

TRUNG TÂM QUY HOẠCH VÀ ĐIỀU
TRA TÀI NGUYÊN NƯỚC QUỐC GIA
VIỆN QUY HOẠCH
THỦY LỢI MIỀN NAM

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc
TP. Hồ Chí Minh, ngày 29 tháng 06 năm 2026

“Thu thập thông tin quan trắc, dự báo khí tượng thủy văn chuyên dùng; tính toán lũ, ngập lụt và lập phương án vận hành, điều tiết các hồ chứa nước do Bộ Nông nghiệp và Môi trường quản lý” hồ chứa nước Dầu Tiếng

BÁO CÁO ĐÁNH GIÁ TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN ĐẦU MÙA LŨ VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN VẬN HÀNH HỒ DẦU TIẾNG MÙA LŨ NĂM 2026

Chủ nhiệm dự án: Nguyễn Thị Phụng

1. DIỄN BIẾN THỜI TIẾT VÀ XU THẾ MƯA TÍCH LŨY ĐẾN NGÀY 29/6/2026

1.1. Bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ)

Tính đến tháng 6/2026, vùng áp thấp trên vùng biển phía Nam khu vực Bắc Biển Đông đã mạnh lên thành ATNĐ và là ANTD đầu tiên trong năm 2026, ATNĐ di chuyển theo hướng Đông Bắc tới ngày 05/6 ATNĐ di chuyển ra ngoài khu vực Biển Đông và suy yếu dần.

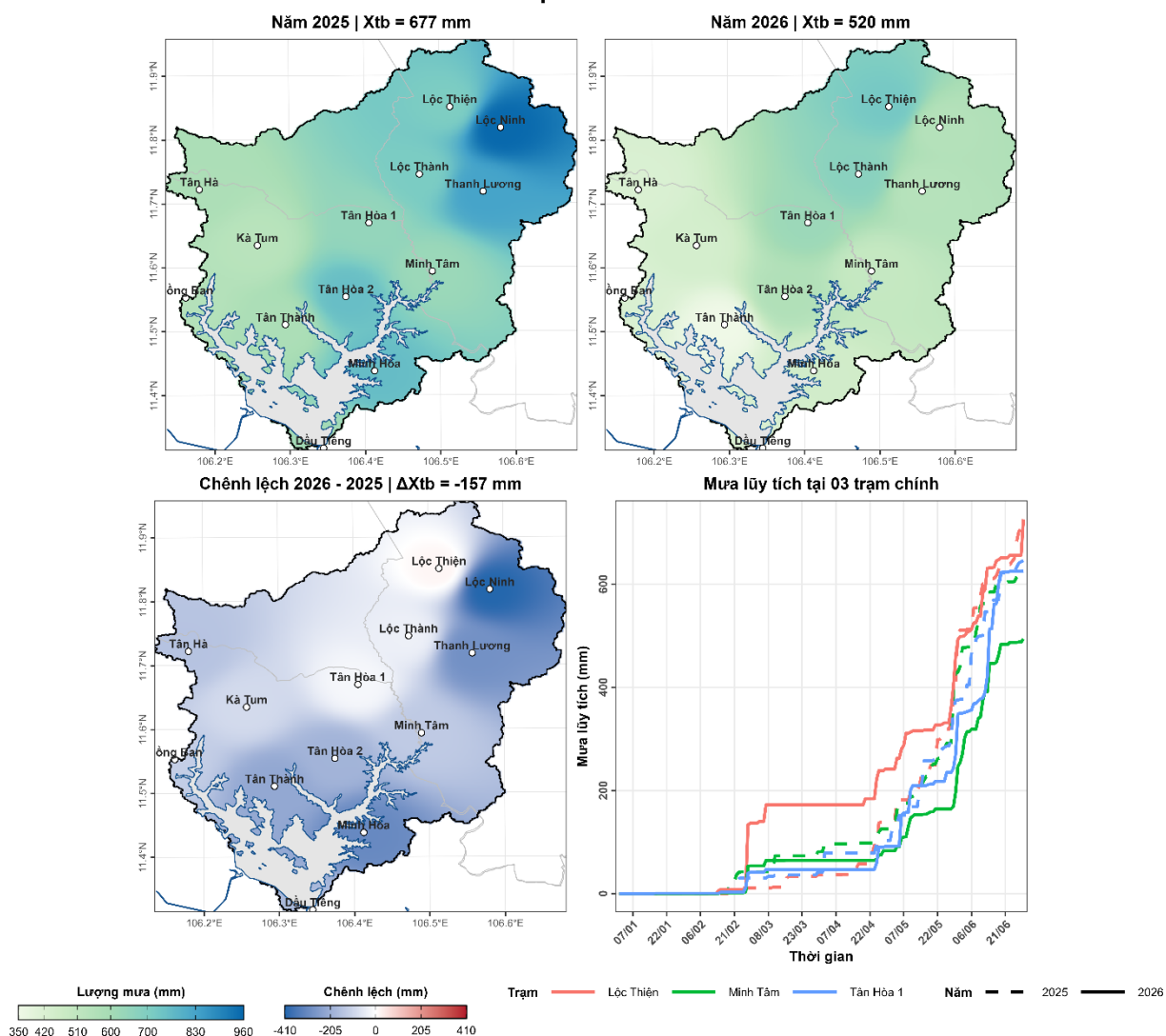
1.2. Đánh giá xu mưa lũ tích đầu năm 2026

Kết quả tính toán cho thấy lượng mưa lũy tích bình quân trên lưu vực hồ Dầu Tiếng từ ngày 01/01 đến 29/06/2026 đạt khoảng 520 mm, thấp hơn khoảng 157 mm so với cùng kỳ năm 2025, tương ứng giảm khoảng 23%. Về không gian, phân bố mưa giữa hai năm nhìn chung có quy luật tương tự, với lượng mưa cao hơn ở phía đông bắc lưu vực và giảm dần về phía tây nam. Tuy nhiên, lượng mưa năm 2026 thấp hơn trên phần lớn diện tích lưu vực, đặc biệt tại khu vực trung tâm, phía nam và vùng ven hồ Dầu Tiếng.

Diễn biến tại một số trạm đại diện như Minh Tâm và Tân Hòa 1 cho thấy mưa lũy tích năm 2026 tăng chậm hơn so với năm 2025, lượng mưa gia tăng từ bắt đầu tăng từ cuối tháng 2 đến đầu tháng 3, và gia tăng mạnh từ tháng 5. Tại trạm Lộc Thiện mưa tích lũy gia tăng nhanh hơn năm 2025, lượng mưa bắt đầu tăng mạnh từ cuối tháng 2. Đến cuối tháng 6, lượng mưa lũy tích tại các trạm này đạt khoảng 495–6750 mm, thấp hơn đáng kể so với cùng kỳ năm trước.

Nhìn chung, lượng mưa đầu năm 2026 trên lưu vực hồ Dầu Tiếng thấp hơn và xuất hiện muộn hơn so với năm 2025. Diễn biến này cho thấy lượng nước bổ sung cho lưu vực trong giai đoạn đầu mùa mưa còn hạn chế, qua đó là cơ sở ban đầu để nhận định mùa lũ năm 2026 có khả năng thấp hơn năm 2025. Kết quả này cần tiếp tục được cập nhật cùng với diễn biến mưa các tháng tiếp theo mùa lũ 2026.

MƯA LŨY TÍCH ƯỚC TÍNH TRÊN LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG Thời đoạn: 01/01 - 29/06



Hình 1. Mưa lũy tích ước tính trên lưu vực hồ Dầu Tiếng, thời đoạn 01/01-29/06.

2. DIỄN BIẾN ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN HỒ DẦU TIẾNG VÀ DIỄN BIẾN THỦY VĂN HẠ LƯU SÔNG SÀI GÒN, VÀM CỎ ĐÔNG ĐẾN NGÀY 29/6/2026

2.1. Diễn biến đặc trưng thủy văn hồ Dầu Tiếng

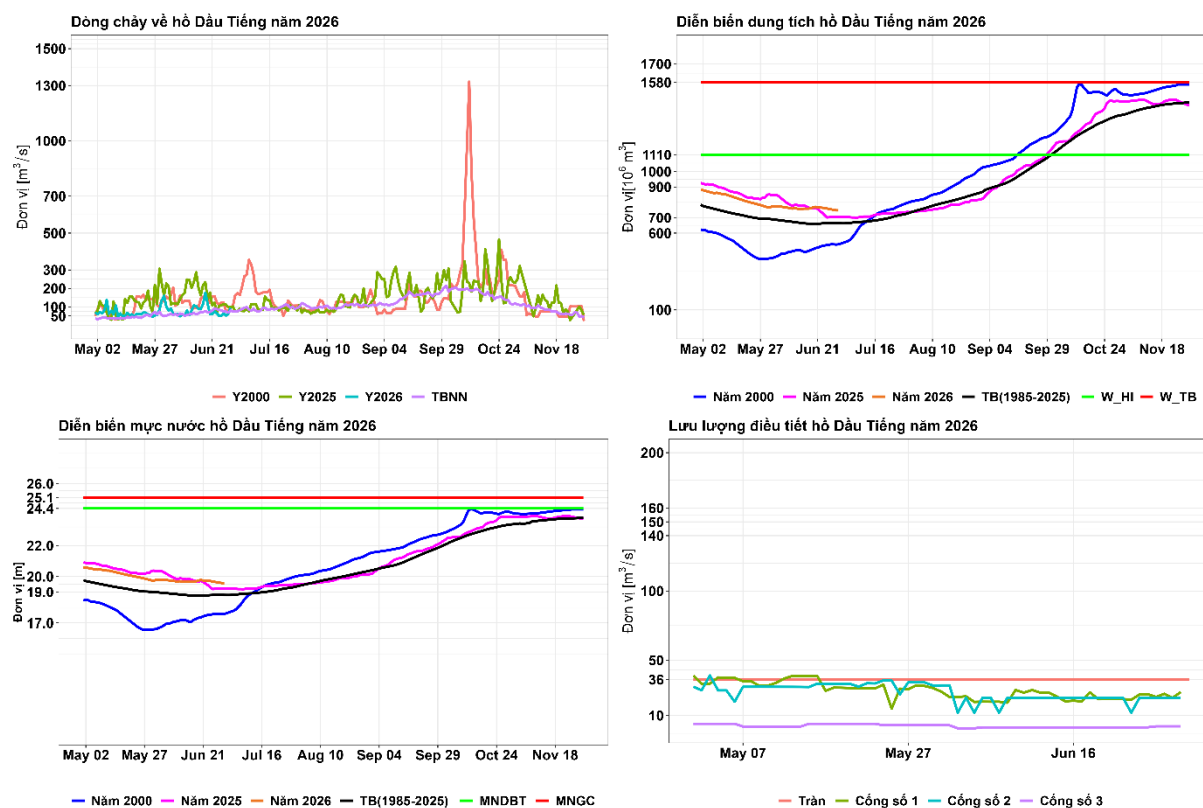
Về hiện trạng dòng chảy về hồ: Tổng lượng dòng chảy về hồ trong tháng 6 tính đến ngày 29/06 là 198,76 triệu m^3 , trung bình khoảng 6,85 triệu m^3 /ngày và giá trị dòng chảy lớn nhất ghi nhận được là 176,64 m^3/s vào ngày 18/06. Tổng lượng lũy tích tháng 6 nhỏ hơn 209,31 triệu m^3 so với năm 2025 (408,07 triệu m^3) nhưng lớn hơn 28,56 triệu m^3 so với TBNN (170,2 triệu m^3) cùng thời kỳ [xem Hình 2].

Về diễn biến dung tích hồ: Dung tích hồ Dầu Tiếng tới ngày 30/06 là 748,02 triệu m^3 xấp xỉ 47% của dung tích toàn bộ và 67% dung tích hữu ích. Về mặt xu thế, dung tích hồ có xu thế giảm từ đầu tháng 5 đến nay. Hiện nay, dung tích hồ lớn hơn so với TBNN khoảng 84,1 triệu m^3 , và lớn hơn 42,84 triệu m^3 so với năm 2025 (705,18 triệu m^3) [xem Hình 2].

Về diễn biến mực nước hồ: Mực nước hồ Dầu Tiếng ngày 30/6 ghi nhận được là +19,58 m thấp hơn so với MNDBT (+24,4 m) là 4,82 m, và cao hơn 0,36 m so năm 2025 (+19,22 m) và cao hơn 0,78 m so với TBNB (+18,8 m). Xu thế chung mực nước hồ giảm từ đầu tháng 5 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 m đến +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 23,13 m³/s tương đương khoảng 2 triệu m³ ngày, trong khi đó hai cống còn lưu lượng xả nhỏ hơn khoảng 21,61 m³/s ở Cống số 2 tương đương 1,87 triệu m³ và 1,5 m³/s Cống số 3 ứng với tổng lượng 0,13 triệu m³/ngày. Tràn xả với dòng chảy môi trường lưu lượng 36 m³/s và lưu lượng chuyển từ hồ Phước Hòa về với giá trị 50 m³/s tương đương với 4,32 triệu m³/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 m³/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

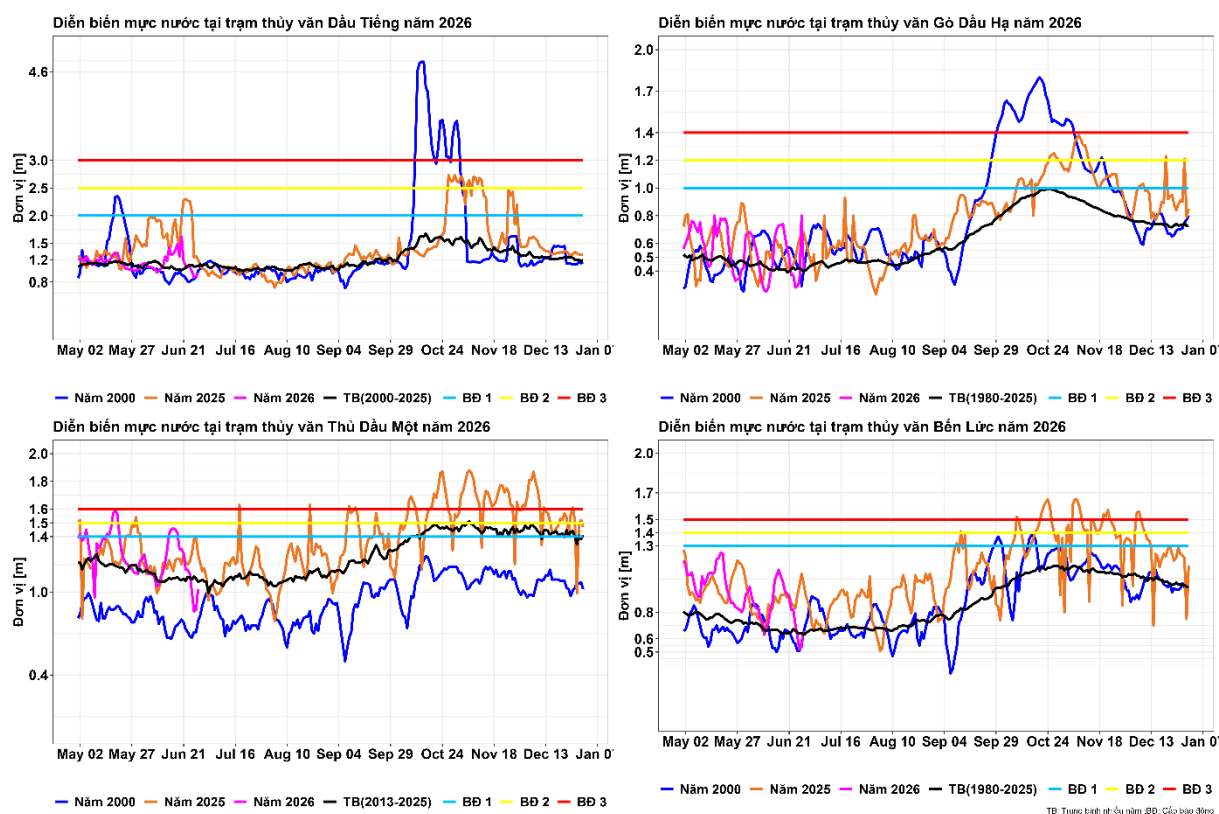
2.2. Diễn biến thủy văn hạ lưu sông Sài Gòn và Vàm Cỏ Đông

a. 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 15]. Diễn biến mực nước lớn nhất tháng 6/2026 cho thấy (i) mực nước lớn nhất dao động chủ đạo theo diễn biến của thủy triều; giá trị mực nước lớn nhất tháng 6/2026 tại Dầu Tiếng thấp hơn so với năm 2025 và cao hơn TBNN; tại Thủ Dầu Một cao hơn với năm 2025 và cao hơn TBNN (ii) về mặt giá trị mực nước lớn nhất mực nước lớn nhất tại Thủ Dầu Một xấp xỉ BĐ 2 (+1,5 m) vào giữa tháng 6 [xem Hình 3].

b. 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 15. Diễn biến mực nước lớn nhất tháng 6/2026 được trình bày trong Hình 3, tổng thể chung cho thấy mực nước đỉnh triều của tháng 6 tại Bến Lức cao hơn so với năm 2025 và TBNN, tại Gò Dầu Hạ cao hơn năm 2025 và TBNN. Diễn biến mực nước chủ đạo ảnh hưởng bởi thủy triều. Giá trị mực nước lớn nhất đều thấp hơn BĐ 1 (+1,0 m) tại Gò Dầu Hạ, BĐ 1 (+1,3 m) tại Bến Lức.



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

3. DỰ BÁO KHÍ HẬU

3.1. Dự báo, cảnh báo khí hậu thời hạn mùa trên phạm vi toàn quốc¹

a. Hiện tượng ENSO

Hiện tại, ENSO đã chuyển sang trạng thái El Niño với chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển khu vực trung tâm Thái Bình Dương (khu vực NINO3.4) trong tuần đầu tháng 6/2026 cao hơn TBNN là 0,90C. Dự báo, trong khoảng ba tháng tới, hiện tượng ENSO duy trì trong trạng thái El Niño và cường độ có xu hướng tiếp tục tăng dần. Thời kỳ từ tháng 10-12/2026, hiện tượng ENSO tiếp tục duy trì trạng thái El Niño với cường độ mạnh, đặc biệt xác suất xảy ra El Niño rất mạnh tăng lên mức 63% vào thời kỳ tháng 11/2026-01/2027.

a. Bão/ATNĐ và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm

Từ tháng 7-9/2026, bão/ATNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông và ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền Việt Nam ở mức tương đương so với TBNN (TBNN trên Biển Đông: 6,5 cơn, đổ bộ vào đất liền: 2,8 cơn). Trên phạm vi cả nước có khả năng xảy ra các hiện tượng thời tiết nguy hiểm dông, lốc, sét, mưa đá và gió giật mạnh.

Từ tháng 10-12/2026, bão/ATNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông và ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền ở mức thấp hơn so với TBNN (TBNN trên Biển Đông: 4,5 cơn, đổ bộ vào đất liền: 1,9 cơn). Trên phạm vi cả nước có khả năng xảy ra các hiện tượng thời tiết nguy hiểm dông, lốc, sét, mưa đá và gió giật mạnh.

b. Xu thế lượng mưa

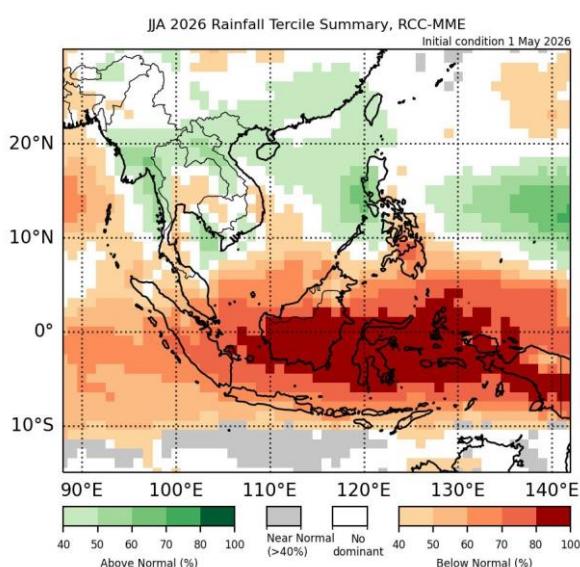
Tháng 7/2026, TLM phổ biến xấp xỉ so với TBNN. Tháng 9/2026 TLM phổ biến thấp hơn 5-20%TBNN, riêng khu vực Cao nguyên Trung Bộ và Nam Bộ ở mức xấp xỉ so với TBNN cùng thời kỳ. Từ tháng 7-8/2026, các đợt mưa vừa, mưa to tập trung ở khu vực Bắc Bộ, khu vực Thanh Hóa-Tp. Huế, Cao nguyên Trung Bộ và Nam Bộ. Tháng 9/2026 cần đề phòng những đợt mưa vừa, mưa to trên phạm vi cả nước. Cụ thể khu vực Nam Bộ TLM tháng 7/2026 phổ biến ở mức 220-420mm; tháng 8/2026 phổ biến từ 250-400mm; tháng 9/2026 phổ biến từ 200-350mm.

Tháng 10/2026, TLM phổ biến thấp hơn từ 5-20% so với TBNN. Tháng 11/2026, TLM ở khu vực Bắc Bộ và Thanh Hóa-Hà Tĩnh cao hơn từ 10 - 30% so với TBNN; các khu vực khác thấp hơn từ 10-35% so với TBNN cùng thời kỳ. Tháng 12/2026, TLM ở khu vực Bắc Bộ và Thanh Hóa-Hà Tĩnh cao hơn từ 10-30% so với TBNN; các khu vực khác thấp hơn từ 20-40% so với TBNN cùng thời kỳ, có nơi thấp hơn, cụ thể khu vực Nam Bộ, TLM tháng 10/2026 phổ biến từ 200-350mm, có nơi cao hơn. Tháng 11/2026, TLM phổ biến từ 70-150mm. Tháng 12/2026, TLM phổ biến từ 25-65mm.

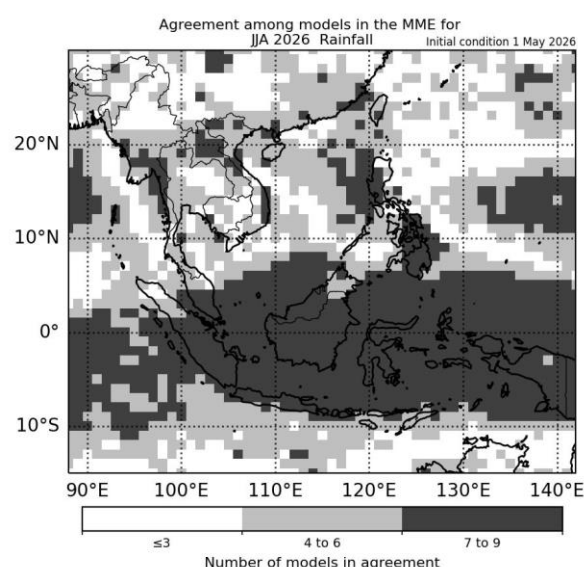
¹ Bản tin dự báo khí hậu thời hạn mùa trên phạm vi toàn quốc của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia từ tháng 7-12/2026 tại Văn bản Số: KHHM-06/15h00/DBQG

3.2. Dự báo mưa của các tổ chức quốc tế²

Trong thời kỳ tháng 6–8 năm 2026, khu vực Đông Nam Bộ và Nam Bộ được dự báo có lượng mưa phổ biến xấp xỉ trung bình nhiều năm, một số nơi có khả năng cao hơn trung bình nhiều năm khoảng 40-50%. Tín hiệu dự báo mưa trên trung bình thể hiện qua sự xuất hiện của các vùng màu trắng và xanh nhạt trên bản đồ. Tuy nhiên mức độ đồng thuận giữa các mô hình chỉ ở mức trung bình (khoảng 4–6 mô hình), do đó độ tin cậy của dự báo ở mức vừa phải, vẫn cần tiếp tục theo dõi các bản tin dự báo cập nhật trong các tháng tiếp theo. Trong khi đó, vùng Nam Biển Đông có xu thế mưa thấp hơn trung bình với xác suất khoảng 50–70% và mức độ đồng thuận mô hình tương đối cao (7–9 mô hình). Điều này cho thấy hoạt động mưa trên khu vực biển phía có thể suy giảm nhẹ so với trung bình nhiều năm, tuy nhiên ảnh hưởng đến lượng mưa trên đất liền hiện chưa thể hiện rõ rệt [xem **Error! Reference source not found.** và **Error! Reference source not found.**].



Hình 4. Dự báo mưa tháng 6 đến tháng 8/2026 khu vực Đông Nam Á từ tổ hợp đa mô hình (MME)



Hình 5. Mức độ đồng thuận giữa các mô hình trong tổ hợp dự báo đa mô hình (MME) đối với trạng thái lượng mưa chiếm ưu thế trong thời kỳ tháng 6–8/2026

² 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).

4. DỰ BÁO DÒNG CHẢY MÙA LŨ VỀ HỒ DẦU TIẾNG NĂM 2026 VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN VẬN HÀNH

4.1. Dự báo dòng chảy mùa lũ về hồ Dầu Tiếng năm 2026

Để dự báo dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng mùa lũ năm 2026, Phương pháp Máy học sử dụng bộ mô hình H2O AutoML (trong đó mô hình được huấn luyện tự động cho ba nhóm biến đầu vào được xây dựng song song) kết hợp với Phương pháp mô hình mưa dòng chảy MIKE- được sử dụng dự báo cho lũ năm 2026 về hồ Dầu Tiếng.

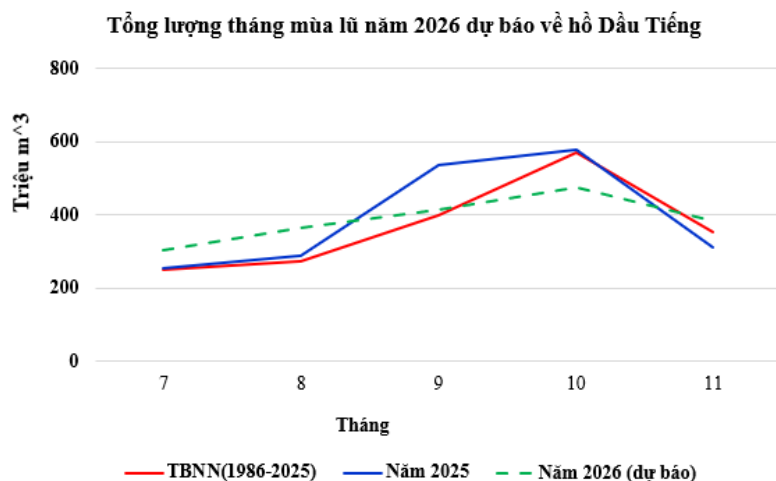
Trên cơ sở đánh giá, lựa chọn kết quả trung bình của hai phương pháp làm phương án dự báo tổng hợp cho mùa lũ năm 2026. Phương án này cho tổng lượng dòng chảy dự báo khoảng 1.946 triệu m³ và Qmax khoảng 475 m³/s, góp phần giảm ảnh hưởng của sai số riêng lẻ từ từng phương pháp dự báo và phản ánh hợp lý hơn phạm vi bất định của dòng chảy mùa lũ năm 2026. Đánh giá chất lượng mô hình, kết quả mô hình dự báo được trình bày trong phần Phụ lục 02.

Kết quả dự báo cho thấy năm 2026 vẫn nằm trong nhóm nhiều nước trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Tổng lượng dòng chảy dự báo các tháng mùa lũ 2026 biến đổi từ 303,7 triệu đến 476,0 triệu m³, trong đó tháng 9 và tháng 10 dự báo dòng chảy về hồ lớn nhất. Tổng lượng dòng chảy năm 2026 (**1.945,8 triệu m³**) nhỏ hơn so với năm 2025 (**1.968,0 triệu m³**), và lớn hơn TBNN (**1.575,4 triệu m³**). Về đỉnh lũ, đỉnh lũ dự báo xảy ra vào tháng 11 năm 2026, với lưu lượng lớn nhất khoảng **474,9 m³/s** xấp xỉ đỉnh lũ chính vụ tháng 10 năm 2025 (**466 m³/s**) [xem Bảng 1, Hình 7 và Hình 7].

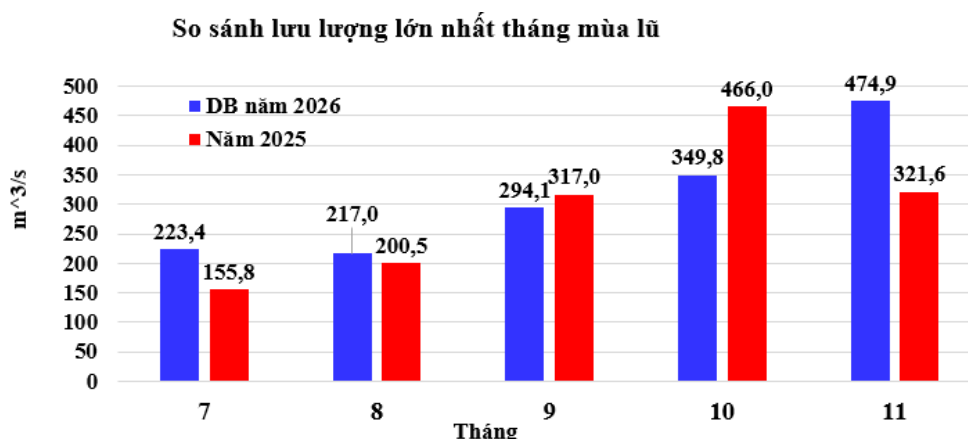
Từ kết quả dự báo này sẽ tiến hành đề xuất định hướng vận hành hồ Dầu Tiếng năm 2026.

Bảng 1. Dự báo tổng lượng dòng chảy lũ tháng (triệu m³) đến hồ Dầu Tiếng mùa lũ 2026 và so với số liệu lịch sử

Tháng	Năm 2026	Năm 2025	TBNN (1986-2025)
7	303,7	255,12	251,0
8	366,3	287,91	274,5
9	415,3	536,21	397,8
10	476,0	577,57	448,3
11	384,5	311,16	203,8
Tổng	1.945,8	1.968,0	1575,4



Hình 6. Tổng lượng dòng chảy dự báo mùa lũ 2026 đến hồ Dầu Tiếng



Hình 7. Lưu lượng lớn nhất dự báo mùa lũ năm 2026 đến hồ Dầu Tiếng

4.2. Đề xuất phương án vận hành hồ Dầu Tiếng mùa lũ 2026

a. 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.

b. 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 2026 là +24 m tại 2340/QĐ-BNNMT ngày 25/6/2025 của Bộ NN&MT
- 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.

c. Đề xuất vận hành hồ Dầu Tiếng năm 2026

Từ những cơ sở nêu trên và số liệu dự báo, phương án đề xuất định hướng vận hành hồ Dầu Tiếng mùa lũ 2026 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 m³). Xả tràn dự kiến vào tháng 9 với tổng lượng dự báo là 150 triệu m³, tháng 10 là 40 triệu m³ để đảm bảo mực nước hồ thấp hơn so với yêu cầu mực nước trước lũ QTVH, mực nước cho phép tích trong mùa lũ của Bộ NN&MT 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 +21,7 m thấp hơn so với Zyc (+23,65 m) và mực nước cuối tháng 10 là +23,0 m thấp hơn so với Zyc (24-24,4 m). Mực nước cuối tháng 11 dự báo đạt +24 m tương

đương với dung tích 1.482,5 triệu m³; với dung tích này cộng với lượng bổ sung từ chuyên nước từ hồ Phước Hòa (~130 triệu m³/tháng) và dòng chảy về hồ tháng 12/2026 có thể đảm bảo lượng nước cấp cho mùa khô 2026.

Từ tổng lượng đề xuất điều tiết ở tháng 9 đến tháng 10, xác định khoảng thời gian có thể xả lũ dựa theo QTVH. Mức nước triều lớn nhất tại trạm Phú An mùa lũ năm 2026 dự báo trình bày Hình 8, xu thế đỉnh triều gia tăng ở các tháng cuối năm tháng 10 đến tháng 11, đỉnh triều cao nhất dự báo vào cuối tháng 10 và cuối tháng 11 với giá trị vượt BĐ 3 (+1,6 m). Xác định khoảng thời gian cho phép vận hành xấp xỉ 200 m³/s khi mực nước tại Phú An nhỏ hơn mức báo động I (+1,4 m); trong tháng 9 có hai đợt kéo dài 11 ngày đầu tháng và 14 ngày cuối tháng; tháng 10 có hai đợt kéo dài 04 ngày đầu tháng và 06 ngày cuối tháng [xem Bảng 3]. Tính toán với lưu lượng xả tràn 200 m³/s (17,28 triệu m³), tổng lượng tháng 9 đề xuất xả (150 triệu m³) cần thực hiện xả trong 9 ngày, tháng 10 (40 triệu m³) cần thực hiện xả trong 2 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 2026

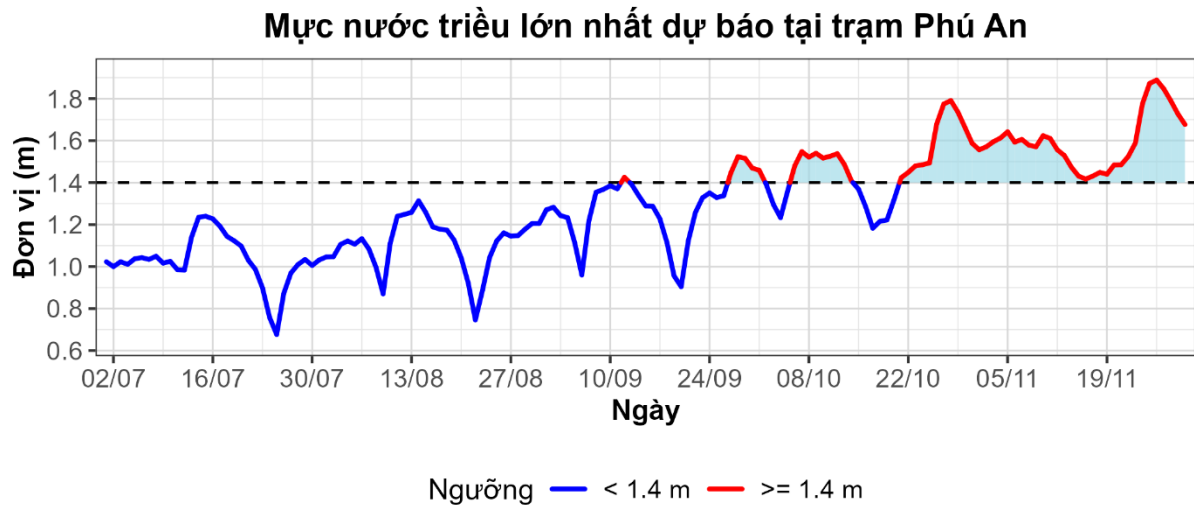
Tháng	Wđ (10 ⁶ m ³)	Wh (10 ⁶ m ³)	Zh (m)	Wmt (10 ⁶ m ³)	Wcn (10 ⁶ m ³)	Wtr (10 ⁶ m ³)	Wtt (10 ⁶ m ³)	Wct (10 ⁶ m ³)	Zct (m)	Zyc (m)
7	303,7	744,9	+19,6	96,4	90,4	0	19,0	842,7	+20,3	+21,20
8	366,3	842,7	+20,3	96,4	83,1	0	22,6	1.007,0	+21,4	+22,70
9	415,3	1007,0	+21,4	93,3	99,0	150	26,5	1.053,4	+21,7	+23,65
10	476,0	1053,4	+21,7	96,4	81,3	40	31,0	1.280,7	+23,0	24÷24,4
11	384,5	1280,7	+23,0	93,3	54,9	0	34,5	1.482,5	+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 m³/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.

Kết quả dự báo cho thấy mực nước triều lớn nhất tại trạm Phú An trong mùa lũ năm 2026 có xu thế tăng dần từ tháng 7 đến tháng 11 (Hình 8). Trong phần lớn thời gian từ tháng 7 đến đầu tháng 9, mực nước triều lớn nhất ngày duy trì dưới ngưỡng báo động I (+1,4 m), phổ biến từ +1,0m đến +1,3 m. Từ giữa tháng 9 trở đi, mực nước triều bắt đầu tăng và thường xuyên vượt ngưỡng báo động I, đặc biệt trong các tháng 10 và 11 khi nhiều đợt triều đạt từ +1,5m đến +1,8 m.

Kết quả thống kê cho thấy trong giai đoạn từ tháng 9 đến đầu tháng 10 vẫn xuất hiện một số khoảng thời gian mực nước triều lớn nhất ngày nhỏ hơn báo động I, tạo điều kiện tương đối thuận lợi cho việc vận hành điều tiết lũ từ hồ Dầu Tiếng xuống hạ du. Cụ thể, tháng 9 xuất hiện hai đợt triều thấp kéo dài từ ngày 01/9–11/9 (11 ngày) và từ ngày 13/9–26/9 (14 ngày). Trong tháng 10, các đợt triều thấp ngắn hơn, gồm giai đoạn từ ngày 02/10–05/10 (04 ngày) và từ ngày 15/10–20/10 (06 ngày) (Bảng 3).

Nhìn chung, điều kiện triều hạ du trong mùa lũ năm 2026 tương đối thuận lợi trong giai đoạn tháng 9 đến đầu tháng 10, là thời kỳ có thể xem xét tăng cường xả hạ thấp mực nước hồ khi xuất hiện các đợt mưa lớn hoặc lũ về hồ. Từ cuối tháng 10 đến tháng 11, mực nước triều duy trì ở mức cao và thường xuyên vượt báo động I trong ngày. Trong giai đoạn này vận hành điều tiết theo giờ cần cân nhắc. Ngoài ra, chiến lược điều tiết sớm tạo không gian trữ lũ cho các tháng cuối mùa lũ để giảm áp lực xả trong giai đoạn triều cao sẽ được đề xuất trong kế hoạch vận hành.

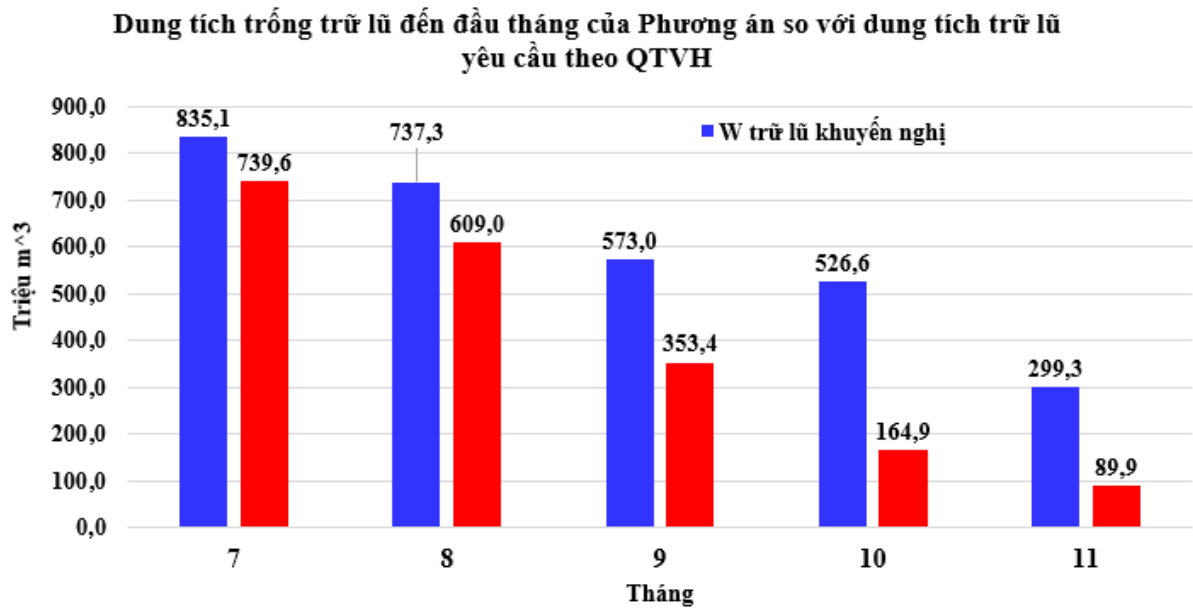


Hình 8. Mức nước lớn nhất dự báo tại trạm Phú An mùa lũ năm 2026

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 - 11/9 (11 ngày)	13/9 - 26/9 (14 ngày)
2	Tháng 10	2/10 - 5/10 (04 ngày)	15/10 - 20/10 (06 ngày)

Dung tích phòng lũ khuyến nghị 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 trống khuyến nghị duy trì lớn hơn so với quy trình vận hành. Cụ thể, ở tháng 9 duy trì dung tích trống khoảng 573,0 triệu m³, tháng 10 khoảng 526,6 triệu m³ và tháng 11 là 299,3 triệu m³ lớn hơn so với QTVH (89,9 triệu m³). Giá trị đề xuất này đảm bảo trừ 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 m³ ($\pm 97,5$ triệu m³) và trung bình là 208,6 triệu m³ ($\pm 36,8$ triệu m³) 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 m³. Điều này cho thấy, dung tích trống dự phòng có tính khả thi cao đảm bảo trừ và cắt và điều hòa lũ dự báo trong mùa lũ năm 2026.



Hình 9. Dung tích trống trữ lũ khuyến nghị theo phương án đề xuất mùa lũ năm 2026

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Về lượng mưa đầu năm 2026 trên lưu vực hồ Dầu Tiếng thấp hơn và xuất hiện muộn hơn so với năm 2025. Diễn biến này cho thấy lượng nước bổ sung cho lưu vực trong giai đoạn đầu mùa mưa còn hạn chế, qua đó là cơ sở ban đầu để nhận định mùa lũ năm 2026 có khả năng thấp hơn năm 2025

Dòng chảy về hồ Dầu Tiếng năm 2026 nhiều khả năng vẫn duy trì cao nên trung bình nhiều năm. Tuy nhiên, khả năng tiếp tục tăng mạnh như giai đoạn 2022–2025 là không cao. Dòng chảy vẫn thuộc pha nhiều nước, nhưng cường độ nhiều nước có thể giảm dần hoặc trở về gần mức bình thường hơn so với đỉnh 2024–2025.

Về hiện trạng hồ chứa đến ngày 30/6/2026 các thông số về lưu lượng về hồ nhỏ hơn so với năm 2025, dung tích và mực nước hồ cho thấy hiện trạng các đặc trưng hồ đều lớn hơn so với mùa lũ năm 2025 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 m đến +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 2026, tổng lượng dòng chảy mùa lũ dự báo 1.945,8 triệu m³ nhỏ hơn và bằng khoảng 98,9% năm 2025 (1968 triệu m³) và cao hơn 23,5% so với TBNN (1.575,4 triệu m³). Tháng 10 dự báo dòng chảy về hồ lớn nhất 476 triệu m³, tiếp đến tháng 9 với tổng lượng dự báo là 415,3 triệu m³. Về đỉnh lũ, đỉnh lũ

dự báo xảy ra vào tháng 11 năm 2026, với lưu lượng lớn nhất khoảng 474,9 m³/s xấp xỉ đỉnh lũ chính vụ tháng 10 năm 2025 (466 m³/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 2026. Tháng 9, tháng 10 dự báo mới cần xả tràn với tổng lượng nước xả lần lượt là 150 triệu m³ và 40 triệu m³ nước. Thời gian xả với lưu lượng xả 200 m³/s tháng 9 thực hiện trong 9 ngày và 2 ngày với tháng 10 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 573 triệu m³; tháng 10 là 526,6 triệu m³ và tháng 11 là 299,3 triệu m³. Mực nước cuối tháng 11 dự báo đạt +24 m tương đương với dung tích 1.482,5 triệu m³; với dung tích này cộng với lượng bổ sung từ chuyển nước từ hồ Phước Hòa (~130 triệu m³/tháng) và dòng chảy về hồ tháng 12/2026 triệu m³ có thể đảm bảo lượng nước cấp cho mùa khô 2026.

5.2. Kiến nghị

Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi Miền Nam dựa trên kết quả dự báo của Tư vấn đề xây dựng kế hoạch điều tiết nước trong mùa lũ 2026.

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 2026 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&MT;
- Cục QL&XD CTTL;
- Lãnh đạo các Sở NN&MT vùng dự án;
- Công ty TNHH MTV KTTL Miền Nam;
- Website: www.siwrp.org.vn;

VIỆN TRƯỞNG



Dặng Thanh Lâm

6. PHỤ LỤC

6.1. Phụ lục 01: Nhận định về xu thế dòng chảy về hồ Dầu Tiếng

6.1.1. Mục tiêu

Phân tích này nhằm nhận diện trạng thái nền của dòng chảy về hồ Dầu Tiếng, đánh giá các giai đoạn nhiều nước và ít nước, đồng thời xem xét vai trò của dao động khí hậu quy mô lớn, đặc biệt là ENSO/Niño 3.4. Các kết quả được sử dụng như thông tin hỗ trợ cho nhận định dòng chảy năm 2026, không thay thế cho mô hình dự báo định lượng.

6.1.2. Cách tiếp cận

Mưa trên lưu vực là yếu tố trực tiếp và quan trọng nhất quyết định dòng chảy về hồ. Đặc biệt trong mùa mưa, các đợt mưa lớn kéo dài có thể làm tăng nhanh dòng chảy đỉnh và tổng lượng nước về hồ. Tuy nhiên, cùng một lượng mưa nhưng phản ứng dòng chảy có thể khác nhau tùy thuộc: độ ẩm nền của lưu vực; tình trạng bão hòa đất; điều kiện sử dụng đất; và khả năng lưu trữ nước của hệ thống đất, tầng ngậm nước.

Lưu vực hồ Dầu Tiếng chịu ảnh hưởng mạnh của gió mùa Tây Nam, đặc biệt trong giai đoạn từ khoảng tháng 5 đến tháng 10. Cường độ và thời gian hoạt động của mùa mưa Tây Nam ảnh hưởng trực tiếp đến: tổng lượng mưa mùa; số đợt mưa kéo dài; và phân bố mưa theo thời gian.

ENSO là một trong các yếu tố khí hậu quy mô lớn có ảnh hưởng đến chế độ mưa ở Đông Nam Á. Trong nghiên cứu này, Wavelet Coherence cho thấy ENSO có liên hệ với dòng chảy hồ Dầu Tiếng ở một số giai đoạn và một số dải chu kỳ, đặc biệt khoảng 2–4 năm. Tuy nhiên, mối liên hệ này không ổn định theo toàn bộ chuỗi thời gian. Điều này cho thấy ENSO là một yếu tố quan trọng nhưng không phải yếu tố duy nhất điều khiển dòng chảy về hồ.

Ngoài ra các yếu tố như: MJO là dao động nội mùa trong khí quyển nhiệt đới với chu kỳ khoảng 30–60 ngày; Điều kiện ẩm nền phản ánh lượng nước đã tích lũy trong lưu vực trước khi xảy ra mưa mới cần lưu ý.

Cách tiếp cận này đặc biệt cần thiết đối với lưu vực hồ Dầu Tiếng vì dòng chảy về hồ chịu ảnh hưởng tổng hợp của nhiều yếu tố khí tượng, thủy văn và điều kiện lưu vực. Trong thực tế, biến động dòng chảy không chỉ phản ánh lượng mưa của một mùa hay một năm riêng lẻ, mà còn chịu ảnh hưởng của điều kiện ẩm tích lũy nhiều năm trước đó, dao động khí hậu chu kỳ nhiều năm và các quá trình lưu trữ nước trong lưu vực.

Trong nghiên cứu này, việc đánh giá trạng thái dòng chảy và nhận định xu thế dòng chảy năm 2026 không dựa trên một chỉ tiêu đơn lẻ, mà sử dụng cách tiếp cận đa tầng nhằm phản ánh đồng thời:

- ✓ Trạng thái thủy văn hiện tại;
- ✓ Xu thế nhiều năm;

- ✓ Tính chu kỳ của dòng chảy;
- ✓ Và mối liên hệ với các dao động khí hậu quy mô lớn.

Nghiên cứu áp dụng đồng thời ba nhóm phân tích như sau:

1. Phân tích xu thế bằng trung bình trượt

Trung bình trượt được sử dụng nhằm làm mượt chuỗi dòng chảy ngày và làm nổi bật các xu thế nhiều năm³. Trong nghiên cứu này, trung bình trượt 3 năm được áp dụng cho chuỗi dòng chảy ngày nhằm loại bỏ các dao động ngắn hạn và nhấn mạnh các pha nhiều nước và ít nước kéo dài. Về bản chất, trung bình trượt là một dạng bộ lọc tần suất thấp (low-pass filter), cho phép nhận diện xu thế nền của chuỗi số liệu. Phương pháp này đặc biệt hữu ích trong việc trực quan hóa các chế độ/chu kỳ thủy văn kéo dài nhiều năm.

2. Chuẩn hóa trạng thái dòng chảy bằng SSI

Để đánh giá trạng thái nhiều nước và ít nước một cách khách quan hơn, nghiên cứu sử dụng chỉ số dòng chảy chuẩn hóa SSI (Standardized Streamflow Index)⁴. SSI được xây dựng tương tự SPI (Standardized Precipitation Index), nhưng áp dụng cho dòng chảy thay vì lượng mưa. Chỉ số này phản ánh mức độ lệch của dòng chảy so với điều kiện trung bình nhiều năm.

Trong nghiên cứu:

- SSI-12 được sử dụng để phản ánh trạng thái dòng chảy tích lũy trong khoảng 12 tháng;
- SSI-36 được sử dụng để nhận diện regime thủy văn dài hạn.

SSI	Trạng thái
$SSI \geq 1.5$	Rất nhiều nước
$1 \leq SSI < 1.5$	Nhiều nước
$-1 < SSI < 1$	Bình thường
$-1.5 < SSI \leq -1$	Ít nước
$SSI \leq -1.5$	Rất ít nước

3. Phân tích chu kỳ bằng Wavelet

Trong nghiên cứu này, Phép biến đổi Wavelet liên tục (Continuous Wavelet Transform)⁵ với hàm mẹ Morlet được sử dụng để phân tích chuỗi dòng chảy tháng.

Kết quả Wavelet giúp:

- Xác định các dao động vài năm (Interannual variability) (2–4 năm);

³ <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-024-03872-2>

⁴ <https://hess.copernicus.org/articles/29/1981/2025/>

⁵ https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/9789814307987_0008?srsltid=AfmBOopI-oY4r4o0fPbjfyerh3wVb_UMt5zvUa5UzqskbQQZ84ACuMVn

- Xác định các dao động dài hạn hơn (~8 năm);

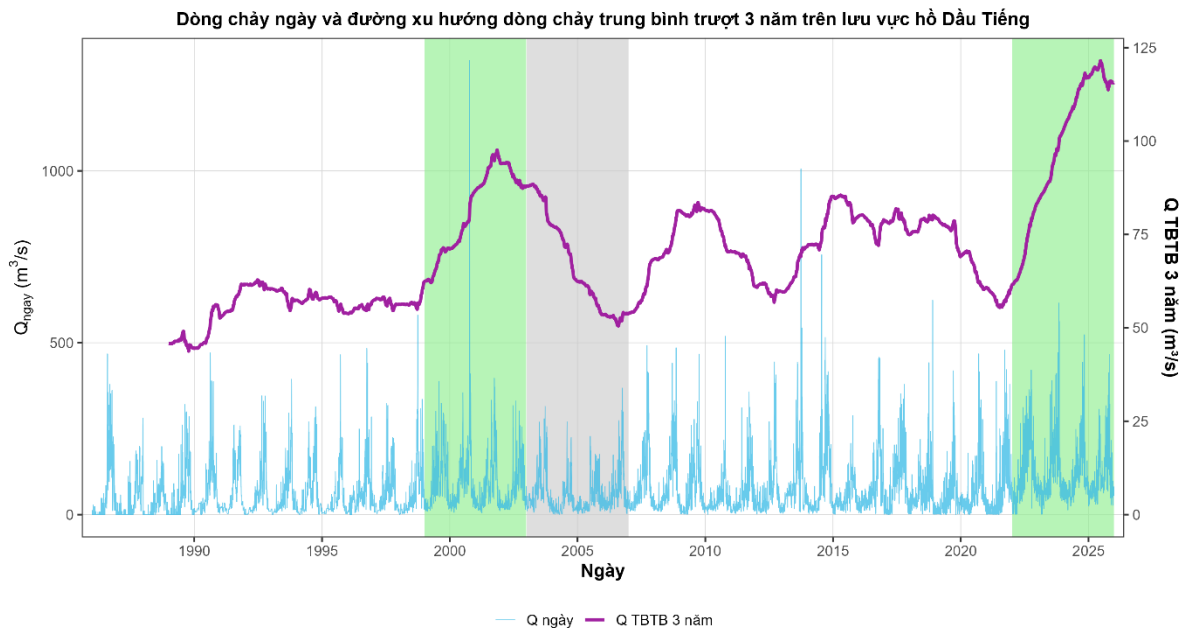
Ngoài ra, nghiên cứu sử dụng Wavelet Coherence để đánh giá mối liên hệ giữa dòng chảy hồ Dầu Tiếng và ENSO/Niño 3.4 theo cả thời gian và chu kỳ dao động.

Lưu ý: các phương pháp này không thay thế lẫn nhau mà đóng vai trò bổ sung, giúp tăng tính tin cậy trong nhận định trạng thái dòng chảy.

6.1.3. Kết quả nghiên cứu

a. Kết quả trung bình trượt:

Kết quả trung bình trượt 3 năm cho thấy dòng chảy về hồ Dầu Tiếng có tính dao động theo các giai đoạn nhiều năm, thay vì biến đổi ngẫu nhiên hoàn toàn. Đường trung bình trượt thể hiện rõ một số pha dòng chảy cao kéo dài, đặc biệt giai đoạn khoảng 1999–2003 và giai đoạn sau 2022. Ngược lại, giai đoạn khoảng 2003–2007 thể hiện xu thế suy giảm rõ rệt. Đáng chú ý, từ sau năm 2022, đường trung bình trượt 3 năm tăng rất mạnh và đạt mức cao nhất trong toàn chuỗi phân tích. Tuy nhiên, ở phần cuối chuỗi, đường trung bình trượt có dấu hiệu chững lại hoặc giảm nhẹ. Điều này cho thấy trạng thái dòng chảy hiện nay vẫn ở mức cao, nhưng mức tăng có dấu hiệu giảm.



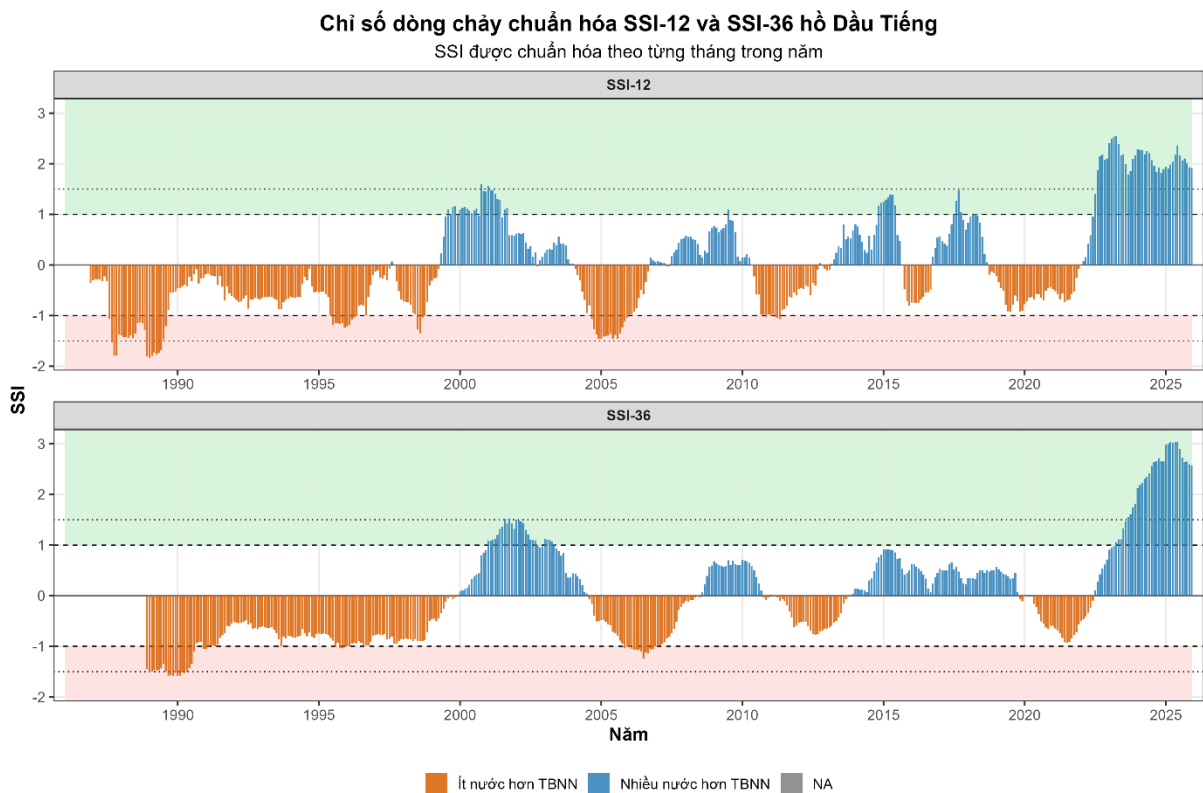
Hình 10. Dòng chảy ngày và đường xu hướng dòng chảy trung bình trượt 3 năm (vùng màu xanh minh họa chu kỳ nhiều nước; màu xám chu kỳ ít nước của dòng chảy trên lưu vực hồ Dầu Tiếng)

b. Phân tích chuẩn hóa bằng SSI-12 và SSI-36:

SSI-12 phản ánh trạng thái dòng chảy tích lũy trong khoảng 12 tháng. Kết quả cho thấy sau năm 2022, SSI-12 tăng nhanh và duy trì ở mức dương cao. Trong nhiều thời điểm gần đây, SSI-12 vượt ngưỡng +1 và có lúc vượt +1.5, thể hiện trạng thái nhiều nước đến rất nhiều nước. Tuy nhiên, ở đoạn cuối chuỗi, SSI-12 có xu hướng giảm nhẹ

so với đỉnh trước đó. Điều này phù hợp với tín hiệu từ trung bình trượt 3 năm: trạng thái nhiều nước vẫn còn, nhưng cường độ tăng có thể đang suy yếu.

SSI-36: Trạng thái nền dài hạn: SSI-36 là chỉ số quan trọng hơn để nhận diện regime dài hạn vì nó phản ánh tích lũy dòng chảy trong 36 tháng. Kết quả cho thấy giai đoạn sau 2022 chuyển nhanh sang trạng thái nhiều nước kéo dài. SSI-36 tăng vượt ngưỡng +1, sau đó vượt +1.5 và đạt mức rất cao trong giai đoạn 2024–2025. Đây là bằng chứng rõ ràng rằng lưu vực hồ Dầu Tiếng hiện đang nằm trong một **chế độ ẩm** mạnh. Tuy nhiên, tương tự SSI-12, phần cuối của SSI-36 có dấu hiệu giảm nhẹ sau khi đạt đỉnh. Do SSI-36 có chu kỳ/khoảng thời gian dài 36 tháng, chỉ số này thường không đảo chiều đột ngột. Vì vậy, dù có suy giảm trong năm 2026, khả năng cao trạng thái nền vẫn còn ở mức trên trung bình.



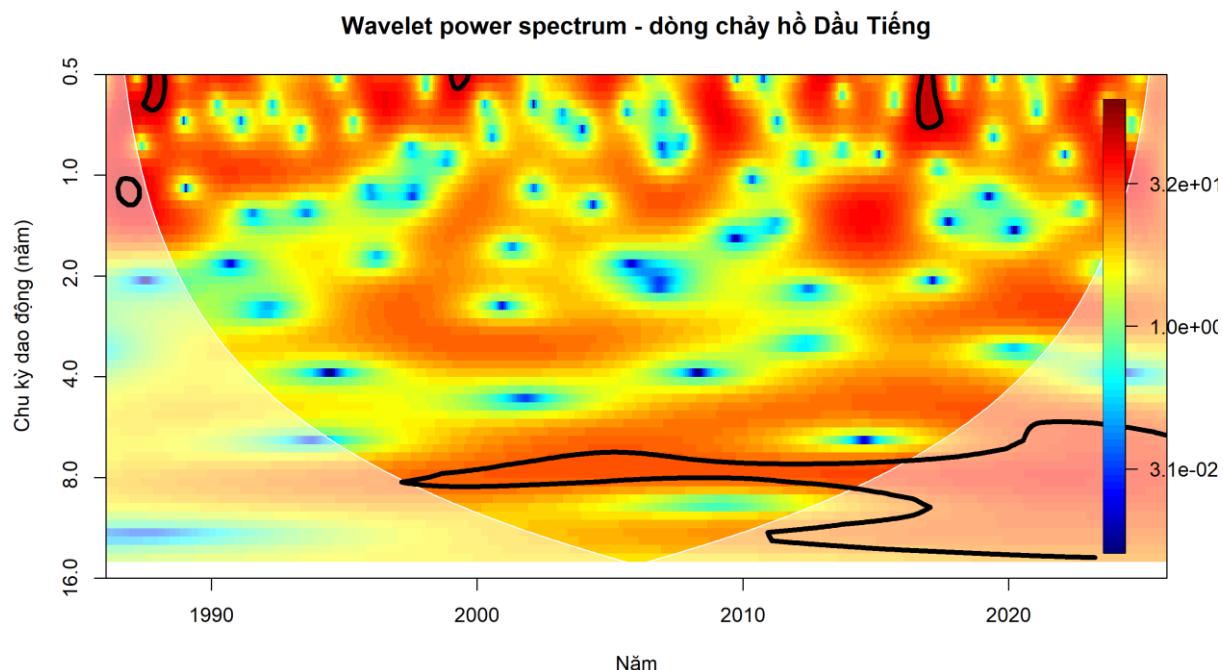
c. Phân tích Wavelet – nhận diện chu kỳ dao động dòng chảy:

Kết quả phương pháp phổ Wavelet / Wavelet Power Spectrum cho thấy dòng chảy hồ Dầu Tiếng có dao động rõ ở các dải chu kỳ khác nhau. Đáng chú ý là tín hiệu dao động khoảng 2–4 năm và một dải dao động dài hơn khoảng 7–9 năm.

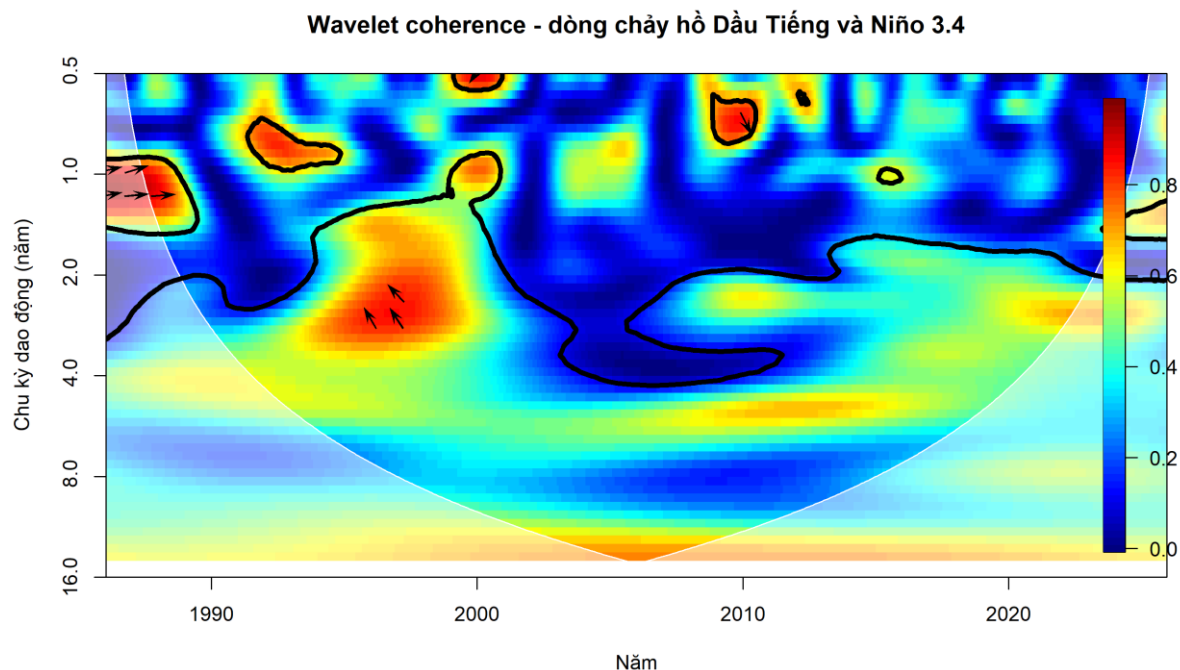
Dải 2–4 năm có thể liên quan đến dao động khí hậu liên niên, trong đó ENSO là một yếu tố quan trọng. Dải dài hơn khoảng 7–9 năm cho thấy dòng chảy không chỉ chịu ảnh hưởng của ENSO ngắn hạn, mà còn có thể bị chi phối bởi các dao động khí hậu hoặc thủy văn dài hạn hơn.

Kết quả này giúp củng cố nhận định rằng các giai đoạn nhiều nước và ít nước không chỉ là nhiễu ngẫu nhiên, mà có tính chu kỳ nhất định. Giai đoạn nhiều nước mạnh

sau 2022 có thể là một phần của dao động dài hạn, nhưng khi chỉ số SSI-36 đã đạt mức rất cao, khả năng duy trì đà tăng liên tục trong nhiều năm tiếp theo là không chắc chắn.



Kết quả Wavelet mối liên hệ giữa dòng chảy và Niño 3.4 cho thấy ENSO có liên hệ với dòng chảy hồ Dầu Tiếng ở một số giai đoạn và một số dải chu kỳ, đặc biệt ở khoảng 2–4 năm. Tuy nhiên, mối liên hệ này không ổn định theo toàn bộ chuỗi thời gian. Điều này có nghĩa là ENSO có ảnh hưởng đến dòng chảy, nhưng không phải là yếu tố duy nhất và không nên dùng ENSO đơn lẻ để suy luận dòng chảy về hồ. Trong một số giai đoạn, ENSO có thể đóng vai trò quan trọng; trong các giai đoạn khác, dòng chảy có thể chịu ảnh hưởng mạnh hơn từ mưa khu vực, điều kiện ẩm nền, dao động khí hậu khác hoặc đặc điểm thủy văn lưu vực.



6.1.4. Kết luận

- Trung bình trượt 3 năm cho thấy dòng chảy đang ở pha cao, nhưng có dấu hiệu chững lại ở cuối chuỗi.
- SSI-12 và SSI-36 cho thấy lưu vực đang trong trạng thái nhiều nước đến rất nhiều nước, đặc biệt SSI-36 phản ánh nền dài hạn vẫn còn rất ẩm.
- Wavelet và Wavelet–ENSO cho thấy dòng chảy có tính chu kỳ và chịu ảnh hưởng một phần bởi ENSO, nhưng mối quan hệ này không ổn định theo thời gian.

Từ đó nhận định: Dòng chảy về hồ Dầu Tiếng năm 2026 nhiều khả năng vẫn duy trì cao nền trung bình nhiều năm, do trạng thái SSI-36 hiện còn rất cao. Tuy nhiên, khả năng tiếp tục tăng mạnh như giai đoạn 2022–2025 là không cao. Kịch bản có cơ sở hơn là dòng chảy vẫn thuộc pha nhiều nước, nhưng cường độ nhiều nước có thể giảm dần hoặc trở về gần mức bình thường hơn so với đỉnh 2024–2025.

6.2. Phụ lục 02: Kết quả dự báo tổng lượng dòng chảy đến hồ và dòng chảy lớn nhất mùa lũ

6.2.1. Phương pháp Học máy

a. Dữ liệu đầu vào mô hình

- ✚ Giai đoạn huấn luyện chính được thiết lập từ năm 1991-2025 tương ứng 35 năm dữ liệu lịch sử cho các tháng 7–11, do đây là giai đoạn dữ liệu mưa có chất lượng phù hợp hơn cho mô hình học máy.
- ✚ Thời điểm dự báo năm 2026 thực hiện tại thời điểm 31/05/2026. Các thông tin quan trắc sử dụng để dự báo tổng lượng dòng chảy về hồ Dầu Tiếng trong mùa lũ từ tháng 7-11/2026 đã được cập nhật đến cuối tháng 5.
- ✚ Dữ liệu đầu vào của mô hình bao gồm:
 - ✓ Chuỗi dòng chảy ngày về hồ Dầu Tiếng;
 - ✓ Số liệu mưa lưu vực;
 - ✓ Các đặc trưng trạng thái thủy văn như mưa và dòng chảy lũy tích trước thời điểm phát hành dự báo;
 - ✓ Chỉ số SSI phản ánh trạng thái nhiều nước/ít nước;
 - ✓ Cùng với các biến khí hậu quy mô lớn như ENSO/Niño3.4 và biến chu kỳ mùa vụ.

b. Phương pháp dự báo

Phương pháp dự báo: Sử dụng bộ mô hình H2O AutoML, trong đó mô hình được huấn luyện tự động cho ba nhóm biến đầu vào được xây dựng song song.

- ✓ Nhóm thứ nhất là mô hình thủy văn thuần túy (Hydro-only), sử dụng các biến mưa, dòng chảy và trạng thái thủy văn.
- ✓ Nhóm thứ hai bổ sung thêm các biến ENSO nhằm xem xét ảnh hưởng của dao động khí hậu quy mô lớn (Hydro + ENSO).
- ✓ Nhóm thứ ba kế thừa hai nhóm trên và bổ sung thêm các biến chu kỳ mùa vụ, nhằm phản ánh đặc điểm dao động theo mùa và liên năm của dòng chảy (Hydro + ENSO + Cycle).

Trong quá trình huấn luyện, H2O AutoML tự động đánh giá các mô hình và lựa chọn mô hình có hiệu quả tốt nhất cho từng nhóm biến. Cụ thể, nhóm thứ nhất (Hydro-only) sử dụng GBM với 75 biến đầu vào, nhóm thứ 2 (Hydro + ENSO) sử dụng GBM với 92 biến đầu vào, và nhóm thứ ba (Hydro + ENSO + Cycle) sử dụng GBM với 106 biến đầu vào.

Kết quả cho thấy thuật toán Gradient Boosting Machine (GBM) là thuật toán phù hợp nhất và được chọn làm mô hình chính cho dự báo tổng lượng dòng chảy, do có khả

năng mô tả các quan hệ phi tuyến giữa mưa, trạng thái thủy văn, yếu tố khí hậu và tổng lượng dòng chảy tháng.

Kết quả kiểm định chéo cho thấy ba nhóm mô hình có mức sai số khá gần nhau (Bảng 4). Trong các mô hình đơn, nhóm Hydro + ENSO + Cycle nhỉnh hơn nhẹ về RMSE và MAE, nhưng khác biệt không lớn so với nhóm Hydro-only.

Bảng 4. Sai số dự báo và thực đo của tổng lượng dòng chảy

TT	Nhóm mô hình	RMSE (triệu m ³)	MAE (triệu m ³)	R	NSE
1	Nhóm thứ nhất (Hydro-only)	113,1	87,4	0,67	0,45
2	Nhóm thứ hai (Hydro + ENSO)	115,7	92,9	0,65	0,42
3	Nhóm thứ ba (Hydro + ENSO + Cycle)	113,0	88,9	0,67	0,45

Kết quả dự báo cuối cùng được tổng hợp bằng phương pháp mô hình tổng hợp có trọng số nghịch đảo RMSE giữa ba nhóm mô hình. Theo cách tính này, nhóm mô hình có sai số kiểm định chéo thấp hơn được gán trọng số cao hơn trong kết quả tổng hợp. Phương án tổ hợp được lựa chọn làm kết quả dự báo chính thức vì tận dụng được thông tin từ cả ba nhóm biến, đồng thời giảm phụ thuộc vào một mô hình đơn lẻ.

Kết quả dự báo cho thấy tổng lượng dòng chảy về hồ Dầu Tiếng trong giai đoạn **tháng 7–11/2026** đạt khoảng **1.827,5 triệu m³**, tương đương khoảng **1,83 tỷ m³**. Dòng chảy có xu thế tăng từ tháng 8 sang tháng 10, trong đó **tháng 10 có tổng lượng lớn nhất**, khoảng **486,4 triệu m³**, tiếp theo là **tháng 9** với khoảng **426,2 triệu m³**. Các tháng **7, 8 và 11** có tổng lượng thấp hơn, dao động khoảng **295,7–309,9 triệu m³**. Điều này cho thấy dòng chảy mùa lũ năm 2026 được dự báo tập trung chủ yếu vào **giữa đến cuối mùa lũ**, đặc biệt trong tháng 9 và tháng 10. Về độ ổn định giữa các mô hình, biên độ dao động nhỏ ở tháng 7, 8 và 11, cho thấy các mô hình thành phần có mức đồng thuận khá cao. Tháng 9 có biên độ lớn nhất, khoảng **51,2 triệu m³**, phản ánh mức bất định cao hơn trong giai đoạn chính lũ. Vì vậy, kết quả tháng tiếp theo cần tiếp tục được cập nhật khi có thêm số liệu mưa và dòng chảy thực tế trong mùa lũ.

Bảng 5. Kết quả dự báo tổng lượng từ mô hình ML (Đơn vị: triệu m³)

Tháng	Dự báo tổ hợp (3 mô hình)				Kết quả chọn Dự báo tổ hợp
	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Biên độ dao động	
7	307,4	314,0	309,9	6,62	309,9
8	290,1	301,7	295,7	11,60	295,7
9	402,7	453,9	426,1	51,20	426,2
10	470,4	506,6	486,3	36,21	486,4
11	300,3	313,9	309,3	13,58	309,3
Tổng	1770,9	1890,1	1827,4		1827,5

Bên cạnh dự báo tổng lượng dòng chảy mùa lũ, nghiên cứu bổ sung mô hình dự báo **đỉnh dòng chảy tháng (Qmax)** cho giai đoạn tháng 7–11/2026 nhằm phục vụ nhận định rủi ro lũ và hỗ trợ công tác phòng chống thiên tai. Biến mục tiêu của mô hình là giá trị dòng chảy lớn nhất trong từng tháng, đơn vị m³/s.

Mô hình được xây dựng bằng H2O AutoML với các nhóm biến thủy văn, khí hậu và chu kỳ mùa vụ. Bốn cấu hình đã được thử nghiệm, gồm anomaly theo đơn vị m³/s và z-score, kết hợp với hai chế độ full AutoML và no DeepLearning. Kết quả kiểm định cho thấy cấu hình ML_02p anomaly_cms + full AutoML cho hiệu quả tốt nhất và được chọn làm mô hình chính cho dự báo đỉnh lũ. Mô hình được đánh giá bằng kiểm định chéo theo năm, đảm bảo các tháng trong cùng một năm không bị tách giữa tập huấn luyện và tập kiểm định.

Kết quả kiểm định chéo cho thấy mô hình được chọn đạt RMSE khoảng 131,8 m³/s, MAE khoảng 88,2 m³/s, hệ số tương quan $r = 0,57$ và $NSE = 0,32$. So với các cấu hình còn lại, cấu hình ML_02p anomaly_cms + full AutoML có sai số thấp nhất và khả năng nắm bắt biến động Qmax tốt hơn. Tuy nhiên, đây vẫn là mô hình có độ chính xác ở mức trung bình, do đỉnh lũ tháng chịu ảnh hưởng mạnh bởi phân bố mưa ngắn hạn trong mùa lũ, đặc biệt ở các tháng 9–10.

Kết quả dự báo cho năm 2026 cho thấy Qmax dự báo lần lượt khoảng **226,8 m³/s** trong tháng 7; tháng 8 (**199,1 m³/s**); tháng 9 (**341,4 m³/s**); tháng 10 (**443,8 m³/s**) và tháng 11 (**394,8 m³/s**). Như vậy, đỉnh dòng chảy tháng lớn nhất trong giai đoạn tháng 7–11/2026 được dự báo vào **tháng 10**, với giá trị khoảng **443,8 m³/s**. Các kết quả cũng cho thấy tháng 11 có giá trị dự báo cao hơn trung bình lịch sử và có biên độ dao động giữa các mô hình thành phần lớn, phản ánh mức bất định cao hơn ở cuối mùa lũ.

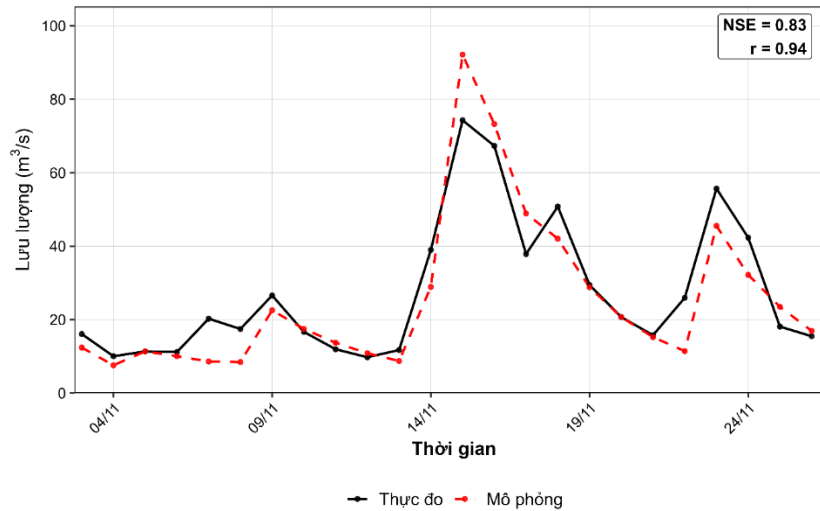
Bảng 6. Kết quả dự báo đỉnh lũ theo tháng từ mô hình ML (Đơn vị: m³/s)

Tháng	Dự báo tổ hợp (3 mô hình)				Kết quả chọn Dự báo tổ hợp
	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Biên độ dao động	
7	139,9	272,9	226,4	133,0	226,8
8	134,6	246,7	199,0	112,1	199,1
9	296,0	390,2	341,5	94,2	341,4
10	419,7	481,9	443,4	62,1	443,8
11	256,2	493,1	393,5	236,8	394,8

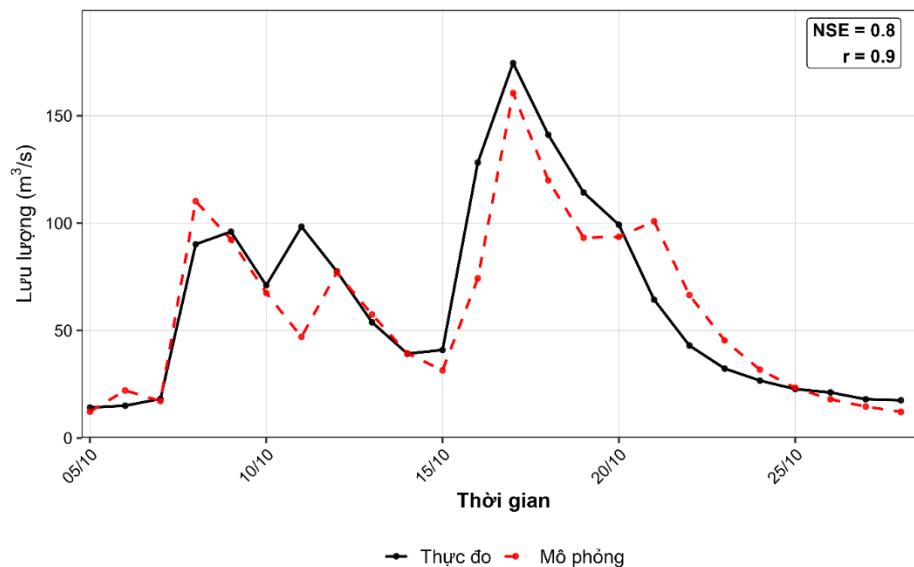
6.2.2. Phương pháp mô hình mưa dòng chảy

Mô hình mưa dòng chảy MIKE-NAM được hiệu chỉnh và kiểm định từ 02 đợt đo mùa lũ 2020 và 2021 do Viện thực hiện, cho dòng chảy từ tiểu lưu vực sông Sài Gòn. Năm 2021 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả mô phỏng cho thấy mức độ phù hợp cao giữa giá trị mô phỏng và quan trắc, với chỉ số Nash–Sutcliffe Efficiency

(NSE) đạt khoảng 0,83 và hệ số tương quan $r = 0,94$. Năm 2020 được sử dụng để kiểm định mô hình; trong giai đoạn này, mô hình đạt NSE khoảng 0,80 và hệ số tương quan r khoảng 0,90. Các giá trị này cho thấy mô hình có khả năng tốt mô phỏng chế độ mưa dòng chảy thực tế trong lưu vực nghiên cứu. Mưa năm 2026 được thu thập từ mưa dự báo từ NECP, và điều chỉnh so với mưa thực đo trong quá khứ sử dụng mô hình học máy trước khi đưa vào mô phỏng.



Hình 11. Hiệu chỉnh tính toán và thực đo mùa lũ tháng 11 năm 2021

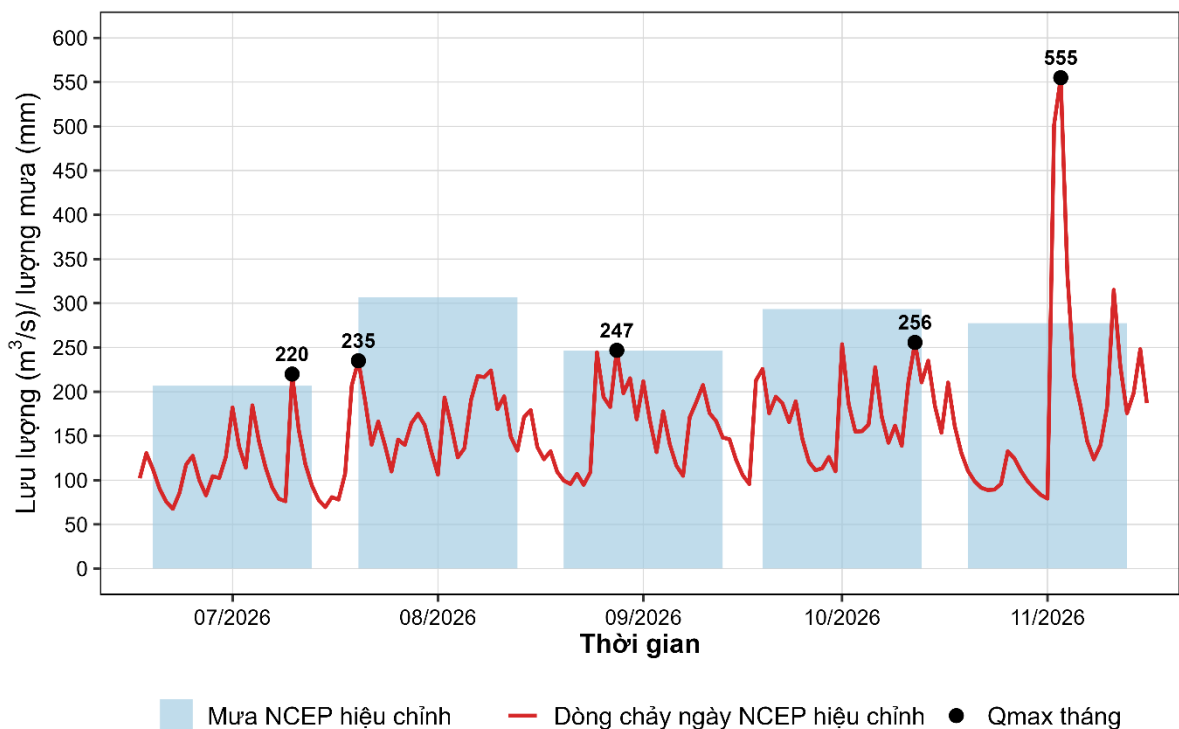


Hình 12. Kiểm định tính toán thực đo mùa lũ tháng 10/2020

Kết quả mô phỏng từ mô hình MIKE-NAM sử dụng mưa NCEP hiệu chỉnh cho thấy dòng chảy về hồ Dầu Tiếng trong mùa lũ năm 2026 có xu thế gia tăng từ đầu mùa đến cuối mùa lũ. Diễn biến dòng chảy ngày chủ yếu dao động trong khoảng 80–250 m³/s trong phần lớn thời gian dự báo. Các tháng có lượng mưa dự báo cao hơn thường đi kèm với xu thế gia tăng lưu lượng về hồ, cho thấy mối quan hệ tương đối phù hợp giữa lượng mưa lưu vực và dòng chảy mô phỏng (Hình 13).

Kết quả dự báo giá trị lưu lượng lớn nhất tháng ($Q_{\max}$) lần lượt đạt khoảng 220 m^3/s trong tháng 7, tháng 8 (235 m^3/s), tháng 9 (247 m^3/s), tháng 10 (256 m^3/s) và đạt giá trị lớn nhất vào tháng tháng 11 (555 m^3/s) (Bảng 6). Như vậy, đỉnh dòng chảy lớn nhất dự báo trong mùa lũ năm 2026 có khả năng xuất hiện vào cuối mùa lũ.

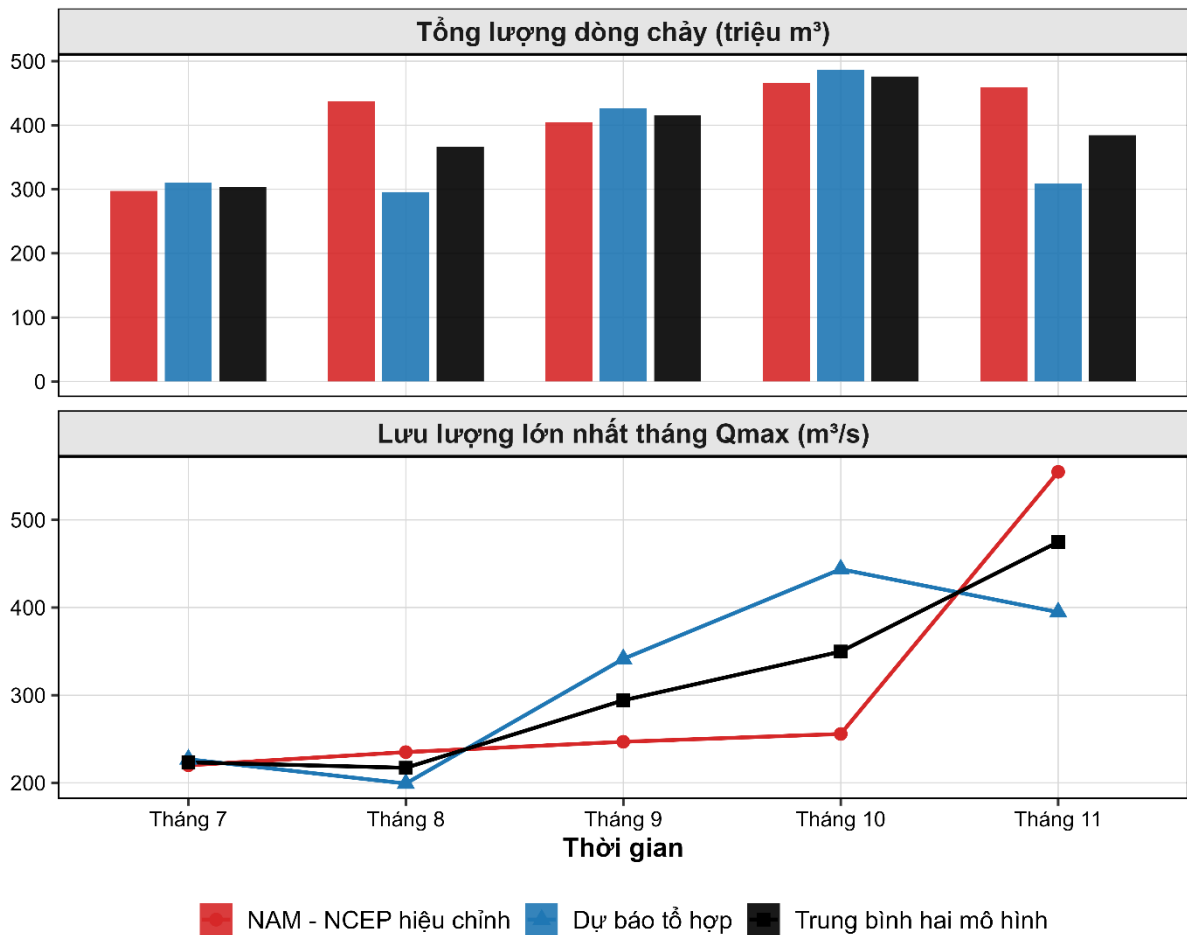
Diễn biến $Q_{\max}$ theo tháng cho thấy các tháng từ tháng 7 đến tháng 10 có mức biến động tương đối ổn định, trong khi tháng 11 xuất hiện sự gia tăng rõ rệt. Điều này phản ánh khả năng xuất hiện các đợt mưa lớn trong giai đoạn cuối mùa lũ, làm gia tăng đáng kể dòng chảy về hồ. Tuy nhiên, kết quả dự báo vẫn cần tiếp tục được cập nhật khi có thêm số liệu mưa thực tế và các bản tin khí tượng mới trong mùa lũ năm 2026.



Hình 13. Diễn biến mưa tháng NCEP hiệu chỉnh và dòng chảy dự báo từ mô hình NAM giai đoạn tháng 7–11 năm 2026.

6.2.3. Đánh giá tổng hợp kết quả dự báo dòng chảy mùa lũ năm 2026

Kết quả tổng hợp từ hai phương pháp dự báo cho thấy tổng lượng dòng chảy mùa lũ năm 2026 có sự tương đồng tương đối về xu thế nhưng vẫn tồn tại khác biệt nhất định về giá trị dự báo (Hình 14 và Bảng 7). Theo mô hình NAM sử dụng mưa NCEP hiệu chỉnh, tổng lượng dòng chảy giai đoạn tháng 7–11/2026 đạt khoảng **2.064** triệu m^3 , trong khi phương pháp dự báo tổ hợp đạt khoảng **1.828** triệu m^3 . Giá trị trung bình của hai phương pháp đạt khoảng **1.946** triệu m^3 . Chênh lệch giữa hai phương pháp khoảng **236** triệu m^3 , tương đương khoảng **13%** tổng lượng mùa lũ.



Hình 14. So sánh tổng lượng dòng chảy và Qmax dự báo mùa lũ năm 2026 giữa các phương pháp dự báo.

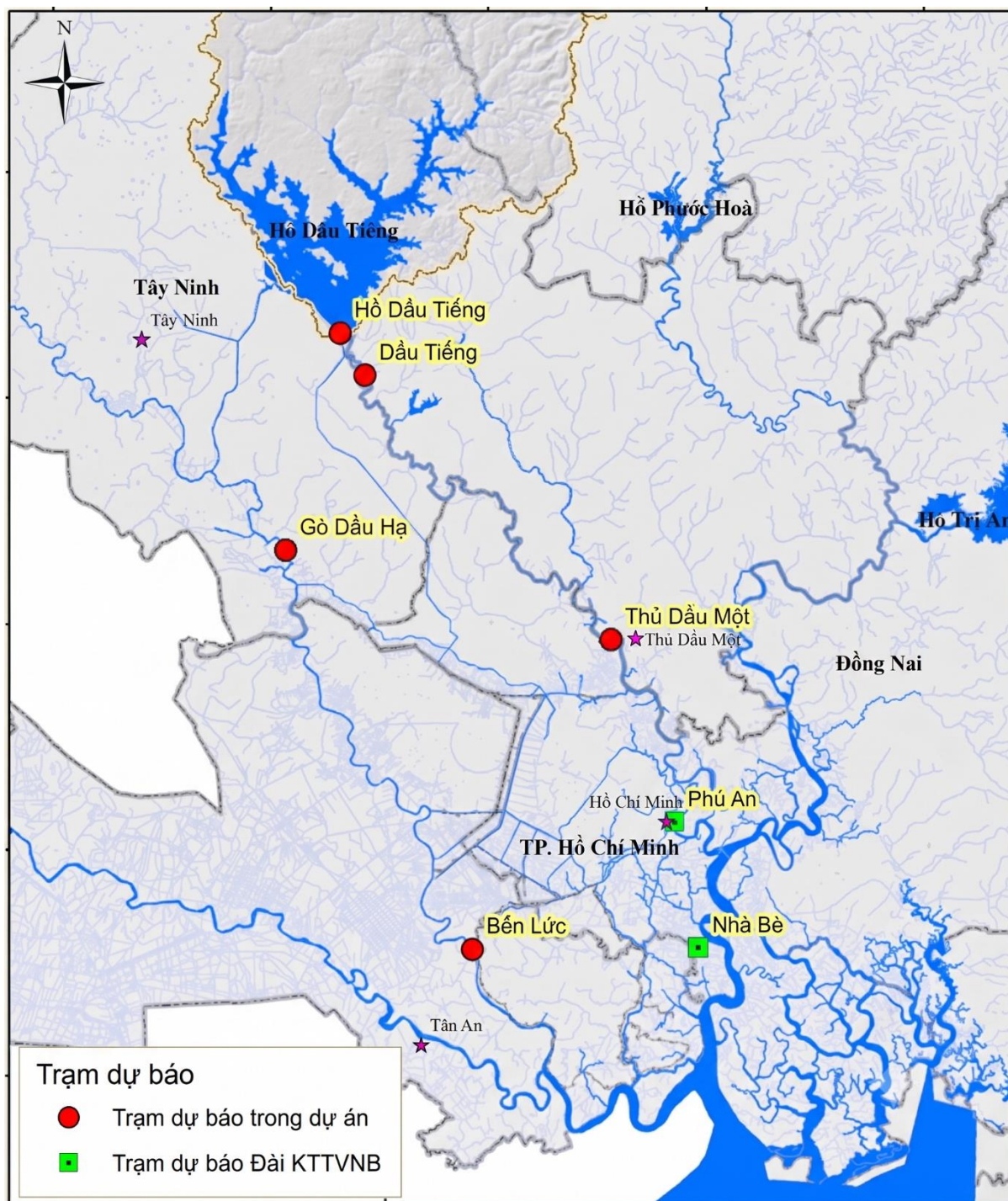
Xét theo từng tháng, mô hình NAM dự báo tổng lượng dòng chảy cao hơn phương pháp dự báo tổ hợp trong các tháng 8 và 11, trong khi phương pháp dự báo tổ hợp cho giá trị cao hơn trong các tháng 7, 9 và 10. Cả hai phương pháp đều cho thấy dòng chảy mùa lũ tập trung chủ yếu trong giai đoạn từ tháng 8 đến tháng 11, với tổng lượng lớn nhất xuất hiện vào tháng 10 theo phương pháp dự báo tổ hợp và vào các tháng 10–11 theo mô hình NAM.

Đối với lưu lượng lớn nhất tháng (Qmax), mức độ khác biệt giữa hai phương pháp rõ rệt hơn so với tổng lượng dòng chảy. Mô hình NAM dự báo Qmax lớn nhất khoảng 555 m³/s vào tháng 11, trong khi phương pháp dự báo tổ hợp cho giá trị lớn nhất khoảng 444 m³/s vào tháng 10. Giá trị lớn nhất trung bình của hai phương pháp đạt khoảng 475 m³/s vào tháng 11. Nhìn chung, cả hai phương pháp đều cho thấy khả năng xuất hiện các đợt dòng chảy lớn trong giai đoạn cuối mùa lũ, tuy nhiên thời điểm và cường độ đỉnh dòng chảy vẫn còn tồn tại khác biệt nhất định.

Bảng 7. So sánh tổng lượng dòng chảy và Qmax dự báo giữa các phương pháp dự báo mùa lũ năm 2026.

Tháng mùa lũ	Tổng lượng tháng W (triệu m ³)			Lưu lượng lớn nhất tháng Qmax (m ³ /s)		
	NAM - NCEP Hiệu chỉnh	Dự báo tổ hợp	Trung bình hai mô hình	NAM - NCEP Hiệu chỉnh	Dự báo tổ hợp	Trung bình hai mô hình
7	297,5	309,9	303,7	219,9	226,8	223,4
8	437,0	295,7	366,3	235,0	199,1	217,0
9	404,4	426,2	415,3	246,8	341,4	294,1
10	465,6	486,4	476,0	255,7	443,8	349,8
11	459,6	309,3	384,5	555,0	394,8	474,9
Tổng/Max	2.064,0	1.827,5	1.945,8	555,0	443,8	474,9

Trên cơ sở đó, kết quả trung bình của hai phương pháp được sử dụng làm phương án dự báo tổng hợp cho mùa lũ năm 2026. Phương án này cho tổng lượng dòng chảy dự báo khoảng **1.946 triệu m³** và Q_{max} khoảng **475 m³/s**, góp phần giảm ảnh hưởng của sai số riêng lẻ từ từng phương pháp dự báo và phản ánh hợp lý hơn phạm vi bất định của dòng chảy mùa lũ năm 2026.



Hình 15. Mạng lưới trạm dự báo trong dự án