

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

TỔNG THANH TÙNG

NGHIÊN CỨU CÂN BẰNG TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC
SÔNG NHUỆ - SÔNG ĐÁY

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐỊA CHẤT

MÃ SỐ: 9520501

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2024

Công trình được hoàn thành tại: **Bộ môn Địa chất thủy văn, Khoa Khoa học và kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

1. TS Nguyễn Thị Thanh Thủy

2. TS Nguyễn Bách Thảo

Phản biện 1: **PGS.TS Đỗ Văn Bình**

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Phản biện 2: **PGS.TS Nguyễn Cao Đơn**

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Phản biện 3: **PGS.TS Nguyễn Tiền Giang**

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

- Đại học Quốc gia Hà Nội

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất, số 18, Phố Viên - Phường Đức Thắng - Quận Bắc Từ Liêm - Hà Nội vào hồigiờ ... ngày ... tháng... năm 2024.

Có thể tìm hiểu luận án tại: **Thư viện Quốc Gia, Hà Nội**

Thư viện Trường Đại học Mỏ - Địa chất

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy có vai trò vô cùng quan trọng trong việc cung cấp nước cho ăn uống, sinh hoạt và phát triển kinh tế - xã hội của Thủ đô Hà Nội và các tỉnh Hòa Bình, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình. Trong nhiều năm qua hoạt động khai thác sử dụng nước mãnh liệt ở Thủ đô Hà Nội và khu vực ven biển các tỉnh Nam Định, Ninh Bình đã tác động không nhỏ đến tài nguyên nước trong lưu vực, mực nước dưới đất suy giảm làm phát sinh nhiều vấn đề môi trường như sụt lún nền đất, xâm nhập mặn, gia tăng quá trình ô nhiễm nguồn nước. Một trong những vấn đề đáng quan tâm trong việc khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy đó là khai thác sử dụng nước phải phù hợp với lượng nước chảy đến của mỗi vùng theo không gian và thời gian. Do đó, nghiên cứu làm rõ các thành phần tham gia vào cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy là rất cần thiết.

2. Mục tiêu của luận án

Xác định được các thành phần tham gia vào cân bằng nước (bao gồm nước mặt và nước dưới đất) lưu vực sông Nhuệ - Đáy; từ đó đề xuất được giải pháp khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ nguồn nước trong các vùng cân bằng nước đã phân chia trong lưu vực nghiên cứu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: nước mặt và nước dưới đất.
- Phạm vi nghiên cứu: Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy với tổng diện tích khoảng 8.000km².

4. Nội dung nghiên cứu

- Phân tích các đặc điểm địa hình, địa mạo, khí hậu, sử dụng đất, đặc điểm tài nguyên nước mặt, tài nguyên nước dưới đất, hiện trạng khai thác sử dụng nước, nhu cầu chuyển nước... làm cơ sở phân chia các vùng cân bằng nước theo nguyên tắc tiếp cận hệ thống nguồn nước cho lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

- Biểu diễn các thành phần chảy đến, chảy đi và tương tác của nước mặt và nước dưới đất trong mỗi vùng cân bằng nước bằng phương trình cân bằng nước cho lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

- Xây dựng mô hình tích hợp nước mặt và nước dưới đất để định lượng các thành phần tham gia vào cân bằng nước và tương tác của nước mặt và nước dưới đất trong mỗi vùng cân bằng nước và toàn lưu vực.

- Trên cơ sở kết quả định lượng các thành phần tham gia vào cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy sẽ đề xuất phương án khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

5. Các phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp nghiên cứu chủ yếu được sử dụng, gồm: Phương pháp thu thập, kế thừa và tổng hợp tài liệu; Phương pháp khoan nghiên cứu địa chất thủy văn (ĐCTV); Phương pháp quan trắc động thái nước dưới đất (NDĐ); Phương pháp xác suất thống kê; Phương pháp trí tuệ nhân tạo (ANN); Phương pháp bản đồ và GIS; Phương pháp mô hình số; Phương pháp chuyên gia.

6. Những điểm mới của luận án

Luận án đã nghiên cứu phân chia được 05 vùng cân bằng nước theo nguyên tắc tiếp cận quản lý tổng hợp tài nguyên nước làm cơ sở để định lượng các thành phần trong cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

Luận án đã nghiên cứu định lượng được các thành phần chính tham gia vào cân bằng nước, tương tác giữa nước mặt và nước dưới đất sử dụng mô hình tích hợp SWAT-MODFLOW cho từng vùng cân bằng nước và toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

7. Các luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Trên cơ sở tiếp cận nguyên tắc, quan điểm quản lý tổng hợp hệ thống nguồn nước; kết quả nghiên cứu đã phân chia lưu vực sông Nhuệ - Đáy thành 5 vùng cân bằng nước và xác định được các thành phần chính trong từng vùng cân bằng nước.

Luận điểm 2: Đánh giá một cách định lượng các thành phần tham gia

trong từng vùng cân bằng và cho toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Kết quả đã xác định cho toàn lưu vực sông tổng lượng nước đến là 17,034 tỷ m³/năm, tổng lượng nước đi là 17,031 tỷ m³/năm, trong đó lượng tương tác giữa nước dưới đất và nước mặt là 331,38 triệu m³/năm và lượng nước mặt cung cấp cho nước dưới đất là 571,90 triệu m³/năm.

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

- Ý nghĩa khoa học: Luận án đã thiết lập được hệ phương pháp và bộ công cụ mô hình toán tích hợp nước mặt, nước dưới đất SWAT-MODFLOW cho lưu vực sông Nhuệ - Đáy phục vụ đắc lực cho công tác xây dựng kịch bản nguồn nước hàng năm, phương án, kế hoạch khai thác sử dụng nước cho toàn lưu vực, cho các vùng cân bằng và 05 địa phương trong lưu vực bảo đảm điều hòa, phân phối tài nguyên nước một cách công bằng, hài hòa, hợp lý và bền vững về tài nguyên nước lưu vực sông.

- Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả nghiên cứu của đề tài luận án về cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy là tài liệu tham khảo tốt cho công tác đào tạo của trường Đại học; tập huấn cho các địa phương trên phạm vi lưu vực sông Nhuệ - Đáy trong công tác quản lý tài nguyên nước.

9. Cơ sở tài liệu của luận án

Các tài liệu, số liệu được thu thập và triển khai thực tế trong quá trình thực hiện Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xác định các thành phần trong cân bằng nước và lượng nước có thể phân bổ cho các nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực sông”, Mã số TNMT.2018.02.05 do tác giả làm chủ nhiệm. Các tài liệu thu thập và được xử lý bao gồm: số liệu khí hậu, khí tượng của 12 trạm khí tượng và 41 trạm đo mưa; số liệu mực nước và lưu lượng của 12 trạm thủy văn thời đoạn 1990-2022; số liệu mực nước triều của 3 trạm quan trắc, 2 trạm đo mặn vùng ảnh hưởng triều; tổng hợp địa tầng ĐCTV của 752 lỗ khoan; tổng hợp thông số ĐCTV của 535 lỗ khoan; tài liệu quan trắc động thái NĐĐ tại 121 công trình quan trắc. Các tài liệu do tác giả trực tiếp

tham gia thực hiện bao gồm: Thí nghiệm thấm bổ sung (Seepage) tại 8 vị trí ven sông Đáy; khoan nghiên cứu ĐCTV tại 4 lỗ khoan; quan trắc mực nước dưới đất tại 4 lỗ khoan năm 2020-2021.

10. Cấu trúc luận án

Cấu trúc Luận án gồm 4 chương không kể Mở đầu và Kết luận.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU CÂN BẰNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG

1.1. Khái quát về cân bằng nước

Cân bằng nước là công cụ quan trọng nhằm phân bổ nước, dự báo nhu cầu và quản lý cấp độ lưu vực sông. Ngoài ra, còn xác định được lượng thừa, thiếu nước cũng như đánh giá được khả năng điều tiết nước của lưu vực. Cân bằng nước giúp quản lý cung và cầu nước, phụ thuộc vào quy mô và tốc độ khai thác của dân số, nông nghiệp, công nghiệp và những người sử dụng nước nội bộ khác, và phụ thuộc rất nhiều vào sự biến động theo mùa và điều kiện khí hậu ở từng khu vực (Shaw et al. 2011).

Cân bằng nước là một hệ thống kế toán cơ bản có thể giải quyết các đầu vào và đầu ra cho một “hệ thống” nhất định. Một hệ thống có thể là hồ hoặc hồ chứa, lưu vực, cánh đồng nông nghiệp hoặc thậm chí là vùng xác định. Trên thực tế, chúng ta có thể thực hiện cân bằng nước ở quy mô toàn cầu.

1.2. Tổng quan nghiên cứu phân vùng cân bằng nước

Lưu vực sông là phần diện tích bề mặt đất trong tự nhiên mà mọi lượng nước mưa khi rơi xuống sẽ tập trung lại và thoát vào một lối thoát thông thường hình thành sông, nhánh sông rồi đổ ra biển. Còn đối với lưu vực nước dưới đất được định nghĩa là một khu vực được bao phủ bởi các vật liệu thấm có khả năng cung cấp nguồn cho nước dưới đất hoặc lưu trữ một lượng nước.

Các yếu tố hình thái, các đặc trưng về khí hậu, thủy văn, thảm thực vật, hệ sinh thái thủy sinh đóng vai trò then chốt để phân vùng thủy văn hoặc phân vùng cân bằng nước. Từ đầu những năm 1990 nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã sử dụng các phương pháp truyền thống để tính toán

đánh giá thông số hình thái, thủy văn, khí hậu để chỉ ra đặc điểm riêng của từng lưu vực (lưu trữ, thoát nước), đồng thời giải thích rõ ràng về sự không đồng nhất và tính biến đổi ở nhiều quy mô thời gian và không gian trong phạm vi của lưu vực sông. Đường đường phân chia nước dưới đất thường trùng với đường phân chia nước mặt và xác định các tiểu lưu vực/vùng trong một lưu vực sông có liên quan chặt chẽ đến bản chất thủy văn. Ở Việt Nam, các dự án Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông được thực hiện trong những năm gần đây cũng đã đưa ra cơ sở phân vùng tài nguyên nước dựa trên 6 nhóm yếu tố: (i) điều kiện tự nhiên, địa mạo; (ii) đặc điểm nguồn nước; (iii) chất lượng môi trường nước; (iv) định hướng phát triển kinh tế - xã hội; (v) quy hoạch sử dụng đất; (vi) quy hoạch phát triển hạ tầng hệ thống quản lý, khai thác và sử dụng nước của các ngành như giao thông, thủy lợi, xây dựng. Từ những thập niên cuối thế kỉ 20 đến nay, cùng với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin các ứng dụng của hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong việc phân vùng thủy văn, hệ sinh thái, địa chất thủy văn và quản lý tài nguyên nước đã dần thay thế các phương pháp xử lý dữ liệu truyền thống.

1.3. Tổng quan nghiên cứu tính toán cân bằng nước

Phân tích cân bằng nước là cơ sở cho việc quản lý và hoạch định chính sách trong một số vấn đề quan trọng liên quan đến tài nguyên nước như thiết kế hệ thống cấp nước, ước tính lũ lụt, phân bổ và sử dụng nước, quản lý và xử lý nước thải ở các đô thị, hệ sinh thái thủy sinh, quản lý và kinh doanh nước. Cân bằng nước, áp dụng cho một đơn vị không gian cụ thể là ứng dụng của định luật bảo toàn khối lượng cho rằng khối lượng không thể được tạo ra cũng như không bị phá hủy. Theo Kumar, Kanga và Sudhanshu (2018), khái niệm và phương trình cân bằng nước khoa học tổng quát đã được sử dụng và áp dụng rộng rãi trong các công trình học thuật đã xuất bản về quản lý tài nguyên nước. Phương trình cơ bản của cân bằng nước được viết như sau:

Lượng thay đổi tích chứa = Lượng các thành phần vào – Lượng các thành phần ra

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I - O$$

Cùng với sự phát triển của các mô hình toán trong lĩnh vực tài nguyên nước, việc tính toán cân bằng nước mặt sử dụng mô phỏng mô hình toán trên cơ sở phương trình cân bằng nước được áp dụng một cách rộng rãi ở nhiều khu vực khác nhau như nghiên cứu sơ khai của Thornthwaite (1948) và sau đó được Thornthwaite và Mather sửa đổi (1955, 1957), sau đó được áp dụng, sửa đổi và áp dụng cho nhiều vấn đề thủy văn. Một số các mô hình cân bằng nước được ứng dụng rộng rãi có thể kể đến như WASIM, WAVES, WetSpss, FIPR (FHM), SWAT. Mô-đun NAM của MIKE-11 được áp dụng để nghiên cứu tầm quan trọng về mặt thống kê của các thông số khác nhau trong phương trình cân bằng nước. Từ nhiều năm gần đây ứng dụng các mô hình nước dưới đất như Visual MODFLOW, GMS, FEFLOW, IMOD .. được ứng dụng rộng rãi trong và ngoài nước để đánh giá cân bằng nước dưới đất. Bên cạnh đó việc sử dụng các mô hình tích hợp nước mặt - nước dưới đất như SWAT-MODFLOW, MIKESHE-MODFLOW để mô phỏng, định lượng tương tác nước mặt và nước nước dưới đất theo thời gian và không gian.

Ở Việt Nam, ứng dụng phương pháp cân bằng dựa trên tài liệu quan trắc động thái tại sân cân bằng như Như Quỳnh, Chư Á... cũng dần bị thay thế bởi các mô hình số như Visual Modflow, môđun Zone Budget, GMS. Các dự án Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông được thực hiện trong những năm gần đây đã ứng dụng phần mềm FEFLOW để mô phỏng hệ thống các tầng chứa nước và tính toán cân bằng nước dưới đất. Trí tuệ nhân tạo (AI) và các công cụ tích hợp trong GIS như “Groundwater toolset”, “Darcy Flow”, “Darcy velocity” cũng được ứng dụng rộng rãi để tính toán ĐCTV.

1.4. Tổng quan quá trình nghiên cứu của Luận án

Có thể thấy các lưu vực sông trong và ngoài nước, các nghiên cứu mới chỉ tập trung vào tính toán cân bằng cung cầu cho các nhu cầu khai thác, sử dụng nước mặt chính trong lưu vực. Mặc dù một số nghiên cứu đã phân vùng cân bằng nước và tính toán cân bằng tài nguyên nước mặt hoặc nước dưới đất theo các vùng động thái, nhưng chưa xem xét đến các vùng cân bằng tài nguyên nước theo hướng tiếp cận tổng hợp hệ thống nguồn nước phục vụ cho việc khai thác sử dụng hợp lý nguồn nước một cách hiệu quả. Ngoài ra, vấn đề xác định các thành phần tham gia vào cân bằng tài nguyên nước và định lượng các thành phần tham gia vào cân bằng tài nguyên nước trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy cho đến nay chưa được nghiên cứu làm sáng tỏ. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu cụ thể như sau:

- Phương pháp đo đạc trực tiếp hoặc gián tiếp;
- Sử dụng phương pháp thống kê để xác định các giá trị đặc trưng của các thành phần tham gia vào cân bằng nước;
- Sử dụng các phương trình cân bằng nước hoặc phương pháp thủy động lực để xác định các thành phần cân bằng nước;
- Phương pháp mô hình số được sử dụng rộng rãi để xác định các thành phần tham gia vào cân bằng tài nguyên nước và định lượng các thành phần đó.

CHƯƠNG 2. ĐẶC ĐIỂM VÙNG NGHIÊN CỨU, PHÂN VÙNG CÂN BẰNG NƯỚC VÀ XÁC ĐỊNH CÁC THÀNH PHẦN THAM GIA CÂN BẰNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

2.1. Đặc điểm vùng nghiên cứu

2.1.1. Vị trí địa lý

Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy với diện tích khoảng 8.000km² bao gồm một phần của Thủ đô Hà Nội (trừ các quận, huyện phía Bắc và phía Đông sông Hồng), năm huyện của tỉnh Hòa Bình (gồm: Kỳ Sơn, Lương Sơn, Kim Bôi, Yên Thủy và Lạc Thủy) và các tỉnh Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình.

2.1.2. Khái quát đặc điểm tài nguyên nước khu vực nghiên cứu

2.1.2.1. Hệ thống sông, hồ

Khu vực nghiên cứu có mạng lưới sông ngòi khá dày đặc với mật độ $0,7 \div 1,5 \text{ km/km}^2$. Trong đó có các sông chính gồm sông Đáy, sông Nhuệ, sông Tích, sông Thanh Hà, sông Hoàng Long, sông Bôi, sông Châu, sông Đào và sông Ninh Cơ... Trong hệ thống các sông trong lưu vực nghiên cứu có 2 sông chảy ra biển đó là sông Đáy đổ ra biển tại cửa Ba Lạt và sông Ninh Cơ đổ ra biển tại cửa Lạch Giang. Ngoài ra trong khu vực nghiên cứu còn có hệ thống các hồ như: hồ Tây, hồ Suối Hai,... Về dòng chảy trên sông Đáy chịu tác động hết sức mạnh mẽ của dòng chính sông Hồng do không chỉ liên hệ trực tiếp qua sông Đào mà còn qua các công trình trạm bơm lấy nước từ sông Hồng đưa vào các hệ thống thủy lợi của sông Đáy.

2.1.2.2. Đặc điểm địa chất thủy văn

Kết quả tổng hợp, nghiên cứu đã phân chia các đơn vị ĐCTV khu vực nghiên cứu thành 2 tầng chứa nước (TCN) lỗ hổng, 15 TCN khe nứt và các thành tạo địa chất thấm nước yếu hoặc thực tế không chứa nước.

- Các TCN lỗ hổng bao gồm:

+ TCN lỗ hổng trong các trầm tích Holocen (qh): Phân bố rộng rãi ở phía Đông và Đông Nam vùng nghiên cứu với diện tích khoảng 4.284 km^2 . Thành phần thạch học chủ yếu là cát các loại, cát pha, ở đáy tầng có nơi lẫn sạn, sỏi nhỏ. TCN có chiều dày tăng dần từ vùng rìa phía Tây vùng nghiên cứu về phía sông Hồng với chiều dày trung bình 25m.

+ TCN lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen dưới (qp_1): Đây là TCN chính để cung cấp nước cho nhu cầu sử dụng nước trong vùng. TCN phân bố rộng rãi ở phía Đông và Đông Nam lưu vực sông Nhuệ - Đáy với diện tích khoảng 4.037 km^2 và bị phủ bởi các trầm tích thấm nước yếu hệ tầng Vĩnh Phúc. Thành phần thạch học chủ yếu là cuội sỏi sạn cát thuộc trầm tích sông, sông lũ. TCN có chiều dày từ 1,3m đến 70m, trung bình 31m.

- Các TCN khe nứt trong các hệ tầng Vĩnh Bảo (n_{2vb}), Phan Lương (n_{1pl}), Nậm Thép (j_{1-2nt}), Suối Bàng (t_{3sb}), Sông Bôi (t_{2-3sb}), Nà Khuất (t_{2nk}), Nậm Thảm (t_{2nt}), Khôn Làng (t_{2kl}), Đồng Giao ($t_{2ađg}$), Tân Lạc

(t_1t), Viên Nam (t_1vn), Cò Nồi (t_1cn), Yên Duyệt (p_3yd) và Proterozoi (pr).

Ngoài các TCN nêu trên, trong vùng nghiên cứu tồn tại các thành tạo địa chất rất nghèo nước hoặc thực tế không chứa nước trong các trầm tích Đệ tứ. Các thành tạo này thuộc các hệ tầng Thái Bình, Hải Hưng, Vĩnh Phúc và Hà Nội, có tính phân lớp, nằm xen kẽ giữa các TCN lỗ hồng qh và qp.

2.2. Nguyên tắc, cơ sở phân vùng cân bằng nước

Trên quan điểm quản lý tổng hợp tài nguyên nước, tiếp cận theo từng nguồn nước, lấy nguồn nước, ranh giới lưu vực sông làm đơn vị quản lý và có xét đến ranh giới hành chính, đồng thời có tính kế thừa các quan điểm phân vùng hiện có trong các quy hoạch chuyên ngành có liên quan.

* Các nguyên tắc cơ bản phân vùng cân bằng nước sau:

- (i) Phù hợp với đặc điểm và tính chất của hệ thống nguồn nước;
- (ii) Phù hợp với đặc điểm, ranh giới tự nhiên và hiện trạng của hệ thống truyền dẫn, phân bổ và khai thác nước, sử dụng nước;
- (iii) Xem xét đến ranh giới hành chính giữa các địa phương để tạo điều kiện thuận lợi trong quản lý nhà nước và vận hành hệ thống nguồn nước;
- (iv) Tôn trọng, kế thừa và phát huy tính tích cực của hệ thống phân vùng hiện có.

* Cơ sở phân vùng cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy:

- Dựa trên đặc điểm tự nhiên, sự phân cắt của địa hình tạo nên các tiêu lưu vực có tính độc lập tương đối về tiềm năng nguồn nước và các yếu tố tự nhiên liên quan được bao bọc bởi các đường phân thủy.

- Dựa trên đặc điểm cấu trúc địa chất thủy văn, sơ đồ thủy động lực, hướng vận động nước dưới đất, vùng cấp và thoát của nước dưới đất.

- Dựa trên cơ sở hiện trạng các công trình khai thác sử dụng nước, công trình tiêu thoát nước, vùng tưới và tiêu thoát nước, vùng cấp nước, phạm vi chịu tác động của các công trình khai thác sử dụng nước.

- Căn cứ đặc điểm hiện trạng chất lượng nước các nguồn nước.

- Căn cứ theo ranh giới hành chính được xem xét theo góc độ quản lý

nhà nước về tài nguyên nước và quản lý hệ thống công trình khai thác sử dụng nước.

2.3. Kết quả phân vùng cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Trên cơ sở nguyên tắc và cơ sở phân vùng cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy nêu trên, tiến hành phân chia lưu vực sông Nhuệ - Đáy thành 05 vùng cân bằng nước (xem hình 1) cụ thể như sau:

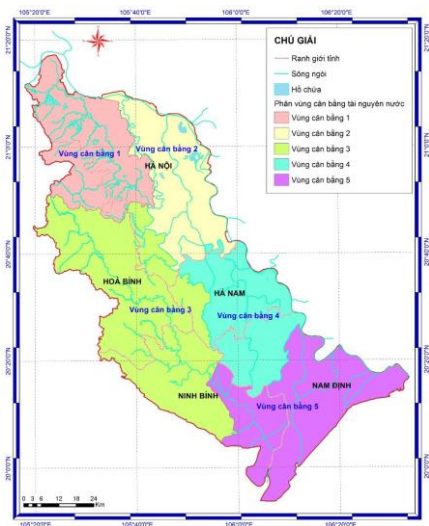
- Vùng cân bằng nước 1 (vùng thượng lưu sông Đáy): bao gồm thị xã Sơn Tây và các huyện Ba Vì, Phúc Thọ, Thạch Thất, Quốc Oai, Chương Mỹ thành phố Hà Nội và một phần các huyện Lương Sơn, Kỳ Sơn với tổng diện tích 1.293 km²;

- Vùng cân bằng nước 2 (vùng sông Nhuệ - Đan Hoài): bao gồm các quận Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Tây Hồ, Hoàn Kiếm, Ba Đình, Cầu Giấy, Đống Đa, Hai Bà Trưng, Hoàng Mai, Cầu Giấy, Thanh Xuân, Hà Đông và các huyện Đan Phượng, Hoài Đức, Thanh Trì, Thanh Oai, Thường Tín, Phú Xuyên, Ứng Hòa thành phố Hà Nội với tổng diện tích 1.165 km²;

- Vùng cân bằng nước 3 (vùng sông Hoàng Long): bao gồm phạm vi các huyện Kim Bôi, Lương Sơn, Lạc Thủy, Yên Thủy tỉnh Hòa Bình và các huyện Gia Viễn, Nho Quan, thành phố Tam Điệp và một các huyện Hoa Lư, Yên Mô tỉnh Ninh Bình với tổng diện tích 2.506 km².

- Vùng cân bằng nước 4 (vùng Bắc Nam Hà): bao gồm phạm vi các huyện Kim Bảng, Duy Tiên, TP Phủ Lý, Lý Nhân, Bình Lục, Thanh Liêm tỉnh Hà Nam và các huyện Mỹ Lộc, phía Bắc thành phố Nam Định, Vụ Bản, Ý Yên tỉnh Nam Định với tổng diện tích 1.213 km²;

- Vùng cân bằng nước 5 (vùng ven biển): bao gồm phạm vi các huyện Nam Trực, Xuân Trường, Giao Thủy, Hải Hậu, Nam Trực, Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định và các huyện Yên Khánh, Kim Sơn, Yên Mô và thành phố Ninh Bình tỉnh Ninh Bình với tổng diện tích 1.624 km².



Hình 1. Sơ đồ phân vùng cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy

2.4. Xác định các thành phần tham gia cân bằng nước

Các thành phần chính tham gia vào cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy bao gồm:

- Thành phần nước đến: Lượng mưa (P), Dòng mặt đến do chuyển nước (Q_{v-IIv}), Dòng mặt chảy đến (Q_v), Lượng nước hồi quy (Q_{hq}), Lượng bổ cập từ mưa cho nước dưới đất (R), Dòng ngầm chảy đến (G_v), Thẩm xuyên vào các tầng chứa nước lỗ hổng (Q_{txl}).

- Thành phần nước đi: Dòng chảy mặt đi do chuyển nước (Q_{r-IIv}), Dòng chảy mặt chảy đi (Q_r), Bốc thoát hơi bề mặt (ET_m), Dòng ngầm chảy đi (G_r), Bốc thoát hơi NĐĐ (ET_{ndd}), Thẩm xuyên ra khỏi tầng chứa nước lỗ hổng (Q_{txx}), Khai thác nước mặt (Q_{kt}) và khai thác nước dưới đất (G_{kt}).

- Thành phần tương tác của nước mặt và nước dưới đất: Dòng mặt thấm vào nước dưới đất (I_s) và dòng ngầm thoát ra sông (I_d).

Để xác định được các thành phần cân bằng nước phương trình cân bằng nước mặt (2.1) và cân bằng nước dưới đất (2.2) được xây dựng để định lượng các thành phần tham gia cân bằng nước trong hệ thống nước mặt và nước dưới đất như sau:

$$\mathbf{IN}_{nm} (P + Q_{v-llv} + Q_v + Q_{hq} + I_d) - \mathbf{OUT}_{nm} (ET_m + Q_{r-llv} + Q_{kt} + Q_r + I_s) + \Delta S_{nm} \quad (2.1)$$

$$\mathbf{IN}_{ndd} (G_v + R + I_s + G_{txl}) - \mathbf{OUT}_{ndd} (G_r + G_{kt} + ET_{ndd} + G_{txx} + I_d) = \Delta S_{ndd} \quad (2.2)$$

ΔS_{nm} : sự thay đổi lượng tích chứa của nước mặt ($m^3/\text{đơn vị thời gian}$).
 $\Delta S_{nm} > 0$ là trên lưu vực sông, hệ thống nước mặt được bổ sung thêm nước;
 $\Delta S_{nm} < 0$ là nước trong hệ thống nước mặt trên lưu vực sông bị thoát đi.

ΔS_{ndd} : sự thay đổi lượng tích chứa của nước mặt ($m^3/\text{đơn vị thời gian}$).
 $\Delta S_{ndd} > 0$ là trên lưu vực sông, hệ thống nước dưới đất được bổ sung thêm nước;
 $\Delta S_{ndd} < 0$ là nước trong hệ thống nước dưới đất trên lưu vực sông bị thoát đi.

Phương trình tổng hợp cân bằng nước trong hệ thống nước mặt và nước dưới đất được viết lại như sau:

$$\mathbf{IN}(P + Q_{v-llv} + Q_v + G_v + Q_{hq} + R + G_{txl}) - \mathbf{OUT}(Q_r + Q_{r-llv} + G_r + ET_m + ET_{ndd} + Q_{kt} + G_{kt} + G_{txx}) = \Delta S (\Delta S_1 + \Delta S_2) \quad (2.3)$$

Đối với trường hợp các khu vực có các tầng chứa nước trầm tích lỗ hổng, lượng nước thấm xuyên từ đá gốc (đới đập vỡ, nứt nẻ) được tính như một hệ thống độc lập thấm xuyên nguồn nước qua lại với hệ thống nước dưới đất (Vùng cân bằng 2, 4, 5). Đối với các vùng cân bằng này sẽ áp dụng phương trình 2.3 để định lượng các thành phần chính tham gia cân bằng nước. Đối với các vùng cân bằng 1 và 3, không có phân bố các tầng chứa nước trầm tích lỗ hổng (qh, qp), phương trình 2.4 không có các thành phần thấm xuyên và được viết lại như sau:

$$\mathbf{IN}(P + Q_{v-llv} + Q_v + G_v + Q_{hq} + R) - \mathbf{OUT}(Q_r + Q_{r-llv} + G_r + ET_m + ET_{ndd} + Q_{kt} + G_{kt}) = \Delta S (\Delta S_1 + \Delta S_2) \quad (2.4)$$

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ CÂN BẰNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

3.1. Phương pháp xác định các thành phần chính trong cân bằng nước

Sử dụng bộ công cụ mô hình tích hợp SWAT – MODFLOW để tính toán chi tiết các thành phần trong cân bằng nước. Trong đó xác định định lượng các thành phần chảy đến, chảy đi và thành phần tương tác của nước mặt với

nước dưới đất cho từng vùng cân bằng và toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

3.2. Kết quả đánh giá cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Kết quả định lượng các thành phần đến, thành phần đi và tương tác nước mặt và nước dưới đất cho từng vùng cân bằng và toàn lưu vực như sau:

3.2.1. Vùng cân bằng nước 1

Tổng lượng nước đến chủ yếu từ mưa; dòng mặt chuyển đến bằng hệ thống công trình trạm bơm động lực và bổ cập từ mưa cho nước dưới đất chiếm trên 90% tổng lượng đến. Các thành phần khác chiếm tỷ lệ nhỏ lần lượt theo thứ tự gồm dòng mặt chảy đến là 128,08 triệu m³/năm chiếm 4,43%; lượng nước hồi quy là 80,80 triệu m³/năm chiếm 1,96%; dòng ngầm chảy đến là 24,21 triệu m³/năm chiếm 0,84%.

Tổng lượng nước chảy ra chủ yếu từ dòng mặt đi sang vùng khác, bốc hơi và lượng nước khai thác sử dụng tổng cộng vào khoảng 2,35 tỷ m³/năm chiếm đến 87,24% tổng lượng thành phần đi. Các thành phần khác chiếm tỷ lệ nhỏ lần lượt theo thứ tự gồm lượng bốc thoát hơi NĐĐ là 113,76 triệu m³/năm chiếm 4,22% và lượng dòng chảy mặt đi do chuyển nước là 74,51 triệu m³/năm chiếm 2,76%.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Bùi và các hệ thống suối nhỏ trong vùng. Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong vùng từ 2,63 triệu m³/tháng đến 2,89 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 3,20 triệu m³/tháng đến 3,93 triệu m³/tháng.

3.2.2. Vùng cân bằng nước 2

Tổng lượng nước đến chủ yếu từ mưa và dòng mặt đến do chuyển nước chiếm 72,5%. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ lần lượt theo thứ tự gồm lượng thấm xuyên vào các tầng chứa nước lỗ hổng (qh và qp) là 65,11 triệu m³/năm chiếm 2,0%; lượng bổ cập từ mưa cho NĐĐ là 60,39 triệu m³/năm chiếm 1,9%; lượng nước hồi quy là 57,83 triệu m³/năm chiếm 1,8%; dòng ngầm chảy đến là 53,45 triệu m³/năm chiếm 1,6% và

dòng mặt chảy đến là 30,33 triệu m³/năm chiếm 0,9%.

Tổng lượng nước chảy ra chủ yếu từ dòng mặt chảy sang vùng khác, bốc thoát hơi và hoạt động khai thác, sử dụng nước chiếm đến 75,7% là 2,60 tỷ m³/năm. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ lần lượt là dòng mặt đi do chuyển nước là 117,36 triệu m³/năm chiếm 3,4%; lượng thấm xuyên ra khỏi tầng chứa nước lỗ hổng là 48,73 triệu m³/năm chiếm 1,4%; lượng bốc thoát hơi NĐĐ đạt 37,12 triệu m³/năm chiếm 1,1%, còn lại là lượng dòng ngầm chảy sang vùng khác là 2,63 triệu m³/năm chiếm 0,1% so với tổng dòng chảy ra khỏi vùng cân bằng nước 2.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Đáy. Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong vùng từ 30,99 triệu m³/tháng đến 46,00 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 13,58 triệu m³/tháng đến 18,10 triệu m³/tháng.

3.2.3. Vùng cân bằng nước 3

Tổng lượng nước đến chủ yếu từ mưa chiếm đến 90,11% vào khoảng 3,9 tỷ m³/năm. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ lần lượt là lượng bổ cập từ mưa cho nước dưới đất là 145,6 triệu m³/năm chiếm 3,37%; dòng chảy mặt đến là 90,16 triệu m³/năm chiếm 2,09%; lượng dòng mặt đến do chuyển nước là 69,63 triệu m³/năm chiếm 1,61%; lượng dòng ngầm chảy đến là 61,44 triệu m³/năm chiếm 1,42% và lượng nước hồi quy chiếm 0,92% là 39,68 triệu m³/năm.

Tổng lượng nước chảy đi chủ yếu từ dòng mặt ra vùng cân bằng khác, bốc thoát hơi bề mặt với tổng lượng nước là 145,6 triệu m³/năm chiếm đến 88,33%. Các thành phần khác chiếm tỷ lệ rất nhỏ lần lượt là lượng nước khai thác, sử dụng là 276,78 triệu m³/năm chiếm 6,47%; lượng dòng ngầm ra vùng cân bằng khác là 126,23 triệu m³/năm chiếm 2,95%; lượng bốc thoát hơi NĐĐ là 58,52 triệu m³/năm chiếm 1,37% và cuối cùng là lượng dòng mặt đi do chuyển nước là 17,11 triệu m³/năm chiếm 0,4% tổng lượng dòng chảy đi.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở

ven các sông suối trong vùng như sông Hoàng Long, sông Bôi, sông Lạng,... Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong vùng từ 0,67 triệu m³/tháng đến 1,01 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 0,72 triệu m³/tháng đến 1,15 triệu m³/tháng.

3.2.4. Vùng cân bằng nước 4

Tổng lượng nước đến chủ yếu từ mưa và dòng chảy mặt đến do chuyển nước bằng công trình chiếm đến 89,28% là 2,60 tỷ m³/năm. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ khá khiêm tốn lần lượt gồm lượng nước hồi quy chiếm 4,11% là 119,86 triệu m³/năm; lượng dòng chảy mặt đến là 37,27 triệu m³/năm chiếm 1,28%; dòng ngầm chảy đến là 34,80 triệu m³/năm chiếm 1,19%; lượng nước bổ cập từ mưa cho NĐĐ là 26,45 triệu m³/năm chiếm 0,91% và cuối cùng là lượng thấm xuyên vào các tầng chứa nước lỗ hổng (qh và qp) 22,41 triệu m³/năm chiếm 0,77%.

Tổng lượng nước chảy đi chủ yếu từ lượng dòng mặt ra vùng cân bằng khác, bốc thoát hơi bề mặt và hoạt động khai thác, sử dụng chiếm đến 95,22% là 2,67 tỷ m³/năm (trong đó lượng dòng mặt chảy đi là 1,22 tỷ m³/năm chiếm 43,54%; lượng bốc thoát hơi bề mặt là 827,97 triệu m³/năm chiếm 29,56%; lượng nước khai thác, sử dụng là 619,53 triệu m³/năm chiếm 22,12%). Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ khá nhỏ lần lượt là lượng dòng mặt đi do chuyển nước là 45,69 triệu m³/năm chiếm 1,63%; lượng dòng ngầm đi ra vùng cân bằng khác là 2,99 triệu m³/năm chiếm 0,11%; lượng thấm xuyên xuống các tầng chứa nước khe nứt trước Đệ tứ là 11,25 triệu m³/năm chiếm 0,4% và cuối cùng là bốc thoát hơi nước dưới đất là 1,75 triệu m³/năm chiếm 0,06%.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Đáy,... Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong vùng từ 0,41 triệu m³/tháng đến 2,52 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 3,46 triệu m³/tháng đến 6,25 triệu m³/tháng.

3.2.5. Vùng cân bằng nước 5

Tổng lượng nước đến chủ yếu từ mưa chiếm đến 75,56% là 2,75 tỷ m³/năm. Các thành phần còn lại lần lượt là lượng dòng mặt đến do chuyển nước là 306,23 triệu m³/năm chiếm 8,4%; lượng nước hồi quy chiếm 5,8% là 211,45 triệu m³/năm; lượng dòng mặt đến là 189,41 triệu m³/năm chiếm 5,2%; lượng nước bổ cập từ mưa cho NĐĐ là 47,01 triệu m³/năm chiếm 1,29%; lượng nước thấm xuyên vào các tầng chứa nước lỗ hổng (qh và qp) là 27,5 triệu m³/năm chiếm 0,75% và cuối cùng là lượng dòng ngầm từ vùng khác đến là 3,73 triệu m³/năm chiếm 0,1% tổng lượng dòng chảy đến.

Tổng lượng nước chảy đi chủ yếu từ dòng mặt chảy sang vùng khác, bốc hơi bề mặt và lượng nước khai thác, sử dụng chiếm đến 93,9% là 3,61 tỷ m³/năm. Các thành phần khác chiếm tỷ lệ khá nhỏ lần lượt là lượng dòng mặt đi do chuyển nước là 102,99 triệu m³/năm chiếm 2,68%; lượng nước thấm xuyên xuống các tầng chứa nước đá gốc là 18 triệu m³/năm chiếm 0,47%; lượng dòng ngầm ra vùng khác là 5,88 triệu m³/năm chiếm 0,15% và lượng bốc thoát hơi NĐĐ là 1,51 triệu m³/năm chiếm 0,04%.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Đáy, sông Đào và sông Ninh Cơ,... Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong vùng từ 4,70 triệu m³/tháng đến 8,93 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 1,95 triệu m³/tháng đến 3,11 triệu m³/tháng.

3.2.6. Cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy

Định lượng các thành phần chính tham gia vào cân bằng nước trên toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy cho kết quả như sau:

- Tổng lượng nước đến là 17.034,4 triệu m³/năm trong đó: lượng nước đến từ mưa và dòng mặt vào do chuyển nước chiếm 84,5%. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ khá nhỏ lần lượt theo thứ tự gồm lượng nước hồi quy là 485,38 triệu m³/năm chiếm 2,9%; lượng nước bổ cập từ mưa cho NĐĐ là 481,91 triệu m³/năm chiếm 2,83%; lượng dòng mặt chảy đến là 475,26 triệu m³/năm chiếm 2,79%; lượng dòng ngầm chảy đến là 177,62

triệu m³/năm chiếm 1,0% và cuối cùng là lượng thấm xuyên vào các tầng chứa nước lỗ hổng là 115,02 triệu m³/năm chỉ chiếm 0,7%.

- Tổng lượng nước ra khỏi lưu vực là 17.061,86 triệu m³/năm chủ yếu gồm 03 thành phần chính là dòng mặt ra vùng cân bằng khác, bốc thoát hơi bề mặt và lượng nước khai thác, sử dụng chiếm đến 89,63% là 15.292,03 triệu m³/năm. Các thành phần còn lại chiếm tỷ lệ khá nhỏ theo thứ tự là lượng dòng chảy mặt ra do chuyển nước chiếm khoảng 2,1% là 357,66 triệu m³/năm, dòng ngầm ra vùng cân bằng khác là 218,25 triệu m³/năm chiếm 1,28%, bốc thoát hơi NĐĐ là 212,66 triệu m³/năm chiếm 1,25% và cuối cùng là lượng thấm xuyên ra khỏi các tầng chứa nước lỗ hổng là 77,98 triệu m³/năm chiếm 0,46%.

Tương tác của nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Đáy, sông Bùi, sông Hoàng Long... và các hệ thống suối nhỏ trong vùng. Lượng nước sông cung cấp cho nước dưới đất trong lưu vực từ 39,7 triệu m³/tháng đến 61,21 triệu m³/tháng và lượng nước dưới đất thoát ra các dòng mặt từ 24,79 triệu m³/tháng đến 32,07 triệu m³/tháng.

CHƯƠNG 4. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN KHAI THÁC SỬ DỤNG HỢP LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

4.1. Xác định các đặc trưng thành phần cân bằng nước LVS Nhuệ - Đáy

Các thành phần tham gia vào cân bằng nước (gồm các thành phần đến, đi và tương tác của nước mặt với nước dưới đất) và mức độ đóng góp của chúng trong mỗi vùng cân bằng nước là khác nhau, thể hiện sự phân bố không đồng đều theo không gian và thời gian của tài nguyên nước trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

- Thành phần chính tham gia vào cân bằng nước mặt xác định được gồm có lượng mưa, bốc hơi, dòng chảy bề mặt và lượng nước đến do chuyển nước, chúng biến đổi tương đối mạnh mẽ theo không gian và thời gian trên toàn lưu vực. Do trên lưu vực, tài nguyên nước mặt đã được xác định chủ yếu đóng góp từ mưa sinh dòng chảy tập trung vào mùa mưa và

lượng nước đến do chuyển nước nên cơ sở đề xuất phương án khai thác hợp lý tài nguyên nước mặt NCS tập trung vào việc phân bố không gian và thời gian của lượng mưa và hiện trạng các công trình chuyển nước liên lưu vực để đề xuất phương án khai thác hợp lý tài nguyên nước mặt.

- Trong các thành phần tham gia vào cân bằng tài nguyên nước, lượng tương tác của nước mặt với nước dưới đất biến đổi khá lớn và không đều đối với các vùng cân bằng nước trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Một lượng cung cấp đáng kể và ổn định cho các tầng chứa nước trong lưu vực nghiên cứu là thấm trực tiếp từ mưa và thấm xuyên vào các tầng chứa nước. Tuy nhiên chúng cũng có mặt bất lợi nhất là các tầng chứa nước khe nứt karst lộ trên mặt lại phân bố nhiều nông trường chăn nuôi và trồng trọt có nguy cơ ô nhiễm nguồn nước.

- Trong các tầng chứa nước lỗ hổng (qh và qp) và tầng chứa nước khe nứt trong lưu vực nghiên cứu thì tầng chứa nước qp có trữ lượng phong phú nhất (chiếm 48% tổng trữ lượng NĐĐ trong vùng), đây cũng là tầng chứa nước có chất lượng tốt hoàn toàn đảm bảo để khai thác sử dụng, là nguồn nước khai thác quy mô lớn và có nguồn cấp là từ các sông. Tuy nhiên ở hầu hết phạm vi của vùng 4 và một phần phía nam của vùng 2, một phần của vùng 5 nước dưới đất trong tầng chứa nước qp bị nhiễm mặn không đảm bảo khai thác sử dụng ăn uống, sinh hoạt. Các khu vực khác hoàn toàn đáp ứng mục đích sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt.

- Theo Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Hồng - Thái Bình thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, nhu cầu sử dụng nước cho ăn uống sinh hoạt và phát triển kinh tế - xã hội của vùng ngày càng tăng cao. Tổng nhu cầu sử dụng nước đến năm 2025 của các ngành trên toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy khoảng 4.381,3 triệu m³, đến năm 2030 khoảng 4.492,0 triệu m³.

4.2. Các phương án khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước

Nhu cầu về nước ngày càng tăng cao, tạo ra sự cạnh tranh giữa những các đối tượng sử dụng khác nhau và các yêu cầu sinh thái. Các phương án

rõ ràng và cần thiết để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng là tận dụng tốt nhất nguồn nước sẵn có và sử dụng linh hoạt các nguồn nước hoặc công nghệ mới để cung cấp nhiều nước hơn trong điều kiện nguồn tài nguyên hiện có hạn chế. Các hoạt động điều hòa, phân phối tài nguyên nước thông qua việc điều tiết chế độ vận hành các đập, hồ chứa, công trình khai thác nước và điều phối hoạt động khai thác, sử dụng nguồn nước trên các lưu vực sông, tầng chứa nước nhằm tối ưu hóa lợi ích về kinh tế - xã hội, môi trường do nguồn nước mang lại và hướng tới việc điều hòa, phân phối điều tiết nguồn nước bằng hệ thống công cụ hỗ trợ ra quyết định.

Trên cơ sở tham khảo Luật tài nguyên nước 2023, Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Hồng – Thái Bình và các tài liệu nghiên cứu và thực tiễn liên quan đến các phương án giải pháp điều hòa, phân phối nguồn nước đã xác định các phương án có thể áp dụng cho LVS Nhuệ - Đáy gồm:

1. Điều chỉnh vận hành, bổ sung các công trình điều tiết, khai thác nước mặt

- Vùng cân bằng nước 1: Cải tạo và nâng cấp các công trình hiện có đủ năng lực thiết kế như hồ Mèo Gù, hồ Cẩm Quỳnh, trạm bơm Sơn Đà, nâng cấp trạm bơm Trung Hà thay thế cho hồ Suối Hai và đầu tư xây dựng mới một số trạm bơm, hồ chứa nước như trạm bơm Ngòi Lặt, Đồng Tiến, hồ Víp, hồ Sui, hồ Đồng Đèo, Đồng Xô, Suối Bóp, Xóm Bát, trạm bơm Cẩm Yên, Ngọc Bài thay thế hồ Đồng Mô.

- Vùng cân bằng nước 2: Nâng cấp các công trình hiện đang lấy nước sông Hồng như Hồng Vân, mở rộng cống Liên Mạc, xây mới 5 công trình điều tiết trên sông trực Đồng Quan, Nhật Tựu, Lương Cỏ, Hoà Mỹ, Chợ Lương.

- Vùng cân bằng nước 3: Đối với nước mặt phần diện tích là vùng núi đá, khả năng sinh thủy về mùa kiệt kém thì việc định hướng khai thác nước mặt bằng hồ chứa, đập dâng sẽ phù hợp và đạt hiệu quả cao hơn còn phần đồng bằng ở ven các sông Bôi, Hoàng Long, Lạng... sử dụng trực tiếp nguồn nước sông, suối trong vùng. Các giải pháp công trình như: nâng cấp, sửa chữa hồ Lương Cao, hồ Đàm Hồng, hồ Vó Âm, hồ Quần Heo.

- Vùng cân bằng nước 4: cải tạo nâng cấp 4 trạm bơm Yên Quang, Yên Bằng, Lê Xá, Đé; Bổ sung năng lực cho trạm bơm Như Trác; Xây mới 3 công trình trạm bơm đuôi kênh Đông, đuôi kênh Tây, đầu kênh NT5-10.

- Vùng cân bằng nước 5: Cải tạo, nâng cấp các cống Múc 2, Phạm Ry, Đồi Con, Cống Trê, Tiên Đồng, Dầm; xây mới các cống Bắc Cầu, Số 7, Hạ Miêu 1,2, Liêu Đông, Cống Tài, Ngô Đông, Cồn Nhất, cống Xuân Tân; xây mới các trạm bơm Giao Hương, Hồng Kỳ, Giao Lạc, Điện Biên.

2. Điều chỉnh vận hành, bổ sung các công trình khai thác nước dưới đất

Đối với vùng cân bằng 1, 2 và 5 có nguồn nước dưới đất phong phú tập trung ở tầng chứa nước Pleistocen, nhất là ở dải ven sông Hồng, sông Đáy, sông Ninh Cơ. Do đó đề xuất phương án ưu tiên khai thác nguồn nước dưới đất để đảm bảo nhu cầu sử dụng nước của vùng. Phương án đề xuất khai thác nước trong các vùng này cụ thể như sau:

- Giữ nguyên vị trí và công suất các giếng khai thác ven sông Hồng hiện nay (Sơn Tây, Thượng Cát, Cáo Đình, Yên Phụ, Nam Dư và Lương Yên);

- Điều chỉnh lưu lượng một số bãi giếng lớn khu vực trung tâm, cụ thể như sau: Giảm lưu lượng bãi giếng Mai Dịch xuống 40.000 m³/ngày; bãi giếng Ngọc Hà xuống 20.000 m³/ngày; bãi giếng Hạ Đình xuống 10.000 m³/ngày; bãi giếng Hà Đông xuống 10.000 m³/ngày; bãi giếng Ngô Sỹ Liên xuống 30.000 m³/ngày; bãi giếng Tương Mai xuống 20.000 m³/ngày; bãi giếng Pháp Vân xuống 10.000 m³/ngày;

- Bổ sung các bãi giếng khai thác ven sông và bãi bồi giữa sông Hồng, sông Đáy và sông Ninh Cơ.

3. Mô hình điều tiết, phân bổ tài nguyên nước

Mô hình điều tiết, phân bổ nước nhằm mục đích cho phép xem xét các thông số kinh tế dựa trên sản lượng do nguồn nước sẵn có trong việc tối ưu hóa các mô hình phân bổ nước cho quá trình ra quyết định. Tính toán các giai đoạn thủy văn, quy hoạch và vận hành cơ sở hạ tầng nước (hồ chứa, kênh, chuyển nước, v.v.), chính sách thể chế, sản xuất kinh tế gắn với việc

sử dụng nước và các bên liên quan là những thông tin chính được sử dụng làm dữ liệu đầu vào của mô hình được đề xuất. Các mô hình này thường cho phép chi phí trong luồng mạng được ưu tiên hoặc là giá trị kinh tế của lợi ích hoặc tổn thất.

Mô hình phân bổ nước bao gồm việc xây dựng và định cấu hình luồng mạng bằng cách sử dụng các mức độ ưu tiên và lợi ích/tổn thất kinh tế. Kết quả được phân tích sâu hơn trong bối cảnh các chỉ số thủy văn, chỉ số bền vững, chỉ số kinh tế và chỉ số thay đổi thủy văn. Các kịch bản cho rằng các quy tắc vận hành, điều kiện thể chế và lập kế hoạch sử dụng nước bền vững trong quá trình ra quyết định hợp tác và có sự tham gia sẽ có thông tin về các tác động bên ngoài và sự đánh đổi giữa nhiều người sử dụng nước để có giải pháp phân bổ nước tốt hơn.

4.3. Định hướng khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước

Với việc điều chỉnh giảm lưu lượng khai thác của các nhà máy nước phía trung tâm thành phố Hà Nội ở vùng cân bằng 2 đồng thời bổ sung thêm một số nhà máy nước ven sông Hồng, sông Đáy và sông Ninh Cơ ở vùng cân bằng 5 như phương án đề xuất thì nguồn nước ngầm khu vực nội thành Hà Nội được phục hồi. Việc điều chỉnh lưu lượng khai thác theo phương án này đã làm cho mực nước dưới đất khu vực trung tâm thành phố Hà Nội được phục hồi và không tạo nên phễu hạ thấp mực nước sâu với quy mô lớn như việc khai thác trong giai đoạn hiện nay. Với việc điều chỉnh lại quy mô khai thác thì khả năng khai thác nguồn nước dưới đất của thành phố Hà Nội ở vùng cân bằng 1, vùng cân bằng 2 và vùng cân bằng 5 hoàn toàn có thể đáp ứng cho các mục đích sinh hoạt và phát triển kinh tế.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

(1) Theo nguyên tắc, quan điểm quản lý tổng hợp hệ thống nguồn nước, lưu vực sông Nhuệ - Đáy phân chia thành 5 vùng cân bằng nước. Mỗi vùng cân bằng nước có những đặc trưng riêng về địa hình, tài nguyên nước mặt,

tài nguyên nước dưới đất và khai thác sử dụng nước.

(2) Xác định được các thành phần chính tham gia vào cân bằng nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy bao gồm các thành phần đến và đi như: dòng chảy mặt nội sinh từ mưa trong vùng, dòng chảy mặt đến và đi do chuyển nước liên lưu vực bằng công trình, dòng chảy mặt đến và đi từ vùng cân bằng khác, tương tác của nước mặt và nước dưới đất (cung cấp và thoát từ sông), thấm trực tiếp từ mưa cho nước dưới đất, thấm xuyên giữa các tầng chứa nước, khai thác nước và sự trao đổi cung cấp/thoát của các tầng chứa nước khe nứt vào các tầng chứa nước lỗ hổng ở khu vực ven rìa, dòng ngầm đến và đi từ vùng cân bằng khác.

(3) Luận án đã xác định một cách định lượng các thành phần tham gia trong từng vùng cân bằng và cho toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Theo đó, tổng lượng nước vào lưu vực là 17.034,40 triệu m^3 /năm, trong đó: do mưa là 13.038,66 triệu m^3 /năm (chiếm 76,5%), dòng chảy mặt vào do chuyển nước liên lưu vực bằng công trình là 1.357,26 triệu m^3 /năm (chiếm 8,0%), dòng chảy hồi quy từ tưới, nước thải sinh hoạt và công nghiệp là 485,38 triệu m^3 /năm (chiếm 2,9%), bổ cập từ mưa cho nước dưới đất là 481,91 triệu m^3 /năm (chiếm 2,83%), dòng chảy mặt từ vùng khác chảy vào là 475,26 triệu m^3 /năm (chiếm 2,79%), dòng ngầm từ vùng khác chảy vào là 177,62 triệu m^3 /năm (chiếm 1,04%), thấm xuyên từ tầng chứa nước trước Đệ tứ vào các tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ là 115,02 triệu m^3 /năm (chiếm 0,7%). Tổng lượng nước ra khỏi lưu vực là 17.031,86 triệu m^3 /năm, trong đó: dòng chảy mặt ra khỏi lưu vực là 6.744,04 triệu m^3 /năm (chiếm 39,53%), bốc hơi bề mặt là 5.392,84 triệu m^3 /năm (chiếm 31,61%), khai thác sử dụng là 3.155,15 triệu m^3 /năm (chiếm 18,49%), dòng chảy mặt ra khỏi lưu vực do chuyển nước liên lưu vực là 357,66 triệu m^3 /năm (chiếm 2,1%), dòng ngầm ra khỏi lưu vực là 218,25 triệu m^3 /năm (chiếm 1,28%), bốc hơi nước dưới đất là 212,66 triệu m^3 /năm (chiếm 1,25%), thấm xuyên xuống các tầng chứa nước trước Đệ tứ là 77,98 triệu m^3 /năm (chiếm 0,46%). Thành phần tương tác của

nước mặt và nước dưới đất xảy ra trong vùng chủ yếu ở ven sông Hồng, sông Đáy, sông Bùi, sông Hoàng Long... Lượng dòng ngầm thoát ra hệ thống dòng mặt là 331,38 triệu m³/năm, lượng nước sông bổ cập cho nước dưới đất là 571,90 triệu m³/năm.

(4) Trên cơ sở kết quả nghiên cứu xác định định lượng các thành phần tham gia vào cân bằng nước lưu sông Nhuệ - Đáy, luận án đã đề xuất phương án khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước bao gồm tài nguyên nước mặt và nước dưới đất ở mỗi vùng tính toán cân bằng tài nguyên nước góp phần phát triển kinh tế xã hội vùng nghiên cứu và bảo vệ tài nguyên nước.

Kiến nghị:

(1) Kết quả nghiên cứu phân vùng và tính toán các thành phần tham gia vào cân bằng tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy mới chỉ là bước đầu hoàn thiện về mặt phương pháp luận và cách tiếp cận. Để giám sát các thành phần chính tham gia vào cân bằng nước cũng như có các số liệu tính toán chi tiết cần phải hoàn thiện mạng lưới quan trắc tài nguyên nước mặt và tài nguyên nước dưới đất trong lưu vực.

(2) Kết quả nghiên cứu của luận án mới chỉ tập trung vào lượng của các thành phần tham gia vào cân bằng tổng hợp tài nguyên nước mà chưa đề cập nhiều đến vấn đề chất lượng các nguồn nước. Do đó cần có những nghiên cứu chi tiết về chất lượng nước để có thể khai thác, bảo vệ tài nguyên nước một cách toàn diện trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

(3) Nghiên cứu này có thể mở rộng xem xét đánh giá, đề xuất các giải pháp về xây dựng cơ chế chính sách về điều hòa, phân phối nguồn nước thông qua hệ thống công cụ hỗ trợ ra quyết định trên cơ sở quản lý vận hành các hệ thống công trình khai thác, sử dụng nước, cũng như những giải pháp ứng dụng công nghệ trong quản lý, khai thác, vận hành công trình thủy lợi, công nghệ tưới tiên tiến, tiết kiệm nước để nâng cao hiệu quả sử dụng nước.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ

1. Tổng Thanh Tùng, Bùi Quang Hương, Hoàng Văn Duy (2021), “Đánh giá lượng bổ cập cho nước dưới đất bằng mô hình SWAT-MODFLOW trên thượng lưu sông Đáy từ đập Vân Cốc đến sau nhập lưu sông Bùi”, *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, 11(361), tr.48-51, ISSN 1859-1477.
2. Tổng Thanh Tùng, Bùi Quang Hương, Hoàng Văn Duy (2021), “Nghiên cứu định lượng các thành phần trong cân bằng nước mặt lưu vực sông Đáy bằng mô hình SWAT”, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, 37(2021), tr.43-51, ISSN 0866-7608.
3. Tổng Thanh Tùng, Nguyễn Bách Thảo, Nguyễn Thị Thanh Thủy, Triệu Đức Huy, Hoàng Văn Hoan, Phạm Bá Quyền, Bùi Quang Hương, Phạm Văn Tuấn (2023), “Đánh giá biến động cân bằng nước dưới đất tại các tầng chứa nước holocen và pleistocen trong trầm tích đệ tứ lưu vực sông Nhuệ - Đáy”, *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, 26(2023), tr.91-100, DOI: <https://doi.org/10.55659/2525-2496/26.82093>.
4. Tổng Thanh Tùng, Nguyễn Bách Thảo, Nguyễn Thị Thanh Thủy (2023), “Phân vùng tính toán cân bằng tài nguyên nước phục vụ quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Nhuệ - Đáy”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, 80(2023), tr.84-94.
5. Tung, T.T. et al. (2024). An Application of ANN on Groundwater Level Prediction of the Fractured Aquifers in the Nhuê—Day River Basin. In: Reddy, J.N., Wang, C.M., Luong, V.H., Le, A.T. (eds), *Proceedings of the Third International Conference on Sustainable Civil Engineering and Architecture. ICSC EA 2023*. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 442. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7434-4_197.