

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE BASIN TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC MẶT LƯU VỰC SÔNG ĐÀ

PGS.TS. Trần Đình Hợi
TS. Nguyễn Quang Trung
Viện Khoa học Thủy lợi

Để có cơ sở khoa học cho công tác quy hoạch và quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Đà theo mục tiêu phát triển bền vững, với sự trợ giúp của các chuyên gia dự án "Hỗ trợ tăng cường năng lực các viện ngành nước" (WRSI) của tổ chức DANIDA - Đan Mạch, chúng tôi đã khai thác mô hình toán MIKE BASIN do Viện Thủy lợi Đan Mạch xây dựng để tính toán nhu cầu và khả năng cấp nước cho các ngành kinh tế theo các kịch bản phát triển khác nhau. Bài báo sẽ trình bày một số kết quả tính toán theo các tần suất với nhu cầu sử dụng nước của các ngành kinh tế cho giai đoạn hiện tại và cho các kịch bản đến năm 2010 đồng thời đề xuất một số kiến nghị về giải pháp cấp nước cho các vùng thiếu hụt. Các kết quả về tính toán vận hành hồ chứa Sơn La, Hoà Bình trong điều kiện tăng diện tích rừng, phục hồi thảm phủ thực vật xin được trình bày trong một số khác.

1. Đặt vấn đề

Sông Đà là chi lưu lớn nhất của sông Hồng, bắt nguồn từ vùng núi Ngưu Sơn tỉnh Vân Nam - Trung Quốc. Tổng diện tích lưu vực là 52.900 km², trong đó diện tích thuộc Việt Nam là 26.800 km².

Lưu vực sông Đà có tiềm năng lớn về nguồn tài nguyên nước, tổng lượng dòng chảy chiếm tới 51% dòng chảy của hệ thống sông Hồng, đã tạo ra một tiềm năng thủy điện to lớn, hàng năm có thể khai thác từ 22 đến 33 tỷ kwh. Tuy nhiên, do đặc điểm địa hình chia cắt, độ dốc lớn, lượng mưa phân bố không đều theo không gian và thời gian nên một số vùng trong lưu vực đã xảy ra tình trạng thiếu nước vào mùa khô. Ngoài ra, sự thay đổi về sử dụng đất và sự thu hẹp diện tích rừng cũng là những thách thức đối với việc đảm bảo phát triển bền vững. Để có cơ sở khoa học cho công tác quy hoạch và quản lý tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực, chúng tôi đã khai thác, sử dụng mô hình NAM và MIKE BASIN để mô phỏng lượng mưa và dòng chảy mặt, đồng thời tính toán cân bằng nước cho lưu vực. Sau đây xin trình bày một số kết quả của mô hình.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Tính toán xác định nhu cầu và khả năng cấp nước cho các ngành kinh tế theo các kịch bản phát triển khác nhau, làm cơ sở cho công tác quy hoạch và sử dụng hợp lý tài nguyên nước theo mục tiêu phát triển bền vững.

3. Nội dung nghiên cứu

Xây dựng mô hình hoá các tiểu lưu vực, dòng chảy, hồ chứa, thủy điện và các điểm dùng nước để mô tả các hoạt động dùng nước và điều tiết dòng chảy trong lưu vực theo các tần suất $P=5\%$, $P=50\%$, $P=75\%$ và $P=90\%$.

Xác định nhu cầu sử dụng nước cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt và chăn nuôi trong lưu vực đến năm 2010 và khả năng cấp nước của các vùng.

4. Giới thiệu mô hình NAM và mô hình MIKE BASIN

a. Mô hình NAM

NAM là một modul trong hệ thống mô hình sông MIKE 11 của Viện Thủy lợi Đan Mạch. Mô hình thủy văn NAM mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy mặt tại phạm vi lưu vực sông. Lưu vực được xem như là một khối thống nhất và các thông số khí tượng, thủy văn lấy theo giá trị trung bình. Mô hình NAM được kết nối với mô hình MIKE BASIN nên có thể chạy trực tiếp trong MIKE BASIN hoặc chạy độc lập.

b. Mô hình MIKE BASIN

MIKE BASIN là mô hình toán của Viện Thủy lợi Đan Mạch, là công cụ để tính toán cân bằng nước, hỗ trợ cho công tác quy hoạch tổng hợp lưu vực sông và quản lý tài nguyên nước. Giao diện mô hình được xây dựng trong môi trường ArcViewGIS cho phép tạo lập mô hình và hiển thị kết quả một cách trực quan.

MIKE BASIN mô phỏng phân bố nước, thể hiện các đặc tính thủy văn của lưu vực về mặt thời gian và không gian. Đó là một mô hình mạng sông, trong đó, sông và các nhánh sông chính được hiển thị bằng một mạng lưới các nhánh và nút. Nhánh sông biểu diễn cho các dòng chảy riêng lẻ, các nút biểu diễn các điểm hội tụ của sông, điểm chuyển dòng hoặc vị trí có diễn ra các hoạt động liên quan đến nước hay những vị trí quan trọng mà có yêu cầu cân kết quả. Kết quả được hiển thị dưới dạng bảng biểu, đồ thị và hình vẽ giúp cho việc phân tích đánh giá được dễ dàng.

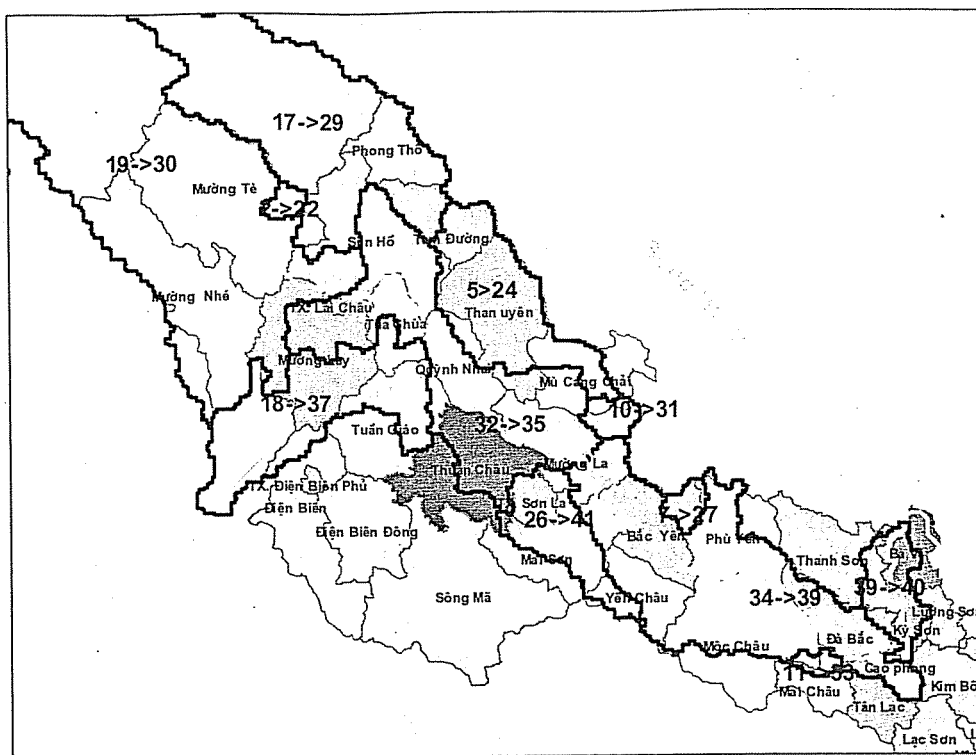
5. Tài liệu dùng cho nghiên cứu

- Bản đồ độ cao số DEM lấy từ số liệu vệ tinh của Mỹ.
- Tài liệu khí tượng của 17 trạm khí tượng với liệt tài liệu từ 20 ÷ 40 năm được cập nhật đến năm 2000; tài liệu thủy văn của 11 trạm thủy văn với liệt tài liệu từ 10 ÷ 30 năm.
- Tài liệu về hồ chứa, trạm thủy điện: các hồ chứa đưa vào mô phỏng là Sơn La, Hoà Bình và 3 hồ chứa có dung tích hữu ích lớn hơn 1 triệu m³. Tài liệu thủy điện bao gồm thủy điện Sơn La và Hoà Bình.
- Tài liệu về nông nghiệp, công nghiệp, dân số, vật nuôi... định hướng phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh.
- Tài liệu về chỉ tiêu cấp nước cho sinh hoạt, cho chăn nuôi, thời vụ cây trồng và nhu cầu sử dụng nước của các loại cây trồng.

6. Tính toán thủy văn

Dựa vào các trạm thủy văn, lưu vực sông Đà được chia thành 12 tiểu lưu vực (bảng 1).

Sử dụng dòng chảy thực đo của các trạm thủy văn để kiểm định tính toán mưa - dòng chảy mặt. Quá trình kiểm định cho các tiểu lưu vực thu được kết quả tương đối tốt, liệt dòng chảy thực đo và mô phỏng tương đối trùng khớp, đảm bảo cân bằng được về mặt tổng lượng. Các thông số của mỗi tiểu lưu vực phản ánh được đặc trưng của lưu vực như khả năng giữ nước kém, dòng chảy mùa lũ tập trung nhanh. Điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm địa hình độ dốc lớn, chia cắt mạnh của lưu vực. Tóm lại kết quả mô phỏng mưa - dòng chảy mặt có thể được sử dụng để mô phỏng tài nguyên nước trong lưu vực. Từ bộ thông số đã xác định được, tính toán dòng chảy cho các tiểu lưu vực giai đoạn 1982 - 2000.



Hình 1. Phân chia tiểu lưu vực

Bảng 1. Danh mục các tiểu lưu vực

TT	Mã số	Sông	Trạm thủy văn	Diện tích (km ²)	Thuộc các huyện
1	19-30	Đà	Lai Châu	26.805	Mường Tè, Mường Nhé
2	17-29	Nậm Na	Nậm Giàng	6.740	Phong Thổ, Tam Đường, Sin Hồ
3	2-22	Nậm Bum	Nà Hừ	155	Mường Tè
4	18-37	Nậm Mức	Nậm Mức	2.680	Mường Lay, Tuần Giáo, Tủa Chùa
5	5-24	Nậm Mu	Bản Củng	2.655	Tam Đường, Thuận Uyên, Mường Cang Chải, Quỳnh Nhai
6	32-35	Đà	Tạ Bú	5.203	Sin Hồ, Phong Thổ, Thuận Châu, Quỳnh Nhai, Mường La
7	10-31	Nậm Chiên	Nậm Chiên	422	Mù Cang Chải, Mường La
8	26-41	Nậm Bú	Thác Vai	1.360	TX. Sơn La, Mai Sơn, Yên Châu
9	7-27	Suối Sập	Phiêng Hiêng	246	Bắc Yên
10	34-39	Đà	Hoà Bình	5.632	Mường La, Bắc Yên, Yên Châu, Phù Yên, Mai Sơn, Mộc Châu, Mai Châu, Đà Bắc, Cao Phong
11	11-33	Bãi Sang	Bãi Sang	116	Mai Châu
12	39-40	Đà		928	Kỳ Sơn, Ba Vì, Thanh Sơn, Thanh Thủy

7. Kết quả tính toán xác định khả năng và nhu cầu cấp nước hiện trạng

a. Phân vùng tính toán

Mục đích: xác định nhu cầu nước và khả năng cấp nước cho các ngành kinh tế của mỗi vùng.

Nguyên tắc phân vùng:

- Căn cứ vào vị trí các trạm thuỷ văn, theo đường phân thuỷ của các tiểu lưu vực.

- Căn cứ vào đặc điểm phân bố nguồn nước.

- Căn cứ theo địa giới hành chính tỉnh, huyện.

Dựa vào các nguyên tắc trên số vùng được phân chia là 24 vùng.

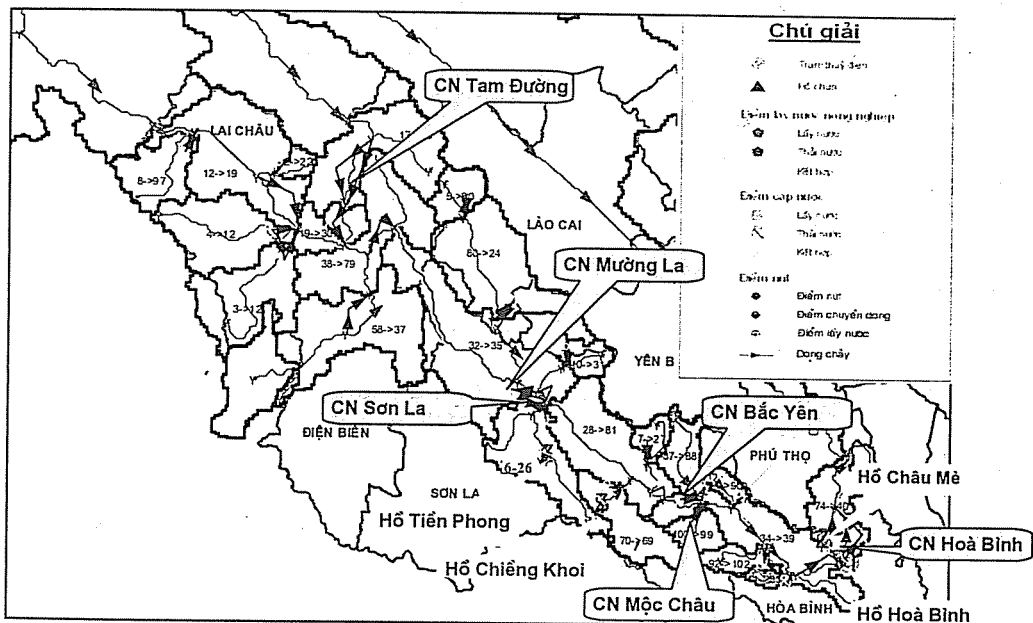
b. Sơ đồ tính toán

Điểm cấp nước nông nghiệp bao gồm nhu cầu nước tưới và nước sinh hoạt. Tổng số 27 điểm, trong đó 24 điểm của 24 tiểu vùng và 3 điểm của 3 hồ chứa nhỏ.

Điểm cấp nước công nghiệp và đô thị: 6 điểm là các khu công nghiệp (CN): Tam Đường, Mường La, Sơn La, Bắc Yên, Mộc Châu và Hoà Bình.

Hồ chứa được đặt tại vị trí nút lưu vực hoặc nút đơn có dòng chảy vào. Bốn hồ chứa được đưa vào mô phỏng: hồ Hoà Bình và các hồ nhỏ Tiên Phong, Chiềng Khoi, Châu Mè.

Điểm lấy nước cho công nghiệp và nông nghiệp được kết nối với hồ chứa hoặc các nút. Dòng hồi qui được kết nối vào các nút ngay sau nút lấy nước.



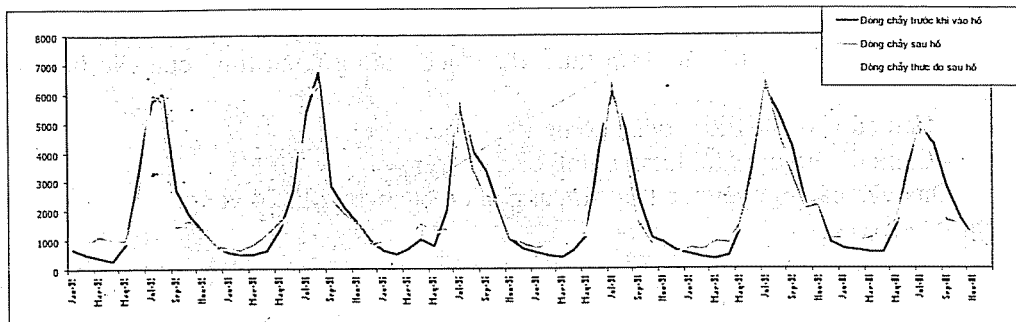
Hình 2. Sơ đồ tính toán kiểm định mô hình MIKE BASIN

c. Kết quả kiểm nghiệm

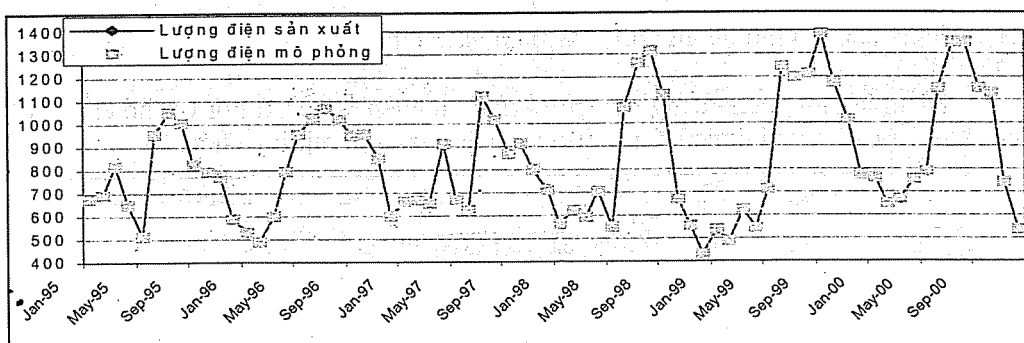
Kiểm nghiệm vận hành và phát điện của hồ chứa Hoà Bình (1995 - 2000), hoạt động của các điểm lấy nước, các kết nối.

Kết quả kiểm nghiệm đối với lưu lượng hạ lưu hồ, mực nước thượng lưu hồ và phát điện của hồ Hoà Bình cho thấy mô hình mô phỏng tốt vận hành của hồ chứa và phát điện (hình 3 và 4). Đối với các điểm lấy nước nông nghiệp và công nghiệp, mô

hình mô phỏng được dòng cy vào cũng như dòng chảy ra. Từ kết quả kiểm nghiệm cho thấy mô hình đảm bảo độ tin cậy để tính toán quy hoạch sử dụng nguồn nước mặt lưu vực sông Đà thuộc lãnh thổ Việt Nam.



Hình 3. Kiểm nghiệm mô phỏng hoạt động (lưu lượng) của hồ chứa Hoà Bình



Hình 4. Kiểm nghiệm mô phỏng lượng điện nhà máy thủy điện Hoà Bình

d. Nhu cầu sử dụng nước hiện trạng

Kết quả tính toán tổng nhu cầu sử dụng nước hiện trạng ứng với tần suất $P=75\%$ cho thấy:

Đối với tiểu lưu vực 26-41, là vùng thuộc thị xã Sơn La và huyện Mai Sơn tỉnh Sơn La, nằm trên cao nguyên Mộc Châu, chạy dọc theo quốc lộ 6, tập trung đông dân cư, nhà máy cũng như các khu sản xuất nông nghiệp, lượng dòng chảy sản sinh nhỏ nên thường xảy ra tình trạng thiếu nước trong các tháng từ tháng XI đến tháng VI năm sau, lượng thiếu hụt lớn nhất là vào các tháng II và tháng III, thiếu từ 9 đến 10 triệu mét khối/tháng. Các tháng còn lại thiếu hụt vào khoảng từ 0,7 đến 6,5 triệu mét khối.

Tiểu vùng 11-33 thuộc huyện Mai Châu, từ tháng I đến tháng V lượng nước đến gần cân bằng với lượng nước sử dụng, tháng III là tháng có khả năng xảy ra thiếu nước lớn nhất.

Các tiểu vùng 39-40 thuộc Ba Vì, Thanh Sơn, Thanh Thủy, Kỳ Sơn và tiểu vùng 10-31 thuộc Mù Cang Chải, Mường La từ tháng XII đến tháng VI khả năng thiếu nước cũng rất lớn. Đặc biệt cần chú ý vào tháng III và tháng IV, lượng nước cân bằng cũng chỉ vào khoảng 1,5 đến 4 triệu mét khối/tháng, vì vậy, cần có biện pháp công trình để điều tiết và cấp nước cho những năm hạn có thể xảy ra.

Các vùng thuộc các tiểu lưu vực còn lại có lượng nước sử dụng lớn nhất thường gấp từ 8 đến 20 lần lượng dòng chảy nhỏ nhất, ngoài việc đảm bảo cấp nước cho công nghiệp, tưới và sinh hoạt các vùng còn cần đảm bảo đủ nước cấp cho các hoạt động sinh thái môi trường.

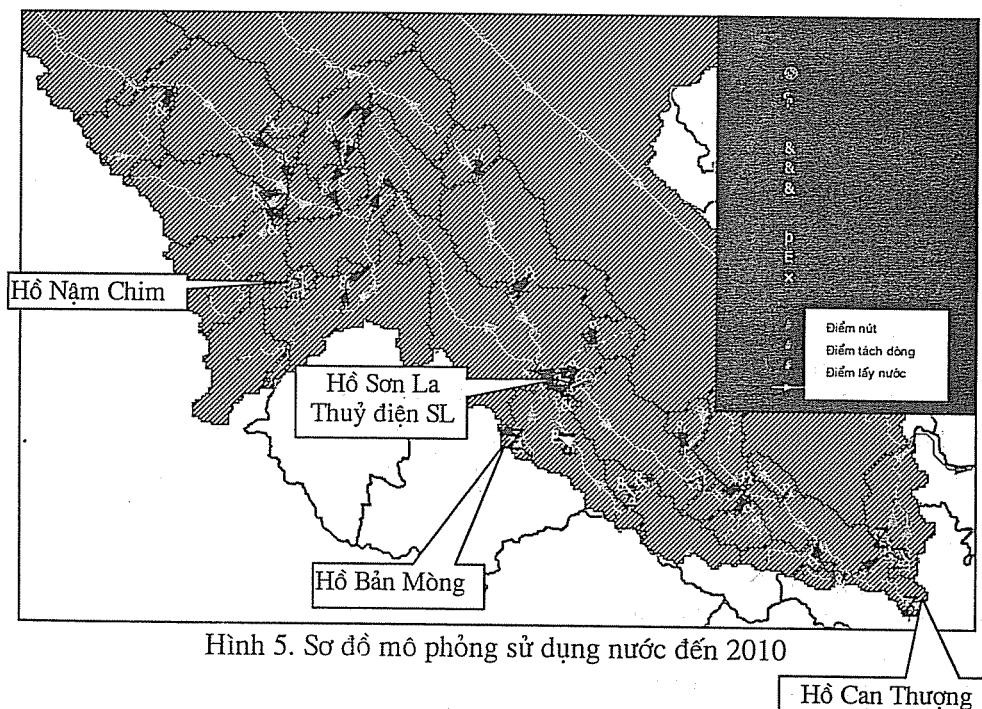
8. Kết quả tính toán xác định khả năng và nhu cầu cấp nước đến 2010

a. Định hướng phát triển kinh tế - xã hội đến 2010

Theo quy hoạch phát triển kinh tế xã hội các tỉnh trong lưu vực, dự kiến đến 2010 dân số trong vùng khoảng 1,98 triệu dân trong đó: thành thị: 0,4 triệu; nông thôn: 1,58 triệu. Đàn gia súc, gia cầm dự kiến: đại gia súc: 0,5 triệu; gia súc: 1,05 triệu; gia cầm: 12,3 triệu con. Diện tích các loại cây trồng dự kiến: lúa chiêm: 19.150 ha; lúa mùa: 36.570 ha; cây công nghiệp: 17.980 ha; mậu chiêm: 22.000 ha; mậu mùa: 74.000 ha.

b. Sơ đồ tính toán

Sơ đồ mô phỏng sử dụng nước đến 2010 về cơ bản dựa trên sơ đồ kiểm định mô hình nhưng số liệu của các điểm dùng nước được tính đến năm 2010. Các hồ chứa được đưa vào mô phỏng bao gồm các hồ nhỏ là Can Thượng, Bản Mòng và Nậm Chim, hồ chứa lớn có hồ Sơn La với thủy điện Sơn La.



Hình 5. Sơ đồ mô phỏng sử dụng nước đến 2010

c. Kết quả tính toán cân bằng nước đến 2010 và giải pháp cấp nước của mỗi vùng

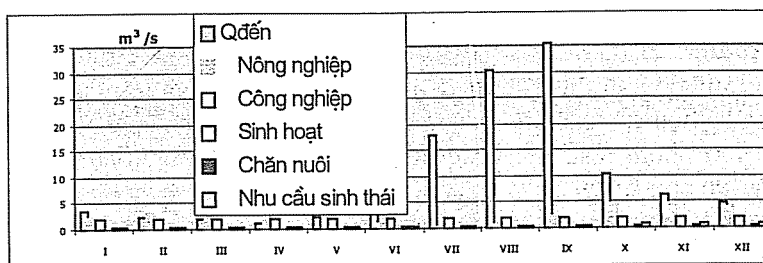
1) Nhu cầu sử dụng nước đến 2010

Kết quả tính toán cân bằng nước đến 2010 ứng với tần suất $P=75\%$ cho các tiểu lưu vực cho thấy:

- Xét về mặt tổng lượng thì toàn bộ các vùng đều đảm bảo cấp nước đối với các tần suất $P=5\%$, $P=50\%$, $P=70\%$ và $P=90\%$.

- Khu vực thiếu nước nghiêm trọng là tiểu lưu vực 26-41 thuộc thị xã Sơn La, Mai Sơn, Yên Châu. Từ tháng XI đến tháng VI năm sau lượng nước thiếu hụt tổng

cộng là 45,6 triệu mét khối, trong đó tháng II, tháng III và tháng IV là 3 tháng thiếu hụt nước cao nhất, thiếu từ 10 đến 13 triệu mét khối mỗi tháng. Đối với tiểu lưu vực này, vấn đề thiếu nước được giải quyết khi xây dựng các hồ chứa và khai thác nước ngầm để cấp nước. Theo tài liệu nghiên cứu của Phòng nước ngầm thuộc Cục Quản lý Tài nguyên nước, modul dòng ngầm trong vùng có thể khai thác là 3 l/s.km², lượng nước này đủ để cung cấp cho công nghiệp, sinh hoạt, chăn nuôi và tưới cho cây công nghiệp (hình 6). Để đảm bảo cấp đủ nước cho vùng cần xây dựng hồ chứa hoặc đập dâng kết hợp trạm bơm điện. Tuy nhiên do dòng chảy cơ bản nhỏ nên hồ cần có dung tích lớn. Kết quả mô phỏng đối với hồ Bản Mòng thuộc thị xã Sơn La cho thấy để đảm bảo cấp nước cho 300 ha lúa, 1.300 ha màu và cấp nước cho 10 vạn dân thì dung tích hữu ích của hồ cần là 12,5 triệu m³.



Hình 6. Nhu cầu và khả năng cấp nước của tiểu lưu vực 26-41

- Tiểu vùng 11-33 thuộc Mai Châu và tiểu vùng 7-27 thuộc Bắc Yên: từ tháng I đến tháng IV khả năng thiếu hụt nước là rất lớn. Đặc biệt các tháng II, tháng III và tháng IV lượng nước cân bằng chỉ có 0,3 đến 0,6 triệu mét khối mỗi tháng, trong khi đó nhu cầu dùng nước của vùng này lại khá cao.

- Tiểu vùng 39-40 thuộc Kỳ Sơn, Ba Vì, Thanh Sơn, Thanh Thủy: tháng III và tháng IV cũng là những tháng có lượng nước cân bằng thấp, khả năng thiếu nước cũng sẽ xảy ra đối với những năm ít mưa.

- Các vùng thuộc tỉnh Điện Biên và Lai Châu lượng nước yêu cầu chiếm 1/5 ÷ 1/10 lượng dòng chảy tháng về mùa kiệt. Các vùng thuộc các tỉnh Sơn La, Hoà Bình, Hà Tây, Phú Thọ: lượng nước yêu cầu chiếm 1/2 ÷ 1/5 lượng dòng chảy tháng về mùa kiệt.

2) Giải pháp cấp nước

Từ kết quả tính toán và các phân tích trên, một số giải pháp cấp nước cho các khu vực được kiến nghị như sau:

Khu vực 1: bao gồm các vùng thuộc tiểu lưu vực 19-30 và 2-22 có địa hình dốc, lượng dòng chảy sản sinh lớn, các khu tưới nhỏ và phân tán, dân cư thưa. Giải pháp cấp nước là xây dựng đập dâng vừa và nhỏ, các hồ chứa đa mục tiêu (cấp nước và phát điện).

Khu vực 2: bao gồm các vùng thuộc tiểu lưu vực 17-29, 5-24, 18-37, 32-35 và 10-31. Khu vực này có địa hình tương đối dốc, lượng dòng chảy sản sinh khá lớn. Tập trung nhiều khu tưới có diện tích lớn, dân cư tập trung đông, chăn nuôi phát triển. Giải pháp cấp nước là xây dựng đập dâng, trạm bơm thủy luân, hồ chứa vừa và nhỏ, hoặc hồ chứa đa mục tiêu. Kết quả mô phỏng hồ Nậm Chim thuộc huyện Mường Lay tỉnh Điện Biên, dung tích hữu ích 10,5 triệu m³ đảm bảo tưới cho 543 ha lúa, 622 ha màu và kết hợp phát điện với công suất 300 kw.

Khu vực 3: bao gồm các vùng thuộc tiểu lưu vực 26-41. Đây là các vùng nằm trên cao nguyên Mộc Châu, đất đai tương đối bằng phẳng thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp, có nhiều trạm trại, nông trường và nhà máy, tuy nhiên lượng sản sinh dòng chảy lại rất nhỏ, mật độ sông suối nhỏ. Giải pháp cấp nước là xây dựng hồ chứa vừa và nhỏ kết hợp khai thác nước ngầm phục vụ sinh hoạt và công nghiệp.

Khu vực 4: bao gồm các vùng thuộc tiểu lưu vực 34-39, 7-27, 39-40 và 11-33. Các vùng này có độ dốc địa hình giảm, hình thành các cánh đồng lớn và tập trung, dân cư tập trung đông, lượng dòng chảy sản sinh khá lớn. Giải pháp cấp nước là xây dựng đập dâng, hồ chứa nhỏ, trạm bơm điện và trạm bơm thủy luân. Kết quả mô phỏng hồ Can Thượng thuộc huyện Cao Phong tỉnh Hoà Bình, dung tích hữu ích 4,2 triệu m³ đảm bảo tưới cho 400 ha lúa, 600 ha màu và cấp nước cho 12.000 người.

9. Kết luận và kiến nghị

Kết quả tính toán của mô hình mô phỏng nhu cầu sử dụng nước đến 2010 cho thấy: các vùng dọc theo quốc lộ 6 thuộc các huyện Mộc Châu - Yên Châu - Mai Sơn lượng dòng chảy sản sinh thấp, nhu cầu sử dụng nước lớn nên đã xảy ra tình trạng thiếu nước. Các vùng khác trong lưu vực về tổng thể đều đủ nước để cung cấp cho các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, do đặc điểm địa hình chia cắt, phân bố dân cư không đồng đều giữa các vùng và các khu sản xuất nông nghiệp có diện tích nhỏ, manh mún nên để đảm bảo cấp nước cần phải sử dụng các biện pháp công trình. Giải pháp công trình phù hợp cho vùng là xây dựng hồ chứa nhỏ và đập dâng phụ trách cấp nước cho các vùng riêng biệt.

Từ những kết quả đã cho thấy được khả năng cấp nước và nhu cầu sử dụng nước của các vùng trong lưu vực, kết quả tính toán là cơ sở tốt cho công tác quy hoạch và phát triển nguồn tài nguyên nước. Tuy nhiên, để có những kết quả tính toán tốt hơn cần bổ sung những nghiên cứu chi tiết về nguồn tài nguyên nước ngầm trong lưu vực, nhất là các vùng thuộc tỉnh Sơn La để có thể phân tích chi tiết hơn cho mỗi vùng.