

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG
CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Sinh viên: Nguyễn Văn Hường

Giáo viên hướng dẫn: TS. Vũ Duy Vĩnh

Hải Phòng - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TRIỀU ĐẾN
BIẾN ĐỘNG NGUỒN TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT KHU
VỰC HẢI PHÒNG

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG
CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Sinh viên: Nguyễn Văn Hường

Giáo viên hướng dẫn: TS. Vũ Duy Vĩnh

Hải Phòng - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Văn Hương

MSV: 2113301005

Lớp: MTL2501

Ngành: Kỹ thuật Môi trường

Chuyên ngành: Quản lý tài nguyên và môi trường nước

Tên đề tài: Nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các tài liệu, số liệu cần thiết

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn:

Họ và tên : Vũ Duy Vĩnh

Học hàm, học vị : Tiến Sĩ

Cơ quan công tác : Viện Tài Nguyên và Môi Trường Biển

Nội dung hướng dẫn: Nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng.

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày ... tháng ... năm 2024

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày ... tháng ... năm 2024

Đã nhận nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

Giảng viên hướng dẫn

Nguyễn Văn Hường

TS.Vũ Duy Vĩnh

Hải Phòng, Ngày ... tháng ... năm 2024

XÁC NHẬN CỦA KHOA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: TS.Vũ Duy Vĩnh

Đơn vị công tác : Viện Tài Nguyên và Môi Trường Biển

Họ và tên sinh viên : Nguyễn Văn Hương

Chuyên ngành : Quản lý tài nguyên và môi trường nước

Đề tài tốt nghiệp: **Nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng**

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

Sinh viên có tinh thần và thái độ học hỏi và làm việc nghiêm túc. Có ý chí và nỗ lực vượt khó khăn, tinh thần tự giác cao chủ động trong công việc, không trông chờ ỷ lại vào người hướng dẫn.

2. Đánh giá chất lượng của đồ án/khoá luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

Sinh viên đã nắm bắt được phương pháp thu thập xử lý số liệu, nắm bắt được phương pháp phân tích thống kê. Biết cách phân tích, xử lý, tổng hợp kết quả để đưa vào báo cáo khoá luận tốt nghiệp.

Các kết quả nghiên cứu trong khoá luận đã cho thấy được ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng, tập trung vào các sông Cấm và Văn Úc. Những kết quả này có giá trị tham khảo và ý nghĩa thực tiễn cao trong bối cảnh các nguồn tài nguyên nước ở vùng ven biển đang bị đe dọa do hoạt động của con người và nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày tháng năm 2024

Giảng viên hướng dẫn

TS. Vũ Duy Vĩnh

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác: Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên:

Nguyễn Văn Hương Chuyên ngành: Quản lý tài nguyên & môi trường nước

Đề tài tốt nghiệp:

1. Phần nhận xét của giáo viên chấm phản biện

.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viênchấm phản biện

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm phản biện ☐

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên chấm phản biện

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
DANH MỤC BẢNG	ii
DANH MỤC HÌNH	ii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU	2
1.1. Vấn đề nghiên cứu	2
1.1.1. Nghiên cứu ngoài nước	2
1.1.2. Nghiên cứu trong nước.....	3
1.2. Điều kiện tự nhiên liên quan ở khu vực Hải Phòng	6
1.2.1. Vị trí địa lý và địa hình.....	6
1.2.2. Đặc điểm khí hậu.....	11
1.2.3. Đặc điểm dao động mực nước	15
1.3. Tài liệu	17
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ NỘI DUNG THỰC HIỆN	18
2.1. Đối tượng	18
2.3. Phương pháp nghiên cứu	18
2.3. Nội dung nghiên cứu.....	18
3. 1. Nguồn nước khu vực Hải Phòng	19
3.1.1. Nguồn nước mặt sông Cấm.....	19
3.1.2. Nguồn nước mặt sông Văn Úc	19
3.1.3. Nguồn nước mặt các sông khác	19
3. 2. Ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt khu vực Hải Phòng	20
3.2.1. Ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt sông Cấm	20
3.2.2. Ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt sông Văn Úc.....	36
KẾT LUẬN	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	54

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Tần suất vận tốc gió và các hướng trung bình năm tại Hòn Dấu (1960-2017).....	14
---	----

DANH MỤC HÌNH

Hình 1. Sơ đồ, vị trí các sông khu vực Hải Phòng	7
Hình 2. Nhiệt độ không khí trung bình năm tại trạm Hòn Dấu	12
Hình 4. Lượng mưa trung bình năm giai đoạn 1958-2017	12
Hình 4. Lượng mưa trung bình tháng nhiều năm	13
Hình 5. Hoa gió trung bình nhiều năm tại trạm Hòn Dấu (1960-2017)	14
Hình 5. Mực nước trung bình tháng trong giai đoạn 1960-2020 nhiều năm	16
Hình 7. Sơ đồ vị trí các điểm đo mực nước và lưu lượng nước	17
Hình 8. Mực nước thủy triều trung bình các tháng năm 2022 tại Hòn Dấu	20
Hình 9. Lưu lượng nước trung bình các tháng năm 2022 tại sông Cấm	21
Hình 10. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 1-2022.....	22
Hình 11. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 2-2022.....	23
Hình 12. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 3-2022.....	24
Hình 13. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 4-2022.....	25
Hình 14. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 5-2022.....	26
Hình 15. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 6-2022.....	27
Hình 16. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 7-2022.....	28
Hình 17. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 8-2022.....	29
Hình 18. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 9-2022.....	30
Hình 19. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 10-2022.....	31
Hình 20. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 11-2022.....	32
Hình 21. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 12-2022.....	33
Hình 22. Tỷ lệ % thời gian nước sông/biển tại trạm thủy văn cửa Cấm	35
Hình 23. Lưu lượng nước trung bình các tháng năm 2022 tại sông Văn Úc.....	37
Hình 24. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 1-2022	39
Hình 25. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 2-2022	40
Hình 26. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 3-2022	41
Hình 27. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 4-2022	42
Hình 28. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 5-2022	43
Hình 29. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 6-2022.....	44
Hình 30. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 7-2022	45
Hình 31. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 8-2022	46
Hình 32. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 9-2022	47
Hình 33. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 10-2022	48
Hình 34. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 11-2022.....	49
Hình 35. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 12-2022	50
Hình 36. Tỷ lệ % thời gian nước sông/biển tại trạm thủy văn Trung Trang	51

MỞ ĐẦU

Nguồn tài nguyên nước mặt có vai trò hết sức quan trọng đối với sự phát triển KTXH của các địa phương. Các nguồn nước này không chỉ là nguồn vật chất thiết yếu phục vụ cho cuộc sống, sinh hoạt của con người mà còn là nguyên liệu chính phục vụ cho sản xuất nông nghiệp, cho nuôi trồng/chế biến thủy hải sản, phục vụ sản xuất công nghiệp. Mặc dù nguồn tài nguyên nước khá dồi dào nhưng đây không phải là nguồn tài nguyên vô tận mà có thể bị suy giảm mạnh dưới các tác động do hoạt động của con người (do khai thác quá mức, sử dụng không hợp lý, làm giảm cả về số lượng và chất lượng) và cả của tự nhiên (như biến đổi khí hậu).

Với ý nghĩa đó, khoá luận này được thực hiện nhằm 02 mục tiêu chính: 1) nắm được phương pháp đánh giá biến động của nguồn nước sông; 2) Sử dụng phương pháp để đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến biến động của nguồn nước mặt khu vực Hải Phòng, tập trung vào các sông Cấm và Văn Úc. Để đạt được mục tiêu này, sinh viên đã tiến hành thu thập, tổng hợp các dữ liệu đo đạc về lưu lượng nước ở các sông nói trên, kết hợp với phương pháp phân tích thống kê để phân tích biến động theo dao động thủy triều của nguồn nước sông Cấm và Văn Úc. Báo cáo khoá luận này trình bày các kết quả đạt được theo mục tiêu đã đặt ra và được bố cục như sau:

Phần mở đầu: trình bày sơ lược xuất xứ, mục tiêu, nội dung, cấu trúc của khoá luận

Chương 1: Tổng quan về vấn đề nghiên cứu, các đặc điểm điều kiện tự nhiên ở khu vực nghiên cứu. Cũng trong chương này, sẽ mô tả về các kiểu dữ liệu sẽ sử dụng trong khoá luận.

Chương 2: Khoá luận trình bày chi tiết về đối tượng, phạm vi, phương pháp và nội dung thực hiện.

Chương 3: Khoá luận trình bày chi tiết các kết quả nghiên cứu chính của khoá luận, trong đó tập trung vào đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng, tập trung vào sông Cấm, Văn Úc.

Cuối cùng là một vài nhận xét, kết luận

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

1.1. Vấn đề nghiên cứu

1.1.1. Nghiên cứu ngoài nước

Các nguồn nước có vai trò rất quan trọng đối với sự phát triển của lịch sử loài người. Chính vì vậy, các nền văn minh lớn và sớm nhất được phát hiện đều hình thành ở đồng bằng các lưu vực sông lớn. Trong xã hội phát triển hiện đại ngày nay, mặc dù mức độ phụ thuộc vào nguồn tài nguyên nước đã thay đổi nhiều so với thời kỳ nguyên thủy xa xưa nhưng nguồn nước vẫn có vai trò cực kỳ quan trọng đối với đời sống con người cũng như các mặt của đời sống như sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp, các hoạt động dịch vụ và sản xuất công nghiệp.

Trong bối cảnh dân số trên thế giới tiếp tục tăng lên và sẽ đạt khoảng 9 tỷ người vào năm 2050, thì nhu cầu sản xuất lương thực cũng được dự báo sẽ tăng lên khoảng 60% so với hiện tại, nhu cầu sử dụng nước sẽ tăng lên khoảng 15% so với hiện nay, thì các nghiên cứu liên quan về nguồn tài nguyên nước cũng càng ngày càng được quan tâm nhiều hơn nhằm tăng cường sự hiểu biết của con người về các quá trình biến đổi, các quá trình tuần hoàn, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước...v.v.

Các nghiên cứu liên quan về tài nguyên nước đều chỉ ra rằng, các điều kiện khí tượng thủy văn và động lực có ảnh hưởng quan trọng đến tài nguyên nước. Trong đó các yếu tố chính ảnh hưởng là lượng mưa trên lưu vực, các điều kiện thủy văn ở vùng hạ lưu, chẳng hạn như thủy triều. Ví dụ như những điều kiện thời tiết bất thường như hạn hán/lũ lụt, thay đổi nhiệt độ, bốc hơi, lượng mưa, chế độ gió ở nhiều vùng khác nhau trên thế giới có ảnh hưởng rất lớn đến tài nguyên nước (Solomon et al., 2007). Đặc biệt là ở các vùng hạ lưu sông, nơi tiếp giáp với các đại dương, còn có thể chịu thêm những tác động khác do ảnh hưởng của thủy triều.

Đặc biệt trong bối cảnh hiện nay, sự dâng cao mực nước biển do BĐKH có xu hướng tăng lên với cường độ ngày càng tăng, thì những nghiên cứu về ảnh

hưởng của thủy triều đến nguồn tài nguyên nước ở các vùng hạ lưu ven biển càng ngày càng được quan tâm chú ý. Chẳng hạn như theo kết quả nghiên cứu của Ngân hàng thế giới (World bank, 2017), sự dâng cao mực nước biển do BĐKH sẽ làm cho ảnh hưởng của thủy triều đến các vùng hạ lưu ven sông tăng lên. Đây là yếu tố quan trọng gây ra sự thiếu hụt nguồn nước trên thế giới. Các nghiên cứu liên quan về ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước đều cho thấy ở các vùng hạ lưu các sông, nơi ảnh hưởng của chế độ thủy triều sẽ là các khu vực thể hiện rõ nhất ảnh hưởng của thủy triều đến tài nguyên nước, các biểu hiện rõ rệt nhất của những tác động này chính là sự xâm nhập mặn, suy giảm cả chất lượng và lượng nước. Cũng theo nghiên cứu của Ngân hàng thế giới, ở vùng ven biển, dưới ảnh hưởng kết hợp của thủy triều và nước biển dâng, sẽ càng làm cho sự thiếu nước ngày càng trở lên trầm trọng hơn.

Với sự phát triển của các phương tiện tính toán, bên cạnh các phương pháp phân tích thống kê, các công cụ mô hình cũng đã được sử dụng và hỗ trợ tích cực cho việc tính toán, đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện khí tượng thủy văn đến tài nguyên nước (McKinney và mnk, 1999). Nhiều nghiên cứu cho thấy các kết quả của mô hình có thể cung cấp kết quả định lượng hơn, trực quan hơn về biến động mùa, biến động theo năm của các nguồn tài nguyên nước, từ đó giúp dễ dàng đưa ra lựa chọn các phương án quản lý hiệu quả, phù hợp nhất. Một số mô hình toán được sử dụng nhiều để hỗ trợ quản lý tài nguyên nước có thể kể đến như River Basin Simulation Model (RIBASIM), MIKEBasin, Water Balance Model (WBalMo), MULTisectoral, Integrated and Operational Decision Support System (MULINO– DSS), Water Evaluation and Planning System (WEAP), và Delft3D (Tollenaar, 2009; Conradt và nnk, 2007; Christensen, 2006; Farrokhzadeh và nnk, 2020; Mysiak và nnk, 2002; Raskin và nnk, 1992)

1.1.2. Nghiên cứu trong nước

Với mạng lưới sông ngòi dày đặc, Việt Nam là quốc gia có nguồn tài nguyên nước khá phong phú. Tổng lượng nước mặt của khoảng 108 lưu vực sông và 3.450 sông suối lớn nhỏ có thể lên tới 830 tỷ m³. Mặc dù vậy, do nước ta nằm ở

hạ nguồn các hệ thống sông lớn nên lượng nước này chủ yếu từ thượng nguồn chảy vào. Lượng nước sinh ra trên lãnh thổ Việt Nam chỉ chiếm khoảng 37% tổng lượng nước, bình quân đầu người chỉ đạt khoảng 9.000 m³/năm.

Do phụ thuộc vào nguồn nước từ bên ngoài và có đường bờ biển dài, các sông trên lãnh thổ Việt Nam có chiều dài không lớn, nên sự tích trữ nước trong lòng các sông này không nhiều. Vì vậy, có nhiều thách thức liên quan đến sử dụng hợp lý các nguồn nước như:

- Nguồn nước có hạn, nguy cơ suy thoái, cạn kiệt nguồn nước có chiều hướng gia tăng: tăng trưởng kinh tế nhanh, đời sống người dân ngày càng cao khiến cho nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng trong khi nguồn nước có hạn và hiệu quả sử dụng nước còn thấp. Khai thác nước chưa được kiểm soát chặt chẽ, tình trạng ô nhiễm, suy thoái, cạn kiệt nguồn nước đang ngày càng gia tăng cả về mức độ nghiêm trọng và phạm vi ảnh hưởng.

- Do đặc điểm địa hình ngắn - dốc và đường bờ biển dài: Lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn, ngập úng, nước biển dâng là các vấn đề luôn luôn phải đối mặt và tính đến trong các phương án, khai thác sử dụng các nguồn tài nguyên nước.

- Tính cạnh tranh, mâu thuẫn trong việc khai thác sử dụng các nguồn nước ngày càng tăng lên cùng với sự tăng lên của tốc độ phát triển KTXH. Vấn đề sử dụng nước phía thượng lưu của các sông liên quốc gia hiện nay đang tiềm ẩn nhiều nguy cơ ảnh hưởng đến nguồn nước Việt Nam. Gần 2/3 lượng nước của nước ta được hình thành từ ngoài lãnh thổ, nhưng chưa có cơ chế, biện pháp hiệu quả để hợp tác, chia sẻ nguồn nước giữa các quốc gia có chung nguồn nước, trong khi các quốc gia ở thượng nguồn đang tăng cường các hoạt động khai thác, sử dụng. Vấn đề này hiện nay còn mở rộng ra giữa các địa phương trong cùng lưu vực sông.

- Mặc dù nguồn nước tương đối dồi dào so với các quốc gia khác trong khu vực nhưng, tổng lượng nước phân bố trong năm rất không đều. Trong khi các tháng vào mùa mưa, nguồn nước dư thừa gây ra ngập lụt, lũ làm thiệt hại khổng lồ về tài sản, hoa màu mà còn ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của con người

thì vào mùa khô, nguồn nước bị thiếu hụt nghiêm trọng, gây khó khăn trong sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp cũng như các hoạt động khác.

Từ những vấn đề trên, các vấn đề nghiên cứu liên quan đến nguồn tài nguyên nước ở Việt Nam cũng đã được quan tâm từ khá sớm. Từ những năm 1997 - 1998, nước ta đã là thành viên của Mạng lưới Cộng tác vì Nước toàn cầu và mạng lưới cộng tác vì nước khu vực Đông Nam Á (SEATAC - nay là SEARWP). Mạng lưới Cộng tác vì Nước của Việt Nam (VNWP) được thành lập năm 2000, từ đó đến nay đã có nhiều hội thảo quốc gia và quốc tế được tổ chức. Sự ra đời của Luật Tài nguyên nước (1998), các văn bản liên quan như Nghị định 01/2008/NĐ-CP, Nghị định 25/2008/NĐ-CP, quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ NN&PTNT và Bộ TN&MT, Chiến lược quốc gia về Tài nguyên nước đến năm 2020 được Chính phủ phê duyệt năm 2006, mới đây nhất là Luật Tài nguyên nước sửa đổi (2013)... Hệ thống văn bản này là các cơ sở pháp lý quan trọng hỗ trợ cho quản lý tài nguyên nước ở nước ta.

Bên cạnh các văn bản về thể chế chính sách, một số nghiên cứu liên quan về các yếu tố tác động đến tài nguyên nước cũng như cân bằng nguồn nước cũng đã được thực hiện trong những năm gần đây. Phần lớn trong số đó sử dụng các công cụ mô hình toán để mô phỏng biến động tài nguyên nước trong các điều kiện khác nhau. Ví dụ, Vũ Văn Minh và nnk (2011) đã sử dụng các mô hình MIKE NAM, MIKE BASIN và MIKE 11 và Delft3D ở vùng cửa sông để tính toán biến động dòng chảy, nhu cầu nước và cân bằng nước hệ thống cho lưu vực sông Hồng - Thái Bình theo các kịch bản nước biển dâng. Chẳng hạn như Nguyễn Thanh Sơn và nnk (2011) sử dụng mô hình toán MIKE NAM để tính toán biến động dòng chảy và lưu lượng cho sông Nhuệ - Đáy. Kết quả tính toán cho thấy, vào năm 2020, tại các lưu vực thu nước bộ phận, dòng chảy trung bình năm tăng khoảng 0,9 - 1,3%; với dòng chảy lũ tại các lưu vực tăng lên lớn hơn so với trung bình năm trong khoảng từ xấp xỉ 1,3 - 2,1%; lưu lượng mùa kiệt có biến động so với hiện trạng, tuy rất nhỏ.

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hoàng Minh và nnk (2015) cũng cho thấy

dòng chảy năm ở các trạm thủy văn trên lưu vực sông Lô có xu hướng tăng nhanh trong tương lai; dòng chảy phân phối không đồng đều trong năm, tăng nhanh vào mùa lũ và giảm vào mùa kiệt; nhu cầu sử dụng nước cho các ngành kinh tế cũng có xu hướng tăng nhanh dẫn đến việc thiếu hụt nước ngày càng tăng lên; lượng nước thiếu hụt trong giai đoạn 2080 - 2099 dao động trong khoảng 252,1 - 267,7 triệu m³, chiếm khoảng 11 - 12% nhu cầu nước.

Kết quả nghiên cứu “Quy hoạch tổng thể thủy lợi vùng Đồng bằng sông Hồng trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng” do Viện Quy hoạch Thủy lợi thực hiện đã chỉ ra nhu cầu sử dụng nước trong điều kiện xét đến kịch bản BĐKH tăng khoảng 30 -290 triệu m³ so với trường hợp không xét đến kịch bản BĐKH. Trong bối cảnh BĐKH và nước biển dâng, lưu lượng trên các sông đều giảm đi; mực nước giảm tại các trạm Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát (Viện Quy hoạch thủy lợi, 2010).

Những phân tích, đánh giá ở trên cho thấy mặc dù có khá nhiều nghiên cứu liên quan về quản lý tài nguyên nước ở Việt Nam. Tuy nhiên, nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn nước ở hạ lưu các sông ở vùng ven biển còn chưa được quan tâm nghiên cứu ở Việt Nam.

1.2. Điều kiện tự nhiên liên quan ở khu vực Hải Phòng

1.2.1. Vị trí địa lý và địa hình

Nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng hiện nay chủ yếu được cung cấp bởi 5 sông chính là: Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình.

Sông Bạch Đằng

Là ranh giới phía bắc giữa thành phố Hải Phòng và tỉnh Quảng Ninh, sông Bạch Đằng còn gọi là Bạch Đằng Giang, hiệu là sông Vân Cù, là một con sông chảy giữa thị xã Quảng Yên và huyện Thủy Nguyên, cách vịnh Hạ Long, cửa Lục khoảng 40 km. Nó nằm trong hệ thống sông Thái Bình. Điểm đầu của sông là phà Rừng, điểm cuối là cửa Nam Triệu, Hải Phòng. Sông có chiều dài 32 km. Sông Bạch Đằng có nguồn gốc từ hệ thống sông Thái Bình, và là một nhánh của sông Kinh Thầy, khi chảy đến địa phận Hải Phòng, chia làm nhiều nhánh khác

nhau, trong đó có 1 nhánh là sông Bạch Đằng.

Sông Bạch Đằng từng nổi tiếng với các chiến công trong lịch sử dân tộc Việt Nam như: Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 938: Ngô Quyền đánh thắng quân xâm lược Nam Hán; Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 981: Hoàng đế Lê Đại Hành phá tan quân Tống xâm lược; Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 1288: Hưng Đạo Vương Trần Quốc Tuấn đại thắng quân xâm lược Mông Nguyên (trong cuộc kháng chiến chống quân Nguyên lần thứ ba). Hiện nay, Hiện ở khu vực cửa sông Bạch Đằng có 3 ngôi đền thờ 3 vị anh hùng trên đó là đình Hàng Kênh (Lê Chân, Hải Phòng) thờ Ngô Quyền, đền Vua Lê Đại Hành ở thị trấn Minh Đức (Thủy Nguyên, Hải Phòng) và đền Trần Hưng Đạo ở phường Yên Giang, (Quảng Yên, Quảng Ninh).



Hình 1. Sơ đồ, vị trí các sông khu vực Hải Phòng

Hiện nay sông Bạch Đằng là tuyến đường thủy quan trọng đi ra phía cửa biển cửa vùng đông bắc với các tàu có trọng tải 300-500 tấn, di chuyển được cả

trong mùa khô và mùa mưa. Sông Bạch Đằng có độ dốc khá nhỏ, độ sâu phổ biến trong khoảng 5-15m, một số khu vực có độ sâu lớn hơn như gần các cảng, vùng quay tàu, giá trị độ sâu có thể lên tới 15-20m (hình 1).

Sông Cấm

Sông Cấm là sông thứ 2 ở phía bắc Hải Phòng (sau sông Bạch Đằng). Đây là một nhánh sông ở hạ lưu thuộc hệ thống sông Thái Bình, chảy qua địa phận Hải Phòng. Dòng sông bắt đầu tại ngã ba An Dương thuộc địa phận xã Minh Hòa (huyện Kinh Môn, tỉnh Hải Dương) nơi hợp lưu của hai con sông Kinh Môn và sông Hàn, một phân lưu của sông Kinh Thầy (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021). Từ ngã ba Nồng, sông chảy cơ bản theo hướng tây bắc-đông nam nhưng uốn khúc, đến địa phận phường Quán Toan (quận Hồng Bàng, thành phố Hải Phòng) đổi hướng chảy theo hướng đông và đông nam để đổ ra Biển Đông ở cửa Cấm, lệch một ít về hướng đông nam. Chiều dài sông đoạn từ giáp địa phận Hải Phòng đến ngã ba, giao với sông Bạch Đằng khoảng 37km, đi qua và làm ranh giới giữa các địa phương như huyện An Dương, huyện Thủy Nguyên, các quận Hồng Bàng, Ngô Quyền, Hải An (hình 1).

Từ thời Pháp thuộc, hệ thống cảng biển của Hải Phòng đã được xây dựng trên sông Cấm. Cho đến nay, các cảng biển quan trọng của Hải Phòng vẫn nằm ở hạ lưu sông Cấm như cảng Hải Phòng, cảng Đoạn Xá, cảng Cửa Cấm...v.v. Hiện nay, do nhiều nguyên nhân khác nhau, khu vực luồng vào các cảng này trên sông Cấm đang bị bồi lắng mạnh. Điều này, gây khó khăn cho hoạt động hải cảng Hải Phòng vì lượng phù sa bồi lắng cao. Khối lượng nạo vét hàng năm để duy trì cho hoạt động của các cảng này là khoảng 1,5-3,0 triệu m³ bùn cát (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021).

Sông Cấm đoạn chảy qua Hải Phòng có chiều dài khoảng 37km. So với sông Bạch Đằng, sông Cấm có độ rộng nhỏ hơn đáng kể và biến động với khoảng dao động nhỏ hơn. Độ rộng phổ biến của sông Cấm trong khoảng 200-300m, chỗ hẹp nhất của sông Cấm có độ rộng chỉ khoảng 150m (gần cửa Cấm), và chỗ

rộng nhất có thể lên tới hơn 400m (khu vực Vật Cách-Quán Toan).

Các kết quả đo đạc và phân tích cho thấy sông Cấm có độ sâu biến đổi phổ biến trong khoảng từ 5 đến 12m, do lòng sông tương đối hẹp, dòng chảy khá lớn nên độ sâu phần lớn cao hơn 5,0m. Trong đó, có một số đoạn sông trên sông Cấm độ sâu có thể lên tới trên 10m, thậm chí có thể đạt đến 20m như ở các tuyến luồng, các đoạn cảng Hải Phòng, cảng cửa Cấm, Đoạn Xá, cảng Nam Ninh. Trong khi đó, khu vực có độ sâu dưới 5-7m khá phổ biến, và nằm xen kẽ ở các đoạn có độ sâu lớn trên sông Cấm (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021).

Sông Lạch Tray

Cũng là một nhánh chi lưu của sông Kinh Thầy, thuộc hệ thống sông Thái Bình, nằm ở phía nam sông Bạch Đằng và sông Cấm. Sông Lạch Tray tiếp nhận nguồn nước của cả sông Kinh Thầy và sông Thái Bình. Khi đến địa phận Hải Phòng, sông Lạch Tray chảy uốn khúc qua các huyện An Dương, An Lão, quận Kiến An, Lê Chân, Hải An, Ngô Quyền và đổ ra ven biển Hải Phòng qua địa phận phường Hải Thành (quận Dương Kinh). Đây là sông khá nhỏ so với sông Bạch Đằng và sông Cấm ở phía bắc (hình 2.1).

Sông Lạch Tray, đoạn chảy từ địa phận Hải Phòng ra phía cửa biển có chiều dài khoảng 35km. Sông Lạch Tray cũng nhận một phần nước từ sông sông Văn Úc tại địa phận xã Bát Trang (huyện An Lão - Hải Phòng). So với các sông Bạch Đằng và Cấm, độ sâu của sông Lạch Tray nhỏ hơn, phổ biến trong khoảng 5-10m, một số đoạn còn lại có độ sâu chỉ từ 4-7m.

Sông Văn Úc

Sông Văn Úc là nhánh chính chảy ra biển của hạ lưu sông Thái Bình (tương tự như nhánh chính của sông Hồng chảy qua cửa Ba Lạt). Vì vậy, lưu lượng nước sông Văn Úc lớn nhất trong các sông chính của Hải Phòng. Đây là sông chảy ra vùng biển phía tây nam bán đảo Đồ Sơn, ảnh hưởng lớn đến vùng cửa sông ven biển phía nam Hải Phòng. Ngoài lượng nước nhận từ sông Thái Bình, sông Văn Úc cũng nhận một lượng nước khá lớn từ sông Hồng qua sông Mới.

Sông bắt đầu từ đoạn giao nhau sông Hương và sông Rạng (còn có tên gọi là ngã ba Cửa Dưa) tại địa phận xã Thanh Xuân (huyện Thanh Hà, Hải Dương theo hướng Đông Nam đổ ra Biển Đông tại cửa Văn Úc (tây nam Đồ Sơn). Sông Văn Úc có chiều dài khoảng 57 km (qua Hải Phòng khoảng 33km), làm ranh giới giữa các huyện Thanh Hà, Hải Dương và An Lão, Hải Phòng. Sau khi chảy qua địa phận huyện An Dương, sông Văn Úc chảy qua các huyện An Lão và huyện Tiên Lãng, huyện Kiến Thụy và huyện Tiên Lãng. Quốc lộ 10 băng qua sông tại đoạn xã Đại Thắng, Tiên Lãng và xã Quang Trung, An Lão.

Là sông lớn nhất chảy qua Hải Phòng, sông Văn Úc đoạn Hải Phòng có chiều dài khoảng 33km. Sông Văn Úc cũng có độ rộng khá lớn, phổ biến trong khoảng 400-600m. Một số đoạn sông có độ rộng nhỏ hơn 300m như đoạn qua khu vực chùa Thắng Phúc (Tiên Lãng), đoạn gần ngã ba sông Mới, đoạn qua Cầm Văn (xã Quốc Tuấn-An Lão). Trong khi, các đoạn sông có độ rộng lớn hơn 700m chảy qua khu vực xã Tự Cường, Quang Phục Tiên Lãng) và khu vực gần cửa (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021). .

Sông Văn Úc có độ sâu phổ biến trong khoảng 7-10m. Tuy nhiên, phía ngoài cửa sông Văn Úc lại tương đối nông, chỉ tồn tại một lạch khá hẹp có độ sâu chỉ khoảng 2-4m. Điều này gây ra những cản trở, khó khăn lớn cho các phương tiện giao thông thủy khi qua lại khu vực cửa sông Văn Úc. Độ sâu ở phía trong sông Văn Úc phổ biến khoảng 5-8m. Một số khu vực có độ sâu khá lớn (trên 20m), thậm chí có thể lên tới trên 40m như ở đoạn sông phía trên ngã 3 sông mới khoảng 1km. Đoạn sông này có khoảng 500m chiều dài với độ sâu lớn trên 30m và giá trị lớn nhất đo được lên tới 41,5m. Ngoài ra, trên sông Văn Úc cũng còn có các đoạn sông khác với độ sâu lớn hơn 20m như khu vực gần chùa Phúc Thắng (Tiên Lãng), khu vực gần Đền Gánh, Phà Dương Áo, khu vực gần cầu Tiên Cự. Trong khi đó, cũng có 1 số đoạn sông, độ sâu chỉ khoảng 5-7m, xen kẽ với các đoạn sông sâu khác (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021).

Sông Thái Bình

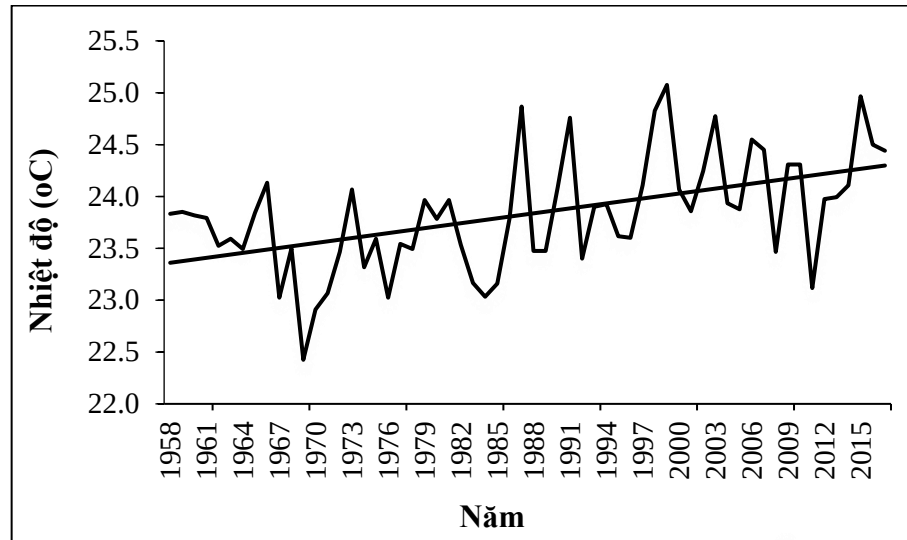
Sông Thái Bình là một sông nhỏ, và tương đối ngắn và có lưu lượng khá nhỏ so với sông Bạch Đằng, Cấm và Văn Úc. Nhánh chính của sông Hồng nối với nhánh chính của sông Thái Bình (là sông Văn Úc) thông qua một phụ lưu là sông Luộc. Sông Luộc là con sông chảy theo hướng Đông- Đông Bắc, qua Hưng Yên, Thái Bình, Hải Dương và nối với sông Văn Úc tại Hải Phòng. Khi gần đến sông Văn Úc, một chi lưu của sông Luộc rẽ nhánh về phía Đông Nam chảy ra biển, tạo thành sông Thái Bình.

Sông Thái Bình khá ngắn, bắt đầu từ gần chùa Kim Long (địa phận Tiên Lãng), chảy qua địa phận huyện Tiên Lãng ở phía đông và huyện Vĩnh Bảo ở phía Tây, sau khi chảy đến hết địa phận huyện Vĩnh Bảo, sông Thái Bình tiếp tục chảy qua địa phận huyện Thái Thụy (Thái Bình) ở phía tây nam và huyện Tiên Lãng (Hải Phòng) ở phía đông bắc và chảy ra biển. Chiều dài sông Thái Bình đoạn từ điểm cắt với sông Luộc ra đến cửa là khoảng 31km. Như vậy, phía hạ lưu của sông Thái Bình chính là ranh giới giữa Hải Phòng (huyện Tiên Lãng) ở phía đông bắc và Thái Bình (huyện Thái Thụy) ở phía tây nam. Do ít có hoạt động cảng, vận tải diễn ra trên sông Thái Bình nên lòng sông Thái Bình rất ít khi được nạo vét, duy tu. Chính vì vậy, độ sâu của sông Thái Bình hiện nay phổ biến trong khoảng từ 4-7m.

1.2.2. Đặc điểm khí hậu

Nhiệt độ không khí

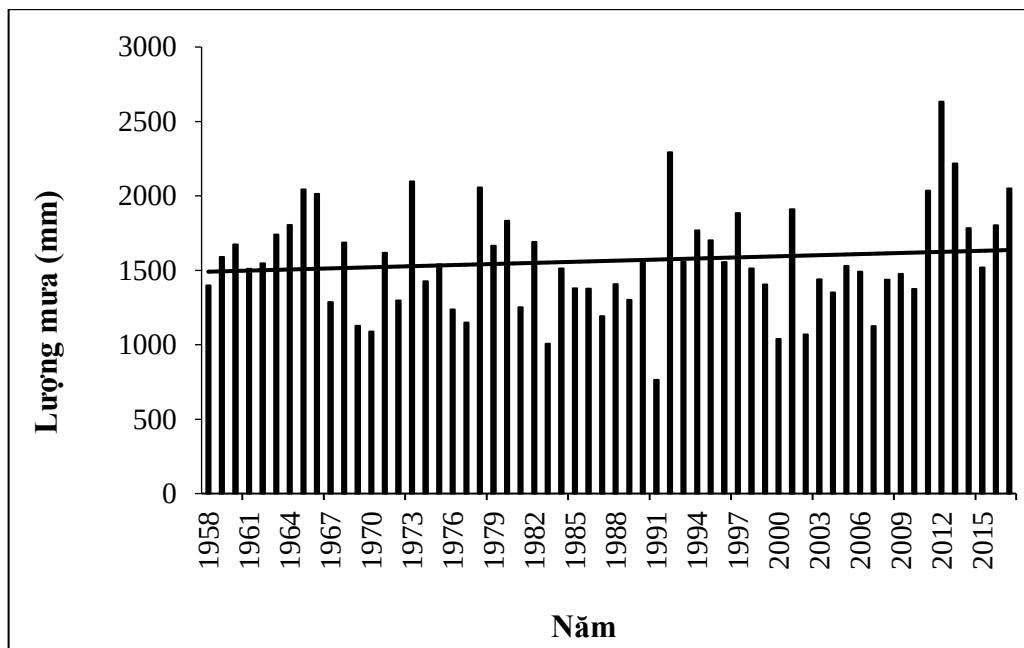
Khu vực sông Cấm và Văn Úc chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Hằng năm, chế độ khí hậu phân làm hai mùa rõ rệt: Mùa đông (từ tháng 11 năm đến tháng 3 năm sau) có đặc điểm lạnh, khô, trong khi mùa hè (từ tháng 4 đến tháng 10) có đặc điểm nóng ẩm, mưa nhiều. Nhiệt độ không khí trung bình 60 năm (1958-2017) là 23,8°C, có xu hướng tăng (Hình 1.2). Mùa đông lạnh dưới 20°C. Mùa hè nhiệt độ dao động 27,1°C đến 29,1°C (Nguyễn Minh Hải, 2021).



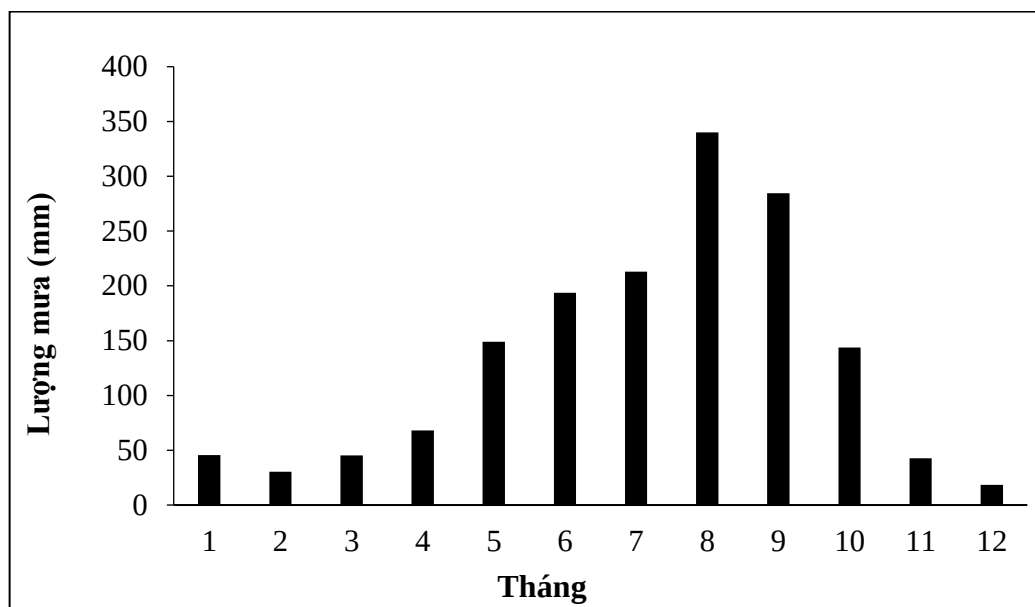
Hình 2. Nhiệt độ không khí trung bình năm tại trạm Hòn Dấu

Lượng mưa

Phân tích từ các số liệu đo đạc trong nhiều năm (1958-2017) tại trạm Hòn Dấu cho thấy lượng mưa trung bình năm ở khu vực nghiên cứu là 1563 mm, có xu hướng tăng nhẹ trong những năm gần đây (hình 3), (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021).



Hình 3. Lượng mưa trung bình năm giai đoạn 1958-2017



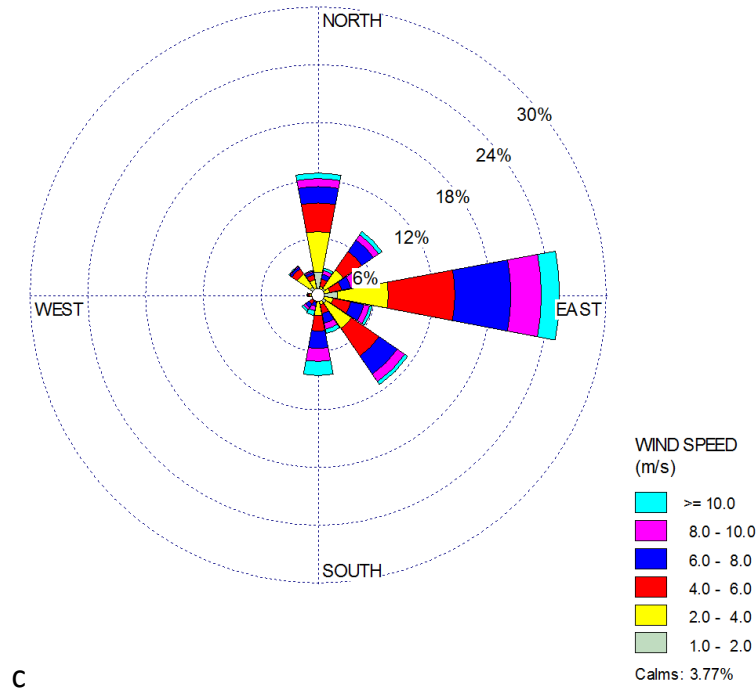
Hình 4. Lượng mưa trung bình tháng nhiều năm

Lượng mưa thay đổi rất rõ rệt theo mùa. Mùa mưa tập trung từ tháng 5 đến tháng 10 trùng với mùa mưa bão, với giá trị lượng mưa đều lớn hơn 150mm/tháng, đặc biệt là tháng 8, có lượng mưa trung bình đạt 350 mm. Trong khi mùa khô (từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau, lượng mưa có giá trị rất nhỏ (hầu hết nhỏ hơn 100mm/tháng), nhỏ nhất vào tháng 12 (Hình 4).

Chế độ gió

Chế độ gió của khu vực có ảnh hưởng nhất định đến sự phân phối nguồn nước, đặc biệt là ở vùng cửa sông do đây là yếu tố có thể thúc đẩy sự xâm nhập của nước biển đi sâu vào phía trong các sông làm tăng cường thêm quá trình xâm nhập mặn, và dẫn đến sự suy giảm của nguồn nước ngọt. Phân tích trữ số liệu đo gió ở trạm hải văn Hòn Dấu cho thấy chế độ gió ở khu vực này bị chi phối bởi 2 hệ thống gió mùa: gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam (Nguyễn Minh Hải, 2021).

Trong mùa gió Đông Bắc, vận tốc gió trung bình đạt 3,2-3,7 m/s. Hướng gió thịnh trong mùa này chủ yếu là E, N và NE với tần suất lần lượt là 35,2; 16,6 và 11,1%. Vận tốc gió lớn hơn 6 m/s trong mùa này chiếm tần suất khoảng 29% (Vũ Duy Vĩnh, 2012).



Hình 5. Hoa gió trung bình nhiều năm tại trạm Hòn Dấu (1960-2017)

Trong mùa gió Tây Nam, luôn có sự tranh chấp ảnh hưởng giữa gió mùa Tây Nam và các khối khí lạnh yếu từ phía bắc. Hai khối khí này thay nhau thống trị thời tiết trong các tháng mùa hè với các hướng gió thịnh hành là E, SE và SW chiếm tần suất khoảng trên 50%. Tốc độ gió trung bình đạt 3,5 - 4,0 m/s, cực đại đạt 20 – 25 m/s. Vận tốc gió lớn hơn 6 m/s chiếm tần suất khoảng 37,9% (Nguyễn Minh Hải, 2021).

Bảng 1. Tần suất vận tốc gió và các hướng trung bình năm tại Hòn Dấu (1960-2017)

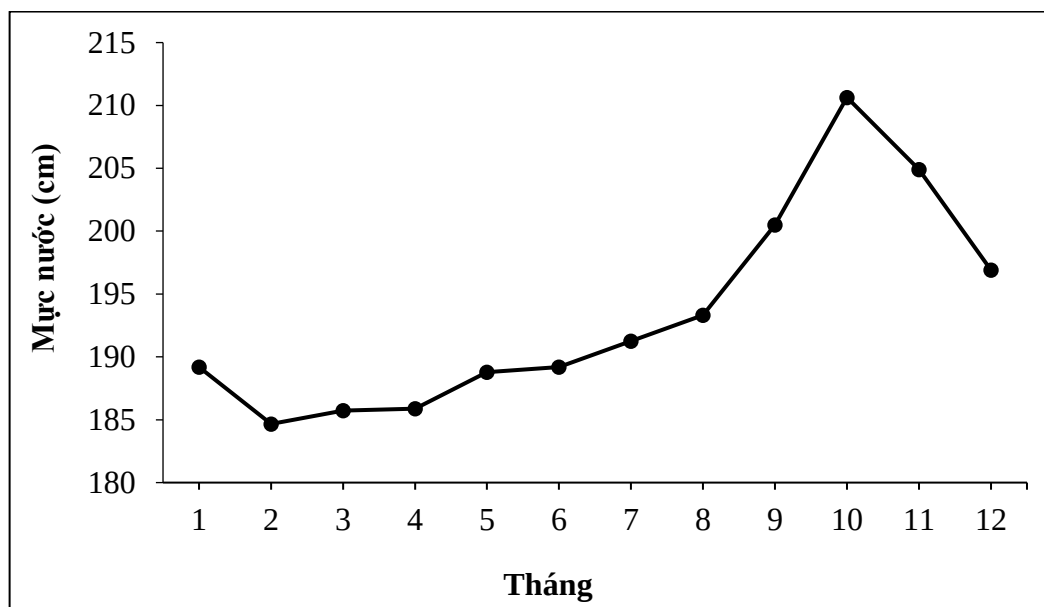
Hướng	Khoảng vận tốc (m/s)						Tổng số (%)
	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 6,0	6,0 - 8,0	8,0 - 10,0	>= 10,0	
N	2,48	4,16	2,97	1,7	0,83	0,57	12,71
NNE	0,28	0,73	0,78	0,52	0,36	0,27	2,93
NE	0,93	2,3	2,33	1,44	0,66	0,42	8,08
ENE	0,34	0,99	1,23	0,98	0,67	0,57	4,78
E	2,07	5,28	6,88	5,8	3,15	1,89	25,08
ESE	0,32	1,38	1,83	1,39	0,58	0,31	5,82
SE	1,13	3,15	3,46	2,28	0,95	0,38	11,34
SSE	0,26	0,86	0,96	0,98	0,65	0,45	4,16

Hướng	Khoảng vận tốc (m/s)						Tổng số (%)
	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 6,0	6,0 - 8,0	8,0 - 10,0	$\geq 10,0$	
S	0,73	1,47	1,63	1,81	1,34	1,46	8,43
SSW	0,17	0,33	0,34	0,45	0,47	0,51	2,28
SW	0,29	0,54	0,38	0,45	0,27	0,23	2,17
WSW	0,07	0,12	0,04	0,04	0,02	0,01	0,3
W	0,4	0,52	0,19	0,07	0,02	0,03	1,23
WNW	0,11	0,19	0,08	0,03	0,03	0,01	0,44
NW	1,1	1,62	0,66	0,23	0,09	0,07	3,77
NNW	0,62	1,09	0,53	0,24	0,12	0,09	2,7
Tổng số (%)	11,33	24,73	24,29	18,41	10,2	7,26	96,23
Tần suất lặng gió (%)							3,77

Các kết quả phân tích thống kê dựa trên số liệu quan trắc gió tại Hòn Dấu (1960-2017) cho thấy trong nhiều năm các hướng gió có tần suất xuất hiện lớn là E, N, NE và SE với tần suất tương ứng là 25,08%; 12,71% và 11,34% (hình 5). Vận tốc gió ở khu vực này với giá trị nhỏ hơn 6 m/s chiếm tần suất tới 60,35% (Nguyễn Minh Hải, 2021). Tần suất xuất hiện gió có vận tốc từ 2-6 m/s chiếm khoảng 49,02%. Tần suất xuất hiện gió trên 10 m/s chỉ chiếm khoảng 7,26% (Bảng 1).

1.2.3. Đặc điểm dao động mực nước

Khu vực sông Cấm và sông Văn Úc chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều mang tính chất nhật triều đều điển hình với hầu hết số ngày trong tháng là nhật triều, bán nhật triều chỉ xuất hiện 2- 3 ngày trong kì nước kém. Trong một pha triều có một lần nước kém và một lần nước lớn. Trong một tháng mặt trăng có hai kỳ nước cường, mỗi kỳ 11- 13 ngày, biên độ dao động 2,6- 3,6 m và hai kỳ nước kém, mỗi kỳ 3- 4 ngày có biên độ 0,5- 1,0 m. Sóng triều với ưu thế thuộc các sóng nhật triều O_1 , K_1 có biên độ 70- 90 cm, trong khi các sóng bán nhật triều M_2 , S_2 chỉ có vai trò thứ yếu với biên độ khá nhỏ (Vũ Duy Vĩnh, 2012).



Hình 6. Mức nước trung bình tháng trong giai đoạn 1960-2020 nhiều năm

Kết quả phân tích từ số liệu đo nhiều năm tại trạm Hòn Dấu (1985-2017) cho thấy mực nước khu vực có xu hướng cao hơn vào các tháng 9-11 và thấp hơn trong các tháng từ tháng 2 đến 4 (Hình 5). Mực nước cao nhất quan trắc được là 236 cm (31/07/2015). Mực nước trung bình giai đoạn từ năm 1985 đến năm 2017 là 193 cm và có xu hướng tăng lên (2,5 mm/năm) trong những năm gần đây.

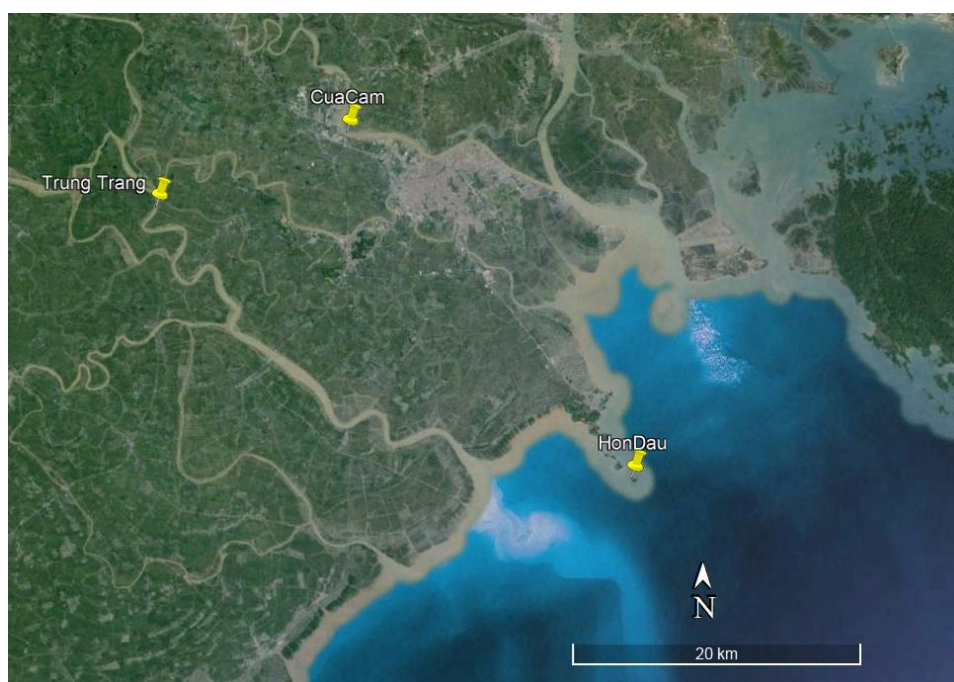
Thủy triều vùng ven biển Hải Phòng là nhật triều thuần nhất với biên độ dao động lớn. Thông thường trong ngày xuất hiện 1 đỉnh triều (nước lớn) và một chân triều (nước ròng). Trung bình trong một tháng có 2 kỳ triều cường (*spring tide*), mỗi chu kỳ kéo dài 11 - 13 ngày với biên độ dao động mực nước từ 2,0 - 4,0 m. Trong kỳ triều kém (*neap tide*) tính chất nhật triều giảm đi rõ rệt, tính chất bán nhật triều tăng lên: trong ngày xuất hiện 2 đỉnh triều (cao, thấp). Xu thế biến thiên mực nước trên các địa điểm của vùng biển Hải Phòng khá giống nhau; thời gian triều rút lớn hơn triều dâng trung bình ở Hòn Dấu và mũi Đồ Sơn là 2giờ16', Bạch Long Vĩ - 1giờ43', cửa Nam Triệu - 1giờ15', cảng Hải Phòng - 1giờ 05'. Trong năm thủy triều có biên độ lớn vào các tháng 5, 6, 7 và 10, 11, 12, biên độ nhỏ vào các tháng 3, 4 và 8, 9. Mùa đông mực nước cực tiểu thường xuất hiện vào ban ngày, mùa hè mực nước cực tiểu thường xuất hiện vào

ban đêm (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021).

1.3. Tài liệu

Số liệu đo mực nước

Số liệu đo mực nước tại trạm hải văn Hòn Dấu (hình 7) trong vòng 20 năm trở lại đây, từ 2001 đến 2022 sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này. Đây là các chuỗi số liệu đo của Tổng cục Khí tượng thủy văn được thực hiện với tần suất 1h/lần liên tục trong các ngày của năm.



Hình 7. Sơ đồ vị trí các điểm đo mực nước và lưu lượng nước

Số liệu đo lưu lượng nước sông

Số liệu đo lưu lượng nước sông tại 2 trạm thủy văn cửa Cấm (sông Cấm) và trạm thủy văn Trung Trang (trên sông Văn Úc). Đây là các số liệu đo và tính toán được thực hiện bởi Tổng cục Khí tượng Thủy văn trong khoảng thời gian từ 2001 đến 2022, với tần suất 1h/lần, liên tục trong các ngày của năm (hình 7).

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ NỘI DUNG THỰC HIỆN

2.1. Đối tượng

Trong nghiên cứu này, đối tượng chính là ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt khu vực Hải Phòng. Tuy nhiên, sẽ tập trung vào phân tích đánh giá ở sông Cấm và Văn Úc, nơi có các trạm đo thủy văn. Ngoài ra, dao động của thủy triều tại trạm hải văn Hòn Dấu- yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến biến động của nguồn sông cũng được xét đến.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp phân tích thống kê*: được dùng để xử lý số liệu, tính toán các đặc trưng như trung bình, lớn nhất, nhỏ nhất, tổng lượng nước, tỷ lệ phần trăm lưu lượng nước vào ra ở các trạm đo lưu lượng.

Lưu lượng nước trung bình ngày được tính theo công thức: $Q_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^{24} Q_i}{24}$

Trong đó Q_i là lưu lượng nước từng giờ, Q_{tb} là lưu lượng nước trung bình ngày, i là giờ trong ngày ($i=1, 24$)

Tổng lượng lưu lượng nước trong ngày: $D_{ngày} = \sum_{i=1}^{24} Q_i \times 3600$

Trong đó: $D_{ngày}$ là tổng lượng nước trong ngày

Tổng lượng nước trong tháng: $D_{tháng} = \sum_{i=1}^n D_{ngày,i}$

Trong đó: $D_{tháng}$ là tổng lượng nước trong tháng; $n=30$ với tháng 4, 6, 9, 11; $n=31$ với các tháng 1, 3, 5, 7, 8, 10 và 12; $n=28$ với tháng 2.

Tổng lưu lượng nước cả năm: $D_{năm} = \sum_{i=1}^{12} D_{tháng,i}$

2.3. Nội dung nghiên cứu

Các nội dung nghiên cứu chủ yếu trong khoá luận này bao gồm:

- Các nguồn nước mặt sông Văn Úc và sông Cấm
- Quan hệ giữa thủy triều và nguồn nước mặt sông Cấm, sông Văn Úc

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3. 1. Nguồn nước khu vực Hải Phòng

3.1.1. Nguồn nước mặt sông Cấm

Phân tích từ số liệu đo tại trạm thủy văn Cửa Cấm cho thấy trong giai đoạn 2001-2022, tổng lượng nước qua sông Cấm biến động trong khoảng 8.1 đến 19.1 tỷ m³/năm, trung bình lưu lượng là 13.7 tỷ m³/năm. Như vậy có thể thấy, lượng nước hằng năm phân phối không đều trong các năm với độ lệch trung bình khoảng 2.7 tỷ m³/năm.

Trong năm 2022, tổng lượng nước trung bình của sông Cấm là 12.5 tỷ m³, thấp hơn giá trị trung bình trong giai đoạn 2001-2022.

3.1.2. Nguồn nước mặt sông Văn Úc

Phân tích từ số liệu đo tại trạm thủy văn Trung Trang cho thấy trong giai đoạn 2001-2022, tổng lượng nước qua sông Văn Úc biến động trong khoảng 12.2 đến 27.1 tỷ m³/năm, trung bình lưu lượng là 17.7 tỷ m³/năm. Như vậy có thể thấy, lượng nước hằng năm phân phối không đều trong các năm với độ lệch trung bình khoảng 3.7 tỷ m³/năm.

Trong năm 2022, tổng lượng nước trung bình của sông Văn Úc qua trạm Trung Trang là 19.0 tỷ m³, thấp hơn giá trị trung bình trong giai đoạn 2001-2022.

3.1.3. Nguồn nước mặt các sông khác

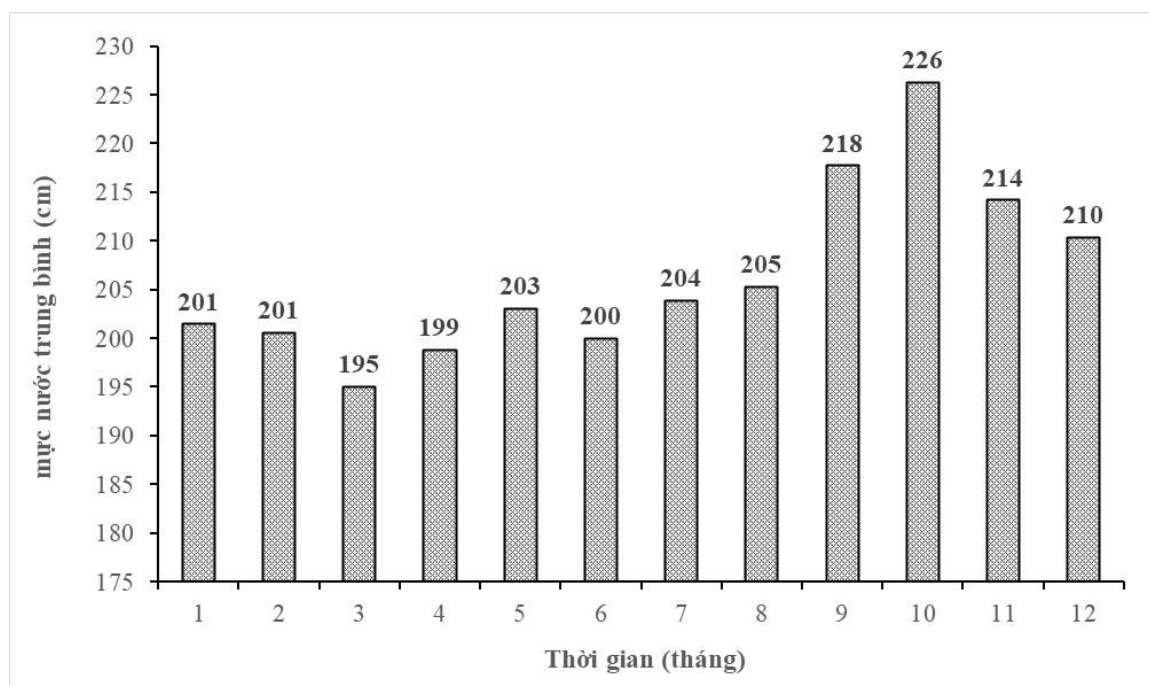
Các sông chính còn lại ở khu vực Hải Phòng là Bạch Đằng, Lạch Tray và Thái Bình không có trạm đo thủy văn. Vì vậy việc đánh giá nguồn nước các sông này dựa trên kết quả mô phỏng của mô hình (Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2021). Theo kết quả nghiên cứu này, trong năm 2021 tổng cộng lượng nước của khu vực Hải Phòng qua 05 sông chính (Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình) là 54,8 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc chiếm lượng nước lớn nhất với giá

trị khoảng 26,5 tỷ m³ (khoảng 50% tổng lượng nước sông Hải Phòng), các sông tiếp theo có lượng chảy lớn là Cấm và Bạch Đằng, với tổng lưu lượng trong cả năm lần lượt là 14,7 tỷ m³ và 8,5 tỷ m³. Sông Lạch Tray và Thái Bình có tổng lượng chảy cả năm khá nhỏ, với các giá trị lần lượt là 3,6 và 1,5 tỷ m³.

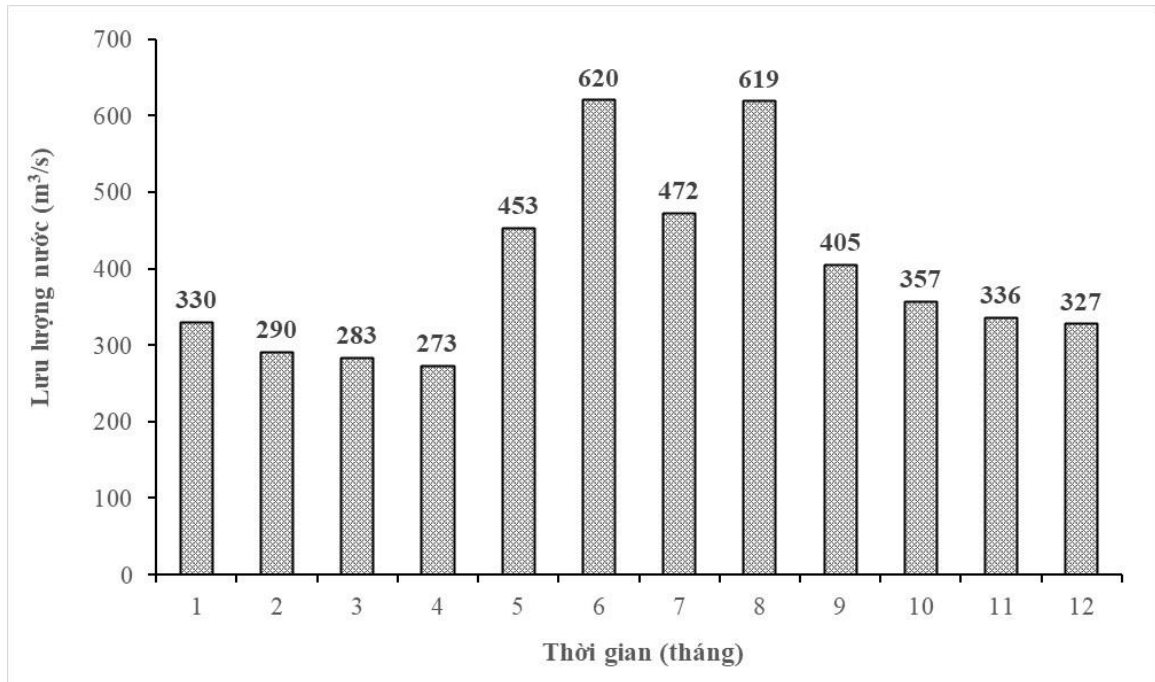
3. 2. Ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt khu vực Hải Phòng

3.2.1. Ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước mặt sông Cấm

Trong năm 2021, mực nước thủy triều trung bình trạm hải văn Hòn Dấu biến động theo thời gian và thay đổi mạnh giữa các tháng. Trong đó mực nước thấp nhất xuất hiện vào tháng 3 với giá trị trung bình là 195cm. Sau đó mực nước tăng dần vào các tháng 4 và 5 với giá trị lần lượt là 199 và 203cm. Mực nước thủy triều tại Hòn Dấu sau đó giảm nhẹ vào tháng 6 với giá trị trung bình là 200cm. Từ tháng 7, mực nước thủy triều tăng dần và đạt giá trị cực đại vào tháng 10 (trung bình là 226cm), và giảm dần trong các tháng tiếp theo (tháng 11, tháng 12), hình 8.



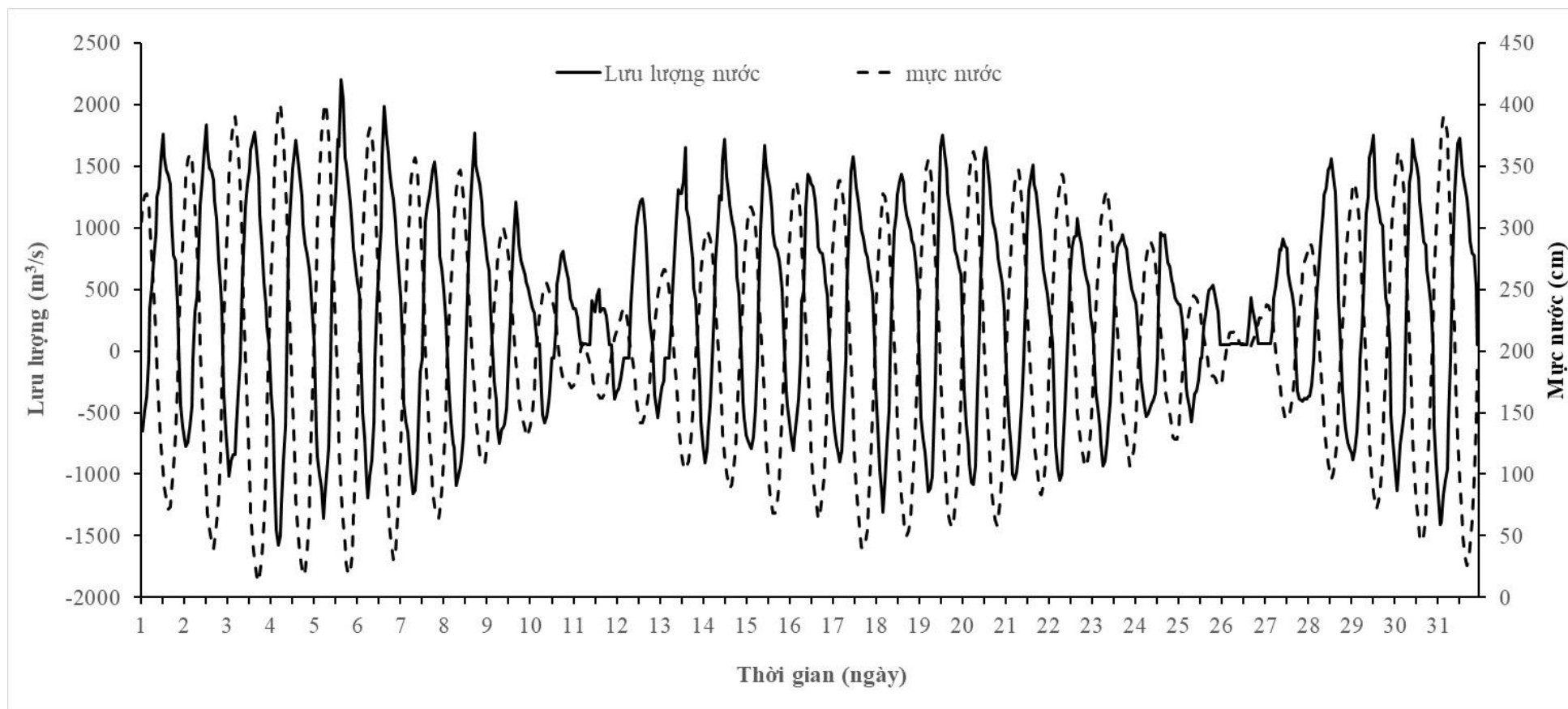
Hình 8. Mực nước thủy triều trung bình các tháng năm 2022 tại Hòn Dấu



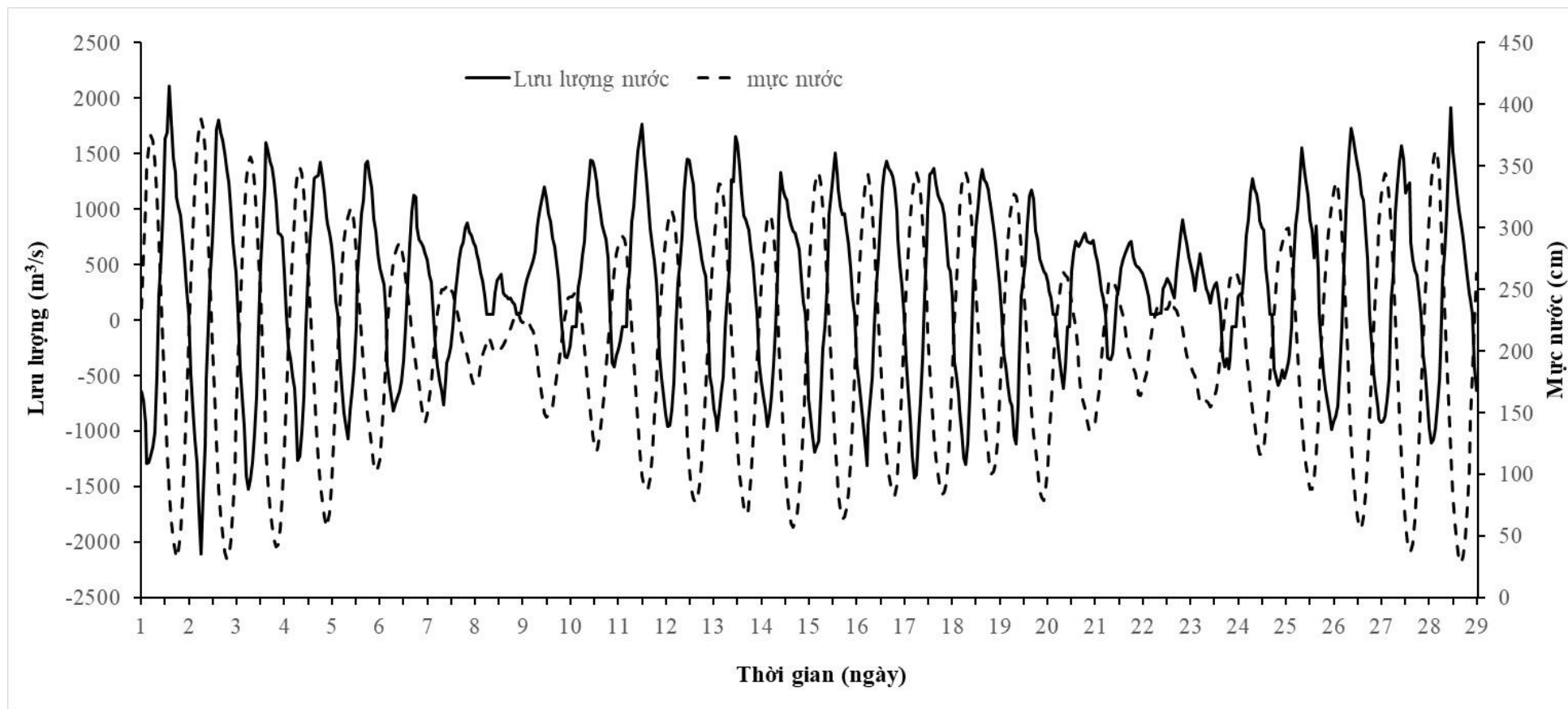
Hình 9. Lưu lượng nước trung bình các tháng năm 2022 tại sông Cấm

Biến động theo năm của lượng nước đưa xuống sông Cấm (qua trạm thủy văn cửa Cấm) phụ thuộc nhiều vào nguồn nước cung cấp và đưa xuống từ thượng nguồn. Trong năm 2022, lưu lượng nước trung bình nhỏ nhất xảy ra vào tháng 4, với giá trị trung bình là $273\text{m}^3/\text{s}$. Lưu lượng nước trung bình sau đó tăng dần trong tháng 5 và đạt cực đại vào tháng 6 với giá trị là $620\text{m}^3/\text{s}$. Đến tháng 7, lưu lượng nước giảm xuống còn $472\text{m}^3/\text{s}$. Vào tháng 8, lưu lượng nước qua sông Cấm đạt giá trị cực đại trở lại ($619\text{m}^3/\text{s}$), sau đó giảm dần ở các tháng tiếp theo (hình 9).

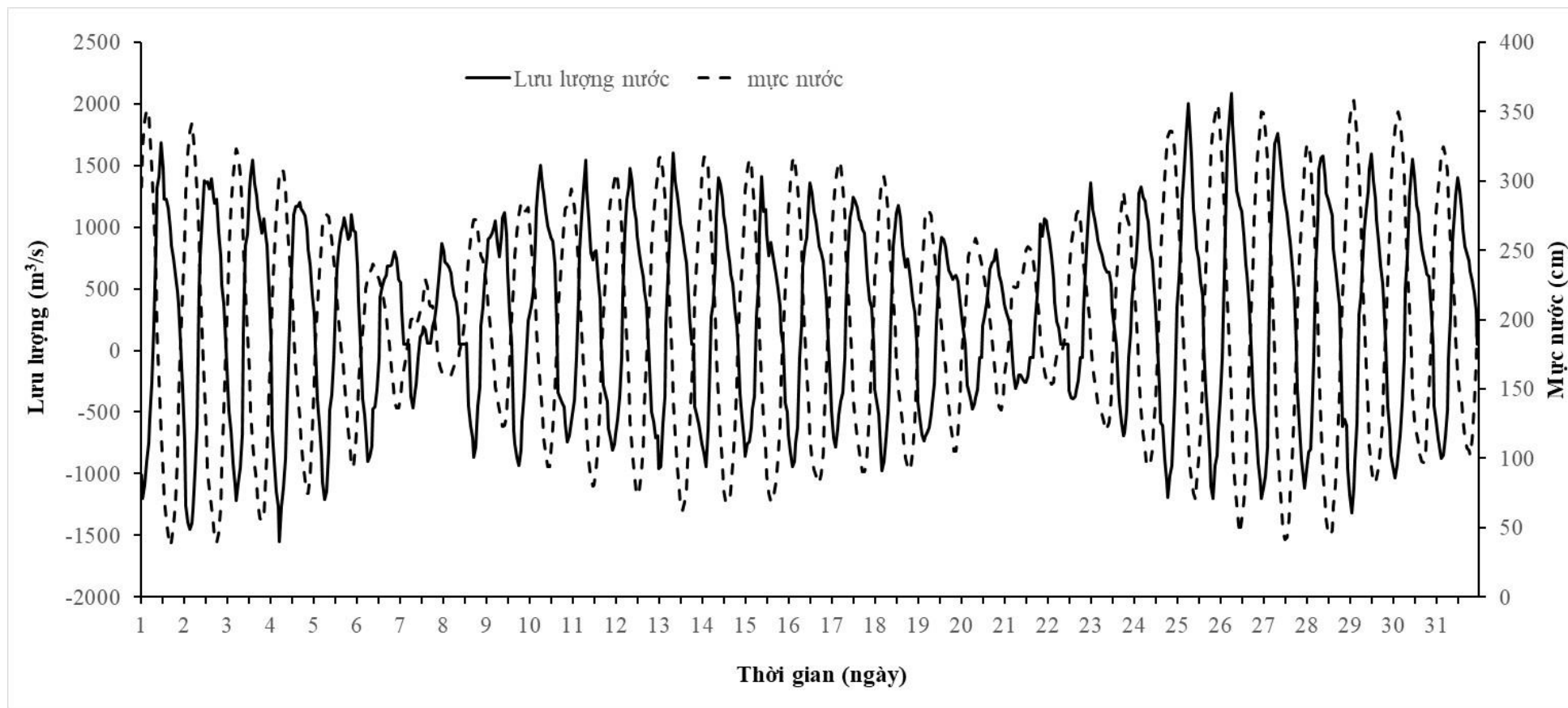
Các kết quả phân tích biến động của lưu lượng nước qua trạm cửa Cấm cho thấy lưu lượng nước sông Cấm trong phụ thuộc chặt chẽ vào dao động của mực nước của khu vực. Lưu lượng nước thường có giá trị lớn vào các thời điểm triều xuống, hoặc nước ròng. Ngược lại lưu lượng nước đạt giá trị nhỏ nhất hoặc giá trị âm (nước biển xâm nhập) khi triều lên hoặc thời điểm nước lớn.



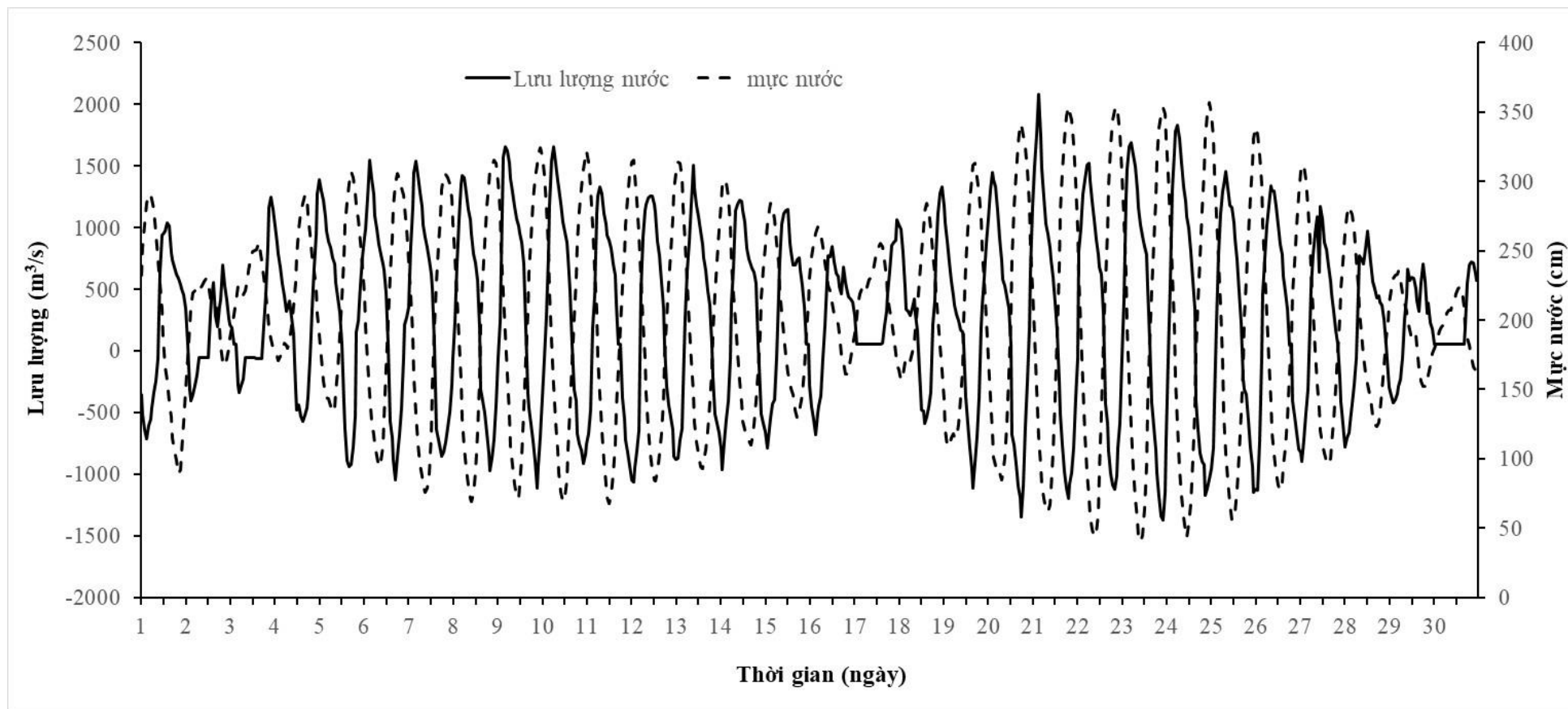
Hình 10. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 1-2022



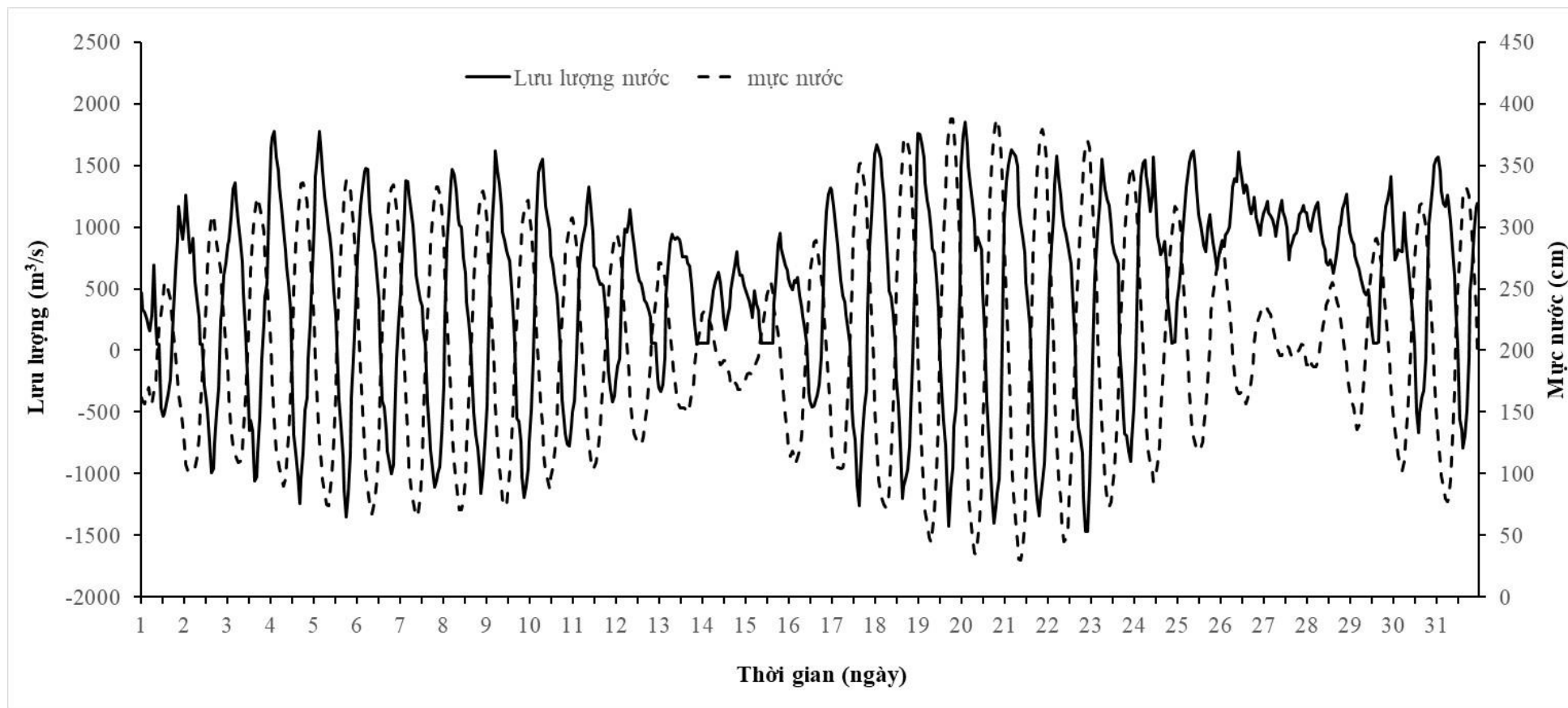
Hình 11. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 2 - 2022



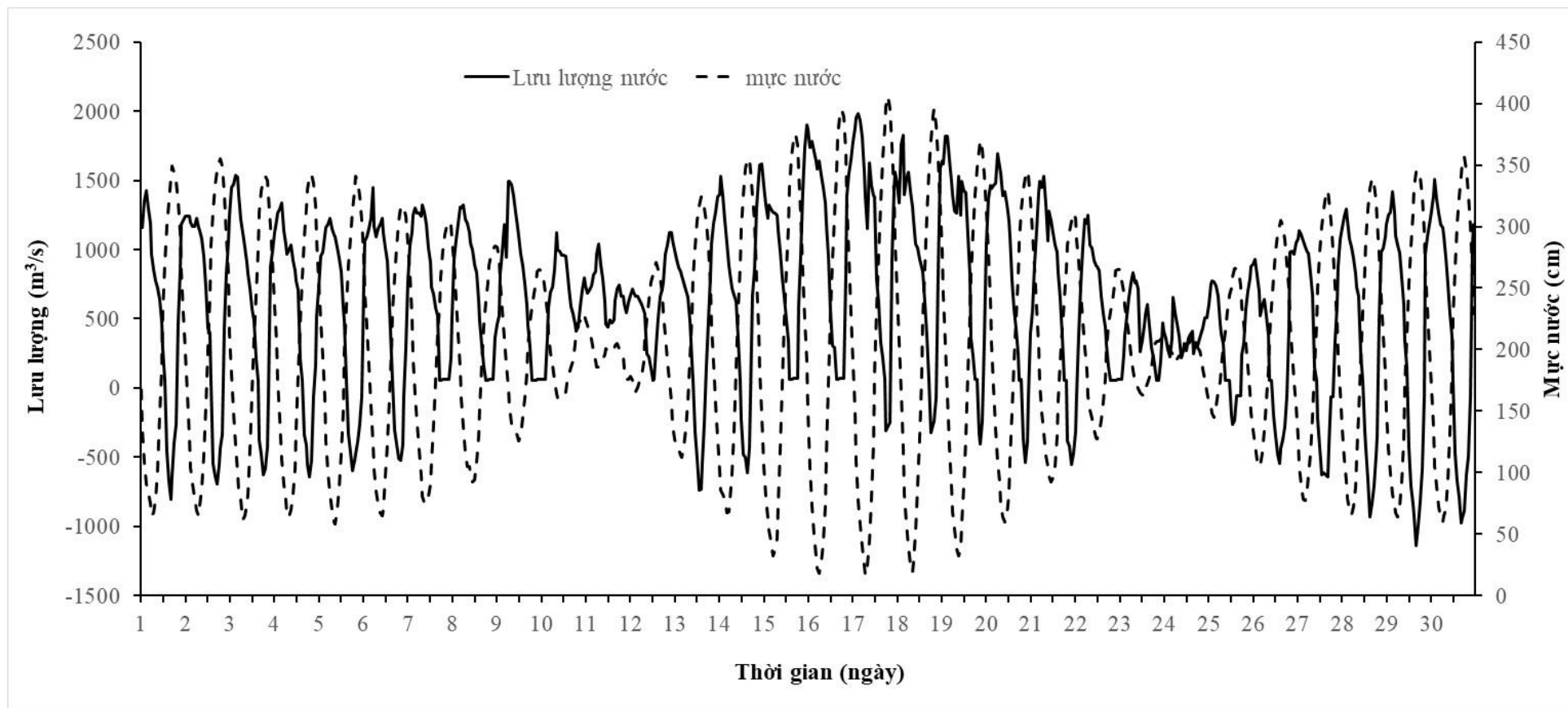
Hình 12. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 3 - 2022



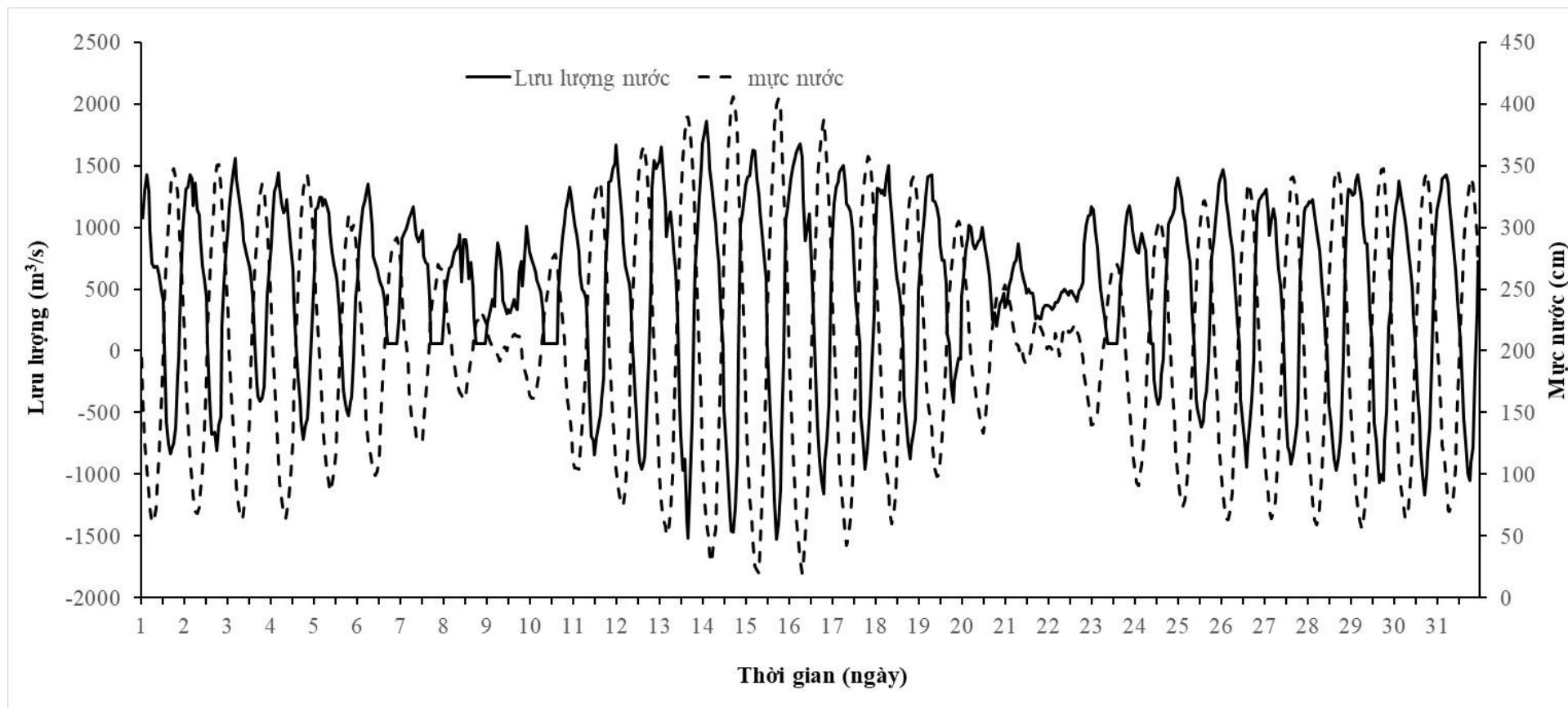
Hình 13. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 4 - 2022



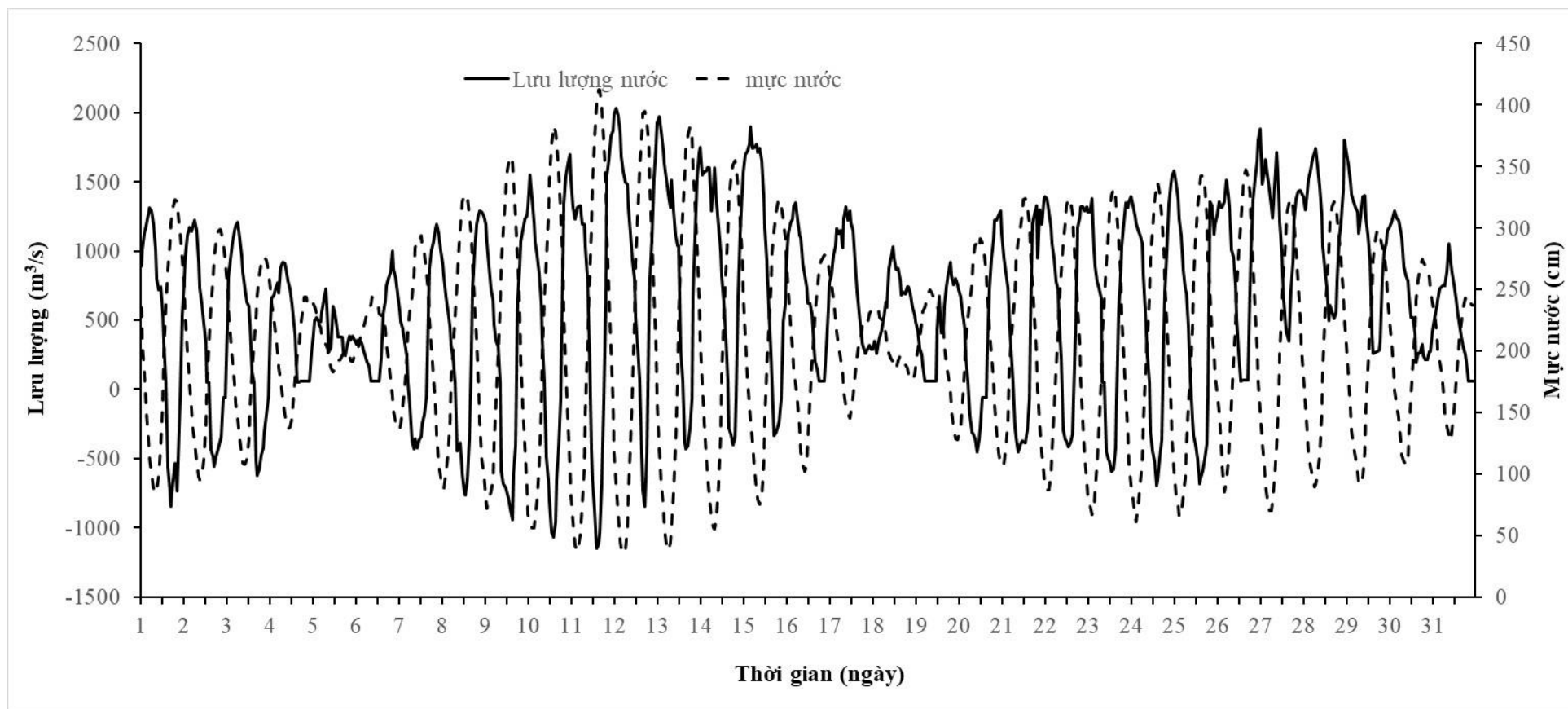
Hình 14. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 5 - 2022



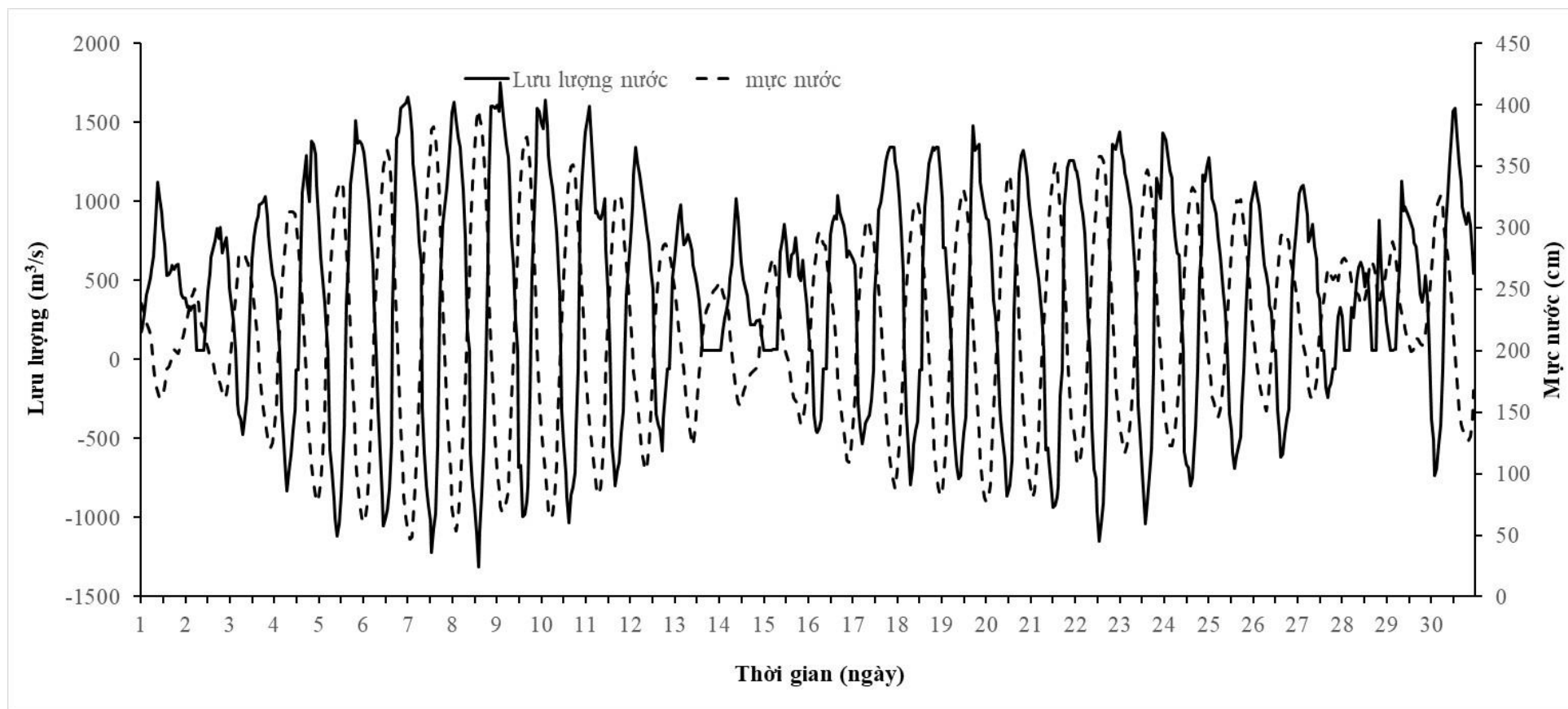
Hình 15. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 6 - 2022



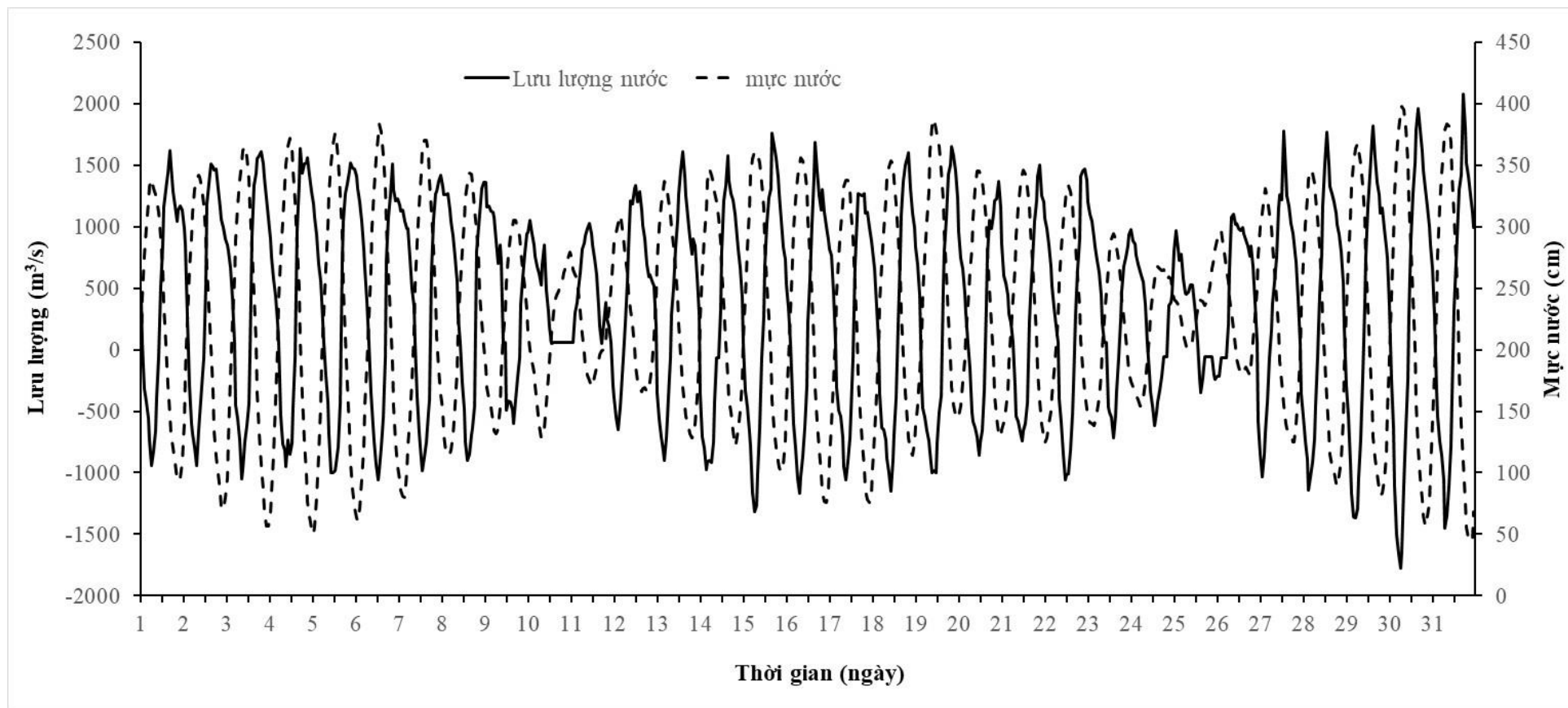
Hình 16. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 7 - 2022



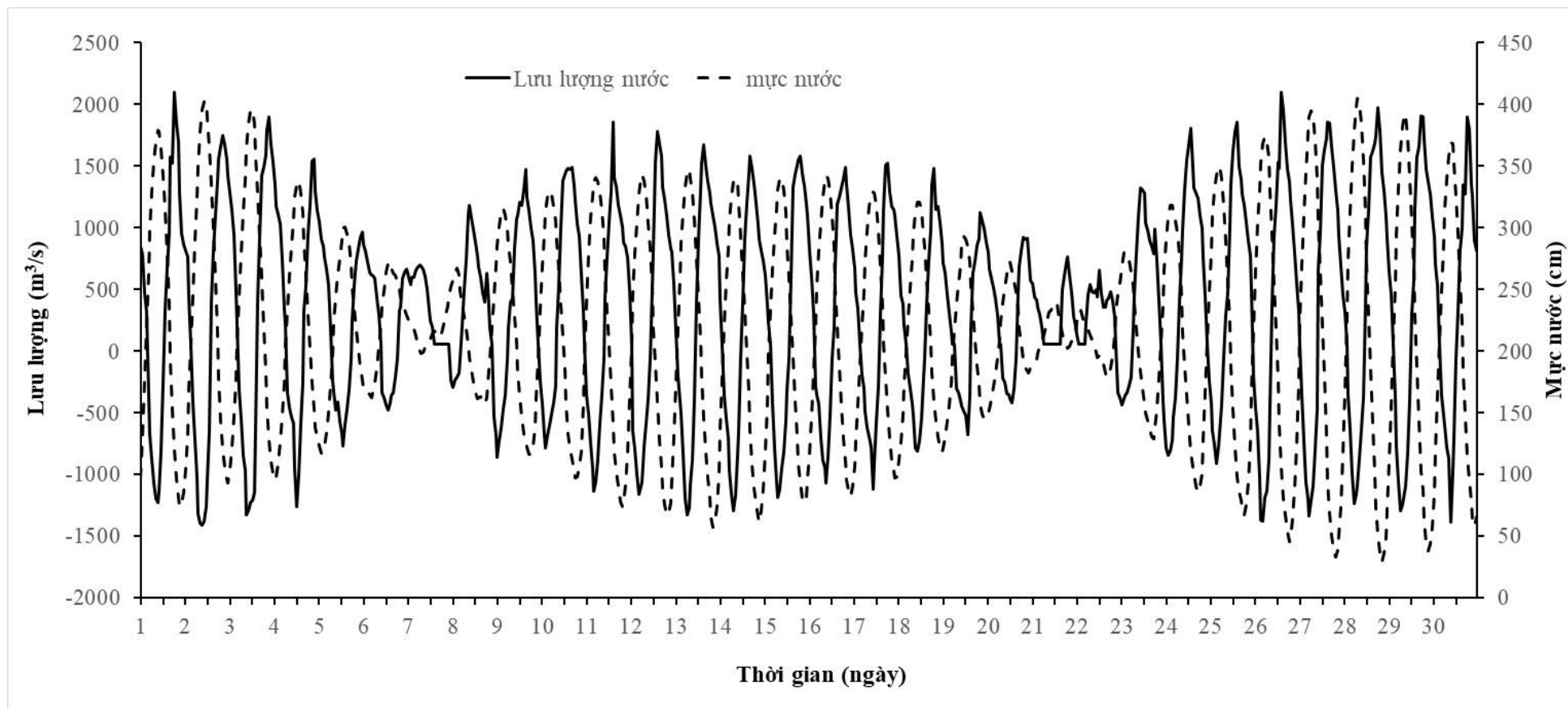
Hình 17. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 8 - 2022



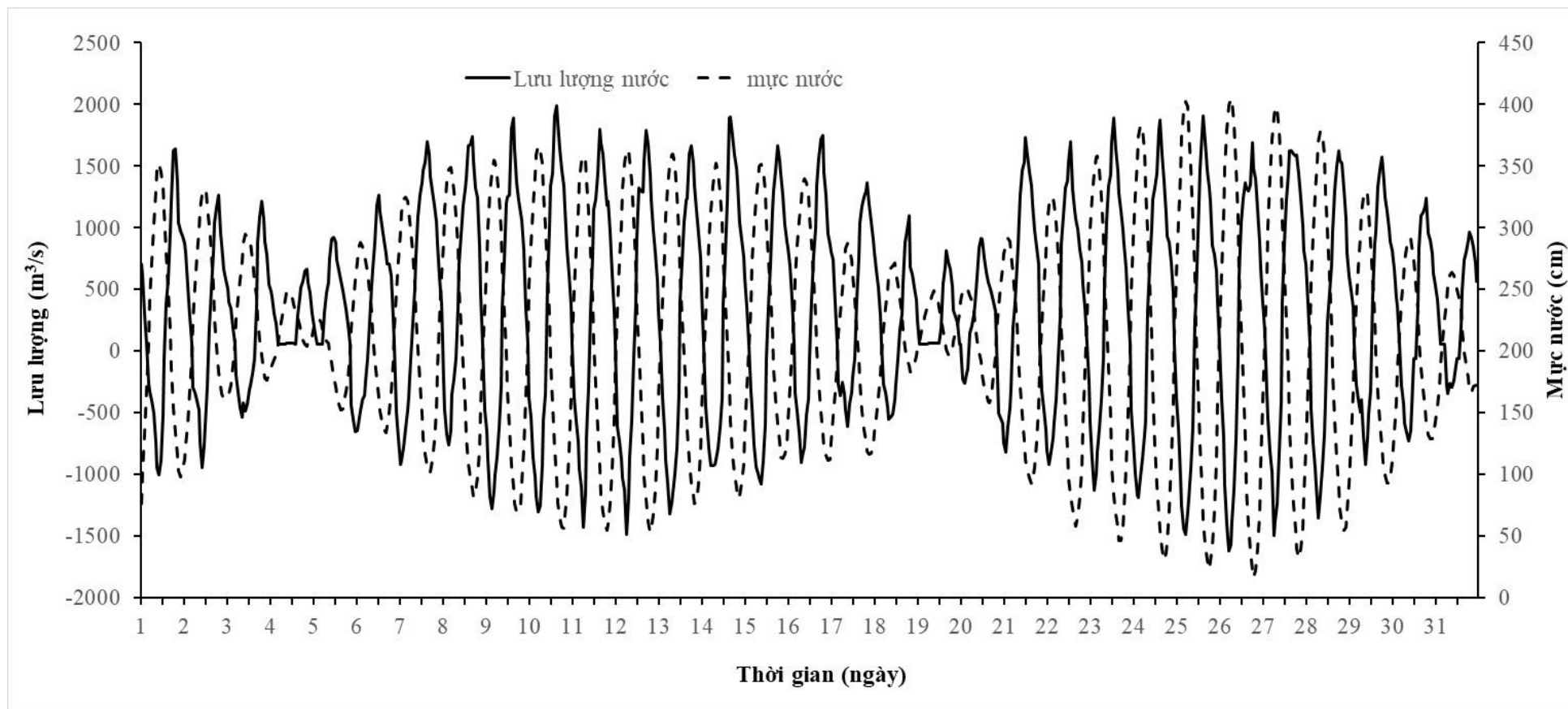
Hình 18. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 9 - 2022



Hình 19. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 10 - 2022



Hình 20. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cấm, tháng 11 - 2022

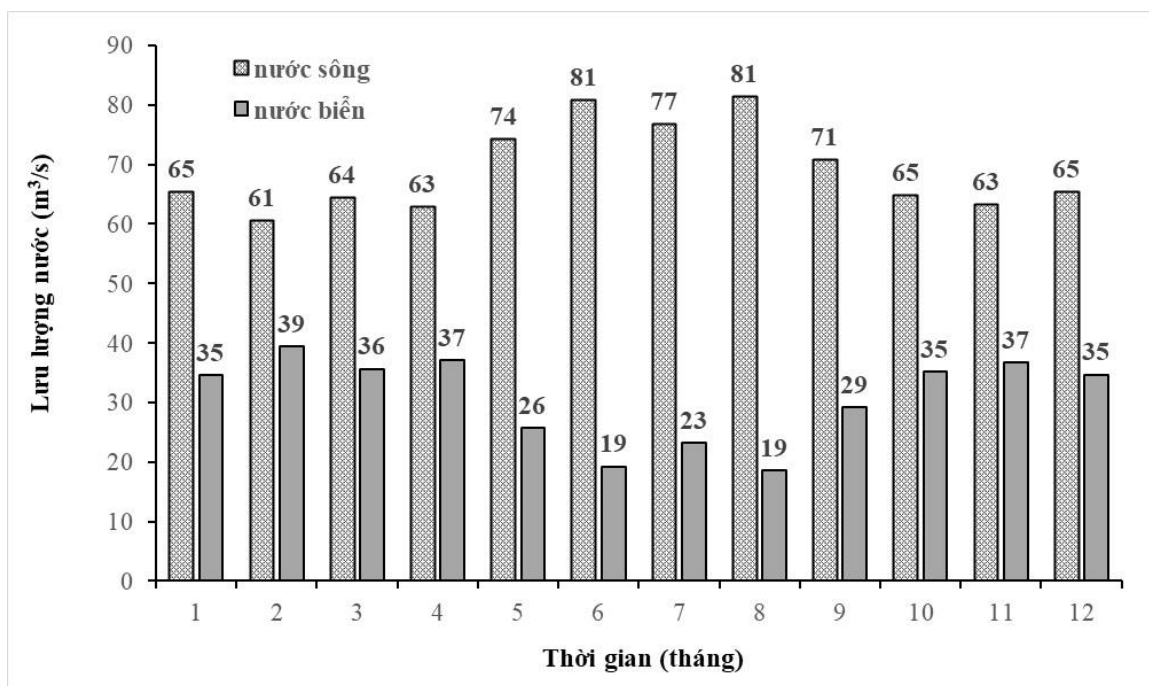


Hình 21. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Cẩm, tháng 12 - 2022

Những ảnh hưởng của thủy triều đến tài nguyên nước ở sông Cấm thể hiện rất rõ khi có sự thay đổi nguồn nước từ thượng nguồn về sông Cấm.

Trong tháng 1, vào mùa khô, lượng nước từ thượng lưu sông Hồng - Thái Bình về khu vực sông Cấm nhỏ. Vì vậy, ngoài thời gian nước sông đưa ra biển, còn có các thời điểm nước biển (độ muối lớn hơn 0‰) đi vào sâu sông Cấm (hình 10). Vai trò ảnh hưởng của thủy triều thể hiện rõ hơn khi những ngày vào kỳ triều cường, lưu lượng nước từ sông đưa ra cũng lớn hơn (có thể lên tới trên $2500\text{m}^3/\text{s}$), nguồn nước ngọt từ sông Cấm cũng dồi dào hơn so với những ngày trong kỳ triều kém. Ngược lại, sự xâm nhập của nước biển vào sông cũng diễn ra mạnh mẽ hơn vào những ngày của kỳ triều cường (lên đến trên $1500\text{m}^3/\text{s}$). Trong những ngày triều kém, biến động của lưu lượng nước sông Cấm khá nhỏ, chỉ dao động quanh khoảng giá trị dưới $1500\text{m}^3/\text{s}$ với nước sông chảy xuống và $500\text{m}^3/\text{s}$ với nước biển chảy vào (hình 10). Xu hướng tương tự tiếp tục xảy ra trong các tháng mùa khô tiếp theo là tháng 2, tháng 3, tháng 4 (hình 11, hình 12 và hình 13). Trong thời kỳ này, mặc dù lượng nước chảy xuống vẫn chiếm ưu thế với tổng thời gian xuất hiện nước sông khoảng 61- 65% tổng thời gian nhưng thời gian nước biển xâm nhập do thủy triều là cũng chiếm tới 35-39% (hình 22).

Vào đầu thời kỳ mùa mưa trong tháng 5, xu thế biến động của lưu lượng nước sông Cấm vẫn phụ thuộc chặt chẽ vào dao động của thủy triều và có phần giống như các tháng trong mùa khô. Tuy nhiên, chênh lệch giữa lưu lượng nước sông chảy xuống ($500\text{-}1700\text{m}^3/\text{s}$) với lưu lượng nước biển (do thủy triều) chảy vào trở lên lớn hơn (hình 14). Tổng thời gian nước sông chảy xuống ở trạm cửa Cấm cũng tăng lên đến 74%, trong khi thời gian nước biển do thủy triều xâm nhập vào giảm xuống còn 26% (hình 22).



Hình 22. Tỷ lệ % thời gian nước sông/biển tại trạm thủy văn cửa Cấm

Vào các tháng của mùa mưa (tháng 6 đến tháng 9), vai trò ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước của sông Cấm vẫn tiếp tục diễn ra với một số đặc điểm giống như trong mùa khô như lưu lượng nước lớn (cả chảy lên và xuống) vào kỳ triều cường, và nhỏ hơn trong những ngày triều kém. Tuy nhiên, sự chênh lệch giữa lưu lượng nước sông chảy xuống và nước biển chảy vào sông Cấm trở lên rõ rệt hơn (hình 15 đến hình 18). Trong thời kỳ này, tổng thời gian nước chảy xuống tăng lên 71 đến 81% tổng thời gian quan trắc. Ngược lại thời gian nước biển xâm nhập do thủy triều giảm xuống còn 19 đến 29% (hình 22).

Trong thời kỳ các tháng chuyển tiếp (tháng 10) và các tháng mùa khô (tháng 11, tháng 12), những ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước sông Cấm tiếp tục diễn ra với xu hướng giống như các tháng khác trong năm (hình 19 đến hình 21). Tuy nhiên, thời gian chảy xuống (nước sông) tiếp tục giảm (chỉ còn 63-65% tổng thời gian quan trắc), và thời gian nước biển đi vào tiếp tục xu hướng tăng trở lại (35-37% tổng thời gian của chuỗi số liệu), hình 22.

Tổng hợp của cả năm cho thấy, ảnh hưởng của thủy triều làm cho thời gian sử dụng được nguồn nước của sông Cấm (tại Cửa Cấm) chỉ là 70.6% và 29.4%

thời gian còn lại nước biển xâm nhập.

3.2.2. Ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn nước mặt sông Văn Úc

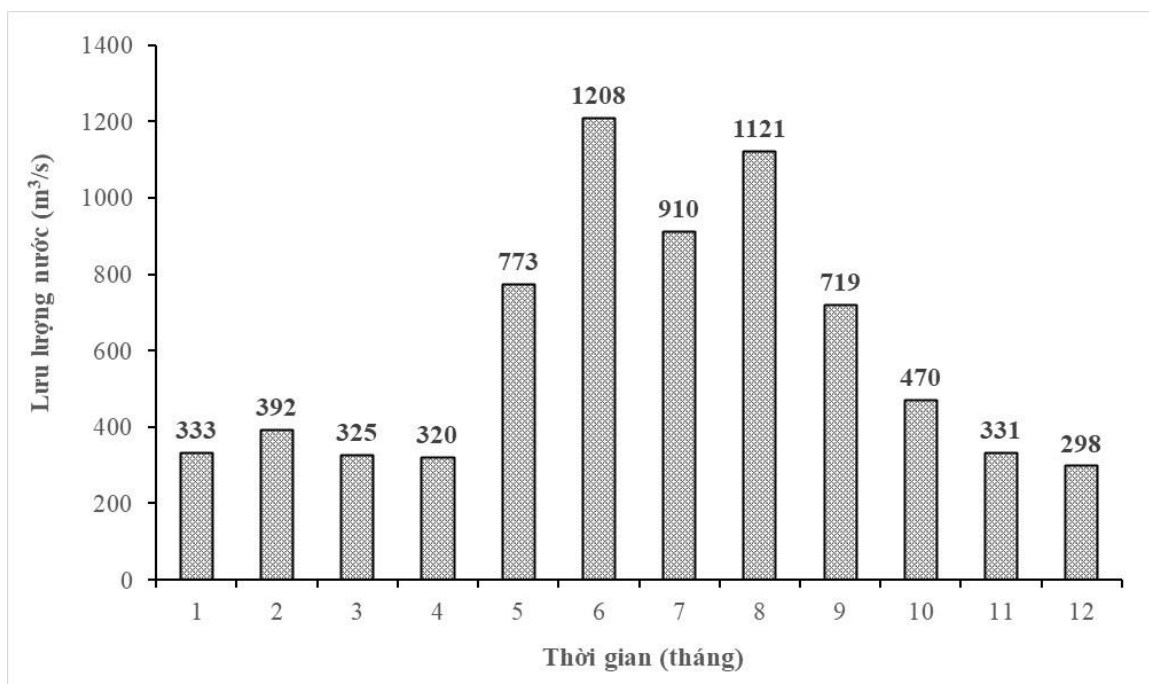
Biến động theo năm của lượng nước đưa xuống sông Văn Úc (qua trạm thủy văn Trung Trang) phụ thuộc nhiều vào nguồn nước cung cấp và đưa xuống từ thượng nguồn. Trong năm 2022, lưu lượng nước trung bình nhỏ nhất xảy ra vào tháng 4, với giá trị trung bình là $320\text{m}^3/\text{s}$. Lưu lượng nước trung bình sau đó tăng dần trong tháng 5 và đạt cực đại vào tháng 6 với giá trị là $1208\text{m}^3/\text{s}$. Đến tháng 7, lưu lượng nước giảm xuống còn $910\text{m}^3/\text{s}$. Vào tháng 8, lưu lượng nước qua sông Văn Úc đạt giá trị cực đại trở lại ($1121\text{m}^3/\text{s}$), sau đó giảm dần ở các tháng tiếp theo (hình 23).

Các kết quả phân tích biến động của lưu lượng nước qua trạm Trung Trang cho thấy lưu lượng nước sông Văn Úc phụ thuộc chặt chẽ vào dao động của mực nước của khu vực. Lưu lượng nước thường có giá trị lớn vào các thời điểm triều xuống, hoặc nước ròng. Ngược lại lưu lượng nước đạt giá trị nhỏ nhất hoặc giá trị âm (nước biển xâm nhập) khi triều lên hoặc thời điểm nước lớn.

Những ảnh hưởng của thủy triều đến tài nguyên nước ở sông Văn Úc thể hiện rất rõ khi có sự thay đổi nguồn nước từ thượng nguồn về sông Văn Úc.

Trong tháng 1, vào mùa khô, lượng nước từ thượng lưu sông Hồng -Thái Bình về khu vực sông Văn Úc nhỏ. Vì vậy, ngoài thời gian nước sông đưa ra biển, còn có các thời điểm nước biển (độ muối lớn hơn 0‰) đi vào sâu sông Văn Úc (hình 24). Vai trò ảnh hưởng của thủy triều thể hiện rõ hơn khi những ngày vào kỳ triều cường, lưu lượng nước từ sông đưa ra cũng lớn hơn (có thể lên tới trên $2000\text{m}^3/\text{s}$), nguồn nước ngọt từ sông Văn Úc cũng dồi dào hơn so với những ngày trong kỳ triều kém. Ngược lại, sự xâm nhập của nước biển vào sông cũng diễn ra mạnh mẽ hơn vào những ngày của kỳ triều cường (lên đến trên $2000\text{m}^3/\text{s}$). Trong những ngày triều kém, biến động của lưu lượng nước sông Văn Úc khá nhỏ, chỉ dao động quanh khoảng giá trị trên $2000\text{m}^3/\text{s}$ với nước sông

chảy xuống và dưới $2000\text{m}^3/\text{s}$ với nước biển chảy vào (hình 24). Xu hướng tương tự tiếp tục xảy ra trong các tháng mùa khô tiếp theo là tháng 2, tháng 3, tháng 4 (hình 25, hình 26 và hình 27). Trong thời kỳ này, mặc dù lượng nước chảy xuống vẫn chiếm ưu thế với tổng thời gian xuất hiện nước sông khoảng 58-62% tổng thời gian nhưng thời gian nước biển xâm nhập do thủy triều là cũng chiếm tới 39-42% (hình 36).



Hình 23. Lưu lượng nước trung bình các tháng năm 2022 tại sông Văn Úc

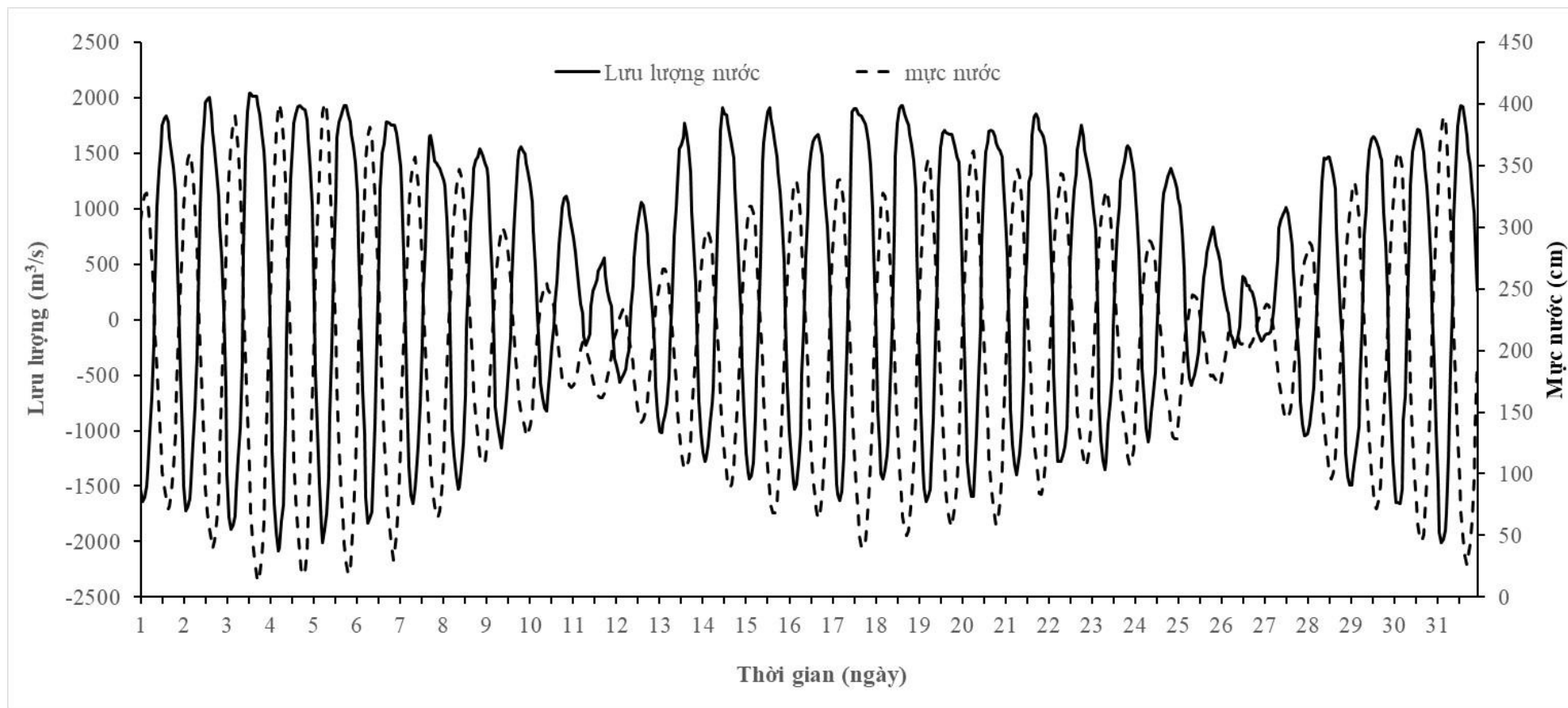
Vào đầu thời kỳ mùa mưa trong tháng 5, xu thế biến động của lưu lượng nước sông Văn Úc vẫn phụ thuộc chặt chẽ vào dao động của thủy triều và có phần giống như các tháng trong mùa khô. Tuy nhiên, chênh lệch giữa lưu lượng nước sông chảy xuống ($500\text{-}2000\text{m}^3/\text{s}$) với lưu lượng nước biển (do thủy triều) chảy vào trở lên lớn hơn (hình 28). Tổng thời gian nước sông chảy xuống ở trạm Trung Trang cũng tăng lên đến 74%, trong khi thời gian nước biển do thủy triều xâm nhập vào giảm xuống còn 26% (hình 36).

Vào các tháng của mùa mưa (tháng 6 đến tháng 9), vai trò ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước của sông Văn Úc vẫn tiếp tục diễn ra với một số đặc điểm giống như trong mùa khô như lưu lượng nước lớn (cả chảy lên và xuống)

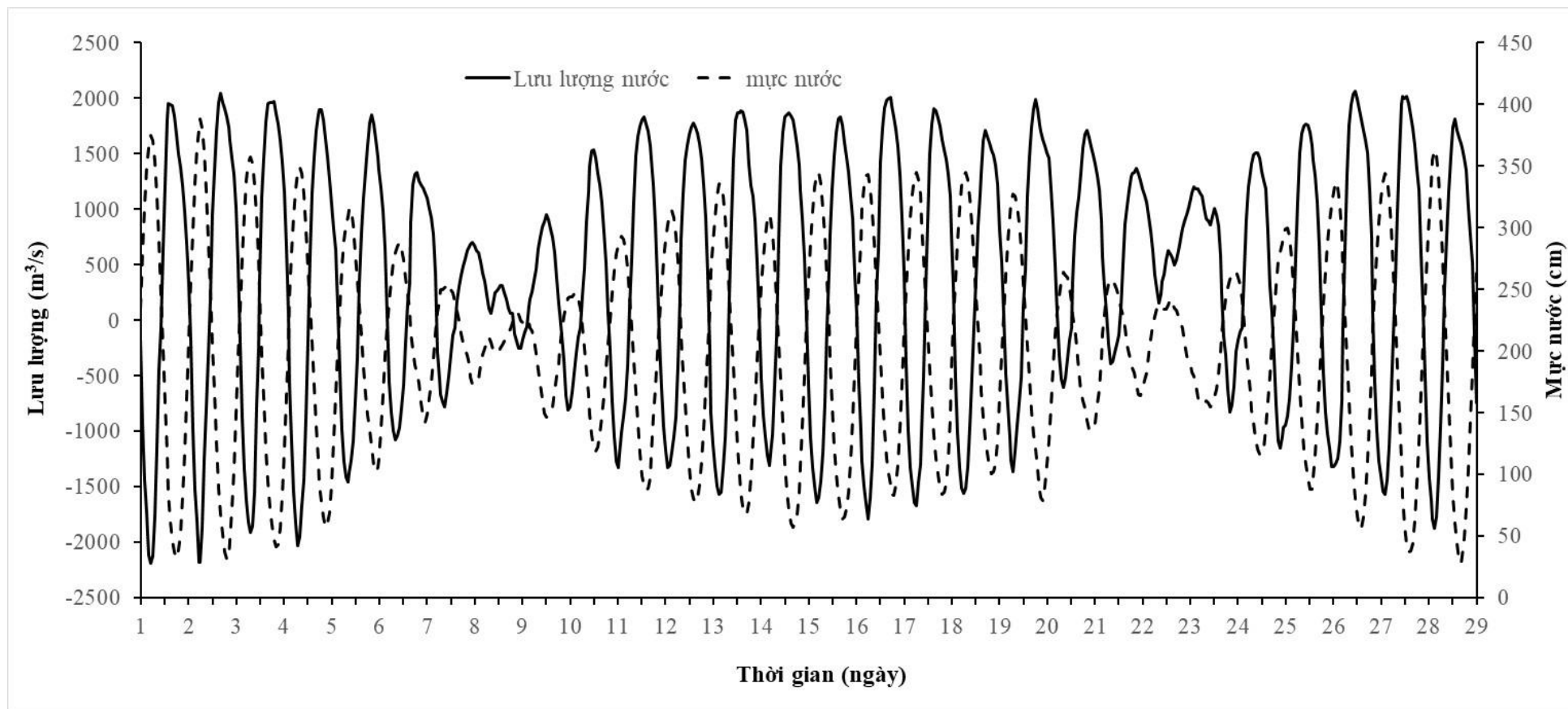
vào kỳ triều cường, và nhỏ hơn trong những ngày triều kém. Tuy nhiên, sự chênh lệch giữa lưu lượng nước sông chảy xuống và nước biển chảy vào sông Văn Úc trở lên rõ rệt hơn (hình 29 đến hình 32). Trong thời kỳ này, tổng thời gian nước chảy xuống tăng lên 72 đến 86% tổng thời gian quan trắc. Ngược lại thời gian nước biển xâm nhập do thủy triều giảm xuống còn 14 đến 28% (hình 36).

Trong thời kỳ các tháng chuyển tiếp (tháng 10) và các tháng mùa khô (tháng 11, tháng 12), những ảnh hưởng của thủy triều đến nguồn nước sông Cấm tiếp tục diễn ra với xu hướng giống như các tháng khác trong năm (hình 33 đến hình 35). Tuy nhiên, thời gian chảy xuống (nước sông) tiếp tục giảm (chỉ còn 59-64% tổng thời gian quan trắc), và thời gian nước biển đi vào tiếp tục xu hướng tăng trở lại (36 - 41% tổng thời gian của chuỗi số liệu), hình 36.

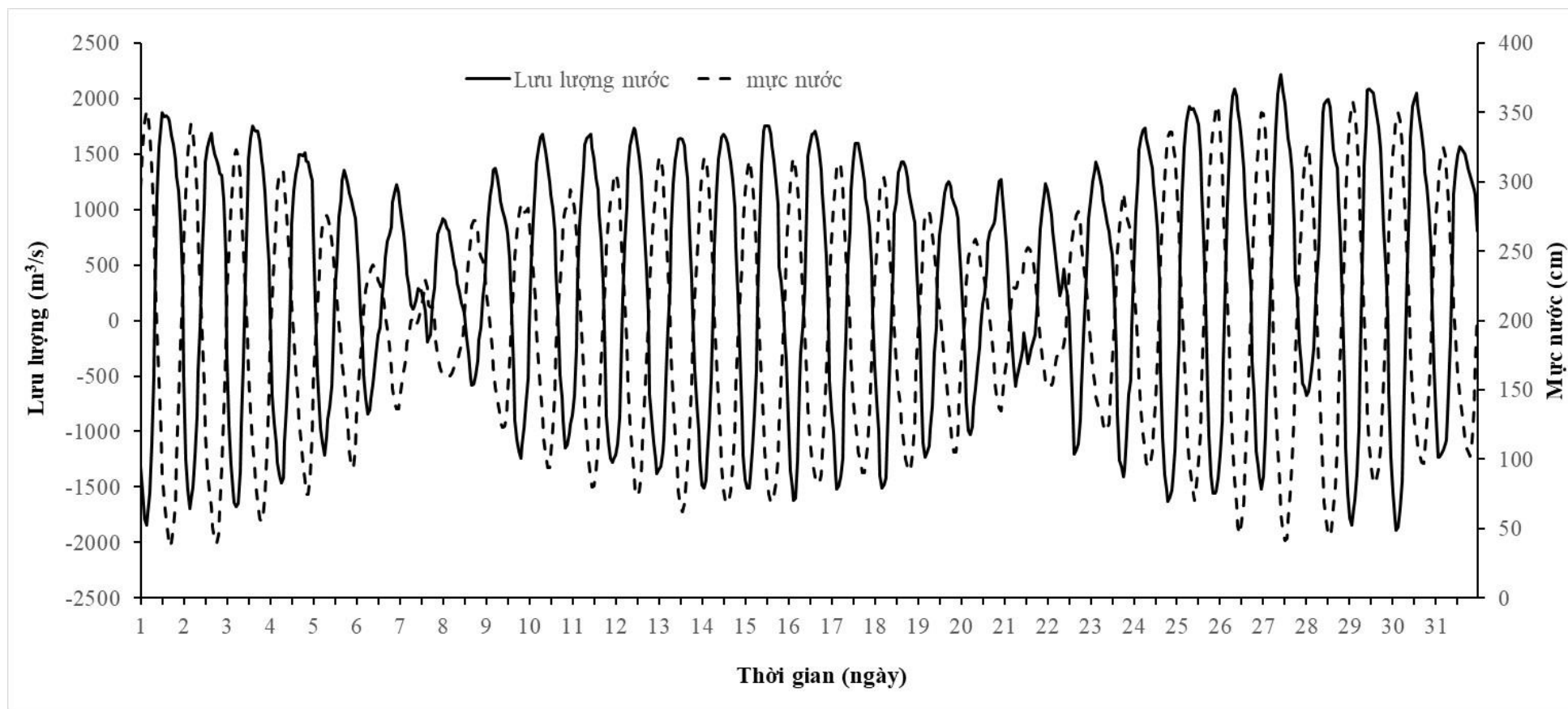
Tổng hợp của cả năm cho thấy, ảnh hưởng của thủy triều làm cho thời gian sử dụng được nguồn nước của sông Cấm (tại Cửa Cấm) chỉ là 69.6% và 30.4% thời gian còn lại nước biển xâm nhập, không thể sử dụng nguồn nước này cho các hoạt động KTXH khác.



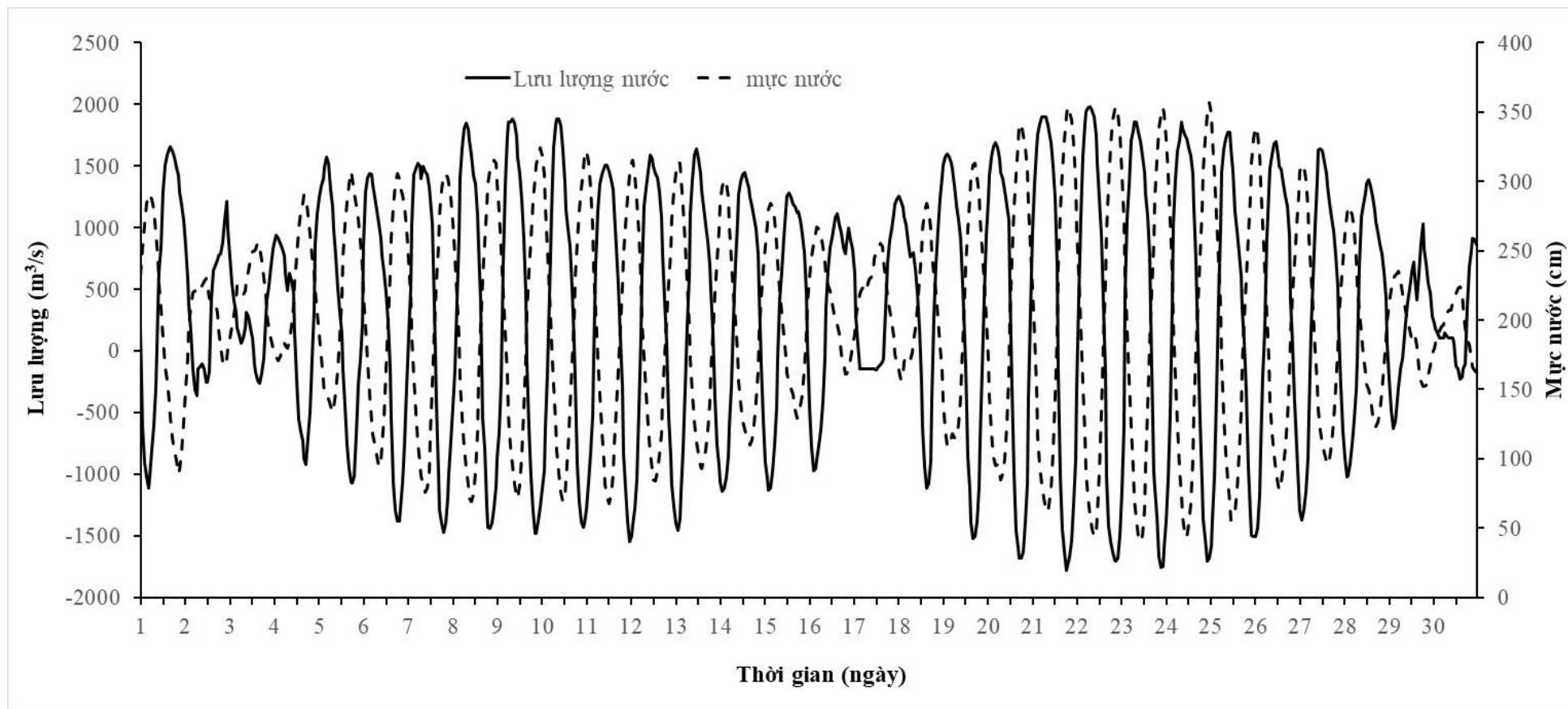
Hình 24. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 1-2022



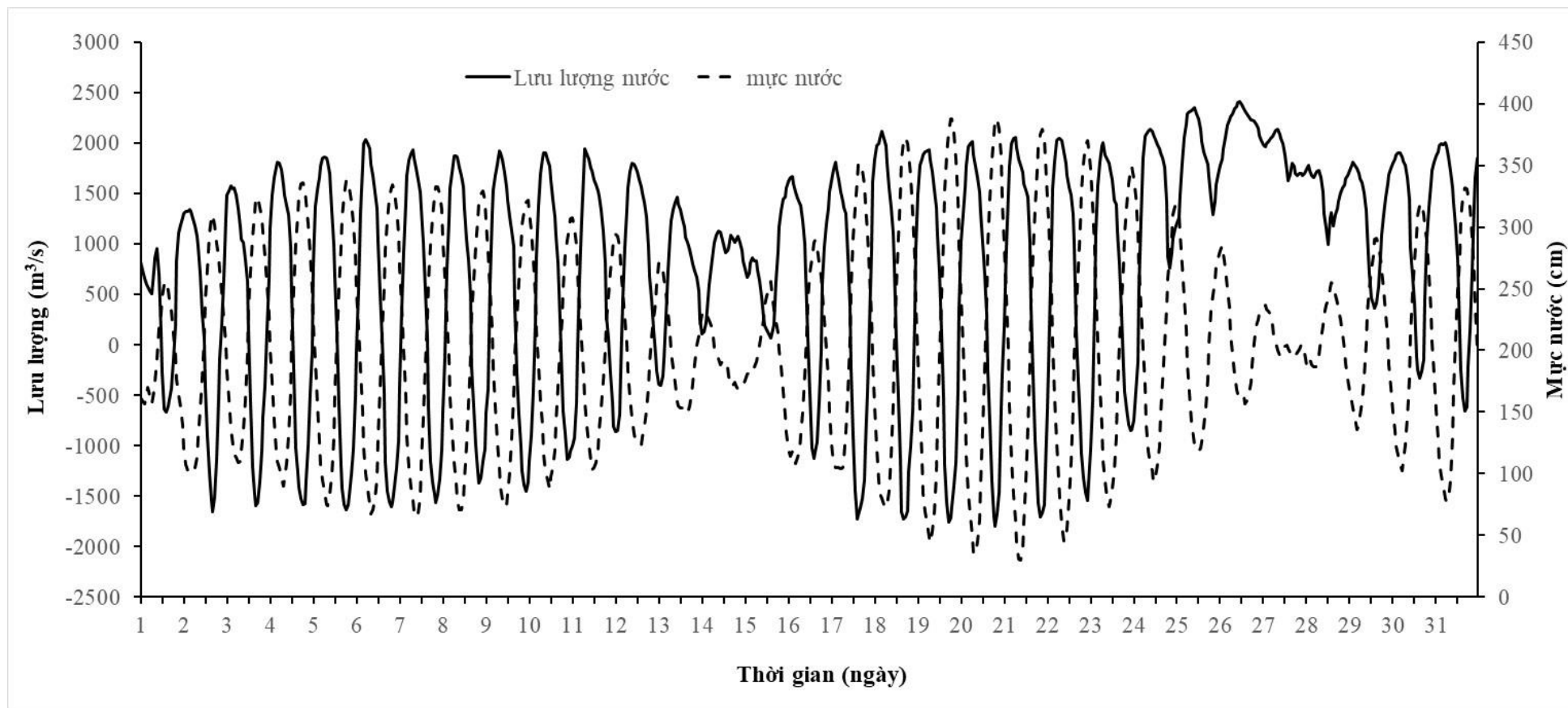
Hình 25. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 2-2022



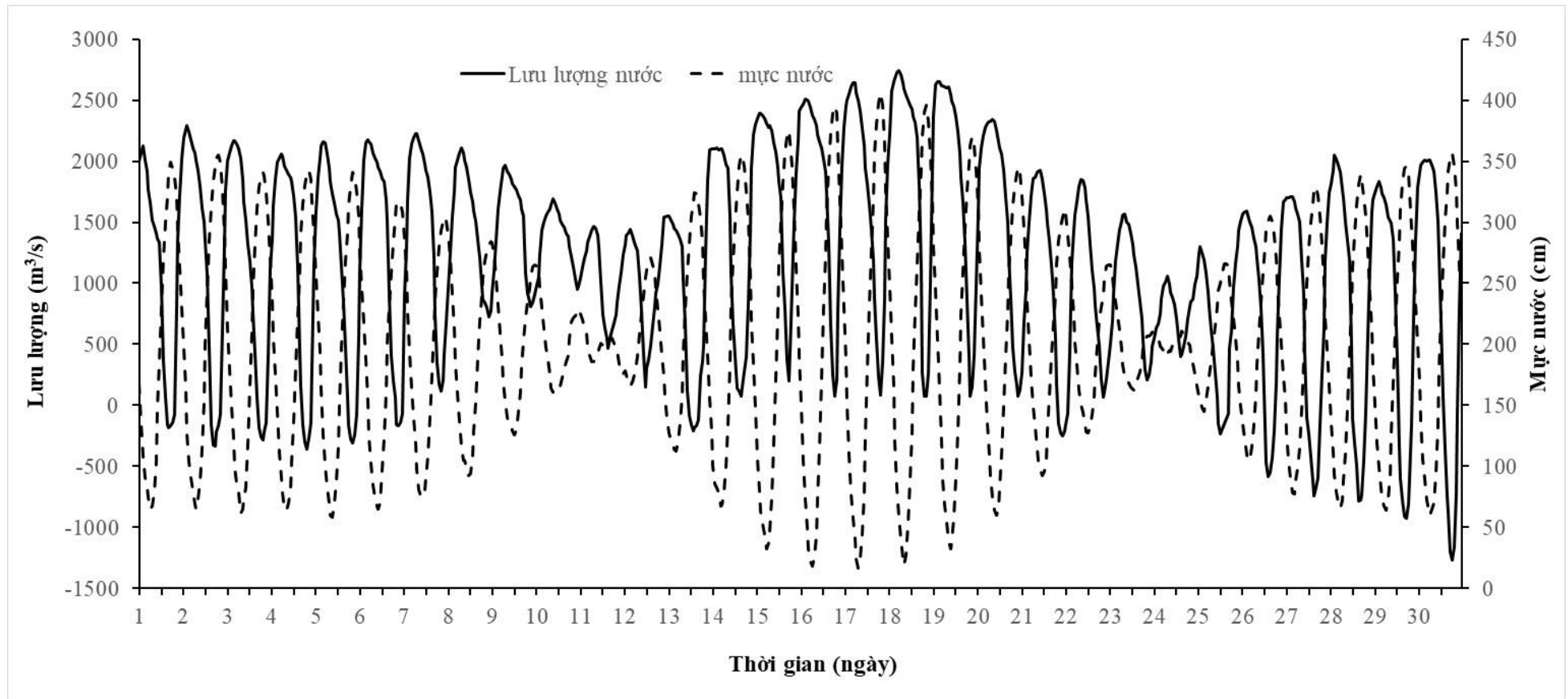
Hình 26. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 3-2022



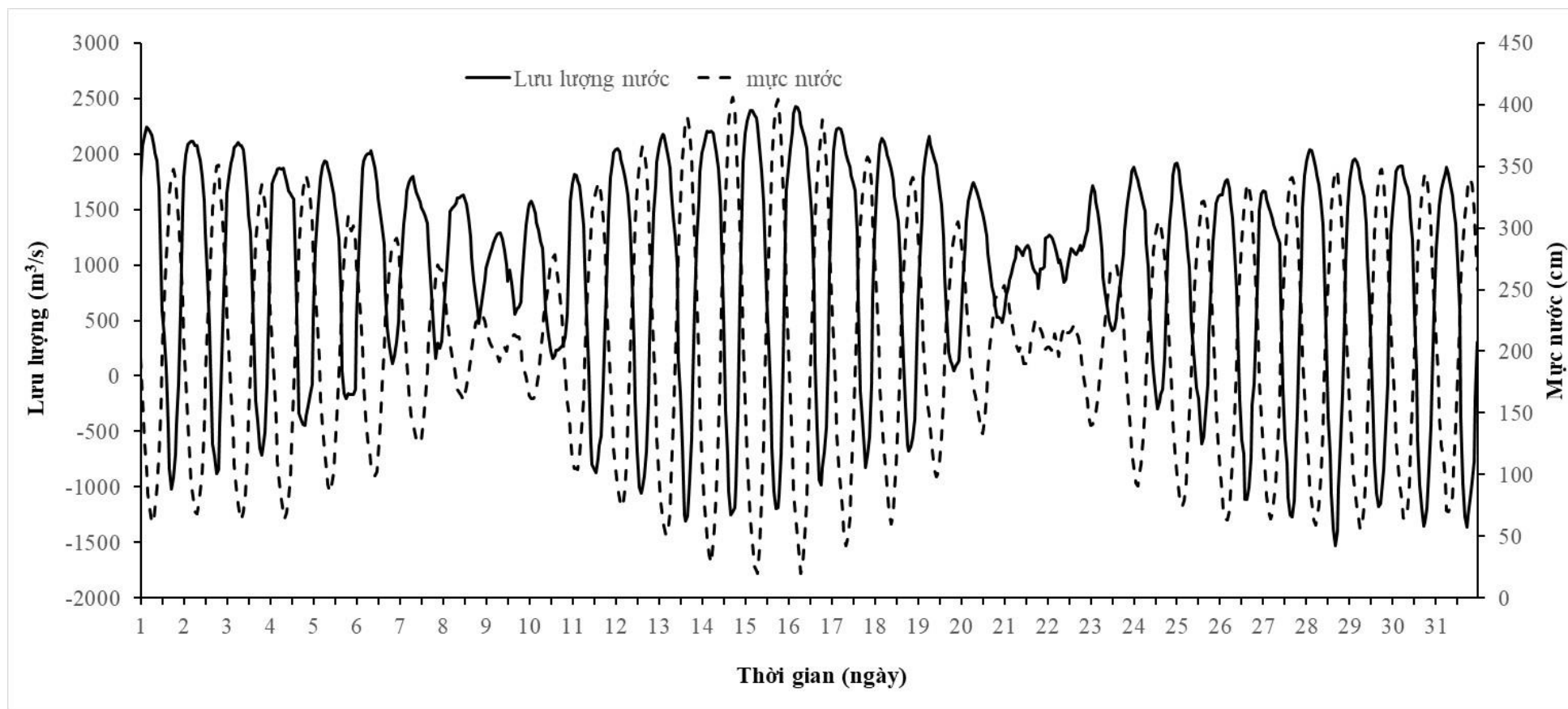
Hình 27. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 4-2022



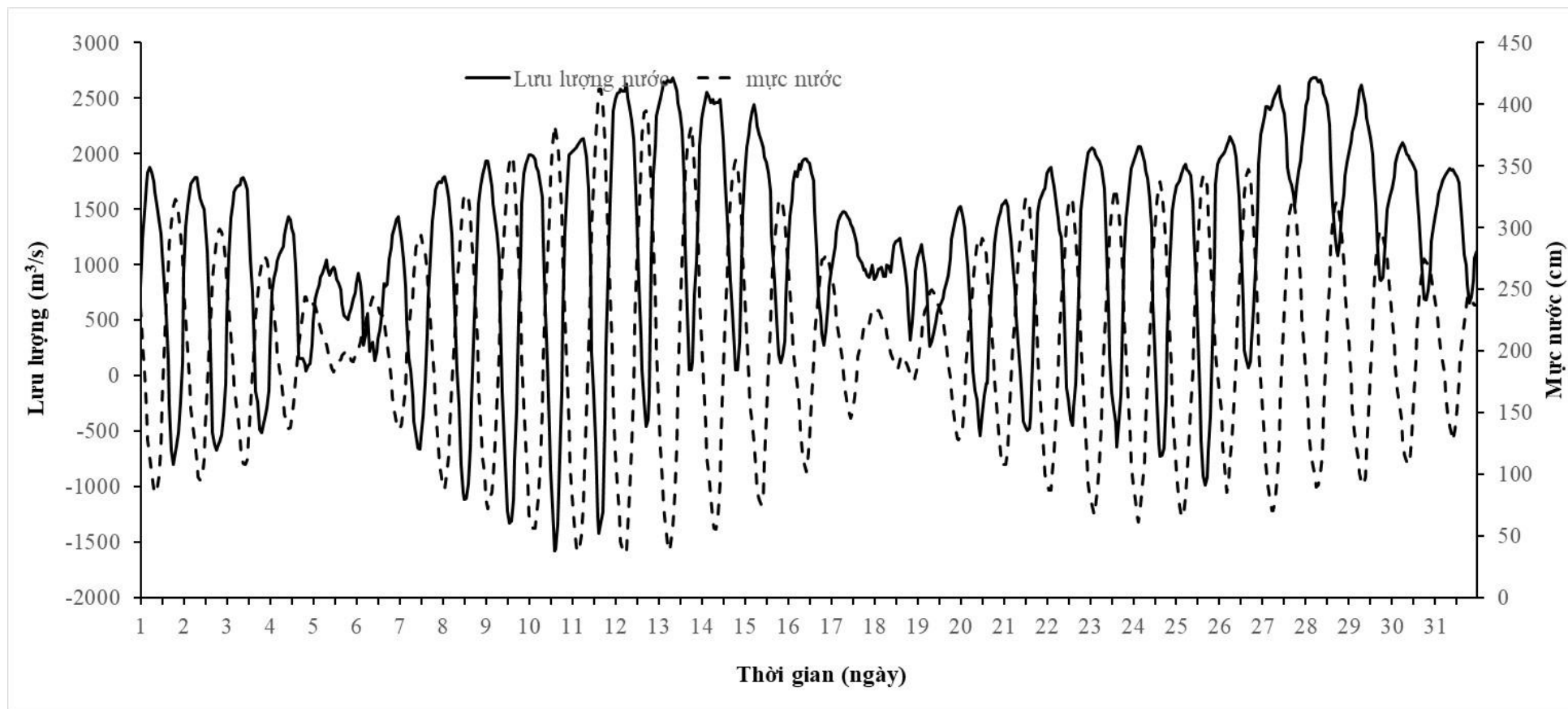
Hình 28. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 5-2022



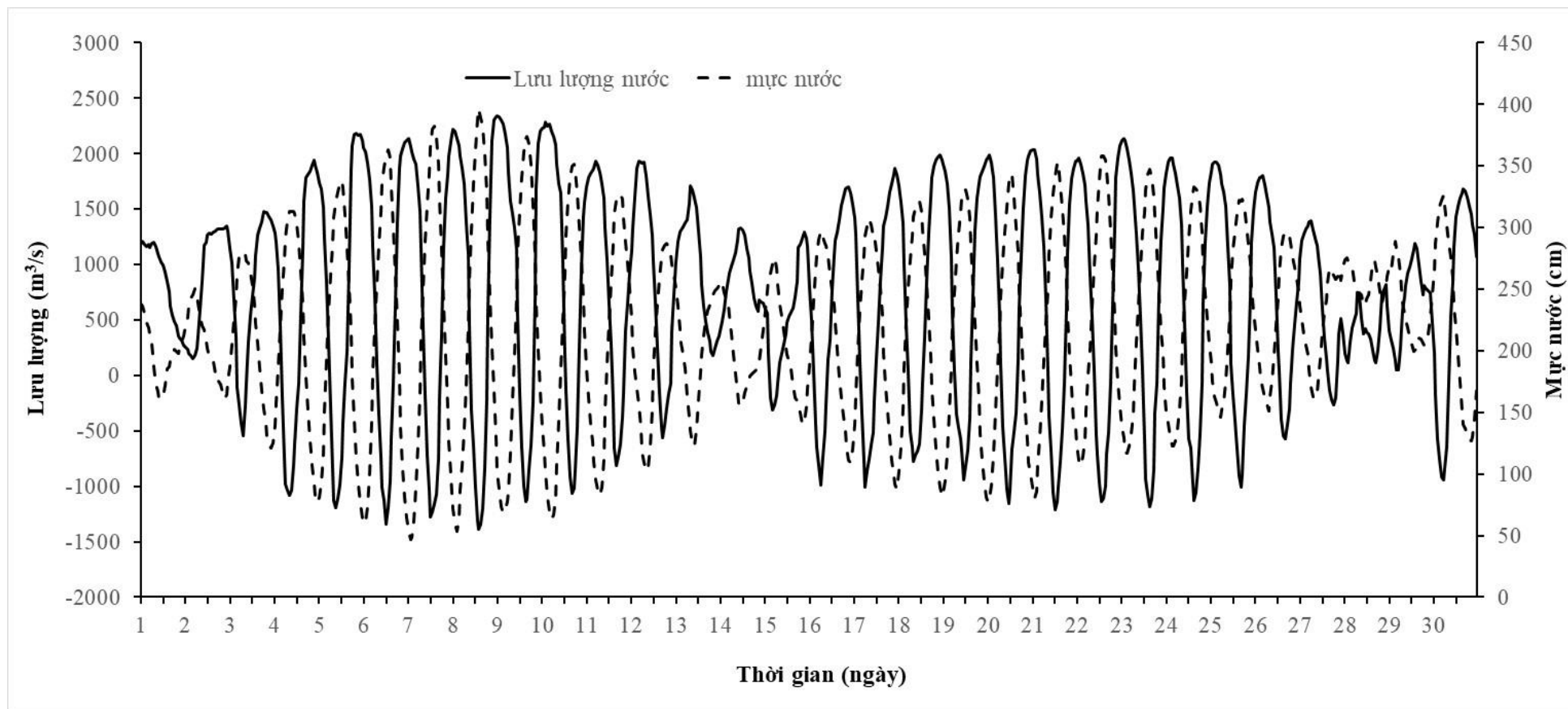
Hình 29. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 6-2022



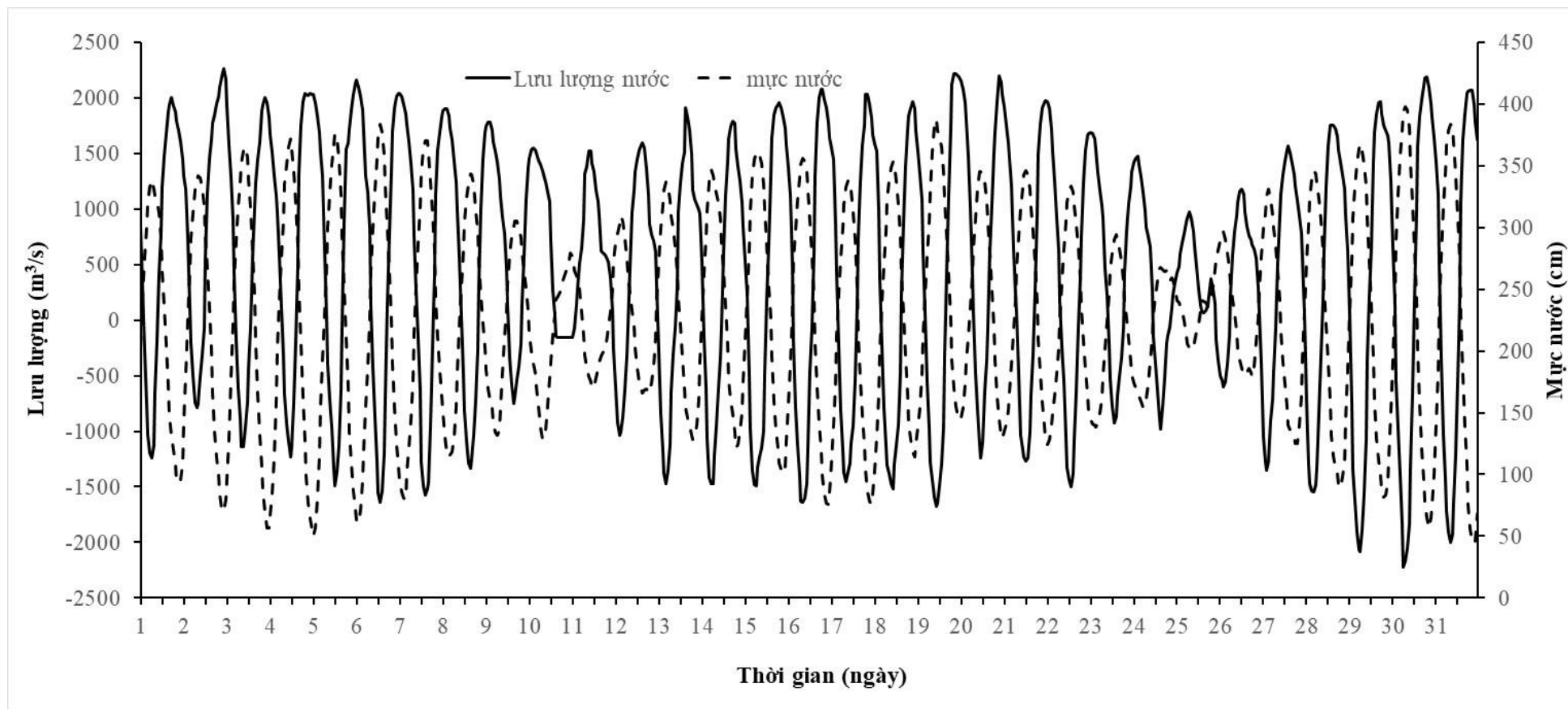
Hình 30. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 7-2022



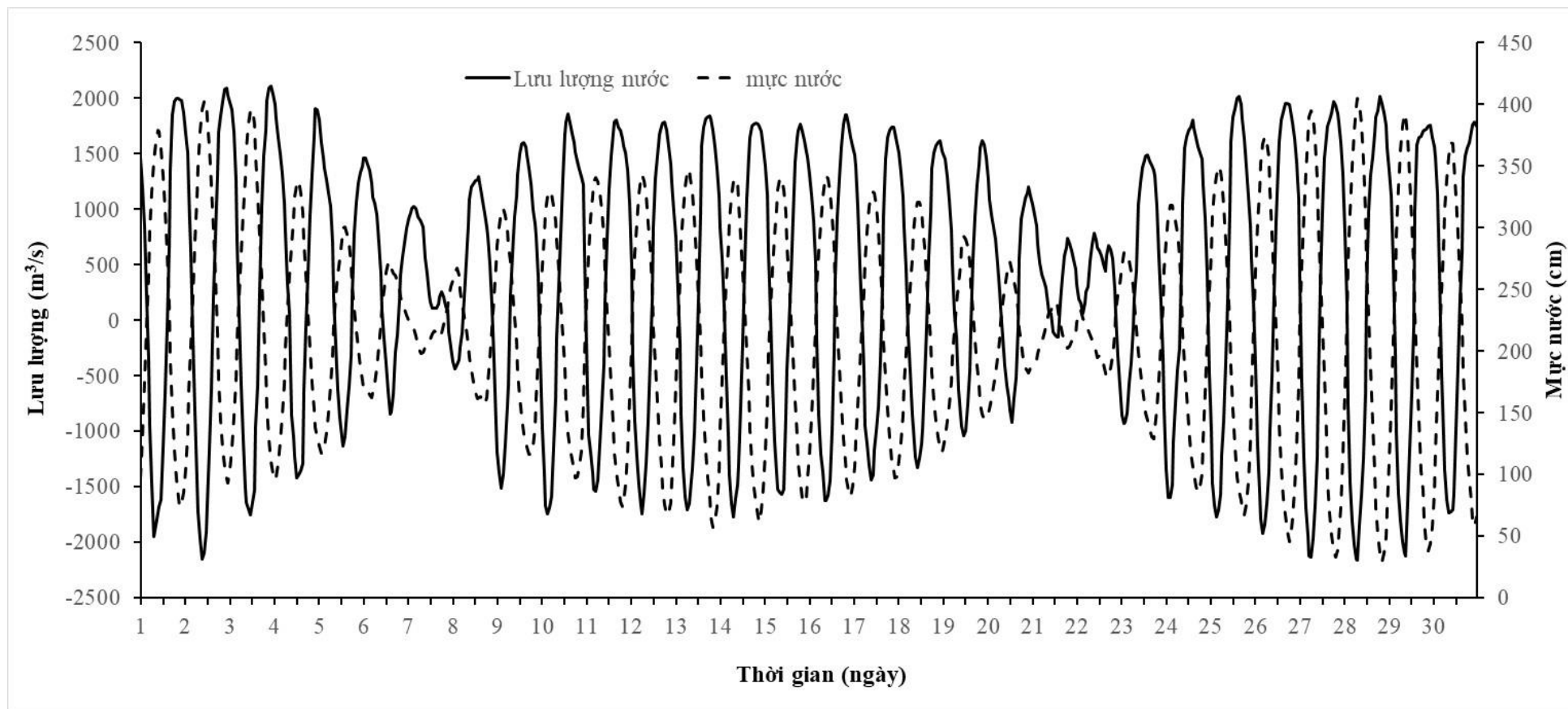
Hình 31. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 8-2022



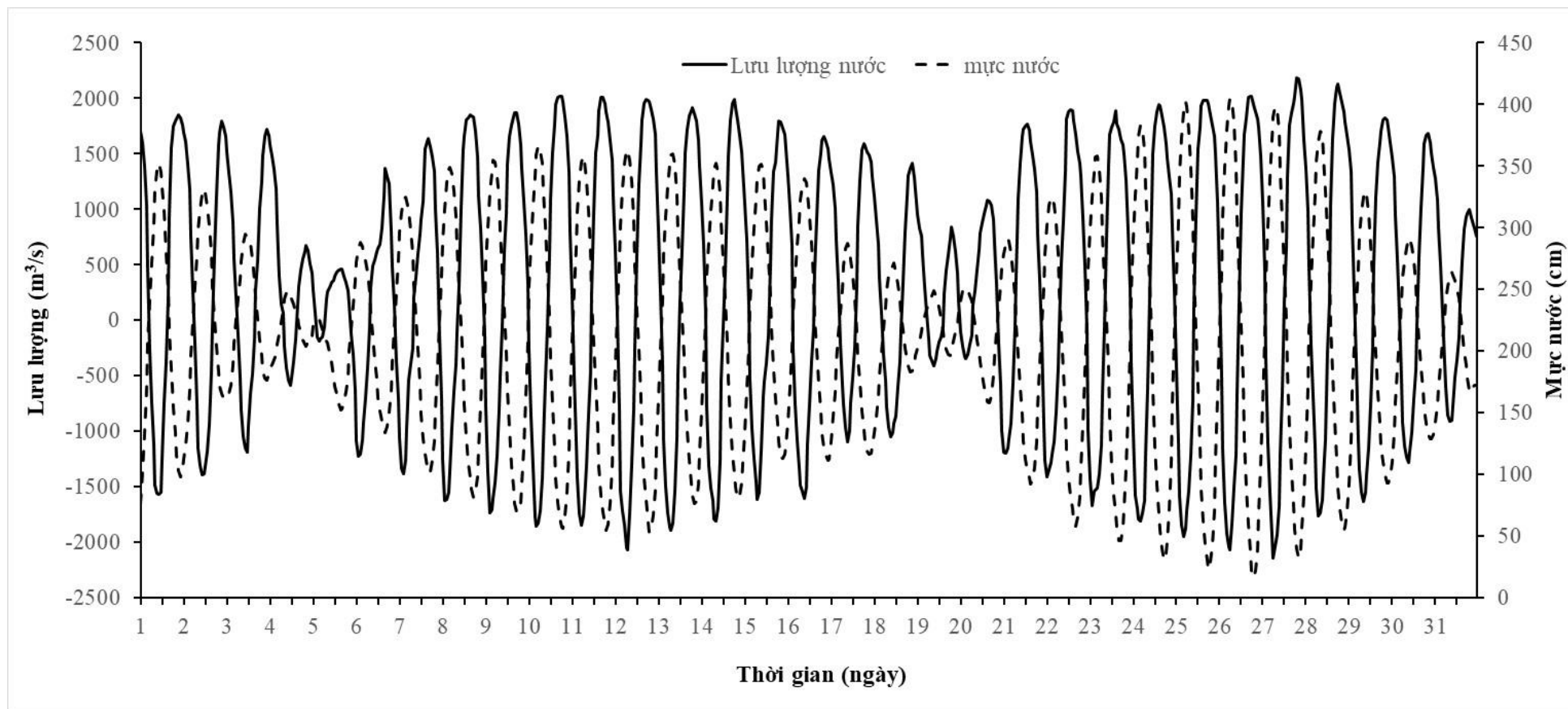
Hình 32. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 9-2022



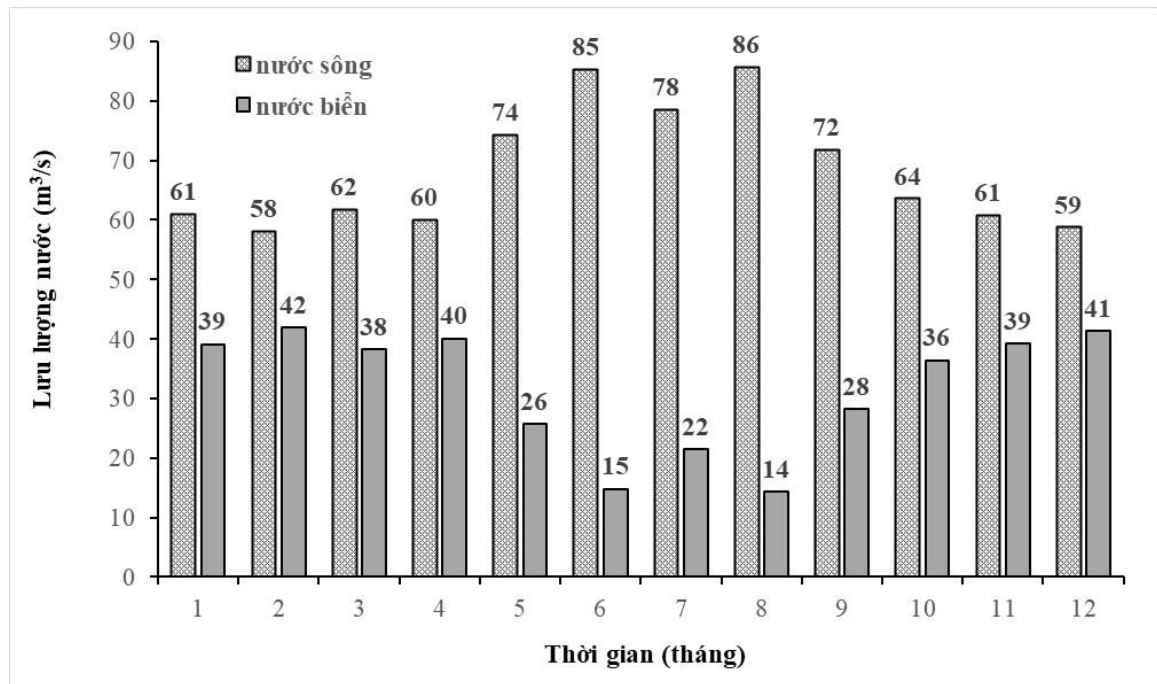
Hình 33. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 10-2022



Hình 34. Quan hệ giữa mức nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 11-2022



Hình 35. Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước tại sông Văn Úc, tháng 12-2022



Hình 36. Tỷ lệ % thời gian nước sông/biển tại trạm thủy văn Trung Trang

KẾT LUẬN

Dựa trên các số liệu đo đạc lưu lượng nước ở sông Cấm và sông Văn Úc (Hải Phòng) và mực nước thủy tại trạm hải văn Hòn Dấu, ảnh hưởng của thủy triều đến biến động nguồn tài nguyên nước mặt khu vực Hải Phòng đã được phân tích đánh giá dựa trên phương pháp phân tích thống kê. Các kết quả nghiên cứu trong khoá luận này cho thấy nguồn nước mặt hàng năm ở Hải Phòng khá dồi dào, chỉ riêng sông Cấm và sông Văn Úc trong giai đoạn 2001-2022 lần lượt là 13.7 và 17.7 tỷ m³. Tuy nhiên nguồn nước mặt các sông này phân bố không đều, khá lớn vào mùa mưa và rất nhỏ trong các tháng mùa khô.

Bên cạnh sự phụ thuộc vào nguồn nước từ thượng lưu đưa xuống, các nguồn nước mặt khu vực Hải Phòng phụ thuộc rất chặt chẽ vào dao động của mực nước thủy triều. Ở quy mô thời gian ngắn, nguồn nước từ sông đưa ra đạt cực đại vào pha triều xuống và giảm dần khi thủy triều tăng lên. Ngược lại, vào một số thời điểm, trong pha triều lên (hoặc nước lớn), nguồn nước mặt của sông Cấm và Văn Úc suy giảm mạnh, thậm chí bị nước biển xâm nhập.

Biến thiên của nguồn nước mặt ở sông Cấm và Văn Úc lớn hơn vào những ngày triều cường (lưu lượng nước lớn nhất có thể lên tới 1500-2000m³/s). Tuy nhiên cũng trong những ngày triều cường, nước biển xâm nhập sâu vào các sông Cấm và Văn Úc, dẫn đến nguồn nước sông bị suy giảm và cạn kiệt ở một số thời điểm. Ngược lại, vào những ngày triều kém, nguồn nước sông ra biển nhỏ nhưng nước biển xâm nhập vào các sông này cũng nhỏ theo.

Do ảnh hưởng của thủy triều, trong mùa khô, thời gian nguồn nước sông có thể sử dụng, khai thác được chỉ chiếm khoảng 61-65% (sông Cấm) và 58-64% (sông Văn Úc), còn lại là thời gian nước biển xâm nhập. Vào mùa mưa, khi lượng nước từ thượng nguồn đưa xuống tăng lên, tổng thời gian có thể sử dụng được nguồn nước ngọt từ lục địa tăng lên 71-81% (đối với sông Cấm) và 72-84% (sông Văn Úc). Tổng hợp của cả năm cho thấy, ảnh hưởng của thủy triều làm cho thời gian sử dụng được nguồn nước của sông Cấm (tại Cửa Cấm) chỉ là 70.6% và sông Văn Úc tại (Trung Trang) là 69.6%.

Phương pháp phân tích thống kê đã được sử dụng trong nghiên cứu này và đưa ra các kết quả có ý nghĩa cả về khoa học và thực tiễn. Tuy nhiên do hạn chế về thời gian, ảnh hưởng của các yếu tố động lực khác (như dòng chảy, sóng,..) và điều kiện thời tiết cực đoan đến nguồn nước mặt sông Cẩm và Văn Úc vẫn chưa được xét đến. Những hạn chế này cần được khắc phục trong những nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Christensen, F.D., 2006. Coupling between the river basin management model (MIKE BASIN) and the 3D hydrological model (MIKE SHE) with the use of open MI System. DHI water and Environment, Denmark.
2. Conradt, T., Kaltofen, M., Hentschel, M., Hattermann, F. F. and Wechsung, F. (2007). Impacts of global change on water-related sectors and society in a trans-boundary central European river basin – Part 2: from eco-hydrology to water demand management. *Adv. Geosci.*, 11, 93–99.
3. Fankhauser, S., 1995. Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse. Earthscan, London
4. Farrokhzadeh, S.; Hashemi Monfared, S.A.; Azizyan, G.; Sardar Shahraki, A.; Ertsen, M.W.; Abraham, E. Sustainable Water Resources Management in an Arid Area Using a Coupled Optimization-Simulation Modeling. *Water* **2020**, *12*, 885. <https://doi.org/10.3390/w12030885>
5. Hurd, B., Harrod, M., 2001. Water resources: economic analysis. In: Mendelsohn, Robert (Ed.), *Global Warming and the American Economy*. Edward Elgar, Cheltenham, UK, pp. 106–131
6. Hurd, Brian, Callaway, Mac, Smith, Joel B., Kirshen, Paul, 1999. Economic effects of climate change on U.S. water resources. In: Mendelsohn, Robert, Neumann, James E. (Eds.), *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press, New York, pp. 133–176.
7. Hurd, Brian, Callaway, Mac, Smith, Joel B., Kirshen, Paul, 2004. Climatic change and U.S. water resources: from modeled watershed impacts to national estimates. *J. Am. Water Res. Assoc.* 40 (1), 129–148.
8. McKinney, C. D., Cai, X., Rosegrant, M., Ringler, C., and Scott, C. A. (1999). Modeling water resources management at the basin level: Review and future directions.” SWIM Paper No. 6, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
9. Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Lại Tiến Vinh, Trần Hồng Thái (2015), Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước LVS Lô, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 651 (Tháng 3/2015), Tr.3-8.
10. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2010), Báo cáo tổng kết dự án “Quy hoạch tổng thể thủy lợi Đồng bằng sông Hồng trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng”, Hà Nội, 239 trang.
11. Vũ Văn Minh, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Hồng Thái (2011), Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước LVS Hồng – Thái Bình, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 598(10/2011), Tr.26 – 31.

12. Tollenaar, D. (2009). Simulation of present and future discharges at the Nile River upstream Lake Nasser. Master Thesis, Water Engineering & Management, University of Twente.
13. Mysiak, J., Giupponi, C., and Fassio, A. (2002). Decision Support for Water Resource Management: An Application Example of the MULINO DSS. Fondazione Eni Enrico Mattei, Venice, Italy.
14. Raskin, P., Hansen, E., and Zhu, Z. (1992). Simulation of Water Supply and Demand in the Aral Sea Region. Stockholm Environment Institute - Boston Center U.S.A.
15. Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn, Văn Thị Hằng, Nguyễn Ý Như (2011), Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến biến đổi tài nguyên nước LVS Nhuệ-Đáy, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27(1S (2011)), Tr.218-226.
16. Loucks D.P., van Beek E., 2017 Water Resources Planning and Management: An Overview. In: Water Resource Systems Planning and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1_1
17. Solomon, Susan, Qin, Dahe, Manning, Martin, Marquis, Melinda, Averyt, Kristen, Melinda, M., Tignor, B., Le Roy Miller Jr., Henry, Chen, Zhenlin (Eds.), 2007. Climate change: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY.
18. World bank, 2017. Water resources management, <https://www.worldbank.org/en/topic/waterresourcesmanagement#4>.
19. Vũ Duy Vĩnh (2012). “Nghiên cứu đặc điểm vận chuyển trầm tích lơ lửng vùng ven biển Hải Phòng bằng mô hình Delft 3D”. Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQGHN
20. Vũ Duy Vĩnh, Nguyễn Minh Hải và nnk, 2021. Đánh giá tải lượng và vận chuyển chất gây ô nhiễm từ thượng nguồn đến các sông lớn khu vực Hải Phòng. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp thành phố Hải Phòng.
21. Viện Khoa học khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), Báo cáo tổng kết dự án “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”, Hà Nội, 120 trang.
22. Nguyễn Minh Hải, 2021. Nghiên cứu ứng đánh giá những biểu hiện của biến đổi khí hậu ở vùng ven biển Hải Phòng-Quảng Ninh. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, Viện Tài nguyên và Môi trường biển.