

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC VÙNG PHẦN HẠ LƯU SÔNG MÃ THUỘC ĐỊA PHẬN THANH HOÁ BẰNG MÔ HÌNH MITSIM VÀ MIKE- BASIN

TS. Hoàng Ngọc Quang

Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Trong những năm gần đây, một số khu vực trên phần lưu lưu sông Mã thuộc địa phận Thanh Hoá đã có dấu hiệu thiếu nước. Nhưng tình trạng thiếu nước đang ở mức độ nào và trong phạm vi nào là một vấn đề cần xem xét đánh giá cụ thể.

Có nhiều phương pháp xem xét và đánh giá, nhưng phương pháp sử dụng các mô hình tính cân bằng nước để xem xét mức độ thiếu nước trên toàn hệ thống sông là phương pháp có nhiều ưu thế đã được ghi nhận.

Trong các mô hình đã được nghiên cứu áp dụng, mô hình MITSIM và mô hình MIKE- BASIN là những mô hình rất phù hợp cho bài toán cân bằng nước và đang được sử dụng ở nước ta.

Đối với lưu vực sông Mã, kết quả áp dụng mô hình MITSIM và mô hình MIKE- BASIN để tính toán cân bằng nước đã cho thấy: tuy nước sông Mã còn tương đối dồi dào nhưng do phân bố không đều theo không gian và thời gian nên đã có một số vùng thiếu nước trong các tháng III và IV, nhất là vùng Nam sông Chu (72,2 triệu m³).

Kết quả tính toán cân bằng nước trên lưu vực sẽ là các căn cứ quan trọng trong công tác quy hoạch lưu vực sông cũng như việc xây dựng các phương án quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực.

1. Mô hình MITSIM và MIKE-BASIN

Mô hình MIKE BASIN do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng thể hiện một lưu vực sông (gồm sông chính và các sông nhánh), các yếu tố thủy văn của lưu vực theo không gian và thời gian, các công trình, hệ thống sử dụng nước hiện tại và tương lai cho các phương án sử dụng nước khác nhau, có thể biểu diễn cả tài nguyên nước ngầm và quá trình diễn biến nước ngầm, mô phỏng chất lượng nước, đặc biệt là việc đánh giá các phương án khai thác tài nguyên nước trong lưu vực sông.

Mô hình MITSIM (Massachusetts Institute Technology Simulation) do Viện Kỹ thuật Massachusetts (Mỹ) xây dựng năm 1977 - 1978 để nghiên cứu giai đoạn II của các sông ở Ai Cập và Nam Tư trong

khuôn khổ Chương trình phát triển của Liên Hợp Quốc.

Mô hình MITSIM mô phỏng toàn bộ hệ thống sông dưới dạng các nút như: Nút khởi đầu của hệ thống hay phân hệ thống (tối đa có 100 nút), Nút dòng chảy nhập lưu (tối đa 70 nút), Nút hồ chứa (tối đa 35 nút), Nút tưới (không quá 20 nút), Nút dòng chảy kiệt hay nút sinh thái (tối đa là 5 nút) Nút chuyển nước (tối đa 10 nút), Nút nước ngầm (tối đa 15 nút), Nút chống lũ và nút kết thúc là nút cuối cùng của sơ đồ hoá mạng sông và được đặt ở vị trí biên cuối cùng của hệ thống sông cần mô phỏng.

Việc áp dụng mô hình MITSIM và MIKE-BASIN để tính toán cân bằng nước cho lưu vực đều được thực hiện bởi các nội dung sau:

Người phản biện TS. Lã Thanh Hà

Nghiên cứu & Trao đổi

a. Phân vùng cân bằng nước

Vùng cân bằng nước là các khu tập trung nước khép kín trong địa giới hành chính để dễ quản lý, theo hệ thống thủy lợi đã có sẵn và có thể sử dụng

nguồn nước theo hệ thống và với khái niệm này, phần lưu sông Mã thuộc địa phận Thanh Hoá được chia thành các khu cân bằng nước theo hai nhánh sông Mã và sông Chu như bảng 1.

Bảng 1.: Kết quả phân vùng cân bằng nước phần lưu vực sông Mã thuộc Thanh Hoá

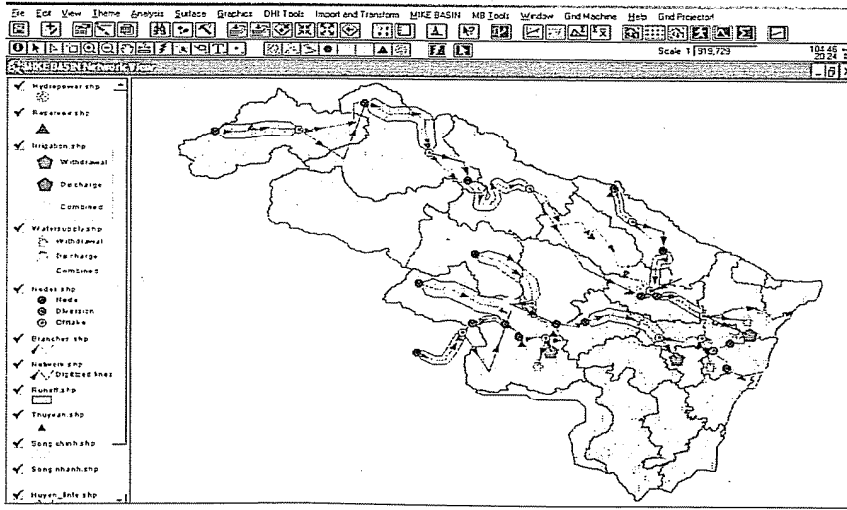
TT	Vùng cân bằng	Nhánh sông	Diện tích	Dân số năm 2005
1	Thượng Sông Mã	Mã	725,21	11.565
2	Trung sông Mã	-	1117,34	216.667
3	Trung sông Bưởi	Bưởi	485,000	73.918
4	Hạ sông Bưởi	-	230,520	163.048
5	Bắc sông Mã	Mã	760,690	534.891
6	Thượng sông Chu	Chu	1105,06	93.538
7	Lưu vực sông Âm	Âm	734,440	84.748
8	Nam sông Chu	Chu	985,02	1.118.092
9	Thượng Cầu Chày	Cầu Chày	408,840	166.318
10	Nam Chu-Bắc Mã	Chu	391,57	366.904
Tổng			8.944,21	2.931.689

b. Số hoá hay sơ đồ hoá mạng lưới sông, phân vùng cân bằng nước, tính lượng nước đến, nhu cầu nước cho mỗi khu cân bằng và lượng nước sinh thái ở nút kết thúc.

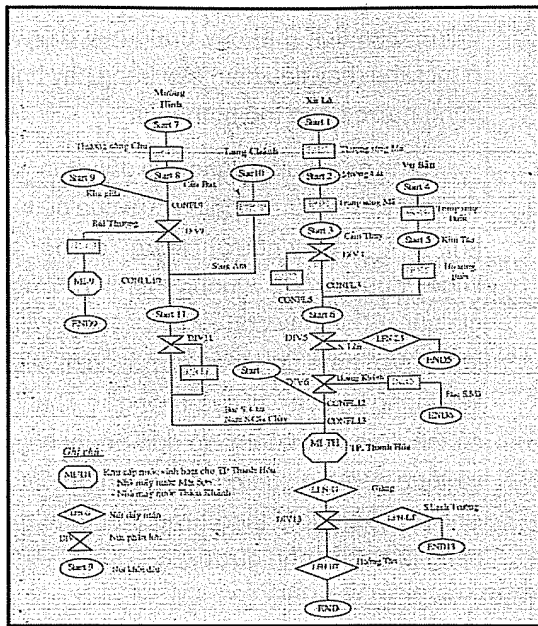
- Đối với mô hình MIKE-BASIN việc số hoá mạng lưới sông là nhằm thể hiện lưu vực sông, mạng lưới sông và các nút cân bằng trên hệ thống

(hình 1)

- Đối với mô hình MITSIM là việc mô phỏng toàn bộ hệ thống sông dưới dạng các nút gồm: Nút khởi đầu của hệ thống hay phân hệ thống, Nút dòng chảy nhập lưu, Nút hồ chứa, Nút tưới, Nút dòng chảy kiệt hay nút sinh thái, Nút chuyển nước, Nút nước ngầm, Nút chống lũ và nút kết thúc (hình 2).



Hình 1: Giao diện chính của mô hình MIKE-BASIN



Hình 2. Sơ đồ hoá mạng lưới sông theo mô hình MITSIM

c. Tính lượng nước đến cho mỗi khu cân bằng và lượng nước sinh thái tại nút kết thúc

- Tính lượng nước đến. Có 11 nút cân bằng cần tính lượng nước đến với tần suất 75% theo phương pháp thống kê (đối với các nút có số liệu dòng chảy như Cửa Đập, Cấm Thủy, Lang Chánh, ...) hoặc

phương pháp tương quan (cho các nút có ít tài liệu quan trắc như: Kim Tân, Mường Hình, Vụ Bản, Sông Đàng) hay phương pháp tỷ lệ diện tích (cho những nút không có tài liệu như: Mường Lát, Xuân Khánh, Ngã Ba Bông), khi chênh lệch diện tích không quá lớn và được cho trong bảng 2.

Bảng 2. Lưu lượng (m³/s) với tần suất 75% tại các nút cân bằng khởi đầu

Vị trí	Lưu lượng tháng												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Xã Là	39	36.6	32.6	39.9	57.2	160	202	174	169	119	120	71	102
Mường Lát	74.5	69.9	62.27	76.2	109	306	386	332	323	227	229	135	194
Cấm Thủy	138	126	89.2	125	146	367	413	747	737	302	188	141	296
Vụ Bản	11.3	9.5	8.4	9.2	15.4	26.1	35.4	52.5	69.2	51.2	31.9	15.7	28
Kim Tân	20.8	17.4	15.4	16.9	28.4	48.1	65.1	96.7	127	94.2	58.7	28.8	51.6
Ngã Ba Bông	181	165	117	164	191	482	542	981	966	396	247	184	388
Mường Hình	38.1	30.4	26.32	23.7	34.1	57	58.7	166	138	77	109	58	68.4
Cửa Đập	44.9	38.8	31.52	33.3	32.1	113	144	161	156	261	172	74	105
Sông Đàng	1.37	1.21	1.34	2.24	3.97	5.14	7.63	10.1	7.43	4.63	2.28	4.07	4.06
Lang Chánh	4.42	3.70	3.27	3.61	6.05	10.2	13.9	20.6	27.1	20.1	12.5	6.14	10.97
Xuân Khánh	54.3	46.9	38.14	40.2	38.9	137	174	195	189	316	209	89	127

Nghiên cứu & Trao đổi

- Tính lượng nước sinh thái.

Lượng nước sinh thái được lấy bằng lượng dòng chảy tháng nhỏ nhất ứng với $P=90\%$ [1,2]. Đây là lượng dòng chảy cần thiết đảm bảo cho cân bằng sinh thái ở hạ lưu hay được dùng để đẩy mặn ở các nút kết thúc. Bằng phương pháp phân tích tần suất, lưu lượng sinh thái tính được tại Cẩm Thủy là $58\text{m}^3/\text{s}$ và tại Cửa Đạt là $19,7\text{ m}^3/\text{s}$.

d. Tính nhu cầu nước cho các ngành dùng nước có tiêu hao cho các khu cân bằng

Trong các ngành dùng nước, có 4 ngành dùng nước có tiêu hao: Nước cho tưới, nước cho chăn nuôi, nước cho sinh hoạt và nước cho công nghiệp.

Có nhiều phương pháp tính toán nhu cầu nước cho dân sinh, chăn nuôi và trồng trọt. Chẳng hạn cách tính toán nhu cầu nước theo định mức sử dụng

nước của mỗi người dân, mỗi loại cây trồng, vật nuôi sau đây nhân với tổng số người (đô thị hay nông thôn), diện tích (ha) cây trồng hay tổng số vật nuôi ở mỗi khu (hay tiểu khu) cân bằng hay tính định mức dùng nước bằng mô hình toán.

- Định mức nước dùng cho dân sinh và chăn nuôi được lấy từ kết quả nghiên cứu của đề tài KC-12-02 [4]: 114 l/ngày/người sống ở đô thị và 70 l/ngày/người sống ở nông thôn; 135 l/ngày/con đại gia súc, 60 l/ngày/con lợn và 11 l/ngày/con gia cầm khác. Với năm tính toán được chọn là 2005, từ số liệu thống kê của Chi cục Thống kê Thanh Hoá [3] ta có thể tính được tổng số dân đô thị hay nông thôn và tổng đàn gia súc gia cầm và nhu cầu nước dân sinh và chăn nuôi theo từng tháng tại mỗi khu cân bằng là có thể tính được.

Bảng 3. Nhu cầu nước cho dân sinh năm 2005

Khu cân bằng	Nhu cầu nước từng tháng (10^3m^3)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Thượng Sông Mã	272.5	254.9	272.5	263.7	272.5	263.7	272.5	272.5	263.7	272.5	263.7	272.5
Trung sông Mã	529.3	498.1	529.3	512.3	529.3	512.3	529.3	529.3	512.3	529.3	512.3	529.3
Trung sông Bưởi	180.6	168.9	180.6	174.7	180.6	174.7	180.6	180.6	174.7	180.6	174.7	180.6
Hạ sông Bưởi	398.3	372.6	398.3	385.4	398.3	385.4	398.3	398.3	385.4	398.3	385.4	398.3
Bắc sông Mã	1957	1831	1957	1895	1957	1895	1957	1957	1895	1957	1895	1957
Thượng sông Chu	228.6	213.2	228.6	221.1	228.6	221.1	228.6	228.6	221.1	228.6	221.1	228.6
Lưu vực sông Âm	207.0	193.7	207.0	200.3	207.0	200.3	207.0	207.0	200.3	207.0	200.3	207.0
Nam sông Chu	2466	2306	2466	2386	2466	2386	2466	2466	2386	2466	2386	2466
Thượng Cầu Chày	406.3	380.1	406.3	393.2	406.3	393.2	406.3	406.3	393.2	406.3	393.2	406.3
Nam Chu Bắc Mã	901.2	848.0	901.2	872.1	901.2	872.1	901.2	901.2	872.1	901.2	872.1	901.2

- Định mức dùng nước cho mỗi ha cây trồng được lấy từ kết quả nghiên cứu áp dụng mô hình CROPWAT (cho cây trồng cạn) và mô hình WDR (cho cây lúa nước) trong đề tài Nghiên cứu Quản lý tổng hợp tài nguyên và môi trường lưu vực sông Mã

[2] và với diện tích gieo trồng của các loại cây trong số liệu thống kê năm 2005 của Chi cục Thống kê Thanh Hoá, nhu cầu nước cho cây trồng trong mỗi khu cân bằng là tính được.

Bảng 4. Nhu cầu nước cho chăn nuôi năm 2005

Khu công nghiệp	Nhu cầu nước từng tháng (10 ³ m ³)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Thượng sông Mã	249.9	557.5	249.9	285.9	249.9	285.9	249.9	285.9	249.9	285.9	249.9	285.9
Trung sông Mã	482.8	436.0	482.8	467.2	482.8	467.2	482.8	467.2	482.8	467.2	482.8	467.2
Thượng sông Bưởi	799.8	722.4	799.8	794.7	799.8	794.7	799.8	794.7	799.8	794.7	799.8	794.7
Hạ sông Bưởi	308.6	278.7	308.6	298.7	308.6	298.7	308.6	298.7	308.6	298.7	308.6	298.7
Bắc sông Mã	723.8	653.8	723.8	700.5	723.8	700.5	723.8	700.5	723.8	700.5	723.8	700.5
Thượng sông Chu	288.4	250.8	288.4	267.8	288.4	267.8	288.4	267.8	288.4	267.8	288.4	267.8
Lưu vực sông #m	229.9	207.7	229.9	222.6	229.9	222.6	229.9	222.6	229.9	222.6	229.9	222.6
Nam sông Chu	1007	907.1	1007	972.3	1007	972.3	1007	972.3	1007	972.3	1007	972.3
Thượng Cầu Chày	235.9	213.1	235.9	228.3	235.9	228.3	235.9	228.3	235.9	228.3	235.9	228.3
Bắc Chu - Nam Mã	804.7	726.8	804.7	778.8	804.7	778.8	804.7	778.8	804.7	778.8	804.7	778.8

Bảng 5. Nhu cầu nước tưới năm 2005

Khu cân bằng	Nhu cầu nước từng tháng (10 ³ m ³)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Thượng Sông Mã	204.8	241	276	209	0	0	127	166	138	0	431	576
Trung sông Mã	582.2	717	789	602	0	0	187	245	492	0	716	972
Trung sông bưởi	726.8	527	580	445	0	0	930	121	393	71	400	559
Hạ sông Bưởi	7184	888	9789	7507	0	0	1047	1363	442	28	15.6	23.6
Bắc sông Mã	28467	35194	38818	29762	0	0	40168	52426	16954	0	84.9	38.4
Thượng sông Chu	3751	4634	5111	3924	83	0	5954	7770	2513	0	105	21.3
Lưu vực sông Âm	2904	3587	3957	3042	91	0	2604	3398	1099	0	10.8	2.06
Nam sông Chu	5316	6574	7252	5562	0	0	10835	1414	4573	0	1.79	51.9
Thượng Cầu Chày	5437	67191	74108	56834	3	0	78948	10300	33322	0	37.9	105.
Nam Chu-Bắc Mã	35776	44219	48784	37438	32	0	59286	77371	25020	0	74.1	100

Bảng 6. Nhu cầu nước cho công nghiệp và dịch vụ năm 2005 (Nguồn: Sở Nông nghiệp Phát triển Nông thôn Thanh Hoá)

TT	Khu cân bằng	Nhu cầu nước (m ³ /s)	TT	Khu cân bằng	Nhu cầu nước (m ³ /s)
1	Thượng Sụng Mố	0.06	6	Thượng sụng Chu	0.10
2	Trung sụng Mố	0.10	7	Lưu vực sụng #m	0.15
3	Trung sụng bưởi	0.02	8	Nam sụng Chu	0.53
5	Hạ sụng Bưởi	0.01	9	Thượng Cầu Ch#y	0.15
5	Bắc sụng Mố	0.35	10	Nam Chu-Bắc Mố	0.25

Nghiên cứu & Trao đổi

e. Tính toán cân bằng nước

Sau khi có nhu cầu nước, lượng nước đến, lượng nước sinh thái, sơ đồ số hoá mạng lưới sông ta sẽ tính được cân bằng nước năm 2005 bằng các

mô hình MITSIM và MIKEBASIN. Kết quả tính toán cho thấy năm 2005 trên lưu vực có các khu: Nam sông Chu, Lưu vực sông Âm và Bắc sông Mã là thiếu nước trong tháng 3 và IV (bảng 7).

Bảng 7. Kết quả tính toán cân bằng nước hạ lưu sông Mã thuộc Thanh Hoá

Vùng thiếu nước	Lượng nước thiếu theo các tháng ($10^6 m^3$)						Chênh lệch (%)
	Tính theo MITSIM			Tính theo MIKE-BASIM			
	3	4	Tổng	3	4	Tổng	
Nam sông Chu	28,5	35,1	63,6	30,9	41,3	72,2	13,9
Bắc sông Mã	3,24	0	3,24	4,23		4,23	30,5
LV sông Âm	0,8	0,5	1,3	1,0	0,9	1,9	46,1

3. Nhận xét

a. Về nhu cầu nước

- Nông nghiệp là ngành cần nước nhiều nhất, chiếm tới 70% tổng nhu cầu nước trên lưu vực. Ngành dùng nước ít nhất là ngành chăn nuôi và chỉ chiếm khoảng 7% và còn các ngành khác chỉ cần có từ 9-10% mà thôi.

- Trong các vùng cân bằng: sông Chu là vùng

cần nhiều nước nhất: chiếm tới 30% tổng lượng nước dùng. Đây là vùng trồng lúa trọng điểm lớn nhất và có hai khu công nghiệp đô thị lớn nhất (KCN Lam Sơn và Tp. Thanh Hoá).

- So với tổng lượng nước sông ($17,2$ tỉ m^3), nhu cầu nước chưa lớn lắm, chỉ chiếm khoảng 10,47% nhưng sẽ tăng lên 13,1% vào năm 2010 sẽ tăng lên 22,5% vào năm 2020.

Bảng 8. Nhu cầu nước ($103m^3$) năm 2005 và dự báo đến 2020

Nhà dùng nước	Năm 2005		Năm 2010		Năm 2020	
	Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	Nhu cầu	Tỷ lệ (%)
Dân sinh	158,649	9	257,339	11	314,339	13
Chăn nuôi	124,100	7	217,476	10	338,854	14
Công nghiệp	180,990	10	419,938	19	473,545	19
Trồng trọt	1.376,272	75	1.360,12	60	1.360,12	55
Tổng	1.840,01	100	2.254,91	100	2.468,86	100

b. Về cân bằng nước

- Cân bằng nước tính theo mô hình MITSIM và MIKE-BASIN đều cho thấy có 3 khu cân bằng: Nam sông Chu, Lưu vực sông Âm và Bắc sông Mã thiếu trong các tháng III và IV. Trong đó, Khu Nam sông Chu thiếu trầm trọng nhất.

- Mheo mô hình MIKE-BASIN cho kết quả tính toán lượng nước thiếu (78,33 106m³) theo mô hình MITSIM từ 13,9-46,1% và việc tính toán cũng phức tạp hơn.

- Kết quả tính toán đó cũng cho phép ta suy ra rằng: dấu hiệu thiếu nước sẽ tăng lên khi nhu cầu nước tăng lên, nhất là đối với thời kỳ HĐH và CNH đã diễn ra hiện nay.

c. Những hạn chế:

- Ở vùng thượng lưu, các thông tin, tài liệu về tự nhiên và kinh tế xã hội rất thiếu, nhất là vùng lãnh thổ nước Cộng hoà Dân chủ Nhân dân Lào, nên bài toán cân bằng nước mới chỉ thực hiện ở phần lưu vực sông Mã thuộc địa phận Thanh Hoá.

- Việc sử dụng tài liệu của trạm Thủy văn Vụ Bản (thuộc Hoà Bình không xa biên giới Thanh Hoá) làm đầu vào cho vùng cân bằng Trung sông Bưởi cũng có sai số nhất định nhưng lại có thuận lợi khác là đã lợi dụng được một số tài liệu thực đo tại đây nên độ tin cậy cao hơn khi phải tính chuyển theo phương pháp diện tích.

Tài liệu tham khảo

1. Chi cục Thống kê Thanh Hoá: Số liệu thống kê kinh tế xã hội năm 2005.
2. Hoàng Ngọc Quang: Cân bằng nước lưu vực sông Mã có xét tới lượng nước bổ sung của hồ chứa Cửa Đạt và Thác Quýt, Hà Nội -2002.
3. Hoàng Ngọc Quang: Nghiên cứu quản lý tổng hợp tài nguyên và môi trường nước lưu vực sông Mã, Hà Nội – 2009.