



**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC  
ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT  
VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
(VIETGEO 2025)**



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

# MỤC LỤC

## Chủ đề I: ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

|                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. PHÁT HIỆN SẠT LỖ ĐẤT DỰA TRÊN KỸ THUẬT HỌC SÂU<br><i>Nguyễn Kim Cường, Kei Kawamura, Nguyễn Trung Kiên</i> .....                                                                                                       | 8   |
| 2. NGHIÊN CỨU CHẤT LƯỢNG CẤP PHỐI VỮA CHÈN LẤP VỎ HÀM TBM DỰ ÁN TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THÍ ĐIỂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI, ĐOẠN NHỒN - GA HÀ NỘI<br><i>Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Ngô Thị Thoan, Ngô Văn Luyện</i> .....       | 15  |
| 3. GEOLOGICAL EVOLUTION AND GEOMORPHOLOGICAL HERITAGES OF THE NAM O ROCKY SHORE PLATFORM IN THE COASTAL AREA OF DANANG, VIETNAM<br><i>La Duong Hai, Pham Phuoc Toan, Do Quang Thien</i> .....                             | 22  |
| 4. XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CHO DỰ TÍNH ĐỘ LÚN ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐẤT YẾU BẰNG THÍ NGHIỆM DILATOMETER, ÁP DỤNG CHO KHU VỰC CÁI MẾP<br><i>Nguyễn Văn Phóng, Phan Tự Hường, Phan Thành Tiền, Trương Thanh Cẩn</i> .....           | 32  |
| 5. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG PHÂN CẤP VÀ TIÊU CHÍ PHÂN ĐỊNH ĐỊA TẦNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH<br><i>Nguyễn Văn Phóng, Bùi Trường Sơn, Bùi Văn Bình, Nguyễn Song Thanh, Nguyễn Tiến Dũng</i> .....                           | 43  |
| 6. NGHIÊN CỨU MÔ PHÒNG LŨ Bùn ĐÁ TẠI TRÀ LENG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG BẰNG PHẦN MỀM IRIC - MORPHO 2DH<br><i>Vũ Văn Kiên, Nguyễn Châu Lân, Đỗ Tuấn Nghĩa</i> .....                                                              | 53  |
| 7. KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO CÁC DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI: THỬ THÁCH VÀ KINH NGHIỆM THỰC TẾ<br><i>Trương Thanh Cẩn, Nguyễn Quỳnh Luân, Nguyễn Văn Phóng</i> .....                                                 | 64  |
| 8. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM STATISTICAL PROCESS TRONG XỬ LÝ THỐNG KÊ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐẤT ĐÁ<br><i>Phan Tự Hường, Đỗ Minh Tính</i> .....                                                                                       | 73  |
| 9. NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP XỬ LÝ THẨM QUA NỀN ĐẬP HỒ CHỨA NƯỚC SÔNG THAN, TỈNH KHÁNH HÒA<br><i>Phạm Thị Ngọc Hà, Nguyễn Tấn Sơn, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thành Dương</i> .....                                       | 82  |
| 10. NGHIÊN CỨU ĐỊA KỸ THUẬT PHỤC VỤ QUY HOẠCH XÂY DỰNG ĐÔ THỊ ÁP DỤNG CHO PHƯỜNG HẢI DƯƠNG, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG<br><i>Đỗ Hồng Thắng</i> .....                                                                             | 91  |
| 11. PHÂN TÍCH THẨM VÀ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT TRONG TRƯỜNG HỢP MỨC NƯỚC THƯỢNG LƯU HẠ THẤP NHANH<br><i>Nguyễn Văn Hường, Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Thị Lộc, Nguyễn Văn Tươi, Nguyễn Quang Huy</i> .....                           | 99  |
| 12. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT KHI XẢY RA ĐỘNG ĐẤT: ÁP DỤNG CHO ĐẬP ĐẤT THƯỢNG KON TUM<br><i>Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Lộc, Lê Ngọc Viên, Nguyễn Văn Hường</i> .....                                  | 109 |
| 13. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT ĐẾN VIỆC CHỌN TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC TUYẾN QUANG - HÀ GIANG, ĐOẠN QUA TỈNH TUYẾN QUANG CŨ<br><i>Nguyễn Đức Đàm, Phạm Thái Bình, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Công Định</i> ..... | 120 |
| 14. NGHIÊN CỨU SỨC CHỐNG CẮT ĐẤT SÉT LẤN SÀN TRÊN MẪU CHÉ BỊ CỐ KÍCH THUỐC KHÁC NHAU BẰNG THIẾT BỊ CẮT PHẪNG<br><i>Cao Trọng Công, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Châu Lân, Phạm Thu Trang</i> .....                             | 127 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 30. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT TRONG KIỂM SOÁT VÀ GIÁM SÁT BIẾN DẠNG KẾT CẤU BÊ TÔNG           |     |
| <i>Nguyễn Duyên Phong, Uông Quang Tuyền, Trần Tuấn Minh, Đặng Trung Thành</i> .....                                      | 268 |
| 31. VAI TRÒ CỦA KÍCH THUỐC HẠT CÁT TRONG VIỆC KIỂM SOÁT ĐỘ BẨM DÍNH CỦA SỢI THÉP TRONG BÊ TÔNG                           |     |
| <i>Đặng Văn Phi</i> .....                                                                                                | 274 |
| 32. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG GIẾNG ĐỨNG VSM TRONG XÂY DỰNG BÃI ĐỖ XE NGẦM TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ HÀ NỘI |     |
| <i>Vũ Minh Ngạn, Vũ Thái Linh</i> .....                                                                                  | 281 |
| 33. ỨNG DỤNG VẬT LIỆU GEOPOLYMER TRONG ĐỊA KỸ THUẬT: MỘT TỔNG QUAN VỀ TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU                                |     |
| <i>Trần Nguyễn Thiện Tâm, Hoàng Trọng Quang</i> .....                                                                    | 289 |

### **Chủ đề III: ĐỊA CHẤT THỦY VĂN, TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG**

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 34. NGHIÊN CỨU XÂM NHẬP MẶN CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC VEN BIỂN Ở VIỆT NAM: THỰC TRẠNG VÀ THÁCH THỨC                                                                        |     |
| <i>Phạm Quý Nhân</i> .....                                                                                                                                          | 301 |
| 35. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TRƯỜNG CHUYÊN XÁC ĐỊNH RANH GIỚI MẶN NHẠT CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TRẦM TÍCH TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG                                         |     |
| <i>Trần Vũ Long, Phạm Quý Nhân, Vũ Thu Hiền, Đào Đức Bằng</i> .....                                                                                                 | 318 |
| 36. ĐÁNH GIÁ CÁC NGUỒN THẢI VÀ KHẢ NĂNG TIẾP NHẬN NƯỚC THẢI CỦA HỒ CẨM SƠN                                                                                          |     |
| <i>Nguyễn Mai Hoa</i> .....                                                                                                                                         | 324 |
| 37. THỰC TRẠNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI ĐIỆN TỬ, THÁCH THỨC VÀ CƠ HỘI Ở VIỆT NAM                                                                                           |     |
| <i>Phạm Khánh Huy</i> .....                                                                                                                                         | 331 |
| 38. MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ, HÓA HỌC VÀ CƠ HỌC CỦA TRO ĐÁY LÒ ĐÓT RÁC THẢI SINH HOẠT KHU VỰC PHÍA BẮC VIỆT NAM                                                      |     |
| <i>Phùng Đại Bình, Vũ Anh Tuấn, Phạm Đức Tiếp, Phạm Đức Phong, Bùi Đức Thụ</i> .....                                                                                | 338 |
| 39. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG, DỰ BÁO DÒNG CHẢY VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG HOÀ TAN TRONG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI KHU VỰC CÒN CÁT VEN BIỂN BÌNH THUẬN |     |
| <i>Trần Vũ Long, Nguyễn Văn Lâm, Đào Đức Bằng, Nguyễn Bách Thảo, Dương Thị Thanh Thủy, Trần Quang Tuấn, Vũ Thu Hiền</i> .....                                       | 348 |
| 40. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC ĐẮK NÔNG                                                                                         |     |
| <i>Trần Thị Thanh Thủy, Trần Thị Kim Hà</i> .....                                                                                                                   | 356 |
| 41. ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN LƯU VỰC SÔNG CÁI ĐOẠN PHAN RANG - NINH THUẬN VÀ CÁC GIẢI PHÁP KHAI THÁC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC HIỆU QUẢ CHO CÁC CÔNG TRÌNH TRONG KHU VỰC         |     |
| <i>Vũ Thu Hiền</i> .....                                                                                                                                            | 364 |
| 42. XÂY DỰNG CÁC LỚP DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH TỪ DEM SỬ DỤNG ARCGIS PRO PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU NGUY CƠ LŨ LỤT                                                                   |     |
| <i>Phạm Thị Thanh Hòa, Trần Hồng Hạnh, Lưu Thị Diệu Chinh</i> .....                                                                                                 | 369 |
| 43. ỨNG DỤNG FEFLOW MÔ PHÒNG LAN TRUYỀN ÁM VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HOÀ                                                                     |     |
| <i>Trần Vũ Long, Vũ Thu Hiền</i> .....                                                                                                                              | 378 |
| 44. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC NHIỄM CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU KHÁC NHAU BẰNG VẬT LIỆU CELLULOSE-AEROGEL TỔNG HỢP TỪ QUẢ GÒN                                            |     |
| <i>Trương Thị Cẩm Trang, Tăng Thế Vinh, Nguyễn Đăng Khoa</i> .....                                                                                                  | 385 |

# ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN LƯU VỰC SÔNG CÁI ĐOẠN PHAN RANG - NINH THUẬN VÀ CÁC GIẢI PHÁP KHAI THÁC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC HIỆU QUẢ CHO CÁC CÔNG TRÌNH TRONG KHU VỰC

Vũ Thu Hiền<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất

\*Tác giả liên hệ: Email: vuthuhien@hmg.edu.vn

## Tóm tắt

Lưu vực sông Cái đoạn Phan Rang thuộc tỉnh Ninh Thuận có chế độ thủy văn phức tạp do ảnh hưởng của địa hình và khí hậu khô hạn. Báo cáo này trình bày chi tiết điều kiện thủy văn của lưu vực, đánh giá các đặc trưng dòng chảy và đề xuất các giải pháp quản lý, khai thác nguồn nước bền vững. Các kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc quy hoạch và xây dựng các công trình liên quan đến tài nguyên nước trong khu vực.

**Từ khóa:** Điều kiện thủy văn; đặc trưng dòng chảy; khai thác bền vững.

## 1. Đặt vấn đề

Lưu vực sông Cái Phan Rang đóng vai trò quan trọng trong cấp nước cho sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt tại tỉnh Ninh Thuận. Tuy nhiên, khu vực này chịu ảnh hưởng của chế độ khí hậu khô hạn, lượng mưa thấp và sự phân bố dòng chảy không đều, đặc biệt là vào mùa kiệt. Sự biến đổi khí hậu cũng làm gia tăng nguy cơ hạn hán và lũ lụt tại khu vực này. Do đó, việc nghiên cứu chi tiết điều kiện thủy văn và tìm kiếm giải pháp khai thác, sử dụng nguồn nước hiệu quả là cấp thiết.

## 2. Cơ sở lý thuyết đánh giá điều kiện thủy văn cho một lưu vực sông

Đánh giá điều kiện thủy văn của một lưu vực sông là bước nền tảng trong nghiên cứu tài nguyên nước, quy hoạch phát triển bền vững và phòng chống thiên tai. Quá trình này đòi hỏi sự tổng hợp đa chiều các yếu tố tự nhiên và nhân sinh. Trước hết, các thông số khí tượng - thủy văn như lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm, lưu lượng dòng chảy, mực nước, và chế độ lũ - hạn đóng vai trò chủ đạo trong việc xác định đặc điểm dòng chảy và biến động nguồn nước theo không gian và thời gian. Tiếp theo, đặc điểm địa hình, địa chất và thổ nhưỡng của lưu vực ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng thấm, giữ nước và hình thành dòng chảy mặt. Địa hình dốc, đất đá kém thấm thường tạo điều kiện cho dòng chảy nhanh, trong khi vùng bằng phẳng, đất phù sa lại có khả năng điều tiết nước tốt hơn. Bên cạnh đó, thảm thực vật và hiện trạng sử dụng đất trong lưu vực cũng là yếu tố quan trọng, tác động đến quá trình thấm, bay hơi và dòng chảy. Sự suy giảm diện tích rừng, gia tăng đô thị hóa và hoạt động nông nghiệp không kiểm soát có thể làm thay đổi chế độ thủy văn tự nhiên, gia tăng nguy cơ lũ lụt và suy thoái nguồn nước. Các công trình thủy lợi như hồ chứa, đập, kênh mương và hệ thống tưới tiêu cũng góp phần điều tiết dòng chảy, nhưng đồng thời có thể gây ra những biến đổi cục bộ về thủy văn nếu không được quản lý hợp lý.

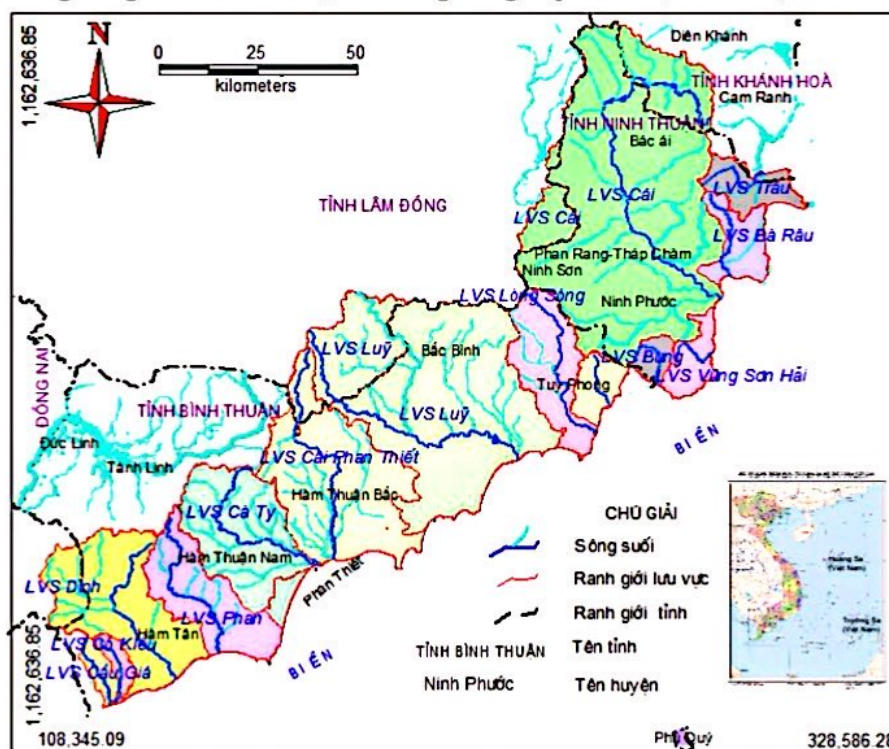
Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và gia tăng áp lực phát triển, việc ứng dụng các mô hình thủy văn toán học, phân tích thống kê chuỗi số liệu, kết hợp công nghệ GIS và viễn thám ngày càng trở nên cần thiết. Những công cụ này cho phép mô phỏng, dự báo và đánh giá chính xác hơn về chế độ dòng chảy, từ đó hỗ trợ công tác quy hoạch, quản lý và ra quyết định. Việc phân vùng khí hậu - thủy văn và phân loại lưu vực theo quy mô, chức năng cũng giúp định hướng các giải pháp quản lý phù hợp với đặc điểm từng vùng.

## 3. Điều kiện thủy văn lưu vực sông Cái (đoạn Phan Rang - Ninh Thuận)

### 3.1 Đặc điểm địa hình và khí hậu

Lưu vực sông Cái Phan Rang là lưu vực sông chính của tỉnh Ninh Thuận. Sông bắt đầu từ sườn Đông của dãy núi Gia Rích (1.923 m) giáp ranh với tỉnh Lâm Đồng, sông chảy theo hướng Bắc -

Nam đổ ra biển Đông tại vịnh Phan Rang, ba mặt là núi cao và một mặt hướng ra biển Đông, có diện tích khoảng 3.600 km<sup>2</sup> có tổng chiều dài các sông suối khoảng 430 km. Chiều dài dòng chính sông Cái khoảng 120 km, chiều rộng khoảng 20-35m. Mặt cắt dọc sông Cái có dạng bậc thềm. Ở thượng nguồn, sông chảy ven theo các sườn núi cao trên 1.500 m, lòng sông đầy đá tảng, cuội sỏi, độ dốc lòng sông lớn, sườn dốc ngấn, đất đai chủ yếu là tổ hợp đất núi Feralit. Địa hình này ảnh hưởng lớn đến chế độ dòng chảy, đặc biệt là trong mùa lũ. Mật độ sông trong khu vực chỉ từ 0 - 1,6 km/km<sup>2</sup>, cho thấy hệ thống sông suối thưa thớt, khả năng cung cấp nước tự nhiên hạn chế.



Hình 1. Sơ đồ vị trí hệ thống sông, suối vùng nghiên cứu

Khí hậu Ninh Thuận thuộc kiểu khí hậu nhiệt đới gió mùa nhưng có đặc điểm khô hạn nhất Việt Nam. Chế độ khí hậu của Ninh Thuận rất phức tạp và hạn chế về lượng mưa, sự phân bố lượng mưa cũng có sự phân hóa rất rõ rệt. Khu vực miền núi, đặc biệt là thượng nguồn sông Cái lượng mưa dồi dào hơn cả, khu vực đồng bằng và ven biển là những khu vực ít mưa nhất tỉnh Ninh Thuận. Tỉnh Ninh Thuận được biết đến là vùng khô hạn nhất cả nước. Lượng mưa năm có sự phân bố không đồng đều theo địa hình rất rõ, trung bình năm chỉ khoảng 640,9 - 910,8 mm. Bốc hơi dao động từ 1.417 - 1.817 mm/năm, cao hơn lượng mưa trung bình. Độ ẩm của đất biến động từ 3,65 - 55%, ảnh hưởng đến khả năng giữ nước của đất. Do đó hạn hán đang là vấn đề nghiêm trọng, ảnh hưởng đến đời sống và sản xuất của người dân trong vùng.

### 3.2 Chế độ dòng chảy

Dòng chảy trên sông Cái đoạn Phan Rang có sự biến động lớn giữa các mùa, các số liệu đo đạc cho thấy lưu lượng trung bình năm dao động từ 11,2 - 12,4 l/s. Mùa lũ kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12, tổng lượng dòng chảy chiếm từ 55-70% tổng lượng dòng chảy năm. Tháng 10 và 11 là thời điểm có lượng dòng chảy lớn nhất, thường xuất hiện lũ lớn. Trong khi đó, mùa kiệt kéo dài từ tháng 1 đến tháng 8, với dòng chảy thấp, gây khó khăn cho việc khai thác nước.

Khảo sát vết lũ là một bước quan trọng trong quá trình đánh giá điều kiện thủy văn của một lưu vực sông, đặc biệt trong nghiên cứu chế độ dòng chảy lũ và phân tích rủi ro ngập lụt. Vết lũ, hay còn gọi là dấu tích mực nước lũ cực đại, là biểu hiện vật lý còn lại sau khi lũ rút, thường xuất hiện dưới dạng vết bùn, thay đổi màu sắc trên thân cây, công trình hoặc địa hình tự nhiên. Việc xác định chính xác cao trình vết lũ cho phép tái hiện mực nước lũ lịch sử, từ đó phục vụ hiệu chỉnh

mô hình thủy văn - thủy lực, xây dựng bản đồ ngập lụt, và đánh giá tần suất - cường độ lũ trong lưu vực. Kết quả khảo sát vết lũ không chỉ cung cấp dữ liệu đầu vào cho mô hình hóa thủy văn mà còn là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp quy hoạch không gian, quản lý rủi ro thiên tai và thiết kế công trình phòng chống lũ lụt.

Các vết lũ lịch sử năm 1993 và 2018 trong khu vực nghiên cứu được xác định thông qua khảo sát thực địa và phỏng vấn người dân địa phương sống gần sông và có nương rẫy bị ngập chỉ dẫn vị trí các vết lũ dọc theo sông. Khảo sát điều tra, xác định vị trí các vết lũ lịch sử năm 1993, vết lũ năm 2018 tại khu vực đo mặt cắt ngang, xác định cao độ và tọa độ vị trí các vết lũ xác định được. Cao - tọa độ các vết lũ được dẫn nối với hệ thống cọc mốc cao tọa độ hạng IV và hạng kỹ thuật của công trình bằng thiết bị máy đo địa hình NIKON 3M đồng bộ. Kết quả khảo sát cao độ các vết lũ điều tra dao động từ 191,68 - 246,99mm, cho thấy trận lũ lịch sử năm 1993 đạt cao độ gần 247 m, tương tự với đỉnh lũ năm 2018 và phân bố đều dọc 12 điểm quan trắc, khẳng định đặc tính lũ lớn theo mùa.

**Bảng 1.** Cao tọa độ các vết lũ 2018 ở đoạn sông khảo sát

| STT | Tên điểm  | Vết lũ 2018<br>độ cao (m) | Tọa độ (VN2000 KTT 108°15')   |
|-----|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| 1   | VL1_2018  | 246,98                    | X=1325280.70; Y=556625.23     |
| 2   | VL2_2018  | 246,99                    | X=1325102.10; Y=556427.45     |
| 3   | VL3_2018  | 244,96                    | X=1325028.10; Y=556272.45     |
| 4   | VL4_2018  | 241,85                    | X = 1325407.01; Y = 555486.01 |
| 5   | VL5_2018  | 207,70                    | X = 1321051.62; Y = 555317.45 |
| 6   | VL6_2018  | 206,22                    | X = 1321028.50; Y = 555456.04 |
| 7   | VL7_2018  | 205,76                    | X = 1321055.10; Y = 555504.26 |
| 8   | VL8_2018  | 205,76                    | X = 1319470.18; Y = 555629.30 |
| 9   | VL9_2018  | 192,91                    | X = 1319247.56; Y = 555724.18 |
| 10  | VL10_2018 | 192,57                    | X = 1319066.73; Y = 555851.94 |
| 11  | VL11_2018 | 191,89                    | X = 1319226.77; Y = 556116.45 |
| 12  | VL12_2018 | 191,68                    | X = 1319242.67; Y = 556292.54 |

Kết quả đo lưu lượng tại các mặt cắt ở 3 vị trí đoạn sông thẳng nước chảy êm, phân bố đều (tại hạ lưu, tại vị trí thượng lưu khoảng 80m và tại thượng lưu khoảng 300m) dao động từ 11,2 đến 12,4 m<sup>3</sup>/s, với mực nước thay đổi lớn theo từng vị trí khảo sát, từ 186,65m (tại vị trí cách thượng lưu khoảng 300m) đến 241,92m (tại vị trí hạ lưu). Các số liệu đo đạc được thực hiện theo đúng quy trình kỹ thuật, đảm bảo độ tin cậy cao.

**Bảng 2.** Thống kê kết quả đo lưu lượng và mực nước

| Vị trí 1 | Q (m <sup>3</sup> /s) | H (m)  |
|----------|-----------------------|--------|
| MC1      | 11,2                  | 241,92 |
| MC2      |                       | 241,79 |
| MC3      |                       | 239,60 |
| MC4      |                       | 239,47 |
| Vị trí 2 | Q (m <sup>3</sup> /s) | H (m)  |
| MC5      | 12,0                  | 241,79 |
| Vị trí 3 | Q (m <sup>3</sup> /s) | H (m)  |
| MC6      | 12,4                  | 188,45 |
| MC7      |                       | 186,65 |

Kết hợp các số liệu thực địa và phân tích, tổng hợp các tài liệu khí tượng, thủy văn của lưu vực sông Cái Phan Rang cho thấy lưu vực có chế độ thủy văn đặc trưng bởi tính chất bán khô hạn, với lượng mưa phân bố không đều theo mùa và không gian, tập trung chủ yếu vào mùa mưa ngắn. Dòng chảy sông biến động mạnh, phụ thuộc lớn vào lượng mưa và điều kiện địa hình, dẫn đến nguy cơ hạn hán và lũ lụt cục bộ. Hệ số dòng chảy thấp, khả năng điều tiết tự nhiên hạn chế, đòi hỏi giải pháp quản lý tài nguyên nước tổng hợp và thích ứng với biến đổi khí hậu.

#### **4. Các giải pháp khai thác sử dụng nguồn nước hiệu quả, đảm bảo an toàn, bền vững cho lưu vực sông Cái đoạn Phan Rang - Ninh Thuận**

##### **4.1 Giải pháp chung**

- Xây dựng hệ thống hồ chứa và đập dâng với mục tiêu điều tiết dòng chảy, giảm thiểu tác động của mùa lũ và mùa kiệt, đảm bảo nguồn nước ổn định.
- Giảm tổng lượng nước dùng cho nông nghiệp (hiện chiếm phần lớn) 30% trong 5 năm thông qua tiết kiệm và chuyển đổi phương thức tưới.
- Tăng cường công tác dự báo thủy văn, cảnh báo sớm về lũ lụt và hạn hán để có biện pháp ứng phó bằng cách xây dựng hệ thống quan trắc thủy văn tự động để theo dõi mực nước và lượng mưa; Phát triển mô hình dự báo thủy văn dựa trên dữ liệu thời gian thực.
- Bảo vệ và phục hồi rừng đầu nguồn, giảm xói mòn đất, duy trì dòng chảy ổn định: Trồng rừng phòng hộ tại khu vực đầu nguồn nhằm giảm dòng chảy bề mặt và ứng dụng các biện pháp chống xói mòn như xây dựng bậc thang, kè đá.
- Quản lý tổng hợp tài nguyên nước, khai thác, bảo vệ và sử dụng nguồn nước hợp lý: Xây dựng kế hoạch quản lý tổng hợp tài nguyên nước cho khu vực nghiên cứu. Áp dụng chính sách khuyến khích sử dụng nước tiết kiệm.

##### **4.2 Một số giải pháp cụ thể đề xuất**

- Chuyển đổi tưới - mục tiêu diện tích và tiết kiệm: Trong 5 năm, chuyển 10.000 ha nông nghiệp ưu tiên (các vùng trồng thanh long, nho, măng tây, cây ăn quả tập trung) sang tưới nhỏ giọt/nhỏ giọt định lượng + cảm biến ẩm. (giai đoạn sau mở rộng lên 20.000 ha nếu kinh tế hợp lý). Hiệu quả kỳ vọng: tưới nhỏ giọt tiết kiệm 30-50% nước so với tưới truyền thống (phổ biến trong nghiên cứu và chương trình áp dụng tại vùng khô hạn).
  - + Tăng hiệu suất tưới từ mức hiện trạng (giả định 40-50%) lên  $\geq 70\%$  trong 5 năm cho các vùng áp dụng tưới hiện đại.
  - + Tăng dung tích lưu trữ hữu dụng và tích lũy bổ sung tối thiểu +100 triệu m<sup>3</sup> (kết hợp hồ nhỏ, trữ ngầm, thu nước mưa) trong 5-10 năm.
  - + Tăng tái tạo nước ngầm đạt +50 triệu m<sup>3</sup>/năm bằng công trình thấm, check-dams, và khu vực rửa nước thải được xử lý.
- Tối ưu hóa vận hành hồ - phân bổ nước và dự báo: Ưu tiên sinh hoạt và nước đô thị: 20-25% dung tích khả dụng các hồ hàng năm. Nông nghiệp (tưới): 60-65% (giảm dần theo tiến độ tiết kiệm). Dòng tối thiểu, ven biển chống xâm mặn: 10-15%. Vận hành thích ứng: áp dụng mô hình dự báo (SWAT / HEC-HMS) để cập nhật quyết định xả/giữ nước hàng tháng theo dự báo mùa mưa/hạn.
- Tăng lượng trữ và sạc: Mục tiêu dung tích bổ sung (5-10 năm): Tăng 100 triệu m<sup>3</sup> (kết hợp: hồ nhỏ mới, nâng cấp hồ hiện hữu, hồ trữ đất liền, bể trữ đô thị, các công trình thấm). Xây, hoàn thiện 10-20 hồ trữ nhỏ, thu nước mưa đô thị và nông thôn bằng lắp mái thu gom tại đô thị, các công trình công cộng.
- Giảm thất thoát kênh truyền dẫn và nâng cấp nội đồng, mục tiêu giảm xuống  $\leq 10\%$  trong 3 năm bằng kênh lót, sửa van, hệ thống đo,...
- Tái sử dụng nước và xử lý, trong 5 năm xử lý và tái sử dụng nước thải đô thị cho tưới cây,

công nghiệp bằng cách xây 1 - 2 nhà máy xử lý nước thải cỡ trung (quy mô 2.000-5.000 m<sup>3</sup>/ngày) ở khu đô thị trung tâm, mạng phân phối nội bộ cho tưới công viên, công nghiệp nhẹ.

## 5. Kết luận và kiến nghị

Lưu vực sông Cái - Phan Rang có điều kiện thủy văn đặc biệt, với chế độ dòng chảy chịu ảnh hưởng mạnh bởi địa hình và khí hậu khô hạn. Việc khai thác và sử dụng nguồn nước cần có các giải pháp đồng bộ nhằm đảm bảo hiệu quả, an toàn và bền vững. Các đề xuất trong báo cáo này góp phần hỗ trợ công tác quản lý tài nguyên nước trong khu vực, để đáp ứng được mục tiêu này, cần:

- Tiếp tục nghiên cứu chi tiết về tác động của biến đổi khí hậu đến chế độ dòng chảy.
- Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ tiên tiến trong quản lý và khai thác nguồn nước.
- Tăng cường hợp tác giữa các cơ quan quản lý, nhà khoa học và cộng đồng địa phương để thực hiện các giải pháp hiệu quả.

## Tài liệu tham khảo

Báo cáo Khảo sát thủy văn công trình - Công trình thủy điện Phước Bình, 2019

Đào Thị Thu Huyền, Trần Tuấn Tú, 2017, Diễn biến hạn hán ở lưu vực sông Cái - Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận, *Science & Technology Development Journal*.

## Hydrological Conditions of the Cai River Basin in the Phan Rang - Ninh Thuan Section and Efficient Water Resources Utilization Solutions for Infrastructure in the Region

Vu Thu Hien<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geolgy

\*Corresponding Author: Email: vuthuhien@humg.edu.vn

## Abstract

The Cai River basin in the Phan Rang area of Ninh Thuan Province exhibits complex hydrological regimes due to the influence of topography and arid climate conditions. This report provides a detailed analysis of the basin's hydrological conditions, evaluates key flow characteristics, and proposes sustainable water resource management and utilization solutions. The research findings offer a scientific basis for planning and developing water-related infrastructure projects in the region.

**Keywords:** Hydrological conditions; flow characteristics; sustainable exploitation.