# NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT ĐIỀU CHỈNH, BỔ SUNG MẠNG LƯỚI TRẠM THỦY VĂN PHỤC VỤ DỰ BÁO, CẢNH BÁO THIÊN TAI Ở BẮC BỘ TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TS. **Đặng Ngọc Tĩnh** - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương
KS. **Quách Thị Thanh Tuyết** - Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ KTTV và MT

*Dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) trong những năm gần đây cùng với những hạn chế về chất lượng và số lượng mạng lưới trạm thủy văn hiện tại, việc nghiên cứu đề xuất điều chỉnh và bổ sung mạng lưới quan trắc thủy văn góp phần nâng cao chất lượng dự báo thiên tai trong bối cảnh BĐKH nhằm giảm thiểu những tác động của BĐKH cho đời sống, xã hội và con người là vô cùng cần thiết.*

**1. Đặt vấn đề**

Mạng lưới trạm phục vụ cho dự báo thiên tai có nguồn gốc thủy văn cần phải có đầy đủ cơ sở khoa học, kỹ thuật và kinh tế - xã hội để cung cấp các số liệu cần thiết và đầy đủ, đáp ứng cho công tác dự báo. Số liệu cần và đủ sử dụng trong dự báo thiên tai lũ, lụt hay thiếu nước, hạn thủy văn nói riêng, dự báo thủy văn nói chung, có thể chia thành 2 nhóm: Nhóm thứ nhất gồm tất cả các loại tài liệu cần thiết để xây dựng cơ sở kỹ thuật, phương án, công nghệ dự báo, và nhóm thứ hai là những thông tin cần thiết để làm dự báo.

Số liệu nhóm 1 là số liệu chuỗi thời gian về thủy văn, khí tượng cần thiết để kiểm tra, đánh giá các mô hình, phương pháp dự báo, gồm cả các thông tin địa lý, lưu vực, tình trạng sử dụng đất, lớp phủ thực vật, các đặc trưng thổ nhưỡng, kích cỡ lòng dẫn, mặt cắt ngang, độ nhám, độ dốc, các công trình, hồ chứa... cần được xác định, đo đạc để lập mô hình, phương án dự báo cho lưu vực sông, vị trí cụ thể trên sông.

Số liệu nhóm thứ 2 bao gồm số liệu khí tượng thuỷ văn (KTTV) chuyên dùng cho phương án dự báo sẽ được sử dụng để xác định trạng thái lưu vực tại thời điểm phát báo, để hiệu chỉnh kỹ thuật, công cụ, công nghệ dự báo ở thời kỳ tiền dự báo, trên cơ sở đó cập nhật sai số tức thời để tăng cường độ chính xác của dự báo cho thời gian dự kiến. Độ tin cậy của phương án dự báo có thể liên quan trực tiếp tới số lượng, chất lượng và loại số liệu được dùng để xây dựng và kiểm nghiệm phương án dự báo. Đặc biệt, số liệu dùng để xây dựng phương án và số liệu sử dụng trong dự báo nghiệp vụ phải là cùng loại, cùng cấp độ chính xác thì mới đảm bảo độ tin cậy cho phương án sử dụng trong dự báo tác nghiệp.

Yêu cầu mạng lưới số liệu cho dự báo thiên tai thủy văn phụ thuộc vào phương pháp được sử dụng, thời đoạn tính toán, thời gian dự kiến của dự báo và loại yếu tố, đặc trưng thủy văn cần dự báo. Thực tế cho thấy, phải chọn mô hình, phương pháp dự báo trên cơ sở số liệu hiện có, nhưng để tăng độ chính xác của dự báo cũng cần lưu ý đến khả năng cập nhật tần suất số liệu theo cả không gian cũng như theo thời gian, do đó việc nghiên cứu, đề xuất, điều chỉnh và nâng cấp mạng lưới trạm quan trắc các yếu tố KTTV để thỏa mãn yêu cầu tối đa về số liệu phục vụ dự báo đáp ứng các nhu cầu đòi hỏi ngày càng cao của phát triển kinh tế, xã hội ngày càng cấp bách.

**2. Hiện trạng công tác dự báo, cảnh báo thiên tai thủy văn trên lưu vực hệ thống sông Hồng – Thái Bình**

Các phương pháp dự báo hiện nay ở Bắc Bộ được phân loại theo các thời hạn dự báo: hạn ngắn, hạn vừa và hạn dài:

Phương pháp dự báo dòng chảy hạn ngắn: bên cạnh việc ứng dụng các biểu đồ kinh nghiệm, mô hình SSARR dạng thu gọn, mô hình diễn toán lũ trong sông, quan hệ mưa rào dòng chảy, phương pháp mực nước tương ứng, tổng nhập lưu lưới sông; một hai năm gần đây đã ứng dụng mô hình Marine

*Người đọc phản biện: PGS. TS **Nguyễn Viết Lành***

của Viện Cơ học chất lỏng Toulouse - Cộng hoà Pháp; Mô hình tính toán điều hành hồ; Mô hình thuỷ lực - TL - tính toán quá trình lan truyền lũ trong hệ thống sông Hồng - Thái Bình và mô hình Mike 11.

Phương pháp dự báo thuỷ văn hạn vừa: Phương pháp tương tự và quan hệ mưa-lũ; Theo mô hình mưa rào - dòng chảy TANK dự báo quá trình 5 ngày dòng chảy đến hồ Hoà Bình. Mô hình Mike-NAM cũng được sử dụng để dự báo 5 ngày dòng chảy đến các hồ chứa lớn ở Bắc Bộ. Trong hai năm gần đây đã tiến hành dự báo quá trình lũ 5 ngày cho 8 vị trí: Hoà Bình, Yên Bái, Tuyên Quang, Hà Nội, Phả Lại, Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam theo mô hình thủy văn TANK và dựa vào dự báo mưa 24h, 48h, 72h của Nhật, dự báo mưa 24h, 48h, 72h, 96h, 120h của trung tâm Châu Âu, của Đức, của Úc.

Các phương pháp dự báo thuỷ văn hạn dài (Dự báo tháng) dự báo đặc trưng dòng chảy tháng và phân phối dòng chảy mùa cạn, mùa lũ cho vị trí Hoà Bình theo phương pháp ARIMA và nhận dạng; dựa vào 5 phương pháp: Thống kê khách quan; Nhận dạng; Hồi qui; Điều hoà; Diễn biến lịch sử.

*Chất lượng dự báo:*

Mức bảo đảm của công nghệ dự báo thuỷ văn hạn ngắn đạt mức 85-90% với thời gian dự kiến trên sông Đà từ 24-30h, hạ lưu sông Hồng kéo dài tới 48h; Mức đảm bảo của dự báo thủy văn hạn vừa đạt 75-80%, hạn dài đạt 65-70%.

Do đặc điểm hình thành dòng chảy trên lưu vực sông Hồng, chất lượng dự báo lũ với thời gian dự kiến 30, 36, 48 giờ phụ thuộc chặt chẽ vào việc xác định lượng mưa đã rơi trong vòng 24 giờ qua đến thời điểm dự báo và dự báo lượng mưa trong vòng 24-48 giờ tới trên phần lưu vực thuộc Việt Nam. Sai số lớn thường gặp phải khi mực nước lũ trên sông Hồng tại Hà Nội trên mức 11 mét và thường do dự kiến sai diễn biến lượng mưa theo không gian và thời gian. Ngoài ra, trong gần chục năm gần đây, chất lượng dự báo còn phụ thuộc vào việc điều hành các cửa xả của công trình thủy điện Hòa Bình, Tuyên Quang, Thác Bà khi có xả lũ.

Theo các kết quả dự báo khi mực nước lũ tại Hà Nội vào lúc phát báo đạt từ 10 mét trở lên (khi có lũ cao trong sông) với thời gian dự kiến cho 24, 36, 48 giờ từ 1960 đến nay, đã thống kê chung cả mùa lũ cũng như khi lũ ở mức cao trên 10 mét và riêng cho tháng 8 theo các pha lũ.

**3. Hiện trạng mạng lưới quan trắc mưa, dòng chảy phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai thủy văn trên lưu vực hệ thống sông Hồng – Thái Bình**

Số liệu KTTV điện báo trên lưu vực sông Hồng từ phần lãnh thổ Trung Quốc phục vụ cho dự báo lũ rất hạn chế. Hiện nay vào mùa lũ hàng năm từ 15/5 đến 15/10 Trung Quốc cung cấp số liệu mực nước, lưu lượng và mưa tại 5 trạm thủy văn: 3 trạm trên sông Đà (Trung Ái Kiều, Thổ Khả Hà, Kim Thủy Hà), 2 trạm trên sông Thao (Nguyên Giang, Mạn Hảo). Ngoài ra chỉ có 7 trạm Synop phát báo quốc tế GTS của Tổ chức Khí tượng thế giới nằm trên lưu vực sông Đà, Thao là SiMao, JangCheng (s. Đà), YanMou, ChuXiong, YanJang, MengZi và KunMing (s. Thao) có thể thu nhận được để phục vụ dự báo lũ.

Mạng lưới trạm điện báo hàng năm phục vụ cho theo dõi, cảnh báo, dự báo bão, lũ gồm 3 loại: Lưới trạm điện báo Synop do các trạm KT bề mặt thực hiện; Lưới trạm điện báo mưa mùa lũ do các trạm KT bề mặt, thủy văn và đo mưa thực hiện; Lưới trạm điện báo thủy văn mùa lũ do các trạm thủy văn thực hiện.

Mạng lưới đo đạc và điện báo KTTV phục vụ dự báo lũ cho hệ thống sông Hồng – Thái Bình phần lãnh thổ Việt Nam được thể hiện trong Quyết định mạng lưới các trạm điện báo KTTV của Tổng Giám đốc Trung tâm KTTV quốc gia hàng năm; theo đó số lượng trạm điện báo thường ít hơn số lượng trạm đo đạc cơ bản, chuyên dùng hay thuê mướn nhân dân. Mùa lũ các năm 2010, 2011, 2012 bao gồm các trạm điện báo đo mưa trên lưu vực sông Hồng – Thái Bình với số lượng như sau: 86 trạm khí tượng bề mặt synop có đo mưa; 81 điểm đo mưa thuộc các trạm thuỷ văn; 68 điểm đo mưa nhân dân.

Lưới trạm đo mưa phân bố rất không đều giữa các vùng và chưa phản ánh được đầy đủ sự phân bố mưa theo không gian. Dày nhất là ở đồng bằng Bắc Bộ, khoảng 130 km$^2$/trạm; miền núi và trung du Bắc

Bộ gần 400 km$^2$/trạm. Số trạm điện báo còn ít hơn nhiều so với số lượng trạm có đo mưa. Như vậy, so với quy định của Tổ chức Khí tượng Thế giới thì mật độ lưới trạm đo mưa ở nước ta thuộc loại trung bình, song phân bố lưới trạm như trên là chưa hợp lý.

***a. Lưới trạm thủy văn điện báo***

Theo quyết định của Tổng Giám đốc Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia ban hành về mạng lưới điện báo hàng năm phục vụ công tác dự báo KTTV, mạng lưới trạm thủy văn điện báo cho 2 năm gần đây nhất (2011-2012) trên lưu vực hệ thống sông Hồng – Thái Bình có 95 trạm thuỷ văn điện báo (Tây Bắc 16 trạm, Đông Bắc 22 trạm, Việt Bắc 32 trạm, Đồng bằng Bắc Bộ 25 trạm) và chỉ có 26 trạm đo lưu lượng (Tây Bắc 8 trạm, Đông Bắc 1 trạm, Việt Bắc 14 trạm, Đồng bằng Bắc Bộ 03 trạm). Số lượng trạm điện báo và tần suất điện báo trong mùa lũ nhiều hơn so với số trạm và tần suất điện báo trong mùa cạn.

Về mật độ lưới trạm: Nhìn chung, lưới trạm thuỷ văn điện báo còn thưa, phân bố không đều, mới đáp ứng những yêu cầu cơ bản nhất, thiết yếu nhất về khai thác tài nguyên nước, xây dựng hạ tầng cơ sở (hồ chứa, đê điều, công trình đầu mối...), phòng chống thiên tai, v.v..., chưa đáp ứng được yêu cầu dự báo phòng tránh lũ lụt hiện nay.

***Bảng 1. Các đặc trưng về lưới trạm thuỷ văn cơ bản trên các sông chính Bắc Bộ***

| TT | Sông | $F_{toàn thể}$ / $F_{trong nước}$ (km$^2$) | Tổng số trạm | Đo H/Q | Mật độ trạm km$^2$/trạm |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kỳ Cùng-Bằng | 11.220/10.532 | 3 | 3/1 | 3.510/10.532 |
| 2 | Đà | 52.900/26.800 | 11 | 11/7 | 2.436/3.829 |
| 3 | Lô-Gâm | 39.000/22.600 | 16 | 16/7 | 1.412/3.229 |
| 4 | Hồng | 63.100/23.300 | 32 | 32/9 | 728/2.589 |
| 5 | Thái Bình | 15.180/12.700 | 29 | 29/2 | 438/6.350 |

***b. Lưới trạm điện báo mưa, bão, lũ***

Nhìn chung, phân bố trạm KT bề mặt có điện báo tương đối hợp lý, phân bố theo không gian để theo dõi bão, ATNĐ và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm gây lũ, lụt; nhiều trạm có chuỗi số liệu dài. Tuy nhiên, do mạng trạm cơ bản còn thưa ở một số vùng nên chưa thể cung cấp đủ số liệu phục vụ theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm. Vùng ven biển và đảo: Đoạn ven biển Bắc Bộ, các trạm tương đối dày, đủ để theo dõi và phân tích dự báo bão; ở vùng biển, hải đảo còn quá ít trạm. Vùng núi cao và vùng biên giới: Số trạm cơ bản cũng như trạm điện báo còn ít. Do đây là vùng núi hiểm trở, địa hình chia cắt mạnh, giao thông rất khó khăn, phần lớn các trạm đặt tại thị trấn, thị xã dọc theo các tuyến đường, bố trí phương tiện truyền tin rất khó khăn (nhiều chủng loại máy, phần nhiều là máy cũ, còn một số trạm điện theo đường bưu điện phổ thông) dẫn đến tình trạng số liệu về muộn, thiếu hoặc không chính xác.

***c. Lưới trạm thủy văn***

Trên các dòng sông chính, các trạm điện báo đều là trạm thủy văn cơ bản, chủ chốt, trạm hạng I xen kẽ với các trạm hạng II và hạng III, đồng thời chú ý đến các trạm vùng không ảnh hưởng và có ảnh hưởng của thủy triều nên đảm bảo theo dõi được chế độ lũ. Nhiều trạm thủy văn hoạt động từ đầu thế kỷ 20 đến nay nên giúp ích nhiều cho nghiên cứu những quy luật lũ, lụt phục vụ dự báo. Tuy nhiên, ở vùng ảnh hưởng thủy triều còn thiếu trạm đo và điện báo lưu lượng nên việc ghép nối mô hình lũ giữa vùng không và vùng có ảnh hưởng triều không cho kết quả tốt, nhất là khi sử dụng mô hình thủy lực. Một số vùng như thượng nguồn các sông lớn, trên các sông nhánh chính, số trạm còn thưa và số năm quan trắc ít, nên việc xây dựng phương án, mô hình dự báo có khó khăn, độ tin cậy của dự báo thường không cao.

***d. Mạng lưới đo mặn***

Mạng lưới quan trắc độ mặn ở vùng ven biển đồng bằng sông Hồng - Thái Bình đã được thành lập và hoạt động từ năm 1963. Giai đoạn từ năm 1963 - 1980 có 36 trạm đo mặn hoạt động, gồm 2 trạm trên dòng chính sông Hồng, 5 trạm trên sông Kinh Thầy, 3 trạm trên sông Văn Úc, 3 trạm trên sông Trà Lý, 3 trạm trên sông Đáy, 2 trạm trên sông Ninh Cơ và các phân lưu khác từ 1 - 2 trạm. Các trạm này cũng không đo liên tục, phần lớn ngừng đo trong giai đoạn (1975 - 1979). Chỉ có 13 trạm có đo từ 14 - 17 năm trong mùa cạn, 17 trạm đo được 4 - 9 năm và 6 trạm đo 3 năm. Hiện nay, hệ thống trạm đo mặn thuộc hệ thống sông Hồng - Thái Bình chỉ có 18 trạm với thời gian quan trắc không đồng bộ về thời gian, có trạm 15 - 20 năm, có trạm chỉ quan trắc ngắn từ 2 - 3 năm. Các trạm được phân bố không đều trên các nhánh sông.

Chế độ đo mặn: Thời gian đo trong năm: từ tháng 12 đến tháng 5; chế độ đo: 1 giờ/lần đối với đỉnh triều, 2 giờ/lần khi triều xuống; đo theo thuỷ trực đại biểu theo chế độ 3 điểm: mặt, giữa, đáy.

**4. Phân tích hiện trạng mạng lưới KTTV**

Để tạo cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc ứng dụng hiệu quả các công nghệ dự báo KTTV hiện đại, mạng lưới điều tra cơ bản không ngừng được đầu tư đổi mới cả về số lượng (mật độ dày đặc hơn cả về không gian và thời gian), chất lượng, tính đồng bộ, tự động hóa và tính tức thời của thông tin. Trước năm 2002, toàn bộ mạng lưới quan trắc chỉ có gần 500 trạm trên phạm vi toàn quốc, đến nay số lượng trạm, điểm đo đã gia tăng đáng kể, trong đó có: 236 trạm thủy văn, 174 trạm khí tượng, 17 trạm hải văn, 03 trạm thu ảnh mây vệ tinh phân giải cao của Mỹ, Nhật Bản và Trung Quốc, 07 trạm ra-đa thời tiết, trong đó có 04 ra-đa số hóa, 155 trạm và điểm đo môi trường không khí và nước, 393 điểm đo mưa nhân dân, sáu trạm thám không vô tuyến. Đặc biệt gần đây, thông qua các dự án ODA, hơn 100 trạm đo mưa tự động đã được lắp đặt trên phạm vi toàn quốc. Sự tăng cường đáng kể về mật độ mạng lưới trạm theo cả không gian và thời gian đã là cơ sở vật chất kỹ thuật quan trọng để triển khai ứng dụng công nghệ dự báo thời tiết cực ngắn.

Tuy nhiên hoạt động trong lĩnh vực KTTV vẫn còn những khó khăn như mạng lưới KTTV đã hoạt động khoảng 60 năm, có trạm hơn 100 năm nhưng chưa được quy hoạch hoàn chỉnh. Ở vùng sâu, vùng xa có địa hình phức tạp, vùng có điều kiện KTTV khắc nghiệt, vùng ven biển và một số vùng trọng điểm phát triển kinh tế, trạm KTTV còn thưa, chưa đáp ứng được đòi hỏi của công tác dự báo cũng như sự phát triển kinh tế - xã hội.

Các phương tiện đo còn lạc hậu. Việc quan trắc được thực hiện chủ yếu bằng phương pháp thủ công. Một số thiết bị mới hiện đại như ra-đa thời tiết, trạm khí tượng tự động, máy quan trắc bức xạ tự động, trạm phao, máy thuỷ văn tự ghi/tự báo đã được đầu tư nhưng còn quá ít, thiếu đồng bộ. Việc duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa gặp nhiều khó khăn. Do vậy, hiệu quả khai thác các thiết bị trên chưa cao, một số trạm khí tượng tự động, máy thuỷ văn tự ghi/tự động và trạm phao hoạt động không ổn định.

**5. Phương pháp luận và các bước thực hiện điều chỉnh mạng lưới khí tượng thủy văn**

Việc bổ sung trạm quan trắc khí tượng thủy văn được xây dựng dựa trên việc đánh giá phân bố theo không gian một số đặc trưng của các yếu tố cơ bản như: lượng mưa, mực nước, dòng chảy, … kết hợp với phân tích hiện trạng mạng lưới trạm quan khí tượng thủy văn hiện có. Cụ thể để nghiên cứu, đề xuất điều chỉnh bổ sung mạng lưới trạm phục vụ dự báo trong bối cảnh biến đổi khí hậu cần thực hiện các bước sau:

*Bước 1*: Phân tích, đánh giá hiện trạng phương án/ phương pháp dự báo hiện tại/ tương lai trên các sông khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ.

*Bước 2*: Từ những phân tích, đánh giá trên đưa ra những yêu cầu cụ thể về số liệu phục vụ công tác dự báo (mật độ trạm; tần suất quan trắc điện báo).

*Bước 3*: Đánh giá hiện trạng công tác đo đạc mạng lưới khí tượng thủy văn.

*Bước 4*: Phân tích yêu cầu độ chính xác dự báo cho từng hệ thống sông khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ ( mực độ sai số dự báo, thời gian dự kiến cho từng hệ thống sông cụ thể). Từ đó phân

tích đưa ra số liệu cần thiết để đáp ứng độ chính xác dự báo yêu cầu. Trên cơ sở đó đưa ra danh sách trạm bổ sung (vị trí trạm, chế độ quan trắc).

*Bước 5*: Sau khi quy hoạch bổ sung trạm khí tượng thủy văn, sử dụng số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm mới, kiểm tra khả năng đáp ứng số liệu yêu cầu cũng như đánh giá tính chính xác kết quả dự báo khi sử dụng bộ số liệu mới, nếu kết quả đưa ra chưa đáp ứng yêu cầu thì cần tiếp tục điều chỉnh bổ sung.

**6. Kiến nghị điều chỉnh, bổ sung các trạm thủy văn ở Bắc Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu**

Với các nguyên tắc và tiêu chí khoa học thiết kế mạng lưới tram thủy văn nêu trên và thực trạng mạng lưới trạm thủy văn, cùng với các kịch bản biến đổi khí hậu đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường nghiên cứu và công bố, mật độ trạm thủy văn cho các lưu vực sông chính ở Bắc Bộ được kiến nghị như sau:

***Bảng 2. Mật độ lưới trạm thủy văn dự kiến***

| TT | Hệ thống sông | Mật độ toàn lưu vực (km²/trạm) | |
|---|---|---|---|
| | | Trạm đo mực nước | Trạm đo dòng chảy |
| 1 | Kỳ Cùng-Bằng | 746 | 994 |
| 2 | Đà | 412 | 4414 |
| 3 | Thao-Lô-Gâm | 412 | 4414 |
| 4 | Hồng | 238 | 317 |
| 5 | Thái Bình | 238 | 317 |

Ngoài các trạm đã được chính phủ phê duyệt theo Quyết định 16 cần nâng cấp một số trạm để đo lưu lượng để tăng cường kiểm soát dòng chảy xuyên biên giới, theo dõi tác động của lũ, lụt đến vùng đồng bằng; Đồng thời bổ sung, nâng cấp một số trạm trên lưu vực sông theo yêu cầu phục vụ các quy trình vận hành liên hồ chứa và yêu cầu dự báo, cảnh báo lũ; Phục hồi hoặc nâng cấp trạm các trạm chủ chốt trên các sông chính từ hạng III lên hạng I (đo lưu lượng), lưu ý với các trạm có số liệu từ đầu thế kỷ tại các thị xã, tỉnh lỵ, do điều kiện xử lý kỹ thuật thời kỳ trước chưa đảm bảo nên buộc phải di dời trạm đến nay nếu xử lý được thì nên đưa trạm trở lại tuyến cũ. Ngoài ra, có một số trạm mực nước đã giải thể, nay đề nghị khôi phục để theo dõi, dự báo lũ vùng hạ lưu. Cần tăng cường các trạm đo mặn ở tất cả các vùng cửa sông, đồng bằng ven biển Bắc Bộ nơi không có các công trình ngăn mặn để theo dõi và dự báo mặn. Tăng cường và đảm bảo hệ thống đo đạc, thông tin tự động cho một số trạm bằng trạng bị máy đo và báo mực nước tự ghi tự động.

***Bảng 3. Danh sách trạm thủy văn đề xuất nâng cấp hoặc di chuyển***

| TT | Sông | Trạm | Hạng | | Ghi chú |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Cũ | Mới | |
| 1 | Đà | Mường Tè | III | I | Khống chế nước từ Trung Quốc về |
| 2 | | Nậm Giàng | I | | Di chuyển sát biên giới |
| 3 | Thao | Yên Bái | III | I | Đưa trạm lưu lượng về thị xã |
| 4 | | Phú Thọ | III | I | Khống chế nước sông Thao |
| 5 | Lô | Hà Giang | III | I | Đưa trạm lưu lượng về thị xã |
| 6 | | Tuyên Quang | III | I | Đưa trạm Gềnh Gà về thị xã |
| 7 | Bằng | Cao Bằng | III | I | Khống chế nước sông Bằng |
| 8 | Lục Nam | Chũ | III | I | Khống chế nước sông Lục Nam |
| 9 | Thương | Cầu Sơn | III | I | Khống chế nước sông Thương |

***Bảng 4. Danh sách trạm đề xuất bổ sung***

| TT | Địa danh - xã | Sông | Tỉnh | Dự định bổ sung |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Chà Cang | Đà, Nậm Pô | Lai Châu | Hạng I |
| 2 | Pa Tần | Nậm Na | - | Hạng I |
| 3 | Nậm Mức | Nậm Mức | Điện Biên | Hạng II |
| 4 | Mường Mít | Nậm Mu | Lai Châu | Hạng II |
| 5 | Bình Lư | Nậm Mu | Lai Châu | Hạng II |
| 6 | Hưng Thi | Bôi | Hòa Bình | Hạng II |
| 7 | Lầm Sơn | Bùi | - | Hạng II |
| 8 | Nậm Thi | Nậm Thi | Lào Cai | Hạng II |
| 9 | Đồng Văn | Nho Quế | Hà Giang | Hạng II |
| 10 | Na Hang | Hồ Na Hang | Tuyên Quang | Hạng III |
| 11 | Tân Cương | Công | Thái Nguyên | Hạng II |
| 12 | Cầu Phà | Cầu | Bắc Kạn | Hạng II |

***Bảng 5. Trạm được đề nghị trang bị máy tự ghi tự báo mực nước lũ***

| TT | Trạm | Sông | TT | Trạm | Sông |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hồ Hòa Bình | Đà | 11 | Đáp Cầu | Cầu |
| 2 | Hòa Bình (Bến Ngọc) | - | 12 | Phủ Lạng Thương | Thương |
| 3 | Yên Bái | Thao | 13 | Lục Nam | Lục Nam |
| 4 | Phú Thọ | - | 14 | Phả Lại | Thái Bình |
| 5 | Tuyên Quang | Lô | 15 | Phú Lương | - |
| 6 | Việt Trì | - | 16 | Thái Bình | Trà Lý |
| 7 | Sơn Tây | Hồng | 17 | Nam Định | Đào |
| 8 | Hà Nội | - | 18 | Bến Đế | Hoàng Long |
| 9 | Hưng Yên | - | 19 | Phủ Lý | Đáy |
| 10 | Gia Bảy | Cầu | 20 | Ninh Bình | - |

**5. Kết luận**

Bài báo đã khái quát phương pháp nghiên cứu từ đó đưa ra đề xuất điều chỉnh, bổ sung mạng lưới quan trắc thủy văn phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai lũ, lụt, lũ quét, xâm nhập mặn ở Bắc Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

## Tài liệu tham khảo

*1. Phê duyệt "Quy hoạch tổng thể mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia đến năm 2020".*

*2. Nguyễn Trọng Hiệu, 1987, "Quy hoạch mạng lưới trạm Khí tượng Thủy văn", Viện Khí tượng Thủy văn.*

*3. World Meteorological Organisation, WMO-No.488: Guide to the Global Observing System, Geneva, 2010.*

*4. World Meteorological Organisation, Observing System, Volume I – Global Aspects, Geneva, 2010.*

*5. World Meteorological Organisation, Observing System, Volume II – Regional Aspects, Geneva, 2010.*

*6. Quy hoạch lưới trạm KTTV đến năm 2020*

*7. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số 16/2007/QĐ-TTg ngày 29 tháng 01 năm 2007 của Thủ tướng chính phủ về việc phê duyệt "Quy hoạch tổng thể mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia đến năm 2020".*