

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

PHAN NGỌC THẮNG

**KHAI THÁC MÔ HÌNH IQQM TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC HỆ
THỐNG LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG, TỈNH QUẢNG BÌNH**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

HÀ NỘI – 2009

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

PHAN NGỌC THẮNG

**KHAI THÁC MÔ HÌNH IQQM TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC HỆ
THỐNG LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG, TỈNH QUẢNG BÌNH**

**CHUYÊN NGÀNH: THỦY VĂN HỌC
MÃ SỐ: 60.44.90**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
TS. NGUYỄN THANH SƠN**

HÀ NỘI - 2009

MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU	5
DANH MỤC HÌNH VẼ	6
MỞ ĐẦU	7
Chương 1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ – XÃ HỘI LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG, TỈNH QUẢNG BÌNH	8
1.1. Điều kiện địa lý tự nhiên.....	8
1.1.1. Vị trí địa lý.....	8
1.1.2. Địa hình, địa mạo	8
1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng.....	11
1.1.4. Thảm phủ thực vật.....	13
1.1.5. Khí hậu	15
1.1.6. Thủy văn	15
1.2. Hiện trạng phát triển kinh tế – xã hội.....	17
1.2.1. Dân cư	17
1.2.2. Nông lâm nghiệp.....	18
1.2.3. Công nghiệp.....	23
1.2.4. Thủy sản.....	24
1.2.5. Dịch vụ thương mại và du lịch.....	25
Chương 2. TỔNG QUAN VỀ CÂN BẰNG NƯỚC HỆ THỐNG VÀ MÔ HÌNH IQQM.....	27
2.1. Khái niệm về hệ thống nguồn nước và cân bằng nước hệ thống.....	27
2.1.1. Hệ thống nguồn nước	27
2.1.2. Khái niệm cân bằng nước hệ thống.....	28
2.1.3. Phương pháp tính toán cân bằng nước hệ thống	28
2.2. Các nghiên cứu về cân bằng nước ở khu vực Miền Trung nói chung và Quảng Bình nói riêng	35
2.3. Mô hình IQQM	36
2.3.1. Giới thiệu về các nút.....	38
2.3.2. Mô tả một số nút chính.....	38
Chương 3. ÁP DỤNG MÔ HÌNH IQQM TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC HỆ THỐNG LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG – TỈNH QUẢNG BÌNH.....	40
3.1. Tình hình tài liệu.....	40
3.2. Phân vùng cân bằng nước.....	41
3.2.1. Vùng đô thị Đồng Hới	42
3.2.2. Vùng sông Đại Giang	42
3.2.3. Vùng sông Kiến Giang.....	43
3.3. Tính toán nhu cầu nước cho các hộ sử dụng nước.....	43
3.3.1. Nông nghiệp.....	43
3.3.2. Nhu cầu nước sinh hoạt.....	47
3.3.3. Nhu cầu nước dùng cho công nghiệp.....	47
3.3.4. Nhu cầu nước dùng cho nuôi trồng thủy sản.....	48

3.3.5. Nhu cầu nước dùng cho du lịch	48
3.4. Tính toán cân bằng nước	48
3.4.1. Sơ đồ tính	48
3.4.2. Tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng.....	49
3.4.3. Áp dụng mô hình IQQM tính toán cân bằng nước.....	53
3.4.4. Quá trình ổn định bộ thông số.....	55
3.4.5. Kết quả và thảo luận	55
KẾT LUẬN	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO	61
<i>Tiếng Việt</i>	61
<i>Tiếng Anh</i>	62

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

CROPWAT	Mô hình tính nhu cầu tưới của cây trồng theo chỉ tiêu sinh thái
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
HD	Hạ du
HEC	Trung tâm Thủy văn công trình của Mỹ
IQQM	Mô hình mô phỏng nguồn nước
KTTV	Khí tượng Thủy văn
NLRRM	Mô hình mưa - dòng chảy phi tuyến
MIKE BASIN	Mô hình thủy văn lưu vực của Viện Thủy lực Đan Mạch
MITSIM	Mô hình cân bằng nước thủy lợi
PAM	Chương trình An toàn lương thực Thế giới
TN	Thượng nguồn

DANH MỤC BẢNG BIỂU

<i>Bảng 1.1.</i> Cơ cấu sử dụng đất trên lưu vực sông Kiến Giang	13
<i>Bảng 1.2.</i> Đặc trưng hình thái lưu vực sông Kiến Giang	16
<i>Bảng 1.3.</i> Các hồ chứa có dung tích trên 1 triệu m ³ và các công trình lớn.....	17
<i>Bảng 1.4.</i> Diện tích, năng suất và sản lượng lúa tỉnh Quảng Bình	19
<i>Bảng 1.5.</i> Tình hình phát triển cây công nghiệp lâu năm	21
<i>Bảng 1.6.</i> Số lượng và tốc độ tăng trưởng của đàn gia súc, gia cầm thời kỳ 1991 - 2006.	22
<i>Bảng 1.7.</i> Cơ cấu giá trị sản xuất lâm nghiệp theo hoạt động (1995 - 2000)(%).....	23
<i>Bảng 1.8.</i> Cơ cấu giá trị sản xuất ngư nghiệp (%).....	25
<i>Bảng 3.1.</i> Tình hình số liệu mưa trên lưu vực	40
<i>Bảng 3.2.</i> Phân vùng cân bằng nước tỉnh Quảng Bình	41
<i>Bảng 3.3.</i> Kết quả tính ETo và mưa hiệu quả P _{eff} trạm Đồng Hới	44
<i>Bảng 3.4.</i> Diện tích các loại cây trồng (ha).....	45
<i>Bảng 3.5.</i> Thời vụ gieo trồng cây hàng năm	45
<i>Bảng 3.6.</i> Nhu cầu nước dùng cho cây trồng tính đến đầu nút năm 2006.....	45
<i>Bảng 3.7.</i> Thống kê số lượng đàn gia súc năm 2006.....	46
<i>Bảng 3.8.</i> Nhu cầu nước chăn nuôi năm 2006 tính đến đầu mỗi (đơn vị: 10 ⁶ m ³).....	46
<i>Bảng 3.9.</i> Phân bố dân số năm 2006.....	47
<i>Bảng 3.10.</i> Tiêu chuẩn dùng nước	47
<i>Bảng 3.11.</i> Nhu cầu dùng nước cho dân sinh tính đến đầu nút công trình	47
<i>Bảng 3.12.</i> Nhu cầu dùng nước cho công nghiệp năm 2006	48
<i>Bảng 3.13.</i> Lượng nước dùng cho nuôi trồng thủy sản.....	48
<i>Bảng 3.14.</i> Trạm mưa ảnh hưởng đến các khu tưới.....	53
<i>Bảng 3.15.</i> Kết quả tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng (m ³ /s).....	53
<i>Bảng 3.16.</i> Kết quả tính toán cân bằng nước lưu vực sông Kiến Giang (10 ⁶ m ³).....	55

DANH MỤC HÌNH VẼ

<i>Hình 1.1.</i> Bản đồ vị trí địa lý lưu vực sông Kiến Giang	9
<i>Hình 1.2.</i> Bản đồ địa hình và mạng lưới thủy văn lưu vực sông Kiến Giang	10
<i>Hình 1.3.</i> Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Kiến Giang	12
<i>Hình 1.4.</i> Bản đồ thảm thực vật sông Kiến Giang.....	14
<i>Hình 2.1.</i> Sơ đồ phân tích hệ thống	33
<i>Hình 2.2.</i> Sơ đồ mô phỏng bài toán quy hoạch và bài toán tối ưu	34
<i>Hình 3.1.</i> Sơ đồ phân vùng cân bằng hệ thống lưu vực sông Kiến Giang	42
<i>Hình 3.2.</i> Sơ đồ tính toán cân bằng nước	49
<i>Hình 3.3</i> Đường quá trình dòng chảy thực đo và tình toán theo mô hình NLRRM tại trạm Đồng Tâm thời kỳ (1961-1970)	51
<i>Hình 3.4.</i> Đường quá trình dòng chảy thực đo và tình toán theo mô hình NLRRM tại trạm Đồng Tâm thời kỳ (1971-1981)	52
<i>Hình 3.5.</i> Đường quá trình dòng chảy thực đo và tình toán theo mô hình NLRRM tại trạm Kiến Giang thời kỳ (1962-1976)	52

MỞ ĐẦU

Trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Bình việc đẩy mạnh xây dựng cơ cấu cây trồng, vật nuôi phù hợp, quy hoạch phát triển các cụm dân cư cùng với phát triển các cơ sở chế biến, nuôi trồng thủy sản nước mặn, lợ.. sẽ cần một lượng nước ngọt rất lớn cho việc phát triển sản xuất bền vững. Với mục tiêu này, việc cấp nước đang là một trong những nhiệm vụ hàng đầu của tỉnh. Vấn đề đặt ra là cần đánh giá lại hiện trạng khai thác sử dụng nước, năng lực các nguồn cấp, nhu cầu nước phục vụ cho các ngành kinh tế, cân bằng cung – cầu để sử dụng hiệu quả bền vững nguồn nước đáp ứng các mục tiêu khác nhau đó.

Đề tài *“Khai thác mô hình IQQM tính toán cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Kiến Giang – tỉnh Quảng Bình”* của luận văn là nhằm góp phần phục vụ việc nâng cao công tác quản lý, đảm bảo hài hòa giữa mục tiêu phát triển kinh tế với việc phát triển bền vững tài nguyên nước trên lưu vực sông Kiến Giang nói riêng và tỉnh Quảng Bình nói chung.

Luận văn gồm có 3 chương cùng với mở đầu, kết luận, tài liệu tham khảo và phụ lục:

Chương 1: *Đặc điểm địa lý tự nhiên và kinh tế – xã hội lưu vực sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình*

Chương 2: *Tổng quan về cân bằng nước hệ thống và mô hình IQQM*

Chương 3: *Áp dụng mô hình IQQM tính toán cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình*

Luận văn được hoàn thành tại trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Nhân dịp này, tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, Phòng Đào tạo Sau đại học, Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học đã tạo điều kiện về thời gian, kinh phí và sự hỗ trợ chuyên môn, kỹ thuật trong quá trình thực hiện. Đặc biệt, xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành nhất tới người hướng dẫn khoa học: **TS. Nguyễn Thanh Sơn** đã tận tình chỉ đạo và góp ý để hoàn thành luận văn này.

Chương 1

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ – XÃ HỘI LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG, TỈNH QUẢNG BÌNH

1.1. ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

1.1.1. Vị trí địa lý

Lưu vực sông Kiến Giang thuộc địa phận tỉnh Quảng Bình với diện tích tự nhiên là 2650 km² (chiếm 34.7% diện tích tỉnh Quảng Bình), thuộc địa phận 3 huyện thị: Đồng Hới, Quảng Ninh và Lệ Thủy. Lưu vực nằm trong phạm vi 17⁰31' 51" - 16⁰55' 16" vĩ độ bắc và 106⁰17' 08" - 106⁰59' 31" kinh độ đông [11]

Về phía bắc, khu vực tiếp giáp với huyện Bố Trạch – tỉnh Quảng Bình. Đường biên giới phía tây là dãy Trường Sơn dài 202 km, giáp tỉnh Khăm Muộn của CHDCN Lào. Phía đông giáp với dải cồn cát Biển Đông với đường bờ biển dài 126 km. Đoạn hẹp nhất từ tây sang đông đi qua Đồng Hới dài chừng 45 km. Đây cũng là đoạn ngang hẹp nhất của nước ta (Hình 1.1).

1.1.2. Địa hình, địa mạo

Lưu vực sông Kiến Giang có địa hình rất đa dạng và có sự phân hoá độ cao rõ rệt từ tây sang đông và từ nam xuống bắc. Độ cao địa hình giảm từ 1624 m đến 0 m với sự chuyển tiếp liên tục nhanh chóng của các kiểu địa hình: núi đồi, đồng bằng và bãi biển (Hình 1.2).

Địa hình đồi núi chiếm 85% diện tích lưu vực và đại bộ phận là núi thấp, chỉ có một vài đỉnh rời rạc có độ cao trên 1500 m. Đồng bằng chiếm diện tích nhỏ thường bị chia cắt bởi các dãy núi với các dạng địa hình:

- Núi trung bình uốn nếp khối nâng lên mạnh;
- Núi thấp uốn nếp nâng lên yếu;
- Địa hình núi đá vôi;
- Thung lũng kiến tạo - xâm thực;
- Đồng bằng.

Độ dốc địa hình thay đổi trong khoảng rộng từ thoải đến dốc đứng, tùy thuộc vào điều kiện thành tạo của chúng. Còn lại những địa hình trên đá cát, bột kết, phiến sét thì tương đối mềm mại với các sườn thoải 15 -17⁰. [5]

Vùng đồng bằng lan ra sát biển và song song với bờ biển nên đồng bằng trên lưu vực không phát triển theo bề ngang. Có thể nói, khu vực đồng bằng chủ yếu

Hình 1.1. Bản đồ vị trí địa lý lưu vực sông Kiến Giang

Hình 1.2. Bản đồ địa hình và mạng lưới thủy văn lưu vực sông Kiến Giang

được hình thành do quá trình thoái hóa của một lagun rộng lớn được ngăn cách với biển bởi một hệ thống đê cát ven bờ chạy từ Đồng Hới đến Ngự Thủy.

Địa hình bờ biển trên lưu vực chủ yếu là các cồn cát biển. Từ thị xã Đồng Hới về phía nam là những cồn cát hùng vĩ, rộng hàng cây số và cao tới 30 - 35 m; dạng lưới liềm, nối tiếp nhau chạy dài thành một dãy liên tục theo hướng tây bắc - đông nam, như một sa mạc thu nhỏ.

1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng

a. Địa chất

Đá mẹ, đá biến chất hình thành phân bố thành vùng tương đối rõ, diện tích phân bố của một số loại như sau:

- Đá vôi: 2.128 ha chiếm 0,26% diện tích tự nhiên;
- Đá granit: 94.444 ha chiếm 11,37% diện tích tự nhiên;
- Đá sa phiến thạch và phiến sa: 372.454 ha chiếm 46,25% diện tích tự nhiên;
- Đá biến chất: 14.548 ha chiếm 1,8% diện tích tự nhiên;
- Đá macma trung tính: 1.303 ha chiếm 0,16% diện tích tự nhiên.

b. Thổ nhưỡng

Lưu vực sông Kiến Giang có 2 hệ đất chính là hệ phù sa (ở đồng bằng) và hệ feralit (ở vùng đồi núi) với 15 loại thuộc 5 nhóm khác nhau [5. 11] (Hình 1.3).

Nhóm đất cát có hơn 4,7 vạn ha, bao gồm các cồn cát dọc bờ biển và đất cát biển phân bố chủ yếu ở Lệ Thủy, Quảng Ninh. Nhìn chung đất xấu, ít dinh dưỡng, thành phần cơ giới rời rạc. Vùng đất cát ven biển chủ yếu được sử dụng vào mục đích lâm nghiệp.

Nhóm đất mặn với hơn 3,9 nghìn ha, phân bố phần lớn ở cửa sông Nhật Lệ. Diện tích đất mặn có chiều hướng gia tăng do nước biển tràn sâu vào đất liền dưới tác động của bão hoặc triều cường.

Nhóm đất phù sa chủ yếu là loại đất được bồi hàng năm, với diện tích khoảng 2,3 vạn ha, phân bố ở dải đồng bằng và các thung lũng sông. Nhóm này bao gồm các loại đất được bồi đắp hàng năm (ngoài đê), không được bồi hàng năm (trong đê) và đất phù sa già. Nhìn chung đây là nhóm đất chính để trồng cây lương thực và cây công nghiệp ngắn ngày.

Nhóm đất lầy thụt và đất than bùn phân bố ở các vùng trũng, đọng nước thuộc các huyện Lệ Thủy, Quảng Ninh.

Hình 1.3. Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Kiến Giang

Nhóm đất đỏ vàng chiếm hơn 80% diện tích cả tỉnh, tập trung chủ yếu ở những nơi có độ cao từ 25 m đến 1.000 m thuộc phần phía tây của các huyện Quảng Ninh và Lệ Thủy.

Nhìn chung, đất trên lưu vực sông Kiến Giang nghèo dinh dưỡng, đất mỏng và chua. Đất phù sa ít, nhiều đụn cát và đất lầy thụt than bùn. Tuy nhiên khả năng sử dụng đất còn lớn, chủ yếu tập trung vào việc phát triển cây công nghiệp lâu năm, cây lâm nghiệp theo hướng nông - lâm kết hợp. Về cơ cấu sử dụng đất, diện tích được khai thác để phục vụ cho sản xuất và đời sống chiếm phần lớn lãnh thổ của tỉnh. Các số liệu thống kê năm 2000 và 2006 về diện tích đất sử dụng được cho trong bảng 1.1. Diện tích đất tự nhiên bình quân theo đầu người là hơn 1 ha, nhưng đất canh tác chỉ có 560 m²/người.

Bảng 1.1. Cơ cấu sử dụng đất trên lưu vực sông Kiến Giang

Các nhóm đất	Năm 2000		Năm 2006	
	Diện tích (ha)	% so với cả lưu vực	Diện tích (ha)	% so với cả lưu vực
Đất nông nghiệp	59676	7.41	66800	8.30
Đất lâm nghiệp	486726	60.45	503200	62.50
Đất chuyên dùng	16223	2.01	24000	2.98
Đất ở	3925	0.49	4300	0.53
Đất chưa sử dụng	238600	29.63	206800	25.69

1.1.4. Thảm phủ thực vật

Trong thời gian chiến tranh, lưu vực sông Kiến Giang – tỉnh Quảng Bình nằm trong vùng chiến tranh, huỷ diệt khốc liệt, lớp phủ thực vật thuộc loại bị tàn phá. Ngay khi đất nước thống nhất, kế hoạch khôi phục lớp phủ thực vật với ý nghĩa phục hồi các hệ sinh thái tối ưu, trở thành kế hoạch hành động cụ thể và tích cực. Đến năm 1990, nhiều diện tích rừng trồng và rừng tự nhiên tái sinh do khoanh nuôi bảo vệ đã xuất hiện. Rừng trồng theo chương trình hỗ trợ của PAM (Chương trình An toàn lương thực Thế giới) dọc các quốc lộ hoặc tỉnh lộ phát triển nhanh và có hiệu quả môi trường rõ rệt. Từ các Chương trình Quốc gia 327, 264 và kế hoạch trồng rừng, trồng cây được phát động và đầu tư, đã nâng cao tỷ lệ che phủ rừng khá nhanh.

Lưu vực sông Kiến Giang có trên 503.227 ha đất lâm nghiệp chiếm 62,5% diện tích đất tự nhiên, trong đó đất có rừng tự nhiên 450,656 ha, đất có rừng trồng 52.543 ha và đất ương cây giống 28 ha (Hình 1.4).

Thảm thực vật rừng đa dạng và phong phú, trong đó có nhiều loại gỗ quý như lim xanh, sến, táu, đinh, gụ, pơ mu... Ngoài ra, hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển mặc dù đã bị khai thác để nuôi tôm song những vùng còn lại vẫn còn những loại động thực vật thủy sinh có giá trị kinh tế [5, 11].

Hình 1.4. Bản đồ thảm thực vật sông Kiến Giang

1.1.5. Khí hậu

Lưu vực nghiên cứu nằm trong địa phận tỉnh Quảng Bình, nên mang những đặc điểm khí hậu của tỉnh. Theo phân loại của nhiều nhà địa lý Việt Nam, khu vực nghiên cứu thuộc đới khí hậu gió mùa chí tuyến, á đới nóng ẩm. Mặc dầu, khối núi Hoành Sơn không cao, nhưng do hướng chạy của núi, nó trở thành một ranh giới khí hậu thực sự. Những đợt gió mùa đông đến đây đã suy yếu và khó khăn lắm mới vượt qua được, do đó mà khí hậu Hà Tĩnh và Quảng Bình, mặc dầu là hai tỉnh giáp nhau, không giống nhau. Hà Tĩnh thuộc khí hậu miền Bắc, trong khi Quảng Bình khí hậu đã mang những nét của miền Nam, đặc trưng là nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất đã vượt quá 18⁰C. Tuy nhiên, do front cực đới vẫn còn ảnh hưởng tương đối mạnh, nên vào mùa đông có khi nhiệt độ xuống khá thấp.

Nhiệt độ trung bình năm nằm trong khoảng 24⁰ - 25⁰C, tăng dần từ bắc vào nam, từ tây sang đông. Cân bằng mức xạ năm đạt 70 - 80 kcal/cm². Số giờ nắng bình quân năm khoảng 1.700 - 2.000 giờ. Do ảnh hưởng của địa hình nên khí hậu có sự phân hoá khá rõ theo không gian. Khí hậu chia làm hai mùa: mùa mưa kéo dài từ tháng IX đến tháng XII, với lượng mưa trung bình năm là 2315 mm, cực đại vào tháng X và thường tập trung vào 3 tháng (IX - X - XI), lũ lụt thường xảy ra trên diện rộng. Trung bình cứ 10 năm thì 9 năm có bão lụt lớn. Mùa khô từ tháng I đến tháng VIII, với 5 tháng có nhiệt độ trung bình trên 25⁰C. Nóng nhất là các tháng VI, VII. Nhiệt độ tối cao tuyệt đối lên đến 42,2⁰C, xảy ra vào tháng VII. Mùa khô nắng gắt, có gió tây (gió Lào), xuất hiện từ tháng III đến tháng VIII, nhiệt nhất là vào tháng VII, trung bình mỗi đợt kéo dài hơn 10 ngày, thời tiết khô nóng, lượng bốc hơi lớn, gây ra hạn hán nghiêm trọng [6, 10].

Khí hậu nhìn chung rất khắc nghiệt, được thể hiện qua chế độ nhiệt, ẩm và tính chất chuyển tiếp của khí hậu. Mùa mưa trùng với mùa bão. Tần suất bão nhiều nhất là vào tháng IX (37%). Bão thường xuất hiện từ tháng VII và kết thúc vào tháng XI. Bão kèm theo mưa lớn trong khi lãnh thổ lại hẹp ngang, độ dốc lớn nên thường gây ra lũ lụt đột ngột, ảnh hưởng rất nhiều đến hoạt động sản xuất và đời sống. Thời kỳ ẩm ướt trùng với mùa mưa bão đã hạn chế nhiều đến khả năng tăng vụ và tăng năng suất mùa màng. Còn thời kỳ khô đến sớm, lại có gió tây khô nóng đã tác động mạnh đến sự trổ bông của cây lúa và sự phát triển của cây công nghiệp, cây ăn quả.

1.1.6. Thủy văn

a. Mạng lưới thủy văn

Sông Nhật Lệ là con sông lớn thứ hai trong tỉnh Quảng Bình, có 8 nhánh cấp I tiêu biểu là Kiến Giang và Đại Giang, 11 nhánh cấp II, 3 nhánh cấp III. [7]

Sông Kiến Giang (Hình 1.2) là một nhánh của sông Nhật Lệ. Sông Kiến Giang chảy qua huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình. Sông dài 58 km, chảy theo hướng đông bắc nên còn được gọi là “ngịch hà” vì hầu hết các con sông ở Việt Nam đều chảy theo hướng đông nam. Trước đây, hàng năm con sông này gây lũ lụt cho vùng đồng bằng do sông dốc, ngắn. Sau khi có đập An Mã ngăn ở thượng nguồn, lũ lụt đã được khống chế. Tuyến đường sắt Bắc Nam cắt qua con sông này tại Cầu Mỹ Trạch.

Sông Kiến Giang là hợp lưu của nhiều nguồn sông suối phát nguyên từ vùng núi phía tây - nam huyện Lệ Thủy đổ về phường Luật Sơn (xã Trường Thủy, Lệ Thủy) chảy theo hướng nam bắc. Từ đây, sông chảy theo hướng tây nam - đông bắc, về đến ngã ba Thượng Phong, sông chảy theo hướng đông nam - tây bắc, đến đoạn ngã ba Phú Thọ (An Thủy, Lệ Thủy), sông đón nhận thêm nước của sông Cẩm Ly (chảy từ hướng tây đông về), tiếp tục chảy theo hướng trên, băng qua cánh đồng huyện Lệ Thủy (đoạn này sông rất hẹp). Sắp hết đoạn đồng trũng huyện Lệ Thủy đổ vào địa phận huyện Quảng Ninh, sông được mở rộng và chảy băng qua phá Hạc Hải (có chiều dài gần 2km²) về đến xã Duy Ninh (Quảng Ninh), tiếp tục chảy ngược về hướng gây đến ngã ba Trần Xá thì hợp lưu với sông Long Đại đổ vào sông Nhật Lệ.

Lưu lượng dòng chảy của các sông này thuộc loại lớn so với các sông ở nước ta, mô đun dòng chảy bình quân năm là 57 l/s/km² tương đương 4 tỷ m³/năm. Tổng lượng dòng chảy vào mùa lũ (tháng IX - XI) chiếm 60 - 80% lượng dòng chảy cả năm. Mùa kiệt kéo dài 8 tháng nhưng có thể tăng đột biến vào cuối tháng V đầu tháng VI do mưa lớn trong tiết tiểu mãn. Nhìn chung, hệ thống sông trong khu vực nghiên cứu mang đặc điểm chung là ngắn và dốc nên khả năng điều tiết nước kém, thường gây lũ trong mùa mưa. Ngoài ra, còn có hệ thống đầm phá ven biển, hồ và hồ chứa, hang động karst tạo nên mạng lưới thủy văn đa dạng [11].

Bảng 1.2. Đặc trưng hình thái lưu vực sông Kiến Giang

TT	Hệ sông và sông	Chiều dài (km)		Diện tích lưu vực (km ²)	Độ cao b/q lưu vực (m)	Phụ lưu cấp 1	Mật độ sông suối b/q (km/km ²)
		Sông	Lưu vực				
2	Hệ thống sông Kiến Giang	96	59	2650	234	8	0,84

b. Hệ thống công trình thủy lợi

Hệ thống hồ chứa nước trên lưu vực bao gồm các hồ tự nhiên và hồ nhân tạo, địa hình đồi núi cho phép xây dựng nhiều hồ chứa nước phục vụ sản xuất nông nghiệp và dân sinh. Theo số liệu của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Quảng Bình hiện có nhiều hồ chứa lớn nhỏ phân bố tương đối đều trong tỉnh với dung tích trữ trên 100 triệu m³ nước, 32 đập, 70 trạm bơm, một đập ngăn mặn hàng năm đã phục vụ tưới cho 43.000 ha (Đập Mỹ Trung). Đặc biệt hồ tự nhiên Phú Vinh

có diện tích ứng với mặt nước cực đại là 3.800 ha, dung tích cực đại 22 triệu m³. Hồ này hiện đang là nguồn cung cấp nước sinh hoạt chủ yếu cho thành phố Đồng Hới.

Bảng 1.3. Các hồ chứa có dung tích trên 1 triệu m³ và các công trình lớn

TT	Tên hồ chứa, công trình	Địa điểm	Đặc trưng		Nhiệm vụ tưới (ha)	
			F km ²	W. 10 ⁶ m ³	Thiết kế	Thực tế
1	Phú Vinh	Đồng Hới	38	22	1.500	500
2	Vĩnh Trung	Quảng Ninh	12	1,6	150	90
3	Đồng Sơn	Đồng Hới	6	2,4	200	100 - 130
4	Cẩm Ly	Quảng Ninh	29	44	2.000	1.400 - 1.700
5	Thanh Sơn	Lệ Thủy	9,3	6,4	300 - 500	30 - 50
6	An Mã	Lệ Thủy	49	63	3.000 - 4.000	3.000
7	Bàu Sen	Lệ Thủy			400	200/150
8	Đập Mỹ Trung	Quảng Ninh	Ngăn mặn, giữ ngọt, tiêu úng, ngăn lũ			

Nguồn: Sở Nông nghiệp và PTNT Quảng Bình

Ngoài ra, còn có các hồ đập nhỏ do địa phương quản lý phục vụ sinh hoạt, tưới tiêu trên địa bàn nhỏ. Tuy nhiên, các hồ này thường bị cạn vào mùa khô nên hiệu quả sử dụng không cao.

1.2. HIỆN TRẠNG PHÁT TRIỂN KINH TẾ – XÃ HỘI

1.2.1. Dân cư

Theo số liệu thống kê năm 2006, lưu vực sông chảy qua địa phận 3 huyện thị Lệ Thủy, Đồng Hới, Quảng Ninh với dân số của là 818.300 người, trong đó có 403.200 nam và 415.100 nữ.

a. Kết cấu dân số

Mặc dù tỷ lệ gia tăng dân số gần đây có giảm, nhưng dân số phần lớn là trẻ. Số người dưới 15 tuổi chiếm 38,78% số dân (năm 2000), còn số người từ 60 tuổi trở lên là 8,44 %.

Về kết cấu dân số theo giới tính, số nam ít hơn số nữ 1%. Năm 2000, nam giới chỉ chiếm 49,45% tổng số dân, trong khi đó nữ giới là 50,55%. Tỷ lệ giới tính (số nam trên 100 nữ) là 97,77.

Theo số liệu thống kê, số lao động đang làm việc trong các ngành kinh tế năm 2000 là 37,6 vạn người (chiếm 91,5% nguồn lao động), số người trong độ tuổi lao động đang đi học là gần 2,2 vạn (5,3%) và số người không có việc làm là hơn 1,3 vạn (3,2%).

Về cơ cấu lao động phân theo các ngành kinh tế, khu vực I (nông lâm, ngư nghiệp) chiếm ưu thế với hơn 77% số lao động đang làm việc. Trong khi đó khu vực II (công nghiệp - xây dựng) chỉ chiếm khoảng 13% và khu vực III (dịch vụ) là 10%.

b. Phân bố dân cư

Mật độ dân số nhìn chung tương đối thấp. Giữa hai cuộc tổng điều tra dân số gần đây nhất, mật độ dân số tăng thêm được 17 người/km² (từ 82 người/km² - năm 1989 lên 99 người/km² - năm 2000).

Dân cư phân bố không đều theo lãnh thổ. ở vùng đồi núi dân cư rất thưa thớt; trong khi đó lại tập trung khá đông đúc ở vùng đồng bằng duyên hải, dọc các tuyến giao thông quan trọng. Thị xã Đông Hới là nơi có mật độ dân cư cao nhất (614 người/km² - năm 2000), vì đây là tỉnh lỵ, trung tâm hành chính, kinh tế, văn hoá của tỉnh, tiếp theo là huyện Lệ Thủy (98 người/km²), dân cư thưa thớt nhất là ở huyện Quảng Ninh (29 người/km²).

1.2.2. Nông lâm nghiệp

a. Nông nghiệp

Trồng trọt

Lưu vực sông Kiến Giang gặp nhiều khó khăn về tự nhiên trong việc phát triển nông nghiệp, nhất là thời tiết, khí hậu với các tai biến thiên nhiên và diện tích đất. Tuy vậy, trong những năm qua, tỉnh đã tập trung đầu tư vào cơ sở vật chất - kỹ thuật phục vụ nông nghiệp. Nhiều công trình thuỷ lợi được xây dựng và nâng cấp. Vì vậy, nền nông nghiệp độc canh đã được thay thế bằng nền nông nghiệp phát triển tương đối hoàn thiện theo hướng sản xuất hàng hoá.

Trong nông nghiệp, ngành trồng trọt chiếm tỷ trọng lớn nhất, tiếp đến là chăn nuôi và thấp nhất là dịch vụ. Năm 2006, giá trị sản xuất nông nghiệp của tỉnh đạt 1.021,4 tỷ đồng, trong đó, trồng trọt đạt 680,5 tỷ, chiếm tỷ trọng 66,7%; chăn nuôi đạt 334,4 tỷ (32,7%) và dịch vụ - 6,4 tỷ (0,6%).

Ngành trồng trọt bao gồm: trồng cây lương thực, cây công nghiệp, cây ăn quả và các loại cây khác.

- Cây lương thực

Diện tích gieo trồng cây lương thực dao động trong khoảng trên dưới 60 nghìn ha. Năm cao nhất (1996) đạt 63.666 ha, còn năm thấp nhất (1998) là 58.219 ha. Năm 2006, diện tích cây lương thực là 58.900 ha. Trong đó diện tích trồng lúa 47.400 ha, ngô 3.100 ha, khoai lang 4.400 ha, sắn 4000 ha.

Mặc dù diện tích gieo trồng ít có sự thay đổi, nhưng do chú trọng đầu tư thâm canh nên sản lượng lương thực đã tăng lên (trừ năm 1998, do hạn hán kéo dài). Sản lượng lương thực quy thóc tăng từ 148.566 tấn - năm 1995 lên 203.309 tấn - năm 2000. Năm 2006, riêng sản lượng lúa đã đạt tới 207.300 tấn.

Cây lương thực có mặt ở tất cả các huyện, nhưng tập trung nhất ở huyện Lệ Thủy (15.494 ha, chiếm 24,8% diện tích gieo trồng cây lương thực của tỉnh - năm 2000), tiếp theo là Quảng Ninh (8.580 ha).

Trong cơ cấu cây lương thực, cây lúa có vai trò chủ đạo, chiếm 75 % về diện tích và gần 83,9% về sản lượng lương thực quy thóc (năm 2000).

Diện tích gieo trồng lúa cả năm ít biến động, trung bình hàng năm ở mức hơn 45 nghìn ha (44.482 ha - năm 1998 và 47.358 ha - năm 1996. Huyện trồng nhiều lúa nhất là Lệ Thủy (12.986 ha - năm 2000) và sau Quảng Ninh (7.229 ha). Các huyện, thị còn lại có diện tích không đáng kể.

Bảng 1.4. Diện tích, năng suất và sản lượng lúa tỉnh Quảng Bình

Thông số	1995	1997	1999	2000	2002	2006
Diện tích (ha)	45.595	46.369	46.862	46.200	47.800	47.400
Năng suất (tạ/ha)	27,20	32,60	36,38	41,40	43,1	43,70
Sản lượng lúa (tấn)	125.827	151.228	170.499	191.100	206.100	207.300

Năng suất lúa cả năm, nhìn chung có sự tăng lên rõ rệt nhờ đẩy mạnh thâm canh. Từ 27,2 tạ/ha - năm 1995, năng suất đã tăng lên 36,38 tạ/ha - năm 2000 và gần đây nhất năng suất lúa đã tăng lên 43,7 tạ /ha (bảng 1.4).

Nhờ việc nâng cao năng suất, nên mặc dầu diện tích trồng lúa hầu như không thay đổi nhưng sản lượng lúa đã tăng từ 123.827 tấn - năm 1995 lên 207.300 tấn - năm 2006. Các huyện trồng nhiều lúa nhất đồng thời cũng là các huyện có sản lượng lúa cao nhất là: Lệ Thủy (53.453 tấn - năm 2000), Quảng Ninh (30.506 tấn).

Về cơ cấu mùa vụ, có 3 vụ lúa là vụ đông xuân, vụ hè thu và vụ mùa. Quan trọng nhất là vụ đông xuân, vụ này chiếm diện tích lớn nhất (55 - 60%), sản lượng nhiều nhất (65 - 80%) và năng suất cao nhất. Ngược lại vụ mùa chỉ có vai trò rất nhỏ bé do diện tích ít và năng suất rất thấp.

Cây màu lương thực có giá trị nhất định trong việc bổ sung một phần lương thực cho người và phục vụ chăn nuôi. So với cây lúa, các cây màu lương thực chỉ có địa vị thứ yếu. Nhóm cây màu lương thực bao gồm ngô, khoai lang, sắn.

Về mặt diện tích, cây khoai lang dẫn đầu trong số các cây màu lương thực. Diện tích trồng khoai lang trong những năm qua thay đổi thất thường, từ 7.510 ha - năm 1996, rồi giảm liên tục trong những năm tiếp theo. Năm 2006 diện tích trồng khoai lang là 4.400 ha, chiếm năm tiếp theo và đạt 7.139 ha - năm 2000 (chiếm

7,47% diện tích cây lương thực của tỉnh). Sản lượng khoai lang trong năm 2006 là 27.500 tấn. Cây khoai lang được phân bố ở tất cả các huyện thị, nhưng tập trung nhất tại huyện Lệ Thủy (1.300 ha).

Sắn là cây được trồng nhiều trên đất đồi núi, sau khoai lang. Diện tích trồng sắn ngày càng giảm, từ 4.668 ha - năm 1996 xuống 4.226 ha - năm 2000 và 4000 ha - năm 2006 với năng suất trên dưới 60 tạ/ha. Sản lượng sắn của năm 2000 đạt 28.484 tấn, năm 2006 - 37.800 tấn.

Diện tích trồng ngô cũng dao động khá lớn: từ 2.819 ha - năm 1996, tăng lên 3.089 ha - năm 1997, sau đó giảm xuống còn 2.787 ha - năm 1998 và lại tăng lên ở mức 3.424 ha - năm 1999, năm 2006 giảm xuống còn 3.100 ha.

Năng suất ngô đạt khoảng 20 - 28 tạ/ha. Sản lượng tăng từ 5.572 tấn - năm 1996 lên 9.669 tấn - năm 2000. Trừ thị xã Đồng Hới có diện tích trồng ngô quá nhỏ, cây ngô được trồng tương đối đều giữa các huyện.

- Cây công nghiệp

Ngành trồng cây công nghiệp tương đối phát triển với cây công nghiệp hàng năm (chủ yếu là mía, lạc, thuốc lá) và cây công nghiệp lâu năm (chủ yếu là cao su, chè, hồ tiêu, cà phê, dừa).

Diện tích trồng cây công nghiệp liên tục tăng từ 9.145 ha - năm 1996 lên 12.731 ha - năm 2000; 20.901 ha - năm 2006. Tuy nhiên cây công nghiệp hàng năm có độ tăng nhanh hơn cây công nghiệp lâu năm. Giá trị sản xuất của các loại cây công nghiệp cũng tăng từ 48,1 tỉ đồng - năm 1996 lên gần 74,6 tỉ đồng năm 2000.

Trong những năm gần đây, cây công nghiệp hàng năm luôn được chú trọng phát triển; vì thế diện tích không ngừng tăng, từ 4,128 ha - năm 1996 lên 13.400 ha - năm 2006. Về cơ cấu diện tích, các loại cây chủ lực là lạc, mía và thuốc lá chiếm tới hơn 98,5% diện tích trồng cây công nghiệp (năm 2006).

Lạc là cây có diện tích lớn nhất và liên tục được phát triển, từ 3.163 ha - năm 1996 lên 4.500 ha - năm 2006.

Năng suất cũng có chiều hướng tăng lên (trừ năm 1998) và đạt 10,35 tạ/ha. Sản lượng vì thế cũng tăng từ 2.351 tấn - năm 1996 lên 5.900 tấn - năm 2006.

Mía là cây đứng thứ hai sau cây lạc về diện tích nhưng tăng rất nhanh, từ 124 ha - năm 1996 lên tới 3.600 ha - năm 2006 (tăng hơn 29 lần). Sản lượng mía tăng từ 83.400 tấn - năm 2000 lên 126.500 - năm 2006.

Cây vừng có diện tích trồng nhỏ và chiều hướng giảm (từ 516 ha - năm 1996 xuống 479 ha - năm 2000). Sản lượng vừng đạt 158 tấn (năm 2000).

Bảng 1.5. Tình hình phát triển cây công nghiệp lâu năm

Các loại cây	2000	2001	2002	2006
Diện tích (ha)				
Chè	90	100	100	100
Cà phê	175	165	152	128
Cao su	5884	6150	6329	6.558
Hồ tiêu	283	382	603	653
Dừa	65	61	62	62
Sản lượng (tấn)				
Chè	270	270	270	275
Cà phê	14	14	14	20
Cao su	1981	2019	1926	2108
Hồ tiêu	95	142	193	265
Dừa	264	259	265	284

Cây công nghiệp lâu năm chủ yếu là cao su, hồ tiêu, chè, cà phê, dừa ..., trong những năm qua, diện tích và sản lượng có chiều hướng phát triển mạnh Thời kỳ 1996 - 2006, diện tích cây công nghiệp lâu năm từ 5.017 ha đã tăng lên 7501 ha, trung bình mỗi năm tăng được hơn 350 ha (bảng 1.5).

Trong số các cây công nghiệp lâu năm, cao su là cây chiếm ưu thế. Diện tích trồng cây cao su liên tục tăng lên và đạt 6.558 ha - năm 2006, chiếm hơn 87% diện tích trồng cây công nghiệp lâu năm và 41,3% diện tích của toàn bộ các loại cây công nghiệp ở trên lưu vực. Sản lượng mủ khô từ 1.447 tấn - năm 1996 tăng lên 2.108 tấn - năm 2006. Cao su được trồng nhiều nhất ở các huyện Lệ Thủy.

Ngoài cao su, trên lưu vực còn phát triển một số cây công nghiệp lâu năm khác. Chè được trồng nhiều ở vùng đồi.

- Cây thực phẩm

Các cây thực phẩm được phát triển bao gồm rau, đậu các loại. Rau có khoảng hơn 3 nghìn ha (3.279 ha - năm 1996 và 3.296 ha - năm 2000) với sản lượng chừng 27 nghìn tấn. Rau được trồng ở khắp các huyện thị, nhưng tập trung nhất là ở các huyện Lệ Thủy (900 ha - năm 2000)

Diện tích trồng đậu các loại tăng lên ít nhiều, từ 1.606 ha - năm 1996 lên 1.881 ha - năm 2000 với sản lượng tương ứng là 649 tấn và 1.064 tấn.

- Cây ăn quả

Trên lưu vực hiện có trên 2 nghìn ha cây ăn quả (2.075 ha - năm 1996 và 2.268 ha - năm 2000) gồm cam, chanh, bưởi, chuối, mít... Trong số này cây chuối có diện tích trồng lớn nhất với 946 ha, mít 439 ha và cam - chanh - bưởi (340 ha).

Chăn nuôi

Trong cơ cấu giá trị sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi luôn chiếm khoảng 1/3

(năm cao nhất là 1998, đạt 37,3%). Ngành chăn nuôi đã và đang góp phần thúc đẩy nông nghiệp phát triển một cách toàn diện và làm đa dạng hoá các sản phẩm nông nghiệp trong cơ chế thị trường.

Việc phát triển chăn nuôi, ở chừng mực nhất định đem lại hiệu quả thiết thực cho các hộ gia đình. Tuy vậy ngành chăn nuôi vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu của xã hội và tính hàng hoá còn hạn chế.

Bảng 1.6. Số lượng và tốc độ tăng trưởng của đàn gia súc, gia cầm thời kỳ 1991 - 2006.

Năm	Trâu		Bò		Lợn		Gia cầm	
	con	tăng (%)	con	tăng (%)	con	tăng (%)	con	tăng (%)
1991	23.100		96.060		193.307		883.700	
1992	24.069	4,2%	100.169	4,3%	206.210	6,7%	901.300	2,0%
1993	25.527	6,1%	109.297	9,1%	218.230	5,8%	1004.900	11,5%
1994	27.242	6,7%	115.297	5,5%	240.998	10,4%	1468.900	46,2%
1995	27.252	0,0%	120.100	4,2%	242.517	0,6%	1222.200	-16,8%
1996	28.363	4,1%	126.250	5,1%	262.115	8,1%	1305.000	6,8%
1997	28.869	1,8%	126.130	-0,1%	264.182	0,8%	1373.600	5,3%
1998	29.407	1,9%	127.968	1,5%	270.130	2,3%	1468.500	6,9%
1999	29.355	-0,2%	128.213	0,2%	267.259	-1,1%	1501.600	2,3%
2000	29.501	0,5%	130.250	1,6%	273.610	2,4%	1573.500	4,8%
2003	29.640	0,5%	131.550	1,0%	275.790	0,8%	1589.200	1,0%
2004	30.100	1,6%	130.900	-0,5%	278.500	1,0%	2000.000	25,8%
2005	33.600	11,6%	105.100	-19,7%	281.000	0,9%	2000.000	0
2006	36.000	7,1%	105.400	0,3%	300.800	7,0%	2000.000	0

Đàn trâu thường xuyên tăng và đạt hơn 36 nghìn con vào năm 2006. Trâu được nuôi ở mọi nơi và phân bố tương đối đều. Tập trung hơn cả là ở huyện Lệ Thủy. Đàn bò nhiều hơn đàn trâu tới trên 4 lần và có gần 13,2 vạn con - năm 2000.

Đàn lợn có chiều hướng tăng về số lượng và đạt hơn 30 vạn con - năm 2006. Lợn được nuôi trong gia đình ở tất cả các huyện, thị với sản lượng thịt hơi xuất chuồng khoảng gần 1,8 vạn tấn (năm 2006). Ba huyện có số đầu lợn nhiều nhất là Lệ Thủy.

Đàn gia cầm hiện có gần 2 triệu con, chủ yếu được nuôi thả tự nhiên trong các hộ gia đình. Ở thị xã và một số thị trấn đã phát triển chăn nuôi theo kiểu công nghiệp với các giống siêu thịt, siêu trứng.

b. Lâm nghiệp

Lâm nghiệp có thể được coi là một trong những thế mạnh với vốn rừng của tỉnh hiện có 486,7 nghìn ha, chủ yếu là rừng tự nhiên. Cơ cấu ngành lâm nghiệp

đang có sự chuyển dịch theo hướng từ chủ yếu khai thác sang bảo vệ, xây dựng vốn rừng, nhằm duy trì và bảo tồn nguồn tài nguyên quý giá này. So với năm 1990, giá trị sản xuất của hoạt động khai thác vào năm 2000 giảm 27%, trung bình mỗi năm giảm 2,45%. Trong khi đó, cũng thời gian nói trên giá trị sản xuất của hoạt động lâm sinh lại tăng từ 12% lên 23%, bình quân mỗi năm tăng 1% (Bảng 1.7).

Bảng 1.7. Cơ cấu giá trị sản xuất lâm nghiệp theo hoạt động (1995 - 2000) (%)

Các hoạt động	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Toàn ngành	100	100	100	100	100	100
1. Trồng và chăm sóc rừng	13,1	15,4	17,1	18,2	20,2	23,0
- Trồng rừng tập trung	9,1	10,8	10,0	10,8	13,4	14
- Trồng cây phân tán	2,5	2,3	2,4	2,3	2,3	2,8
- Chăm sóc rừng	1,3	2,2	3,2	3,4	3,0	4,7
- Tu bổ rừng	0,2	0,1	1,5	1,7	1,3	1,5
2. Khai thác gỗ, lâm sản	80,5	83,1	80,5	78,5	77,7	68,1
- Gỗ		20,8	21,7	19,7	12,8	15,5
- Củi		49,9	50,1	47,2	50,4	46,9
- Tre, luồng		5,2	8,7	11,6	14,5	5,7
3. Dịch vụ lâm nghiệp	6,4	1,5	2,4	3,3	2,1	8,9

Đối với hoạt động khai thác, các sản phẩm chính gồm có gỗ tròn (38.428 m³ - năm 1996 và 17.626m³ - năm 2000), củi (99,4 vạn ster và 83,3 vạn ster), tre - nửa - luồng (38 vạn cây và gần 40 vạn cây), nhựa thông (326 tấn và 1.225 tấn). Hoạt động trồng mới và chăm sóc rừng ngày càng được quan tâm. Rừng tập trung được trồng nhiều nhất trong năm 2000 ở các huyện Lệ Thủy (2.258 ha).

1.2.3. Công nghiệp

Trong cơ cấu giá trị nền kinh tế, công nghiệp chiếm tỉ trọng tương đối nhỏ (16,7% - năm 1990 và 24,8% - năm 2000, kể cả xây dựng). Tuy nhiên, tốc độ tăng trưởng của ngành khá cao, đạt mức trung bình 13,0%/năm trong thời kỳ 1991 - 1995 và 17,7% trong thời kỳ 1996 - 2000. Việc phát triển công nghiệp đã góp phần thúc đẩy nhịp độ tăng trưởng kinh tế, giải quyết việc làm cho nhân dân và tăng thêm nguồn ngoại tệ cho tỉnh.

Giá trị sản xuất công nghiệp của tăng khá nhanh, từ 533,9 tỉ đồng năm 2000 (giá hiện hành) lên gần 1.408,6 tỉ đồng - năm 2006 (tăng hơn 1,8 lần). Trong cơ cấu nội bộ ngành công nghiệp, công nghiệp chế biến có ưu thế tuyệt đối (chiếm 90,8% giá trị sản xuất công nghiệp - năm 2000). Trong phân ngành này giữ vai trò hàng đầu là công nghiệp thực phẩm và đồ uống với giá trị sản xuất là 217,6 tỉ đồng (năm 2000), chiếm 34% của ngành công nghiệp chế biến và hơn 30,9% so với toàn ngành công nghiệp của cả tỉnh.

Hoạt động công nghiệp đã thu hút được 35.315 lao động (năm 2000), trong

đó công nghiệp chế biến có 32.008 lao động... Số lao động thuộc khu vực quốc doanh là 3.677 người (874 của trung ương, 2.803 của địa phương), thuộc khu vực cá thể là 31.043 người. Số còn lại thuộc các thành phần tập thể, tư nhân

Trong tổng thể công nghiệp đã nổi lên một số nhóm ngành công nghiệp có tỉ trọng cao như công nghiệp thực phẩm, công nghiệp vật liệu xây dựng, công nghiệp hoá chất.

Công nghiệp thực phẩm là một trong những ngành công nghiệp có tỉ trọng cao nhờ nguồn nguyên liệu phong phú và thị trường tiêu thụ rộng lớn. Các cơ sở công nghiệp chế biến chủ yếu tập trung ở thị xã, thị trấn và dọc vùng duyên hải.

Nhóm ngành công nghiệp vật liệu xây dựng có điều kiện phát triển mạnh, tỉ trọng ngày càng tăng, từ 15% giá trị sản xuất công nghiệp của tỉnh – năm 1990 lên 23% - năm 1995 và 31% - năm 2000. Các sản phẩm chính là xi măng, gạch, ngói, bột cao lanh, tấm lợp...

Nhóm công nghiệp hoá chất tạo ra một số sản phẩm tiêu biểu là phân vi sinh, đất đèn, nhựa thông. Tỉ trọng trong giá trị sản xuất công nghiệp tăng từ gần 2% - năm 1990 lên 9% - năm 2000.

Thị xã Đông Hới là khu vực tập trung công nghiệp lớn nhất trong tỉnh. Nơi đây tập trung nhiều xí nghiệp công nghiệp như hoá chất, cơ khí, dược phẩm, bia rượu, bánh kẹo... Do có lợi thế về tài nguyên nên ngành công nghiệp vật liệu xây dựng phát triển mạnh. Các mặt hàng chủ yếu là xi măng P300 (chiếm 40,6% sản lượng toàn tỉnh), gạch Ceramic (62,5%), gạch ngói nung (55,4%), thủy tinh, cao lanh tinh (87%)...

Khu vực ven biển phía nam Đông Hới, chủ yếu là huyện Quảng Ninh, có một số cơ sở công nghiệp như các xí nghiệp xi măng ánh Sơn, chế biến gỗ Nam Long, cơ khí tàu thuyền Nhật Lệ. Ngành tiểu thủ công nghiệp với các sản phẩm như công cụ cầm tay, gạch, cát sỏi, chiếu cói, mộc dân dụng...

1.2.4. Thủy sản

Nhờ có vùng biển rộng lớn với đường bờ biển dài 126 km và truyền thống đánh bắt hải sản từ lâu đời của nhân dân, ngư nghiệp cũng được xác định là một thế mạnh trên lưu vực.

Giá trị sản xuất ngư nghiệp liên tục tăng từ 56,4 tỉ đồng - năm 1990 lên 349 tỉ đồng - năm 2006. Trong cơ cấu của ngành đã có sự chuyển dịch theo hướng giảm tỉ trọng của hoạt động đánh bắt (từ 99,8% - năm 1990 xuống 70,8% - năm 2006) và tăng tỉ trọng của hoạt động nuôi trồng, dịch vụ (bảng 1.8).

Những năm gần đây, sản lượng của ngành (kể cả đánh bắt nuôi trồng thủy hải sản) có xu thế tăng lên, từ 14.594 tấn - năm 1996 đã tăng lên 26.506 tấn - năm 2006. Năm 2006 đạt 23.012 tấn hải sản đánh bắt và 3.494 tấn thủy sản nuôi trồng.

Bảng 1.8. Cơ cấu giá trị sản xuất ngư nghiệp (%)

Các hoạt động	1990	1995	1998	2000	2001	2002	2006
Toàn ngành	100	100	100	100	100	100	100
Đánh bắt	99,8	89,2	88,2	85,8	84,7	77,2	70,8
Nuôi trồng	0,2	10,8	11,6	13,3	14,8	17,7	26,4
Dịch vụ	-	-	0,2	0,9	0,5	5,1	2,8

Nghề đánh bắt hải sản tương đối phát triển. Sản lượng cá biển, tập trung ở Đồng Hới đạt 2.652 tấn. Để phục vụ cho việc khai thác hải sản, năm 2000 có 2.883 tàu đánh cá với tổng công suất 68.185 mã lực và 1.398 thuyền (không động cơ).

Rõ ràng ngư nghiệp là một ngành có vai trò quan trọng trong nền kinh tế của Quảng Bình, góp phần cung cấp thực phẩm tươi sống cho nhân dân và đảm bảo nguyên liệu cho công nghiệp chế biến phục vụ xuất khẩu.

1.2.5. Dịch vụ thương mại và du lịch

a. Dịch vụ thương mại

Về nội thương, phát triển nhanh về số lượng cơ sở kinh doanh, đa dạng về chủng loại hàng hoá. Mạng lưới chợ được mở rộng, với chức năng giao lưu, trao đổi, phục vụ quảng đại quần chúng. Tổng mức bán lẻ hàng hoá xã hội tăng với tốc độ nhanh, trung bình năm đạt gần 15% trong thời kỳ 1996 – 2000. Năm 2006, tổng mức bán lẻ hàng hoá trên thị trường là 1.766,1 tỉ đồng, tăng 34,08% so với năm 2000. Tỷ trọng của khu vực Nhà nước giảm dần, từ 46,9% - năm 1990 xuống 38% - năm 1995 và 22,7% - năm 2000. Thương nghiệp quốc doanh chủ yếu kinh doanh các mặt hàng thiết yếu phục vụ nhu cầu của xã hội.

Về ngoại thương, tình hình xuất nhập khẩu có xu hướng gia tăng. Kim ngạch xuất nhập khẩu tăng nhanh, trung bình năm trong thời kỳ 1990 – 2000 là 3,4%, còn từ 2000 đến 2006, trung bình năm trên 46%. Giá trị xuất khẩu trực tiếp của địa phương tăng từ 5.498.000 USD – năm 2000 lên 16.934.000 USD – năm 2006.

Về cơ cấu hàng xuất khẩu, đứng đầu là hàng thủy sản (hơn 3,8 triệu USD chiếm hơn 58% kim ngạch xuất khẩu của địa phương – năm 2000), sau đó đến hàng nông sản (1,69 triệu USD), hàng công nghiệp nhẹ và thủ công nghiệp (797 nghìn USD), hàng lâm sản (264 nghìn USD). Các mặt hàng xuất khẩu chủ yếu của năm 2006 gồm: cao su sơ chế (7.341 tấn), mực đông (119 tấn), tôm đông (155 tấn), quặng (26.752 tấn).

b. Du lịch

Trong những năm gần đây, ngành du lịch - dịch vụ là ngành kinh tế mũi nhọn và đang tăng cường kêu gọi đầu tư (xây dựng cơ sở hạ tầng, mở nhiều tua du lịch, ưu đãi đầu tư...). Vì vậy, tỷ trọng của ngành du lịch - dịch vụ trong cơ cấu GDP của tỉnh ngày càng cao.

Đồng Hới là trung tâm kinh tế của tỉnh, là đầu mối giao lưu với các huyện, các tỉnh bạn, nằm trên các trục giao thông quan trọng, có nhiều thắng cảnh, di tích lịch sử... tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển du lịch (Quang Phú, Nhật Lệ, Bảo Ninh). Thành phố có 3.350 cơ sở kinh doanh dịch vụ, thu hút trên 4.000 lao động, tăng 240 cơ sở so với năm 2002.

Với nhiều tiềm năng được thiên nhiên ban tặng, hoạt động du lịch ngày càng phát triển mạnh mẽ. Tổng sản lượng vận chuyển năm 2006 đạt 901.000 tấn, tăng 6,8 % so với cùng kỳ. Doanh thu vận tải đạt 47.011 triệu đồng, tăng 13,4%. Thành phố đang đẩy nhanh tiến độ xây dựng khu du lịch Mỹ Cảnh - Bảo Ninh (300 tỷ đồng), công viên Cầu Rào (150 tỷ đồng) và một số khách sạn đạt tiêu chuẩn quốc tế.

Suối nước khoáng Bang có thể coi là một tài sản quý báu của huyện Lệ Thủy với triển vọng mở ra một loại hình du lịch - chữa bệnh. Nước khoáng suối Bang có khoảng 200 lỗ phun lớn, nhỏ, mở rộng trên một diện tích của nguồn nước khoáng, lưu lượng ổn định. Suối nước khoáng Bang là một phân không thể thiếu của tour du lịch và dịch vụ của huyện, hứa hẹn thu hút nhiều du khách tới đây thăm quan kết hợp nghỉ ngơi và chữa bệnh.

Công tác bảo vệ môi trường trong lĩnh vực hoạt động du lịch tuy có chú trọng, nhưng do sức ép tăng tuyến, tăng cơ sở dịch vụ nên có lúc, có nơi việc bảo vệ vệ sinh môi trường, thái độ phục vụ... còn nhiều bất cập. Các cấp, các ngành và địa phương trên địa bàn tỉnh đang từng bước đưa công tác bảo vệ môi trường trong lĩnh vực di lịch đi vào nề nếp bằng công tác tuyên truyền, vận động cũng như áp dụng nhiều biện pháp chế tài nhằm phát triển bền vững trong lĩnh vực nhạy cảm này.

Chương 2

TỔNG QUAN VỀ CÂN BẰNG NƯỚC HỆ THỐNG VÀ MÔ HÌNH IQQM

2.1. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG NGUỒN NƯỚC VÀ CÂN BẰNG NƯỚC HỆ THỐNG

2.1.1. Hệ thống nguồn nước

Quá trình khai thác nguồn nước đã hình thành hệ thống các công trình thủy lợi. Những công trình thủy lợi được xây dựng đã làm thay đổi đáng kể những đặc điểm tự nhiên của hệ thống nguồn nước.

Mức độ khai thác nguồn nước càng lớn thì sự thay đổi thuộc tính tài nguyên nước càng lớn và chính nó lại ảnh hưởng đến quá trình khai thác sử dụng nước của con người. Chính vì vậy, khi lập các quy hoạch khai thác nguồn nước cần xem xét sự tác động qua lại giữa tài nguyên nước, phương thức khai thác và các biện pháp công trình.

Theo quan điểm hệ thống [3] người ta định nghĩa hệ thống nguồn nước như sau:

“Hệ thống nguồn nước là một hệ thống phức tạp bao gồm tài nguyên nước, các biện pháp khai thác và bảo vệ nguồn nước, các yêu cầu về nước cùng với mối quan hệ tương tác giữa chúng cùng với sự tác động của môi trường lên nó”

(1) *Nguồn nước được đánh giá bởi các đặc trưng:* lượng và phân bố của nó theo không gian và thời gian; chất lượng nước; động thái của chúng.

(2) *Các biện pháp khai thác và bảo vệ nguồn nước:* các công trình thủy lợi, các biện pháp cải tạo và bảo vệ nguồn nước, bao gồm cả biện pháp công trình và phi công trình, được cấu trúc tùy thuộc vào mục đích khai thác và bảo vệ nguồn nước.

(3) *Các yêu cầu về nước:* các hộ dùng nước, các yêu cầu về mức bảo đảm phòng chống lũ lụt, úng hạn, các yêu cầu về bảo vệ hoặc cải tạo môi trường cùng các yêu cầu dùng nước khác.

Tác động của môi trường là những tác động về hoạt động dân sinh kinh tế, hoạt động của con người (không kể các tác động về khai thác nguồn nước theo quy hoạch).

Những tác động đó bao gồm ảnh hưởng của các biện pháp canh tác làm thay đổi mặt đệm và lòng dẫn, sự tác động không có ý thức vào hệ thống cá công trình thủy lợi...

2.1.2. Khái niệm cân bằng nước hệ thống

Cân bằng nước là một vấn đề rất xưa nhưng lại luôn mới, nó vừa là phương pháp, vừa là đối tượng nghiên cứu.

Cân bằng nước là mối quan hệ định lượng giữa nước đến và đi của hệ thống nguồn nước (toàn cầu, miền, lãnh thổ, lưu vực, đoạn sông,...). Lượng nước đến hệ thống được thể hiện dưới các dạng nước mưa, dòng chảy. Lượng nước đi gồm bốc thoát hơi nước, ngấm xuống tầng sâu, dòng chảy ra khỏi lưu vực.

Cân bằng nước hệ thống là sự cân bằng tổng thể giữa tài nguyên nước của hệ thống; định lượng nước đến, đi khỏi hệ thống, trong đó đã bao gồm các yêu cầu về nước và khả năng điều tiết chúng. Từ đó đánh giá sự tương tác về nước giữa các thành phần trong hệ thống, các tác động của môi trường lên nó và đề ra các biện pháp khai thác, bảo vệ nguồn nước một cách hợp lý.

2.1.3. Phương pháp tính toán cân bằng nước hệ thống

Việc nghiên cứu cân bằng nước có ý nghĩa rất lớn cả về lý thuyết và thực tiễn. Từ góc độ lý thuyết, phương trình cân bằng nước cho phép ta cất nghĩa nguyên nhân, các hiện tượng, chế độ thủy văn của một khu vực xác định, đánh giá các số hạng trong cán cân nước và mối quan hệ tương tác giữa chúng. Nghiên cứu cân bằng nước cho phép định lượng đầy đủ và chính xác tài nguyên nước để tìm ra phương thức sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên quý giá này.

Trên quan điểm đó bài toán cân bằng nước hệ thống đã tập trung giải quyết các vấn đề (i) Phân vùng tiềm năng nguồn nước (cả nước mặt và nước ngầm), (ii) Tính toán nhu cầu nước của các hộ dùng nước khác nhau và (iii) Tính toán các phương án sử dụng nguồn nước hay thực chất là bài toán cân bằng kinh tế nước [8].

a. Tính toán nhu cầu nước: nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt, nuôi trồng thủy sản và du lịch.

- *Nước dùng cho hộ nông nghiệp:* Xác định nhu cầu nước cho cây trồng là vấn đề hết sức quan trọng, quyết định đến hiệu suất của hệ thống tưới. Vì vậy trong nhiều thập kỷ qua, nhiều tác giả đã tập trung nghiên cứu nhằm xác lập các công thức tính toán nhu cầu nước cho cây trồng. Hiện nay có hai hướng nghiên cứu chính

+ Hướng thực nghiệm và đo đạc trực tiếp: Theo hướng này, tiến hành đo đạc xác định các thành phần trong phương trình cân bằng nước. Thiết bị đo là Lysimeter trọng lực có độ chính xác khá cao. Lượng bốc thoát hơi trên đồng ruộng với một mẫu cây trồng được xác định theo phương trình sau:

$$ET = X + WR + (W_c - W_d) - (Y_m + Y_{ng}), \quad (2.1)$$

trong đó: X: Lượng mưa trong thời khoảng Δt ; WR: Lượng nước tưới trong thời khoảng Δt ; $W_c - W_d$: Thay đổi lượng ẩm trong Lysimeter, được xác định thông qua việc cân Lysimeter tại đầu và cuối thời khoảng Δt ; Y_m : Lượng nước mặt được đo tại máng lưu lượng đặt trên khu thí nghiệm; Y_{ng} : Lớp dòng chảy ngầm quan trắc tại thùng đặt dưới đáy Lysimeter.

+ Tính toán từ tài liệu khí hậu: Lượng nước cần cho cây trồng được quan niệm là lớp nước cần thiết đáp ứng quá trình mất nước thông qua bốc thoát hơi của cây trồng không bị bệnh, trên phạm vi rộng lớn, trong điều kiện không hạn chế ẩm và có đủ dinh dưỡng để cây trồng có thể đạt được năng suất theo dự kiến trong môi trường xác định và được tính toán thông qua bốc thoát hơi tiềm năng của cây trồng mẫu (ET_0) và đặc tính cây trồng được thể hiện thông qua hệ số cây trồng K_c biểu thị bằng mối quan hệ sau:

$$ET = K_c \times ET_0 \quad (2.2)$$

Hướng phổ biến của thế giới những năm gần đây là xác định lượng nước cần cho cây trồng theo biểu thức (2.2). Các nhà nghiên cứu tập trung vào việc xác định hai thông số K_c và ET_0 , trên cơ sở tài liệu quan trắc.

Nhóm công thức phổ biến vẫn là nhóm công thức bán kinh nghiệm và công thức kinh nghiệm mà điển hình là công thức của Penman. Công thức Penman đã được FAO chọn làm công thức cơ bản để xây dựng các chương trình tính toán bốc thoát hơi thực tế cây trồng. Về mặt kết cấu công thức đã phản ánh được khá đầy đủ các nhân tố ảnh hưởng tới quá trình bốc thoát hơi của cây trồng. Công thức có khả năng ứng dụng rộng rãi vì nó bao gồm những đặc trưng khí hậu cơ bản nhất mà bất cứ một trạm khí tượng nào cũng phải quan trắc.

- *Nước dùng cho hộ công nghiệp*: Có nhiều phương pháp khác nhau để xác định nước dùng cho hộ công nghiệp. Có thể tóm tắt các phương pháp sử dụng tính toán nước dùng cho hộ công nghiệp như sau:

Phương pháp thống kê được dùng phổ biến nhất. Đây là một phương pháp cổ điển, yêu cầu khối lượng tài liệu rất lớn, các điều tra phải rất tỉ mỉ mới có thể xác

định được nhu cầu dùng nước của các hoạt động kinh tế – xã hội của một vùng hoặc một quốc gia.

+ Phương pháp thống kê chuyên ngành: Phương pháp tiến hành cho các ngành công nghiệp riêng rẽ trên cơ sở xem xét nhu cầu dùng nước để tạo một đơn vị sản phẩm với điều kiện cơ sở hạ tầng xác định. Theo cách này, các ngành công nghiệp được chia thành 10 nhóm có tính chất và yêu cầu dùng nước khác nhau theo danh mục dưới đây: công nghiệp nhẹ; công nghiệp điện; cơ khí và luyện kim; kỹ thuật điện tử; công nghiệp hóa chất; khai thác và làm giàu khoáng sản; chế biến lương thực thực phẩm; chế biến gỗ, giấy, diêm; công nghiệp xây dựng; các ngành công nghiệp khác. Căn cứ vào đặc điểm và quá trình sản xuất, cơ sở hạ tầng, kỹ thuật sử dụng và yêu cầu về chất lượng mà lượng nước cần cho một đơn vị sản phẩm cũng khác nhau. Trên cơ sở đó mỗi nước sẽ đưa ra chỉ tiêu dùng nước cho một ngành cụ thể phù hợp với nước mình.

+ Phương pháp thống kê mẫu chuyên ngành: Theo phương pháp này, việc xác định nước dùng của một ngành nào đó được tiến hành trên cơ sở chọn mẫu đại biểu của ngành đó, rồi tiến hành công việc đo đạc lượng nước tiêu thụ để tạo một đơn vị sản phẩm. Phương pháp này cho phép xác định nhanh được nhu cầu nước của các hoạt động kinh tế xã hội.

+ Xây dựng các mô hình toán xác định nhu cầu nước cho các hộ công nghiệp. Việc xây dựng các mô hình toán nhằm mô phỏng quá trình quá trình dùng nước của các ngành là hướng mà các nước áp dụng. Các mô hình toán được xây dựng dựa trên đặc điểm của các ngành dùng nước khác nhau.

- *Nước dùng cho sinh hoạt*: bao gồm nước dùng cho sinh hoạt ở đô thị và nông thôn. Yêu cầu dùng nước cho sinh hoạt phụ thuộc vào mức độ dân trí và trình độ phát triển của từng nước. Ngay ở khu vực đô thị thì định mức dùng nước của các quốc gia phát triển ở châu Âu tới 250 lít/người/ngày đêm, trong khi ở những nước chậm phát triển thì chỉ đạt 80-100 lít/người/ngày đêm.

Việc xác định nhu cầu dùng nước được tiến hành trên cơ sở thống kê mẫu cho từng loại đô thị, nông thôn, cho các khu vực khí hậu khác nhau và được tổng hợp cho toàn khu vực tính toán. Khi khảo sát yêu cầu dùng nước cho sinh hoạt, cần lưu ý đến khả năng cung cấp nước cho sinh hoạt trên khu vực; khu vực khí hậu, và mùa dùng nước; mức độ phát triển các hoạt động dịch vụ trong khu vực và cơ sở hạ tầng, trang thiết bị nội thất.

Nước dùng cho sinh hoạt ở đô thị được nghiên cứu trên cơ sở xác định tiêu chuẩn nước sinh hoạt từ đơn vị ở, thiết bị vệ sinh và lượng hóa việc dùng nước theo qui cách của trang bị vệ sinh và thời gian dùng nước hàng ngày.

- *Nước dùng cho nuôi trồng thủy sản*: phương pháp chủ yếu thường được sử dụng là dựa trên việc thu thập số liệu thống kê về diện tích nuôi trồng thủy sản ở khu vực tính toán. Dựa trên định mức nước cần dùng cho mỗi đơn vị diện tích nuôi trồng, tính toán nhu cầu nước. Ở nước ta, định mức sử dụng nước được dùng để tính toán nằm trong khoảng từ 8000 - 12000 m³/ha.

b. Tính toán nguồn nước đến gồm nước mưa, nước mặt và nước ngầm

- *Nước mưa*: Có thể lấy trực tiếp từ tài liệu thực đo, cũng có thể thông qua các công thức kinh nghiệm, từ các lưu vực tương tự hoặc các mô hình tính từ các đặc trưng khí hậu.

- *Nước mặt*: Nước mặt đến một hệ thống xác định có thể là nước vào từ lưu vực ngoài được lấy bằng tự chảy qua mặt cắt sông thiên nhiên, đập, cống hoặc trạm bơm. Việc tính lưu lượng hay mực nước căn cứ vào hình thức công trình (đập tràn hay cống ngầm), mực nước thượng lưu và hạ lưu công trình và hình thức chảy (chảy ngập hay chảy tự do, có áp hay không áp). Sử dụng các công thức thủy lực ứng với trường hợp dòng chảy qua công trình để tính toán lưu lượng cho một thời đoạn cụ thể. Với sông thiên nhiên thì áp dụng các mô hình toán thủy lực để tính toán.

- *Nước ngầm*: Nước ngầm được biểu thị dưới dạng nước hồi qui, là một phần nước mặt cấp trở lại các tầng đất. Hiện tượng thấm nước từ bề mặt do mưa và nước tưới cung cấp cho nước ngầm chảy trở lại kênh mương gọi là nước hồi qui, phụ thuộc vào đặc tính địa chất thủy văn, chiều dày của tầng đất từ bề mặt đất tới mực nước ngầm, địa hình, lớp phủ, quá trình sử dụng đất,... Các mô hình tính nước hồi qui có thể tập hợp thành hai hướng:

+ Hướng thực nghiệm: Đo đạc các thông số địa chất thủy văn, dao động mực nước ngầm và các đặc trưng khí tượng thủy văn. Từ đó tính lượng nước hồi qui. Để nâng cao độ chính xác trong tính toán ta thường chọn thời khoảng năm hoặc dài hơn để nghiên cứu. Lượng nước hồi qui thường được biểu thị dưới dạng phần trăm của tổng lượng mưa hoặc nước tưới.

+ Hướng sử dụng các mô hình toán: Trong những năm gần đây các mô hình toán nước ngầm 1 chiều, 2 chiều, 3 chiều phát triển cùng với sự trợ giúp của máy tính, việc giải các phương trình chuyển động của nước xuống tầng sâu và ước tính

lượng nước hồi qui đã được tiến hành, góp phần lượng hóa được lượng nước hồi qui cho các bể nước ngầm có cấu trúc địa chất khác nhau. Tuy nhiên do cấu trúc địa chất không đồng nhất, tính chất khác nhau của điều kiện tự nhiên, khí hậu mà không thể áp dụng một cách nguyên xi những trị số đã được nghiên cứu từ nơi này cho nơi khác.

c. Cân bằng nước hệ thống và cân bằng nước cung cầu

Trong một vài thập kỷ gần đây, việc quy hoạch phát triển nguồn nước đã chuyển từ những công trình chỉ thực hiện một chức năng chẳng hạn chỉ phục vụ tưới hoặc phòng lũ sang các công trình đa mục tiêu cho một lưu vực khép kín. Việc gia tăng dân số cùng với việc tăng nhanh sử dụng nguồn tài nguyên dẫn tới sự cạn kiệt nhanh chóng và điều đó bắt chúng ta phải nghĩ tới việc tái phân bố nguồn đầu tư nhằm cải thiện việc sử dụng nguồn nước, hoặc trên cơ sở nguồn nước hữu hạn làm sao phân bố nguồn nước để đạt lợi nhuận cao nhất.

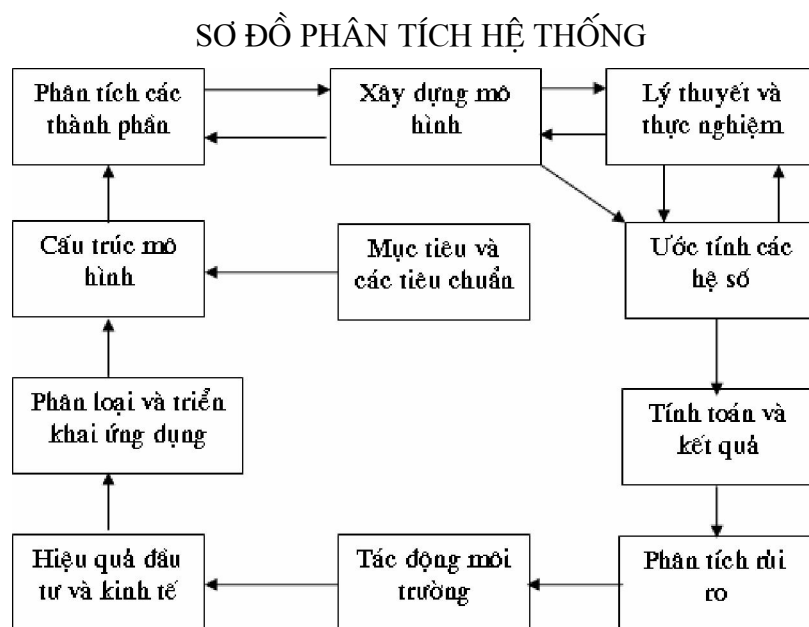
- *Lý thuyết hệ thống ứng dụng trong bài toán nguồn nước:* Trong những năm gần đây các nhà khoa học đã sử dụng phương pháp phân tích hệ thống giải quyết các bài toán phức tạp trong lĩnh vực nguồn nước. Hệ thống được xem là một tổ hợp của các thành phần khác nhau và nó được mô phỏng thành các biểu thức toán được gọi là mô hình hệ thống. Nó là những biểu thức toán học mô tả mối quan hệ nội tại bên trong của các quá trình khác nhau mà việc phân tích nhằm đưa ra các quyết định hợp lý trong việc thiết kế, lựa chọn hoặc vận hành một hệ thống công trình. Quá trình phân tích hệ thống cần xác lập theo các bước sau:

- + Lượng hóa các thành phần dưới dạng hàm mục tiêu và các ràng buộc.
 - + Mô phỏng các đại lượng bằng các hàm số với các giới hạn xác định.
 - + Xây dựng các mô hình mô tả các quá trình có thể xảy ra, mối quan hệ giữa các biến, các ràng buộc cũng phải bao gồm trong mô hình.
 - + Xác định các hệ số cần thiết trong mô hình từ các nghiên cứu lý thuyết hoặc nghiên cứu thực nghiệm.
 - + Triển khai các ứng dụng thử nghiệm để đánh giá tính khả thi của mô hình.
- Tất cả các bước đó được mô tả trong sơ đồ phân tích hệ thống.

Phân tích hệ thống nguồn nước là sử dụng các công cụ toán học nhằm quản lý hệ thống nguồn nước bao gồm quy hoạch và điều khiển hệ thống.

Việc quy hoạch liên quan tới việc lựa chọn từ tất cả các phương án ra một tổ hợp để có hàm mục tiêu tốt nhất.

Điều khiển hệ thống nguồn nước liên quan tới các quyết định để thực thi một cách tốt nhất các mục tiêu của hệ thống đã có. Việc quy hoạch phát triển hệ thống hiện có phải bao gồm các dự báo các quá trình xảy ra trong tương lai. Chính vì vậy điều khiển liên quan tới tối ưu các hệ thống hiện có.



Hình 2.1. Sơ đồ phân tích hệ thống

- *Phân loại các bài toán tối ưu*: Bao gồm:

+ Phân loại dựa trên sự tồn tại của ràng buộc: (i) Tối ưu có ràng buộc và (ii) Tối ưu không ràng buộc

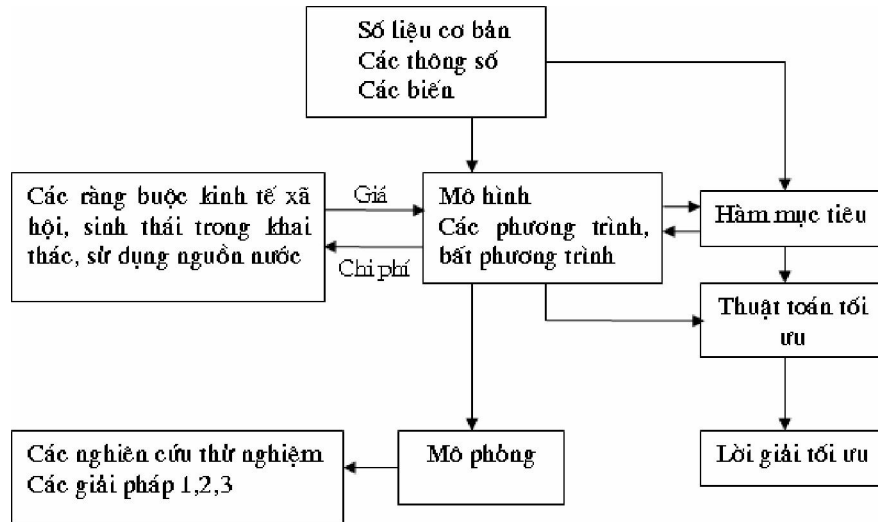
+ Phân loại dựa trên bản chất của biến: Có hai bài toán (i) Tìm tập các thông số thiết kế mà các thông số này là hàm rời rạc của các biến độc lập sao cho giá trị của hàm mục tiêu đạt giá trị cực tiểu; (ii) Tìm tập các thông số thiết kế mà mỗi thông số là một hàm liên tục của các biến độc lập để giá trị hàm mục tiêu đạt giá trị cực tiểu.

+ Phân loại dựa trên cấu trúc vật lý của hiện tượng: có hai bài toán: (i) Tối ưu có kiểm soát và (ii) Tối ưu không kiểm soát

+ Phân loại dựa trên bản chất của các phương trình: Dựa trên mô phỏng toán học của hàm mục tiêu và các điều kiện ràng buộc có bài toán tối ưu tuyến tính và tối ưu phi tuyến.

Khi cả hàm mục tiêu và các ràng buộc được biểu diễn dưới dạng hàm tuyến tính thì bài toán được gọi là tối ưu tuyến tính. Ngược lại một trong các phương trình có dạng không phải là bậc nhất đối với các biến thì gọi là tối ưu phi tuyến.

SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG BÀI TOÁN QUY HOẠCH VÀ ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU



Hình 2.2. Sơ đồ mô phỏng bài toán quy hoạch và bài toán tối ưu

+ Phân loại dựa trên giá trị của các biến có quy hoạch biến nguyên và quy hoạch biến thực.

+ Phân loại dựa trên các hàm mục tiêu có tối ưu một mục tiêu và tối ưu đa mục tiêu. Khi đó phải tìm vectơ $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ sao cho:

$$f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X) \text{ đạt giá trị nhỏ nhất với ràng buộc}$$

$$g_j(X) \leq 0 \text{ với } j = 1, 2, \dots, m$$

Hiện nay, trong việc khai thác và sử dụng các hệ thống thủy lợi, khi xem xét nghiên cứu riêng rẽ các hệ thống thì thấy chúng đạt tối ưu, nhưng hệ thống chung lại không tối ưu. Do vậy, người ta dùng bài toán quy hoạch động để khảo sát cấu trúc của hệ thống bằng cách chia nó thành các vấn đề nhỏ hơn và tối ưu từng vấn đề một.

Đối với bài toán kỹ thuật như khai thác và sử dụng nguồn nước thì khó có thể sử dụng các phương trình mô tả một cách chính xác và cho một lời giải duy nhất, vì nếu tồn tại điều đó thì nghiệm không phải là tối ưu. Mô hình tiêu biểu là tìm được các lời giải cận tối ưu vì các biến độc lập và các biến phụ thuộc có mối quan hệ bên trong. Trong trường hợp như vậy về mặt nguyên tắc không thể tìm được một lời giải duy nhất. Do vậy mục tiêu của tối ưu là lựa chọn từ tập hợp của các lời giải một lời giải tốt nhất.

Bài toán có thể được thực hiện bằng nhiều chiến lược từ các phân tích, các mô hình toán đến các biểu thức đại số đơn giản. Chúng có thể được gộp lại thành hai phương pháp chính sau đây:

+ Phương pháp giải tích: Phương pháp sử dụng các kỹ thuật cổ điển về các phép tính vi phân, đạo hàm bằng cách xác định vectơ biến độc lập $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ sao cho hàm mục tiêu $f(x)$ đạt cực trị hay $F'(x) = 0$. Các phương pháp nhân tử Lagrange và đạo hàm cực hạn hay lý thuyết của Newton và Leibnitz, công trình nghiên cứu của Bernoulli, Euler,... là những kỹ thuật được sử dụng để giải bài toán loại này. Thông thường các bài toán tối ưu có lời giải giải tích được thiết lập khá chặt chẽ bằng các mô phỏng toán học và thường chỉ giải được khi hàm mục tiêu không quá phức tạp.

+ Phương pháp số: các phương pháp số tìm lời giải tối ưu đối với những bài toán mà không thể giải bằng phương pháp giải tích. Hệ thống nguồn nước là một hệ thống phức tạp, thông thường số biến chính trong hàm mục tiêu ít hơn số ràng buộc, do vậy không thể tìm nghiệm duy nhất bằng phương pháp giải tích. Ngày nay cùng với sự hoàn thiện dần của kỹ thuật số cùng với sự trợ giúp của máy tính thì việc giải một hệ các phương trình phức tạp trong hệ thống nguồn nước không còn là một vấn đề quá khó khăn nữa.

2.2. CÁC NGHIÊN CỨU VỀ CÂN BẰNG NƯỚC Ở KHU VỰC MIỀN TRUNG NÓI CHUNG VÀ QUẢNG BÌNH NÓI RIÊNG

Các nghiên cứu về cân bằng nước và phát triển bền vững nguồn nước ở miền Trung thực sự đã có những bước tiến dài với việc áp dụng các thành tựu của khoa học thế giới và nghiên cứu cải tiến phù hợp với điều kiện khu vực.

Miền Trung là vùng có chế độ khí hậu khác nghiệt, là vùng chuyển tiếp giữa hai miền khí hậu bắc - nam, là nơi hứng chịu nhiều thiên tai: bão, áp thấp nhiệt đới, nước dâng, lũ lụt và hạn hán với tần suất và cường độ lớn nhất nước ta. Bởi thế sông suối bị cạn kiệt, nhiễm mặn, ô nhiễm chất thải từ công nghiệp chăn nuôi, chế biến... dẫn đến nhiều xáo trộn lớn cho đời sống và phát triển sản xuất. Tài nguyên nước liên quan hàng ngày đến các hoạt động sống và hoạt động kinh tế của con người trong nhiều lĩnh vực, đáng kể nhất là nông nghiệp, ngư nghiệp, lâm nghiệp và du lịch, công nghiệp và đô thị hoá của khu vực miền Trung. Chính vì vậy mà Miền Trung là địa bàn được đông đảo giới nghiên cứu khoa học đặc biệt quan tâm.

Một nhóm các tác giả tiến hành các nghiên cứu về đánh giá tài nguyên nước và cân bằng nước lưu vực, từ đó đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng một cách

có hiệu quả nhất các nguồn tài nguyên này. Tiêu biểu là các công trình của Ngô Đình Tuấn [12-14], đã đánh giá tài nguyên nước, nhu cầu tưới và cân bằng nước hệ thống các lưu vực ven biển Miền Trung. Trần Thanh Xuân và cộng sự đã tiến hành tính toán cân bằng nước cho tỉnh Quảng Nam. Nguyễn Thanh Sơn đã đề xuất các giải pháp định hướng sử dụng nước lưu vực đầm Trà ỏ (Bình Định) và quy hoạch tổng thể tài nguyên nước tỉnh Quảng Trị đến năm 2010 [8, 9]. Để bổ khuyết số liệu còn thiếu và thừa trên khu vực nghiên cứu đã sử dụng mô hình NLRMM để kéo dài chuỗi dòng chảy từ tài liệu mưa [1]: Nguyễn Thị Nga, Nguyễn Thanh Sơn [4] áp dụng để bổ khuyết số liệu dòng chảy cho các lưu vực sông tỉnh Quảng Trị, Lương Tuấn Anh, Evelina Harlsson, Karolina Persson dùng mô hình này để phân tích quan hệ mưa - dòng chảy trên lưu vực sông Túy Loan.

Mô hình IQQM đã được dụng trong một số công trình nghiên cứu ở một số tỉnh thuộc khu vực miền trung. Trong đó đáng kể nhất là nghiên cứu của nhóm tác giả Hoàng Minh Tuyền và cộng sự [15] đã ứng dụng mô hình IQQM trong công tác quy hoạch quản lý tài nguyên nước và phòng chống lũ lụt trên lưu vực sông cả. Nguyễn Văn Cư và Nguyễn Thái Sơn [2] sử dụng kết hợp hai mô hình SWAT và IQQM áp dụng cho lưu vực sông Ba, góp phần đề ra các giải pháp cần thiết quản lý tài nguyên nước trong lưu vực này.

Tuy đã có khá nhiều công trình nghiên cứu trên địa bàn Miền Trung, tuy nhiên ở tỉnh Quảng Bình hiện vẫn chưa có nghiên cứu đánh giá cụ thể về tình hình tài nguyên nước, đặc biệt là cân bằng nước hệ thống. Vì lẽ đó, đề tài luận văn này "*Khai thác mô hình IQQM tính toán cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình*" được lựa chọn để nghiên cứu với mong muốn có thể góp phần nâng cao công tác quản lý, đảm bảo hài hòa giữa mục tiêu phát triển kinh tế với việc phát triển bền vững tài nguyên nước trên lưu vực sông Kiến Giang nói riêng và tỉnh Quảng Bình nói chung.

2.3. MÔ HÌNH IQQM

Mô hình IQQM [16] (*Integrated Quantity and Quality Model*) do Australia xây dựng và phát triển. Mô hình đã được ứng dụng cho một số lưu vực sông tại NSW và Queensland (*Australia*), vài năm gần đây đã được đưa vào ứng dụng cho lưu vực sông Mê Công. Đây là mô hình mô phỏng sử dụng nước lưu vực nhằm đánh giá các tác động của chính sách quản lý tài nguyên nước đối với người sử dụng nước. Mô hình có thể dùng để khảo sát, chia sẻ và giải quyết các vấn đề nảy sinh trong việc sử dụng chung nguồn nước giữa các quốc gia với nhau; trao đổi lợi ích sử dụng

nguồn nước chung giữa các nhóm dùng nước cạnh tranh, kể cả môi trường.

Mô hình hoạt động trên cơ sở liên tục, mô phỏng diễn biến hệ thống sông ngòi, kể cả diễn biến chất lượng nước. Mô hình thiết kế để vận hành theo bước thời gian ngày (mặc định), nhưng một số quá trình có thể được mô phỏng theo bước thời gian giờ, tháng, năm.

Mô hình IQQM được cấu trúc theo dạng kết cấu tổng hợp gồm các mô đun thành phần liên kết với nhau thành một khối tổng hợp. Từ thực đơn chính có thể truy cập vào các mô đun thành phần. Mỗi mô đun đều có thực đơn và thanh công cụ riêng để dẫn đến cửa sổ hội thoại để nhập dữ liệu và các thông số cần thiết của mô hình.

Trong luận văn này chỉ sử dụng ba mô đun chính trong tính toán nhu cầu nước trong nông nghiệp và tính cân bằng nước gồm:

Mô đun xử lý số liệu: mô đun này cho phép người sử dụng phân tích và nạp số liệu vào mô hình.

Mô đun mô hình hệ thống sông: mô đun này là xương sống của IQQM vì nó mô phỏng chuyển động dòng chảy trong một hệ thống sông. Những quá trình chính mô đun này mô phỏng là: diễn toán dòng chảy trong sông và kênh tưới; vận hành hồ chứa; tưới; cấp nước đô thị, công nghiệp...

Mô hình mô phỏng hệ thống sông được thể hiện bằng một loạt các nút và đường nối. Trong đó quá trình dòng chảy vào hồ chứa, dòng chảy ra, các quá trình dùng nước khác được gắn với các nút, còn các quá trình diễn toán dòng chảy trong sông và diễn toán chất lượng nước được gắn với hệ thống sông thông qua các đường nối. Phân diễn toán dòng chảy dùng phương pháp diễn toán phi tuyến có xét thời gian trễ (non-linear routing with lag) và diễn toán Muskingum.

Mô đun biểu diễn đô thị: mô đun này cho phép người sử dụng biểu diễn kết quả tính toán một cách trực quan dưới dạng đồ thị.

Các ưu điểm chính của mô hình gồm:

(i) Mô hình dễ sử dụng, giao diện đẹp và có kết nối với GIS nên việc thêm bớt các nút tính toán dễ dàng không hạn chế; thuận tiện cho việc thay đổi theo phương án mong muốn.




(ii) Mô hình đã mô phỏng được những quá trình vật lý thực với các hàm toán học và giả thiết về diễn toán dòng chảy và sử dụng nước sát với thực tế trên các lưu vực sông;

(iii) Mặt mạnh của IQQM là mô hình tính toán với bước tính mặc định là ngày. Nói chung, việc quản lý lưu vực sông ngày càng tập trung đi tới việc quản lý các quá trình biến đổi tài nguyên nước cũng như sử dụng nước với bước tính là ngày

và (iv) Mô hình tính toán nhanh, có thể chạy mô hình với số năm trên 100 năm. Số lượng file vào ra không hạn chế.

2.3.1. Giới thiệu về các nút

Việc mô phỏng cân bằng nước bằng mô hình thực chất là đưa (biểu diễn) mối quan hệ vật lý (liên kết) giữa các thành phần trong thực tế vào sơ đồ tính thông qua mối liên hệ giữa các đơn vị tính của mô hình (các nút, các liên kết diễn toán). Dưới đây là một số nút chính của mô hình IQQM,

Nút đầu vào, khu giữa	
Nút sử dụng nước nông nghiệp	
Nút sử dụng nước công nghiệp	
Nút Kiểm tra dòng chảy	
Nút hồ chứa	
Nút thủy điện	
Nút nhập lưu, phân lưu	
Các nút mô tả đập tràn và cống	
Liên kết, diễn toán	

2.3.2. Mô tả một số nút chính

a. Nút kiểu 1.0. (Tributary inflow)

Đó là nút dùng để mô tả lưu lượng đầu vào cho một khu sử dụng nước hoặc nhập lưu khu giữa. Gắn liền với nó là quá trình lưu lượng trung bình ngày.

b. Nút kiểu 2.1(Headwater storage)

Nút này mô tả hồ chứa điều tiết nước. Các thông số đi kèm theo là dung tích hồ ứng với mực nước chết, dung tích ứng với mực nước lớn nhất, khả năng xả mặt, khả năng xả đáy, turbin, quan hệ mực nước dung tích và diện tích mặt nước...

c. Nút kiểu 9.5 (Powerstation)

Đây là kiểu nút dùng để mô tả nhà máy thủy điện gắn liền với một hồ chứa. Nó cho phép mô tả quá trình xả nước của hồ chứa qua tuốc bin phát điện theo quy trình vận hành. Nhu cầu nước cho phát điện được phân phối qua các tháng theo quá trình khai báo trong mô hình.

d. Nút kiểu 3.1 (*Dem with fixed env flow*)

Nút dùng để mô tả nhu cầu dùng nước trong sinh hoạt, công nghiệp hoặc nhu cầu duy trì dòng chảy cho mục đích bảo vệ môi trường, với nhu cầu nước ít biến đổi theo thời gian.

e. Nút kiểu 8.3 (*Unregulated irrigator*)

Nút dùng để mô tả nhu cầu dùng nước nông nghiệp. Đây là nút có nhu cầu nước lớn nhất và khai báo phức tạp nhất. Diện tích cấy trồng các vụ lúa, thời gian cấy trồng, quá trình bốc hơi tiềm năng và mưa ngày... Ngoài ra còn phải khai báo hệ số cây trồng K_c theo từng tháng đối với từng loại cây trồng, quá trình lớp nước mặt ruộng cạn trên và cạn dưới cần duy trì trong một vụ lúa đối với các vụ khác nhau.

Thông qua nút này, IQQM tự động tính nhu cầu nước đối với các mùa vụ khác nhau và nhu cầu lấy nước từ sông đối với từng nút. Có thể coi nút này thực hiện chức năng tính nhu cầu nước tương tự mô hình CROPWAT thông dụng, nhưng thời đoạn tính toán cho từng ngày và tích hợp luôn vào trong IQQM.

f. Nút kiểu 0.0 (*Simulated flow*)

Nút này giống như nút kiểm tra (control point) trong mô hình MITSIM. Nút cho phép kết xuất lưu lượng, so sánh kết quả tính toán và thực đo dùng để hiệu chỉnh mô hình, cũng như đánh giá sự thay đổi dòng chảy qua các phương án. Thông thường các nút này thường đặt trùng với các trạm thủy văn có tài liệu đo đạc đầy đủ hoặc tại các điểm cần kiểm soát dòng chảy.

g. Nút kiểu 4.0 (*Unreg effluent*)

Nút này mô tả phân lưu của sông hoặc trích nước tại một vị trí nào đó bằng công trình để chuyển nước sang vùng khác... Việc trích nước có thể theo một quá trình cho sẵn hoặc theo một cấp lưu lượng nào đó.

h. Nút kiểu 5.0 (*Unreg effluent return*)

Nút này dùng để nhận nước từ nút 4.0 và chuyển cho các hộ dùng nước ở các nút phía sau.

Chương 3

ÁP DỤNG MÔ HÌNH IQQM TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC HỆ THỐNG LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG – TỈNH QUẢNG BÌNH

3.1. TÌNH HÌNH TÀI LIỆU

Những tài liệu sử dụng để tính toán cân bằng nước cho lưu vực sông Kiến Giang được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Để phục vụ tính toán cân bằng nước, các mô hình NLRRM, CROPWAT và IQQM đã được sử dụng. Đầu vào của các mô hình này bao gồm những tài liệu sau:

- *Tài liệu bản đồ*: bao gồm bản đồ địa hình, bản đồ mạng lưới thủy văn dùng để phân vùng hệ thống. Các loại bản đồ trên đều được số hóa và có thể truy xuất dễ dàng qua các phần mềm GIS thông dụng. Trong luận văn sử dụng phần mềm Mapinfo để cập nhật và lấy các thông tin. Bản đồ địa hình và bản đồ mạng lưới thủy văn có ý nghĩa rất quan trọng, dựa vào đó có thể vẽ được đường biên phân vùng cân bằng nước. Bản đồ sử dụng ở tỷ lệ: 1:100.000.

- *Số liệu khí tượng*: chuỗi số liệu mưa ngày của các trạm trên toàn khu vực tính toán và chuỗi số liệu khí tượng gồm (bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ, tốc độ gió). Tình hình số liệu mưa được thể hiện ở bảng 3.1. Riêng số liệu khí tượng chỉ có trạm Đồng Hới là có đầy đủ từ giai đoạn 1976 – 2006. Do đó trong tính toán sẽ lấy số liệu khí tượng của trạm này để đại biểu cho cả lưu vực. Số liệu mưa và khí tượng sẽ được sử dụng làm đầu vào cho mô hình Cropwat để tính toán nhu cầu sử dụng nước cho các hộ, phục vụ tính toán cân bằng nước.

- *Số liệu thủy văn*: sử dụng số liệu lưu lượng ngày thực đo. Mạng lưới trạm thủy văn trên lưu vực rất thưa, gồm trạm Kiến Giang và Lệ Thủy, trong đó chỉ có trạm Kiến Giang là có số liệu lưu lượng từ năm 1961 – 1976. Do đó để có đủ tài liệu phục vụ tính toán, trong luận văn sử dụng mô hình NLRRM để khôi phục quá trình dòng chảy dựa vào số liệu mưa.

Bảng 3.1. Tình hình số liệu mưa trên lưu vực

TT	Tên trạm	Tên sông	Thời kỳ
1	Lệ Thủy	Kiến Giang	1965 - 2006
2	Kiến Giang	Kiến Giang	1962 - 2006
3	Đồng Hới	Nhật Lệ	1961 - 2006
4	Trường Sơn	Đại Long	1980 - 2006

- *Tài liệu sử dụng nước*: bao gồm những tài liệu về nhu cầu sử dụng nước và tài liệu về các công trình điều tiết nguồn nước như hồ chứa, đập dâng... Việc thu thập tài liệu thông qua công tác tổng hợp, đánh giá và phân tích từ các báo cáo, quy hoạch và Niên giám thống kê năm 2006 của tỉnh Quảng Bình cùng các tài liệu nghiên cứu có liên quan đến sử dụng nước của khu vực tính toán.

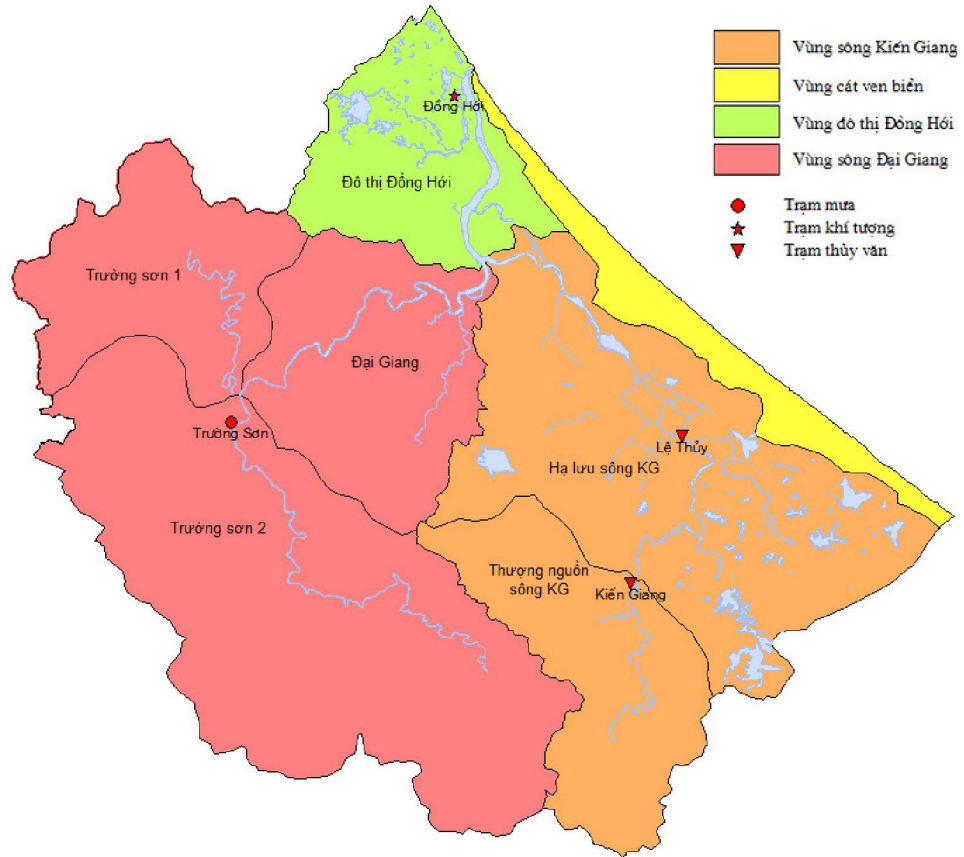
3.2. PHÂN VÙNG CÂN BẰNG NƯỚC

Vùng cân bằng nước là vùng có điều kiện khí tượng thủy văn biến đổi không lớn trong vùng, có nguồn cấp và thoát nước chính. Vùng cân bằng nước thường là toàn bộ hay một phần của lưu vực sông. Do đó, ranh giới vùng thường trùng với ranh giới lưu vực, nhưng có xem xét đến địa giới hành chính để thuận tiện cho việc thống kê, phân tích, tổng hợp số liệu cơ bản để phục vụ cho tính toán cân bằng nước. Mỗi vùng lại bao gồm một số tiểu vùng. Như vậy, tiểu vùng là đơn vị tính toán cơ bản, có các đặc điểm dưới đây: (i) Các hộ dùng nước trong tiểu vùng có liên hệ với nhau một cách tương đối, đủ điều kiện để xác định những nút cân bằng; (ii) Phạm vi tiểu vùng bao gồm một vài lưu vực sông nhánh (iii) Phải tìm diện tích trong tiểu vùng có cùng hướng lấy nước và thoát nước; (iv) Các hộ dùng nước trong tiểu vùng sử dụng chung một hệ thống hay một số hệ thống công trình thủy lợi cấp nước (v) Các tiểu vùng khai thác các hệ thống thủy lợi có tính độc lập tương đối trong quản lý.

Căn cứ vào mạng lưới trạm thủy văn, sơ đồ sử dụng nước, bản đồ địa hình trên toàn bộ lưu vực và để thuận tiện cho việc tính toán cân bằng nước, lưu vực sông Kiến Giang được phân chia thành 3 vùng, 6 tiểu vùng. Trong bảng 3.2 và hình 3.1 đưa ra danh sách các vùng, tiểu vùng cân bằng nước và sơ đồ phân vùng.

Bảng 3.2. Phân vùng cân bằng nước tỉnh Quảng Bình

TT	Vùng	Tiểu vùng	Diện tích km ²	Ký hiệu	Nguồn nước lấy từ sông
1	Đô thị Đồng Hới		253	KG1	Nhật Lệ
2	Sông	Trường Sơn 1	272	KG2	Long Đại
3	Long	Trường Sơn 2	814	KG3	Long Đại
4	Đại	Đại Giang	327	KG4	Long Đại
5	Sông Kiến	Đầu nguồn sông Kiến Giang	306	KG5	Kiến Giang
6	Giang	Hạ du sông Kiến Giang	665	KG6	Kiến Giang



Hình 3.1. Sơ đồ phân vùng cân bằng hệ thống lưu vực sông Kiên Giang

3.2.1. Vùng đô thị Đồng Hới

Là vùng hạ lưu sông Nhật Lệ, bắt đầu từ ngã ba hợp lưu giữa 2 sông Long Đại, Kiên Giang kéo dài cho tới cửa biển Đồng Hới. Đất đai bao gồm thị xã Đồng Hới và các xã Nghĩa Ninh, Lương Ninh, Vĩnh Ninh, Võ Ninh, Duy Ninh, Hàm Ninh, Hiền Ninh, Duy Ninh thuộc huyện Quảng Ninh

3.2.2. Vùng sông Đại Giang

Khởi nguồn từ dãy núi Trường Sơn đổ về đến ngã ba hợp lưu sông Long Đại, Kiên Giang đổ về sông Nhật Lệ. Bao gồm ba tiểu vùng:

a. Tiểu vùng Trường Sơn 1

Gồm nhiều sông suối nhỏ đầu nguồn, bắt đầu từ phía bắc xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh) kéo dài đến thôn Long Sơn đoạn ngã ba sông, xã Trường Sơn.

b. Tiểu vùng Trường Sơn 2

Địa phận bắt đầu từ phía nam xã Kim Thủy (huyện Lệ Thủy) dọc theo đường

Hồ Chí Minh qua xã Ngân Thủy (huyện Lệ Thủy) và xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh) đến thôn Long Sơn (xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh) đoạn ngã ba sông.

c. Tiểu vùng Đại Giang

Địa phận bắt đầu từ đoạn ngã ba sông (đoạn đầu thôn Long Sơn, xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh) nơi hợp lưu hai nhánh sông của hai tiểu vùng Trường Sơn 1 và Trường Sơn 2 kéo dài tới ngã ba Trần Xá nơi hợp lưu với sông Kiến Giang chảy về sông Nhật Lệ. Đất đai thuộc địa phận các xã Trường Sơn, Trường Xuân, Hàm Ninh, Xuân Ninh, Hiền Ninh, Lệ Ninh huyện Quảng Ninh.

3.2.3. Vùng sông Kiến Giang

Bắt đầu từ xã Kim Thủy huyện Lệ Thủy cho đến đoạn hợp lưu với sông Long Đại đổ về sông Nhật Lệ. Bao gồm hai tiểu vùng:

a. Tiểu vùng thượng nguồn sông Kiến Giang

Là vùng khởi nguồn sông Kiến Giang, gồm sông suối phát nguyên từ vùng núi phía tây - nam huyện Lệ Thủy đổ về phường Luật Sơn (xã Trường Thủy, Lệ Thủy) chảy theo hướng nam bắc. Đất đai thuộc địa phận xã Kim Thủy, Trường Thủy huyện Lệ Thủy.

b. Tiểu vùng hạ du sông Kiến Giang

Địa phận bắt đầu từ phường Luật Sơn (xã Trường Thủy, Lệ Thủy) đến ngã ba Trần Xá, đoạn hợp lưu với sông Long Đại đổ vào sông Nhật Lệ. Đất đai thuộc địa phận các xã Trường Thủy, Thái Thủy, Sen Thủy, Mai Thủy, Tân Thủy, Hưng Thủy, Xuân Thủy, Cam Thủy, Hoa Thủy, Lộc Thủy, Hồng Thủy, thị trấn Kiến Giang thuộc huyện Lệ Thủy; và các xã Lệ Ninh, Vạn Ninh, An Ninh, Xuân Ninh, Gia Ninh, Hiền Ninh thuộc huyện Quảng Ninh.

3.3. TÍNH TOÁN NHU CẦU NƯỚC CHO CÁC HỘ SỬ DỤNG NƯỚC

3.3.1. Nông nghiệp

a. Trồng trọt

Nhu cầu tưới nước cho các loại cây trồng được tính toán trên máy vi tính theo chương trình CROPWAT []. Đây là chương trình tính nhu cầu tưới, chế độ tưới và kế hoạch tưới cho các loại cây trồng trong các điều kiện khác nhau; được soạn thảo, công bố và yêu cầu áp dụng bởi tổ chức lương thực của Liên hợp quốc FAO. Mặc dù

mới ra đời từ năm 1991 nhưng chương trình CROPWAT đã được ứng dụng rất phổ biến tại nhiều nơi trên thế giới không chỉ vì nó là một chương trình tính tiến bộ, đầy đủ, hiện đại về nội dung mà còn vì nó rất tiện lợi và dễ sử dụng bao gồm các bước:

Tính lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn ETo được tính theo công thức Penman – Monteith. Chương trình tính ETo theo công thức này yêu cầu số liệu đầu vào bao gồm các yếu tố như: tên nước, tên trạm khí hậu, cao độ trạm, kinh độ và vĩ độ địa lý của trạm, nhiệt độ không khí trung bình tháng, độ ẩm không khí trung bình tháng (tính bằng %), tốc độ gió trung bình tháng (tính theo m/s hoặc km/ngày). Kết quả đầu ra được lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn ETo trung bình tháng tính bằng mm/ngày.

Tính lượng mưa hiệu quả Peff: được hiểu là lượng mưa sau khi đã khấu trừ tổn thất do nước chảy đi mất và do thấm xuống sâu. Chương trình tính lượng mưa hiệu quả trong CROPWAT được sử dụng chung cho cả cây trồng cạn và cây lúa nước và được tính theo công thức:

$$P_{\text{eff}} = 0.6 P_{\text{tot}} - 10$$

Khi lượng mưa thực tế $P_{\text{tot}} > 70$ mm thì

$$P_{\text{eff}} = 0.8 P_{\text{tot}} - 24$$

Số liệu đầu vào để tính P_{eff} là lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn ETo trung bình tháng tính bằng mm/ngày và lượng mưa tháng thực tế tính bằng mm/tháng ứng với tần suất thiết kế phục vụ tưới. Kết quả đầu ra cho lượng mưa hiệu quả P_{eff} tính bằng mm/tháng.

Trên phạm vi toàn lưu vực chỉ có trạm Đồng Hới đo đạc đầy đủ các yếu tố khí tượng (nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, số giờ nắng trong ngày). Bởi vậy, tài liệu khí tượng đo được ở trạm Đồng Hới được coi là đại biểu cho toàn lưu vực và số liệu ETo của các trạm lân cận được lấy theo số liệu ETo của trạm đại biểu này. Các trạm lấy ETo của trạm Đồng Hới là: Trường Sơn, Lệ Thủy, Kiến Giang.

Bảng 3.3. Kết quả tính ETo và mưa hiệu quả P_{eff} trạm Đồng Hới

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TB
ETo (mm/ngày)	2.02	2.48	3.34	3.74	4.09	4.08	4.01	3.98	3.63	2.9	2.23	1.74	3.19
P_{eff} (mm/tháng)	50.2	17	12.4	31.4	80	75.9	84.6	95.1	205	421	287	130	124

Tính nhu cầu tưới IRReq: yêu cầu số liệu đầu vào bao gồm: số liệu khí hậu, khí tượng và số liệu về cây trồng. Số liệu khí hậu, khí tượng chính là file kết quả đầu ra của chương trình con tính lượng mưa hiệu quả đã nêu ở trên. Số liệu cây trồng bao

gồm các yếu tố như: tên cây trồng, chiều dài của 4 thời kỳ sinh trưởng của cây trồng; giá trị hệ số cây trồng, chiều sâu bộ rễ và mức độ khô hạn cho phép tương ứng với 3 thời kỳ: đầu, giữa và cuối vụ; hệ số năng suất cây trồng tương ứng với 4 thời kỳ sinh trưởng và ngày bắt đầu gieo trồng. Kết quả đầu ra là nhu cầu tưới cho cây trồng cần $IRReq$ tính bằng mm/thời đoạn.

Dựa vào *Niên giám thống kê tỉnh Quảng Bình năm 2006*, thống kê diện tích các loại cây trồng trong tỉnh sau đó tiến hành chuyển đổi theo trọng số diện tích (bảng 3.4.). Kết hợp với thời vụ gieo trồng của từng loại cây (bảng 3.5.), tiến hành tính nhu cầu nước cho cây trồng. Kết quả đầu ra được bảng nhu cầu tưới ứng với tần suất thiết kế phục vụ cấp nước tưới 75% (bảng 3.6.)

Bảng 3.4 Diện tích các loại cây trồng (ha)

Tên vùng	Tên tiểu vùng	Tên nút cân bằng tưới	Lúa (hiện tại)			Màu và CCN
			Đông Xuân	Xuân hè	Hè Thu	Hiện tại
Đô thị Đồng Hới		KG1	145.33	6.95	140.67	207.8
Sông Đại Giang	Trường Sơn 1	KG2	1.86	0	5.35	3.42
	Trường Sơn 2	KG3	5.51	0	15.32	13.61
	Sông Long Đại	KG4	66.56	0.03	67.3	34.13
Sông Kiến Giang	TN sông Kiến Giang	KG5	20.76	3.2	15.11	72.6
	Hạ lưu sông Kiến Giang	KG6	268.2	52.76	267.96	240.67

Bảng 3.5 Thời vụ gieo trồng cây hàng năm

Loại cây	Thời vụ	Loại cây	Thời vụ	Loại cây	Thời vụ
Lúa Đ.Xuân	12/12 – 16/5	Lạc	21/1 – 25/2	Khoai lang	15/9 – 31/10
Lúa Hè Thu	22/4 – 20/8	Mía	1/12 – 31/3	Vừng	1/3 – 30/4
Lúa mùa	10/7 – 25/10	Đậu	1/7 – 4/10	Sắn	1/9 – 30/10
Ngô	15/9 – 20/10	Thuốc lá	1/1 – 28/2	Cà phê	Cả năm

Bảng 3.6. Nhu cầu nước dùng cho cây trồng tính đến đầu nút năm 2006

Tên tiểu vùng	Tên nút cân bằng tưới	Nhu cầu nước từng tháng ($10^6 m^3$)												Tổng
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Đồng Hới	KG1	10.7	13.1	22.0	32.3	36.0	23.4	27.8	19.6	0.4	0.0	0.0	10.4	195.7
Trường Sơn 1	KG2	3.0	3.7	5.4	7.7	9.7	5.8	7.6	5.9	0.0	0.0	0.0	3.1	51.9
Trường Sơn 2	KG3	1.3	1.4	2.1	3.0	3.6	2.2	2.9	2.1	0.0	0.0	0.0	1.2	19.9
Đại Giang	KG4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	0.7	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	6.4
TN Kiến Giang	KG5	0.9	1.1	1.6	2.7	3.7	2.2	3.0	2.3	0.0	0.0	0.0	1.0	18.6
HL Kiến Giang	KG6	16.4	19.8	31.8	46.7	54.2	34.2	42.3	30.7	0.4	0.0	0.0	16.1	292
Tổng		32.7	39.6	63.6	93.4	108.4	68.5	84.5	61.3	0.8	0	0	32.2	585

b. Nhu cầu nước cho chăn nuôi

Tiêu chuẩn dùng nước cho chăn nuôi gồm có: Nước cho ăn uống; nước vệ sinh chuồng trại; nước tạo môi trường sinh thái.

Chỉ tiêu dùng nước cho vật nuôi (l/con/ngày đêm):

- Trâu, bò: 50 l/con/ngày đêm;
- Lợn: 20 l/con/ngày đêm;
- Gia cầm: 21 l/con/ngày đêm.

Thống kê số lượng đàn gia súc trong vùng năm 2006 được thống kê trong bảng 3.7

Bảng 3.7. Thống kê số lượng đàn gia súc năm 2006

Tên vùng	Tên tiểu vùng	Gia súc năm 2006		
		Trâu	Bò	Lợn
Đô thị Đồng Hới		2576	7030	11166
	Tổng	2576	7030	11166
Sông Đại Giang	Trường Sơn 1	4943	8319	23268
	Trường Sơn 2	4665	14038	24453
	Sông Long Đại	917	1034	2094
	Tổng	10525	23391	49815
Sông Kiến Giang	Thượng nguồn KG	4394	27542	75816
	Hạ lưu sông KG	8593	33013	61623
	Tổng	12987	60555	137439
Tổng toàn lưu vực		26088	90976	198420

Từ kết quả phân bố gia súc trong các tiểu vùng năm 2006 và tiêu chuẩn dùng nước cho vật nuôi, xác định nhu cầu nước cho chăn nuôi cho từng tiểu vùng, kết quả được trình bày trong bảng 3.8.

Bảng 3.8. Nhu cầu nước chăn nuôi năm 2006 tính đến đầu mỗi (đơn vị: $10^6 m^3$)

Tên vùng	Nhu cầu nước chăn nuôi năm 2006 ($10^6 m^3$)			
	Trâu	Bò	Lợn	Tổng
Đô thị Đồng Hới	0.51	0.89	0.83	2.24
Sông Đại Giang	0.21	0.61	0.51	1.33
Sông Kiến Giang	0.33	2.08	2.89	5.29
Tổng toàn lưu vực	1.05	3.58	4.23	8.86

3.3.2. Nhu cầu nước sinh hoạt

Nhu cầu nước sinh hoạt được tính dựa trên số liệu về dân số (bảng 3.9) và định mức dùng nước (bảng 3.10). Số liệu được sử dụng là Niên giám thống kê tỉnh Quảng Bình năm 2006 theo các đơn vị hành chính và được tính theo công thức trọng số diện tích để quy về cho mỗi vùng và tiểu vùng. Kết quả ở bảng 3.11.

Bảng 3.9. Phân bố dân số năm 2006

Tên vùng	Tên tiểu vùng	Dân số (năm 2006)	
		Thành thị	Nông thôn
Đô thị Đồng Hới		68165	35823
	Tổng	103988	35823
Sông Long Đại	Trường Sơn 1	1230	5401
	Trường Sơn 2	1087	6602
	Sông Long Đại	2393	39087
	Tổng	4710	51417
Sông Kiến Giang	Đầu nguồn sông KG	5792	17643
	Hạ du sông KG	7893	108328
	Tổng	13865	125971
Tổng toàn lưu vực		122523	265883

Bảng 3.10. Tiêu chuẩn dùng nước

Vùng	Tiêu chuẩn dùng nước (l/người ngày đêm)
Miền núi	40
Trung du - đồng bằng	50
Thị trấn - thị tứ	60
Thị xã	70

Bảng 3.11. Nhu cầu dùng nước cho dân sinh tính đến đầu nút công trình

Vùng	Nhu cầu năm 2006 (10^6 m^3)		
	Thành thị	Nông thôn	Tổng
Đô thị Đồng Hới	4.68	8.78	13.46
Sông Long Đại	1.50	7.03	8.53
Sông Kiến Giang	3.30	11.82	15.12
Tổng toàn tỉnh	9.48	27.63	37.11

3.3.3. Nhu cầu nước dùng cho công nghiệp

Dựa vào niên giám thống kê tỉnh Quảng Bình năm 2006, tổng hợp được định mức dùng nước cho các cụm công nghiệp ở từng vùng. Nhu cầu nước cho các khu công nghiệp trong lưu vực đã được xác định và thống kê trong bảng 3.12

Bảng 3.12. Nhu cầu dùng nước cho công nghiệp năm 2006

TT	Tên vùng	Khu công nghiệp	Lượng nước yêu cầu 2006 (m ³ /ngày đêm)
1	Đô thị Đồng Hới	Cụm công nghiệp Đồng Hới	36.000
2	Sông Đại Giang	Các cụm công nghiệp nhỏ	8.000
3	Sông Kiến Giang	Các cụm công nghiệp nhỏ	10.500

3.3.4. Nhu cầu nước dùng cho nuôi trồng thủy sản

Hiện nay diện tích nuôi trồng thủy sản là 495 ha tập trung chủ yếu ở vùng đô thị Đồng Hới và tiểu vùng hạ du sông Kiến Giang, các còn lại có diện tích nuôi trồng rất ít không đáng kể. Lượng nước dùng cho nuôi trồng thủy sản chính là lượng nước ngọt dùng để pha loãng dòng chảy trong mùa kiệt do độ mặn lớn khoảng 12000m³/ha/năm và được bổ sung vào các tháng IV, V, VI và VII. Lượng nước dùng cho nuôi trồng thủy sản đã được xác định và thống kê trong bảng 3.13

Bảng 3.13. Lượng nước dùng cho nuôi trồng thủy sản

TT	Tên vùng	Lượng nước yêu cầu 2006 (10 ⁶ m ³)
1	Đô thị Đồng Hới	12,94
2	Sông Kiến Giang	10.5

3.3.5. Nhu cầu nước dùng cho du lịch

Hàng năm, có khoảng khoảng 972.000 lượt khách du lịch (định mức dùng nước: 200 l/người/ngày) nên lượng nước cần là: 1,9.10⁶ m³ nước.

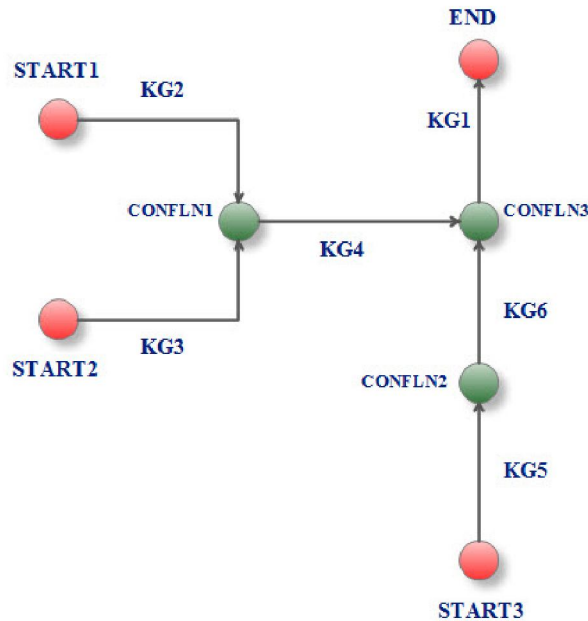
Như vậy tổng nhu cầu nước năm 2006 là 1441.42 10⁶m³, trong đó chủ yếu là nước dùng cho sản xuất nông nghiệp (chiếm 92.35% tổng nhu cầu nước của toàn tỉnh), nước cho dân sinh chiếm 2.94%, nước cho chăn nuôi chiếm 0.83%, nước cho công nghiệp chiếm 2.58% và nước cho nuôi trồng thủy sản chiếm 1.27%.

Nhìn chung tỷ trọng dùng nước của các ngành không có biến đổi đáng kể, tỷ trọng dùng nước cho nông nghiệp có giảm tuy nhiên lượng giảm là rất nhỏ.

3.4. TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC

3.4.1. Sơ đồ tính

Sơ đồ tính toán cân bằng nước trên lưu vực sông Kiến Giang được thiết lập như ở hình 3.2



Hình 3.2. Sơ đồ tính toán cân bằng nước

3.4.2. Tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng

Mạng lưới trạm thủy văn trên lưu vực rất thưa, gồm trạm Kiến Giang và Lê Thủy. Vì vậy, để có thể xác lập được cân bằng nước hệ thống một cách chính xác, cần thiết phải khôi phục quá trình dòng chảy trên các sông thiếu hoặc không có tài liệu đo lưu lượng từ số liệu đo mưa khá đầy đủ và đồng bộ trên lưu vực.

Để giải quyết bài toán cân bằng nước hệ thống sông, vấn đề đặt ra là phải xác định lưu lượng tại các nút cân bằng. Hiện nay, có nhiều phương pháp được áp dụng để tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng, phổ biến nhất là dựa trên mô hình toán thủy văn để xác định chuỗi số liệu lưu lượng tại vị trí cần xác định.

Trong luận văn này, mô hình NLRRM (*Non Linear Rainfall – Runoff Model*) đã được áp dụng để khôi phục quá trình dòng chảy từ mưa và tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng. Mô hình này do Viện KTTV xây dựng và đã được kiểm nghiệm cho các lưu vực sông vừa và nhỏ.

Hệ thống mô hình NLRRM mô phỏng lưu vực là một hệ thống động lực có đầu vào là mưa và đầu ra là dòng chảy. Các quá trình xem xét trong mô hình là:

- Lượng mưa sinh dòng chảy
- Dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm

- Diễn toán dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm
- Xác định các thông số của mô hình

Phương pháp diễn toán dòng chảy được thực hiện dựa trên cơ sở phương trình

$$\text{lượng trữ phi tuyến: } R(t) - Q(t) = \frac{dS(t)}{dt} \quad (3.1)$$

$$S(t) = KQ^P(t) \quad (3.2)$$

trong đó: R(t): lượng mưa sinh dòng chảy (cm/h)

Q(t): dòng chảy tại mặt cắt cửa ra của lưu vực (cm/h)

S(t): lượng trữ lưu vực (cm)

K: thông số có đơn vị thời gian

P: thông số thể hiện độ cong của đường cong trữ

Mô hình gồm 8 thông số như sau: C₁, C₂, C₃, C₄: thông số ước tính lượng mưa sinh dòng chảy; K₁, P₁: thông số diễn toán dòng chảy mặt; K₂, P₂: thông số diễn toán dòng chảy ngầm.

Để đánh giá mức độ phù hợp giữa giá trị tính và thực đo, mô hình sử dụng tiêu chuẩn đánh giá sai số thông qua độ hữu hiệu xác định bởi chỉ tiêu R² như sau:

$$R^2 = \frac{F_0^2 - F^2}{F_0^2} \cdot 100\% \quad (3.3)$$

$$\text{trong đó: } F^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - Q_{it})^2 \quad ; \quad F_0^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - \overline{Q_d})^2$$

Với: Q_{id} là lưu lượng thực đo ; Q_{it} là lưu lượng tính toán; $\overline{Q_d}$ là lưu lượng thực đo trung bình thời kỳ tính toán; N tổng số điểm quan hệ lưu lượng thực đo và tính toán

Tiêu chuẩn đánh giá như sau:

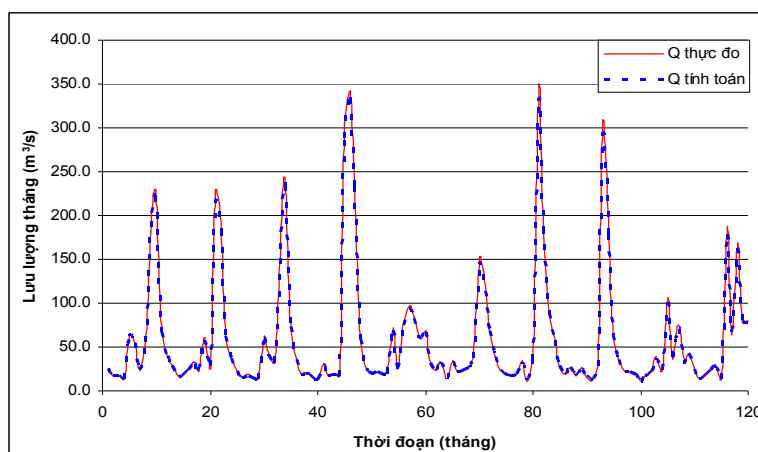
Chỉ tiêu	Mức	Loại
R ²	40 – 60%	Đạt
	65 – 85%	Khá
	> 85%	Tốt

Do tình hình số liệu dòng chảy trên lưu vực đều thiếu và không có số liệu thực đo dòng chảy nên để khôi phục số liệu quá trình dòng chảy ngày từ số liệu quá trình mưa ngày bằng mô hình NLRMM, phải mượn bộ thông số tối ưu đã được hiệu chỉnh và kiểm định của lưu vực sông Gianh-trạm Đồng Tâm (lưu vực có 21 năm số liệu dòng chảy thực đo) và chuỗi số liệu thực đo 15 năm của lưu vực sông Kiến

Giang-trạm Kiến Giang trên cơ sở thừa nhận các lưu vực này có các điều kiện địa lý tự nhiên tương tự nhau. Để hiệu chỉnh mô hình NLRRM tìm ra bộ thông số tối ưu cho lưu vực sông Gianh - trạm Đồng Tâm, nghiên cứu đã sử dụng số liệu mưa và dòng chảy thực đo của 10 năm đo đạc liên tục (1961-1970) tại trạm Đồng Tâm trên sông Gianh bằng phương pháp thử sai cho bộ 8 thông số tối ưu như sau:

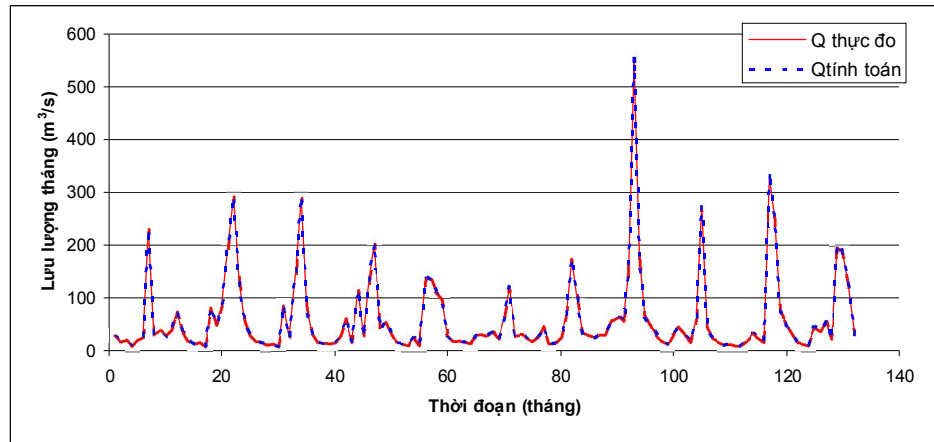
$$\begin{array}{llll} C_1 = 0,948; & C_2 = 8,774; & K_1 = 19,3; & P_1 = 0,688; \\ C_3 = 0,402 & C_4 = 60,8; & K_2 = 1138,6; & P_2 = 0,986. \end{array}$$

Với bộ thông số này, đường quá trình lưu lượng dòng chảy trạm Đồng Tâm tính từ quá trình mưa nhờ mô hình NLRRM rất phù hợp với đường quá trình lưu lượng dòng chảy thực đo; độ hữu hiệu tính theo chỉ tiêu R^2 đạt tới 99,82% và được đánh giá vào loại tốt (Hình 3.3).

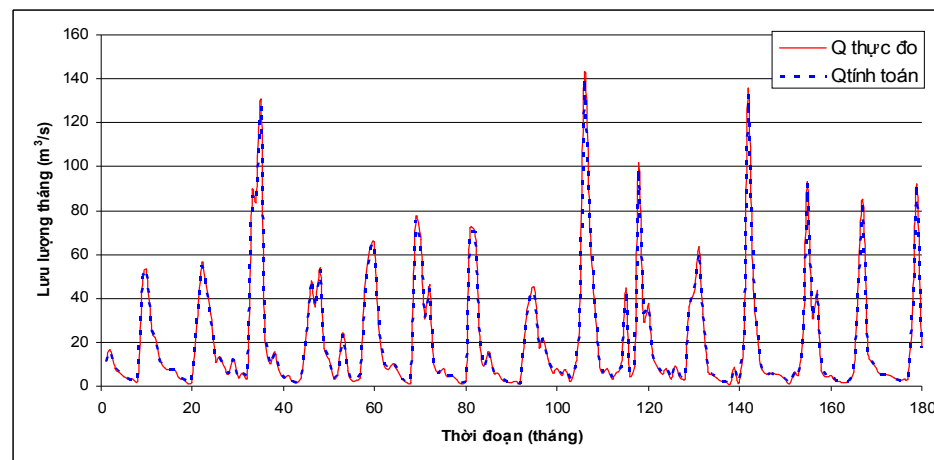


Hình 3.3 Đường quá trình dòng chảy thực đo và tính toán theo mô hình NLRRM tại trạm Đồng Tâm thời kỳ (1961-1970)

Để kiểm tra độ ổn định của mô hình với bộ thông số đã tối ưu được, đã tiến hành kiểm nghiệm mô hình NLRRM cho lưu vực sông Gianh-trạm Đồng Tâm dựa theo số liệu quá trình mưa và dòng chảy ngày độc lập liên tục 11 năm (1971- 1981) (Hình 3.4) và tại trạm Đồng Tâm trên sông Gianh với số liệu quá trình mưa và dòng chảy ngày của 15 năm (1962-1976) (Hình 3.5) cho cả trạm Kiến Giang trên sông Kiến Giang. Kết quả kiểm nghiệm và đánh giá độ hữu hiệu của mô hình cho hai trạm cho thấy: độ hữu hiệu R^2 của mô hình với bộ thông số đã tối ưu khi kiểm nghiệm đối với trạm Đồng Tâm là 99,65% còn đối với trạm Kiến Giang là 99,5% từ mô hình NLRRM rất phù hợp với đường quá trình dòng chảy thực đo và có thể ứng dụng để khôi phục số liệu quá trình dòng chảy ngày cho các lưu vực không có số liệu trên lưu vực sông Kiến Giang với độ tin cậy cao.



Hình 3.4. Đường quá trình dòng chảy thực đo và tính toán theo mô hình NLRRM tại trạm Đồng Tâm thời kỳ (1971-1981)



Hình 3.5. Đường quá trình dòng chảy thực đo và tính toán theo mô hình NLRRM tại trạm Kiến Giang thời kỳ (1962-1976)

Mượn bộ thông số mô hình NLRRM đã tối ưu và đảm bảo cho kết quả ổn định của lưu vực sông Gianh - trạm Đồng Tâm để khôi phục số liệu quá trình dòng chảy ngày thời kỳ 1963-2006 từ quá trình mưa tháng thời kỳ 1963-2006 cho các trạm Kiến Giang, Lệ Thủy, Đồng Hới, Trường Sơn trên cơ sở thừa nhận rằng: điều kiện mặt đệm của các lưu vực này tương tự với điều kiện mặt đệm lưu vực sông Gianh-trạm Đồng Tâm. Tất nhiên, khi khôi phục số liệu dòng chảy ngày cho các lưu vực sông này, số liệu diện tích lưu vực được thay thế bằng số liệu diện tích lưu vực của trạm tương ứng và số liệu quá trình mưa ngày được thay thế bằng số liệu quá trình mưa ngày của trạm mưa được lựa chọn cho lưu vực đó với các trọng số phù hợp. Từ kết quả lưu lượng được khôi phục, tiến hành tính các đặc trưng dòng chảy chuẩn.

Bảng 3.14. Trạm mưa ảnh hưởng đến các khu tưới

TT	Tiểu vùng	Ký hiệu	Nguồn nước từ sông	Trạm mưa ảnh hưởng
1	Đô thị Đồng Hới	KG1	Nhật Lệ	Đồng Hới
2	Trường Sơn 1	KG2	Long Đại	Trường Sơn
3	Trường Sơn 2	KG3	Long Đại	
4	Sông Long Đại	KG4	Long Đại	
5	TN sông Kiến Giang	KG5	Kiến Giang	Kiến Giang
6	HLsông Kiến Giang	KG6	Kiến Giang	Kiến Giang, Lê Thủy

Bảng 3.15. Kết quả tính toán lưu lượng tại các nút cân bằng (m³/s)

Tên tiểu vùng	Tên nút	Lưu lượng trung bình tháng (m ³ /s)												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TB
Đồng Hới	KG1	5.17	4.05	5.02	3.66	4.55	7.02	7.21	4.44	2.2	2.21	2.2	2.21	5.17
Trường Sơn 1	KG2	3.37	1.4	0.42	0.73	0.39	0.44	0.15	0.54	4.09	12.4	16.0	9.99	3.37
Trường Sơn 2	KG3	5.44	3.97	3.24	3.01	3.7	3.47	3.13	3.4	4.55	12.1	15.4	10.8	5.44
Sông Đại Giang	KG4	6.79	5.02	4.09	3.86	4.71	4.4	3.94	4.28	5.83	16.0	19.4	13.4	6.79
TN Kiến Giang	KG5	3.67	4.63	2.74	5.13	1.93	11.6	5.79	0.04	13.8	13.2	13.8	13.2	3.67
HLKiến Giang	KG6	19.1	10.8	18.17	10.3	17.4	29.3	30.5	15.8	5.52	6.1	5.52	2.24	19.1

3.4.3. Áp dụng mô hình IQQM tính toán cân bằng nước

Tính toán cân bằng nước cho bất kỳ một lưu vực nào cũng phải dựa trên việc so sánh giữa lượng nước đến lưu vực và lượng nước dùng của các hộ dùng nước trong lưu vực. Qua đó xác định được tiềm năng cấp nước của hệ thống và cũng đưa ra các biện pháp thích hợp cho từng trường hợp cụ thể. Nước đến cho một lưu vực có thể từ các nguồn sau đây:

- Mưa rơi trên lưu vực;
- Nước từ các lưu vực lân cận chuyển sang do các biện pháp công trình.

Mưa rơi trên lưu vực biến thành dòng chảy mặt, dòng chảy sát mặt và dòng chảy ngầm. Lượng mưa này một phần nhỏ được sử dụng ngay bởi các hộ dùng nước, phần còn lại sinh dòng chảy, chảy theo các sông suối nhỏ rồi đổ ra sông lớn, sau đó lại được sử dụng cho các hộ dùng nước phụ thuộc vào các mục đích khác nhau của con người.

Hiện nay trên thế giới có khá nhiều mô hình có khả năng giải quyết bài toán cân bằng nước như mô hình MIKE BASIN, HEC3, MITSIM... Trong luận văn, mô hình IQQM được chọn để tính toán cho lưu vực sông Kiến Giang.

Lượng thông tin tối thiểu cần có để chạy mô hình IQQM bao gồm :

- Diện tích lưu vực, độ dốc,

- Cấu trúc hệ thống sông,
- Lượng mưa ngày,
- Bốc hơi ngày,
- Dòng chảy ngày,
- Các đặc điểm hồ chứa và các công trình khác,
- Vị trí các công trình chuyển nước, và
- Mức dùng nước thiết kế.

Các số liệu bổ sung khác nếu có và ở những chỗ thích hợp bao gồm:

- Sử dụng nước thực tế,
- Cấp phép dùng nước,
- Loại mùa vụ và diện tích,
- Khả năng bơm thực tế,
- Các quyết định của hộ dùng nước, và
- Các quy tắc vận hành hiện tại hoặc dự kiến và các chính sách quản lý.

Dựa trên tình hình thực tế về tài liệu đã thu thập được trong lưu vực tính toán còn rất sơ lược: các tài liệu để tính toán nhu cầu sử dụng nước của các ngành dùng nước (như trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản, nông nghiệp, công nghiệp, môi trường ...) cũng như tài liệu KTTV và tài nguyên nước còn thiếu, nên việc tính toán cân bằng nước chỉ mang tính chất ước lượng. Để tính cân bằng nước, toàn bộ lưu vực được chia thành 6 tiểu vùng sử dụng nước. Thời đoạn cân bằng nước được tính là tháng. Mỗi một tiểu vùng sử dụng nước đều được tính toán lượng nước sử dụng cũng như lượng nước đến và lượng nước đi (không tính đến nước ngầm và nước chuyển từ các công trình thủy lợi đến, bỏ qua lượng nước hồi quy).

Nhu cầu nước tại mỗi vùng sử dụng nước bao gồm:

1. Nhu cầu nước cho sinh hoạt
2. Nhu cầu nước cho chăn nuôi
3. Nhu cầu nước cho nuôi trồng thủy sản
4. Nhu cầu nước cho tưới
5. Công nghiệp, du lịch

Nhu cầu nước cho mục đích môi trường sinh thái, ... do không có tài liệu nên trong tính toán này tạm thời bỏ qua. Việc tính các nhu cầu nước cho các mục đích sử

dụng trên được tính từ nhu cầu nước của từng năm rồi chia đều theo thời đoạn tháng. Riêng nhu cầu nước cho nông nghiệp được tính toán bằng mô hình CROPWAT như đã trình bày ở mục 3.2.

Tính toán nguồn nước đến: Kết quả lưu lượng nước đến tại các khu vực thể hiện trong bảng 3.15.

3.4.4. Quá trình ổn định bộ thông số

Trong mô hình IQQM, lựa chọn phương pháp diễn toán phi tuyến trễ để chuyển nước giữa các các nút trong sông []. Để hiệu chỉnh mô hình IQQM tìm ra bộ thông số tối ưu cho lưu vực sông Kiến Giang, đã sử dụng số liệu dòng chảy trạm Kiến Giang (1961-2006) trên sông Kiến Giang. Trong đó số liệu các năm 1961 - 1993 được sử dụng để hiệu chỉnh và các năm 1994 - 2006 dùng để kiểm định. Bằng phương pháp thử sai cho các thông số tối ưu như sau:

$$K = 0,74; \quad M = 0.65$$

Kết quả kiểm nghiệm và đánh giá độ hữu hiệu của mô hình cho thấy: độ hữu hiệu R^2 với bộ thông số đã tối ưu khi kiểm nghiệm đối với trạm Kiến Giang là 78%.

3.4.5. Kết quả và thảo luận

Sử dụng bộ thông số đã được ổn định ở trên, đưa vào tính toán bằng mô hình hệ thống IQQM cho kết quả cân bằng hệ thống tại các nút tính như ở bảng 3.16.

Bảng 3.16. Kết quả tính toán cân bằng nước lưu vực sông Kiến Giang (10^6 m^3)

Vùng	T.vùng	Nút	Thành phần	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Đô thị Đông Hới	Đô thị Đông Hới	KG1	Nước đến	16.7	12.8	11.1	8.72	11.3	12.1	15	13.6	52.5	98.3	60.5	34.3	28.9
			Nước dùng	13.4	10.5	13	9.49	11.8	18.2	18.7	11.5	5.69	5.74	5.69	5.74	10.8
			Cân bằng	3.33	2.26	-2	-0.8	-0.5	-6.1	-3.7	2.14	46.8	92.6	54.8	28.6	18.1
Sông Đại Giang	Trường Sơn 1	KG2	Nước đến	12.6	8	5.6	5	7.2	6.4	5.2	6.1	10.1	36.4	45.3	29.8	14.8
			Nước dùng	3.86	5.41	4.5	3.1	6.2	5.27	4.82	4.7	0	0	0	3.86	6.4
			Cân bằng	8.74	2.59	1.1	1.9	1	1.13	0.38	1.4	10.1	36.4	45.3	25.9	8.4
	Trường Sơn 2	KG3	Nước đến	14.1	10.3	8.4	7.8	9.6	9	8.1	8.8	11.8	31.4	39.8	27.9	11.6
			Nước dùng	2.98	3.47	5.46	7.44	8.93	5.46	7.94	5.46	0	0	0	2.48	4.1
			Cân bằng	11.1	6.83	2.94	0.36	0.67	3.54	0.16	3.34	11.8	31.4	39.8	25.4	7.5
	Sông Đại Giang	KG4	Nước đến	17.6	13	10.6	10	12.2	11.4	10.2	11.1	15.1	41.4	50.3	34.8	19.8
			Nước dùng	8.74	2.59	1.1	1.9	1	1.13	0.38	1.4	10.6	32.1	41.5	25.9	10.7
			Cân bằng	8.86	10.4	9.5	8.1	11.2	10.3	9.82	9.7	4.5	9.3	8.8	8.86	9.11
Sông Kiến Giang	TN Kiến Giang	KG5	Nước đến	31	24.9	42.9	63.3	42	44.3	24.9	42.2	180	206	340	201	121
			Nước dùng	9.5	12	7.1	13.3	5	30	15	0.1	35.7	34.2	35.7	34.2	5.7
			Cân bằng	21.5	12.9	35.8	50	37	14.3	9.9	42.1	144	172	304	167	116
	HL Kiến Giang	KG6	Nước đến	68	43	25.1	4.7	26	23.7	43	26	374	802	536	269	187
			Nước dùng	50	28	47.1	26.7	45	76	79	40	14	16	14.3	5.8	36.8
			Cân bằng	18	15.1	-22	-22	-19	-52.3	-36	-14	360	786	522	263	150

Từ bảng 3.16, có thể rút ra các nhận xét như sau:

Vùng đô thị Đông Hới: là tiểu vùng có sự phát triển kinh tế lớn nhất trên lưu vực từ nông nghiệp, công nghiệp cho tới du lịch dịch vụ.. Do đó vấn đề tính toán điều tiết sử dụng nước luôn là nhu cầu bức thiết quanh năm. Về tổng thể, lượng nước đến tiểu vùng này lớn nhất vào tháng X và thấp nhất vào tháng III. Lượng nước sử dụng nhiều nhất vào các tháng VI và VII. Dựa vào bảng kết quả cân bằng nước hệ thống thấy rằng lượng nước đến là không đủ để đáp ứng cho nhu cầu sử dụng nước vào các tháng mùa kiệt. Tình trạng thiếu hụt cân bằng nước xảy ra trong 5 tháng từ tháng III đến tháng VII, với tổng lượng nước thiếu hụt là 13.1 triệu m³ đặc biệt là tháng VI. Do đây là vùng trọng điểm phát triển kinh tế của lưu vực và toàn tỉnh, nên cần phải có những giải pháp thích hợp để giải quyết vấn đề thiếu hụt nước, tránh không ảnh hưởng tới hoạt động kinh tế và xã hội.

Đề xuất giải pháp cân bằng nội vùng thường giải quyết bằng cách giữ nước ở mùa lũ để bù đắp cho mùa kiệt. Tuy nhiên đây là vùng đồng bằng, địa hình không cho phép thiết kế các hồ đập nhân tạo giữ nước nên giải pháp cân bằng hệ thống đối với vùng này có thể sử dụng các biện pháp theo thứ tự ưu tiên như sau:

- Bổ sung thêm lượng nước mặt từ ngoại vùng (hai vùng phía trên) bằng các biện pháp công trình giữ nước để cung cấp thêm cho vùng này vào mùa kiệt. Theo phân tích trên hệ thống thì tốt nhất là lấy nước bổ sung từ vùng Đại Giang (nhất là các tiểu vùng Trường Sơn 1 & 2 là những khu vực có địa thế thuận lợi để xây dựng hồ chứa với tổng dung tích tối thiểu là 13.1 triệu m³,

- Xem xét khả năng khai thác nguồn nước ngầm tại chỗ để sử dụng phục vụ các ngành sản xuất.

- Cơ cấu lại mùa vụ và cơ cấu cây trồng để hạn chế lượng nước dùng tạo nên sự cân bằng nội vùng,

- Quy hoạch lại cơ cấu kinh tế xã hội, tuyên truyền trong cộng đồng về chính sách tiết kiệm nước cùng với việc ban hành các thể chế, chính sách đi kèm.

Vùng sông Đại Giang: lượng nước đến tại cả 3 tiểu vùng Trường Sơn 1, Trường Sơn 2 và Đại Giang lớn nhất vào tháng XI và thấp nhất vào tháng IV. Theo kết quả tính toán cân bằng cho thấy tại vùng này có nguồn nước dồi dào đủ cân đối đáp ứng nhu cầu sử dụng nước và không có sự thiếu hụt nước vào mùa kiệt. Tại vùng này, trồng trọt được chú trọng phát triển, với hệ thống kênh mương thủy lợi, nội đồng, hệ dẫn nước được đầu tư kiên cố. Do đó với lượng nước đến dồi dào như trên

có thể đảm bảo cho các mục tiêu mở rộng diện tích trồng cây, góp phần ổn định năng suất và sản lượng.

Tuy nhiên nhằm mục đích bổ sung nước trong hệ thống cho vùng Đồng Hới cần tìm những vùng có địa hình thuận lợi để xây dựng thêm các hồ chứa khoảng 20 - 30 triệu m³ không chỉ để cung cấp cho vùng dưới mà còn đảm nhiệm lượng nước bảo vệ môi trường tránh để suy thoái sông vào những năm kiệt.

Vùng sông Kiến Giang có hai tiểu vùng:

Tiểu vùng hạ lưu sông Kiến Giang: theo kết quả tính toán cân bằng nước trên tiểu vùng này cho thấy trong năm có đến 6 tháng thiếu nước từ tháng III đến tháng VIII. Tổng lượng nước thiếu trong mùa kiệt 165.3 triệu m³. Đây là vùng có lượng nước khan hiếm nhất trong toàn lưu vực, đặc biệt là trong mùa kiệt. Tuy nhiên do hiện nay khi sử dụng nước còn chưa chú trọng trong công tác bảo vệ môi trường và phát triển bền vững tài nguyên nước nên sự thiếu nước thực tế không rõ ràng (do chỉ chú trọng lượng nước tưới cho nông nghiệp) dẫn tới nguồn nước có khả năng suy kiệt về sau.

- Bổ sung thêm lượng nước mặt từ vùng thượng nguồn bằng các biện pháp công trình giữ nước để cung cấp thêm cho vùng này vào mùa kiệt bằng cách xây dựng hồ chứa với tổng dung tích tối thiểu là 165.3 triệu m³,

- Xem xét khả năng khai thác nguồn nước ngầm tại chỗ để sử dụng phục vụ các ngành sản xuất. Tăng cường trồng rừng đầu nguồn để làm tăng khả năng bảo vệ và nuôi dưỡng nguồn nước ngầm.

- Cơ cấu lại mùa vụ và cơ cấu cây trồng để hạn chế lượng nước dùng tạo nên sự cân bằng nội vùng,

Tiểu vùng thượng nguồn sông Kiến Giang qua kết quả tính toán cho thấy lượng nước đến phong phú có thể đáp ứng nhu cầu sử dụng tại tiểu vùng. Đây là vùng thượng nguồn của lưu vực, do đó nếu có giải pháp tích trữ được lượng nước thừa sẽ góp phần giải quyết sự thiếu hụt nước của các tiểu vùng bên dưới. Lượng nước thừa có thể được tích trữ bằng các biện pháp hồ chứa khoảng 250-300 triệu m³ để cung cấp cho vùng dưới mà còn đảm nhiệm lượng nước bảo vệ môi trường tránh để suy thoái sông vào những năm kiệt.

Bức tranh cân bằng nước tổng thể trên lưu vực sông Kiến Giang cho thấy lưu vực có khả năng điều tiết và cân bằng hệ thống với mức sử dụng hiện nay. Tuy nhiên trong tính toán chưa đề cập đến các biện pháp giữ nước cho môi trường. Để tài nguyên nước tránh bị suy thoái và cạn kiệt việc sử dụng nước cần tuân theo những quy chế nghiêm ngặt và trước hết cần giải quyết bài toán quy hoạch tổng thể tài nguyên nước cho cả lưu vực mà trong khuôn khổ luận văn này không đủ thời gian cho phép.

KẾT LUẬN

Sau quá trình thực hiện luận văn đã thực hiện các nội dung và rút ra các kết luận như sau:

1. Đã phân tích các đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực trong mối liên quan đến quá trình biến động tài nguyên nước theo thời gian và không gian trên lưu vực sông Kiến Giang, đồng thời tìm hiểu tình hình phát triển kinh tế xã hội trên địa bàn nghiên cứu để đánh giá nhu cầu sử dụng nước của các ngành kinh tế và dân sinh.

2. Đã tổng quan các công trình nghiên cứu trên khu vực Miền Trung, các báo cáo về tính toán cân bằng nước, đặc biệt là mô hình IQQM để tiến hành cân bằng nước hệ thống cho lưu vực sông Kiến Giang tỉnh Quảng Bình, thấy rằng lần đầu tiên trên địa bàn áp dụng một mô hình cân bằng nước hệ thống.

3. Đã tìm hiểu và vận dụng các mô hình NLRRM để khôi phục số liệu dòng chảy từ số liệu mưa nhằm khắc phục tình trạng thiếu số liệu khi triển khai mô hình IQQM. Nghiên cứu và vận dụng mô hình CROPWAT để tính toán lượng nước cần tưới cho cây trồng làm chính xác nhu cầu sử dụng nước của ngành trồng trọt - hộ sử dụng nước chính trên lưu vực để đưa vào cân bằng hệ thống bằng mô hình IQQM

4. Đã tiến hành xử lý số liệu về địa hình, mạng lưới sông để xác định các vùng tưới, các nút cân bằng hệ thống và sơ đồ tính. Lựa chọn phương pháp diễn toán phi tuyến trễ để chuyển nước giữa các các nút trong sông trong mô hình IQQM để hiệu chỉnh mô hình tìm ra bộ thông số tối ưu cho lưu vực sông Kiến Giang, với chuỗi số liệu dòng chảy trạm Kiến Giang từ 1961 đến 2006 (trong đó số liệu các năm 1961 - 1993 được sử dụng để hiệu chỉnh và các năm 1994 - 2006 dùng để kiểm định). Bằng phương pháp thử sai cho các thông số tối ưu như sau:

$$K = 0,74; \quad M = 0.65$$

Kết quả kiểm nghiệm và đánh giá độ hữu hiệu của mô hình cho thấy với bộ thông số đã tối ưu khi kiểm nghiệm độ hữu hiệu R^2 đối với trạm Kiến Giang là 78%.

5. Kết quả tính toán cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Kiến Giang cho thấy :

- Trong 6 tiểu vùng thuộc 3 vùng được phân chia trong hệ thống việc cân bằng nước trong nội vùng đảm bảo ở 4 tiểu vùng: Trường Sơn 1, Trường Sơn 2, Đại Giang và Thượng nguồn Kiến Giang. Riêng 2 tiểu vùng Đô thị Đồng Hới và Hạ du

Kiến Giang vào các tháng mùa kiệt không đảm bảo cân bằng nội vùng, cần có các giải pháp để khắc phục

- Hướng giải quyết sự thiếu hụt nước trong các tháng mùa kiệt được định hướng như sau:

+ Bổ sung thêm lượng nước mặt từ vùng thượng nguồn bằng các biện pháp công trình giữ nước để cung cấp thêm cho vùng này vào mùa kiệt bằng cách xây dựng hồ chứa với tổng dung tích tối thiểu là 165.3 triệu m³ (đối với Hạ du sông Kiến Giang), và 13, 1 triệu m³ (đối với vùng đô thị Đồng Hới). Nếu dự tính cả lượng nước cho bảo vệ môi trường tổng dung tích hồ chứa cần xây dựng tại các lưu vực thượng nguồn lên tới 270 - 300 triệu m³

+ Xem xét khả năng khai thác nguồn nước ngầm tại chỗ để sử dụng phục vụ các ngành sản xuất. Tăng cường trồng rừng đầu nguồn để làm tăng khả năng bảo vệ và nuôi dưỡng nguồn nước ngầm.

+ Cơ cấu lại mùa vụ và cơ cấu cây trồng để hạn chế lượng nước dùng tạo nên sự cân bằng nội vùng

+ Quy hoạch lại cơ cấu kinh tế xã hội, tuyên truyền trong cộng đồng về chính sách tiết kiệm nước cùng với việc ban hành các thể chế, chính sách đi kèm.

Bức tranh cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Kiến Giang cho thấy lưu vực có khả năng điều tiết và cân bằng hệ thống với mức sử dụng hiện nay. Tuy nhiên trong tính toán chưa đề cập đến các biện pháp giữ nước cho môi trường. Để tài nguyên nước tránh bị suy thoái và cạn kiệt việc sử dụng nước cần tuân theo những quy chế nghiêm ngặt và trước hết cần giải quyết bài toán quy hoạch tổng thể tài nguyên nước cho cả lưu vực để đảm bảo sự phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Lương Tuấn Anh (1996), *Một mô hình mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trên các lưu vực vừa và nhỏ ở Miền Bắc Việt Nam*. Luận án PTS Địa lý - Địa chất, Chuyên ngành Thủy văn lục địa và nguồn nước, Hà Nội, 123 tr.
2. Nguyễn Văn Cư, Nguyễn Thái Sơn, 2005 Ứng dụng mô hình SWAT và IQQM trong quản lý tổng hợp lưu vực sông Ba, *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất*, số 1. T.27. tr. 41-47
3. Đỗ Cao Đàm và nnk (1993), *Thủy văn công trình*. NXB Nông nghiệp.
4. Nguyễn Thị Nga, Nguyễn Thanh Sơn (2006), "Kết quả ứng dụng mô hình NLRRM khôi phục số liệu quá trình dòng chảy các lưu vực sông tỉnh Quảng Trị". *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XXII, số 2B PT – 2006, Hà Nội. tr 80-90
5. Trần Nghi , 2006 *Đánh giá sức chịu tải tới hạn của hệ sinh thái môi trường tự nhiên - xã hội khu di sản thiên nhiên thế giới Phong Nha - Kẻ Bàng tỉnh Quảng Bình, đề xuất mô hình phát triển bền vững kinh tế du lịch*. Báo cáo tổng kết đề tài QGTD. 04.03
6. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam* Viện KTTV, NXB Nông nghiệp, 295 tr.
7. Nguyễn Thanh Sơn (2005), *Đánh giá tài nguyên nước Việt Nam*. NXB Giáo dục, Hà Nội, 188 tr.
8. Nguyễn Thanh Sơn (2006), "Quy hoạch tổng hợp tài nguyên nước tỉnh Quảng Trị đến 2010" *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XXII, số 2B PT – 2006 tr. 139-148, Hà Nội.
9. Nguyễn Thanh Sơn (2006), *Báo cáo Quy hoạch tổng thể tài nguyên nước tỉnh Quảng Trị đến năm 2010, có định hướng năm 2020*, Đề tài cấp tỉnh. Hợp đồng khoa học kỹ thuật với Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị. Hà Nội, 180 tr
10. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993), *Khí hậu Việt Nam*, NXB KH&KT, Hà

Nội. 321 tr.

11. Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quảng Bình, 2006. *Thu thập và chỉnh lý số liệu Khí tượng - Thủy văn tỉnh Quảng Bình từ 1956-2005*. Đồng Hới
12. Ngô Đình Tuấn (1993), *Đánh giá tài nguyên nước vùng ven biển Miền Trung* (từ Quảng Bình đến Bình Thuận). Báo cáo đề tài KC.12. 03. Hà Nội
13. Ngô Đình Tuấn (1994), *Nhu cầu nước tưới vùng ven biển Miền Trung*. Báo cáo đề tài KC.12.03. Hà Nội
14. Ngô Đình Tuấn (1994), *Cân bằng nước hệ thống các lưu vực sông vùng ven biển Miền Trung*. Báo cáo đề tài KC - 12 – 03, Hà Nội
15. Hoàng Minh Tuyển và cộng sự (2007), "Một số ứng dụng của mô hình thủy lực iSIS trong công tác quy hoạch quản lý tài nguyên nước và phòng chống lũ lụt". *Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 10 - Thủy văn tài nguyên nước và Môi trường*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường Tháng 3-2007, tr 464- 476.

Tiếng Anh

16. *Guide model IQQM, NWS*