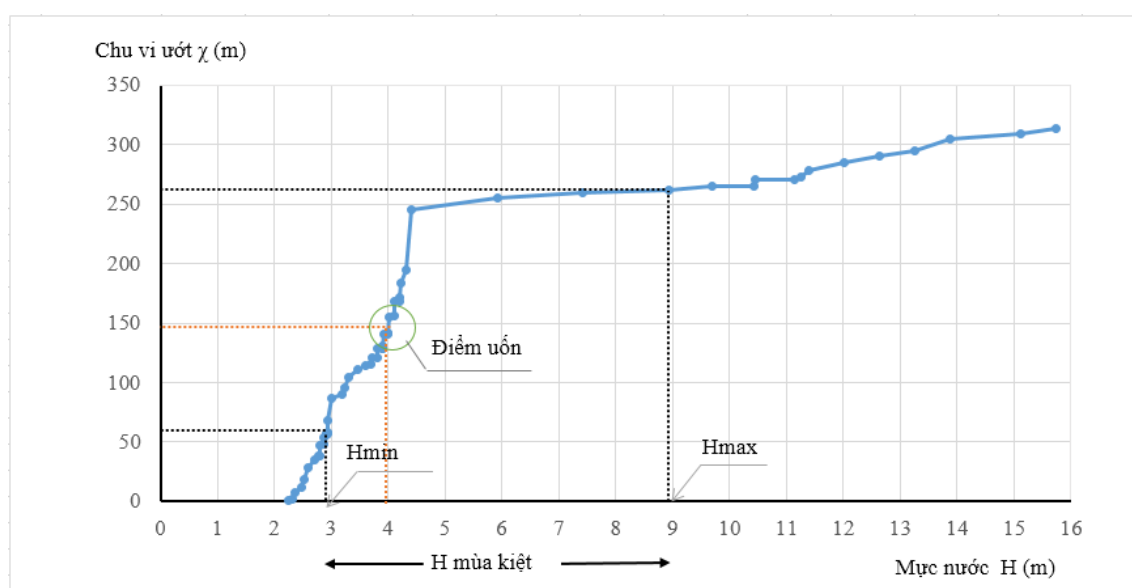
Hình 3.9. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu ngã ba Vu Gia – Quảng Huế
iii/Điểm kiểm soát Nông Sơn

Trên đoạn sông từ Nông Sơn đến ngã ba Thu Bồn – Quảng Huế, tuyến mặt cắt tại hạ lưu Nông Sơn (cách trạm thủy văn Nông Sơn 3.643 m về phía hạ lưu) được chọn làm tuyến mặt cắt điển hình để xác định DCST tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn. Kết quả tính toán như sau:

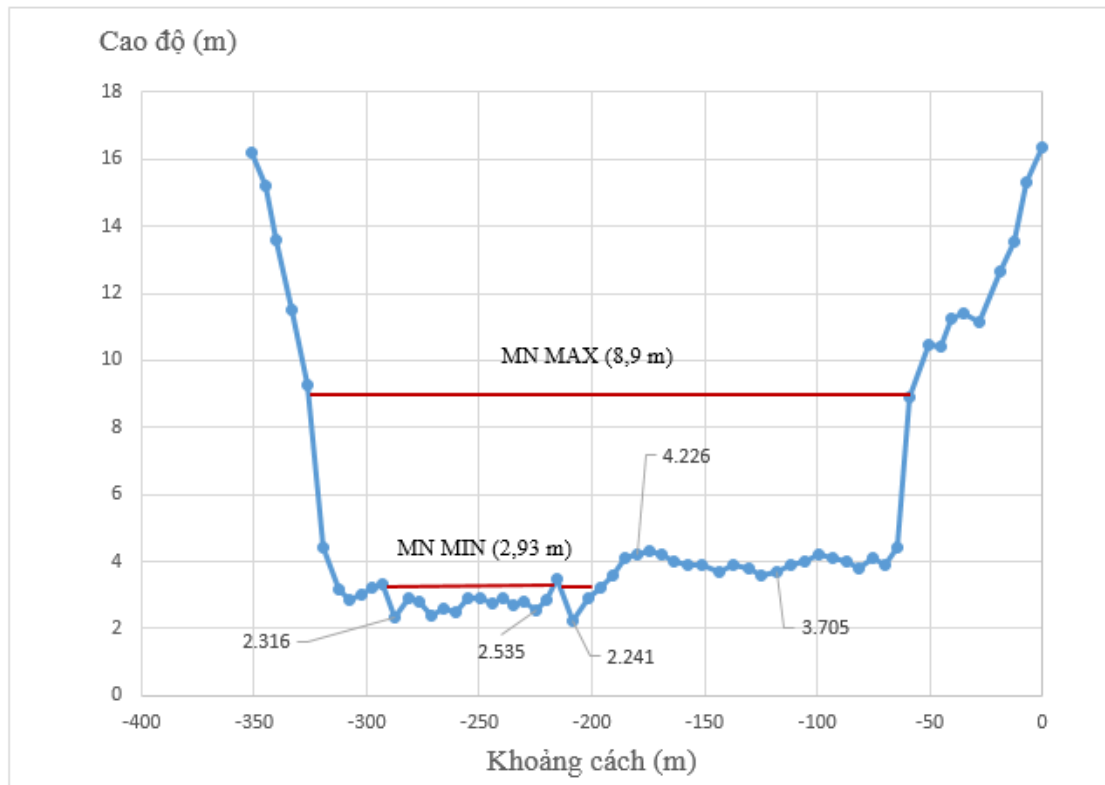
Bảng 3.5. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn

TT	Mực nước (m)	Mặt cắt ướt (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Chu vi ướt (m)
1	2,36	0,13	0,07	1,86
2	2,48	0,93	0,12	7,77
3	2,60	2,97	0,16	18,20
4	2,70	6,32	0,22	28,35
5	2,88	15,37	0,32	48,79
6	2,91	17,65	0,33	53,50

7	2,92	18,76	0,34	55,84
8	2,93	19,35	0,34	57,25
9	3,61	93,15	0,84	110,76
10	3,81	120,75	1,00	121,24
11	3,90	134,21	1,05	128,30
12	3,90	135,07	1,05	128,76
13	3,90	135,78	1,05	129,19
14	3,92	137,94	1,06	130,63
15	4,21	199,20	1,18	168,81
16	4,32	226,25	1,23	183,50
17	10,44	1839,51	6,92	265,71
18	10,44	1840,64	6,93	265,72
19	16,36	3751,42	11,97	313,40



Hình 3.10. Đường quan hệ giữa chu vi ướn và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn



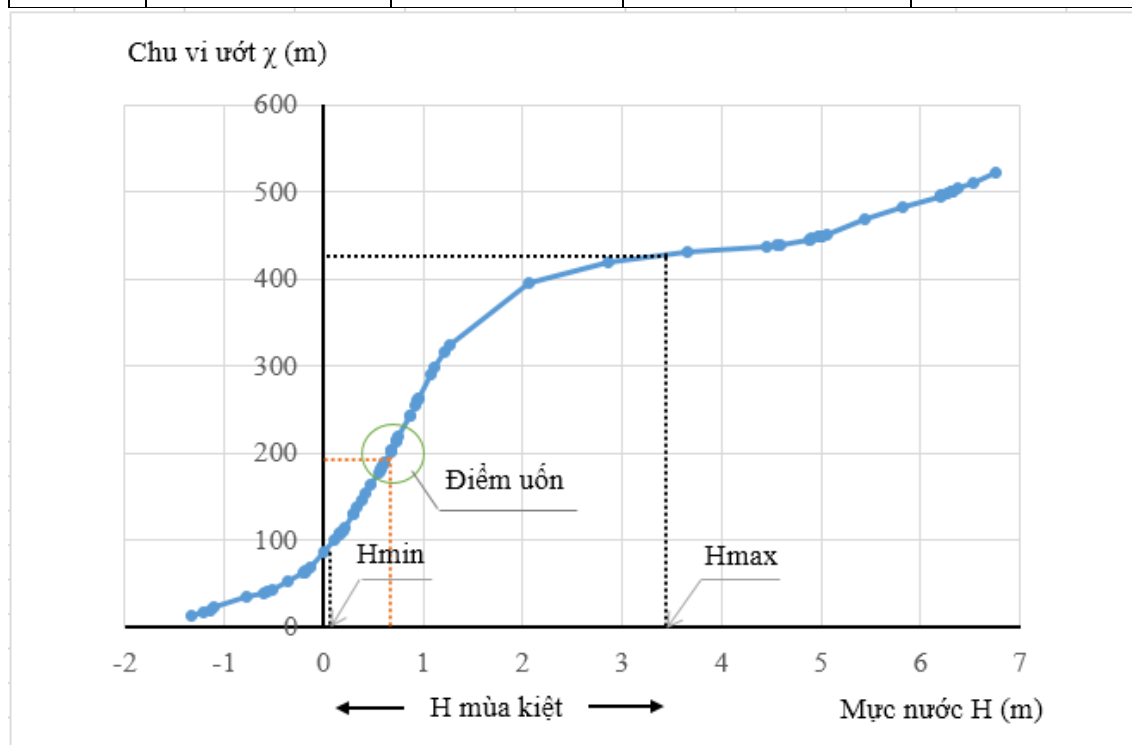
Hình 3.11. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn
iv/Điểm kiểm soát Giao Thủy

Trên đoạn sông từ ngã ba Thu Bồn – Quảng Huế đến Cửa Đại, tuyến mặt cắt tại hạ lưu Giao Thủy (cách trạm thủy văn Giao Thủy 4.234 m về phía hạ lưu) được chọn làm tuyến mặt cắt điển hình để xác định DCST tại ĐKS trạm thủy văn Giao Thủy. Kết quả tính toán như sau:

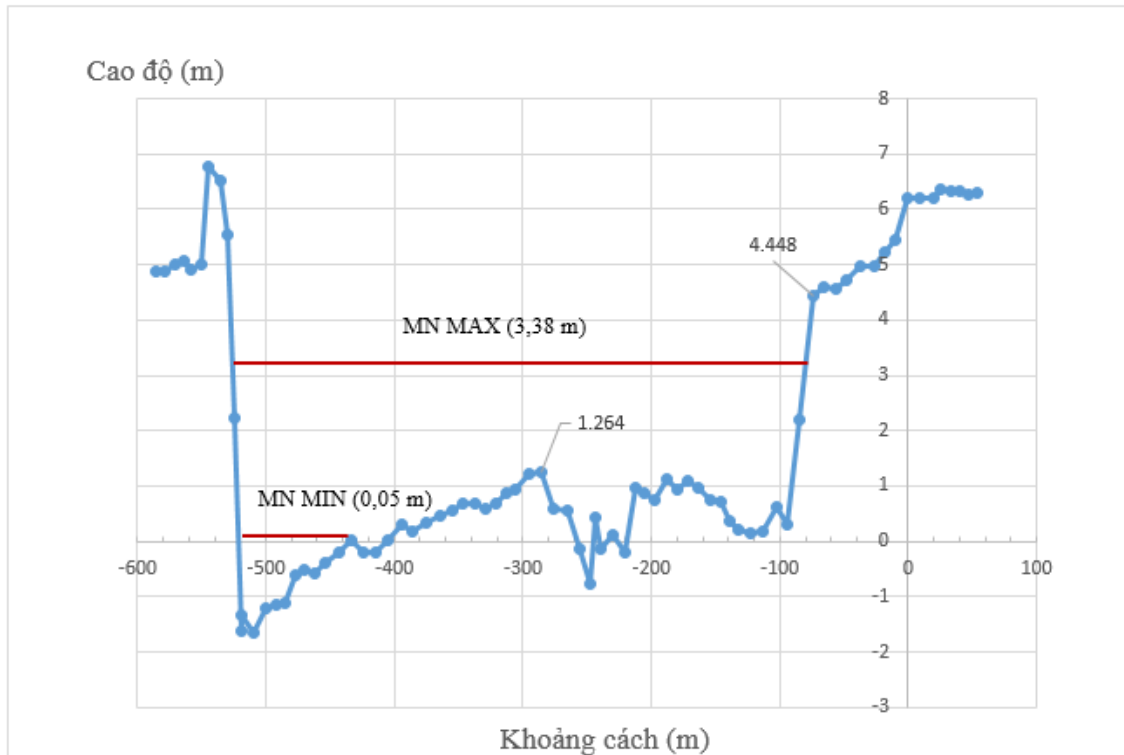
Bảng 3.6. Quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm
thủy văn Giao Thủy

TT	Mực nước (m)	Mặt cắt ướt (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Chu vi ướt (m)
1	-0,57	29,72	0,73	40,83
2	-0,20	56,45	0,89	63,22
3	-0,19	57,37	0,90	63,96
4	0,15	103,27	0,97	106,24
5	0,21	112,40	0,98	114,34
6	0,57	196,57	1,09	181,01

7	0,59	202,62	1,09	185,21
8	0,68	226,58	1,12	202,30
9	0,68	229,08	1,12	204,17
10	1,26	18,67	4,32	428,57
11	4,56	1914,67	4,36	438,84
12	4,59	1930,09	4,39	439,35
13	4,97	2111,61	4,72	447,28
14	4,98	2117,07	4,73	447,58
15	6,20	2750,82	5,75	478,82
16	6,20	2752,98	5,75	478,95
17	6,21	2756,82	5,75	479,20
18	6,32	2817,18	5,84	482,72
19	6,33	2821,79	5,84	483,02
20	6,76	3080,36	6,15	500,63



Hình 3.12. Đường quan hệ giữa chu vi ướt và mực nước tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy



Hình 3.13. Mặt cắt địa hình tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy

3.2.3.2. Phân tích xác định dòng chảy sinh thái theo phương pháp chu vi uốn i/Điểm kiểm soát Thành Mỹ

Tại tuyến mặt cắt Bung – Cái: Đường quan hệ $H \sim \chi$ có điểm uốn thứ nhất tại $H=6,40$ m, điểm uốn thứ hai tại $H=9,30$ m. Mức nước MIN, MAX các tháng mùa cạn dao động từ $(8,32 \div 10,95)$ m $\rightarrow$ điểm uốn thứ nhất tương ứng với vị trí lòng sông, điểm uốn thứ hai thuộc bãi ngập nước mùa cạn. Dòng chảy sinh thái đề xuất H (Bung Cái) = $9,30$ m.

Kết quả tính toán thủy lực cho mối tương quan mực nước giữa trạm thủy văn Thành Mỹ và hạ lưu ngã ba Bung – Cái, ứng với mực nước tại ngã ba Bung – Cái $9,30$ m cho mực nước tương ứng tại điểm kiểm soát trạm thủy văn Thành Mỹ là $9,60$ m.

ii/Điểm kiểm soát Ái Nghĩa

Tại tuyến mặt cắt thượng lưu trạm thủy văn Ái Nghĩa: Đường quan hệ $H \sim \chi$ có điểm uốn thứ nhất tại $H= 2,48$ m, điểm uốn thứ hai tại $H= 8,40$ m. Mức nước MIN, MAX các tháng mùa cạn dao động từ $(1,92 \div 4,22)$ m $\rightarrow$ điểm uốn thứ nhất

thuộc bãi ngập nước mùa cạn, điểm uốn thứ hai thuộc bãi ngập nước mùa lũ. Dòng chảy sinh thái đề xuất H (thượng lưu Ái Nghĩa) = 2,48 m

Theo kết quả tính toán thủy lực, mực nước tại thượng lưu Ái Nghĩa 2,48 m cho mực nước tương ứng tại điểm kiểm soát trạm thủy văn Ái Nghĩa là 2,38 m.

iii/ Điểm kiểm soát Nông Sơn

Tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Nông Sơn: Đường quan hệ $H \sim \chi$ có điểm uốn thứ nhất tại $H = 3,90$ m, điểm uốn thứ hai tại $H = 10,2$ m. Mực nước MIN, MAX các tháng mùa cạn dao động từ $(2,93 \div 8,90)$ m $\rightarrow$ điểm uốn thứ nhất thuộc bãi ngập nước mùa cạn, điểm uốn thứ hai thuộc bãi ngập nước mùa lũ. Dòng chảy sinh thái đề xuất H (Nông Sơn) = 3,90 m

Theo kết quả tính toán thủy lực, mực nước tại hạ lưu Nông Sơn 3,90 m cho mực nước tương ứng tại điểm kiểm soát trạm thủy văn Nông Sơn là 4,05 m.

iv/ Điểm kiểm soát trạm thủy văn Giao Thủy

Tại tuyến mặt cắt hạ lưu trạm thủy văn Giao Thủy: Đường quan hệ $H \sim \chi$ có điểm uốn thứ nhất tại $H = 0,69$ m, điểm uốn thứ hai tại $H = 4,5$ m. Mực nước MIN, MAX các tháng mùa cạn dao động từ $(0,05 \div 3,38)$ m $\rightarrow$ điểm uốn thứ nhất thuộc bãi ngập nước mùa cạn, điểm uốn thứ hai thuộc bãi ngập nước mùa lũ. Dòng chảy sinh thái đề xuất H (Giao Thủy) = 0,69 m

Theo kết quả tính toán thủy lực, mực nước tại hạ lưu Giao Thủy 0,69 m cho mực nước tương ứng tại điểm kiểm soát trạm thủy văn Giao Thủy là 1,16 m.

Bảng 3.7. Kết quả tính toán dòng chảy duy trì sinh thái tại các ĐKS theo phương pháp chu vi ướt

TT	Tên sông	Điểm kiểm soát sinh thái	Dòng chảy sinh thái (xác định theo phương pháp chu vi ướt) H(m)
1	Cái (Vu Gia)	Trạm thủy văn Thành Mỹ	9,60
2	Vu Gia	Trạm thủy văn Ái Nghĩa	2,38
3	Thu Bồn	Trạm thủy văn Nông Sơn	4,05
4	Thu Bồn	Trạm thủy văn Giao Thủy	1,16

3.2.3.3. Tính toán kiểm tra chất lượng nước tại các ĐKS:

Dựa trên kết quả điều tra hiện trạng xả thải, các số liệu phân tích chất lượng nước. Ứng dụng MIKE Ecolab tính toán các chỉ tiêu chất lượng nước trong trường hợp dòng chảy đề xuất ở bảng 3.7 cho kết quả như sau:

Bảng 3.8. Kết quả tính toán chất lượng nước tại các điểm kiểm soát

Kiểm kiểm soát	Chỉ tiêu	Đơn vị	ĐKS Ái Nghĩa	ĐKS Giao Thủy	QCVN 08:2015 (cột A ₁)
-Q _{Ái nghĩa} = 37,1 m ³ /s	Min_DO	mg/l	7,46	6,60	≥ 6
	Max_NH ₄	mg/l	0,12	0,06	0,3
-Q _{Giao Thủy} = 128 m ³ /s	Max_NO ₃	mg/l	1,98	1,56	2
	Max_BOD ₅	mg/l	15,78	14,95	4

Như vậy, dòng chảy sinh thái tính toán theo chu vi ướ́t (Bảng 3.6) thỏa mãn yêu cầu chất lượng nước bảo vệ đời sống thủy sinh QCVN 08:2015 cột A₁ với các chỉ tiêu DO, NH₄⁺, NO₃⁻. Riêng chỉ tiêu BOD₅ vượt từ 3÷4 lần. Phân tích khả năng nguồn nước, phương án tăng dòng chảy để pha loãng không khả thi, do đó cần có biện pháp giảm nồng độ chất thải để kiểm soát BOD₅ tại 2 ĐKS nói trên. Cụ thể, tại vị trí cầu Rồng (M1), cầu Tuyên Sơn (M3), cầu Hòa Xuân (M4), Cửa Đại – vị trí đèn biển (M9), Xã Tam Hiệp - Hợp lưu Quảng Huế - Thu Bồn (M12) , trạm thủy văn Ái Nghĩa (M15).

3.2.3.4. Tổ hợp xác định dòng chảy sinh thái tại các ĐKS

Từ kết quả tính toán dòng chảy sinh thái theo phương pháp chu vi mặt cắt ướ́t và kết quả đánh giá chất lượng nước theo quy chuẩn chất lượng nước bảo vệ đời sống của các sinh vật thủy sinh QCVN 08: 2015, đề xuất dòng chảy duy trì sinh thái tại các ĐKS như sau: H_{ST}^{Thành Mỹ} = 9,60 m (tương ứng Q_{ST}^{Thành Mỹ} = 10,9 m³/s) , H_{ST}^{Ái Nghĩa} = 2,38 m, H_{ST}^{Nông Sơn} = 4,05 m (tương ứng Q_{ST}^{Nông Sơn} = 99,6 m³/s), H_{ST}^{GiaoThủy} = 1,16 m.

3.2.4. Kết quả tính toán dòng chảy khai thác sử dụng

Lượng nước cần thiết cho khai thác, sử dụng bao gồm toàn bộ nhu cầu nước tiêu hao hoặc không tiêu hao trên dòng sông hoặc đoạn sông nghiên cứu. Dựa trên thực trạng khai thác sử dụng nước vùng hạ du VG-TB, tác giả tập trung nghiên cứu nhu cầu nước cho các ngành: nông nghiệp; sinh hoạt, công nghiệp, dịch vụ; chăn nuôi; thủy sản; thủy điện và đẩy mặn.

3.2.4.1. Kết quả tính toán cân bằng nước

Trên cơ sở phân vùng cấp nước như đã trình bày ở chương II, tổng hợp kết quả tính toán cân bằng nước ứng với tần suất dòng chảy đến 85% cho kết quả như bảng 3.9.

Chi tiết kết quả tính toán nhu cầu nước cho trồng trọt, chăn nuôi, NTTS, công nghiệp và sinh hoạt xem phụ lục 3, bảng PL3.1 ÷ PL3.8

Bảng 3.9. Kết quả tính toán cân bằng nước - Giai đoạn hiện tại

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Vùng I- Thượng lưu Vu Gia đến Thành Mỹ													
Lượng nước đến (10 ⁶ m ³)	183,9	77,9	42,7	23,5	14,9	7,9	5,5	3,3	241,3	903,0	570,7	1205,7	3280,2
Lượng nước cần (10 ⁶ m ³)	0,6	1,7	2,7	1,9	4,8	2,3	2,5	2,0	0,3	0,4	0,4	3,7	23,1
Thừa (10 ⁶ m ³)	183,3	76,2	40,0	21,6	10,1	5,6	3,0	1,3	241,0	902,6	570,3	1202,0	3257,1
Vùng II- Trung lưu từ Thành Mỹ đến Ái Nghĩa													
Lượng nước đến (10 ⁶ m ³)	232,3	95,1	51,3	34,6	489,2	463,7	390,3	207,1	381,9	1177,7	616,7	922,9	5062,5
Lượng nước cần (10 ⁶ m ³)	6,7	7,8	10,0	7,5	15,9	3,8	8,9	16,2	6,7	1,7	2,7	17,9	105,7

Thừa (10 ⁶ m ³)	225,6	87,3	41,3	27,1	473,3	459,9	381,4	190,9	375,2	1176,0	614,0	905,0	4956,8
Vùng III - Hạ lưu Vu Gia – Túy Loan													
Lượng nước đến (10 ⁶ m ³)	43,5	16,0	9,9	5,0	4,7	12,1	10,8	4,8	14,0	251,9	141,2	147,8	661,7
Lượng nước cần (10 ⁶ m ³)	8,9	15,7	18,8	16,2	36,7	11,8	8,3	13,8	13,1	7,0	6,8	35,6	192,7
Thừa (10 ⁶ m ³)	34,6	0,3				0,3	2,5		0,9	244,9	134,4	112,2	529,9
Thiếu (10 ⁶ m ³)			8,9	11,2	32,0			9,0					60,9
Vùng IV – Thượng lưu Thu Bồn đến Giao Thủy													
Lượng nước đến (10 ⁶ m ³)	405,4	172,9	116,4	117,2	127,1	125,5	137,2	76,1	243,1	2262,7	1727,5	2631,9	8143,1
Lượng nước cần (10 ⁶ m ³)	12,9	16,0	7,9	19,1	34,1	9,8	19,1	5,1	12,9	2,9	2,8	52,4	194,9
Thừa (10 ⁶ m ³)	392,5	156,9	108,5	98,1	93,0	115,7	118,1	71,0	230,2	2259,8	1724,7	2579,5	7948,2
Vùng V - Hạ lưu Thu Bồn – LyLy													
Lượng nước đến (10 ⁶ m ³)	94,3	30,4	18,7	13,9	12,2	22,3	20,1	11,8	20,9	373,9	228,4	325,1	1171,9
Lượng nước cần (10 ⁶ m ³)	13,3	30,5	38,9	32,2	60,0	29,9	5,0	27,2	9,3	3,2	3,1	82,7	335,3
Thừa	81,0						15,1		11,5	370,7	225,3	242,4	946,0

(10 ⁶ m ³)													
Thiếu (10 ⁶ m ³)		0,1	20,2	18,3	47,8	7,6		15,5					109,4

Nhận xét:

Với nhu cầu dùng nước như hiện tại thì lượng nước đến các tháng mùa cạn với tần suất 85% chỉ đáp ứng nhu cầu dùng nước trong 3 vùng gồm: Thượng lưu Vu Gia đến Thành Mỹ; thượng lưu Thu Bồn đến Giao Thủy; trung lưu Vu Gia đến Ái Nghĩa. Còn lại 2 vùng gồm: Hạ lưu Vu Gia – Túy Loan; hạ lưu Thu Bồn – Ly Ly bị thiếu nước một số tháng. Lượng nước thiếu tập trung vào các tháng III, IV, V, VIII trong đó thiếu nhiều nhất vào tháng V. Cụ thể lượng nước thiếu trong các tháng ở 2 vùng như sau:

- Vùng hạ lưu sông Vu Gia – Túy Loan:

Tổng lượng nước cần 192,7 triệu m³, lượng nước thiếu 60,9 triệu m³ trong các tháng III, IV, V, VIII. Trong đó thiếu nhiều nhất là tháng V với tổng lượng nước thiếu 32,0 triệu m³. Tổng lượng nước thừa 529,6 triệu m³, lượng nước thừa tập trung nhiều nhất trong tháng X, với tổng lượng nước thừa tháng X khoảng 244,9 triệu m³.

- Vùng hạ lưu sông Thu Bồn – Ly Ly:

Tổng lượng nước đến vùng đạt 1.171,9 triệu m³, tổng lượng nước thiếu 109,4 triệu m³. Tỷ lệ lượng nước thiếu chiếm 32,6% lượng nước cần. Thời gian thiếu nước từ tháng II đến tháng VI và tháng VIII. Tháng V là tháng có lượng nước thiếu nhiều nhất 47,8 triệu m³.

Như vậy, vùng hạ lưu Vu Gia – Túy Loan và vùng hạ lưu Thu Bồn – Ly Ly, nếu có biện pháp trữ nước trong các tháng thừa nước để điều tiết cho các tháng thiếu nước thì tổng lượng nước đáp ứng thừa nhu cầu dùng nước trong các tháng thiếu nước.

3.2.4.2. Nhu cầu nước đảm bảo về mực nước tại các ĐKS

Mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan phụ thuộc chủ yếu vào lưu lượng, mực nước tại ĐKS Ái Nghĩa.

Mức nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Thu Bồn – Ly Ly phụ thuộc chủ yếu vào lưu lượng, mức nước tại ĐKS Giao Thủy.

Tính toán dòng chảy tại các ĐKS Ái Nghĩa, Giao Thủy để đáp ứng yêu cầu về mức nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du được thực hiện bằng phương pháp thử dần với các cấp lưu lượng khác nhau tại thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế ($Q_{TL-VG-QH}$) và thượng lưu ngã ba Thu Bồn – Quảng Huế ($Q_{TL-TB-QH}$) cho kết quả như sau:

- Thời kỳ cấp nước gia tăng (tháng 5)

Bảng 3.10. Kết quả tính toán mức nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan thời kỳ cấp nước gia tăng

TT	$Q_{TL-VG-QH}$ (m ³ /s)	$Q_{Ái}$ Nghĩa (m ³ /s)	Mức nước min tại các vị trí theo các lưu lượng giả thiết (m)						
			TB Ái Nghĩa	Trạm TV Ái Nghĩa	TB Thái Sơn	TB Cầm Văn	TB An Trạch	TB Đông Quang	TB Bích Bắc
1	18	12,65	2,36	1,95	1,46	0,06	1,45	-0,04	-2,81
2	30	19,31	2,56	2,30	1,90	1,76	1,90	1,75	1,75
3	40	25,62	2,69	2,44	1,96	1,91	1,93	1,90	1,90
4	50	32,31	2,79	2,56	1,97	1,97	1,94	1,96	1,96
5	55	36,06	2,83	2,61	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
6	60	39,06	2,88	2,71	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
7	65	41,85	2,93	2,75	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
Mức nước yêu cầu tại các trạm bơm			2,50		1,49	1,62	2,00	1,88	2,00

Kết quả tính toán cho thấy, để đảm bảo mức nước cho các trạm bơm hoạt động tốt thì $Q_{TL-VG-QH} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$, tương đương với mức nước tại trạm thủy văn Ái Nghĩa 2,71 m.

Bảng 3.11. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du
Thu Bồn – Ly Ly thời kỳ cấp nước gia tăng

TT	Q _{TL-TB-QH} (m ³ /s)	Q _{Giao Thủy} (m ³ /s)	Mực nước min tại các vị trí theo các lưu lượng giả thiết (m)							
			Trạm Giao Thủy	TB Tư Phú	TB Kỳ Lam	TB Điện Phong	TB Xuyên Đông	TV Câu Lâu	TB Vĩnh Điện	TB Tứ Câu
1	30	59,15	0,89	0,42; 0,21	0,40; -0,58	0,39;- 0,63	0,42; 0,03	0,38; -0,69	0,37;- 0,72	0,35;- 0,73
2	60	89,68	1,03	0,61; 0,42	0,41; - 0,50	0,40;- 0,58	0,43; 0,05	0,38; -0,67	0,37;- 0,70	0,35;- 0,72
3	90	119,75	1,17	0,74; 0,61	0,42; - 0,42	0,40;- 0,53	0,44; 0,07	0,38; -0,64	0,36;- 0,69	0,35;- 0,72
4	110	141,56	1,27	0,85; 0,72	0,44; - 0,36	0,40;- 0,49	0,44; 0,09	0,38; -0,62	0,36;- 0,68	0,35;- 0,72
5	120	149.56	1,31	0,89; 0,78	0,44; - 0,33	0,41;- 0,48	0,46; 0,12	0,38; -0,62	0,36;- 0,67	0,35;- 0,72
Mực nước yêu cầu tại các trạm bơm					0	0	0		0,13	-0,55

Kết quả tính toán cho thấy với $Q_{TL-TB-QH} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$, mực nước tại Giao Thủy có thể đạt đến 0,89 m thì các trạm bơm ở hạ lưu đã có thể hoạt động bình thường.

- Thời kỳ cấp nước thông thường:

Bảng 3.12. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du
Vu Gia – Túy Loan thời kỳ cấp nước thông thường

TT	Q _{TL} - VG-QH (m ³ /s)	Q _{Ái} Nghĩa (m ³ /s)	Mực nước min tại các vị trí theo các lưu lượng giả thiết (m)						
			TB Ái Nghĩa	Trạm Ái Nghĩa	TB Thái Sơn	TB Cầm Văn	TB An Trạch	TB Đông Quang	TB Bích Bắc
1	18	11,14	2,181	2,073	2,030	2,010	2,028	2,020	2,031
2	25	15,07	2,289	2,113	2,034	2,014	2,040	2,029	2,047
3	30	18,03	2,355	2,149	2,037	2,020	2,044	2,035	2,046
4	40	24,48	2,479	2,240	2,058	2,041	2,047	2,040	2,048
5	45	27,65	2,533	2,113	2,060	2,046	2,048	2,034	2,058
6	50	27,78	2,591	2,320	2,069	2,063	2,049	2,051	2,064
Mực nước yêu cầu tại các trạm bơm			2,50		1,49	1,62	2,00	1,88	2,00

Kết quả tính toán cho thấy để đảm bảo mực nước cho các trạm bơm có thể hoạt động tốt thì $Q_{TL-VG-QH} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$, tương đương với mực nước tại trạm Ái Nghĩa 2,11 m.

Bảng 3.13. Kết quả tính toán mực nước tại các điểm lấy nước chính vùng hạ du
Thu Bồn – Ly Ly thời kỳ cấp nước thông thường

T T	Q _{TL} - TB-QH (m ³ /s)	Q _{Giao} Thủy (m ³ /s)	Mực nước MAX/MIN tại các vị trí theo các lưu lượng giả thiết (m)						
			Trạm Giao Thủy	TB Tur Phú	TB Điện Phong	TB Xuyên Đông	Trạm Câu Lâu	TB Vĩnh Điện	TB Tứ Câu
1	30	35,89	0,74	0,29; - 0,25	0,22;- 0,61	0,57; - 0,47	0,22/- 0,61	0,24/- 0,54	0,24/- 0,57
2	40	47,77	0,86	0,31; - 0,16	0,22; - 0,57	0,65; 0,58	0,29; -0,59	0,24; -0,55	0,24; -0,55

4	50	59,23	0,89	0,33; -0,124	0,22; - 0,60	0,69; 0,61	0,22; - 0,61	0,23; -0,56	0,23;- 0,56
5	60	71,25	0,95	0,404;- 0,086	0,30;- 0,67	0,74; 0,63	0,29; - 0,70	0,31; -0,67	0,31; -0,67
6	100	118,6	1,17	0,504; 0,147	0,30; - 0,66	0,92; 0,84	0,29; 0,70	0,31; -0,64	0,31; -0,64
Mức nước yêu cầu tại các trạm bơm				0	0	0		0,13	-0,55

Kết quả tính toán cho thấy, các trạm bơm cấp nước tưới ở hạ du Thu Bồn – Ly Ly trên sông Thu Bồn, Vĩnh Điện đều bị ảnh hưởng, riêng trạm bơm Xuyên Đông trên sông Bà Rén nhờ có đập ngăn mặn Duy Thành hầu như không bị ảnh hưởng. Với $Q_{TL-TB-QH} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$, tương đương mức nước tại Giao Thủy 0,74 m thì các trạm bơm ở hạ lưu đã có thể hoạt động tốt.

3.2.4.3. Nhu cầu nước đảm bảo về độ mặn phục vụ cấp nước sinh hoạt, nước tưới

a/ Xác định quan hệ giữa lưu lượng xả từ thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế, thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế và chiều dài xâm nhập mặn trên các sông Vu Gia, Thu Bồn, Vĩnh Điện

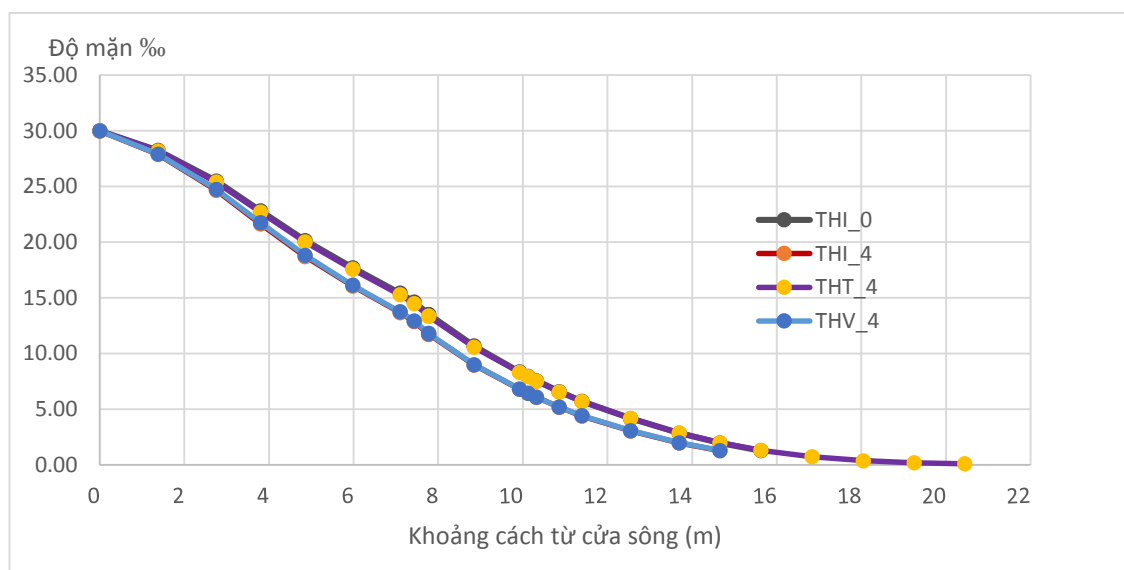
Xâm nhập mặn trên sông phụ thuộc vào lưu lượng xả phía thượng lưu, dòng chảy gia nhập khu giữa, mức nước triều và độ mặn tại cửa sông. Với mục tiêu nghiên cứu xây dựng DCTT, luận án tập trung xem xét quan hệ giữa lưu lượng xả và chiều dài xâm nhập mặn với giả thiết các yếu tố về mức nước triều, độ mặn vùng cửa sông không thay đổi trong các trường hợp tính toán.

Kết quả tính toán cho thấy, về mùa cạn, lưu lượng tại thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế ảnh hưởng rất ít tới chiều dài xâm nhập mặn trên sông Vu Gia và lưu lượng tại thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế cũng ảnh hưởng rất ít tới chiều dài xâm nhập mặn trên sông Thu Bồn. Đối với sông Vĩnh Điện, ảnh hưởng của lưu lượng tại thượng lưu Vu Gia- Quảng Huế đến chiều dài xâm nhập mặn lớn hơn ảnh hưởng của lưu lượng tại thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế. Như vậy, mặc dù có sự chuyển

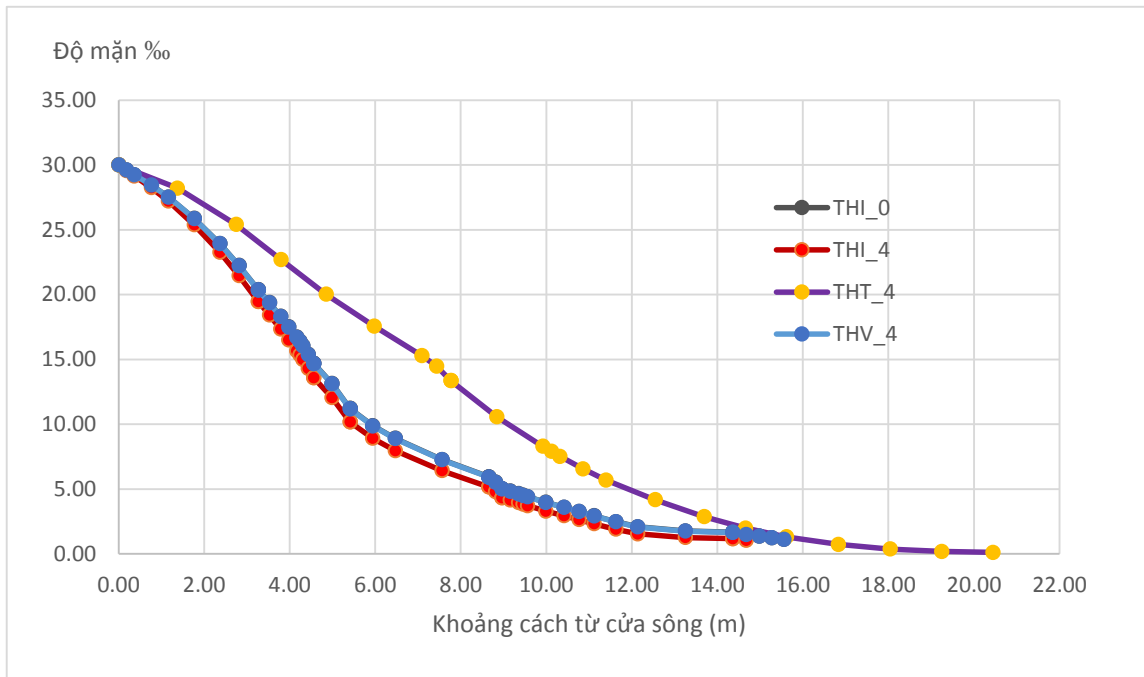
nước qua lại giữa hai sông Vu Gia và Thu Bồn nhưng vào mùa cạn, có sự ảnh hưởng rất ít của dòng chảy con sông này tới chiều dài xâm nhập mặn của con sông kia. Điều đó cho thấy, để nguồn nước lấy vào nhà máy nước Cầu Đỏ không bị nhiễm mặn thì lưu lượng xả tại thượng lưu Vu Gia –Quảng Huế có ý nghĩa quyết định.

Bảng 3.14. Kết quả tính toán xâm nhập mặn trên sông Vu Gia, Thu Bồn, Vĩnh Điện

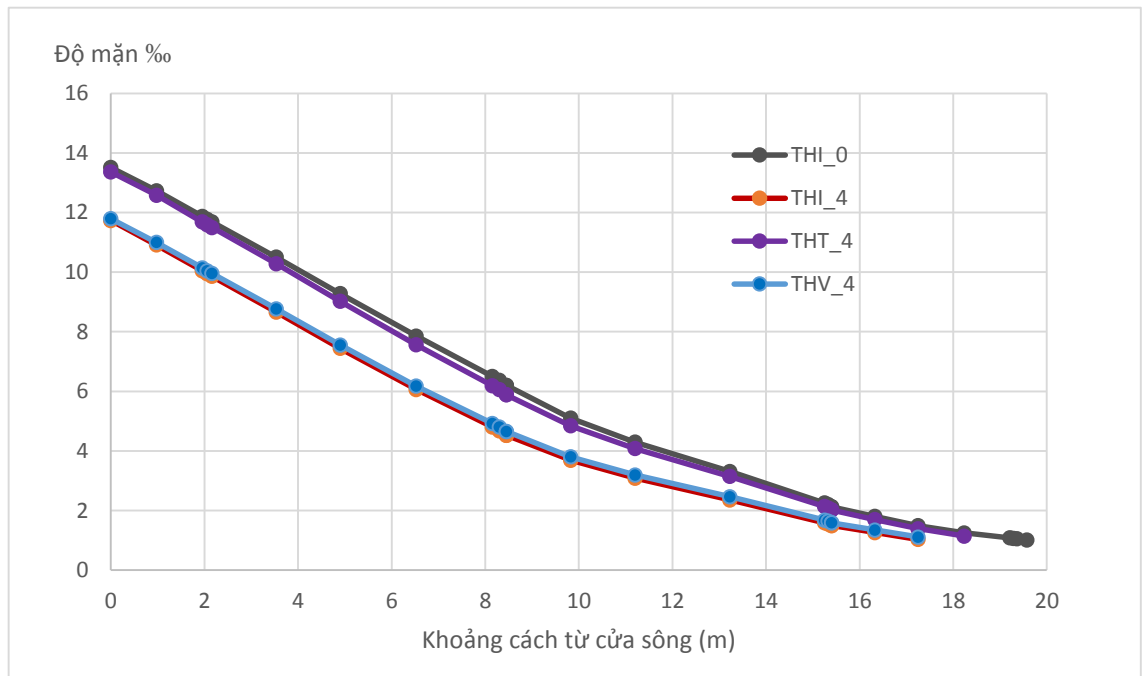
Trường hợp tính toán	$Q_{TL_VG_QH}$ (m ³ /s)	$Q_{TL_TB_QH}$ (m ³ /s)	Chiều dài xâm nhập mặn 1‰ (km)			Chiều dài xâm nhập mặn 4‰ (km)		
			Vu Gia	Thu Bồn	Vĩnh Điện	Vu Gia	Thu Bồn	Vĩnh Điện
I-0	55,3	123,9	16,01	15,89	19,65	12,69	9,99	11,81
I-4	66,4	148,7	15,06	14,76	17,37	7,95	9,30	9,31
T-4	55,3	148,7	16,26	14,78	18,08	12,70	9,31	11,37
V-4	66,4	123,9	15,07	15,86	17,69	10,85	9,91	5,94



Hình 3.14. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả Thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế và Thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Vu Gia



Hình 3.15. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả Thượng lưu Vu Gia – Quảng Huế và Thượng lưu Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Thu Bồn



Hình 3.16. Kết quả tính toán quan hệ giữa lưu lượng xả TL Vu Gia – Quảng Huế và TL Thu Bồn – Quảng Huế với chiều dài xâm nhập mặn trên sông Vĩnh Điện

b/ *Xác định lưu lượng yêu cầu đầy mặn tại các ĐKS*

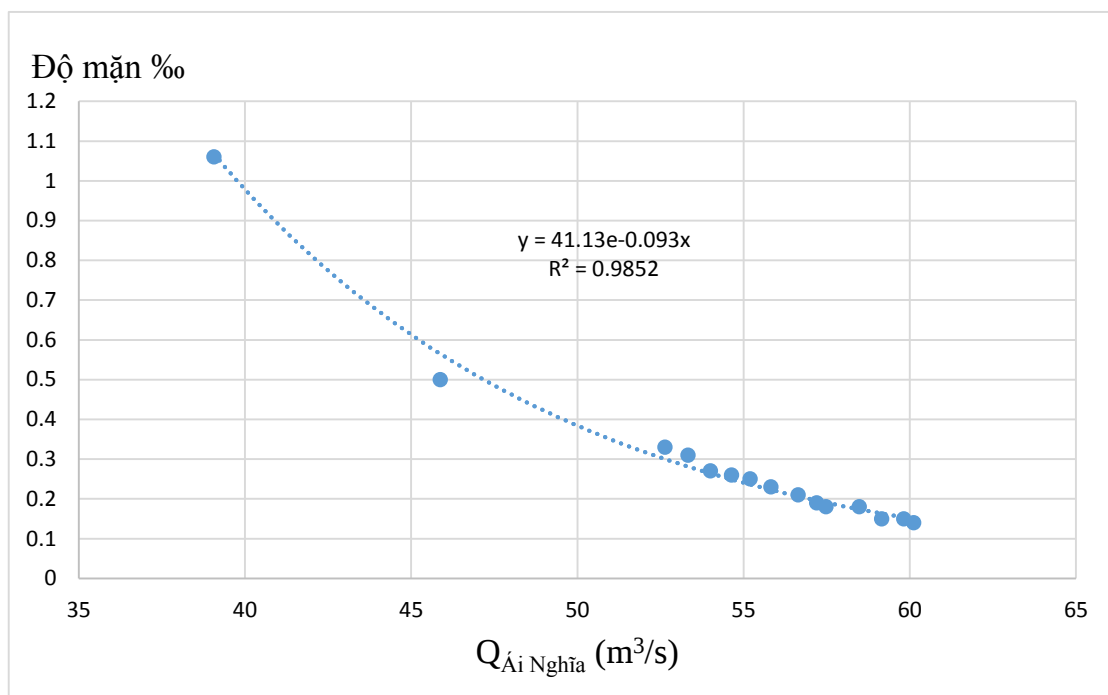
- Thời kỳ cấp nước gia tăng:

Vùng hạ du Vu Gia – Túy Loan, lưu lượng tại ĐKS Ái Nghĩa phải đảm bảo yêu cầu đầy mặn tại nhà máy nước Cầu Đỏ.

Bảng 3.15. Tính toán xác định lưu lượng đầy mặn hạ lưu sông Vu Gia trong thời kỳ cấp nước gia tăng

TT	Q _{TL-VG-QH} (m ³ /s)	Q _{Ái Nghĩa} (m ³ /s)	H _{Ái Nghĩa} (m)	Độ mặn tại TB NMN Cầu Đỏ			
				S _{max}	S _{min}	S _{tb}	Số giờ mặn > 0,15 ‰
1	60	39,06	2,71	1,06	0,00	0,13	400
2	70	45,87	2,80	0,50	0,00	0,053	204
3	80	52,63	2,83	0,33	0,00	0,037	102
4	81	53,33	2,84	0,31	0,00	0,034	77
6	83	54,64	2,86	0,26	0,00	0,029	52
8	85	55,82	2,87	0,23	0,00	0,025	28
10	87	57,20	2,88	0,19	0,00	0,021	15
11	89	58,48	2,90	0,18	0,00	0,017	6
13	91	59,82	2,92	0,15	0,00	0,0148	0

Với $Q_{TL-VG-QH} = 81 \text{ m}^3/\text{s}$, độ mặn tại Cầu Đỏ chỉ vượt ngưỡng 0,15‰ trong 77 giờ khoảng 3 ngày xấp xỉ với mức 4 ngày (trước khi có các công trình thủy điện). Với mức này, mực nước tương ứng tại Ái Nghĩa là 2,84 m, độ mặn tại Cầu Đỏ lớn nhất là 0,31‰, nhỏ nhất là 0 ‰, trung bình là 0,034 ‰. Kiến nghị $H_{\text{Ái Nghĩa}} = 2,84 \text{ m}$ để đầy mặn trên sông Vu Gia.



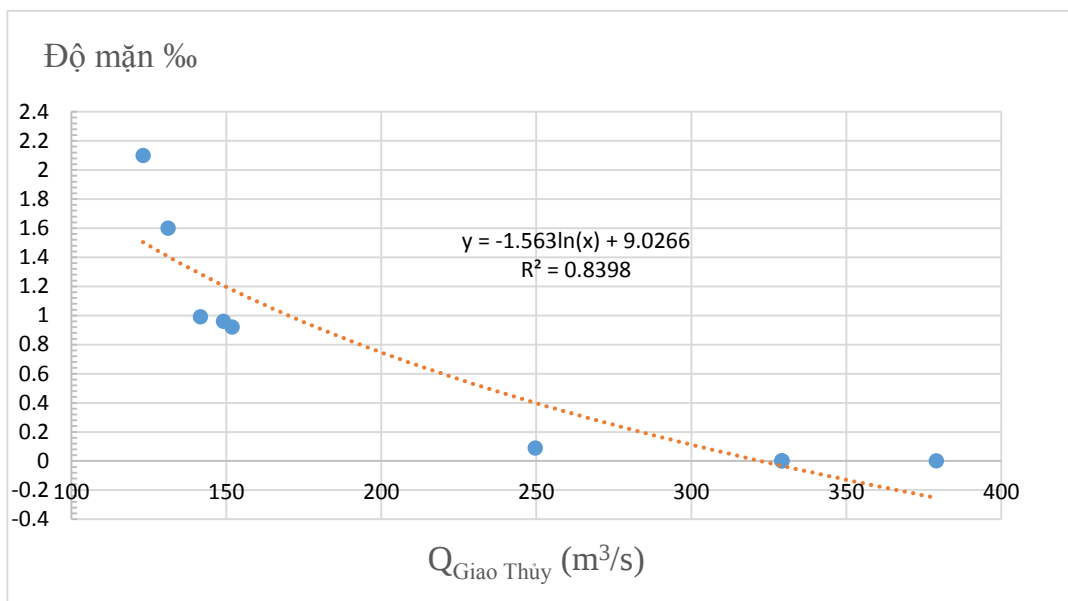
Hình 3.17. Đường quan hệ giữa $Q_{\text{Ái Nghĩa}} \sim$ Độ mặn tại Cầu Đỏ thời kỳ cấp nước gia tăng

Vùng hạ lưu sông Thu Bồn, xâm nhập mặn vào sâu dòng chính Thu Bồn, sông Vĩnh Điện, Bà Rén ảnh hưởng tới các trạm bơm cấp nước tưới và nhà máy nước Vĩnh Điện. Lựa chọn 2 trạm bơm có diện tích phụ trách tưới lớn, chịu tác động của xâm nhập mặn nhiều nhất để tính toán yêu cầu dòng chảy đẩy mặn gồm: (1) Trạm bơm Xuyên Đông trên sông Bến Giá (nối sông Thu Bồn với sông Bà Rén tại hạ lưu đập ngăn mặn tạm Cầu Đen) ; (2) Trạm bơm Tứ Câu trên sông Vĩnh Điện.

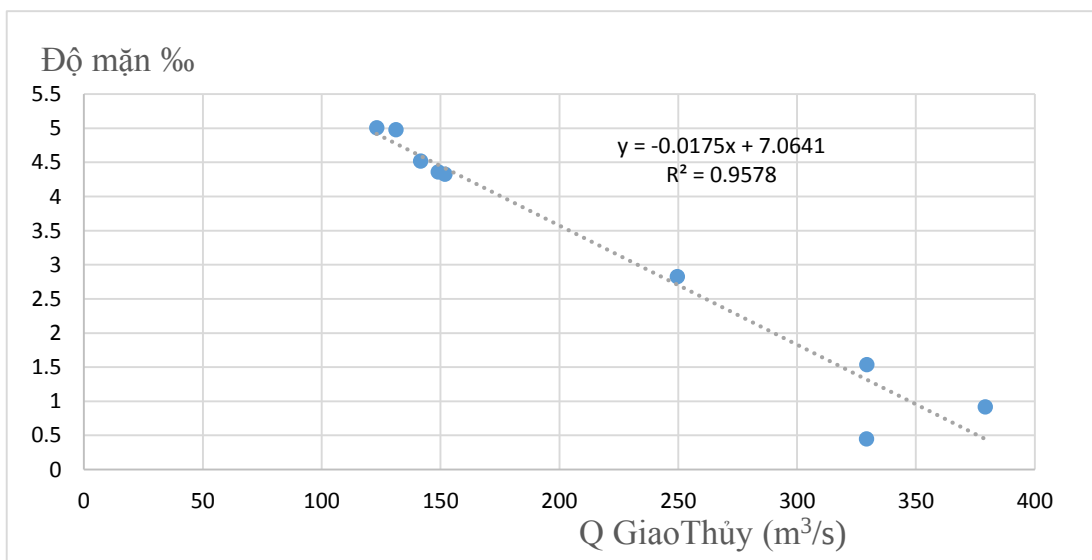
Bảng 3.16. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu tưới thời kỳ cấp nước gia tăng

TT	$Q_{\text{TL-TB-QH}}$ ($\text{m}^3\text{/s}$)	Q_{Giao} Thủy ($\text{m}^3\text{/s}$)	H_{Giao} Thủy (m)	Độ mặn tại TB Xuyên Đông				Độ mặn tại TB Tứ Câu			
				Smax	Smin	Stb	Số giờ mặn > 1‰	Smax	Smin	Stb	Số giờ mặn > 1‰
1	95	123,1	1,24	2,1	0,34	0,78	41	5,01	0,36	2,01	497
2	103	131,23	1,26	1,6	0,23	0,63	24	4,98	0,31	1,96	444
3	110	141,56	1,27	0,99	0,21	0,52	0	4,52	0,21	1,82	402

4	117	149,06	1,29	0,96	0,00	0,46	0	4,36	0,05	1,72	393
5	120	151,87	1,31	0,92	0,14	0,44	0	4,33	0,05	1,69	392
6	220	249,67	1,64	0,09	0,00	0,03	0	2,83	0,00	0,92	300
7	300	329,3	1,86	0	0	0	0	1,54	0,00	0,42	143
8	350	379,1	1,99	0	0	0	0	0,92	0,00	0,22	0
9	400	329,21	2,12	0	0	0	0	0,45	0,00	0,10	0



Hình 3.18 Đường quan hệ giữa $Q_{\text{GiaoThủy}} \sim$ Độ mặn tại Trạm bơm Xuyên Đông thời kỳ cấp nước gia tăng



Hình 3.19 Đường quan hệ giữa $Q_{\text{GiaoThủy}} \sim$ Độ mặn tại Trạm bơm Tứ Câu thời kỳ cấp nước gia tăng

Bảng 3.17. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu cấp nước sinh hoạt thời kỳ cấp nước gia tăng

TT	$Q_{TL-TB-QH}$ (m ³ /s)	$Q_{Giao\ Thuy}$ (m ³ /s)	$H_{Giao\ Thuy}$ (m)	Độ mặn tại TB NMN Vĩnh Điện			
				S _{max}	S _{min}	S _{tb}	Số giờ mặn > 0,15‰
1	95	123,10	1,24	0,442	0,124	0,256	732
2	103	131,23	1,26	0,33	0,091	0,186	545
3	110	141,56	1,27	0,248	0,068	0,135	265
4	117	149,06	1,29	0,190	0,05	0,101	39
5	120	151,87	1,31	0,160	0,044	0,087	14
6	123.9	147,03	1,28	0,145	0,038	0,075	0

Với mức $Q_{TL-TB-QH} = 110 \text{ m}^3/\text{s}$, độ mặn tại các điểm lấy nước chính ở hạ du Thu Bồn như sau:

- Trạm bơm Xuyên Đông không có ngày mặn vượt ngưỡng mặn 1‰;
- Trạm bơm Tứ Câu số ngày mặn vượt ngưỡng 1‰ lên tới 402 giờ tương đương khoảng 17 ngày;
- Trạm bơm nhà máy cấp nước sinh hoạt Vĩnh Điện số ngày mặn vượt ngưỡng 0,15‰ là 265 giờ tương đương khoảng 11 ngày.

Với mức $Q_{TL-TB-QH} = 117 \text{ m}^3/\text{s}$, mặn tại các điểm lấy nước chính ở hạ du Thu Bồn như sau:

- Trạm bơm Xuyên Đông không có ngày mặn vượt ngưỡng mặn 1‰;
- Trạm bơm Tứ Câu số ngày mặn vượt ngưỡng 1‰ lên tới 393 giờ tương đương khoảng 16 ngày;
- Trạm bơm nhà máy cấp nước sinh hoạt Vĩnh Điện số ngày mặn vượt ngưỡng 0,15‰ là 39 giờ tương đương khoảng 2 ngày.

Mục tiêu ưu tiên cấp nước sinh hoạt, kiến nghị sử dụng $H_{Giao\ Thuy} = 1,29 \text{ m}$ để đẩy mặn trên sông Thu Bồn trong thời kỳ cấp nước gia tăng.

- Thời kỳ cấp nước thông thường:

Bảng 3.18. Tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Vu Gia trong thời kỳ cấp nước thông thường

TT	$Q_{TL-VG-QH}$ (m ³ /s)	$Q_{\text{Ái Nghĩa}}$ (m ³ /s)	$H_{\text{Ái Nghĩa}}$ (m)	Độ mặn tại TB NMN Cầu Đỏ			
				Smax	Smin	Stb	Số giờ mặn > 0,15 ‰
1	30	17,46	2,14	1,143	0,15	0,454	719
2	36	21,32	2,19	0,719	0,087	0,245	645
3	40	23,93	2,24	0,491	0,06	0,167	444
4	45	27,25	2,26	0,337	0,029	0,081	29
5	46	27,91	2,27	0,294	0,026	0,074	19
6	50	30,56	2,30	0,204	0,018	0,051	6
7	52	31,90	2,32	0,157	0,012	0,037	2
8	53	32,56	2,33	0,153	0,01	0,034	1
9	54	33,22	2,34	0,143	0,009	0,030	0

Với $Q_{TL-VG-QH} = 54 \text{ m}^3/\text{s}$, độ mặn tại Cầu Đỏ max là 0,143‰, min là 0,009‰, trung bình là 0,030‰. Kiến nghị sử dụng $H_{\text{Ái Nghĩa}} = 2,34 \text{ m}$ để đẩy mặn trên sông Vu Gia trong thời kỳ cấp nước thông thường.

Bảng 3.19. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu tưới thời kỳ cấp nước thông thường

TT	$Q_{TL-TB-QH}$ (m ³ /s)	$Q_{\text{Giao Thủy}}$ (m ³ /s)	$H_{\text{Giao Thủy}}$ (m)	Độ mặn tại TB Tứ Câu			
				Smax	Smin	Stb	Số giờ mặn > 1‰
1	40	47,8	0,82	1,22	0,79	1,21	261
2	50	59,2	0,89	0,95	0,56	0,76	0
3	60	71,3	0,95	0,66	0,30	0,38	0
4	67	79,0	0,98	0,86	0,39	0,51	0

Bảng 3.20. Kết quả tính toán xác định lưu lượng đẩy mặn hạ lưu sông Thu Bồn theo yêu cầu cấp nước sinh hoạt thời kỳ cấp nước thông thường

TT	$Q_{TL-TB-QH}$ (m ³ /s)	$Q_{Giao\ Thuy}$ (m ³ /s)	$H_{Giao\ Thuy}$ (m)	Độ mặn tại TB NMN Vĩnh Điện			
				S _{max}	S _{min}	S _{tb}	Số giờ mặn > 0,15‰
1	90	105,9	1,11	0,321	0,117	0,156	339
2	95	11,59	1,14	0,270	0,096	0,129	111
3	101	118,58	1,17	0,217	0,074	0,101	20
4	103	120,9	1,18	0,203	0,068	0,093	16
5	110	130,49	1,22	0,151	0,048	0,068	1
6	115	136,57	1,25	0,125	0,039	0,055	0

Với mục tiêu ưu tiên cấp nước sinh hoạt, kiến nghị sử dụng $H_{Giao\ Thuy} = 1,18$ m để đẩy mặn trên sông Thu Bồn trong thời kỳ cấp nước thông thường.

3.2.4.4. Tổ hợp xác định dòng chảy khai thác sử dụng tại các ĐKS

Bảng 3.21. Kết quả tính toán dòng chảy khai thác sử dụng tại các ĐKS

TT	Nhu cầu	Thời kỳ cấp nước gia tăng		Thời kỳ cấp nước thông thường	
		$H_{Ai\ Nghia}$ (m)	$H_{Giao\ Thuy}$ (m)	$H_{Ai\ Nghia}$ (m)	$H_{Giao\ Thuy}$ (m)
1	Đảm bảo mực nước cấp nước tưới, cấp nước sinh hoạt	2,71	0,89	2,11	0,74
2	Đẩy mặn	2,84	1,29	2,34	1,18
	Dòng chảy khai thác, sử dụng	2,84	1,29	2,34	1,18

Như vậy, tại ĐKS Ái Nghĩa và ĐKS Giao Thủy yêu cầu đầy mặn phục vụ cấp nước tưới và nước sinh hoạt cao hơn yêu cầu đảm bảo mực nước để các công trình khai thác nước hoạt động bình thường.

3.3. Tổ hợp xác định dòng chảy tối thiểu

Tổng hợp kết quả tính toán các dòng chảy thành phần như bảng 3.22 dưới đây:

Bảng 3.22. Tổng hợp kết quả tính toán dòng chảy thành phần tại các ĐKS

Điểm kiểm soát	Dòng chảy duy trì sông		Dòng chảy sinh thái		Dòng chảy khai thác sử dụng (Gia tăng/Thông thường)	
	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)
Trạm thủy văn Thành Mỹ	27,3	10,26	13,0	9,60	-	-
Trạm thủy văn Ái Nghĩa	-	-	-	2,38	-	2,84/ 2,34
Trạm thủy văn Nông Sơn	40,1	3,31	99,6	4,05	-	-
Trạm thủy văn Giao Thủy	-	-	-	1,16	-	1,29/ 1,18

Đánh giá mức độ đảm bảo duy trì DCTT là một trong các bước quan trọng nhằm kiểm tra giá trị DCTT nghiên cứu đề xuất có phù hợp với điều kiện nguồn nước và khả năng điều tiết của các hồ chứa phía thượng nguồn hay không.

Đối với lưu vực VG-TB đề xuất tính toán kiểm tra mức độ đảm bảo như sau:

- Kiểm tra mức độ đảm bảo về lưu lượng tại Nông Sơn, Thành Mỹ trong trường hợp tất cả bậc thang 5 công trình thủy điện lớn hiện có trên lưu vực đi vào vận hành;
- Kiểm tra mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Ái Nghĩa và Giao Thủy.

Kết quả tính toán như sau:

Tại ĐKS trạm thủy văn Thành Mỹ, lưu lượng DCTT đề xuất là 27,3 m³/s nằm trong phạm vi từ lưu lượng tháng nhỏ nhất đến lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất trong cả hai giai đoạn tính toán (1977÷2008) và (2009÷2016). Như vậy, giá trị DCTT đề xuất phù hợp với điều kiện về nguồn nước.

Tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn, lưu lượng DCTT đề xuất là 99,6 m³/s vượt phạm vi từ lưu lượng tháng nhỏ nhất đến lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất trong giai đoạn tính toán (1977÷2008) nhưng lại nằm trong phạm vi giới hạn trên trong giai đoạn tính toán (2009÷2016), đồng thời thấp hơn nhiều so với dòng chảy trung bình mùa cạn trong cả hai thời đoạn trên. Như vậy, giá trị DCTT đề xuất phù hợp với điều kiện về nguồn nước.

Bảng 3.23. Thông số dòng chảy mùa kiệt tại trạm thủy văn Thành Mỹ, Nông Sơn

Trạm	Dòng chảy tháng nhỏ nhất	Dòng chảy trung bình tháng nhỏ nhất	Dòng chảy trung bình 3 tháng nhỏ nhất	Dòng chảy trung bình mùa cạn	Dòng chảy tối thiểu đề xuất
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Thành Mỹ					27,3
<i>Giai đoạn (1977 ÷ 2008)</i>	18,8	42,5	49,2	60,6	
<i>Giai đoạn (2009 ÷ 2016)</i>	4,0	35,0	40,0	50,0	
Nông Sơn					99,6
<i>Giai đoạn (1977 ÷ 2008)</i>	27,0	71,0	83,0	124,0	
<i>Giai đoạn (2009 ÷ 2016)</i>	47,0	109,0	125,0	166,0	

Tại ĐKS trạm thủy văn Ái Nghĩa, mực nước DCTT đề xuất là 2,38 m trong thời kỳ cấp nước thông thường, 2,84 trong thời kỳ cấp nước gia tăng. So sánh với liệt tài liệu trung bình tháng thực đo tại Ái Nghĩa ở giai đoạn (1977÷2008) cho số năm đảm bảo ngưỡng DCTT đề xuất tháng IV, tháng V không cao. Tuy nhiên, giai đoạn (2009 ÷2016) số năm đảm bảo ngưỡng DCTT đề xuất không cao chỉ xuất hiện ở tháng V với mức thiếu hụt từ (0,23÷ 0,04)m. Tuy nhiên, vẫn nằm trong phạm vi giới hạn mực nước trung bình 3 tháng min và trung bình mùa cạn.

Tại ĐKS trạm thủy văn Giao Thủy, mực nước DCTT đề xuất là 1,18 m trong thời kỳ cấp nước thông thường là 1,29 m trong thời kỳ cấp nước gia tăng. So sánh với liệt tài liệu trung bình tháng thực đo tại Giao Thủy ở giai đoạn (1977÷2008) giá trị nằm trong phạm vi giới hạn mực nước trung bình 3 tháng min và mùa trung bình mùa cạn. Tuy nhiên, không nằm trong phạm vi giới hạn trên ở giai đoạn (2009÷2016). Để giải quyết vấn đề này sẽ đòi hỏi phải đưa ra nhiều giải pháp đồng bộ trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông VG – TB như bổ sung các công trình trữ nước thượng lưu, thay đổi quy trình vận hành nhà máy thủy điện...

Bảng 3.24. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Ái Nghĩa giai đoạn (1977 ÷2008)

Đơn vị: m

Năm/ Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Tháng min	TB 3 tháng min	TB mùa cạn
1977	2,95	2,72	2,56	2,37	2,34	2,32	2,38	2,57	2,32	2,80	2,53
1978	2,99	2,50	2,55	2,50	2,90	2,61	2,75	2,65	2,50	2,52	2,68
1979	2,99	2,57	2,31	2,15	2,61	3,75	2,84	2,80	2,15	2,34	2,75
1980	2,89	2,76	2,42	2,28	2,74	3,41	2,99	2,86	2,28	2,48	2,79
1981	3,42	2,99	2,58	2,59	2,92	3,32	2,98	2,60	2,58	2,59	2,93
1982	3,40	2,89	2,53	2,60	2,35	2,53	2,45	2,20	2,20	2,33	2,62
1983	2,52	2,23	2,05	1,92	2,10	2,52	2,46	2,91	1,92	2,02	2,34
1984	3,01	2,76	2,51	2,56	2,94	3,06	2,61	2,88	2,51	2,56	2,79
1985	3,22	2,85	2,61	2,59	2,94	3,00	2,79	2,57	2,57	2,59	2,82

1986	3,29	2,82	2,61	2,44	2,91	2,55	2,35	2,60	2,32	2,37	2,70
1987	3,19	3,17	2,73	2,44	2,49	2,72	2,39	2,81	2,39	2,44	2,74
1988	2,93	2,76	2,66	2,19	2,71	2,70	3,06	2,57	2,19	2,47	2,70
1989	3,63	2,81	2,79	2,49	3,24	3,22	3,38	3,00	2,49	2,70	3,07
1990	2,74	2,63	2,50	2,33	3,02	2,77	2,60	2,75	2,33	2,48	2,67
1991	3,21	2,94	2,80	2,75	2,86	2,63	2,62	2,72	2,62	2,66	2,82
1992	3,08	2,68	2,48	2,29	2,53	2,87	2,50	3,28	2,29	2,42	2,71
1993	3,15	2,74	2,53	2,47	2,66	2,53	2,58	2,38	2,38	2,46	2,63
1994	3,24	2,80	2,63	2,56	2,63	2,55	2,46	2,48	2,46	2,50	2,67
1995	3,15	2,88	2,56	2,38	2,52	2,45	2,72	2,74	2,38	2,45	2,68
1996	3,53	3,27	2,79	2,71	3,26	3,45	3,07	2,84	2,71	2,78	3,12
1997	3,86	3,31	2,98	3,07	3,23	2,86	2,85	2,68	2,68	2,80	3,11
1998	2,90	2,69	2,46	2,37	2,61	2,50	2,66	2,82	2,37	2,44	2,63
1999	4,22	3,81	3,50	3,45	4,14	4,13	3,46	3,33	3,27	3,35	3,76
2000	3,96	3,56	3,08	3,34	3,79	3,56	3,49	3,81	3,08	3,30	3,57
2001	3,55	2,82	2,82	2,66	2,77	2,47	2,56	3,70	2,47	2,56	2,92
2002	2,99	2,63	2,92	2,85	2,92	2,90	2,69	3,52	2,63	2,72	2,93
2003	3,65	3,23	2,89	2,83	2,93	3,14	3,07	3,12	2,83	2,88	3,11
2004	3,88	3,25	2,90	2,93	2,89	3,42	3,23	4,07	2,89	2,91	3,32
2005	3,27	2,87	2,71	2,60	2,71	2,49	2,86	2,96	2,49	2,60	2,81
2006	3,98	3,58	3,13	3,08	3,33	2,90	2,93	3,29	2,90	2,97	3,28
2007	4,22	3,41	3,20	2,90	3,42	3,36	3,06	3,45	2,90	3,05	3,38
2008	3,81	3,45	3,30	3,16	3,31	3,04	2,93	3,07	2,93	3,01	3,26
MIN	2,52	2,23	2,05	1,92	2,10	2,45	2,35	2,20	1,92	2,02	
MAX	4,22	3,81	3,50	3,45	4,14	4,13	3,49	4,07	3,27	3,35	
TB	3,39	2,99	2,76	2,66	2,93	2,92	2,81	2,97	2,56	2,66	
DCTT	2,38	2,38	2,38	2,38	2,84	2,38	2,38	2,38			
Số năm đảm bảo/ tính toán	32/ 32	31/ 32	30/ 32	23 /32	18 /32	31/ 32	30/ 32	30/ 32			

Bảng 3.25. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Ái Nghĩa giai đoạn (2009 ÷ 2016)

Đơn vị: m

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Tháng min	TB 3 tháng min	TB mùa cạn
2009	4,32	3,51	3,22	3,41	3,92	3,34	3,02	3,20	3,02	3,19	3,49
2010	3,54	3,10	3,14	3,02	3,33	3,10	3,30	4,05	3,02	3,15	3,32
2011	3,47	3,14	3,03	3,09	3,22	3,51	2,92	2,90	2,90	3,11	3,16
2012	3,78	3,00	2,77	2,80	2,82	2,99	2,85	2,81	2,77	2,80	2,98
2013	2,56	2,40	2,38	2,50	2,78	2,69	2,96	2,88	2,38	2,43	2,64
2014	3,04	2,79	2,73	2,64	2,96	2,74	2,72	2,81	2,64	2,72	2,80
2015	3,18	2,86	3,28	2,90	3,11	2,88	2,72	2,94	2,72	2,85	2,98
2016	2,59	2,41	2,41	2,48	2,61	2,72	2,81	2,91	2,41	2,43	2,62
MIN	2,56	2,40	2,38	2,48	2,61	2,69	2,72	2,81	2,38	2,43	2,38
MAX	3,78	3,14	3,28	3,09	3,33	3,51	3,30	4,05	3,02	3,15	4,05
TB	3,17	2,81	2,82	2,78	2,98	2,95	2,90	3,04	2,69	2,78	3,00
DCTT đề xuất	2,38	2,38	2,38	2,38	2,84	2,38	2,38	2,38			
Số năm đảm bảo/tính toán	8/8	8/8	7/8	8/8	5/8	8/8	8/8	8/8			

Bảng 3.26. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Giao Thủy giai đoạn (1977 ÷ 2008)

Đơn vị: m

Năm/ Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Tháng min	TB 3 tháng min	TB mùa cạn
1977	1,74	1,39	1,24	0,97	0,87	0,75	0,77	0,90	0,75	0,80	1,08
1978	2,22	1,22	1,14	0,94	1,65	1,14	1,30	1,07	0,94	1,05	1,34
1979	1,76	1,19	0,89	0,76	1,17	2,20	1,27	1,10	0,76	0,87	1,29
1980	1,37	1,02	0,76	0,66	0,97	1,48	1,21	1,20	0,66	0,80	1,09
1981	1,99	1,54	1,09	1,02	1,36	1,51	1,22	0,95	0,95	1,02	1,34

1982	2,08	1,45	1,04	1,06	0,84	1,11	0,92	0,81	0,81	0,86	1,16
1983	1,19	0,84	0,64	0,48	0,61	0,94	0,89	1,37	0,48	0,58	0,87
1984	1,81	1,44	1,01	0,91	1,31	1,47	0,95	0,93	0,91	0,93	1,23
1985	1,98	1,40	1,02	0,95	1,35	1,24	0,98	0,91	0,91	0,95	1,23
1986	2,27	1,58	1,21	0,91	1,48	1,13	0,83	1,00	0,79	0,84	1,30
1987	2,24	1,69	1,61	1,12	0,96	1,32	0,90	1,11	0,90	0,99	1,37
1988	1,85	1,40	1,14	0,96	1,23	1,29	1,29	0,92	0,92	1,01	1,26
1989	2,59	1,59	1,31	0,99	1,54	1,58	1,52	1,47	0,99	1,26	1,57
1990	1,46	1,20	1,04	0,88	1,30	1,10	0,97	1,12	0,88	0,96	1,13
1991	2,00	1,79	1,65	1,76	1,66	1,28	1,20	1,28	1,20	1,25	1,58
1992	2,19	1,52	1,14	0,92	1,05	1,32	1,00	1,68	0,92	0,99	1,35
1993	2,10	1,51	1,24	1,11	1,15	1,12	1,09	0,80	0,80	1,00	1,26
1994	2,14	1,50	1,33	1,17	1,19	1,14	0,95	0,98	0,95	1,02	1,30
1995	1,86	1,50	1,10	0,85	0,86	0,90	1,06	1,19	0,85	0,87	1,16
1996	2,16	1,50	1,33	1,17	1,19	1,14	0,95	0,98	0,95	1,02	1,30
1997	2,56	1,92	1,52	1,53	1,69	1,54	1,51	1,22	1,22	1,42	1,69
1998	1,66	1,38	1,14	1,00	1,17	1,00	1,11	1,14	1,00	1,04	1,20
1999	3,38	2,63	2,21	2,14	2,62	2,48	1,84	1,67	1,67	1,74	2,37
2000	2,76	2,49	1,87	2,02	2,37	2,17	1,96	2,25	1,87	1,94	2,24
2001	2,93	2,33	2,20	1,73	2,12	1,92	1,47	1,87	1,47	1,56	2,07
2002	2,58	1,93	1,38	1,21	1,20	1,17	0,97	1,61	0,97	1,11	1,51
2003	1,99	1,55	1,31	1,19	1,21	1,32	1,18	1,16	1,16	1,18	1,37
2005	1,66	1,35	1,25	1,08	1,04	1,04	0,98	0,93	0,93	0,98	1,17
2006	2,41	1,95	1,58	1,32	1,29	1,11	1,10	1,45	1,10	1,17	1,53
2007	2,82	1,76	1,49	1,28	1,64	1,48	1,28	1,49	1,28	1,35	1,66
2008	2,14	1,83	1,70	1,53	1,91	1,59	1,43	1,46	1,43	1,47	1,70
MIN	1,19	0,84	0,64	0,48	0,61	0,75	0,77	0,80	0,48	0,58	0,48
MAX	3,38	2,63	2,21	2,14	2,62	2,48	1,96	2,25	2,14	2,32	3,38
TB	2,18	1,65	1,36	1,20	1,40	1,37	1,18	1,27	1,20	1,32	1,41
DCTT đề xuất	1,18	1,18	1,18	1,18	1,29	1,18	1,18	1,18			

Bảng 3.27. Đánh giá mức độ đảm bảo DCTT về mực nước tại Giao Thủy giai đoạn (2009 ÷ 2016)

Đơn vị: m

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Thán g min	TB 3 tháng min	TB mùa cạn
2009	3,09	1,83	1,53	1,82	2,14	1,58	1,45	1,39	1,39	1,47	1,85
2010	1,73	1,26	1,09	0,97	1,00	0,99	1,12	1,87	0,97	0,99	1,25
2011	1,66	1,53	1,38	1,18	1,31	1,68	1,10	1,02	1,02	1,27	1,36
2012	2,38	1,68	1,57	1,41	1,37	1,34	0,90	1,10	0,90	1,11	1,47
2013	1,28	0,97	0,92	0,89	1,12	0,88	1,10	0,94	0,88	0,97	1,01
2014	1,29	1,07	1,17	0,94	1,09	1,04	1,07	1,02	0,94	1,02	1,09
2015	1,99	1,27	1,39	1,27	1,20	0,98	0,86	0,95	0,86	0,93	1,24
2016	1,20	0,96	0,82	0,76	1,01	1,06	1,03	1,08	0,76	0,85	0,99
MIN	1,20	0,96	0,82	0,76	1,00	0,88	0,86	0,94	0,76	0,85	0,76
MAX	2,38	1,68	1,57	1,41	1,37	1,68	1,12	1,87	1,02	1,27	2,38
TB	1,65	1,25	1,19	1,06	1,16	1,14	1,03	1,14	0,90	1,02	1,28
DCTT đề xuất	1,18	1,18	1,18	1,18	1,29	1,18	1,18	1,18			

Bảng 3.28. Đề xuất dòng chảy tối thiểu tại các điểm kiểm soát

TT	Điểm kiểm soát	Thời kỳ cấp nước gia tăng (tháng V)		Thời kỳ cấp nước thông thường (Tháng I÷IV, VI÷VIII)	
		Q (m ³ /s)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)
1	Trạm thủy văn Thành Mỹ	27,3	10,26	27,3	10,26
2	Trạm thủy văn Ái Nghĩa	53,3	2,84	34,0	2,38
3	Trạm thủy văn Nông Sơn	99,6	4,05	99,6	4,05
4	Trạm thủy văn Giao Thủy	-	1,29	-	1,18

3.5. Phân tích, đánh giá và kết luận chương 3

Chương 3 là chương kết quả nghiên cứu quan trọng của luận án. Trên cơ sở lý luận đã được nghiên cứu trong chương 2, kết hợp với các nguồn cơ sở dữ liệu thu thập được cũng như một số số liệu khảo sát bổ sung, luận án đã nghiên cứu đề xuất các ĐKS DCTT. Qua đó, đã tính toán được dòng chảy duy trì sông theo phương pháp phân tích đường cong duy trì lưu lượng (FDCA) kết hợp phương pháp 7Q10; tính toán dòng chảy sinh thái theo phương pháp chu vi ướt kết hợp kiểm tra chất lượng nước đáp ứng yêu cầu đời sống thủy sinh; tính toán dòng chảy đảm bảo nhu cầu khai thác, sử dụng nước phục vụ phát triển kinh tế xã hội cho vùng hạ du. Các kết quả tính toán chính cụ thể như sau:

(1). Xác định được hệ thống các ĐKS DCTT trên sông

DCTT trên dòng sông/đoạn sông được xác định trên cơ sở tổng hợp kết quả tính toán của ba đối tượng dòng chảy thành phần. Trong đó, DCTT được xác định tại từng tuyến mặt cắt cụ thể hay nói cách khác DCTT được quy định tại từng vị trí và được thực hiện trên cả dòng sông hay từng đoạn sông. Những vị trí này gọi chung là điểm kiểm soát DCTT trên dòng sông/đoạn sông. Điểm kiểm soát DCTT trên dòng sông/đoạn sông phải đại diện về chế độ dòng chảy, môi trường sống của hệ sinh thái thủy sinh; bên cạnh đó các ĐKS còn dựa trên đặc điểm thủy văn, hình thái sông, hiện trạng khai thác sử dụng nước dòng sông/đoạn sông mà nó kiểm soát. Trên cơ sở đó, luận án đã lựa chọn các ĐKS DCTT trên hệ thống sông VG - TB như sau:

- ĐKS số 1 tại trạm thủy văn Thành Mỹ trên sông Vu Gia đại diện cho đoạn sông từ Thành Mỹ đến ngã ba Vu Gia – Quảng Huế;
- ĐKS số 2 tại trạm thủy văn Ái Nghĩa đại diện cho đoạn sông từ Ái Nghĩa đến Cửa Hàn;
- ĐKS số 3 tại trạm thủy văn Nông Sơn đại diện cho đoạn sông từ Nông Sơn đến thượng lưu ngã ba Thu Bồn – Quảng Huế;
- ĐKS số 4 tại trạm thủy văn Giao Thủy đại diện cho đoạn sông từ Giao Thủy đến Cửa Đại.

(2). Tổng hợp kết quả tính toán dòng chảy tối thiểu

Tổng hợp xác định DCTT tại các ĐKS trên cơ sở xác định mức độ ưu tiên cấp nước, khả năng nguồn nước. Kiến nghị DCTT tại các ĐKS như sau:

- Tại ĐKS trạm thủy văn Thành Mỹ:

$$Q_{TT}^{\text{Thành Mỹ}}=27,3 \text{ m}^3/\text{s}; H_{TT}^{\text{Thành Mỹ}}=10,26 \text{ m}$$

- Tại ĐKS trạm thủy văn Ái Nghĩa:

Thời kỳ cấp nước gia tăng $H_{TT}^{\text{Ái Nghĩa}}(\text{gt})= 2,84 \text{ m}$, tương đương
 $Q_{TT}^{\text{Ái Nghĩa}}(\text{gt}) = 53,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Thời kỳ cấp nước thông thường $H_{TT}^{\text{Ái Nghĩa}}(\text{tt})= 2,38 \text{ m}$, tương đương
 $Q_{TT}^{\text{Ái Nghĩa}}(\text{tt}) = 34,0 \text{ m}^3/\text{s}$

- Tại ĐKS trạm thủy văn Nông Sơn:

$$Q_{TT}^{\text{Nông Sơn}} = 99,6 \text{ m}^3/\text{s}, H_{TT}^{\text{Nông Sơn}} = 4,05 \text{ m}$$

- Tại ĐKS trạm thủy văn Giao Thủy:

Thời kỳ cấp nước gia tăng $H_{TT}^{\text{GiaoThủy}}(\text{gt})= 1,29 \text{ m}$

Thời kỳ cấp nước thông thường $H_{TT}^{\text{GiaoThủy}}(\text{tt})= 1,18 \text{ m}$

Nhận xét:

- Thành phần dòng chảy duy trì sông thường khá nhỏ so với thành phần dòng chảy sinh thái và dòng chảy khai thác sử dụng. Dòng chảy duy trì sông có ý nghĩa quan trọng đối với các đoạn sông có tính đa dạng sinh thái thấp, ít các hoạt động khai thác sử dụng nước thường là các đoạn sông ngay sau các nhà máy thủy điện;

- Thành phần dòng chảy sinh thái có ý nghĩa quan trọng đối với vùng trung du các lưu vực sông;

- Thành phần dòng chảy khai thác sử dụng có vai trò quan trọng đối với vùng hạ du nơi tập trung các hoạt động khai thác sử dụng nước. Đối với vùng ảnh hưởng triều, dòng chảy cần đáp ứng yêu cầu đẩy mặn.

Như vậy, khi tính toán xác định DCTT cho một dòng sông/đoạn sông việc xác định mục tiêu chung của dòng sông và riêng cho từng đoạn sông là rất quan trọng để có thể giảm tải khối lượng tính toán.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Phát triển bền vững nói chung và quản lý, khai thác, sử dụng hiệu quả nguồn nước nói riêng là một trong những yêu cầu quan trọng nhất trong sự phát triển chung của mọi quốc gia. Trong bối cảnh BĐKH diễn biến bất thường, nhu cầu sử dụng nước ngày càng gia tăng như hiện nay, việc duy trì DCTT đối với một dòng sông/đoạn sông có một ý nghĩa và tầm quan trọng đặc biệt. Tuy nhiên, hiện nay vẫn chưa có một phương pháp xác định DCTT nào được thống nhất để áp dụng chung hoặc được cho là tốt nhất. Các đề tài, dự án áp dụng các phương pháp đánh giá DCTT trên thế giới vào Việt Nam hầu hết mới tập trung vào nghiên cứu ứng dụng các phương pháp đánh giá nhanh. Tuy có một số nghiên cứu đã sử dụng tổ hợp nhiều phương pháp bao gồm xem xét cả các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái để xác định DCTT nhưng thành phần dòng chảy chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ chủ yếu tập trung vào việc xác định lưu lượng dòng chảy, chưa quan tâm đúng mức tới các yếu tố như mực nước, chất lượng nước, môi trường sinh thái.

Luận án đã tiếp cận quan điểm phân tích, đánh giá tổng hợp và sử dụng các công cụ nghiên cứu tiên tiến để xây dựng phương pháp xác định DCTT cho hệ thống sông mà các nghiên cứu trước đây chưa xem xét, đề cập đầy đủ các yếu tố. Luận án cũng đã áp dụng kết quả nghiên cứu phương pháp xác định DCTT để tính toán DCTT cho hệ thống sông VG – TB. Hệ thống sông VG – TB là một trong các hệ thống sông lớn ở nước ta, tập trung nhiều các hoạt động khai thác sử dụng nước, đặc biệt có nhiều hồ chứa thủy điện. Chế độ dòng chảy trên dòng chính bị tác động mạnh mẽ, vấn đề chuyển nước trên lưu vực từ Vu Gia sang Thu Bồn và ngược lại diễn ra khá phức tạp. Mâu thuẫn giữa các đối tượng sử dụng nước đã và đang là thách thức lớn đối với phát triển kinh tế, xã hội của thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam. Do đó, bên cạnh có ý nghĩa khoa học, việc tính toán DCTT cho hệ thống sông VG-TB có ý nghĩa kinh tế, chính trị và xã hội cao.

Cụ thể, luận án đã đề xuất được các điểm kiểm soát DCTT cho hệ thống sông VG – TB; Xác định được dòng chảy duy trì sông; Ứng dụng phương pháp

chu vi ướt kết hợp dùng mô hình toán đánh giá chất lượng nước sông để xác định dòng chảy sinh thái; Phân tích mối quan hệ giữa lưu lượng xả thượng lưu và chiều dài xâm nhập mặn trên dòng chính Vu Gia, Thu Bồn, Vĩnh Điện, các hoạt động cấp nước ở hạ du lưu vực sông để tính toán dòng chảy bảo đảm nhu cầu khai thác sử dụng nước cho vùng hạ du sông.

Những kết quả nghiên cứu chính và đóng góp mới của luận án như sau:

(1) Góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học và phương pháp xác định DCTT cho dòng sông/đoạn sông chịu tác động bởi các công trình khai thác nước phía thượng nguồn trên cơ sở tiếp cận tổng hợp các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái;

(2) Áp dụng thành công phương pháp tính DCTT cho hệ thống sông VG-TB, làm cơ sở cho việc quản lý tổng hợp lưu vực sông hiệu quả và bền vững, kết quả của luận án cũng có thể tham khảo, ứng dụng cho các hệ thống sông khác.

Mặc dù mỗi hệ thống sông sẽ có những đặc điểm riêng, khác nhau về điều tự nhiên, hệ sinh thái, nhu cầu khai thác sử dụng nước... Tuy nhiên, với cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu và công cụ tính toán mới, có thể vận dụng các kết quả nghiên cứu của luận án để xác định DCTT cho các dòng sông/đoạn sông khác sau khi cập nhật, hiệu chỉnh, bổ sung các cơ sở dữ liệu. Việc xác định được DCTT cho dòng sông/đoạn sông sẽ góp phần quan trọng trong việc quản lý, khai thác tổng hợp tài nguyên nước một cách bền vững và hiệu quả.

Kiến nghị

Để hoàn thiện thêm phương pháp xác định DCTT theo cách tiếp cận tổng hợp cần nghiên cứu xây dựng các chỉ tiêu đánh giá về hiệu quả kinh tế - xã hội, xây dựng các chỉ thị đánh giá mức độ quan trọng của các hệ sinh thái sông.

DCTT là một trong những công cụ quản lý bền vững tài nguyên nước lưu vực sông. Vì vậy, yêu cầu về DCTT cần phải được lồng ghép vào quy trình vận hành các hồ chứa ở thượng nguồn. Việc thực thi DCTT cần có được sự đồng thuận của các bên liên quan.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

- [1] Nguyễn Thị Kim Dung, Đào Kim Lưu, *Hạn hán ở Đồng bằng sông Hồng và một số giải pháp phòng chống*, Tạp chí các khoa học về trái đất, Tr32, số 3 năm 2010.
- [2] Nguyễn Thị Kim Dung, Nguyễn Văn Tĩnh, *Kết quả tính toán cân bằng nước lưu vực Vu Gia – Thu Bồn*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Tr34, số 29 năm 2015.
- [3] Nguyễn Thị Kim Dung, *Dòng chảy tối thiểu một công cụ trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn*, Kỷ yếu hội thảo quốc tế An ninh nguồn nước trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Việt Nam, Hà nội, T4/2017.
- [4] Nguyễn Thị Kim Dung, *Xây dựng phương pháp xác định dòng chảy tối thiểu theo cách tiếp cận tổng hợp các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Tr73, số 39 năm 2017.
- [5] Nguyễn Thị Kim Dung, *Một số kết quả tính toán dòng chảy tối thiểu cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn theo cách tiếp cận tổng hợp các yếu tố thủy văn, thủy lực và sinh thái*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Tr18, số 42 năm 2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1] Vũ Thị Phương Anh, Luận án tiến sĩ sinh học *Nghiên cứu khu hệ cá ở hệ thống sông Thu Bồn – Vu Gia, tỉnh Quảng Nam*, Trường đại học Huế, 2011.
- [2] Nguyễn Thị Kim Dung, Đề tài cấp cơ sở *Nghiên cứu đề xuất nội dung, phương pháp, bộ thông số đánh giá tài nguyên nước mặt phục vụ công tác quản lý, khai thác bền vững tài nguyên nước lưu vực sông*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2009.
- [3] Nguyễn Hữu Dực, Luận án tiến sĩ *Góp phần nghiên cứu khu hệ cá nước ngọt Nam Trung Bộ Việt Nam*, Trường Đại học Sư phạm I Hà Nội, 1995.
- [4] Phan Anh Đào, Đề tài cấp Bộ *Xây dựng cơ sở khoa học và thực tiễn đánh giá dòng chảy môi trường, ứng dụng cho hạ lưu sông Cầu*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2006-2007.
- [5] Nguyễn Văn Hạnh, Đề tài cấp nhà nước *Nghiên cứu xác định dòng chảy môi trường của hệ thống sông Hồng – sông Thái Bình và đề xuất các giải pháp duy trì dòng chảy môi trường phù hợp với các yêu cầu phát triển bền vững tài nguyên nước*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2010.
- [6] Đỗ Đắc Hải, Đề tài cấp cơ sở *Nghiên cứu xác định dòng chảy môi trường cho đoạn sông sau nhà máy thủy điện sông Bung 4 phục vụ quản lý khai thác sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước*, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2009.
- [7] Nguyễn Văn Hào và Ngô Sỹ Vân, *Cá nước ngọt Việt Nam, Tập I. Họ cá Chép (Cyprinidae)*. NXB Nông nghiệp, 2001.
- [8] Nguyễn Văn Hào, *Cá nước ngọt Việt Nam, Tập II. Lớp cá Sụn và bốn liên bộ của lớp cá xương (Liên bộ cá Thát Lát, Liên bộ cá dạng Trích, Tổng bộ cá dạng Cháo, và liên bộ cá dạng Chép)*. NXB Nông nghiệp, 2005.
- [9] Nguyễn Văn Hào, *Cá nước ngọt Việt Nam, Tập III. Ba liên bộ của lớp cá xương (Liên bộ cá dạng mang éch, Liên bộ cá dạng Suốt và liên bộ cá dạng Vược)*. NXB Nông nghiệp, 2005.

- [10] Phạm Thị Ngọc Lan, Luận án tiến sĩ kỹ thuật *Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp phát triển bền vững tài nguyên và môi trường nước lưu vực sông Trà Khúc*, Trường Đại học Thủy lợi, 2004.
- [11] Luật tài nguyên nước 2012.
- [12] Phan Văn Mạch, *Đa dạng thủy sinh học và đánh giá dòng chảy môi trường ứng dụng cho hạ lưu sông Cầu*. Báo cáo chuyên đề đề tài: Xây dựng cơ sở khoa học và thực tiễn đánh giá dòng chảy môi trường, ứng dụng cho hạ lưu sông Cầu, 2008.
- [13] Nghị định 112/2008/NĐ-CP ngày 20 tháng 10 năm 2008 của Thủ tướng chính phủ về quản lý, bảo vệ, khai thác tổng hợp tài nguyên và môi trường các hồ chứa thủy điện, thủy lợi.
- [14] Nghị định 1537/2015/NĐ-CP ngày 7 tháng 9 năm 2015 của Thủ tướng chính phủ về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.
- [15] Nguyễn Văn Nghĩa, Đề tài cấp Bộ *Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ nhằm xác định dòng chảy tối thiểu trên sông. Áp dụng thí điểm cho một hệ thống sông*, Cục Quản lý Tài nguyên nước - Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011.
- [16] Quyết định số 82/2005/QĐ-BNN ngày 20 tháng 12 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn phê duyệt ban hành Quy trình vận hành hệ thống thủy lợi An Trạch Quảng Nam- Đà Nẵng.
- [17] Nguyễn Văn Thắng, Đề tài cấp Bộ *Nghiên cứu cơ sở khoa học và phương pháp tính toán ngưỡng khai thác sử dụng nguồn nước và dòng chảy môi trường ứng dụng cho lưu vực sông Ba và sông Trà Khúc*, Đại học Thủy lợi, 2006.
- [18] Nguyễn Văn Tinh, Nguyễn Quang Trung, Đề tài cấp nhà nước *Nghiên cứu xác định khả năng chịu tải và dòng chảy tối thiểu của sông Vu Gia – Thu Bồn*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2015.
- [19] Ngô Đình Tuấn, *Đánh giá dòng chảy tối thiểu ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường số 48, 2015.

- [20] Trần Hồng Thái, Đề tài cấp Bộ *Nghiên cứu cơ sở khoa học trong việc đánh giá dòng chảy môi trường*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2007.
- [21] Trần Hồng Thái và nnk, *Nghiên cứu, áp dụng thử nghiệm phương pháp chu vi ướt đánh giá dòng chảy môi trường cho đoạn sông hạ lưu sông Đà*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn tháng 4/2008.
- [22] Trần Hồng Thái và nnk, *Đề xuất quy trình xác định dòng chảy tối thiểu và hướng tiếp cận dòng chảy sinh thái ở Việt Nam*, Tạp chí Tài nguyên và Môi trường số 44, 2009.

Tiếng Anh

- [23] Andrew J.Boulton, 1999, *An overview of river health assessment: philosophies, practice, problem and prognosis*. Freshwater Biology (1999) 41, 469-479.
- [24] Andrzej Walega, Dariusz Mlynski, Rafal Kokoszka, Wlodzimierz Miernik, *Possibilities of Applying Hydrological Methods for Determining Environmental Flows in Select Catchments of the Upper Dunajec Basin*, Pol.J.Environ.Stud.Vol.24, No.6 (2015), 2663-2676.
- [25] Anne, Jensen, Michael Good, Paul Harvey, Prudence Tucker and Martine Long, 2000, *River murray barrages environmental flows*. Department for Water Resources, Australia.
- [26] Arthington.A.H, Brizga.S.O, Kennard.M.J, *Comparative Evaluation of Environmental Flow Assessment Techniques: Best Practice Framework*, 1998. Land and Water Resources Research and Development Corporation.
- [27] Arthington.A.H, *Environmental flow: Saving River in the third Millennium*, 2012. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, USA.
- [28] Aviril Horne, 2009. *An approach to efficiently managing environmental water allocations*. The University of Melbourne.

- [29] Candice Heinz and Melinda E.Woodard, *Standard Operating Procedure for the Wetted Perimeter Method in California*, 2013. California Department of Fish and Wildlife Instream Flow Program Sacramento.
- [30] Cate Brown and Jackie King, *A summary of the drift process*, Southern Water, 2000.
- [31] Christopher J.Gipple and Michael J.Stewardson, *Use of wetted perimeter in defining minimum environmental flows*, 1998. Regulated rivers: Research and management.
- [32] Chris Dickens, *Critical analysis of environmental flow assessments of selected rivers in Tanzania and Kenya*, IUCN, 2011.
- [33] David S. Armstrong, Todd A.Richards, and Gene W.Parker, *Assessment of Habitat, Fish Communities, and Streamflow Requirements for Habitat Protection, Ipswich River, Massachusetts*, 1999.
- [34] Darren Lumbroso, *Handbook for the Assessment of Catchment Water Demand and Use*, HR Wallingford (UK), 2003.
- [35] Diego García de Jalón, *The Spanish Experience in Determining Minimum flow regimes in Regulated Stream*, Canadian Water Resources Journal vol 28.No2, 2003.
- [36] Du Preez CC, Strydom MG, Le Roux Pal, Pretorius JP, Van Rensburg LD and Bennie ATP, 2000. *Effect of water quality on irrigation farming along the lower Vaal River: The influence on soils and crops*, WRC Report No.740/1/00. Water Research Commission, Pretoria.
- [37] Gene W.Parker, David S.Armstrong (US Geological Survey) and Todd A Richards (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife), *Comparison of methods for determining stream flow requirement for aquatic habitat protection at selected sites on the Assabet and Charles Rivers Eastern Massachusetts*, Scientific Investigations Report, 2004-5092.
- [38] I.G.JOWETT, *Instream flow methods: a comparison of approaches*, 1997. Regulated Rivers: Research & Management, vol 13, 115-127.
- [39] IUCN, *The essentials of environmental flows*, 2003.

- [40] IUCN Việt Nam: *Environmental flows – Rapid Environmental Flow Assessment for the Huong river Basin*, Central Viet Nam, Hà Nội, Việt Nam, 2005.
- [41] Ivars Reinfelds, Tim Haeusler, Andrew J. Brooks and SIMON Williams, *Refinement of the wetted perimeter breakpoint method for setting cease – to – pump limits or minimum environmental flows*, 2004. River research and Applications.
- [42] JM King, RE Tharme & MS de Villiers, *Environmental flow assessments for rivers: Manual for the building block methodology*, 2008. Water Research Commission.
- [43] Jodan S. Rosenfeld, Kate Campell, Elaine S. Leung, Joann Bernhard, John Post, *Habitat effects on depth and velocity frequency distribution: Implications for modeling hydraulic variation and fish habitat*.
- [44] Linnansaari T., Monk, W.A., Baird, D.J and Curry, R.A., *Review of approaches and Methods to assess Environmental Flows across Canada and Internationally*, 2012. Fisheries and Oceans Canada Science.
- [45] Lovisa, *Assessment of environmental flow requirements in Buzi River basin, Mozambique*, 2010.
- [46] MEN BaoHui, LIU ChangMinh & LIN ChunKun, *A New criterion for defining the breakpoint of the wetted perimeter – discharge curve and its application to estimating minimum instream flow requirements*, 2012. Science China.
- [47] Mike Acreman and Michael J Dunbar, *Defining environmental river requirements – a review*, 2004. Hydrology and Earth System Sciences, 8(5), 861-876, 2004.
- [48] Paul Copstake và Andrew R. Young, 2008. *How much water can a river give? Uncertainly and the flow duration curve*. BHS 10th National Hydrology Symposium, Exeter.
- [49] Richard Davis and Rafik Hirji, *Environmental flow: concept and methods*, 2005. The World Bank Washington, D.C

- [50] Rich Pyrcce, *Hydrological low flow indices and their uses*, 2004. Watershed science centre, Trent University.
- [51] S.Shaeri Karimi, M.Yasi, S.Eslamian, *Use of hydrological methods for assessment of environmental flow in a river reach*, 2012. Int.J.Envirn.Sci.Technol.
- [52] Simon Corbell MLA, *Water Resources Environmental Flow Guidelines*, 2013.
- [53] Tharme, R.E, *A Global Perspective on Environmental Flow Assessment; Emerging Trends in the Development and Application of Enviromental Flow Methodologies for Rivers*, River research and Application, 2003.
- [54] Tennant, D.L, *Instream Flow Regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources in Fisheries 16-10*, 1976.
- [55] T.Sender, D.Booker, N.Lamouroux, *A Method to assess and define environmental flow rules for large jurisdictional regions*, 2011.
- [56] V. Macura, *Determination of ther effect of Water Depth and flow Velocity on the Quality of an In-stream habitat in Terms of Climate Change*, Hindawi Publishing Corporation Advances in Meteorology, volume 2016.
- [57] V.U.Smakhtin, *Low flow hydrology: a review*, 2001. Journal of hydrology, Elsevier Science B.V.

PHỤ LỤC TÍNH TOÁN

Phụ lục chương II

Bảng PL 2.1 Phân chia hệ thống nút tưới, hồ chứa lưu vực VG-TB

TT	Nút tưới	Nút hồ chứa	Tên khu tưới
Vùng I- Thượng Vu Gia đến Thành Mỹ			
1	IRR1	R1	Các hồ đập nhỏ thượng lưu Đắc Mi 4 - Phía tả
2	IRR2	R2	Các hồ đập nhỏ nhánh suối Đa Mang
3	IRR3	R3	Các hồ đập nhỏ nhánh suối Khe Yung, Khe Đence
Vùng II- Trung lưu từ Thành Mỹ đến Ái Nghĩa			
4	IRR2B	R22	Các hồ đập nhỏ nhánh suối Đak Pet
5	IRR4	R4	Các hồ đập trên suối Gabion Adrrou
6	IRR5	R5	Các hồ đập trên suối Tầm A Ten
7	IRR6	R6	Các hồ đập trên suối Tam Ta Lu
8	IRR7	R7	Các hồ đập nhỏ thượng lưu TĐ Sông Con 2
9	IRR8	D1	Trạm bơm và đập trên sông Dâng
10	IRR9	D2	Trạm bơm ven hạ lưu sông Con
11	IRR10	R8	Các hồ, đập nhỏ ven sông trung lưu Vu Gia
Vùng III- Hạ lưu Vu Gia – Túy Loan			
12	IRR11	D3	Các trạm bơm khu vực Ái Nghĩa
13	IRR12	D4	Các trạm bơm Thái Sơn, Cẩm Vân
14	IRR13	D5	Đập An Trạch
15	IRR14	R9	Các hồ đập nhỏ trên suối Lệ Đăng
16	IRR15	R10	Hồ Đồng Nghệ
17	IRR16	D6	Đập Trung An 2
18	IRR17	R11	Các Hồ đập nhỏ tả sông Túy Loan
19	IRR18	D7	TB Túy Loan

TT	Nút tưới	Nút hồ chứa	Tên khu tưới
Vùng IV- Thượng lưu Thu Bồn đến Giao Thủy			
20	IRR19	R12	Các hồ đập nhỏ trên suối Vang phía hữu sông Tranh
21	IRR20	R13	Các hồ đập nhỏ thượng nguồn sông Khang
22	IRR21	R14	Các hồ đập nhỏ trung lưu sông Khang
23	IRR22	R15	Các hồ đập nhỏ hạ lưu sông Khang
24	IRR23	R16	Các hồ đập nhỏ khu Hiệp Đức
25	IRR24	R17	Các hồ đập nhỏ trên nhánh Khe Lê
26	IRR25	R18	Hồ Khe Cống
27	IRR26	R19	Hồ Khe Tân
Vùng V – Hạ lưu Thu Bồn – Ly Ly			
28	IRR27	R21	Hồ Vĩnh Trinh
29	IRR28	D10	Các trạm bơm ven sông Thu Bồn
30	IRR29	R20	Các trạm bơm sông Vĩnh Điện
31	IRR30	D8	Các hồ chứa, đập dâng nhỏ lưu vực sông Ly Ly
32	IRR31	D9	Các trạm bơm hạ lưu sông Ly Ly

Bảng PL2.2. Phân chia hệ thống nút cấp nước sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản

TT	Nút lấy nước	Ghi chú
1	FWS2	Nút cấp nước sinh hoạt trên sông Đắc Mi
2	FWS6-IWS2	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
3	FWS7-IWS3	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
4	IWS4	Nút cấp nước công nghiệp
5	FWS11-IWS5	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
6	FWS13-IWS6	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
7	FWS14-IWS7	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
8	FWS 1 – FIWS1	Nút cấp nước sinh hoạt + thủy sản + chăn nuôi
9	FWS3-IWS1	Nút cấp nước sinh hoạt + công nghiệp
10	FWS4	Nút cấp nước sinh hoạt
11	FWS5	Nút cấp nước sinh hoạt
12	FWS8-FIWS4	Nút cấp nước sinh hoạt + thủy sản + chăn nuôi
13	FWS9	Nút cấp nước sinh hoạt
14	FWS10	Nút cấp nước sinh hoạt
15	FWS12	Nút cấp nước sinh hoạt
16	FIWS2	Thủy sản + chăn nuôi
17	FIWS3	Thủy sản + chăn nuôi
18	FIWS5	Thủy sản + chăn nuôi

Bảng PL 2.3. Vị trí quan trắc chất lượng nước hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn

Ký hiệu mẫu	Nguồn nước mặt	Đặc điểm nơi quan trắc	Vị trí lấy mẫu					
			Kinh độ			Vĩ độ		
			o	'	”	o	'	”
VG-M1	Sông Hàn, hạ lưu sông Vu Gia	Cầu Rồng tại TP Đà Nẵng	108	13	49	16	04	21
VG-M2	Sông Hàn, hạ lưu sông Vu Gia	Cầu Nguyễn Văn Trỗi, TP Đà Nẵng	108	13	52	16	03	14
VG-M3	Sông Hàn, hạ lưu sông Vu Gia	Cầu Tuyên Sơn, TP Đà Nẵng	108	13	37	16	02	21
VG-M4	Sông Cẩm Lệ	Bến đò Su, gần cầu Hòa Xuân	108	13	34	16	0	35
VG-M5	Sông Cẩm Lệ	Cách vị trí bề cấp nước thô cho nhà máy nước Cầu Đỏ khoảng 300m về thượng lưu.	108	1	35	16	0	0
VG-M6	Sông Túy Loan	Trung tâm Huyện Hòa Vang. Cách cầu Túy Loan 50m về thượng lưu.	108	8	31	15	58	35
VD-M7	Sông Đò Toàn	Phường Khuê Mỹ, Q. Ngũ Hành Sơn	108	14	31	16	1	18
VG-M8	Nước sông Yên	Thượng lưu đập dâng An Trạch. Cách đập An Trạch khoảng 200m	108	9	24	15	57	3

Ký hiệu mẫu	Nguồn nước mặt	Đặc điểm nơi quan trắc	Vị trí lấy mẫu					
			Kinh độ			Vĩ độ		
			o	'	”	o	'	”
TB-M9	Hạ lưu sông Thu Bồn	Tại cửa Đại, vị trí đèn biển	108	23	48	15	53	20
TB-M10	Sông Thu Bồn	Tại vị trí chân cầu Cầu Lâu cắt Quốc lộ 1A	108	16	46	15	52	23
TB-M11	Sông Quảng Huế	Tại cầu Quảng Huế	108	6	52	15	51	37
TB-M12	Sông Thu Bồn	Tại Xã Tam Hiệp	108	7	31	15	49	53
VD-M13	Sông Đò Toàn	Cách chân Cầu Tứ Cầu 100m về Hạ lưu, xã Điện Ngọc, huyện Điện Bàn, tỉnh Quảng Nam	108	15	14	15	54	40
VG-M14	Sông Yên	Xã Điện Hồng huyện Điện Bàn	108	8	46	15	54	40
VG-M15	Sông Yên	Tại trạm thủy văn Ái Nghĩa TT Đại Lộc	108	7	3	15	53	31

Bảng PL 2.4. Kết quả phân tích chất lượng nước mặt đợt 1
(10 giờ ngày 10/8/2013)

Vị trí	DO	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	BOD ₅
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
VG-M1	5,77	1,29	1,20	12,06
VG-M2	7,25	1,06	1,53	14,50
VG-M3	5,60	0,78	1,02	14,78
VG-M4	5,88	0,45	1,59	16,15
VG-M5	8,42	0,56	2,24	12,67
VG-M6	7,32	0,01	3,50	9,23
VD-M7	6,62	0,78	0,02	10,59
VG-M8	9,80	0,10	2,35	14,38
TB-M9	6,32	0,10	1,14	18,42
TB-M10	6,80	0,20	1,09	14,24
TB-M11	7,50	0,10	3,30	12,20
TB-M12	8,55	0,12	1,76	17,26
VD-M13	6,74	0,10	1,86	18,04
VG-M14	5,50	0,10	1,00	13,80
VG-M15	7,25	0,10	2,14	15,01

Bảng PL 2.5. Kết quả phân tích chất lượng nước mặt đợt 2
(10 giờ ngày 21/4/2014)

Vị trí	DO	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	BOD ₅
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
VG-M1	6,24	0,80	0,77	20,8
VG-M2	6,40	1,50	2,00	12,8
VG-M3	6,06	0,77	0,02	23,6
VG-M4	6,50	0,88	0,05	34,6
VG-M5	7,68	0,54	0,05	12,2
VG-M6	6,56	0,14	4,00	8,40
VD-M7	6,50	0,50	0,02	15,8
VG-M8	6,72	0,10	0,50	6,40
TB-M9	7,04	0,10	1,50	25,6
TB-M10	6,56	0,20	3,50	6,60
TB-M11	6,88	0,12	3,40	11,3
TB-M12	7,50	0,10	3,70	8,0
VD-M13	3,20	0,10	1,40	45,2
VG-M14	3,20	0,10	1,40	15,2
VG-M15	7,36	0,10	3,60	12,8

Phụ lục chương III

Bảng PL3.1.Mức tưới cho cây trồng tại mặt ruộng P=85%

Đơn vị: m³/ha

Vùng	Lúa Đông Xuân	Lúa Hè Thu	Ngô Đông Xuân	Ngô Hè Thu	Lạc Đông Xuân	Lạc Hè Thu	Mía
Vùng I	6139	5288	1546	657	149	760	664
Vùng II	6646	5915	1807	1338	571	1551	1695
Vùng III	6676	6127	2548	1045	204	956	1389
Vùng IV	5585	5165	1304	433	25	477	772
Vùng V	6527	4867	1844	1059	182	1014	1273

Bảng PL 3.2. Nhu cầu nước cho nông nghiệp

Nút	Tháng (10^3m^3)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Vùng I- Thượng Vu Gia đến Thành Mỹ													
IRR1	105	550	885	511	1.524	432	506	289	0	0	0	2.878	7.681
IRR2	61	440	767	552	1.834	908	1.026	863	0	0	0	0	6.451
IRR3	52	376	667	473	1.066	564	635	539	0	0	0	331	4.703
Vùng II- Trung lưu từ Thành Mỹ đến Ái Nghĩa													
IRR2B	1.221	1.568	1.985	1.359	9.138	1.192	3.762	2.363	1.109	0	190	3.184	27.070
IRR3	52	376	667	473	1.066	564	635	539	0	0	0	331	4.703
IRR4	111	138	181	125	368	52	172	110	61	0	12	376	1.705
IRR5	238	297	399	283	783	113	376	239	135	0	28	800	3.691
IRR6	376	505	702	531	1.116	204	795	538	401	0	101	263	5.533
IRR7	521	632	804	521	2.169	272	838	525	221	0	33	1.916	8.452
IRR8	244	301	379	247	666	93	313	201	111	0	23	713	3.292
IRR9	381	463	676	495	0	36	208	145	1.684	0	106	1.188	5.383
IRR10	1.914	2.324	3.193	2.235	0	140	794	562	10.682	0	585	7.755	30.184
Vùng III- Hạ lưu Vu Gia – Túy Loan													
IRR11	655	3.192	4.090	3.272	6.301	1.303	348	1.787	4.692	0	0	8.325	33.965
IRR12	828	3.898	5.091	4.049	15.559	2.475	701	3.456	545	0	0	12.287	48.888

Nút	Tháng (10 ³ m ³)												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
IRR13	43	197	262	205	935	121	37	187	21	0	0	740	2.748
IRR14	50	223	260	196	733	141	37	149	12	0	0	647	2.447
IRR15	216	921	1.171	877	3.367	479	137	673	952	0	0	3.742	12.533
IRR16	1	21	38	52	54	28	6	18	0	0	0	20	237
IRR17	117	505	661	517	1.886	277	78	376	34	0	0	2.128	6.577
IRR18	40	184	252	212	846	127	35	172	15	0	0	772	2.655
Vùng IV- Thượng Thu Bồn đến Giao Thủy													
IRR19	1.155	1.487	424	1.312	5.437	1.018	2.378	246	0	0	0	5.193	18.651
IRR20	304	390	155	486	1,697	258	605	77	0	0	0	1.921	5.895
IRR21	2.325	3.038	1.242	3.939	9.715	1.710	4.009	571	0	0	0	13.727	40.277
IRR22	212	274	111	352	773	137	320	45	0	0	0	1.314	3.539
IRR23	1.960	2.595	969	3.218	6.840	1.577	3.627	452	0	0	0	9.197	30.436
IRR24	714	929	362	1.157	3.079	550	1.282	171	0	0	0	4.106	12.351
IRR25	911	1.263	544	1.770	3.647	881	2.066	348	0	0	0	3.634	15.063
IRR26	2.409	3.252	1.265	4.060	68	817	1,918	320	10.051	0	0	10.401	34.559
IRR27	1.313	3.682	4.770	3.893	7.535	3.809	249	3.554	994	0	0	9.603	39.403
Vùng V – Hạ lưu Thu Bồn – Ly Ly													
IRR28	2.111	6.085	7.617	6.114	9.998	5.961	390	5.361	1.598	0	0	13.059	58.295
IRR29	3.842	10.608	13.904	11.426	21.964	10.686	706	9.780	2.608	0	0	30.199	115.723

Nút	Tháng (10 ³ m ³)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
IRR30	1.391	3.409	4.619	3.723	8.213	2.749	206	2.376	409	0	0	14.557	41.651
IRR31	1.399	3.698	4.834	3.885	9.066	3.545	267	2.974	596	0	0	12.043	42.306
Tổng	27.221	57.444	63.280	62.046	136.375	42.654	28.829	39.466	36.932	0	1.078	177.018	672.344
Tỷ lệ	4,05	8,54	9,41	9,23	20,28	6,34	4,29	5,87	5,49	0,00	0,16	26,33	100

Bảng PL 3.3. Nhu cầu nước cho sinh hoạt

Nút	Tháng (10 ³ m ³)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Vùng I	96	86	96	93	96	93	96	96	93	96	96	96	1130
FWS1	62	56	62	60	62	60	62	62	60	62	60	62	734
FWS2	34	30	34	33	34	33	34	34	33	34	33	34	396
Vùng II	550	496	550	531	550	531	550	550	531	550	531	550	6439
FWS3	73	66	73	70	73	70	73	73	70	73	70	73	857
FWS4	51	46	51	49	51	49	51	51	49	51	49	51	598
FWS5	42	38	42	41	42	41	42	42	41	42	41	42	498
FWS6	384	346	384	371	384	371	384	384	371	384	371	384	4,516
Vùng III	3.765	3.400	3.765	3.643	3.765	3.643	3.765	3.765	3.643	3.765	3.643	3.765	44.328
FWS7	3.591	3.243	3.591	3.475	3.591	3.475	3.591	3.591	3.475	3.591	3.475	3.591	42.277
FWS8	174	157	174	169	174	169	174	174	169	174	169	174	2.051
Vùng IV	692	625	692	670	692	670	692	692	670	692	670	692	8.144
FWS9	181	163	181	175	181	175	181	181	175	181	175	181	2.128
FWS10	108	98	108	105	108	105	108	108	105	108	105	108	1.272
FWS11	403	364	403	390	403	390	403	403	390	403	390	403	4.743
Vùng V	1.099	993	1.099	1.064	1.099	1.064	1.099	1.099	1.064	1.099	1.064	1.099	12.943
FWS12	531	480	531	514	531	514	531	531	514	531	514	531	6.256

FWS13	215	194	215	208	215	208	215	215	208	215	208	215	2.532
FWS14	353	319	353	342	353	342	353	353	342	353	342	353	4.156
Tổng	6.201	5.601	6.201	6.001	6.201	6.001	6.201	6.201	6.001	6.201	6.001	6.201	73.014

Bảng Pl 3.4. Nhu cầu nước cho trồng trọt hiện tại ứng với tần suất 85%

Đơn vị: 1000 m³

Vùng	Tháng I	Tháng II	Tháng III	Tháng IV	Tháng V	Tháng VI	Tháng VII	Tháng VIII	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI	Tháng XII	Năm
I	218	1.365	2.320	1.536	4.423	1.905	2.167	1.691	-	-	-	3.360	18.985
II	5.006	6.227	8.319	5.796	14.240	2.103	7.259	14.519	5.008	-	1.078	16.195	85.750
III	1.950	9.140	11.826	9.380	29.681	4.949	1.378	6.817	6.270	-	-	28.660	110.051
IV	9.991	13.229	5.072	16.293	31.256	6.948	16.206	2.231	10.051	-	-	49.494	160.771
V	10.056	27.482	35.743	29.041	56.775	26.750	1.818	24.045	6.206	-	-	79.460	297.378
Toàn LV	27.221	57.444	63.280	62.046	136.375	42.654	28.828	49.302	27.536	-	1.078	177.169	672.935

Bảng Pl.3.5. Nhu cầu cấp nước cho chăn nuôi

Vùng	Tháng (10^3m^3)												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	40	38	40	39	40	39	40	40	39	40	39	40	476
II	105	98	105	101	105	101	105	105	101	105	101	105	1.238
III	140	131	140	135	140	135	140	140	135	140	135	140	1.647
IV	254	238	254	246	254	246	254	254	246	254	246	254	3.001
V	333	312	333	322	333	322	333	333	322	333	322	333	3.932
Tổng	872	816	872	844	872	844	872	872	844	872	844	872	10.294

Bảng Pl 3.6. Nhu cầu cấp nước cho sinh hoạt

Vùng	Tháng (10^3m^3)												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	96	86	96	93	96	93	96	96	93	96	96	96	1130
II	550	496	550	531	550	531	550	550	531	550	531	550	6439
III	3.765	3.400	3.765	3.643	3.765	3.643	3.765	3.765	3.643	3.765	3.643	3.765	44.328
IV	692	625	692	670	692	670	692	692	670	692	670	692	8.144
V	1.099	993	1.099	1.064	1.099	1.064	1.099	1.099	1.064	1.099	1.064	1.099	12.943
Tổng	6.201	5.601	6.201	6.001	6.201	6.001	6.201	6.201	6.001	6.201	6.001	6.201	73.014

Bảng PL 3.7. Nhu cầu cấp nước cho công nghiệp

Vùng	Tháng (10^3m^3)												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	201	188	201	194	201	194	201	201	194	201	194	201	2.372
IV	213	200	213	206	213	206	213	213	206	213	206	213	2.518
V	589	551	589	570	589	570	589	589	570	589	570	589	6.954
Tổng	1.003	939	1.003	970	1.003	970	1.003	1.003	970	1.003	970	1.003	11.844

Bảng PL 3.8 Nhu cầu cấp nước cho thủy sản

Vùng	Tháng (10^3m^3)												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	2.530
II	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	12.265
III	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	2.861	34.330
IV	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	1.710	20.515
V	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	14.090
Tổng	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	6.977	83.730