

**Giám sát, quan trắc dự báo khí tượng thủy văn chuyên dùng  
Tur vẩn tính toán điều tiết hồ chứa nước Dầu Tiếng**

**BÁO CÁO ĐÁNH GIÁ TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN ĐÀU  
MÙA LŨ VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN VẬN HÀNH HỒ DẦU TIẾNG  
MÙA LŨ NĂM 2024**

Chủ nhiệm dự án: Nguyễn Trung Nam

**1 DIỄN BIẾN THỜI TIẾT ĐẾN NGÀY 23/6/2023**

**1.1 Bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ)**

Tính đến tháng 6/2024, trên Biển Đông xuất hiện 01 cơn bão, có tên MALIKSI vào ngày 31/5/2024. Bão số 01 đi vào đất liền khu vực phía Nam tỉnh Quảng Đông (Trung Quốc) và suy yếu thành áp thấp nhiệt đới ngày 01/6/2024.

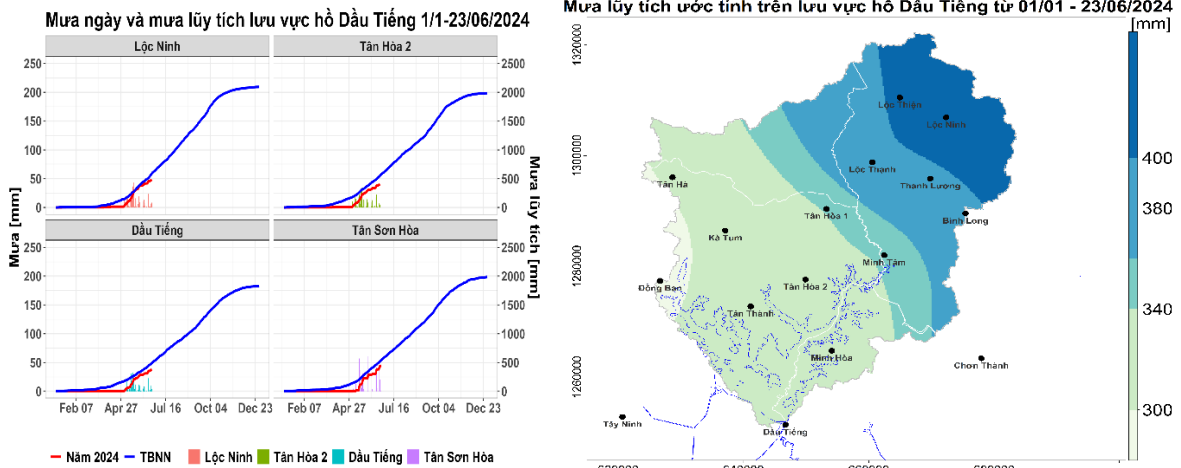
**1.2 Diễn biến mưa trên lưu vực hồ Dầu Tiếng và hạ lưu hồ**

Khu vực Nam Bộ đã bước vào mùa mưa, tuần suất xuất hiện các trận mưa gia tăng từ đầu tháng 5 với tổng lượng mưa ngày phổ biến ở các ngày có mưa giá trị trung bình lớn hơn 15 mm. Tuy nhiên, tổng lượng mưa lũy tích trên toàn vùng đánh giá thiếu hụt 20-30% so với trung bình nhiều năm (TBNN).

Khu vực hạ lưu hồ Dầu Tiếng: Tại trạm Tân Sơn Hòa mưa xảy ra phổ biến từ đầu tháng 5. Tổng lượng mưa tính đến 22/06 là 441.7 mm (~82% của TBNN) nhỏ hơn khoảng 97,59 mm với TBNN (539,29 mm). Trong tháng 6 giá trị mưa ngày lớn nhất đo đạc là 41,6 mm vào ngày 15/06. Xu thế chung cho thấ gia tăng về tần suất xảy ra mưa và giá trị mưa lũy tích [xem Hình 1].

Trên lưu vực hồ Dầu Tiếng: Tại trạm Lộc Ninh thuộc tỉnh Bình Phước phía thượng lưu của lưu vực. Mưa xuất hiện phổ biến từ đầu tháng 5 xu thế chung mưa gia tăng về tần suất và giá trị lũy tích. Giá trị mưa ngày lớn nhất ước tính xấp xỉ 22,23 mm vào ngày 15/06 và giá trị trung bình tháng ước tính khoảng 4,64 mm. Về mưa lũy tích ước tính đến ngày 23/06 là 483,83 mm nhỏ hơn khoảng 105,74 mm so với TBNN (589,57 mm). Tương tự, hai trạm phía trung tâm hồ (trạm Tân Hòa 2) và trạm ở hạ lưu hồ (trạm Dầu Tiếng) giá trị mưa lũy tích so với TBNN lần lượt nhỏ hơn khoảng 145,14 mm và khoảng 112,37 mm. [xem Hình 1].

Về phân bố mưa theo không gian trên lưu vực hồ Dầu Tiếng: Hình 1 trình bày mưa lũy tích từ 1/1 đến 23/6/2024. Nhìn chung, mưa có xu thế tăng dần về phía thượng lưu, cụ thể, phía thượng lưu của lưu vực có lượng mưa từ 400-480 mm, trong khi đó, khu vực trung tâm lưu vực lượng mưa gia tăng từ 340 đến 400 mm. Khu vực lòng hồ và phía hạ lưu lượng mưa nhỏ hơn 340 mm.



Nguồn: Trạm Tân Sơn Hòa số liệu từ website: [www.phongchonglutbaotphcm.gov.vn](http://www.phongchonglutbaotphcm.gov.vn); các trạm còn lại nguồn: <http://irain.eng.uci.edu/>

Hình 1. Mưa ngày và mưa lũy tích so với TBNN tại một số trạm đặc trưng trên lưu vực và hạ lưu hồ Dầu Tiếng và Lượng mưa lũy tích trên lưu vực hồ Dầu Tiếng từ 1/1-23/06/2024

## 2 DIỄN BIẾN ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN HỒ DẦU TIẾNG ĐẾN NGÀY 23/6/2024

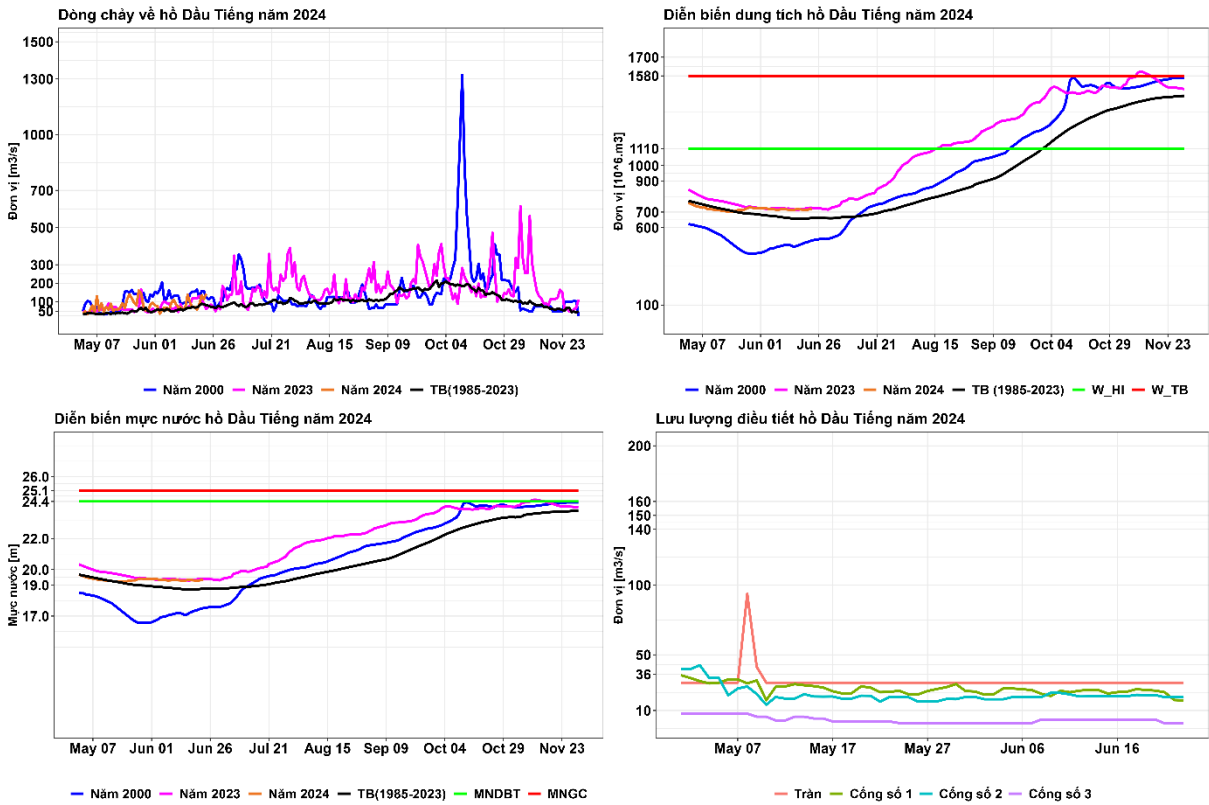
Về hiện trạng dòng chảy về hồ: Tổng lượng dòng chảy về hồ trong tháng 6 tính đến ngày 22/06 là 153,68 triệu m<sup>3</sup>, trung bình khoảng 6,99 triệu m<sup>3</sup>/ngày và giá trị dòng chảy lớn nhất ghi nhận được là 137,71 m<sup>3</sup>/s vào ngày 15/06. Tổng lượng lũy tích tháng 6 nhỏ hơn 5,65 triệu m<sup>3</sup> so với năm 2023 (159,33 triệu m<sup>3</sup>) nhưng lớn hơn 33,7 triệu m<sup>3</sup> so với TBNN (119,98 triệu m<sup>3</sup>) cùng thời kỳ [xem Hình 2].

Về diễn biến dung tích hồ: Dung tích hồ Dầu Tiếng là 721,84 triệu m<sup>3</sup> xấp xỉ 45,69% của dung tích toàn bộ và 65,05% dung tích hữu ích. Về mặt xu thế, dung tích hồ có xu thế giảm từ đầu tháng 6 đến nay. Hiện nay, dung tích hồ lớn hơn so với TBNN khoảng 60,05 triệu m<sup>3</sup>, và nhỏ hơn 5,95 triệu m<sup>3</sup> so với năm 2023 (727,79 triệu m<sup>3</sup>)[xem Hình 2].

Về diễn biến mực nước hồ: Mực nước hồ Dầu Tiếng ngày 23/6 ghi nhận được là 19,36 m thấp hơn so với MNDBT (24,4 m) là 5,04 m, và thấp hơn 0,05 m so năm 2023 (19,41 m) nhưng cao hơn 0,59 m so với TBNN là 18,77 m. Xu thế chung mực nước hồ giảm từ đầu tháng 6 đến nay. So với khoảng mực nước yêu cầu theo Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai tại Quyết định số 1895/QĐ-TTg, mực nước yêu cầu từ 17,35 – 19,0 m duy trì trong khoảng thời gian 21/6-30/6 hằng năm. Điều này cho thấy, hồ Dầu Tiếng cần thiết điều tiết để giảm mực nước về khoảng yêu cầu theo quy định [xem Hình 2 và Bảng 1].

Về vận hành hồ Dầu Tiếng: Lưu lượng điều tiết trong tháng 6 chủ yếu qua 03 cống để cấp nước sản xuất cho khu vực hạ du; số liệu ước tính cho thấy Cống số 1 lưu lượng điều tiết trung bình 23 m<sup>3</sup>/s tương đương khoảng 2 triệu m<sup>3</sup> ngày, trong khi đó hai cống còn lưu lượng xả nhỏ hơn khoảng 20,1 m<sup>3</sup>/s ở Cống số 2 tương đương 1,7 triệu m<sup>3</sup> và 2,41 m<sup>3</sup>/s Cống số 3 ứng với tổng lượng 0,21 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Tràn xả với dòng chảy môi trường lưu lượng 30 m<sup>3</sup>/s và lưu lượng chuyển từ hồ Phước Hòa về với giá trị 50 – 60 m<sup>3</sup>/s tương đương với 4,32 – 5,18 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Tóm lại, có thể thấy hồ Dầu Tiếng đang vận hành tích với tổng lượng nước đến bao gồm dòng chảy trên lưu vực và chuyển nước lớn hơn so với tổng lượng nước đi [xem Hình 2].

**Nhận xét:** Theo quy luật hàng năm, bắt đầu tháng 7 lưu vực hồ Dầu Tiếng vào mùa lũ, dự báo dòng chảy sẽ về hồ sẽ gia tăng trong thời gian tới. Hiện trạng mực nước hồ đang cao hơn so với ngưỡng yêu cầu kiểm soát của QTVH, khuyến nghị tăng lưu lượng dòng chảy môi trường lên  $36 \text{ m}^3/\text{s}$  để đưa mực nước hồ về theo yêu cầu. Đối với chuyển nước từ hồ Phước Hòa khuyến nghị giảm lưu lượng chuyển nước, đặc biệt vào giai đoạn đầu và chính lũ hạn chế thực hiện chuyển nước, hoặc không thực hiện chuyển nước trong trường hợp hồ vận hành giảm lũ cho hạ du căn cứ theo Điều 13 và Điều 14 của QTVH.



Hình 2. Diễn biến đặc trưng thủy văn hồ Dầu Tiếng

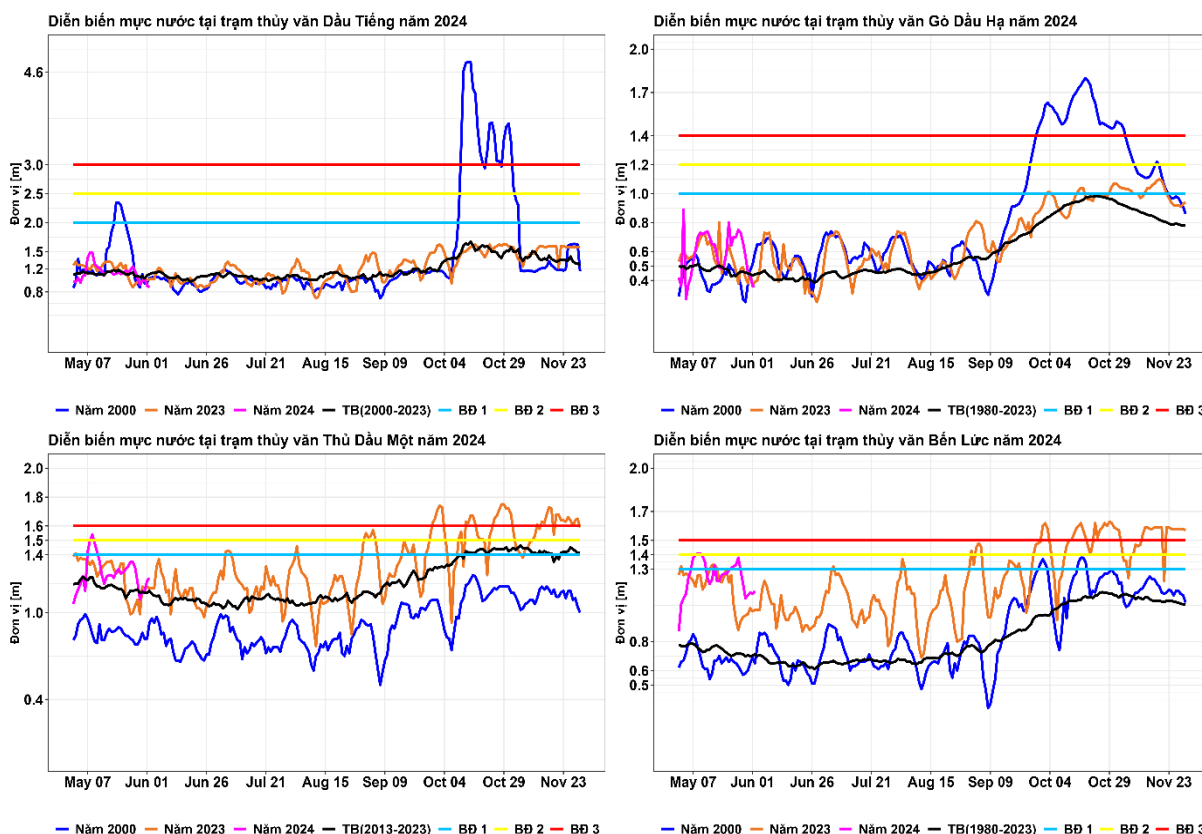
### 3 DIỄN BIẾN THỦY VĂN HẠ LƯU SÔNG SÀI GÒN VÀ VÀM CỎ ĐÔNG

#### 3.1 Trên sông Sài Gòn

Hai trạm dự báo trên sông Sài Gòn là trạm thủy văn Dầu Tiếng và trạm thủy văn Thủ Dầu Một [xem vị trí trạm Hình 16]. Diễn biến mực nước lớn nhất từ đầu tháng 5 - 6/2024 cho thấy (i) mực nước lớn nhất dao động chủ đạo theo diễn biến của thủy triều, giá trị mực nước lớn nhất năm 2024 tháng 5 và tháng 6 ở cả hai trạm đều cao hơn so với năm 2023 và TBNN (ii) về mặt giá trị mực nước lớn nhất mực nước lớn nhất tại Thủ Dầu Một vượt BĐ 2 (1,5 m) vào đầu tháng 5 [xem Hình 3].

#### 3.2 Trên sông Vàm Cỏ Đông

Sông Vàm Cỏ Đông có hai vị trí dự báo là trạm Gò Dầu Hạ và trạm Bến Lức, vị trí trạm trình bày trong Hình 16. Diễn biến mực nước lớn nhất từ 5-6/2024 được trình bày trong Hình 3, tổng thể chung cho thấy mực nước đỉnh triều của hai tháng 5 và tháng 6 cao hơn so với năm 2023 và TBNN ở cả hai trạm. Diễn biến mực nước chủ đạo ảnh hưởng bởi thủy triều. Giá trị mực nước lớn nhất đều vượt BĐ 2 (1,4 m) ở trạm Bến Lức vào đầu tháng 5 và tháng 6/2024.



Hình 3. Diễn biến mực nước lớn nhất các trạm dự báo trên sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ Đông

## 4 DỰ BÁO KHÍ HẬU MÙA

### 4.1 Dự báo, cảnh báo khí tượng thời hạn mùa trên phạm vi toàn quốc<sup>1</sup>

#### 4.1.1 Hiện tượng ENSO

Hiện tượng ENSO đang ở pha trung tính, dự báo có khả năng chuyển sang trạng thái La Nina với xác suất 65-75% từ tháng 7 đến tháng 9 và duy trì trạng thái này từ tháng 10 đến tháng 12 với xác suất 80-90%.

#### 4.1.2 Bão/ATNĐ và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm

Từ tháng 7 đến tháng 9, có khoảng 05-07 cơn bão và ATNĐ hoạt động trên Biển Đông, trong đó có khoảng 02-03 cơn ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền. Từ tháng 10 đến cuối năm, số lượng bão/ATNĐ trên khu vực Biển Đông dự báo khoảng 04-06 cơn, trong đó có khoảng 02-03 cơn đổ bộ vào đất liền nước ta.

#### 4.1.3 Tổng lượng mưa

Tổng lượng mưa (TLM) dự báo khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ phổ biến cao hơn từ 5-15% so với TBNN từ tháng 7 đến tháng 9. Xu thế tương tự, từ tháng 10 đến cuối năm, TLM dự báo ở mức cao hơn từ 5-20% so với TBNN cùng thời kỳ.

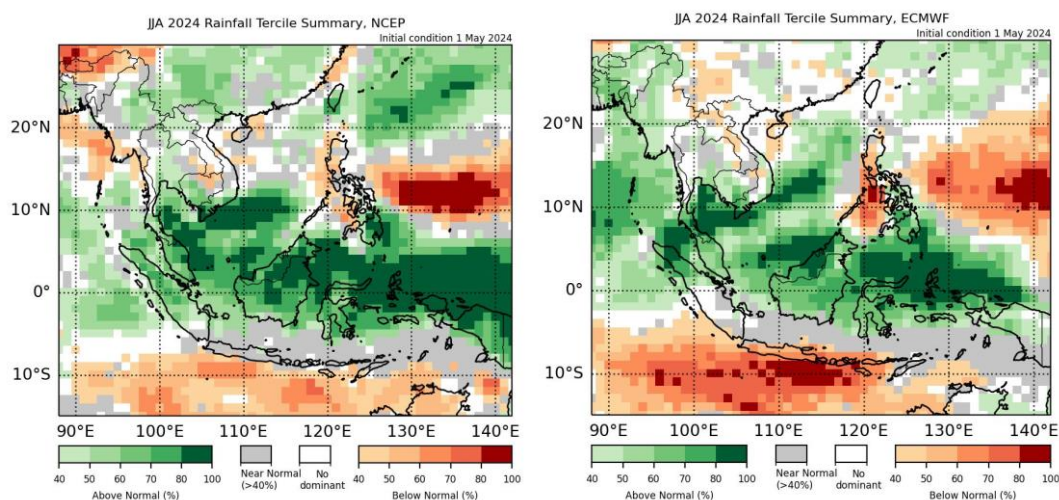
<sup>1</sup> Bản tin dự báo, cảnh báo khí tượng thủy văn thời hạn mùa trên phạm vi toàn quốc của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia từ tháng 7-12/2024 tại Văn bản số 297/KTHM-06/12h00/DBQG-DBKH ngày 14/6/2024

#### 4.1.4 Triều cường

Ven biển Đông Nam Bộ, từ tháng 10 đến tháng 12, dự báo xuất hiện 06 đợt triều cường: Đợt 1 từ ngày 03-07/10/2024, đợt 2 từ ngày 16-20/10/2024, đợt 3 từ ngày 02-05/11, đợt 4 từ ngày 12-20/11/2024, đợt 5 từ ngày 01-06/12, đợt 6 từ ngày 14-18/12. Các đợt triều cường này nếu trùng vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc có cường độ mạnh tràn xuống phía Nam, khu vực trũng, thấp dọc sông, ven biển sẽ có nguy cơ ngập, lụt.

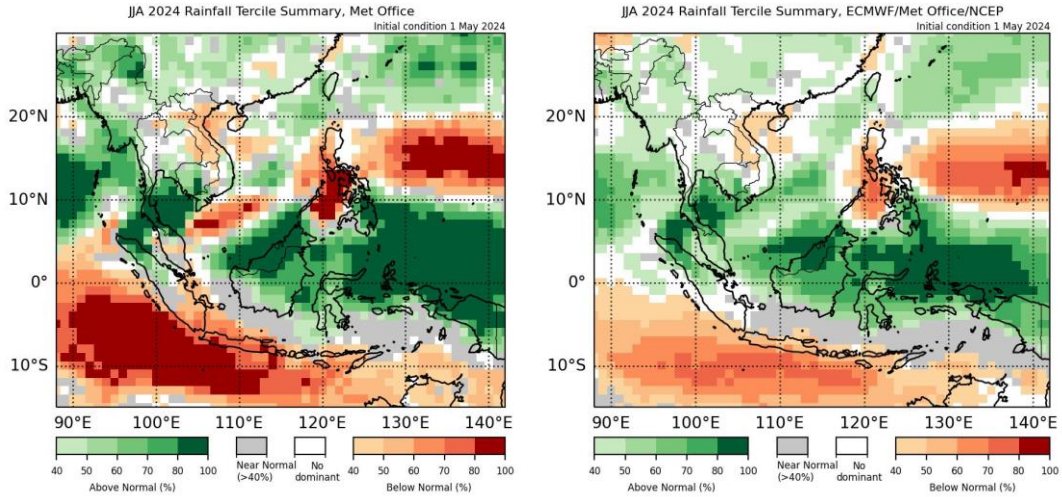
#### 4.2 Dự báo mưa của các tổ chức quốc tế<sup>2</sup>

Kết quả dự báo khả năng lượng mưa từ tháng 6 đến tháng 8 năm 2024, lượng mưa ở khu vực Nam Bộ dự báo phổ biến cao hơn mức trung bình kết quả dự báo ở hầu hết các kết quả dự báo (được thể hiện với gam màu xanh) [xem Hình 4 và Hình 5]. Khu vực phía Nam Biển Đông, cơ quan khí tượng của Anh dự báo khả năng lượng mưa thấp hơn mức trung bình kết quả dự báo ở (được thể hiện với gam màu cam), trong khi đó các tổ chức còn lại dự báo lượng mưa cao hơn so với mức trung bình. Kết hợp tất cả kết quả dự báo của 3 mô hình dự báo cho thấy tần suất cao lượng mưa lớn hơn so với trung bình dự báo từ 40-50% ở khu vực Nam Bộ và Nam Biển Đông [xem Hình 5 bên phải].



Hình 4. Dự báo mưa tháng 6 đến tháng 8/2024 khu vực Đông Nam Á của NCEP (trái) và ECMWF (phải)

<sup>2</sup> Trung tâm dự báo môi trường quốc gia của Mỹ (NCEP); Trung tâm dự báo thời tiết trung hạn Châu Âu (ECMWF) và Cơ quan khí tượng của Anh (Met Office). Nguồn: <https://asmc.asean.org/asmc-seasonal-outlook/>  
Rainfall Terciles: là đặc trưng thống kê gồm 2 giá trị chia chuỗi dữ liệu dự báo thành 3 phần, xếp từ lớn đến bé theo 3 cấp: 1/3 tới giá trị lớn nhất là trên trung bình (Above Normal); 1/3 dưới tới giá trị thấp nhất là dưới trung bình (Below Normal) và 33 % dữ liệu ở giữa gọi là vùng gần trung bình (Near Normal).



Hình 5. Dự báo mưa tháng 6 đến tháng 8/2024 khu vực Đông Nam Á của Met Office của Anh (trái) và kết quả dự báo kết hợp cả 3 mô hình của Met Office, ECMWF, và NCEP (phải)

## 5 XU THẾ MƯA, THỦY VĂN VÀ DỰ BÁO DÒNG CHẢY MÙA LŨ

### 5.1 Đánh giá xu thế đặc trưng khí tượng và thủy văn

Về xu thế mưa mùa và mưa đặc trưng 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày lớn nhất, phân tích tại 04 trạm gồm Lộc Ninh, Katum, Tân Hòa 2 và Bình Long [vị trí xem Hình 1]. Các trạm này có mức độ tương quan cao với dòng chảy về hồ trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Tổng quan, kết quả cho thấy xu thế giá tăng ở hầu hết các trạm đánh giá ở lượng mưa mùa mưa, mức tăng lớn nhất ghi nhận tại trạm Lộc Ninh với kết quả kiểm định giả thuyết có ý nghĩa thống kê. Ngược lại, trạm Tân Hòa 2 có xu thế giảm trong giai đoạn đánh giá, cần tiếp tục thu thập dữ liệu các năm tiếp theo để đánh giá mức độ chắc chắn của xu thế này. Đối với mưa đặc trưng khác, trạm Katum cho thấy giá trị tăng ở hầu hết các đặc trưng mưa 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày, đặc biệt với đặc trưng mưa 3 ngày, 5 ngày với kết quả kiểm định giả thuyết có ý nghĩa thống kê; các trạm còn lại xu thế tăng và giảm biến đổi khác nhau ở các đặc trưng, phổ biến là xu thế tăng, tuy nhiên, cần tiếp tục thu thập dữ liệu các năm tiếp theo để đánh giá mức độ chắc chắn của xu thế này [xem Bảng 4 và Hình 9 tại Phụ lục].

Về tính chu kỳ của dòng chảy, phân tích được thực hiện với chuỗi dòng hơn 38 năm về hồ Dầu Tiếng. Kết quả cho thấy tính chu kỳ thể hiện qua các giai đoạn nhiều nước ít nước xen kẽ nhau với khoảng thời gian biến đổi từ 3 - 5 năm. Diễn hình chu kỳ nhiều nước từ 1999-2002, với lũ năm 2000; giai đoạn ít nước và hạn 2003-2006, giai đoạn ít nước gần đây nhất 2018-2019; dựa theo tính quy luật này năm 2024 đang nằm trong chu kỳ nhiều nước bắt đầu từ 2022, chi tiết xem Hình 12 Phụ lục.

Về xu thế dòng chảy mùa và các tháng trong mùa lũ về hồ Dầu Tiếng, kết quả cho thấy xu thế tăng ở các tháng và dòng chảy mùa, với độ dốc gia tăng lớn nhất ghi nhận ở tháng 7 và tháng 11. Đặc biệt, dòng chảy lũ tháng 11 kết quả kiểm định giả thuyết có ý nghĩa thống kê điều này cho thấy mức độ chắc chắn cao về mặt xu thế. Đây là điểm đáng lưu ý trong công tác vận hành năm nay và tương lai do thời điểm tháng 11 là giai đoạn cuối mùa lũ hồ được phép tích đến 24,4 m. Các tháng khác và dòng chảy mùa đều có xu thế gia tăng, tuy nhiên, cần tiếp tục thu thập dữ liệu các năm tiếp theo để đánh giá mức độ chắc chắn của xu thế này [xem Hình 10 tại Phụ lục].

Đặc điểm con lũ, và đỉnh lũ, phân tích thống kê con lũ vào tháng chính lũ tháng 10, đây là tháng hồ được phép tích đến 24 m vào đầu tháng và dung tích phòng lũ còn khoảng 164,9 triệu m<sup>3</sup>. Con lũ trong tháng 10 kéo dài từ 7-11 ngày với tổng lượng trung bình 236 triệu m<sup>3</sup> (+/- 97,5 triệu m<sup>3</sup>) và trung bình là 208,6 triệu m<sup>3</sup> (+/- 36,8 triệu m<sup>3</sup>) khi không xét tới trận lũ lịch sử năm 2000 [xem Hình 11]. Giá trị đặc trưng con lũ lớn hơn so với dung tích phòng lũ ở tháng 10 điều này cho thấy nguy cơ rủi ro nếu không xem xét mở rộng dung tích phòng lũ trong phương án vận hành hằng năm. Ngoài ra, đỉnh lũ có dấu hiệu dịch về cuối mùa lũ như năm 2018 bão USAGI đi vào Nam Bộ đầu tháng 11, hay đỉnh lũ và con lũ lớn nhất năm 2023 xảy ra vào tháng 11 với giá trị đỉnh lũ là 615,4 m<sup>3</sup>/s.

Về xu thế đỉnh triều vùng hạ du sông Sài Gòn, xu thế triều gia tăng những năm gần đây ghi nhận ở các trạm Thủ Dầu Một, Phú An đã được chỉ ra ở các báo cáo lũ hằng năm, như xu thế đỉnh triều vượt BĐ 3 phổ biến ở tần suất và gia tăng về giá trị. Đây cũng là thách thức trong công tác vận hành hồ Dầu Tiếng.

## 5.2 Dự báo dòng chảy mùa lũ về hồ Dầu Tiếng năm 2024

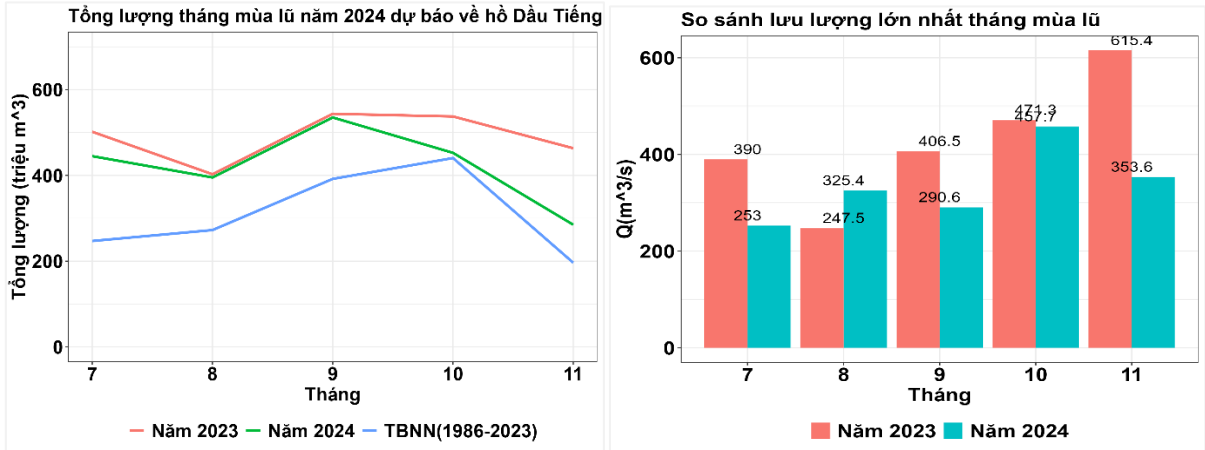
Để dự báo dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng mùa lũ năm 2024, ba mô hình máy học được áp dụng dự báo gồm mô hình Rừng cây (Random Forest, RF), mô hình Độ dốc tăng cường (Gradient Boosting Machine, GBM) và mô hình Máy học tự động (AutoML). Những mô hình này được so sánh với mô hình thống kê truyền thống ARIMA (trung bình trượt kết hợp tự hồi quy - Autoregressive Integrated Moving Average) đây là mô hình được sử dụng dự báo cho lũ năm 2023 về hồ Dầu Tiếng. Đánh giá chất lượng mô hình, kết quả mô hình dự báo được trình bày trong phần Phụ lục 02. Ở đây, trình bày kết quả mô hình dự báo mùa lũ 2024 trên lưu vực hồ Dầu Tiếng cho kết quả tốt nhất là mô hình GBM.

Kết quả dự báo cho thấy năm 2024 nằm trong nhóm nhiều nước trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Tổng lượng dòng chảy dự báo các tháng mùa lũ 2024 biến đổi từ 285 triệu đến 535,1 triệu m<sup>3</sup>, trong đó tháng 9 dự báo dòng chảy về hồ lớn nhất, tiếp đến tháng 10 với tổng lượng dự báo là 452,6 triệu m<sup>3</sup>. So sánh với năm 2023 (2.449 triệu m<sup>3</sup>), tổng lượng dòng chảy năm 2024 (2.112,4 triệu m<sup>3</sup>) nhỏ hơn và bằng khoảng 86%, nhưng giá trị này lớn hơn TBNN (1.548 triệu m<sup>3</sup>) khoảng 36% [xem Hình 6]. Về đỉnh lũ, đỉnh lũ dự báo xảy ra vào tháng 10 năm 2024, với lưu lượng lớn nhất khoảng 457 m<sup>3</sup>/s xấp xỉ đỉnh lũ chính vụ tháng 10 năm 2023 (471 m<sup>3</sup>/s) nhỏ hơn so với đỉnh lũ lớn nhất năm 2023 vào tháng 11 là 615,4 m<sup>3</sup>/s [xem Bảng 1].

Từ kết quả dự báo này sẽ tiến hành xây dựng phương án đề xuất định hướng vận hành hồ Dầu Tiếng năm 2024, trình bày ở Mục 6.

*Bảng 1. Tổng lượng dòng chảy lũ tháng đến hồ Dầu Tiếng dự báo mùa lũ 2024*

Tháng	Năm 2024	Năm 2023	TBNN(1986-2023)
7	444,9	501,8	247,0
8	395,2	402,6	272,5
9	535,1	543,7	391,8
10	452,6	537,5	440,4
11	284,9	463,4	196,3
<b>Tổng</b>	<b>2.112,6</b>	<b>2.449,0</b>	<b>1.548,0</b>



Hình 6. Tổng lượng dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng dự báo mùa lũ 2024

## 6 ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN VẬN HÀNH HỒ DẦU TIẾNG MÙA LŨ 2024

### 6.1 Quan điểm xây dựng

Căn cứ vào Quy trình vận hành liên hồ lưu vực sông Đồng Nai theo Quyết định số 1895/QĐ-TTg (QTVH liên hồ) và Quy trình vận hành hồ chứa nước Dầu Tiếng theo Quyết định số 3474/QĐ-BNN-TCCL ngày 01/09/2020, phương án vận hành xây dựng có tính mở, chủ động điều tiết tạo dung tích phòng lũ nhằm giảm khả năng mực nước hồ vượt giá trị yêu cầu trước lũ dẫn tới mất an toàn công trình và vận hành xả lũ bất thường. Ngoài ra, chủ động tích nước sớm đảm bảo nhu cầu nước cho mùa khô năm sau.

### 6.2 Cơ sở xây dựng phương án vận hành

- Căn cứ mực nước cao nhất trước lũ, mực nước tương ứng cấp báo động lũ tại trạm Phú An, ngưỡng lưu lượng cho phép xả về hạ du của hồ Dầu Tiếng theo các Điều 13, Điều 14, Điều 15... trong QTVH liên hồ.

- Căn cứ vào mực nước cao nhất cho phép tích nước trong mùa lũ năm 2023 là 24,0<sup>3</sup> m tại Văn bản số 3975/BNN-TL ngày 19/6/2023 của Bộ NN&PTNT.

- Dựa trên kết quả dự báo mùa dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng, kết quả dự báo triều hạ lưu sông Sài Gòn.

- Dựa trên kết quả phân tích xu thế mưa, dòng chảy lũ đến hồ Dầu Tiếng, và mực nước triều lớn nhất trong những năm gần đây. Đặc trưng biến đổi tổng lượng của con lũ trong các tháng chính lũ, đỉnh lũ lịch sử.

### 6.3 Phương án đề xuất vận hành hồ Dầu Tiếng năm 2024

Từ những cơ sở nêu trên và số liệu dự báo, phương án đề xuất định hướng vận hành hồ Dầu Tiếng mùa lũ 2024 trình bày trong Bảng 2. Tổng thể, đề xuất hồ tích nước trong các tháng 7 đến tháng 8, và chỉ điều tiết cấp nước và xả môi trường (~ trung bình 96,4 triệu m<sup>3</sup>). Xả tràn dự kiến vào tháng 9 với tổng lượng dự báo là 120 triệu m<sup>3</sup>, tháng 10 và tháng 11 lần lượt là 100 và 50 triệu m<sup>3</sup> để đảm bảo mực nước hồ

<sup>3</sup> Sử dụng mức cho phép trữ lũ năm 2023, trong khi chưa có Quyết định về mực nước cao nhất cho phép tích nước trong mùa lũ năm 2024

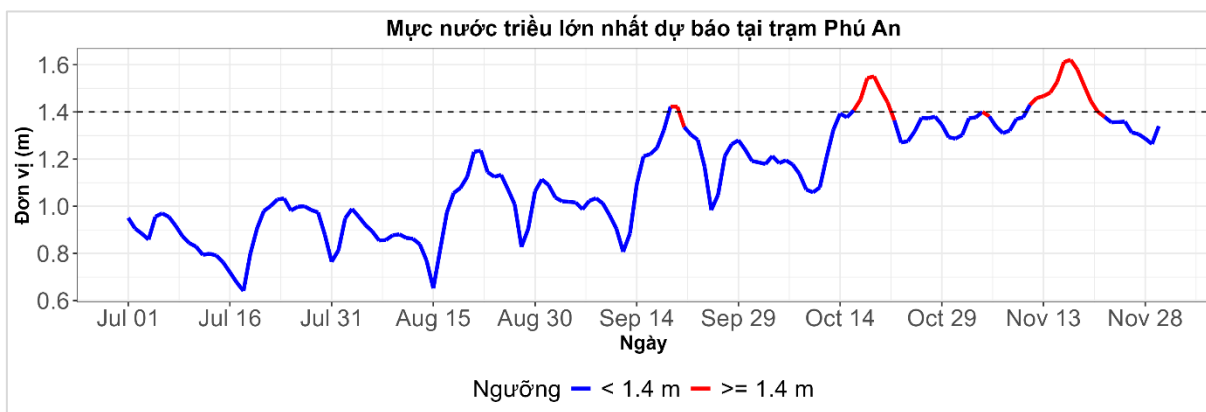
thấp hơn so với yêu cầu mực nước trước lũ QTVH, mực nước cho phép tích trong mùa lũ của Bộ NN&PTNT và có dung tích phòng lũ vào các tháng chính lũ và cuối lũ. Cụ thể, mực nước hồ đề xuất duy trì đến cuối tháng 9 là 23,3 m thấp hơn so với Zyc (23,65 m) và mực nước cuối tháng 10 là 23,9 m thấp hơn so với Zyc (24-24,4 m). Mực nước cuối tháng 11 dự báo đạt 24,0 m tương đương với dung tích 1.499,8 triệu m<sup>3</sup>; với dung tích này cộng với lượng bổ sung từ chuyển nước từ hồ Phước Hòa (~130 triệu m<sup>3</sup>/tháng) và dòng chảy dự báo về hồ tháng 12/2024 là 213 triệu m<sup>3</sup> có thể đảm bảo lượng nước cấp cho mùa khô 2025.

Từ tổng lượng đề xuất điều tiết ở các tháng 9 đến tháng 11, xác định khoảng thời gian có thể xả lũ dựa theo QTVH. Mực nước triều lớn nhất tại trạm Phú An mùa lũ năm 2024 dự báo trình bày Hình 7, xu thế đỉnh triều gia tăng ở các tháng cuối năm tháng 9 đến tháng 11, đỉnh triều cao nhất dự báo vào giữa tháng 11 với giá trị vượt BĐ 3 (1,6 m). Xác định khoảng thời gian cho phép vận hành xấp xỉ 200 m<sup>3</sup>/s khi mực nước tại Phú An nhỏ hơn mức báo động I (1,4 m); trong tháng 9 có hai đợt kéo dài 18 ngày đầu tháng và 10 ngày cuối tháng; tháng 10 có hai đợt kéo dài 15 ngày đầu tháng và 10 ngày cuối tháng và tháng 11 có hai đợt dài 10 ngày đầu tháng và 09 ngày cuối tháng [xem Bảng 3]. Tính toán với lưu lượng xả tràn 100 m<sup>3</sup>/s (8,64 triệu m<sup>3</sup>), tổng lượng tháng 9 đề xuất xả (120 triệu m<sup>3</sup>) cần thực hiện trong 14 ngày; tháng 10 (100 triệu m<sup>3</sup>) là 12 ngày và tháng 11 (50 triệu m<sup>3</sup>) là 6 ngày. Với khoảng thời gian yêu cầu này, dự báo có thể đảm bảo thực hiện được như phương án đề xuất.

*Bảng 2. Bảng dự báo cân bằng điều tiết và đề xuất lượng nước điều tiết mùa lũ năm 2024*

Tháng	Wđ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Wh (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Zh (m)	Wmt (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Wcn (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Wtr (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Wtt (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Wct (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Zct (m)	Zyc (m)
7	444,9	739,6	19,5	96,4	102,9	0	16,5	968,7	21,2	21,20
8	395,2	968,7	21,2	96,4	102,1	0	19,1	1.146,2	22,3	22,70
9	535,1	1.146,2	22,3	93,3	106,8	120	23,1	1.338,2	23,3	23,65
10	452,6	1.338,2	23,3	96,4	95,9	100	30,8	1.467,7	23,9	24 - 24,4
11	284,9	1.467,7	23,9	93,3	75,5	50	34,0	1.499,8	24,0	24,40

Ghi chú: Wđ: Tổng lượng dòng chảy đến dự báo; Wh: Dung tích hồ đầu tháng; Zh: Mực nước hồ; Wmt: Tổng lượng nước xả môi trường tính với lưu lượng 36 m<sup>3</sup>/s; Wcn: Tổng lượng nước cấp ước tính trung bình qua 3 công nhiều năm; Wtt: Tổng lượng tồn thất; Wct: Dung tích hồ cuối tháng; Zct: Mực nước hồ cuối tháng; Zyc: Mực nước yêu cầu trước lũ theo QTVH.

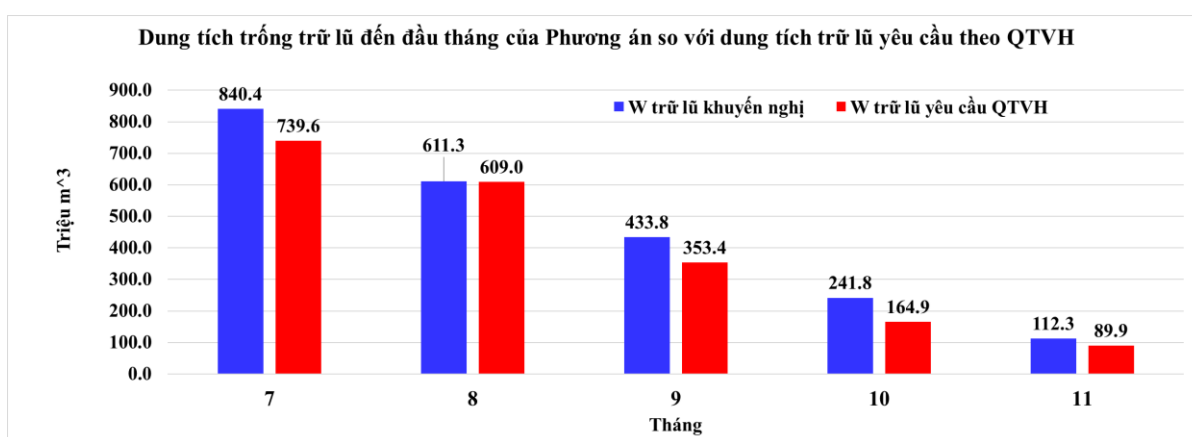


Hình 7. Mức nước triều lớn nhất dự báo tại trạm Phú An mùa lũ năm 2024

Bảng 3. Khoảng thời gian dự báo đỉnh triều Phú An nhỏ hơn báo động I (1.4 m)

STT	Tháng	Đợt 1	Đợt 2
1	Tháng 9	1/9 - 18/9 (18 ngày)	21/9 - 30/9 (10 ngày)
2	Tháng 10	1/10 - 15/10 (15 ngày)	22/10 - 31/10 (10 ngày)
3	Tháng 11	1/11 - 10/11 (10 ngày)	22/11 - 30/11 (09 ngày)

Dung tích phòng lũ khuyến nghị cho tính tới đầu tháng trong mùa lũ, đối với các tháng đầu mùa lũ tháng 7, tháng 8 giá trị khuyến nghị xấp xỉ theo QTVH. Tuy nhiên, ở các tháng chính lũ và cuối lũ dung tích trữ khuyến nghị duy trì lớn hơn so với quy trình vận hành. Cụ thể, ở tháng 9 duy trì dung tích trữ khoảng 434 triệu m<sup>3</sup>, tháng 10 khoảng 242 triệu m<sup>3</sup> và tháng 11 là 112 triệu m<sup>3</sup> lớn hơn so với QTVH (89,9 triệu m<sup>3</sup>). Giá trị đề xuất này đảm bảo trữ được con lũ với khả năng xảy ra cao nhất trên lưu vực hồ Dầu Tiếng trong lịch sử chuỗi số liệu đo đạc được. Cụ thể, ở tháng 10 con lũ kéo dài từ 7-11 ngày với tổng lượng trung bình 236 triệu m<sup>3</sup> (+/- 97,5 triệu m<sup>3</sup>) và trung bình là 208,6 triệu m<sup>3</sup> (+/- 36,8 triệu m<sup>3</sup>) khi không xét tới trận lũ lịch sử năm 2000; tháng 11 con lũ đặc trưng bão USAGI năm 2018 đi vào với tổng lượng ước tính 105 triệu m<sup>3</sup>. Điều này cho thấy, dung tích trữ dự phòng có tính khả thi cao đảm bảo trữ và cắt và điều hòa lũ dự báo trong mùa lũ năm 2024.



Hình 8. Dung tích trữ trừ lũ khuyến nghị theo phương án đề xuất mùa lũ năm 2024

## 7 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 7.1 Kết luận

Về xu thế chung của yếu tố khí tượng, dự báo trạng thái La Nina sẽ xuất hiện từ tháng 7 đến tháng 9 và duy trì trạng thái này đến cuối năm với xác suất 80-90%. Số lượng cơn bão và ATNĐ dự báo đi vào khu vực Biển Đông và đổ bộ vào đất liền nước ta mùa mưa năm 2024, từ 4 đến 6 cơn; số lượng chỉ đi vào Biển Đông dự báo 9 – 13 cơn.

Về lượng mưa, mặc dù tổng lượng mưa lũy tích đến 23/6 thiếu hụt chỉ khoảng 80% so với TBNN trên lưu vực hồ Dầu Tiếng, mưa ở khu vực Nam Bộ đang có xu hướng gia tăng cả về tần suất và giá trị mưa. Dự báo tổng lượng mưa tháng 7 và tháng 9 phổ biến cao hơn TBNN 5-15% và 5-20% ở tháng 10 đến cuối năm. Xu thế này tương đồng với dự báo khả năng lượng mưa cao hơn so với mức trung bình dự báo từ các tổ chức quốc tế. Ngoài ra, kết quả đánh giá xu thế mưa trên lưu vực hồ Dầu Tiếng cho thấy xu thế mưa trên lưu vực phổ biến gia tăng ở cả giá trị mưa mùa và mưa đặc trưng 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày lớn nhất. Đặc biệt, lượng mưa tháng 11 xu thế gia tăng đã được kiểm định ý nghĩa thống kê cao.

Về xu hướng của dòng chảy về hồ, tương đồng với xu thế mưa, dòng chảy về hồ Dầu Tiếng gia tăng trong những năm gần đây ở hầu hết tháng và tổng lượng dòng chảy mùa lũ. Ngoài ra, có những dấu hiệu cho thấy đỉnh lũ xuất hiện cuối mùa lũ. Phân tích tính chu kỳ dòng chảy chuỗi nhiều năm cho thấy: dòng chảy trên lưu vực hồ Dầu Tiếng có tính chu kỳ nhiều nước ít nước xen kẽ nhau và năm 2024 đang trong giai đoạn những năm nhiều nước trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Đây là những lưu ý trong quản lý hồ Dầu Tiếng không chỉ ở năm 2024, mà các giai đoạn dài hạn trong tương lai.

Về hiện trạng hồ chứa đến ngày 23/6/2024 các thông số về lưu lượng về hồ, dung tích và mực nước hồ cho thấy hiện trạng các đặc trưng hồ đều nhỏ hơn so với mùa lũ năm 2023 cùng thời kỳ nhưng lớn hơn so với TBNN. Về công tác vận hành hồ, mực nước hồ đang cao hơn so với ngưỡng trên của khoảng yêu cầu vận hành (17,35 – 19,0 m) trong QTVH. Vì vậy, khuyến nghị cần điều tiết tăng lưu lượng xả môi trường và hạn chế chuyển nước để đưa mực nước hồ về khoảng yêu cầu vận hành.

Đối với chuyển nước từ hồ Phước Hòa khuyến nghị giảm lưu lượng chuyển nước, đặc biệt vào giai đoạn đầu và chính lũ hạn chế thực hiện chuyển nước, hoặc không thực hiện chuyển nước trong trường hợp hồ vận hành giảm lũ cho hạ du căn cứ theo Điều 13 và Điều 14 của QTVH.

Về dự báo dòng chảy mùa lũ năm 2024, tổng lượng dòng chảy mùa lũ dự báo 2.112,4 triệu m<sup>3</sup> nhỏ hơn và bằng khoảng 86% năm 2023 (2.449 triệu m<sup>3</sup>) và cao hơn 36% so với TBNN (1.548 triệu m<sup>3</sup>). Tháng 9 dự báo dòng chảy về hồ lớn nhất 535,1 triệu m<sup>3</sup>, tiếp đến tháng 10 với tổng lượng dự báo là 452,6 triệu m<sup>3</sup>. Về đỉnh lũ, đỉnh lũ dự báo xảy ra vào tháng 10 năm 2024, với lưu lượng lớn nhất khoảng 457 m<sup>3</sup>/s xấp xỉ đỉnh lũ chính vụ tháng 10 năm 2023 (471 m<sup>3</sup>/s) nhỏ hơn so với đỉnh lũ lớn nhất năm 2023 vào tháng 11 là 615,4 m<sup>3</sup>/s.

Đề xuất phương án vận hành hồ Dầu Tiếng, tích nước ở các tháng đầu mùa lũ (tháng 7- tháng 8) nhằm đảm bảo nguồn nước dự trữ cho mùa khô năm 2025. Tháng 9 đến tháng 11, dự báo mới cần xả tràn với tổng lượng nước xả lần lượt là 120, 100 và 50 triệu m<sup>3</sup> nước. Thời gian xả với lưu lượng xả 100 m<sup>3</sup>/s tháng 9 thực hiện trong 14

ngày; tháng 10 xả trong 12 ngày và tháng 11 xả trong 6 ngày vào giai đoạn đầu hoặc cuối tháng đã được xác định khi mực nước dự báo tại Phú An nhỏ hơn so với cấp báo động 1. Với phương án đề xuất, dung tích phòng lũ duy trì để trữ lũ vào đầu tháng lớn hơn so với QTVH, ở tháng 9 đảm bảo có 434 triệu m<sup>3</sup>; tháng 10 là 242 triệu m<sup>3</sup> và tháng 11 là 112 triệu m<sup>3</sup>. Mực nước cuối tháng 11 dự báo đạt 24,0 m tương đương với dung tích 1.499,8 triệu m<sup>3</sup>; với dung tích này cộng với lượng bổ sung từ chuyển nước từ hồ Phước Hòa (~130 triệu m<sup>3</sup>/tháng) và dòng chảy dự báo về hồ tháng 12/2024 là 213 triệu m<sup>3</sup> có thể đảm bảo lượng nước cấp cho mùa khô 2025.

## 7.2 Kiến nghị

Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi Miền Nam dựa trên kết quả dự báo của Tư vấn để xây dựng kế hoạch điều tiết nước trong mùa lũ 2024.

Dự báo mùa luôn hàm chứa yếu tố không chắc chắn, vì vậy các bản tin (tuần, tháng, đột xuất) trong thời gian mùa lũ 2024 của Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam sẽ được cập nhật tình hình khí tượng và thủy văn và dự báo, tính toán phương án điều tiết hồ chứa với kết quả tin cậy hơn. Từ đó đưa ra khuyến nghị hỗ trợ Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi Miền Nam cập nhật kế hoạch vận hành hồ Dầu Tiếng đảm bảo an toàn công trình, phòng chống ngập lụt cho hạ du và đảm bảo nhiệm vụ cấp nước của hồ.

Ngoài ra, khuyến nghị Công ty TNHH MTV KTTL Miền Nam, các địa phương hạ lưu hồ Dầu Tiếng theo dõi các bản tin dự báo của Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc Gia cập nhật tình hình khí tượng, thủy văn bất thường để có những biện pháp ứng phó kịp thời trong điều kiện thời tiết xấu cực đoan.

### Nơi nhận:

- Lãnh đạo Bộ NN&PTNT;
- Cục Thủy lợi;
- Lãnh đạo các sở NN&PTNT vùng dự án;
- Công ty TNHH MTV KTTL Miền Nam;
- Website: [www.siwrp.org.vn](http://www.siwrp.org.vn);
- Lưu TTTV & XD TL

**VIỆN TRƯỞNG**

### <sup>4</sup> Thông tin liên hệ chi tiết:

Chủ nhiệm dự báo: Nguyễn Trung Nam DD: 0974 478 305 Email: [nguyentrungnam47v@gmail.com](mailto:nguyentrungnam47v@gmail.com)

## 8 PHỤ LỤC

### PHỤ LỤC 01: KẾT QUẢ PHÂN TÍCH XU THẾ MƯA VÀ DÒNG CHẢY VỀ HỒ DẦU TIẾNG

Đặc điểm đặc trưng mưa mùa, mưa 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày lớn nhất và dòng chảy về hồ Dầu Tiếng phân bố không theo phân bố chuẩn. Vì vậy, để đánh giá xu thế các đặc trưng này, hai phương pháp kiểm định phi tham số gồm kiểm định Mann-Kendall<sup>5</sup> và ước lượng xu thế Sen (Sen's Slope<sup>6</sup>) được lựa chọn để đánh giá xu thế. Đây là những phương pháp phi tham số được dùng phổ biến để xác định xu thế thay đổi các yếu tố khí tượng, thủy văn, hải văn. Kết quả đánh giá được trình bày Hình 9, Hình 10 và Bảng 4. Ngoài ra, đánh giá tính chu kỳ của chuỗi dòng chảy về hồ Dầu Tiếng được thực hiện áp dụng phương pháp trung bình trượt với thời gian trượt 3 năm.

Với kiểm định giả thuyết phát biểu giả thuyết vô hiệu là các đặc trưng không có xu thế và giả thuyết khác là các đặc trưng có xu thế, ngưỡng lựa chọn xác định kết quả có ý nghĩa thống kê là  $P \leq 0,05$ . Kết quả cho thấy một số đặc trưng như dòng chảy lũ về hồ tháng 11 hay mưa mùa mưa tại Lộc Ninh; mưa 3 ngày, 5 ngày tại Katum cho thấy xu thế tăng có ý nghĩa thống kê; trong khi đó các đặc trưng còn lại phổ biến thể hiện xu thế gia tăng với giá trị độ dốc Sen dương, tuy nhiên cần thu thập thêm dữ liệu để có thể đánh giá mức độ chắc chắn của xu thế.

Ngoài ra, về tính chu kỳ của dòng chảy, phân tích được thực hiện với chuỗi dòng hơn 38 năm về hồ Dầu Tiếng. Kết quả cho thấy tính chu kỳ thể hiện qua các giai đoạn nhiều nước ít nước xen kẽ nhau với khoảng thời gian biến đổi từ 3 - 5 năm. Điển hình chu kỳ nhiều nước từ 1999-2002, với lũ năm 2000; giai đoạn ít nước, và hạn 2003-2006, giai đoạn ít nước gần đây nhất 2018-2019; dựa theo tính quy luật này năm 2024 đang nằm trong chu kỳ nhiều nước bắt đầu từ 2022, chi tiết xem Hình 12.

Bảng 4. Kết quả kiểm định xu hướng đặc trưng mưa các trạm trên và lân cận

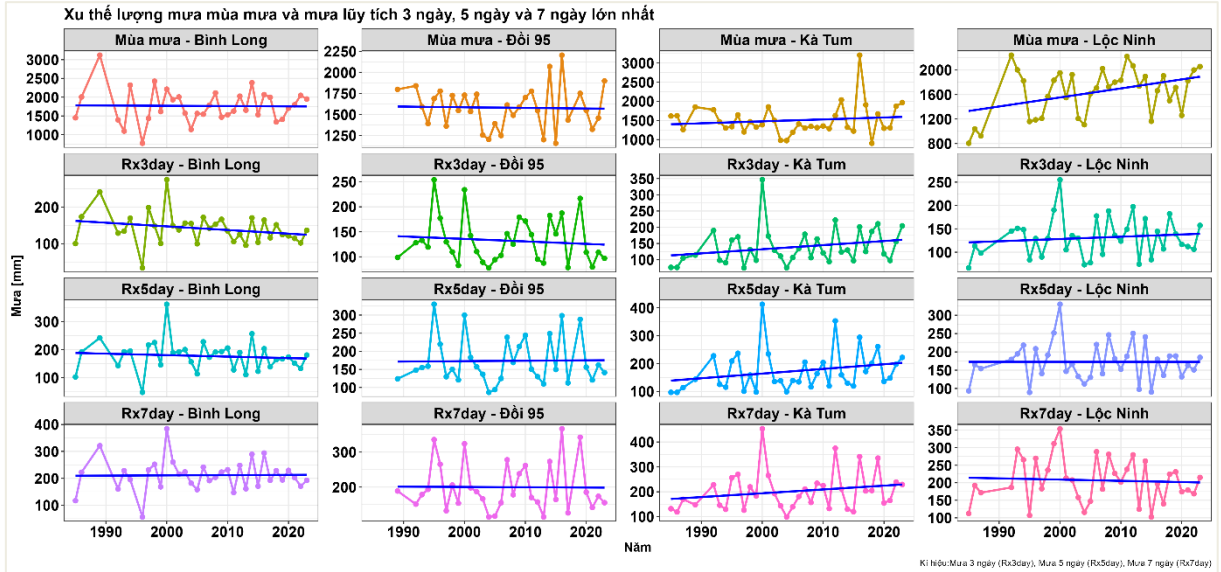
Trạm	Đặc trưng	P value	Sen's slope	Tau	Xtb [mm]	Số năm
Lộc Ninh	Mùa mưa	0,01	16,18	0,30	1635,17	35
Bình Long	Mùa mưa	0,24	9,03	0,14	1766,19	34
Katum	Mùa mưa	0,31	3,92	0,12	1502,21	36
Đội 95 (Tân Hòa 2)	Mùa mưa	0,53	-4,13	-0,08	1580,01	32
Lộc Ninh	Mưa 3 ngày	0,11	-1,16	-0,19	141,22	34
Bình Long	Mưa 3 ngày	0,64	-0,41	-0,06	132,46	32
Katum	Mưa 3 ngày	0,05	1,36	0,23	138,85	36
Đội 95 (Tân Hòa 2)	Mưa 3 ngày	0,44	0,55	0,09	131,05	35
Lộc Ninh	Mưa 5 ngày	0,34	-0,82	-0,12	177,37	34
Bình Long	Mưa 5 ngày	0,96	0,06	0,01	173,54	32

<sup>5</sup> Mann, H.B. (1945), 'Nonparametric Tests Against Trend', *Econometrica*, 13(3), pp. 245–259. Available at: <https://doi.org/10.2307/1907187>.

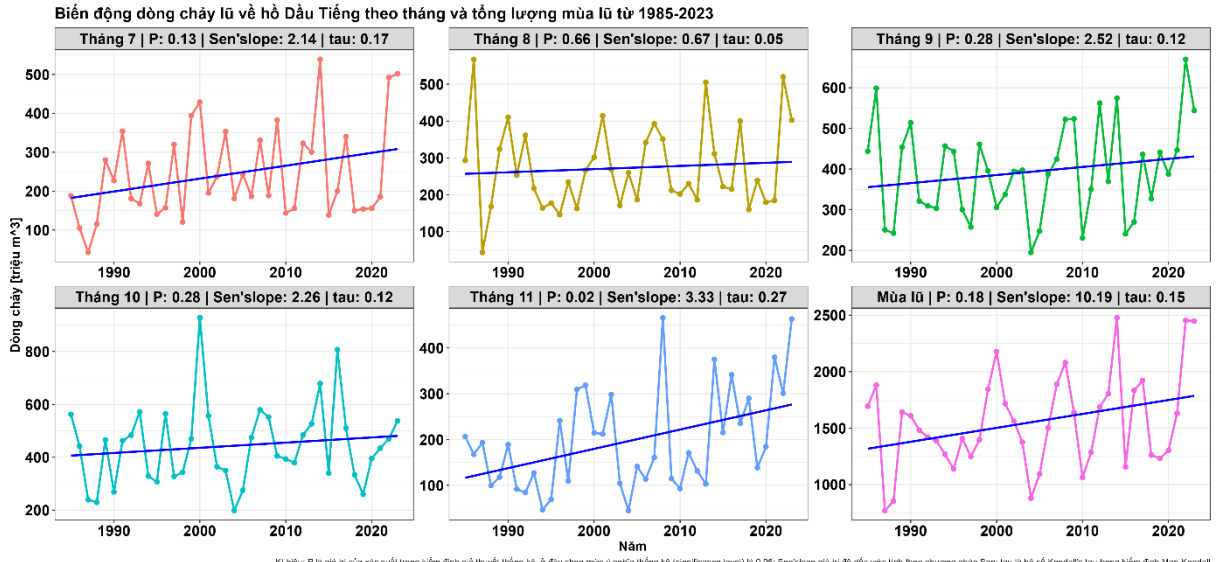
<sup>6</sup> Sen, P.K. (1968) 'Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau', *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), pp. 1379–1389. Available at: <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.

Trạm	Đặc trưng	P value	Sen's slope	Tau	Xtb [mm]	Số năm
Katum	Mưa 5 ngày	0,03	1,79	0,25	172,86	36
Đội 95 (Tân Hòa 2)	Mưa 5 ngày	0,95	-0,06	-0,01	172,55	35
Lộc Ninh	Mưa 7 ngày	0,98	0,03	0,01	211,40	34
Bình Long	Mưa 7 ngày	0,64	-0,54	-0,06	199,64	32
Katum	Mưa 7 ngày	0,19	1,39	0,16	201,85	36
Đội 95 (Tân Hòa 2)	Mưa 7 ngày	0,57	-0,59	-0,07	206,98	35

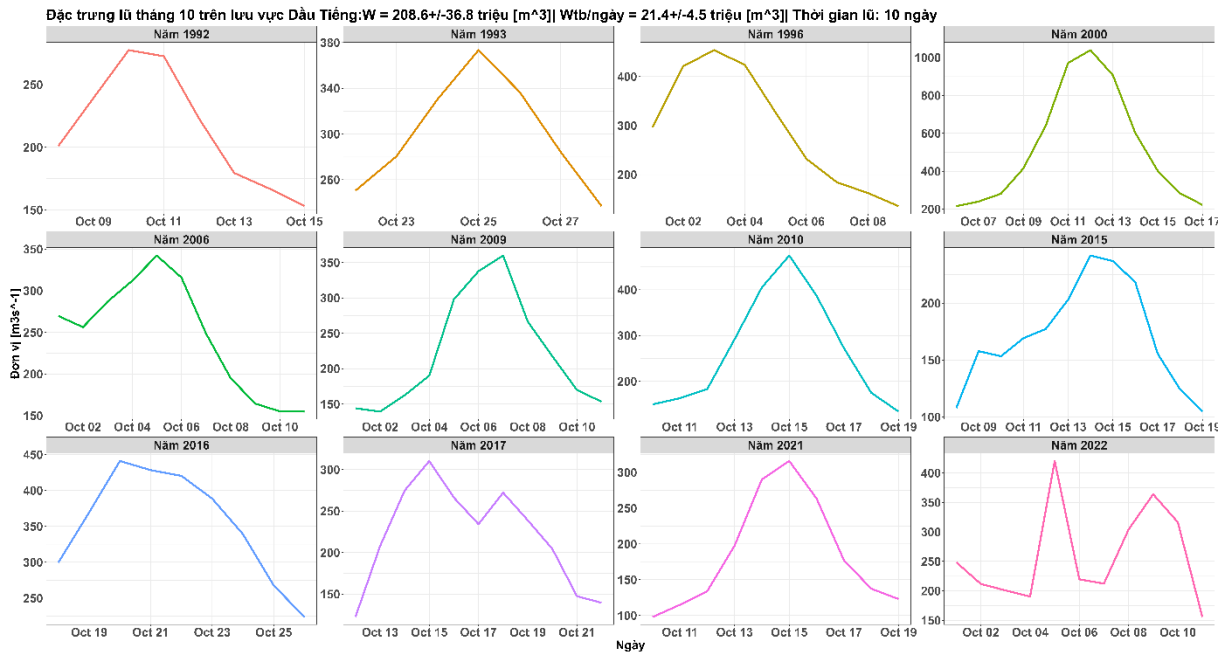
Ghi chú: Sen's slope: Độ dốc Sen trong kiểm định phi tham số Sen's slope, giá trị dương thể hiện dữ liệu có xu hướng tăng, ngược lại xu hướng giảm. tau: hệ số Kendall Tau trong kiểm định phi tham số. Xtb: Mưa trung bình



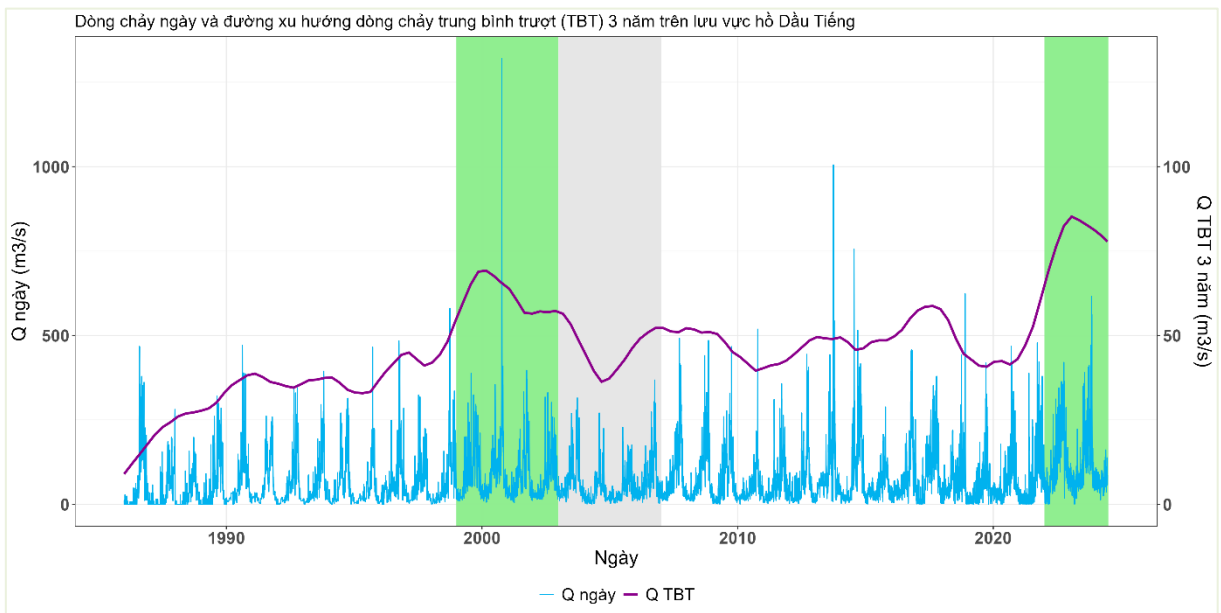
Hình 9. Xu thế mưa mùa mưa và mưa lũy tích 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày lớn nhất



Hình 10. Xu thế dòng chảy về hồ Dầu Tiếng theo mùa và các tháng trong mùa lũ



Hình 11. Con lũ đặc trưng tháng 10 trên lưu vực hồ Dầu Tiếng



Hình 12. Dòng chảy ngày và đường xu hướng dòng chảy trung bình trượt 3 năm (vùng màu xanh minh họa chu kỳ nhiều nước; màu xám chu kỳ ít nước của dòng chảy trên lưu vực hồ Dầu Tiếng)

## PHỤ LỤC 02: KẾT QUẢ DỰ BÁO TỔNG LƯỢNG DÒNG CHẢY ĐẾN HỒ VÀ DÒNG CHẢY LỚN NHẤT MÙA LŨ

Ba mô hình máy học<sup>7</sup> được áp dụng dự báo gồm mô hình Rừng cây (Random Forest, RF), mô hình Độ dốc tăng cường (Gradient Boosting Machine, GBM) và mô hình Máy học tự động (AutoML). Những mô hình này được so sánh với mô hình thống kê truyền thống ARIMA (trung bình trượt kết hợp tự hồi quy - Autoregressive

<sup>7</sup> Trong gói công cụ h2o của ngôn ngữ lập trình R

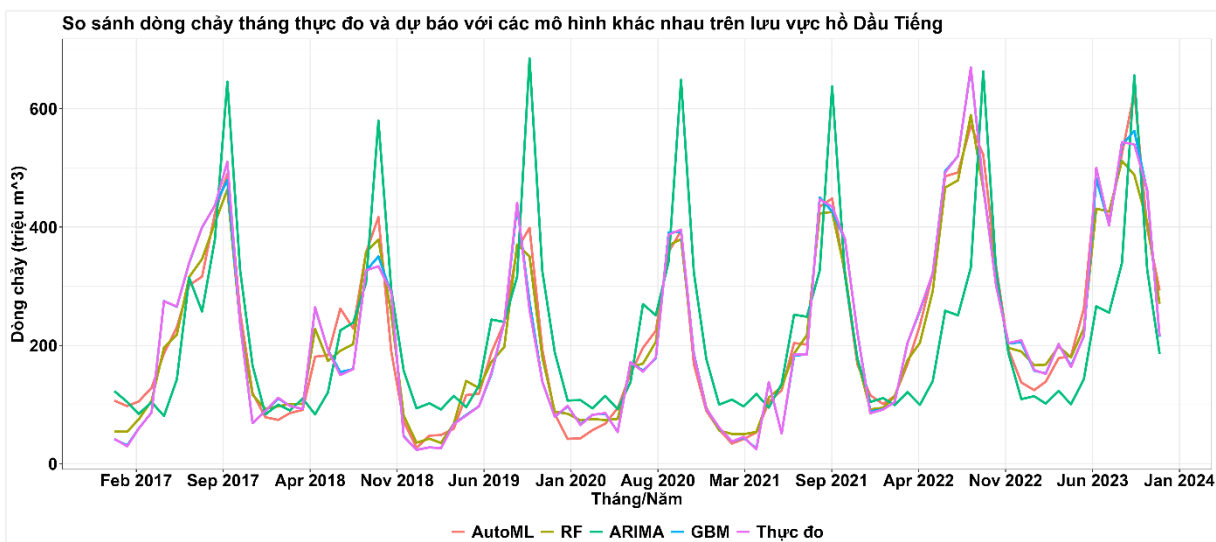
Integrated Moving Average) đây là mô hình được sử dụng dự báo cho lũ năm 2023 về hồ Dầu Tiếng. Các mô hình này được sử dụng để dự báo tổng lượng dòng chảy tháng và lưu lượng lớn nhất tháng. Giai đoạn sử dụng để đào tạo mô hình từ 1986-2016 và đánh giá chất lượng mô hình sử dụng chuỗi số liệu từ 2017-2023.

Để đánh giá chất lượng mô phỏng, bên cạnh sử dụng biểu đồ so sánh, một số chỉ tiêu định lượng đánh giá chất lượng các mô hình hồi quy được sử dụng để so sánh giữa chuỗi số liệu dự báo và thực đo được sử dụng gồm RMSE đo lường sai số trung bình giá trị RMSE càng nhỏ thì mô hình cho chất lượng càng tốt;  $R^2$  hệ số tương quan biến đổi từ 0 – 1, giá trị càng gần 1 phản ánh mô hình chất lượng tốt; MAE phản trung bình giá trị tuyệt đối của sai số, giá trị MAE càng nhỏ mô hình càng tốt; QR, tỷ số đo phần trăm của giá trị dự báo nằm trong khoảng dao động trên dưới biên độ 0.1% của giá trị thực đo, QR biến đổi từ 0-1, giá trị 1 là 100% giá trị dự báo nằm trong khoảng dao động đánh giá và phản ánh mô hình có chất lượng tốt; MAPE chỉ số đo lường tỉ lệ phần trăm trung bình của sai số giữa giá trị dự đoán và giá trị thực tế, giá trị MAPE càng nhỏ thì mô hình càng tốt. Ngoài ra, chỉ số Dif\_flg đo tỷ lệ % chênh lệch đối với dòng chảy lũ là trung bình phần trăm chênh lệch giữa mô phỏng và thực đo của tổng lượng mùa lũ từ tháng 7 – tháng 11 các năm đánh giá; đối với đỉnh lũ là tỷ lệ phần trăm chênh lệch giữa mô phỏng và thực đo của đỉnh lũ. Kết quả đánh giá sai số trình bày Hình 13, Hình 14 và Bảng 5 Bảng 6.

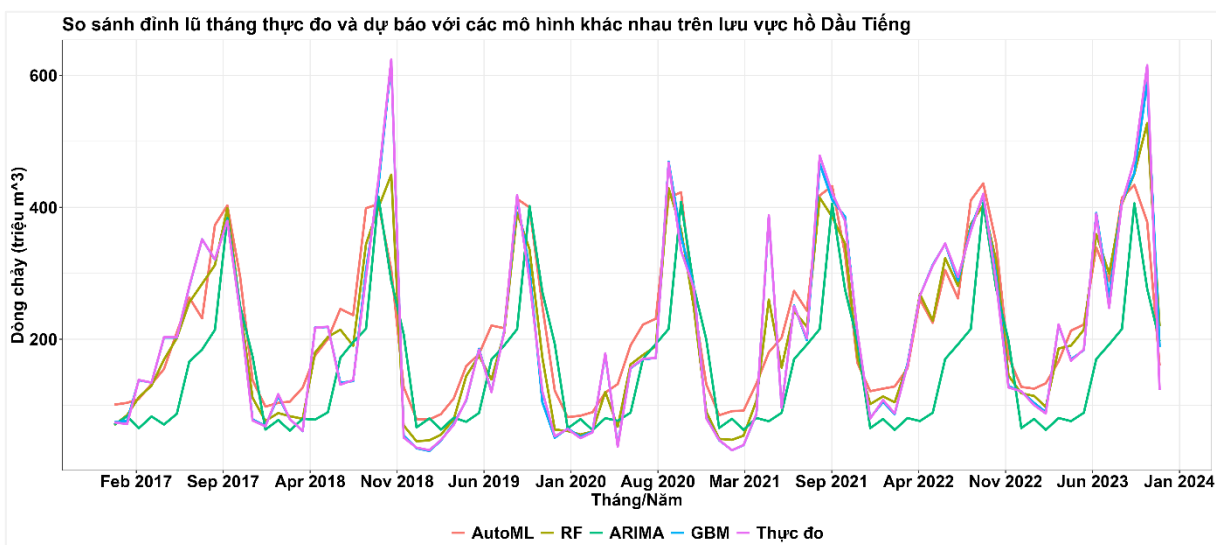
Tổng quan chung, các mô hình dự báo đều cho thấy chất lượng phản ánh tính mùa, tính chu kỳ của cả dòng chảy và lưu lượng lớn nhất đều tốt, thể hiện sự đồng pha giữa tính toán và thực đo. Về cụ thể, ba mô hình máy học cho kết quả tốt hơn so với mô hình thống kê truyền thống (ARIMA) minh chứng ở hầu hết các chỉ tiêu đánh giá, như  $R^2$  biến đổi phổ biến trên 0.9 và sai số về mặt giá trị được cải thiện rất lớn. Ví dụ, ở ARIMA tổng lượng lũ hằng năm trung bình 25% trong khi đó các mô hình máy học cho ra kết quả từ 1-6%. So sánh giữa các mô hình máy học, GBM cho kết quả vượt trội so với các mô hình còn lại, trong khi đó AutoML có giá trị  $R^2$  chỉ đạt 0,76 ở đỉnh lũ và sai số MAPE khá cao 43%; RF có kết quả sai số cải thiện hơn so với AutoML ở sai số tổng lượng lũ chỉ 5% và đỉnh lũ 15%. Tuy nhiên, các giá trị này vẫn lớn hơn so với mô hình GBM, với sai số tổng lượng lũ 1% và QR bằng 100% có nghĩa giá dự báo nằm trong khoảng dao động 0.1% và của đỉnh lũ 98% thực đo. Xu thế này tương tự như ở các chỉ số MAE và RMSE, mô hình GBM đều cho ra sai số nhỏ nhất. Điều này cho thấy GBM là mô hình cho kết quả tốt nhất trong nhóm mô hình đánh giá. Đây là mô hình được lựa chọn để sử dụng kết quả xây dựng phương án vận hành dự báo cho mùa lũ 2024.

Đánh giá kết quả dự báo của các mô hình, ARIMA cho dự báo tổng lượng lũ thiên lớn khoảng 2,48 tỷ trong khi đó các mô hình máy học cho dự báo tổng lượng mùa lũ biến đổi từ 2,11 đến 2,27 tỷ. Tháng có tổng lượng lớn nhất phổ biến rơi vào tháng 9, với giá trị biến đổi 496 triệu đến 608 triệu  $m^3$ , riêng mô hình AutoML dự báo rơi vào tháng 10 với tổng lượng khoảng 528 triệu  $m^3$ ; một đặc điểm tương đồng ở các mô hình đều dự báo tháng 7 tổng lượng về lớn đều trên 400 triệu  $m^3$  sau đó giảm ở tháng 8 và gia tăng hai tháng chính lũ tiếp theo. Riêng GBM dự báo tháng 11 dòng chảy về hồ giảm mạnh trong khi đó cả ba mô hình còn lại dự báo giá trị xấp xỉ và trên 400 triệu  $m^3$ , điều này phản ánh dấu hiệu gia tăng dòng chảy mùa lũ tháng 11 những năm gần đây; trong khi GBM phản ánh tính mùa của chuỗi nhiều năm.

Về đỉnh lũ và giá trị lưu lượng lớn nhất tháng mùa lũ, giá trị đỉnh lũ cả bốn mô hình dự báo năm 2024 đều nhỏ hơn 500 m<sup>3</sup>/s. Sự tương đồng về xu thế gia tăng từ tháng 6, tháng 7 và giảm ở tháng 8 sau đó đạt đỉnh thời gian chính vụ. Tháng 9 là tháng có đỉnh lũ lớn nhất ở ba mô hình học máy, trong khi đó tháng 11 dự báo của mô hình ARIMA.



Hình 13. So sánh tổng lượng dòng chảy tháng thực đo và dự báo ở các mô hình khác nhau từ năm 2017-2023



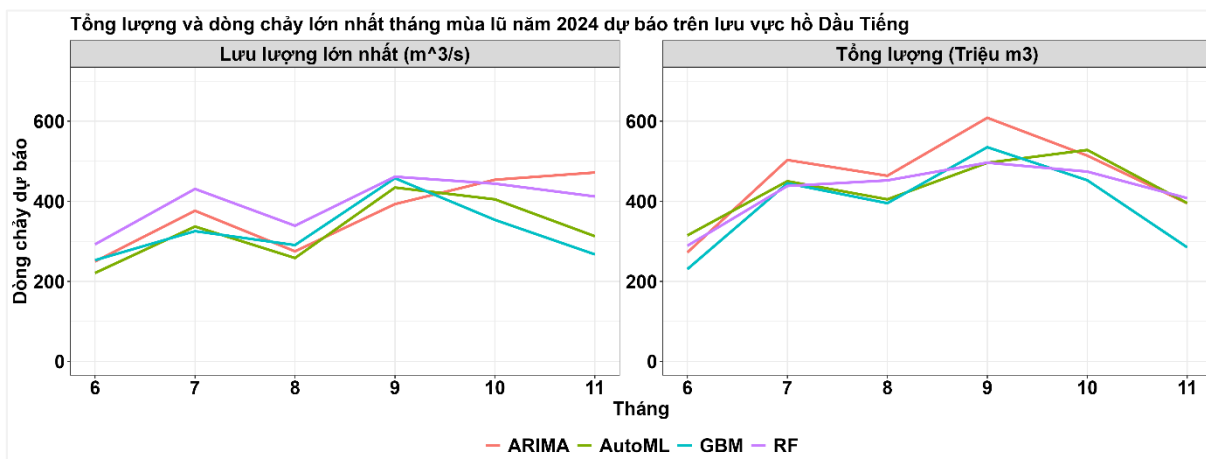
Hình 14. So sánh đỉnh lũ tháng thực đo và dự báo ở các mô hình khác nhau từ năm 2017-2023

Bảng 5. Sai số dự báo và thực đo của tổng lượng dòng chảy từ năm 2017-2023

Mô hình	RMSE (triệu m <sup>3</sup> )	R <sup>2</sup>	MAE (triệu m <sup>3</sup> )	MAPE (%)	QR (%)	Dif_fld (%)
ARIMA	122,42	0,50	92,56	65%	12%	25%
RF	34,36	0,96	26,94	20%	45%	5%
GBM	5,53	0,99	2,40	1%	100%	1%
AutoML	46,61	0,91	36,09	28%	32%	6%

Bảng 6. Sai số dự báo và thực đo lưu lượng lớn nhất từ năm 2017-2023

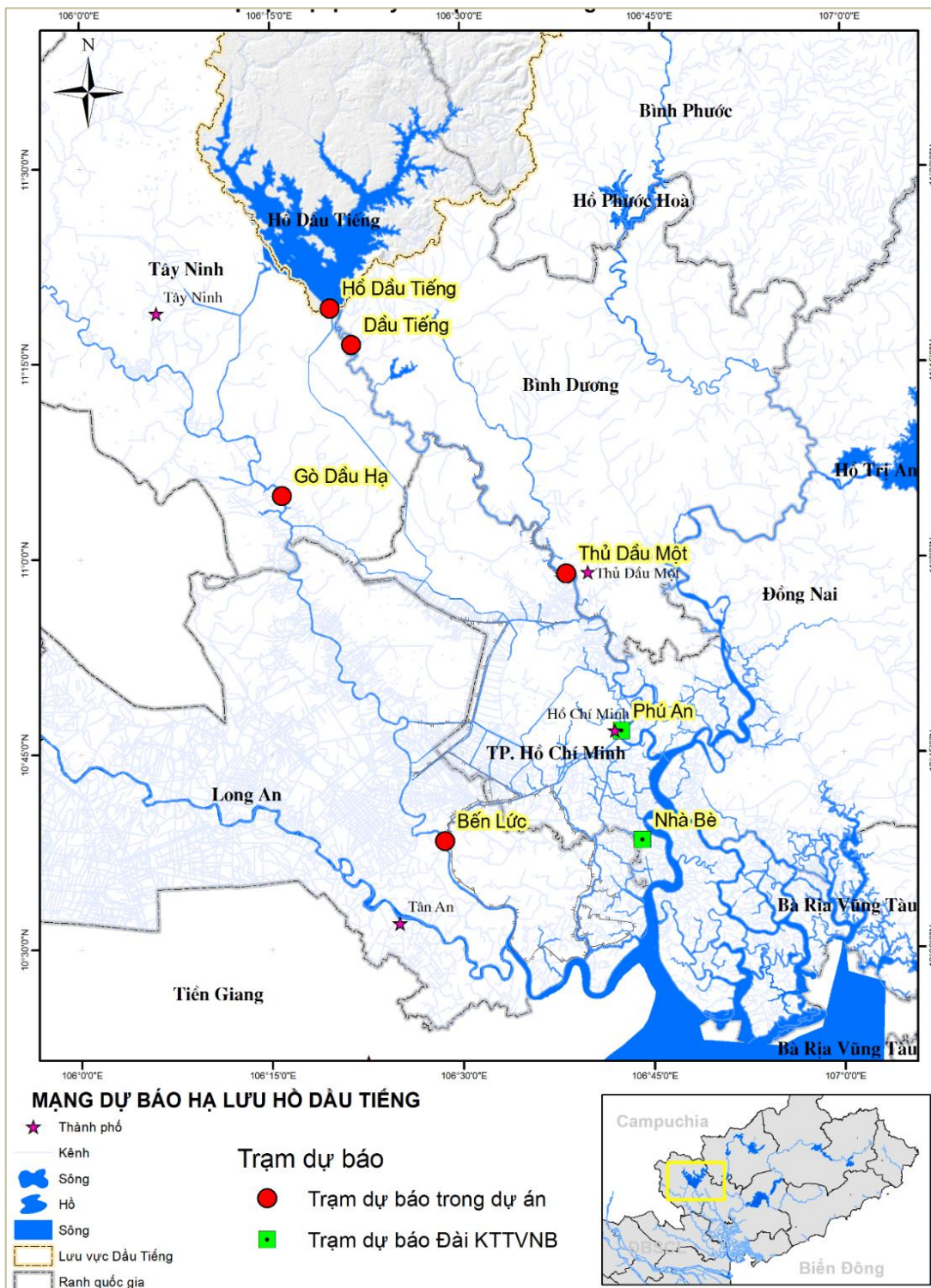
Mô hình	RMSE (m <sup>3</sup> /s)	R <sup>2</sup>	MAE (m <sup>3</sup> /s)	MAPE (%)	QR (%)	Dif_flg (%)
ARIMA	114,76	0,5	82,25	48%	20%	15%
RF	40,32	0,93	27,99	17%	42%	11%
GBM	9,56	0,99	4,22	2%	98%	1%
AutoML	72,38	0,76	53,22	43%	21%	14%



Hình 15. Tổng lượng và dòng chảy lớn nhất tháng mùa lũ năm 2024 dự báo với các mô hình khác nhau

Bảng 7. Kết quả dự báo dòng chảy mùa lũ năm 2024 các mô hình khác nhau trên lưu vực hồ Dầu Tiếng

Tháng	Mô hình			
	ARIMA	AutoML	GBM	RF
<b>Tổng lượng (triệu m<sup>3</sup>)</b>				
6	272,27	314,85	230,56	288,93
7	503,10	450,20	444,88	438,23
8	463,74	404,89	395,21	452,18
9	608,56	496,19	535,11	496,49
10	514,09	528,22	452,58	474,16
11	395,07	395,46	284,88	407,88
12	217,22	294,37	213,22	268,97
<b>Tổng (tháng 7 – 11)</b>	<b>2.484,6</b>	<b>2.275,0</b>	<b>2.112,6</b>	<b>2.268,9</b>
<b>Lưu lượng lớn nhất (m<sup>3</sup>/s)</b>				
6	249,69	220,97	252,97	292,54
7	376,41	337,00	325,42	430,93
8	275,05	258,38	290,63	338,98
9	393,01	434,35	457,68	461,42
10	453,84	404,89	353,56	444,01
11	471,84	312,73	267,36	412,09
<b>Qmax</b>	<b>471,84</b>	<b>434,35</b>	<b>457,68</b>	<b>461,42</b>



Hình 16. Mạng lưới trạm dự báo trong dự án